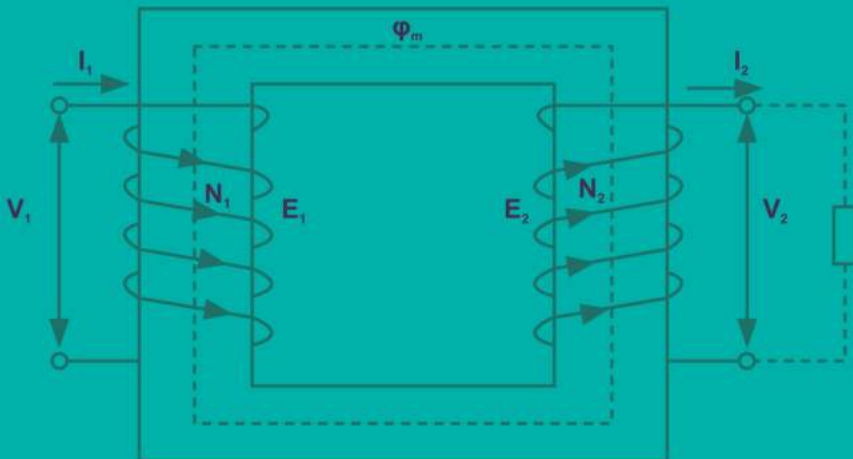




# ମୌଳିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ

## ଇଲକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ

(ପ୍ରୟୋଗଶାଳା ନିୟମାବଳି ସହିତ)



ମୂଳ ଇଂରାଜୀ ରଚନା

ସୁମନ ଏସ୍ ମୈଥ୍ୟୁ  
ସାଜି ଚି ଚାକୋ

ଓଡ଼ିଆ ଅନୁବାଦ

ଅରୁଣ ଗୋଛାୟତ  
ଅମିତ କୁମାର ସାହୁ



# ମୌଳିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ

ମୂଳ ଇଂରାଜୀ ରଚନା:

ସୁମନ ଏସ୍ ମୈଥ୍ୟୁ | ସାଜି ଟି ଚାକୋ

ଓଡ଼ିଆ ଅନୁବାଦ:

ଅରୁଣ ଗୋଛାୟତ | ଅମିତ କୁମାର ସାହୁ



*Published by:*

**Institute of Odia Studies and Research.  
3R9, BJB Nagar, Bhubaneswar, Odisha**

**ISBN: 978-93-91638-20-7**

**Book Code: DIP0090D**  
**Fundamentals of Electrical & Electronics Engineering**

[English Edition]

by

**Susan S. Mathew, Saji T. Chacko**

Odia Edition]

**Moulika Baidutika ebm Electronics Engineering**  
by

**Arun Gochhayat, Dr. Amit Kumar Sahoo**

**First Edition: 2022**

*Published by:*

**Institute of Odia Studies and Research.**

**3 R 9, BJB Nagar, Bhubaneswar, Odisha**

**Email: iosrodishaacte@gmail.com**

**Phone: 0674-3574404, Mob: 9090465758**

ଓଡ଼ିଆ ଅନୁବାଦ:

**ପ୍ରାଧ୍ୟାପକ ଅରୁଣ ଗୋଛାୟତ**

ବିଭାଗୀୟ ମୁଖ୍ୟ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ଏବଂ ଦୂରଯୋଗାଯୋଗ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ  
କିଙ୍ଗ୍ ପଲିଟେକନିକ୍, ଭୁବନେଶ୍ୱର, ଓଡ଼ିଶା

**ଡକ୍ଟର ଅମିତ କୁମାର ସାହୁ**

ବିଭାଗୀୟ ମୁଖ୍ୟ, ବିଦ୍ୟୁତ ଓ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଭାଗ

ସେକ୍ସଟ୍ରାୟନ ଯୁନିଭର୍ସିଟି ଅଫ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ଏଣ୍ଡ ମ୍ୟାନେଜମେଣ୍ଟ, ଖୋର୍ଦ୍ଧା

ଓଡ଼ିଆ ଭାଷା ବିଶେଷଜ୍ଞ:

**ପ୍ରଫେସର ବ୍ରଜେନ୍ଦ୍ର ପ୍ରସାଦ ଦାସ**

ଅବସରପ୍ରାପ୍ତ ବରିଷ୍ଠ ପ୍ରାଧ୍ୟାପକ ଏବଂ ଆଞ୍ଚଳିକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ, ଶିକ୍ଷା ବିଭାଗ

ଓଡ଼ିଶା ସରକାର, ଭୁବନେଶ୍ୱର।

ବିଷୟ ସମୀକ୍ଷକ:

**ଡକ୍ଟର ଅରୁଣାଂଶୁ ମହାପାତ୍ର**

ସହଯୋଗୀ ପ୍ରଫେସର , ଇ.ଟି.ସି ବିଭାଗ

ବୀର ସୁରେନ୍ଦ୍ର ସାଏ ବୈଷୟିକ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ , ବୁର୍ଲା, ଓଡ଼ିଶା

ଓଡ଼ିଆ ଭାଷା ସମୀକ୍ଷକ:

**ଡକ୍ଟର ଅଶୋକ କୁମାର ରାଉତ**

ବରିଷ୍ଠ ଅଧ୍ୟାପକ, ଆଦିକବି ସାରଳା ଦାସ ମହାବିଦ୍ୟାଳୟ

ଜଗତସିଂହପୁର, ଓଡ଼ିଶା

*Printed in India by:* BK Publications Pvt.Ltd, Bhubaneswar,

**Copyright © Reserved by AICTE**

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior permission of the publisher.

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade, be lent, re-sold, hired out or otherwise disposed of without the publisher's consent, in any form of binding or cover other than that in which it is published.

**Disclaimer:** The website links provided by the author in this book are placed for informational, educational & reference purpose only. The Publisher do not endorse these website links or the views of the speaker/ content of the said weblinks. In case of any dispute, all legal matters to be settled under New Delhi Jurisdiction only.





प्रो. अनिल डी. सहस्रबुद्धे  
अध्यक्ष

Prof. Anil D. Sahasrabudhe  
Chairman



सत्यमेव जयते

अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद्

(भारत सरकार का एक सांविधिक निकाय)

(शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार)

नेल्सन मंडेला मार्ग, वसंत कुंज, नई दिल्ली-110070

दूरभाष : 011-26131498

ई-मेल : chairman@aicte-india.org

ALL INDIA COUNCIL FOR TECHNICAL EDUCATION

(A STATUTORY BODY OF THE GOVT. OF INDIA)

(Ministry of Education, Govt. of India)

Nelson Mandela Marg, Vasant Kunj, New Delhi-110070

Phone : 011-26131498

E-mail : chairman@aicte-india.org

## ପ୍ରାକ୍‌କଥନ

ଶହଶହ ବର୍ଷ ଧରି ମାନବଜାତି ଓ ସମାଜର ଅଗ୍ରଗତି ଏବଂ ବିସ୍ତାରରେ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି। ଭାରତୀୟ ଉପମହାଦେଶରେ ସୃଷ୍ଟି ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଚିନ୍ତାଧାରା ଜଗତ ଉପରେ ଏକ ଚିନ୍ତାଶୀଳ ପ୍ରଭାବ ପକାଇଛି।

ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ଭାରତୀୟ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ [All India Council for technical Education (AICTE)] 1987ରେ ଆରମ୍ଭ ହେବା ପରଠାରୁ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷାର ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କୁ ସାହାଯ୍ୟ କରିବାରେ ସର୍ବଦା ଅଗ୍ରଣୀ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରି ଆସିଛି। AICTEର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହେଉଛି ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷାକୁ ପ୍ରୋତ୍ସାହିତ କରିବା ଏବଂ ଏହା ମାଧ୍ୟମରେ ଶିକ୍ଷିତ ଜଗତକୁ ଶୀର୍ଷ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚାଇବା। ସର୍ବୋପରି ଆମର ପ୍ରିୟ ମାତୃଭୂମି ଭାରତକୁ ଏକ ଆଧୁନିକ ବିକଶିତ ରାଷ୍ଟ୍ରରେ ପରିଣତ କରିବା। ଏଠାରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରିବା ଅନୁଚିତ ହେବ ନାହିଁ ଯେ ଯନ୍ତ୍ରୀମାନେ ଆଧୁନିକ ସମାଜର ମେରୁଦଣ୍ଡ। ଉତ୍ତମ ଯନ୍ତ୍ରୀ ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ତମ ଶିକ୍ଷିତ ଏବଂ ଉତ୍ତମ ରାଷ୍ଟ୍ର।

ଜାତୀୟ ଶିକ୍ଷାନୀତି-୨୦୨୦ର ପରିକଳ୍ପନା ହେଉଛି ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀଙ୍କୁ ଭାରତର ସାମ୍ବିଧାନିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅନୁଯାୟୀ ନିଜ ଭାଷାରେ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରଦାନ କରିବା, ଯାହାଦ୍ୱାରା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ଜ୍ଞାନାନ୍ତରଣରେ ଯଥେଷ୍ଟ ସମର୍ଥ ଓ ଦକ୍ଷ ହୋଇପାରିବେ ଏବଂ ଜାତୀୟ ଅଭିବୃଦ୍ଧି ତଥା ବିକାଶ ଦିଗରେ ସହଯୋଗ କରିପାରିବେ।

ଗତ କିଛି ବର୍ଷରୁ AICTE ନିରନ୍ତର ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା କ୍ଷେତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ହେଉଛି ଏହାର ସମସ୍ତ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀଙ୍କୁ ଭାରତୀୟ ଭାଷାରେ ଉଚ୍ଚମାନ ତଥା ଉଚିତ ମୂଲ୍ୟର ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଦାନ କରିବା। ଏହି ପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ କେବଳ ସହଜ ଭାଷା, ବାସ୍ତବ ଜୀବନ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ଉଦାହରଣ, ସମୃଦ୍ଧ ବିଷୟବସ୍ତୁକୁ ଧ୍ୟାନରେ ରଖି ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇନାହିଁ ବରଂ ଏହି ନିତିଦିନିଆ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଦୁନିଆରେ ଶିକ୍ଷିତ ଆବଶ୍ୟକତାକୁ ମଧ୍ୟ ଦୃଷ୍ଟିରେ ରଖାଯାଇ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଛି। ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଏବଂ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି- 2018ର AICTE ମଡେଲ୍ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଅନୁଯାୟୀ ଏହି ପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଛି।

ବହୁ ଜ୍ଞାନ ଏବଂ ଅଭିଜ୍ଞତା ଥିବା ସମଗ୍ର ଭାରତବର୍ଷର କୋଣ ଅନୁକୋଣର ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରଫେସରମାନେ ଶିକ୍ଷାବ୍ୟବସ୍ଥାର ସୁଲଭତା ଓ ସୁଗମତାପାଇଁ ଏହି ପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ ଲେଖିଛନ୍ତି। AICTE ନିଶ୍ଚିତ ଯେ ସମୃଦ୍ଧ ବିଷୟବସ୍ତୁ ସହିତ ଏହି ପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷାର ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କୁ ସହଜରେ ଗୁଣାତ୍ମକ ଜ୍ଞାନ ପ୍ରଦାନରେ ସହାୟକ ହେବ। ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକୁ ଅଧିକ ପ୍ରାଞ୍ଜଳ କରିବାରେ ପ୍ରୟାସ କରିଥିବା ମୂଳ ଲେଖକ, ସଂଯୋଜକ ଏବଂ ଅନୁବାଦକଙ୍କ କଠିନ ପରିଶ୍ରମକୁ AICTE ପ୍ରଶଂସା କରୁଛି।

(Anil D. Sahasrabudhe)



## ଅନୁବାଦକଙ୍କ କଲମରୁ...

ଜାତୀୟ ଶିକ୍ଷାନୀତି - ୨୦୨୦ରେ ମାତୃଭାଷା ମାଧ୍ୟମରେ ଉଚ୍ଚଶିକ୍ଷା ପ୍ରଦାନର ପରିକଳ୍ପନା କରାଯାଇଅଛି। ମାତୃଭାଷା ମାଧ୍ୟମରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବିଜ୍ଞାନ ଶିକ୍ଷାର ଉପାଦେୟତା ବହୁଦିନରୁ ଏକ ପ୍ରଶ୍ନବାଚୀ ଭାବରେ ବିବେଚନା କରାଯାଇଛି। ଅଖିଳ ଭାରତୀୟ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବିଜ୍ଞାନର ସମସ୍ତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସମସ୍ତ ରାଜ୍ୟର ମାତୃଭାଷାରେ ଅନୁବାଦକରି ଶିକ୍ଷା ଉପଯୋଗୀ କରିବାକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କରିଛି। ଯାହା ଫଳରେ ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବିଜ୍ଞାନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ପ୍ରଚଳନପାଇଁ ଉଦ୍ୟମ ଆରମ୍ଭ ହୋଇସାରିଛି। ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀଙ୍କୁ ନିଜଭାଷାରେ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରଦାନର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଥିବାରୁ ଓ ଏହି ବହି ପ୍ରସ୍ତୁତିପାଇଁ ସୁଯୋଗ ମିଳିଥିବାରୁ ଅଖିଳ ଭାରତୀୟ ବୈଷୟିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦର ଅଧ୍ୟକ୍ଷ ପ୍ରଫେସର ଅନିଲ ଡି. ସହସ୍ରାବୁଦ୍ଧେ, ଉପାଧ୍ୟକ୍ଷ ପ୍ରଫେସର ଏମ୍. ପି. ପୁନିଆ, ସଦସ୍ୟ-ସଚିବ ପ୍ରଫେସର ରାଜୀବ କୁମାର, ମୁଖ୍ୟ ସମନ୍ୱୟ ଅଧିକାରୀ ବୁଦ୍ଧ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର, ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ କର୍ଣ୍ଣେଲ ବି ଭେଙ୍କଟ ଏବଂ ଓଡ଼ିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥାର ଅଧ୍ୟକ୍ଷ ଆତ୍ମାସତର ଅବସର ବେଉରିଆ, ଉପାଧ୍ୟକ୍ଷ ନଟବର ଶତପଥୀ (ଶିକ୍ଷା ଓ ଗବେଷଣା), ଉପାଧ୍ୟକ୍ଷ ତକ୍କର ସିପ୍ରା ମଲ୍ଲିକ (ପରିଚାଳନା), ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ପ୍ରଫେସର ବ୍ରଜେନ୍ଦ୍ର ପ୍ରସାଦ ଦାସ ଏବଂ ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ଉଚ୍ଚଶିକ୍ଷାପାଇଁ ଦୀର୍ଘଦିନ ଧରି ଉଦ୍ୟମ କରିଆସୁଥିବା ଏହି ଅନୁଷ୍ଠାନର ସଦସ୍ୟ ସଚିବ ଉତ୍କଳ ସୁବ୍ରତ କୁମାର ପୃଷ୍ଟିଙ୍କୁ କୃତଜ୍ଞତା ଜଣାଉଛି।

“ମୌଳିକ ବୈଦୂତିକ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ” ମୂଳ ଇଂରାଜୀ ପୁସ୍ତକର ଓଡ଼ିଆ ଅନୁବାଦପାଇଁ ଓଡ଼ିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥା ପକ୍ଷରୁ ଆୟୋଜିତ ସାକ୍ଷାତକାରଦ୍ୱାରା ମନୋନୀତ ହେବା ପରେ ନିଜ ମାତୃଭାଷାପାଇଁ କିଛି କରିବାର ସୁଯୋଗ ପାଇଥିବାରୁ ମନରେ ଅନେକ ଖୁସି ଓ ଉଦ୍‌ବେଗ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା। ତେବେ ଅନୁବାଦ ସମୟରେ କେତେକ ଦ୍ରବ୍ୟ ଦେଖା ଦେଇଥିଲା। ସମୟସମୟରେ ଗୋଟିଏ ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦର ଅନେକ ଓଡ଼ିଆ ଅନୁବାଦ ଦେଖିବାକୁ ମିଳୁଥିବାରୁ ପ୍ରଚଳିତ ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦର ଓଡ଼ିଆ ଅର୍ଥାନ୍ତର କରିବା ଆମପାଇଁ କଷ୍ଟକର ଥିଲା। ପାଠର ମର୍ଯ୍ୟାଦା ରଖିବାକୁ ହେଲେ ଆକ୍ଷରିକ ଅନୁବାଦ ବଦଳରେ ଭାବକୁ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦେବା ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ। ଏହିଭଳି ଭାବରେ ଅନେକ ଦ୍ରବ୍ୟମଧ୍ୟରେ କେଉଁ ଶବ୍ଦ ଓ କେଉଁ ବାକ୍ୟର ସଂରଚନାରେ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀ ଉପକୃତ ହୋଇପାରିବେ, ତାହା ସ୍ଥିର କରିବାକୁ ପଡ଼ିଛି। ଓଡ଼ିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥାର ସଦସ୍ୟ-ସଚିବ ତକ୍କର ସୁବ୍ରତ କୁମାର ପୃଷ୍ଟିଙ୍କ ଉଚିତ୍ ମାର୍ଗଦର୍ଶନ ଏବଂ ନିରନ୍ତର ସମନ୍ୱୟ, ପୂର୍ବତନ କୁଳପତି ପ୍ରଫେସର ଓଁକାରନାଥ ମହାନ୍ତି, ଏସଚିପିଆଇର ବରିଷ୍ଠ ପରାମର୍ଶଦାତା ପ୍ରଫେସର ଅଶୋକ କୁମାର ପଣ୍ଡାଙ୍କ ପ୍ରେରଣା ସହିତ ବୀର ସୁରେନ୍ଦ୍ର ସାଏ ବୈଷୟିକ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ଇ.ଟି.ସି ବିଭାଗ ସହଯୋଗୀ ପ୍ରଫେସର ତକ୍କର ଅରୁଣାଶ୍ରୀ ମହାପାତ୍ର ଏବଂ ଭାଷା ସମୀକ୍ଷକ ତକ୍କର ଅଶୋକ କୁମାର ରାଉତଙ୍କ ଉଚ୍ଚକୋଟୀର ସମୀକ୍ଷା ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଏହି ଅନୁବାଦ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ସୁଚାରୁ ରୂପେ ସମ୍ପାଦନ କରିବାରେ ବିଶେଷ ସହାୟକ ହୋଇଛି। ସେଥିପାଇଁ ମୁଁ ସେମାନଙ୍କ ନିକଟରେ ଚିରକୃତଜ୍ଞ।

ସମଗ୍ର ଅନୁବାଦ କାର୍ଯ୍ୟ ଓଡ଼ିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥା ପକ୍ଷରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ଓ ପ୍ରଦତ୍ତ 'ପଥସୂତ୍ର' ସଫ୍ଟୱେୟାର ସାହାଯ୍ୟରେ ଓଡ଼ିଆରେ ଟାଇପ କରାଯାଇଛି। ଅନୁବାଦ କରିବା ସମୟରେ ମୂଳ ଲେଖକଙ୍କ ରଚନାକୁ ଅକ୍ଷୁର୍ଣ୍ଣ ଏବଂ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରଖି ସମସ୍ତ ବିଷୟବସ୍ତୁର ଭାବାର୍ଥକୁ ସଠିକ ଭାବରେ ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରିବାପାଇଁ ତଥା ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀ ଅନୁକୂଳ, ସୁବୋଧ ଏବଂ ସୁଗମ କରିବାପାଇଁ ସରଳ ଭାଷାର ପ୍ରୟୋଗ ପୂର୍ବକ ପାଠ୍ୟକୁ ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ଏବଂ ପ୍ରାଞ୍ଜଳ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରିବାକୁ ଆମେ ଯଥାସମ୍ଭବ ଚେଷ୍ଟା କରିଛୁ। ଆଶା କରୁଛୁ, ଏହି ଅନୁବାଦିତ ପୁସ୍ତକ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀ ଏବଂ ଶିକ୍ଷକଙ୍କ ଗହଣରେ ଅଧିକ ଆଦୃତ ହେବା ସହିତ ଏହାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପୂରଣ କରିବାରେ ସମର୍ଥ ହେବ।

ଅନୁବାଦକୁ ତ୍ରୁଟି ବିହୀନ କରିବାପାଇଁ ଯଥାସମ୍ଭବ ଦୃଷ୍ଟି ଦେଇଛୁ। ତଥାପି ଯଦି ପାଠକଙ୍କଦ୍ୱାରା କିଛି ତ୍ରୁଟି ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ ତାହେଲେ ଅନୁବାଦକଙ୍କ ଦୃଷ୍ଟି ଆକର୍ଷଣ ଏକାନ୍ତ କାମ୍ୟ। ସର୍ବୋପରି ଏହି ଅନୁବାଦିତ ପୁସ୍ତକର ଉନ୍ନତି ତଥା ସ୍ଥଳ ବିଶେଷରେ ସରଳ ଶବ୍ଦ ସଂଯୋଜନାପାଇଁ ଆପଣଙ୍କ ପରାମର୍ଶ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସ୍ୱାଗତଯୋଗ୍ୟ।

ଅମିତ କୁମାର ସାହୁ  
ଅରୁଣ ଗୋଛାୟତ



## ମୁଖବନ୍ଧ

“ମୌଳିକ ବୈଦୁତିକ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ” ଶୀର୍ଷକ ପୁସ୍ତକଟି ହେଉଛି ଆମର ମୌଳିକ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ଶିକ୍ଷାଦାନର ସମୃଦ୍ଧ ଅଭିଜ୍ଞତାର ଫଳାଫଳ । ଏହି ପୁସ୍ତକ ଲେଖିବାର ସୁଭାରମ୍ଭ ହେଉଛି ପଲିଟେକ୍ନିକ୍ ର ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକତାକୁ ପ୍ରକାଶ କରିବା ସହ ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ଏକ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ପାଇବାରେ ଏବଂ ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ ବିକଶିତ କରାଯାଇ ସମ୍ପନ୍ନ କରିବା । ପ୍ରଶସ୍ତ ବ୍ୟାପ୍ତିର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଏବଂ ଅତ୍ୟାବଶ୍ୟକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣତା ସୂଚନା ପ୍ରଦାନ କରିବାକୁ ମନରେ ରଖି ଆମେ ଏଆଇସିଟିଇ(AICTE) ଦ୍ୱାରା ସୁପାରିଶ କରାଯାଇଥିବା ବିଷୟଗୁଡ଼ିକୁ, ଅତ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ଏବଂ ଶୃଙ୍ଖଳିତ ଭାବରେ ପୁସ୍ତକରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରିଛୁ । ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ମୌଳିକ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକୁ ସବୁଠାରୁ ସରଳ ସମ୍ଭବ ଉପାୟରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବାକୁ ପ୍ରୟାସ କରାଯାଇଅଛି ।

ପାଞ୍ଚଲିପି ପ୍ରସ୍ତୁତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମୟରେ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ମାନକ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ଉପରେ ବିଚାର କରିଛୁ ଏବଂ ସେହି ଅନୁଯାୟୀ ଆମେ ଗୁରୁତର ପ୍ରଶ୍ନ, ସମାଧାନ ହୋଇଥିବା ଏବଂ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣତା ସମସ୍ୟା ଇତ୍ୟାଦି ପରି ବିଭାଗଗୁଡ଼ିକ ବିକଶିତ କରିଅଛୁ । ବିଭିନ୍ନ ବିଭାଗଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ସମୟରେ ସଂଜ୍ଞା ଏବଂ ନୀତି ମାନଙ୍କ ଉପରେ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦିଆଯାଇଅଛି ଏବଂ ମୂଳସିଦ୍ଧାନ୍ତ(Basic Principles) ମାନଙ୍କର ଅତିଶୀଘ୍ର ପୁନରାବୃତ୍ତି(Revision) ପାଇଁ ସୂତ୍ରମାନଙ୍କର ବିସ୍ତୃତ ସାରତତ୍ତ୍ୱ (Comprehensive Synopsis) ଉପରେ ମଧ୍ୟ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦିଆଯାଇଅଛି । ପୁସ୍ତକଟି ସମସ୍ତ ମଧ୍ୟମ ଏବଂ ଉଚ୍ଚତର ସ୍ତରର ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକୁ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରେ, ଯେଉଁଗୁଡ଼ିକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଭୂମିକା ଏବଂ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପିତ ହୋଇଅଛନ୍ତି । ସେହି ସମସ୍ୟାମାନଙ୍କର ଗ୍ରେଡେସନମାନ ଏକ ବିସ୍ତୃତ ବିବିଧତାର ଛାତ୍ରମାନଙ୍କର ଅନେକ ବର୍ଷର ଶିକ୍ଷାଦାନ ଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷିତ ହୋଇଅଛି ।

ଆବଶ୍ୟକ ଅନୁଯାୟୀ ଚିତ୍ର ଏବଂ ଉଦାହରଣ ମାନଙ୍କ ବ୍ୟତୀତ, ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକର ସଠିକ୍ ବୁଝାମଣାପାଇଁ ଆମେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଯୁନିଟରେ ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ଗୁଡ଼ିକୁ ସମ୍ମିଳିତ କରି ପୁସ୍ତକକୁ ଅନେକ ସମୃଦ୍ଧ କରିଛୁ । ଏହା ଧ୍ୟାନ ଦେବା ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଯେ ପୁସ୍ତକରେ, ଆମେ ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ବ୍ୟବହାରିକମାନଙ୍କୁ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରିଛୁ । ଏହା ସହିତ “ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ “ ବିଭାଗରେ ଥିବା ବ୍ୟବହାରକାରୀପାଇଁ ଜରୁରୀ ସୂଚନା ବ୍ୟତୀତ ଆମେ କିଛି ଜରୁରୀ ମୌଳିକ ସୂଚନା ଆପେକ୍ଷିକ୍ତ ଏବଂ ସଂଲଗ୍ନ ବିଭାଗରେ ସ୍ପଷ୍ଟ କରିଅଛୁ ।

ଯେତେବେଳେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ପୁସ୍ତକଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ, “ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକତା” ଛାତ୍ର ଏବଂ ଡିପ୍ଲୋମା ଧାରକମାନଙ୍କୁ ଆଗକୁ ସମ୍ମୁଖୀନ ହେବାକୁ ଥିବା ଆହ୍ୱାନଗୁଡ଼ିକର ମୁକାବିଲା ଏବଂ ତତ୍ ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ଉଦ୍ଦେଶିତ ପ୍ରଶ୍ନମାନଙ୍କୁ ଠିକଣା ଭାବରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବାର ଜ୍ଞାନ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ବିଷୟବସ୍ତୁମାନ ଏକ ଗଠନମୂଳକ ଶୈଳୀରେ ଉପସ୍ଥାପିତ ହୋଇଅଛି ଯେପରିକି ଏକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଡିପ୍ଲୋମା ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାମ କରିବାକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବ ।

ଆମେ ଆନ୍ତରିକତାର ସହ ଆଶା କରୁଛୁ ଯେ ଏହି ପୁସ୍ତକ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ବିଷୟମାନ ବୁଝିବାକୁ ପ୍ରେରଣା ଦେବ ଏବଂ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ଏକ ଦୃଢ଼ ମୂଳଦୁଆ ବିକାଶରେ ଯୋଗଦାନ କରିବ । ଯଦିଓ ଏହି ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକରେ ଭୁଲ୍ ଏବଂ ଭୁଲ୍ ପ୍ରିଣ୍ଟ ଯାଞ୍ଚ କରିବାକୁ ସମସ୍ତ ଯତ୍ନ ନିଆଯାଇଅଛି, ତଥାପି ବିଶେଷ କରି ଏହା ପ୍ରଥମ ସଂସ୍କରଣ ହୋଇଥିବାରୁ ସିଦ୍ଧତା ଦାବି କରିବା ଅସମ୍ଭବ । ଏହିପରି କୌଣସି ତ୍ରୁଟି, ଭୁଲ୍, ଅବହେଳା, ଉନ୍ନତିକରଣପାଇଁ ପରାମର୍ଶ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସ୍ୱାଗତଯୋଗ୍ୟ ଏବଂ ଆମ ଦୃଷ୍ଟିକୁ ଅଣାଯାଇପାରିବ, ଯାହା ପୁସ୍ତକର ଭବିଷ୍ୟତ ସଂସ୍କରଣର ଉନ୍ନତିରେ ଯୋଗଦାନ କରିବ ।

ଏହା ପ୍ରକୃତରେ ଏକ ବଡ଼ ଆନନ୍ଦଦାୟକ ଥିଲା କି ବିଭିନ୍ନ ଦିଗ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ଏହାକୁ ଏକ ପୁସ୍ତକ ଆକାରରେ ସମାପନ କରିବା ଏବଂ ଆମେ ଆଶା କରୁଛୁ ଯେ ଏହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ବିଶ୍ୱାଳ ଏବଂ ଆକର୍ଷଣୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ମୌଳିକ ଧାରଣାକୁ ବୁଝିବାରେ ସହାୟକ ହେବ ଏବଂ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା “ଶିକ୍ଷଣ ଫଳାଫଳ” ର ବିକାଶ ପାଇଁ ଏକ ଉପଯୋଗୀ “ଶିକ୍ଷଣ ସହାୟକ” ହେବ ।

ଲେଖକ

## ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା

ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା, ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶିକ୍ଷଣ ଫଳାଫଳ ହାସଲ କରିବାପାଇଁ ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ, ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷାଦାନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏବଂ ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଜାତୀୟ ସ୍ତରୀୟ ବୋର୍ଡ ଅନୁଯାୟୀ, ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଏବଂ ଟେକ୍ନୋଲୋଜିରେ ଡିପ୍ଲୋମା କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ସମାପ୍ତ ହେବା ପରେ ସ୍ନାତକ ସମ୍ପନ୍ନ ହେବେ:

**PO1. ମୌଳିକ ଏବଂ ଶୃଙ୍ଖଳିତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଜ୍ଞାନ (Basic & Discipline Specific Knowledge):** ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ପାଇଁ ମୌଳିକ ଗଣିତ, ବିଜ୍ଞାନ ଏବଂ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକ ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଶେଷଜ୍ଞତାକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ।

**PO2. ସମସ୍ୟାର ବିଶ୍ଳେଷଣ (Problem Analysis):** କୋଡିଫାଏଡ ସ୍ତରୀୟ ପ୍ରଶ୍ନାଳୀକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ସୁପରିଭାଷିତ(Well-defined) ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ସମସ୍ୟାକୁ ଚିହ୍ନଟ ଏବଂ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା।

**PO3. ସମାଧାନର ଯୋଜନା ବା ବିକାଶ (Design/Development of Solutions):** ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବଶ୍ୟକତାର ପୂରଣ ପାଇଁ ସୁପରିଭାଷିତ ଟେକ୍ନିକାଲ ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଏବଂ ସିଷ୍ଟମ କମ୍ପୋନେଣ୍ଟର ପରିକଳ୍ପନାରେ ସହାୟତା କରିବା।

**PO4. ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଉପକରଣ, ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷଣ (Engineering Tools, Experimentation & Testing):** ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ପରିମାପ ନିମନ୍ତେ ଆଧୁନିକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଉପକରଣ ଏବଂ ଉପଯୁକ୍ତ ଟେକ୍ନିକର ପ୍ରୟୋଗ କରିବା।

**PO5. ସମାଜ, ସ୍ଥାୟିତ୍ୱ ଏବଂ ପରିବେଶ ନିର୍ମୂଳ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଅଭ୍ୟାସ (Engineering Practices):** ସମାଜ, ସ୍ଥାୟିତ୍ୱ, ପରିବେଶ ଏବଂ ନୈତିକ ଅଭ୍ୟାସ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡିକରେ ଉପଯୁକ୍ତ ଟେକ୍ନୋଲୋଜିକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା।

**PO6. ପ୍ରକଳ୍ପ ପରିଚାଳନା (Project Management):** ଏକାକୀ ସଦସ୍ୟଭାବେ କିମ୍ବା ଦଳପତି(Team Leader) ଭାବେ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପରିଚାଳନା ପ୍ରଣାଳୀକୁ ବ୍ୟବହାରକରି ପ୍ରକଳ୍ପକୁ ପରିଚାଳନାକରିବା ଏବଂ ସୁପରିଭାଷିତ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡିକୁ ସୂଚାରୁରୂପେ ଅନୁସୂଚିତ କରିବା।

**PO7. ଆଜୀବନ ଶିକ୍ଷା (Lifelong Learning):** ପ୍ରତ୍ୟେକଙ୍କର ଆବଶ୍ୟକତାକୁ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବାର କ୍ଷମତା ଏବଂ ଟେକ୍ନୋଲୋଜିକାଲ ପରିବର୍ତ୍ତନ ନିମନ୍ତେ ନିୟୋଜିତ ହେବା ।



## ପାଠ୍ୟକ୍ରମ

ଏଆଇସିଟିଇ ମଡେଲ ପାଠ୍ୟକ୍ରମପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ବର୍ଷ ଡିପ୍ଲୋମା ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଏବଂ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ କୋଡ୍	ଇଏସ104 ଇଏସ110 (ଲ୍ଯାବ)				
ବର୍ଗ	ଇଏସ୍				
ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଟାଇଟଲ୍	ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକତା ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଲ୍ୟାବ୍ ର ମୌଳିକତା				
ଯୋଜନା ଏବଂ କ୍ରେଡିଟ୍	L	T	P	କ୍ରେଡିଟ୍	ସେମିଷ୍ଟାର-II
	2	1	1	4	

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ କୋଡ୍: **ଇଏସ୍ 104**

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଶୀର୍ଷକ: **ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକତା**

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ବିଷୟବସ୍ତୁ:

**ଅଧ୍ୟାୟ I: ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଏବଂ ସଙ୍କେତର ସମୀକ୍ଷା**

ନିଶ୍ଚିତ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ: ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ, କାପାସିଟର, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର, ଡାୟୋଡ୍, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର, ଏଫଇଟି, ଏମଓଏସ୍ ଏବଂ ସିଏମଓଏସ୍ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଆପ୍ଲିକେସନ୍ । ସଙ୍କେତ: ଡିସି/ଏସି, ବିଦ୍ୟୁତ୍/ସ୍ରୋତ, ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମ/ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଗନାଲ୍, ହାରାହାରି, ଆରଏମ୍ ଏସ୍, ପିକ୍ ମୂଲ୍ୟ, ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ସିଗନାଲ୍ ଖେତ୍ର ଫର୍ମ, ଆଦର୍ଶ/ଅଣ-ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତ୍/ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ, ସ୍ଵାଧୀନ/ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ।

**ଅଧ୍ୟାୟ II: ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ର ସମୀକ୍ଷା**

କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍-ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ୍, ପ୍ରାକ୍ଟିକାଲ୍ ଅପାମ୍ପ୍, ଓପନ୍ ଲୁପ୍ ଏବଂ କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍, ଅପାମ୍ପ୍ ଆପ୍ଲିକେସନ୍: ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର, ଆଡର୍, ଡିଫରେନସିଏଟର ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ।

**ଅଧ୍ୟାୟ III: ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମୀକ୍ଷା**

ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତର ପରିଚୟ, ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରଚାଳନ ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀତା, ରେଗ୍- କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ବ୍ଲକ୍ ଆଭିମୁଖ୍ୟ, କ୍ଲୋଜ୍ ଉପାଦାନ-ଫ୍ଲୁପ୍ ଫ୍ଲୁପ୍: ଏକ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ବ୍ଲକ୍ ଆଭିମୁଖ୍ୟ, କାଉଣ୍ଟର: ରିପଲ୍, ଅପ୍/ଡାଉନ୍ ଏବଂ ଡିକେଡ୍, ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ରେଗ୍ (ଟିଟିଏଲ୍ ପ୍ରକାର) ର ପରିଚୟ ।

**ଅଧ୍ୟାୟ IV: ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଏବଂ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପରିପଥ**

ଇଏମଏଫ, କରେଣ୍ଟ, ସମ୍ଭାବ୍ୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ, ଶକ୍ତି ଏବଂ ଶକ୍ତି; ଏମ.ଏମ.ଏଫ, ଚୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତି, ପର୍ଯ୍ୟବେଶିତ, ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ ଲୁପ୍, ଅନିଛା, ଲିକେଜ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଏବଂ ବିଏର୍ ବକ୍ସ; ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍, ଫାରାଡେଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ନିୟମ, ଲେଞ୍ଜିଙ୍କ ନିୟମ; ଗତିଶୀଳ ଭାବରେ ପ୍ରେରିତ ଏମ୍ ଏଫ୍; ସ୍ଥିର ଭାବରେ ପ୍ରେରିତ ଏମ୍ ଏଫ୍; ଆମ୍ ଏବଂ ପାରସ୍ପରିକ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତିକରଣର ସମୀକରଣ; ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପ ।

## ଅଧ୍ୟାୟ V: ଏ.ସି ପରିପଥ

ସାଇକେଲ୍, ଫ୍ରିଜ୍‌ରେଡ୍, ପର୍ଯ୍ୟାୟସମୟ, ଆଣ୍ଟିଗ୍ରାଭ୍, କୋଣୀୟ ବେଗ, ଆର-ଏମଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ, ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ, ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର, ବାଧା, ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ, ଏବଂ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର; ଅଲଟରନେଟିଂ ଏମ୍‌ଏସ୍ ଏବଂ କରେଣ୍ଟର ଗାଣିତିକ ଏବଂ ଫେସୋର୍ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ; ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗରେ ଭୋଲଟେଜ୍ ଏବଂ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ସମ୍ପର୍କ; ଏ.ସି ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କାପାସିଟରରେ; ଆର-ଏଲ୍ ସିରିଜ୍, ଆର-ସି ସିରିଜ୍, ଆର-ଏଲ୍-ସି ସିରିଜ୍ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ସର୍କିଟରେ ଏ.ସି; ଏ.ସି ସର୍କିଟରେ ଶକ୍ତି, ଶକ୍ତି ତ୍ରିକୋଣ ।

## ଅଧ୍ୟାୟ VI: ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ ଏବଂ ମେସିନ୍

ସାଧାରଣ ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଗ୍ରାହ୍ୟ- ପୂର୍ବତନର ନୀତି; ଏମ୍ ଏସ୍ ସମୀକରଣ ଏବଂ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁପାତ; ଅଟୋ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ; ମୋଟରନିର୍ମାଣ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି; ମୋଟରର ମୌଳିକ ସମୀକରଣ ଏବଂ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ।

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ କୋଡ୍: ଇଏସ୍ 110

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଶୀର୍ଷକ: ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଲ୍ୟାବର ମୌଳିକତା

ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରାକ୍ଟିକାଲ୍:

କ୍ରମାଙ୍କ.	ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)	ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ୟୁନିଟ୍	ଆନୁମାନିକ ଘଣ୍ଟା
1*	ଏହାର ବି-ଏଚ୍ ବକ୍ର ଷଡ଼ଯନ୍ତ୍ର କରି ତୁମ୍ଭଙ୍କ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।	4	2
2*	ପ୍ରତିରୋଧକ ଲୋଡ୍ ସହିତ 1 ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସର୍କିଟ୍ରେ ଭୋଲଟେଜ୍, ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଏବଂ ଶକ୍ତି ମାପ କରନ୍ତୁ ।	5	2
3*	ଆର ଏଲ୍ ସିରିଜ୍ ସର୍କିଟ୍ରେ ଭୋଲଟେଜ୍, ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଏବଂ ଶକ୍ତି ମାପ କରନ୍ତୁ ।	5	2
4*	1 ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମେସନ୍ ଅନୁପାତ (କେ) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ	6	2
5*	ଅଧ୍ୟାୟ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପରିମାଣ ମାପ କରନ୍ତୁ ।	6	2
6*	ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ମୋଟର ଷ୍ଟାର୍ଟରେ ତାରକା ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।	6	2
7	ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।	1	2
8	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ୍ରେ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।	1	2
9	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ୍ରେ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ କ୍ୟାପାସିଟରମାନ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।	1	2
10	ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।	1	2

11	ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବାପାଇଁ ଏଲସିଆର ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।	1	2
12	ଦିଆଯାଇଥିବା କ୍ୟାପାସିଟରର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବାପାଇଁ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।	1	2
13*	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲମିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ସହ ତାହାକୁ ସମ୍ପର୍କିତ କରନ୍ତୁ ।	1	2
14*	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ର ପରୀକ୍ଷା ।	1	2
15*	ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
16	ଜେନର୍ ଡାୟୋଡର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
17	ଏଲଇଡିର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
18	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ତିନୋଟି ଟର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।	1	2
19*	ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
20	କମନ୍ ଏମିଟର୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର କମ୍ପିଗ୍ନୁରେସନର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।	1	2
21	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
22	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	1	2
23	ଅପାମ୍ପ କୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।	2	2

ଟିପ୍ପଣୀ: \* ସୂଚିତ କରେ ଯେ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ଫଳାଫଳ ହାସଲ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ଏକ ବାଧ୍ୟତାମୂଳକ ବ୍ୟବହାରିକ ଅଟେ। ଉପଲକ୍ଷ ସମୟ ଏବଂ ଉତ୍ସ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ତାଲିକାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଅନ୍ୟ ବ୍ୟବହାରିକଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ ଏବଂ ସମ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରିବ ।

## ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ

ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ସମାପ୍ତ ପରେ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଫଳାଫଳ ପାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବେ:

ସିଓ-1: ଦିଆଯାଇଥିବା ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍/ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନର ପରାମର୍ଶ ଦେବା ।

ସିଓ-2: ଅପାର୍ଟ୍ କୁ ନେଇ ଗଠିତ ମୌଳିକ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥମାନ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ।

ସିଓ-3: ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା ।

ସିଓ-4: ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଏବଂ ତୁର୍କୀୟ ପରିପଥମାନଙ୍କର ନୀତି କୁ ବ୍ୟବହାର କରିବା ।

ସିଓ-5: ଏ.ସି ପରିପଥମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା ।

ସିଓ-6: ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବଶ୍ୟକତାପାଇଁ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ମୋଟର ଗୁଡ଼ିକୁ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ପରିଚାଳନା କରିବା।

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ	କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳଗୁଡ଼ିକ ସହ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାପିଂ (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସମ୍ପର୍କ; 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)						
	ସିଓ-1	ସିଓ-2	ସିଓ-3	ସିଓ-4	ସିଓ-5	ସିଓ-6	ସିଓ-7
ସିଓ-1	3	2	2	3	1	1	1
ସିଓ-2	3	1	1	2	1	1	1
ସିଓ-3	3	1	1	-	1	1	1
ସିଓ-4	3	2	1	1	1	1	1
ସିଓ-5	3	2	1	2	1	1	1
ସିଓ-6	3	2	1	2	1	1	1



## ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଏବଂ ପ୍ରତୀକ

### ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ନାମର ତାଲିକା

ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ନାମ	ପୂର୍ଣ୍ଣ ନାମ
$A_{cm}$	Common mode gain (ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ଗେନ୍)
$A_d$	Differential mode gain (ପ୍ରଭେଦକ ମୋଡ୍ ଗେନ୍)
ଏସି	(ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ)
B	ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫୁଲ୍ଲ ଘନତା
ବିଜ୍ଞେତି	ଦ୍ଵିପାକ୍ଷିକ ଜଳ୍ପସନ୍ ଗ୍ରାହଣ
ବିତର୍କ	ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଓସାର
C	କୁଲୋମ୍
ସିଏମଓଏସ	ପରିପୁରକ ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର
ସିବି	ସାଧାରଣ ଆଧାର
ସିସି	ସାଧାରଣ ସଂଗ୍ରହକାରୀ
ସିଇ	ସାଧାରଣ ନିର୍ଗମନକାରୀ
ସିଏଲ	ବନ୍ଦ ଲୁପ୍
ସିଏମଆରଆର	ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ ଅନୁପାତ
କଟା	ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ
ଡିସି/ ଡି. C/ଡିସି	ସିଧାସଳଖ କରେଣ୍ଟ
ଏସି/ ଏ. C/ଏସି	ଅଲଟରନେଟିଂ କରେଣ୍ଟ
ଇଏମଏଫ	ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଶକ୍ତି
ଏଫବି	ଅଗ୍ରଗାମୀ ପକ୍ଷପାତିତା
ଏଫଏଫ	ଫ୍ଲୁୟ୍ ଫ୍ଲୁୟ୍
G	ଆଚରଣ
ଜି	ଜର୍ମାନିୟମ୍
H	ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ତୀବ୍ରତା
ଏଚଡି	ହାଇ ଭୋଲଟେଜ୍

ହର୍ଜ	ହର୍ଟଜ୍
I	ସମ୍ପ୍ରତି
i	କରେଣ୍ଟର ତୁରନ୍ତ ମୂଲ୍ୟ
IB	ମୂଳ କରେଣ୍ଟ
ଆଇସି	ସମନ୍ୱିତ ସର୍କିଟ୍
IC	କଲେକ୍ଟର କରେଣ୍ଟ
IE	ନିର୍ଗମନକାରୀ କରେଣ୍ଟ
If	ଅଗ୍ରଗାମୀ କରେଣ୍ଟ
ଆଇଏମ	ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର
J	ସମ୍ପ୍ରତି ଘନତା
କଏଫଇଟି	ଜଙ୍କସନ୍ ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟର
କସିଏଲ	କିର୍ଟର୍ କ୍ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଆଇନ
କଭିଏଲ	କିର୍ଟର୍ ର ଭୋଲଟେଜ୍ ଆଇନ
ଏଲଇଡି	ଲାଇଟ୍ ନିର୍ଗତ ଡାଇଓଡ୍
ଏଲଏସବି	ସର୍ବନିମ୍ନ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଟ୍
ଏଲଭି	ଲୋ ଭୋଲଟେଜ୍
M	ପାରସ୍ପରିକ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତତା
ମୋସଫେଟ୍	ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟର
ଏମଏସବି	ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଟ୍
ଓଏଲ୍	ଲୁପ୍ ଖୋଲନ୍ତୁ
ଓପି-ଆମ୍ପ	କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର୍
P	ଶକ୍ତି
ପିଆଇଭି	ପିକ୍ ଓଲଟା ଭୋଲଟେଜ୍
ପିଓ	ପ୍ରୋଗ୍ରାମ୍ ଫଳାଫଳ
ପିଏସଆରଆର	ପାୱାର୍ ଯୋଗାଣ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ ଅନୁପାତ
ପିଭିସି	ପଲି ଭିନାଇଲ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍
Q	ଗୁଣବତ୍ତା କାରକ

ଆର, ଏଲ, ସି	ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର, କାପାସିଟର
RF	ଡିସି କିମ୍ବା ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ
ଆରଏମଏସ	ରୁଟ୍ ମିନ୍ ସ୍କୋୟାର ମୂଲ୍ୟ
ଏସ, ଆର	ସେଟ୍, ପୁନଃସେଟ୍ କରନ୍ତୁ
ସି	ସିଲିକନ୍
T	ସମୟ ଅବଧି
t	ସମୟ
ଟିଟିଏଲ	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଲଜିକ୍
ୟୁଓ	ୟୁନିଟ୍ ଫଳାଫଳ
V	ଭୋଲଟେଜ୍
ଭିଏ	ଭୋଲ୍ଟ ଆମ୍ପେର୍
ଭିଏଆର	ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ ପାୱାର୍
W	ୱାଟ୍
ଡବ୍ଲ୍ୟୁବି	ଡେବର
Y	ସ୍ଵୀକାର
Z	ବାଧା

## ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା

ପ୍ରତୀକ	ବର୍ଣ୍ଣନା
$\Omega$	ପ୍ରତିରୋଧର ଏସଆଇ ୟୁନିଟ୍, ଓମ୍
$\mu_o$	ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପର୍ମିଟିଭିଟି
$\mu_r$	ଆପେକ୍ଷିକ ସ୍ଥାୟତା
$X_\phi$	ମତାମତ କ୍ୟାପାସିଟର
$P_X$	ତୁଳ୍ୟକାରୀ କୋରର ଅନିଚ୍ଛା
$R_{ag}$	ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ଅନିଚ୍ଛା
$R_f$	ମତାମତ ପ୍ରତିରୋଧକ
$f_r$	ଅନୁନାଦିତ ବାରମ୍ବାରତା
$K$	ଗ୍ରାହ୍ୟତା ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନୁପାତ
$\emptyset$	ଡିସି ମୋଟର ଫ୍ଲକ୍ସ
$\alpha_{dc}$	ଏକ ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟରର ସିଦ୍ଧି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ବର୍ତ୍ତମାନର ଲାଭ
$\beta_{dc}$	ଏକ ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟରର ସିଦ୍ଧି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ବର୍ତ୍ତମାନର ଲାଭ
$\mu$	ଏକ ସାମଗ୍ରୀର ପର୍ମିଟିଭିଟି
$A$	ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣବଦ୍ଧତା
$\Theta$	ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ
$\Lambda$	ଫ୍ଲକ୍ସ ଲିଙ୍କେଜ୍
$P$	ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧ କିମ୍ବା ପ୍ରତିରୋଧକତା
$\Sigma$	ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବାହକତା କିମ୍ବା ପରିବାହକତା
$\Phi$	ପାରସ୍ପରିକ ଫ୍ଲକ୍ସ
$\Omega$	କୋଣୀୟ ବେଗ

## ଚିତ୍ର ସୂଚୀ

<b>ଏକକ -1: ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ଏବଂ ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକର ସମୀକ୍ଷା</b>	
ଚିତ୍ର 1.1: ଏକ ମୌଳିକ ପରିପଥ	4
ଚିତ୍ର 1.2: ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ପ୍ରତୀକ	6
ଚିତ୍ର 1.3: ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ରଙ୍ଗ କୋଡ଼ିଂ	6
ଚିତ୍ର 1.4: ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ବର୍ଗୀକରଣ	6
ଚିତ୍ର 1.5: ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର କିଛି ଅଂଶ	8
ଚିତ୍ର 1.6: ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର ପ୍ରତୀକ	8
ଚିତ୍ର 1.7: ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର ପ୍ରତୀକ	10
ଚିତ୍ର 1.8: ଶ୍ରେଣୀ ପରିପଥ	11
ଚିତ୍ର 1.9: ସମାନ୍ତର ପରିପଥ	11
ଚିତ୍ର 1.10: ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ	15
ଚିତ୍ର 1.11: ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ର ପ୍ରତୀକ	15
ଚିତ୍ର 1.12: ଡାୟୋଡ୍-ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ	16
ଚିତ୍ର 1.13: ଡାୟୋଡ୍-ରିଭର୍ସ ବାୟାସ	16
ଚିତ୍ର 1.14: ଡାୟୋଡ୍ ଭି ଆଇ ଲକ୍ଷଣ	16
ଚିତ୍ର 1.15: ଏନପିଏନ ବିଜେଟିର ଗଠନମଳକ ଚିତ୍ର	20
ଚିତ୍ର 1.16: ଏନପିଏନ ଏବଂ ପିଏନପି ବିଜେଟିର ସ୍ୱିମାଟିକ୍ ପ୍ରତୀକ	20
ଚିତ୍ର 1.17: ଏଫଇଟି ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ	24
ଚିତ୍ର 1.18: ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ	27
ଚିତ୍ର 1.19: ବୃଦ୍ଧି ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ	27
ଚିତ୍ର 1.20: ସିଏମଓଏସ ସାଧନ	27
ଚିତ୍ର 1.21: ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ	30
ଚିତ୍ର 1.22: ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତ	30
ଚିତ୍ର 1.23: ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ	31
ଚିତ୍ର 1.24: ଅଣ-ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ	31
ଚିତ୍ର 1.25: ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ ସଙ୍କେତ	32

ଚିତ୍ର 1.26: ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସ୍ରୋତ ସଙ୍କେତ	32
ଚିତ୍ର 1.27: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତାପ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ରୂପ	33
ଚିତ୍ର 1.28: ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ	34
ଚିତ୍ର 1.29: ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ	34
ଚିତ୍ର 1.30: ଆଦର୍ଶସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ	35
ଚିତ୍ର 1.31: ଆଦର୍ଶସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ	35
ଚିତ୍ର 1.32: ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ	36
ଚିତ୍ର 1.33: ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ	36
ଚିତ୍ର 1.34: ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ	36
ଚିତ୍ର 1.35: ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ	36
ଚିତ୍ର 1.36: ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପ୍ରତୀକ	37
ଚିତ୍ର 1.37: ନିର୍ଭରଶୀଳ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପ୍ରତୀକ	37
<b>ଏକକ -2: ଆନାଲୋଗ୍ ପରିପଥ ର ସମୀକ୍ଷା</b>	
ଚିତ୍ର 2.1: ଅପାମ୍ପ ର ପ୍ରତୀକ	109
ଚିତ୍ର 2.2: ଆଇସି $\mu A 741$ ର ପିନ୍ ଆଉଟ୍ (Pin Out) ଚିତ୍ର	109
ଚିତ୍ର 2.3: 741 ଅପାମ୍ପ ର ବିଭିନ୍ନ ଆଇସି ପ୍ୟାକେଜ	110
ଚିତ୍ର 2.4: ଇନପୁଟ୍ ବାୟାସ୍ କରେଣ୍ଟ୍ IB1, IB2 ଏବଂ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ Vio	111
ଚିତ୍ର 2.5: ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ	114
ଚିତ୍ର 2.6: ଅପାମ୍ପର କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ	116
ଚିତ୍ର 2.7: ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ସହ ଅପାମ୍ପର ବ୍ଲକ୍ ଡାଇଗ୍ରାମ୍ (Block Diagram)	117
ଚିତ୍ର 2.8: ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର	118
ଚିତ୍ର 2.9: ଅପାମ୍ପ ଓଲଟା ମୋଡ୍ ସହିତ	119
ଚିତ୍ର 2.10: ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର	121
ଚିତ୍ର 2.11: ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଡର୍ ପରିପଥ ଭାବରେ	125
ଚିତ୍ର 2.12: ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ	126
ଚିତ୍ର 2.13: ବର୍ଗ ଏବଂ ସାଇନ୍‌ସୋଇଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଦର୍ଶ ଆଉଟପୁଟ୍	127
ଚିତ୍ର 2.14: ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ	127
ଚିତ୍ର 2.15: ବର୍ଗ ଏବଂ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଦର୍ଶ ଆଉଟପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗ	128

<b>ଏକକ -3: ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମୀକ୍ଷା</b>	
ଚିତ୍ର 3.1: ଡର୍କ ସଙ୍କେତ	150
ଚିତ୍ର 3.2: ଆଣ୍ଡ ଗେଟ	151
ଚିତ୍ର 3.3: ଅର୍ ଗେଟ	152
ଚିତ୍ର 3.4: ନର୍ ଗେଟ	152
ଚିତ୍ର 3.5: ନର୍ ଏବଂ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ	153
ଚିତ୍ର 3.6: ନାଣ୍ଡ ଗେଟ ବ୍ୟବହାର କରି S-R ଲ୍ୟାଚ୍	156
ଚିତ୍ର 3.7: କ୍ଲକ୍ S-R ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ	157
ଚିତ୍ର 3.8: D-ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍	157
ଚିତ୍ର 3.9: J-K ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍	158
ଚିତ୍ର 3.10: T- ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍	158
ଚିତ୍ର 3.11: ଅବସ୍ଥା ଚିତ୍ର	159
ଚିତ୍ର 3.12: 2-ଅଙ୍କ ଅପ୍ ଆସିଙ୍କ୍ସୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର	160
ଚିତ୍ର 3.13: 2-ଅଙ୍କ ଡାଉନ୍ ଆସିଙ୍କ୍ସୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର	160
ଚିତ୍ର 3.14: 4-ଅଙ୍କ ଡିକେଡ୍ କାଉଣ୍ଟର	161
ଚିତ୍ର 3.15: ଦୁଇ ଇନପୁଟ୍ ଚଟିଏଲ୍ ଡର୍କ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ	164
<b>ଏକକ -4: ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଏବଂ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପରିପଥ</b>	
ଚିତ୍ର 4.1: (a) ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ (b) ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପାର୍ଥକ୍ୟର ବିକଳ୍ପ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ	174
ଚିତ୍ର 4.2: (a) ନିର୍ଗତ କ୍ଷମତାର ନିଷ୍ପିନ୍ନ ସଙ୍କେତ (b) ଉତ୍ପନ୍ନ କ୍ଷମତାର ନିଷ୍ପିନ୍ନ ସଙ୍କେତ	175
ଚିତ୍ର 4.3: ନୋଡ୍ (ସଂଯୋଗବିନ୍ଦୁ)	175
ଚିତ୍ର 4.4: ମେସ୍	176
ଚିତ୍ର 4.5: କେସିଏଲର ଚିତ୍ରଣ	176
ଚିତ୍ର 4.6: ରେଫରେନ୍ସ୍ ନୋଡର ଚିତ୍ରଣ	177
ଚିତ୍ର 4.7: ଗୋଟିଏ କଣ୍ଡକ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ଫ୍ଲକ୍ସ୍ ଲାଇନ୍	178
ଚିତ୍ର 4.8: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର B-H ବକ୍ତ୍ର	180
ଚିତ୍ର 4.9: ଅଭିବାହ	180
ଚିତ୍ର 4.10: ସ୍ୱଦିତ କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀର ରିଜ୍	181

ଚିତ୍ର 4.11: ଆମ୍ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା	183
ଚିତ୍ର 4.12: ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା	183
ଚିତ୍ର 4.13: (a) ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ସହିତ ରୁମ୍‌କାୟ କୋର୍ (b) ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଅନୁରୂପ	186
ଚିତ୍ର 4.14: (A) ତିନୋଟି ଅଙ୍ଗ ବିଶିଷ୍ଟ ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥର (B) ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଅନୁରୂପ ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥ	187
<b>ଏକକ -5: ଏସି ପରିପଥ</b>	
ଚିତ୍ର 5.1: ରୁମ୍‌କାୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀରେ EMF ସୃଷ୍ଟି	200
ଚିତ୍ର 5.2: ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ (sinusoidal) ତରଙ୍ଗ	200
ଚିତ୍ର 5.3: ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତ ଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ	203
ଚିତ୍ର 5.4: ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ ଚାପ	204
ଚିତ୍ର 5.5: ଡିସି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାଇନ ତରଙ୍ଗ	204
ଚିତ୍ର 5.6: ସାଇନ ତରଙ୍ଗର ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ	205
ଚିତ୍ର 5.7: ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କୁଣ୍ଡଳୀର ପର୍ଯ୍ୟାୟ	205
ଚିତ୍ର 5.8: ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ	206
ଚିତ୍ର 5.9: ଏସି ଉତ୍ସ ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ	207
ଚିତ୍ର 5.10: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	207
ଚିତ୍ର 5.11: ଫେଜର ଚିତ୍ର	207
ଚିତ୍ର 5.12: ଶୁଦ୍ଧ ଏସି ସହିତ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥ	208
ଚିତ୍ର 5.13: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	208
ଚିତ୍ର 5.14: ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ର	208
ଚିତ୍ର 5.15: ଏସି ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ପରିପଥ	209
ଚିତ୍ର 5.16: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	209
ଚିତ୍ର 5.17: ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ର	209
ଚିତ୍ର 5.18: ଆର-ଏଲ୍ ସିରିଜ୍ ପରିପଥ	211
ଚିତ୍ର 5.19: ଏସି ଭୋଲଟେଜରେ ଏକ R-L ସିରିଜ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	212
ଚିତ୍ର 5.20: ଆର-ସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ	213
ଚିତ୍ର 5.21: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ଏକ R-C ସିରିଜ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	213

ଚିତ୍ର 5.22: ଆର-ଏଲ୍-ସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ	214
ଚିତ୍ର 5.23: ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ତ୍ରିକୋଣ	214
ଚିତ୍ର 5.24: ଆର-ଏଲ୍-ସି ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ	215
ଚିତ୍ର 5.25: ଫେଜର ଚିତ୍ର ସମାନ୍ତରାଳ ଆରଏଲସି ପରିପଥ	216
ଚିତ୍ର 5.26: ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା	221
ଚିତ୍ର 5.27: ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନା	221
ଚିତ୍ର 5.28: ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନାର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ସହ	222
ଚିତ୍ର 5.29: ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନାର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ	222
ଚିତ୍ର 5.30: କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ	223
<b>ଏକକ -6: ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଏବଂ ମେସିନ୍</b>	
ଚିତ୍ର 6.1: ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର ସମ୍ମୁଖ ଦୃଶ୍ୟ (Front view)	242
ଚିତ୍ର 6.2: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର ବିଭାଗୀୟ ଦୃଶ୍ୟ (sectional view)	243
ଚିତ୍ର 6.3: (a) କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (b) ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର	245
ଚିତ୍ର 6.4: ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (Elementary Transformer)	246
ଚିତ୍ର 6.5: ଶୂନ୍ୟ ଭାରରେ ଫେଜର ଚିତ୍ର	248
ଚିତ୍ର 6.6: ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (Autotransformer)	249
ଚିତ୍ର 6.7: ଏକ ତିସି ମେସିନର ବିଭାଗୀୟ ଦୃଶ୍ୟ	252
ଚିତ୍ର 6.8: ତିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର	254
ଚିତ୍ର 6.9: ତିସି ଶଶ୍ଚ ମୋଟର	254
ଚିତ୍ର 6.10: ଏକ ତିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରର ସ୍ୱିଚ୍-ଚକ୍ ବିଶିଷ୍ଟ	255
ଚିତ୍ର 6.11: ଏକ ତିସି ଶଶ୍ଚ ମୋଟରର ବେଗ - ଚକ୍ ବିଶିଷ୍ଟ	256
ଚିତ୍ର 6.12: 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (a) ସ୍କ୍ୱିରଲ୍ କେଜ୍ (Squirrel cage) (b) କୁଣ୍ଡଳିତ ରୋଟର (Wound rotor)	258
ଚିତ୍ର 6.13: ରାଉଣ୍ଡ ରୋଟର ମେସିନରେ ଚକ୍	261
ଚିତ୍ର 6.14: ଚକ୍-ବେଗ ବିଶିଷ୍ଟଗୁଡ଼ିକ (a) 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (b) 3- ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟର	262
ଚିତ୍ର 6.15: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ୟାପାସିଟର ସ୍କିର୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର (a) ସଂଯୋଗ ଚିତ୍ର (b) ଫାସୋର ଚିତ୍ର	263

ଚେବୁଲଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା	
ଚେବୁଲ୍ 1.1 ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତରାଳ ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଗପାଇଁ ସୁତ୍ର	12
ଚେବୁଲ୍ 1.2 ଡାୟୋଡର ପ୍ରକାର	18
ଚେବୁଲ୍ 1.3 ଗ୍ରାନ୍ଥିଷ୍ଟର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନର ତୁଳନା	21
ଚେବୁଲ୍ 1.4 ଅପରେଟିଂ ଅବସ୍ଥା ଏବଂ ଜଙ୍କସନ୍ ବାୟାସିଂ	23
ଚେବୁଲ୍ 1.5 ବିଜେଟି ଏବଂ ଏଫଇଟି ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା	24
ଚେବୁଲ୍ 1.6 ନିଷ୍ପିନ୍ଧ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା	28
ଚେବୁଲ୍ 2.1 ଆଇସି 741 ପାଇଁ ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅକ୍ଷର ଏବଂ ନିର୍ମାତା ଜ୍ଞ ନାମ	108
ଚେବୁଲ୍ 2.2 ଆଇସି 741 ର ପିନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ	109
ଚେବୁଲ୍ 2.3 ଆଇସି 741 ମାପକ ମାନ	114
ଚେବୁଲ୍ 3.1 ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ	148
ଚେବୁଲ୍ 3.2 ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ଏବଂ ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା	155
ଚେବୁଲ୍ 3.3 ଟିଟିଏଲ୍ ଉପପରିବାରର ତୁଳନା	164
ଚେବୁଲ୍ 3.4 ଲୋକପ୍ରିୟ ଡିଜିଟାଲ୍ ଟିଟିଏଲ୍ ଆଇସି ଗୁଡ଼ିକ	165
ଚେବୁଲ୍ 4.1 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ତୁମ୍ବୁକୀୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପତା	185
ଚେବୁଲ୍ 6.1 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟରର ରୋଟର୍ ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ	259

## ଶିକ୍ଷକମାନଙ୍କପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ

ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା (Outcome Based Education-OBE)ର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତାପାଇଁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀଙ୍କର ଜ୍ଞାନ ଏବଂ ଦକ୍ଷତାର ସ୍ତରକୁ ବୃଦ୍ଧି କରାଯିବା ଉଚିତ୍। ଏହାର ଉପଯୁକ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟକାରିତାପାଇଁ ଶିକ୍ଷକବୃନ୍ଦ ପ୍ରମୁଖ ଦାୟିତ୍ଵ ବହନ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ। ଏହି OBE ପ୍ରଣାଳୀରେ ଶିକ୍ଷକମାନଙ୍କର ଦାୟିତ୍ଵ ମଧ୍ୟରୁ ନିମ୍ନରେ କିଛି ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଅଛି:

- ସମସ୍ତ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀଙ୍କ ସର୍ବୋତ୍ତମ ସୁବିଧାପାଇଁ ସୀମିତ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ମଧ୍ୟରେ ସେମାନେ ସମୟର ଉପଯୋଗ କରିବା ଉଚିତ୍।
- ସେମାନେ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ଅନ୍ୟ କୌଣସି ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଅଯୋଗ୍ୟତାକୁ ବିଚାରକୁ ନେଇ ଭେଦଭାବ ନ କରି କେବଳ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାନଦଣ୍ଡ ଉପରେ ଆକଳନ କରିବା ଉଚିତ୍।
- ସେମାନେ ଅନୁଷ୍ଠାନ ଛାଡିବା ପୂର୍ବରୁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କ ଶିକ୍ଷଣ ଦକ୍ଷତାକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ତରକୁ ବୃଦ୍ଧି କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ଉଚିତ୍।
- ସମସ୍ତ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ସେମାନଙ୍କର ଶିକ୍ଷା ସମାପ୍ତ କରିବା ପରେ ଗୁଣାତ୍ମକ ଜ୍ଞାନ ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ବୃଦ୍ଧି କରିପାରୁଥିବାର ସେମାନେ ନିଶ୍ଚିତ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ।
- ସେମାନେ ସର୍ବଦା ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କୁ ସେମାନଙ୍କର ଚରମ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା କ୍ଷମତାକୁ ବିକଶିତ କରିବାରେ ଉତ୍ସାହିତ କରିବା ଉଚିତ୍।
- ନୂତନ ଆଭିମୁଖ୍ୟକୁ ଏକତ୍ର କରିବାପାଇଁ ସେମାନେ ଗୋଷ୍ଠୀ କାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଦଳ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ସୁଗମ ଏବଂ ଉତ୍ସାହିତ କରିବା ଉଚିତ୍।
- ସେମାନେ ବୃନ୍ଦଙ୍କ ଚ୍ୟାଲେଞ୍ଜନୋମିକୁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନର ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନୁସରଣ କରିବା ଉଚିତ୍।

ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ:

ବ୍ଲୁମ୍ ବର୍ଗୀକରଣ(Bloom's Taxonomy)

ସ୍ତର	ଶିକ୍ଷକ ଯାଞ୍ଚ କରିବା ଉଚିତ	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ସମ୍ପଦ ହେବା ଉଚିତ	ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନର ସମ୍ଭାବ୍ୟ ମୋଡ୍
ସୃଷ୍ଟି କରିବା Creating	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ସୃଷ୍ଟି କରିବାର ଦକ୍ଷତା	ତିଜାଜନ୍ କିମ୍ବା ସୃଷ୍ଟି କରିବା	କ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରକଳ୍ପ
ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରିବା Evaluating	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ଯଥାର୍ଥତା ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରିବାର ଦକ୍ଷତା	ଯୁକ୍ତି କିମ୍ବା ରକ୍ଷା କରିବା	ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କାର୍ଯ୍ୟ
ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା Analyzing	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ଭିନ୍ନ କରିବାର ଦକ୍ଷତା	ଭିନ୍ନ କିମ୍ବା ଅଲଗା କରିବା	ପ୍ରକଳ୍ପ / ଲ୍ୟାବ୍ ପଦ୍ଧତି
ଆବେଦନ କରିବା Applying	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ସୂଚନା ବ୍ୟବହାର କରିବାର ଦକ୍ଷତା	ସଞ୍ଚାଳନ କିମ୍ବା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବା	ବୈଷୟିକ ଉପସ୍ଥାପନା / ପ୍ରଦର୍ଶନ
ବୁଝାମଣା Understanding	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ଧାରଣାକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବାର ଦକ୍ଷତା	ବ୍ୟାଖ୍ୟା କିମ୍ବା ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରିବା	ଉପସ୍ଥାପନା / ସେମିନାର
ସ୍ମରଣ କରିବା Remembering	ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ମନେ ପକାଇବାର ଦକ୍ଷତା	ବ୍ୟାଖ୍ୟା କିମ୍ବା ମନେ ରଖିବା	ପ୍ରଶ୍ନୋତ୍ତରୀ

## ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳି

ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ମଧ୍ୟ OBE କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରିବାପାଇଁ ସମାନ ଭାବେ ଦାୟିତ୍ଵ ନେବା ଉଚିତ। ଓବିଲ ସିଷ୍ଟମରେ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କ ପାଇଁ କିଛି ଦାୟିତ୍ଵମାନ (ଯାହା ସୀମିତ ନୁହେଁ) ନିମ୍ନରେ ଅନୁସରଣ କରାଯାଇପାରେ:

- ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ ଏକ ଅଧ୍ୟାୟ ଆରମ୍ଭ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଧ୍ୟାୟ ଫଳାଫଳ(Unit Outcome - UO) ବିଷୟରେ ଭଲ ଭାବରେ ଅବଗତ ହେବା ଉଚିତ।
- ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଆରମ୍ଭ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ(Course Outcome - CO) ବିଷୟରେ ଭଲ ଭାବରେ ଅବଗତ ହେବା ଉଚିତ।
- କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଆରମ୍ଭ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ(Programme Outcome - PO) ବିଷୟରେ ଭଲ ଭାବରେ ଅବଗତ ହେବା ଉଚିତ।
- ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିଫଳନ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟ ସହିତ ସମାଲୋଚନା ଏବଂ ଭୂମିକା ଭାବରେ ଚିନ୍ତା କରିବା ଉଚିତ।
- ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ଶିକ୍ଷାଗ୍ରହଣ ଦୈନିକ ଏବଂ ବାସ୍ତବିକ ଜୀବନର ପରିଣାମସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଏକୀକୃତ ହେବା ଉଚିତ।
- ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ OBEର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ତରରେ ସେମାନଙ୍କର ଦକ୍ଷତା ବିଷୟରେ ଭଲ ଭାବରେ ଅବଗତ ହେବା ଉଚିତ।

## ବିଷୟବସ୍ତୁ

ପ୍ରାକ୍-କଥନ	iii
ଅନୁବାଦକଙ୍କ କଲମରୁ	v
ମୁଖବନ୍ଧ	vii
ଫଳାଫଳ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା	ix
ପାଠ୍ୟକ୍ରମ	xi
ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ଫଳାଫଳ	xv
ସଂକ୍ଷିପ୍ତଶବ୍ଦ ଏବଂ ପ୍ରତୀକ	xvii
ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା	xx
ଚିତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା	xxi
ଟେବୁଲଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା	xxvi
ଶିକ୍ଷକମାନଙ୍କ ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ	xxvii
ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ	xxix
ବିଷୟବସ୍ତୁ	xxx
<b>ଅଧ୍ୟାୟ 1: ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଏବଂ ସଙ୍କେତର ସମୀକ୍ଷା</b>	<b>1-104</b>
ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ	1
ଭୂମିକା	2
ପୂର୍ବାବଶ୍ୟକ ଜ୍ଞାନ	2
ଏକକଲକ୍ଷ ଜ୍ଞାନ	3
1.1 ନିଷ୍ପତ୍ତ ଉପାଦାନମାନ	4
1.1.1 ପରିଚୟ	4
1.1.2 ପରିପଥ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକାର	4
1.1.3 ପ୍ରତିରୋଧ	5
1.1.4 ଇଣ୍ଡକ୍ଟର	8
1.1.5 କ୍ୟାପାସିଟର	10
1.1.6 ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତର ପରିପଥ	11
ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ	13
1.2 ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ	14
1.2.1 ପରିଚୟ	14
1.2.2 ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍	15
1.2.3 ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍	20

1.2.4 ଏଫଇଟି	23
1.2.5 ଏଫଓଏସ୍ ସାଧନଗୁଡ଼ିକ	26
1.2.6 ସିଏଫଓଏସ୍	27
1.2.7 ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ	28
ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ	29
1.3 ସଙ୍କେତ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	30
1.3.1 ପରିଚୟ	30
1.3.2 ସଙ୍କେତର ବର୍ଗୀକରଣ	30
1.3.3 ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ଏବଂ ଅଣ-ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ	30
1.3.4 ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ଏବଂ ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ	31
1.3.5 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ	32
1.3.6 ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଉତ୍ସମାନ	34
1.3.7 ଆଦର୍ଶ/ଅଣ-ଆଦର୍ଶ ଉତ୍ସମାନ	34
1.3.8 ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଉତ୍ସ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ	37
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡ଼ିକ) / କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ, ଭିଡିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ,	102
ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର	103
ସହାୟକ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଠନସୂଚୀ	103
<b>ଅଧ୍ୟାୟ 2: ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ସମୀକ୍ଷା</b>	<b>105 - 140</b>
ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ	105
ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା	106
ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକତା	106
ଏକକର ଫଳାଫଳମାନ	106
2.1 ବ୍ୟବହାରିକ ଆକ୍ସିଫାଇରସର (ଅପାମ୍)ର ମୌଳିକତା	107
2.1.1 ଉପକ୍ରମ	107
2.1.2 ଅପାମ୍‌ର ମୌଳିକତା	108
2.1.3 ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍	113
2.1.4 ଅପାମ୍ ବିନ୍ୟାସ	115
2.1.5 ଅପାମ୍ ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍	118

<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>123</b>
2.2 ବ୍ୟବହାରିକ ଆକ୍ସିଫାଇରସ୍ ପ୍ରୟୋଗ	124
2.2.1 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଡର୍ ଭାବରେ	124
2.2.2 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଭିନ୍ନତା ଭାବରେ	126
2.2.3 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଇଣ୍ଡିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ	127
ଆପ୍ଲିକେସନଗୁଡ଼ିକ	129
ଜିଜ୍ଞାସୁତା ଏବଂ କୌତୁହଳପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ	130
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>130</b>
ସାରାଂଶ	131
ଅନୁଶୀଳନୀ	132
ବ୍ୟବହାରିକ	133
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟଗୁଡ଼ିକ, କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ,	138
ଭିଡିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	139
ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ରିଡିଂ	139
<b>ଅଧ୍ୟାୟ 3: ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମୀକ୍ଷା</b>	<b>141-170</b>
ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ	141
ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା	142
ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକତା	142
ଏକକର ଫଳାଫଳଗୁଡ଼ିକ	142
3.1 ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରଚାଳନ ଏବଂ ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ	143
3.1.1 ଉପକ୍ରମ	143
3.1.2 ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ଏବଂ ରୂପାନ୍ତରଣ	143
3.1.2.1 ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍	144
3.1.2.2 ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍	144
3.1.2.3 ଅକ୍ଟାଲ୍ ଏବଂ ହେକ୍ସାଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍	145
3.1.3 ନମ୍ବର ରୂପାନ୍ତରଣ	145
3.1.3.1 ବାଇନାରୀରୁ ଡେସିମାଲକୁ ରୂପାନ୍ତରଣ	145
3.1.3.2 ଡେସିମାଲରୁ ବାଇନାରୀକୁ ରୂପାନ୍ତରଣ	145
3.1.4 ବାଇନାରୀ ଗଣିତ	146
3.1.4.1 ବାଇନାରୀ ଯୋଗ	146
3.1.4.2 ବାଇନାରୀ ସବଗ୍ରାହନ୍	146

3.1.5 ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ ଏବଂ ଉପପାଦ୍ୟ	147
3.1.5.1 ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ	147
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>149</b>
3.2 ଲଞ୍ଜିକ୍ ଗେଟ୍	150
3.2.1 ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକରାତ୍ମକ ଡର୍କ	150
3.2.2 ଲଞ୍ଜିକ୍ ଗେଟ୍‌ର ପ୍ରକାର	151
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ	153
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>154</b>
3.3 ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ଏବଂ କାଉଣ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ	154
3.3.1 ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ପ୍ରକାର	155
3.3.2 କାଉଣ୍ଟର୍ସ	159
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ	161
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>161</b>
3.4 ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ	162
3.4.1 ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ ର ପରିଚୟ	162
3.4.2 ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ସେସିଫିକେସନ୍ ଶିକ୍ଷାବଳୀ	162
3.4.3 ଗ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଗ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଲଞ୍ଜିକ୍ (ଟିଟିଏଲ୍)	163
3.4.4 ଟିଟିଏଲ୍ ସବ୍ ପରିବାର	164
3.4.5 ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ପ୍ରୟୋଗ	165
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ	165
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>166</b>
ଏକକ ସାରାଂଶ	166
ଅଭ୍ୟାସମାନ	168
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ, ଭିଡିଓ ଉତ୍ତର, ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର	169
ସହାୟକ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଠନସୂଚୀ	170
<b>ଅଧ୍ୟାୟ 4: ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁଦ୍ଧକୀୟ ପରିପଥ</b>	<b>171 - 196</b>
ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ	171
ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା	172
ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ	172
4.1 ଏକ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ର ଉପମାନ	173
4.1.1 ପରିଚୟ	173

4.1.2 କରେଣ୍ଟ/ଭୋଲ୍ଟେଜ ଏବଂ କ୍ଷମତା/ଶକ୍ତି	173
4.1.3 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଶିକ୍ଷାବଳୀ	175
4.1.4 ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ	176
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ	177
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>178</b>
4.2 ଏକ ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥର ଉପମାନ	178
4.2.1 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ରୁମ୍‌କାୟ ପ୍ରଭାବ	178
4.2.2 ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥ	180
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ	181
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନଗୁଡ଼ିକ</b>	<b>181</b>
4.3 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରୁମ୍‌କାୟ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ	182
4.3.1 ଫାରାଡେଜ ନିୟମ	182
4.3.2 ଆମ୍ ଏବଂ ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ	183
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>185</b>
4.4 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପତା	185
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ	187
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>187</b>
ଭାଗ ସାରାଂଶ	188
ଅଭ୍ୟାସ	189
ବ୍ୟବହାରିକ	191
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟଗୁଡ଼ିକ, ଭିଡିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	195
ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପାଠ୍ୟ	196
<b>ଅଧ୍ୟାୟ 5: ଏ.ସି ପରିପଥ</b>	<b>197 – 238</b>
ଭାଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ	197
ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା	198
ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ	198
ଭାଗ ତାଲିକା	198
5.1 ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ମୌଳିକତା	199
5.1.1 ଉପକ୍ରମ	199
5.1.2 ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ	199
5.1.3 ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସର୍ତ୍ତାବଳୀ	201

5.1.4 ପର୍ଯ୍ୟାୟ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଏବଂ ପାଖାର୍ ପ୍ୟାକ୍ଟର	205
5.1.5 ଫେଜର	207
5.1.6 ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କାପାସିଟରରେ ଏସି	207
5.1.6.1 ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ	207
5.1.6.2 ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥ	208
5.1.6.3 ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ପରିପଥ	209
ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ	210
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>210</b>
5.2 ଏସି ସିରିଜ୍ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ	211
5.2.1 ଉପକ୍ରମ	211
5.2.2 ପ୍ରତିରୋଧ - ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ (ଆର-ଏଲ୍) ପରିପଥ	211
5.2.3 ପ୍ରତିରୋଧ - କାପାସିଟେନ୍ସ (ଆର-ସି) ପରିପଥ	213
5.2.4 ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ କାପାସିଟେନ୍ସ ପରିପଥ (ଆର.ଏଲ୍. ସି) ପରିପଥ	213
ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ	217
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>218</b>
5.3 ଏସି କ୍ଷମତା ଏବଂ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥ	220
5.3.1 ଉପକ୍ରମ	220
5.3.2. ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପ୍ରଣାଳୀର ଲାଭ	220
5.3.3 ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନା	220
5.3.4 ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଲାଇନ୍ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ	221
5.3.4.1 ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା ଜନା	221
5.3.4.2 ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନା	222
5.3.5 ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତା	222
5.3.6 କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ	223
5.3.7 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଂଯୋଗରେ କ୍ଷମତା	224
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ	224
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ</b>	<b>225</b>
ଭାଗ ସାରାଂଶ	226
ଅନୁଶୀଳନୀ	227
ବ୍ୟବହାରିକ	229
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ, କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ, ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର	236
ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ	237

<b>ଅଧ୍ୟାୟ 6: ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵ ଏବଂ ମେସିନ୍</b>	<b>239- 281</b>
ଭାଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ	239
ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା	239
ପୂର୍ବ -ଆବଶ୍ୟକୀୟ	240
ଭାଗ ଫଳାଫଳ ତାଲିକା	240
6.1 ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵ	241
6.1.1 ଉପକ୍ରମ	241
6.1.2 ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର କିଛି ଅଂଶ	242
6.1.3 ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର ପ୍ରକାର	244
6.1.3.1 କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ନୀତି	246
6.1.4.1 ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ସମୀକରଣ	247
6.1.4.2 ବିଦ୍ୟୁତ ଚାପ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵେ ସନ୍ ଅନୁପାତ	247
6.1.4.3 ଶୂନ୍ ଭାବରେ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵ	248
6.1.5 ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵ	249
6.1.5.1 ଅଟୋ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଣ୍ଡିକ	250
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଣ୍ଡିକ	250
<b>ସମସ୍ୟାଗୁଣ୍ଡିକର ସମାଧାନ</b>	<b>251</b>
6.2 ଇଲକ୍ଟ୍ରିକ୍ ମୋଟର୍ସ	251
6.2.1 ଉପକ୍ରମ	251
6.2.2 ଡିସି ମୋଟର	251
6.2.2.1 ଡିସି ମୋଟର ନିର୍ମାଣ	252
6.2.2.2 ଡିସି ମୋଟରର କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି	253
6.2.2.3 ଡିସି ମୋଟରର କାର୍ଯ୍ୟ	253
6.2.2.4 ଡିସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର	253
6.2.2.5 ଡିସି ମୋଟର ର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ	254
6.2.2.6 ଡିସି ମୋଟର ର ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଣ୍ଡିକ	257
6.2.3 ଏସି ମୋଟର୍ସ	258
6.2.3.1 ମୋଟର ନିର୍ମାଣ	258
6.2.3.2 ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର	260
6.2.3.3 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର ର ପ୍ରୟୋଗ	262
6.2.4 ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର	262
6.2.4.1 କ୍ୟାପାସିଟର ସ୍କିଟ୍ ଫେ ଓ ଏସି ମୋଟର	263
କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଣ୍ଡିକ	264

ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ	264
ଭାଗ ସାରାଂଶ	265
ଅନୁଶୀଳନୀ	266
ବ୍ୟବହାରିକ	268
ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ: ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡ଼ିକ), କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ, ଭିଡିଓ ଉତ୍ତରଗୁଡ଼ିକ	280
ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ	281
<b>ପରିଶିଷ୍ଟ</b>	<b>283-296</b>
ପରିଶିଷ୍ଟ - A: ଲ୍ୟାଭ୍ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ରେକର୍ଡ	283
ପରିଶିଷ୍ଟ - B: ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କାମ କରିବା ସମୟରେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ	286
ପରିଶିଷ୍ଟ -C: ଗୋଷ୍ଠୀରେ ବ୍ୟବହାରିକ / ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ / ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ସୂଚକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ	288
ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର	289
ଅଧିକ ଶିକ୍ଷା ପାଇଁ ସନ୍ଦର୍ଭ	290
CO ଏବଂ PO ପ୍ରାପ୍ତି ପାଇଁ ଟେବୁଲ୍	292
ସୂଚନାଙ୍କ	293



# 1

## ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ଏବଂ ସଙ୍କେତର ସମୀକ୍ଷା

### ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ

ଏହି ଏକକ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋଚନା କରେ:

- ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନମାନ
- ରେଜିଷ୍ଟରମାନ, କ୍ୟାପାସିଟରମାନ ଏବଂ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରମାନ
- ଡାଇଓଡ୍ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗମାନ
- ଦ୍ୱିପାକ୍ଷିକ ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ (Bipolar Junction Transistor) ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗମାନ
- ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ (Field effect Transistor), ଏମଓଏସ (MOS) ଏବଂ ସିଏମଓଏସ (CMOS) ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗମାନ
- ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକ: ଡିସି/ଏସି (DC/AC), ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ(Voltage)/ସ୍ରୋତ(Current), ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମ(Periodic)/ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମ (Non-periodic) ସଙ୍କେତ
- ସଙ୍କେତର ହାରାହାରି(Average), ଆରଏମଏସ(rms), ଶିଖର ମୂଲ୍ୟ (Peak value)
- ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ସଙ୍କେତ ତରଙ୍ଗରୂପଗୁଡ଼ିକ
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ

କୌତୁହଳ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସହିତ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ବୃଦ୍ଧି କରିବା ପାଇଁ ବିଷୟ ମାନଙ୍କର ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି । ଅନେକ ଏକାଧିକ ଉତ୍ତର ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରଶ୍ନ ଦେବା ସହିତ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଏବଂ ଦୀର୍ଘ ଉତ୍ତର ମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ ମଧ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବର୍ଗରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ହେବା ସହ ନିମ୍ନ ଏବଂ ଅଧିକ ସ୍ତର ର ବ୍ଲୁମ୍ ଟ୍ୟାକ୍ସୋନୋମି (Bloom's taxonomy)ର ଅନୁସରଣ କରେ । ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ଅନେକ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ସମସ୍ୟା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ।

ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ବ୍ୟବହାରିକ ଗୁଡ଼ିକ ଏହି ଏକକ ର ବିଷୟବସ୍ତୁ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି, ଯାହା ପରେ ପରେ ଏକ "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗ ଦ୍ଵାରା ଅନୁସରଣ ହୋଇଛି। ଏହି ବିଭାଗରେ ମୁଖ୍ୟତଃ "ଶକ୍ତ ପ୍ରକଳ୍ପ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ମାନ" ରହିଛି ଯାହା ବ୍ୟବହାରିକ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ସହ ଆମ୍-ଶିକ୍ଷା, ସୂଚନାଶୀଳତା ଏବଂ ଶିକ୍ଷାର ସମସ୍ତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଫଳାଫଳ ବିକାଶ ଉପରେ ଧ୍ୟାନ ଦେଇ କିଛି ଆକର୍ଷଣୀୟ ପ୍ରୟୋଗର ଉଦାହରଣକୁ ଆଲୋଚିତ କରେ। ଏହା ଏଠାରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଏଥିପାଇଁ ଯେ ଏହି ଅଂଶ ମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ଅନୁପୁରକ (Supplementary) ସୂଚନା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ତାହା ପୁସ୍ତକର ଉପଭୋକ୍ତା ମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଲାଭଦାୟକ ହୋଇପାରିବ। ଏହା ଧ୍ୟାନ ଦେବା ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଯେ ଆଗ୍ରହର ବିଭିନ୍ନ ବିଷୟଭେଦରେ ଅଧିକ ସୂଚନା ପାଇବା ପାଇଁ ଭିଡିଓ ଏବଂ ୱେବସାଇଟ ଗୁଡ଼ିକର କ୍ୟୁଆର କୋଡ୍ (QR code) ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ଯାହା "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗର ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସମର୍ଥନକାରୀ ଜ୍ଞାନ ପାଇଁ ସ୍କାନ (Scan) କରାଯାଇପାରିବ ତଥା ଦେଖାଯାଇପାରିବ। ଶେଷରେ, ଏକକରେ ତାଲିକାସମ୍ବନ୍ଧ (References) ଗୁଡ଼ିକ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପଠନ ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ଦ୍ଵାରା ଜଣେ ଅଧିକ ପଠନ ଏବଂ ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ଯାଇପାରିବ।

### ଭୂମିକା

ଅନେକ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ କରିବା ପାଇଁ ତାରଯୁକ୍ତ ଦୁନିଆ ଏବଂ ମଣିଷ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ। ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ପ୍ରୟୋଗ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପରିପଥ ଦ୍ଵାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ, ମୋବାଇଲ୍ ଫୋନ୍ ଏବଂ ମ୍ୟୁଜିକ୍ ପ୍ଲେୟାରରେ ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ (Integrated Circuit)ର କ୍ଷୁଦ୍ର ସ୍ଵରୂପ ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି କମ୍ପ୍ୟୁଟର ଏବଂ ଟିଭି ସେଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏପରିକି ଏକ ବୃହତ୍ ସ୍ଵରୂପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାହା ଘରକୁ ଶକ୍ତି ବହନ କରେ। ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂର ମୌଳିକତା ଅଧ୍ୟୟନରେ ଏହି ଏକକ ହେଉଛି ଏକ ମୌଳିକ ବିଷୟବସ୍ତୁ। ଏହି ଏକକରେ ରେଜିଷ୍ଟର, କ୍ୟାପାସିଟର, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର, ଡାୟୋଡ୍, ବିଜେଟି, ଏଫଇଟି ପରି ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା, ଯାହା ଯେକୌଣସି ପରିପଥର ମୌଳିକ ଉପାଦାନ ଅଟେ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି। ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ ଯାହା ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ, ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ ଏବଂ ବୈଧ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସ ଯାହା ଅନବରତ ଭାବରେ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷଣ କରିପାରିବ ତାହାର ଏକ ସମୀକ୍ଷା ମଧ୍ୟ ଏହି ଏକକରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି।

### ପୂର୍ବାବଶ୍ୟକ ଜ୍ଞାନ

1. ବିଜ୍ଞାନ: ସ୍ରୋତ, ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ-ପ୍ରକୃତି ଏବଂ ଆଚରଣର ପ୍ରଭାବ (ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ)
2. ପ୍ରୟୋଗିତ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନ: ପରମାଣୁ ଗଠନ, ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ସାମଗ୍ରୀ (ସେମିଷ୍ଟାର-1)
3. ପ୍ରୟୋଗହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ-1: ଶାରୀରିକ ଦୁନିଆ, ଯୁନିଟ୍ ଏବଂ ପରିମାପ (ସେମିଷ୍ଟାର-1)
4. ଗଣିତ-1: ଟ୍ରାଇଗୋନୋମେଟ୍ରି, ଆଲଜେବ୍ରା (ସେମିଷ୍ଟାର-1)

### ଏକକଲକ୍ଷ ଜ୍ଞାନ

ଏହି ଏକକ ସମାପ୍ତ ପରେ, ଛାତ୍ରମାନେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଫଳାଫଳ ପାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବେ:

- U1-O1: ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଏ ।
- U1-O2: ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରୟୋଗ (Application) ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ଅଲଗା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପରାମର୍ଶ ଦେବା ।
- U1-O3: ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପକରଣର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି (Working Principle) ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଏ ।
- U1-O4: ଅନବରତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକର ମାପକ (Parameters) ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ ।
- U1-O5: ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରିକ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ପତ୍ତନ କରାଯାଏ ।

ଏକକ - 1 ଫଳାଫଳ ମାନ	ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ମାନଙ୍କ ସହ ଆଶା କରାଯାଇଥିବା ମ୍ୟାପିଂ (Mapping) (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସହବନ୍ଧନ 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U1-O1	3	-	-	-	-	-
U1-O2	3	-	-	-	-	-
U1-O3	3	-	-	-	-	-
U1-O4	3	-	-	-	-	-
U1-O5	3	-	-	-	-	-

### ଜର୍ଜ ସାଇମନ୍ ଓଃମ୍ (1789-1854)

ଇଟାଲୀୟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲେସାଣ୍ଡ୍ରୋ ଭୋଲ୍ଟାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭାବିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋକେମିକାଲ୍ ସେଲ୍ ସହିତ ତାଙ୍କର ଗବେଷଣା ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କର ବ୍ୟବହାରିକ ପରୀକ୍ଷଣ ଗାଣିତିକ ସମ୍ପର୍କମାନ (Links) ଦେଖାଇଲା ଏବଂ ସେ ଜାଣିବାକୁ ପାଇଲେ ଯେ ଏକ କଣ୍ଡକ୍ଟର ର ବାହ୍ୟପୃଷ୍ଠ (Across) ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଭବ ଅନ୍ତର (Potential Difference) ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ଫଳାଫଳ (Resultant Electric Current) ମଧ୍ୟରେ ସିଧାସଳଖ ଆନୁପାତିକତା (Direct Proportionality) ଅଛି, ଯଦି ଏହି ଯେ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ ନହୁଏ । ଏହି ସମ୍ପର୍କ ଓଃମ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ବର୍ତ୍ତମାନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଅଭିଜ୍ଞ (Design)ର ଏକ ମୂଳଦୁଆ ।



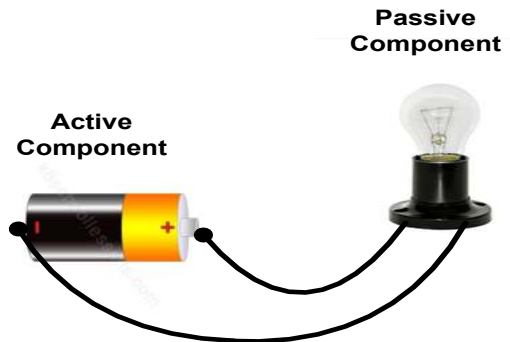
### 1.1: ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନମାନ (Passive Elements)

କିଶୋରତଥା ପିଲାମାନେ ଜିଗ୍ ସ ପଜଲ୍ (Jig Saw Puzzles) ଖେଳିବାକୁ ଭଲ ପାଆନ୍ତି । ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଚିତ୍ର ବିକଶିତ କରିବା ପାଇଁ ପଜଲ୍ ରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଅନେକ ଅଂଶକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ଏକତ୍ର ରଖିବାକୁ ପଡେ । ବିକଶିତ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭୂମିକା ଥାଏ । ସେହିଭଳି, ଯେକୌଣସି ବୈଦ୍ୟୁତିକ କିମ୍ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ, ପରିପଥ କିମ୍ବା ସିଷ୍ଟମ୍ ବିକଶିତ ହୁଏ ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନ ପ୍ରୟୋଗର ଅର୍ଥପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି । ବାସ୍ତବରେ, ଏହା ସମ୍ଭବ ଯେ ଏକ ପରିପଥକୁ ଏକତ୍ର କରିହେବ ଏଥିରେ ଜଡ଼ିତ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶକୁ ପ୍ରକୃତରେ ନ ବୁଝି । ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସ୍କିମାଟିକ୍ (Schematic) ମେଳ କରିବା ପାଇଁ ଜଣେ କେବଳ ଜିଗ୍ ସ ପଜଲ୍ (Jig Saw Puzzles) ପରି ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଏକତ୍ର ସଂଯୋଗ କରିପାରିବ । ତାହା ବି କୁହାଯାଇଛି, ଏକ ବିଦ୍ୟମାନ ପରିପଥ କୁ ଡିବଗ୍ (Debug) କିମ୍ବା ଅଭିକଳ୍ପ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଯେ ସ୍ୱାଧୀନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ କିପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କୁ କିପରି ଏକତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏହି ପ୍ରସଙ୍ଗରେ ରେଜିଷ୍ଟର, କ୍ୟାପାସିଟର ଏବଂ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ପରି ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗମାନେ ଯେକୌଣସି ପରିପଥର ମୌଳିକ ଉପାଦାନ ଅଟନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟ କାରିତା ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯିବ ।

#### 1.1.2 ପରିପଥ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକାର

ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ଯାହା ଉପାଦାନ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା, ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପରିପଥ ଗଠନ କରିବାକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଏକ କଣ୍ଠକୂର ଦ୍ୱାରା ଏକତ୍ର ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ସେମାନେ ପରିପଥରୁ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷଣ କରନ୍ତି କି ନାହିଁ ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ସେମାନଙ୍କୁ ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ବର୍ଗରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

- a) ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ
- b) ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ

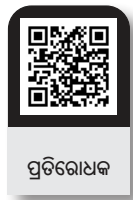


ଚିତ୍ର 1.1: ଏକ ମୌଳିକ ପରିପଥ

ଏକ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ କେବଳ ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରିପାରିବ, ଯାହାକୁ ଏହା ଅପଚୟ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷଣ କରିପାରେ । ଏକ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥକୁ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇଥାଏ ତେଣୁ ତାର ଚାର୍ଜ୍ ପ୍ରବାହକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଭାବରେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବାର କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ରହିଥାଏ । ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ, ଏକ କୋଷ ଏବଂ ଏକ ବଲ୍‌ବୁ (Bulb) ରେ ଗଠିତ ଏକ ମୌଳିକ ପରିପଥ ର ଏକ ଉଦାହରଣ ଚିତ୍ରିତ ହୋଇଛି ଚିତ୍ର 1.1ରେ ।

### ଅଲଗା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ (Discrete Elements)

ଉପାଦାନ ଯାହା ଏକ ପରିପଥର ଗୋଟିଏ ଉପାଦାନ ହିସାବରେ ପ୍ରକୃତରେ ଅଲଗା ଅଟେ ତାହାକୁ ଅଲଗା ଉପାଦାନ କୁହାଯାଏ । ଏହି ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ସକ୍ରିୟ କିମ୍ବା ନିଷ୍ପିନ୍ନ ପ୍ରକୃତିର ହୋଇପାରନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । କେତେକ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ



ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ହେଲେ ରେଜିଷ୍ଟର, କ୍ୟାପାସିଟର, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର, ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଡାୟୋଡ୍, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ । ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଉପାଦାନ ଶବ୍ଦକୁ ଏହିପରି ବୁଝିବା ଉଚିତ୍ ଯେ ଏହା ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ (ଆଇସି) (ଯେଉଁଥିରେ ଏକାଧିକ ଭିନ୍ନ ପରିପଥ ଉପାଦାନ ଥାଏ) ଠାରୁ ଅଲଗା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଭିନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

### ଏକ ନିଶ୍ଚିୟ ଉପାଦାନର ସଂଜ୍ଞା

ଏକ ନିଶ୍ଚିୟ ଉପାଦାନ ଯାହାକି ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ, କେବଳ ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ ଯେତେବେଳେ ଏକ ପରିପଥରେ ସଂଯୋଜିତ ହୁଏ, ଯୋଗ ଶକ୍ତିକୁ ଏହା ଅପଚୟ, ଅବଶୋଷଣ କିମ୍ବା ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର କିମ୍ବା ଏକ ରୁଦ୍ଧକାରୀ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗଠିତ କରିପାରେ । ନିଶ୍ଚିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ କୌଣସି ପ୍ରକାରର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ଯେପରି 'ନିଶ୍ଚିୟ' ନାମ ସୂଚିତ କରେ - ନିଶ୍ଚିୟ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ଗେନ୍ (Gain) କିମ୍ବା ଆମ୍ପ୍ଲିଫିକେସନ୍ (Amplification) ପ୍ରଦାନ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ନିଶ୍ଚିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ସାଧାରଣ ଉଦାହରଣରେ ରେଜିଷ୍ଟର, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର, କ୍ୟାପାସିଟର ସ୍ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ।

### 1.1.3 ପ୍ରତିରୋଧ

ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ବିରୋଧ । ଏହାକୁ ଏକ ପଦାର୍ଥର ଗୁଣ ଭାବରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି ଯାହା ହେତୁ ପଦାର୍ଥ ନିଜ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ବିରୋଧ କରେ । ସମସ୍ତ ସାମଗ୍ରୀ ପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧ ସମାନ ନୁହେଁ । ତମ୍ବା, ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଇତ୍ୟାଦି ପରି କଣ୍ଡକ୍ତରମାନେ କ୍ଷୋଚ ପ୍ରତିରୋଧ ପ୍ରଦାନ କରୁଥିବାବେଳେ ବାକେଲାଇଟ୍, କାଚ, ରବର, ମାଇକା, ଶୁଖିଲା କାଠ, ପିଭିସି (ପଲିଭିନାଇଲ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍) ଇତ୍ୟାଦି ପରି ଇନସୁଲେଟିଂ ସାମଗ୍ରୀ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରତିରୋଧ ପ୍ରଦାନ କରନ୍ତି ।

ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧ ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, ସାମଗ୍ରୀ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ସେତେ କମ୍ ହେବ । ପ୍ରତିରୋଧର ଗୁଣ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ମଦର ବୋର୍ଡ, ଟେଲିଭିଜନ ଏବଂ ଇନକ୍ୟାଣ୍ଡେସେଣ୍ଟ ଲ୍ୟାମ୍ପ ପରି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ଉପକରଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ ଏସଆଇ ୟୁନିଟ୍ (SI Unit) ହେଉଛି ଓଫମ୍ (Ohm), ଯାହା ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର 'Ω' (ଓମେଗା) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ଅକ୍ଷର 'R' ଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଆମ୍ପିୟରର (Ampere) ଏକ ସ୍ରୋତ ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟର (Volt) ବିଦ୍ୟୁତାପ ସହିତ ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ଦେଇ ପ୍ରବାହ ହୁଏ ସେତେବେଳେ ଉକ୍ତ ସାମଗ୍ରୀ ର ପ୍ରତିରୋଧ ଏକ ଓଫମ୍ ହୋଇଥାଏ । ସ୍ରୋତ ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ର ଚର୍ମିନାଲ ଶେଷ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ସହିତ ଆନୁପାତିକ ଅଟେ । ଏହି ଅନୁପାତ ଓଫମ୍ ଆଇନ (Ohms Law) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ:

$$R \propto \frac{V}{I} \quad \dots (1.1)$$

ଏକ କଣ୍ଡକ୍ତର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧ 'R' ନିମ୍ନଲିଖିତ ଚାରୋଟି କାରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ:

- a) ଏହା କଣ୍ଡକ୍ତରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 'l' ସହ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ ।
- b) ଏହା କଣ୍ଡକ୍ତରର କ୍ରସ୍-ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ (Cross-section Area) 'A' ସହ ଓଲଟା ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ ।

- c) ଏହା ସାମଗ୍ରୀର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ।
- d) ଏହା ମଧ୍ୟ କଣ୍ଡକ୍ତର ର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

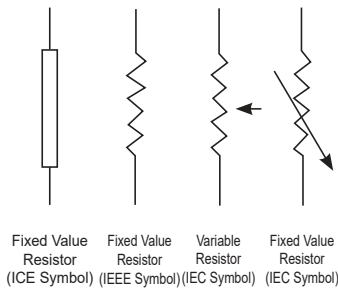
ବର୍ତ୍ତମାନ ପାଇଁ ଶେଷ କାରଣକୁ ଅବହେଳା କଲେ,

$$R \propto \frac{l}{A} \text{ କିମ୍ବା } R = \rho \frac{l}{A} \quad \dots (1.2)$$

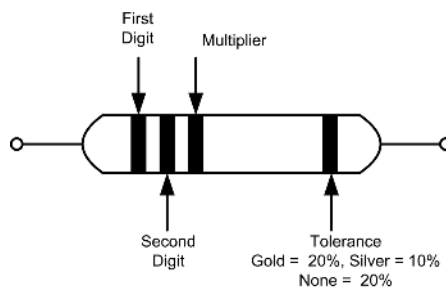
ଯେଉଁଠାରେ  $\rho$  (ରେ) ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଯାହା ସାମଗ୍ରୀର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ଏହା ସାମଗ୍ରୀର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧ (Specific Resistance) କିମ୍ବା ରେଜିଷ୍ଟିଭିଟି (Resistivity) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧର ଏକକ ହେଉଛି ଓମ୍-ମିଟର (Ohm-meter) ।

### ରେଜିଷ୍ଟର ଗୁଡ଼ିକ

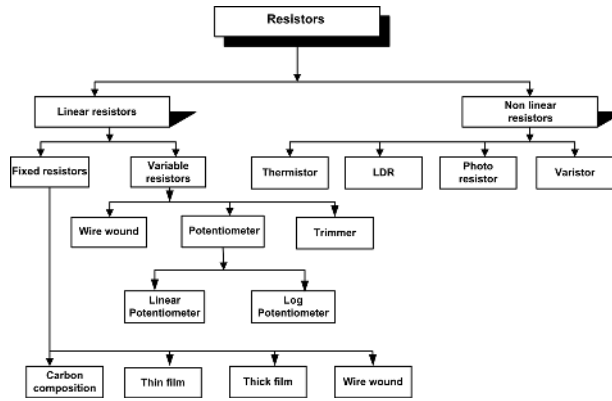
ରେଜିଷ୍ଟର ଦୁଇଟି ଚର୍ମିନାଲ ଥିବା ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପାଦାନ । ଏହା ଏକ ପରିପଥର ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଉପାଦାନ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ କାରଣ ଏହା ଉପଭୋକ୍ତାଙ୍କୁ ପରିପଥରେ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିମାଣକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବାକୁ ଅନୁମତି ଦେଇଥାଏ । ନିର୍ମାଣର ପ୍ରକାର ତଥା ପ୍ରତିରୋଧ ସାମଗ୍ରୀ ଭିତ୍ତିରେ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କୁ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ । ଏକ ରେଜିଷ୍ଟର ଯଦିଓ ବହୁତ ଛୋଟ, ପ୍ରାୟତଃ ଏକ ସେରାମିକ୍ ରତ୍ନ ତାରିପାଖରେ କୁଣ୍ଡଳୀ ହୋଇଥିବା ତମ୍ବା ତାର ଏବଂ ଇନସୁଲେଟିଂ ପେଷ୍ଟର ଏକ ବାହ୍ୟ ଆବରଣରେ ଗଠିତ । ଏହାକୁ ଏକ ତାର-କୁଣ୍ଡଳୀତ ରେଜିଷ୍ଟର କୁହାଯାଏ ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ତାରର ଆକାର ପ୍ରତିରୋଧର ସଠିକ୍ ପରିମାଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ଛୋଟ ରେଜିଷ୍ଟର, ଯାହା କମ୍ ଶକ୍ତି ପରିପଥ ପାଇଁ ଅଭିକଳ୍ପ (Designed) ଏବଂ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ପ୍ରାୟତଃ କାର୍ବନ ଆବରଣ (Carbon Film)ରୁ ନିର୍ମିତ ହୁଏ, ଯାହା ତମ୍ବା ତାରର କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ବଦଳାଇଥାଏ (Replaces) ଯାହା ବୃହଦାକାର (Bulky) ହୋଇପାରେ । ଚିତ୍ର 1.3 କାର୍ବନ ଆବୃତ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ରଙ୍ଗ କୋଡ଼ିଂ (Colour Coding) ଦେଖାଉଛି, ଯାହା ବ୍ୟବହାରିକ ସଂଖ୍ୟା 13 (Practical No. 13) ରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି । ରେଜିଷ୍ଟର ପ୍ରକାର ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବର୍ଗୀକରଣ ହେଉଛି ସ୍ଥିର (Fixed) ରେଜିଷ୍ଟର ଏବଂ ଚଳ (Variable) ରେଜିଷ୍ଟର, ଯେପରିକି ପୋଟେଣ୍ଟିଓମିଟର, ଟ୍ରିମ୍ପଟର୍, ଟ୍ରିମ୍ପଟର୍ (Trimpot) ଆଦି । ଚିତ୍ର 1.2 ଏହି ପ୍ରକାରର ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କିଛିର ପ୍ରତୀକ ଦେଖାଉଛି । ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ଏକ ବିସ୍ତୃତ ବର୍ଗୀକରଣ ଚିତ୍ର 1.4ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 1.2: ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ପ୍ରତୀକ



ଚିତ୍ର 1.3: ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ରଙ୍ଗ କୋଡ଼ିଂ



ଚିତ୍ର 1.4: ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ବର୍ଗୀକରଣ

### ପାୱାର ରେଟିଂ କିମ୍ବା ୱାଟେଜ୍:

- ରେଜିଷ୍ଟରକୁ କ୍ଷତି ନକରି ଏକ ସର୍ବାଧିକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ସର୍ବାଧିକ ପରିମାଣର ଉତ୍ତାପ ଅପଚୟନ ମାତ୍ରାକୁ ପ୍ରତିରୋଧକାରୀର ପାୱାର ରେଟିଂ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହାକୁ ୱାଟ୍ (W)ରେ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଏ ।
- ଯେତେବେଳେ ରେଜିଷ୍ଟର ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବ, ପାୱାର ରେଟିଂ ହ୍ରାସ ପାଇବ ।
- ସାଧାରଣ ଉପଲବ୍ଧ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ପାୱାର ରେଟିଂ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା 1/8 W, 1/4 W, 1/2 W, 1W, 2W ଆଦି ।
- ଏକ ରେଜିଷ୍ଟରର ଆକାର ଏହାର ଶକ୍ତି ପରିଚାଳନା କ୍ଷମତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଛୋଟ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର କମ୍ ଶକ୍ତି ପରିଚାଳନା କରିବାକୁ ଅଭିକଳ୍ପ କରାଯାଇଛି, କାରଣ ରେଜିଷ୍ଟରର ଆକାର ବୃଦ୍ଧି ସହ ଶକ୍ତି ପରିଚାଳନା କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ।

### ପରିବାହକତା ଏବଂ ପରିବାହିତା

ପ୍ରତିରୋଧର ପାରସ୍ପରିକ (Reciprocal) କୁ ପରିବାହକତା (Conductance) କୁହାଯାଏ, ଯାହାକୁ ଅକ୍ଷର 'G' ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଏକ କଣ୍ଡକ୍ଟରର ପ୍ରତିରୋଧ ବିରୋଧକୁ ମାପ କରେ, ଯୋଗ ବିରୋଧ ଏହା ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ପ୍ରଦାନ କରେ, ସେତେବେଳେ ଏହାର ପରିବାହକତା ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ପ୍ରଦାନ କରୁଥିବା ପ୍ରଲୋଭନ (Inducement) କୁ ମାପ କରେ ।

ସମୀକରଣ 1.2 ରୁ

$$R = \frac{L}{A} \text{ କିମ୍ବା } \frac{A}{L}$$

$$G = \rho \frac{A}{L}$$

...(1.3)

ଯେଉଁଠାରେ  $\sigma$  କୁ ଏକ କଣ୍ଡକ୍ଟରର ପରିବାହିତା କିମ୍ବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବାହକତା କୁହାଯାଏ । ପରିବାହକତାର ଏକକ ହେଉଛି

ସିମେନ୍ସ (S)। ପରିବାହିତାର ଏକକ ହେଉଛି ସିମେନ୍ସ/ମିଟର (S/m) ।

### ପ୍ରତିରୋଧ ଉପରେ ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରଭାବ

ଯେକୌଣସି ସାମଗ୍ରୀର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା ଏକ କାରଣ ହେଉଛି ତାପମାତ୍ରା । ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିର ପ୍ରଭାବ ହେଉଛି:

- ଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁର ପ୍ରତିରୋଧ ବୃଦ୍ଧି କରିବା ।
- କାର୍ବନ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍ ଏବଂ ଇନସୁଲେଟରର ପ୍ରତିରୋଧ ହ୍ରାସ କରିବା ।
- ମିଶ୍ରଧାତୁର ପ୍ରତିରୋଧ ବୃଦ୍ଧି କରିବା, ଯଦିଓ ସେମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ବୃଦ୍ଧି ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ହୁଏ ।

### ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କ

$0^{\circ}\text{C}$  ରେ  $R_0$  ପ୍ରତିରୋଧ ଥିବା ଧାତବ କଣ୍ଡକ୍ତରକୁ  $t^{\circ}\text{C}$  ରେ ଗରମ କରାଯାଇ ଏବଂ ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହାର ପ୍ରତିରୋଧକୁ  $R_t$  ବୋଲି ଧରାଯାଇ । ତା'ପରେ, ତାପମାତ୍ରାର ସାଧାରଣ ପରିସରକୁ ବିଚାରକୁ ନେଇ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପ୍ରତିରୋଧବୃଦ୍ଧି,  $R_t - R_0$  ନିର୍ଭର କରେ

- ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଭାବରେ ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପ୍ରତିରୋଧ ଉପରେ
- ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ଉପରେ
- କଣ୍ଡକ୍ତରର ସାମଗ୍ରୀର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ

$$\begin{aligned} \text{କିମ୍ବା } R_t - R_0 &\propto R_0 \times t \\ \text{କିମ୍ବା } R_t - R_0 &= \alpha R_0 t \end{aligned} \quad \dots(1.4)$$

ଯେଉଁଠାରେ  $\alpha$  (ଆଲଫା) ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଏବଂ ଏହା କଣ୍ଡକ୍ତରର 'ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କ' ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ସମୀକରଣ 1.4 ପୁନଃସଜ୍ଜିତ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ପାଇଥାଉ

$$R_t = R_0 + \alpha R_0 t = R_0(1 + \alpha t) \quad \dots(1.5)$$

### 1.1.4 ଇଣ୍ଡକ୍ଟର

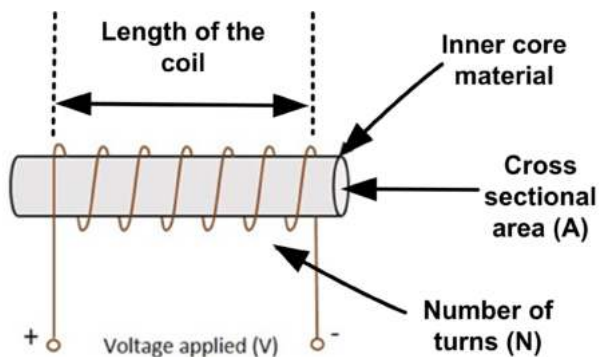
ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ହେଉଛି ଏକ ଦୁଇ-ଚର୍ମିନାଲ୍ ଉପାଦାନ ଯାହା ଅସ୍ଥାୟୀ ଭାବରେ ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ଗଚ୍ଛିତ (Store) କରେ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ (Coil) ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର ମୁଖ୍ୟ ଗୁଣ ହେଉଛି ଏହା ସ୍ରୋତର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର କୁ ପରିପଥର ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ବିବେଚନା କରାଯାଏ, କାରଣ ଏହା ଏଥିରେ ଶକ୍ତିକୁ ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଭାବରେ ଗଚ୍ଛିତ କରିପାରିବ ଏବଂ ପରିପଥକୁ ସେହି ଶକ୍ତି ବିତରଣ କରିପାରିବ, କିନ୍ତୁ ଅନବରତ ଭାବରେ ନୁହେଁ । ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ ଏବଂ ବିତରଣ କରିବା କ୍ଷମତା ସୀମିତ ଅଟେ ।

ଫାରାଡେଙ୍କ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (Electromagnetic Induction) ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ, ଯେତେବେଳେ ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ମାଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ସମୟାନୁ-ପରିବର୍ତ୍ତିତ (Time-Varying) ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଇଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରସୃଷ୍ଟି କରେ । ଲେନ୍ସ ଆଇନ (Len's Law) ଅନୁଯାୟୀ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ ଇଏମଏଫ

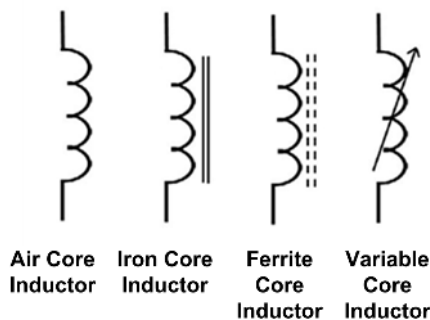
(Induced EMF) ର ଦିଗ ଏହାକୁ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ। ସ୍ରୋତର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ତେଣୁ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ ଇଏମଏଫ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପର ବିପରୀତ ଅଟେ । ଏହା ହେଉଛି ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର ଗୁଣ । ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏକ ଡିସି ସଂକେତ (DC Signal)ରେ ଉପସ୍ଥିତ ଯେକୌଣସି ଏସି (AC) ଉପାଦାନକୁ ଅବରୋଧ କରେ । ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ବେଳେବେଳେ ଏକ ମଜ୍ଜା (Core) ରେ ଗୁଡ଼ାଯାଏ, ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ଫେରାଇଟ୍ ମଜ୍ଜା । ଚିତ୍ର 1.5 ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶ ଲେବଲ୍ (Labelled) ସହିତ ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରକୁ ଦେଖାଉଛି ।

### ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ଏକକ

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଇଣ୍ଡକ୍ଟରଙ୍କର ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 1.6ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 1.5: ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର କିଛି ଅଂଶ



ଚିତ୍ର 1.6: ଇଣ୍ଡକ୍ଟରଙ୍କର ପ୍ରତୀକ

ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା (Inductance)ର ଏକକ ହେଉଛି ହେନରୀ (Henry) ଅର୍ଥାତ୍ H (ଏଚ୍) । ପ୍ରକୃତ ଅଭ୍ୟାସରେ, ହେନେରୀ ଏକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ବଡ଼ ଏକକ ଅଟେ । ତେଣୁକରି ବହୁତ ଛୋଟ ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଯେପରିକି ମିଲିହେନରୀ (millihenry) mH (ଏମ୍ଏଚ୍) କିମ୍ବା ମାଇକ୍ରୋହେନରୀ (microhenry)  $\mu\text{H}$  (ମ୍ୟୁଏଚ୍) ।  $1 \text{ mH} = 1 \times 10^{-3} \text{ H}$  ଏବଂ  $1 \mu\text{H} = 1 \times 10^{-6} \text{ H}$  ।

ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତାକୁ ପ୍ରଭାବପକାଉଥିବା କାରଣଗୁଡ଼ିକ

ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ନିମ୍ନଲିଖିତ ମାପକମାନଙ୍କ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ:

1. ଚର୍ଚ୍ଚ ସଂଖ୍ୟା, N
2. ମଜ୍ଜା ସାମଗ୍ରୀ
3. କୁଣ୍ଡଳନର ଦୈର୍ଘ୍ୟ
4. କୁଣ୍ଡଳୀ ପୂର୍ବର ପରିମାପ (Dimension)

### ଇଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ଶକ୍ତିର ସ୍ତୋରେଜ୍

ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିଜିମ୍ ର ଏକ ମୌଳିକ ଗୁଣ ହେଉଛି ଯେ ଯେତେବେଳେ ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତ ସହ ଆନୁଲମ୍ବିକ (Perpendicular) ଭାବରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହା ଏହାର ନିର୍ମାଣ ଜାରି ରଖେ ଏବଂ କିଛି ସମୟରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ, ଯାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଏହା ପରେ ଆଉ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ସୃଷ୍ଟି ହେବ ନାହିଁ । ଯେତେବେଳେ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବା ବନ୍ଦ



କୁଣ୍ଡଳୀ  
ଦ୍ୟୁତୋପାଦାନ

ହୁଏ, ରୁମ୍‌କାନ୍ଦ କ୍ଷେତ୍ର ହ୍ରାସ ପାଇଥାଏ । ଏହି ରୁମ୍‌କାନ୍ଦ ଶକ୍ତି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏହି ରୁମ୍‌କାନ୍ଦ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଶକ୍ତି ଅସ୍ଥାୟୀ ଭାବରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇରହେ ।

### ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟର (Q Factor)

- ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରର ନିଜ ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତି ର ଅପଚୟ ବିସରଣ (Dissipation) ତୁଳନାରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିବାର କ୍ଷମତାକୁ ଧର୍ମ ଗୁଣକ କିମ୍ବା କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟର (Quality Factor or Q-Factor) କୁହାଯାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଉତ୍କୃଷ୍ଟତା ଅଂକ (Figure of Merit) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।

କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟର ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି,

$$Q = [\text{Energy stored}] / [\text{Energy Dissipated}] \quad \dots(1.6)$$

- ଏକ ଉଚ୍ଚ କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ତୁଳନାରେ ଅଳ୍ପ ଶକ୍ତିର ଅପଚୟ ବିସରଣ, ଯେତେବେଳେକି ଏକ କମ୍ କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ପରି ବୃହତ ଶକ୍ତିର ଅପଚୟ ବିସରଣ ।
- କୁଣ୍ଡଳୀମାନଙ୍କ (Coils) ପାଇଁ କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ 5 ରୁ 100 ମଧ୍ୟରେ ହୋଇପାରେ ।
- ଏହା ମଧ୍ୟ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇପାରେ ଯେ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀର ଡିସି (DC) ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ କମ୍ ହେବ, କ୍ୱା ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ତୁ୍ୟନିଂ ପରିପଥରେ ଏକ ଉଚ୍ଚ କ୍ୱା ଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀମାନ ପସନ୍ଦ କରାଯାଏ, କାରଣ ଏହା ପରିପଥକୁ ଅଧିକ ଚୟନାତ୍ମକ (Selective) ଏବଂ ସମ୍ବେଦନଶୀଳ (Sensitive) କରିଥାଏ ।

### 1.1.5 କ୍ୟାପାସିଟର

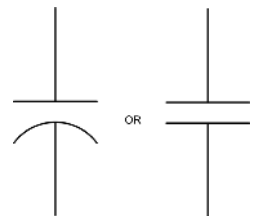
ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର ହେଉଛି ଏକ ନିଶ୍ଚିତ ଉପାଦାନ ଯାହାର, ନିଜର ପ୍ଲେଟ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ଅନ୍ତର (Potential Difference) ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିବାର କ୍ଷମତା ଥାଏ । ଏହା ବିଦ୍ୟୁତାପର ହଠାତ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ । ଚାର୍ଜ ଦୁଇଟି ପ୍ଲେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ଅନ୍ତର ଆକାରରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇ ରହିଥାଏ, ଯାହା ଚାର୍ଜ ସଂରକ୍ଷଣର ଦିଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ହୋଇଥାଏ ।

ଏହି ଦୁଇଟି ପ୍ଲେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଅଣ-ପରିବାହୀ (Non-conducting) କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପସ୍ଥିତ ଅଛି ଯାହାକୁ ଦ୍ୱିବିଦ୍ୟୁତ (Dielectric) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଦ୍ୱିବିଦ୍ୟୁତ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ, ବାୟୁ, ମାଇକା, କାଗଜ, ସିରାମିକ୍, ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଇତ୍ୟାଦି ହୋଇପାରେ । ବ୍ୟବହୃତ ଦ୍ୱିବିଦ୍ୟୁତ ଅନୁଯାୟୀ କ୍ୟାପାସିଟରର ନାମ ଦିଆଯାଏ ।

### ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ଏକକମାନ

କ୍ୟାପାସିଟର ପାଇଁ ମାନକ(Standard) ଏକକ ହେଉଛି ଫାରାଡ୍ (Farads) । ସାଧାରଣତଃ, ଉପଲକ୍ଷ କ୍ୟାପାସିଟରର ମୂଲ୍ୟମାନ ମାଇକ୍ରୋ-ଫାରାଡ୍, ପିକୋ-ଫାରାଡ୍ ଏବଂ ନାନୋ-ଫାରାଡ୍ ହୋଇପାରେ । ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର ପ୍ରତୀକ ଚିତ୍ର 1.7 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।

ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ପ୍ଲେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ସହିତ ଆନୁପାତିକ ଏବଂ



ଚିତ୍ର 1.7: ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର ପ୍ରତୀକ

ଫ୍ଲୋର ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହିତ ଓଲଟା ଆନୁପାତିକ ଅଟେ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ଏକ ପଦାର୍ଥର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା (Permittivity) ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ଏକ ମାଧ୍ୟମ (Medium)ର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶୀଳତା ବର୍ଣ୍ଣନା କରେ ଯେ ସେହି ମାଧ୍ୟମରେ ଏକକ ଚାର୍ଜ (Unit Charge) ପିଛା କେତେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଫ୍ଲକ୍ସ (Electric Flux) ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି ।

### କ୍ୟାପାସିଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ଦ୍ୱିବିଦ୍ୟୁତ ପଦାର୍ଥମାନ

କ୍ୟାପାସିଟର ଉତ୍ପାଦନରେ ବ୍ୟବହୃତ ଦ୍ୱିବିଦ୍ୟୁତ ପଦାର୍ଥମାନ ଏହିପରି :

- |  |                 |           |                |
|--|-----------------|-----------|----------------|
| 1. ବାୟୁ  | 2. ମାଲକା        | 3. ଗ୍ଲାସ୍ | 4. ସିରାମିକ୍    |
| 5. ପୋର୍ସେଲେନ୍  | 6. ପଲିଷ୍ଟାଇରିନ୍ | 7. ଫାଇବର  | 8. ବ୍ୟାକେଲାଇଟ୍ |
| 9. ଖାଲ୍ ହୋଇଥିବା କାଗଜ   |                 |           |                |
| 10. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍ ( $Al_2O_3$ ଏବଂ ଫସଫରସ୍ କିମ୍ବା କାର୍ବୋନେଟ୍) |                 |           |                |

### ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର କାର୍ଯ୍ୟ

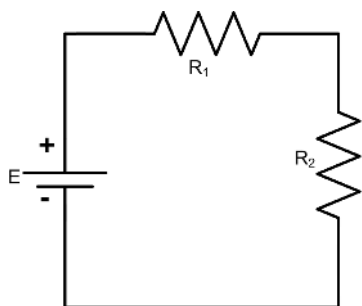
ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ ଏକ କ୍ୟାପାସିଟରର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି:

1. ଏହା ନିଜ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସ୍ରୋତ (DC) ର ପ୍ରବାହକୁ ବିରୋଧ କରେ ।
2. ଏହା ଅତି ସହଜରେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ (AC) କୁ ବାଏପାସ୍ କରେ ।
3. ଏହା ଏଥିରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ଗଚ୍ଛିତ କରେ ।
4. ଏହା ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ (Ripple) କୁ ହଟାଇଥାଏ ।
5. ଏହା ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତାପର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ ।

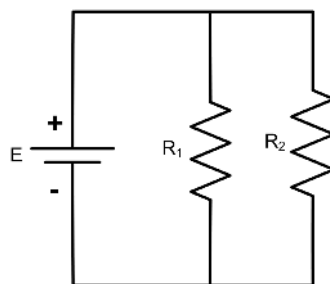


### 1.1.6 ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତର ପରିପଥ (Series and Parallel Circuit)

ରେଜିଷ୍ଟରମାନେ ଏପରି ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବେ ଯେ ସ୍ରୋତ କେବଳ ଗୋଟିଏ ରେଜିଷ୍ଟରରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ରେଜିଷ୍ଟରକୁ ପ୍ରବାହ ହେଉଥିବ ତେବେ ସେମାନେ ଶ୍ରେଣୀ (Series)ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ବୋଲି କୁହାଯିବ । ଚିତ୍ର 1.8 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ରେଜିଷ୍ଟରଙ୍କ ଶ୍ରେଣୀ ମିଶ୍ରଣ (Series Combination) କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ, ଯେଉଁଠି ଯୋଗ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ (Voltage Source)କୁ ବିବେଚନା କରାଯିବ, ଗୋଟିଏ ରେଜିଷ୍ଟର ଭାବରେ ରେଜିଷ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିରୋଧର ସମଷ୍ଟି ସହିତ ସମାନ ହେବ ।



ଚିତ୍ର 1.8: ଶ୍ରେଣୀ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର 1.9: ସମାନ୍ତର ପରିପଥ

ଶ୍ରେଣୀ ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତାପ ବିଭାଜନ ହେଲା ପରି, ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧ ଥିବା ପରିପଥ ପାଇଁ, ସ୍ରୋତ **ଚିତ୍ର 1.9** ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ବିଭାଜିତ ହୁଏ । ପ୍ରତିରୋଧ ସହିତ ସମାନ, ଯେତେବେଳେ କ୍ୟାପାସିଟର ସଂଯୁକ୍ତ ହେଉଛି ମାନ ପରିପଥରେ ଶ୍ରେଣୀ ରେ ଏବଂ ସମାନ୍ତରରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି, **ଟେବୁଲ 1.1** ସମକକ୍ଷ ମୂଲ୍ୟର ସୂତ୍ରକୁ ଦେଖାଇବ ।

**ଟେବୁଲ 1.1: ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ସମାନ୍ତରାଳ ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ସୂତ୍ର**

ସଂଯୋଜନାର ପ୍ରକାର	ରେଜିଷ୍ଟର	ଇଣ୍ଡକ୍ଟର	କ୍ୟାପାସିଟର
ଶ୍ରେଣୀ	$R = R_1 + R_2$	$L = L_1 + L_2$	$1/C = 1/C_1 + 1/C_2$
ସମାନ୍ତର	$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$	$1/L = 1/L_1 + 1/L_2$	$C = C_1 + C_2$

ନିମ୍ନିତ୍ତ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବାସ୍ତବ ଜୀବନରେ ପ୍ରୟୋଗମାନ

ନିମ୍ନିତ୍ତ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ସାଧନ ମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । କିଛି ବ୍ୟବହାର ପରବର୍ତ୍ତୀ ଏକକରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯିବ ।

### ରେଜିଷ୍ଟର

ରେଜିଷ୍ଟରଙ୍କ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି:

1. ବିଭବ ବିଭାଜକ
2. ସ୍ରୋତ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ
3. ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଣ
4. ଫିଲ୍ଟର ପରିପଥ ପ୍ରକାଳମାନ
5. ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ପରିପଥ
6. ହିଟିଂ (Heating) ଉପାଦାନ

### ଅନ୍ୟ କିଛି ପ୍ରୟୋଗ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରେ

- ସୁରକ୍ଷା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ, ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ହେଲପାରିଥିବା (Fusible) ରେଜିଷ୍ଟର
- ତାର କୁଣ୍ଡଳିତ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗ ଯେଉଁଠାରେ ସକ୍ୱଳିତ ସ୍ରୋତ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ, ଉଚ୍ଚ ସମ୍ପ୍ରେଦନଶୀଳତା, ଏବଂ ସଠିକ୍ ପରିମାପ ଆଦି ଆବଶ୍ୟକ ଯେପରିକି ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ମିଟର୍ ସହିତ ସମାନ୍ତରରେ ରହିବା ।
- ଫଟୋ ରେଜିଷ୍ଟରମାନଙ୍କର ଫ୍ଲୋମ୍ ଡିଟେକ୍ଟର, ତୋର ଆଲରାମ୍, ଫଟୋଗ୍ରାଫିକ୍ ସାଧନରେ ପ୍ରୟୋଗ ଇତ୍ୟାଦି ।

### କ୍ୟାପାସିଟର୍ସ

ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ କ୍ୟାପାସିଟରର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରୟୋଗମାନ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି :

1. ଏହା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
2. ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Ripple Voltage) କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ଫିଲ୍ଟର ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
3. ଏହା ଆବୃତ୍ତି ଚୟନ ପାଇଁ ୟୁନିଂ ପରିପଥ (Tuning Circuit)ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
4. ମୋଟର ଆରମ୍ଭ କରିବା, ମୋଟର ଚଳାଇବା ପାଇଁ ଏହା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
5. ଏହା ଏସଏମପିଏସ (SMPS), ମୋଡେମ(MODEM) ଭଳି ଉପକରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

## ଇଣ୍ଡକ୍ଟର

ଇଣ୍ଡକ୍ଟରମାନଙ୍କର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି:

1. ଏହା ଏକ ପରିପଥରେ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ (Ripple AC)କୁ କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
2. ଏହା ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ଅନୁମତି ଦେବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
3. ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ବିଦ୍ୟୁତାପ କିମ୍ବା ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଫ୍ୟାକ୍ଟରକୁ କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ଫିଲ୍ଟର ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
4. ଆବୃତ୍ତି ଚୟନ କରିବାକୁ ଏହା ରେଡିଓ ଗ୍ରାହ୍ୟମିତର ଏବଂ ରିସିଭରର ତୁ୍ୟନିଂ ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
5. ଏହା ରିଲେ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମୋଟର, ଗ୍ରାହ୍ୟମିତର, ସେନସର ଆଦି ସାଧନ ମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 1.1.1:** 2.2 MΩ, 470 KΩ, 220 KΩ, 55 KΩ ଏବଂ 1.6 MΩ ପ୍ରତିରୋଧ ଥିବା ପାଞ୍ଚଟି ରେଜିଷ୍ଟର ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀ ମିଶ୍ରଣର ମୋଟ କିମ୍ବା ସମକକ୍ଷ ପ୍ରତିରୋଧ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

**ସମାଧାନ:** ପ୍ରତିରୋଧର ଶ୍ରେଣୀ ମିଶ୍ରଣ ପାଇଁ, ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

ତଥାପି, ସତର୍କତାର ଏକ ସୁତକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ସମସ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧ ସମାନ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ । କିଲୋ ଓଃମ୍ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଆମେ ପାଉ

$$R_{eq} = 2200 + 470 + 220 + 55 + 1600$$

$$R_{eq} = 4545 \text{ k}\Omega$$

$$R_{eq} = 4.545 \text{ ମେଗା ଓଃମ୍}$$

**ଉଦାହରଣ 1.1.2:** 1 kΩ, 2 kΩ, 4 kΩ ଏବଂ 8 kΩ ପ୍ରତିରୋଧର ଚାରୋଟି ରେଜିଷ୍ଟର ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଏହି ମିଶ୍ରଣର ସମକକ୍ଷ ପ୍ରତିରୋଧ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ?

**ସମାଧାନ:** ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣ ପାଇଁ, ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$= 1.000 + 0.500 + 0.250 + 0.125 = 1.875$$

$$\text{ତା'ପରେ} = 1/1.875 = 0.53 \text{ k}\Omega$$

## 1.2: ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ (Active Elements)

### 1.2.1 ପରିଚୟ

ସ୍ଵୟଂଚାଳନ, ଡିଜିଟାଲଜେସନ୍ ଏବଂ ସ୍ମାର୍ଟସିଷ୍ଟମ୍ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟବହାର ଆବଶ୍ୟକ କରେ। ଘରୋଇ ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଶିଳ୍ପ, ମହାକାଶ, ପ୍ରତିରକ୍ଷା, କୃଷି, ଚିକିତ୍ସା, ପରିବହନ, ଶିକ୍ଷା ଏବଂ ମନୋରଞ୍ଜନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସମସ୍ତ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ବିଭାଗ ଏବଂ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗରେ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଏକ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି। ସମସ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମରେ ଆଧାରିତ। ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତି ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରଚାଳନ (Operation) ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଥିବା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ କୁହାଯାଏ। ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମତା ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ରେକ୍ଟିଫାଇଙ୍ଗ୍ (ଦିଷ୍ଟକରଣ ପାଇଁ), ଆମ୍ପଲିଫାଇଙ୍ଗ୍ (ପ୍ରବର୍ଦ୍ଧନ ପାଇଁ) ଏବଂ ସ୍ଵିଚିଙ୍ଗ୍ କରିବା ପ୍ରୟୋଗପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ଅଟନ୍ତି। ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ହେଉଛି 1) ଚ୍ୟୁପ୍ ଡିଭାଇସେସ୍ 2) ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଡିଭାଇସେସ୍।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଦିନ ମାନଙ୍କରେ ଚ୍ୟୁପ୍ ଡିଭାଇସ୍ ବା ଚ୍ୟୁପ୍ ସାଧନ ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ନାହିଁ କାରଣ ସେମାନେ କିଛି ତ୍ରୁଟି ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ଯେପରିକି କମ୍ ବେଗର ପ୍ରଚାଳନ, ବଡ଼ ଆକାର, ମାଉଣ୍ଟିଂ ରେ ଜଟିଳତା ଏବଂ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପାଦାନ ଅପେକ୍ଷା ମହଙ୍ଗା ହେବା। ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରର ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ କଠିନ ଅବସ୍ଥା ଉପାଦାନ (Solid State Components) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥରେ ଗଠିତ। ସକ୍ରିୟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଅନେକ ସୁବିଧା ଅଛି ଯେପରିକି: ପ୍ରଚାଳନର ଉଚ୍ଚ ବେଗ, ସୁସ୍ଥପଣ (Compactness), ମାଉଣ୍ଟିଂ ପାଇଁ ସହଜତା ଏବଂ ଚ୍ୟୁପ୍ ଡିଭାଇସ୍ ଅପେକ୍ଷା ଶସ୍ତା। ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଡାଇଓଡ୍, ବିଜେଟି (ବାଇପୋଲାର ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍), ଏଫଇଟି (ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର), ଏମ୍ପିଏସ୍ଏଫଇଟି (ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର), ଏସସିଆର୍ (ସିଲିକନ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ରେକ୍ଟିଫାଇଅର), ଡିଆଇଏସି (DIAC), ୟୁଜେଟି (ୟୁନି ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର), ଟିଆରଆଇଏସି(TRIAC), ଆଇଜିବିଟି(IGBT), ପୁଟ୍(PUT), ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC)।

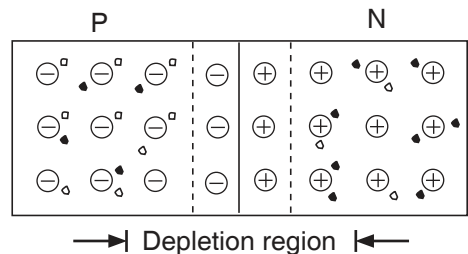
ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥରେ କଣ୍ଡକ୍ଟରତୁଳନାରେ କମ୍ ଏବଂ ଇନସୁଲେଟର ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିବାହକତା ଅଛି। ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତିର ପ୍ରୟୋଗ ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ପରିବାହକତା ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ। ଶୁଦ୍ଧ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥକୁ ଇନ୍ଟ୍ରିନସିକ୍ (Intrinsic) ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର କୁହାଯାଏ। ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ଶୁଦ୍ଧ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ସିଲିକନ୍ (Si) ଏବଂ ଜର୍ମାନିୟମ୍ (Ge)। ପରିବାହକତା ରେ ଉନ୍ନତ ଆଣିବା ପାଇଁ ଅର୍ଥାତ୍ ମୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବାହକ କୁ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ, ଇନ୍ଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ଅଶୁଦ୍ଧତା ମିଶାଯାଏ। ଇନ୍ଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ଅଶୁଦ୍ଧତା ଯୋଗ କରିବାର ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଡୋପିଂ କୁହାଯାଏ। ଡୋପିଂ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେତୁ ଇନ୍ଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଅଶୁଦ୍ଧ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ପରିଣତ ହୁଏ। ଏହି ଅଶୁଦ୍ଧ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥକୁ ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର କୁହାଯାଏ। ଇନ୍ଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରରେ ମିଶାଯାଇଥିବା ଅଶୁଦ୍ଧତା ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର, ପି ପ୍ରକାର (P-type) ଏବଂ ଏନ ପ୍ରକାର (N-type)। ଏହି ଦୁଇଟି ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ବ୍ୟବହାର କରି ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନମାନ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ। ପି ପ୍ରକାର ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପାଇବା ପାଇଁ ଟ୍ରାଇଭାଲେଣ୍ଟ ଇମ୍ପୁରିଟି ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଏନ ପ୍ରକାର ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପାଇବା ପାଇଁ ପେଣ୍ଟାଭାଲେଣ୍ଟ ଇମ୍ପୁରିଟି ପଦାର୍ଥ ମିଶାଯାଏ। ପି ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥରେ 'ହୋଲ୍' (Hole) ମୁଖ୍ୟ ଚାର୍ଜ କ୍ୟାରିଅର୍ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଏନ ପ୍ରକାର ରେ 'ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍' (Electron) ମୁଖ୍ୟ ଚାର୍ଜ କ୍ୟାରିଅର୍ ହୋଇଥାଏ।

### 1.2.2 ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍

ପି ପ୍ରକାର ଏବଂ ଏନ ପ୍ରକାର ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରକୁ ସଂଯୋଗ କରି ଏକ ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ (PN Junction Diode) ଗଠନ କରାଯାଏ | ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଗଠନ ହେବା ମାତ୍ରେ, ଏହା ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଫଳପ୍ରସ୍ତ କରେ :

1. ଜଙ୍କସନ୍ ନିକଟରେ ଥିବା ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳରୁ 'ହୋଲ୍' ଗୁଡ଼ିକ ଏନ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ବିସ୍ତାରିତ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସହିତ ମିଳିତ ହୁଏ। ସେହିଭଳି, ଜଙ୍କସନ୍ ନିକଟରେ ଥିବା ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଏନ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ରୁ ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ଏବଂ 'ହୋଲ୍' ସହିତ ପୁନଃ ମିଳିତ ହୁଏ।
2. ଜଙ୍କସନ୍ ନିକଟରେ ଥିବା ଏହି ପୁନଃ-ମିଶ୍ରଣ ଅଧିକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜାରି ରହେ ନାହିଁ କାରଣ ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳକୁ ବିସ୍ତାର (Diffuse) କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ମାନ ନକାରାତ୍ମକ ଅତଳ ଆୟନମାନଙ୍କ (Ions) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିହତ ହୁଏ ଏବଂ ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳର 'ହୋଲ୍' ଗୁଡ଼ିକ ଏନ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ସକରାତ୍ମକ ଅତଳ ଆୟନମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିହତ ହୁଏ। ତେଣୁ 'ହୋଲ୍' ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପୁନଃମିଶ୍ରଣ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ।
3. ଜଙ୍କସନ୍ ନିକଟରେ ଅଳ୍ପ ପୁନଃ ମିଶ୍ରଣ ହେତୁ, ଜଙ୍କସନ୍ ର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ କୌଣସି ଚାର୍ଜ କ୍ୟାରିଅର୍ ନଥିବା ଏକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ। ଏଥିରେ କେବଳ ନକାରାତ୍ମକ ଏବଂ ସକରାତ୍ମକ ଅତଳ ଆୟନମାନ ଥାନ୍ତି। ଏହି କ୍ଷେତ୍ରଫଳକୁ ଅବକ୍ଷୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (Depletion Region) କିମ୍ବା ଶ୍ୱେତ-ଚାର୍ଜ (Space-charge Region) କୁହାଯାଏ। ଚିତ୍ର 1.10 ଅବକ୍ଷୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହିତ ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ କୁ ଦେଖାଉଛି।

ଗ୍ରହଣକାରୀ (Acceptor) ଏବଂ ପ୍ରଦାନକାରୀ (Donor) ଆୟନ ମଧ୍ୟରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ (Barrier) କୁହାଯାଏ। ପ୍ରତିବନ୍ଧକର ଦୁଇ ପାର୍ଶ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭବ ଅନ୍ତର ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ବିଭବ, ସିଲିକନ୍ (Si) ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ପାଇଁ ପ୍ରାୟ 0.7 V ଏବଂ ଜର୍ମାନିୟମ୍ (Ge) ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ପାଇଁ 0.3V ହୋଇଥାଏ। ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ହେଉଛି ଏକ ଦୁଇ ଚର୍ମିନାଳ ସାଧନ (Device)। ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଚର୍ମିନାଳକୁ ଆନୋଡ୍ (Anode) କୁହାଯାଏ। ଏନ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଚର୍ମିନାଳକୁ କ୍ୟାଥୋଡ୍ (Cathode) କୁହାଯାଏ। ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ଅଛି, ତେଣୁ ସାଧନର ନାମ ଡାୟୋଡ୍ (ଡିଆଇ + ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍) ହୋଇଅଛି। ଏକ ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡର ପ୍ରତୀକ ଚିତ୍ର 1.11ରେ ଦେଖାଯାଇଛି।



ଚିତ୍ର 1.10: ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍

#### 1.2.2.1 ପି-ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ର ପ୍ରତୀକ

ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ଦୁଇଟି ଅବସ୍ଥା କିମ୍ବା ସର୍ତ୍ତ ଯଥା ଫରଖାତ୍ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥା ଏବଂ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ। ଯେତେବେଳେ ଆନୋଡ୍ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ଠାରୁ ଅଧିକ ବିଭବରେ ଥାଏ, ଡାୟୋଡ୍ ଫରଖାତ୍ ବାୟାସ୍ ରେ ଥିବା କୁହାଯାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ବାହ୍ୟ ବ୍ୟାଚେରୀର ସକରାତ୍ମକ(Positive)

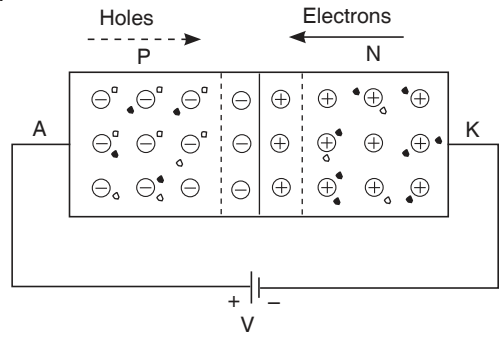


ଚିତ୍ର 1.11: ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡର ପ୍ରତୀକ

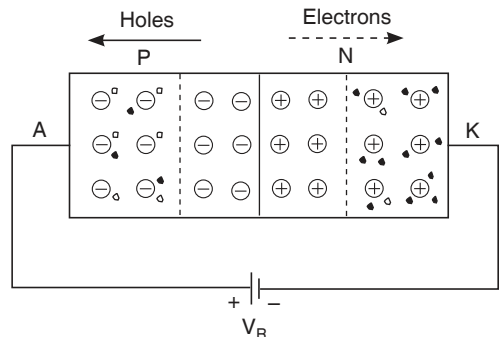
ଚର୍ମିନାଲକୁ ଆନୋଡ୍ ଏବଂ ନକରାତ୍ମକ(Negative) ଚର୍ମିନାଲକୁ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ସହିତ ସଂଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 1.12 ଡାୟୋଡ୍ ର ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ କନେକ୍ସନକୁ ଦେଖାଏ । ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳର 'ହୋଲ୍' ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଚେରୀର ସକରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିହତ ହୁଏ ଏବଂ ଜଙ୍କସନ୍ ଆଡକୁ ଗତି କରେ । ସେହିଭଳି ଏନ୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଆଡକୁ ଗତି କରନ୍ତି । ତେଣୁ ଅବକ୍ଷୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ପ୍ରସ୍ଥ ହୁଏ ପାଏ ।

ପାରମ୍ପାରିକ ସ୍ରୋତର ଦିଗ ହେଉଛି 'ହୋଲ୍' ର ଗତିବିଧିର ଦିଗ, ଅର୍ଥାତ୍ ଆନୋଡ୍ ଠାରୁ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ଯଦି ବ୍ୟାଚେରୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ, ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ସଂଖ୍ୟାଲଘୁ ବାହକ (Minority Carriers) ହେତୁ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବହୁତ କମ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ କରେ ।

ଯେତେବେଳେ ଆନୋଡ୍ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ଠାରୁ (କ୍ୟାଥୋଡ୍ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ନକରାତ୍ମକ) କମ୍ ବିଭବରେ ଥାଏ, ପି-ଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ରେ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ବାହ୍ୟ ବ୍ୟାଚେରୀର ନକରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ ଆନୋଡ୍ ସହିତ ଏବଂ ସକରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ପି କ୍ଷେତ୍ରଫଳର 'ହୋଲ୍'ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଚେରୀର ନକରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ ଆଡକୁ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ ଏବଂ ଏନ୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବ୍ୟାଚେରୀର ସକରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ ଆଡକୁ ଗତି କରେ । ଯେହେତୁ ବାହକମାନେ ଜଙ୍କସନ୍ରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି, ଅବକ୍ଷୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ପ୍ରସ୍ଥ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ତେଣୁ ସଂଖ୍ୟାଗରିଷ୍ଠ ବାହକ ହେତୁ କୌଣସି ସ୍ରୋତ ରହେ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ସଂଖ୍ୟାଲଘୁ ବାହକ ହେତୁ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ଠାରୁ ଆନୋଡ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବହୁତ ଛୋଟ ସ୍ରୋତ ରହେ । ଏହି ବାହକ ସଂଖ୍ୟାରେ ବହୁତ କମ୍ ଥାନ୍ତି ତେଣୁ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟ ବହୁତ କମ୍ ରହେ ।



ଚିତ୍ର 1.12: ଡାୟୋଡ୍-ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍

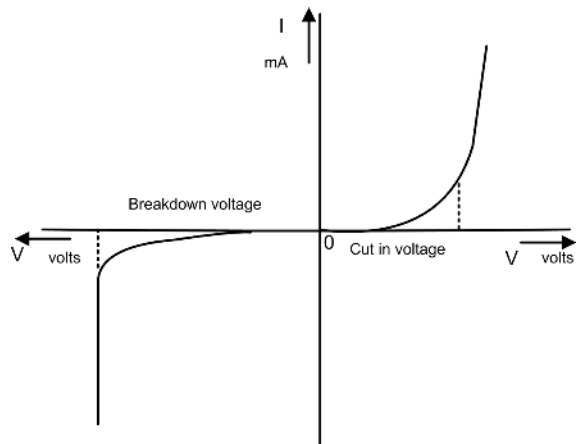


ଚିତ୍ର 1.13: ଡାୟୋଡ୍-ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍

### 1.2.2.2 ଡାୟୋଡ୍‌ର ଲକ୍ଷଣ

ଏକ ସାଧନର ଭିଆଇ ଲକ୍ଷଣ (V-I Characteristics) ଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପାଇଁ ସାଧନର ପ୍ରଚାଳନକୁ ଦେଖାଏ । ଡାୟୋଡ୍ ର ଅଗ୍ରଗାମୀ(Forward) ଏବଂ ଓଲଟା(Reverse) ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 1.14 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।

ଏକ ଡିସି ପରିପଥ (DC circuit) ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଡାୟୋଡ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିରୋଧ ପ୍ରଦାନ କରେ ଯାହାକୁ ଡିସି ପ୍ରତିରୋଧ (DC Resistance) କିମ୍ବା ସ୍ଥିର



ଚିତ୍ର 1.14: ଡାୟୋଡ୍ ଭି ଆଇ ଲକ୍ଷଣ

ପ୍ରତିରୋଧ (Static Resistance) କୁହାଯାଏ । ଏହା ଡାୟୋଡ୍ ପରିବୃତ୍ତରେ ଥିବା ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ଏବଂ ଡାୟୋଡ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଡିସି ସ୍ରୋତ ର ଅନୁପାତ ସହିତ ସମାନ (ସମୀକରଣ 1.7) ।

$$R_F = V/I \quad \dots (1.7)$$

ଡାୟୋଡ୍ ର ଅଗ୍ରଗାମୀ ଲକ୍ଷଣର ପ୍ରକୃତିରୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ ଅଳ୍ପ ଓଫ୍ ର ହୋଇଥାଏ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ଓଲଟା ଲକ୍ଷଣରୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସ୍ରୋତ ବହୁତ ଛୋଟ ତେଣୁ ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ ମେଗା ଓଫ୍ ହୋଇଥାଏ ।

### 1.2.2.3 ଡାୟୋଡ୍ ପାରାମିଟର

ନିମ୍ନଲିଖିତ ମାପକଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ମାତାମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଛି:

- a) ମ୍ୟାକ୍ସିମମ୍ ଫରୱାର୍ଡ କରେନ୍ଟ (IFmax): ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ରେ ଥିବା ସର୍ବାଧିକ ସ୍ରୋତ ଯାହା ଡାୟୋଡ୍ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ସହ୍ୟ କରିପାରିବ ଯାହାର ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱରେ ଡାୟୋଡ୍ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯିବ ।
- b) ପିକ୍ ଇନଭର୍ସ ଭୋଲ୍ଟେଜ (PIV): ସର୍ବାଧିକ ଓଲଟା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ଯାହା ଏକ ଡାୟୋଡ୍ ରେ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ।
- c) ଅଗ୍ରଗାମୀ ଏବଂ ଓଲଟା ସ୍ଥିର ଏବଂ ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ ।
- d) ଜଙ୍କସନ୍ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ।

### 1.2.2.4 ଡାୟୋଡ୍ ପ୍ରୟୋଗ

ପି ଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ହେଉଛି ଏକ ମୌଳିକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପାଦାନ ଯାହା ବିଭିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ପି ଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡର ପ୍ରମୁଖ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି


- 1 ଡାୟୋଡ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଏସି ସଙ୍କେତ (AC signal) କୁ ଡିସି ସଙ୍କେତ (DC Signal) ରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ରେକ୍ଟିଫାୟର୍ (Rectifier) ପରିପଥର ନିର୍ମାଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- 2 ତରଙ୍ଗ ଆକାର ପରିପଥ (Wave Shaping Circuit) ରେ ଡାୟୋଡ୍, ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ କୁ କ୍ଲିପ୍ (Clip) କିମ୍ବା କ୍ଲାମ୍ପ (Clamp) କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- 3 ଡାୟୋଡ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥରେ ଏକ ସ୍ୱିଚିଂ (Switching) ଉପାଦାନ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- 4 ସମସ୍ତ ପ୍ରକାରର ଡିସି ପାଖାର ଯୋଗାଣ, ବ୍ୟାଚେରୀ ଚାର୍ଜିଂ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ଗୁଣକ ଏବଂ ଏଲିମିନେଟର ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ଡାୟୋଡ୍ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଥାଏ ।
- 5 ଯୋଗାଯୋଗ ପ୍ରଣାଳୀ (Communication System)ରେ ସଙ୍କେତ ଡିମୋଡ୍ୟୁଲେସନ୍ (Demodulation) ପାଇଁ ଅର୍ଥାତ୍ ସୂଚନା ସଙ୍କେତ କୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ଏବଂ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ରିସେଟ୍ ପରିପଥ (Reset Circuit) ପାଇଁ ଡାୟୋଡ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

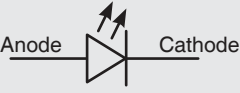
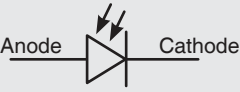
- 6 ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଲେ (Inductive Relay) କିମ୍ବା ମୋଟରର ଡିସି ଶାତୁ୍ୟରେସନ୍ (DC Saturation)କୁ ଏଡାଇବା ପାଇଁ, ଡାୟୋଡ୍‌କୁ ଏମାନଙ୍କ ସହ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ ।

### 1.2.2.5 ଡାୟୋଡ୍‌ର ପ୍ରକାରମାନ

ଯି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍‌ର ପ୍ରଚାଳନ, ଭି ଆଇ ଲକ୍ଷଣ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଡ଼ିକ, ବ୍ୟବହୃତ ସାମଗ୍ରୀ, ଡୋପିଂ ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ବାସ୍ତବିକ ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଟେବୁଲ୍ 1.2 ମୌଳିକ ତିନି ପ୍ରକାରର ଡାୟୋଡ୍‌,ସେମାନଙ୍କର ଲକ୍ଷଣ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ଦେଖାଏ ।

ଟେବୁଲ୍ 1.2: ଡାୟୋଡ୍ ର ପ୍ରକାର

ସିରିୟଲ ନଂ.	ପ୍ରତୀକ ସହିତ ଡାୟୋଡ୍	ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ	ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ
1	ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ସାଧାରଣ ଯି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ତୁଳନାରେ ଡୋପିଂ ଘନତା ବହୁତ ଅଧିକ ।</li> <li>2. ସାଧାରଣତଃ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ରେ ପରିଚାଳିତ ହୁଏ ।</li> <li>3. ଏହା ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ଜେନର୍ ବ୍ରେକଡାଉନ୍ (Zener Breakdown) ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ।</li> <li>4. ଏହା ସିଲିକନ୍ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ।</li> </ol>	ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ନିମ୍ନୋକ୍ତ କାରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ (Regulated DC Power Supply) ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ ନିୟନ୍ତ୍ରିଣ (Voltage regulation) ।</li> <li>2. ମିଟର ସୁରକ୍ଷା ପରିପଥ ।</li> <li>3. ସ୍ୱାଇଚ୍ ଗାର୍ଡ ପରିପଥ ।</li> </ol>

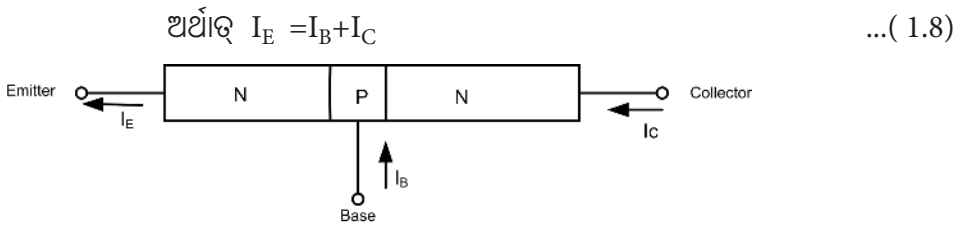
ସିରିୟଲ ନଂ.	ପ୍ରତୀକ ସହିତ ଡାୟୋଡ୍	ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ	ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ
2	<p>ଲାଲ୍ ଏମିଟିଙ୍ଗ୍ ଡାୟୋଡ୍ (ଏଲଇଡି)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସାମଗ୍ରୀ ଯେପରିକି GaAs, GaAsP, GaP, SiC</li> <li>2. ଯେତେବେଳେ ଏହି ଡାୟୋଡ୍ ଫରଣ୍ଡାଟ୍ ବାୟାସ୍ ରେ ଥାଏ ସେତେବେଳେ ଏହା ଆଲୋକ ନିର୍ଗତ କରେ । ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅର୍ଥାତ୍ ନିର୍ଗତ ଆଲୋକର ରଙ୍ଗ ତୋପିଂ ସାମଗ୍ରୀ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।</li> <li>3. ଚାର୍ଜ କ୍ୟାରିଅରର ଇଞ୍ଜେକ୍ସନ ହେତୁ ଆଲୋକ ଶକ୍ତିର ନିର୍ଗମନ ହେଉଛି ଏଲଇଡିର ଏକ ମୌଳିକ କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି ।</li> <li>4. ଏହା ବିଭିନ୍ନ ଆକାରରେ ଉପଲବ୍ଧ ।</li> <li>5. ନିର୍ଗତ ଆଲୋକ ତୀବ୍ରତା ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଆନୁପାତିକ ।</li> </ol>	<p>ଏଲଇଡି ନିମ୍ନୋକ୍ତ କାରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ବିଭିନ୍ନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଉପକରଣ ପାଇଁ ଶକ୍ତି ସୂଚକ ।</li> <li>2. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପକରଣରେ ଏକ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଡିଭାଇସ୍ ଭାବରେ ।</li> <li>3. ସାତଟି ବିଭାଗ ପ୍ରଦର୍ଶନ (Seven Segment Display) ଏବଂ ମ୍ୟାଟ୍ରିକ୍ସ ପ୍ରଦର୍ଶନ ନିର୍ମାଣ କରିବା ।</li> <li>4. ଅପ୍ଟୋ କପଲର୍ (Opto Coupler), ରିମୋଟ୍ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ।</li> <li>5. ଦୂରତା ପରିମାପ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ସମାନ ପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ରପାଇଁ ଆଲୋକ ଉତ୍ସ ।</li> <li>6. ଅପ୍ଟିକାଲ୍ ସୁଇଚିଂ ଏବଂ ଯୋଗାଯୋଗ ସିଷ୍ଟମ୍ ।</li> </ol>
1	<p>ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ବିଶେଷ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସାମଗ୍ରୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।</li> <li>2. ଏହା ଆଲୋକର ଘନତା (Light Intensity) କୁ ସ୍ରୋତରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ।</li> <li>3. ଏହା ସାଧାରଣତଃ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ରେ ପରିଚାଳିତ ହୁଏ ।</li> </ol>	<p>ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍ ନିମ୍ନୋକ୍ତ କାରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ଲାଲ୍ ସେନ୍ସିଂ</li> <li>2. ବର୍ଗଲାର୍ ଆଲାରମ୍ (Burglar Alarm)</li> <li>3. ଅପ୍ଟୋ କପଲର୍</li> <li>4. ସ୍ୱତଃ ଫ୍ଲାସ୍ କ୍ୟାମେରା (Auto Flash Camera)</li> </ol>

### 1.2.3 ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର

ଏକ ବାଇପୋଲାର ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (ବିଜେଟି) ମୂଳତଃ ଏକ ସିଲିକନ୍ କିମ୍ବା ଜର୍ମାନିୟମ୍ କ୍ଷତିକ (Crystal) ଯାହାର ଦୁଇଟି ପି-ଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ରହିଅଛି ଯାହା ଏକ ପି-ଟାଇପ୍ କିମ୍ବା ଏନ-ଟାଇପ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରକୁ ବିପରୀତ ପ୍ରକାରର ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଯୋଡି ମଧ୍ୟରେ ସାଣ୍ଡ଼ୱିଚ୍ (Sandwich) କରି ଗଠନ କରାଯାଇଛି । ବିଜେଟି (BJT) କୁ ସାଧାରଣତଃ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କୁହାଯାଏ । ଏହା ଦୁର୍ବଳ ସଙ୍କେତକୁ ପ୍ରବର୍ଦ୍ଧନ (Amplifying) କରିବାରେ ସକ୍ଷମ । ଏହିପରି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (କିମ୍ବା ବିଜେଟି)ରେ ସ୍ରୋତ ସକରାମ୍ଳ ତଥା ନକାରାମ୍ଳ ପୋଲାରିଟି(Polarity) ଚାର୍ଜ ବାହକ ହେତୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (ବିଜେଟି)କୁ ଏକ ଦ୍ୱିପାକ୍ଷିକ ସାଧନ କୁହାଯାଏ ।

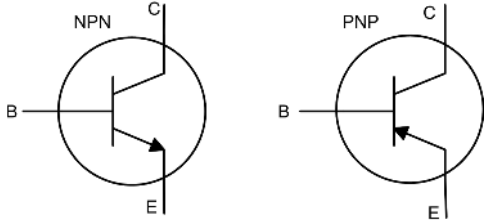
#### 1.2.3.1 ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ନିର୍ମାଣ

ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ହେଉଛି ଏକ ଦୁଇଟି ଜଙ୍କସନ୍, ତିନୋଟି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଏବଂ ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ଥିବା କଠିନ ଅବସ୍ଥା ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (Solid State Semiconductor) ସାଧନ । ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ହେଉଛନ୍ତି ଏମିଟର୍(Emitter), ବେସ୍(Base) ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍(Collector) । ନିର୍ମାଣବିବରଣୀରୁ, ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ହେଉଛି ପିଏନପି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଏବଂ ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର । ଯେତେବେଳେ ଏକ ପି-ଟାଇପ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରର ଏକ ପତଳା ସ୍ତର ଦୁଇଟି ଏନ-ଟାଇପ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ସାଣ୍ଡ଼ୱିଚ୍ କରାଯାଏ, ଏହା ଏକ ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଭାବେ ଜଣାଯାଏ । ଚିତ୍ର 1.15 ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ନିର୍ମାଣବିବରଣୀ ଦେଖାଏ । ବିଜେଟି ରେ ଏମିଟର୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ କଲେକ୍ଟର୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତୁଳନାରେ ବହୁତ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ଡୋପ୍ ହୋଇଥାଏ । କଲେକ୍ଟର୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ବୃହତ୍ ବାସ୍ତବିକ କ୍ଷେତ୍ର (Large Physical Area) ଅଛି ଯେତେବେଳେ କି ବେସ୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର କଲେକ୍ଟର୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତୁଳନାରେ ଡୋପିଂ ଘନତା କମ୍ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ ବିଜେଟିରେ ଏମିଟର୍ ସ୍ରୋତ ସର୍ବଦା ଅଧିକ ରହିଥାଏ । ଏନପିଏନ ପ୍ରକାରର ବିଜେଟି ରେ ଏମିଟର୍ ସ୍ରୋତ ବେସ୍ ରୁ ଏମିଟର୍ କୁ (ବାହ୍ୟ ଦିଗ ଆଡକୁ) ଥାଏ । ଏମିଟର୍ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି କଲେକ୍ଟର୍ ଏବଂ ବେସ୍ ସ୍ରୋତର ସମୁଦ୍ଧ ମିଶ୍ରଣ ।



ଚିତ୍ର 1.15: ଏନପିଏନ ବିଜେଟିର ଗଠନମୂଳକ ଚିତ୍ର

ଚିତ୍ର 1.16 ଏନପିଏନ ଏବଂ ପିଏନପି ବିଜେଟିର ସ୍କିମାଟିକ୍ ପ୍ରତୀକ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.16: ଏନପିଏନ ଏବଂ ପିଏନପି ବିଜେଟିର ସ୍କିମାଟିକ୍ ପ୍ରତୀକ

### 1.2.3.2 ଗ୍ରାହୀତ୍ୱର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ (ଗ୍ରାହୀତ୍ୱର ବିନ୍ୟାସ)

ତିନୋଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏରେ ବିଜେଟି ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ । ବିଜେଟି ପାଇଁ ତିନୋଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ହେଉଛି

1. କମନ୍ ବେସ୍ (ସିବି) କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍
2. କମନ୍ ଏମିଟର୍ (ସିଇ) କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍
3. କମନ୍ କଲେକ୍ଟର୍ (ସିସି) କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍

ଟେବୁଲ୍ 1.3 ତିନୋଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ର ତୁଳନା ଦେଖାଏ । କୌଣସି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ପାଇଁ, ଇନପୁଟ୍ କଲେକ୍ଟର୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ନାହିଁ ଏବଂ କୌଣସି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ରେ, ବେସ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ରୁ ଆଉଟପୁଟ୍ ନିଆଯାଏ ନାହିଁ ।

ଟେବୁଲ୍ 1.3: ଗ୍ରାହୀତ୍ୱର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ର ତୁଳନା

ସିରିୟାଲ୍ ନଂ.	ମାପକଗୁଡ଼ିକ	କମନ୍ ବେସ୍	କମନ୍ ଏମିଟର୍	କମନ୍ କଲେକ୍ଟର୍
1	ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍	ଏମିଟର୍	ବେସ୍	ବେସ୍
2	ଆଉଟପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍	କଲେକ୍ଟର୍	କଲେକ୍ଟର୍	ଏମିଟର୍
3	ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା	ନିମ୍ନ	ମଧ୍ୟମ	ଉଚ୍ଚ
4	ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା	ବହୁତ ଉଚ୍ଚ	ମଧ୍ୟମ	ନିମ୍ନ
5	ସମ୍ପ୍ରତି ଗେନ୍	ପ୍ରାୟ ଏକ	ଉଚ୍ଚ	ବହୁତ ଉଚ୍ଚ
6	ବିଦ୍ୟୁତାପ ଗେନ୍	ଉଚ୍ଚ	ସିବି ଠାରୁ ଅଧିକ	ପ୍ରାୟ ଏକ
7	ପାୱାର୍ ଗେନ୍	ମଧ୍ୟମ	ଉଚ୍ଚ	ନିମ୍ନ
8	ଅର୍ମାଲ୍ ସ୍ଥିରତା	ଉଚ୍ଚ	ନିମ୍ନ	ଉଚ୍ଚ
9	ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ	କମ୍ ଶକ୍ତ ପ୍ରିଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (ଖାଇଡ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡ)	ଏଏଫ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ (AF Voltage) ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍	ପ୍ରତିବାଧା ମେଳକ, ବଫର୍ (Buffer) ।

ବିଜେଟି ହେଉଛି ସ୍ରୋତର ଅପରେଟିଂ ର ଏକ ସକ୍ରିୟ ସାଧନ । ଅନେକ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଗ୍ରାହୀତ୍ୱର ସିଇ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ପରିଚାଳିତ ହୁଏ । ଗ୍ରାହୀତ୍ୱର ଚୟନ କରିବା ସମୟରେ, ଏହାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା (Specification) ବିଚାର କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

**କରେଣ୍ଟ ଗେନ୍ ଆଲଫା ( $\alpha$ ):** ଏକ ଛିର କଲେକ୍ଟର ରୁ ବେସ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $V_{CB}$  ପାଇଁ କଲେକ୍ଟର ସ୍ରୋତ  $I_C$  ର ଏମିଟର ସ୍ରୋତ  $I_E$  ସହ ଅନୁପାତ କୁ ସିବି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନର କରେଣ୍ଟ ଗେନ୍ ଆଲଫା ( $\alpha$ ) କୁହାଯାଏ । ଏହା ସମୀକରଣ 1.9 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଏକ ସମ୍ପର୍କ ଦ୍ଵାରା ଦିଆଯାଇଛି । ଆଲଫାର ମୂଲ୍ୟ ( $\alpha$ ) 0.95 ରୁ 0.998 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହିଥାଏ ।

$$\alpha_{dc} = I_C / I_E \quad \text{-----(1-9)}$$

**କରେଣ୍ଟ ଗେନ୍ ବିଟା ( $\beta$ ):** ଏକ ଛିର କଲେକ୍ଟର ରୁ ଏମିଟର ବିଦ୍ୟୁତାପ  $V_{CE}$  ପାଇଁ କଲେକ୍ଟର ସ୍ରୋତ  $I_C$  ର ବେସ୍ ସ୍ରୋତ  $I_B$  ସହ ଅନୁପାତକୁ ସିଲ୍ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନର କରେଣ୍ଟ ଗେନ୍ ବିଟା ( $\beta$ ) କୁହାଯାଏ । ଏହା ସମୀକରଣ 1.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଏକ ସମ୍ପର୍କ ଦ୍ଵାରା ଦିଆଯାଇଛି । ବିଟାର ମୂଲ୍ୟ ( $\beta$ ) 20 ରୁ 250 ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ ।

$$\beta_{dc} = I_C / I_B \quad \text{...(1-10)}$$

ସମୀକରଣ 1.8, 1.9 ଏବଂ 1.10 ରୁ,  $\alpha$  ଏବଂ  $\beta$  ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

$$\alpha = \beta / (1 + \beta) \quad \text{...(1-11)}$$

$$\beta = \alpha / (1 - \alpha) \quad \text{...(1-12)}$$

**ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା:**

1. ସର୍ବାଧିକ କଲେକ୍ଟର-ରୁ-ଏମିଟର ବିଦ୍ୟୁତାପ, ଭିସିଇ (ସର୍ବାଧିକ) / Collector to Emitter Voltage,  $V_{CE(max)}$
2. ସର୍ବାଧିକ କଲେକ୍ଟର ସ୍ରୋତ, ଆଇସି (ସର୍ବାଧିକ) / Collector Current,  $I_{C(max)}$
3. କଲେକ୍ଟର-ରୁ- ଏମିଟର କର୍ ଅଫ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ଭିସିଇଓ ( $V_{CEO}$ )
4. କଲେକ୍ଟର କର୍ ଅଫ୍ ସ୍ରୋତ, ଆଇସିଇଓ ( $I_{CEO}$ )
5. କଲେକ୍ଟର-ରୁ- ଏମିଟର ବ୍ରେକ୍ ଡାଉନ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ବିଭିସିବିଓ ( $BV_{CBO}$ )
6. ସର୍ବାଧିକ କଲେକ୍ଟର ଡିସିପେସନ୍, ପିଡି ( $P_D$ )
7. କଲେକ୍ଟର ସାତୁରେସନ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ଭିସିଇ(ସାଟ୍) / Collector Saturation Voltage,  $V_{CE(sat)}$
8. ଡିସି ସ୍ରୋତ ଗେନ୍ (ଏଚ୍ଏଫ୍‌ଇ) / DC Current Gain ( $h_{FE}$ )

**1.2.3.3 ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ପ୍ରୟୋଗ**

ତିନୋଟି ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏରେ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ । ବିଜେଟି ପାଇଁ ତିନୋଟି ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍ ହେଉଛି 1) କଟଅଫ୍ ଅବସ୍ଥା 2)ସକ୍ରିୟ ଅବସ୍ଥା 3) ସାତୁରେସନ୍ ଅବସ୍ଥା । **ଟେବୁଲ 1.4** ତିନୋଟି ଅପରେଟିଂ ଅବସ୍ଥା ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏରେ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଚଳାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଜଳ୍ପସନ୍ ବାୟାସ୍ କୁ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ବିବରଣ କରେ ।

ଟେବୁଲ୍ 1.4: ଅପରେଟିଂ ଅବସ୍ଥା ଏବଂ ଜଳସନ୍ଦ ବାୟାସିଂ

ସିରିୟାଲ ନଂ.	ଅପରେଟିଂ ଅବସ୍ଥା	ବେସ୍ ଏମିଟର୍ ଜଳସନ୍ଦ	ବେସ୍ କଲେକ୍ଟର ଜଳସନ୍ଦ	ପ୍ରୟୋଗ
1	କଟ୍ ଅଫ୍ ଅବସ୍ଥା	ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍	ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍	--
2	ସକ୍ରିୟ ଅବସ୍ଥା	ଫରୱାର୍ଡ୍ ବାୟାସ୍	ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍	ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍
3	ସାର୍ତ୍ତୁରେସନ୍ ଅବସ୍ଥା	ଫରୱାର୍ଡ୍ ବାୟାସ୍	ଫରୱାର୍ଡ୍ ବାୟାସ୍	ସୁଇଚ୍ କରିବା

ଗ୍ରାନ୍ଦ୍ରିଷ୍ଟର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମସ୍ତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟାପକ ପ୍ରୟୋଗ ଅଛି । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପରିପଥ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ର ଆୟାମ (ଆୟାମ) କୁ ବଢାଇଥାଏ ।

1. ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍
2. ଟାଇମର୍ ଏବଂ ସମୟ ବିଳମ୍ବ ପରିପଥ (Time Delay Circuit)
3. ସୁଇଚିଂ ପରିପଥ
4. ସିଲେକ୍ଟର୍
5. ମଲ୍ଟିଭାଇବ୍ରେଟର
6. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସୁଇଚ୍
7. କ୍ଲିପିଂ ପରିପଥରେ ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ
8. ମଡ୍ୟୁଲେଟର
9. ଡିଟେକ୍ଟର୍ (କିମ୍ବା ଡିମଡ୍ୟୁଲେଟର୍)
10. ଲଜିକ୍ ପରିପଥ

### 1.2.4 ଏଫଇଟି

ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (ଏଫଇଟି) ହେଉଛି ଏକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର କଠିନ ଅବସ୍ଥା (Solid State) ସକ୍ରିୟ ଉପକରଣ (Active Device) । ଏହା ହେଉଛି ୟୁନି-ପୋଲାର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ଏକ ଉଦାହରଣ । ଏଫଇଟି ରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହେତୁ କିମ୍ବା 'ହୋଲ୍' ହେତୁ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ଏହାର ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତକୁ, ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ଅର୍ଥାତ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରେ ତେଣୁ ଏହାକୁ ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କୁହାଯାଏ ।

#### 1.2.4.1 ଏଫଇଟି ନିର୍ମାଣ

ମୁଖ୍ୟତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ ଅଛି, ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ଜଳସନ୍ଦ ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ (ଜେଏଫଇଟି) ଏବଂ ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ (ଏମଓଏସଏଫଇଟି) । ଜେଏଫଇଟି ଏକ ଏନ ଚ୍ୟାନେଲ କିମ୍ବା ପି ଚ୍ୟାନେଲ ଦ୍ୟାମା ତିଆରି ହୋଇପାରେ । ଏକ ଏନ ଚ୍ୟାନେଲ ଏଫଇଟି ନିର୍ମାଣ ରେ ଗେଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ପି-ଟାଇପ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ପି ଚ୍ୟାନେଲ ଏଫଇଟି ନିର୍ମାଣ ରେ ଏନ-ଟାଇପ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ତିଆରି । **ଚିତ୍ର 1.17** ଏଫଇଟିର ସିମ୍ବୋଲିକ୍ ପ୍ରତୀକକୁ ଦର୍ଶାଉଛି । ଏଫଇଟିର ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ଅଛି: 1) ଉତ୍ସ (Source) 2) ଡ୍ରେନ୍ (Drain) 3) ଗେଟ୍ (Gate) । ଉତ୍ସ ଏବଂ ଡ୍ରେନ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଚ୍ୟାନେଲ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ । ଚ୍ୟାନେଲ୍ ଅସମାନ ଭାବରେ ଡୋପ୍ ହୋଇଥାଏ । ଏକ ଚ୍ୟାନେଲର ଉତ୍ସ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ଡ୍ରେନ୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ତୋପିଂ ହୋଇଥାଏ ।



(କ) ଏନ-ଚ୍ୟାନେଲ ଜେଏଫଇଟି

(ଖ) ପି-ଚ୍ୟାନେଲ ଜେଏଫଇଟି

ଚିତ୍ର 1.17: ଏଫଇଟି ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ

ଏଫଇଟିର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଲକ୍ଷଣ ହେଉଛି ଏହାର ଗଠନ (Fabricate) ପ୍ରାୟତଃ ସରଳ ଏବଂ ଏହା ବିଜେଟି ଅପେକ୍ଷା ଏକ ଟିପ୍ ରେ କମ୍ ସ୍ଥାନ ଦଖଲ କରେ । ଗେଟ୍ ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପ VGS ଚ୍ୟାନେଲ୍ ସ୍ରୋତ କୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରେ । ଏହି ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପାଇଁ ଗେଟ୍-ଉତ୍ସ କୁ ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍ କରାଯାଏ । ତେଣୁ ଚ୍ୟାନେଲ୍ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ଅବକ୍ଷୟ ସ୍ତର (Depletion Layer)ର ପ୍ରସ୍ଥ ବିସ୍ତାର ହୁଏ । ଡ୍ରେନ୍-ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟ ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍ ରେ ରହେ । ଚାର୍ଜ୍ ବାହକମାନେ ଉତ୍ସ କ୍ଷେତ୍ରଫଳରୁ ଠେଲି ହୋଇ ଡ୍ରେନ୍ ଆଡକୁ ଅଗ୍ରସର ହୁଅନ୍ତି । ଏହା ଚ୍ୟାନେଲ୍ ସ୍ରୋତ ଗଠନ କରେ । VGS ଯେଉଁଥିରେ ଚ୍ୟାନେଲ୍ ସ୍ରୋତ ଶୂନ୍ ହୋଇଯାଏ ତାହାକୁ ପିଞ୍ଚ ଅଫ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Pinch off Voltage) କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ VGS ଶୂନ୍ ଥାଏ ଚ୍ୟାନେଲ୍ ମାଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ସର୍ବାଧିକ ରହେ । ଏହାକୁ ସାତୁରେସନ୍ ଅବସ୍ଥା ର ଡ୍ରେନ୍ ସ୍ରୋତ IDSS କୁହାଯାଏ ।

### 1.2.4.2 ବିଜେଟି ଏବଂ ଏଫଇଟି ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ପ୍ରଚାଳନ, ନିର୍ମାଣ, ଲକ୍ଷଣ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ସୁବିଧା ଆଧାରରେ ବାଇପୋଲାର ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ ଏବଂ ୟୁନି-ପୋଲାର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ (ଏଫଇଟି)ଙ୍କର ତୁଳନା ଟେବୁଲ୍ 1.5ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଟେବୁଲ୍ 1.5: ବିଜେଟି ଏବଂ ଏଫଇଟି ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ସିରିୟଲ ନଂ.	ବାଇପୋଲାର ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍	ଫିଲ୍ଡ୍ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍
1.	ଏହା ଏକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସାଧନ ଯେଉଁଥିରେ ତିନୋଟି ଟର୍ମିନାଲ୍ ଅଛି ଯାହା ବେସ୍, ଏମିଟର୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର ଭାବରେ ଜଣା ।	ଏଫଇଟି ଏକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସାଧନ ଯାହାର ଗେଟ୍, ଉତ୍ସ ଏବଂ ଡ୍ରେନ୍ ଭାବରେ ତିନୋଟି ଟର୍ମିନାଲ୍ ଅଛି ।

ସିରିୟଲ ନଂ.	ବାଇପୋଲାର ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର	ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର
2.	ସ୍ରୋତ ର ପ୍ରବାହ 'ହୋଲ୍' ଏବଂ 'ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍' ହେତୁ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ, ଏହା ଏକ ବାଇପୋଲାର ସାଧନ ।	ସ୍ରୋତ ର ପ୍ରବାହ 'ହୋଲ୍' କିମ୍ବା 'ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍' ହେତୁ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ, ଏହା ଏକ ୟୁନିପୋଲାର ସାଧନ ।
3.	ବିଜେଟି ହେଉଛି ଏକ ସ୍ରୋତ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ସାଧନ ।	ଏଫଇଟି ହେଉଛି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ସାଧନ ।
4.	ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟ ସଂଖ୍ୟାଗରିଷ୍ଟ ଏବଂ ସଂଖ୍ୟାଲଘୁ ବାହକଙ୍କ ପ୍ରବାହ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।	ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟ କେବଳ ସଂଖ୍ୟାଗରିଷ୍ଟ ବାହକଙ୍କ ପ୍ରବାହ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
5.	ବିଜେଟିର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ କମ୍ ।	ଏଫଇଟିର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଅଧିକ ।
6.	ସାଧନ ଟି ରବପୂର୍ଣ୍ଣ (Noisy) ଅଟେ ।	ଏହା ବାଇପୋଲାର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ତୁଳନାରେ କମ୍ ରବପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଟେ ।
7.	ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ବିଜେଟି ଅଛି : ଏନ-ପି-ଏନ ଏବଂ ପି-ଏନ-ପି ।	ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଏଫଇଟି ଅଛି : ଏନ-ଟ୍ୟାନେଲ ଏବଂ ପି-ଟ୍ୟାନେଲ ।
8.	ବିଜେଟି ର ନିର୍ମାଣ କଷ୍ଟକର ଏବଂ ଏହା ଅଧିକ ସ୍ଥାନ ଦଖଲ କରେ ।	ଏଫଇଟି ଗଠନ କରିବା ସରଳ ଏବଂ ଏହା କମ୍ ସ୍ଥାନ ଦଖଲ କରେ ।
9.	ବିଜେଟି ପରିପଥ ଉଚ୍ଚ ଗେନ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଓସାର (Band Width) ଉପାଦ ଦେଇଥାଏ ।	ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ଗେନ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଓସାର (Band Width) ଉପାଦ ଦେଇଥାଏ ।
10.	ଏମିଟର୍-ବେସ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଫରଣ୍ଡାଣ୍ଟ ବାୟାସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର-ବେସ୍ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ଅଟେ ।	ଗେଟ୍-ଉସ୍ ଏବଂ ଡ୍ରେନ୍-ଉସ୍ ଉଭୟ ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ । ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ଭାବରେ ଉସ୍ କ୍ଷେତ୍ର ଫରଣ୍ଡାଣ୍ଟ ବାୟାସ୍ ରେ ରହେ ।
11.	ଏହାର ଖରାପ ଥର୍ମାଲ୍ ସ୍ଥିରତା (Thermal Stability) ଅଛି ।	ଏହାର ଉତ୍ତମ ଥର୍ମାଲ୍ ସ୍ଥିରତା ଅଛି ।
12.	ବିଜେଟିକୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ରେଜିଷ୍ଟର ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ।	ଏଫଇଟି ସହଜରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ରେଜିଷ୍ଟର ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ ।

### 1.2.4.3 ଏଫଇଟିର ପ୍ରୟୋଗ

ରୈଖିକ ପ୍ରୟୋଗ (Linear Application) ପାଇଁ ଏହାର ଆଉଟପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣ(Output Characteristics) ର ଅନବରତ ସ୍ରୋତର ଅଞ୍ଚଳ (Constant Current Region) ରେ ଏଫଇଟି ପରିଚାଳିତ ହୁଏ । ଏଫଇଟି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ରେଜିଷ୍ଟର (Voltage Variable Resistor) କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିର୍ଭରଶୀଳ ରେଜିଷ୍ଟର(Voltage Dependent Resistor) ଭାବରେ ଉପଯୋଗୀ । ଏହାକୁ ସକ୍ରିୟ ଲୋଡ଼ କୁହାଯାଏ । ଅନେକ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ପ୍ରୟୋଗ ରେ ଏଫଇଟି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେପରିକି:

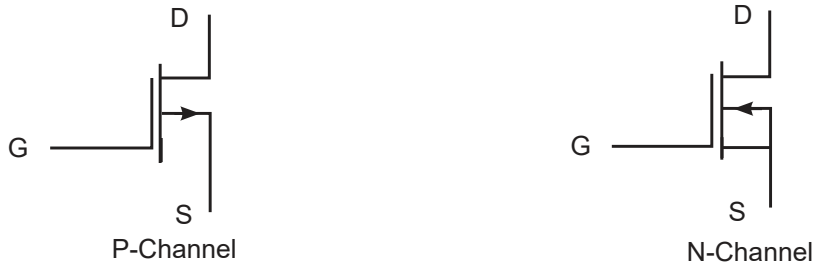
- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. ଆରଏଫ (RF) ଏବଂ ଏଏଫ(AF) ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ | 5. ଯୋଗାଯୋଗ ରିସିଭର                                |
| 2. ଦୋଳିତ୍ର (Oscillator)               | 6. ଟିଭି (TV) ର ସଙ୍କେତ ମିଶ୍ର (Signal Mixer) ପରିପଥ |
| 3. ସୁଇଚିଂ ପରିପଥ (Switching Circuit)   | 7. ମେମୋରୀ ସାଧନ (Memory Devices)                  |
| 4. ମାପକ ଯନ୍ତ୍ରରେ ବଫର୍                 | 8. ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ                                |

### 1.2.5 ଏମ୍ଓଏସ୍ ସାଧନ (MOS Devices)

ଇନସୁଲେଟେଡ୍ ଗେଟ୍ ଫିଲ୍ଡ୍ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରକୁ ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଫିଲ୍ଡ୍ ଇଫେକ୍ଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟି) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ଗେଟ୍ ଏବଂ ଚ୍ୟାନେଲ୍ ମଧ୍ୟରେ  $SiO_2$  ର ଇନସୁଲେସନ୍ ସ୍ତର ଅଛି । ତେଣୁ ଏହା ଏଫଇଟି ଅପେକ୍ଷା ବହୁତ ଅଧିକ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ପ୍ରଦାନ କରେ ।

#### 1.2.5.1 ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟିର ପ୍ରକାରମାନ (Types of MOSFET)

ନିର୍ମାଣର ବିବରଣୀରୁ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟି ହେଉଛି 1) ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟି (Depletion Type MOSFET) 2) ବୃଦ୍ଧି ପ୍ରକାର ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟି (Enhancement Type MOSFET) । ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ଏମ୍ଓଏସ୍ଏଫଇଟି(ମୋସଫେଟ୍)ର ଏକ ବାସ୍ତବିକ ଚ୍ୟାନେଲ୍, ଇନସୁଲେଟେଡ୍ ଗେଟ୍ ଏବଂ ସବଷ୍ଟ୍ରେଟ୍ (Substrate) ଅଛି । ଏଥିରେ ଚାରୋଟି ଟର୍ମିନାଲ୍ ଅଛି ଯଥା ଉତ୍ସ, ଡ୍ରେନ୍, ଗେଟ୍ ଏବଂ ସବଷ୍ଟ୍ରେଟ୍ । ସବଷ୍ଟ୍ରେଟ୍ ସାଧନର ଶାରୀରିକ ଅଂଶକୁ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଛି । ଚ୍ୟାନେଲର ପ୍ରକାର ଅନୁଯାୟୀ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଅବକ୍ଷୟ ମୋସଫେଟ୍ ହେଉଛି 1) ଏନ୍ ଚ୍ୟାନେଲ୍ ଅବକ୍ଷୟ ମୋସଫେଟ୍ 2) ପି ଚ୍ୟାନେଲ୍ ଅବକ୍ଷୟ ମୋସଫେଟ୍ । ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍ କୁ ସାଧାରଣତଃ ଅନ୍ ମୋସଫେଟ୍ (Normally ON MOSFET) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍ ର ଦୁଇଟି ପ୍ରଚାଳନ ମୋଡ୍ (Mode) ହେଉଛି 1) ଅବକ୍ଷୟ ମୋଡ୍ 2) ବୃଦ୍ଧି ମୋଡ୍ । ଅବକ୍ଷୟ ମୋଡ୍ ରେ ଗେଟ୍ କୁ ନକାରାତ୍ମକ ବିଭବରେ ରଖାଯାଏ । ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍ କୁ ବୃଦ୍ଧି ମୋଡ୍ ରେ ପରିଚାଳନା କରିବାକୁହେଲେ, ଗେଟ୍ ସକରାତ୍ମକ ବିଭବରେ ରଖାଯାଏ । ଚିତ୍ର 1.18 ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍ ର ପରିପଥ ପ୍ରତୀକକୁ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.18: ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍

ବୃଦ୍ଧି ପ୍ରକାର ଏମଓଏସଏଫଇଟିର ସଞ୍ଚାଳନର କୌଣସି ଅବକ୍ଷୟ ମୋଡ୍ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହା କେବଳ ବୃଦ୍ଧି ମୋଡ୍ରେ ହିଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଏନ ଚ୍ୟାନେଲ ମୋସଫେଟ୍ ଏବଂ ପି ଚ୍ୟାନେଲ ମୋସଫେଟ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଏନଏମଓଏସ (NMOS) ଏବଂ ପିଏମଓଏସ (PMOS) ସାଧନ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା । ଚିତ୍ର 1.19 ବୃଦ୍ଧି ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍ ର ପରିପଥ ପ୍ରତୀକକୁ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.19: ବୃଦ୍ଧି ପ୍ରକାର ମୋସଫେଟ୍

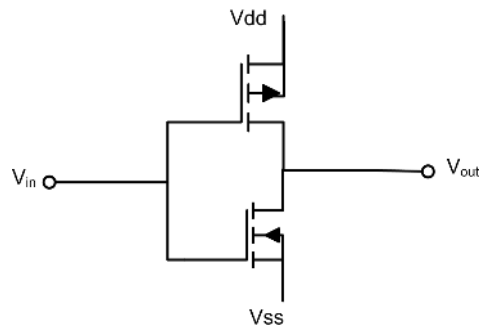
### 1.2.5.2 ମୋସଫେଟ୍ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

ମୋସଫେଟ୍‌ର କିଛି ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ଏହିପରି ଅଟେ :

1. ଉଚ୍ଚ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସୁଇଚିଂ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ
2. ଗ୍ରାହ୍ୟ ସିଷ୍ଟମ୍
3. ଏସି ଭ୍ରାଜିତ୍ୱ
4. ମଲ୍ଟିପ୍ଲେକ୍ସ ଇନଭର୍ଟରସ୍

### 1.2.6 ସିଏମଓଏସ୍ (CMOS)

ପି ଚ୍ୟାନେଲ ମୋସଫେଟ୍ ଏବଂ ଏନ ଚ୍ୟାନେଲ ମୋସଫେଟ୍ ଏକତ୍ର ଭାବରେ କମ୍ପ୍ଲିମେଣ୍ଟାରି ମେଟାଲ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଡିଭାଇସ୍ (ସିଏମଓଏସ୍) ଗଠନ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ସାଧନଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସିଏମଓଏସ୍ ସାଧନ ବ୍ୟବହାର କରି ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍ (Logic Gate), କାଉଣ୍ଟର, ମାଇକ୍ରୋକଣ୍ଟ୍ରୋଲର୍ ଏବଂ ମେମୋରି ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ । ସିଏମଓଏସ୍ ସାଧନଗୁଡ଼ିକ କମ୍ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର ଏବଂ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ପରି



ଚିତ୍ର 1.20: ସିଏମଓଏସ୍ ସାଧନ

ଲକ୍ଷ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଏହି ସାଧନଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରି ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ (Integrated Circuit) ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ । **ଚିତ୍ର 1.20** ସିଏମଓଏସ୍ ସାଧନ ର ଗଠନ ଦେଖାଏ ।

### 1.2.7 ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ଟେବୁଲ 1.6 ପ୍ରମୁଖ ଦିଗଉପରେ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନାକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ।

**ଟେବୁଲ 1.6:** ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ସିରିୟଲ ନଂ.	ମାନଦଣ୍ଡ	ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ	ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ
1.	ଉତ୍ପର ପ୍ରକୃତି	ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପରିପଥରୁ ବଳ କିମ୍ବା ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି ।	ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପରିପଥକୁ ବଳ କିମ୍ବା ଶକ୍ତି ବିତରଣ କିମ୍ବା ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରନ୍ତି ।
2.	ଉଦାହରଣ	ରେଜିଷ୍ଟର, କ୍ୟାପାସିଟର, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଇତ୍ୟାଦି	ଡାୟୋଡ୍, ବିଜେଟି, ଏଫଇଟି, ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ ଇତ୍ୟାଦି ।
3.	ପାୱାର୍ ରେନ୍	ସେମାନେ ପାୱାର୍ ରେନ୍ ଯୋଗାଇବାରେ ଅସମର୍ଥ ।	ସେମାନେ ପାୱାର୍ ରେନ୍ ପ୍ରଦାନ କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ।
4.	ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ	ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ ।	ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିପାରନ୍ତି ।
5.	ବାହ୍ୟ ଉତ୍ପର ଆବଶ୍ୟକତା	ପ୍ରଚାଳନ ପାଇଁ ସେମାନେ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ଉତ୍ପର ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି ନାହିଁ ।	ପ୍ରଚାଳନ ପାଇଁ ସେମାନେ ଏକ ବାହ୍ୟ ଉତ୍ପର ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି ।
6	ଶକ୍ତିର ପ୍ରକୃତି	ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣକାରୀ ।	ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନକାରୀ ।

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

1. ଏହି ଏକକର ଚପିକ୍ ନମ୍ବର 1.1 ଏବଂ 1.2 ଶିଖିବା ପରେ, ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ସକ୍ରିୟ ଏବଂ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନବ୍ୟବହାର କରି ଘରେ ଉପଲକ୍ଷ ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାଜେଟ୍ ଉପରେ ତାଲିକା ଚିହ୍ନଟ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ଉଚିତ୍ ।
2. ପ୍ରମୁଖ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ସକ୍ରିୟ ଏବଂ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ତାଗା ପୁସ୍ତକକୁ ରେଫର୍ କରିବେ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ କିସମର ଦୁଇଟି ଉପାଦାନ ସହିତ ଏକ ଉପସ୍ଥାପନା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବେ ।



ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ବର୍ଗୀକରଣ

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 1.2.1:** ବିଜେଟିରେ ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି  $I_1 = 100 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 93 \text{ mA}$  ଏବଂ  $I_3 = 7 \text{ mA}$  ଚର୍ମିନାଲମାନଙ୍କ ନାମଟିହୁଏ କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ବିଜେଟିର ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ ଅଛି: ଏମିଟର୍, ବେସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍। ଏହି ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରୁ, ଏମିଟର୍ ସ୍ରୋତ ସର୍ବଦା ବୃହତ୍ତମ।

ଦିଆଯାଇଥିବା ତାତାରୁ,  $I_1$  ସବୁଠାରୁ ବଡ଼। ତେଣୁ ଏହି ସ୍ରୋତ ଏମିଟର୍ ଚର୍ମିନାଲ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି।

$$I_E = I_C + I_B$$

$$100 \text{ mA} = 93 \text{ mA} + 7 \text{ mA}$$

ବିଜେଟିରେ, ବେସ୍ ସ୍ରୋତ ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ, ତେଣୁ  $I_3$  ସ୍ରୋତ ବେସ୍ ଚର୍ମିନାଲ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି।

ତେଣୁ,  $I_2$  ସ୍ରୋତ କଲେକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି।

**ଉଦାହରଣ 1.2.2:** ସିବି (CB) ଗ୍ରାହ୍ୟର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ କରେଣ୍ଟ ଗେନ ( $\alpha$ ) କୁ 1 ଠାରୁ କମ୍ ଏବଂ ତା ସହିତ ପ୍ରାୟ ସମାନ ବୋଲି ଯଥାର୍ଥ କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ସିବି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ଏକ ବିଜେଟିର କରେଣ୍ଟ ଗେନ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଏ,

$$\text{କରେଣ୍ଟ ଗେନ} \quad \alpha = I_C / I_E$$

$$I_B = I_C + I_E$$

ଯେହେତୁ  $I_B$  ତୁଳନାରେ  $I_E$  ଠାରୁ ବହୁତ ଛୋଟ, ଚର୍ମି  $I_B / I_E$  ତୁଳନାରେ 1 ଠାରୁ ବହୁତ ଛୋଟ ହେବ। ତେଣୁ କରେଣ୍ଟ ଗେନ  $\alpha$  ର ମୂଲ୍ୟ 1 ଠାରୁ କମ୍ ହେବ।

**ଉଦାହରଣ 1.2.3:** ଯଦି ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟର  $\alpha = 0.9$ , ତେବେ  $\beta$  ଗଣନା କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ଦିଆଯାଇଥିବା ଅନୁସାରେ  $\alpha = 0.9$

$$\beta = \alpha / (1 - \alpha)$$

$$= (0.9) / (1 - 0.9)$$

$$= 9$$

**ଉଦାହରଣ 1.2.4:** ଯଦି  $\beta = 100$ , ଆଲଫା ( $\alpha$ ) ଗଣନା କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ଦିଆଯାଇଥିବା ଅନୁସାରେ  $\beta = 100$

$$\text{କରେଣ୍ଟ ଗେନ} \quad \alpha = \beta / (1 + \beta)$$

$$= 100 / 101$$

$$= 0.99$$

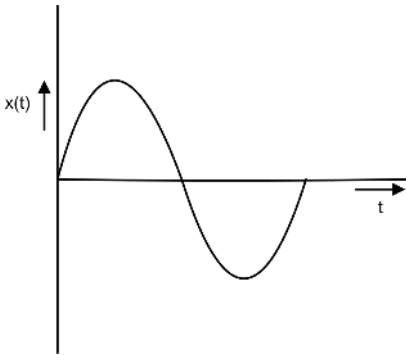
### 1.3 ସଙ୍କେତ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ପାଦନ

#### 1.3.1 ପରିଚୟ

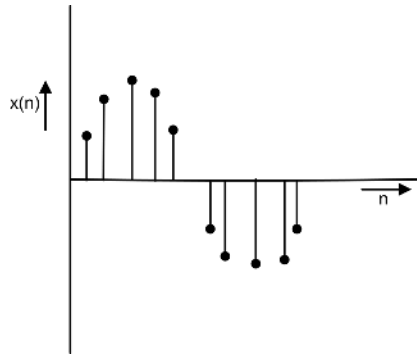
ସଙ୍କେତ ବିଭିନ୍ନ ରୂପର ହୋଇପାରେ ଯେପରିକି ଅତିଷ୍ଠ, ଭିନ୍ନ ଆଲ୍ ଯାହା ସୁଚନା ପ୍ରଦାନ କରେ, ବାସ୍ତବିକ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ପାଇଁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ସଙ୍କେତ ଏବଂ ପାଞ୍ଚାନ୍ ଡେଲିଭରୀ ପାଇଁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ ଆଦି । ସଙ୍କେତ ର ବର୍ଗୀକରଣ ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ, ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ ଏବଂ ବୈଧ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର କୌଣସି ବାସ୍ତବିକ ଲକ୍ଷଣ, ସେମାନଙ୍କର ଗାଣିତିକ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କିମ୍ବା ସେମାନଙ୍କ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ । ନିମ୍ନୋକ୍ତ ବିଷୟଟି ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକର ମୌଳିକ ଧାରଣାକୁ ବୁଝିବା ଉପରେ ବିଶେଷ ଧ୍ୟାନ ଦେବା ସହ ସଙ୍କେତ ର ପ୍ରକାର ଉପରେ ଏକ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସମୀକ୍ଷା ଦେଇଥାଏ ।

#### 1.3.2 ସଙ୍କେତର ବର୍ଗୀକରଣ

ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ ଏବଂ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ । ଏକ ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ ହେଉଛି ତାହା ଯାହାର ଗାଣିତିକ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ସମୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନବରତ ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ, ଯେତେବେଳେ କି ଏକ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର 1.21 ଏବଂ ଚିତ୍ର 1.22 ସାଧାରଣ ନିରନ୍ତର ଏବଂ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.21: ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ



ଚିତ୍ର 1.22: ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତ

ଉପରୋକ୍ତ ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ହୋଇଛି

- (i) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ଏବଂ ଅଣ- ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ
- (ii) ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ଏବଂ ଅଣ- ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ

#### 1.3.3 ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ଏବଂ ଅଣ- ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ

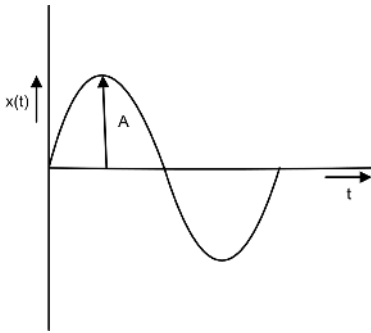
ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ ହେଉଛି ସେହି ସଙ୍କେତ ଯାହାର ପ୍ରକୃତି ଏବଂ ଆୟାମ ଯେକୌଣସି ସମୟରେ ପୂର୍ବାନୁମାନ କରାଯାଇପାରିବ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ ଏବଂ ଏକ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତର ଗାଣିତିକ କାର୍ଯ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି ।

$$x(t) = A \sin \omega t \quad \text{.....(1.13)}$$

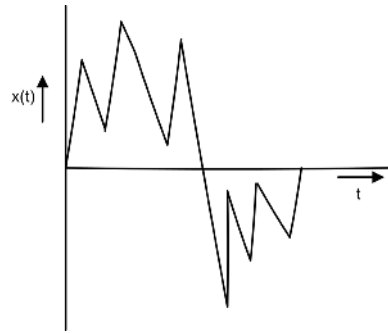
$$x(n) = \begin{cases} 1, & n \leq 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{.....(1.14)}$$

ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣ 1.21 ଦର୍ଶାଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଆୟାମ A ସହିତ ଏକ ସାଇନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଯାହା ସମୟ ସହିତ ସାଇନ୍ୟୁସଲଡାଲି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥିବାବେଳେ ସମୀକରଣ 1.22 ଏକ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ ସଙ୍କେତକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଯୋଉଠି ଆମ୍ଭେ ତୁରନ୍ତ, ସାମ୍ପଲିଙ୍ଗ୍ ମୁହୂର୍ତ୍ତ (Sampling Instant)  $n$  ର ନମୁନା ସହିତ ସମାନ ରହେ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ନମୁନା ପାଇଁ ଶୂନ୍ୟ ରହେ।

ଅଣ-ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ଅନିୟମିତ ସଙ୍କେତ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଯାହାକି ପୂର୍ବାନୁମାନ ପ୍ରକୃତିର ନୁହନ୍ତି । ଏହିପରି ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକର ଢାଞ୍ଚା ଅନିୟମିତ ଏବଂ ସରଳ ଗାଣିତିକ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ତର ସାମଗ୍ରୀରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ର ଗତି ହେତୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଅର୍ମାଲ୍ ରବ (Thermal Noise) । ଚିତ୍ର 1.23 & 1.24 ଏକ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ଏବଂ ଏକ ଅଣ- ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ ଦେଖାଉଛି ।



ଚିତ୍ର 1.23: ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ



ଚିତ୍ର 1.24: ଅଣ-ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ

### 1.3.4 ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ଏବଂ ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ପରେ ଯଦି ଏକ ସଙ୍କେତ ନିଜକୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରେ ତେବେ ତାକୁ ଏକ ନିରନ୍ତର ସମୟ ସଙ୍କେତ ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଙ୍କେତର ଗାଣିତିକ ସମୀକରଣ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ

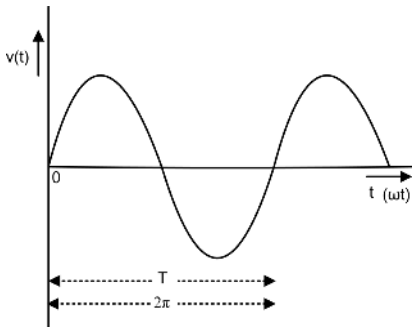
$$x(t) = x(t + T), \quad -\infty < t < \infty \quad \text{----(1-15)}$$

ଯେଉଁଠାରେ T ହେଉଛି ସଙ୍କେତ ର ଅବଧି । T ର ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ମୂଲ୍ୟ ଯାହା ସମୀକରଣ 1.15 କୁ ସନ୍ତୁଷ୍ଟ କରେ ତାକୁ ସଙ୍କେତର ମୌଳିକ ସମୟ ଅବଧି  $T_0$  କୁହାଯାଏ ।

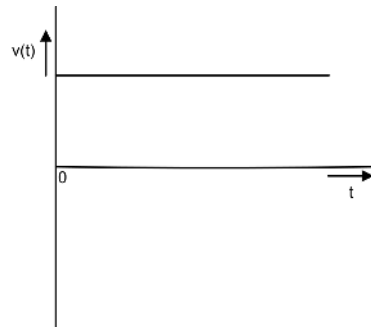
ଏକ ସଙ୍କେତ ଯାହା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ କିମ୍ବା ସଙ୍କେତ ପରେ ନିଜକୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରେ ନାହିଁ ଏବଂ ଯାହା ସମୀକରଣ 1.15 କୁ ସନ୍ତୁଷ୍ଟ କରେ ନାହିଁ ତାକୁ ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା ଅପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ କିମ୍ବା ରେଡିଓ ଷ୍ଟେସନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକ।

### 1.3.5 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ

ଆଜିକା ଦିନରେ ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ଉପକରଣ ପାଇଁ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟାଳୟ କିମ୍ବା ଘରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଦୁଇଟି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । ସବୁଠାରୁ ସାଧାରଣ ବ୍ୟବହୃତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ ହେଉଛି ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ (ଏସି) ସଙ୍କେତ । ସବୁଠାରୁ ମୁଖ୍ୟ ସୁବିଧା ହେଉଛି ଆପେକ୍ଷିକ ସହଜତା ଯାହା ଦ୍ଵାରା ଏହାକୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଏବଂ ବିସ୍ତାର କରାଯାଇପାରିବ, ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷେତ୍ରରୁ ଶେଷ ଗ୍ରାହକଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଙ୍କେତ ର କମ୍ ମୂଲ୍ୟରେ ସଂଚାର ହୋଇପାରିବ ଏବଂ ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଯଦି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଷ୍ଟମରେ କୌଣସି ତ୍ରୁଟି ଘଟେ ତେବେ ଏକ ଏସି ସଙ୍କେତ କୁ ବାଧା ଦେବା (To Interrupt) ସହଜ ଅଟେ । ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ପ୍ରମୁଖ ଭାରୀ କାର୍ଯ୍ୟରତ ଉପକରଣ ଏବଂ ପରିବାରରେ ବ୍ୟବହୃତ ଘରୋଇ ଉପକରଣ ଏସି ସଙ୍କେତ ଦ୍ଵାରା ପରିଚାଳିତ । ସାମ୍ପ୍ରତିକ ବର୍ଷଗୁଡ଼ିକରେ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ପାଦାନର ବିକାଶରେ କରାଯାଇଥିବା ଅଗ୍ରଗତି ସହିତ ଉପକରଣ ଏବଂ ଉପକରଣକୁ ଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ ପାଇଁ ଡିସି ସଙ୍କେତ ର ବର୍ଦ୍ଧିତ ବ୍ୟବହାର ଏକ ବାସ୍ତବତା ହେବାକୁ ଯାଉଛି । ଚିତ୍ର 1.25 ଏବଂ 1.26 ଏକ ଏସି ଏବଂ ଡିସି ସଙ୍କେତ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.25: ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ ସଙ୍କେତ



ଚିତ୍ର 1.26: ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସ୍ରୋତ ସଙ୍କେତ

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ (ଏସି) ହେଉଛି ଏକ ସିନ୍ୟୁସୋଇଡାଲ୍ ସମୟାନୁ-ପରିବର୍ତ୍ତୀତ ସଙ୍କେତ । ଯେପରି ଏହାର ନାମ ସୂଚିତ କରେ, ଏହା ଏକ ସମୟ ଅବଧି  $T$  ରେ ଉଦୟ ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ର ବିଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟର ଏକ ଶ୍ରେଣୀ ଦେଇ ଗତି କରେ, ଯାହା ପରେ ଏହା ଅନବରତ ଭାବରେ ଏକ ଶ୍ରେଣୀ କୁ ସାଇକ୍ଲିକ୍ ଢଙ୍ଗରେ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରେ । ଏହା ପାୱାର ପ୍ଲାଣ୍ଟରେ ଜେନେରେଟର ଦ୍ଵାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ତା'ପରେ ଉତ୍ପାଦିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପର ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରି ମୂଲ୍ୟବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ ଏବଂ ତା'ପରେ ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ୍ ଏବଂ ବିତରଣ ନେଟୱାର୍କ ମାଧ୍ୟମରେ କାରଖାନା ଏବଂ ଆବାସିକ ଘରକୁ ବିତରଣ କରାଯାଏ । ଯେଉଁଠାରେ ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ହ୍ରାସ କରାଯାଏ । ଏକ ଆବାସିକ ପରିବାର ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଆବଶ୍ୟକତା ହେଉଛି 230 V, 50 Hz । ଏକ ଏସି ସଙ୍କେତ ବୁଝିବା ପାଇଁ, ନିମ୍ନଲିଖିତ ସଜାବଳୀ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ।



#### 1.3.5.1 ଅବଧି ଏବଂ ଚକ୍ର (Period and Cycle):

ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ର ଅବଧି ହେଉଛି ସମୟର ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ମୂଲ୍ୟ ଯାହା ବିକଳ୍ପ ପରିମାଣ (Recurring Value) ର ପୁନରାବୃତ୍ତି ମୂଲ୍ୟକୁ ପୃଥକ କରେ । ଏହି ପୁନରାବୃତ୍ତି ମୂଲ୍ୟକୁ ପୃଥକ କରୁଥିବା ସମୟର ଅବଧି  $T$  ଦ୍ଵାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି ଯେପରି ଚିତ୍ର 1.27 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ସଙ୍କେତ

ର ଗୋଟିଏ ସକରାମ୍ବକ ଏବଂ ନକରାମ୍ବକ ମୂଲ୍ୟର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସେଟ୍ କୁ ଏକ ଚକ୍ର (Cycle) କୁହାଯାଏ । ଏକ ଚକ୍ର ମଧ୍ୟ କୋଣୀୟ ବେଗ  $\omega$  ମାଧ୍ୟମରେ ଦେଖାଯାଇଥାଏ ଯେପରିକି ସମୀକରଣ 1.16 ରେ ଯେଉଁଠାରେ ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର କୋଣୀୟ ମାପର  $360^\circ$  କିମ୍ବା  $2\pi$  ରେଡିଆନ୍ ।

$$\omega = 2\pi/T \quad \text{---(1-16)}$$

### 1.3.5.2 ଆବୃତ୍ତି:

ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଚକ୍ର ସଂଖ୍ୟା । ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ମେସିନରେ, ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଚକ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଯେତେବେଳେ ଷ୍ଟାଟରରେ ରଖାଯାଇଥିବା କଣ୍ଡକ୍ତରମାନେ ରୋଟରର ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପରିକ୍ରମଣ ସମୟରେ ମେସିନର ରୋଟରପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଛିର ହୋଇଥିବା ପୋଲର ଯୋଡ଼ିରୁ ଫ୍ଲକ୍ସ ଦ୍ୱାରା କଟାଯାଏ । ଏକ  $p$  ପୋଲ ମେସିନ୍ ପାଇଁ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଚକ୍ର ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି  $p/2$ , ଏବଂ ଯଦି ରୋଟରର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ବେଗ ପରିକ୍ରମଣ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ (Revolution Per Second) ରେ ଥାଏ, ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଚକ୍ରରେ ବାରମ୍ବାରତା ପାଇଁ ସମୀକରଣ କିମ୍ବା ହର୍ଟଜ୍ ହେଉଛି

$$f = np/2 \quad \text{...(1-17)}$$

ଯେହେତୁ ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର ପାଇଁ ସମୟ  $T$  ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରକାଶିତ ହେଉଛି, ଆବୃତ୍ତି ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟ ସମୀକରଣ 1.18 ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

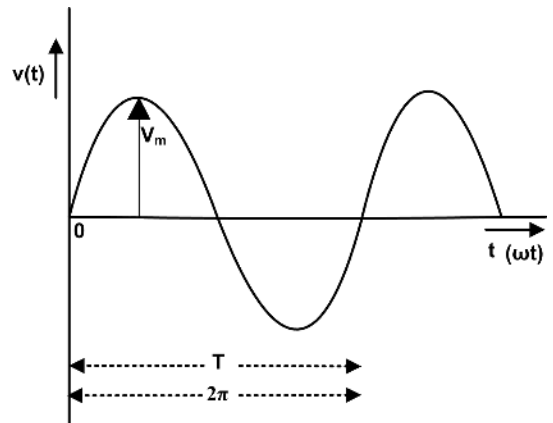
$$f = 1/T \quad \text{...(1.18)}$$

ବ୍ୟବହାରରେ ଥିବା ସବୁଠାରୁ ସାଧାରଣ ପାୱାର ପ୍ଲାଣ୍ଟ ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି 50 Hz ଏବଂ 60 Hz । ଭାରତରେ ଜେନେରେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ବାରମ୍ବାରତା ହେଉଛି 50 Hz, ଯେତେବେଳେ କି ଉତ୍ତର ଆମେରିକା, ୟୁରୋପ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ମହାଦେଶର ଅନେକ ଦେଶରେ, ଆବୃତ୍ତିର ବାରମ୍ବାରତା ହେଉଛି 60 Hz ।

### 1.3.5.3 ତରଙ୍ଗ ରୂପ:

X-ଅକ୍ଷରେ ଥିବା ସମୟ ବିରୁଦ୍ଧରେ, Y-ଅକ୍ଷରେ ଥିବା ତତକ୍ଷଣାତ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତର ଅଙ୍କନ ରୁ ପରିଣତ X-Y ସମତଳ (Plane) ରେ ଥିବା ବକ୍ରର ଆକୃତି ହେଉଛି ଏହାର ତରଙ୍ଗ ରୂପ କିମ୍ବା ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି । X-ଅକ୍ଷରେ ଥିବା ସମୟ ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରକାଶିତ, ତତ୍ ସହିତ ରେଡିଆନ୍ କିମ୍ବା ଡିଗ୍ରୀ ରେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

ସାଧାରଣ ତରଙ୍ଗରେ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ (ଏସି) ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଏକ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ(Sine Wave)କୁ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ତେଣୁ, ଏସି ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଗଣନା ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ଉପରେ ଆଧାରିତ । ଏକ ପ୍ରକୃତ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ଚିତ୍ର 1.27 ଦେଖାଯାଇଛି ଏବଂ ଏହିପରି ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.27: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତାପ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ରୂପ

$$v(t) = V_m \sin \omega t \quad \dots(1-19)$$

କେଉଁଠାରେ  $\omega t$  ରେଡିଆନରେ ପ୍ରକାଶିତ ହେବା ସହିତ ସମୟ କୋଣ(Time Angle) ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା ,  $v$  ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ  $V_m$  ସାଇନ୍‌ସୋଇଡାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ସର୍ବାଧିକ /ଶିଖର ମୂଲ୍ୟ ।

### 1.3.6 ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଉତ୍ସମାନ

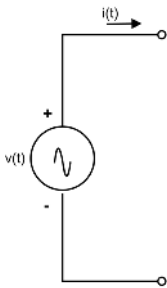
ଏହି ଏକକ ର ବିଷୟ 1.1 ରେ, ତିନୋଟି ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଥିଲା ଯଥା ପ୍ରତିରୋଧକ, ଯାହା ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରେ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଦୁଇଟି ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର, ଯାହା ଏକ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସରୁ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିପାରିବ ଏବଂ ପରେ ଏହି ଶକ୍ତିକୁ ସମାନ ଉତ୍ସକୁ ବିତରଣ କରନ୍ତି । ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସମାନ ଯାହା କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷଣ କରିପାରିବ ତାହାକୁ ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସ କୁହାଯାଏ । ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର ବିଦ୍ୟୁତାପ-ସ୍ରୋତ ଲକ୍ଷଣ (V-I Characteristics) ଅନୁଯାୟୀ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ (Voltage Source) ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ (Current Source) ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ।

### 1.3.7 ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ଅଣ-ଆଦର୍ଶ ଉତ୍ସମାନ

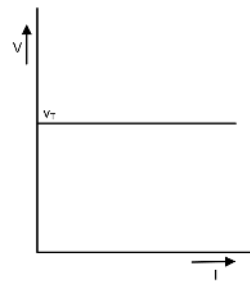
ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତାପ-ସ୍ରୋତ ଲକ୍ଷଣ ଅନୁଯାୟୀ ଆଦର୍ଶ(Ideal) ଏବଂ ଅଣ-ଆଦର୍ଶ(Non-ideal)/ବ୍ୟବହାରିକ(Practical) ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ।

#### 1.3.7.1 ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ:

ଏକ ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ(Ideal Voltage Source) ଏହାର ଆଉଟପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସହିତ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କରେ ଏବଂ ଏହା ଉତ୍ସରୁ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ । ଏକ ଆଦର୍ଶ ସାଇନ୍‌ସୋଇଡାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ଯାହା  $v(t) = V_m \sin \omega t$  ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଛି ତାହାର ପରିପଥ ଏବଂ V-I ଲକ୍ଷଣ ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 1.28 ଏବଂ 1.29 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଯେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $v(t)$  ସକରାତ୍ମକ ଅଟେ ତାହାର ସକରାତ୍ମକ ଅର୍ଦ୍ଧଚକ୍ର (Positive Half Cycle) ସମୟରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ଟର୍ମିନାଲମାନଙ୍କର ସହାୟକ (Reference) ପୋଲାରିଟି + ଏବଂ - ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାଏ ଯେପରି ଚିତ୍ର 1.28 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ଟର୍ମିନାଲର ପ୍ରକୃତ ପୋଲାରିଟିର ଚିହ୍ନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ର ସମୟରେ ଥରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 1.28: ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ

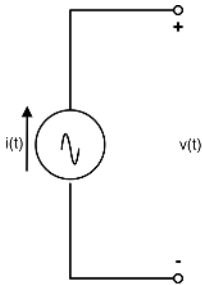


ଚିତ୍ର 1.29: ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ

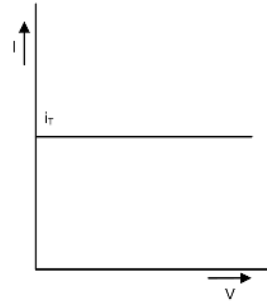
ଏକ ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣରୁ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଯାହା  $v_T$  ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ତାହା ଉତ୍ସରୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ସ୍ରୋତ  $i(t)$  ଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ ଅଟେ, ଯେଉଁଠାରେ  $v_T$  ହେଉଛି ଯେକୌଣସି ସମୟରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ  $v(t)$  ର ମୂଲ୍ୟ।

### 1.3.7.2 ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ:

ଏକ ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ(Ideal Current Source), ଆଉଟପୁଟ୍ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ଏକ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କରେ ଯାହା ସ୍ରୋତର ଉତ୍ସର ଚର୍ଚ୍ଚନାଳରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ । ଏକ ଆଦର୍ଶ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ଯାହା  $i(t) = I_m \sin \omega t$  ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଛି ତାହାର ପରିପଥ ଏବଂ V-I ଲକ୍ଷଣ ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 1.30 ଏବଂ 1.31 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 1.31 ରୁ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଉତ୍ସ ସ୍ରୋତ  $i(t)$  ର ମୂଲ୍ୟ  $i(T)$  ହେବା ସହ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ସ୍ରୋତର ଉତ୍ସର ଚର୍ଚ୍ଚନାଳରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ ।



ଚିତ୍ର 1.30: ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ

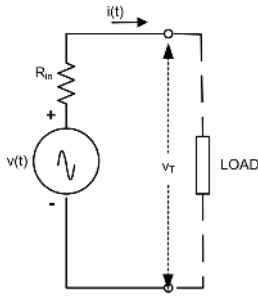


ଚିତ୍ର 1.31: ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ

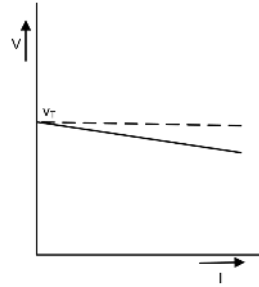
### 1.3.7.3 ଅଣ-ଆଦର୍ଶ କିମ୍ବା ବ୍ୟବହାରିକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ:

ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସରେ (Practical Voltage Source), ଶକ୍ତି ଏକ ରୂପାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ଜେନେରେଟରରେ, ରୂପାନ୍ତର ଯାନ୍ତ୍ରିକରୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିକୁ ହୁଏ । ସେହିଭଳି ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ଉତ୍ସ ପାଇଁ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ରୂପାନ୍ତରଣ ଫଳପ୍ରସ୍ତୁତ କରେ ଶକ୍ତିର କିଛି କ୍ଷତି ଏବଂ ଯାହାର ଦେଖାଶୁଣା ହୁଏ ଏକ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{in}$  କୁ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ଜେନେରେଟର (Voltage Source Generator) ସହିତ ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୋଗ କରି । ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ଚିତ୍ର 1.32 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ଏବଂ ଏହାର V-I ଲକ୍ଷଣ ଚିତ୍ର 1.33 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଏହି V-I ଲକ୍ଷଣରୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $v_T$  ସ୍ରୋତ  $i$  ର ବୃଦ୍ଧି ସହ ହ୍ରାସ ପାଏ । ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ ବିଦ୍ୟୁତାପର ସମୀକରଣ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି

$$v_T = v - iR_{in} \quad \dots(1-20)$$



ଚିତ୍ର 1.32: ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ

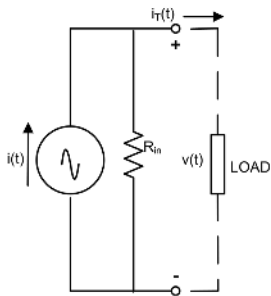


ଚିତ୍ର 1.33: ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ

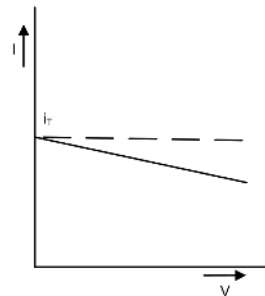
### 1.3.7.4 ଅଣ-ଆଦର୍ଶ କିମ୍ବା ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ:

ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସରେ (Practical Current Source), ଏକ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{in}$  କୁ ସ୍ରୋତ ର ଉତ୍ସ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ କରି କ୍ଷତିକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଏ । ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ ଏବଂ V-I ଲକ୍ଷଣ ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 1.34 ଏବଂ ଚିତ୍ର 1.35 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଏହି V-I ଲକ୍ଷଣରୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଚର୍ମିନାଲ୍ କରେଣ୍ଟ  $i_T$  ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $v$  ର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ହ୍ରାସ ପାଏ । ଚର୍ମିନାଲ୍ ସ୍ରୋତର ସମୀକରଣ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି

ବାଇପୋଲାର୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (BJT) ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଏବଂ ଫଟୋଭୋଲଟାଲିକ୍ କୋଷ (Photovoltaic Cell) ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥମାନ ପ୍ରାୟତଃ ସେମାନଙ୍କର ତୁଲ୍ୟ ପରିପଥ (Equivalent Circuit) ରେ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ବ୍ୟବହାର କରି ବ୍ୟାଖ୍ୟା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 1.34: ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପରିପଥ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ

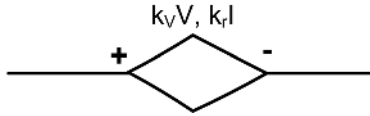


ଚିତ୍ର 1.35: ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର V-I ଲକ୍ଷଣ

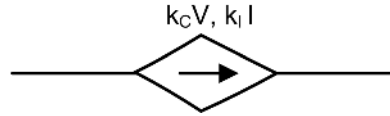
### 1.3.8. ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ

ସ୍ୱାଧୀନ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ତାଙ୍କ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟମାନ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ ଅଟନ୍ତି । ନିର୍ଭରଶୀଳ ଉତ୍ସମାନଙ୍କରେ, ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଉତ୍ସର ଚର୍ମିନାଲ୍ ଚାରିପାଖର ବିଦ୍ୟୁତାପ କିମ୍ବା ଚର୍ମିନାଲ୍ ମଧ୍ୟର ସ୍ରୋତ ପରିପଥରେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ବିଦ୍ୟମାନ ବିଦ୍ୟୁତାପ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କରାଯାଏ । ତଦନୁଯାୟୀ, ନିର୍ଭରଶୀଳ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକୁ (i) ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ (ii) ସ୍ରୋତ ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ (iii) ସ୍ରୋତ ନିର୍ଭରଶୀଳ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ (iv) ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିର୍ଭରଶୀଳ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ

ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି । ନିର୍ଭରଶୀଳ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ର ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 1.36 ଏବଂ 1.37 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।  $k_v$ ,  $k_r$ ,  $k_c$ , ଏବଂ  $k_i$  ପ୍ରକୃତ ସଂଖ୍ୟା, ଯେଉଁଠାରେ  $k_r$ ,  $k_c$  ଯଥାକ୍ରମେ ଗ୍ରାହ-ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ଗ୍ରାହ-କଣ୍ଡକ୍ୱାନ୍ତ ଏବଂ  $k_v$ ,  $k_i$  ଆକାରହୀନ (Dimensionless) ।



ଚିତ୍ର 1.36: ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉତ୍ସର ପ୍ରତୀକ



ଚିତ୍ର 1.37: ନିର୍ଭରଶୀଳ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ପ୍ରତୀକ

### ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

ସେନସରମାନଙ୍କ (Sensors) ରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଆନାଲୋଗ୍ ସଙ୍କେତ (Analog Signal) ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ ପାଇଁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସଙ୍କେତ (Discrete Signal) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଯେପରିକି ଡିଜିଟାଲ୍ ଅର୍ମୋଡିଂଗର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ବ୍ୟକ୍ତିର ତାପମାତ୍ରା ନିରୀକ୍ଷଣ କରିବା, ମୋବାଇଲ୍ ଯୋଗାଯୋଗ (Mobile Communication), ଭିଡିଓ ସ୍ଟ୍ରିମିଂ, ସ୍ମାର୍ଟ୍ ଘଣ୍ଟା ଇତ୍ୟାଦି ବ୍ୟବହାର କରିବା । ସକ୍ରିୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନର ଏକ ଅଂଶ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କାଢ଼ ଘଣ୍ଟାକୁ ଶକ୍ତି ଦେବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ 1.5 V ର ବ୍ୟାଟେରୀ, ଟିଭିର ରିମୋଟ୍ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ଏକକ, ଏୟାର କଣ୍ଡିସନର, ଇତ୍ତ୍ୟଦ୍ ପାଇଁ 12 V ବ୍ୟାଟେରୀ ଏବଂ ଯାନର ଲାଇଟିଂ ସିଷ୍ଟମ୍ ଇତ୍ୟାଦି ସମସ୍ତେ ସକ୍ରିୟ ଡିସି(DC) ଉତ୍ସ । ସେହିଭଳି ଆମମାନଙ୍କ ଘରେ ବ୍ୟବହୃତ ଘରୋଇ ଉପକରଣ ଯେପରିକି ରେଫ୍ରିଜରେଟର, ଖାସିଂ ମେସିନ୍, ଫ୍ଲୋରୋସେଣ୍ଟ ଟ୍ୟୁବ୍ ଆଲୋକ, ସିଲିଂ ଫ୍ୟାନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଉତ୍ସ(Single Phase AC Source) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି ।

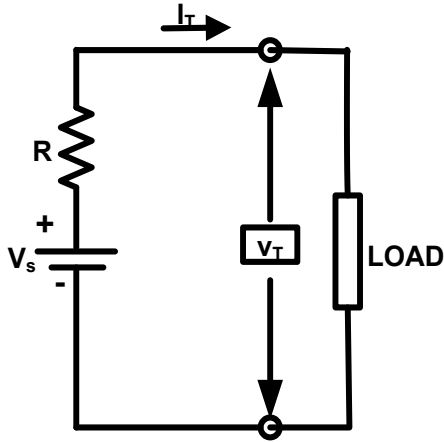
### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

#### ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ମାନେ

1. ନିରନ୍ତର ଏବଂ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସଙ୍କେତ ର ପ୍ରୟୋଗର ତାଲିକାକରନ୍ତୁ ।
2. ଗ୍ୟାଜେଟ୍ ର ଏକ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ, ଯାହା କ୍ରମାଗତ ଏବଂ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସଙ୍କେତ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି ।

### ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 1.3.1:** ଏକ ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉତ୍ସ ଭାବରେ ଏକ ବ୍ୟାଟେରୀ ଉତ୍ସ, ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ ସହିତ ଶ୍ରେଣୀରେ ଥିବା ବେଳେ ଏକ ଲୋଡ୍ (ଯାହାର ଚର୍ମିନାଲସହିତ ସଂଯୋଗ ନିମ୍ନରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି) କୁ ସ୍ରୋତ ପ୍ରଦାନ କରୁଛି । ଚର୍ମିନାଲରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_T$  ହେଉଛି 130 V ଏବଂ ଚର୍ମିନାଲରୁ ଗ୍ରହଣ ହେଉଥିବା ସ୍ରୋତ  $I_T$  ହେଉଛି 10 A । ବର୍ତ୍ତମାନ, ଚର୍ମିନାଲରେ ଥିବା ଭାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ଏବଂ ତଦନୁଯାୟୀ ଚର୍ମିନାଲରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହେଲା 100 V ଏବଂ ଗ୍ରହଣ ହେଉଥିବା ସ୍ରୋତ ହେଲା 25 A । ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉତ୍ସ  $V_s$  ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R$  ର ରେଟିଂ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।  $V$ - $I$  ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।



ସମାଧାନ: ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ଚର୍ମିନାଲ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ରେଜିଷ୍ଟର ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ହେଉଛି |

ସମାଧାନ: ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ଚର୍ମିନାଲ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ରେଜିଷ୍ଟର ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ହେଉଛି |

$$V_T = V_s - I_T R \quad \dots(1.1)$$

ସମୀକରଣ 1.1 ବ୍ୟବହାର କରି ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଲୋଡ୍ ଅବସ୍ଥା ପାଇଁ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ହେଉଛି

$$130 = V_s - 10R \quad \dots(1.2)$$

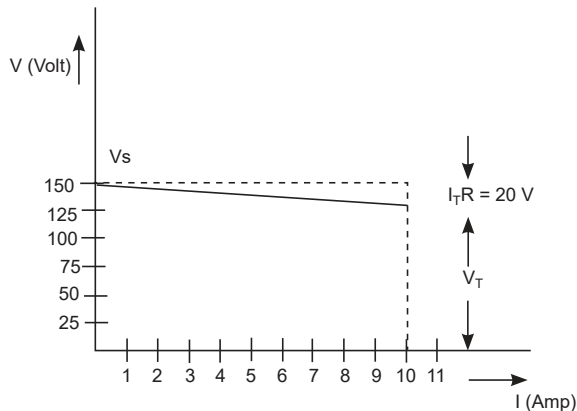
$$\text{ଏବଂ } 100 = V_s - 25R \quad \dots(1.3)$$

ସମୀକରଣ 1.2 ରୁ  $V_s$  ର ମୂଲ୍ୟ କୁ ସମୀକରଣ 1.3 ରେ ପକାଇଲେ,

$$\text{ଶ୍ରେଣୀ ପ୍ରତିରୋଧକ ର ମୂଲ୍ୟ ହେବ } R = 30/15 = 2 \Omega$$

ଶ୍ରେଣୀ ପ୍ରତିରୋଧକ R ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସମୀକରଣ 1.2 ରେ ପକାଇଲେ,

$$\text{ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ମୂଲ୍ୟ ହେବ } V_s = 150 \text{ Volt}$$



**ଉଦାହରଣ 1.3.2:** ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସରେ ଏକ 3 milliamp ର ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ଅଛି ଯାହାର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି 1000 ohm । ଖୋଲା ପରିପଥ ଟର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Open Circuit Terminal Voltage) ଗଣନା କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧକରେ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇଥିବା ପାୱାର୍ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

ସମାଧାନ: ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$i_T = i - \frac{v}{R_{in}} \quad \dots(2-1)$$

ଦିଆଯାଇଥିବା ସମସ୍ୟା ପାଇଁ ଯେହେତୁ କୌଣସି ଲୋଡ୍ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ଟର୍ମିନାଲ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ନାହିଁ, ସ୍ରୋତ  $i_T = 0$  ହେବ । ତେଣୁ ସମୀକରଣ 2.1 ରୁ ପାଳିତ ହେବ  $v = iR_{in}$  ରେ,

ଯେଉଁଠାରେ  $v$  ହେଉଛି ଟର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ।

ସ୍ରୋତ  $i$  ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{(in)}$  ର ମୂଲ୍ୟ ପକାଇଲେ,

ଟର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ମୂଲ୍ୟ ହେବ  $v = 3 \text{ Volt}$

## ଏକକ ସାରାଂଶ

- ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର ପରିପଥ ଉପାଦାନ ତିଆରି କରନ୍ତି ।
- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ଉଭୟ ସକ୍ରିୟ ଏବଂ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି ।
- ପ୍ରତିରୋଧ (R) ହେଉଛି ଏକ ପଦାର୍ଥର ଗୁଣ ଯାହା ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଉଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ପରିପଥରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ସୀମିତ କିମ୍ବା ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ସହିତ ସାଧାରଣତଃ ଏହାର ଆଖପାଖ କିମ୍ବା ପରିପଥର କିଛି ଅଂଶରେ ବିଦ୍ୟୁତାପର ସ୍ତରସ୍ତର କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଚାର୍ଜ (Electric Charge) ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ(Energy Store) କରେ ।
- ଏକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ(Inductor) ହେଉଛି ଏକ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ ଯାହା ତୁମ୍ବୁକୀୟ ଶକ୍ତି ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯେତେବେଳେ ଏଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।
- ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ସକ୍ରିୟ କଠିନ ଅବସ୍ଥା ଉପାଦାନ(Active Solid State Components) ଅଟନ୍ତି ।
- ସମସ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି ।
- ଡାୟୋଡ୍, ବିଜେଟି ଏବଂ ଏଫଇଟି ହେଉଛନ୍ତି ମୌଳିକ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନମାନ ।
- ଡାୟୋଡ୍ ହେଉଛି ଏକ ଏକଦିଗଗତ(Unidirectional) ଉପକରଣ ଯାହା ମୁଖ୍ୟତଃ ରେକ୍ଟିଫିକେସନ୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

- ବିଜେଟି ହେଉଛି ଏକ ସ୍ରୋତ ପ୍ରଚାଳିତ (Current Operating) ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ସାଧନ ଯାହା ମୁଖ୍ୟତଃ ଆର୍ମ୍ଲିଫିକେସନ୍ ଏବଂ ସୁଇଚିଂ ପ୍ରଚାଳନ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ଏଫଇଟି ହେଉଛି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପ୍ରଚାଳିତ ସାଧନ ଯେଉଁଥିରେ ଉଚ୍ଚ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା(High Input Impedance) ଅଛି । ସିଏମଓଏସ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ପିଏମଓଏସ ଏବଂ ଏନଏମଓଏସ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି ।
- ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମାଗତ ସମୟ ସଙ୍କେତ(Continuous Time Signal) ଏବଂ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସଙ୍କେତ(Discrete Signal) ଭାବରେ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ।
- ଘରୋଇ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତକୁ ଏସି(AC) ସଙ୍କେତ ଏବଂ ଡିସି(DC) ସଙ୍କେତ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ।
- ଏସି ଏବଂ ଡିସି ସଙ୍କେତର ଉତ୍ପାଦନ ସେମାନଙ୍କର ବିଦ୍ୟୁତାପ-ସ୍ରୋତ ଲକ୍ଷଣ ଅନୁଯାୟୀ ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରିକ ଉତ୍ପାଦନ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ।
- ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ପାଦନ ଗୁଡ଼ିକ ବିଜେଟି, ଜେଏଫଇଟି ପରି ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ଧାରଣ କରିଥିବା ପରିପଥର ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

## ଅଭ୍ୟାସ

### ଏ-ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

ନିର୍ଦ୍ଦେଶ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ	କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ
1-1	ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁର ପ୍ରତିରୋଧ a. ବୃଦ୍ଧି ପାଏ b. ହ୍ରାସ ପାଏ c. ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ d. ପ୍ରଥମେ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ଏବଂ ତା'ପରେ ହ୍ରାସ ହୁଏ	1-7	ଅପ୍ଲୋ-କପଲର୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଡାୟୋଡ୍ ଯୋଡ଼ି ହେଲେ a. ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ଏବଂ ପିଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ b. ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ଏବଂ ଏଲଇଡି c. ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ଏବଂ ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍ d. ଏଲଇଡି ଏବଂ ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍

କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ	କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ
1-2	<p>କ୍ୟାପାସିଟରର ଦୁଇଟି ପ୍ଲେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଇନସୁଲେଟିଂ ମାଧ୍ୟମ କ'ଣ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।</p> <p>a. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇଟ୍</p> <p>b. ଧାରିତା ମାଧ୍ୟମ</p> <p>c. ପରିବାହୀ ମାଧ୍ୟମ</p> <p>d. ଡାଇଭୈଦ୍ୟୁତିକ</p>	1-8	<p>ଯଦି <math>1.6 \Omega</math> ପ୍ରତିରୋଧର ଏକ ତାରକୁ ଚାରିଟି ସମାନ ଅଂଶରେ କଟାଯାଏ । ଏହି ଚାରୋଟି ଅଂଶକୁ ପରସ୍ପରର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଏକତ୍ର ବସ୍ତୁଲ୍ କରି ଏକ ମୋଟା ତାର ଗଠନ କରାଗଲେ ମୋଟା ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ କେତେ ହେବ</p> <p>a. <math>4 \Omega</math></p> <p>b. <math>1/16 \Omega</math></p> <p>c. <math>1/4 \Omega</math></p> <p>d. <math>16 \Omega</math></p>
1-3	<p>ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ହେଉଛି</p> <p>a. କାର୍ବନ୍</p> <p>b. ସିଲିକନ୍</p> <p>c. ଜର୍ମାନିୟମ୍</p> <p>d. ଗାଲିୟମ୍</p>	1-9	<p>ବିଜେଟିରେ, ଟର୍ମିନାଲର ସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି <math>I_1 = 5mA, I_2 = 95 mA</math> ଏବଂ <math>I_3 = 100 mA</math>, ତା'ପରେ ଉପଯୁକ୍ତ ବିକଳ୍ପ ହେବ</p> <p>a. <math>I_1 = I_B, I_2 = I_C, I_3 = I_E</math></p> <p>b. <math>I_1 = I_B, I_2 = I_E, I_3 = I_C</math></p> <p>c. <math>I_1 = I_C, I_2 = I_B, I_3 = I_E</math></p> <p>d. <math>I_1 = I_E, I_2 = I_C, I_3 = I_B</math></p>

କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ	କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ
1-4	<p>ବିଦ୍ୟୁତାପ ରେଗୁଲେସନ୍ ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ଡାୟୋଡ୍ ଚି ହେଲା</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍</li> <li>ଆଲୋକ ନିର୍ଗତ ଡାୟୋଡ୍</li> <li>ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍</li> <li>ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍</li> </ol>	1-10	<p>ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ, ଯଦି E volt ର ବ୍ୟାଟେରୀରେ କିଛି ସୀମିତ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧ ଥାଏ ଏବଂ ଯଦି ପ୍ରତିରୋଧ R ହ୍ରାସ ହୁଏ ତେବେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପଠନ କ'ଣ ହେବ ।</p> <div data-bbox="856 542 1177 733" data-label="Diagram"> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>ଘିର ରୁହିବ</li> <li>ବୃଦ୍ଧି ପାଇବ</li> <li>ହ୍ରାସ ପାଇବ</li> <li>E ସହିତ ସମାନ ହେବ</li> </ol>
1-5	<p>ସଙ୍କେତ <math>x(t)</math> ଏକ ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଙ୍କେତ ବୋଲି କୁହାଯିବ ଯଦି</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>T</math> ର ସମସ୍ତ ମୂଲ୍ୟ ପାଇଁ ସମୀକରଣ <math>x(t) = x(t+T)</math> ର ଯଥାର୍ଥତା ଥିବ ।</li> <li><math>T</math> ର କେବଳ ଗୋଟିଏ ମୂଲ୍ୟ ପାଇଁ ସମୀକରଣ <math>x(t) = x(t+T)</math> ର ଯଥାର୍ଥତା ଥିବ ।</li> <li><math>T</math> ର କୌଣସି ମୂଲ୍ୟ ବିନା ସମୀକରଣ <math>x(t) = x(t+T)</math> ର ଯଥାର୍ଥତା ଥିବ ।</li> <li><math>T</math> ର କେବଳ ବିଯୋଡ ମୂଲ୍ୟ (odd Value) ପାଇଁ ସମୀକରଣ <math>x(t) = x(t+T)</math> ର ଯଥାର୍ଥତା ଥିବ ।</li> </ol>		

କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ	କ୍ରମିକ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ
1.6	<p>ଏକ ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସରେ ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଦୁଇଙ୍କର ସମ୍ପର୍କ କିପରି ହୋଇପାରେ ।</p> <p>a. ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଠାରୁ ଅଧିକ</p> <p>b. ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସହିତ ସମାନ</p> <p>c. ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସର୍ବଦା ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଠାରୁ କମ୍</p> <p>d. ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ସ ବିଦ୍ୟୁତାପ କୁ ଅତିକ୍ରମ କରିପାରିବ ନାହିଁ</p>		

### ବି- ଦୀର୍ଘ ଉତ୍ତର ମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଯେକୌଣସି ତିନି ପ୍ରକାରର କ୍ୟାପାସିଟର ତାଲିକାକରନ୍ତୁ । ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାରର କ୍ୟାପାସିଟରର ଗୋଟିଏ ପ୍ରୟୋଗ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କାରନ୍ତୁ ।
2. 360 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାରର ପ୍ରତିରୋଧ ହେଉଛି 90Ω । ସମାନ ତାରର କେଉଁ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ 125 Ω ର ପ୍ରତିରୋଧ ରହିବ ?
3. ଏକ ଘରେ 500 ବହୁରଙ୍ଗର(Multi-colored) ବାହ୍ୟ ଆଲୋକ(Outdoor Lights) ର ଏକ ଲମ୍ବା ଷ୍ଟ୍ରିଙ୍ଗ୍ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ପରେ, ଘର ମାଲିକ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛନ୍ତି ଯେ ଦୁଇଟି ବଲ୍‌ବ୍ (Bulb) ଜଳିଯାଇଛି । ବଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୁକ୍ତ ନା ସମାନ୍ତରାଳରେ ସଂଯୁକ୍ତ ?
4. 5 F ,10 F ଏବଂ 15 F ର ତିନୋଟି କ୍ୟାପାସିଟର 100V ର ଯୋଗାଣ ସହ ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ (Equivalent Capacitance) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
5. ବିଦ୍ୟୁତାପ ଅପରେଟିଂ ସାଧନ ର ବାୟାସ୍ (Bias) କରିବା ର ସର୍ତ୍ତାବଳୀ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
6. ଏଫଇଟିର ଦୁଇଟି ପ୍ରୟୋଗ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।
7. ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକତା, ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା, ଥର୍ମାଲ୍ ସ୍ଥିରତା ଏବଂ କମ୍ପ୍ୟୁଟେସନ୍ ଆଧାରରେ ବିଜେଟିକୁ ଏଫଇଟି ସହିତ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।
8. ଜେଏଫଇଟି ତୁଳନାରେ ଏମ୍‌ଏସଏଫଇଟିର ସୁବିଧା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।

9. ରୋଷେଇ ଘର ଏବଂ ଷ୍ଟୋର ରୁମକୁ ଆଲୋକିତ କରିବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ଆଲୋକ ବଲ୍‌ବ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଛି । ଗୋଟିଏ ଆଲୋକ ବଲ୍‌ବ୍ 300mA ର ସ୍ରୋତ ଟାଣେ ଯେତେବେଳେ ଏହାର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ 240V ଥାଏ । ଷ୍ଟୋର ରୁମରେ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଏକ ଆଲୋକ ବଲ୍‌ବ୍ 240mAର ସ୍ରୋତ ଟାଣେ ଯେତେବେଳେ ଏହାର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ 240V ଥାଏ । ଆଲୋକ ବଲ୍‌ବ୍ ଦୁଇର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିରୋଧ କ'ଣ ?
10. ଚୋର ଆଲାରମ (Burglar Alarm) ରେ ଆଲୋକ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଡାୟୋଡ୍ ଉପଯୁକ୍ତ ପରାମର୍ଶ ଦିଅନ୍ତୁ ।
11. 'ବିଜେଟି'ରେ, ଏମିଟର୍ ଟର୍ମିନାଲର ସ୍ରୋତ ସର୍ବାଧିକ ଏହାର ଯଥାର୍ଥତା ପ୍ରତିପାଦନ କରନ୍ତୁ ।
12. କାରଣ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ଯେ 'ଏଫଜିଟିକୁ ଏକ ଏକପୋଲାର (Unipolar) ସାଧନ କୁହାଯାଏ' ।
13.  $\beta$  ର ମୂଲ୍ୟ ଗଣନା କରନ୍ତୁ, ଯଦି  $\alpha$  ର ମୂଲ୍ୟ 0.92 ହୁଏ ।
14. ବିଜେଟି ର ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ଉତ୍ସ ରେ 3 mA ର ଆଦର୍ଶ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ ଅଛି ଯେଉଁଥିରେ 500 ohms ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିରୋଧ ଅଛି । ବ୍ୟବହାରିକ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସର ଟର୍ମିନାଲକୁ 250 ohms ର ଏକ ଲୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଲୋଡ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଏବଂ ଲୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ଶକ୍ତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
15. ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରିକ ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।

## ବ୍ୟବହାରିକ

### 1. I. P7- ES110: ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ

#### P7.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

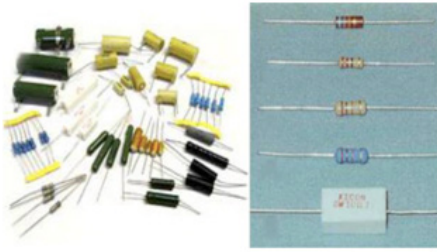
ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

#### P7.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଯେକୌଣସି ପରିପଥ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଉପାଦାନରେ ଗଠିତ । ଏହି ପରୀକ୍ଷଣ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଚିହ୍ନଟର କୌଶଳର ବିକାଶ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ପ୍ରତିରୋଧକ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ପରି ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ବିଚ୍ଛିନ୍ନ କିମ୍ବା ଷ୍ଟୋର୍ କରନ୍ତି । ଏହି ପରୀକ୍ଷଣ, ଚିହ୍ନଟର କୌଶଳ ବିକାଶରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ଯାହା କୌଣସି ପରିପଥ କିମ୍ବା ସାଧନର ତ୍ରୁଟି ଅନୁଷ୍ଠାନ (Troubleshooting) ପାଇଁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଜରୁରୀ ।

#### P7.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.1 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।



ଚିତ୍ର P7.1: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିରୋଧକ ଦେଖାଉଥିବା ପ୍ରତିଛବି

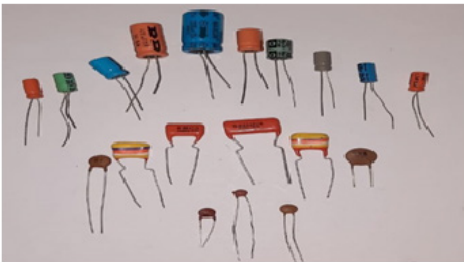


ଚିତ୍ର P7.2: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧକ ଦେଖାଉଥିବା ପ୍ରତିଛବି (ସୌଜନ୍ୟ: ଟେକ୍ନୋଲୋଜି)

**P7.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)**

- ପିଆରଓ1: ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିରୋଧକ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।
- ପିଆରଓ2: ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।
- ପିଆରଓ3: ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର କ୍ୟାପାସିଟର ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

**ପି7.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (କାର୍ଯ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତି)**



ଚିତ୍ର P7.3: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର କ୍ୟାପାସିଟର ଦେଖାଉଥିବା ପ୍ରତିଛବି



ଚିତ୍ର P7.4: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଦେଖାଉଥିବା ପ୍ରତିଛବି

**ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର:** ଛୋଟ ରୂପରେ ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର କିମ୍ବା ପର୍ ରୁଡ୍ରିକ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧକ ଅଟନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ସେମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ଭାବରେ ohms ରେ ଚିହ୍ନିତ ହୁଏ । ଛୋଟ ଟ୍ରାକ୍ ପର୍ ରୁଡ୍ରିକ ଏକ 3-ଅଙ୍କ କୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରିପାରେ ଯେଉଁଠାରେ ପ୍ରଥମ 2 ଅଙ୍କ ହେଉଛନ୍ତି ଉଲ୍ଲେଖନିୟ ଅଙ୍କ, ଏବଂ ତୃତୀୟଟି ହେଉଛି ଗୁଣକ (ଯାହା ମୂଳତଃ ପ୍ରଥମ 2 ଅଙ୍କ ପରେ 0'ର ସଂଖ୍ୟା) ।

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କୋଡ୍ 104=10 ପରେ ପରେ ଅନୁଶରଣ କରୁଥିବା ଚାରୋଟି '0' = 100000 Ohms = 100K Ohms । ସେମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟ ଏକ ଅକ୍ଷର କୋଡ୍ ରହିପାରେ ଯାହା ଚେପର୍ (ଯାହା ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର ର ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ୍ ସହ କେତେ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିରୋଧ ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ) ନାମରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର ଲିନିୟର (ଲିନ୍) କିମ୍ବା ଲଗାରିଦିମିକ୍ (ଲଗ) ଟ୍ରାକ୍ (Track) ସହ ରହିଥାନ୍ତି । ରିନିୟର (Linear) ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର ରେ ଟ୍ରାକ୍ ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ ଏବଂ ଖାଇପର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ ଏକ ନିରନ୍ତର ହାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ ଯେତେବେଳେ ସ୍କାଇଡର୍ (Slider) ଟ୍ରାକ୍ ଉପରେ ଘୁଞ୍ଚାଯାଏ । ଲଗାରିଦିମିକ୍ ପୋଟେନ୍ସିଓମିଟର ରେ, ଟ୍ରାକ୍ ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ ତୁଳନାରେ ଅନ୍ୟ

ମୁଣ୍ଡରେ ପ୍ରତିରୋଧର ପରିବର୍ତ୍ତନ ବହୁତ କମ୍ ରହିଥାଏ । ପରିପଥ ବୋର୍ଡ ଉପରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଏକ "VR" ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

**କ୍ୟାପାସିଟର୍ସ:** ବ୍ୟବହାରିକ କ୍ୟାପାସିଟରର ରୂପ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ, କିନ୍ତୁ ସମସ୍ତଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅତି କମରେ ଦୁଇଟି ବୈଦ୍ୟୁତିକ କଣ୍ଠକୂର ଥାନ୍ତି ଯାହା ଏକ ଡାୟଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ (ଇନସୁଲେଟର) ଦ୍ୱାରା ଅଲଗା ହୋଇଥାନ୍ତି । ବହୁସଂଖ୍ୟାର କ୍ୟାପାସିଟର ଅଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ ମୁଦ୍ରିତ ହୋଇଥାଏ , କେତେକ 3-ଅଙ୍କ କୋଡ୍ ସହିତ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଏବଂ କିଛି ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଏକ ପରିପଥ ବୋର୍ଡରେ "C" ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

**ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ:** ଏକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ, ଯାହାକୁ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ରିଆକ୍ଟର ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ, ତାହା ଏକ କଣ୍ଠକୂର ଅଟେ ଯେପରିକି ଏକ ତାର ଯାହା ସାଧାରଣତଃ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ ଭାବରେ ଗୁଡ଼ାହୋଇଥାଏ । ସେମାନଙ୍କର ଏକକର ମୂଲ୍ୟ ଜାଣିବା ଟିକେ କଷ୍ଟକର ହୋଇପାରେ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେତେକ ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ର ହୋଇଥାନ୍ତି, ଅନ୍ୟଥା ଏଲସିଆର ମିଟର (LCR meter) ପରି ଏକ ଭଲ ମାପନ ଯନ୍ତ୍ର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା (Inductance) ମାପିବାପାଇଁ ଦରକାର ପଡ଼ିପାରେ । ସେଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଏକ ପରିପଥ ବୋର୍ଡରେ "L" ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

### P7.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସମାନ

ସିରିୟଲ୍ ନଂ.	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନ ଧାରଣ କରିଥିବା ନମୁନା ପରିପଥମାନ	1		
2.	ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିରୋଧକ, ପର୍, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର	ମିଶ୍ରିତ		

### P7.7 ସତର୍କତା

- ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ଚିହ୍ନଟକରଣ ପାଇଁ ନିଆଯାଇଥିବା ଯେକୌଣସି ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନକୁ ସଠିକ୍ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯିବ ।
- କାର୍ଯ୍ୟ ଟେବୁଲରେ ପରିଷ୍କାରତା ବଜାୟ ରଖନ୍ତୁ ।
- ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

### P7.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନକୁ ଯତ୍ନ ସହ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ପରିପଥରେ ଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ପ୍ରକାରର ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

### P7.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

ପରିପଥ 1						
ସିରିୟଲ ନଂ.	ପ୍ରତିରୋଧକ ମାନ		ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ମାନ		କ୍ୟାପାସିଟର ମାନ	
	ପ୍ରକାର	ମୂଲ୍ୟ	ପ୍ରକାର	ମୂଲ୍ୟ	ପ୍ରକାର	ମୂଲ୍ୟ
ପରିପଥ 2						

### P7.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

### P7.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

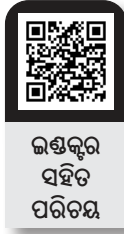
### P7.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳକୁ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଯଦି କୌଣସି ଚତୁର୍ଥ ରଙ୍ଗ ପ୍ରତିରୋଧକ ର ଶରୀରରେ ସୂଚିତ ହୋଇନାହିଁ, ତେବେ ଏହାର ସହନଶୀଳତା (Tolerance) ମୂଲ୍ୟ କୁହନ୍ତୁ ।
2. ପାରମ୍ପାରିକ ଟ୍ୟୁବ୍ ଆଲୋକ(Conventional Tube Lights) ରେ ବ୍ୟବହୃତ ନିଶ୍ଚିତ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚାଲିକାଢ଼ୁକ କରନ୍ତୁ ।

### P7.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



## II. P8- ES110: ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳରେ ପ୍ରତିରୋଧକ

### P8.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଦ୍ରୋପ୍‌ବୋର୍ଡ୍‌ରେ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

### P8.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପକରଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ ସଂଯୋଗମାନ ବହୁତ ସାଧାରଣ ଅଟନ୍ତି । ଫ୍ୟୁଜ୍, ସ୍ୱୟଂଚାଳିତ ଘର ଗରମ କରୁଥିବା ଉପକରଣ(Automatic House Heating Equipment) ଏବଂ ନିରାପତ୍ତ କଟଆଉଟ୍(Safety Cutouts) ଗୁଡ଼ିକ ଉତ୍ତ ସହିତ ଶ୍ରେଣୀ ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ଅଧିକାଂଶ ଉପକରଣମାନ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଉତ୍ତ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି ପରୀକ୍ଷାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ହେଉଛି ମାପନ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରିବା ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବାର କୌଶଳ ବିକଶିତ କରିବା ।

### P8.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକର ବିଭାଗ 1.1.6 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P8.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ପ୍ରତିରୋଧ ମାପିବା ପାଇଁ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିରୋଧକ ମାନେ ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି ସେତେବେଳେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ (Equivalent Resistance) ମାପ କରନ୍ତୁ ।

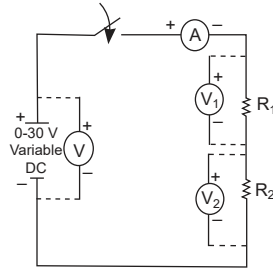
ପିଆରଓ3: ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିରୋଧକ ମାନେ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି ସେତେବେଳେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ4: ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ଯେ ତ୍ରୁଟି (Error) ଗ୍ରହଣୀୟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଅଛି କି ନାହିଁ ।

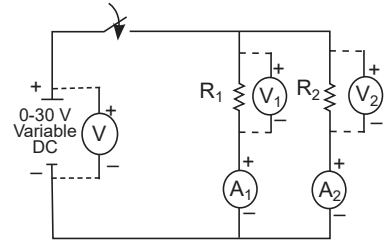
### P8.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P8.1: ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର



ଚିତ୍ର P8.2: ଶ୍ରେଣୀ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର P8.3: ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ

### P8.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 3 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସଟେନ୍ସନ୍ସ (Probes) ସହ	2		
2.	ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ (DC Power Supply): 0-30V, 2A	1		
3.	ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟ $R_1$ ଏବଂ $R_2$ ର ପ୍ରତିରୋଧ	2		
4.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ୍: 5 cm x 17 cm	1		
5.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେପଲନ୍ କୋଟିଂ (0.5 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ.ଏସ୍.		

### P8.7 ସତର୍କତା

- ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ସଂଯୋଜନ ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ (Experimental) ସେଟଅପ୍ ଅନୁଯାୟୀ ହେବା ଉଚିତ୍ ।
- ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟି-ମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- ପରିପଥ ସଂଯୋଜନାଯାଏଳି ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ ।
- ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- ପ୍ରତିରୋଧକ ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ମାପିବା ପାଇଁ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହେଲେ, ଏହା ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେବା ଉଚିତ୍ ।



**ଗଣନା**

R1 ର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ =

R2 ର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ =

ଯେତେବେଳେ R1 ଏବଂ R2 ଶ୍ରେଣୀରେ ଥାଆନ୍ତି ସେତେବେଳେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ =

ଯେତେବେଳେ R1 ଏବଂ R2 ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଥାଆନ୍ତି ସେତେବେଳେ ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ =

**P8.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

$R_1$ ର ମୂଲ୍ୟ	$R_2$ ର ମୂଲ୍ୟ	ପ୍ରତିରୋଧର ଶ୍ରେଣୀ ମିଶ୍ରଣର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ, $R_S$		ପ୍ରତିରୋଧର ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣର ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ, $R_P$	
		ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଭାବରେ	ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବରେ	ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଭାବରେ	ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବରେ
ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବରେ	ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବରେ				

**P8.12 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**P8.13 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଯଦି ପ୍ରତିରୋଧର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ତିନି ଥର ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ, ତେବେ ସ୍ରୋତ କିପରି ପ୍ରଭାବିତ ହେବ?
2. ପ୍ରତିରୋଧକ କିପରି ସଂଯୁକ୍ତ ହେବା ଉଚିତ ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଫଳାଫଳ ପ୍ରତିରୋଧ (Resultant Resistance) ହ୍ରାସ ପାଇବ?

**P8.14 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକ**



**III. P9- ES110: ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳରେ କ୍ୟାପାସିଟର**

**P9.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି**

ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡରେ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ କ୍ୟାପାସିଟରମାନ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

**P9.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ**

ଶିଳ୍ପ ଏବଂ ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗରେ, ସଠିକତା ସହିତ ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସର ପରିମାପ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଏହିପରି ପରିମାପ ମଲ୍ଟିମିଟର କିମ୍ବା ଏଲସିଆର (LCR) ମିଟର ଦ୍ୱାରା କରାଯାଇପାରିବ ।

**P9.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.1.1 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

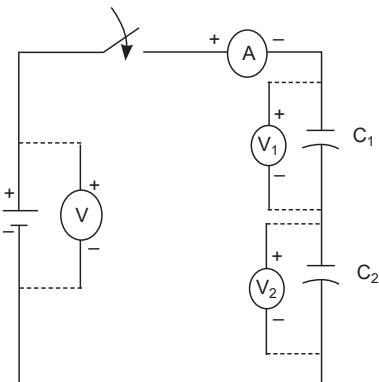
**P9.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)**

ପିଆରଓ1: କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ମାପିବା ପାଇଁ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

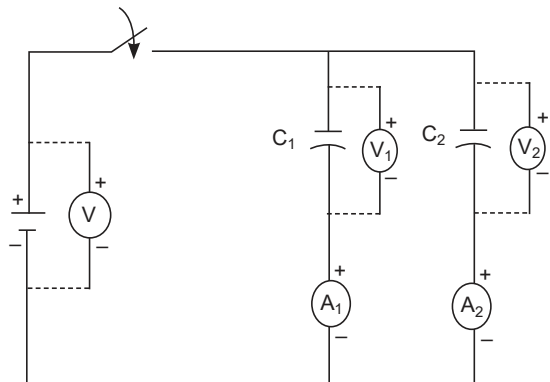
ପିଆରଓ2: ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ମାପ କରନ୍ତୁ ଯେତେବେଳେ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ଶ୍ରେଣୀରେ ସଂଯୋଜିତ ।

ପିଆରଓ3: ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ମାପ କରନ୍ତୁ ଯେତେବେଳେ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୋଜିତ ।

**P9.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର 9.1: କ୍ୟାପାସିଟର ମାନକ ଶ୍ରେଣୀ ମିଶ୍ରଣ



ଚିତ୍ର 9.2: କ୍ୟାପାସିଟର ମାନକ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣ

### P9.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	(ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସଟ୍ରାମାନଙ୍କ ସହ	3		
2.	ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: 0- 30 V, 2A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ଏବଂ ସ୍ତୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ ।	1	1	
3.	ଇଏମଏଫ୍ ଉତ୍ପାଦ: ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ=0-20 V, ଆମ୍ପିୟର=0-1A	1		
4.	ଆମ୍ପିଟର: 0-5 Amps	2		
5.	ମାଇକ୍ରୋ ଫାରାଡରେ ଉପଯୁକ୍ତ କ୍ୟାପାସିଟର	2		
6.	ସଂଯୋଗକାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେଫଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ.ଏସ୍.		

### P9.7 ସତର୍କତା

- ପରିପଥ ସଂଯୋଜନାର ଯାଞ୍ଚ ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମଲ୍ଟିମିଟର ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
- ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାରୀୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ।
- ପରିପଥରେ ସଂଯୋଗ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ସମସ୍ତ କ୍ୟାପାସିଟର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଡିସଚାର୍ଜ ହୋଇଛି କି ନାହିଁ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ।
- ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ପରିପଥ ସ୍ୱର୍ଣ୍ଣ କରିବା ସମୟରେ ଆପଣଙ୍କ ହାତ ଓଦା ହୋଇନାହିଁ।

### P9.8 ପ୍ରସାରିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା

- କଳା ଲିଡ୍ କୁ ମଲ୍ଟି-ମିଟରରେ ଥିବା COM ଟର୍ମିନାଲ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
- ଲାଲ୍ ଲିଡ୍ କୁ ମଲ୍ଟି-ମିଟରରେ ଥିବା Ω ଟର୍ମିନାଲ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
- ପ୍ରାୟ 30 ସେକେଣ୍ଡ ପାଇଁ କ୍ୟାପାସିଟରରେ ଏକ ତାର ଲିଡ୍ ସଂଯୋଗ କରି ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ୟାପାସିଟର ଡିସଚାର୍ଜ (V=0) ହୋଇଛି କି ନାହିଁ ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ।

4. ପରିପଥରେ ସଂଯୋଗ କରିବା ପୂର୍ବରୁ କ୍ୟାପାସିଟର ମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ କୁ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ।
5. ପରିପଥ ଚିତ୍ର P9.2 ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡରେ ମିଟର୍ ସହିତ କ୍ୟାପାସିଟର ମାନକୁ ଶ୍ରେଣୀ ରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
6. ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ମଲ୍ଟିମିଟରର ଏବଂ ଆମିଟର ରିଡିଂକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ୟାପାସିଟର ପାର୍ଶ୍ୱର ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
7. ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।
8. ଶ୍ରେଣୀ ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ (Series Equivalent Capacitance) ର ମୂଲ୍ୟ ବାହାର କାରନ୍ତୁ ।
9. ପରିପଥ ଚିତ୍ର P9.3 ଅନୁଯାୟୀ ମିଟର୍ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ କ୍ୟାପାସିଟର ମାନକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
10. ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ମଲ୍ଟିମିଟର ଏବଂ ଆମିଟର ର ରିଡିଂକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
11. ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।
12. ସମାନ୍ତରାଳ ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ ର ମୂଲ୍ୟ ବାହାର କାରନ୍ତୁ ।
13.  $C_1$  ର ମୂଲ୍ୟ କୁ  $C_1'$  ରେ ଏବଂ  $C_2$  କୁ  $C_2'$  ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସୋପାନ ନମ୍ବର 3 ରୁ 12 କୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଶ୍ରେଣୀ ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ  $C_{TS2}$  ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ତୁଲ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ  $C_{TP2}$  ର ମୂଲ୍ୟ ବାହାର କାରନ୍ତୁ ।

**P9.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା**

1.  $C_1 =$  \_\_\_\_\_  $C_2 =$  \_\_\_\_\_
2.  $C_1' =$  \_\_\_\_\_  $C_2' =$  \_\_\_\_\_

**ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଜନା**

ସିରିୟଲ ନଂ	V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	I
1.				
2.				

ଶ୍ରେଣୀ ସଂଯୋଜନା ପାଇଁ

$$V = V_1 + V_2, \quad \therefore Q/C = Q/C_1 + Q/C_2 \text{ i.e. } 1/C = 1/C_1 + 1/C_2$$

$$C_{TS1} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \dots\dots\dots$$

$$C_{TS2} = \frac{C_1' \times C_2'}{C_1' + C_2'} \dots\dots\dots$$

**ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଜନା**

ସିରିୟାଲ ନଂ	V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	I
1.				
2.				

ସମାନ୍ତରାଳ ସଂଯୋଗ ପାଇଁ

$$V = V_1 = V_2$$

$$Q = C(V_1 + V_2)$$

$$C_{TP1} = C_1 + C_2 = \dots\dots\dots$$

$$C_{TP2} = C_1' + C_2' = \dots\dots\dots$$

**P9.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

**P9.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....  
 .....

**P9.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଆରମ୍ଭରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ୟାପାସିଟରକୁ ଡିସଚାର୍ଜ୍ କରିବାର କାରଣ ଦିଅନ୍ତୁ ।
2. 2 ମାଇକ୍ରୋ ଫାରାଡ୍ ଏବଂ 5 ମାଇକ୍ରୋ ଫାରାଡ୍ ର ଦୁଇଟି କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଅଛି । ତୁଳ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ୍ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ, ଯଦି ସେଗୁଡ଼ିକ ଶ୍ରେଣୀ ଏବଂ ତା'ପରେ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେବେ ।
3. ଯଦି ଆପଣ ଏକ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ୍ ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର ବ୍ୟାଙ୍କରେ ସ୍ଟୋର୍ କରିବାକୁ ଚାହାଁନ୍ତି, ତେବେ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ମାନେ ଶ୍ରେଣୀ କିମ୍ବା ସମାନ୍ତରାଳ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେବା ଉଚିତ୍?

### III. P10- ES110: ସକ୍ରିୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ

#### P10.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

#### P10.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଯେକୌଣସି ପରିପଥ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଉପାଦାନରେ ଗଠିତ । ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥକୁ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇଥାଏ । ଏହି ପରୀକ୍ଷଣ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରିବାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ରଖି, ଯାହା ମୌଳିକ ପରିପଥ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା କିମ୍ବା କୌଣସି ଏକ ପରିପଥ କିମ୍ବା ଡିଭାଇସର ତ୍ରୁଟି ଅନୁଷ୍ଠାନର ଦକ୍ଷତା ବିକାଶ ପାଇଁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଜରୁରୀ ।

#### P10.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

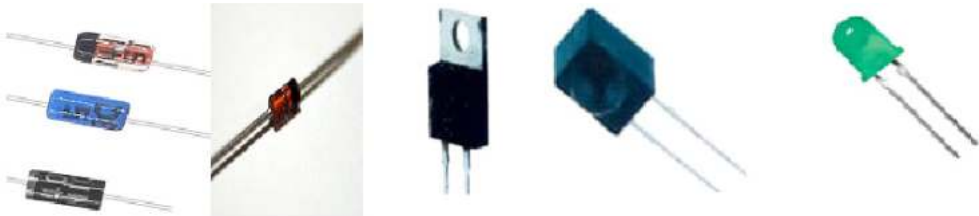
ସକ୍ରିୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.2 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

#### P10.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

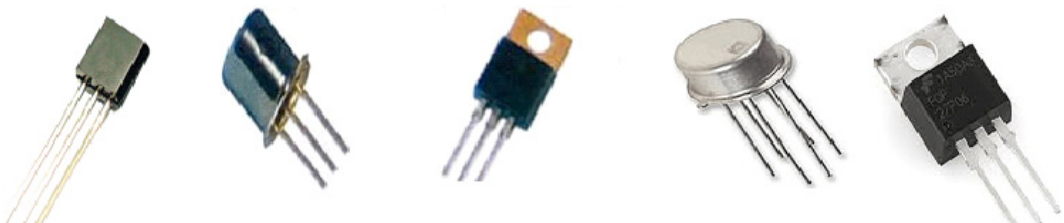
ପିଆରଓ1: ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଡାୟୋଡ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

#### P10.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (କାର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ଷିତ)



ଚିତ୍ର P10.1: ପ୍ରତିଛବିଟି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଡାୟୋଡ୍ ସ୍ୱେଡ୍‌ଓଲ୍‌ସ୍ ଯେପରିକି ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍, ଫଟୋଡାୟୋଡ୍, ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍, ଏଲଇଡି ।



**ଚିତ୍ର P10.2:** ପ୍ରତିଛବିଟି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଦେଖାଉଛି ଯେପରିକି ବିଜେଟି, ପାୱାର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର, ଜେଏଫଇଟି, ଏମଓଏସଏଫଇଟି ।

**P10.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ**

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାତ୍ର	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ବିଭିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ଧାରଣ କରୁଥିବା ନମୁନା ପରିପଥ	2		
2.	ଡାୟୋଡ୍ ସଂଯୋଗ: ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଡାୟୋଡ୍, ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍, ଏଲଇଡି, ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।	ମିଶ୍ରିତ		
3.	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର: ବିଟିଏଲ୍, ଜେଏଫଇଟି, ଏମଓଏସଏଫଇଟି ଇତ୍ୟାଦି	ମିଶ୍ରିତ		

**P10.7 ସତର୍କତା**

1. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ଚିହ୍ନଟି କରଣ ପାଇଁ ନିଆଯାଇଥିବା କୌଣସି ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନକୁ ସଠିକ୍ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯିବ ।
2. କାର୍ଯ୍ୟ ଟେବୁଲରେ ପରିଷ୍କାରତା ବଜାୟ ରଖନ୍ତୁ ।
3. ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ପରିଚାଳନା କରନ୍ତୁ ।

**P10.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି**

1. ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଯତ୍ନ ସହିତ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ପରିପଥରେ ଥିବା ଉପାଦାନ ନମୁନା ଏବଂ ଡାୟୋଡ୍ ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ପ୍ରକାର ଚିହ୍ନଟି କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ସେମାନଙ୍କୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

### P10.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

ପରିପଥ 1				
ସିରିୟଲ ନଂ	ଡାୟୋଡ୍		ଗ୍ରାନ୍ଦ୍ରିଷ୍ଟର	
	ଉପାଦାନ ନମ୍ବର	ପ୍ରକାର	ଉପାଦାନ ନମ୍ବର	ପ୍ରକାର
ପରିପଥ 2				

### P10.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

### P10.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

.....

.....

### P10.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଦିଆଯାଇଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ଜର୍ମାନିୟମ୍ ଡାୟୋଡ୍ କିମ୍ବା ସିଲିକନ୍ ଡାୟୋଡ୍ କି ନାହିଁ ତାହା କିପରି ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଇପାରିବ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
2. ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ରାନ୍ଦ୍ରିଷ୍ଟର ପାଇଁ ଏମିଟର୍, ବେସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍ ଚର୍ମିନାଲ କିପରି ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଇପାରିବ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
3. ବ୍ୟବହାରିକ ସମୟରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ବିଭିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରତୀକ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

### P10.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ

[1] "ଡାୟୋଡ୍, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ ଏବଂ ଏଫ୍‌ଇଟି ପରିପଥ ମାନୁଆଲ୍", ସମ୍ପାଦକ (ଗୁଡ଼ିକ): ଆର.ଏମ୍ ମାର୍ଟିନ୍,

ପରିପଥ ମାନୁଆଲ୍ ଶ୍ରେଣୀ, ନ୍ୟୁନେସ୍, 1991, ଆଇଏସ୍‌ବିଏନ୍ 9780750602280,

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750602280500065)

B9780750602280500065



## V. P11- ES110: ଏଲସିଆର ମିଶର ବ୍ୟବହାର କରି ପରିମାପ

### P11.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର ମିଶର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

### P11.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଶିକ୍ଷ ଏବଂ ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗରେ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଏକ ପରିପଥ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ସହିତ ପରିପଥର ତ୍ରୁଟି ଅନୁଷ୍ଠାନ ପାଇଁ, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ନିଶ୍ଚିତ ହେବା ଉଚିତ୍ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ ଏକ ଏଲସିଆର ମିଶରର ଫ୍ରନ୍ଟ୍ ପ୍ୟାନେଲ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ଏବଂ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ ର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବାରେ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ସହିତ ପରିଚିତ କରିବ ।

### P11.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.1.1 ଅନୁସରଣ(Refer) କରନ୍ତୁ।

ଏକ ଏଲସିଆର ମିଶର ହେଉଛି ଏକ ପ୍ରକାର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରୀକ୍ଷଣ ଉପକରଣ ଯାହା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା (L), କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ (C), ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ (R) ମାପିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହା ଏକ ସାଧନ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ (I), ସାଧନ ପୃଷ୍ଠର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ (V) ଏବଂ ମାପ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ (V) ଏବଂ ସ୍ରୋତ (I) ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ(Phase Angle) ମାପ କରେ । ଏହି ତିନୋଟି ପରିମାପରୁ, ସମସ୍ତ ପ୍ରତିବାଧା ମାପକମାନ ଏଲସିଆର ମିଶର ଦ୍ୱାରା ଗଣନା କରାଯାଏ ।

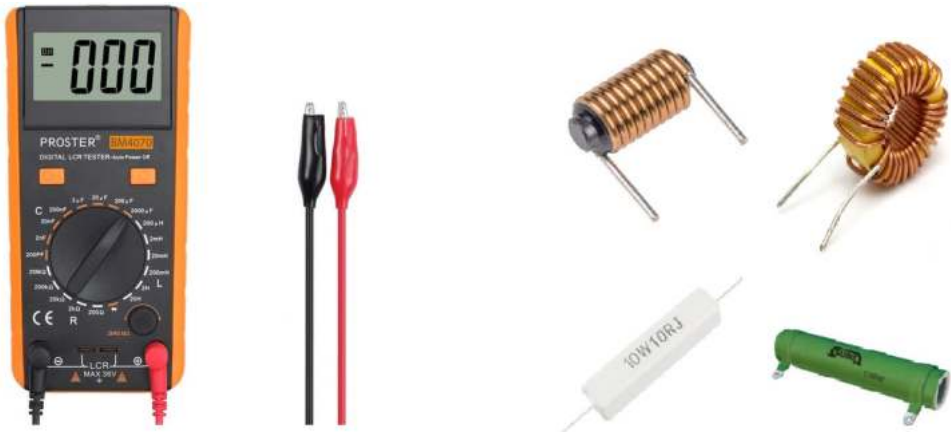
### P11.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ବିଭିନ୍ନ ସେଟିଂସ୍ କୁ ରୁଝିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର ମିଶର ପରିଚାଳନା କରନ୍ତୁ।

ପିଆରଓ2: ଏଲସିଆର ମିଶର ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଏଲସିଆର ମିଶରକୁ ମାନକ ମିଶର ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରି ତ୍ରୁଟି ବିଶ୍ଳେଷଣ କରନ୍ତୁ ।

### P11.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P11.1: ଏକ ନମୁନା ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର ମିଟର  
ସୌଜନ୍ୟ: ବିଏମ୍ 4070 ପାଇଁ ପ୍ରୋଷ୍ଟର

ଚିତ୍ର P11.2: ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକ

### P11.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର ମିଟର: 3 1/2 - ଅଙ୍କ ଏଲସିଡି ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ଏକ୍ସଣାମାନଙ୍କ ସହ ; ପ୍ରତିରୋଧ: 20Ω-200MΩ; କାପାସିଟେନ୍ସ: 2000PF-200 uF; ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା: 20mH-20H କିମ୍ବା ସମାନ ପରିସର ସହିତ ଏଲସିଆର ମିଟର	2		
2.	ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଯେପରିକି ବାୟୁ କୁଣ୍ଡଳିତ, ବିଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟର ଫେରାଇଭ୍ କୋର୍ ଟୋରୋଇଡାଲ୍ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ	ସର୍ବୋତ୍ତମ 3		
3.	ପ୍ରତିରୋଧକ: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଯେପରିକି ତାର କୁଣ୍ଡଳିତ, କାର୍ବନଫିଲ୍ମ, ବିଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟବୋଧର ସର୍ମେର୍ ଫିଲ୍ମ ।	ସର୍ବୋତ୍ତମ 3		
4.	ବର୍ନିଆଉର୍ ପ୍ରତିରୋଧକ	1		
5.	ସଂଯୋଗ ତାର : ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ, ଚେପଲନ୍ କୋଟେଡ୍ (0.5 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ.ଏସ୍.		

### P11.7 ସତର୍କତା

1. ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ ହେବା ମାତ୍ରେ, ଏଲସିଆର ମିଟରକୁ ପ୍ରାୟ ଦୁଇ ମିନିଟ୍ ପାଇଁ ସେଲ୍-କାଲିବ୍ରେଟେଡ୍ ହେବାକୁ ଅନୁମତି ଦିଆଯିବା ଆବଶ୍ୟକ (ଆମ୍-କାଲିବ୍ରେସନ୍) ।
2. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ, ନବ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଏଲସିଆର ମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ତୟନ କରନ୍ତୁ ।

### P11.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ପ୍ୟାନେଲରେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ନବ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଯନ୍ତ୍ର ମାନୁଆଲ୍ (Instrument Manual) ମାଧ୍ୟମରେ ସେମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରନ୍ତୁ ।
2. ଏଲସିଆର ମିଟର ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
3. ସକେଟ୍ ରେ ଅଜ୍ଞାତ ମୂଲ୍ୟର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ସନ୍ଦିଗ୍ଧ କରନ୍ତୁ । ନବ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରି ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ତୟନ କରନ୍ତୁ ।
4. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ସମଗ୍ର ପରୀକ୍ଷଣରେ ଏଲସିଆର ମିଟରର ବାରମ୍ବାରତା ସ୍ଥିର ରଖାଯାଏ ।
5. ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର ମିଟରରୁ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତାର ମୂଲ୍ୟ କୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ।
6. ସେହିଭଳି, ଅନ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧକମାନଙ୍କୁ ସନ୍ଦିଗ୍ଧ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟକୁ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ।
7. ବର୍ତ୍ତମାନ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
8. ଏଲସିଆର ମିଟରକୁ ମାନକ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରି, ସୋପାନ 8 ରେ ପ୍ରତିରୋଧର ମାପର ଶତକଡ଼ା ତ୍ରୁଟି (Percentage of Error) ର ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।
9. ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଏବଂ ମୂଲ୍ୟର ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ପାଇଁ ସୋପାନ ନମ୍ବର 3 ରୁ 7 ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା ଟେବୁଲରେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
10. ଶେଷରେ, ଗୋଟିଏ 'ବର୍ନିଆଉଟ୍' ପ୍ରତିରୋଧକ ନିଅନ୍ତୁ ଏବଂ ଏହାକୁ ସନ୍ଦିଗ୍ଧ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରି ପଠନକୁ 'A' ଭାବରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
11. ବର୍ତ୍ତମାନ କେବଳ ଏକ ତାର ବ୍ୟବହାର କରି ଚର୍ଚ୍ଚିତାଗୁଡ଼ିକୁ ଛୋଟ କରନ୍ତୁ । ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ 'ବି' ଭାବରେ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ।

**P11.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା**

ସିରିୟଲ ନଂ	ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା ମୂଲ୍ୟ 'ଏଲ୍' (ଏଲସିଆର ମିଟର)	ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟ ' ଆର' (ଏଲସିଆର ମିଟର)	ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟ 'ଆର' (ମଲ୍ଟିମିଟର)	ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାପରେ ଡ୍ରୁଟିର ଶତକଡ଼ା
1.				
2.				
3.				

A = .....

B = .....

**ଗଣନା**

ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାପରେ ଡ୍ରୁଟିର ଶତକଡ଼ା

$$100 = \frac{\text{ଏଲସିଆର ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି R ର ମୂଲ୍ୟ-ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି R ର ମୂଲ୍ୟ}}{\text{ଏଲସିଆର ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି R ର ମୂଲ୍ୟ}} \times$$

**P11.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

(ମନ୍ତବ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରନ୍ତୁ ଯେ ପ୍ରାପ୍ତ ମୂଲ୍ୟ, ସହନଶୀଳତା, ଡ୍ରୁଟି କେତେ ହୋଇଛି; 'ବର୍ନିଆରଟ' ପ୍ରତିରୋଧକ ସଂଯୁକ୍ତ ବେଳେ ଫଳାଫଳ କେତେ ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଛି; ଏକ ସର୍ତ୍ତ ପରିପଥ ତିଆରି ହେବାଦ୍ୱାରା ଫଳାଫଳ କେତେ ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଛି) ।

.....  
 .....

**P11.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....  
 .....

**P11.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଏକ ନିଶ୍ଚିତ ଉପାଦାନର ମୂଲ୍ୟ କିପରି ମାପ କରାଯାଇପାରିବ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ, ଯାହା ପରିପଥରେ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଛି ।
2. ଯଦି ନିଶ୍ଚିତ ଉପାଦାନର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିବା ଏଲସିଆର ମିଟରର ପରିସର ବାହାରେ ଅଛି, ତେବେ ପରିମାପ ଉପରେ ତାହାର ପ୍ରଭାବକୁ କୁହନ୍ତୁ ।

## VI. P12- ES110: କ୍ୟାପାସିଟର ପରିମାପ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି

### P12.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଦିଆଯାଇଥିବା କ୍ୟାପାସିଟରର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

### P12.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏକ ଅଟୋ କମ୍ପ୍ୟୁଟେଡ୍ ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର, ଯାହାକୁ ଏଲସିଆର \_ କ୍ୟୁ ଟେସ୍ଟର୍ ବୋଲି ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ତାହା କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ୍ ସହ ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା, ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ କ୍ୟୁ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ପରି ପାରାମିଟର ର ମୂଲ୍ୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥମାନଙ୍କର ବିକାଶ ଏବଂ ତ୍ରୁଟି ଅନୁଷ୍ଠାନ ସମୟରେ ସିଧାସଳଖ ମାପ କରିବାରେ ଉପଯୋଗୀ ହୁଏ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହେଉଛି ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟରର ଫୁଲ୍ ପ୍ୟାନେଲ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରଣକୁ ବୁଝିବା ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକୁ ମାପିବା ।

### P12.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଏକ ଏଲସିଆର- କ୍ୟୁ ମିଟର ହେଉଛି ଏକ ପ୍ରକାରର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରୀକ୍ଷା ଉପକରଣ ଯାହା ପ୍ରବର୍ତ୍ତକତା (ଏଲ୍), କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ୍ (ସି), ପ୍ରତିରୋଧ (ଆର) ଏବଂ କ୍ୟୁ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ମାପିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଯଦି ଏକ ଜଣାଶୁଣା ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଉତ୍ସ ଦ୍ୱାରା ଏବଂ ଜଣାଶୁଣା ପ୍ରତିରୋଧକ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର ଚାର୍ଜ କରାଯାଏ, ତେବେ କ୍ୟାପାସିଟର ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟ (ଧରାଯାଉ ବ୍ୟାଟେରୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ର 30%) ରେ ପହଞ୍ଚିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ସିଧାସଳଖ 'ସି'ର ମୂଲ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିବ । 'ସି'ର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ ଅଧିକ ହୁଏ, କାଉଣ୍ଟର କୌଶଳ (Counter Technique) ବ୍ୟବହାର କରି ସମୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର ମିଟର ସେତେ ଅଧିକ ସମୟ ନିଏ । ଡିଜିଟାଲ୍ ଭୋଲ୍ଟମିଟର କୌଶଳ 'ସମୟ'କୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପରେ ପରିଣତ କରିପାରେ, ତେଣୁ ଶେଷରେ ସେହି ବିଷୟ ପାଇଁ ସି ଏବଂ/କିମ୍ବା ଏଲ୍ ଏବଂ/କିମ୍ବା ଆରର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ । ତଥାପି, ମାପ କିପରି କରାଯାଏ ଏହା ତାହାର ଏକ ଅତ୍ୟଧିକ ସରଳ ବର୍ଣ୍ଣନା ଅଟେ । ଅଟୋ କମ୍ପ୍ୟୁଟର୍ ମିଟରଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ମାଇକ୍ରୋପ୍ରୋସେସର୍ ଆଧାରିତ ଉପକରଣ ଯାହା ପରିମାପକୁ ସୁଗମ କରିଥାଏ । ଦୟାକରି ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ପାଇଁ ମାନୁଆଲ୍ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P12.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟରକୁ ଅଧିଷ୍ଠିତ ଏବଂ ହ୍ୟାଣ୍ଡେଲ୍ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ୍ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଉପାଦାନରେ ଲେଖାଯାଇଥିବା ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ମିଟର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରାପ୍ତ ଫଳାଫଳକୁ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।

### P12.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (କାର୍ଯ୍ୟ ପରିଚ୍ଛତି)



ଚିତ୍ର P12.1: ଏକ ନମୁନା ଅଟୋ କମ୍ପ୍ୟୁଟ୍ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର

### P12.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ ଉତ୍ପାଦନ

କ୍ରମ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦନ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଅଟୋ କମ୍ପ୍ୟୁଟ୍ ଡିଜିଟାଲ୍ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର: 4 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ; ସ୍ୱୟଂ-ଚେଷ୍ଟ ସୁବିଧା ସହିତ ଅଟୋ ରେଞ୍ଜିଂ (Auto Ranging)	1		
2.	ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ କ୍ୟାପାସିଟର	ନିଶ୍ଚିତ		

### ପି12.7 ସତର୍କତା

1. ଏଲସିଆର କ୍ୟୁ ମିଟରକୁ ଯତ୍ନ ସହ ପରିଚାଳନା କରନ୍ତୁ ।
2. ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ, ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାରୀୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
3. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ପରୀକ୍ଷା ହେବାକୁ ଥିବା କ୍ୟାପାସିଟରର ଡିସଚାର୍ଜ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛନ୍ତି ।
4. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ କ୍ୟାପାସିଟରକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।

### P12.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟରର ପ୍ୟାନେଲରେ ଉପଲବ୍ଧ ମୁଖ୍ୟ ନିୟନ୍ତ୍ରଣଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନିତ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରନ୍ତୁ ।
2. ଉପକରଣକୁ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
3. ପ୍ରାୟ ଦୁଇ ମିନିଟ୍ ସମୟ ପାଇଁ ଅପେକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ଯାହା ଦ୍ଵାରା ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟର ସ୍ଵୟଂ-କାଲିବ୍ରେଟେଡ୍ ହେବ ଏବଂ ବ୍ୟବହାର ହେବାକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହେବ ।
4. ପୋଲାରିଟିର ଯତ୍ନ ନେଇ ସକେଟ୍ ରେ ଅଜ୍ଞାତ ମୂଲ୍ୟର କ୍ୟାପାସିଟର ସମ୍ପର୍କିତ କରନ୍ତୁ । 'ଆର/ଏଲ୍ /ସି' (R/L/C) ସୁଇଚ୍ ଦବାନ୍ତୁ ଯାହା ଦ୍ଵାରା 'ସି' ଅଧୀନରେ ଥିବା ଏଲଇଡି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳିତ ହୋଇଥାଏ ଯାହା ସୂଚିତ କରେ ଯେ ଉପକରଣ, କ୍ୟାପାସିଟରକୁ ପରିମାପ ମୋଡରେ ଅଛି । ମିଟର୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଵୟଂଚାଳିତ ହେବା ଯୋଗୁଁ, କୌଣସି ପରିସର ସେଟିଂ (Range Setting) ର ଆବଶ୍ୟକ ପଡେନାହିଁ । ଉପଯୁକ୍ତ ସଫିକ୍ସ(Suffix) ଅଧୀନରେ ଏକ ଏଲଇଡି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ହେବ ।
5. ସେହିଭଳି, ଅନ୍ୟ କ୍ୟାପାସିଟର ସ୍ଵତନ୍ତ୍ର ସମ୍ପର୍କିତ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟକୁ ଚିପିରଖନ୍ତୁ ।
6. ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ ମିଟରକୁ ମାନକ ମିଟର ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରି ତାହା ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରାୟ ଫଳାଫଳକୁ କ୍ୟାପାସିଟରରେ ଲେଖାଯାଇଥିବା ବା ଖୋଦିତ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ଏବଂ ତ୍ରୁଟିର ଶତକଡା ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।
7. ବିଭିନ୍ନ କ୍ୟାପାସିଟର ପାଇଁ 2 ରୁ 5 ସୋପାନ ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା ଚେଷ୍ଟାରେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

**P12.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା**

ସିରିୟଲ ନଂ	କ୍ୟାପାସିଟେଟ୍ଟ୍ ମୂଲ୍ୟ 'C' (ଏଲ୍‌ସିଆର୍ ମିଟର)	କ୍ୟାପାସିଟେଟ୍ଟ୍ ମୂଲ୍ୟ 'C' (ଖୋଦିତ ମୂଲ୍ୟ)	ପ୍ରତିରୋଧର ପରିମାପରେ ଡ୍ରୁଟିର ଶତକଡ଼ା
1			
2			
3			

**ଗଣନା**

କ୍ୟାପାସିଟେଟ୍ଟ୍ ପରିମାପରେ ଡ୍ରୁଟିର ଶତକଡ଼ା =

$$\frac{\text{ଏଲ୍‌ସିଆର୍-କ୍ୟୁ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି C ର ମୂଲ୍ୟ} - \text{C (ଖୋଦିତ ମୂଲ୍ୟ)}}{\text{ଏଲ୍‌ସିଆର୍ ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି C ର ମୂଲ୍ୟ}} \times 100$$

**P12.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

.....  
 .....

**P12.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

.....  
 .....

**P12.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଏଲ୍‌ସିଆର୍ କ୍ୟୁ ମିଟର ପାଇଁ ଖାର୍ଜ ଅପ୍ ସମୟର ଆବଶ୍ୟକତାର କାରଣ କୁହନ୍ତୁ ।
2. ଚାର୍ଜ ହୋଇଥିବା କ୍ୟାପାସିଟର ପରୀକ୍ଷା କରିବାକୁ କାହିଁକି ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଏ ନାହିଁ ତାହା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।

**P12.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**



କ୍ୟୁ ମିଟର ପରୀକ୍ଷଣ

.....

## VII. P13- ES110: ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିମାପ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ତାହାର ନିଶ୍ଚିତତା

### P13.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ସହ ତାହାକୁ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।

### P13.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏହି ପରୀକ୍ଷଣ ରଙ୍ଗ କୋଡିଂ ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ବନ ପ୍ରତିରୋଧକର ମୂଲ୍ୟ ଖୋଜିବା ପାଇଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ରଖେ । ଅଧିକାଂଶ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ପରିପଥ ର ବିକାଶ ଏବଂ ତ୍ରୁଟି ଅନୁଷ୍ଠାନ ପାଇଁ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ପରି ଏକ ମାପକ ଉପକରଣର ବ୍ୟବହାର କରି ମୂଲ୍ୟନିଶ୍ଚିତ କରିବାର ଦକ୍ଷତା ବିକଶିତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

### P13.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଏକ କାର୍ବନ ପ୍ରତିରୋଧକର ବାହାର ପୃଷ୍ଠରେ ଚିତ୍ର 13.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ବିଭିନ୍ନ ରଙ୍ଗର ତିନୋଟି ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଏବଂ ଏକ ଚତୁର୍ଥ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ତୃତୀୟ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଠାରୁ ପୂର୍ବ ବ୍ୟାଣ୍ଡମାନଙ୍କର ବ୍ୟବଧାନର ଦୂରତା ତୁଳନାରେ ସାମାନ୍ୟ ଦୂରରେ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାଏ । ବ୍ୟାଣ୍ଡମାନଙ୍କର ରଙ୍ଗର ମିଶ୍ରଣ ପ୍ରତିରୋଧକର ମୂଲ୍ୟକୁ ଓମ୍ସ (ohms) ରେ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ବ୍ୟାଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ବାମରୁ ଡାହାଣକୁ ପଢାଯାଏ, ଯେତେବେଳେକି ପ୍ରଥମ ଦୁଇଟି ରଙ୍ଗର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଙ୍କ (Individual Digit) ଭାବରେ ମୂଳ ମୂଲ୍ୟ (Base Value) କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରୁଥିବାବେଳେ ତୃତୀୟଟି ହେଉଛି ଏକ ଶକ୍ତି ଗୁଣକ (Power Multiplier) ଏବଂ ଶେଷଟି ଏକ ସହନଶୀଳତା ସୂଚକ (Tolerance Indicator) କାରଣ ଉପାଦାନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ମୂଲ୍ୟର ସଠିକ୍ତାକୁ ସାମିତ ରଖିଥାଏ । ଯଦି ପାଞ୍ଚଟି ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଥାଏ, ତେବେ ପ୍ରଥମ ତିନୋଟି ମୂଳ ମୂଲ୍ୟକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ, ଯେତେବେଳେ ଶେଷ ଦୁଇଟି ଯଥାକ୍ରମେ ଗୁଣକ ଏବଂ ସହନଶୀଳତାକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ।

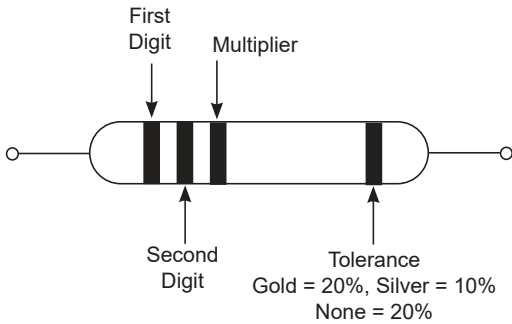
ରଙ୍ଗ ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ:

- |                   |                       |                  |
|-------------------|-----------------------|------------------|
| 0 = କଳା(Black);   | 1 = ବ୍ରାଉନ୍(Brown);   | 2 = ଲାଲ୍(Red);   |
| 3 = କମଳା(Orange); | 4 = ହଳଦିଆ(Yellow);    | 5 = ସବୁଜ(Green); |
| 6 = ନୀଳ(Blue);    | 7 = ଭାୟୋଲେଟ୍(Violet); | 8 = ଧୂସର(Grey) ; |
| 9 = ଧଳା(White)    |                       |                  |

ସହନଶୀଳତା:

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| ବ୍ରାଉନ୍(Brown) = +/- 1%; | ଲାଲ୍(Red) = +/- 2%;    |
| ସୁନା(Gold) = +/- 5%;     | ରୂପା(Silver) = +/- 10% |

ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକର ପାୱାର ରେଟିଂ(Power rating) ୱାଟ୍ଟେଜ୍(Wattage) ରେ ଦିଆଯାଏ । ସାଧାରଣ ଉପଲବ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକମାନଙ୍କର ପାୱାର ରେଟିଂ 1/8 W, 1/4 W, 1/2 W, 1 W, 2 W ଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 13.1: ପ୍ରତିରୋଧକମାନଙ୍କର ରଙ୍ଗ କୋଡିଂ



ଚିତ୍ର 13.2: ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିରୋଧ ପରିମାପ

### P13.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ରଙ୍ଗ କୋଡିଂ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିରୋଧକମାନଙ୍କ ମୂଲ୍ୟ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ପ୍ରତିରୋଧ ମାପିବା ପାଇଁ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ତୁଟି ଗ୍ରହଣୀୟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଅଛି କି ନାହିଁ ତାହା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P13.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (କାର୍ଯ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତି)

ଚିତ୍ର P13.2 ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ନିଶ୍ଚିତ କରିବାର କାର୍ଯ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତି କୁ ଦର୍ଶାଏ ।

### P13.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ

କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି ମିଟର: 3 1/2 ଅଙ୍କ ଏଲସିଡି ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସପାନାମାନଙ୍କ ସହ	1		
2.	ବିଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ଖାତେର କାର୍ବନ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ	ମିଶ୍ରିତ (ସର୍ବନିମ୍ନ 5)		

### P13.7 ସତର୍କତା

1. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ମାପ କରିବା ସମୟରେ ଉଭୟ ପ୍ରତିରୋଧକ ଲିଡ୍ ଅଲଗା ରହିବ, ଅନ୍ୟଥା ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି ମିଟର (DMM) ଶରୀରର ପ୍ରତିରୋଧ(Body Resistance) ତଥା ପ୍ରତିରୋଧକ ମାପିବ ।
2. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟି-ମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

### P13.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟରର "V" ସଙ୍କେତ ରେ ଲାଲ୍ ଲିଡ୍ ପୁର ଏବଂ "COM" ସଙ୍କେତ ରେ କଳା ଲିଡ୍ ପୁର ସଂଲଗ୍ନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ କୁ ପ୍ରତିରୋଧ ପରିମାପ ପାଇଁ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର (Range) କୁ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ ।
4. ଦୁଇଟି ଏକତ୍ର କ୍ରକୋଡାଲ କ୍ଲିପ୍(Crocodile Clips) କୁ ପ୍ରତିରୋଧକ (କିମ୍ବା ଜମ୍ପର) ତାର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ସହିତ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ପରିମାପ କରିବା ପାଇଁ ।
5. ପଠନ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ଏବଂ ପରିସର ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରନ୍ତୁ ଯଦି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ।
6. ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ଏବଂ DMM ବ୍ୟବହାର କରି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
7. ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ମୂଲ୍ୟ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
8. ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ହୋଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟକୁ ମାପ ମୂଲ୍ୟ ସହ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।
9. ପରିମାପିତ ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ସହନଶୀଳତା ପରିସର ସହିତ ସହମତ ହେବା ଉଚିତ୍ ।

### P13.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

ସିରିୟଲ ନଂ	ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟ	ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ସହନଶୀଳତା	ମାପ ହୋଇଥିବା ମୂଲ୍ୟ (ଡିଏମଏମ ବ୍ୟବହାର କରି)	ଶତକଡା ତ୍ରୁଟି

ଗଣନା

$$\text{ଶତକଡା ତ୍ରୁଟି } 100 = \frac{\text{ପ୍ରତିରୋଧର ମାପ ମୂଲ୍ୟ} - \text{ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ}}{\text{ପ୍ରତିରୋଧର ମାପ ମୂଲ୍ୟ}} \times 100$$

### P13.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

### P13.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

### P13.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଯଦି ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧର ରଙ୍ଗ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ବାଦାମୀ, ସବୁଜ ଏବଂ ଧୂସର ହୁଏ; ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ସହନଶୀଳତାର ମୂଲ୍ୟ କ'ଣ ହେବ ?
2. ପରିପଥରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଏକ କାର୍ବନ ପ୍ରତିରୋଧକମୂଲ୍ୟ ଆପଣ ମାପିପାରିବେ କି? ଆପଣଙ୍କ ଉତ୍ତରକୁ ଯଥାର୍ଥ କରନ୍ତୁ ।

### P13.13. ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



## VIII. P14- ES110: ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡର ପରୀକ୍ଷଣ

### P14.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ର ପରୀକ୍ଷା ।

### P14.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ହେଉଛି ଏକ ଦୁଇଟି ଚର୍ମନାଲ ବିଶିଷ୍ଟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପକରଣ । ପ୍ରୟୋଗର ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ ଡାୟୋଡ୍ ର ଚୟନ କରାଯାଏ । ଡାୟୋଡ୍ ର ପରୀକ୍ଷା କରିବାକୁ, ଏହାର ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରାଯାଏ । କିଛି ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ଏବଂ ସିଆରଓ ମାନଙ୍କର ସିଧାସଳଖ ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷଣ କିବାରର ସୁବିଧା ଅଛି । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହେଲା ଉଭୟ ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷା କରିବାର ଦକ୍ଷତା ବିକାଶ କରିବା ।

### P14.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

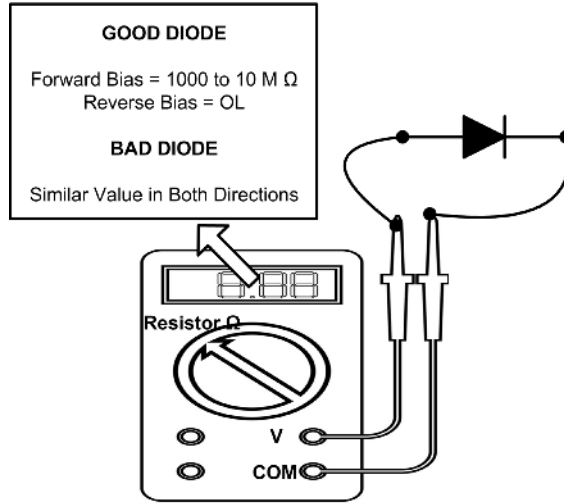
ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଦୟାକରି ଏହି ଏକକ ର ବିଷୟ 1.2.2 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P14.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଡାୟୋଡର ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

### P14.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (କାର୍ଯ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତି)



ଚିତ୍ର P14.1: ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷଣ

### P14.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡି ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି ମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସପାନାସନ ସହ	1		
2.	ଡାୟୋଡ୍ IN4007 (କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ ଡାୟୋଡ୍)	1		

### P14.7 ସତର୍କତା

1. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ମୋଡ୍ ବାଛିବାକୁ।
2. ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ପରିପଥକୁ ସମସ୍ତ ପାଖାର୍ ଅପ୍ ଅଛି।
3. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ ଡାୟୋଡ୍ରେ କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ବିଦ୍ୟମାନ ନାହିଁ।

### P14.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

- A. ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଡାୟୋଡ୍ ଟେଷ୍ଟ:
1. ଡାୟଲ୍ (ରୋଟାରୀ ସୁଇଚ୍) କୁ ଡାୟୋଡ୍ ଟେଷ୍ଟ ମୋଡ୍ କୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତୁ।

2. ପରୀକ୍ଷା ଲିଡ୍ (Test Leads) କୁ ଡାୟୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିମାପକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
3. ପରୀକ୍ଷା ଲିଡ୍ କୁ ଓଲଟା କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିମାପକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

B. ପ୍ରତିରୋଧ ପରିମାପ ମୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷଣ:

1. ଡାୟୋଡ୍ କୁ ପ୍ରତିରୋଧ ମୋଡ୍ କୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତୁ ( $\Omega$ ) ।
2. ପରିପଥରୁ ଅପସାରଣ ହେବା ପରେ ଡାୟୋଡ୍ ସହ ପରୀକ୍ଷା ଲିଡ୍ କୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିମାପକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
3. ପରୀକ୍ଷା ଲିଡ୍ କୁ ଓଲଟା କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିମାପକୁ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
4. ସର୍ବୋତ୍ତମ ଫଳାଫଳ ପାଇଁ, ପ୍ରତିରୋଧ ମୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ ଏକ ଜଣାଶୁଣା ଭଲ ଡାୟୋଡ୍ ସହିତ ନିଆଯାଇଥିବା ପଠନକୁ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।

### P14.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

A. ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷା

1. ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥା ବେଳେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ପ୍ରଦର୍ଶନ \_\_\_\_\_ volt
2. ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥା ବେଳେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ପ୍ରଦର୍ଶନ \_\_\_\_\_ volt

B. ପ୍ରତିରୋଧ ପରିମାପ ପରୀକ୍ଷା

1. ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥା ବେଳେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ପ୍ରଦର୍ଶନ \_\_\_\_\_ ohms
2. ରିଭର୍ସ ବାୟାସ୍ ଅବସ୍ଥା ବେଳେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ପ୍ରଦର୍ଶନ \_\_\_\_\_ ohms

### P14.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

### P14.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା

.....  
.....

### P14.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. IN ଶ୍ରେଣୀ ଡାୟୋଡ୍ ର ଟର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।
2. CRO ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

3. ଦିଆଯାଇଥିବା ଲୋଡ୍ ସ୍ରୋତର ଆବଶ୍ୟକତା ପାଇଁ ତାଟା ଫର୍ମ୍ (Data Sheet) ରୁ ତାଲୋଡ୍ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

## IX. P15- ES110: ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ତାଲୋଡ୍

### P15.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ତାଲୋଡ୍ ର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

### P15.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ତାଲୋଡ୍ ଶିଳ୍ପ ତଥା ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେପରିକି ଡିଟେକ୍ଟର ପରିପଥ, ତରଙ୍ଗ ଆକାର (Wave Shaping) ପରିପଥ ଏବଂ ଡିସି ଶକ୍ତିଯୋଗାଣ (DC Power Supply) ର ରେକ୍ଟିଫାୟର । ଏହି ସବୁ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ, ଏକ ଉପଯୁକ୍ତ ତାଲୋଡ୍ ଚୟନ କରିବା ବେଳେ ତାଲୋଡ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକରେ, ଛାତ୍ର ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ତାଲୋଡ୍ ର ଆଚରଣ ବୁଝିବା ପାଇଁ ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଲୋଡ୍ ର V-I ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରିବେ । ଯାହା ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବାକୁ ଥିବା ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସାଧନ ଚୟନକରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

### P15.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ତାଲୋଡ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଦୟାକରି ଏହି ଏକକ ର ବିଷୟ 1.2.2 ରେଫ୍ କରନ୍ତୁ ।

### P15.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

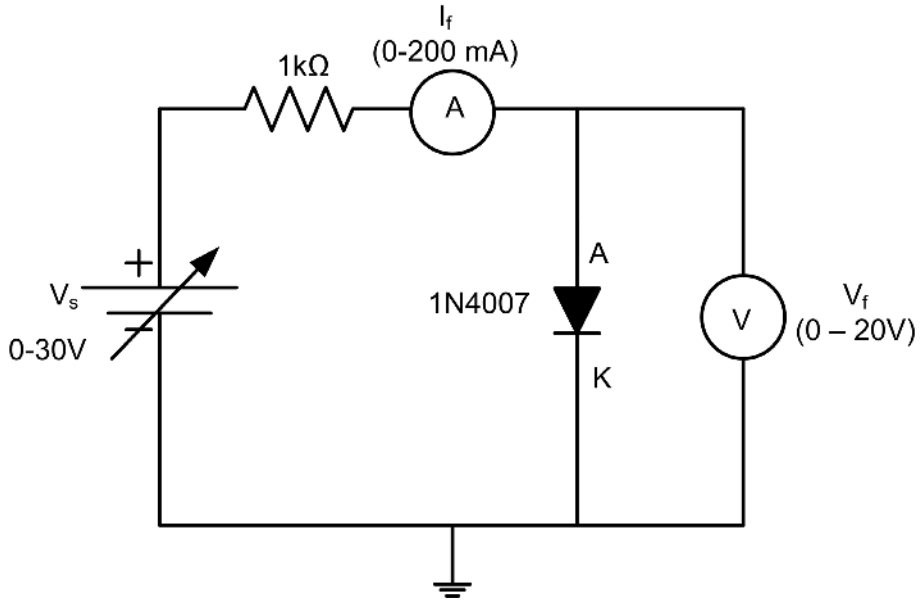
ପିଆରଓ1: ପିଏନ ଜଙ୍କସନ୍ ତାଲୋଡ୍ ର V-I ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଲୋଡ୍ ର ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ(Static Resistance) ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଲୋଡ୍ ର ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ(Dynamic Resistance) ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ4: ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଲୋଡ୍ ର କ୍ନି ବିଦ୍ୟୁତାପ(Knee Voltage) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P15.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P15.1: ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସରେ ଡାୟୋଡର ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P15.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ	3		
2.	ଡିସି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ 0-30V, 2A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ	1		
3.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-20 V	1		
4.	ଆମ୍ପିଟର: 0 - 200 mA, 0 - 200 μA	2		
5.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ: 5.5 cm x 17 cm			
6.	ଡାୟୋଡ୍: 1N4007 (କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ ଡାୟୋଡ୍)	1		

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
7.	ପ୍ରତିରୋଧକ: 1KΩ (0.5watts/0.25watts)	1		
8.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେପଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ.ଏସ୍.		

**P15.7 ସତର୍କତା**

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଯାଞ୍ଚ ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
2. ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛନ୍ତି ଯେପରିକି ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।
3. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ଲୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ସଠିକ୍ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ୱାଟେଜ୍(Wattage) ର ଅଟେ ।
4. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ଡାୟୋଡର ରେଟେଡ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ବାହାରେ ଡାୟୋଡର ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପକୁ ବଢ଼ାନ୍ତୁ ନାହିଁ। ଏହା ଡାୟୋଡ୍ କୁ କ୍ଷତି ପହଞ୍ଚାଇପାରେ ।
5. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ କୌଣସି ପରିସର(Range) ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ମିଟର ଅଫ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛି।

**P15.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି**

1. ଚିତ୍ର P15.1 ପରି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ।
3. ବିଦ୍ୟୁତାପ VF ଏବଂ ସ୍ରୋତ IF କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
4. 0.1 V ର ସୋପାନ ରେ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ ।
5. ବିଦ୍ୟୁତାପ VF ଏବଂ ସ୍ରୋତ IF କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
6. 1 V ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ 4 ରୁ 5 ସୋପାନ ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ।
7. VF କୁ X-axis ଏବଂ IF କୁ Y-axis ରେ ନେଇ ଡାୟୋଡର ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ଲକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।
8. ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ ଗଣନା କରନ୍ତୁ।
9. ଅଙ୍କନ ହୋଇଥିବା ଗ୍ରାଫ୍ ଉପରେ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ କୁ ବିଚାର କରି ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ ଗଣନା କରନ୍ତୁ।

**P15.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା**

ସିରିୟଲ ନଂ	$V_F$ (V)	$I_F$ (mA)
1		
2		
3		

**ଗଣନା:**

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{static} = V_F/I_F$

ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{dynamic} = \Delta V_F/@\Delta I_F$

**P15.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

1. ଦିଆଯାଇଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ର ସ୍ଥିର ପ୍ରତିରୋଧ = .....
2. ଦିଆଯାଇଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ର ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ = .....
3. ଦିଆଯାଇଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ର କ୍ୱି ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ = .....

**P15.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**P15.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଚିତ୍ରଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଡାଟା ଫର୍ଦ୍ଦ ରୁ BY ଶ୍ରେଣୀର ଡାୟୋଡ୍ ର ଚର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।
2. ଯଦି ପରିପଥରୁ ଲୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ଅପସାରଣ କରାଯାଏ ତେବେ କ'ଣ ହେବ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
3. ଯଦି ଲୋଡ୍ ପ୍ରତିରୋଧକର ମୂଲ୍ୟ  $5\Omega$  କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଏ ତେବେ କ'ଣ ହେବ ତାହା କୁହନ୍ତୁ ।

## P15.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ପାଦନ



### X. P16- ES110: ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ

#### P16.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

#### P16.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଶିକ୍ଷରେ, ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ରେଫରେନ୍ସ ଭାବରେ ଏବଂ ଛୋଟ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ପାଇଁ, ଅତ୍ୟଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ସୁରକ୍ଷା ପରିପଥରେ, ସୁଇଚିଂ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାରେ ଶକ୍ତ ନିୟାମକ(Shunt Regulator) ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ କ୍ଲିପିଂ(Clipping) ଏବଂ କ୍ଲାମ୍ପିଂ(Clamping) ପରିପଥରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ବିଶେଷ କରି ପିକ୍ କ୍ଲିପର୍(Peak Clippers) ପରିପଥ ସହ ସାଧନ ସୁରକ୍ଷା ପାଇଁ ସର୍ଜ୍ ସମ୍ପର୍କ(Surge Suppression) ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଉପଯୁକ୍ତ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ବାଛିବା ପାଇଁ, ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ବୁଝିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

#### P16.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଦୟାକରି ଏହି ଏକକ ର ବିଷୟ 1.2.1 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

#### P16.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

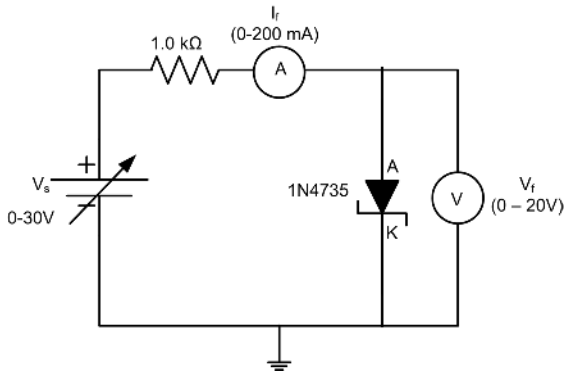
ପିଆରଓ1: ଏକ ପରିପଥରେ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ର V-I ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

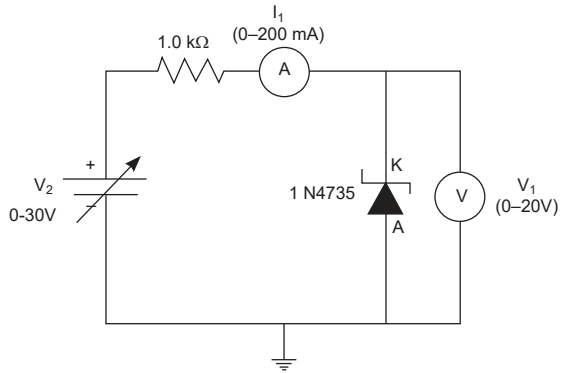
ପିଆରଓ3: ଜେନର୍ ବ୍ରେକଡାଉନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ (Zener Breakdown Voltage) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ4: ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମାପିବା ପାଇଁ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

**P16.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର P16.1: ଫରୱାର୍ଡ ବାୟାସ୍ ରେ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍



ଚିତ୍ର P16.2: ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍ ରେ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍

**P16.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ	2		
2.	ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: 0-30 V, 2 A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ତ୍ରୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ	1		
3.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-20 V	1		
4.	ଆମ୍ପିଟର: 0 - 200 mA, 0 - 200 $\mu$ A	2		
5.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ଼: 5.5 cm x 17 cm	1		
6.	ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ IN4735 (କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍)	1		
7.	ପ୍ରତିରୋଧକ 1K $\Omega$ (0.5 watts/0.25 watts)	1		
8.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେଫଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ. ଏସ୍.		

### P16.7 ସତର୍କତା

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଯାଞ୍ଚ ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର୍ ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର୍ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
3. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ରେଞ୍ଜ କିମ୍ବା ସେଟିଂସ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବା ସମୟରେ ମିଟର୍ ଅଫ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛି।
4. ପରିପଥର ନିରନ୍ତରତା ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ।

### P16.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ଚିତ୍ର P16.1 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ।
3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ  $V_F$  ଏବଂ ସ୍ରୋତ  $I_F$  କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ P16.1ରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
4. 0.1 V ର ସୋପାନ ରେ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ ।
5. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ  $V_F$  ଏବଂ ସ୍ରୋତ  $I_F$  କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ P16.1ରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
6. 1 V ରେ ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ 4 ରୁ 5 ସୋପାନ ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ।
7.  $V_F$  କୁ X-axis ଏବଂ  $I_F$  କୁ Y-axis ରେ ନେଲ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ପରଖାଉଁ ବାୟାସ୍ ଲକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।
8. ଚିତ୍ର P16.2 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
9. ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ କୁ 1V ର ସୋପାନରେ 12 V ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଧୀରେ ଧୀରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ।
10.  $V_R$  ଏବଂ  $I_R$  ର ସମତୁଲ୍ୟ(Corresponding) ପଠନଗୁଡ଼ିକ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ P16.2ରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
11.  $V_R$  କୁ X-axis ଏବଂ  $I_R$  କୁ Y-axis ରେ ନେଲ ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ ର ରିଭର୍ସ୍ ବାୟାସ୍ ଲକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।

### P16.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

ଟେବୁଲ୍ P16.1:  $V_F$  ଏବଂ  $I_F$  ର ପରିମାପ

ସିରିୟଲ ନଂ	$V_F$ (V)	$I_F$ (mA)
1		
2		

3		
---	--	--

**ଟେବୁଲ୍ P16.2:** VR ଏବଂ IR ର ପରିମାପ

ସିରିୟଲ ନଂ	$V_R$ (Volts)	$I_R$ (mA)
1		
2		
3		
4		

ଗଣନା:

ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ର ଫରୱାର୍ଡ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_Z = V_F / I_F$

ବ୍ରେକଡାଉନ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ର ଗତିଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_{ZD}$ ,  $I = \text{-----mA}$  ବେଳେ

$$R_{ZD} = V_R / I_R$$

**P16.10** ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

1. ଜେନର ବ୍ରେକଡାଉନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତୀତ୍ତ = .....
2. ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ର ଫରୱାର୍ଡ ପ୍ରତିରୋଧ = .....

**P16.11** ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା

.....  
 .....

**P16.12** ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଜ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଡାଟା ମାନ୍ୟତାପାଇଁ ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ପାଇଁ ଜେନର ବିଦ୍ୟୁତ୍ତୀତ୍ତ ର ମୂଲ୍ୟ ଖୋଜନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ପାଇଁ ରିଭର୍ସ ସ୍ରୋତର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ କୁହନ୍ତୁ ।
3. ଜେନର ଡାୟୋଡ୍ ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତର ବିଦ୍ୟୁତ୍ତୀତ୍ତ ଉପରେ ପ୍ରଭାବ କୁହନ୍ତୁ, ଯେତେବେଳେ ଏହା ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ରିଭର୍ସ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତୀତ୍ତ ବ୍ରେକଡାଉନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତୀତ୍ତ ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ ।

**XI. P17- ES110:** ଆଲୋକ ନିର୍ଗତକରୁଥିବା ଡାୟୋଡ୍

### P17.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତି

ଏଲଇଡିର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ।

### P17.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଶିଳ୍ପ ଏବଂ ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗରେ, ଏଲଇଡି ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରଦର୍ଶନ ସାଧନ(Display Device) ଏବଂ ସୂଚକ (Indicator) ଭାବରେ ବହୁଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଏଲଇଡି ହେଉଛି ଏକ ଦୁଇ ଟର୍ମିନାଲ, ଆଲୋକ ନିର୍ଗତକରୁଥିବା, ସକ୍ରିୟ ପ୍ରଦର୍ଶନ(Active Display) ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସାଧନ । ମଲ୍ଟି-ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏଲଇଡିକୁ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇପାରିବ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ ଉପାଦାନ ଚିହ୍ନଟ କୌଶଳ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷା କୌଶଳ ବୁଦ୍ଧି କରିବାରେ ସହାୟକ ହେବ ।

### P17.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଆଲୋକ ନିର୍ଗତକରୁଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ର ଲକ୍ଷଣ, ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ପ୍ରତୀକ ପାଇଁ ଏହି ଏକକ ର ଟେବୁଲ୍ 1.2 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ।

### P17.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ଆଲୋକ ନିର୍ଗତକରୁଥିବା ଡାୟୋଡ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ମାନକ ପରୀକ୍ଷଣ ପଦ୍ଧତି(Standard Test Procedure) କୁ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

### P17.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P17.1: ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର



ଚିତ୍ର P17.2: କ୍ରୋକୋଡାଇଲ୍ ଏକ୍ସପାନାମାନଙ୍କର ଏଲଇଡି ସହିତ ସଂଯୋଗ ଦେଖାଉଥିବା ଚିତ୍ର

### P17.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି ମିଟର: 5 1/2-ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସପାନାସନ ସହ	2		
2.	ଡିସି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ 0- 30V, 2A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାତ ଏବଂ ସ୍ତ୍ରୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ ।	1		
3.	ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଏଲଇଡି	1		
4.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେଫଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲ. ଏସ୍.		

### P17.7 ସତର୍କତା

1. ପରିପଥ ସଂଯୋଜନାଯାଞ୍ଚ ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
2. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟି-ମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାରୀୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
3. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।

### P17.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦକ୍ଷେପ

1. ମଲ୍ଟି-ମିଟରରେ ଥିବା କଳା ଲିଡ୍ କୁ COM ଟର୍ମିନାଲ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. ମଲ୍ଟି-ମିଟରରେ ଥିବା ଲାଲ୍ ଲିଡ୍ କୁ Ω ଟର୍ମିନାଲ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
3. ମଲ୍ଟି-ମିଟରର ଡାୟାଲ୍ (ରୋଟାରୀ ସୁଇଚ୍) କୁ ଡାୟୋଡ୍ ସଂକେତ ଆଡକୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତୁ। ଏହା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ତ୍ରୋତକୁ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ କରିବାକୁ ଅନୁମତି ଦେଇଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଦିଗରେ ନୁହେଁ ।
4. ମଲ୍ଟି-ମିଟର ଅନ୍ କରନ୍ତୁ। ପ୍ରଦର୍ଶନ ଓଭର ଲୋଡ୍ (OL) କିମ୍ବା OPEN ସୂଚିତ କରିବା ଉଚିତ୍ ।
5. ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଏକ ନିୟମିତ ଏଲଇଡି ନିଅନ୍ତୁ ।
6. କଳା ଏକ୍ସପାନାସନକୁ ଏଲଇଡିର କ୍ୟାଥୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ, ଯାହା ସାଧାରଣତଃ ଛୋଟ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଅଟେ ଏବଂ ଲାଲ୍ ଏକ୍ସପାନାସନକୁ ଏଲଇଡିର ଆନୋଡ୍ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।

7. ଏଲଇଡିର ସ୍ଥିତି ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ।
8. ମଲ୍ଟି-ମିଟରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଫରୱାର୍ଡ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ କୁ ପଢନ୍ତୁ।
9. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣର ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ଚର୍ମିନାଲ ସହ ସଂଯୋଗ କରି ଏବଂ ତି ସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଏଲଇଡି ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇପାରିବ ।
10. ଏଲଇଡିର ସ୍ଥିତି ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ତା'ପରେ ଏଲଇଡିର ଚର୍ମିନାଲକୁ ଓଲଟାଇ ସୋପାନ ୪ ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ।

### P17.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

ଏଲଇଡି \_\_\_\_\_ (ଉଜ୍ଜ୍ୱଳିତ / ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳିତ) ହେଉଛି ।

### P17.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

### P17.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା

.....  
 .....  
 .....  
 .....

### P17.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ମ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଦିଆଯାଇଥିବା ଏଲଇଡିର ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଖୋଜନ୍ତୁ ।
2. ଦ୍ୱିରଙ୍ଗୀ(Bicolor) ଏଲଇଡି ପରୀକ୍ଷା କରିବାର ପଦ୍ଧତି କୁହନ୍ତୁ ।
3. ଏଲଇଡି ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତର ପରିବର୍ତ୍ତନର ଏହାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ଉପରେ ପ୍ରଭାବ କୁହନ୍ତୁ ।

## XII. P18- ES110: ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

### P18.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ତିନୋଟି ଚର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

### P18.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱର ଶିଳ୍ପରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରୟୋଗ ଅଛି । ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱରଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ସେମିକଣ୍ଡକ୍ତ୍ୱର ସାଧନମାନ ଯାହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଆଞ୍ଜିଫିକେସନ୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ସେମାନେ ସୁଇଚ୍ ଏବଂ ଦୋହଲିବା ପରିପଥ (Oscillator Circuit) ରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ସୁଇଚ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଏଗୁଡ଼ିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଏବଂ ଟେଲିଯୋଗାଯୋଗ ଉପକରଣ, କମ୍ପ୍ୟୁଟର, ଟେଲିଭିଜନ, ମୋବାଇଲ୍ ଫୋନ୍, ଅଡ଼ିଓ ଆଞ୍ଜିଫାୟର୍ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି ।

### P18.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ଉପ ବିଷୟ 1.2.3.1 କୁ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

**ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱର ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରିବା:**

ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱରଗୁଡ଼ିକ ବଜାରରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ୟାକେଜ୍ ସହିତ ଉପଲବ୍ଧ । ଚିତ୍ର P18.1 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା TO-92 ପ୍ୟାକେଜ୍ ବିଷୟରେ ବିଚାର କରନ୍ତୁ । ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱକୁ ଏପରି ରଖନ୍ତୁ ଯେ ସମତଳ ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ମୁହଁ କରିରହିବ ।

1. ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଭାବରେ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱରେ ଦୁଇଟି ଡାୟୋଡ୍ ଅଛି (NPN  $\times$  N - P - N  $\times$  NP ଜଙ୍କସନ୍ + PN ଜଙ୍କସନ୍ ଏବଂ PNP  $\times$  P - N - P  $\times$  PN ଜଙ୍କସନ୍ + NP ଜଙ୍କସନ୍) ଅର୍ଥାତ୍ ଏମିଟର୍ ରୁ ବେସ୍ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ PN ଜଙ୍କସନ୍ (ଡାୟୋଡ୍) ଏବଂ ବେସ୍ ରୁ କଲେକ୍ଟର ହେଉଛି ଅନ୍ୟ ଏକ PN ଜଙ୍କସନ୍ (ଡାୟୋଡ୍) ।
2. ଡାୟୋଡ୍ ମୋଡ୍ ରେ ମଲ୍ଟିମିଟର୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଦେଖାଇବ, ଯେତେବେଳେ ମଲ୍ଟିମିଟରର ସକରାତ୍ମକ ଏକ୍ସଣୀ(Probe) ଡାୟୋଡ୍ ର ଆନୋଡ୍ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ଏକ୍ସଣୀ ଡାୟୋଡ୍ କ୍ୟାଥୋଡ୍ କୁ ସଂଯୁକ୍ତ ହେବ ।
3. ଯଦି ମଲ୍ଟିମିଟର ସକରାତ୍ମକ ଏକ୍ସଣୀ ଡାୟୋଡ୍ ର କ୍ୟାଥୋଡ୍ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ଏକ୍ସଣୀ ଡାୟୋଡ୍ ର ଆନୋଡ୍ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ, ତେବେ ଏହା କୌଣସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଦେବ ନାହିଁ (ଶୂନ୍ୟ ଦେଖାଇବ) ।

### P18.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

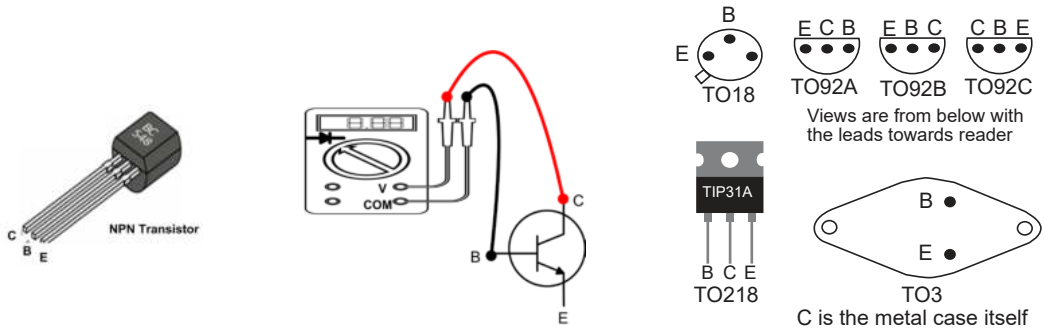
ପିଆରଓ1: ଏକ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ତ୍ୱର ପରୀକ୍ଷଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ବେସ୍ ଏବଂ ଏମିଟର୍ ମଧ୍ୟରେ, ବେସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ଏବଂ ଏମିଟର୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଉପାଦାନ ପରୀକ୍ଷଣ ମୋଡ୍ରେ CRO ସଞ୍ଚାଳନ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ4: ବିଜେଟିର ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।

### P18.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P18.1: ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର TO-92 ପ୍ୟାକେଜ୍

ଚିତ୍ର P18.2: NPN ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ମିଟର ଚେକ୍

ଚିତ୍ର P18.3: କିଛି କେସ୍ ଶୈଳୀ ପାଇଁ ଏମିଟର୍, ବେସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍ ସଂଯୋଜୀ ତାର

### P18.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଉତ୍ସ(AC source): 230V, 50Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ Cu ତାର, 1.5 mm <sup>2</sup>	ଏଲଏସ		
3.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 3 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ	1		
4.	ସିଆରଓ: ଉପାଦାନ ପରୀକ୍ଷଣ ସୁବିଧା ସହିତ 20 MHz	1		
5.	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର: ଛୋଟ ସଙ୍କେତ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (TO-92 ପ୍ୟାକେଜ୍); BC547(NPN); BC557(PNP)	ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାରର 1		
6.	ପାଖାର୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର 2N2955(NPN); 2N3055(PNP)	ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାରର 1		

### P18.7 ସତର୍କତା

1. ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସରର ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟରର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଚାଳନା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଂଯୋଗ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

### P18.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ମଲ୍ଟିମିଟରକୁ ଏହାର ଓମ୍ସ ରେଞ୍ଜ (ohms range)ରେ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ ।
2. ଚିତ୍ର P18.2 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ମଲ୍ଟିମିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ବେସ୍ ଏବଂ ଏମିଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
4. ବେସ୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
5. ଏମିଟର୍ ଏବଂ କଲେକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
6. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଚାର୍ଟ ସହ ଉପରୋକ୍ତ ଷ୍ଟେପଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
7. ଗ୍ରାହ୍ୟତର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଷ୍ଟେପ 2 ରୁ 6 ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।

ଗ୍ରାହ୍ୟତର ଚାର୍ଟନାମାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ		PNP	NPN
କଲେକ୍ଟର୍	ଏମିଟର୍	$R_{उच्च}$	$R_{उच्च}$
କଲେକ୍ଟର୍	ବେସ୍	$R_{fuEu}$	$R_{उच्च}$
ଏମିଟର୍	କଲେକ୍ଟର୍	$R_{उच्च}$	$R_{उच्च}$
ଏମିଟର୍	ବେସ୍	$R_{fuEu}$	$R_{उच्च}$
ବେସ୍	କଲେକ୍ଟର୍	$R_{उच्च}$	$R_{fuEu}$
ବେସ୍	ଏମିଟର୍	$R_{उच्च}$	$R_{fuEu}$

### P18.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

1. ଏମିଟର୍ ଏବଂ ବେସ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ,  $R_{BE} = \text{-----}$
2. କଲେକ୍ଟର୍ ଏବଂ ବେସ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ,  $R_{CB} = \text{-----}$
3. କଲେକ୍ଟର୍ ଏବଂ ଏମିଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିରୋଧ,  $R_{CE} = \text{-----}$

**P18.10 ଫଳାଫଳ**

**P18.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ ବୈଧତା**

**P18.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ କାହିଁକି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରକୁ ଦ୍ୱିପାକ୍ଷିକ(Bipolar) ସାଧନ କୁହାଯାଏ?
2. କାରଣ ଦିଅନ୍ତୁ କି କାହିଁକି କିଛି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଉତ୍ତାପ ସିଙ୍କ(Heat Sink) ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି?

**P18.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ**

**1. P19- ES110: ବିଜେଟିର ପ୍ରଦର୍ଶନ**

**P19.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି**

ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

**P19.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ**

ବିଜେଟି ହେଉଛି ଏକ ତିନି ଟର୍ମିନାଲ ବିଶିଷ୍ଟ ସକ୍ରିୟ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଉପାଦାନ । ବିଜେଟି ଦୁଇ ପ୍ରକାରରେ ଉପଲବ୍ଧ, ଏନପିଏନ ଏବଂ ପିଏନପି ନାମରେ । CE, CB ଏବଂ CC ନାମକ ତିନୋଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏରେ ବିଜେଟି ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ । ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ ଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇପାରିବ । କମନ୍ ଏମିଟର୍ (CE) ମୋଡ୍ ହେଉଛି ଏକ ବିଜେଟି ପାଇଁ ସର୍ବବ୍ୟାପୀ କାର୍ଯ୍ୟ ପଦ୍ଧତି । ଉପଯୁକ୍ତ ବାୟାସିଂ(Biasing) ସହିତ CE ମୋଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ସମସ୍ତ ପ୍ରକାରର ଆମ୍ପ୍ଲିଫିକେସନ୍ କରାଯାଇପାରିବ । କମନ୍ ଏମିଟର୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ମଧ୍ୟ ରେଡିଓ ଆବୃତ୍ତି (Radio Frequency) ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ କମନ୍ ଏମିଟର୍ (CE) କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଉପଯୋଗୀ ଅଟେ ।

**P19.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

କମନ୍ ଏମିଟର୍ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ପରିପଥ(Practical Amplifier Circuit)ରେ ସର୍ବାଧିକ ବାରମ୍ବାର ବ୍ୟବହୃତ(Most Frequently Used) କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଅଟେ, ଯେହେତୁ ଏହା ଭଲ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ସ୍ତ୍ରୋତ, ଏବଂ ଶକ୍ତି ଗେନ୍ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଇନପୁଟ୍ ବେସ୍-ଏମିଟର୍ ପରିପଥ ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ କଲେକ୍ଟର-



ଏମିଟର ପରିପଥ ରୁ ନିଆଯାଏ, ଯାହା ଏମିଟର କୁ ଉତ୍ତମ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ପାଇଁ "ସାଧାରଣ" କରି ରଖେ । CE କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଓଲଟା ପର୍ଯ୍ୟାୟ(Phase Reversal) ପ୍ରଦାନ କରେ । ବିଜେଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ପାଇଁ ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.2.3.2 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

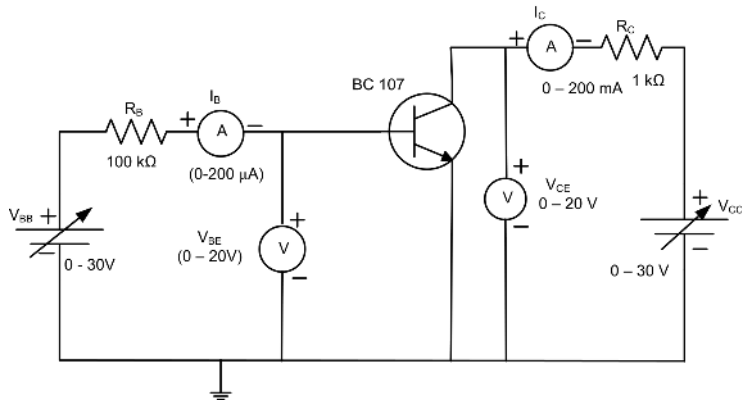
**P19.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)**

ପିଆରଓ1: ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ବିଦ୍ୟୁତାପ ବନାମ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଏନପିଏନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

**P19.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର P19.1: CE ମୋଡରେ ବିଜେଟିର ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P19.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ**

ପିଆରଓ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦନ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସପାନାସନ ସହ	2		
2.	ଡିସି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ 0-30V, 2A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ ।	1		

3.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର : (0 - 20 V), (0-2 V)	ପ୍ରତ୍ୟେକ 1			
4.	ଆମ୍ପିଟର: (0 - 200 mA), (0 - 200 $\mu$ A)	ପ୍ରତ୍ୟେକ 1			
5.	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର: BC107 କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ	1			
6.	ପ୍ରତିରୋଧକ: 1K $\Omega$ (0.5 watts /0.25 watts)	1			
7.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ଼: 15 cm x 17 cm	1			

### P19.7 ସତର୍କତା

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଯାଞ୍ଚ ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
2. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପର ମୂଲ୍ୟ ଏହାର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ବିଦ୍ୟୁତାପ(Rated Voltage)କୁ ଅତିକ୍ରମ କରାନ୍ତୁ ନାହିଁ। ଏହା ଦ୍ଵାରା ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ନଷ୍ଟ ହୋଇପାରେ।
3. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟି ସହିତ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।

### P19.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

#### ଭାଗ I

ଇନପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣ:

1. ଚିତ୍ର P19.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. VCC କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି VCE କୁ 2V ର ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତାପ ରେ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ।
3. ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ VBE କୁ 0.1V ର ସୋପାନ ରେ 0V ରୁ 1V ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ IB ର ଅନୁରୂପ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ।
4. VCE କୁ 5V ଏବଂ 10V ରେ ରଖି ଉପରୋକ୍ତ 2 ଏବଂ 3 ସୋପାନ ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ।
5. ରେକର୍ଡ୍ ହୋଇଥିବା ପଠନରୁ ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।
6. ଉପଯୁକ୍ତ ଅପରେଟିଂ ପଏଣ୍ଟରେ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ (ri) ଗଣନା କରନ୍ତୁ।

#### ଭାଗ II

ଆଉଟପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣ:

1. ଚିତ୍ର P19.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. VBB ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି IB କୁ 10  $\mu$ A ରେ ସ୍ଥିର ଭାବରେ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ।
3. ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ VCC କୁ 1V ର ସୋପାନ ରେ 0V ରୁ 10V ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ

$V_{CE}$  ଏବଂ  $I_C$  ର ସମତୁଲ୍ୟ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

4.  $I_B$  କୁ  $20\mu A$  ଏବଂ  $30\mu A$  ରେ ରଖି ଉପରୋକ୍ତ ସୋପାନ 2 ଏବଂ 3 ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।
5. ରେକର୍ଡ୍ ହୋଇଥିବା ପଠନରୁ ଲକ୍ଷଣ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।
6. ଉପଯୁକ୍ତ ଅପରେଟିଂ ପଏଣ୍ଟରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ( $r_o$ ) ।

### P19.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

ଟେବୁଲ୍ P19.1: ଇନପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	$V_{CE} = 2V$		$V_{CE} = 5V$		$V_{CE} = 10V$	
	$V_{BE} (V)$	$I_B (\mu A)$	$V_{BE} (V)$	$I_B (\mu A)$	$V_{BE} (V)$	$I_B (\mu A)$
1.						
2.						
3.						

ଟେବୁଲ୍ P19.2: ଆଉଟପୁଟ୍ ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	$I_B = 10\mu A$		$I_B = 20\mu A$		$I_B = 30\mu A$	
	$V_{CE} (V)$	$I_C (mA)$	$V_{CE} (V)$	$I_C (mA)$	$V_{CE} (V)$	$I_C (mA)$
1.						
2.						
3.						

### ଗଣନା (ଗ୍ରାଫ୍ ରୁ)

ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_i$ :

ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_o$ :

ସ୍ରୋତ ଆଣ୍ଟିଫିକେସନ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର  $\alpha$ :

### P19.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

1. ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_i = \dots\dots\Omega$
2. ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ  $R_o = \dots\dots\Omega$
3. ସ୍ରୋତ ଆଣ୍ଟିଫିକେସନ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର  $\alpha = \dots$

### P19.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା

### P19.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ପିଏନପି ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ବ୍ୟବହାର କରି ସମାନ ପରୀକ୍ଷଣକୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା ବିଜେଟିର ଗତିଶୀଳ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ଖୋଜ ।
3. CC କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ (Current Gain) ମାପିବା ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହନ୍ତୁ ।

### P19.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



## XIII. P20 - ES110: ବିଜେଟିର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍

### P20.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

କମନ୍ ଏମିଟର୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P20.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ବିଜେଟି ହେଉଛି ଏକ ସ୍ରୋତ ଅପରେଟିଂ, ଫ୍ରି-ଜଙ୍କସନ୍ ସକ୍ରିୟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ଉପାଦାନ । CE, CB ଏବଂ CC ନାମକ ତିନୋଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏରେ ବିଜେଟି ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ । ବିଜେଟିର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ହେଉଛି ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତାର କାରଣ । ବିଜେଟିର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ ଉପଯୋଗୀ ।

### P20.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

କମନ୍ ଏମିଟର୍ ବ୍ୟବହାରିକରେ ଆଞ୍ଜିଫାୟର୍ ପରିପଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସର୍ବାଧିକ ବାରମ୍ବାର ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍, ଯେହେତୁ ଏହା ଭଲ ବିଦ୍ୟୁତାପ, ସ୍ରୋତ, ଏବଂ ପାଖାର୍ ଗେନ୍ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଇନପୁଟ୍ ବେସ୍-ଏମିଟର୍ ପରିପଥ ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ କଲେକ୍ଟର-ଏମିଟର୍ ପରିପଥ ରୁ ନିଆଯାଏ, ଯାହା ଏମିଟର୍ କୁ ଉଭୟ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ପାଇଁ "କମନ୍" କରି ରଖେ । CE କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ହେଉଛି ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ  $I_c$  ସହ ଇନପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ  $I_b$  ର ଅନୁପାତ । ବିଜେଟି କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ପାଇଁ, ଏହି ଏକକ ର ବିଭାଗ 1.2.3.2 ରେ ଫ୍ କରନ୍ତୁ ।

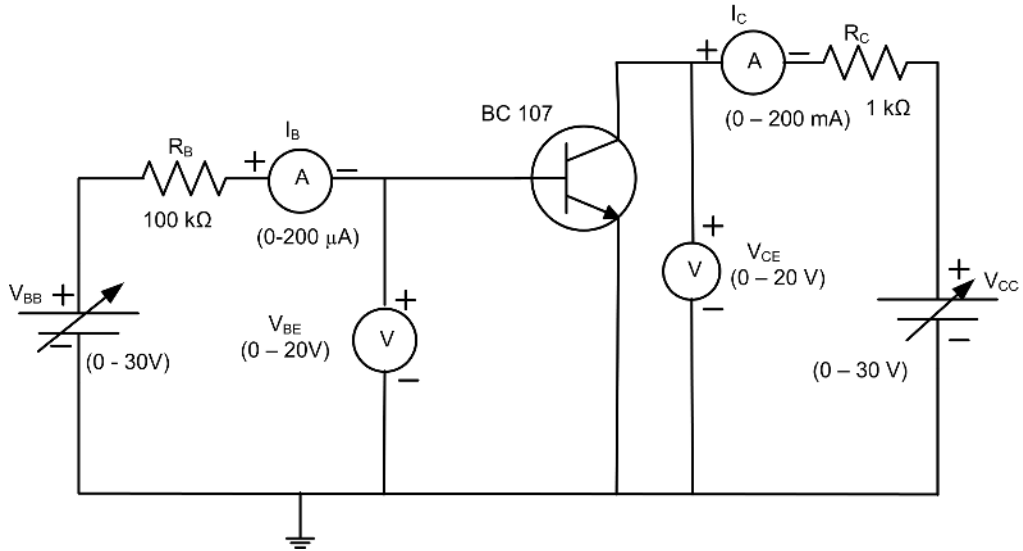
**P20.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)**

ପିଆରଓ1: ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତମାପ କରନ୍ତୁ।

ପିଆରଓ2: ସିଧାସଳଖ ସ୍ରୋତ ମାପ ପାଇଁ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ।

ପିଆରଓ3: CE କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।

**P20.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର P20.1: CE ମୋଡରେ ବିଜେଟିର ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P20.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**

ପରିମାଣ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟି ମିଟର: 1/2 ଅଙ୍କ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଏକ୍ସଟ୍ରାମାନଙ୍କ ସହ	2		
2.	ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: 0-30V, 2A, SC ସୁରକ୍ଷା, ବିଦ୍ୟୁତମାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ପ୍ରଦର୍ଶନ	1		
3.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: (0 – 20V), (0-2V)	ପ୍ରତ୍ୟେକ 1		

4.	ଆମ୍ପିଟର: (0 – 200 mA, (0 - 200 $\mu$ A)	ପ୍ରତ୍ୟେକ 1			
5.	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର: BC107 କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ	1			
6.	ପ୍ରତିରୋଧକ: 1K $\Omega$ (0.5 watts /0.25 watts)	1			
7.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ଼: 5 cm x 17 cm	1			

### P20.7 ସତର୍କତା

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଯାଞ୍ଚି ନକରିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ନାହିଁ।
2. ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ସମୟରେ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ମୂଲ୍ୟ ଏହାର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ (Rated Voltage)କୁ ଅତିକ୍ରମ କରାନ୍ତୁ ନାହିଁ। ଏହା ଦ୍ଵାରା ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ନଷ୍ଟ ହୋଇପାରେ।
3. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ସଠିକ୍ ପୋଲାରିଟିରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।

### P20.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ଚିତ୍ର P20.1 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2.  $V_{CC}$  କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି  $V_{CE}$  କୁ 2V ର ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ ରେ ଅଧିଷ୍ଠିତ କରନ୍ତୁ।
3. ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ  $V_{BE}$  କୁ 0.8V ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ  $I_B$  ର ସମତୁଲ୍ୟ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ।
4. ବାୟାସିଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାପ  $V_{CC}=7V$  କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ  $I_C$  ର ସମତୁଲ୍ୟ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ।

### P20.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

1. ଇନପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ  $I_B = \dots\dots\dots$
2. ଆଉଟପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ  $I_C = \dots\dots\dots$

ଗଣନା

ସ୍ରୋତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫିକେସନ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର କିମ୍ବା ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍  $= I_C / I_B$

### P20.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା

CE କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ରେ ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ହେଉଛି .....

### P20.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା

### P20.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଯଦି ସମାନ ପରୀକ୍ଷଣ ସିଧାସଳଖ ମଲ୍ଟି-ମିଟର ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ପୁନରାବୃତ୍ତି କରିବାକୁ ହୁଏ, ତେବେ ପଦ୍ଧତି ଲେଖନ୍ତୁ ।
2. ବିଭିନ୍ନ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ବାୟାସିଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପାଇଁ ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ଖୋଜନ୍ତୁ ।
3. ତାଟା ଫର୍ଦ୍ଦରୁ ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ସ୍ରୋତ-ଗେନ୍ ର ମୂଲ୍ୟ ଖୋଜନ୍ତୁ ।

## XIV. P21- ES110: ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥ

### P21.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

### P21.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ସବୁଠାରୁ ମୌଳିକ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଛି ପରିପଥର ଅନ୍ୟ ଏକ ଅଂଶକୁ ଶକ୍ତିର ପ୍ରବାହକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ ଶବ୍ଦରେ ଏହାକୁ ଏକ ସରଳ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସୁଇଚ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରିବା । ଏହାକୁ କର୍-ଅଫ୍ କିମ୍ବା ସାର୍ତ୍ତରେସନ୍ ମୋଡ୍ ରେ ଚାଳନ(Driving) କରି, ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ର ବାଇନାରୀ ଅନ୍ /ଅଫ୍ ପ୍ରଭାବ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରେ । ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ହେଉଛନ୍ତି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପରିପଥ-ନିର୍ମାଣ ବ୍ଲକ୍; ସେଗୁଡ଼ିକ ପରିପଥ ଇଣ୍ଟରଫେସ୍(Interface) କରିବା ଏବଂ ଡର୍କ ଗେଟ୍(Logic Gates) ତିଆରି କରିବାରେ ଉପଯୋଗୀ, ଯାହା ମାଇକ୍ରୋପ୍ରୋସେସର, ମାଇକ୍ରୋକଣ୍ଟ୍ରୋଲର୍, ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ(Integrated Circuits) ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି ଯୋଡ଼ଗୁଡ଼ିକ ଅନେକ ପ୍ରୟୋଗରେ ଉପଯୋଗୀ ହୋଇଥାନ୍ତି । ତେଣୁ, ଏହି ପରୀକ୍ଷଣ ମାଧ୍ୟମରେ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ମାନେ ବାହ୍ୟ ଇନପୁଟ୍ ଦ୍ୱାରା ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ର ଅନ୍ କିମ୍ବା ଅଫ୍ ହେବାର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତାକୁ ପ୍ରମାଣ କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହେବେ ।

### P21.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ପ୍ରୟୋଗମାନଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ ଏହି ଏକକ ର ଉପ ବିଷୟ 1.2.3.3 କୁ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ ସ୍ରୋତ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଉପକରଣ ଯାହା ସେମାନଙ୍କ ବେସ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବାୟାସିଂ ବିଦ୍ୟୁତାପର ପରିମାଣର ଅନୁପାତରେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏମିଟର୍ ରୁ କଲେକ୍ଟର ଟର୍ମିନାଲ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା

ସ୍ରୋତର ପରିମାଣକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରନ୍ତି । ଏହିପରି ସେମାନେ ଏକ ସ୍ରୋତ-ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ସୁଇଚ୍ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାନ୍ତି । ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବାୟାସିଂ ର ଅବସ୍ଥା ଅନୁଯାୟୀ ଏହା ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କାମ କରେ: ଆକ୍ଟିଭ୍, କଟ୍ ଅଫ୍ ଏବଂ ସାରୁରେସନ୍ । ଏହି ପରିପଥରେ ଏକ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ(Square Wave) ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍ ଅଧିକ ହୁଏ, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନ୍ ହୁଏ ଏବଂ ସାରୁରେସନ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ତେଣୁ ସର୍ବାଧିକ ସ୍ରୋତ IC ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ତଥା ଏଲଇଡି ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏଲଇଡି ଆଲୋକ ନିର୍ଗତ କରେ । ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍ କମ୍ ଥାଏ (କମ୍ ଅର୍ଥ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନ୍ କରିବାକୁ ଯଥେଷ୍ଟ ନୁହେଁ), ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କଟ୍ ଅଫ୍ ରେ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ ସ୍ରୋତ IC ଶୂନ୍ୟ ରହେ ଏବଂ ଏଲଇଡି ଆଲୋକ ନିର୍ଗତ କରେ ନାହିଁ । ଯେହେତୁ ଇନପୁଟ୍ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ, ଏଲଇଡି ସ୍ୱୟଂଚାଳିତ ଭାବରେ ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନ୍ ଏବଂ ଅଫ୍ ହେବ ।

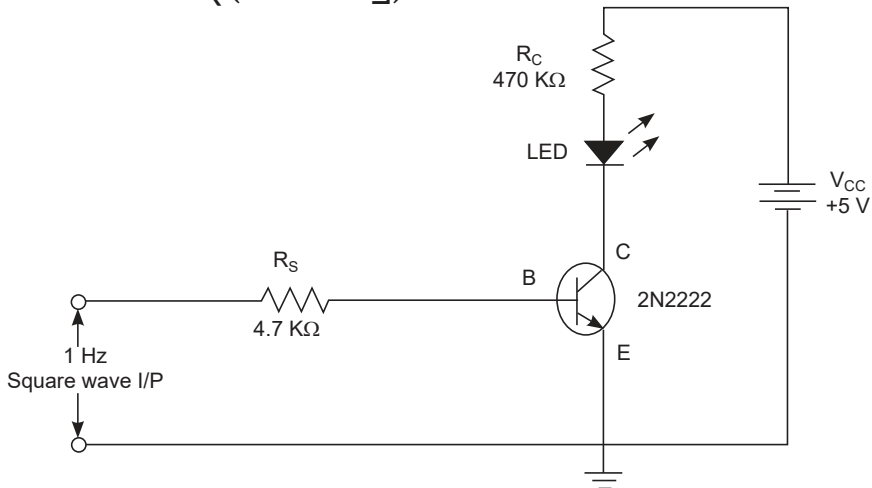
### P21.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ1: ପରିପଥକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ2: ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥ ର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ3: ଏକ ଏଲଇଡି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବାକୁ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରକୁ ଏକ ସ୍ୱିଚ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

### P21.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P21.1: ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରିବାର କାର୍ଯ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତି ଦେଖାଏ ।

### P21.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତା ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ 0-30V	1		
2.	ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡ଼: 5.5 cm x 17 cm	1		
3.	ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର: 1Hz-1MHz	1		
4.	ପ୍ରତିରୋଧକ	1		
5.	ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର: ଏନପିଏନ, 2N2222 (କିମ୍ବା BC547 କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତୁଲ୍ୟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର)	1		
6.	ଆଲୋକ ନିର୍ଗତ ଡାୟୋଡ୍(ଏଲଇଡି)			
7.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେଫଲନ୍ କୋଟିଂ (0.5 mm ବ୍ୟାସ)	ଏଲଏସ		

### P21.7 ସତର୍କତା

1. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ସମସ୍ତ ସଂଯୋଗମାନ ସଠିକ୍ ଏବଂ ପରିଷ୍କାର ଅଟନ୍ତି ।
2. ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ ମଲ୍ଟି-ମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

### P21.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଦ୍ଧତି

1. ଚିତ୍ର P21.1 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. 5VP-P ର ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟରରୁ ଏକ ସ୍ଥିର ଆମ୍ପ୍ଲିଚ୍ୟୁଡ୍ ର 1 Hz ର ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରାପ୍ତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟରରୁ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ ସଙ୍କେତକୁ ପରିପଥର ବେସ୍ ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡରେ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ।
4. କଲେକ୍ଟର ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡରେ 5V ର VCC ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. ଏଲଇଡିର ସୂଚକ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ।

### P21.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ

ଏଲଇଡି \_\_\_\_\_ (ଉଜ୍ଜ୍ୱଳିତ / ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳିତ) ହେଉଛି

**P21.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

**P21.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/ କିମ୍ବା ବୈଧତା**

**P21.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ**

1. ଯାନ୍ତ୍ରିକ କିମ୍ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋ-ମେକାନିକାଲ୍ ସୁଇଚ୍ ତୁଳନାରେ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସୁଇଚ୍ ର ସୁବିଧା କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
2. ସୁଇଚିଂ ପରିପଥ (Switching Circuit) ଶିଖକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ?
3. ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ଯେ କେତେବେଳେ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (a) ଏକ ବନ୍ଦ ସୁଇଚ୍ ଏବଂ (b) ଏକ ଖୋଲା ସ୍ୱିଚ୍ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ।

**P21.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**



**XIV. P22: ES110- ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା**

**P22.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି**

ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପରିପଥ ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

**P22.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ**

ଏକକ ପଦ (Single Stage) କମ୍ ପାୱାର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Low Power Amplifier) ସାଧାରଣତଃ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥରେ ଛୋଟ ସଙ୍କେତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫିକେସନ୍ (Small Signal amplification ) ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପକରଣ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଯୋଗାଯୋଗରେ କମ୍ ପାୱାର୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Low Power Amplifier) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ ଛାତ୍ରଛିତ୍ରାମାନଙ୍କୁ ଏକକ ପଦ କମ୍ ପାୱାର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Single Stage Low Power amplifier) ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷା କରିବାପାଇଁ ଦକ୍ଷତା ବିକଶିତ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

**P22.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

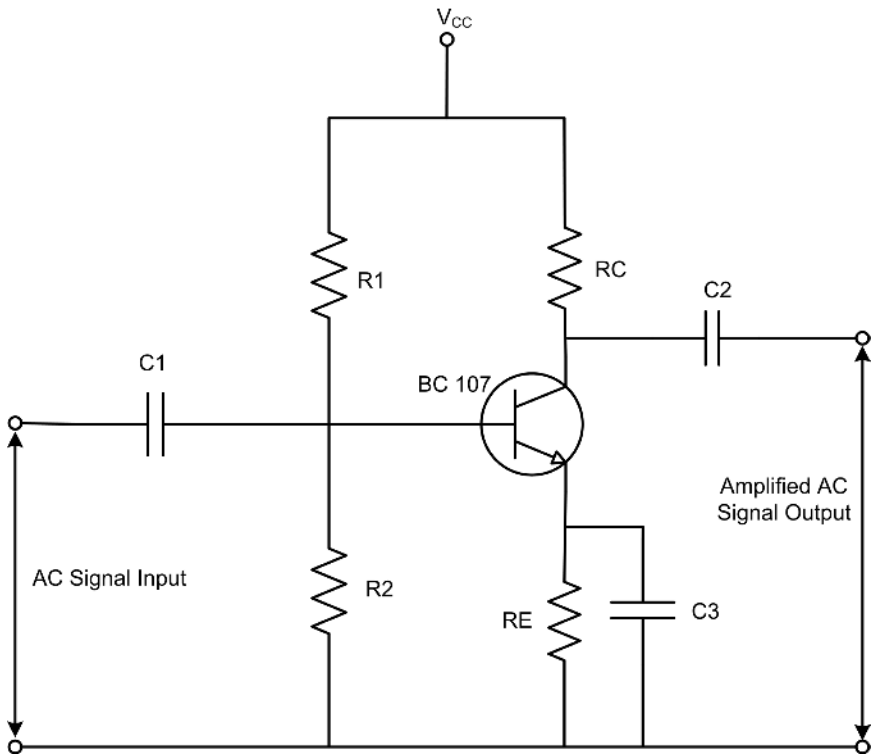
କମ୍ ପାୱାର୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସାଧନ ଯାହା ଏକ ସଙ୍କେତ ର ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି କରିପାରେ । ଏକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣରୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ସଙ୍କେତ ର ଆମ୍ପ୍ଲିଚୁଡ୍ କୁ ବୃଦ୍ଧି କରେ କିନ୍ତୁ ସମସ୍ତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ସମାନ ନୁହନ୍ତି ଯେହେତୁ ସେମାନେ ସେମାନଙ୍କର ପରିପଥର କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଏବଂ ପ୍ରଚାଳନ ପଦ୍ଧତି (Methods of Operation) ଅନୁଯାୟୀ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ । ଅନେକ ପ୍ରକାରର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥମାନ ଅଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନେ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ; କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Operational Amplifier) ଏବଂ ସ୍କଲ୍

ସଙ୍କେତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ (Small Signal Amplifier) ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଲାର୍ଜ ସଙ୍କେତ ଏବଂ ପାୱାର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ଏକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ ର ବର୍ଗୀକରଣ ସଙ୍କେତ ର ଆକାର (ଅର୍ଥାତ୍ ବଡ଼ କିମ୍ବା ଛୋଟ), ଏହାର ବାସ୍ତବିକ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଏବଂ ଏହା କିପରି ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତକୁ ପ୍ରକ୍ରିୟା କରେ (ଅର୍ଥାତ୍ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ଏବଂ ଲୋଡ୍ ରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ) ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ ଗେନ୍ ଅଛି ଯାହା ମାପ କରାଯାଇପାରିବ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି: ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଗେନ୍ (  $A_v$  ), ସ୍ରୋତ ଗେନ୍ (  $A_i$  ) ଏବଂ ପାୱାର ଗେନ୍ (  $A_p$  ) ମାପ କରାଯାଇପାରିବ ଏବଂ ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

**P22.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)**

- ପିଆରଓ1: ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସକ୍ରିୟ ଏବଂ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- ପିଆରଓ2: ବିଜେଟି, ପ୍ରତିରୋଧକ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।
- ପିଆରଓ3: ପରିପଥର ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ରେଡ୍‌ବୋର୍ଡ୍‌ରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ମାଡ଼ନ୍ତୁ ।
- ପିଆରଓ4: ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ ପରିପଥ ର କର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

**P22.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର P22.1 : ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇୟର୍ ପରିପଥ

**P22.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପାଦନ**

କ୍ର. ସଂଖ୍ୟା	ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ସହିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରସାରିତ ଉତ୍ପାଦନ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ସହ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ପାଦ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତାମତ (ଯଦି କିଛି)
1.	କାଥୋଡ୍ ରେ ଅସିଲୋସ୍କୋପ୍(ସିଆରଓ): (ଆନାଲୋଗ୍ ପ୍ରକାର) 30/100 MHz ଆବୃତ୍ତି	1 ନମ୍ବର ।		
2.	ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର: 0-2MHz ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ ଆଞ୍ଜିଚ୍ଛୁଡ୍ ସହିତ ସାଇନ୍(Sine), ବର୍ଗ(Square) ଏବଂ ତ୍ରିକୋଣୀୟ(Triangular) ଆଉଟପୁଟ୍	1 ନମ୍ବର ।		
3.	ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ: 0-30V, 2Amp SC ସୁରକ୍ଷା	1 ନମ୍ବର ।		
4.	ଗ୍ରାନ୍ଥିଷ୍ଟର: BC547 କିମ୍ବା ତୁଲ୍ୟ ଗ୍ରାନ୍ଥିଷ୍ଟର	1 ନମ୍ବର ।		
5.	ପ୍ରତିରୋଧକ: R1=33KΩ, R2=3.3KΩ, RC=1.5KΩ, RE=470Ω	1 ନମ୍ବର ।		
6.	କ୍ୟାପାସିଟର: C1=0.1μf, C2=0.1μf, C3=10 μf	1 ନମ୍ବର ।		
7.	ବ୍ରେଡ୍‌ବୋର୍ଡ୍: 5.5 cm x 17 cm	1 ନମ୍ବର ।		
8.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେପଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ		

### 3P22.7 ସତର୍କତା

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
2. ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ପାଖାର୍ ସୁଇଚ୍ ପ୍ରାରମ୍ଭରେ 'ଅଫ' ଅବସ୍ଥାରେ ଅଛି ।
3. ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର ଏବଂ ସିଆରଓ(CRO) ର ଉପଯୁକ୍ତ ସେଟିଂସର ବ୍ୟବହାର ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।

### P22.8 ପ୍ରକ୍ଷାବିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା

1. ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ରେଡବୋର୍ଡରେ ପରିପଥ ନିର୍ମାଣ କରନ୍ତୁ ।
2. ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର ଆଉଟପୁଟ୍ କୁ ସିଆରଓ ସହିତ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସିଆରଓରେ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ।
3. ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର ରେ AC ସଙ୍କେତର ଉପଯୁକ୍ତ ଆମ୍ପ୍ଲିଚ୍ୟୁଡ୍ (10 mV ରୁ 20 mV) ଏବଂ ଆବୃତ୍ତି (1 KHz) ର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରିପଥର ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ସିଆରଓ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. DC ପାଖାର୍ ଯୋଗାଣକୁ ସ୍ୱିଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
6. ସିଆରଓରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗ ରୂପ(Waveform) ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ।
7. ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତି (100 Hz ରୁ 2 MHz)କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସିଆରଓରୁ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
8. ଗେନ୍ ଗଣନା କରନ୍ତୁ । ଫଙ୍କସନ୍ ଜେନେରେଟର ଆବୃତ୍ତି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି, କୋଡ଼ିଏଟି ପଠନ(Twenty Readings) ପାଇଁ ସୋପାନ 7 ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।
9. ସେମି-ଲଗ୍ ପେପରରେ ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସି ରେସପନ୍ସ (Frequency Response) ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

### P22.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା:

mV ରେ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ (ସ୍ଥିର ରଖିବାକୁ ପଡ଼ିବ ),  $V_i = \text{-----}$

ସିରିୟଲ ନଂ	ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତି (Hz)	ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ, $V_o$ (oksv)	ବିଦ୍ୟୁତାପ ଗେନ୍ ( $A = V_o/V_i$ )	dB ରେ ଗେନ୍ $20 \log(V_o/V_i)$
1.				
2.				
3.				

ଗଣନା :

1. ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗେନ୍ :  $V_o/V_i = \dots\dots\dots$
2. 1 KHz ରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗେନ୍:  $V_o/V_i = \dots\dots\dots$
3. 3dB ବ୍ୟାଣ୍ଡଓଡ଼ିଓ,  $B/W = FH - FL = \dots\dots\dots$

**P22.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

1. ମଧ୍ୟ ଆବୃତ୍ତି ଅଞ୍ଚଳ =  $\dots\dots\dots$
2. ବ୍ୟାଣ୍ଡଓଡ଼ିଓ =  $\dots\dots\dots$

**P22.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**P22.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ଫର୍ଦ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଚିତ୍ରଣୀ: ନିମ୍ନରେ ଉଦାହରଣ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ପରିପଥରେ ବ୍ୟବହୃତ ବାୟାସିଂର ପ୍ରକାର ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।
2. ଯଦି ପିଏନପି ଗ୍ରାନ୍ଥିଷ୍ଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତେବେ ପରିପଥରେ ଆବଶ୍ୟକ ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଡ଼ିକ ପରାମର୍ଶ ଦିଅନ୍ତୁ ।
3. ତାଟା ଫର୍ଦ୍ଦ (Data Sheet) ବ୍ୟବହାର କରି ତୁଲ୍ୟ (Equivalent) ଗ୍ରାନ୍ଥିଷ୍ଟରର ପରାମର୍ଶ ଦିଅନ୍ତୁ ।

**P22.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ**

[1] | "BC547 ର ତାଟା ଫର୍ଦ୍ଦ", <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/11551/ONSEMI/BC547.html>

## ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ

### ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡ଼ିକ) /କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ 5 - 6 ଜଣ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀଙ୍କ ଏକ ଗୋଷ୍ଠୀରେ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡ଼ିକ) /କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ(ଗୁଡ଼ିକ) ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଂଶଗ୍ରହଣ ସହିତ ଗୋଷ୍ଠୀ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରନ୍ତୁ । ନିମ୍ନରେ ଏକ ନମୁନା ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି:

- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଉପାଦାନ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରୟୋଗର ଏକ ଚାର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
- ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିରୋଧକ, କ୍ୟାପାସିଟର, ପ୍ରବର୍ତ୍ତକ ଏବଂ ଡାୟୋଡର ଡାଟାଫର୍ମ୍ ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତୁ ।
- ସୂଚନା ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପୃଷ୍ଠ ମାଉଣ୍ଟ ଡିଭାଇସ ଅର୍ଥାତ୍ ଲିଡ୍ ମୁକ୍ତ ସାଧନ ଗୁଡ଼ିକର ଏକ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
- ନିମ୍ନଲିଖିତ ଚର୍ମିନାଲ ପଏଣ୍ଟଗୁଡ଼ିକରେ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ବିଦ୍ୟୁତାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

**ସୋପାନ-1:** ଉପଯୁକ୍ତ ମାପ ପରିସର ବାଛନ୍ତୁ । ସିଲେକ୍ଟର୍ ନବ୍ କୁ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିମାପ ରେ ରଖନ୍ତୁ । ଏକ 5Amp ସୁଇଚ୍ ସକେଟ୍ ଆଉଟଲେଟରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ମାପ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପଠନକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ । ବର୍ତ୍ତମାନ ସିଲେକ୍ଟର୍ ନବ୍ କୁ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିମାପକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପୁନର୍ବାର ସକେଟ୍ ଆଉଟଲେଟରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ମାପ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ପଠନ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।

**ସୋପାନ-2:** ଦିଆଯାଇଥିବା ଲିଡ୍-ଏସିଡ୍ ବ୍ୟାଟେରୀର ଚର୍ମିନାଲରେ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିମାପ ପାଇଁ ସୋପାନ 1 ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।

ସୋପାନ -1 ଏବଂ 2 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଏବଂ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇଥିବା ପଠନ ଉପରେ ମନ୍ତବ୍ୟ ଏବଂ ଅନୁମାନ ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତୁ ।

### ଭିଡିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



ପ୍ରତିରୋଧକ  
ସହିତ ପରିଚିତ



ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ସହିତ  
ପରିଚିତ



କ୍ୟାପାସିଟର  
ସହିତ ପରିଚିତ

ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର



କ୍ୟାପାସିଟରସ୍  
ବନାମ ଇଣ୍ଡକ୍ଟରସ୍



ମୌଳିକ  
ବୈଦ୍ୟୁତିକ



ପ୍ରତିରୋଧକ  
ମିଶ୍ରଣ ପାଇଁ  
ନୋଟ୍

## ସହାୟକ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଠନସୂଚୀ

- 1.1. Ritu Sahdev, Basic Electrical Engineering, New Delhi: Khanna Publishing House, 2018.
2. V.N. Mittle, and A. Mittal, Basic Electrical Engineering, McGraw Education, 2017.
3. V Jegathesan, K .Vinoth Kumar and R. Saravanakuma , Basic Electrical and Electronics Engineering, New Delhi: Wiley India, 2015.
4. B. L. Theraja, Electrical Technology, Vol. - I, New Delhi: S. Chand and Company, 2015.
5. V.K. Mehta and Rohit Mehta, Principles of Electronics, S. Chand and Company, New Delhi, 2014.
6. David A. Bell, Electronic Devices and Circuits, New Delhi: Oxford University Press, 2011.



# 2

## ଆନାଲଗ୍ ସର୍କିଟ୍‌ର ସମୀକ୍ଷା

### ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ

ଏହି ଏକକ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋଚନା କରେ:

- ଅପାମ୍ପ (OPAMP) IC741ର ମୌଳିକତା
- ଅପାମ୍ପ ମାପକ ମାନ
- ଆଦର୍ଶ (Ideal) ଅପାମ୍ପର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ମାନ
- ଅପାମ୍ପର ଓପନ୍ ଲୁପ୍ (Open Loop) ବିନ୍ୟାସ
- ଅପାମ୍ପର କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ (Closed Loop) ବିନ୍ୟାସ
- ଅପାମ୍ପ ଓଲଟା ମୋଡ୍ (Inverting Mode) ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Amplifier)
- ଅପାମ୍ପ ନନ୍-ଇନ୍ଭର୍ଟିଂ ମୋଡ୍ (Non-Inverting Mode) ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Amplifier)
- ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଡ୍ଡର୍ (Adder) ଭାବରେ (Amplifier)
- ଅପାମ୍ପ ଏକ ଡିଫରେନ୍ସିଏଟର୍ (Subtractor) ଭାବରେ
- ଅପାମ୍ପ ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର୍ (Integrator) ଭାବରେ

ଉପରୋକ୍ତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି । ଏକାଧିକ ଉତ୍ତର ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରଶ୍ନ, ଦୀର୍ଘ ଉତ୍ତରମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ ଏବଂ ସଂଖ୍ୟାଭିତ୍ତିକ ପ୍ରଶ୍ନସମୂହ ଅଭ୍ୟାସ ନିମନ୍ତେ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି । ଚତୁ ସମ୍ପର୍କୀୟ ବ୍ୟବହାରିକ ଶିକ୍ଷା ର ଅନୁସରଣ କରି ଏକ “ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ” ବିଭାଗ ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ଧାରଣ କରିଛି ଶସ୍ତ୍ର ପ୍ରକଳ୍ପ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ମାନ, ଆଇସିଟି (ICT) ସହିତ ଭିତ୍ତି ଉତ୍ତ ମାନ ମଧ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି । ଏକକରେ ଉଦାହରଣ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ମୁକ୍ତ ପଠନ ମାନର ଏକ ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ଦେଇ ଜଣେ ଅଧିକ ଅଭ୍ୟାସ ଏବଂ ଶିକ୍ଷାବୃତ୍ତି ପାଇଁ ଯାଇପାରିବ ।

## ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା

ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର୍ (ଅପାମ୍ପ) ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ବହୁମୁଖୀ ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC)। ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ ଏକ ଛୋଟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (Semiconductor) ଆଧାରିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ (Electronic) ଉପକରଣ କିମ୍ବା ଏକ ମାଇକ୍ରୋଚିପ୍ (Microchip) ଯାହା ଉପରେ ହଜାର ହଜାର ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପାଦାନ ମାନ ଯେପରିକି ପ୍ରତିରୋଧକ (Resistor), କ୍ୟାପାସିଟର (Capacitor) ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର (Transistor) ଆଦି ତିଆରି। ଅପାମ୍ପ, ଆନାଲଗ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରୟୋଗ ବିକଶିତ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଅତ୍ୟଧିକ ଲୋକପ୍ରିୟ। ଏହି ଏକକ ଟି ଅପାମ୍ପ ଆଧାରିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥର ନିର୍ମାଣ, ପରୀକ୍ଷା ଏବଂ ନିରାକରଣ କରିବାର ଦକ୍ଷତା ବିକାଶ କରିବାକୁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ। ଏହି ଏକକ ଟି ଅପାମ୍ପ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ର ବିଭିନ୍ନ ଦିଗ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଯାହାକି ବିଭିନ୍ନ ଶିକ୍ଷା, ଉପଭୋକ୍ତା ଏବଂ ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ।

## ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ

1. ବିଜ୍ଞାନ: ସ୍ରୋତର ପ୍ରଭାବ ମାନ (ଦକ୍ଷିଣ ଶ୍ରେଣୀ)
2. ପ୍ରୟୋଗହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ-1: ଶାରୀରିକ ଦୁନିଆ, ଏକକ ଏବଂ ପରିମାପ (ସେମିଷ୍ଟାର-1)
3. ଗଣିତ-1: ଆଲଜେବ୍ରା (ସେମିଷ୍ଟାର-1)

## ଏକକର ଫଳାଫଳମାନ

ଏହି ଏକକ ସମାପ୍ତ ପରେ, ଛାତ୍ରମାନେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଫଳାଫଳ ପାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବେ:

U2-O1: ଅପାମ୍ପର ମାପକ ମାନ (Parameters) ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା।

U2-O2: ଅପାମ୍ପର ବିନ୍ୟାସ ମାନ (Configurations) ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା।

U2-O3: ଅପାମ୍ପକୁ ଏକ ଓଲଟା ଏବଂ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର୍ (Amplifier) ଭାବରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା।

U2-O4: ମୌଳିକ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଅପାମ୍ପର ବ୍ୟବହାର କରିବା।

ଏକକ-2 ଫଳାଫଳ ମାନ	ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ମାନ ସହ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାପିଂ (Mapping) (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସହବନ୍ଧନ; 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U2-O1	1	3	-	-	-	-
U2-O2	1	3	-	-	-	-
U2-O3	1	3	-	-	-	-
U2-O4	2	3	-	-	-	-

## ରୋବର୍ଟ ଜନ୍ ଓଡ଼ିଲାର (1937-1991)

ଏକ କିମ୍ବଦନ୍ତୀ ଚିପ୍ ଡିଜାଇନର୍ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଯିଏକି ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC) ର ପ୍ରଥମ ଜନ-ଉତ୍ପାଦିତ ଡିଜାଇନ୍ ପାଇଁ ପ୍ରମୁଖ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ। ଜଣେ ଆତ୍ମ-ଶିକ୍ଷିତ ରେଡିଓ ଇଞ୍ଜିନିୟର 'ଖାଲ୍ଲୁର ଓଡ଼ିଲାର' ଏଥିପାଇଁ ଡବ୍ଲୁଜିଏଆର-ପୂର୍ବାହ 1220(WGAR-1220 AM) ରେଡିଓ ଷ୍ଟେସନ୍ ରେ କାମ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଅଗ୍ରଣୀ ଅଲଟ୍ରା-ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (Ultra-High Frequency) ଟ୍ରାନ୍ସମିଟର (Transmitter) ଗୁଡ଼ିକ ର ଡିଜାଇନ୍ କରିଥିଲେ । ଜନ୍ମରୁ ହିଁ ସେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଦୁନିଆ ଦ୍ୟାରା ପରିବେଶିତ ରହିଥିଲେ । ଓଡ଼ିଲାର ରୈଖିକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC)ର ମୌଳିକ ବ୍ଲକ୍ ଉଦ୍ଭାବନ କରିବାସହ ଓଡ଼ିଲାର ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସମାନ(Current Sources), ଓଡ଼ିଲାର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଗ୍ୟାପ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ରେଫରେନ୍ସ (Band Gap Voltage Reference) ଏବଂ ଓଡ଼ିଲାର ଆଉଟପୁଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ (Output Stage) ର ମଧ୍ୟ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ । ଓଡ଼ିଲାର, 1964 ରେ ଡେଭିଡ ଟାଲବର୍ଟଙ୍କ ସହ ମିଶି ପ୍ରଥମ ଜନ-ଉତ୍ପାଦିତ ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC) ର ସୃଷ୍ଟି କରିଥିଲେ । ଏହା ସ୍ପାରା ଫେୟାରଚାଇଲ୍ଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (Fairchild Semiconductor) ଏବଂ ଜାତୀୟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (National semiconductor), ରୈଖିକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC) ରେ ଅଗ୍ରଣୀ ହୋଇଥିଲେ । ଜାତୀୟ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର, ଯେଉଁଠାରେ ସେ ଜଣେ ଠିକାଦାର ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପ୍ରଥମ ଅଲଟ୍ରା-ଲୋ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଅପାମ୍ପ (LM 10) ସମେତ ଉନ୍ନତ ରୈଖିକ ଆଇସି (IC) ର ଏକ ଶ୍ରେଣୀ (Series) ଉତ୍ପାଦନ କରିଥିଲେ ।



ବି ଲି .

## 2.1 ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ସ (ଅପାମ୍ପ) ର ମୌଳିକତା

### 2.1.1 ଉପକ୍ରମ

ଆଜିକା ଦିନରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ସମସ୍ତ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରୟୋଗ ରେ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରେ । ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ହେଉଛି ଆନାଲଗ୍(Analog) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ଏବଂ ଡିଜିଟାଲ୍(Digital) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ । ରେକ୍ଟିଫାଇର୍(Rectifier), ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍(Amplifier) ଏବଂ ଅସିଲେଟର୍(Oscillator) ମାନ ସାଧାରଣ ଆନାଲଗ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ପରିପଥଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମାଗତ ସଙ୍କେତ (Continuous Signals) ଅର୍ଥାତ୍ ରୈଖିକ କିମ୍ବା ଆନାଲଗ୍ ସଙ୍କେତ ପ୍ରକ୍ରିୟା କରିପାରେ । ତେଣୁ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ (Analog Circuit) କୁ ରୈଖିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପରିପଥ (Linear Electronics Circuit) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । A.C ସଙ୍କେତ କୁ D.C ସଙ୍କେତରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ରେକ୍ଟିଫାଇର୍ ପରିପଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଡାୟୋଡ୍ସ (Diodes) ରେକ୍ଟିଫାଇର୍ ପରିପଥ (Rectifier Circuit) ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଇନପୁଟ୍ (Input) ସଙ୍କେତର ଆୟାମ (Amplitude) ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ବିଜେଟି(BJT) କିମ୍ବା ଏଫଇଟି(FET) ପରି ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଉପାଦାନ ମାନ ବ୍ୟବହାର କରି ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇପାରିବ । ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଉପାଦାନ

ମାନ ବ୍ୟବହାର କରି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ଅନେକ ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଏ ଯେପରିକି ବୃହତ ଆକାର ଧାରଣ , ଅଧିକ ଶକ୍ତି ର ବ୍ୟବହାର ଏବଂ କମ୍ ବିଶ୍ୱସନୀୟତା । ଏହି ତ୍ରୁଟିଗୁଡ଼ିକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ସାଧାରଣତଃ ଅପାମ୍ପ (OPAMP) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଯାହା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ର ବହୁତ ଲୋକପ୍ରିୟ ବିଲ୍ଡିଂ ବ୍ଲକ୍ (Building Blocks) । ଅପାମ୍ପ (OPAMP) ମାନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେପରିକି AC ଏବଂ DC ସଙ୍କେତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫିକେସନ୍, ଫିଲ୍ଟରସ୍ (Filters), ଦୋଳିତ୍ର (Oscillators) , ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିୟାମକ (Voltage Regulators), ତୁଳନାକାରୀ (Comparators) ଏବଂ ଅଧିକାଂଶ ଉପଭୋକ୍ତା ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ପ୍ରୟୋଗ ।

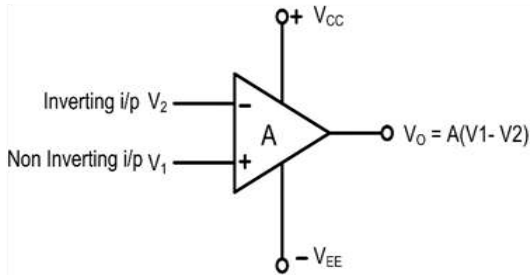
### 2.1.2 ଅପାମ୍ପର ମୌଳିକତା

ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (OPAMP) ହେଉଛି ଏକ ସିଧାସଳଖ ଯୋଡି ହୋଇଥିବା ହାଇ ଗେନ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (High Gain Amplifier) ଯାହା ସାଧାରଣତଃ ଏକ କିମ୍ବା ଅଧିକ ପ୍ରଭେଦକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ (Differential Amplifier) ପରେ ପରେ ସ୍ତର ବିସ୍ଥାପକ (Level shifter) ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ (Output Stage) ର ସମଷ୍ଟି ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ । "ବ୍ୟବହାରିକ" ଶବ୍ଦ ଏହାର ନାମରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ କାରଣ ଏହି ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପ୍ରଥମେ ଗାଣିତିକ କାର୍ଯ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିଲା ।

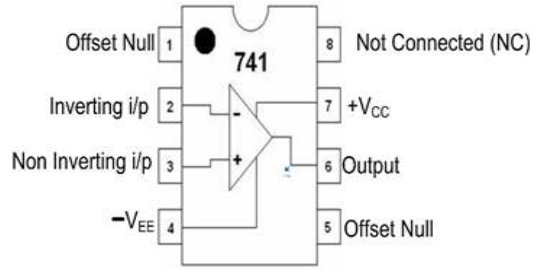
ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଚିତ୍ର 2.1ର ପ୍ରତୀକ ଦ୍ୱାରା । ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ଅପାମ୍ପ IC ହେଉଛି  $\mu A$  741, ଯାହା ଅନେକ ନିର୍ମାତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ । IC ନମ୍ବରର ଦୁଇଟି ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅକ୍ଷର ନିର୍ମାତାଙ୍କୁ ସୂଚିତ କରେ । ଟେବୁଲ୍ 2.1 ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅକ୍ଷର ଏବଂ ନିର୍ମାତା କ୍ ନାମ ଦର୍ଶାଉଛି । ଚିତ୍ର 2.2 ଆଇସି  $\mu A$  741 ର ପିନ୍ ବିନ୍ୟାସ କୁ ଦର୍ଶାଉଛି । ଟେବୁଲ୍ 2.2 ଆଇସି 741 ପାଇଁ ପିନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ ଦର୍ଶାଉଛି ।

ଟେବୁଲ୍ 2.1: ଆଇସି 741 ପାଇଁ ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅକ୍ଷର ଏବଂ ନିର୍ମାତାଙ୍କ ନାମ

ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅକ୍ଷରଗୁଡ଼ିକ	ନିର୍ମାତାଙ୍କ ନାମ
ଏଡି (AD)	ଆନାଲଗ୍ ଡିଭାଇସେସ୍ (Analog Devices)
ଏଲ୍ଏମ୍ (LM)	ଜାତୀୟସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରସ୍ (NationalSemiconductors)
ଏମସି (MC)	ମୋଟୋରୋଲା (Motorola)
ଏନଇ /ଏସଇ (NE/SE)	ସାଇନେଟିକ୍ସ (Signetics)
ଓପି (OP)	ପ୍ରିସିସନ୍ ମୋନୋଲିଥିକ୍ (Precision Monolithic)
ଟିଆଇ (TI)	ଟେକ୍ସାସ୍ ଉପକରଣ (Texas Instruments)
ମ୍ୟୁଏ ( $\mu A$ )	ଫେୟାରଚାଇଲ୍ଡ (Fairchild)



ଚିତ୍ର 2.1: ଅପାମ୍ପର ପ୍ରତୀକ



ଚିତ୍ର 2.2: ଆଇସି  $\mu A$  741ର ପିନ୍ ଆଉଟ୍ (Pin Out) ଚିତ୍ର

ଟେବୁଲ୍ 2.2: ଆଇସି 741ର ପିନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ

ପିନ୍ ନମ୍ବର	ପିନ୍ ନାମକରଣ	ପିନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ
1	ଅଫସେଟ୍ ନଲ୍ (Offset Null)	ଏହା ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ (Offset Voltage) ଅପସାରଣ କିମ୍ବା କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହା ପିନ୍ ନମ୍ବର 5 ସହିତ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
2	ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ (Inverting Input)	ଏହା ପ୍ରତୀକଉପରେ ବିଯୋଗ (-) ସାଇନ୍ ଦ୍ୱାରା ଚହ୍ନିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଇନପୁଟ୍‌ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଏକ ସଙ୍କେତ (Signal) ଆଉଟପୁଟ୍ (Output) ରେ ଏକ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ (Amplified) କିନ୍ତୁ ଓଲଟା ସଙ୍କେତ (Signal) ଭାବରେ ଦେଖାଯାଏ ।
3	ଅଣ-ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ (Non-inverting Input)	ଏହା ପ୍ରତୀକଉପରେ ଯୋଗ (+) ସାଇନ୍ ଦ୍ୱାରା ଚହ୍ନିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଚର୍ମିନାଲରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଏକ ସଙ୍କେତ (Signal) ଆଉଟପୁଟ୍ (Output) ରେ ଏକ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ (Amplified) ସଙ୍କେତ ଭାବରେ ଦେଖାଯାଏ,ଯାହାର ପର୍ଯ୍ୟାୟ (Phase) ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ପରି ସମାନ ଥାଏ ।
4	-ଭିସିସି (-Vcc)	ନକାରାତ୍ମକ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ବାୟାସ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପିନ୍ । ସାଧାରଣତଃ -15V ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।
5	ଅଫସେଟ୍ ନଲ୍ (Offset Null)	ଏହା ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ (Offset Voltage) ଅପସାରଣ କିମ୍ବା କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହା ପିନ୍ ନମ୍ବର 1 ସହିତ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
6	ଆଉଟପୁଟ୍ (Output)	ଏହି ପିନ୍ ରୁ ଅପାମ୍ପ ର ଶେଷ ଆଉଟପୁଟ୍ ଉପଲବ୍ଧ ।
7	+ଭିସିସି (+Vcc)	ସକରାତ୍ମକ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ବାୟାସ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପିନ୍ । ସାଧାରଣତଃ +15V ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।
8	ଏନସି (NC)	ସଂଯୋଜିତ ନୁହେଁ ।

### 2.1.2.1 ପ୍ୟାକେଜେଜ୍ (Packages)

ଉପଲକ୍ଷ ଚିନୋଟି ଲୋକପ୍ରିୟ ପ୍ୟାକେଜ୍ ଏହିପରି ଅଟେ:

1. ଡୁଆଲ୍-ଇନ୍-ଲାଇନ୍ ପ୍ୟାକେଜ୍ (ଡିଆଇପି)/ The dual-in-line package (DIP)
2. ଧାତୁ କ୍ୟାନ୍ (ଟିଓ) ପ୍ୟାକେଜ୍/ The metal can (TO) package
3. ପ୍ଲାଟ୍ ପ୍ୟାକେଜ୍ କିମ୍ବା ପ୍ଲାଟ୍ ପ୍ୟାକ୍/ The flat package or flat pack

ଅପାଞ୍ଚ ପ୍ୟାକେଜର ଗୋଟିଏ ଆଇସିରେ ଏକ, ଦୁଇଟି (ଡୁଆଲ୍) କିମ୍ବା ଚାରୋଟି (କ୍ୱାଡ୍) ଅପାଞ୍ଚ ରହିପାରେ । ସାଧାରଣ ପ୍ୟାକେଜରେ 8 ଟି ଚର୍ମିନାଲ, 10 ଟି ଚର୍ମିନାଲ ଏବଂ 14 ଟି ଚର୍ମିନାଲ ଥାଏ । ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ବହୁତ ଲୋକପ୍ରିୟ ପ୍ରକାର,  $\mu\text{A}$  741 ହେଉଛି ଏକ ଅପାଞ୍ଚ IC ଏବଂ ଏହା ଚିତ୍ର 2.3 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ବିଭିନ୍ନ ପ୍ୟାକେଜରେ ଉପଲକ୍ଷ ହୁଏ ।  $\mu\text{A}$  741 ହେଉଛି ଏକ ଡୁଆଲ୍ 741 ଏବଂ ଏହା 10-ପିନ୍ କ୍ୟାନ୍ କିମ୍ବା 14-ପିନ୍ ଡିଆଇପି ପ୍ୟାକେଜରେ ଆସେ ।



a. ଡୁଆଲ୍-ଇନ୍-ଲାଇନ୍ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ (ଡିଆଇପି) ପ୍ୟାକେଜ୍      b. ସିଧା ଲିଡ୍ ସି ସହିତ ଟିଓ-5 ଷ୍ଟାଲ୍ ପ୍ୟାକେଜ୍      c. ପ୍ଲାଟ୍ ପ୍ୟାକ୍

ଚିତ୍ର 2.3: 741 ଅପାଞ୍ଚର ବିଭିନ୍ନ ଆଇସି ପ୍ୟାକେଜ୍

### 2.1.2.2 ଅପାଞ୍ଚ ମାପକଗୁଡ଼ିକ (Op Amp Parameters)

ବ୍ୟବହାରିକ ଆଞ୍ଜିଫାୟର ସରଳ ଭାବରେ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଗେନ୍, ସିଧାସଳଖ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥିବା ଆଞ୍ଜିଫାୟର । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଏକ ବିସ୍ତୃତ ଆବୃତ୍ତି ପରିସର ଉପରେ ବିସ୍ତାରିତ ସଙ୍କେତ କୁ ବଜାଇବା ପାଇଁ ଡିଜାଇନ୍ କରାଯାଏ ଏବଂ ସାଧାରଣତଃ ବାହ୍ୟ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ନେଟୱାର୍କ (External Feedback Networks) ଗୁଡ଼ିକ ସହିତ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଅପାଞ୍ଚର ବିଭିନ୍ନ ମାପକ ମାନ ଅଛି, ଯୋଗମାନେ ବିଶ୍ୱସ୍ତ ଆମ୍ପଲିଫିକେସନ୍ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ । ଅପାଞ୍ଚର ବିଭିନ୍ନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମାପକମାନ ଅଛନ୍ତି ଯେପରିକି ପ୍ରଭେଦକ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ(differential input resistance), ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ(input offset voltage), ଆଉଟପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ(output offset voltage) ଏବଂ କମନ୍ ରିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (common mode rejection ratio) । ଡିଜାଇନ୍ ପାଇଁ ଯେହେତୁ ବ୍ୟବହାରିକ ଆଞ୍ଜିଫାୟର ପରିପଥ

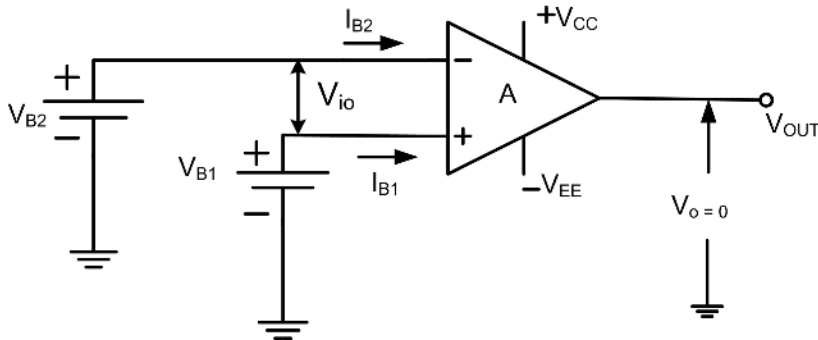


କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ଆଞ୍ଜିଫାୟର

ଏବଂ ସିଷ୍ଟମ୍ ଏକ ସାର୍ବତ୍ରିକ (Universal) ବିଲ୍ଟ୍ ୟୁଜିଂ ରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି, ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣୀୟ ଅନେକ ଡିଜାଇନ୍ ସର୍ଭାଇଭାଲୀମାନ ଜଡିତ ହୋଇଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନେ ବିଭିନ୍ନ ଅପାମ୍ନ ପରିପଥର ତୁଳନାତ୍ମକ ଗୁଣବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତି। ଏହି ବିଭାଗରେ, ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହାରିକ ଆଫ୍ସେଟ୍ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମତାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ମାପକଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି।

**ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ( $I_{io}$ ):** ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ (Input Offset Current) ହେଉଛି ଏକ ସନ୍ତୁଳିତ ଆଫ୍ସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଦ୍ୱୟ ଦେଇ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ପୃଥକ କରେଣ୍ଟ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ। ଚିତ୍ର 2.4 କୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କଲେ

$$I_{io} = I_{B1} - I_{B2} \quad \text{ଯେତେବେଳେ } V_o = 0. \quad \dots (2.1)$$



ଚିତ୍ର 2.4: ଇନପୁଟ୍ ବାୟାସ୍ କରେଣ୍ଟ୍  $I_{B1}$ ,  $I_{B2}$  ଏବଂ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ  $V_{io}$

**ଇନପୁଟ୍ ବାୟାସ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ( $I_B$ ):** ଇନପୁଟ୍ ବାୟାସ୍ କରେଣ୍ଟ୍ (Input Bias Current)  $I_B$  ଶୂନ୍ୟ ଭୋଲ୍ଟ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ସମୟରେ ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା କରେଣ୍ଟ୍ ଦ୍ୱୟର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ। ଚିତ୍ର ରୁ 2.4,

$$I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2}, \quad \text{ଯେତେବେଳେ } V_o = 0 \quad \dots (2.2)$$

**ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍:** ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ ର ଅନୁପାତ କୁ ନେଇ ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍ (Input Offset Current Drift) କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ।

$$\text{ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍} = \frac{\Delta I_{io}}{\Delta T} \quad \dots (2.3)$$

**ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ( $V_{io}$ ):** ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ (Input Offset Voltage) ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ବିନା ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ କୁ ଶୂନ୍ୟ ପାଇବା ପାଇଁ ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦିଆଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ।

**ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍:** ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନର ଅନୁପାତକୁ ନେଇ ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍ (Input Offset Voltage Drift) କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ।

$$\text{ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ତ୍ରୁଟି} = \frac{\Delta V_{io}}{\Delta T} \quad \dots(2.4)$$

ଆଉଟପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ:ଆଉଟପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Output Offset Voltage) ହେଉଛି ଅପାମ୍ପର ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ କରାଯାଏ । ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ ପାଇଁ ଏହି ମାପକ 0V ରହିବା ଆବଶ୍ୟକ । ବ୍ୟବହାରିକ ଅପାମ୍ପ ପାଇଁ ଏହି ମାପକ ମାନର ମୂଲ୍ୟ ବହୁତ କମ୍ ରହିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏହାକୁ କମ୍ କରିବା ପାଇଁ ଅଫସେଟ୍ ନଲ୍ ପିନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

**କମନ୍ ମୋଡ୍ ରେଞ୍ଜ୍:** କମନ୍ ମୋଡ୍ ରେଞ୍ଜ୍ (Common Mode Range) ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ଯାହା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟର (Amplifier Stages) ଉଭୟ ଇନପୁଟ୍ ରେ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ କଟ୍ ଅଫ୍ (Cut-off) କିମ୍ବା ଶାତୁରେସନ୍(Saturation) ନକରି ଏକକାଳୀନ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ।

**ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରଭେଦକ ରେଞ୍ଜ୍:** ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରଭେଦକ ରେଞ୍ଜ୍ (Input Differential Range) ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ପାର୍ଥକ୍ୟ ସଙ୍କେତ (Signal) ଯାହା ଅପାମ୍ପ ର ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ ମାନଙ୍କରେ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ।

**ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ରେଞ୍ଜ୍:** ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ରେଞ୍ଜ୍ (Output Voltage Range) ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଆଉଟପୁଟ୍ ମୂଲ୍ୟମାନ ଯାହା ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ କୌଣସି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିକୃତି (Distortion) ବିନା ।

**ଫୁଲ୍ ପାୱାର୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ୍:** ଫୁଲ୍ ପାୱାର୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ୍ (Full Power Bandwidth) ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଆବୃତ୍ତି ପରିସର (Frequency Range) ଯାହାକୁ ନେଇ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସ୍ୱିଙ୍ଗ୍ ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

**ପାୱାର୍ ଶପ୍ପାର୍ ଡିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (ପି.ଏସ୍.ଆର୍.ରେ):** ପାୱାର୍ ଶପ୍ପାର୍ ଡିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (ପି.ଏସ୍.ଆର୍.ରେ)/ Power Supply Rejection Ratio (P.S.R.R) ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ପାୱାର୍ ସପ୍ଲାଇ ବିଦ୍ୟୁତାପର ପରିବର୍ତ୍ତନର ଅନୁପାତ, ଯେତେବେଳେ ଅନ୍ୟ ପାୱାର୍ ସପ୍ଲାଇ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ।

**ସ୍ଲୋ ରେଟ୍ (ସ୍ଲୋ.ରେ):** ସ୍ଲୋ ରେଟ୍ (ସ୍ଲୋ.ରେ) / Slew Rate (Sr) ହେଉଛି ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ସର୍ବାଧିକ ହାର । ଏହାକୁ କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ର ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇପାରେ । ଏହା V/μs ଏକକରେ ପ୍ରକାଶିତ । ଅପାମ୍ପର ସର୍ବାଧିକ ଅପରେଟିଂ ଆବୃତ୍ତି (Operating Frequency) ସ୍ଲୋ ରେଟ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

$$F_{max} = \text{slew rate}/(2\pi V_p) \quad \dots(2.5)$$

**ୟୁନିଟି ଗେନ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ୍:** ୟୁନିଟି ଗେନ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ୍ (Unity Gain Bandwidth) ହେଉଛି 0 Hz ଆବୃତ୍ତି ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ସେହି ଆବୃତ୍ତି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତର ପରିସର ଯେଉଁଠି ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ (Open Loop Gain) ଏକକ ମୂଲ୍ୟ ଅତିକ୍ରମ କରେ ।

**ଇନପୁଟ୍ ଇମ୍ପିଡାନ୍ସ (କେଡଆଇ):** ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $V_i$  ସହ ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ  $I_i$  ର ଅନୁପାତ କୁ ନେଇ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା (କେଡଆଇ) / Input Impedance ( $Z_i$ ) କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ ।

$$\text{Input Impedance } Z_i = \frac{V_i}{I_i} \quad \dots(2.6)$$

**ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସୁଇଙ୍ଗ୍ (Output Voltage Swing):** AC ଆଉଟପୁଟ୍ ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଅନକ୍ଲିପ୍ଡ (Unclipped) ହୋଇଥିବା ଶିଖର ରୁ ଶିଖର (Peak to Peak) ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଯାହା ଏକ ଅପାମ୍ପ ଉତ୍ପାଦନ କରିପାରେ । ଯେହେତୁ କ୍ୱିସେସ୍ଟ ଆଉଟପୁଟ୍ (Quiescent Output) ଆଦର୍ଶ ଭାବରେ ଶୂନ୍ୟ, ଏହି ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ସକରାତ୍ମକ କିମ୍ବା ନକରାତ୍ମକ ସ୍ୱିଙ୍ଗ୍ କରିପାରେ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଅପାମ୍ପର ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକରାତ୍ମକ ଶାତ୍ରୁତ୍ୱରେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Saturation Voltage)ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସୂଚିତ କରେ । ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତାପ +Vcc ଏବଂ -VEE ପାଇଁ, ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ କେବେବି ଏହି ସୀମାଅତିକ୍ରମ କରେ ନାହିଁ । 741 IC ପାଇଁ, ଏହା ±13V ଅଟେ ।

**କମନ୍ ମୋଡ୍ ରିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (କ.ମୋ.ରି.ରେ)/Common Mode Rejection Ratio (CMRR):** ଏକ ପ୍ରଭେଦକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ (Differential amplifier) ର କମନ୍ ମୋଡ୍ ସଙ୍କେତ (Common Mode Signal) ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ଏହାର କମନ୍ ମୋଡ୍ ରିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (Common Mode Rejection Ratio) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ଏହା ପ୍ରଭେଦକ ମୋଡ୍ ଗେନ୍  $A_d$  ଏବଂ କମନ୍ ମୋଡ୍ ଗେନ୍  $A_{cm}$  ର ଅନୁପାତ ଅଟେ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଡେସିବେଲ୍ (ଡେବେ) / decibel (db) ରେ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ ।

$$CMRR = A_d / A_{cm} \quad \dots(2.7)$$

CMRR କୁ dB ରେ ଗଣନା କରିବାକୁ

$$CMRR \text{ in dB} = 20 \log_{10} (A_d / A_c) \quad \dots(2.8)$$

**ପ୍ରଭେଦକ ଇନପୁଟ୍ ରେଜିଷ୍ଟାନ୍ସ (ଆରଆଇ)/Differential Input Resistance (Ri):** ଏହା ସମତୁଲ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧ (Equivalent Resistance) ଅଟେ ଯାହା କୌଣସି ଏକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ ରେ ମାପ କରାଯାଏ ଯେତେବେଳେ କି ଅନ୍ୟ ଏକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ସହିତ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥାଏ ।

### 2.1.3 ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ

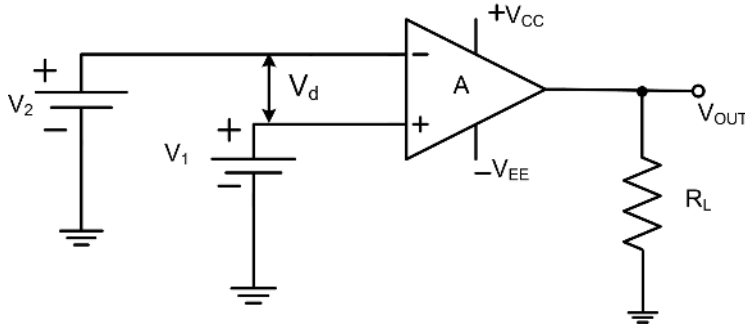
ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ ର ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗୁଣମାନ ଅଛି:

1. ଏହାର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା (Impedance) ଅସୀମ ( $Z_i = \infty$ )
2. ଏହାର ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ଶୂନ୍ୟ ( $Z_o = 0$ )
3. ଏହାର ବିଦ୍ୟୁତାପ ଗେନ୍ ଅସୀମ ( $AV = \infty$ )
4. ଏହାର ବ୍ୟାଣ୍ଡଫ୍ରିଡ଼ ଅସୀମ ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ଅସୀମତା ଆଡକୁ ଗତି କରେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ସମସ୍ତ ଆବୃତ୍ତି ରେଞ୍ଜି ପାଇଁ ଏକ ନିରନ୍ତର ଗେନ୍ ପ୍ରଦାନ କରେ ।
5. କମନ୍ ମୋଡ୍ ରିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ (କ.ମୋ.ରି.ରେ)/Common Mode Rejection Ratio (CMRR) ଅସୀମ ଅଟେ ।
6. ଯେତେବେଳେ  $V_1 = V_2$ , ସେତେବେଳେ ଏହା ଶୂନ୍ୟ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପ୍ରଦାନ କରେ ।
7. ତାପମାତ୍ରା ସହିତ ଏହାର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଡ୍ରିଫ୍ଟ୍ (ସୁଇଙ୍ଗ୍) କରେ ନାହିଁ ।

ଏକ ଆଦର୍ଶ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ଚିତ୍ର 2.5ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ନକରାତ୍ମକ ଟର୍ମିନାଲ ( $V_2$ ) ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା



ଏକ ସଙ୍କେତ ଆଉଟପୁଟ୍ ରେ ଓଲଟା ଦୃଶ୍ୟମାନ ହେଉଛି, ସକରାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ (V1) ରେ ଦିଆଯାଉଥିବା ଏକ ସଙ୍କେତ ଆଉଟପୁଟ୍ ରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ବିନା ଦୃଶ୍ୟମାନ ହେଉଛି । ତେଣୁ, ନକାରାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳକୁ "ଓଲଟା" (Inverting) ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ ଏବଂ ସକରାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳକୁ "ଅଣ-ଓଲଟା" (Non-Inverting) ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ, ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ସିଧାସଳଖ ଭାବେ  $V_d = V_1 - V_2$  ସହିତ ଆନୁପାତିକ ଅଟେ । ଆନୁପାତିକତାର ସ୍ଥିରତା (ଏଭି) / constant of proportionality (AV) କୁ ଆମ୍ଳିତାୟତ୍ତର ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଗେନ୍ କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 2.5: ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପ

ବ୍ୟବହାରିକ ସମୟରେ, ଯେତେବେଳେ କିଛି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଅପାମ୍ପ ଚୟନ କରାଯାଏ ସେତେବେଳେ ଏହାର ମାପକଗୁଡ଼ିକ ତାଟା ସିରୁ ହିଁ ଦେଖାଯାଇଥାଏ । ଟେବୁଲ୍ 2.3, IC 741 ପାଇଁ କିଛି ଅତ୍ୟାବଶ୍ୟକ ମାପକର ମୂଲ୍ୟ ଦେଖାଏ ।

ଟେବୁଲ୍ 2.3: IC 741 ମାପକ ମାନ

ସିରିୟଲ ନଂ.	ମାପକ ମାନ	ସାଧାରଣ ମୂଲ୍ୟ (25°Cରେ )
1	ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା (Input Impedance)	2 MΩ
2	ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା (Output Impedance)	75 Ω
3	ସିଏମଆରଆର (CMRR)	90 dB
4	ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ (Supply Voltage)	+/- 18 V
5	ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ (Input Offset Voltage)	1mV
6	ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ କରେଣ୍ଟ୍ (Input Offset Current)	20 mA
7	ଇନପୁଟ୍ ବାୟାସ୍ କରେଣ୍ଟ୍ (Input Bias Current)	80 mA
8	ପ୍ରଭେଦକ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ (Differential Input Voltage)	+/- 15 V
9	ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ (Bandwidth)	1 MHz
10	ସ୍ଲୋ ରେଟ୍ (Slew Rate)	0.5 V /μS

### 2.1.4 ଅପାମ୍ପ ବିନ୍ୟାସ

ଦୁଇଟି ବିନ୍ୟାସ (Configuration) ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏରେ ଅପାମ୍ପ ପରିଚାଳିତ ହୋଇପାରିବ। ଦୁଇଟି ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି: ଓପନ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ ଏବଂ କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ ।

#### 2.1.4.1 ଅପାମ୍ପର ଓପନ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ

ଅପାମ୍ପ ବିନା ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ (Feedback)ରେ ଓପନ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।

**ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ (ଏଓଏଲ) / Open-Loop Gain (AOL):** ଯଦି 'V<sub>d</sub>' ଏକ ଅପାମ୍ପ ର ପ୍ରଭେଦକ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ହୁଏ ଏବଂ V<sub>o</sub> ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ହୁଏ, ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ V<sub>o</sub> ଏବଂ ପ୍ରଭେଦକ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ V<sub>d</sub> ର ଅନୁପାତ କୁ ନେଲ ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇପାରିବ । ଏହାକୁ ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ଭାବରେ ବିବେଚନା କରାଯାଏ କାରଣ ଏଠାରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ଚ୍ଚନାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ସଂଯୋଗ ମାନ ଅନୁପସ୍ଥିତ ।

$$\text{ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍, } A_{CL} = V_o / V_d \quad \dots(2.9)$$

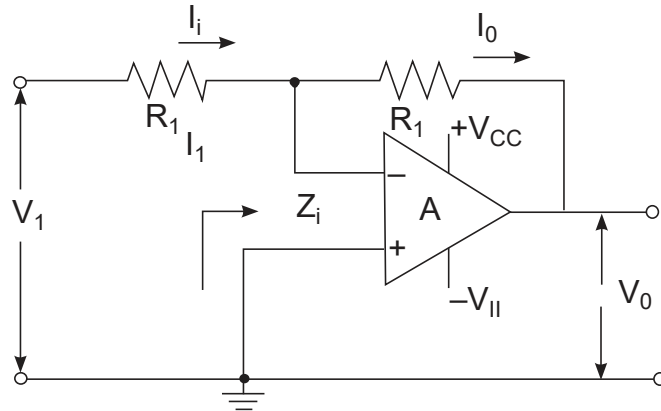
ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ରେ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଅନୁପସ୍ଥିତ ଥାଏ, ତେଣୁ ଗେନ୍ ଅସୀମ ଏବଂ ଅଣ-ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ରହେ । ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ ଅପାମ୍ପ ର ଗେନ୍ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ଏବଂ ପରିଚାଳନା କରିବା ପାଇଁ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଜରୁରୀ । ଇନପୁଟ୍ କୁ ଆଉଟପୁଟ୍ ସଙ୍କେତର କିଛି ଅଂଶ କିମ୍ବା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଂଶ ଦେବାର କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ କୁହାଯାଏ ।

#### 2.1.4.2 ଅପାମ୍ପର କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ

ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ବିନା ଅପାମ୍ପ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଉପଯୋଗୀ ଉପକରଣ ନୁହେଁ, କାରଣ ଇନପୁଟ୍‌ରେ ଅତ୍ୟଧିକ ଛୋଟ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଏହାର ଆଉଟପୁଟ୍ କୁ ଶାତ୍ରୁରେସନ୍ (Saturation) କୁ ନିଏ । ତେଣୁ ସୀମିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଗେନ୍ ପାଇବା ପାଇଁ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଯେତେବେଳେ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ଅପାମ୍ପର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟତଃ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ନେଟୱର୍କ (Feedback network) ଦ୍ୱାରା ହିଁ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ । ଅପାମ୍ପ ସହ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଥିଲେ ତାହାକୁ ଅପାମ୍ପର କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ କୁହାଯାଏ ।

**କ୍ଲୋଜ୍ -ଲୁପ୍ ଗେନ୍ (ଏସିଏଲ) / Closed-Loop Gain (ACL):** ଆମ୍ଳିଫାଇରର ଗେନ୍ କ୍ଲୋଜ୍ -ଲୁପ୍ ଗେନ୍ କୁହାଯାଏ କାରଣ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ (Feedback resistor) ଅପାମ୍ପ ର ଆଉଟପୁଟ୍ ଚର୍ଚ୍ଚନାଲରୁ ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ଚ୍ଚନାଲ ଅର୍ଥାତ୍ ନକାରାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଲ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ଲୁପ୍ ତିଆରି କରେ ।

$$\text{କ୍ଲୋଜ୍ -ଲୁପ୍ ଗେନ୍, } A_{CL} = V_o / V_i \quad \dots(2.10)$$



ଚିତ୍ର 2.6: ଅପାମ୍ପ ର କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ବିନ୍ୟାସ

ଏହା ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ଚିତ୍ର 2.6 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର ଯାହାକୁ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର କୁହାଯାଏ ତାହା ପାଇଁ କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍  $-(R_f / R_1)$  ସହ ସମାନ ।

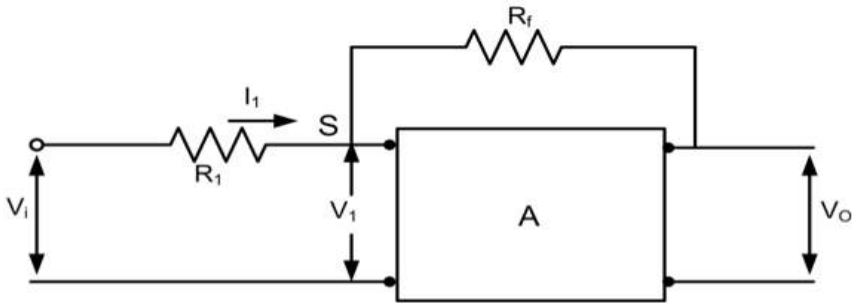
**ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା (କେଡ଼ଓ) / Output Impedance (Zo):** ଏକ ଅପାମ୍ପ ର କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା  $Z_o$  (CL) ହେଉଛି ଓପନ୍-ଲୁପ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା  $Z_o$  (OL) ଏବଂ ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ର ଅନୁପାତ । ତେଣୁକରି,

$$Z_o (CL) = Z_o (OL) / \text{Loop Gain} \quad \dots (2.11)$$

ଯେଉଁଠାରେ,  $\text{Loop Gain} = \text{Open-loop Gain} - \text{Close-loop Gain}$ .

**ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱଆଲ୍ ଗ୍ରାହଣ:** ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବାକୁ, ଚିତ୍ର 2.7 ର ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ପରିପଥ କୁ ବିଚାର କରାଯାଉ, ଯେଉଁଥିରେ ନକାରାତ୍ମକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ଦ୍ୱାରା ଉପାଦିତ ହୁଏ ଯାହା ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଧ୍ୟାନ ଦିଆଯାଉ ଯେ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଓଲଟା (Phase Inversion) ହେତୁ ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ନକାରାତ୍ମକ ଅଟେ । ବ୍ୟବହାରିକ ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ରେ ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ଅନୁପାତ ଏକ (ଏକ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରତିବାଧା ଉତ୍ତ ସପାଇଁ) ଠାରୁ  $R / (R + R_f)$  (ଏକ କମ୍ ପ୍ରତିବାଧା ଉତ୍ତ ସପାଇଁ) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇପାରେ କାରଣ, ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ଉତ୍ତ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଯଥେଷ୍ଟ ମାତ୍ରାରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଶାଖା ପଏଣ୍ଟ 'S' ରେ କିର୍ଚ୍ଚଫ୍ କରେନ୍ଟ୍ ଲ' (Kirchhoff's Current Law) ପ୍ରୟୋଗ କରି ବ୍ୟବହାରିକ ଫିଡ଼ବ୍ୟାକ ପରିପଥକୁ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ସୁବିଧାଜନକ । ଯେହେତୁ, ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ର ମୂଲ୍ୟ ବୃହତ୍, ଏହି ଶାଖାରେ କରେଣ୍ଟ୍ ର ମୂଲ୍ୟ ନଗଣ୍ୟ ଯାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ପ୍ରତିରୋଧକ R ରେ କରେଣ୍ଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ରେ କରେଣ୍ଟ୍ ସହିତ ସମାନ ।





ଚିତ୍ର. 2.7: ଫିଡବ୍ୟାକ ସହ ଅପାମ୍ପର ବ୍ଲକ୍ ଡାଇଗ୍ରାମ୍ (Block Diagram)

$$\frac{V_i - V_i}{R} = \frac{V_i - V_o}{R_f}$$

$$V_i = \frac{-V_o}{A} \text{ ନେଇ ପୁନଃସଂଜ୍ଞିତ କଲେ } V_o \left( 1 + \frac{1}{A} + \frac{R_f}{A} \right) = -\frac{R_f}{R} \cdot V_i$$

ଯେହେତୁ, ଗେନ୍ ବହୁତ ଅଧିକ  $V_o = -\frac{R_f}{R} \cdot V_i$  .....(2.12)

ଯାହାର ଅର୍ଥ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଏବଂ  $\left( -\frac{R_f}{R} \right)$  ର ଗୁଣଫଳ । ଯଦି  $R_f$  ଏବଂ  $R$  ପାଇଁ ସଠିକତା ପ୍ରତିରୋଧକ (Precision Resistor) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତେବେ ଏହି ଗୁଣନ ପ୍ରଚାଳନ (multiplication operation) ର ସଠିକତା ବହୁତ ଭଲ ହେବ ।

ଶାଖା ପଏଣ୍ଟ ‘S’ ର ଅପାମ୍ପ ରେ ଏକ ବିଶେଷ ମହତ୍ତ୍ୱ ଅଛି । ଏହା S ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ପ୍ରତିବାଧା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଚିତ୍ରିତ ହୋଇପାରେ, ଯାହା ବିଦ୍ୟୁତାପ  $V_1$  ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ  $I_1$  ର ଅନୁପାତ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ ।

$$Z_s = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_i R_f}{V_i - V_o} = \frac{R_f}{1 - \frac{V_o}{V_i}} = \frac{R_f}{1 + A} \quad \dots(2.13)$$

ଯେଉଁଠାରେ, ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ ପାଇଁ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ହାତ ପାର୍ଶ୍ୱ ସନ୍ନିବେଶ କରାଯାଇଛି । ସମୀକରଣ 2.13 ଅନୁଯାୟୀ, ଯଦି ଗେନ୍ ବଡ଼ ହୁଏ ତେବେ ‘S’ ରୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡର ପ୍ରତିବାଧା ବହୁତ କମ୍ ହେବ । ସାଧାରଣ ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି  $R_f = 105 \text{ ohms}$  ଏବଂ  $A = 104$ , ଯାହା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବାଧା  $10 \text{ ohms}$  ହେବ । କମ୍ ପ୍ରତିବାଧା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡବ୍ୟାକ ବିଦ୍ୟୁତାପରୁ, ଯାହା ‘S’ରେ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ବାତିଲ୍ କରେ ଏବଂ ଶାଖା ପଏଣ୍ଟକୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ବିଭବ ରେ ରଖେ । ଏହି କାରଣରୁ, ବିନ୍ଦୁ ‘S’କୁ ଭର୍ଚୁଆଲ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ କୁହାଯାଏ । ଯଦିଓ ଫିଡବ୍ୟାକ କାର୍ଯ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ‘S’ କୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ବିଭବରେ ରଖାଯାଏ, ଏହି ସମୟରେ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡରେ କୌଣସି କରେଣ୍ଟ ବିଦ୍ୟମାନ ରହେନାହିଁ ।

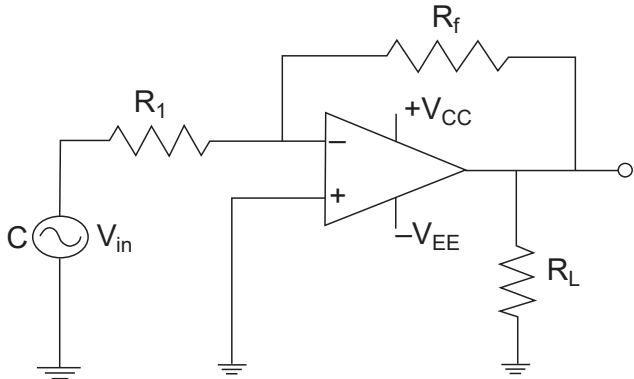
### 2.1.5 ଅପାମ୍ପ ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍

ଇନପୁଟକୁ ଆଉଟପୁଟ୍ଟୁ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରଦାନ କରି ଅପାମ୍ପୁ ରୈଖିକ ପ୍ରୟୋଗ (Linear Application) ରେ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ । ଯଦି ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ହୋଇଥିବା ସଙ୍କେତ, ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ସହ 1800 ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବାହାରେ ରହେ ତେବେ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକକୁ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ କିମ୍ବା ଡିଜେନେରେଟିଭ୍ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍ (Operating Mode) ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି

- a. ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍
- b. ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍

#### 2.1.5.1 ଅପାମ୍ପ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଭାବରେ / OPAMP As Inverting Mode Amplifier

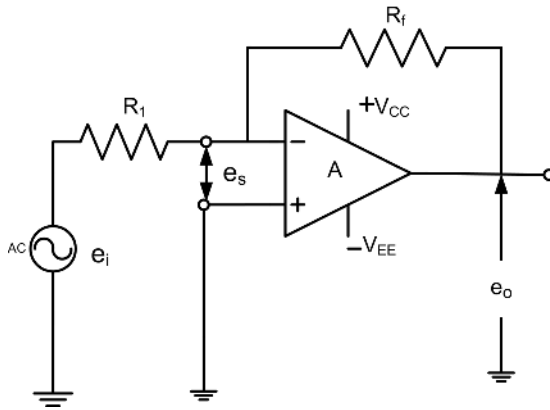
ଓଲଟା ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ସରଳ ଏବଂ ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ଅପାମ୍ପ ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ । ଓଲଟା ମୋଡ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ରେ, ଆଉଟପୁଟ୍ ଇନପୁଟ୍ ସହ 0 କି 180° ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବାହାରେ ରହେ (ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି ଏକ ସକରାତ୍ମକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ନକାରାତ୍ମକ ହେବ) । ଆଉଟପୁଟ୍ ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ର ଏକ ଓଲଟା (ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୃଷ୍ଟିରୁ) ବର୍ଦ୍ଧିତ ରୂପ । ଓଲଟା ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି ଅପାମ୍ପ ର ଏକ କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ମୋଡ୍ ପ୍ରୟୋଗ । ଏହା ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ବ୍ୟବହାର କରେ, ଯାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ସଙ୍କେତ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ କୁ ବିରୋଧ କରେ ।



ଚିତ୍ର 2.8: ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍

$$V_o = -(R_f / R_1) * V_i \quad \dots(2.14)$$

ଚିତ୍ର 2.8 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରିପଥ ହେଉଛି ଓଲଟା ମୋଡ୍ (Inverted Mode)ରେ ବ୍ୟବହୃତ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ । ପ୍ରଚାଳନ (Operation)ର ଏହି ମୋଡ୍‌ରେ, ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ର ସକରାତ୍ମକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ହୋଇଛି ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ  $v_i$  ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_1$  ମାଧ୍ୟମରେ ନକାରାତ୍ମକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍‌ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ମାଧ୍ୟମରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଛି ଯାହାକି ଚିତ୍ର 2.9 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥିବା ଓଲଟା ଅପରେଟିଂ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_1$  ଦ୍ଵାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 2.9: ଅପାମ୍ପ ଓଲଟା ମୋଡ୍ ସହିତ



ଅପାମ୍ପକୁ ଆବର୍ତ୍ତ ଅପାମ୍ପ ବୋଲି ବିଚାର କରିବା ଅର୍ଥ ଏହାର ଅସୀମ ଗେନ୍ ଅଛି ବୋଲି ଧରିବା । ଅସୀମ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗେନ୍ ସହିତ, ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ପରିପଥରେ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବାଧ୍ୟତା ମୂଳକ ଭାବରେ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଚାରିପାଖରେ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ସ୍ତରା ଶୂନ୍ୟ ରଖାଯାଏ । ଯେହେତୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍‌ର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ଅସୀମ, ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍‌କୁ ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ ଶୂନ୍ୟ ରହେ ।

**ତେଣୁ ଆବର୍ତ୍ତ ଅପାମ୍ପ ପାଇଁ, ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଦୁଇଟି ସର୍ତ୍ତ ସତ୍ୟ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ:**

- i. ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବ ଅନ୍ତର (Potential Difference) ଶୂନ୍ୟ ।
- ii. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍‌କୁ କରେଣ୍ଟ ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।

ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ଯେ ପ୍ରଥମ ସର୍ତ୍ତ ଏହି ଅନୁମାନକୁ ଅନୁସରଣ କରେ ଯେ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍‌ର ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଅସୀମ ଅଟେ । ତେଣୁ ଏକ ସୀମିତ ଆଉଟପୁଟ୍, ଶୂନ୍ୟ ଇନପୁଟ୍ ସ୍ତରା ବିଭକ୍ତ ହୋଇ ଏକ ଅସୀମ ଗେନ୍ ଦେଖାଯାଏ ଯାହା ଏକ ଅପାମ୍ପ ର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବ୍ୟତୀତ ଆଉ କିଛି ନୁହେଁ । ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $e_s = 0$  ସୂଚିତ କରେ ଯେ ଟର୍ମିନାଲ୍ (1) ର ଟର୍ମିନାଲ୍ (2) ପରି ସମାନ ବିଭବ (Potential) ଅଛି କିନ୍ତୁ ଟର୍ମିନାଲ୍ (2) ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ହୋଇଛି, ତେଣୁ ଟର୍ମିନାଲ୍ (1) ମଧ୍ୟ ଭର୍ଚୁଆଲ୍ ଭାବରେ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ରେ ଅଛି । ତେଣୁ, ନକାରାତ୍ମକ ଟର୍ମିନାଲ୍‌ରେ ଏକ ଭର୍ଚୁଆଲ୍ (Virtual) ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ଅଛି ।

ତେଣୁକରି, ସ୍ରୋତ 'i<sub>1</sub>' ଯାହା R<sub>1</sub> ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ତାହା ମଧ୍ୟ R<sub>f</sub> ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଯେହେତୁ ଇନପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ ବହୁତ ଛୋଟ, ଏହା ଶୂନ୍ୟକୁ ଆନୁମାନିକ (Approximated) ହୋଇପାରେ । ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍‌ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଯେକୌଣସି ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପାଇଁ, ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରଭେଦକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ନଗଣ୍ୟ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ ଶୂନ୍ୟ ରହେ । ତେଣୁ ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ହେଲା ପରି ମନେହୁଏ । ଭର୍ଚୁଆଲ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ଶବ୍ଦ ଏକ ବିନ୍ଦୁକୁ ସୂଚିତ କରେ ଯାହାର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ସମ୍ଭାବରେ ଶୂନ୍ୟ ରହେ ତଥାପି କୌଣସି ସ୍ରୋତ ବିନ୍ଦୁକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ ।

ତେଣୁ,  $i_1 = i_f$  ... (2.15)

$$\frac{e_i - e_s}{R_i} = \frac{e_s - e_o}{R_f}$$

ଯେହେତୁ  $e_s = 0$ ,

$$\frac{e_i - 0}{R_i} = -\frac{0 - e_o}{R_f}$$

$$\frac{e_i}{R_i} = \frac{-e_o}{R_f}$$

$$\frac{e_o}{e_i} = -\frac{R_f}{R_i} \quad \dots(2.16)$$

ଏଠାରେ,  $\left(\frac{e_o}{e_i}\right)$  ଅନୁପାତକୁ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର କ୍ଲୋକ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ACL କୁହାଯାଏ । ଏହା ଏକ ନକାରାତ୍ମକ ପରିମାଣ କାରଣ କ୍ଲୋକ୍-ଲୁପ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତର ସଙ୍କେତକୁ ଓଲଟା କରିଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ଇନପୁଟ୍ ସହିତ ଆଉଟପୁଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟବାହାରେ ରହେ । ଏଠାରେ ଗେନ୍  $\frac{R_f}{R_i}$  ର ଅନୁପାତ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଏହା ଦର୍ଶାଏ ଯେ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା କେବଳ ବାହ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_i$  ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଶୂନ୍ୟ ସହିତ ସମାନ ରଖାଯାଇଛି ସେତେବେଳେ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧାକୁ ଅପାମ୍ପର ଆଉଟପୁଟ୍ ରେ ଦେଖାଯାଉଥିବା ପ୍ରତିବାଧା ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି । ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧର ଅନୁପାତକୁ ଯେକୌଣସି ମୂଲ୍ୟରେ ସେଟ୍ କରାଯାଇପାରିବ, ଏପରିକି 1 ରୁ କମ୍ । ଏହି ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ହେତୁ ଅପାମ୍ପ ଅଧିକାଂଶ ବ୍ୟବହାରରେ ଲୋକପ୍ରିୟ ।

**ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର ଅନ୍ୟ କିଛି ପ୍ରମୁଖ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଯାହା ଏହାକୁ କିଛି ଆପ୍ଲିକେସନରେ ବ୍ୟବହାର କରିବା ପାଇଁ ଅସୁବିଧାଜନକ କରେ, ସେଗୁଡ଼ିକ ଏହିପରି:**

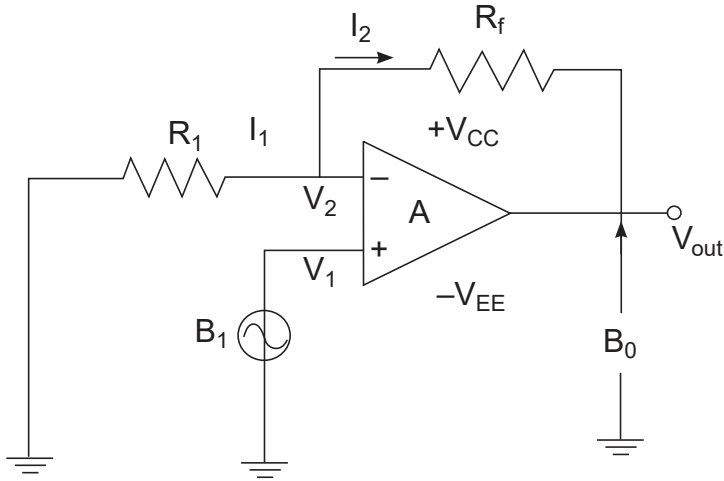
1. ଏହା ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ମଧ୍ୟରେ 180°ର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଇଥାଏ ।
2. ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା କମ୍ ରହେ ।
3. ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ତୁଳନାରେ ଛୋଟ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍‌ଥ ଥାଏ ।

### 2.1.5.2 ଅପାମ୍ପ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ଭାବରେ

#### OPAMP As Non-Inverting Mode Amplifier

ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ପରିପଥ (Circuit) ର ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ଏବଂ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ରୂପ । ଅପାମ୍ପର ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ପରିପଥ, ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ବ୍ୟବହାର କରିବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ ସମସ୍ତ ସୁବିଧା ସହିତ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ପ୍ରଦାନ କରେ । ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ହେଉଛି ଏକ ପରିପଥ ଯେଉଁଥିରେ ଇନପୁଟ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ସହ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଥାଏ (ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ସକରାତ୍ମକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ, ଆଉଟପୁଟ୍ ମଧ୍ୟ ସକରାତ୍ମକ ହେବ) । ଆଉଟପୁଟ୍ ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ର ଏକ ଅଣ ଓଲଟା (ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୃଷ୍ଟିରୁ) ଇନପୁଟ୍ ର ବିସ୍ତାରିତ ସଂସ୍କରଣ ।

$$V_o = (1 + (R_f / R_1)) * V_i \quad \dots(2.17)$$



ଚିତ୍ର 2.10: ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର୍

ଏକ ଆବର୍ତ୍ତ ଅପାମ୍ପର ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅଣ-ଓଲଟା ମୋଡରେ ଚିତ୍ର 2.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ସିଧାସଳଖ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର୍ ଅଣ-ଓଲଟା (ସକାରାତ୍ମକ) ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ଏବଂ ଫିଡବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ଆଉଟପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଏବଂ ନକାରାତ୍ମକ ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ ।

$R_1$  ଓଲଟା ଟର୍ମିନାଲ୍ ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ପୂର୍ବ ମାମଲା ପରି,  $e_s = 0$ , ତେଣୁ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $e_1$  ନକାରାତ୍ମକ ଟର୍ମିନାଲ୍‌ରୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ  $e_2$  ସହିତ ସମାନ । ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ଯେ ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ  $e_1$  ଶୂନ୍ୟ ସହିତ ସମାନ ନୁହେଁ, ଅର୍ଥାତ୍ ଅଣ-ଓଲଟା ପରିପଥ ର କୌଣସି ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍‌ରେ କୌଣସି ଭର୍ଚୁଆଲ୍ (Virtual) ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ନାହିଁ ।

ଯେହେତୁ  $e_1 = e_2$       $e_1 = i_1$       $R_1 = e_o \frac{R_1}{R_1 + R_f} = e_2$

ତେଣୁ, 
$$\frac{e_o}{e_2} = \frac{R_f + R_1}{R_1}$$

କିମ୍ବା 
$$\frac{e_o}{e_1} = \frac{R_f + R_1}{R_1}$$

କିନ୍ତୁ  $\frac{e_o}{e_2}$  ବନ୍ଦ-ଲୁପ୍ ଗେନ୍,

ତେଣୁ, 
$$A_{CL} = \frac{R_f + R_1}{R_1} = \frac{R_f}{R_1} + \frac{R_1}{R_1} = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

$$A_{CL} = \frac{e_1}{e_2} = \left( 1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \quad \dots(2.18)$$

ତେଣୁ ଏକ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରର କ୍ଲୋକ୍-ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ସର୍ବଦା ଏକ ଠାରୁ ଅଧିକ କିମ୍ବା ସମାନ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ  $R_1$  ଓ  $R_f$  ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଯଦି  $R_f = 0$  ଏବଂ  $R_1 = \infty$  ହୁଏ, ତେବେ ଗେନ୍ ଠିକ୍ ଏକ ସହ ସମାନ ହୁଏ ଏବଂ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଅନୁସରଣକାରୀ (Voltage Follower) ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ କୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଠିକ୍ ଅନୁସରଣ କରେ । ସାଧାରଣତଃ ଏହିପରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଅନୁସରଣକାରୀ ଏବଂ ଅଣ-ଓଲଟା ପରିପଥ ର ସୁବିଧା ହେଉଛି ପ୍ରତିବାଧା ବଫର୍ (Impedance Buffering) । ଏହିପରି ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ପରିପଥ ସଙ୍କେତ ଉତ୍ତର ଏବଂ ଲୋଡ୍ ର ବିଚ୍ଛିନ୍ନତା ପ୍ରଦାନ କରିବା ପାଇଁ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତେଣୁ ଅବାଞ୍ଚିତ ଇଣ୍ଡରାକ୍ସସନ୍ କିମ୍ବା ଲୋଡ୍ ପ୍ରଭାବକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ ।



**ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରର ସୁବିଧାଗୁଡ଼ିକ ଏହିପରି:**

1. ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ନାହିଁ ।
2. ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ଓଲଟା ବିନ୍ୟାସ ର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ।
3. ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ତୁଳନାରେ ବୃହତ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡୱିଡ୍ଥ ।
4. ପରିପଥ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ବ୍ୟବହାର କରେ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକ ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 2.1.1:** ଅପାମ୍ପର ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ 40 V ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଛି 8 $\mu$ S ସୁଦ୍ଧା । ଅପାମ୍ପର ସ୍ଲୋ ରେଟ୍ (Slew Rate) ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

$$\begin{aligned} \text{ସମାଧାନ: } \quad \text{କSlew Rate} &= dV/dt \\ &= 40 \text{ V} / 8\mu\text{S} \\ &= 5 \text{ V} / \mu\text{S} \end{aligned}$$

**ଉଦାହରଣ 2.1.2:** ଅପାମ୍ପର ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ମୋଡ୍ ପାଇଁ  $R_f = 10 \text{ K}\Omega$  ଏବଂ  $R_i = 2 \text{ K}\Omega$  । କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ଗେନ୍  $A_{CL}$  ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

$$\text{ସମାଧାନ: } \text{ଓଲଟା ମୋଡ୍‌ରେ କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ଗେନ୍} = -\frac{R_f}{R_i} = -(10 \text{ K}\Omega / 2 \text{ k}\Omega) = -5$$

**ଉଦାହରଣ 2.1.3:** ଅପାମ୍ପର ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ମୋଡ୍ ପାଇଁ  $R_f = 10 \text{ K}\Omega$  ଏବଂ  $R_i = 1 \text{ K}\Omega$  । କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ଗେନ୍  $A_{CL}$  ଏବଂ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ କାରକ (Feed Back Factor) ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

$$\begin{aligned} \text{ସମାଧାନ: } \text{ଅଣ-ଓଲଟା ମୋଡ୍‌ରେ କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ଗେନ୍ } A_{CL} &= 1 + (R_f / R_i) \\ &= 1 + (10 \text{ K}\Omega / 1 \text{ K}\Omega) \\ &= 11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ କାରକ } \beta &= R_i / (R_i + R_f) \\ &= 1 \text{ K}\Omega / (1 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega) \\ &= 0.09 \end{aligned}$$

**ଉଦାହରଣ 2.1.4:** ଅପାମ୍ପର ସିଏମଆରଆର (CMRR) ଗଣନା କରନ୍ତୁ ଯାହାର ପ୍ରଭେଦକ ଗେନ୍ (Differential Gain) ହେଉଛି 300000 ଏବଂ ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ଗେନ୍ ହେଉଛି 12.66 ।

**ସମାଧାନ:** ସିଏମଆରଆର ହେଉଛି ପ୍ରଭେଦକ ମୋଡ୍ ଗେନ୍ (Differential Mode gain) ସହ ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ଗେନ୍ (Common Mode Gain)ର ଅନୁପାତ ।

$$\begin{aligned} \text{CMRR} &= A_d / A_C \\ &= 300000 / 12.66 \\ &= 13850.41 \\ \text{CMRR in dB} &= 20 \log_{10} (A_d / A_C) \\ &= 82.82 \text{ dB} \end{aligned}$$

**ଉଦାହରଣ 2.1.5:** ଫିଡବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ର ମୂଲ୍ୟ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ଯଦି ଏକ ଅଣ-ଓଲଟା ଅପାମ୍ପ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇରର ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ  $4\text{ K}\Omega$  ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଗେନ୍ ହେଉଛି 13 ।

**ସମାଧାନ:** ଅପାମ୍ପର ଅପରେଟିଂ ମୋଡ୍ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ମୋଡ୍ ବୋଲି ପ୍ରଦତ୍ତ ।

ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟ,  $R_{in} = 4\text{ K}\Omega$

$$o^f/4 = 13$$

$$o^f/4 = 1 + (R_f / R_{in})$$

$$13 = 1 + (R_f / 4\text{ K}\Omega)$$

$$13 - 1 = R_f / 4\text{ K}\Omega$$

$$12 = R_f + 4\text{ K}\Omega$$

$$R_f = 48\text{ K}\Omega$$

## 2.2 ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ପ୍ରୟୋଗ

ଅପାମ୍ପ ମୂଳତଃ ଆନାଲଗ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ଆବଶ୍ୟକତା ପାଇଁ ବିକଶିତ ହୋଇଥିଲା । ଯେହେତୁ ଅପାମ୍ପ ହେଉଛି ଏକ ଉଚ୍ଚ ଗେନ୍ ସିଧାସଳଖ ଜଡିତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ଯାହାର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଯେ ଏହା ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଗେନ୍ ସ୍ତରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ, ଏହାର ସଙ୍କେତ ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ (Signal Processing) ଏବଂ କଣ୍ଟ୍ରୋଲିଂ ପ୍ରୟୋଗରେ ଅନେକ ବ୍ୟବହାର ମିଳେ । ଏହାର କମ୍ ମୂଲ୍ୟ, ଉଚ୍ଚ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଏବଂ ବହୁମୁଖୀ ପ୍ରକୃତି ହେତୁ, ଏହା ଅନେକ ଆନାଲଗ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପରିପଥ (Analog Electronics Circuit) ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ଏହା ସର୍ବାଦା ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡବ୍ୟାକ (Negative Feedback) ସହିତ କ୍ଲୋଜ୍-ଲୁପ୍ ମୋଡରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଗେନ୍ (Voltage gain) ବାହ୍ୟ ଉପାଦାନ  $R_i$  ଏବଂ  $R_f$  ସ୍ତରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ ସେତେବେଳେ ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଆଉଟପୁଟ୍ ମିଳେ ଏହାକୁ ଅଫସେଟ୍ (offset) କୁହାଯାଏ । ପିନ୍ 1 ଓ 5 ମଧ୍ୟରେ  $10\text{ K}\Omega$  ର ପୋଟେନସିଓମିଟର (POT) ସଂଯୋଗ କରି ଏବଂ ପୋଟେନସିଓମିଟର ର ସ୍ଲାଇଡର (wiper) ଟର୍ମିନାଲକୁ ପିନ୍ 4 ସହିତ ସଂଯୋଗ କରି ଏହାକୁ ଶୂନ୍ୟ କରାଯାଇପାରିବ ।

### 2.2.1 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଡର୍ ଭାବରେ

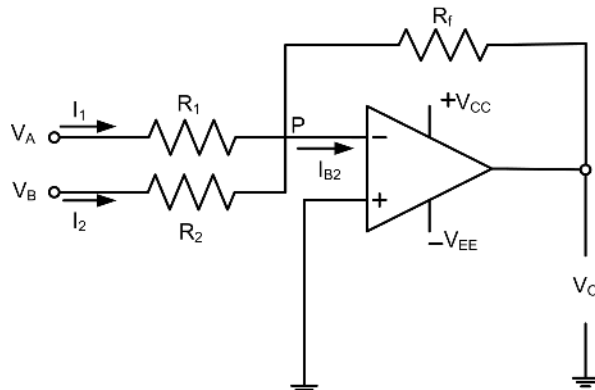
ଆଡର୍ (Adder) ଏବଂ ଶବ୍ଦଗ୍ରାହକ (Subtractor) ପରିପଥମାନ, ଅପାମ୍ପ ବ୍ୟବହାର କରି ଯୋଗ ଓ ବିୟୋଗ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ପାଟୀଗଣିତ (Arithmetic) କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଅପାମ୍ପ ଆଡର୍କୁ ସମିକ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର (Summing Amplifier) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଆଡର୍ ଏବଂ ଶବ୍ଦଗ୍ରାହକ ପରିପଥ ରେ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ବାହ୍ୟ ପ୍ରତିରୋଧକ ମାନଙ୍କ ଉପଯୁକ୍ତ ମୂଲ୍ୟ ଚୟନ କରି ଇଚ୍ଛା ମୁତାବକ ମୂଲ୍ୟକୁ ଯୋଡାଯାଇ ପାରିବ ଏବଂ ବିୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ । ଏହି ଗାଣିତିକ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥରେ ନିୟୋଜିତ କରାଯାଇଛି ।



ଅପ୍ -ଆମ୍ପ:  
ଆପ୍ଲିକେସନ୍

ଏହି ପରିପଥ AC କିମ୍ବା DC ସଙ୍କେତ ଗୁଡ଼ିକ ଯୋଡ଼ିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ । ଏହି ପରିପଥ ଏକ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଦାନ କରେ ଯାହା ଏକ କ୍ରମାଗତ ଗେନ୍ କାରକ (Constant Gain Factor) ଦ୍ୱାରା ଗୁଣିତ ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ଆନୁପାତିକ କିମ୍ବା ସମାନ । ଏକ ଅପାମ୍ପ ର ଓଲଟା ବିନ୍ୟାସ ରେ ଯଦି ଏକରୁ ଅଧିକ ଇନପୁଟ୍ ଓଲଟା ଚର୍ଚ୍ଚନାକୁ ଦିଆଯାଏ ତେବେ ପରିଣାମୀ ପରିପଥ (Resultant Circuit) ଗୁଡ଼ିକ ସମିକ୍ଷା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ କିମ୍ବା ଆଡର୍ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି ।

$$V_o = -(R_f + R_i) * (V_1 + V_2) \quad \dots(2.19)$$



ଚିତ୍ର 2.11: ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଡର୍ ପରିପଥ ଭାବରେ

ଏଠାରେ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଦୁଇ ବିସ୍ତାରିତ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ତା'ପରେ ଯୋଗ ହୁଅନ୍ତି ।

ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ ନୋଡ୍ ରେ କେସିଏଲ୍ (KCL) ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା,

$$i_1 + i_2 = i_f + I_{B2}$$

ଯେହେତୁ ଅପାମ୍ପ ଏକ ଆଦର୍ଶ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍,  $I_{B2} = 0$

$$i_1 + i_2 = i_f$$

$$\frac{V_A - V_p}{R_1} + \frac{V_B - V_p}{R_2} = \frac{V_p - V_o}{R_f}$$

ଭର୍ଚୁଆଲ୍ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡ ଅବସ୍ଥା ହେତୁ,  $V_p = 0$

$$\frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2} = \frac{V_o}{R_f}$$

$$V_o = -R_f \left( \frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2} \right)$$

$$V_o = - \left( \frac{R_f}{R_1} V_A + \frac{R_f}{R_2} V_B \right)$$

ଯଦି  $R_1 = R_2 = R$

$$V_0 = -\frac{R_f}{R}[V_A + V_B] \quad \dots \text{ ସର୍ମିଙ୍ଗ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର (2-20)}$$

ଯଦି  $R_1 = R_2 = R_f = R$

$$V_o = -(V_A + V_B)$$

ଯଦି  $R_1 = R_2 = 2R_f$

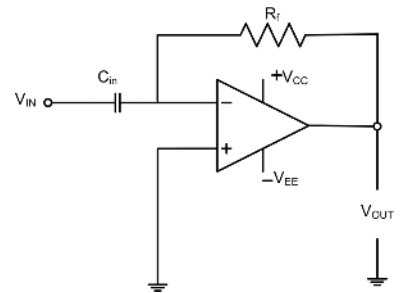
ପରିପଥ ଏକ ହାରାହାରି ପରିପଥ ଭାବରେ ଆଚରଣ କରେ । ତା'ପରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ହେବ

$$V_0 = -\frac{V_1 + V_2}{2} \quad (2-21)$$

### 2.2.2 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଭିନ୍ନତା ଭାବରେ

ଭିନ୍ନତା ପରିପଥରେ, ପ୍ରତିଘାତ (Reactance) XC ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଥିବା ସମୟରେ ପ୍ରତିରୋଧକ Rf ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରରେ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଉପାଦାନ ଗଠନ କରେ । ଭିନ୍ନତା ପରିପଥ, ଭିନ୍ନତାର ଗାଣିତିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ “ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଆଉଟପୁଟ୍ ଦିଏ ଯାହା ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ର ହାର-ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ସିଧାସଳଖ ଆନୁପାତିକ ଅଟେ” । ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ସଙ୍କେତର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯେତେ ଦ୍ରୁତ କିମ୍ବା ବୃହତ୍ତର ହେବ, ଇନପୁଟ୍ କରେଣ୍ଟ ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ ଏବଂ ସେତେ ଅଧିକ “ସ୍କାଇକ୍” ଆକୃତିର ହେବ । ଭିନ୍ନତା କୁ ଦିଆଯାଉଥିବା ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ କ୍ୟାପାସିଟରରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । କ୍ୟାପାସିଟର ଡିସି ବିଷୟବସ୍ତୁ (DC Content)କୁ ଅବରୋଧ କରେ ତେଣୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ସର୍ମିଙ୍ଗ ପଏଣ୍ଟକୁ କୌଣସି ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହ କରେନାହିଁ, ଫଳସ୍ଵରୂପ ଶୂନ୍ୟ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ହୁଏ । କ୍ୟାପାସିଟର କେବଳ ଏସି ଟାଇପ୍ (AC type) ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଅନୁମତି ଦେଇଥାଏ ଏବଂ ଯାହାର ଆବୃତ୍ତି (Frequency) ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ।

ଭିନ୍ନତା ପରିପଥ, ଭିନ୍ନତାର ଗାଣିତିକ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗରୂପ (waveform) ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗରୂପର ଡେରିଭେଟିଭ୍ (Derivative) । ଯଦି ଏକ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ R1 ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର Cin ଦ୍ଵାରା ବଦଳାଯିବ ତେବେ ଏକ ମୌଳିକ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରରୁ ଭିନ୍ନତା ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇପାରିବ । ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପାଇଁ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି ଆଉଟପୁଟ୍ Vo ଭାବରେ ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ଯାହା ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ Vin ର ସମୟ ସହ ନକାରାତ୍ମକ ହାର ପରିବର୍ତ୍ତନର RfCin ଗୁଣ ସହ ସମାନ । ଏକ (-) ସାଇନ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗରୂପ Vo ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ସହ 180o ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କୁ ସୂଚିତ କରେ । ଯେଉଁ ପରିପଥରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ତରଙ୍ଗରୂପ ଇନପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗରୂପର ଡେରିଭେଟିଭ୍ ଅଟେ ତାହାକୁ ଏକ ‘ଭିନ୍ନତା’ ପରିପଥ କୁହାଯାଏ ।

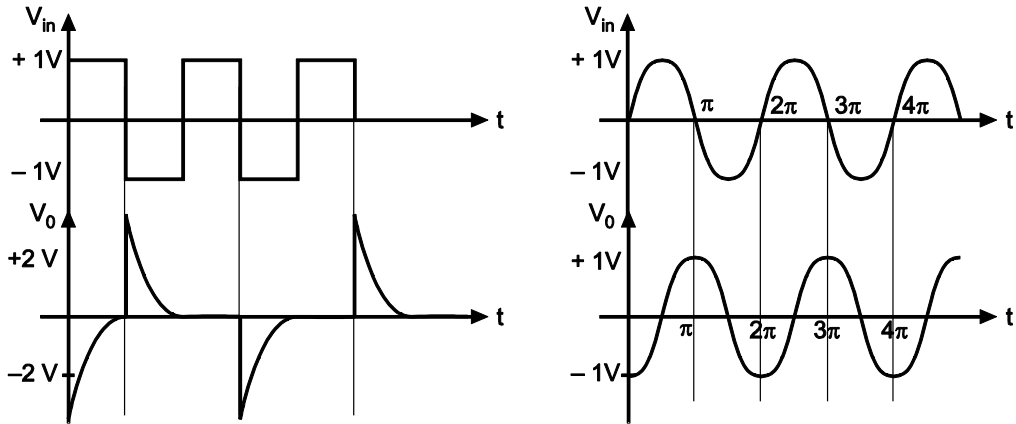


ଚିତ୍ର 2.12: ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ

ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ

$$V_o = -(R_f C_{in})dV_{in}/dt \quad \dots(2.22)$$

ଚିତ୍ର 2.13 ଏକ ବର୍ଗ ଏବଂ ଏକ ସାଇକ୍ଲୋସୋଇଡାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଇନପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗରୁପ ପାଇଁ ଏକ ଅପାମ୍ପ ଭିନ୍ନତା ପରିପଥର ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପର ତରଙ୍ଗରୁପ କୁ ଦେଖାଏ ।



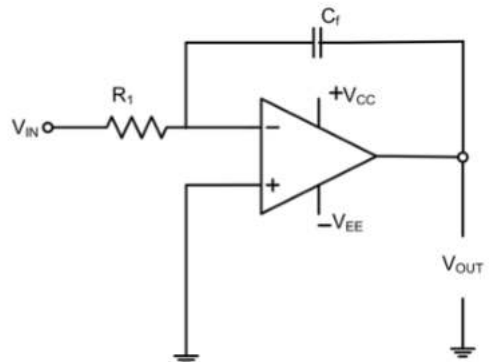
ଚିତ୍ର 2.13: ବର୍ଗ ଏବଂ ସାଇକ୍ଲୋସୋଇଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଦର୍ଶ ଆଉଟପୁଟ୍ ର ତରଙ୍ଗରୁପ

ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ଏକ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ହୁଏ ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଏକ କୋସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ହେବ କିମ୍ବା ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ଏକ ବର୍ଗତରଙ୍ଗ (Square Wave) ହୁଏ, ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଅନୁଯାୟୀ ଟ୍ରିଗର୍ ତରଙ୍ଗ (Trigger Pulse) ହେବ ।

ଏକ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତରେ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (Frequency) ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ଭିନ୍ନତା ପରିପଥ ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରୁଥିବା ପରିପଥ ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଏବଂ ଏଫଏମ ମଡ୍ୟୁଲେଟର (FM Modulator) ରେ ଡିଟେକ୍ଟର (Detector)ର ହାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରୁଥିବା ପରିପଥ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଭିନ୍ନତା ଉଚ୍ଚ ପାସ୍ ଫିଲ୍ଟର (High Pass Filter) ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

### 2.2.3 ଅପାମ୍ପ ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ

ଯେଉଁ ପରିପଥ ରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ତରଙ୍ଗରୁପ ହେଉଛି ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ତରଙ୍ଗରୁପର ଇଣ୍ଟିଗ୍ରାଲ (Integral) ତାହାକୁ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର କିମ୍ବା ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ କୁହାଯାଏ । ଏକ ମୌଳିକ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଏ । ଯଦି ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R_f$  ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର  $C_f$  ଦ୍ୱାରା ବଦଳାଯାଏ ଯେପରି ଚିତ୍ର 2.14 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି, ତେବେ ପରିପଥ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥରେ



ଚିତ୍ର 2.14: ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ

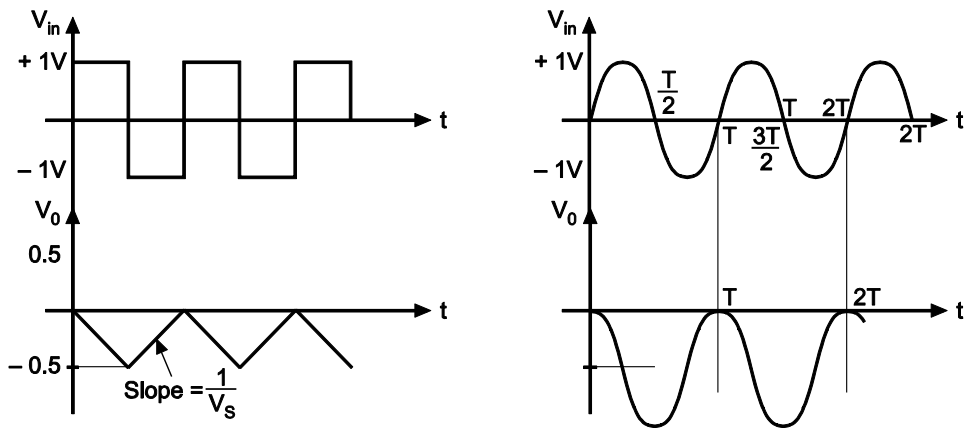
କ୍ୟାପାସିଟର ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକଙ୍କ ଛିତି ଭିନ୍ନ ପରିପଥ ର ଛିତି ଠାରୁ ଓଲଟା ହୋଇଛି । ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ଆନାଲଗ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ବିନ୍ୟାସ (Configure) କରାଯାଇପାରିବ । ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟିଂ ପରିପଥରେ, ଆଉଟପୁଟ୍ ହେଉଛି ସମୟ ସହିତ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ର ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ । ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ ଯାହା ସକ୍ରିୟ ଡିଭାଇସକୁ ନେଇ ଗଠିତ, ଏହାକୁ ଏକ ସକ୍ରିୟ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର କୁହାଯାଏ । ଏକ ସକ୍ରିୟ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଏକ ସରଳ ଆରସି ପରିପଥ (RC Circuit) ଅପେକ୍ଷା ବହୁତ କମ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ଅଧିକ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ ସାଧାରଣତଃ ଏକ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ ଇନପୁଟ୍‌ରୁ ଏକ ତ୍ରିକୋଣୀୟ ତରଙ୍ଗ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରଦାନ ପାଇଁ ଡିଜାଇନ୍ କରାଯାଏ । ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ (Sine Wave) ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ସମୟରେ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟିଂ ପରିପଥର ଆବୃତ୍ତିର ସୀମିତତା ରହେ ।

ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ ହେଉଛି ଜାରି ରହିଥିବା ଯୋଗର ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା । ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟରର ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଛି ଏକ ରାମ୍ପ (Ramp) ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପ୍ରଦାନ କରିବା ଯାହା ରୈଖିକ ଭାବରେ (Linearly) ବୃଦ୍ଧି କିମ୍ବା ହ୍ରାସ ପାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ । ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଷ୍ଟେପ୍ (Step) ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ହୁଏ ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ରାମ୍ପ କିମ୍ବା ରୈଖିକ ଭାବରେ ବଦଳୁଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ହେବ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟରଗୁଡ଼ିକ ରାମ୍ପ କିମ୍ବା ସୁଇଚ୍ ଜେନେରେଟରରେ, ଫିଲ୍ଟର, ଆନାଲଗ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ଇତ୍ୟାଦିରେ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ

$$V_O = -R_F C_1 \frac{dV_{in}}{dt} \quad \dots(2.23)$$

**ସମୀକରଣ 2.23** ରୁ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ର ନକାରାତ୍ମକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରାଲ ସହିତ ସିଧାସଳଖ ଆନୁପାତିକ ଏବଂ ସମୟ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (Time Constant)  $R_1 C_1$  ସହିତ ଓଲଟା ଆନୁପାତିକ ।



ଚିତ୍ର 2.15: ବର୍ଗ ଏବଂ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଦର୍ଶ ଆଉଟପୁଟ୍ ତରଙ୍ଗ

ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦତ୍ତ  $R_1 C_1 = 1$  ସହିତ ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ଏକ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ହେବ ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଏକ କୋସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ହେବ କିମ୍ବା ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ଏକ ବର୍ଗତରଙ୍ଗ ତେବେ ଆଉଟପୁଟ୍ ତ୍ରିକୋଣୀୟ ତରଙ୍ଗ ହେବ । ଯେତେବେଳେ  $V_{in} = 0$ , ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଏକ ଖୋଲା-ଲୁପ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଯେହେତୁ 'Cf' ଏକ ଖୋଲା ପରିପଥ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ,  $C_f = \infty$  ହେବ । ଇନପୁଟ୍ ଅଫସେଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ  $V_{io}$  ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ ଚାର୍ଜିଂ କ୍ୟାପାସିଟର

(Charging Capacitor) CF, ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟରର ଆଉଟପୁଟ୍‌ରେ ଡ୍ରୁଟି ବିଦ୍ୟୁତାପ (Error Voltage) ଉତ୍ପାଦନ କରେ । ତେଣୁ, ଆଉଟପୁଟ୍‌ରେ ଡ୍ରୁଟି ବିଦ୍ୟୁତାପ ହ୍ରାସ କରିବାକୁ, ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ RF ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ କ୍ୟାପାସିଟର CF ସହ ସମାନ୍ତରାଳ ଯୋଡାଯାଏ ।

ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ସାଧାରଣତଃ ଆନାଲଗ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ଏବଂ ଆନାଲଗ୍‌ରୁ ଡିଜିଟାଲ୍ କନଭର୍ଟର (ADC) ଏବଂ ସଙ୍କେତ-ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି ସୃଷ୍ଟି ପରିପଥ (Signal-wave Shaping Circuits) ମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଏକ ନିମ୍ନ ପାସ୍ ଫିଲ୍ଟର (Low Pass Filter) ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । କର୍ ଅପ୍ ଆବୃତ୍ତି, ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଉପାଦାନ ପ୍ରତିରୋଧକ Rf ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର Cf ସହିତ ଓଲଟା ଆନୁପାତିକରେ ରହେ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଅର୍ଥାତ୍ ନିମ୍ନ ପାସ୍ ଫିଲ୍ଟର ପାଇଁ କଟଅପ୍ ଆବୃତ୍ତି ସମୀକରଣ 2.24 ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ ।

$$V_o = \frac{1}{R_1 C_F} \int_0^t V_{in} dt + C \quad \dots(2.24)$$

### ଆପ୍ଲିକେସନଗୁଡ଼ିକ

ଅପାଞ୍ଚ ବ୍ୟବହାର କରି ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ । ଘରୋଇ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ପ୍ରୟୋଗରେ ଅପାଞ୍ଚ ର ପ୍ରୟୋଗ ର ବହୁଳ ପରିସର ଅଛି । ବିଭିନ୍ନ ସ୍ୱୟଂଚାଳିତ, ମନୋରଞ୍ଜନ ଉପକରଣ ମାନଙ୍କରେ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ନିମ୍ନ ପ୍ରକାର ର ଅପାଞ୍ଚ ଆଧାରିତ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ପ୍ରକାରର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ସାଧନ (Electronic Devices) ମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

<ul style="list-style-type: none"> <li>ସଠିକତା ରେକ୍ଟିଫାଇର (Precision Rectifier)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଲଗ୍ ଏବଂ ଆଣ୍ଟିଲଗ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଆନାଲଗ୍ ମଲ୍ଟିପ୍ଲାଇର ଏବଂ ଡିଭାଇର (Analog Multiplier and Divisor)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ଜିରୋ କ୍ରସିଂ ଡିଟେକ୍ଟର</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ବିଦ୍ୟୁତାପରୁ ସ୍ରୋତ ରୂପାନ୍ତରକାରୀ (Voltage to Current Converter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ସ୍ରୋତରୁ ବିଦ୍ୟୁତାପ ରୂପାନ୍ତରକାରୀ</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ଆବୃତ୍ତି ରୁ ବିଦ୍ୟୁତାପ ରୂପାନ୍ତରକାରୀ (Frequency to Voltage Converter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ବିଦ୍ୟୁତାପ ରୁ ଆବୃତ୍ତି ରୂପାନ୍ତରକାରୀ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ରେଖିକ ଏବଂ ସ୍ୱଇଚିଂ ନିୟନ୍ତ୍ରକ (Linear and Switching Regulators)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ସଙ୍କେତ ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ (Signal processing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଆନାଲଗ୍ ରୁ ଡିଜିଟାଲ୍ ରୂପାନ୍ତରକାରୀ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଡିଜିଟାଲ୍ ରୁ ଆନାଲଗ୍ ରୂପାନ୍ତରକାରୀ</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ସକ୍ରିୟ ଫିଲ୍ଟର (Active Filter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ସଙ୍କେତ କଣ୍ଡିସିନିଂ (Signal Conditioning)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ବାୟୋମେଡିକାଲ ଇନଷ୍ଟ୍ରୁମେଣ୍ଟେସନ୍</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>ନମୁନା ଏବଂ ହୋଲ୍ଡ ପରିପଥ (Sample and Hold Circuit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ପିକ୍ ଡିଟେକ୍ଟର (Peak Detector)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଫୋକାକ (Oscillators)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ଇନଷ୍ଟ୍ରୁମେଣ୍ଟେସନ୍ ଆଫ୍ଲିଫାୟର</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ସଂଗଣକୀୟ ବିଲ୍ଡିଂ ବ୍ଲକ୍ (Computational Building Blocks)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ଆନାଲଗ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟର</li> </ul>

### ଜିଜ୍ଞାସୁତା ଏବଂ କୌତୁହଳ ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

ଜିଜ୍ଞାସୁତା ଏବଂ କୌତୁହଳ ବିକାଶ ପାଇଁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ମାନେ 5 - 6 ଛାତ୍ରଙ୍କ ଏକ ଗୋଷ୍ଠୀ ଗଠନ କରିବେ ଏବଂ ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ମାନ କରିବେ । ନିମ୍ନରେ ଏକ ନମୁନା ଦିଆଯାଇଛି:

ଅପାମ୍ପର ଏକ ଛୋଟ ପ୍ରୟୋଗ ପରିପଥ ଚୟନ କରନ୍ତୁ । ଏହି ଏକକରେ "ଆପ୍ଲିକେସନଗୁଡ଼ିକ" ଅଧୀନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଚୟନ କରାଯାଇପାରିବ ।

1. ଡାଟା ସିଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଅପାମ୍ପର ଏକ ଉପଯୁକ୍ତ IC ବାଛନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ର ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ ଉପଯୁକ୍ତ ମୂଲ୍ୟର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
3. ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ IC ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।
4. ପରିପଥର ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନକୁ ବ୍ରେଡ୍‌ବୋର୍ଡରେ ମାଡ଼ଣ୍ଡ (ଆରୋହଣ) କରନ୍ତୁ ।
5. ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ପରିପଥର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।
6. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷିତ ଆଉଟପୁଟ୍ ଆଣା କରାଯାଉଥିବା ଆଉଟପୁଟ୍ ସହିତ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 2.2.1:** ଏକ ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପାଇଁ, ଯଦି କର୍ ଅପ୍ ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି 159 Hz,  $R_{in} = 1\text{ K}\Omega$  ଏବଂ  $R_f = 100\text{ K}\Omega$  ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ କ୍ୟାପାସିଟେଟର ମୂଲ୍ୟ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

**ସମାଧାନ:** ଦିଆଯାଇଥିବା  $R_{in} = 1\text{ K}\Omega$ ,  $R_f = 100\text{ K}\Omega$  ଏବଂ  $FC = 159\text{ Hz}$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 1/(2\pi R_f C_f) \\
 159 &= 1/2\pi R_f C_f \\
 159 &= 1/2 \times 3.14 \times 100 \times 10^3 \times C_f \\
 C_f &= 1/2 \times 3.14 \times 100 \times 159 \times 10^3 \\
 &= 1.0 \times 10^{-8} \\
 &= 0.01\mu\text{F}
 \end{aligned}$$

**ଉଦାହରଣ 2.2.2:** ଏକ ଭିନ୍ନତାରେ  $10\text{ K}\Omega$  ର ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଅଛି ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ କ୍ୟାପାସିଟର ମୂଲ୍ୟ  $0.01\ \mu\text{F}$  ଅଛି। କର୍ ଅଫ୍ ଆବୃତ୍ତି ଗଣନା କରନ୍ତୁ।

**ସମାଧାନ:** ଭିନ୍ନ ପରିପଥ ପାଇଁ ଦିଆଯାଇଛି  $R_f = 10\text{ K}\Omega$  ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ କ୍ୟାପାସିଟର  $C_{in} = 0.01\ \mu\text{F}$

ଭିନ୍ନତାର କର୍ ଅଫ୍ ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି  $f_1 = 1/2\pi R_f C$

$$f_1 = 1/2 \times 3.14 \times 10 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}$$

$$= 1.59\text{ KHz}$$

**ଉଦାହରଣ 2.2.3:**  $4\text{ K}\Omega$  ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଥିବା ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ଓଲଟା ସମିକ୍ତ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରର ଆଉଟପୁଟ୍ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ହେଉଛି  $V_1 = 3\text{V}$  ଏବଂ  $V_2 = 4\text{V}$ । ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ହେଉଛନ୍ତି  $R_1 = 4\text{K}\Omega$  ଏବଂ  $R_2 = 8\text{ K}\Omega$

**ସମାଧାନ:** ପ୍ରଦତ୍ତ ଯେ ଅପାମ୍ପ୍ ବ୍ୟବହାରିକ ମୋଡ୍ ଓଲଟା ବିନ୍ୟାସ ଅଟେ

$$R_f = 4\text{ K}\Omega$$

$$R_1 = 4\text{K}\Omega$$

$$R_2 = 8\text{ K}\Omega$$

$$V_1 = 3\text{ V} \text{ ଏବଂ } V_2 = 4\text{ V}$$

$$V_o = - [(R_f/R_1) V_A + (R_f/R_2) V_B]$$

$$= - [(4/4) \times 3 + (4/8) \times 4]$$

$$= - [3 + 2]$$

$$V_o = -5\text{ V}$$

## ସାରାଂଶ

- ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର, ସାଧାରଣତଃ ଅପାମ୍ପ୍ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏକ ଆନାଲଗ୍ ପରିପଥ ।
- ଅପାମ୍ପ୍ ଅନେକ ଗଣିତ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ, ଆନାଲଗ୍ କିମ୍ବା କ୍ରମାଗତ ଡୋମେନରେ ରୈଖିକ ଏବଂ ଅଣରୈଖିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।
- ଅପାମ୍ପ୍ ମଧ୍ୟ ଅନେକ ପ୍ରକାରର ଆନାଲଗ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଫିଲ୍ଡ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- କ୍ଲୋଜ୍ ବିନ୍ୟାସ ସହିତ ଅପାମ୍ପ୍ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ଥିବା ସମୟରେ ଓଲଟା ଏବଂ ଅଣ - ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ମୋଡ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ ।
- ଓଲଟା ଏବଂ ଅଣ - ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ମୋଡ୍ ରେ, ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟରର କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ ଗେନ୍ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- ଏକକ ଗେନ୍ ସହିତ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର ଏକ ଆନାଲଗ୍ ବର୍ଦ୍ଧକ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

## ଅନୁଶୀଳନୀ

### A. ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ (Objective Questions)

ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ।

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ (MCQs)	ସିରିୟଲ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ (MCQs)
2.1	<p>ଅପାମ୍ପ ଇଣ୍ଡିଗ୍ନରଟେର ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପଥ କାହାକୁ ନଲେ ଗଠିତ</p> <p>a. ପରତିରୋଧକ b. କାପାସିଟର c. ଇଣ୍ଡକ୍ଟର d. ଡାଇଡିଆକ୍ସିଡ୍</p>	2.4	<p>ବାୟାସିଂ (Biasing) ପାଇଁ, ଅପାମ୍ପ IC 741 କ'ଣ ଆବଶ୍ୟକ କରେ</p> <p>a. ଏକକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ b. ଦୁଇଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ c. ଚାରୋଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ d. କଣିଶି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ନାହିଁ</p>
2.2	<p>ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ସଞ୍ଜକ୍ଷେତ୍ର କ୍ଲିପ୍‌ପାସିଟର ମାଧ୍ୟମରେ ଓଲଟା ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍‌କୁ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପଥ ପରତିରୋଧକକୁ ନଲେ ଗଠିତ, ତେବେ ସେହି ଅପାମ୍ପ ପରିପଥ କୁ କ'ଣ କୁହାଯାଏ।</p> <p>a. ଆଡର୍ ପରିପଥ b. ଇଣ୍ଡିଗ୍ନରଟେର ପରିପଥ c. ଭିନ୍ନତା ପରିପଥ d. ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର</p>	2.5	<p>ଉଚ୍ଚ ପାସ୍ ଫିଲ୍ଟର ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ଭିନ୍ନ ପରିପଥ ପାଇଁ, ପରିପଥ ର ସମୟ ସ୍ଥିରାଙ୍କ କ'ଣ ହେବ। ଆବଶ୍ୟକ</p> <p>a. ଉଚ୍ଚ b. ଇନପୁଟ୍ ସଞ୍ଜକ୍ଷେତ୍ର ସମୟ ଅଧିକ ତୁଳନାରେ ବହୁତ ଅଧିକ c. ଛୋଟ d. ଇନପୁଟ୍ ସଞ୍ଜକ୍ଷେତ୍ର ସମୟ ଅଧିକ ତୁଳନାରେ ବହୁତ ଛୋଟ</p>
2.3	<p>ଅପାମ୍ପର ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ କ'ଣ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।</p> <p>a. ଉଚ୍ଚ ଏବଂ ନିମ୍ନ b. ଓଲଟା ଏବଂ ଅଣ-ଓଲଟା c. ପରମ୍ପନ୍ନ ଏବଂ ନିରପେକ୍ଷ d. ଇଣ୍ଡିଗ୍ନରଟେର ଏବଂ ଭିନ୍ନତା</p>	2.6	<p>ଇନପୁଟ୍ ହାରାହାରି ପରିପଥ ପାଇଁ, ପରତିରୋଧକ Rin କେତେ ହେବ। ଆବଶ୍ୟକ ।</p> <p>a. <math>R_{in} = R_f / 4</math> b. <math>R_{in} = R_f + 4</math> c. <math>R_{in} = R_f</math> d. <math>R_{in} = R_f \times 16</math></p>

## B. ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଏକ ଆଦର୍ଶ ଅପାମ୍ପର ଛଅଟି ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ତାଲିକାଭିତ୍ତ କରିବୁ ।
2. ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ମାପକ ମାନକୁ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
3. ପରିଷ୍କାର ପରିପଥ ଚିତ୍ର ସହିତ ଅଣ-ଓଲଟା ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
4. ଏକ ବଫର୍ (Buffer) ପରିପଥ ଭାବରେ ଅପାମ୍ପ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
5. ଯୋଗାଯୋଗ ପରିପଥ ରେ ସ୍ଲିୟୁ ରେଟ୍ ମାପକର ମହତ୍ତ୍ୱ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
6. ବ୍ୟବହୃତ ଉପାଦାନ, ଆଉଟପୁଟ୍ ସମୀକରଣ, ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ସିରାକ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ଆଧାରରେ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଏବଂ ଭିନ୍ନତା ପରିପଥ ର ତୁଳନା କରନ୍ତୁ ।
7.  $2\text{ K}\Omega$  ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଏବଂ ଡିନୋଟି ଇନପୁଟ୍  $V_1=2\text{V}$ ,  $V_2=4\text{V}$ ,  $V_3=6\text{V}$  ସହିତ ତିନି ଇନପୁଟ୍ ଓଲଟା ସମୀକ୍ଷା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ଗଣନା କରନ୍ତୁ । ଡିନୋଟି ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧକ ହେଉଛି  $R_1=2\text{ K}\Omega$ ,  $R_2=4\text{ K}\Omega$  ଏବଂ  $R_3=6\text{ K}\Omega$  ।
8. ଅପାମ୍ପ ର ଓଲଟା ବିନ୍ୟାସର ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପଥରେ ସଂଯୁକ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧକର ପ୍ରଭାବ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
9. ଆଡର୍ ପରିପଥ ବ୍ୟବହାର କରି ଅପାମ୍ପ ଆଧାରିତ ଶବ୍ଦଗ୍ରାହକ (Subtractor) ନିର୍ମାଣର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
10. ଏକ ଭିନ୍ନତାର  $20\text{ K}\Omega$  ର ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଅଛି ଏବଂ କର୍ ଅଫ୍ ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି  $1.5\text{ KHz}$  ଇନପୁଟ୍ କ୍ୟାପାସିଟର ମୂଲ୍ୟ ର ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

## ବ୍ୟବହାରିକ

### I. P23- ES110: ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ଅପାମ୍ପର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ

#### ପି23.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଅପାମ୍ପକୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

#### ପି23.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଉପଭୋକ୍ତା, ଶିଳ୍ପ ଏବଂ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଉପକରଣ ମାନଙ୍କ ଏକ ବିଶାଳ ସୂଚକରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବା ଯୋଗୁ ଆଜି ଅପାମ୍ପ ଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଅଛି । ଅପାମ୍ପ ଗୁଡ଼ିକ ଉପାଦାନ ଭାବରେ ପ୍ୟାକେଜ୍ କରାଯାଇପାରେ କିମ୍ବା ଅଧିକ ଜଟିଳ ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ (Integrated Circuit)ର ଉପାଦାନ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ । ଓଲଟା ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି ଏକ ସରଳ ଏବଂ ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ଅପାମ୍ପ ଟୋପୋଲୋଜି । ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ବିନ୍ୟାସ ହେଉଛି ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପରିପଥ ର ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ଏବଂ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ରୂପ । ଅପାମ୍ପ ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପରିପଥ ଏକ ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍

ବ୍ୟବହାର କରିବାର ପ୍ରାପ୍ତ ସମସ୍ତ ସୁବିଧା ସହିତ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିବାଧା ପ୍ରଦାନ କରେ ।

ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏକୀକରଣ ଭାବରେ ବିନ୍ୟାସ କରାଯାଇପାରିବ । ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟିଂ ପରିପଥରେ, ଆଉଟପୁଟ୍ ହେଉଛି ସମୟ ସହିତ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପତ୍ତ ଏକୀକରଣ । ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ ଯାହା ସକ୍ରିୟ ଡିଭାଇସକୁ ନେଇ ଗଠିତ, ଏକ ସକ୍ରିୟ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବେ ବଦିତ । ଏକ ସକ୍ରିୟ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଏକ ସରଳ  $RC$  ପରିପଥ ଅପେକ୍ଷା ବହୁତ କମ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ଅଧିକ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତାପ ପ୍ରଦାନ କରେ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ ସାଧାରଣତଃ ଏକ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ ଇନପୁଟ୍‌ରୁ ଏକ ତ୍ରିକୋଣୀୟ ତରଙ୍ଗ ଆଉଟପୁଟ୍ ପାଇବା ପାଇଁ ଡିଜାଇନ୍ କରାଯାଏ । ସାଇନ୍ ଷ୍ଟେଭ୍ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ସମୟରେ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟିଂ ପରିପଥର ଆବୃତ୍ତିର ସୀମିତତା ରହେ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ, ଛାତ୍ରଙ୍କୁ IC 741 ବ୍ୟବହାର କରି ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗକୁ ତ୍ରିକୋଣୀୟ ତରଙ୍ଗରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ସମ୍ମତ କରିବ । ଏହି ବ୍ୟବହାରିକ, ଛାତ୍ରଙ୍କୁ ଅପାମ୍ପ୍ କୁ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍, ଅଣ-ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ସମ୍ମତ କରିବ ।

### ପି23.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

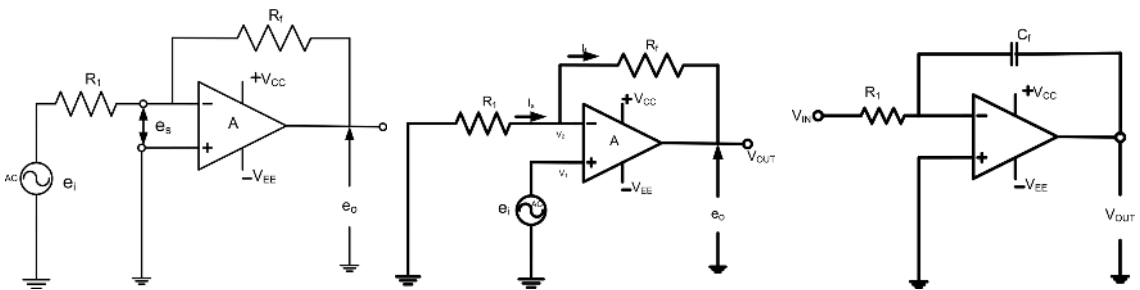
ଅପାମ୍ପ୍ ଏକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପାଇଁ, ବିଷୟ 2.1.5 ରେଫର୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଅପାମ୍ପ୍ ଏକ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପାଇଁ, ଏହି ଏକକର ବିଷୟ 2.2.3 ରେଫର୍ କରନ୍ତୁ ।

### ପି23.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (ପିଆରଓ)

ପିଆରଓ 1: ବ୍ୟବହାରିକ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍‌ର ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାକୁ ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ଉପକରଣବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

ପିଆରଓ 2: IC741କୁ ନେଇ ଗଠିତ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

### P23.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P23.1: ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍

ଚିତ୍ର P23.2: ଅଣ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍

ଚିତ୍ର P23.3: ଅପାମ୍ପ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର

### ପି23.6 ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପନ୍ନଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପନ୍ନଗୁଡ଼ିକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ପ୍ରକୃତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉତ୍ପନ୍ନଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)
1.	ଡୁଆଲ୍ ପାୱାର୍ ଯୋଗାଣ: 0- 30V, 2A	1 No.		
2.	IC 741C	1 No.		
3.	ପ୍ରତିରୋଧକ: R1-1KΩ, Rf -10KΩ	2 No.		
4.	କାପାସିଟର: CF- 0.01μF	1 No.		
5.	ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଜେନେରେଟର: 20 MHz	2 No.		
6.	ଆନାଲଗ୍ IC ପରୀକ୍ଷକ: ଆନାଲଗ୍ IC ପରୀକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ	1 No.		
7.	CRO: 20MHz ଡୁଆଲ୍ ଟ୍ରେସ୍ ଓସିଲୋସ୍କୋପ୍ (Dual Trace Oscilloscope)	2 No.		
8.	ବ୍ରେଡ୍‌ବୋର୍ଡ୍: 5.5 cm × 17 cm	2 No.		
9.	ସଂଯୋଗ ଯୋଗ୍ୟ ତାର: ଏକକ ଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ଟେଫଲନ୍ କୋଟିଂ (0.6 mm ବ୍ୟାସ)	L. S.		

### ପି23.7 ସତର୍କତା

1. ବ୍ରେଡ୍‌ବୋର୍ଡ୍‌ରେ IC 741 ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧକର ଉପଯୁକ୍ତ ମାଉଣ୍ଟିଂ (ଆରୋହଣ) ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଜନା ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ପରିପଥକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଜନପୂର୍ବ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ଏବଂ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ତାପ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।

### ପି23.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା

#### ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର

1. ଆନାଲଗ୍ IC ପରୀକ୍ଷକ ସହିତ IC741 ର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

2. ବ୍ରେଡବୋର୍ଡରେ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $+15V$ ,  $-15V$  ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡର ବିନ୍ଦୁ କରନ୍ତୁ ।
3. ପିନ୍ ନମ୍ବର 7କୁ  $+15V$  ଏବଂ ପିନ୍ ନମ୍ବର 4କୁ  $-15V$  ଏବଂ ପିନ୍ ନମ୍ବର 3କୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
4. ଯେପରି ଚିତ୍ର 23.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି,  $R1$  ଏବଂ  $Rf$  କୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଜେନେରେଟରରୁ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ  $V_{in}$  ( $1V$ ,  $500Hz$ )ର ଚୟନ କରନ୍ତୁ, CRO (Cathode Ray Oscilloscope) ରେ ତରଙ୍ଗ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
6. ମନୋନୀତ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ଇନପୁଟ୍ ପିନ୍ ନମ୍ବର 2 ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ।
7. ଆୟାମ (Amplitude) ସ୍ଥିର ରଖନ୍ତୁ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତିକୁ  $100Hz$  ରୁ  $1MHz$  କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ।
8. CROରେ ପିନ୍ ନମ୍ବର 6 ରୁ  $V_{out}$  ମାପ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପଠନକୁ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ ।
9. ସେମି ଲଗ୍ ରେ ଆବୃତ୍ତି ବନାମ ଗେଜ୍ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।
10. ସେମି ଲଗ୍ ରୁ ବ୍ୟାଣ୍ଡଫିଡଥ୍ ଏବଂ କଟ୍ ଅଫ୍ ଆବୃତ୍ତି (Cut off Frequency) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।

### ଅଣ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର

1. ଆନାଲଗ୍ IC ପରୀକ୍ଷକ ସହିତ IC741 ର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।
2. ବ୍ରେଡବୋର୍ଡରେ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $+15V$ ,  $-15V$  ଏବଂ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡର ବିନ୍ଦୁ କରନ୍ତୁ ।
3. ପିନ୍ ନମ୍ବର 7କୁ  $+15V$  ଏବଂ ପିନ୍ ନମ୍ବର 4କୁ  $-15V$  ଏବଂ ପିନ୍ ନମ୍ବର 2କୁ ଗ୍ରାଉଣ୍ଡକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
4. ଯେପରି ଚିତ୍ର 23.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି,  $R1$  ଏବଂ  $Rf$  କୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଜେନେରେଟରରୁ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ  $V_{in}$  ( $1V$ ,  $500Hz$ )ର ଚୟନ କରନ୍ତୁ, CRO (Cathode Ray Oscilloscope) ରେ ତରଙ୍ଗ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
6. ମନୋନୀତ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗ ଇନପୁଟ୍ ପିନ୍ ନମ୍ବର 3 ରେ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ ।
7. ଆୟାମ (Amplitude) ସ୍ଥିର ରଖନ୍ତୁ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତିକୁ  $100Hz$  ରୁ  $1MHz$  କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ।
8. CRO ରେ ପିନ୍ ନମ୍ବର 6 ରୁ  $V_{out}$  ମାପ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପଠନକୁ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ ।
9. ସେମି ଲଗ୍ ରେ ଆବୃତ୍ତି ବନାମ ଗେଜ୍ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।
10. ସେମି ଲଗ୍ ରୁ ବ୍ୟାଣ୍ଡଫିଡଥ୍ ଏବଂ କଟ୍ ଅଫ୍ ଆବୃତ୍ତି (Cut off Frequency) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।

### ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପରିପଥ

1. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ରେଡବୋର୍ଡରେ ପରିପଥ ଏକତ୍ର କରନ୍ତୁ ।
2. IC 741ର ପିନ୍ ନମ୍ବର 7 ( $+V_{cc}$ ) ଏବଂ ପିନ୍ ନମ୍ବର 4 ( $-V_{EE}$ ) କୁ ଡୁଆଲ୍ ପାୱାର୍ ଯୋଗାଣ ସହ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3.  $1\text{ KHz}$  ଆବୃତ୍ତିରେ  $1V_{pp}$  ଆୟାମର ଏକ ସାଇନ୍ ତରଙ୍ଗରୁପ ପିନ୍ ନମ୍ବର 2 ରେ ପ୍ରଦାନ କରିବାକୁ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ

କେନେରେଟର ସେଟ୍ କରନ୍ତୁ ।

4. ଇନପୁଟ୍ ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ପୂର୍ବରୁ CRO ରେ ଚରଙ୍ଗ ଫର୍ମ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
5. 1 KHz ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ CRO ରେ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ (ପିନ୍ ନମ୍ବର 6) ଚରଙ୍ଗ ଦେଖନ୍ତୁ ଏବଂ ପ୍ରକାଶ୍ୟ କେନେରେଟର ଏବଂ CRO ରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଇନପୁଟ୍ ପାଇଁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଫ୍ଟ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
6. ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପକୁ 1V ରଖି ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତିକୁ 100 Hz ରୁ 10 KHz କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତୁ ।
7. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲରେ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ ।
8. ସେମି ଲଗ୍ ପେପରରେ ଗେନ୍ ବନାମ ଆବୃତ୍ତିର ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ । ବିଭିନ୍ନ ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ଗେନ୍ ଗଣନା କରନ୍ତୁ

### ପି23.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

ଟେବୁଲ୍ ପି23.1: ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ ଓଲଟା ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍ ପାଇଁ  $V_i = 1 V_{pp}$ .

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତି (Hz)	ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ $V_{out}$ (Volts)	ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଗେନ୍ $(A = V_{out}/V_i)$	dB ରେ ଗେନ୍ $20 \log(V_{out}/V_i)$
1.	100Hz			
2.	500Hz			
3.	1KHz			

ଟେବୁଲ୍ ପି23.2: ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର ପାଇଁ ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ  $V_i = 1 V_{pp}$

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଇନପୁଟ୍ ଆବୃତ୍ତି (Hz)	ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ $V_{out}$ (Volts)	dB ରେ ଗେନ୍ $20 \log(V_{out}/V_i)$
1.	100 Hz		
2.	200 Hz		

ଗଣନା:

1. ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଗେନ୍:  $V_o/V_i = \dots\dots\dots$
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ଗେନ୍ dB ରେ:  $20\log_{10} (V_o/V_i) = \dots\dots\dots$

**ପି23.10 ଫଳାଫଳ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା**

1. ....
2. ....

**P23.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଏବଂ/କିମ୍ବା ବୈଧତା**

.....


.....

**ପି23.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଚିତ୍ରଣୀ: ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ହାସଲ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନର ଡିଜାଇନ୍ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଓଲଟା ଆଞ୍ଜିଫାୟରରେ ନକାରାତ୍ମକ ଫିଡବ୍ୟାକର ପ୍ରଭାବ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
2. ସର୍ବାଧିକ ଇନପୁଟ୍ ସଙ୍କେତ ବିଦ୍ୟୁତାପକୁ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ଯାହା ରୈଖିକ ସଞ୍ଚାଳନ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାତ୍ମକ ପରିପଥରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ।
3. ନିମ୍ନ ପାସ୍ ଫିଲ୍ଡ୍ ଭାବେ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରିବ କି ? ଆବୃତ୍ତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସାହାଯ୍ୟରେ ଆପଣଙ୍କ ଉତ୍ତରର ଯଥାର୍ଥତା ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।



ପରୀକ୍ଷା:  
ଅପ-ଆମ୍  
ଆଧାରିତ  
ଅଧ୍ୟୟନ  
କରିବାକୁ  
ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର  
ଏବଂ  
ଡିଭର୍ସିଅଲ୍ 11

**ପି23.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ**

---

## ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ

---

**ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟଗୁଡ଼ିକ**

ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ 5 - 6 ଜଣ ଛାତ୍ରଙ୍କ ଏକ ଗୋଷ୍ଠୀରେ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ (ଗୁଡ଼ିକ) /କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ (ଗୁଡ଼ିକ) ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଏହାକୁ ଗୋଷ୍ଠୀଗତ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରନ୍ତୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଂଶଗ୍ରହଣ ସହିତ । ନିମ୍ନରେ ଦୁଇଟି ନମୁନା ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ ସମସ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି:

1. IC 741 ବ୍ୟବହାର କରି ଆଡର୍ ଏବଂ ଶବ୍ଦଗ୍ରାହକ୍ ପରିପଥର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।
2. IC 741 ବ୍ୟବହାର କରି ଡିଫରେନ୍ସିଆଲ ପରିପଥର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।

## କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

1. ଲାଇବ୍ରେରୀ କିମ୍ବା ଇଣ୍ଟରନେଟ୍ ସର୍ଚ୍ଚେ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଅପାମ୍ପ ଆଧାରିତ ରୈଖିକ ପରିପଥ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଆପ୍ଲିକେସନଗୁଡ଼ିକର ଏକ ଛୋଟ ଉପସ୍ଥାପନା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
2. ବିଭିନ୍ନ ଅପାମ୍ପ ଆଧାରିତ ପରିପଥ ର ଆଚରଣ ବୁଝିବା ପାଇଁ ପାୱାର୍ ପଏଣ୍ଟ ଉପସ୍ଥାପନା (Power Point Presentation) କିମ୍ବା ଆନିମେସନ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।

## ଭିଡ଼ିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



## ରେଫରେନ୍ସ୍ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ରିଡ଼ିଂ

- 1.1. Ramakant A. Gayakwad, Op-Amps and Linear Integrated Circuits, New Delhi: PHI Learning, 2011.
2. David A. Bell, Operational Amplifiers and Linear ICs, New Delhi: Oxford University Press, 2011.
3. William D. Stanley, Operation Amplifier with Linear Integrated Circuit, New Delhi: Pearson Education, 2002.
4. Senthil M. Sivakumar, Linear Integrated Circuits , New Delhi: S. Chand Publishing, New Delhi, 2014.
5. S. Salivahanan , Linear Integrated Circuits, McGraw Hill, New Delhi, 2008



# 3

## ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମୀକ୍ଷା

### ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ

ଏହି ଏକକ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋଚନା କରେ:

- ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ଏବଂ ରୂପାନ୍ତରଣ
- ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ ଏବଂ ଉପପାଦ୍ୟ
- ଡର୍ଲ ଫାଟକ (Logic Gates)
- ଫ୍ଲୁପ୍ ଫ୍ଲୁପ୍ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରକାରଗୁଡ଼ିକ
- କାଉଣ୍ଟର ଭାବରେ ଫ୍ଲୁପ୍ ଫ୍ଲୁପର ବ୍ୟବହାର
- ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ ର ପରିଚୟ

ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ ଉଦାହରଣ ଏବଂ ଆଇସିଟି (ICT) ରେଫରେନ୍ସ ସହିତ ଛାତ୍ରର ଆତ୍ମ-ଶିକ୍ଷଣର କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଷୟର ଶେଷରେ ଅଛି ଯାହା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି କୌତୁହଳ ଏବଂ ସୃଜନଶୀଳତା ସହିତ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ବୃଦ୍ଧି କରିବା ପାଇଁ ।

ଅନେକ ଏକାଧିକ ଉତ୍ତର ସମ୍ବଳିତ ପ୍ରଶ୍ନ ଏବଂ ଦୀର୍ଘ ଉତ୍ତରମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁସରଣ କରେ ବ୍ଲୁମ୍ ଟ୍ୟାକ୍ସୋନୋମି (Bloom's Taxonomy)ର ସ୍ତର ବୃଦ୍ଧିକୁ । କାର୍ଯ୍ୟଭାର (Assignment) ଗୁଡ଼ିକ ଏକାଧିକ ସମସ୍ୟା ମାଧ୍ୟମରେ ପୁସ୍ତକରେ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ଯାହା ଏକକର 'ସହାୟକ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଠନସୂଚୀ' ରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ ହୋଇଛି, ଯାହା ସହାୟକ ହେବ ଜଣଙ୍କର ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ।

ଏକ "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇଛି, ଯାହା ଦ୍ଵାରା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିବା ସପ୍ଲିମେଣ୍ଟାରୀ ସୂଚନା ପୁସ୍ତକର ଉପଭୋକ୍ତାମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଲାଭଦାୟକ ହେବ । ଏହି ବିଭାଗରେ, ଏକକର ବିଷୟବସ୍ତୁ ଉପରେ ଆଧାର କରି, "ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ" କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ଏବଂ ଭିଡିଓ ଉତ୍ସମାନଙ୍କର କ୍ୟୁଆର କୋଡ୍ (QR Code) କିଛି ଉପ-ବିଷୟ ବସ୍ତୁକୁ ଅଧିକ ଜାଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ।

## ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା

ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଗଣନା, ତାଟା ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ, ଯୋଗାଯୋଗ, ପରିମାପ ଏବଂ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ମୁଖ୍ୟ କାରଣ ହେଉଛି ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ହେବାରୁ ଏହା ଅଧିକ ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟ, ରବ (Noise) ଦ୍ୱାରା କମ୍ ପ୍ରଭାବିତ, ଆଇସି ଚିପ୍ (IC Chip)ରେ ଡିଜାଇନ୍ ଏବଂ ଗଠନ କରିବା ସହଜ । ଏହି ଏକକ ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମର ମୌଳିକ ଧାରଣା ସହ ଡିଜିଟାଲ୍ ଉପକରଣ ଏବଂ ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥରେ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗକୁ ବୁଝିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

## ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ

1 ଗଣିତ: ସେଟ୍, ପ୍ରକୃତ ସଂଖ୍ୟା, ଗଣିତରେ ପ୍ରମାଣ (ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ)

## ଏକକର ଫଳାଫଳଗୁଡ଼ିକ

ଏହି ଏକକର ସମାପ୍ତ ପରେ, ଛାତ୍ରମାନେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଫଳାଫଳ ପାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବେ:

U3-O1: ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ ଏବଂ ଉପପାଦ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପ୍ରକାଶ (Expression)କୁ ସରଳ କରିବ ।।

U3-O2: ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଡର୍କ ଫାଟକକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବ ।।

U3-O3: ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରକାରର କାର୍ଡ୍‌ବୋର୍ଡ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ବ୍ୟବହାର କରିବ ।।

U3-O4: ଫାଟକ ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ଟିଟିଏଲ୍ (TTL) ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ପରାମର୍ଶ ଦେବ ।।

ୟୁନିଟ୍ 3 ଫଳାଫଳ	ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ଗୁଡ଼ିକ ସହ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାପିଂ (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟ ସହବନ୍ଧନ; 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U3-O1	-	-	3	-	-	-
U3-O2	2	-	3	-	-	-
U3-O3	2	-	3	-	-	-
U3-O4	3	-	3	-	-	-

## ଜର୍ଜ ବୁଲେ (1815-1864)

ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ, 1847ରେ ଆୟର୍ଲାଣ୍ଡର କର୍କ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ କଲେଜର ଗଣିତ ପ୍ରଫେସର ଜର୍ଜ ବୁଲେଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ତାଙ୍କ ପୁସ୍ତକ 'ଦ ମ୍ୟାଥେମେଟିକାଲ୍ ଆନାଲିସିସ୍ ଆଫ୍ ଲଜିକ୍' ରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥିଲା । ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ ହେଉଛି ବୀଜଗଣିତର ଶାଖା ଯେଉଁଥିରେ ଚଳ(Variables) ଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟବୋଧ 'ସତ୍ୟ' ଏବଂ 'ମିଥ୍ୟା', ଯଥାକ୍ରମେ '1' ଏବଂ '0' ଭାବରେ ସାଧାରଣତଃ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଏ । ପ୍ରାଥମିକ ବୀଜଗଣିତ, ଯେଉଁଠାରେ ଚଳଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ସଂଖ୍ୟା ଅଟେ ଏବଂ ମୁଖ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗ ଏବଂ ଗୁଣନ । ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତର ପ୍ରମୁଖ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଆଣ୍ଡ (AND), ଅର୍ (OR) ଏବଂ ନଟ୍ (NOT) । ସମସ୍ତ ଆଧୁନିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଡିଜିଟାଲ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ମୂଳଦୁଆ ପକାଇବା ପାଇଁ ବୁଲିଆନ୍ ତର୍କକୁ ଶ୍ରେୟ ଦିଆଯାଇଛି ।



### 3.1 ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରଚାଳନ ଏବଂ ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ

#### 3.1.1 ଉପକ୍ରମ

ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ଏବଂ ସିଷ୍ଟମ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର, ଆନାଲୋଗ୍ ଏବଂ ଡିଜିଟାଲ୍ । ଆନାଲୋଗ୍ ପରିପଥ ହେଉଛି ତାହା ଯେଉଁଥିରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଏବଂ ସ୍ରୋତ, ସର୍ବାଧିକ ଏବଂ ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ । ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ହେଉଛି ତାହା ଯେଉଁଠାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସ୍ତର ଏକ ସୀମିତ ମୂଲ୍ୟ (Finite Value) ଗ୍ରହଣ କରେ । ସମସ୍ତ ଆଧୁନିକ ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ରେ କେବଳ ଦୁଇଟି ପୃଥକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସ୍ତର ରହିଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସ୍ତର କିନ୍ତୁ ସୀମିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ମୂଲ୍ୟର ଏକ ସଂକୀର୍ଣ୍ଣ ବ୍ୟାଣ୍ଡ (Narrow Band) । ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରେ, ଯେଉଁଠାରେ ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କ '1' ଏକ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସ୍ତର କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରିବା ପାଇଁ ଏବଂ ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କ '0' ଏକ ନିମ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ସ୍ତରକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ତେବେହିଁ ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଏକ ସକରାମ୍ଳ ତର୍କ ସିଷ୍ଟମ୍ (Positive Logic System) କୁହାଯାଏ । ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଦୁଇଟି ପରିପଥ କିମ୍ବା ତର୍କ ପରିପଥ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ପରିପଥଗୁଡ଼ିକ ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ ହେଉଛି ଗାଣିତିକ ତର୍କର ଏକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଯାହା ତର୍କ ପରିପଥର ବିଶ୍ଳେଷଣ (Analysis) ତଥା ସଂଶ୍ଳେଷଣ (Synthesis) ପାଇଁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଉପାଦାନ ଏବଂ ପ୍ରଚାଳକ ଏକ ସେତୁ ନେଇ ଗଠିତ । ବୀଜଗଣିତ (ଅର୍ଥାତ୍ ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ) ଉଭୟ ଦର୍ଶନିକ ଏବଂ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମର ବୀଜଗଣିତ ଠାରୁ ଭିନ୍ନ ଯାହାକୁ ନିୟମ ଏବଂ ନିୟମର ଏକ ସେଟ୍ ଦ୍ୱାରା ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରାଯାଏ ।

#### 3.1.2 ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ଏବଂ ରୂପାନ୍ତରଣ

ସଂଖ୍ୟା ପ୍ରଣାଳୀ, ପରିମାଣ ଏବଂ ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକୁ ଜଡ଼ିତ କରେ । ସଂଖ୍ୟା ପ୍ରଣାଳୀ ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ସଂଖ୍ୟାର ମୂଲ୍ୟକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ, ଏହାର ଦିଆଯାଇଥିବା ଆଧାର (Base)କୁ ଭିତ୍ତି କରି । ମଣିଷ ସେମାନଙ୍କର ଦୈନନ୍ଦିନ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ରେ ତେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ କୁ ଗଣନା କିମ୍ବା ପରିମାପ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରେ । ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମକୁ ବ୍ୟବହାର କରେ । ମୂଳ ମୂଲ୍ୟ ବା ଆଧାର ମୂଲ୍ୟ ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ସଂଖ୍ୟାର ଅନନ୍ୟ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ (Unique Representation)କୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ ତେଣୁ ବିଭିନ୍ନ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମରେ ସମାନ ଏକ ସଂଖ୍ୟାର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ ଅଛି ।

### 3.1.2.1 ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍

ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ (ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍)ର ଏକ ଆଧାର ହେଉଛି 10 କାରଣ ଏହା ଦଶଟି ସ୍ଵାଧୀନ ପ୍ରତୀକ ବ୍ୟବହାର କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଦଶମିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଏକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରିବା ପାଇଁ 0,1,2,3, 4,5, 6, 7, 8, 9 ପ୍ରତୀକମାନେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ଵରୂପ, 10 ସଂଖ୍ୟାକୁ ପ୍ରତୀକ 0 ଏବଂ 1 ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ ପ୍ରତୀକ 0 ହେଉଛି ସର୍ବନିମ୍ନ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଙ୍କ (ଡାହାଣ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ) ଏବଂ ପ୍ରତୀକ 1 ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଙ୍କ (ବାମ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ) । ଦଶମିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଙ୍କର ସ୍ଥିତି 10 ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଘାତାଙ୍କ(Power) ଆଧାରକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ଵରୂପ, ଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା

$$(3456)_{10} = 3 * 10^3 + 4 * 10^2 + 5 * 10^1 + 6 * 10^0$$

ଡାହାଣ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ ର ସ୍ଥିତି ହେଉଛି  $10^0$  (ୟୁନିଟ୍ କିମ୍ବା ଏକକ) କ୍ରମର, ଦ୍ଵିତୀୟ ଡାହାଣ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ ହେଉଛି  $10^1$ (ଦଶକ) କ୍ରମର, ତୃତୀୟ ଡାହାଣ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ ହେଉଛି  $10^2$  (ଶତକ) କ୍ରମର, ଚତୁର୍ଥ ଡାହାଣ ସର୍ବାଧିକ ଅଙ୍କ ହେଉଛି  $10^3$  (ସହସ୍ର) କ୍ରମର ଏବଂ ଏହିପରି । ସାଧାରଣତଃ, ଡେସିମାଲ୍ ପଏଣ୍ଟ୍ (ଦଶମିକ ବିନ୍ଦୁ) ସହିତ ଏକ ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ନିମ୍ନୋକ୍ତପରି ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରେ ।

$$D_3D_2D_1D_0.D_{-1}D_{-2}$$

ଗୁଣାଙ୍କ  $D_k$  ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରୁଥିବା ଦଶମିକ ଅଙ୍କ, 0 ରୁ 9 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯେକୌଣସି ଦଶମିକ ଅଙ୍କ ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ ହୋଇପାରେ ଏବଂ ସବସ୍ତ୍ରୈୟ  $k$  ସୂଚିତ କରେ ଅଙ୍କର ସ୍ଥିତିକୁ ତେଣୁ ଗୁଣାଙ୍କ  $D_k$ , ଆଧାରର (ଅର୍ଥାତ୍ ଆଧାର 10ର) ଘାତାଙ୍କ କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଉପରୋକ୍ତ ଦିଆଯାଇଥିବା ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା ପାଇଁ, ଏହା ଏହିପରି ହେବ

$$D_3 * 10^3 + D_2 * 10^2 + D_1 * 10^1 + D_0 * 10^0 + D_{-1} * 10^{-1} + D_{-2} * 10^{-2}$$

### 3.1.2.2 ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍

ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ରେ ଦୁଇଟି ସ୍ଵାଧୀନ ପ୍ରତୀକ ଅଛି ଯଥା 0 ଏବଂ 1 । ତେଣୁ ଏହି ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ରେ ଆଧାର ହେଉଛି 2 । ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମ୍ରେ ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା  $(2)_{10}$  କୁ  $(10)_2$  ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରାଯାଏ । ଏକ ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କକୁ ଅଙ୍କ(Bit) କୁହାଯାଏ । ଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ପରି ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମ୍ ହେଉଛି ଏକ ସ୍ଥିତିଗତ ଓଜନ ସିଷ୍ଟମ୍ (Positional Weight System), ଯେଉଁଠାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଙ୍କ ଆଧାର 2 ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଘାତାଙ୍କ କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରେ । ଏକ ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମ୍ରେ ଡାହାଣତମ ଅଙ୍କ କୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଙ୍କ (ଏଲଏସବି) କୁହାଯାଏ ଏବଂ ବାମତମ ଅଙ୍କକୁ ସର୍ବାଧିକ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଙ୍କ (ଏମଏସବି) କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ, ବାଇନାରୀ ପଏଣ୍ଟ୍(ବିନ୍ଦୁ) ସହିତ ଏକ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ନିମ୍ନୋକ୍ତପରି ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରେ

$$b_3b_2b_1b_0 . b_{-1}b_{-2}$$

ଗୁଣାଙ୍କ  $b_k$  ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରୁଥିବା ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କ, 0 କିମ୍ବା 1 ଅଙ୍କ ଦ୍ଵାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ ହୋଇପାରେ ଏବଂ ସବସ୍ତ୍ରୈୟ  $k$  ସୂଚିତ କରେ ଅଙ୍କର ସ୍ଥିତିକୁ ତେଣୁ ଗୁଣାଙ୍କ, ଆଧାରର (ଅର୍ଥାତ୍ ଆଧାର 2ର) ଘାତାଙ୍କ କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଉପରୋକ୍ତ ଦିଆଯାଇଥିବା ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ପାଇଁ, ଏହା ଏହିପରି ହେବ

$$b_3 * 2^3 + b_2 * 2^2 + b_1 * 2^1 + b_0 * 2^0 + b_{-1} * 2^{-1} + b_{-2} * 2^{-2}$$

### 3.1.2.3 ଅକ୍ସଲ୍ ଏବଂ ହେକ୍ସାଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍

#### ଅକ୍ସଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍

ଅକ୍ସଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ପୂର୍ବେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ମାଇକ୍ରୋକମ୍ପ୍ୟୁଟର (Early Microcomputer) ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲା । ଅକ୍ସଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମରେ ଆଠଟି ସ୍ୱାଧୀନ ପ୍ରତୀକ 0,1,2,3,4,5,6 ଏବଂ 7 ଅଛନ୍ତି । ତେଣୁ ଆଧାର ହେଉଛି 8 । ଅକ୍ସଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ମଧ୍ୟ ଏକ ଛିତିଗତ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍, ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଙ୍କ 'ଆଧାର 8'ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଘାତାଙ୍କକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ।

#### ହେକ୍ସାଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍

ଡିଜିଟାଲ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ସିଷ୍ଟମ୍ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରେ । ଯଦିଓ ମେସିନ୍ ପାଇଁ ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମରେ ତାତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକ୍ରିୟା କରିବା କଠିନ ସହଜ କିନ୍ତୁ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକ ମଣିଷ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳନା କରିବାକୁ ବହୁତ ଲମ୍ବା ଅଟେ । ଏହି ସମସ୍ୟାକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ, ହେକ୍ସାଡେସିମାଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ ବିକଶିତ କରାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଏହା ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମରେ ତାତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ ପାଇଁ ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ସଂଖ୍ୟା ବ୍ୟବସ୍ଥା ରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି । ବ୍ୟବହୃତ ସ୍ୱାଧୀନ ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A, B, C, D, E ଏବଂ F । ତେଣୁ, ଆଧାର ହେଉଛି 16 । ଏହା ମଧ୍ୟ ଏକ ଛିତିଗତ ସଂଖ୍ୟା ବ୍ୟବସ୍ଥା ।

### 3.1.3 ନମ୍ବର ରୂପାନ୍ତରଣ

#### 3.1.3.1 ବାଇନାରୀରୁ ଡେସିମାଲକୁ ରୂପାନ୍ତରଣ

ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର ଛିତିଗତ ଓଜନ ସିଷ୍ଟମ୍ ଦ୍ୱାରା ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟାରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କ ତାହାର ଛିତିଗତ ଓଜନ ଦ୍ୱାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୁଏ ଏବଂ ଏହା ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗୁଣନର ଫଳାଫଳକୁ ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା ପାଇବା ପାଇଁ ଯୋଡାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ 1101.11<sub>2</sub> କୁ ଡେସିମାଲରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରିବାକୁ ହେଲେ

$$1101.11 = 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 + 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2}$$

$$= 8 + 4 + 0 + 1 + 0.5 + 0.25 = 13.75_{10}$$

#### 3.1.3.2 ଡେସିମାଲରୁ ବାଇନାରୀକୁ ରୂପାନ୍ତରଣ

ବାଇନାରୀ ଇଣ୍ଟିଜର୍ (ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା) ପାଇବା ପାଇଁ ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମର ଇଣ୍ଟିଜର୍ ଅଂଶକୁ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ 2 ଦ୍ୱାରା ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ ଯେପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଭାଗଫଳ (Quotient) ଶୂନ୍ୟ ହୋଇନାହିଁ । ଶେଷ ଭାଗଶେଷ (Remainder) ହେଉଛି ଏମଏସବି (MSB) । ସେହିଭଳି, ଭଗ୍ନାଂଶ (Fractional) ଅଂଶଟି ମଧ୍ୟ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ 2 ଦ୍ୱାରା ଗୁଣିତ ହୁଏ ଯେପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା'ର ଗୁଣଫଳ ଶୂନ୍ୟ ନ ହୋଇଛି ବା ଆବଶ୍ୟକୀୟ ସଠିକ ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ ନ ହୋଇଛି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ 35.875<sub>10</sub> କୁ ବାଇନାରୀରେ ରୂପାନ୍ତର କରନ୍ତୁ । ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଇଣ୍ଟିଜର୍ ଅଂଶ ପ୍ରଥମେ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ 2 ଦ୍ୱାରା ବିଭକ୍ତ ହୋଇଛି ।



2	35	'ks"k iQy	↑
2	17	1	
	8	1	
2	4	0	
2	2	0	
2	1	0	
	0	1 (MSB)	

ଉତ୍ତର 100011, ତୀର ସ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ନିମ୍ନରୁ ଉପର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଭାଗଶେଷଗୁଡ଼ିକୁ ପଢ଼ି ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ଭଗ୍ନାଂଶ ଅଂଶକୁ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ 2 ସ୍ୱାରା ଗୁଣନ କରି ରୂପାନ୍ତର କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଅନୁଯାୟୀ ଇଣ୍ଟିଜର ଅଂଶକୁ ନୋଟ୍ କରିଚାଲନ୍ତୁ ।

$$0.875 \times 2 = 1.75, \text{ ଇଣ୍ଟିଜର} = 1$$

$$0.750 \times 2 = 1.50, \text{ ଇଣ୍ଟିଜର} = 1$$

$$0.500 \times 2 = 1.00, \text{ ଇଣ୍ଟିଜର} = 1$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଅଗ୍ରଗାମୀ ଦିଗରେ ଇଣ୍ଟିଜରକୁ ପଢ଼ିବାସ୍ୱାରା, ଫଳାଫଳ (.111) ହେଉଛି । ଇଣ୍ଟିଜର ଏବଂ ଭଗ୍ନାଂଶ ଅଂଶକୁ ମିଶ୍ରଣ କରିବାସ୍ୱାରା  $38.875_{10}$  ର ବାଇନାରୀ ତୁଲ୍ୟ  $100011.111_2$  ହେଉଛି ।

### 3.1.4 ବାଇନାରୀ ଗଣିତ

#### 3.1.4.1 ବାଇନାରୀ ଯୋଗ

ଦୁଇଟି ବାଇନାରୀ ଅଙ୍କର ଯୋଗ ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ଅନୁସରଣ କରେ

$0 + 0 = 0$ ;  $0 + 1 = 1$ ;  $1 + 0 = 1$ ; ଏବଂ  $1 + 1 = 0$ , 1 ର ବହନ (Carry) ସହ

ନିମ୍ନଲିଖିତ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇ 1011.011 ଏବଂ 111.010 କୁ ଯୋଡ଼ନ୍ତୁ

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 1\ 1\ .\ 0\ 1\ 1 \\
 +\ 1\ 1\ 1\ .\ 0\ 1\ 0 \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ .\ 1\ 0\ 1
 \end{array}$$

ଆଗକୁ ସୃଷ୍ଟ ବହନ (Carry)ର ଯୋଗ ଦଶମିକ ଯୋଗ ପରି ସମାନ ଢଙ୍ଗରେ କରାଯାଏ ।

#### 3.1.4.2 ବାଇନାରୀ ସବତ୍ରାକ୍ଷନ୍

ବାଇନାରୀ ସବତ୍ରାକ୍ଷନ୍ ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ଅନୁସରଣ କରେ

$0 - 0 = 0; 1 - 0 = 1; 1 - 1 = 0; 0 - 1 = 1$  ର ରଣ ସହ ଅର୍ଥାତ୍  $10 - 1$  ସହିତ ସମାନ

ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା 111.111 କୁ 1010.010 ରୁ ବିୟୋଗ କରନ୍ତୁ

$$\begin{array}{r} 1010.010 \\ -111.111 \\ \hline 0010.011 \end{array}$$

ଡିଜିଟାଲ୍ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ସବଗ୍ରାହ୍ୟ ପ୍ରଚାଳନକୁ ସରଳ କରିବା ପାଇଁ ପରିପୂରକମାନ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ପାଇଁ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ପରିପୂରକ ଅଛନ୍ତି । ଏକ ଆଧାର  $b$  ସିଷ୍ଟମ୍ ପାଇଁ ପରିପୂରକଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି  $(b-1)$ 's ପରିପୂରକ ଏବଂ  $b$ 's ପରିପୂରକ । ଏକ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ପାଇଁ, ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ପରିପୂରକ ହେଉଛନ୍ତି  $1$ 's ଏବଂ  $2$ 's ର ପରିପୂରକ ।

### 3.1.5 ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ ଏବଂ ଉପପାଦ୍ୟ

#### 3.1.5.1 ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ

ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ ହେଉଛି ଡକ୍ଟର ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ବିକଶିତ ଏକ ବୀଜଗଣିତ ପ୍ରଣାଳୀ । ଏହାକୁ ଉପାଦାନ ମାନଙ୍କର ଏକ ସେଟ୍, ପ୍ରଚାଳକ (Operators) ମାନଙ୍କର ଏକ ସେଟ୍ ଏବଂ ଅନେକ ପୋଷ୍ଟୁଲେଟ୍ସକୁ ନେଇ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ । ସାଧାରଣ ବୀଜଗଣିତର ବିପରୀତ, ଏଥିରେ ନକାରାତ୍ମକ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ଭଗ୍ନାଂଶ ବିଦ୍ୟମାନ ହୁଏନାହିଁ । ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତରେ କୌଣସି ସବଗ୍ରାହ୍ୟ (ବିୟୋଗ) କିମ୍ବା ଡିଭିଜନ୍ (ଭାଗ) ପ୍ରଚାଳନ (Operation) ରହେନାହିଁ । ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତର ମୌଳିକ ନିୟମ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି:

**କମ୍ୟୁଟେଟିଭ୍ ନିୟମ:** ଏକ ସେଟ୍ 'S' ରେ ବାଇନାରୀ ପ୍ରଚାଳକ ପ୍ଲସ୍ (+) କିମ୍ବା ଡଟ୍ (.) କୁ କମ୍ୟୁଟେଟିଭ୍ (Commutative) ବା ପରିବର୍ତ୍ତନକାରୀ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ଯଦି

1.  $A + B = B + A$
2.  $A.B = B.A$

ଯେଉଁଠାରେ A ଏବଂ B, ସେଟ୍ S ର ଉପାଦାନ ଅଟନ୍ତି ।

**ଆସୋସିଏଟିଭ୍ ନିୟମ:** ଏକ ସେଟ୍ 'S' ରେ ବାଇନାରୀ ପ୍ରଚାଳକ ପ୍ଲସ୍ (+) କିମ୍ବା ଡଟ୍ (.)କୁ ଆସୋସିଏଟିଭ୍ (Associative) ବୋଲି କୁହାଯାଏ ଯଦି

1.  $(A + B) + C = A + (B + C)$
2.  $(A.B).C = A.(B.C)$

ଯେଉଁଠାରେ A, B ଏବଂ C, ସେଟ୍ S ର ଉପାଦାନ ଅଟନ୍ତି ।

**ଡିସ୍ଟ୍ରିବ୍ୟୁଟିଭ୍ ନିୟମ:** (ବିତରଣ ନିୟମ)

1.  $(A + B).C = A.B + B.C$
2.  $A + (B.C) = (A + B).(A + C)$

ଆଣ୍ଡ (AND), ଅର୍ (OR) ଏବଂ ନଟ୍ (NOT) ନିୟମ: ଟେବୁଲ୍ 3.1 ମୌଳିକ ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ ଦେଖାଏ

ଟେବୁଲ୍ 3.1: ବୁଲିଆନ୍ ନିୟମ

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଅର୍ ନିୟମ	ଆଣ୍ଡ ନିୟମ	ନଟ୍ (ପରିପୂରକ) ନିୟମ
1	$A+0 = A$	$A.0 = 0$	$A'' = A$
2	$A+1 = 1$	$A.1 = A$	If $A = 0$ , then $A' = 1$
3	$A+A = A$	$A.A = A$	If $A = 1$ , then $A' = 0$
4	$A + A' = 1$	$A.A' = 0$	

ଯେଉଁଠାରେ  $A = \{0,1\}$  ଏବଂ  $A$  ର ପରିପୂରକ  $A'$  ଭାବରେ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଏ ।

**ଡି ମୋର୍ଗାନଙ୍କ ଉପପାଦ୍ୟ: (De Morgan's Theorem)**

ଉପପାଦ୍ୟ ଦୁଇଟି ନିୟମକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ

**ନିୟମ 1:**  $(A + B)' = A'. B'$

ନିୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଦୁଇଟି ଉପାଦାନର ଯୋଗଫଳର ପରିପୂରକ, ଉପାଦାନ ଦୁଇର ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପରିପୂରକର ଗୁଣଫଳ ସହିତ ସମାନ ।

**ନିୟମ 2:**  $(A.B)' = A' + B'$

ନିୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଦୁଇଟି ଉପାଦାନର ଗୁଣଫଳର ପରିପୂରକ, ଉପାଦାନ ଦୁଇର ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପରିପୂରକର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ।

**କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ**

ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ସ୍ୱାରା ସୂଚନା ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ (Information Processing) ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଡିଜିଟାଲ୍ କୋଡ୍ ଉପରେ ଏକ ଉପସ୍ଥାପନା (Presentation) ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

ଉଦାହରଣ 3.1.1: ନିମ୍ନଲିଖିତ ଡେସିମାଲ୍ ନମ୍ବର  $452_{10}$ କୁ ବାଇନାରୀରେ ରୂପାନ୍ତର କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ:

2	450	ଭାଗଶେଷ
2	225	0
2	112	1
2	56	0
2	28	0
2	14	0
2	7	0
2	3	1
2	1	1
	0	1

$$452_{10} = (111000010)_2$$

ଉଦାହରଣ 3.1.2: ପ୍ରଥମ ଦଶ ଟି ଦଶମିକ ଅଙ୍କକୁ ବେସ୍ 3 ରେ ଲେଖନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ଏକ ବେସ୍ 3 ସିଷ୍ଟମ୍ ପାଇଁ ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି 0, 1 ଏବଂ 2। ଅବଶିଷ୍ଟ ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟାଙ୍କର ବେସ୍ 3 ତୁଲ୍ୟ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ ବେସ୍ 3 ଦ୍ୱାରା ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବିଭକ୍ତ କରି ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ। ଡେସିମାଲ ଅଙ୍କ 3 କୁ  $10_3$  ଭାବରେ ଲେଖାଯାଏ ସେହିଭଳି ଦଶମିକ ଅଙ୍କ 4 ରୁ 9 ର ବେସ୍ 3 ତୁଲ୍ୟ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଟେବୁଲ୍‌ରେ ଲେଖାଯାଇଛି

ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା	ବେସ୍ 3ରେ ତୁଲ୍ୟ	ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା	ବେସ୍ 3ରେ ତୁଲ୍ୟ	ଡେସିମାଲ ସଂଖ୍ୟା	ବେସ୍ 3ରେ ତୁଲ୍ୟ
4	11	5	12	6	20
7	21	8	22	9	23

### 3.2 ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍

ଏକ ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ(Boolean Function) ହେଉଛି ବାଇନାରୀ ଚଳ(Variables) ସହ ବାଇନାରୀ ପ୍ରତୀକ ଯେପରି ଆଣ୍ଡ(AND), ଅର୍(OR), ନଟ(NOT), ପାରେନ୍ଥେସିସ(Parentheses) ଏବଂ ସମାନ ସଙ୍କେତ(Equal Sign) ବ୍ୟବହାର କରି ଗଠିତ ଏକ ପରିପ୍ରକାଶ(Expression) । ଏକ ବାଇନାରୀ ଚଳ 0 କିମ୍ବା 1 ର ମୂଲ୍ୟ ନେଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ  $F = x + y$ , 1 ସହିତ ସମାନ ହେବ ଯଦି ଚଳ  $x, y$  କିମ୍ବା ଉଭୟ 1 ହୁଅନ୍ତି, ଅନ୍ୟଥା  $F = 0$  ହେବ । ଏକ ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ ଏକ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍(Truth Table) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଇପାରେ । ଏକ  $n$  ଚଳ ବିଶିଷ୍ଟ ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ  $F$  ର ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍  $n$  ସଂଖ୍ୟାର ଚଳର  $2^n$  ସମ୍ମିଳନ(Combinations) କୁ ଏକ ସ୍ତମ୍ଭରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରେ ଏବଂ ଏକ ସ୍ତମ୍ଭ ଯାହା ବୁଲିଆନ୍ ପ୍ରକାର୍ଯ୍ୟ  $F$  ର ମୂଲ୍ୟକୁ 0 କିମ୍ବା 1 ଭାବରେ ଦର୍ଶାଏ ପ୍ରତ୍ୟେକ  $2^n$  ସମ୍ମିଳନ(Combinations) ପାଇଁ ।

#### 3.2.1 ସକରାତ୍ମକ ଏବଂ ନକରାତ୍ମକ ଚର୍କ

ବିଦ୍ୟୁତାପ ସ୍ତର ଯାହା ଚର୍କ-1(Logic-1) କିମ୍ବା ଚର୍କ-0(Logic-0) ସହିତ ସମାନ ଏକ ବାଇନାରୀ ଚଳକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଯେତେବେଳେ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତାପ(Higher Voltage) ଚର୍କ-1 କୁ ଏବଂ ନିମ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତାପ(Lower Voltage) ଚର୍କ-0କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ, ସେତେବେଳେ ଚର୍କ ପ୍ରଣାଳୀ(Logic System)କୁ ସକରାତ୍ମକ ଚର୍କ(Positive Logic) ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଚର୍କ-1କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରେ ଯଦି ଚଳ ବିଦ୍ୟୁତାପ(variable Voltage)ର ସ୍ତର ଏହାର ନାମମାତ୍ର(Nominal) ମୂଲ୍ୟ(ଧରନ୍ତୁ + 5.0 V) ସହିତ ସମାନ ହେବ । ସେହିଭଳି, ଚର୍କ-0 କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯିବ ଯଦି ଚଳ ବିଦ୍ୟୁତାପର ସ୍ତର ନାମମାତ୍ର ମୂଲ୍ୟ 0 V ସହିତ ସମାନ ହେବ । ଅପରପକ୍ଷରେ, ଚର୍କ ପ୍ରଣାଳୀକୁ ନକରାତ୍ମକ ଚର୍କ(Negative Logic) ବୋଲି କୁହାଯାଏ, ଯେତେବେଳେ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଅର୍ଥାତ୍ + 5 V ଚର୍କ-0 କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଏବଂ ନିମ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଅର୍ଥାତ୍ 0 V ଚର୍କ-1କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ସାଧାରଣତଃ, ସମସ୍ତ ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ଅନୁମତିଯୋଗ୍ୟ ସହନଶୀଳତା ସ୍ତର(Allowable Tolerance Level) ଭିତରେ ଥିବା ବାଇନାରୀ ସିଗନାଲକୁ ଗ୍ରହଣ କରେ । 0 V ରୁ 0.8 V ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଏକ ବିଦ୍ୟୁତାପ ଚର୍କ- 0କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଏବଂ 3 V ରୁ 5 V ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତାପ ଚର୍କ-1କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ।



ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍ ସିମ୍ବଲ୍



ଚିତ୍ର 3.1: ଚର୍କ ସଙ୍କେତ

### 3.2.2 ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍‌ସର ପ୍ରକାର

ଯେକୌଣସି ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମର ମୌଳିକ ବିଲ୍ଡିଂ ବ୍ଲକ୍ ହେଉଛି ଡର୍କ୍ ଫାଟକ (Logic Gate) । ନାନା ଡର୍କ୍ ଫାଟକସୂଚିତ କରେ ଯେ ଫାଟକ ବା ଗେଟ୍ ର ଆଉଟପୁଟ୍, ଏହାର ବର୍ତ୍ତମାନର ଇନପୁଟ୍ ଅନୁଯାୟୀ ସାଧନର ନିଷ୍ପତ୍ତି ନେବାର କ୍ଷମତା ଉପରେ ଆଧାରିତ । ତିନି ପ୍ରକାରର ମୌଳିକ ଫାଟକ ହେଉଛନ୍ତି ଆଣ୍ଡ, ଅର୍ ଏବଂ ନର୍ । ଡର୍କ୍ ଫାଟକର ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ କେବଳ ଦୁଇଟି ସ୍ତରରେ ବିଦ୍ୟମାନ ହୋଇପାରେ । ଏହି ଦୁଇଟି ସ୍ତର ହେଉଛି ଡର୍କ୍-1, ଯାହାକୁ ଉଚ୍ଚ/ସତ୍ୟ ଏବଂ ଡର୍କ୍-0, ଯାହାକୁ କମ୍/ମିଥ୍ୟା ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।



#### 3.2.2.1 ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍

ଏକ ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ହେଉଛି ଏକ ଡର୍କ୍ ପରିପଥ ଯାହାର ଆଉଟପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-1 ଧାରଣକରେ (Assumes) ଯେତେବେଳେ ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇନପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-1 ରେ ଥାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏବି ଇନପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-0 ରେ ରହିବ, ଆଉଟପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-0 କୁ ଧାରଣକରିବ । ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ର ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ଇନପୁଟ୍ ଥାଏ, କିନ୍ତୁ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଆଉଟପୁଟ୍ ଥାଏ । ଏକ ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ର ଡର୍କ୍ ପ୍ରତୀକ (Logic Symbol), ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ (Boolean Expression) ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ (Truth Table) ଚିତ୍ର 3.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



$$Z = A \cdot B$$

Boolean Expression

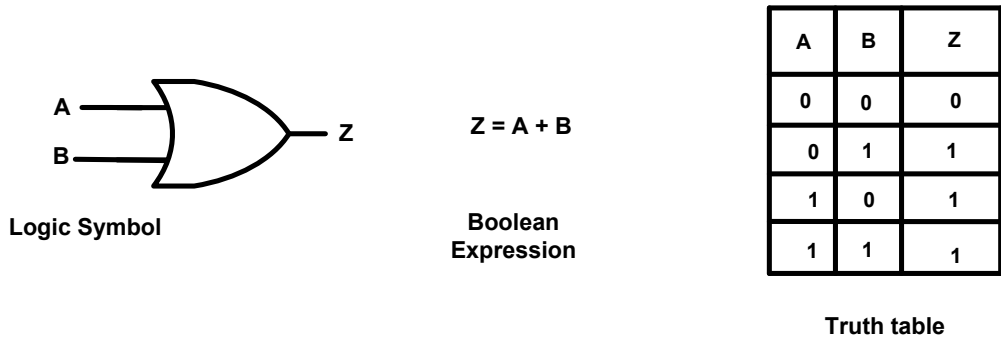
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Truth table

ଚିତ୍ର 3.2: ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍

#### 3.2.2.2 ଅର୍ ଗେଟ୍

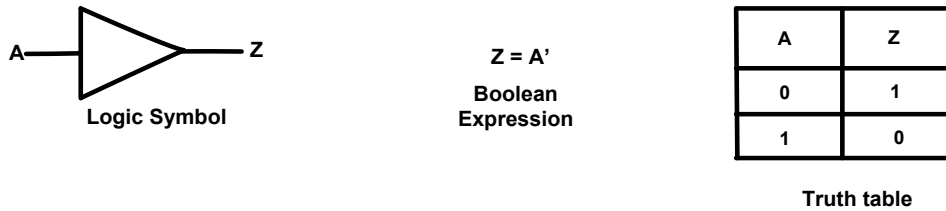
ଏକ ଅର୍ ଗେଟ୍ ହେଉଛି ଏକ ଡର୍କ୍ ପରିପଥ ଯେଉଁଥିରେ ଗେଟ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-0 ଧାରଣକରେ ଯେତେବେଳେ ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇନପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-0 ରେ ଥାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏବି ଇନପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-1 ରେ ରହିବ, ଆଉଟପୁଟ୍ ଡର୍କ୍-1କୁ ଧାରଣକରିବ । ଅର୍ ଗେଟ୍‌ର ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ଇନପୁଟ୍ ଥାଏ, କିନ୍ତୁ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଆଉଟପୁଟ୍ ଥାଏ । ଏକ ଅର୍ ଗେଟ୍‌ର ଡର୍କ୍ ପ୍ରତୀକ, ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ ଚିତ୍ର 3.3 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 3.3: ଅର୍ ଗେଟ୍

### 3.2.2.3 ନର୍ ଗେଟ୍

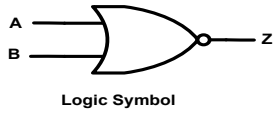
ନର୍ ଗେଟ୍, ଯାହାକୁ ଇନଭର୍ଟର ଗେଟ୍ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ, ତାହାର କେବଳ ଗୋଟିଏ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଆଉଟପୁଟ୍ ଥାଏ । ଏକ ନର୍ ଗେଟ୍‌ର ଆଉଟପୁଟ୍ ସର୍ବଦା ଏହାର ଇନପୁଟ୍‌ର ପରିପୁରକ ହେବ । ଏକ ନର୍ ଗେଟ୍‌ର ଡର୍କ ପ୍ରତୀକ, ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ ଚିତ୍ର 3.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 3.4: ନର୍ ଗେଟ୍

### 3.2.2.4 ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଗେଟ୍‌ସ

ନାଣ୍ଡ (NAND) ଏବଂ ନର୍ (NOR) ଗେଟ୍, ତିନୋଟି ମୌଳିକ ଗେଟ୍ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଣ୍ଡ, ଅର୍ ଏବଂ ନର୍ ମାନଙ୍କର ଡର୍କ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ (Realize) କରିପାରିବ । ତେଣୁ, ଏହି ଗେଟ୍ ଗୁଡ଼ିକୁ ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଗେଟ୍ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 3.5 ଡର୍କ ପ୍ରତୀକ, ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ ମାନଙ୍କୁ ତଳେ ଦର୍ଶାଉଛି ।



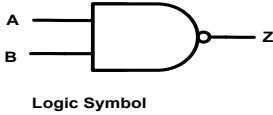
$Z = (A + B)'$

Boolean Expression

NOR Gate

A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Truth table



$Z = (A \cdot B)'$

Boolean Expression

NAND Gate

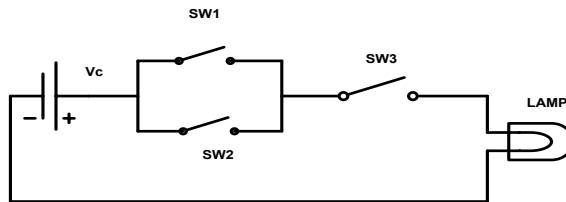
A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Truth table

ଚିତ୍ର 3.5: ନର୍ ଏବଂ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍

କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

ଡର୍କ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥକୁ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରନ୍ତୁ ।

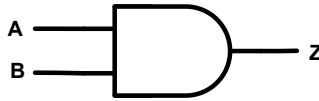


## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 3.2.1:** ପରିପ୍ରକାଶ  $Z = (A' + B')$  ଦ୍ୱାରା କେଉଁ ଡର୍କ ଫାଟକ (ଗେଟ୍) ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ ହୁଏ?

**ସମାଧାନ:** ଡିମୋର୍ଗାନଙ୍କ ଉପପାଦ୍ୟର ପ୍ରଥମ ନିୟମକୁ ଉପରୋକ୍ତ ପରିପ୍ରକାଶରେ ବ୍ୟବହାର କଲେ,  
 $(A' + B)' = A'' . B'' = A.B$  ହେବ

ଉପରୋକ୍ତ ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରାଯାଇପାରିବ ।

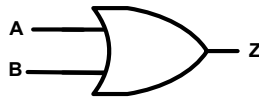


**ଉଦାହରଣ 3.2.2:** ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ  $Z = A + A'B$  କୁ ଅର୍ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରନ୍ତୁ ।

**ସମାଧାନ:** ବିତରଣ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରି, ବୁଲିଆନ୍ ପରିପ୍ରକାଶ  $Z$  କୁ ପୁନଃଲେଖନ କରାଯାଇପାରିବ

$Z = (A+A'). (A + B)$ , ଅର୍ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ,  $A + A' = 1$

ତେଣୁ,  $Z = 1. (A + B) = A+B$



### 3.3 ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ଏବଂ କାଉଣ୍ଟର

ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥ(Combinational Circuit) ଏବଂ କ୍ରମିକ ପରିପଥ (Sequential Circuit) ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ । ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥରେ ଯେକୌଣସି ସମୟର ଆଉଟପୁଟ୍ ସେହି ସମୟରେ ଉପସ୍ଥିତ ଇନପୁଟ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥର ଉଦାହରଣ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଆଡଡର୍ସ(Adders), ସବ୍ଟ୍ରାକ୍ଟର୍ସ(Subtractors), ଏନକୋଡର୍ସ(Encoders), ଡିକୋଡର୍ସ(Decoders), କମ୍ପ୍ୟାରେଟର୍ସ(Comparators), ମଲ୍ଟିପ୍ଲକ୍ସର୍ସ(Multiplexers) ଇତ୍ୟାଦି । କ୍ରମିକ ପରିପଥରେ ଆଉଟପୁଟ୍ କେବଳ ବର୍ତ୍ତମାନର ଇନପୁଟ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ, ବରଂ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନ(Memory Element)ରେ ଗଚ୍ଛିତ ଅତୀତର ଅବସ୍ଥା(Past State) ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ । ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍(Flip Flops), ରେଜିଷ୍ଟର୍ସ(Registers), କାଉଣ୍ଟର୍ସ(Counters) ଇତ୍ୟାଦି । କ୍ରମିକ ପରିପଥ ହେଉଛି ଦୁଇ ପ୍ରକାରର, ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍(Synchronous) ଏବଂ ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍(Asynchronous) । ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥରେ, ପରିପଥର ଆଚରଣକୁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସମୟରେ ଏହାର ସଙ୍କେତଗୁଡ଼ିକର ଜ୍ଞାନରୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇପାରିବ । ସମୟର ବିଚ୍ଛିନ୍ନ କ୍ଷଣକୁ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ (Clock Signal) ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ । ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥରେ, ପରିପଥର ଆଚରଣ ସେହି କ୍ରମ ଉପରେ

ନିର୍ଭର କରେ ଯେଉଁଥିରେ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତର ଡକ୍ ସ୍ତର (Logic Level)ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଟେବୁଲ୍ 3.2 ଏକ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ଏବଂ ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା ଦେଖାଏ ।

ଟେବୁଲ୍ 3.2: ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ଏବଂ ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ସିରିୟାଲ ନଂ.	ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ	ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ
1.	ମେମୋରୀ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଅଣକ୍ଲକ୍ ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ଅଟନ୍ତି	ମେମୋରୀ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ କ୍ଲକ୍ ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ଅଟନ୍ତି
2.	ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯେକୌଣସି ସମୟରେ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରିପାରେ	ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତର ପରିବର୍ତ୍ତନ କେବଳ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ଉପସ୍ଥିତ ଥିବା ବେଳେ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରିପାରେ
3.	କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ର ଅନୁପସ୍ଥିତି ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ପରିପଥର କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଦୁର୍ଭିତ କରିଥାଏ	ପ୍ରଚାଳନ ବେଳେ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତର ବାରମ୍ବାରତା ବା ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ

### 3.3.1 ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ପ୍ରକାର

ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନ ଏବଂ ଏକ କ୍ରମିକ ପରିପଥର ମୌଳିକ ବିଲ୍ଡିଂ ବ୍ଲକ୍ ହେଉଛି ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ । ଏକ ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ର ଦୁଇଟି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା (Stable State) ଅଛି ଏବଂ ଏହା ଅନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କାଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେହି ଅବସ୍ଥାରେ ରହିପାରିବ । ଏହାର ଅବସ୍ଥା କେବଳ ଉପଯୁକ୍ତ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତ ପ୍ରୟୋଗ କରି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ । ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ଏକ-ଅଙ୍କ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନ (One-bit Memory Element) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ଫ୍ଲୁପ୍ ଫ୍ଲୁପ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇଟି ପାରାନ୍ତର ଯୁକ୍ତ (Cross Coupled) ନାଣ୍ଡ କିମ୍ବା ନର୍ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ତିଆରି ହୋଇଥାନ୍ତି । ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ଅନେକ ପ୍ରକାରର ଭିନ୍ନ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅଛି । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରୟୋଗ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରିବାପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାରର ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ଭିନ୍ନ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟମାନ ଅଛି ।

#### 3.3.1.1 ମୌଳିକ ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ (S-R ଲ୍ୟାଚ୍)

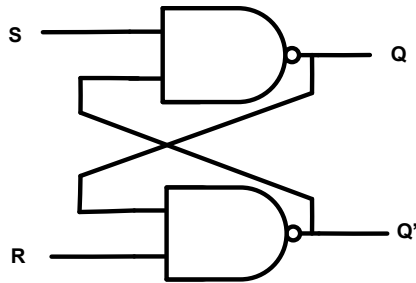
ସରଳ ପ୍ରକାରର ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍ ଏକ S-R ଲ୍ୟାଚ୍ (S-R latch) କୁହାଯାଏ । ଏଥିରେ ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ ଅଛି ଯାହାକୁ S (Set) ଏବଂ R (Reset) ଏବଂ ଦୁଇଟି ଆଉଟପୁଟ୍‌କୁ Q ଏବଂ ଏହାର ପରିପୁରକକୁ Q' ଭାବରେ ଲେବଲ୍ କରାଯାଏ । ଲ୍ୟାଚ୍‌ର ସ୍ଥିତି Q ର ମୂଲ୍ୟ (1 କିମ୍ବା 0) ସହିତ ମେଳ ଖାଏ । ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି S-R ଲ୍ୟାଚ୍ ର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଯାହା ଚିତ୍ର 3.6 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ତାହା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଭାବରେ ସଂକ୍ଷେପଣ (Summarized) କରାଯାଇପାରିବ

ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍  $S = 0$  ଏବଂ ଇନପୁଟ୍  $R = 1$  ହେବ, ଏହା ଫ୍ଲୁପ୍-ଫ୍ଲୁପ୍‌କୁ ସେଟ୍ କରିବ ଅର୍ଥାତ୍  $Q = 1$  ହେବ ଏବଂ S ଶୂନ୍ୟକୁ ଫେରିବା ପରେ ମଧ୍ୟ ସେଟ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିବ ।

ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍  $R=0$  ଏବଂ  $S=1$  ହେବ, ଏହା ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁ ରିସେଟ୍ କରିବ ଅର୍ଥାତ୍  $Q=0$  ହେବ ଏବଂ  $R$  ଶୂନ୍ୟକୁ ଫେରିବା ପରେ ମଧ୍ୟ ରିସେଟ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିବ ।

ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍  $S=1$  ଏବଂ  $R=1$  ହେବ, ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଅବସ୍ଥା ଯେପରି ଅଛି ସେପରି ରହିବ ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି  $Q=1$  ହୁଏ, ଏହା  $Q=1$  (ସେଟ୍ ଅବସ୍ଥା) ଭାବରେ ହିଁ ରହିବ ଏବଂ ଯଦି  $Q=0$  ହୁଏ, ଏହା  $Q=0$  (ରିସେଟ୍ ଅବସ୍ଥା) ଭାବରେ ହିଁ ରହିବ ।

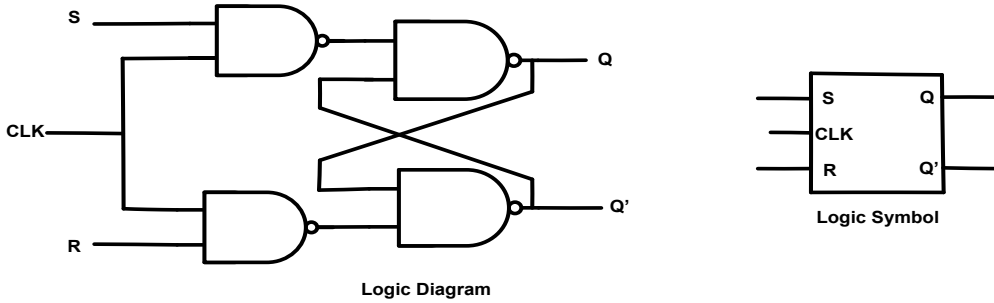
ଯେତେବେଳେ ଇନପୁଟ୍  $S=0$  ଏବଂ  $R=0$  ହେବ, ଆଉଟପୁଟ୍ ଅବସ୍ଥା ଅପରିଭାଷିତ (Undefined) ହୋଇଯିବ କାରଣ ଉଭୟ  $Q$  ଏବଂ ଏହାର ପରିପୁରକ  $Q'$  ଏକକ ସହ ସମାନ ହେବେ ଅର୍ଥାତ୍  $Q=Q'=1$  । ଏହି ଇନପୁଟ୍ ଅବସ୍ଥା ଅବୈଧ ଏବଂ ବ୍ୟବହାର କରାଯିବା ଉଚିତ୍ ନୁହେଁ ।



ଚିତ୍ର 3.6: ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି S-R ଲ୍ୟାଚ୍

### 3.3.1.2 କ୍ଲକ୍ ହୋଇଥିବା S-R ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍

ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନା ହୋଇଥିବା ମୌଳିକ S-R ଲ୍ୟାଚ୍ କୁ ଏକ ଆସିଞ୍ଚୋନସ୍ S-R ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ କାରଣ ଯଦି କୌଣସି ସମୟରେ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ଆଉଟପୁଟ୍ ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ । ଏକ କ୍ଲକ୍ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍, କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ଆବଶ୍ୟକ କରେ ଏବଂ କେବଳ ଯେତେବେଳେ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ଉଚ୍ଚ (ଡର୍ଜ-1) ରେ ଥାଏ ସେତେବେଳେ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ସ୍ଥିତି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକାରର ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍ କୁ ସ୍ତର ଟ୍ରିଗ୍ଗର (Level Triggerd) ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍ କୁହାଯାଏ । ଏକ କ୍ଲକ୍ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁ ଏକ ସିଞ୍ଚୋନସ୍ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 3.7 ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି କ୍ଲକ୍ ହୋଇଥିବା S-R ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଡର୍ଜ ଚିତ୍ର (Logic Diagram), ଡର୍ଜ ପ୍ରତୀକ (Logic Symbol) ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ (Truth Table) ମାନଙ୍କୁ ଦେଖାଏ । ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଡର୍ଜ ଚିତ୍ରରୁ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଯେତେବେଳେ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ନିମ୍ନ (ଡର୍ଜ-0) ହୁଏ, ଉଭୟ ଇନପୁଟ୍ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ (Input NAND Gates) ର ଆଉଟପୁଟ୍ ଉଚ୍ଚ ରହେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଅବସ୍ଥା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ । ଯେତେବେଳେ କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ଉଚ୍ଚ (ଡର୍ଜ-1) ହୋଇଯାଏ, S ଏବଂ R ଇନପୁଟ୍ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ଦେଇ ପାସ୍ ହେବ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତ S ଏବଂ R ଅନୁଯାୟୀ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଅନ୍ତିମ ଆଉଟପୁଟ୍ Q ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ।



Logic Diagram

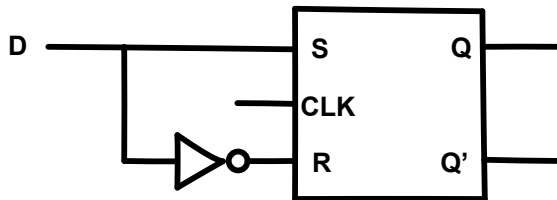
CLK	S	R	Q <sub>t</sub>	Q <sub>t+1</sub>	State
1	0	0	0	0	No Change
	0	0	1	1	
	0	1	0	1	RESET
	0	1	1	1	
	1	0	0	0	SET
	1	0	1	0	
	1	1	0	X	Undefined
	1	1	1	X	

Truth table

ଚିତ୍ର 3.7: କ୍ଲକ୍ S-R ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍

### 3.3.1.3 D ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍

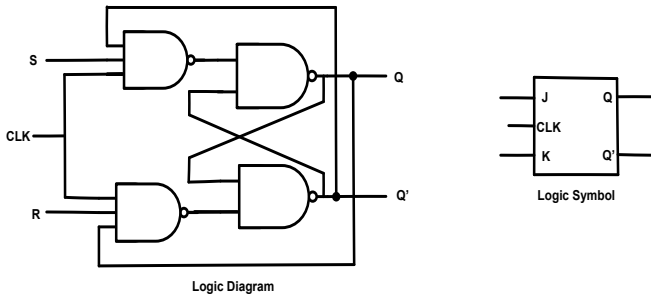
ସତ୍ୟ ଟେବୁଲରୁ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଯେତେବେଳେ କନପୁର୍ S ଏବଂ R = 1, ଆଉଟପୁର୍ ଅବସ୍ଥା ଅପରିଭାଷିତ ରହେ । ଏହି ଅବସ୍ଥାକୁ ଏଡାଇବା ପାଇଁ ଚିତ୍ର 3.8 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏକ ଏକକ କନପୁର୍ କ୍ଲକ୍ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ (Single Input Clocked Flip-Flop) ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ଯେଉଁଠାରେ R କନପୁର୍ S କନପୁର୍କୁ ପରିପୁରକ କରି ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ଏକକ କନପୁର୍ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍କୁ D ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍ କିମ୍ବା ଡିଲେ/ଡାଟା ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁହାଯାଏ । କ୍ଲକ୍ ସଂକେତ ଉଚ୍ଚ ସହିତ ଯେତେବେଳେ D=1, S=1 ଏବଂ R=0 ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ସେଟ୍ ହୋଇଥାଏ । ସେହିଭଳି, ଯେତେବେଳେ D=0, S=0 ଏବଂ R=1 ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ରିସେଟ୍ ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 3.8: D - ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍

### 3.3.1.4 J-K ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍

J-K ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ହେଉଛି ଡିଜିଟାଲ୍ ଲଜିକ୍ ପରିପଥର ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ଏବଂ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ । ଚିତ୍ର 3.7 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି J-K ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟ ଏକ କ୍ଲକ୍ ହୋଇଥିବା S-R ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ସହିତ ସମାନ । ଏକମାତ୍ର ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଉଛି ଏହାର S-R ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ପରି କୌଣସି ଅପରିଭାଷିତ ଅବସ୍ଥା (Undefined States) ନାହିଁ । ଚିତ୍ର 3.9 ଏକ J-K ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଚର୍ଚ୍ଚ ଚିତ୍ର, ଚର୍ଚ୍ଚ ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ ମାନଙ୍କୁ ଦେଖାଉଛି । ଯେତେବେଳେ  $J = K = 1$  ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଟୋଗ୍ଗଲ୍ (Toggles) ହୁଏ ଏବଂ ଏହା ଏହାର ବର୍ତ୍ତମାନର ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି  $Q=1$  ହୁଏ, ଏହା 0କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ଏବଂ ଯଦି  $Q = 0$  ହୁଏ ତେବେ ଅବସ୍ଥା 1କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ।

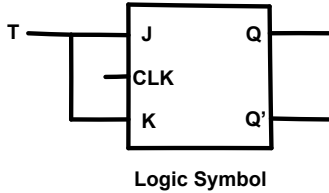


CLK	J	K	$Q_n$	$Q_{n+1}$	State
1	0	0	0	0	No Change
	0	0	1	1	
	0	1	0	1	RESET
	0	1	1	1	
	1	0	0	0	SET
	1	0	1	0	
	1	1	0	1	Toggle
	1	1	1	0	

ଚିତ୍ର 3.9: J-K ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍

### 3.3.1.5 T ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍

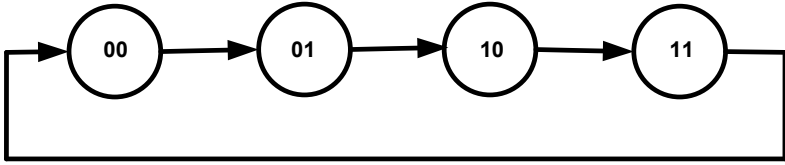
ଚିତ୍ର 3.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଯେତେବେଳେ ଏକ J-K ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଉଭୟ ଇନପୁଟ୍ ଏକତ୍ର ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ଏହି ସାଧାରଣ ଚର୍ଚ୍ଚିକାଳକୁ T ଭାବରେ ଲେବଲ୍ କରାଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍କୁ T ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ  $T=0$ , ଅର୍ଥାତ୍ ଉଭୟ  $J = K = 0$  ହୁଅନ୍ତି, ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ର ଅବସ୍ଥା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ  $T = 1$ , ଅର୍ଥାତ୍ ଉଭୟ  $J = K = 1$  ହୁଅନ୍ତି, ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଏହାର ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକୁ ଟୋଗ୍ଗଲ୍ କରେ । T ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ଟୋଗ୍ଗଲ୍ (Toggle) ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା ।



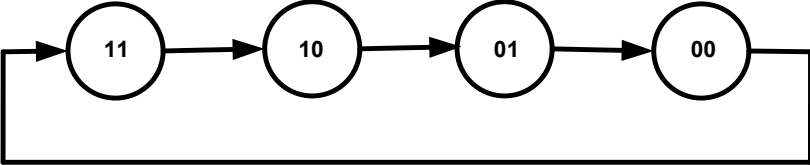
ଚିତ୍ର 3.10: T- ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍

### 3.3.2 କାଉଣ୍ଟର୍ସ

କାଉଣ୍ଟର ହେଉଛି ଏକ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ଯାହା କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ (Clock Pulse) ଗଣନା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ କାଉଣ୍ଟର, ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଏକ ସେଟ୍ କୁ ନେଇ ଗଠିତ ଯାହାର ଅବସ୍ଥା କାଉଣ୍ଟରର ଇନପୁଟ୍ ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଏକ କାଉଣ୍ଟରର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗଣନାକୁ ଅବସ୍ଥା (States) କୁହାଯାଏ । ଅବସ୍ଥାର ସଂଖ୍ୟା କାଉଣ୍ଟର ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକର କ୍ରମ (Sequence) ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆନ୍ତଃସଂଯୋଗ (Interconnection) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ 2-ଅଙ୍କ କାଉଣ୍ଟର ଦୁଇଟି ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଆବଶ୍ୟକ କରେ ଏବଂ ଅବସ୍ଥାସଂଖ୍ୟା 4 ହୁଏ । ଏକ ଅପ୍-କାଉଣ୍ଟର (Up-counter) ଏବଂ ଡାଉନ୍-କାଉଣ୍ଟର (Down-counter) ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକର କ୍ରମ ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 3.11 (a) ଏବଂ (b)ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏକ 2-ଅଙ୍କ କାଉଣ୍ଟର କୁ ଏକ ମୋଡ୍ୟୁଲସ୍ (Modulus) କିମ୍ବା ମଡ୍-4 (Mod-4) କାଉଣ୍ଟର କୁହାଯାଏ କାରଣ ମୂଳ ବା ପ୍ରକୃତ ଅବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିବା ପୂର୍ବରୁ କାଉଣ୍ଟର ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଅବସ୍ଥାସଂଖ୍ୟାକୁ କାଉଣ୍ଟରର ମୋଡ୍ୟୁଲସ୍ କୁହାଯାଏ । ଏକ N ଅଙ୍କ କାଉଣ୍ଟରର ମୋଡ୍ୟୁଲସ୍ ହେଉଛି  $2^N$  ।



(a) 2-ଅଙ୍କ ଅପ୍ କାଉଣ୍ଟର



(a) 2-ଅଙ୍କ ଡାଉନ୍ କାଉଣ୍ଟର

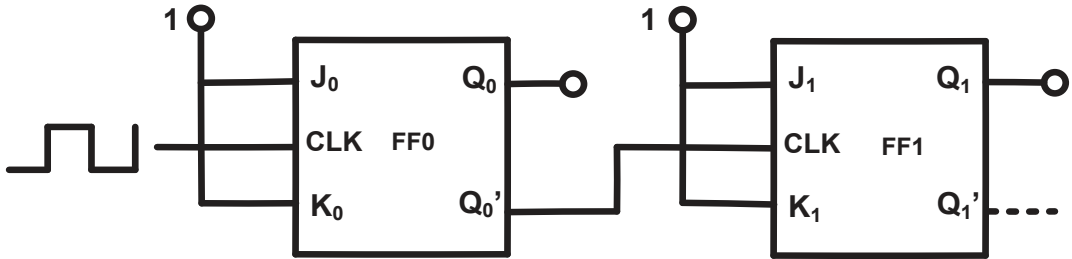
ଚିତ୍ର 3.11: ଅବସ୍ଥା ଚିତ୍ର

କାଉଣ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଏବଂ ସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟରରେ ବିଭକ୍ତ ।

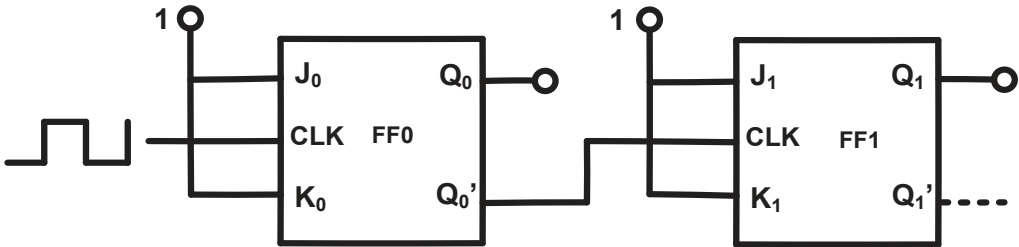
1. ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଯାହା ରିପଲ୍ କାଉଣ୍ଟର (Ripple Counter) ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା, ସେଥିରେ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଏପରି ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଯେ ପ୍ରଥମ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଆଉଟପୁଟ୍ ଦ୍ୱିତୀୟ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ପାଇଁ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟର ଆଉଟପୁଟ୍ ତୃତୀୟ ପାଇଁ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ଏବଂ ତୃତୀୟର ଆଉଟପୁଟ୍ ଚତୁର୍ଥ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ପାଇଁ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କାଉଣ୍ଟରଗୁଡ଼ିକର ମୁଖ୍ୟ ଅସୁବିଧା (Drawback) ହେଉଛି ସେମାନଙ୍କର କମ୍ ବେଗ ।
2. ସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟରରେ ସମସ୍ତ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଏକକାଳୀନ ଭାବରେ ସମାନ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ଦ୍ୱାରା କ୍ଲକ୍ ହୋଇଥାନ୍ତି । ସମାନ୍ତରାଳ କାଉଣ୍ଟର (Parallel) ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା ସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଅପେକ୍ଷା ଦ୍ରୁତ ବେଗର ଅଟନ୍ତି ।

### 3.3.2.1 ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର

ଚିତ୍ର 3.12 ରେ ଏକ 2-ଅଙ୍କ ଅସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଯେପରି ଦର୍ଶାଯାଇଛି, ସେଠାରେ ଇନପୁଟ୍  $J=K=1$  ସହିତ ଦୁଇଟି J-K ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ଅଛନ୍ତି । ଚିତ୍ର 3.9 ର ସତ୍ୟ ଟେବୁଲ୍ ରୁ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ସେମାନଙ୍କର ବର୍ତ୍ତମାନର ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକୁ ଟୋଗଲ୍ କରିବ ଯେତେବେଳେ ସେମାନଙ୍କର କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ଉଚ୍ଚରେ ରହିବ ଅର୍ଥାତ୍ ଡର୍କ୍ -1 ରେ ରହିବ । ଚିତ୍ର 3.11(a) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଅବସ୍ଥା ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ କାଉଣ୍ଟର 00 (ଅବସ୍ଥା 0) ରୁ 11(ଅବସ୍ଥା 3) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗଣନା କରେ । ଆଉଟପୁଟ୍  $Q_1$ , MSB କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଏବଂ  $Q_0$ , LSB କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଚିତ୍ର. 3.13 ଏକ 2-ଅଙ୍କ ଡାଉନ୍ କାଉଣ୍ଟର ଦେଖାଉଛି ।



ଚିତ୍ର 3.12: 2-ଅଙ୍କ ଅସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର

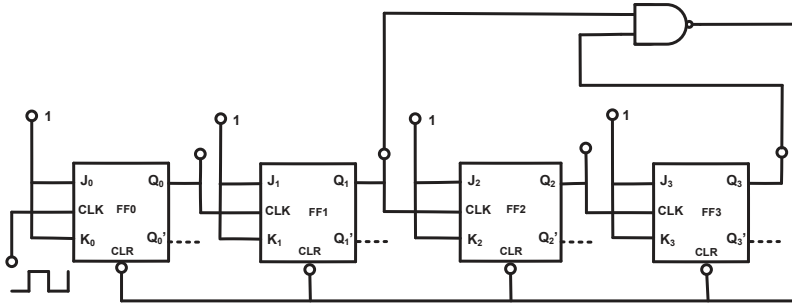


ଚିତ୍ର 3.13: 2-ଅଙ୍କ ଡାଉନ୍ ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର

### 3.3.2.2 ମଡ୍-10 ଆସିଙ୍କ୍ଳୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର

ମଡ୍-10 କାଉଣ୍ଟରକୁ ଡିକେଡ୍ କାଉଣ୍ଟର (Decade Counter) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଆବଶ୍ୟକ ଫ୍ଲପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 4 । ଏହି 4 ଟି ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ସହିତ ଷୋହଲଟି ଅବସ୍ଥା (States) ଅଛି ଏବଂ ଗଣନା ମୂଲ୍ୟର କ୍ରମ (0000)<sub>2</sub>ରୁ (1111)<sub>2</sub> କୁ ହୁଏ । ଏକ ଡିକେଡ୍ କାଉଣ୍ଟରରେ କେବଳ 10ଟି ବୈଧ ଅବସ୍ଥା ଅଛି ଅର୍ଥାତ୍ (0000)<sub>2</sub>ରୁ ଗଣନା ମୂଲ୍ୟ (1001)<sub>2</sub> ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ଅବଶିଷ୍ଟ ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକ ଅବୈଧ ଅର୍ଥାତ୍ ଗଣନା ମୂଲ୍ୟ (1010)<sub>2</sub>ରୁ (1111)<sub>2</sub> ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ଏଥିପାଇଁ ଏକ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ଲଜିକ୍ ପରିପଥ (Feedback Logic Circuit) ବେବାକୁ ପଡ଼େ ଯାହା ଗଣନା ମୂଲ୍ୟ (1010)<sub>2</sub> ପହଞ୍ଚିବା ମାତ୍ରେ ସମସ୍ତ ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁ ସଫା କିମ୍ବା ରିସେଟ୍ କରିବ । ଚିତ୍ର 3.14 ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ ପରିପଥ ସହିତ ଏକ ଡିକେଡ୍ କାଉଣ୍ଟରକୁ ଦେଖାଏ, ଯେଉଁଠାରେ ଆଉଟପୁଟ୍  $Q_3$ , MSB ଅଟେ ଏବଂ  $Q_0$ , LSB ଅଟେ ।





ଚିତ୍ର 3.14: 4-ଅଙ୍କ ଡିକେଡ୍ କାଉଣ୍ଟର

**କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ**

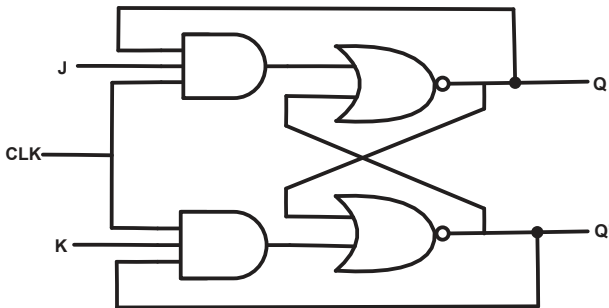
1. D ଏବଂ T ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ପ୍ରୟୋଗ ଖୋଜନ୍ତୁ ।
2. ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ କାଉଣ୍ଟରର ପ୍ରୟୋଗ ଉପରେ ଏକ ଉପସ୍ଥାପନା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 3.3.1:** ଏକ ମଡ୍-16 କାଉଣ୍ଟର ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ କେତୋଟି ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ? ସମାଧାନ: ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ସଂଖ୍ୟାର ସାଧାରଣ ପରିପ୍ରକାଶ ହେଉଛି  $2^n = N$ , ଯେଉଁଠାରେ  $n$  ହେଉଛି ଦିଆଯାଇଥିବା ଗଣନାକୁ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ  $N$  ହେଉଛି ଅବସ୍ଥା ସଂଖ୍ୟା କିମ୍ବା ମୋଡୁଲସ୍ । ଏଠାରେ ଦିଆଯାଇଛି,  $N=16$

$$2^n = 16 \text{ or } n = 4, \text{ ଆବଶ୍ୟକ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ସଂଖ୍ୟା} = 4$$

**ଉଦାହରଣ 3.3.2:** ନର ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ J-K ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ତର୍କ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।



Logic Diagram



### 3.4 ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (Digital IC's)

#### 3.4.1 ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥର ପରିଚୟ

ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ (IC's) ହେଉଛି ଛୋଟ ସିଲିକନ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟରର ସ୍ଫଟିକ (Crystal) ଯାହାର ପ୍ରତିରୋଧକ, ଡାୟୋଡ୍, କ୍ୟାପାସିଟର୍, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍, ଏଫଇଟି ପରି ଉପାଦାନମାନ ଅଛନ୍ତି । ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ଗଠନ ପାଇଁ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହିତ ଜଡ଼ିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏକ ଚିପ୍ (chip) ନାମରେ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର ସ୍ଫଟିକଟି ଏକ ଧାତୁ, ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ କିମ୍ବା ସେରାମିକ୍ ପ୍ୟାକେଜ୍ ଉପରେ ଲଗାଯାଏ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ପରିପଥ ର ଚର୍ଚ୍ଚନାଲ୍ ପଏଣ୍ଟଗୁଡ଼ିକ ଆଇସି ଗଠନ ପାଇଁ ବାହ୍ୟ ପିନ୍ ପାଇଁ ଉପଲବ୍ଧ କରାଯାଏ । ଏକ ଆଇସିର (IC) ମୁଖ୍ୟ ସୁବିଧା ହେଉଛି ଏହାର ଛୋଟ ଆକାର, କମ୍ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର , ଉଚ୍ଚ ବିଶ୍ୱାସନୀୟତା, ପ୍ରଚାଳନର ଉଚ୍ଚ ବେଗ ଏବଂ ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କମ୍ ମୂଲ୍ୟ । ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ପ୍ୟାକେଜ୍ ରେ ଆସେ ଯଥା ପ୍ଲଟ୍ ପିନ୍ ଏବଂ ଡୁଆଲ୍ ଇନ୍ ଲାଇନ୍ (ଡିଆଇପି) ପ୍ୟାକେଜ୍ ।

ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ପରିପଥଗୁଡ଼ିକ ରୈଖିକ (Linear) ଏବଂ ଡିଜିଟାଲ୍ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ । ରୈଖିକ ଆଇସି (Linear IC) ଗୁଡ଼ିକ ନିରନ୍ତର ସଙ୍କେତ (Continuous Signals) ମାନଙ୍କ ସହିତ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟର୍, ଫିଲ୍ଟର୍, ଡୁଲନାକାରୀ ଏବଂ ରୁପାନ୍ତରକାରୀ ଇତ୍ୟାଦି ଭାବରେ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ବାଇନାରୀ ସଂକେତ ସହିତ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ପରସ୍ପର ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଡିଜିଟାଲ୍ ଗେଟ୍ ସ୍ତରୀ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ଗୁଡ଼ିକ କେବଳ ସେମାନଙ୍କର ତର୍କ ପ୍ରଚାଳନ ସ୍ତରୀ ନୁହେଁ, ବରଂ ତର୍କ ପରିପଥର ପରିବାର (ଯାହାର ଏମାନେ ଏକ ସଦସ୍ୟ ଅଟନ୍ତି) ସ୍ତରୀ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହି ଆଇସିରେ ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍, ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍, କାଉଣ୍ଟର, ମେମୋରୀ ଟିସ୍ଟ୍ର, ମାଇକ୍ରୋକଣ୍ଟ୍ରୋଲର୍ ଇତ୍ୟାଦି ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ବିଭିନ୍ନ ତର୍କ ପରିପଥ ପରିବାର (Logic Circuit Family) ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି

- ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର-ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ତର୍କ (ଟିଟିଏଲ)
- ଡାୟୋଡ୍-ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ତର୍କ (ଡିଟିଏଲ)
- ପ୍ରତିରୋଧକ-ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ତର୍କ (ଆରଟିଏଲ)
- ଏମିଟର୍ କପଲ୍ଡ ତର୍କ (ଇସିଏଲ)
- ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (ଏମ୍ ଓଏସ୍ )
- ପରିପୁରକ ମେଟାଲ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (ସିଏମଓଏସ)
- ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟେଡ୍ ଇଞ୍ଜେକ୍ସନ୍ ତର୍କ (I2L)

#### 3.4.2 ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ସେସିଫିକେସନ୍ ଶିକ୍ଷାବଳୀ

ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ସବୁଠାରୁ ଉପଯୋଗୀ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ଶିକ୍ଷାବଳୀ ଗୁଡ଼ିକ ଏହିପରି:

ପ୍ରେସହୋଲ୍ଡ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ: ଲଜିକ୍ ଗେଟ୍ ର ଇନପୁଟ୍ ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପର ସ୍ତର ଯାହା ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପର ସ୍ତରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ତର୍କ ସ୍ତରରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ତର୍କ ସ୍ତରକୁ ।

**ପାୱାର୍ ଡିସିପେସନ୍:** ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସି (ଆବୃତ୍ତି) ରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଗେଟ୍ ଦ୍ୱାରା ଆବଶ୍ୟକ ଶକ୍ତି ଯାହା ମିଲିୱାଟ୍ (milliwatts) ଏକକରେ ଦିଆଯାଏ ।

**ପ୍ରୋପାଗେସନ୍ ଡିଲେ:** ଗେଟ୍ ର ଇନପୁଟ୍ ରୁ ଆଉଟପୁଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରସାରଣ ହେବାକୁ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ନିଆଯାଉଥିବା ସମୟ ।

**ଫ୍ୟାନ୍-ଇନ୍:** ଏହାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ହେଉଛି ଗେଟ୍ ର ଇନପୁଟ୍ ସଂଖ୍ୟା ଯାହାକୁ ପରିଚାଳନା କରିପାରିବା ପାଇଁ ଏକ ଗେଟ୍ ଡିଜାଇନ୍ ହୋଇଥାଏ ।

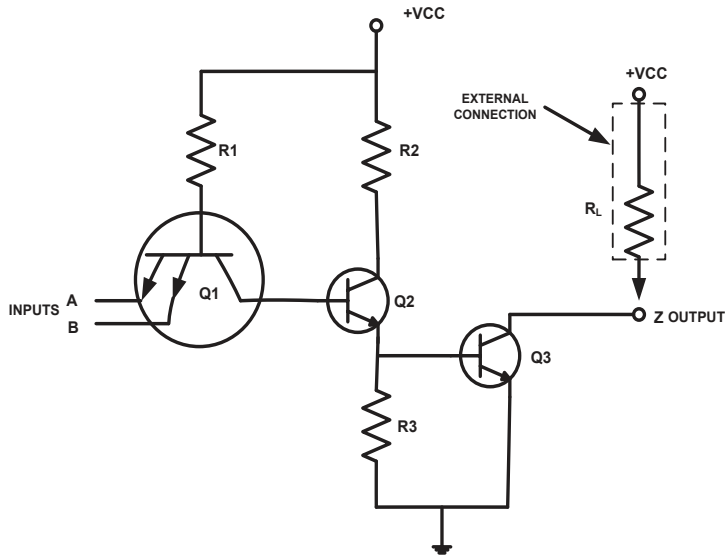
**ଫ୍ୟାନ୍-ଆଉଟ୍:** ଏହାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ଲୋଡ୍ (ଅନ୍ୟ ଗେଟ୍ ର ଇନପୁଟ୍) ଯାହା ଏକ ଗେଟ୍ ର ଆଉଟପୁଟ୍ ଗେଟ୍ ଓଭରଲୋଡ୍ ନକରି ପରିଚାଳନା କରିପାରିବ ।

**ରବ ମାର୍ଜିନ୍:** ଏହା ହେଉଛି ଏକ ଡର୍କ ପରିପଥ ଦ୍ୱାରା ଇନପୁଟ୍ ଟର୍ମିନାଲରେ ରବ ବିଦ୍ୟୁତାପ (Noise Voltage) କୁ ସହ୍ୟ କରିବାର କ୍ଷମତା ଏବଂ ଯାହାଦ୍ୱାରା ପରିପଥର ତ୍ରୁଟିକୁ ଏଡାଇହେବ ତାହା ରବ ଇମ୍ୟୁନିଟି (Noise Immunity) ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା । ରବ ଇମ୍ୟୁନିଟିର ବିଦ୍ୟୁତାପର ସ୍ତର ହିସାବରେ ମାପକୁ ରବ ମାର୍ଜିନ୍ (Noise Margin) କୁହାଯାଏ ।

**ପ୍ରଚାଳନ ତାପମାତ୍ରା:** ଆଇସି (IC) ରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଅଛନ୍ତି ଏବଂ ଯୋଡ଼ମାନେ ତାପମାତ୍ରା ସମ୍ବେଦନଶୀଳ । ଏକ ତାପମାତ୍ରାର ପରିସର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ହୋଇଛି ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ଆଇସି ସନ୍ତୋଷଜନକ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଏକ ବାଣିଜ୍ୟିକ ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି (Commercial Digital IC) ପାଇଁ, ଏହା 0 ରୁ 70 ° C ମଧ୍ୟରେ ରହେ ।

### 3.4.3 ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଲଜିକ୍ (ଟିଟିଏଲ୍)

ଡର୍କ ପରିବାରମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଟିଟିଏଲ୍ ପରିବାର ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ । ଟିଟିଏଲ୍ ପରିବାରରେ ମୌଳିକ ଡର୍କ ପ୍ରଚାଳନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରଦ୍ୱାରା କରାଯାଏ । ଟିଟିଏଲ୍, ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର କୁ କର୍ ଅଫ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ କିମ୍ବା ଶାତ୍ରୁରେସନ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ ବ୍ୟବହାର କରେ । ଟିଟିଏଲ୍ ଡର୍କ ପରିବାରର ସୁବିଧା ହେଉଛି ଏହାର କମ୍ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ଭଲ ବେଗ । ପ୍ରମୁଖ ଅସୁବିଧାଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ଅପଚୟ (Power Dissipation) ଏବଂ କମ୍ ରବ ଇମ୍ୟୁନିଟି । ମୌଳିକ ଟିଟିଏଲ୍ ଡର୍କ ପରିପଥ ହେଉଛି ନାଣ୍ଟ୍ ଗେଟ୍ । ଚିତ୍ର 3.15 ଦୁଇ ଇନପୁଟ୍ ନାଣ୍ଟ୍ ଗେଟ୍ ର ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 3.15: ଦୁଇ ଇନପୁଟ୍ ଟିଟିଏଲ୍ ଡର୍କ ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍

### 3.4.4 ଟିଟିଏଲ୍ ସବ୍ ପରିବାର

ଟିଟିଏଲ୍ ଉପପରିବାରକୁ ଏହିପରି ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯଥା (1) ସ୍ଟାଣ୍ଡାର୍ଡ ଟିଟିଏଲ୍, 74 ସିରିଜ୍, (2) କମ୍ ପାୱାର ଟିଟିଏଲ୍, 74L ସିରିଜ୍, (3) ହାଇ ସ୍ପିଡ୍ ଟିଟିଏଲ୍, 74H ସିରିଜ୍, (4) ସ୍ଵଚଳି ଟିଟିଏଲ୍, 74S ସିରିଜ୍, (5) କମ୍ ପାୱାର ସ୍ଵଚଳି ଟିଟିଏଲ୍, 74LS ସିରିଜ୍, (6) ପ୍ରାୟ ଟିଟିଏଲ୍, 74F ସିରିଜ୍ । ଟେବୁଲ୍ 3.3 ଆଇସି କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା(IC Performance Specification) ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଉପପରିବାରମାନଙ୍କର ତୁଳନା ଦେଖାଉଛି । ଟେବୁଲ୍ 3.4 ମୌଳିକ ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ପାଇଁ ଟିଟିଏଲ୍ ଉପପରିବାର ଅଧୀନରେ ଥିବା କିଛି ସାଧାରଣ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ଆଇସି ଦେଖାଉଛି ।



ଟେବୁଲ୍ 3.3: ଟିଟିଏଲ୍ ଉପପରିବାରର ତୁଳନା

ସିରିୟଲ ନଂ.	କାର୍ଯ୍ୟ ଦକ୍ଷତା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା	74	74L	74H	74S	74LS	74F
1.	ପ୍ରୋପାଗେସନ୍ ଡିଲେ (ns)	9	33	6	3	9.5	4
2.	ପାୱାର୍ ଡିସିପେସନ୍ (milliwatt)	10	1	23	20	2	1.2
3.	ସର୍ବାଧିକ କ୍ଲକ୍ ଆବୃତ୍ତି (MHz)	35	3	50	125	45	70
4.	ଫ୍ୟାନ୍-ଆଉଟ୍	10	20	10	20	20	20
5.	ରବ ମାର୍ଜିନ୍ (V)	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	0.5

ଟେବୁଲ୍ 3.4: ଲୋକପ୍ରିୟ ଡିଜିଟାଲ୍ ଚିଟିଏଲ୍ ଆଇସି ଗୁଡ଼ିକ

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଆଇସି ବର୍ଣ୍ଣନା	ସିରିୟଲ ନଂ.	ଆଇସି ବର୍ଣ୍ଣନା
1.	7402 କ୍ଲାଡ୍ 2-ଇନପୁଟ୍ ନର୍ ଗେଟ୍	6.	74LS83, 4-ଅଙ୍କ ପୁଲ୍ ଆଡର୍
2.	74F00 କ୍ଲାଡ୍ 2-ଇନପୁଟ୍ ନାଣ୍ଡ୍ ଗେଟ୍	7.	74LS138, 3-8-ଅଙ୍କ ବାଇନାରୀ ଡିକୋଡର୍
3.	74LS08 କ୍ଲାଡ୍ 2-ଇନପୁଟ୍ ଆଣ୍ଡ୍ ଗେଟ୍	8.	74F74, D ଟାଇପ୍ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍
4.	74LS32 କ୍ଲାଡ୍ 2-ଇନପୁଟ୍ ଅର୍ ଗେଟ୍	9.	7473, ଡୁଆଲ୍ J-K ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍
5.	7404 ହେକ୍ସ ଇନଭର୍ଟର	10.	7490, ଡିକୋଡର୍ କାଉଣ୍ଟର

### 3.4.5 ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ପ୍ରୟୋଗ

ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ପ୍ରାୟତଃ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । କାରଣ ହେଲା ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ସଂକେତ ଏକ ବାଇନାରୀ ସିଷ୍ଟମ୍ ପରି ଦୁଇଟି ସ୍ତରରେ ସ୍ଥିର ରୁହନ୍ତି । ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରେ

- ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍
- ଟାଇମର୍
- କାଉଣ୍ଟରସ୍
- ମଲ୍ଟିପ୍ଲକ୍ସସ୍
- କ୍ଲକ୍ ଚିପ୍ସ୍
- ମେମୋରୀ ଚିପ୍ସ୍
- ପ୍ରୋଗ୍ରାମେବୁଲ୍ ଡିଭାଇସେସ୍
- ମାଇକ୍ରୋପ୍ରୋସେସର୍ସ୍
- ମାଇକ୍ରୋକଣ୍ଟ୍ରୋଲରସ୍

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

1. ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶିକ୍ଷାବଳୀ ଗୁଡ଼ିକୁ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ ।
2. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଆଇସି ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରୟୋଗ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ: 555, 741, 7445, 7404, 7473, 7490 ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 3.4.1:** ଏସଏସଆଇ (SSI)ରୁ ଭିଏଲଏସଆଇ (VLSI) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଇସିର ବିବର୍ତ୍ତନକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ।

**ସମାଧାନ:** ସିଲିକନ୍ ସବଷ୍ଟ୍ରେଟ୍ ରେ ଡର୍କ ଫାଟକର ସଂଖ୍ୟା ଅନୁଯାୟୀ ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସିକୁ ବର୍ଗୀକୃତ କରାଯାଇଛି । ଜଟିଳତାର ସ୍ତର ଅନୁଯାୟୀ ସେମାନଙ୍କୁ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯଥା

- **ସ୍ଲାଇଫ୍ ସ୍କେଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ (ଏସ୍ ଏସ୍ ଆଇ) - 12 ରୁ କମ୍ ଗେଟ୍ ପରିପଥ ଥିବା ଆଇସି ।** ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ଫ୍ଲପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ।
- **ମିଡିୟମ୍ ସ୍କେଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ (ଏମ୍ ଏସ୍ ଆଇ) - 12 ରୁ 100 ଟି ଡର୍କ ଗେଟ୍ ପରିପଥ ଥିବା ଆଇସି ।** ଉଦାହରଣ ହେଉଛି କାଉଣ୍ଟର୍, ରେଜିଷ୍ଟର୍ ଇତ୍ୟାଦି ।
- **ଲାର୍ଜ୍ ସ୍କେଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ (ଏଲ୍ ଏସ୍ ଆଇ) - ଗୋଟିଏ ଚିପ୍ରେ 100 ରୁ 9999 ଟି ଗେଟ୍ ପରିପଥ ଥିବା ଆଇସି ।** ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ରାମ୍ (RAM), ରୋମ୍ (ROM) ଇତ୍ୟାଦି ପରି ମେମୋରୀ ।
- **ଭେରି ଲାର୍ଜ୍ ସ୍କେଲ୍ ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେସନ୍ (ଭିଏଲଏସଆଇ) - ଗୋଟିଏ ଚିପ୍ରେ 10,000 ରୁ 99,999 ଟି ଗେଟ୍ ପରିପଥ ଥିବା ଆଇସି ।** ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ମାଇକ୍ରୋପ୍ରୋସେସର୍ ।

## ଏକକ ସାରାଂଶ

- ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟ, ରବ ଦ୍ୱାରା କମ୍ ପ୍ରଭାବିତ, ଆଇସି ଚିପ୍ରେ ଡିଜାଇନ୍ ଏବଂ ଗଠନ କରିବା ସହଜ ।
- ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରେ ।
- ବୁଲିଆନ୍ ବୀଜଗଣିତ ହେଉଛି ଏକ ବୀଜଗଣିତ ପ୍ରଣାଳୀ ଯାହା ଡର୍କର ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଉପାଦାନମାନଙ୍କର ଏକ ସେଟ୍, ପ୍ରଚାଳକଙ୍କ ଏକ ସେଟ୍ ଏବଂ ଅନେକ ସଂଖ୍ୟା ର ପୋଷ୍ଟଲୋଗ୍ ମାନଙ୍କ ସହ ବିକଶିତ ହୋଇଛି ।
- ଯେକୌଣସି ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମର ମୌଳିକ ବିଲ୍ଡିଂ ବ୍ଲକ୍ ହେଉଛି ଡର୍କ ଗେଟ୍ ।
- ତିନି ପ୍ରକାରର ମୌଳିକ ଡର୍କ ଗେଟ୍ ହେଉଛି ଆଣ୍ଡ୍, ଅର୍ ଏବଂ ନର୍ ।
- ଡର୍କ ଗେଟ୍ ର ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ଦୁଇଟି ସ୍ତରରେ ବିଦ୍ୟମାନ ହୁଅନ୍ତି, ଡର୍କ-1, ଉଚ୍ଚ/ସତ୍ୟ ଭାବରେ ଏବଂ ଡର୍କ-0, ଯାହା କମ୍/ମିଥ୍ୟା ଭାବରେ ।

- ନାଶ୍ଟ୍ ଏବଂ ନର୍ ଗେଟକୁ ଯୁନିଭର୍ସାଲ ଗେଟ୍ ଭାବରେ କୁହାଯାଏ କାରଣ ସେମାନେ ତିନୋଟି ମୌଳିକ ଗେଟ୍ (ଆଣ୍ଡ୍, ଅର୍ ଏବଂ ନର୍)ଙ୍କର ତର୍କ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରିପାରିବେ ।
- ଡିଜିଟାଲ୍ ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାପକ ଭାବରେ ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥ ଏବଂ କ୍ରମିକ ପରିପଥ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ।
- ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥରେ, ଯେକୌଣସି ସମୟର ଆଉଟପୁଟ୍ ସେହି ସମୟରେ ଉପସ୍ଥିତ ଇନପୁଟ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- କ୍ରମିକ ପରିପଥ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର, ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ଏବଂ ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ।
- ଏକ କ୍ରମିକ ପରିପଥର ମୌଳିକ ବିଲ୍ଟିଂ ବ୍ଲକ୍ ହେଉଛି ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍, ଯାହାକୁ ଏକ-ଅଙ୍କ ମେମୋରୀ ଉପାଦାନ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଦୁଇଟି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା ଅଛି ଏବଂ ସେ ଅନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କାଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସେହି ଅବସ୍ଥାରେ ରହିପାରିବ । ଏହାର ଅବସ୍ଥା କେବଳ ଉପଯୁକ୍ତ ଇନପୁଟ୍ ସଂକେତ ପ୍ରୟୋଗ କରି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ ।
- ସରଳ ପ୍ରକାରର ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁ ଏକ S-R ଲାଟ୍ କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଥିରେ ଦୁଇଟି ଇନପୁଟ୍ S (Set) ଏବଂ R (Reset) ଭାବରେ ଲେବଲ୍ ହୋଇଛନ୍ତି ଏବଂ ଦୁଇଟି ଆଉଟପୁଟ୍ Q ଏବଂ ଏହାର ପରିପୁରକ Q' ଅଛନ୍ତି ।
- ଏକ ଡିଜିଟାଲ୍ କାଉଣ୍ଟର ହେଉଛି ଏକ କ୍ରମିକ ପରିପଥ, ଯାହା ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ କୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏବଂ ଯାହାର ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କାଉଣ୍ଟରର ଇନପୁଟ୍ ରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ହୁଏ ।
- କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ଗଣନା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ କାଉଣ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ, ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଏବଂ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟରରେ ବିଭକ୍ତ ।
- ଆସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଯାହା ରିପଲ୍ କାଉଣ୍ଟର ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା, ସେଥିରେ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଏପରି ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛନ୍ତି ଯେ ପ୍ରଥମ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ର ଆଉଟପୁଟ୍ ଦ୍ୱିତୀୟ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ପାଇଁ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ହୋଇଯାଏ ।
- ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର ଯାହା ସମାନ୍ତରାଳ କାଉଣ୍ଟର ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା, ସେଥିରେ ସମସ୍ତ ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ଏକକାଳୀନ ସମାନ କ୍ଲକ୍ ପଲ୍ସ ଦ୍ୱାରା କ୍ଲକ୍ କରାଯାଏ ।
- ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ବାଇନାରୀ ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ଏହା ପରସ୍ପର ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଡିଜିଟାଲ୍ ଗେଟ୍ ମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ।
- ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର ଲଜିକ୍ (ଟିଟିଏଲ୍) ଯେଉଁଥିରେ ମୌଳିକ ତର୍କ ସଂଯୋଜନ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରଦ୍ୱାରା କରାଯାଏ, ତାହା ତର୍କ ପରିବାର ମଧ୍ୟରେ ସବୁଠାରୁ ଲୋକପ୍ରିୟ ।

## ଅଭ୍ୟାସ

### ଉତ୍ତର. ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ।

ସିରିୟଲ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ	ସିରିୟଲ ନଂ.	ଏମସିକ୍ୟୁ
3.1	ନିମ୍ନଲିଖିତ ମଧ୍ୟରୁ ସବୁଠାରୁ ଲମ୍ବା ହେଉଛି a. ବାଇର୍ b. ନିବଲ୍ c. ଓବାଡ୍ d. ବିର୍	3.4	ନାଣ୍ଡ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା SR ଫ୍ଲିପ୍-ଫ୍ଲପ୍ ନିମ୍ନଲିଖିତ କେଉଁ ଇନପୁଟ୍ ଗ୍ରହଣ କରିପାରିବ ନାହିଁ: a. $S = R = 0$ b. $S = 1, R = 0$ c. $S = R = 1$ d. $S = 0, R = 1$
3.2	ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍ ହେଉଛି a. ଟିପ୍ b. ମେମୋରୀ ଉପାଦାନ c. ଆଣ୍ଡର୍ d. ତୁଳନାକାରୀ	3.5	କାଉଣ୍ଟର କାହାର ସଂଖ୍ୟା ଗଣନା କରିବାକୁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ a. ଫ୍ଲିପ୍ ଫ୍ଲପ୍ b. ରେଜିଷ୍ଟର୍ c. ଅଙ୍କ d. ପଲ୍ଡ
3.3	ଗେଟ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ଯାହା ପାଇଁ "Z ମିଥ୍ୟା" ହେବ ଯଦି କେବଳ "A" ସତ୍ୟ ଏବଂ "B" ସତ୍ୟ" ପ୍ରୟୁଜ୍ୟ ଅଟେ। a. ନାଣ୍ଡ b. ନର୍ c. ଆଣ୍ଡ୍ d. ଅର୍	3.6	କ୍ଲକ୍ ଏବଂ କାଲକ୍ୟୁଲେଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ଆଇସି ହେଉଛି a. ଟିଟିଏଲ b. ଇସିଏଲ c. ଏମଓଏସ d. ସିଏମଓଏସ

### B. ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ

- କାହିଁକି ଡିଜିଟାଲ୍ ସିଷ୍ଟମରେ ବାଇନାରୀ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ କୁହନ୍ତୁ।
- ଏକ ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ସଂଖ୍ୟା (ଯୋଗ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମର ମୂଳ ବା ବେସ୍ b ଥିବ) ରେ ପରିଣତ କରିବାରେ କେଉଁ ପଦ୍ଧତିଗୁଡ଼ିକ ଗ୍ରହଣ କରାଯିବ।

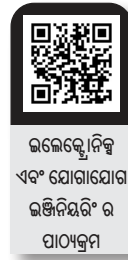


- iii. ଆହୁତା 85% ରୁ ଅଧିକ ଏବଂ ଦିନର ସମୟ ସକାଳ 8.00 ରୁ ସଂଧ୍ୟା 5.00 ମଧ୍ୟରେ ରହିଛି ।
- b. କ୍ଲିଂ ଯୁନିଟ୍ ଚର୍ଜ୍ ଅନ୍ କରିବାକୁ ଡିଜିଟାଲ୍ ଆଇସି ବ୍ୟବହାର କରି, ଡକ୍ ଗେଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ପରିପଥ ବିକଶିତ କରନ୍ତୁ ।

ଟିପ୍ପଣୀ: କ୍ଲିଂ ଯୁନିଟ୍ ଏକ ଇନକ୍ୟାଣ୍ଟେସେଣ୍ଟ୍ ଲ୍ୟାମ୍ପ୍ କୁ ସୁଇଚ୍ 'ଅନ୍' କରୁଥିବାର ବିବେଚନା କରାଯିବ ।



ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର



## ସହାୟକ ଏବଂ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପଠନସୂଚୀ

- 1 Anand A. Kumar, Fundamentals of Digital Electronics, PHI Publisher, 2016.
- 2 R. P. Jain, Modern Digital Electronics, New Delhi: Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, 2012.
- 3 S. Salivahnan and S. Pravin Kumar, Digital Electronics, Noida: Vikas Publishing House Pvt. Ltd., 2011.
- 4 A.P. Malvino, D.P. Leach and G. Saha, Digital Principles and Applications, Mcgraw Hill Educations, 2017

# 4

## ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁମ୍‌କୀୟ ପରିପଥ

### ଭାଗ ବିଷୟକ

ଏହି ଭାଗଟିରେ ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ବିଷୟ ଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି:

- କରେଣ୍ଟ, ଭୋଲଟେଜ୍, କ୍ଷମତା ଏବଂ ଶକ୍ତିର ସଂଜ୍ଞା
- ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ଉପମାନ ଏବଂ ନିୟମ
- ଏକ ରୁମ୍‌କୀୟ ପରିପଥ ର ଉପମାନ
- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁମ୍‌କୀୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା

ଛାତ୍ର ଆତ୍ମ-ଶିକ୍ଷଣ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଷୟ ଶେଷରେ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନର ଉଦାହରଣ ଏବଂ ଆଇସିଟି ରେଫରେନ୍ସ ରହିଛି ଯାହାକି ଆହୁରି କୌତୁହଳ ଏବଂ ସୃଜନଶୀଳତା ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସହ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କରିବ। ଆସାଇନମେଣ୍ଟଗୁଡ଼ିକ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନେକ ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁସରଣ କରି ରୁମ୍‌ର ଟ୍ୟାକ୍ସୋନୋମି ସ୍ତର ବୃଦ୍ଧି କରିବ। ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ପୁସ୍ତକ ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରିମର୍ଶନ ପଠନ ପାଇଁ ଏହି ବିଭାଗରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯାହାକୁ ଜଣେ ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ।

ସମ୍ପର୍କୀୟ ବ୍ୟବହାରିକ ପାଇଁ "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗରେ ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ, ଆଇସିଟି (ICT) ଲିଙ୍କ ସହିତ ଭିଡିଓ ଉତ୍ସ ପାଇଁ କ୍ୟୁଆର(QR) କୋଡ୍ ଦିଆଯାଇଛି। ବିଭାଗଟିରେ ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପଠନର ଏକ ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ସ୍ତରୀୟ ଜଣେ ଅଧିକ ଅଭ୍ୟାସ ଏବଂ ଶିକ୍ଷାବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତାହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ।

## ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁମ୍ପକୀୟତାର ଘଟଣା ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ଅନ୍ତସଂଯୋଜିତ। ବୈଜ୍ଞାନିକ ପରୀକ୍ଷଣ ପ୍ରମାଣ କରିଛି ଯେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ରୁମ୍ପକୀୟ ପ୍ରଭାବ ଉତ୍ପାଦନ କରେ ଏବଂ ଏହାର ବିପରୀତ ରୁମ୍ପକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ। ରୁମ୍ପକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଆବଶ୍ୟକ ସଂଯୋଗ ସୃଷ୍ଟି କରେ। ସମସ୍ତ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋମେକାନିକାଲ୍ ଡିଭାଇସ୍ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଉପକରଣ ମଧ୍ୟରେ ଉଭୟ ଦିଗରେ ଶକ୍ତିର ଅଦଳବଦଳ ପାଇଁ ରୁମ୍ପକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଏହି ଭାଗଟି ରୁମ୍ପକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର, ରୁମ୍ପକୀୟକରଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ, ଇ ଏମ୍ ଏସ୍ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ଏବଂ ସରଳ ରୁମ୍ପକୀୟ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରୁଥିବା ଆଇନ ସହିତ ଜଡ଼ିତ।

## ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ

1. ବିଜ୍ଞାନ: ବିଦ୍ୟୁତ୍, ବୈଦ୍ୟୁତିକ କରେଣ୍ଟର ରୁମ୍ପକୀୟ ପ୍ରଭାବ (ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ)
2. ଗଣିତ: ଦୁଇଟି ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ, କ୍ୱାଡ୍ରାଟିକ୍ ସମୀକରଣରେ ରୈଖିକ ସମୀକରଣର ଯୋଡ଼ି (ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ)  
ଭାଗ ଫଳାଫଳଗୁଡ଼ିକ

ଏହି ଭାଗ ସମାପ୍ତ ହେବା ପରେ, ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ମାନେ ନିମ୍ନ ବିଷୟ ଜାଣିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହେବେ:

- U4-O1: ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ମୌଳିକ ଉପମାନ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ।
- U4-O2: ଏକ ରୁମ୍ପକୀୟ ପରିପଥର ମୌଳିକ ଉପମାନ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ।
- U4-O3: ବିଦ୍ୟୁତ୍-ରୁମ୍ପକୀୟ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନର ନିୟମ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ।
- U4-O4: ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ରୁମ୍ପକୀୟ ପରିପଥ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ।

ଭାଗ 4 ଫଳାଫଳ	ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ଗୁଡ଼ିକ ସହ ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାପିଂ (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସହବନ୍ଧନ 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U4-O1	2	-	-	3	2	2
U4-O2	1	-	-	3	1	2
U4-O3	1	-	-	3	1	3
U4-O4	1	-	-	3	1	1

## ମାଇକେଲ୍ ଫାରାଡେ (1791-1867)

ଇତିହାସର ସବୁଠାରୁ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଭାବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିଜିମ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋକେମିଷ୍ଟ୍ରି ଅଧ୍ୟୟନରେ ଯୋଗଦାନ କରିଥିଲେ। ସେ ଖୁବ୍ କମ୍ ଆନୁଷ୍ଠାନିକ ଶିକ୍ଷା ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ, କିନ୍ତୁ ଜଣେ ବିଚକ୍ଷଣ ପରୀକ୍ଷକ ଥିଲେ ଏବଂ ତାଙ୍କର କରେଣ୍ଟ (Direct Current) ବହନ କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀ ଚାରିପାଖରେ ସୂକ୍ଷ୍ମ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉପରେ ତାଙ୍କର ଅନୁସନ୍ଧାନ, ବିଦ୍ୟୁତ୍-ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଧାରଣା ପାଇଁ ଆଧାର ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିଥିଲା। ଏହି ସଫଳତା ସେତେବେଳେ ଆସିଲା, ଯେତେବେଳେ ଫାରାଡେ ତାଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜାଣିବାକୁ ପାଇଲେ ଯେ ଏକ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ। ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ପରେ ଜେମ୍ସ୍ ଫ୍ୟାଡ୍‌ଲେଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗାଣିତିକ ଭାବରେ ମଡେଲ କରାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଯାହି ବର୍ତ୍ତମାନ ଫାରାଡେଙ୍କ ନିୟମ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା। ଉପରୋକ୍ତ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଫାରାଡେ ବଦ୍ୟୁତିକ ଭାଇନାମୋ ଆବିଷ୍କାର କରିବାକୁ ଆଗେଇଲେ। କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସର ଏସ ଆଇ ଏକକ ତାଙ୍କ ସମ୍ମାନରେ, 'ଫାରାଡ୍' ଭାବରେ ନାମିତ।



### 4.1: ଏକ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ଉପମାନ

#### 4.1.1 ପରିଚୟ

ବିଭିନ୍ନ ନିଷ୍ପିନ୍ଧ ପରିପଥର ଉପାଦାନ, ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ, ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରକାର ଅର୍ଥାତ୍ ସ୍ୱାଧୀନ ଏବଂ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଭୋଲଟେଜ୍ /କରେଣ୍ଟର ଉତ୍ସ ଏବଂ ସିଗନାଲ୍ ର ପ୍ରକାର, ଭାଗ 1 ରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥିଲା। ଏହି ବିଷୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଚାର୍ଜ, କରେଣ୍ଟ, ଭୋଲଟେଜ୍ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ର ମୌଳିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ସମ୍ପର୍କିତ ଶବ୍ଦ ଏବଂ ନିୟମ ସହିତ ଜଡ଼ିତ।

#### 4.1.2 କରେଣ୍ଟ/ଭୋଲ୍ଟେଜ୍ ଏବଂ କ୍ଷମତା/ଶକ୍ତି

##### କରେଣ୍ଟ

ମୌଳିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିମାଣ ହେଉଛି ଚାର୍ଜ। ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି କୁଲୋମ୍ବ(Coulomb)। ସବୁଠାରୁ କମ୍ ପରିମାଣର ଚାର୍ଜ ଯାହା ବିଦ୍ୟମାନ, ତାହା ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ବହନ କରାଯାଉଥିବା ନକାରାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ( $-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) ସହ ସମାନ। ପରମାଣୁରେ ଚାର୍ଜ ବହନ କରୁଥିବା ଅନ୍ୟ କଣିକାଟି ହେଉଛି ପ୍ରୋଟନ୍ ଯାହା ସକରାତ୍ମକ ଭାବରେ ଚାର୍ଜିତ ହୋଇଥାଏ, ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ର ପରିମାଣ ପରି ଏକ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ହେଉଛି ( $+1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ )। ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରବାହ ଏହି ଚାର୍ଜ ହୋଇଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ବହୁ ସଂଖ୍ୟାର ପ୍ରବାହକୁ ନେଇ ଗଠିତ। ବୈଦ୍ୟୁତିକ କରେଣ୍ଟକୁ ଏକ ପୂର୍ବ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଅଞ୍ଚଳ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ଚାର୍ଜର ସମୟ ହାର ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି। ଗାଣିତିକ ରୂପରେ, କରେଣ୍ଟ

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

ଯେଉଁଠାରେ  $\Delta Q$  ହେଉଛି ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପ୍ରସ୍ଥଳେଦ ଅଞ୍ଚଳ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ  $\Delta t$  ସମୟ ମଧ୍ୟରେ। କରେଣ୍ଟର ଏକକ କୁ ଆମ୍ପେର୍(Ampere) କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ 1 ଆମ୍ପେର୍ (Ampere) = 1 Coulomb/1sec

### ଭୋଲଟେଜ୍ (ସମ୍ଭାବ୍ୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ)

ଏକ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ ଗତି କରୁଥିବା ଚାର୍ଜ୍ କରେଣ୍ଟକୁ ଜନ୍ମ ଦେଇଥାଏ। ଧରାଯାଉ ଏକ ପରିପଥରେ ବିନ୍ଦୁ a ରୁ ବିନ୍ଦୁ b କୁ ଏକ ଚାର୍ଜ୍ ଘୁଞ୍ଚାଇବା ପାଇଁ, କିଛି କାର୍ଯ୍ୟ କିମ୍ବା ଶକ୍ତି ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ। ଏକ ଯୁନିଟ୍ ଚାର୍ଜ୍‌କୁ ବିନ୍ଦୁ a ରୁ ବିନ୍ଦୁ b କୁ ଘୁଞ୍ଚାଇବାରେ କରାଯାଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ କୁ ଭୋଲଟେଜ୍ କିମ୍ବା ସମ୍ଭାବ୍ୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ କୁହାଯାଏ। ଭୋଲଟେଜ୍ ଏକକ କୁ 'ଭୋଲ୍ଟ' (Volt) କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ  $1\text{ଭୋଲ୍ଟ (V)} = 1\text{ Joule}/1\text{ Coulomb}$ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ପରି ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ, ମନୋନୀତ ପଥଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ। ଯେପରି ଚିତ୍ର 4.1 (a) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି, ଯଦି a ବିନ୍ଦୁର ଭୋଲଟେଜ୍ b ବିନ୍ଦୁ ଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ତେବେ ଏହା  $V_{ab}$  ଭାବରେ ସୂଚିତ ହୁଏ ଏବଂ ଚାର୍ଜ୍ b ଠାରୁ a କୁ ଗତିକରି କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ କରେ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ହେଉଛି ଚାର୍ଜ୍‌କୁ ମିଳିଥିବା ଶକ୍ତି। ସେହିଭଳି ଯଦି ଚାର୍ଜ୍ a ବିନ୍ଦୁରୁ b ବିନ୍ଦୁକୁ ପଶ୍ଚାତଗତି କରେ, ତେବେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତି ହେଉଛି  $V_{ba} = -V_{ab}$  ଅର୍ଥାତ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ କ୍ଷୟତା a ବିନ୍ଦୁରୁ b ବିନ୍ଦୁ ଦିଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେବ। ଚିତ୍ର 4.1 (b) ଭୋଲଟେଜ୍ ପାର୍ଥକ୍ୟର ବିକଳ୍ପ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରୁଛି।



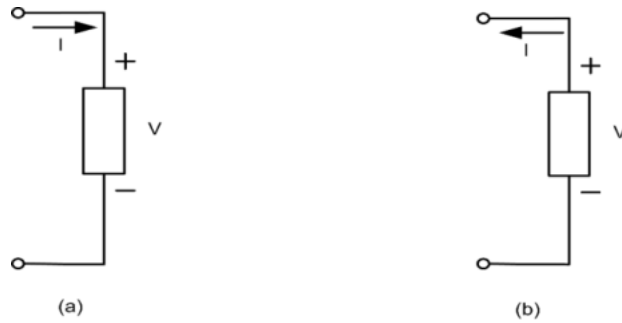
ଚିତ୍ର 4.1.: (କ) ଭୋଲଟେଜ୍ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ (ଖ) ଭୋଲଟେଜ୍ ପାର୍ଥକ୍ୟର ବିକଳ୍ପ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ

### କ୍ଷମତା(Power) ଏବଂ ଶକ୍ତି (Energy)

ଏକକ ସମୟ ପିଛା କରାଯାଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟକୁ ହେଉଛି କ୍ଷମତା। ଏକ ନିଶ୍ଚିତ୍ତ ଉପାଦାନ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ କିମ୍ବା ନିର୍ଗତ ହୋଇଥିବା କ୍ଷମତା ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରାଯାଇପାରିବ।

$$\text{କ୍ଷମତା (Power)} = \frac{\text{Work}}{\text{time}} = \frac{\text{Work}}{\text{charge}} \times \frac{\text{charge}}{\text{time}} = \text{voltage} \times \text{current କିମ୍ବା } P = VI$$

କ୍ଷମତାର ଏକକ ହେଉଛି ଜୁଲ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ (Joule/Second) କିମ୍ବା ୱାଟ୍ (Watt)। ଯଦି ଉଭୟ ଭୋଲଟେଜ୍" (V)" ଏବଂ କରେଣ୍ଟ" (I)" , ସମୟ (t) ସହିତ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ, ତେବେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ଶକ୍ତି ହେଉଛି " $V \cdot I \cdot t$ " ଜୁଲ୍। କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ଭୋଲଟେଜ୍ ଏବଂ କରେଣ୍ଟ ପରି ଏକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ପରିମାଣ। ଯଦି ଚିତ୍ର 4.2 (a) ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଯଦି କରେଣ୍ଟ 'I' ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ତେବେ କ୍ଷମତା ସଂରକ୍ଷିତ ହୁଏ। ନିଶ୍ଚିତ୍ତ ସଙ୍କେତ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ କ୍ଷମତା ନିର୍ଗତ ହୋଇଛି ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଅଥବା ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ଉପାଦାନ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରେ। ଚିତ୍ର 4.2 (b) ଅନୁଯାୟୀ ଯଦି 'I' ଏକ ଉପାଦାନର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନାଳ V ରୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ତେବେ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ କ୍ଷମତା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଅର୍ଥାତ୍ ଉପାଦାନ କ୍ଷମତା ବିତରଣ କରେ।



ଚିତ୍ର 4.2: (କ) ନିର୍ଗତ କ୍ଷମତାର ନିଷ୍ପିନ୍ନ ସଙ୍କେତ (ଖ) ଉତ୍ତନ କ୍ଷମତାର ନିଷ୍ପିନ୍ନ ସଙ୍କେତ

### 4.1.3 ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଶିଳାବଳୀ(Electric Circuit Terminology)

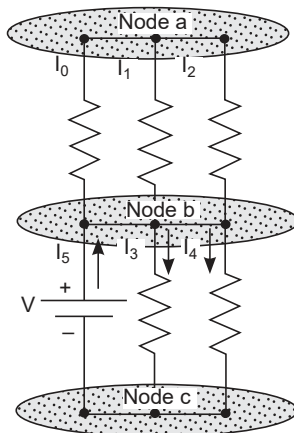
ପରିପଥ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଆନ୍ତଃସଂଯୋଗ, ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା। ନିମ୍ନଲିଖିତ ସଂଜ୍ଞା ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ର କିଛି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଉପମାନକୁ ପରିଚିତ କରେ।

#### ଶାଖା(Branch)

ଏକ ଶାଖା ହେଉଛି ପରିପଥର ଯେକୌଣସି ଅଂଶ ଯାହା ସହିତ ଦୁଇଟି ଚର୍ମିନାଳ ସଂଯୁକ୍ତ। ଏକ ଶାଖା ଏକରୁ ଅଧିକ ପରିପଥ ଉପାଦାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇପାରେ।

#### ସଂଯୋଗବିନ୍ଦୁ (Node)

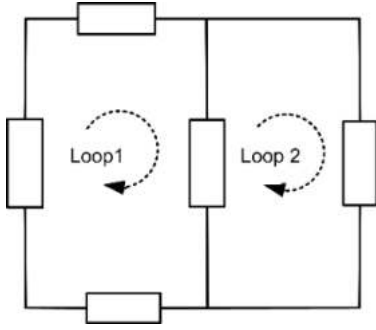
ଏକ ନୋଡ୍ ବା ସଂଯୋଗବିନ୍ଦୁ ହେଉଛି ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ଶାଖାର ଏକ ମିଳନ ବିନ୍ଦୁ। ବାସ୍ତବରେ ଦୁଇଟି କିମ୍ବା ତତୋଧିକ ଶାଖା ଚର୍ମିନାଳର ଯେକୌଣସି ଏକତ୍ର ସଂଯୋଗ ହିଁ ଏକ ନୋଡ୍ ବା ସଂଯୋଗବିନ୍ଦୁ ଗଠନ କରେ। ପରିପଥର ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ନୋଡ୍ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଉପମାନ। ଚିତ୍ର 4.3 ଏକ ଶାଖା ଏବଂ ଶାଖା ମାନଙ୍କର ଆନ୍ତଃସଂଯୋଗ ଦର୍ଶାଉଛି।



ଚିତ୍ର 4.3: ନୋଡ୍ (ସଂଯୋଗବିନ୍ଦୁ)

### ଲୁପ୍ (Loop) ଏବଂ ମେସ୍ (Meshes)

ଏକ ଲୁପ୍ ହେଉଛି ଶାଖାଗୁଡ଼ିକର ଏକ ବନ୍ଦ ସଂଯୋଗ। ଚିତ୍ର 4.4ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେବାପରି ଏକ ମେସ୍ ହେଉଛି ଏକ ଲୁପ୍ ଯେଉଁଥିରେ, ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଲୁପ୍ ନଥାଏ। ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ମେସ୍ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସହାୟକ।



ଚିତ୍ର . 4.4: ମେସ୍

#### 4.1.4 ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ

ଏକ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ବିଶ୍ଳେଷଣ ହେଉଛି ଅଜ୍ଞାତ ଶାଖା କରେଣ୍ଟ ଏବଂ ନୋଡ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା। ଏଥିପାଇଁ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳର ଏକ ସେଟ୍ ଚିହ୍ନଟ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ସମୀକରଣର ଏକ ସେଟ୍ ନିର୍ମାଣ କରିବାକୁ ହେବ। ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣର, ଦୁଇଟି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ମୌଳିକ ନିୟମ ଯଥା'

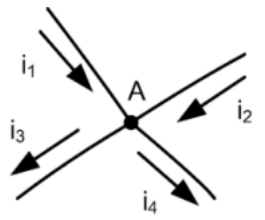
- 1) କିର୍ଚ୍ଚଫଙ୍କ କରେଣ୍ଟ ନିୟମ (kichoff's current law) ଏବଂ
- 2) କିର୍ଚ୍ଚଫଙ୍କ ଭୋଲଟେଜ୍ ନିୟମ (kichoff's voltage law) ବ୍ୟବହାର କରି ସମୀକରଣର ସେଟ୍ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ।

#### କିର୍ଚ୍ଚଫଙ୍କ କରେଣ୍ଟ ନିୟମ (କେସିଏଲ୍) / Kichoff's Current Law (KCL)

କିର୍ଚ୍ଚଫଙ୍କ କରେଣ୍ଟ ନିୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଯେହେତୁ ଚାର୍ଜ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଏହା ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇ ପାରିବ, ତେଣୁ ଏକ ନୋଡ୍ରେ ଥିବା କରେଣ୍ଟର ପରିମାଣ ଶୂନ୍ୟ ହେବ।

$$\sum_{k=1}^{k=N} i_k = 0 \quad \dots(4.1)$$

ଯେଉଁଠାରେ,  $i_k$  ଶାଖା ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ଏକକ କରେଣ୍ଟ। ସମ୍ପ୍ରତି ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ ସହିତ ଚିତ୍ର 4.5ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ନୋଡ୍ ବିଚାର କରନ୍ତୁ। ଯଦି ନୋଡ୍ ପ୍ରବେଶ କରେଣ୍ଟକୁ ବିୟୁତାତ୍ମକ ବୋଲି ଅନୁମାନ କରାଯାଏ ତେବେ ନୋଡ୍କୁ ଛାଡ଼ୁଥିବା କରେଣ୍ଟକୁ ଯୁତାତ୍ମକ ଭାବରେ ବିଚାର କରାଯିବ। କେସିଏଲ୍ (KCL) ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରି, ନୋଡ୍ A ଠାରେ ଫଳାଫଳ ସମୀକରଣ ହେବ।



ଚିତ୍ର.4.5: କେସିଏଲର ଚିତ୍ରଣ

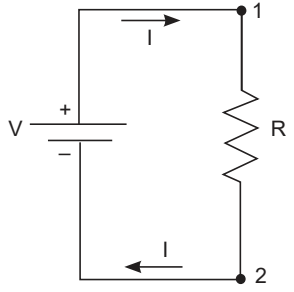
$$i_1 + i_2 + (-i_3) + (-i_4) = 0 \quad \dots(4.2)$$

### କିର୍ଚଫର ଭୋଲଟେଜ୍ ନିୟମ (କେଭିଏଲ୍) / Kichoff's Voltage Law (KVL)

କିର୍ଚଫଙ୍କ ଭୋଲଟେଜ୍ ନିୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ କୌଣସି ଶକ୍ତି ଲୁପ୍‌ଟୁହୁଏ ନାହିଁ କିମ୍ବା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ନାହିଁ। ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ, ଏକ ବନ୍ଦ ପରିପଥ ଉପରେ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ସମସ୍ତ ଭୋଲଟେଜର ରାଶି ଲୋଡ-ଭୋଲଟେଜର ସମକକ୍ଷ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ, ଯାହା ଦ୍ଵାରା ପରିପଥ ଚାରିପାଖରେ ନେଟ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ ଶୂନ୍ୟ ହେବ।

$$\sum_{k=1}^N v_k = 0 \quad \dots(4.3)$$

ଯେଉଁଠାରେ,  $v_k$  ବନ୍ଦ ଲୁପ୍ ପରିପଥର ନିଶ୍ଚିତ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନରେ ଏକକ ଭୋଲଟେଜ୍। କେଭିଏଲ ନିୟମକୁ ଆହୁରି ବୁଝିବା ପାଇଁ, ରେଫରେନ୍ସ ଭୋଲଟେଜର ଧାରଣାକୁ ବୁଝିବା ଆବଶ୍ୟକ। **ଚିତ୍ର 4.6** 1 ଚିହ୍ନିତ ନୋଡ୍ 1 ଏବଂ 2 ସହିତ ଏକ ପରିପଥ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଉଛି। ଯଥାକ୍ରମେ ଅନୁରୂପ ନୋଡ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ ହେଉଛି  $v_1$  ଏବଂ  $v_2$ । ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ନୋଡ୍ 1 କିମ୍ବା 2 ରେଫରେନ୍ସ ନୋଡ୍, ଏବଂ ତାସହିତ ଜଡ଼ିତ ଭୋଲଟେଜକୁ ରେଫରେନ୍ସ ଭୋଲଟେଜ୍ ଭାବରେ ଚୟନ କରାଯାଇପାରିବ। ଉଦାହରଣ ସ୍ଵରୂପ ନିମ୍ନ ଚିତ୍ରରେ, ଯଦି ନୋଡ୍ 2 କୁ ରେଫରେନ୍ସ ନୋଡ୍ ଭାବରେ ଚୟନ କରାଯାଏ, ଯାହା ଭୋଲଟେଜ୍ ଉତ୍ସର ନକାରାତ୍ମକ ଚର୍ଚ୍ଚନା ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ, ତେବେ ନୋଡ୍ 1 ଭୋଲଟେଜ୍  $v_1$  ହେବ  $v_2$  ଭୋଲଟେଜ୍ ଯାହାକି ରେଫରେନ୍ସ ନୋଡ୍ ଭୋଲଟେଜ୍  $v_2$  ଠାରୁ ଅଧିକ। ଗଣନାର ସହଜତା ପାଇଁ ବାସ୍ତବରେ ରେଫରେନ୍ସ ଭୋଲଟେଜ୍ ଶୂନ୍ୟ ଭୋଲ୍ ନ୍ୟସ୍ତ କରାଯାଇଛି।



ଚିତ୍ର 4.6 : ରେଫରେନ୍ସ ନୋଡ୍ ର ଚିତ୍ରଣ

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

ଭୋଲଟେଜ୍ ଉତ୍ସ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ଏକ ପ୍ରଦତ୍ତ କୋଷରେ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଦୁଇଟି ବଲ୍‌ବୁ ସଂଯୋଗ କରି ଏକ ପରିପଥ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ। ଭୋଲଟେଜ୍ ଉତ୍ସରୁ ପ୍ରବାହିତ କରେଣ୍ଟ  $I$  ଏବଂ ବଲ୍‌ବୁ ଦୁଇଟିର କରେଣ୍ଟ  $I_1$  ଏବଂ  $I_2$  କୁ ମାପନ୍ତୁ। KCL ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ।

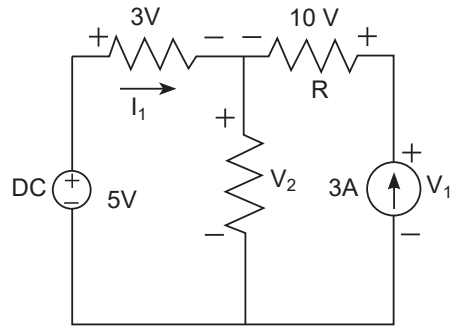
## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 4.1.1:** ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରିପଥ ପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକ R ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ଦକ୍ଷତା ଏବଂ କରେଣ୍ଟର ଉତ୍ସ ଦ୍ୱାରା ବିତରଣ ହୋଇଥିବା ଦକ୍ଷତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ

**ସମାଧାନ:** ମେସ-1ରେ କେଉଁଏଲ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା, କେଉଁଏଲ ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$5 - 3 - V_2 = 0$ , ସମାଧାନ ଦ୍ୱାରା  $V_2 = 2$  V. ବର୍ତ୍ତମାନ ମେସ-2ରେ କେଉଁଏଲ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା, କେଉଁଏଲ ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$V_2 + 10 - V_1 = 0$ .  $V_2$  ର ମୂଲ୍ୟ ବସାଇବା ଦ୍ୱାରା କରେଣ୍ଟ ଉତ୍ସ 3A ଭୋଲଟେଜ  $V_1 = 12$  V



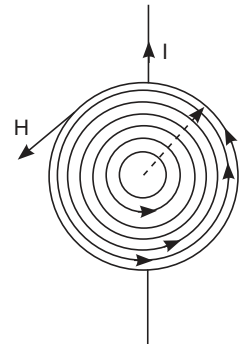
ନିଶ୍ଚିତ ଦକ୍ଷତା ସାଇନ୍ କନଭେନସନ୍ ଅନୁଯାୟୀ, କରେଣ୍ଟ ର ଉତ୍ସ = ଦ୍ୱାରା ବିତରଣ ହୋଇଥିବା ଦକ୍ଷତା =  $12 \times 3 = 36$  W

ପ୍ରତିରୋଧକ R ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କିମ୍ବା ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇଥିବା ଦକ୍ଷତା =  $10 \times 3 = 30$  W

## 4.2 ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥର ଉପମାନ

### 4.2.1 ବୈଦ୍ୟୁତିକ କରେଣ୍ଟର ତୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରଭାବ

ଏକ କରେଣ୍ଟ ବହନକାରୀ ପରିବାହୀଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ବୁଝିବା ପାଇଁ, ଚିତ୍ର 4.7 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି କରେଣ୍ଟ ବହନ କରୁଥିବା ଏକ ଲମ୍ବା ସିଧା ପରିବାହୀ ମାମଲାକୁ ବିଚାର କରନ୍ତୁ। ବୋଲ୍ଟ ତୀର ଦର୍ଶାଏ ଯେ କାଗଜର ପୃଷ୍ଠ ରୁ କରେଣ୍ଟ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି। ଏହି କରେଣ୍ଟ ପରିବାହୀ ଚାରି ପାଖରେ ଥିବା ସ୍ଥାନରେ ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିଥାଏ। ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ବଳ ଉତ୍ତର ମେରୁ ରେ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଯେକୋଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଅନୁଭୂତ ହୋଇପାରିବ। ପରିବାହୀ ଚାରି ପାଖରେ ବୃତ୍ତାକାର ବନ୍ଧ ପଥ ଫ୍ଲକ୍ସର ରେଖା ଭାବରେ ଜଣା ଶୁଣା ଏବଂ ତୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତି ରେଖା ଚାରି ପାଖରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ପାଇଁ ସ୍ୱର୍ଗକାତର। ଫ୍ଲକ୍ସର ଦିଗ ତାହାଣ ହାତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଯେଉଁଠି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଯଦି ପରିବାହୀ କୁ ତାହାଣ ହାତରେ ଜାବୁଡ଼ି ଧରିଥାଅ, ଯେତେବେଳେ କି ବୃତ୍ତାକାର କରେଣ୍ଟ ପ୍ରବାହିତ ଦିଗରେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ଥାଏ, ତେବେ ଫ୍ଲକ୍ସର ଦିଗ ହେବ ଯେଉଁ ଆଡ଼କୁ ଅନ୍ୟ ଚାରିଆଙ୍ଗୁଳି ଏହାକୁ ଘେରି ରହିଥିବ। ଫ୍ଲକ୍ସ ଲାଇନଗୁଡ଼ିକ ପରିବାହୀ ନିକଟରେ ଘନ ଏବଂ ଆମେ ଏଥିରୁ ଦୂରେଇ ଯିବାବେଳେ କମ୍ ଘନ ହୋଇଯାଏ।



ଚିତ୍ର . 4.7: ଏକକ ପରିବାହୀଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ଫ୍ଲକ୍ସ ଲାଇନ୍

### ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ (Magnetizing force)

ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ କିମ୍ବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା  $H$  ପରିବାହୀକୁ ଆବଦ୍ଧ କରୁଥିବା ଫ୍ଲକ୍ସ ଲାଇନର ଭାଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତି ପରିବାହୀ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ କରେଣ୍ଟ ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି। ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ  $r$  ସହିତ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ଫ୍ଲକ୍ସ ଲାଇନ୍ ପାଇଁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା,

$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ A} \quad \dots(4.4)$$

ସମୀକରଣରୁ ଏହା ବୁଝାଯାଏ ଯେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ସାମଗ୍ରୀ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ଏହା ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ନିର୍ମାଣରେ ନିୟୋଜିତ ସାମଗ୍ରୀର ଗୁଣଠାରୁ ସ୍ୱାଧୀନ।

### ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା (Flux density)

ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ସାମଗ୍ରୀର ଗୁଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା ଏବଂ ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ହେଉଛି।

$$B = \mu_0 \mu_r H \quad \frac{Wb}{m^2} \text{ କିମ୍ବା T (ଟେସ୍ଲା)} \quad \dots (4.5)$$

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶାରୀରିକ ମାଧ୍ୟମ ପାଇଁ ମାନଦଣ୍ଡ  $\mu$  ଏକ ଅଦିସ(Scalar) ସ୍କିରାଙ୍କ ଏବଂ ଏହାକୁ ମାଧ୍ୟମର ପର୍ମିଟିବିଲିଟି କୁହାଯାଏ। ଏକ ସାମଗ୍ରୀର ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନର ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ଉପରେ  $\mu_0$  ଏବଂ ଆପେକ୍ଷିକ ପର୍ମିଟିବିଲିଟି  $\mu_r$  ର ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନର ପର୍ମିଟିବିଲିଟି  $= 4\pi \times 10^7$  ଆପେକ୍ଷିକ ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ମାଧ୍ୟମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ଏହାର ପରିମାଣ ସାମଗ୍ରୀର ଚୁମ୍ବକୀୟ ଗୁଣର ମାପକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ। ପର୍ମିଟିବିଲିଟିର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ ବଡ଼ ହେବ, ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ସଂରଚନାରେ ଏକ ବଡ଼ ଫ୍ଲକ୍ସ

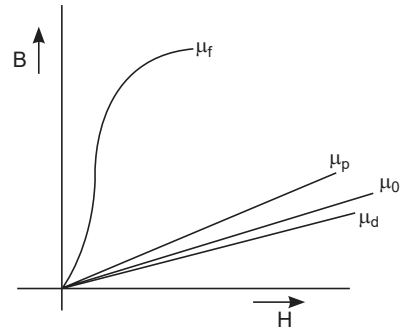


ଘନତା ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ କରେଣ୍ଟ ସେତେ କମ୍ ହେବ। ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ଏକକ ଦିଆଯାଇଛି  $\frac{Wb}{A-m}$  ଚିତ୍ର

4.8 ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ଦର୍ଶାଉଛି। ସବୁଠାରୁ ଦର୍ଶାଏ ଯେ ସାମଗ୍ରୀ ଟି ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍, ପାରାମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍, ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ କିମ୍ବା ଡାଇମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ କି ନୁହେଁ।

**ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ (magnetomotive force: MMF)**

ଏକକ ପରିବାହୀ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସେତେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ନୁହେଁ। ଏକ ପରିବାହୀକୁ N ଥର ଶକ୍ତ ଭାବରେ ଗୁଡ଼ା ଯାଇଥିବା କୁଣ୍ଡଳିର ଆକୃତି ଦେଇ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଇପାରିବ। ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥା ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ଭାବରେ ଫୁଲ୍ଲ ଲାଇନ N ଫୋଲ୍ଡ ଦ୍ୱାରା ସଂଯୁକ୍ତ କରେଷ୍ଟକୁ ବଢ଼ାଇଥାଏ। ଉତ୍ପାଦ N . I ର ଗୁଣ ଫଳକୁ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋ ମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ଆମ୍ପେର୍-ଟର୍ନ (AT)। **ଚିତ୍ର 4.9** ଦର୍ଶାଏ ଯେ ଏକ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ରିଙ୍ଗ ଆକୃତିର ସାମଗ୍ରୀ ଯାହାର ଗୋଲାକାର ପ୍ରସ୍ତକ୍ଷେପ(Cross Section area) ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ ହୋଇଛି ଏବଂ ଯାହାର N ଟର୍ନ ଅଛି ଏବଂ କରେଷ୍ଟ I ବହନ କରୁଛି। ତୁମ୍ବକୀୟ କୋରରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଫୁଲ୍ଲ ଯାହା ଆକୃତିରେ ବୃତ୍ତାକାର ଉକ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟବେଶିତ ହେତୁ ଫୁଲ୍ଲ ଲାଇନର ପ୍ରମୁଖ ଅଂଶ କୋର ଦେଇ ଗତିକରେ । ଫୁଲ୍ଲ ଲାଇନର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଅଂଶ ଯାହା ବାୟୁ ଦେଇ ଗତି କରେ ତାହା ‘ଲିକେଜ୍ ଫୁଲ୍ଲ’ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା।



**ଚିତ୍ର 4.8:** ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ତୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ବି-ଏଚ୍ ବକ୍ର

**4.2.2 ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ (Magnetic Circuits)**

ଚିତ୍ର .4.10 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ବୃତ୍ତାକାର ପ୍ରସ୍ତକ୍ଷେପ ଅଞ୍ଚଳର ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ତୁମ୍ବକୀୟ କୋର୍ ସଂରଚନାଏକ ସମକକ୍ଷ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ମାଧ୍ୟମରେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଇପାରିବ। ଏହି ପରିପଥ ପାଇଁ ଫୁଲ୍ଲ ଘନତା ସମୀକରଣ ହେଉଛି

**4.2.2 ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ (Magnetic Circuits)**

ଚିତ୍ର .4.10 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ବୃତ୍ତାକାର ପ୍ରସ୍ତକ୍ଷେପ ଅଞ୍ଚଳର ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ତୁମ୍ବକୀୟ କୋର୍ ସଂରଚନାଏକ ସମକକ୍ଷ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ମାଧ୍ୟମରେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଇପାରିବ। ଏହି ପରିପଥ ପାଇଁ ଫୁଲ୍ଲ ଘନତା ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$B = \frac{\mu NI}{l} \tag{4.6}$$

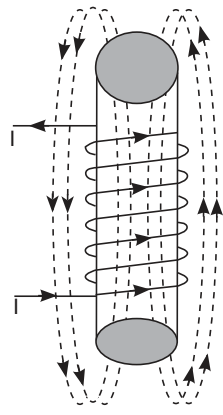
ଯେଉଁଠାରେ l ଫୁଲ୍ଲର ପଥର ହାରାହାରି ଦୈର୍ଘ୍ୟ। ସେହିଭଳି, ଫୁଲ୍ଲ ଘନତାକୁ ମଧ୍ୟ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ପରିପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ।

$$B = \frac{\phi}{A} \tag{4.7}$$

ଯେଉଁଠାରେ A ହେଉଛି ବିଦ୍ୟୁତ୍-ତୁମ୍ବକୀୟ ସଂରଚନାର ପ୍ରସ୍ତକ୍ଷେପ କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ଏହା ଫୁଲ୍ଲ ଲାଇନର ଦିଗ ସହିତ ସମକୋଣୀ।

ଫୁଲ୍ଲ ଘନତା ସମୀକରଣ, (4.6) ଏବଂ (4.7) କୁ ସମାନ କରିବା ଦ୍ୱାରା

$$NI = \phi \frac{l}{\mu A} \tag{4.8}$$

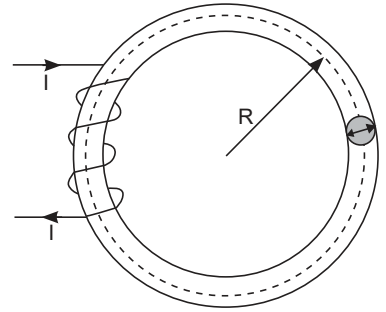


**ଚିତ୍ର 4.9:** ଫୁଲ୍ଲ  
...(4.6)

ଶବ୍ଦ  $\frac{l}{\mu A}$  ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥର ପ୍ରତିରୋଧ(Reluctance) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ଏହା R ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ।

**କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ (activity)**

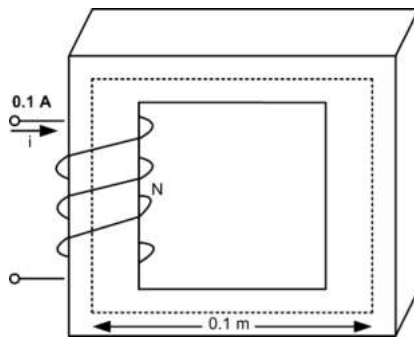
ଆବୃତ୍ତି ବିହୀନ ଏକକ ତମ୍ବାର ପରିବାହୀ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ବହୁ ଚର୍ମ କୁଣ୍ଡଳୀ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ। ଚର୍ମନାଲ 1 ଏବଂ 2 ଭାବରେ କୁଣ୍ଡଳୀର ଦୁଇଟି ମୁଣ୍ଡକୁ ଚିହ୍ନିତ କରନ୍ତୁ। ସିରିକ୍ରେ ଏକ ସ୍କାଲଡର୍ ସୁଇଚ୍ ମାଧ୍ୟମରେ ଚର୍ମନାଲ 1 ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ପୋଲାରିଟି ସହିତ ଏକ 9 V ସେଲ୍ ଯୋଡ଼ନ୍ତୁ। ସେଲର ବିଦ୍ୟୁତାତ୍ମକ ପୋଲାରିଟି ସହିତ ଚର୍ମନାଲ 2 ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ। କୁଣ୍ଡଳୀ ପାଖକୁ ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କମ୍ପାସ୍ ଆଣନ୍ତୁ ଏବଂ ସ୍କାଲଡର୍ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ। କମ୍ପାସ୍ N-S ପୋଲ୍ ଛୁଞ୍ଚିର ଛିତି ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ। ବର୍ତ୍ତମାନ ଚର୍ମନାଲର ପୋଲାରିଟି ଓଲଟା କରନ୍ତୁ ଏବଂ N-S ପୋଲ୍ କମ୍ପାସ୍ ଛୁଞ୍ଚିର ଛିତି ପରଖନ୍ତୁ। କରାଯାଇଥିବା ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଉପରେ ମନ୍ତବ୍ୟ ଦିଅନ୍ତୁ।



ଚିତ୍ର.4.10: ରୋମାଞ୍ଚକର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀର ରିଲ୍

**ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ**

ଉଦାହରଣ 4.2.1: ପ୍ରସ୍ତୁତ ଅଞ୍ଚଳ  $A = 0.0001 \text{ m}^2$  ଦିଆଯାଇଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ ସଂରଚନା ପାଇଁ ଫ୍ଲକ୍ସ, ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ଗଣନା କରନ୍ତୁ  $N = 500$  ଚର୍ମ,  $\mu_r = 1000$ ।



ସମାଧାନ: ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋ ମୋଟିଭ ଫୋର୍ସ  $F = N_i = 500 \times 0.1 = 50 \text{ AT}$

ଚୁମ୍ବକୀୟ କୋରର ହାରାହାରି ଦୈର୍ଘ୍ୟ  $l_c = 4 \times 0.1 = 0.4 \text{ m}$

$$\text{ପ୍ରତିରୋଧ } R = \frac{l_c}{\mu_0 \mu_r A} = \frac{0.4}{1000 \times 0.0001 \times 4\pi \times 10^{-7}} = 2.865 \times 10^6 \text{ AT/Wb}$$

$$\text{ଫ୍ଲକ୍ସ } \phi = \frac{F}{R} = \frac{50}{2.865 \times 10^6} = 1.75 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

$$\text{ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା } B = \frac{\phi}{A} = 0.175 \text{ Wb/m}^2$$

### 4.3 ବିଦ୍ୟୁତ୍ ତୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (Elocotromagnetic Induction)

#### 4.3.1 ଫାରାଡେଙ୍କ ନିୟମ (Fraday's Law)

ଯେତେବେଳେ ତୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi$  ପୃଷ୍ଠ ଦେଇ ଗତି କରେ ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ରର ପରିମାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ସେତେବେଳେ ପୃଷ୍ଠର ରୂପରେଖ ସହିତ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ହୁଏ। ଫାରାଡେଙ୍କ ନିୟମ ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଏକ ସମୟ ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ଫ୍ଲକ୍ସ ଏକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ କିମ୍ବା EMF ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଏବଂ ଏହାର ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$e = -\frac{d\phi}{dt} \quad \dots(4.9)$$

କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ ଶବ୍ଦରେ ଯଦି ପୃଷ୍ଠକ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ଏକ ପତଳା  $N$  ଟର୍ନ୍ କଏଲ୍ ରଖାଯାଏ ତେବେ ଏଥିରେ ଏକ EMF ପ୍ରେରିତ ହୁଏ, ଯାହା ନିମ୍ନ ସମୀକରଣରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

$$= -N \frac{d\phi}{dt} = -\frac{d\lambda}{dt} \quad \dots(4.10)$$

ଯେଉଁଠାରେ  $\lambda = N\phi =$  କୁଣ୍ଡଳୀର ଫ୍ଲକ୍ସ ଲିଙ୍କେଜ୍।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାଳକ ସଙ୍କେତର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ EMF କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଏକ କରେଣ୍ଟ ପ୍ରବାହିତ କରିବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତି କରିବ ଯାହା ଫ୍ଲକ୍ସରେ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରିବ। ଏହି ନିୟମ ଲେଖିକ ନିୟମ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା। ପ୍ରେରିତ EMF ର ପୋଲାରିଟି ଶାରୀରିକ ବିଚାରରୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରାଯାଇପାରିବ ତେଣୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାଳକ ସଙ୍କେତ ପ୍ରେରିତ EMF ସମୀକରଣରୁ ବାଦ ଦିଆଯାଇପାରିବ।

ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀର ଫ୍ଲକ୍ସ ଲିଙ୍କେଜ୍ ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟରେ ହୋଇପାରେ।

- କେସ୍ -1: ଫ୍ଲକ୍ସର ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥିର ଏବଂ ଏହା ତୁଳନାରେ କୁଣ୍ଡଳୀ ଗତି କରେ।
- କେସ୍ -2: କଏଲ୍ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ଏବଂ ଏହା ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହୀତ ଫ୍ଲକ୍ସ ତୀବ୍ରତାରେ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ (ଫ୍ଲକ୍ସ ସ୍ଥଳନ)
- କେସ୍ -3: ଫ୍ଲକ୍ସ ଏବଂ କଏଲ୍ ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଏକତ୍ର ଘଟେ ଅର୍ଥାତ୍ ଗତିଶୀଳ କୁଣ୍ଡଳୀର ଏକ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଫ୍ଲକ୍ସ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ।



କେସ୍ -1 ରେ, ଫ୍ଲକ୍ସ କାଟିବା ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ, ଯେଉଁଠାରେ  $I$  ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଗୋଟିଏ ପରିବାହୀରେ  $v$  ପରିବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ପ୍ରେରିତ EMF ରେ ଏକ  $B$  ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ସହିତ ଏକ ସ୍ଥିର ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର କାଟିବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ EMF।

$$e = Blv \text{ volts} \quad \dots(4.11)$$

ଯେଉଁଠାରେ  $l$  ମିଟରରେ ଅଛି,  $v$  ସେକେଣ୍ଡ ପିଛା ମିଟରରେ ଏବଂ  $B$  ବର୍ଗ ମିଟର ପ୍ରତି ଖେବର ସହିତ ସମାନ। ଏହି ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ EMF ତାଲନାମିକ କିମ୍ବା ଗତିଶୀଳ EMF ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା। ଗତିଶୀଳ EMF ସର୍ବଦା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋମୋଟିଭାଲ୍ ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରଣ ସହିତ ଜଡ଼ିତ। ଫ୍ଲୋମିଂକ୍ ତାହାଣ ହାତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା EMFର ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇପାରିବ।

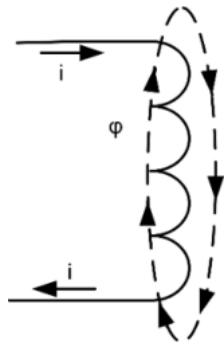
କେସ୍ -2ରେ, ଏକ ସ୍ଥିର କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ EMF ରୁଦ୍ଧକାନ୍ଦ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମୟଭିତ୍ତିକ ପରିବର୍ତନ ହେତୁ ହୋଇଥାଏ। କୌଣସି ଗତି ଜଡ଼ିତ ନାହିଁ ଏବଂ କୌଣସି ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତର ନାହିଁ। ତେଣୁ ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ EMF ସ୍ଥିର ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ EMF କିମ୍ବା ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର EMF ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ଏହା ସମୀକରଣ 4.9 ସହିତ ସମାନ।

କେସ୍ -3ରେ ଉଭୟ EMF ଅର୍ଥାତ୍ ଗତିଶୀଳ EMF ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର EMF କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ।

### 4.3.2 ଆତ୍ମ ଏବଂ ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (Self and Mutual Inductance)

#### ଆତ୍ମ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (Self Inductance)

ଆତ୍ମ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ସମାନ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରବାହିତ ଏକ କରେଣ୍ଟ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ରୁଦ୍ଧକାନ୍ଦ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ସେହି ଏକା କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ ଭୋଲଟେଜ୍ ମାପ କରେ। ଚିତ୍ର 4.11ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି  $N$  ଟର୍ନ୍ ଥିବା ଏବଂ କରେଣ୍ଟ  $I$  ବହନ କରୁଥିବା ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ବିଚାର କରନ୍ତୁ।



ଚିତ୍ର 4.11: ଆତ୍ମ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା

କୁଣ୍ଡଳୀ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi$  କୁଣ୍ଡଳୀର ମୋଡ଼ ସହ ସଂଯୋଗ ହୁଏ।  $\phi$  ଏକା ଡା'ପରେ ଫାରାଡେଜ୍ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରେରିତ EMF ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ।

$$e = N \frac{d\phi}{dt} \text{ volts} = N \frac{d\phi}{di} \cdot \frac{di}{dt} = N \frac{d\phi}{di} = L \frac{di}{dt} \dots(4.12)$$

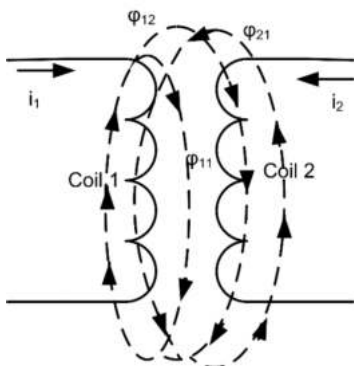
ଯେଉଁଠାରେ  $L = N \frac{d\phi}{i}$   $L$ କୁ କୁଣ୍ଡଳୀର ଆତ୍ମ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି H (ହେନେରୀ)।

ଚିତ୍ର 4.8 ଏକ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀ ପାଇଁ ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା

B-H ବକ୍ର ଅଣରୈଖିକ ହୋଇଥିବାରୁ, ଆତ୍ମ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ବକ୍ରରେ ଏକ ଅପରେଟିଂ ବିନ୍ଦୁ ଚାରିପାଖରେ ବର୍ଦ୍ଧିତ ପରିବର୍ତନ ସହିତ ଅନୁରୂପ ଏକ ବର୍ଦ୍ଧିତ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ମେଳ ଖାଏ।

ରୈଖିକ B-H ବକ୍ର ଥିବା ରୁଦ୍ଧକାନ୍ଦ ସାମଗ୍ରୀର, ଆତ୍ମ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ।

$$L = \frac{d\phi}{i} = \frac{\lambda}{i} H$$



ଚିତ୍ର . 4.12: ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା

କୌଣସି ଫ୍ଲକ୍ସ ଲିକେଜ୍ ନଥିବା ଅନୁମାନ କରି, ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣକୁ  $N$  ସ୍ୱାରା ଲବ ଏବଂ ହର ରେ ଗୁଣନକରି ପୁନଃଲିଖିତ କରାଯାଇପାରିବ, ଯେପରି କି

$$L = \frac{N^2 \phi}{Ni}$$

ସମୀକରଣରୁ ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi$  ମୂଲ୍ୟ କୁ ବଦଳାଇ, ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣକୁ ପୁନଃଲିଖିତ କରାଯାଇପାରିବ।

$$L = N^2 \mu \frac{A}{l} = \frac{N^2}{R} \quad \dots(4.13)$$

ଆମ୍ଭ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନର ଏକକ ହେଉଛି ହେନେରୀ ଏବଂ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀର ଆମ୍ଭ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା କେବଳ ଜ୍ୟାମିତି, ରୁମ୍ଭକାୟ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଥାୟୀତ୍ୱ ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀର ମୋଡ଼ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ।

### ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (Mutual Inductance)

ଯେତେବେଳେ ଦୁଇଟି କୁଣ୍ଡଳୀ ଏକ ସାଧାରଣ କୋରରେ ସ୍ଥାପିତ ହୁଏ କିମ୍ବା ପରସ୍ପର ର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ରଖାଯାଏ, ଗୋଟିଏ କୁଣ୍ଡଳୀ ସ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ଫ୍ଲକ୍ସର ଏକ ଅଂଶ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ଚିତ୍ର 4.12 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ସଂଯୋଗ କରେ। ଦୁଇଟି ପଡ଼ୋଶୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ରୁମ୍ଭକାୟ ଗଟବନ୍ଧନ ଥାଏ ଏବଂ ଏହା ପାରସ୍ପରିକ ଅନ୍ତପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ର ଧାରଣାକୁ ଜନ୍ମଦିଏ।

ଧରାଯାଉ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଟର୍ନ୍  $N$  କୁଣ୍ଡଳୀ 1 ଏବଂ 2 ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା କରେକ୍ଟକୁ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ  $i_1$  ଏବଂ  $i_2$ । କୁଣ୍ଡଳୀ 1ରେ କରେକ୍ଟ  $i_2$  ସ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ମୋଟ ଫ୍ଲକ୍ସ ହେଉଛି  $\phi_{12}$  ଏହି ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi_{12}$  ର  $\phi_{12}$  ଏକ ଅଂଶ ସେହିପରି କୁଣ୍ଡଳୀ 2 ରେ କରେକ୍ଟ  $i_2$  ସ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ମୋଟ ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi_{21}$  ଏକ ଅଂଶ  $\phi_{21}$  କୁଣ୍ଡଳୀ 1 ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି।

ତା'ପରେ କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକର ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ହେଉଛି ।

$$M_{12} = N \frac{d\phi_{12}}{dt} = \frac{\lambda_{12}}{i_1} H \quad \dots(4.14)$$

$$M_{21} = N \frac{d\phi_{21}}{dt} = \frac{\lambda_{21}}{i_2} H \quad \dots(4.15)$$

ନିବିଡ଼ ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀ ପାଇଁ କୌଣସି ଫ୍ଲକ୍ସ ଲିକେଜ୍ ନାହିଁ ଏବଂ ତେଣୁ  $M_{12} = M_{21} = M$  ପାରସ୍ପରିକ ଅନ୍ତପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ଏକକ ମଧ୍ୟ ହେନେରୀ।



## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 4.3.1:** ଏକ ଲମ୍ବା ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକ ଶେଷରେ ମୋଟ ଫ୍ଲକ୍ସ ହେଉଛି  $500 \times 10^{-6}$  Wb। ଦଣ୍ଡ ଚୁମ୍ବକର ଶେଷକୁ 1/10 ସେକେଣ୍ଡର 1000 ତମ୍ବା କୁଣ୍ଡଳୀ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରତ୍ୟାହାର କରାଯାଏ। କୁଣ୍ଡଳୀର ଶେଷଭାଗରେ ଉତ୍ପନ୍ନ EMF ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।

ସମାଧାନ: ପାରାଡେଜ୍ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ 
$$= \frac{Nd\phi}{dt}$$

$$N = 1000 \text{ ଏବଂ } \frac{d\phi}{dt} = \frac{500 \times 10^{-6}}{1/10} = 5000 \times 10^{-6}$$

$$e = 1000 \times 5000 \times 10^{-6} = 5V$$

**ଉଦାହରଣ 4.3.2:** ଏକ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଆଇରନ୍ ଯାହା 60 ମିମି ବ୍ୟାସର ଚ୍ୟୁବରେ 3000 ଟର୍ଣ୍ଣ ସହିତ 1000 ମିମି ଲମ୍ବର ଏକ ଲମ୍ବା ସୋଲେନୋଇଡ୍ ଏହାର ଆତ୍ମପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ:  $N = 3000$  ]  $l = 1000 = 1 \text{ m}$

ପ୍ରସ୍ତକ୍ଷେପ କ୍ଷେତ୍ର 
$$= \pi \frac{0.060^2}{4} = 2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

ଆତ୍ମ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା  $L = N^2 \mu \frac{A}{l}$  ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ପର୍ମିଏବିଲିଟି ହେଉଛି 5000।

ଆତ୍ମ- ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ମୂଲ୍ୟ  $L = 3000 \times 3000 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 5000 \times \frac{2.83 \times 10^{-3}}{1} = 160 \text{ H}$

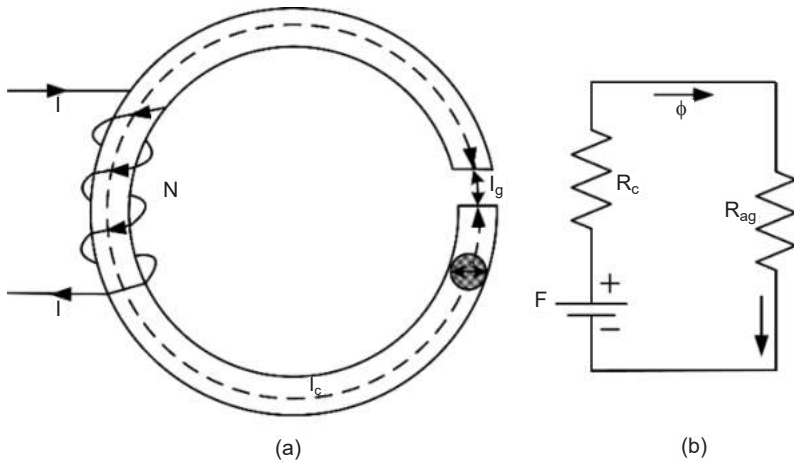
### 4.4 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପତା

ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ସହିତ ସମାନ। ଅନୁରୂପ ପରିମାଣ ଗୁଡ଼ିକ ସାରଣୀ 4.1ରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ ହୋଇଛି।

ସାରଣୀ 4.1: ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପତା

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିମାଣ	ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିମାଣ
ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ତୀବ୍ରତା E, V/m	ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ତୀବ୍ରତା H, A-T /m
ଭୋଲଟେଜ୍ V, Volt(V)	ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋମୋଟିଭ ଫୋର୍ସ F, AT
କରେଣ୍ଟ I, Amper(A)	ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ $\phi$ , Wb
କରେଣ୍ଟ ଘନତା J, A/m <sup>2</sup>	ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା B Wb/m <sup>2</sup>
ପ୍ରତିରୋଧ R,	ପ୍ରତିରୋଧ, R, -AT/Wb

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ପାଇଁ କିର୍ଚଫଙ୍କ ନିୟମ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ପାଇଁ ସମାନ ଭାବରେ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ। KVL କୁ ଏକ ମେସୁ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋମୋଟିଭ ଫୋର୍ସ (ଏମଏମଏଫ) ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି ଯାହା ମେସର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶରେ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇଥିବା ଏମଏମଏଫ ସହିତ ସମାନ। ସେହିଭଳି, KCL ନିୟମକୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଉପାଦାନର ଜଳସନରେ ଆସୁଥିବା ଏବଂ ବହିର୍ଗମନ ଫ୍ଲକ୍ସ ସମାନ ବୋଲି ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି। ଚିତ୍ର ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ 4.13(A) ଆନୁମାନିକ ତା ସହିତ ଏକ ସିରିଜ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ଭାବରେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଇପାରିବ ଯାହାର ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ଆନୁମାନିକ ଉଭୟ ଚୁମ୍ବକୀୟ କୋର୍ ଏବଂ ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ହେବ। ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଅନୁରୂପ ଚିତ୍ର 4.13(B) ରେ ଦେଖାଯାଏ। ସିରିଜ୍ ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟି ଚୁମ୍ବକୀୟ ଉପାଦାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରତିରୋଧ୍ଯ ଯଥା କ୍ରମେ  $R_c$  ଏବଂ  $R_{ag}$ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏହାର ମଧ୍ୟମ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ମେଳ ଖାଉଛି।



ଚିତ୍ର 4.13: (A) ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ସହିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କୋର୍ (B) ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଅନୁରୂପ

ମଧ୍ୟମ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କୋରର ପ୍ରତିରୋଧ୍ଯ  $R_c$ , ଯେଉଁଠାରେ  $R_c = \frac{l_c}{\mu_o \mu_r A}$

ଏବଂ ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନର ପ୍ରତିରୋଧ୍ଯ ହାରା ହେଉଛି  $R_{ag} = \frac{l_{ag}}{\mu_o \mu_r A}$

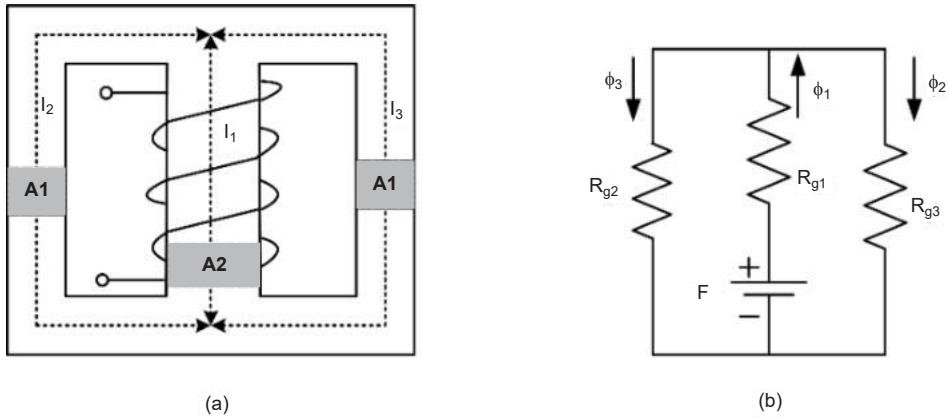
ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନରେ ଫ୍ରିଙ୍କ୍ ହିସାବକୁ ନନେଲେ ସମୁଦାୟ ପ୍ରତିରୋଧ୍ଯ  $R = R_c + R_{ag}$

ପରିପଥରେ ଥିବା ଫ୍ଲକ୍ସ ହେଉଛି  $\phi = \frac{F}{R}$

ଯେଉଁଠାରେ  $F = N_i$

ଏକ ସମାନ୍ତରାଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ଏବଂ ଏହାର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପମା ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 4.14 (କ) ଏବଂ (ଖ)ରେ ଦିଆଯାଇଛି।





ଚିତ୍ର 4.14: (A) ତିନୋଟି ଅଙ୍ଗ ବିଶିଷ୍ଟ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର (B) ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଅନୁରୂପ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ଲୁହା କଣ୍ଟାରେ ଛିର ସଂଖ୍ୟକ ଚର୍ନ୍ ସହିତ କୁଣ୍ଡଳୀ ଗୁଡ଼ାଇ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକ ତିଆରି କରନ୍ତୁ।

କେସ୍ -1. ସିରିଜ୍ ରେ ଦୁଇଟି 1.5 ଭୋଲ୍ଟ ସେଲ୍ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଏହାକୁ ଏକ ସ୍କାଇଡର୍ ସୁଇଚ୍ ମାଧ୍ୟମରେ କୁଣ୍ଡଳୀ ର ଚର୍ନ୍ନାଲ୍ ରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ। କୁଣ୍ଡଳୀ ନିକଟରେ କିଛି ଲୁହାର ପିନ୍ ରଖନ୍ତୁ। ସ୍କାଇଡର୍ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ।

କେସ୍ -2. ସମାନ ପ୍ରକ୍ରିୟାପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ 3 v ସେଲ୍ କୁ 9 v ବ୍ୟାଟେରୀ ଦ୍ଵାରା ବଦଳାଇ। କେସ୍ -1 ଏବଂ 2 ପାଇଁ ସମସ୍ତ ପିନ୍ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତିର ପ୍ରଭାବ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଆବଶ୍ୟକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ନିଅନ୍ତୁ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

ଉଦାହରଣ 4.3.1: ଏକ ଲୁହା ରିଜ୍ ଯାହା 140 ସେମି ର ପରିଧି ଏବଂ 12 ସେମି ପ୍ରସ୍ଥରେ ଅଞ୍ଚଳ ସହିତ ଏକ ତାରର 500 ଗୁଡ଼ା ହୋଇଛି। ଯେତେବେଳେ ଯୋଗାଣ କରେଣ୍ଟ 2 A, ଫ୍ଲକ୍ସ 1.2 mWb ବୋଲି ଜଣାପଡ଼ିଛି। ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।

ଦିଆଯାଇଛି ସମାଧାନ :  $\phi = \frac{F}{R}$  ]  $F = NI = 500 \times 2 = 1000$  ଏବଂ ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi = 1.2 \times 10^{-3}$  Wb.

$$R = \frac{1000}{1.2 \times 10^{-3}} = 833.33 \times 10^3 \quad R = \frac{l}{\mu_0 \mu_r A},$$

ଏହାର ମଧ୍ୟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ  $l = 1.4$  m ଏବଂ  $A = 12 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>-

ଉପରୋକ୍ତ ମୂଲ୍ୟକୁ ବଦଳାଇବା, ଆମେ ପାଇଥାଉ

$$833.33 \times 10^3 = \frac{1.4}{12 \times 10^{-4} \times \mu_r \times 4\pi \times 10^{-7}} \quad \mu_r = 1114.69$$

## ଭାଗ ସାରାଂଶ

- ମୌଳିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିମାଣକୁ ଚାର୍ଜ କୁହାଯାଏ
- ଚାର୍ଜ ହୋଇଥିବା କଣିକାର ବହୁ ସଂଖ୍ୟାରେ ପ୍ରବାହର ଫଳାଫଳ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କରେଣ୍ଟରେ ହୁଏ।
- ଏକ ଏକକ ଚାର୍ଜକୁ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇବାରେ କରାଯାଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଭୋଲଟେଜ୍ କିମ୍ବା ବୈଦ୍ୟୁତ ବିଭାଗ ପାର୍ଥକ୍ୟ କୁହାଯାଏ।
- ଏକକ ସମୟ ପ୍ରତି କରାଯାଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି କ୍ଷମତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି
- ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏବଂ ସକ୍ରିୟ ପରିପଥ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଅନ୍ତସଂଯୋଗ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା।
- ଏକ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ର ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ସବୁଠାରୁ ସାଧାରଣ ପରିପଥ ଶବ୍ଦଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଶାଖା, ନୋଡ୍ ମେସ୍ ଏବଂ ଲୁପ୍।
- ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ମୌଳିକ ନିୟମ ହେଉଛି KCL ଏବଂ KBL।
- ଏକ କରେଣ୍ଟ ପରିବହନକାରୀ ପରିବାହୀ, ପରିବାହୀକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରେ
- ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ଏକ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ଫର୍ମେବିଲିଟି ଏବଂ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ।
- ଆପେକ୍ଷିକ ଫର୍ମେବିଲିଟି ଏକ ସାମଗ୍ରୀର ତୁମ୍ବକୀୟ ଗୁଣର ମାପକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଏବଂ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍, ଡାଏମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ଏବଂ ପାରାମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପଦାର୍ଥ ଭାବରେ ବର୍ଗୀକୃତ କରେ।
- ସମୟ ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ଫ୍ଲକ୍ସ ଏକ ପରିବାହୀ କିମ୍ବା କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଏକ EMF ପ୍ରେରିତ କରେ ଏବଂ ଏହାର ପରିମାଣ ଫ୍ଲକ୍ସ ପରିବର୍ତ୍ତନ ର ହାର ଏବଂ ପରିବାହୀ ଚର୍ଚ୍ଚ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ।
- ସମାନ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରବାହିତ ଏକ କରେଣ୍ଟ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆତ୍ମପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରେରିତ ଭୋଲଟେଜ୍ କୁ ମାପ କରେ।
- ପାରସ୍ପରିକ ଫ୍ଲକ୍ସ ଦୁଇ ପଡ଼ୋଶୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ମଧ୍ୟରେ ତୁମ୍ବକୀୟ ଗଠବନ୍ଧନ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ସେହି ଅନୁଯାୟୀ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି କିମ୍ବା ଭିଲ୍ଲା ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀ ଭାବରେ ବର୍ଗୀକୃତ ହୁଏ।
- ଆତ୍ମ ଏବଂ ପାରସ୍ପରିକ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତତାର ଏକକ ହେଉଛି ହେନେରୀ।
- ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ପରି ସମାନ ଏବଂ କିର୍ଚ୍ଚ ଳ ନିୟମ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ପାଇଁ ସମାନ ଭାବରେ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ।
- ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ କୋରର ପ୍ରତିରୋଧ ସିଧାସଳଖ ମୂଳ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ସମାନୁପାତିକ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରସ୍ତରେଣ କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତିକ।

## ଅଭ୍ୟାସ

### ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

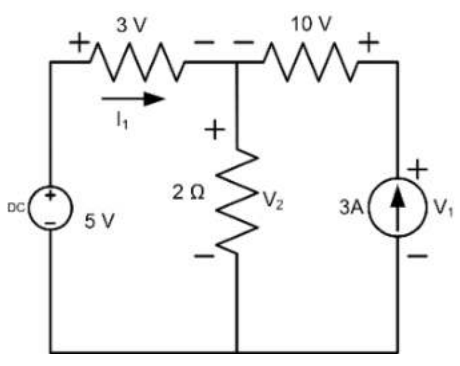
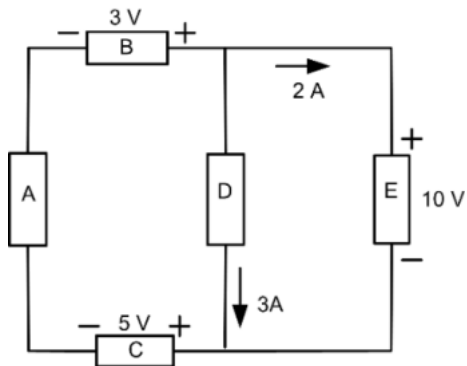
ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ।

କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ବହୁ ପସନ୍ଦର ପ୍ରଶ୍ନ	କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ବହୁ ପସନ୍ଦର ପ୍ରଶ୍ନ
4.1	<p>ନିମ୍ନଲିଖିତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ସ୍ଥିର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଉତ୍ପତ୍ତି ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ଏକ ସ୍ଥାୟୀ ଚୁମ୍ବକ</li> <li>2. ସମାନ ବେଗରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା ଏକ ଚାର୍ଜହୋଇଥିବା ଡିସ୍କ</li> <li>3. ଏକ ଉଦ୍‌ଘାତ ଚାର୍ଜ</li> <li>4. ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ଯାହା ସମୟ ସହିତ ରୈଖିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. କେବଳ 1, 3 ଏବଂ 4</li> <li>b. କେବଳ 3 ଏବଂ 4</li> <li>c. 1, 2, 3 ଏବଂ 4</li> <li>d. କେବଳ 1, 2 ଏବଂ 4</li> </ol> </li> </ol>	4.4	<p>ଫାରାଡେଜ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ, ଏକ EMF ପରିବାହୀରେ ପ୍ରବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ଯଦି</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରହିଛି</li> <li>b. ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ସମକୋଣରେ ଅଛି</li> <li>c. ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସକୁ କାଟିଲେ</li> <li>d. ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଗତି କଲେ</li> </ol>
4.2	<p>A/mରେ ଏକ ଅସୀମ ରୈଖିକ କରେଣ୍ଟ ବହନ ପରିବାହୀ ଦ୍ୱାରା ବିକଶିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ହେଉଛି</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>H = \frac{\mu I}{2\pi R}</math></li> <li>b. <math>H = \frac{I}{2\pi R}</math></li> <li>c. <math>H = \frac{\mu I}{2R}</math></li> <li>d. <math>H = \frac{I}{r}</math></li> </ol>	4.5	<p>ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଉଥିବା ବାଧା କାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି</li> <li>b. ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ ପଥର ଦୈର୍ଘ୍ୟ</li> <li>c. ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଥର ପ୍ରସ୍ତର</li> <li>d. ଉପରୋକ୍ତ ସମସ୍ତ</li> </ol>

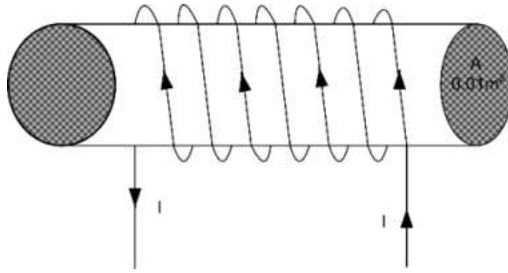
<p>4.3 ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ (ଫାରାଡେ ଏବଂ ଲେଞ୍ଜିଙ୍କ ନିୟମ) ନିୟମର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ହୋଇଛି:</p> <p>a. <math>e = LR</math>      b. <math>e = L \frac{di}{dt}</math></p> <p>c. <math>e = -\frac{d\phi}{dt}</math></p> <p>d. ଉପରୋକ୍ତ ମଧ୍ୟରୁ କୌଣସିଟି ନୁହେଁ</p>	<p>4.6 250 ମୋଡ଼ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ ଏକ 50 v ଡିସି ଉତ୍ସ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ। ଯଦି କୁଣ୍ଡଳୀ ପ୍ରତିରୋଧ 10 v, ତେବେ ବିକଶିତ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ ମୋଟିଭ ଫୋର୍ସ ହେଉଛି</p> <p>a) 500                      b) 1250</p> <p>c) 2500                     d) 250</p>
---	--

B. ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ

- ଏକ 150 ଟର୍ନ-କୁଣ୍ଡଳୀ ବିଦିଷ୍ଟ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥରେ, ପ୍ରସ୍ତୁତ ଅଞ୍ଚଳ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ  $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  ଏବଂ  $25 \times 10^{-2}$ । ଏଥିରେ କରେଣ୍ଟ 2 A ଏବଂ ମୋଟ ଫ୍ଲକ୍ସ  $0.3 \times 10^{-3} \text{ Wb}$  ଥିବା ବେଳେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ତୀବ୍ରତା ଏବଂ ଆପେକ୍ଷିକ ପର୍ମିଟିଭିଟି ମୂଲ୍ୟ ବାହାରକରନ୍ତୁ।
- ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିପଥ ପାଇଁ କେଉଁ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରୁଛନ୍ତି ଏବଂ କେଉଁଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ବିତରଣ କରୁଛନ୍ତି ତାହା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।



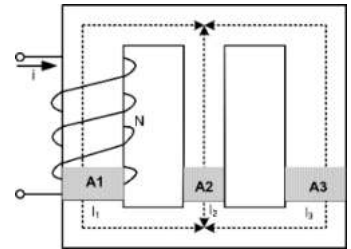
- ପ୍ରଦର୍ଶିତ ପରିପଥ ପାଇଁ KVL ଏବଂ KCL ପ୍ରୟୋଗକରି ଭୋଲଟେଜ  $V_1$  ଏବଂ  $V_2$  ଏବଂ କରେଣ୍ଟ  $I_1$  ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।
- ଏକ 230 V, 100 W ଇନକ୍ୟାଣ୍ଡେଣ୍ଟ ଲ୍ୟାମ୍ପକୁ ବିଚାରକୁ ନିଅନ୍ତୁ। (i) ଲ୍ୟାମ୍ପ ପ୍ରତିରୋଧ (ii) ଲ୍ୟାମ୍ପ କରେଣ୍ଟ (iii) 8 ଘଣ୍ଟାରେ ଦୀପ ସ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଶକ୍ତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।
- ଦେଖାଯାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ପାଇଁ (i) କୋର୍ ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା ଖୋଜନ୍ତୁ (ii) ଚୁମ୍ବକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ ଲାଇନ୍ ସ୍ୱେପ୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଦିଗକୁ ସୂଚିତ କରନ୍ତୁ (iii) ଚୁମ୍ବକର ଉତ୍ତର ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ମେରୁକୁ ସୂଚିତ କରୋ। ପ୍ରସ୍ତୁତ ଅଞ୍ଚଳ  $0.01 \text{ m}^2$ ।



6. ଦେଖାଯାଇଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ ସଂରଚନା ପାଇଁ (i) ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଅନୁରୂପ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ। (ii) ସମୁଦାୟ ପ୍ରତିରୋଧ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ (iii) କୁଣ୍ଡଳୀର ଆତ୍ମ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ। ତଥ୍ୟ ଅନୁଯାୟୀ  $N=100$  ଟର୍ନ

$$A_1 = A_3 = 100 \text{ cm}^2, A_2 = 25 \text{ cm}^2, l_1 = l_3 = 30 \text{ cm} \text{ ଏବଂ } l_2 = 10 \text{ cm.}$$

7. ପରିଷ୍କାର ଚିତ୍ର ସହିତ ସ୍ଥିର ଭାବରେ ପ୍ରେରିତ ଏବଂ ଗତିଶୀଳ ଭାବରେ ପ୍ରେରିତ EMF ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୟୋଗ ସହ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ।
8. ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ଏବଂ ବଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ
9. ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀର ଆତ୍ମ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ଏକ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି ପ୍ରାପ୍ତ କରନ୍ତୁ



## ବ୍ୟବହାରିକ

### I. P1- ES110: ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଫର୍ମେବିଲିଟି

#### P 1.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଏହାର B-H ବକ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଫର୍ମେବିଲିଟି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ।

#### P1.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ଫର୍ମେବିଲିଟି ହେଉଛି ଏକ ମୂଲ୍ୟ ଯାହା ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥ ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରୟୋଗ କ୍ଷେତ୍ରକୁ କିପରି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ତାହା ପ୍ରକାଶ କରେ। ଯଦି ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଡାଇପୋଲଗୁଡ଼ିକ ଏକ ପ୍ରୟୋଗଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପାଇଁ ସହଜରେ ଅଭିମୁଖୀ ହୋଇଯାଏ, ତେବେ ସେହି ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥର ଉଚ୍ଚ-ପର୍ମିଟିବିଲିଟି ବୋଲି ବିବେଚନା କରାଯାଏ। ଫର୍ମେବିଲିଟି ଉପରେ ଆଧାର କରି, ଏକ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥକୁ ପାରାମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍, ଡାଇମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ କିମ୍ବା ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀ ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି।

### P 1.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଏହି ପୁସ୍ତକର 'ରୁମ୍‌କାୟ ପରିପଥର ଉପମାନ' ଉପରେ ବିଷୟ 4.2 ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

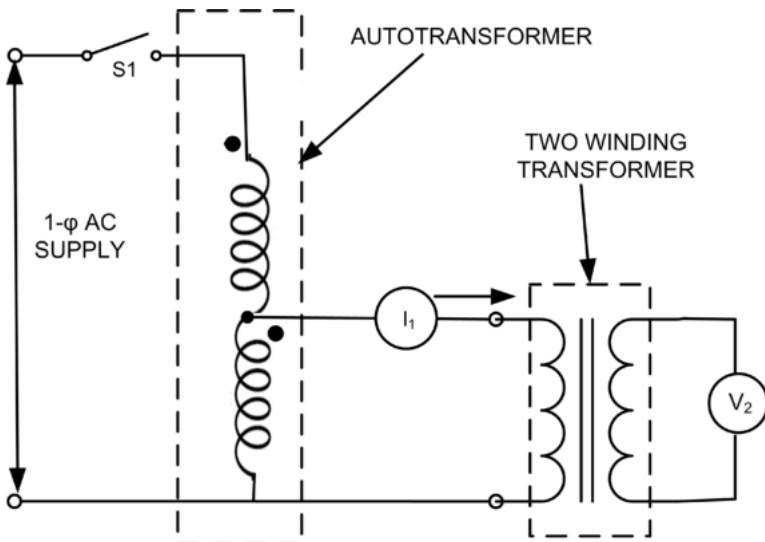
### P 1.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ

PrO1: ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର ଚୟନ କରିବାକୁ ।

PrO2: ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।

PrO3: ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ରୁମ୍‌କାୟ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P 1.5 ପ୍ରାକ୍ଟିକାଲ୍ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଡାଇଗ୍ରାମ୍)



ଚିତ୍ର. P 1.1: ରୁମ୍‌କାୟ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାକୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P1.6 ଆବଶ୍ୟକତା**

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଯନ୍ତ୍ର /ହାତ ହାତ ଆନୁସଂଗିକର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ପାଦନ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଯନ୍ତ୍ର / ହାତ ହାତ ଆନୁସଂଗିକର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ମନ୍ତବ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛିଥାଏ)
1.	ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ AC ଉତ୍ସ: 230 V, 50 Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର: ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତାର, 1.5 mm <sup>2</sup>	ଏକ୍‌ଏସ		
3.	ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍: 5A	2		
4.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର: 2 KVA, 230 V/270 V	1		
5.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର: 1 KVA, 230 V/115 V	1		
6.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-300 V AC	1		
7.	ଆମ୍ ମିଟର: 0- 1 A AC/ଡିଜିଟାଲ୍ ଆମ୍ମିଟର	1		

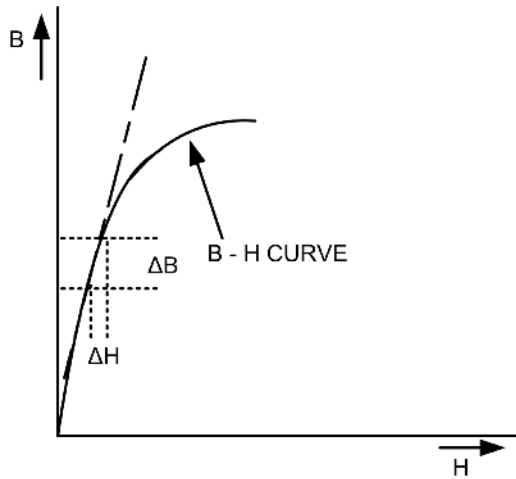
**P1.7 ସତର୍କତା**

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଆମ୍ମିଟର ଏବଂ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
3. ପରିପଥ ତାଳଗ୍ରାମ୍ ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ଯେ ତାର ସଂଯୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ଟାଇଟ୍ ହୋଇଛି, ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ପୂର୍ବରୁ ସ୍ୱିଚ୍ ଅନ୍ ହୋଇଛି।
4. ପରୀକ୍ଷା ପରିଚାଳନା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ।

**P1.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା**

1. ଚିତ୍ର ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ।
2. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ।
3. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ରୋଟାରୀ ନର୍ କୁ ଜିରୋ ଭୋଲଟେଜ୍ ସ୍ଥିତିରେ ରଖନ୍ତୁ।
4. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍ S1 ଅନ୍ କରନ୍ତୁ।

- ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ରୋଟାରୀ ନକ୍ସା ଧୀରେ ଧୀରେ ବୁଲାଇ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ 10-15 ଭୋଲ୍ଟରୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ରେଟେଡ୍ ଭୋଲ୍ଟେଜ୍ ଯାଏ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ।
- ଦୁଇଟି କୁଣ୍ଡଳୀ ବିଶିଷ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପ୍ରାଥମିକ ଭୋଲଟେଜ୍ V1 କରେଣ୍ଟ I1 ଏବଂ ମାଧ୍ୟମିକ ଭୋଲଟେଜ୍ V2କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀ ରେ ଚିପି ରଖନ୍ତୁ ।
- B-H ବକ୍ରର ରେଖାଚିତ୍ର କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଚିତ୍ର ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି B-H ବକ୍ରର ରୈଖିକ ଅଂଶକୁ ଏକ ସ୍ପର୍ଶ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।



ଚିତ୍ର P1.2: ବି-ଏଚ୍ ବକ୍ର

**P 1.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା**

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା.	ପ୍ରାଥମିକ କରେଣ୍ଟ (I1)	ମାଧ୍ୟମିକ ଭୋଲଟେଜ୍ (V2)
1.		

**ଗଣନା**

- ମାପ ହୋଇଥିବା ମାଧ୍ୟମିକ ଭୋଲଟେଜ୍ ରୁମ୍ପକୀୟ ଫ୍ଲକ୍ସ ଘନତା B ସହିତ ଆନୁପାତିକ ଏବଂ ପ୍ରାଥମିକ କରେଣ୍ଟ I 1 ରୁମ୍ପକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ତୀବ୍ରତା H ସହିତ ଆନୁପାତିକ ।
- ଗ୍ରାଫ୍ ପେପରର X-ଅକ୍ଷରେ ବର୍ତ୍ତମାନର ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ଗ୍ରାଫ୍ ପେପରର Y-ଅକ୍ଷରେ ଭୋଲଟେଜ୍ ମୂଲ୍ୟ ଚିହ୍ନିତ କରନ୍ତୁ।
- ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ  $\mu = \frac{\Delta B}{\Delta H}$

**P1.10 ଫଳାଫଳ**

ଦିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ରୁମ୍‌କାନ୍ଥ ପଦାର୍ଥର ଫର୍ମେବିଲିଟି  $\mu$  -----

**P 1.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

**P 1.12 ପ୍ରାକ୍ଟିକାଲ୍ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଚିତ୍ରଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି। ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ।

1. ଏକ ନରମ ଏବଂ କଠିନ ରୁମ୍‌କାନ୍ଥ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କୁହନ୍ତୁ।
2. ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ମୂଳ ଗଠନ ପାଇଁ ଏକ ଫେରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀର ପାଇଁ କି କି ଆବଶ୍ୟକତା ଅଛି, ତାହାର ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ।
3. ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଆକାର କିପରି ଯୋଗାଣ ପୌନଃପୌନିକତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ମତ୍ତବ୍ୟ ଦିଅନ୍ତୁ।



**ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ**

**ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟରଗୁଡ଼ିକ**

ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ 5 - 6 ଛାତ୍ରଙ୍କ ଗୋଷ୍ଠୀରେ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟର(ଗୁଡ଼ିକ)/ଅଭ୍ୟାସ କରିବେ ଏବଂ

ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଂଶଗ୍ରହଣ ସହିତ ଗୋଷ୍ଠୀଗତ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରନ୍ତୁ। ଏକ ନମୁନା

ତାଲିକା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି:

1. ଏକ କରେଣ୍ଟ ବହନକାରୀ ପରିବାହୀରେ କରେଣ୍ଟର ପ୍ରବାହକୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବାକୁ ଏକ ସରଳ ଅନୁସନ୍ଧାନ ବିକଶିତ କରନ୍ତୁ
2. ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନତା ନିର୍ଭର କରୁଥିବା ପାଉପମାନ ଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାକୁ ଏକ ପରିପଥ ବିକଶିତ କରନ୍ତୁ।

### ଭିଡ଼ିଓ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ



---

## ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପାଠ୍ୟ

---

1. V.N. Mittle, and A. Mittal, Basic Electrical Engineering, McGraw Education, 2017.
2. M.S. Sukhija and T.K. Nagsarkar, Basic Electrical and Electronics Engineering ,New Delhi: Oxford University Press, 2013.
3. B. L. Theraja, Electrical Technology, Vol. - I, New Delhi: S. Chand and Company, 2015.
4. S. K. Bhattacharya, Basic Electrical Engineering, Pearson Education, 2019
5. S. B. Lal Seksena and Kaustuv Dasgupta, Fundamentals of Electrical Engineering, Cambridge University Press, 2017.

# 5

## ଏସି ପରିପଥ

### ଭାଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ

ଆମେ ଏହି ଯୁନିଟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକର ଆଲୋଚନା କରିଛୁ:

- ଚକ୍ର (cycle), ଆବୃତ୍ତି (frequency), ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସମୟ, ଆୟାମ (amplitude), କୋଣୀୟ ବେଗ (angular velocity), ଆରମ୍ଭ-ସମୟ ମୂଲ୍ୟ (RMS value), ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ (average value), ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (form factor), ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (peak factor), ପ୍ରତିବନ୍ଧକ (impedance), ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ (phase angle), ଏବଂ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (power factor) ପରି ଏକ ବିକଳ ପରିମାଣ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ସର୍ତ୍ତାନ୍ତରଣ ।
- ଅଲଟରନେଟିଂ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ (alternating emf) ଏବଂ ସ୍ରୋତର (current) ଗାଣିତିକ ଏବଂ ଫେଜର (phasor) ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ
- ଷ୍ଟାର୍ (star) ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା (delta) ସଂଯୋଗରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ (voltage) ଏବଂ ସ୍ରୋତର (current) ସମ୍ପର୍କ
- ଏସି(A.C) ପ୍ରତିରୋଧକ (resistor), ଇଣ୍ଡକ୍ଟର (inductor) ଏବଂ କାପାସିଟର (capacitor)
- ଆର-ଏଲ୍ ସିରିଜ୍ (R-L series), ଆର-ସି ସିରିଜ୍ (R-C series), ଆର-ଏଲ୍-ସି ସିରିଜ୍ (R-L-C series) ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ (parallel)ପରିପଥରେ ଏସି
- ଏସିପରିପଥକ୍ଷମତା (power) ଏବଂ କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣରେ (power triangle)

ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଷୟର ଶେଷରେ ଛାତ୍ର ଆତ୍ମ-ଶିକ୍ଷଣ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ସହିତ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନର ଉଦାହରଣ ଏବଂ ଆଇସିଟି ରେଫରେନ୍ସ ରହିଛି, ଯାହାକି ଆହୁରି କୌତୁହଳ ଏବଂ ସୃଜନଶୀଳତା ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସହ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କରିବ । ଆସାଇନମେଣ୍ଟ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନେକ 'ଏକାଧିକପଦ୍ୟ' ପ୍ରଶ୍ନ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁସରଣ କରି ଚୁମ୍ବକ ବର୍ଗୀକରଣ ଟାକ୍ସୋନୋମିର ସ୍ତର ବୃଦ୍ଧି କରିବ । ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ ପାଇଁ ଏହି ବିଭାଗରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯାହାକୁ ଜଣେ ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ । ସମ୍ପ୍ରଦାୟ ବ୍ୟବହାରିକ ପାଇଁ "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗରେ ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ୍ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ, ଆଇସିଟି (ICT) ଲିଙ୍କ୍ ସହିତ ଭିଡ଼ିଓ ଉପ ପାଇଁ କ୍ୟୁଆର(QR) କୋଡ୍ ଦିଆଯାଇଛି । ବିଭାଗରେ ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପଠନର ଏକ ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଜଣେ ଅଧିକ ଅଭ୍ୟାସ ଏବଂ ଶିକ୍ଷାବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତାହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ ।

### ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା

ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ (ଏସି ଭାବରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ I/ଏସି) ଆଜିର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ, ବଣ୍ଟନ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରରେ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି । ଡିସି (D.C)ପରିପଥ ପରି, ଏସି (A.C)ପରିପଥରେ କ୍ଷମତା ଏବଂ ଭାରର ଉତ୍ସ ଅଛି ଯେଉଁଥିରେ କ୍ଷମତା ରୁପାନ୍ତରଣ ଘଟେ । ଏକ ଏସି ପରିପଥରେ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗସ୍ଥିରନୁହେଁ, ଏହା ନିୟମିତ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏସି ଘରୋଇ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ଉଦ୍ୟୋଗପ୍ରୟୋଗ ଯେପରିକି ଟେଲିଭିଜନ ସେଟ୍, କମ୍ପ୍ୟୁଟର, ମାଇକ୍ରୋଓପ୍ରେଡ୍ ଓଭେନ୍, ପଞ୍ଜା, ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ବୃହତ ମୋଟର (motor) ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହିଭାଗରେଏସିର ମୌଳିକତା ଏବଂ ମୌଳିକ ପରିପଥବର୍ଣ୍ଣନାକରାଯିବ ।

### ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ

1. ସ୍ୱଦୀର୍ଘ ବିଜ୍ଞାନ- 1: କାର୍ଯ୍ୟ (work), କ୍ଷମତା(power) ଏବଂ ଶକ୍ତି (energy) (ସେମିଷ୍ଟାର୍ - 1)
2. ଗଣିତ- 1: ତ୍ରିକୋଣମେଟ୍ରି, ବୀଜବିବେଚନା (ସେମିଷ୍ଟାର୍ - 1)

### ଭାଗ ତାଲିକା

ଏହି ଭାଗର ଫଳାଫଳର ତାଲିକା ଏହିପରି ଅଟେ:

- U5-O1: ଏସି ସଙ୍କେତସହିତଜଡ଼ିତବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକ ଶବ୍ଦବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- U5-O2: ଅଲଟରନେଟିଂ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ (alternating emf) ଏବଂ ସ୍ରୋତର (current) ଗାଣିତିକ ଏବଂ ଫେଜର (phasor) ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ ।
- U5-O3: ଆର-ଏଲ ସିରିଜ (R-L series), ଆର-ସି ସିରିଜ (R-C series), ଆର-ଏଲ-ସି ସିରିଜ (R-L-C series) ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ (parallel) ପରିପଥସହିତଏକକପର୍ଯ୍ୟାୟ (single phase) ଏସି (AC) କୁବିଶ୍ଳେଷଣକରନ୍ତୁ ।
- U5-O4: ଷ୍ଟାର୍ / ଡେଲ୍ଟା ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମେସନ୍ସବ୍ୟବହାରକରି3 ପର୍ଯ୍ୟାୟ (3 phase) ଏସି ତନ୍ତ୍ର (AC system) ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ସମ୍ପର୍କନିର୍ଣ୍ଣୟକର ।
- U5-O5: କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣବ୍ୟବହାର କରି ଏସି ପରିପଥ ପାରାମିଟର୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟକର ।

ଭାଗ-5 ଫଳାଫଳ	ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାଟ୍ରିଂ ସହ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ (1- ଦୂର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସହବନ୍ଧନ; 3- ଶକ୍ତିଶାଳୀ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U5-01	1	-	-	-	3	3
U5-02	1	-	-	-	3	3

U5-03	1	-	-	-	3	1
U5-04	2	-	-	-	3	1
U5-05	1	-	-	-	3	1

**ଜର୍ଜ ୱେଷ୍ଟିଂହାଉସ୍ (George Westinghouse) (1846-1914)**

ଶିଳ୍ପ ବିପ୍ଳବ 2.0ରେ ଅନ୍ୟତମ ଉତ୍ପାଦନକାରୀ ଏବଂ ଅଲଟରନେଟିଙ୍ଗ୍ ସ୍ରୋତର (alternating current) ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ପାଇଁ ଜଣାଶୁଣା, ଯାହା ଜଗତର ଆଲୋକୀକରଣ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶିଳ୍ପରେ ବହୁମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଥିଲା ଏବଂ ରେଳବାଇକୁ ସୁରକ୍ଷିତ କରୁଥିବା ଏୟାର ବ୍ରେକ୍ ସିଷ୍ଟମ ଉଦ୍ଭାବନ ପାଇଁ ଜଣାଶୁଣା କରିଥିଲେ । ଯୁନିଅନ ଆର୍ମି ଏବଂ ନୌସେନାରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପରେ ସେ ଅନେକ ଉପକରଣ, ବିଶେଷକରି ରେଳପଥ ପାଇଁ ପ୍ୟାଟେଣ୍ଟ କରିଥିଲେ । ସେ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ (ଏସି) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନରେ ଉନ୍ନତି ଆଣିବା ପାଇଁ ଶେଷରେ ୱେଷ୍ଟିଂହାଉସ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦନ କମ୍ପାନୀ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ ।



**5.1 ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ମୌଳିକତା (Alternating Current Fundamentals)**

**5.1.1 ଉପକ୍ରମ (Introduction)**

ଯଦିଓ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର (alternating quantity) ଏକ ବ୍ୟାପକ ଅର୍ଥ ଅଛି, ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଏକ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ (sinusoidal) ପରିମାଣ ର ଅର୍ଥ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସାଧାରଣତଃ, ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ (ଏସି ସ୍ରୋତ ଭାବରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଏ) କିମ୍ବା ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ (ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଭାବରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଏ) ହେଉଛି ଏକ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ । ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପ୍ରଣାଳୀରେ ସିନୁସୋଇଡାଲ୍ ଏସି ସ୍ରୋତ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ , ଯାହା ସିନୁସୋଇଡାଲ୍ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଛି । ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ଏକ ଜେନେରେଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଆମ ଘର, କାରଖାନା ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟାଳୟ ପାଇଁ ଯୁଟିଲିଟି କମ୍ପାନୀଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହେଉଛି ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ।

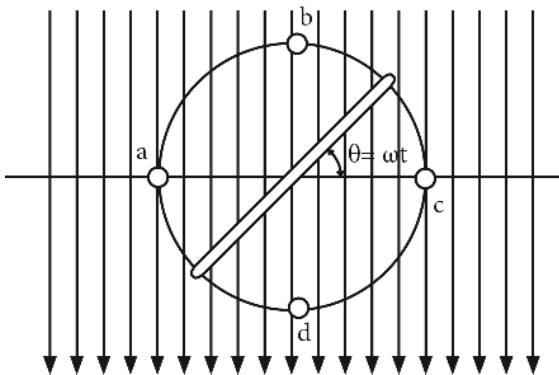
**5.1.2 ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ (Alternating Quantity)**

ୟୁନିଟ୍ 1 ର ଯୁନିଟ୍ 1.3 ରେ ଆଲୋଚନା ହୋଇଥିବା ପରି, ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର (alternating quantity) କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ ତୀବ୍ରତାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ଏବଂ ନିୟମିତ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଦିଗରେ ମଧ୍ୟ ବିକଳ ହୋଇଥାଏ । ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତ ସର୍ବଦା ଏକ ମସୃଣ ତରଙ୍ଗର (smooth wave) ରୂପ ନେଇନପାରେ ଯାହାକି ଚିତ୍ର 5.1. ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି, ତଥାପି ସାଇନ ତରଙ୍ଗ (sine wave) ହେଉଛି ଆଦର୍ଶ ରୂପ ଏବଂ ଏହା ଗ୍ରହଣୀୟ

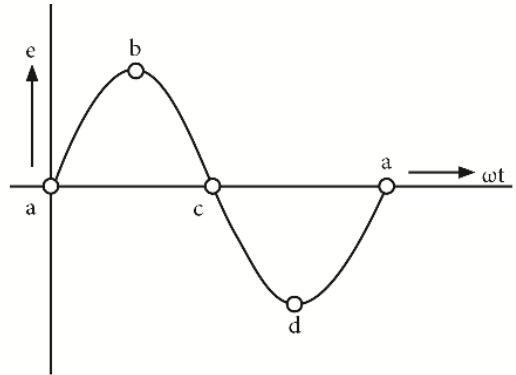
ମାନକ । ମାନକ ସାଇନ ତରଙ୍ଗରୁ ବିଦ୍ୟୁତ ହେଉଥିବା ତରଙ୍ଗକୁ ବିକୃତ ତରଙ୍ଗ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ, ତଥାପି, ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ, ଯାହାର ଦିଗ ନିୟମିତ ବାରମ୍ବାର ବ୍ୟବଧାନରେ ଓଲଟା ହୁଏ ।

### ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ (Alternating Voltage and Current)

ଯେତେବେଳେ ଏକ ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରାଯାଏ, ସେହି କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ (ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍) ପ୍ରେରିତ ହୁଏ । ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍. ପ୍ରେରିତ ମୂଲ୍ୟ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଚର୍ଚ୍ଚିତ ସଂଖ୍ୟା, ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷମତା ଏବଂ ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କୁଣ୍ଡଳୀର ଗତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଚିତ୍ର 5.2 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି 'ω' ରେଡିଆନ୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ର କ୍ରମାଗତ କୋଣୀୟ ବେଗ ସହିତ ଏକ ସମାନ ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା ପରିବାହକକୁ (conductor) ବିଚାର କରନ୍ତୁ । ଏହାର ପରିକ୍ରମଣ ଅକ୍ଷ (axis of revolution) ରୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତିର ରେଖା (magnetic lines of force) ସହିତ ଲମ୍ବ (perpendicular) ଅଟେ । ପରିବାହକର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ଯେପରିକି a, b, c ଏବଂ d, ଇଲକ୍ଟ୍ରୋମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ (ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍) ର ଅନୁରୂପ ମୂଲ୍ୟ ଚିତ୍ର 5.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 5.1: ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀରେ EMF ସୃଷ୍ଟି



ଚିତ୍ର 5.2: ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ (sinusoidal) ତରଙ୍ଗ

ବିନ୍ଦୁ a ଏବଂ ବିନ୍ଦୁ c ରେ, କୁଣ୍ଡଳର ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଗତି କରେ । ତେଣୁ, କୌଣସି e.m.f ପ୍ରେରିତ ହୁଏନାହିଁ । ବିନ୍ଦୁ b ଏବଂ ବିନ୍ଦୁ d ରେ ଥିବାବେଳେ, କୁଣ୍ଡଳର ରୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ଏକ ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ତେଣୁ, e.m.f ପ୍ରେରିତ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ । କୁଣ୍ଡଳର ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପରିକ୍ରମଣରେ, e.m.f ର ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଚକ୍ର ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଯେହେତୁ e.m.f ର ଦିଗ ବିନ୍ଦୁ a ଏବଂ ବିନ୍ଦୁ c ରେ ଓଲଟା ହୋଇଥାଏ, ସେଥିପାଇଁ e.m.f କୁ ଅଲଟରନେଟିଂ e.m.f କିମ୍ବା ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ପ୍ରେରିତ ଅଲଟରନେଟିଂ e.m.f ସହିତ ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ ବାହ୍ୟ ପରିପଥ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ, ବିକଳ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେବା ଆରମ୍ଭ କରେ । ଏହି ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତର ତରଙ୍ଗ ରୂପ (waveform) ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ତରଙ୍ଗ ରୂପ ସହିତ ସମାନ । e.m.f ର ବ୍ୟବହାର ସାଇନ ଫଙ୍କ୍ସନ୍ (sine function) ସହିତ ସମାନ ଅଟେ । ଚିହ୍ନିତ ବକ୍ର ହେଉଛି ସାଇନ (sine) ବକ୍ର ଏବଂ, ତେଣୁ, ଏହାକୁ ସାଇନୋସାଇଡାଲ୍ e.m.f ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।

### 5.1.3 ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସର୍ତ୍ତାବଳୀ

#### (Important terms related with an alternating quantity)

ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ସହିତ ଜଡ଼ିତ କିଛି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଶବ୍ଦ, ଯାହା ଆମକୁ ବୁଝିବା ଉଚିତ୍ । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା, ଚକ୍ର (cycle), ଆବୃତ୍ତି (frequency), ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସମୟ, ଆୟାମ (amplitude), କୋଣୀୟ ବେଗ (angular velocity), ଆରମ୍ଭମତ୍ୟ ମୂଲ୍ୟ (RMS value), ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ (average value), ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (form factor), ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (peak factor), ପ୍ରତିବନ୍ଧକ (impedance), ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ (phase angle), ଏବଂ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (power factor); ଏବଂ ଏହା ସଂକ୍ଷେପରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି:

#### 1. ଚକ୍ର (cycle)

ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟର ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସେଟ୍ ଚକ୍ର ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ତେଣୁ, ଚିତ୍ର 5.3 ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚିତ୍ର ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଚକ୍ର କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଏକ ଚକ୍ର ମଧ୍ୟ ବେଳେବେଳେ କୋଣୀୟ ମାପ ଅନୁଯାୟୀ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇପାରେ । ସେହି କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଚକ୍ର 360 ଡିଗ୍ରୀ କିମ୍ବା  $2\pi$  ରେଡିଆନ୍ ଉପରେ ବିସ୍ତାର ହେବ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

#### 2. ଆବୃତ୍ତି (f)

ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଘଟୁଥିବା ଚକ୍ର ସଂଖ୍ୟା କୁ ଆବୃତ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଆବୃତ୍ତିର ଏକକ ହେଉଛି Hz କିମ୍ବା cycles/sec । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, 50 Hz ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ସେକେଣ୍ଡରେ 50 ଟି ଚକ୍ର ।

#### 3. ଆବର୍ତ୍ତ କାଳ କିମ୍ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସମୟ (T)

ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବାକୁ ଆବର୍ତ୍ତ କାଳ କୁହାଯାଏ । ଏହା T ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ ଆବର୍ତ୍ତ କାଳ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇପାରେ:

$$f \text{ ଚକ୍ର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବାକୁ ସମୟ ନିଆଯାଇଛି} = 1 \text{ sec}$$

$$1 \text{ ଚକ୍ର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବାକୁ ସମୟ ନିଆଯାଇଛି} = 1/f \text{ sec}$$

$$\therefore T = 1/f \quad \dots (5.1)$$

#### 4. ଆୟାମ (Amplitude)

ଏହା ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ, ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ବା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ, ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ । ଏହାକୁ ସର୍ବାଧିକ (maximum) କିମ୍ବା ଶିଖର ମାନ (peak value) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

#### 5. ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ (Average Value)

ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର ଉପରେ ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ସମସ୍ତ ମୂଲ୍ୟର ଗଣିତ ହାରାହାରିକୁ ଏହାର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଏକ ଚକ୍ର ଉପରେ ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ । ତେଣୁ, ଏହା ଅଧା ଚକ୍ରରୁ ଅଧିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ । ଏହା ସ୍ଥିର ସ୍ରୋତର ସେହି ମୂଲ୍ୟ ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ

ଯାହା ସେହି ବିଦ୍ୟୁତ ଚାର୍ଜକୁ ସେହି ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରେ ।

ଏକ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ ସ୍ରୋତର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ,

$$i = I_m \sin \omega t \quad \dots (5.2)$$

$$I_{av} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i d(\omega t)$$

$$I_{av} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i_m \sin \omega t d(\omega t)$$

$$I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = 0.637 I_m \quad \dots(5.3)$$

∴ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ = 0.637 × ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ

### 6. ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ (R.M.S. Value)

ଆର.ଏମ.ଏସ୍ (Root Mean Square) ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ସିଧାସଳଖ ସ୍ରୋତ, ଯାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ଏକ ପରିପଥ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ହେବାବେଳେ ସମାନ ସମୟରେ ସମାନ ପରିମାଣର ଉତ୍ତାପ ଉତ୍ପାଦନ କରେ ଯେପରି ସମାନ ପରିପଥ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହା ପ୍ରଭାବୀ ମୂଲ୍ୟ (Effective Value) ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ଜଣାଶୁଣା । ଆମ୍ଭିତର ଦ୍ୱାରା ମାପ କରାଯାଉଥିବା ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ ।

ଏକ ସାଇନୋସଏଡାଲ୍ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ହେଲା;

$$i = I_m \sin \omega t$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d(\omega t)}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i_m^2 \sin^2 \omega t d(\omega t)}$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m \quad \dots(5.4)$$

∴ ଏକ ସାଇନୁସୋଇଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗରୁପ ର ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ ହେଲା = 0.707 × ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ

### 7. ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (Form Factor)

ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟର ଅନୁପାତକୁ ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର କୁହାଯାଏ ।

$$\text{ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟର} = \text{ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ} / \text{ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ} \quad \dots (5.5)$$

$$= 0.707 I_m / 0.637 I_m = 1.11$$

ଏହିପରି, ସାଇନ୍‌ସୋଲଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗରୂପ ର ଫର୍ମ ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ 1.1 ଅଟେ ।

**8. ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର (Peak Factor)**

ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟର ଅନୁପାତକୁ ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର କୁହାଯାଏ ।

$$\text{ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର} = \frac{\text{Maximum value}}{\text{R.M.S. value}} \quad \dots(5.6)$$

ସାଇନ୍‌ସୋଲଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗରୂପ ପାଇଁ, ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 1.414 ।

**9. କୋଣୀୟ ବେଗ (Angular Velocity)**

କୋଣୀୟ ଆବୃତ୍ତି ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଆବୃତ୍ତି ରେଡିଆନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି (ଯଥା ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କୁଣ୍ଡଳୀ ଦ୍ୱାରା ଆଚ୍ଛାଦିତ କୋଣ) କୋଣୀୟ ଆବୃତ୍ତିକୁ ଗୋଟିଏ ସେକେଣ୍ଡରେ ଆଚ୍ଛାଦିତ ରେଡିଆନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଏ (ଅର୍ଥାତ୍ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କାରୀ କୁଣ୍ଡଳୀ ଦ୍ୱାରା ଆଚ୍ଛାଦିତ କୋଣ) । କୋଣୀୟ ଆବୃତ୍ତିର ଯୁନିଟ୍ ହେଉଛି rad/sec ।

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad \dots(5.7)$$

**10. ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ (Instantaneous Value)**

ଏହା ଯେକୌଣସି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ପରିମାଣର ମୂଲ୍ୟ ଅଟେ ।

ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ

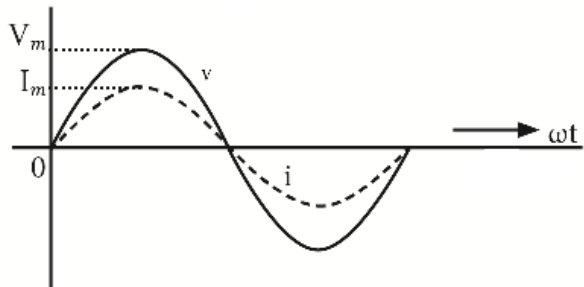
$$v = V_m \sin \theta = V_m \sin \omega t = V_m \sin 2\pi f t = V_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \dots(5.8)$$

କେଉଁଠାରେ  $V_m$  = ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ,

$f$  = ଆବୃତ୍ତି (Hz), ଏବଂ  $T$  = ସମୟ (sec)

ସମୀକରଣ 5.8 ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ସମ୍ପର୍କରୁ,

- i) ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ କିମ୍ବା ଶିଖର ମୂଲ୍ୟ କିମ୍ବା ଆୟାମ, ସମୟ କୋଣର ସାଇନର ଗୁଣବତ୍ତା ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ ।
- ii)  $2\pi$  ଦ୍ୱାରା ବିଭକ୍ତ ସମୟର ଗୁଣବତ୍ତା ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ୍ତି  $f$  ଦିଆଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 5.3: ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଯଦି ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ସମୀକରଣ ଦିଆଯାଏ  $v = 20 \sin 314t$  । ତା'ପରେ ଏହାର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ 20 V ଏବଂ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି ହେଉଛି  $f = 314/2\pi = 50$  Hz ।

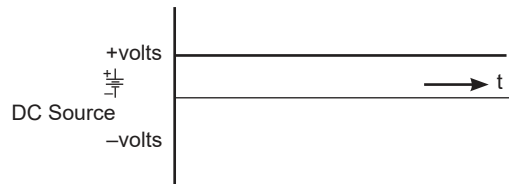
ଯଦି ଉପରୋକ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ ସ୍ରୋତ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଅଛି ଏବଂ  $I_m$  ହେଉଛି ସ୍ରୋତର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ, ତେବେ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତର ଚତୁର୍ଥଶାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ପାଇଁ ସମୀକରଣ ହେଉଛି,

$$i = I_m \sin 2\pi ft = I_m \sin \omega t = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \dots(5.9)$$

### ଏସି ତନ୍ତ୍ର ଏବଂ ଡିସି ତନ୍ତ୍ରର ତୁଳନା (Comparison of AC system and DC system)

ଏକ ଡିସି ତରଙ୍ଗ ଆକାର ଚିତ୍ର 5.4 ରେ ଗ୍ରାଫିକ୍ ଭାବରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଡିସି ତନ୍ତ୍ର ଉପରେ ଏସି ତନ୍ତ୍ରର କିଛି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସୁବିଧା ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅଟେ ।

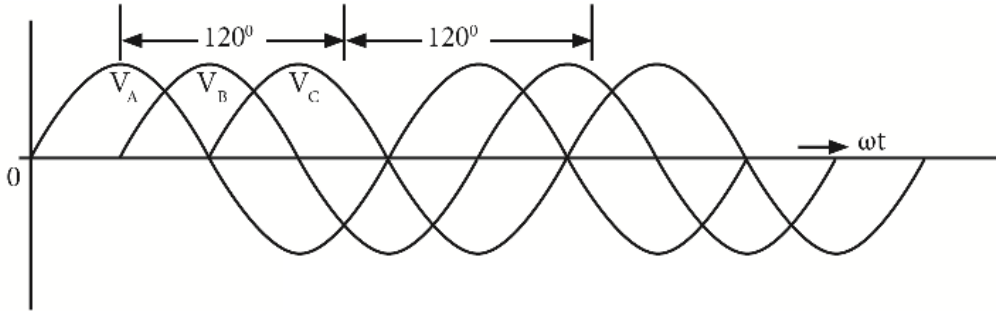
1. ଗ୍ରାହ୍ୟର୍ମର ବ୍ୟବହାର କରି ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ ଦକ୍ଷତାର ସହିତ ଉପରକୁ/ତଳକୁ କରାଯାଇପାରିବ ।
2. ଡିସି ମୋଟର ତୁଳନାରେ, ଏସି ମୋଟର ନିର୍ମାଣରେ ଶସ୍ତା ଏବଂ ସରଳ ।
3. ଏସି ତନ୍ତ୍ର ପାଇଁ ସ୍ୱିଚ୍ ରିଅର୍ ଡିସି ତନ୍ତ୍ର ଅପେକ୍ଷା ସରଳ ଅଟେ ।
4. ସତ୍ତ୍ୱେନ ସ୍ତର ବ୍ରେକେଭେନ୍ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସହଜ ଏବଂ ଶସ୍ତା ଉପାଦାନ ଏବଂ ପ୍ରସାରଣ ।



ଚିତ୍ର 5.4: ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ

### ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏବଂ ତିନି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି (1-phase and 3-phase AC)

ଏସି ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା ତିନି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ହୋଇପାରେ । ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି (ଚିତ୍ର. 5.3) ଛୋଟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଚାହିଦା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେପରିକି ଘରେ । ଚିତ୍ର 5.5 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ତିନି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି, ଯେଉଁଠାରେ ଭାରୀ ଭାର ଅର୍ଥାତ୍ ବାଣିଜ୍ୟିକ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ ସୁବିଧାରେ ବହୁ ପରିମାଣର କ୍ଷମତା ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ତିନି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ହେଉଛି ତିନୋଟି ଓଭରଲ୍ୟାପିଂ ଏସି ତନ୍ତ୍ରର ଏକ ନିରନ୍ତର ସିରିଜ୍ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ତରଙ୍ଗ ଏକ ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ, ଏବଂ 120 ଡିଗ୍ରୀ ଦ୍ୱାରା ଅଫସେଟ୍ (offset) ହୁଏ ।



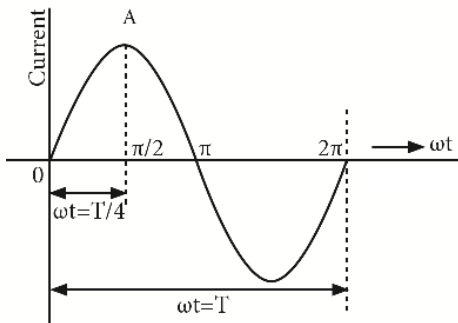
ଚିତ୍ର 5.5: ତିନି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାଇନ ତରଙ୍ଗ

### 5.1.4 ପର୍ଯ୍ୟାୟ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଏବଂ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର

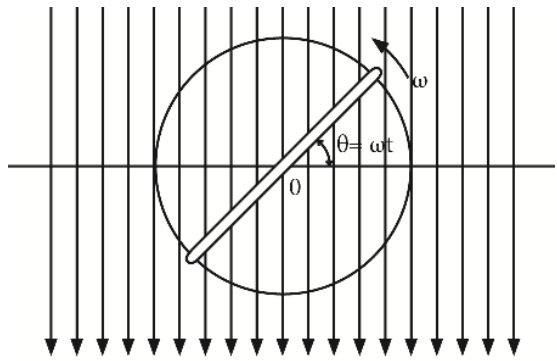
#### (Phase, Phase Difference and Power Factor)

ଏକ ଚକ୍ର ସମୟରେ, ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବିଭିନ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ଦେଇ ଗତି କରେ । ଶୂନ୍ୟରୁ ଆରମ୍ଭ କରି, ଏହା ସର୍ବାଧିକକୁ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ ଏବଂ ତା'ପରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଶୂନ୍ୟକୁ ହ୍ରାସ ପାଇଥାଏ । ତା'ପରେ ଓଲଟା ଦିଗରେ ଉଠେ, ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଶେଷରେ, ପୁନର୍ବାର ଶୂନ୍ୟକୁ ଫେରି ଆସେ । ସମସ୍ତ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ଏହି ବିଭିନ୍ନ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦେଇ ଗତି କରେ । ଏହି ବିଭିନ୍ନ ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂରେ ବିଭିନ୍ନ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଭାବରେ କୁହାଯାଏ । ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ପର୍ଯ୍ୟାୟ, ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ସେହି ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ସମୟ ଅବଧିର ଭଗ୍ନାଂଶ, ଯାହା ପରିମାଣ ଶୂନ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ ଦେଇ ଅତିକ୍ରମ କରିସାରିଛି । ଦୁଇଟି ଅଲଟରନେଟିଂ ତରଙ୍ଗ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ରହିବ ଯେତେବେଳେ ସେମାନେ ଏକ ସମୟରେ ସେମାନଙ୍କର ସର୍ବାଧିକ ଏବଂ ଶୂନ୍ୟ ମୂଲ୍ୟରେ ପହଞ୍ଚିବେ । ସେମାନଙ୍କର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟତୀବ୍ରତାରେ ଭିନ୍ନ ହୋଇପାରେ । ସମୟର ଯେକୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିସ୍ଥିତିରେ ପ୍ରକୃତ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସେତେତା ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନୁହେଁ । ତଥାପି, କୋଣ କିମ୍ବା ସମୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ବିଭିନ୍ନ ପରିମାଣ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ଏକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ହୋଇପାରେ । ଦୁଇଟି ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ 'ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ' କୁହାଯାଏ ଏବଂ, ଏହାକୁ "ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ" ଦୃଷ୍ଟିରୁ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ ।

$I_m$  ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ  $\pi/2$  rad କିମ୍ବା  $T/4$  sec  
 $-I_m$  ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ  $3\pi/2$  rad କିମ୍ବା  $3T/4$  sec



ଚିତ୍ର 5.6: ସାଇନ ତରଙ୍ଗର ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ

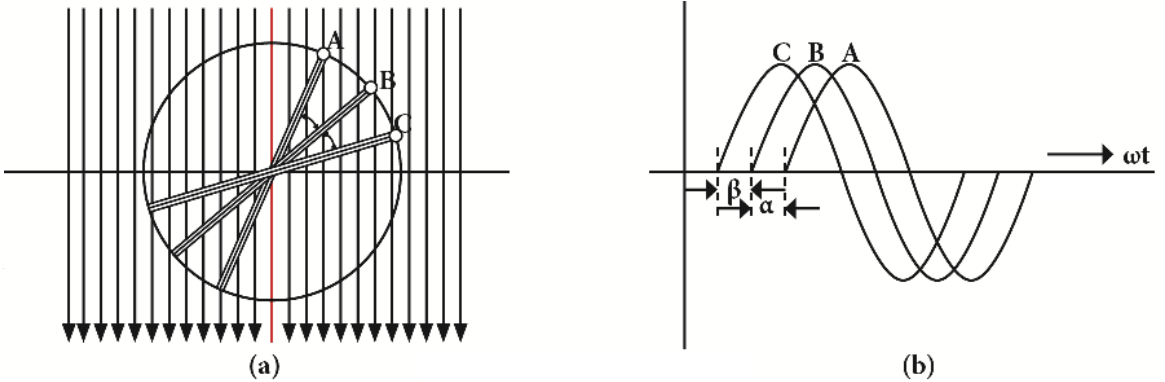


ଚିତ୍ର 5.7: ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କୁଣ୍ଡଳୀର ପର୍ଯ୍ୟାୟ

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, A ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ରୋତ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ହେଉଛି  $T / 4$  ସେକେଣ୍ଡ, ଯେଉଁଠାରେ T ହେଉଛି ସମୟ ଅବଧି କିମ୍ବା କୋଣ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ପ୍ରକାଶିତ, ଏହା ହେଉଛି  $\pi/2$  ରେଡିଆନ୍ (ଚିତ୍ର 5.6) । ସେହିଭଳି, ଚିତ୍ର 5.7ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ତତକ୍ଷଣାତ୍ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କାରୀ କୁଣ୍ଡଳୀର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ହେଉଛି  $\theta$ , ଯାହା  $\omega t$  ସହିତ ସମାନ, ଯାହାକୁ ଏହାର ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ କୁହାଯାଏ ।

### ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ (Phase Difference)

କୋଣ ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପରଠାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ଏବଂ ସମାନ ତୁଳ୍ୟତା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା ତିନୋଟି ସମାନ ଏକକ-ଚର୍ଚ୍ଚ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ବିଚାର କରନ୍ତୁ, ଚିତ୍ର 5.8 (a) ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ସମାନ କୋଣୀୟ ବେଗ ଅଛି ।



ଚିତ୍ର 5.8: ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ

ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ, ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ତିନୋଟି କୁଣ୍ଡଳୀରେ ସମାନ, କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅଛି । ଏହି କୁଣ୍ଡଳୀରେ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ଏକକାଳୀନ ସେମାନଙ୍କର ସର୍ବାଧିକ କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟ ମୂଲ୍ୟରେ ପହଞ୍ଚି ନାହିଁ ବରଂ ଗୋଟିଏ ପରେ ଗୋଟିଏ ପହଞ୍ଚେ । ତିନୋଟି ସାଇନୋସଏଡାଲ୍ ତରଙ୍ଗ ଚିତ୍ର 5.8 (b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ବକ୍ର B ଏବଂ C, A ରୁ  $\beta$  ଏବଂ  $(\alpha + \beta)$  କୋଣରେ ବିସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ, ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି A ଏବଂ B ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ  $\beta$ , ଏବଂ B ଏବଂ C ମଧ୍ୟରେ  $\alpha$ , କିନ୍ତୁ A ଏବଂ C ମଧ୍ୟରେ  $(\alpha + \beta)$  । ଏହି ବିବୃତ୍ତି, କେଉଁ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ପ୍ରଥମେ ଏହାର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ପହଞ୍ଚିଥାଏ ସେ ବିଷୟରେ ସୂଚନା ଦେଇନଥାଏ । ସର୍ତ୍ତାବଳୀ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହି 'ଲାଗ୍' (lag) କିମ୍ବା 'ଲିଡ୍' (lead) ହୋଇଥାଏ । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ସହିତ ସଂଯୋଜିତ ବେଳେ ଏକ ପ୍ଲସ୍ (+) ଚିହ୍ନ 'ଲିଡ୍' ସୂଚିତ କରେ ଯେତେବେଳେ ଏକ ମାଇନସ୍ (-) ଚିହ୍ନ ଆସେ ତାହା 'ଲାଗ୍' ସୂଚିତ କରେ ।

ଏକ ଅଗ୍ରଣୀ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ହେଉଛି ଯାହା ଅନ୍ୟ ପରିମାଣ ତୁଳନାରେ ଏହାର ସର୍ବାଧିକ (କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟ) ମୂଲ୍ୟରେ ପୂର୍ବରୁ ପହଞ୍ଚିଥାଏ । ସେହିଭଳି, ଏକ ପଛୁଆ ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣ ହେଉଛି ଯାହା ଅନ୍ୟ ପରିମାଣ ତୁଳନାରେ ଏହାର ସର୍ବାଧିକ କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟ ମୂଲ୍ୟରେ ପରେ ପହଞ୍ଚିଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଚିତ୍ର 5.8 (b) ରେ,  $\beta$  କୋଣ ରେ A ଠାରୁ B ପଛରେ ଅଛି ଏବଂ  $(\alpha + \beta)$  କୋଣ ରେ A ଠାରୁ C ପଛରେ ଅଛି, କାରଣ ସେମାନେ ପରେ ସେମାନଙ୍କର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ପହଞ୍ଚିବେ ।

ତତ୍ସତ୍ତ୍ୱାତ୍ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ପାଇଁ ତିନୋଟି ସମୀକରଣ ହେଉଛି (ସମୀକରଣ 5.10 a, b and c)

$$e_A = E_m \sin \omega t \quad \dots(5.10b)$$

$$e_B = E_m \sin (\omega t - \beta) \quad \dots(5.10a)$$

$$e_C = E_m \sin [\omega t - (\alpha + \beta)] \quad \dots(5.10c)$$



### 5.1.5 ଫେଜର (Phasor)

ଏକ ଫେଜର ହେଉଛି ଏକ ଭେକ୍ଟର ଯାହା ଏକ ସାଇନୋସାଇଡାଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହା ଏକ କୋଣୀୟ ବେଗ ସହିତ ଉପରୁ ବିଷୟରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ  $\omega$  ବାମାବର୍ତ୍ତ (anti-clockwise) ଦିଗ ଦେଇ । ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପରି ବିଦ୍ୟୁତକ ପରିମାଣ ଫେଜର ମାଧ୍ୟମରେ ଲମ୍ବ ସହିତ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ ଏବଂ ତୀର ଦିଗକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଫେଜର ଭୁଲମ୍ବ ଉପାଦାନ ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣ ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଏଠାରେ, ଫେଜର ର ପରିମାଣ ସ୍ରୋତ ( $I_m$ ) ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_m$ ) ର ସର୍ବୋଚ୍ଚ କିମ୍ବା ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଚିତ୍ର 5.6 ଏବଂ ଚିତ୍ର 5.7 ରୁ, ସମୟ ସହିତ ଫେଜର ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟର ସାଇନୋସାଇଡାଲ୍ ଉପସ୍ଥାପନା ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ପାଳନ କରାଯାଇପାରିବ । ଭୁଲମ୍ବ ଅକ୍ଷରେ ଫେଜର ର ପ୍ରୋଜେକ୍ସନ୍ ପରିମାଣର ମୂଲ୍ୟକୁ ଦର୍ଶାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଏକ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଫେଜର କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଦେଖାଯାଏ ଭୁଲମ୍ବ ଅକ୍ଷରେ ଫେଜର ପ୍ରୋଜେକ୍ସନ୍  $I_m \sin \omega t$  ଏବଂ  $V_m \sin \omega t$  ଯଥାକ୍ରମେ, ସେହି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ମୂଲ୍ୟ ଦେଖାଯାଏ ।

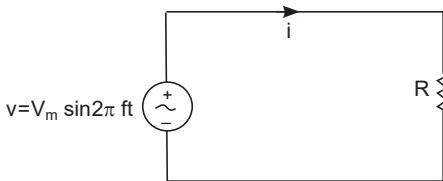
### 5.1.6 ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟରରେ ଏସି (A.C in Pure Resistors, Inductors and Capacitors)

#### 5.1.6.1 ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ (Pure Resistive Circuit)

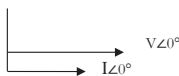
Ohm's ନିୟମରୁ,  $I = V/R$  କିମ୍ବା  $V = I R$

ଚିତ୍ର 5.9 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଯେତେବେଳେ ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V$  ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ  $R$  ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ତେବେ ପ୍ରତିରୋଧକ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତର ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି  $i = I_m \sin 2\pi ft$

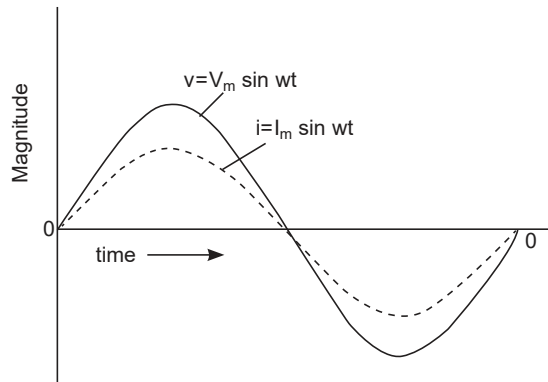
ସର୍ବାଧିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଦୃଷ୍ଟିରୁ  $V$  ର ମୂଲ୍ୟ ରଖିବା ଏବଂ  $I_m = V_m/R$ ,  $v = V_m \sin 2\pi ft$



ଚିତ୍ର 5.9: ଏସି ଉପ ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ



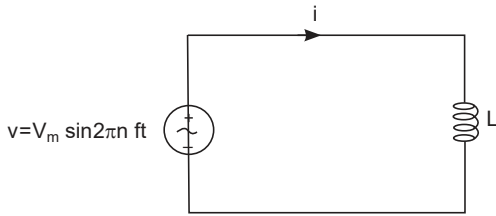
ଚିତ୍ର 5.11: ଫେଜର ଚିତ୍ର



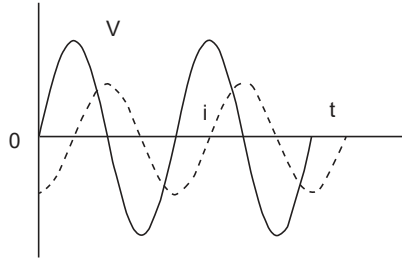
ଚିତ୍ର 5.10: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$V$  ଏବଂ  $i$  ର ଅଭିବ୍ୟକ୍ତିରୁ, ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ ପରିମାଣ ଚିତ୍ର 5.10 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଉପସ୍ଥାପିତ ହୋଇପାରିବ । ଚିତ୍ର 5.11 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ଫେଜର ଚିତ୍ରରୁ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ପାଇଁ

ଫେଜର ସବୁ ସମାନ ଦିଗରେ ଅଛି, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟ, ଅର୍ଥାତ୍ ତାହା ହେଉଛି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ । ତେଣୁ, ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ବା  $\cos\theta$  ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଏକତା, ଯଥା ଏକ ।



ଚିତ୍ର 5.12: ଶୁଦ୍ଧ ଏସି ସହିତ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର 5.13: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

### 5.1.6.2 ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥ (Pure Inductive Circuit)

ଏକ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଯେପରି ଚିତ୍ର 5.12 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହା ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ରେ ଆତ୍ମ-ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତତା ହେତୁ କୁଣ୍ଡଳୀରେ ପ୍ରେରିତ ହୁଏ । ଏହି ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ କୁଣ୍ଡଳୀ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତର ପରିବର୍ତ୍ତନହାର ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ଏହି ବିରୋଧ ଯୋଗୁଁ, ସ୍ରୋତ ଠାରୁ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $\pi / 2$  କିମ୍ବା  $90^\circ$  କୋଣରେ ପଛରେ ଅଛି ।

$$V = V_m \sin 2\pi f t$$

$$\therefore \text{ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ } i = I_m \sin (2\pi f t - \pi/2)$$

$$= - I_m \cos 2\pi f t$$

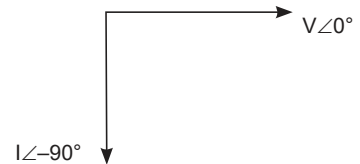
ଏହା ଚିତ୍ର 5.13ରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।

$$\text{ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି } I_m = V_m / \omega L.$$

ଯେଉଁଠାରେ " $\omega L$ " "ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ" (Inductive Reactance) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ  $X_L$  ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଇଛି ।  $L$  ହେଉଛି Henry ରେ ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ (inductance) ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ  $\omega = 2\pi f L$  ।

$X_L$  କୁ ohms ମାପ କରାଯାଏ ।

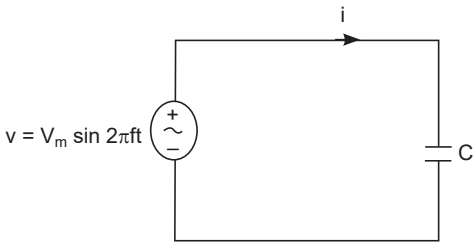
ଏହି ପରିପଥରେ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଉଛି  $90^\circ$  ଯେପରି ଚିତ୍ର 5.14 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ତେଣୁ, ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ବା  $\cos \theta$  ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।



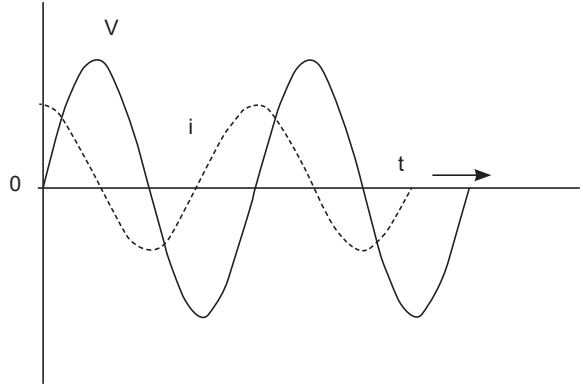
ଚିତ୍ର 5.14: ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ର

### 5.1.6.3 ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ ପରିପଥ (Pure Capacitive Circuit)

ଯେତେବେଳେ ଚିତ୍ର 5.15 ପରି ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟାନ୍ସରେ (capacitance) ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ଚାର୍ଜ ଏବଂ ଡିସଚାର୍ଜ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏହା ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଏବଂ ପରେ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଚାର୍ଜ କରାଯାଏ । ଏହା ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଚାର୍ଜ ଏବଂ ଡିସଚାର୍ଜ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେତୁ, ସ୍ରୋତ ପ୍ରୟୋଗ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ  $\pi/2$  କୋଣ ଦ୍ୱାରା ଆଗେଇ ନେଇଥାଏ, ଯାହା ଚିତ୍ର 5.16 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 5.15: ଏହି ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର 5.16: ଏହି ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$V = V_m \sin 2 \pi ft$$

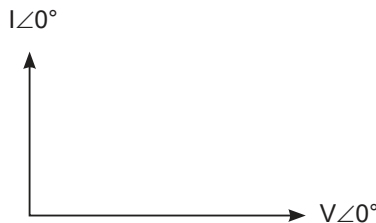
ତା'ପରେ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ  $i = I_m \sin(2\pi ft + \pi/2)$

ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ  $I_m = V_m/(1/\omega C)$

ଯେଉଁଠାରେ  $1/\omega C$  ପ୍ରତିରୋଧର ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରେ ଏବଂ ଏହା "କ୍ୟାପାସିଟିଭ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ" (Capacitive Reactance) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ  $X_C$  ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ohms ରେ ମାପ କରାଯାଏ ।

C ହେଉଛି Farads ରେ କ୍ୟାପାସିଟାନ୍ସର ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ  $\omega = 2\pi ft$  ।

ଏହି ପରିପଥରେ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଉଛି  $90^\circ$  ଯେପରି ଚିତ୍ର 5.17 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ତେଣୁ, ପାୱାର୍ ପ୍ୟାକ୍ଟର ବା  $\cos \theta$  ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ ।



ଚିତ୍ର 5.17: ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ର

## ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

- ଦୁନିଆର ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଘର ଏସି ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ । ଏସି ତୁଳନାରେ ଉତ୍ତାପ ପାଇଁ ଅଧିକ କ୍ଷମତା ହରାଇବା, ଅଗ୍ନି ଉତ୍ପାଦନ କରିବାର ଅଧିକ ବିପଦ, ଅଧିକ ଖର୍ଚ୍ଚ, ଏବଂ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ବ୍ୟବହାର କରି ହାଇ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ପରିଣତ କରିବା ସହିତ ସମସ୍ୟା ହେତୁ ଡିସି ସାଧାରଣତଃ ଏହି ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ନାହିଁ ।
- ଏସି ସହିତ ଇଲକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଜେନେରେଟର ନିର୍ମାଣ କରିବା ମଧ୍ୟ ସମ୍ଭବ, ଏବଂ କ୍ଷମତା ବିତରଣ ପ୍ରଣାଳୀ ଯାହା ଡିସି ଅପେକ୍ଷା ବହୁତ ଦକ୍ଷ, ଏବଂ ତେଣୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଏସି ମୁଖ୍ୟତଃ ଉଚ୍ଚ କ୍ଷମତା ପ୍ରୟୋଗରେ ସମଗ୍ର ବିଶ୍ୱରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ଇଲକ୍ଟ୍ରିକ୍ ମୋଟରକୁ କ୍ଷମତା ପ୍ରଦାନ କରିବା ସମୟରେ ଏସି ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ଲୋକପ୍ରିୟ, ଏକ ଉପକରଣ ଯାହା ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତାକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ କ୍ଷମତାରେ ପରିଣତ କରେ ।
- ଆମେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଅଧିକାଂଶ ଘରୋଇ ଉପକରଣ ରେଫ୍ରିଜରେଟର, ଫ୍ୟାନ, ଏୟାର-କଣ୍ଡିସନର, ଓଭେନ୍, ଟୋଷ୍ଟର ଇତ୍ୟାଦି ଏସି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- ତିନୋଟି ମୌଳିକ, ରୈଖିକ ନିଶ୍ଚିତ ଉପାଦାନ: ପ୍ରତିରୋଧକ (R), କ୍ୟାପାସିଟର (C), ଏବଂ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର (L) ନିଜେ ଏସି ପ୍ରୟୋଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଏବଂ RC ପରିପଥ, RL ପରିପଥ, LC ପରିପଥ, ଏବଂ RLC ପରିପଥ ଭାବରେ ମିଶ୍ରଣ ହୋଇପାରେ, କେଉଁ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତାହା ସୂଚୀତ ଶର୍କରାଣିକ ସହିତ । ଏହି ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ, ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରକାରର ଆଚରଣକୁ ଚିତ୍ରଣ କରେ ଯାହା ଅନେକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଆନାଲୋଗ୍ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ମୌଳିକ ଅଟେ ।



## ସମାଧାନ ହୋଇଥିବା ସମସ୍ୟା

ଉଦାହରଣ 5.1.1:  $i = 141.4 \sin 314t$  ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ  $i$  ଖୋଜନ୍ତୁ 1) ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ 2) ଆବୃତ୍ତି 3) ସମୟ ଅବଧି 4) ଯେତେବେଳେ  $i = 5$  msec, ତାର ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ।

ସମାଧାନ:

$$\text{ଦିଆଯାଇଛି, } i = 141.4 \sin 314t$$

$$i = I_m \sin \omega t$$

1) ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ  $I_m = 141.4 \text{ A}$

2)  $\omega = 314 \text{ rad/sec}$

$$f = \omega/2\pi = 50 \text{ Hz}$$

3)  $T = 1/f = 0.02 \text{ sec}$

4)  $I = 141.4 \sin(314 \times 0.005) = 3.87 \text{ A}$

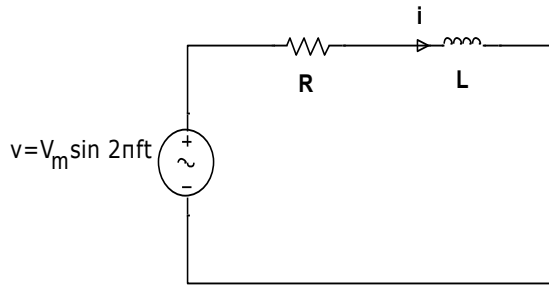
## 5.2 ଏସି ସିରିଜ୍ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ (AC Series and Parallel Circuits)

### 5.2.1 ଉପକ୍ରମ

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂରେ, ଯେତେବେଳେ ବ୍ୟବହାରିକ ପରିପଥ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଏ, ସେମାନେ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟାନ୍ସର ଉପାଦାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ତେଣୁ ଅନେକ ପରିସ୍ଥିତି ଅଛି ଯେଉଁଥିରେ ଏସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନର ଗଣନା ଆବଶ୍ୟକ । ଏସି ମେସିନର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଅଧ୍ୟୟନ ପାଇଁ, ଏସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ର ଜ୍ଞାନ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଜରୁରୀ । ଏହି ବିଭାଗରେ, ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟାନ୍ସକୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି ।

### 5.2.2 ପ୍ରତିରୋଧ – ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ (Resistance - Inductance) (R-L) ପରିପଥ

ପୂର୍ବ ବିଭାଗରେ, ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସକୁ ନେଇ ଗଠିତ ପରିପଥରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଥିଲା । ତଥାପି, ଏକ ସିରିଜ୍ ପରିପଥରେ ଯେତେବେଳେ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଦୁଇଟି ମିଶ୍ରଣରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଚିତ୍ର 5.18 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ସିରିଜ୍ ରେ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧ 'R' ଏବଂ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ 'L' କୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏକ ପରିପଥ, R ଏବଂ L ରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ସମାନ ହେବ ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ, ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ଏବଂ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ସମାନ ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ରହିବ । ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ର ସମାଧାନ ପାଇଁ i ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ (reference) ଭାବରେ ନିଆଯାଏ ।



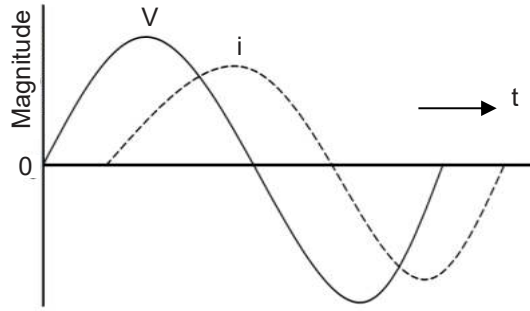
ଚିତ୍ର 5.18: R.L ସିରିଜ୍ ପରିପଥ

$i = I_m \sin \omega t$  ହେଉଛି ବର୍ତ୍ତମାନର ପ୍ରବାହିତ ପାଇଁ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି । ଏହା R ଏବଂ L ରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଢ୍ରପ୍ ସୃଷ୍ଟି କରିବ । 'R' ଉପରେ ତତକ୍ଷଣାତ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଢ୍ରପ୍ ହେଉଛି

$$V_R = iR = I_m \sin \omega t R \quad \dots(5.11)$$

ଏବଂ, 'L' ଉପରେ ତତକ୍ଷଣାତ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଢ୍ରପ୍ ହେଉଛି

$$\begin{aligned} V_L &= L \frac{di}{dt} = L \frac{d}{dt} (I_m \sin \omega t) dt \\ &= (I_m \cos \omega t) \omega L \quad \dots( 5.12) \end{aligned}$$



ଚିତ୍ର 5.19: ଏକ ଭୋଲଟେଜ୍ ରେ ଏକ R-L ସିରିଜ୍ ପରିପଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ତା'ପରେ, ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ସମୁଦାୟ ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି,

$$\begin{aligned} V &= V_R + V_L \\ &= I_m R \sin \omega t + I_m \omega L \cos \omega t \\ &= I_m (R \sin \omega t + \omega L \cos \omega t) \end{aligned}$$

ଯଦି  $R = Z \cos \theta$  ଏବଂ  $\omega L = X_L = Z \sin \theta$  କୁ ବଦଳାଇବା ...(5.13)

ଯେଉଁଠାରେ  $Z$  କୁ ପରିପଥର ପ୍ରତିବନ୍ଧକ କୁହାଯାଏ ।

$$\begin{aligned} V &= I_m [Z \cos \theta \sin \omega t + Z \sin \theta \cos \omega t] \\ &= I_m Z [\cos \theta \sin \omega t + \sin \theta \cos \omega t] \\ &= I_m Z [\sin (\omega t + \theta)] \\ &= V_m \sin (\omega t + \theta) \end{aligned} \quad \dots(5.14)$$

ଏହିପରି, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏକ କୋଣ  $\theta$  ଦ୍ୱାରା ସ୍ରୋତ ଉପରେ ଅଗ୍ରଣୀ, ଏହାର ଅର୍ଥ ଏହା ମଧ୍ୟ ଯେ, ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥରେ ସ୍ରୋତ ଏକ କୋଣ  $\theta$  ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଠାରୁ ପଛରେ ଅଛି ।

ଜଣାଶୁଣା ପାରାମିଟର ଦୃଷ୍ଟିରୁ  $\theta$  ର ମୂଲ୍ୟ ଅନୁପାତ ନେଇ ଜଣାପଡ଼ିବ

$$Z \sin \theta / Z \cos \theta = \tan \theta$$

or  $\theta = \tan^{-1} \omega L / R$  ...(5.15)

ଏହା ଆବୃତ୍ତି ' $\omega$ ' ର ଏକ କାର୍ଯ୍ୟ । ଦିଆଯାଇଥିବା ପାରାମିଟରଗୁଡ଼ିକ ଅନୁଯାୟୀ  $Z$  ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି,

$$R = Z \cos \theta ; \omega L = Z \sin \theta.$$

ବର୍ଗାକାର ଏବଂ ଏହାକୁ ଯୋଗ କରି,

$$R^2 + \omega^2 L^2 = Z^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) = Z^2$$

$$z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \quad \dots(5.16)$$

ଚିତ୍ର 5.19 ଏକ R-L ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଭିନ୍ନତା ଦେଖାଏ ।

ପରିପଥର ମୋଟ କ୍ଷମତା,  $P = VI \cos \theta$

ଯେଉଁଠାରେ  $V$  ଏବଂ  $I$  ହେଉଛି, ଆର.ଏମ.ଏସ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ  $I$

### 5.2.3 ପ୍ରତିରୋଧ – କାପାସିଟେନ୍ସ (Resistance - Capacitance) (R-C) ପରିପଥ

ପରିପଥରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଚିତ୍ର 5.20 ରୁ R-C ପରିପଥକୁ R-L ପରିପଥ ସହିତ ତୁଳନା କରିବା ପରେ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ।

$$\text{ପ୍ରତିବନ୍ଧକ } z = \sqrt{R^2 + 1/\omega^2 C^2} \quad \dots(5.17)$$

$$I_m = V_m/Z; \tan \theta = X_C/R. \text{ or } \theta = \tan^{-1} 1/(\omega C R) \quad \dots$$

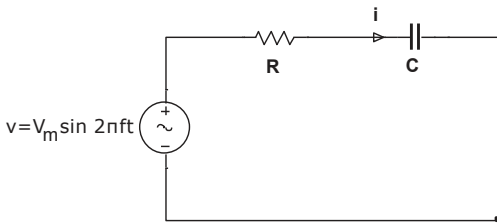
(5.18)

$$\cos \theta = R/Z$$

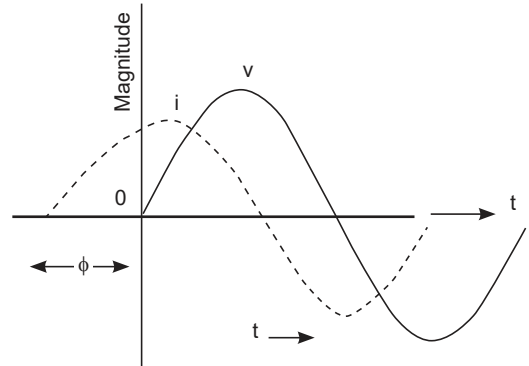
$$i = I_m \sin (2\pi ft + \phi) \quad \dots(5.19)$$

କାରଣ ସ୍ରୋତ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ ଏକ କୋଣ  $\theta$  ଦ୍ୱାରା ଆଗେଇ ନେଇଥାଏ ।

ପରିପଥର ମୋଟ କ୍ଷମତା,  $P = VI \cos \phi$



ଚିତ୍ର 5.20: ଆର-ସି ସିରିଜ୍ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର 5.21: ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ଏକ R-C ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

### 5.2.4 ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ କାପାସିଟେନ୍ସ ପରିପଥ (R.L.C Circuit)

ଏକ  $R$  ohms ର ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧ,  $X_L$  ohm ର ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଏବଂ  $X_C$  ohms ର ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ,  $v = V_m \sin 2\pi ft$  ରେ ସିରିଜ୍ ରେ ସଂଯୋଜିତ ଚିତ୍ର 5.22 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଏହି ପରିପ୍ରେକ୍ଷାରେ, ସମୁଦାୟ ମିଳିତ ପ୍ରତିରୋଧ (resistance) ଦ୍ୱାରା ସ୍ରୋତକୁ ବିରୋଧ କରାଯାଏ ଯାହା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ (impedance) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ପ୍ରତିରୋଧ  $R$  ଏବଂ ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ  $X$  କୁ ନେଇ ଗଠିତ ।

ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଛି,

ଏହି ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ, ସମୁଦାୟ ମିଳିତ ପ୍ରତିରୋଧ (resistance) ଦ୍ୱାରା ସ୍ରୋତକୁ ବିରୋଧ କରାଯାଏ ଯାହା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ (impedance) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ପ୍ରତିରୋଧ R ଏବଂ ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ X କୁ ନେଇ ଗଠିତ ।

ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଛି,

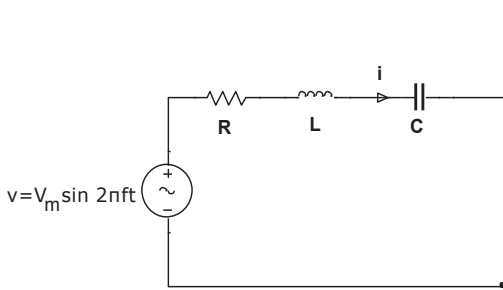
$$X = X_L - X_C, \text{ ଯେବେ } X_L > X_C$$

$$X = X_C - X_L, \text{ ଯେବେ } X_C > X_L$$

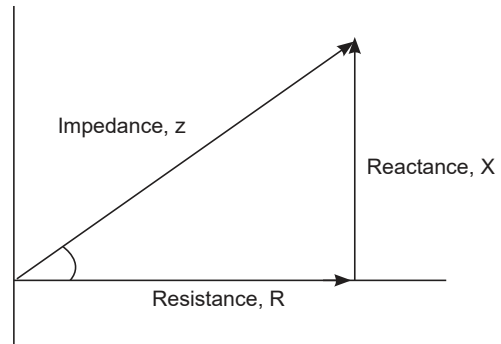
ଏହିପରି, ପ୍ରତିବନ୍ଧକ  $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$  କିମ୍ବା

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ କିମ୍ବା } Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ,  $I_m = \frac{V_m}{Z}$ ; ପାଖାର ଫ୍ୟାକ୍ଟର  $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ ; ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ  $\cos^{-1} \frac{R}{Z} - \dots (5.20)$



ଚିତ୍ର 5.22: R-L-C ସିରିଜ୍ ପରିପଥ



ଚିତ୍ର 5.23: ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ତ୍ରିକୋଣ

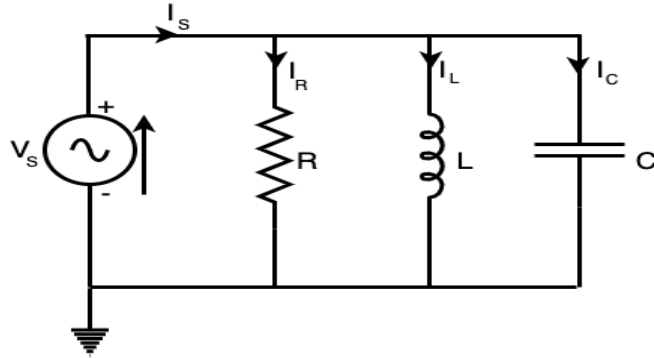
### ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ତ୍ରିକୋଣ (Impedance Triangle)

ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ତ୍ରିକୋଣ ହେଉଛି ଏକ ତାହାଣ କୋଣ ତ୍ରିକୋଣ ଯାହାର ଆଧାର, ପର୍ଯ୍ୟାୟକୋଣରୁ ଏବଂ ହାଇପୋଟେନସ୍ ପ୍ରତିରୋଧ 'R'କୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ, ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ 'X' ଏବଂ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ 'Z' କୁ ଚିତ୍ର 5.23 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଦର୍ଶାଏ । ଏହା ମୂଳତଃ ପରିପଥ ପ୍ରତିବନ୍ଧକର ଏକ ଜ୍ୟାମିତିକ ଉପସ୍ଥାପନା ।

### ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥ (Parallel RLC Circuit)

ଏକ ଆର-ଏଲସି ପରିପଥକୁ ବିଚାର କରନ୍ତୁ ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଚିତ୍ର 5.24 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏହି ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଯୋଗାଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥାଏ । ସିରିଜ୍ RLC ପରିପଥ ରେ, ସମସ୍ତ ଡିନୋଟି ଉପାଦାନ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ଯଥା ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ସମାନ ରହିଥାଏ, କିନ୍ତୁ ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥରେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସମାନ ରହିଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନର ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ସ୍ରୋତ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନରେ ବିଭକ୍ତ ହୁଏ । ସେଥିପାଇଁ ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥ ସିରିଜ୍ RLC ପରିପଥ ସହିତ ସମ୍ପର୍କ ଥିବା କୁହାଯାଇଛି ।

ଯୋଗାଣରୁ ସମୁଦାୟ ସ୍ରୋତ ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ଏବଂ କ୍ୟାପିସିଟିଭ୍ ସ୍ରୋତର ଭେକ୍ଟର ରାଶି ସହିତ ସମାନ, ତିନୋଟି ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଶାଖା ସ୍ରୋତର ଗାଣିତିକ ରାଶି ନୁହେଁ, କାରଣ ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କ୍ୟାପେସିଟରରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ନାହାନ୍ତି । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ଗାଣିତିକ ଭାବରେ ଯୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର 5.24: ଆର-ଏଲ-ସି ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ

କିର୍ଚୋଫ୍ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତୁ, ଯେଉଁଠିରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଯେ ଏକ ଜଙ୍କସନ କିମ୍ବା ନୋଡରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ, ସେହି ନୋଡ ଛାଡିଥିବା ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ ସହିତ ସମାନ,

$$I_s^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

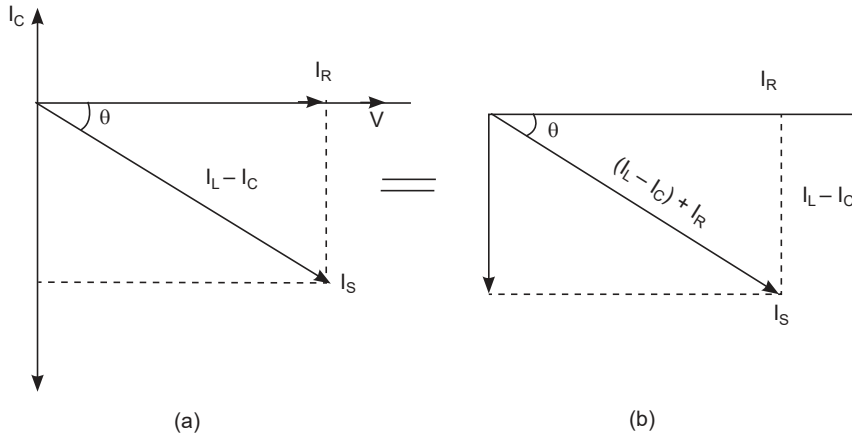
ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ର

- V ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହେଉ;
- $I_s$ , ସମୁଦାୟ ଉତ୍ସ ସ୍ରୋତ;
- $I_R$ , ପ୍ରତିରୋଧକ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ;
- $I_C$ , କ୍ୟାପାସିଟର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ;
- $I_L$ , ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ; ଏବଂ

$\theta$ , ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ ।

ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥର ଫାସୋର ଚିତ୍ର ଆଙ୍କିବା ପାଇଁ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେଫରେନ୍ସ ଭାବରେ ନିଆଯାଏ କାରଣ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସମାନ ରହିଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ସ୍ରୋତ ଅର୍ଥାତ୍,  $I_R$ ,  $I_C$ ,  $I_L$  ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଭେକ୍ଟର ତୁଳନାରେ ଅଙ୍କିତ । ପ୍ରତିରୋଧକ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ସମାନ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଅଛି; ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଭେକ୍ଟର  $I_R$  ସମାନ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଦିଗରେ ଅଙ୍କିତ । କ୍ୟାପେସିଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ, ସ୍ରୋତ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ 90° କୁ ଆଗେଇ ନେଇଥାଏ, ତେଣୁ  $I_C$  ଭେକ୍ଟର ଅଗ୍ରଣୀ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଭେକ୍ଟର, V କୁ 90° ଦ୍ୱାରା ଚିତ୍ର କରିଥାଏ । ଇନଡକ୍ଟର ପାଇଁ, ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଭେକ୍ଟର  $I_L$ , ବିଦ୍ୟୁତଚାପ V କୁ 90° ପଛରେ ପକାଇଥାଏ ତେଣୁ ଲ୍ୟାଗିଙ୍ଗ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଭେକ୍ଟର, V କୁ 90° ଦ୍ୱାରା ଅଙ୍କନ କରେ ।

$I_R$ ,  $I_C$  ଏବଂ  $I_L$  ର ଫଳାଫଳ ଯଥା ସ୍ରୋତ  $I_S$  ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V$  ଭେକ୍ଟର ସହିତ  $\theta$  ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ କରେ, ଯାହା 5.25(a)ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ।



ଚିତ୍ର 5.25: ଫେଜର ଚିତ୍ର ସମାନ୍ତରାଳ ଆରଏଲସି ପରିପଥ

ଫେଜର ଚିତ୍ରକୁ ସରଳ କରିବା, ସରଳ ହୋଇଥିବା ଫେଜର ଚିତ୍ର 5.25 (b) ରେ ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପ୍ରାପ୍ତ କରାଯାଏ । ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥର ଫେଜର ଚିତ୍ରରେ, ପାଇଥାଗୋରାସ୍ ଡକ୍ଟ୍ରି (Pythagoras theorem) ପ୍ରୟୋଗ କରିବା,

$$I_S^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

ଯଥା  $I_R = V/R$ ,  $I_C = V/X_C$ , ଏବଂ  $I_L = V/X_L$  ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣରେ  $I_R$ ,  $I_C$ ,  $I_L$  ର ମୂଲ୍ୟ ବଦଳାଇବା

$$I_S = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L} - \frac{V}{X_C}\right)^2}$$

ସରଳକରିବା ପରେ, ପ୍ରବଣତା (Admittance),  $Y = \frac{1}{z} = \frac{I_S}{V} \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$  ... (5.21)

ପ୍ରତିବନ୍ଧକର ସମୀକରଣରେ ଉପରୋକ୍ତ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଅନୁଯାୟୀ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନରେ ପ୍ରତି ଉପାଦାନରେ ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ( $1/Z$ ) ଅଛି, ତାକୁ ପ୍ରବଣତା (Admittance)  $Y$  ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥ ସମାଧାନ ପାଇଁ, ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶାଖାର ପ୍ରବଣତା ମିଳିଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶାଖାର ପ୍ରବଣତା କୁ ଯୋଗ କରି ପରିପଥର ମୋଟ ପ୍ରବଣତା ମିଳିପାରିବ ।

### ସିରିଜ୍ RLC ପରିପଥରେ ଅନୁନାଦ (Resonance in Series RLC Circuit)

ଏହି ପରିପଥରେ ଅନୁନାଦ ହେଉଛି, ପ୍ରତିରୋଧ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ଏବଂ କ୍ୟାପିସିଟାଟିଭ୍ ମୂଲ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଆବୃତ୍ତିକୁ ସୂଚିତ କରେ ।

ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ  $X_L = \omega L$  କିମ୍ବା  $X_L = 2\pi f L$

ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ  $X_C = 1/(\omega C)$  କିମ୍ବା  $X_C = 1/(2\pi f C)$ ;

ଯେଉଁଠାରେ  $f$  ହେଉଛି ଆବୃତ୍ତି,  $L$  ହେଉଛି Henry ରେ ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ  $C$  ହେଉଛି Farad ରେ କ୍ୟାପାସିଟାନ୍ସ ।

ଆବୃତ୍ତିର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟରେ,  $X_L = X_C$  ହୋଇପାରେ । ଏହି ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ, ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଶୂନ୍ୟ ହେବ । ସିରିଜ୍ ପରିପଥ ଯେଉଁଥିରେ, ନେଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଏ; କୁହାଯାଏ ଯେ "ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଅନୁନାଦ" ରେ ଅଛି । ଯେଉଁ ଆବୃତ୍ତିରେ ଏହା ଘଟେ ତାହା "ଅନୁନାଦିତ ଆବୃତ୍ତି" (resonant frequency) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ  $X_L = X_C$  ସମୀକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହା ଉପନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ହୋଇପାରେ ।

$$\text{ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସ୍ୱାରା ହେଉଛି, } f_x = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots(5.22)$$

ଅନୁନାଦିତ ଆବୃତ୍ତିରେ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ,  $Z = R$  ohm ଏବଂ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ କେବଳ ପ୍ରତିରୋଧ ସ୍ୱାରା ବିରୋଧ କରାଯାଏ ଏବଂ ତେଣୁ, ଏହା ସର୍ବନିମ୍ନ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ, ସର୍ବାଧିକ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଶୂନ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣିତ ।

### ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥରେ ଅନୁନାଦ (Resonance in Parallel RLC Circuit)

ସିରିଜ୍ RLC ପରିପଥ ପରି, ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆବୃତ୍ତିରେ ଅନୁନାଦିତ ଆବୃତ୍ତି ନାମରେ ପ୍ରତିରୂପିତ ହୁଏ ଯଥା ଏକ ଆବୃତ୍ତି ଘଟିଥାଏ ଯେଉଁଥିରେ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ କ୍ୟାପାସିଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଯାଏ କିନ୍ତୁ ସିରିଜ୍ RLC ପରିପଥ ପରି, ସମାନ୍ତରାଳ RLC ପରିପଥରେ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ପରିପଥ ଏକତା ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର କୁ ନେଇ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ପରି ଆଚରଣ କରେ ।

### ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

RC ଏବଂ RLC ପରିପଥର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ କରେ:

- RF ଆଣ୍ଟିଫାଇରସ୍
- ଫିଲ୍ଟରିଂ ପରିପଥ
- ଓସିଲେଟର ପରିପଥ
- ସିଗନାଲ୍ ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣ
- ସ୍ରୋତ କିମ୍ବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ବୃଦ୍ଧି
- ଆବୃତ୍ତି, ଆୟାମ ମୋଡ୍ୟୁଲେସନ୍ ପରିପଥ
- ରେଡିଓ ତରଙ୍ଗ ଗ୍ରାହ୍ୟତର

RL ମିଶ୍ରଣ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବରେ ମହଙ୍ଗା, ତେଣୁ ଏହା ବହୁତ କମ୍ ଉପକରଣରେ ମିଳିଥାଏ ଯଥା, ଟ୍ୟୁପ୍ ଲାଇଟ୍‌ବଲ୍‌ବ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଇତ୍ୟାଦି । LC ପରିପଥ ଏବଂ RLC ପରିପଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ରେଜେନେଟର ଭାବରେ ଆଚରଣ କରେ, ଯାହା ଅନେକ ପ୍ରୟୋଗରେ ଏକ ପ୍ରମୁଖ ଉପାଦାନ ଯେପରି କି ଓସିଲେଟର, ଫିଲ୍ଟର୍, ଟ୍ୟୁନର୍, ମିକ୍ସର୍, ଯୋଗାଯୋଗହୀନ କାର୍ଡ, ଗ୍ରାଫିକ୍ସ ଟାବଲେଟ୍, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରବନ୍ଧ ନୀରିକ୍ଷଣ (ସୁରକ୍ଷା ଟ୍ୟାଗ) ଇତ୍ୟାଦି ।

## ସମାଧାନ ହୋଇଥିବା ସମସ୍ୟା

**ଉଦାହରଣ 5.2.1:** ଏକ ସିରିଜ୍ ପରିପଥ 6W ପ୍ରତିରୋଧକ ଏବଂ 8W ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ନେଇ ଗଠିତ । ଏଥିରେ 141.4 V (ଆର.ଏମ.ଏସ) ର ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଭବ ପାର୍ଯ୍ୟକ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ, ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ + 100 V, ଏବଂ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଛି । ଏହି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ଗଣନା କରନ୍ତୁ, (i) ସ୍ରୋତ (ii) ପ୍ରତିରୋଧରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପତନ ଏବଂ (iii) ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ ।

$$\text{ସମାଧାନ: } Z=R+jX=6+j8=10\angle 53.1^\circ$$

ଏହା ଦର୍ଶାଏ ଯେ ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଠାରୁ  $53.1^\circ$  ପଛରେ ସ୍ରୋତ ଅଛି । V କୁ ରେଫରେନ୍ସ ପରିମାଣ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତୁ ।

$$\text{ତା'ପରେ } V = (141.4 \times 2) \sin t = 200 \sin t; \quad i = (V_m/Z \sin t) - 30^\circ = 20 \sin (t - 53.1^\circ)$$

$$(i) \text{ ଯେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ } + 100 \text{ V ଏବଂ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ; } 100 = 200 \sin t; \sin t = 0.5; \omega t = 30^\circ$$

$$\text{ଏହି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ, ସ୍ରୋତ } i = 20 \sin (30^\circ - 53.1^\circ) = -20 \sin 23.1^\circ = -7.847 \text{ A.}$$

$$\text{ପ୍ରତିରୋଧ ରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ } = iR = -7.847 \times 6 = -47 \text{ V}$$

$$(ii) \text{ ଆସକ୍ତ ପ୍ରଥମେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ ର ସମୀକରଣ ଖୋଜିବା ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ରେ ।}$$

$$\text{ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ ର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ } = I_m X_L = 20 \times 8 = 160 \text{ V}$$

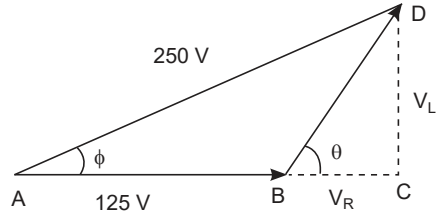
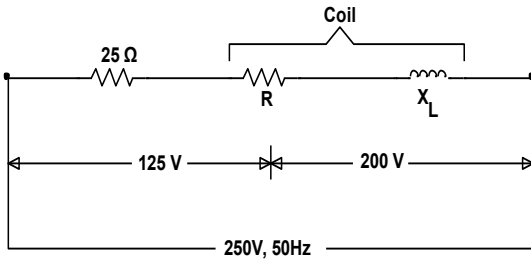
ଏହା  $90^\circ$  ଦ୍ୱାରା ସ୍ରୋତକୁ ଆଗେଇ ନେଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସ୍ରୋତ ନିଜେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କୁ  $53.1^\circ$  ପଛରେ ରଖିଛି, ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉପରେ ରିଆକ୍ଟିଭ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ ହେଉଛି  $(90^\circ - 53.1^\circ) = 36.9^\circ$  ।

ତେଣୁ,  $\omega t = 30^\circ$  ଥିବାବେଳେ ତୁରନ୍ତ ଏହି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ସମୀକରଣ ହ୍ରାସ ହୁଏ

$$V_L = 160 \sin (30^\circ + 36.9^\circ) = 160 \sin 66.9^\circ = 147.2 \text{ V}$$

**ଉଦାହରଣ 5.1.2:** 250-V, 50-Hz ରେ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯିବାବେଳେ ଏକ ଚୋକ୍ ର କୁଣ୍ଡଳୀ ସହିତ କ୍ରମରେ 5 A ର ଏକ ସ୍ରୋତ-ଏକ ଅଣ-ଇନ୍ଦ୍ରିୟାତ୍ମକ ପ୍ରତିରୋଧ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଯଦି ପ୍ରତିରୋଧରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ 125 V ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳୀ 200 V ରେ ଅଛି, ଗଣନା କରନ୍ତୁ

(a) କୁଣ୍ଡଳୀର ପ୍ରତିବନ୍ଧକ, ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧ (b) କୁଣ୍ଡଳୀ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କ୍ଷମତା ଏବଂ (c) ସମୁଦାୟ କ୍ଷମତା । ଭେକ୍ଟର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।



ସମାଧାନ:

$$I = 5 \text{ A}$$

ଯେପରି ଅଙ୍କିତ ଭେକ୍ଟର ଚିତ୍ରରୁ ଦେଖାଯାଇଛି,

$$BC^2 + CD^2 = 200^2 \quad \dots(i)$$

$$(125 + BC)^2 + CD^2 = 250^2 \quad \dots(ii)$$

ଏକ ବିୟୋଗ କରିବା ସମୀକରଣ (i) ରୁ (ii), ଆମେ ପାଇଥାଉ,  $(125 + BC)^2 - BC^2 = 250^2 - 200^2$

$$\therefore BC = 27.5 \text{ V}; CD = 200 - 27.5 = 198.1 \text{ V}$$

(a) କୁଣ୍ଡଳୀର ପ୍ରତିବନ୍ଧକ =  $200/5 = 40 \Omega$

$$V_R = IR = BC \text{ କିମ୍ବା}$$

$$5R = 27.5$$

$$\therefore R = 27.5/5 = 5.5\Omega$$

ଆହୁରି ମଧ୍ୟ  $V_L = I \cdot X_L = CD = 198.1$

$$\therefore X_L = 198.1/5 = 39.62 \Omega$$

କିମ୍ବା  $X_L = 40 - 5.5 = 39.62 \Omega$

(b) କୁଣ୍ଡଳୀ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କ୍ଷମତା = କୁଣ୍ଡଳୀରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $\times$  ସ୍ରୋତ  $\times \cos \theta = 200 \times 5 \times 27.5/200 = 137.5 \text{ W}$

ଆହୁରି ମଧ୍ୟ  $P = I^2R = 5^2 \times 5.5 = 137.5 \text{ W}$

(c) ସମୁଦାୟ କ୍ଷମତା =  $VI \cos \phi = 250 \times 5 \times AC/AD = 250 \times 5 \times 152.5/250 = 762.5 \text{ W}$

$I^2R$  ସୂତ୍ରକୁ ବ୍ୟବହାର କରି କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ଗଣନା କରାଯାଇପାରେ ।

ସିରିଜ୍ ପ୍ରତିରୋଧ =  $125/5 = 25 \Omega$

ମୋଟ ପରିପଥ ପ୍ରତିରୋଧ =  $25 + 5.5 = 30.5 \Omega$

$\therefore$  ମୋଟ କ୍ଷମତା =  $5^2 \times 30.5 = 762.5 \text{ W}$

### 5.3 ଏହି କ୍ଷମତା ଏବଂ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥ (AC Power and Three Phase Circuit)

#### 5.3.1 ଉପକ୍ରମ

ପୂର୍ବ ଯୁଗରେ, 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଥିଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ସମୟରେ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପ୍ରଣାଳୀ ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ପ୍ରଣାଳୀ । ଅଧିକାଂଶ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମେସିନ୍ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପ୍ରଣାଳୀରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । କେବଳ ସେତିକି ନୁହେଁ, ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ କ୍ଷମତା ଉତ୍ପାଦନ, ଗ୍ରାହ୍ୟତା ବଣ୍ଟନ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତାର ଉପଯୋଗ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଉପରେ ଆଧାରିତ । 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର ଏକ ଫ୍ଲୋ ମିଲ୍ ଏବଂ ଅଧିକାଂଶ ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଘରେ ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହୃତ ସୁଇଚ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଡବଲ୍ ପୋଲ୍ ପ୍ରକାର ହୋଇଥିବାବେଳେ ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ସୁଇଚ୍ ଗୁଡ଼ିକ 'ତ୍ରିପଲ୍ ପୋଲ୍' ପ୍ରକାରର କାରଣ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣ ସାଧାରଣତଃ ଶିଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ତେଣୁ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ମୌଳିକତା ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

#### 5.3.2. ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପ୍ରଣାଳୀର ଲାଭ (Advantages of Three Phase System)

1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ, 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା କ୍ଷେତ୍ରରେ କିଛି ସୁବିଧା ଅଛି ଯାହା ଅନୁସରଣ କରାଯାଏ ।

- (i) 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା କ୍ଷମତା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ ପ୍ରାୟ ତିନି ଗୁଣ ।
- (ii) 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ଉପଲକ୍ଷ କେବଳ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ତୁଳନାରେ, 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଦୁଇଟି ଯଥା, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ ।
- (iii) 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ପ୍ରସାରିତ କ୍ଷମତା ତୁଳନାରେ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିମାଣର କ୍ଷମତା ପ୍ରସାରିତ ହୋଇପାରେ ।
- (iv) 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ପରିଚାଳିତ ମୋଟର ତୁଳନାରେ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ରରେ ପରିଚାଳିତ ମୋଟରର ପାଖାପାଖି ଅଧିକ, ସମାନ ଉତ୍ପାଦନ ଏବଂ ବେଗ ପାଇଁ ।
- (v) 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ତୁଳନାରେ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପାଦନ କରିପାରେ (ଯାହା ଏହି ମୋଟରଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ) ଯେତେବେଳେ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣ କେବଳ କ୍ଷମତାକ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପାଦନ କରିପାରିବ ।

#### 5.3.3 ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନା

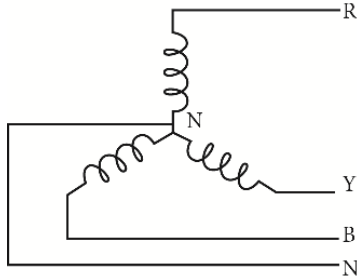
3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥ ଦୁଇଟି ଉପାୟରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇପାରିବ ।

##### i. ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା

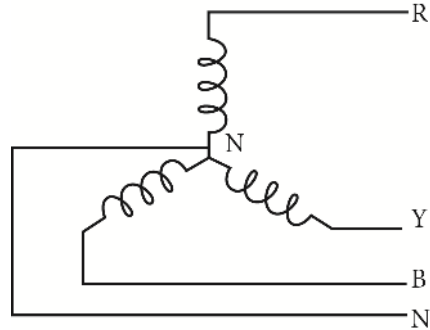
ଚିତ୍ର 5.26 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନାରେ, ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ପ୍ରତିରୋଧର ତିନୋଟି ମୁଣ୍ଡ ଏକତ୍ର କରି ପଏଣ୍ଟ N ରେ ଯୋଡ଼ା ଯାଏ । ଏହି ଜଙ୍କସନ୍ ଏକ ନିଉଟ୍ରାଲ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । R, Y ଏବଂ B ଭାବରେ ନାମିତ ଅବଶିଷ୍ଟ ତିନୋଟି ଶେଷ ହେଉଛି ଯୋଗାଣ ଟର୍ମିନାଲ ।

ii. ତେଲ୍ଲୁ ସଂଯୋଜନା

ତେଲ୍ଲୁ ସଂଯୋଜନାରେ ଦୁଇଟି ମୁଣ୍ଡ, ଗୋଟିଏ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ପ୍ରତିରୋଧରୁ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ପ୍ରତିରୋଧରୁ ଏକତ୍ର କରି ଯୋଡ଼ା ଯାଏ । ଏହିପରି, ଏହା ଚିତ୍ର 5.27 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ତିନୋଟି ଜଳସନ୍ତରାଣ କରେ । R, Y ଏବଂ B ନାମକ ତିନୋଟି ଜଳସନ୍ତରାଣ ହେଉଛି ଯୋଗାଣ ଚର୍ଯ୍ୟିନାଳ ।



ଚିତ୍ର 5.26: ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା



ଚିତ୍ର 5.27: ତେଲ୍ଲୁ ସଂଯୋଜନା

5.3.4 ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଲାଇନ୍ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ

(Relationship between Line & Phase Values of Voltages & Currents)

ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଂଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଦୁଇଟି ବାହ୍ୟ କଣ୍ଡକ୍ଟର କିମ୍ବା ଲାଇନ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ 'ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ' କୁହାଯାଏ । ଏହା  $V_L$  ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣିତ । ପ୍ରତ୍ୟେକ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ 'ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ' କୁହାଯାଏ । ଏହା  $V_p$  ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣିତ । ସେହିଭଳି ବାହ୍ୟ କଣ୍ଡକ୍ଟର କିମ୍ବା ଲାଇନ୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ସ୍ରୋତକୁ 'ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ' କୁହାଯାଏ । ଏହା  $I_L$  ଦ୍ୱାରା ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣିତ । ଏକ କୁଣ୍ଡଳୀ କିମ୍ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ସ୍ରୋତକୁ 'ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ' କୁହାଯାଏ । ଏହା  $I_p$  ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣିତ । ଏସବୁ ଚିତ୍ର 5.28 ଏବଂ ଚିତ୍ର 5.29 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି, ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଏବଂ  $V_L, V_p, I_L$  ଏବଂ  $I_p$  ସମ୍ପର୍କ ଖୋଜିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

5.3.4.1 ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା (Star connection)

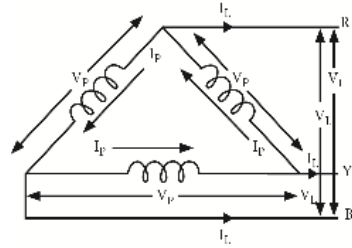
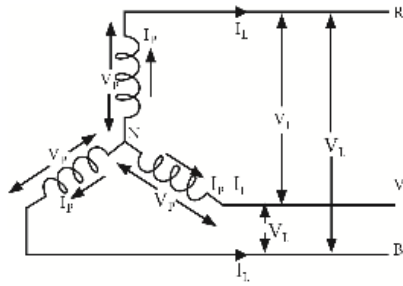
ଚିତ୍ର 5.28 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନାରେ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ସହିତ ସମାନ

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍ } I_L = I_p \tag{5.23}$$

ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବିଷୟରେ, ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସମାନ  $\sqrt{3}$  ଗୁଣ ।

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍ } V_L = \sqrt{3} V_p \text{ or } V_p = V_L / \sqrt{3} \tag{5.24}$$

$$\text{ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ } I_p = \frac{\text{Phase Voltage } (V_p)}{\text{Impedance per phase } (Z)}$$



ଚିତ୍ର 5.28: ଷ୍ଟାର ସଂଯୋଜନାର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ସହ    ଚିତ୍ର 5.29: ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନାର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ

### 5.3.4.2 ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଜନା

ଚିତ୍ର 5.29 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ ପାଇଁ, ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ ସମାନ ।

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍ } V_L = V_P \quad \dots(5.26)$$

ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତର ସମାନ  $\sqrt{3}$  ଗୁଣ ଅଟେ ।

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍ } I_L = \sqrt{3} I_P \text{ or } I_P = I_L / \sqrt{3} \quad \dots(5.27)$$

$$\text{ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ } I_P = \frac{\text{Phase Voltage } (V_p)}{\text{Impedance per phase } (Z)} \quad \dots(5.28)$$

### 5.3.5 ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତା

କ୍ଷମତା ହେଉଛି ସେହି ହାର ଯେଉଁଥିରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ, କିମ୍ବା ଯେଉଁ ହାରରେ କ୍ଷମତା ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ । କାର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରାୟତଃ ଜୁଲରେ (joules) ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିରେ, ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟର ଏକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏକ କୁଲମ୍ବ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ଦେଇ ଯିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ଏହି ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ସମାପ୍ତ ହୁଏ, ଏହା ଗୋଟିଏ ୱାଟ୍ (watt) ସହିତ ସମାନ । ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପକରଣ ଖାତରେ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରାଯାଏ । ଏକ ୱାଟ୍ ହେଉଛି କ୍ଷମତାର ମୌଳିକ ୟୁନିଟ୍ । ଗୋଟିଏ ୱାଟ୍‌କୁ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ଭାବରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଥାଏ ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଭୋଲ୍ଟର ଏକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏକ ସ୍ରୋତ ଏକ ଆମ୍ପେର୍ ପରିପଥ ଦେଇ ଗତି କରେ । କ୍ଷମତା, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ସମ୍ପର୍କ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଫର୍ମୁଲା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୋଇଛି:

$$\text{Power} = \text{Volts} \times \text{Amperes}$$

$$\text{କିମ୍ବା } P = V \times I$$

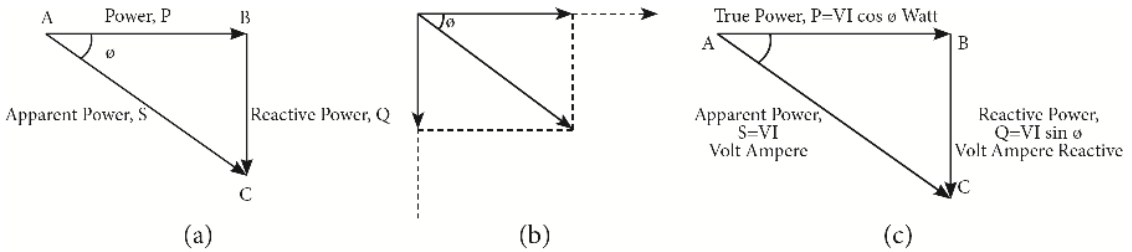
Ohm's ଆଇନ ଉପାଦାନ ଦୃଷ୍ଟିରୁ, କ୍ଷମତା ପାଇଁ ସୂତ୍ରକୁ ଅନ୍ୟ ଦୁଇଟି ଉପାୟରେ ଅନୁସରଣ କରାଯାଇପାରିବ:

$$P = I^2 R \text{ କିମ୍ବା } P = V^2 / R \quad \dots(5.29)$$

ଯେଉଁଠାରେ P ହୋଇଛି କ୍ଷମତା ଯାହା watts କିମ୍ବା volt-amperes (VA), V ହୋଇଛି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଯାହା volt, I ହୋଇଛି ସ୍ରୋତ ଯାହା amperes, R ହୋଇଛି ପ୍ରତିରୋଧ ohmsରେ ।

### 5.3.6 କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ

କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ ହେଉଛି ଏକ ତାହାଣ କୋଣ ତ୍ରିକୋଣ ଯାହାର ପାର୍ଶ୍ଵ ସକ୍ରିୟ (active), ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ (reactive) ଏବଂ ପ୍ରତୀତ କ୍ଷମତାକୁ (apparent power) ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରେ । ଏହି ତାହାଣ କୋଣ ତ୍ରିକୋଣର ଆଧାର, ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣାର ଏବଂ ହାଇପୋଟେନୋସ୍ ଯଥାକ୍ରମେ ସକ୍ରିୟ (active), ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ (reactive) ଏବଂ ପ୍ରତୀତ କ୍ଷମତାକୁ (apparent power) ସୂଚିତ କରେ । ଯେତେବେଳେ ସ୍ରୋତର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନ ଯାହା ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ( $I \cos \phi$ ) କିମ୍ବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ ଉପାଦାନ ( $I \sin \phi$ ), ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V$  ଦ୍ଵାରା ଗୁଣିତ ହୁଏ, ଏକ କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ ଚିତ୍ର 5.30ରେ ଦେଖାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 5.30: କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ

ଚିତ୍ର 5.30 (a) ଏକ କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ ଦେଖାଏ । ସାଇଡ୍ AB, BC ଏବଂ AC ଯଥାକ୍ରମେ P, Q ଏବଂ S ପ୍ରତିନିଧିତ୍ଵ କରନ୍ତି । କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ ଫେଜର ଚିତ୍ର 5.30 (b)ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଚିତ୍ରରୁ । ଏକ ଏହି ପରିପଥରେ ପ୍ରକୃତରେ ବ୍ୟବହାର କିମ୍ବା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା କ୍ଷମତାକୁ ବାସ୍ତବିକ କ୍ଷମତା (true power) କିମ୍ବା ସକ୍ରିୟ କ୍ଷମତା (active power) କିମ୍ବା ପ୍ରକୃତ କ୍ଷମତା (real power) କୁହାଯାଏ । ୟୁନିଟ୍ ୱାଟ୍ (watt) ଏବଂ ଏହାକୁ କିଲୋୱାଟ୍ (KW) କିମ୍ବା ମେଗାୱାଟ୍ରେ (MG) ମାପ କରାଯାଏ । ଯେଉଁ କ୍ଷମତା ପଛକୁ ପଛ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଏହାର ଅର୍ଥ ଏହା ପରିପଥରେ ଉତ୍ତମ ଦିଗରେ ଗତି କରେ କିମ୍ବା ଏହା ଉପରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ, ଏହାକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ କ୍ଷମତା କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ କ୍ଷମତା କିଲୋଭୋଲ୍ଟ-ଆମ୍ପେର୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ (KVAR) କିମ୍ବା MVARରେ ମାପ କରାଯାଏ । ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ରୁଟ୍ ମିନ୍ ଷ୍ଟୋୟାର (ଆରଏମଏସ୍) ମୂଲ୍ୟର ଉତ୍ପାଦ ସ୍ଵଳ୍ପ କ୍ଷମତା ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଏହି କ୍ଷମତା KVA କିମ୍ବା MVAରେ ମାପ କରାଯାଏ । ଏହି ପରିମାଣ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କକୁ ଚିତ୍ର 5.30 (c) ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପାୱାର ତ୍ରିକୋଣ ନାମକ ଗ୍ରାଫିକାଲ୍ ଉପସ୍ଥାପନା ଦ୍ଵାରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି ।



ଅଲଗେନେଟି  
କରେଷ୍ଟ  
(ଭୂମି 4)

- ଯେତେବେଳେ ସ୍ରୋତ ର ଏକ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ପରିପଥ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V$  ଦ୍ଵାରା ଗୁଣିତ ହୁଏ, ଏହା ସକ୍ରିୟ କ୍ଷମତାରେ ଫଳାଫଳ ହୁଏ । ଏହି କ୍ଷମତା ହିଁ ମୋଟରରେ ଆର୍ଟ୍ସ୍ (torque), ହିଟରରେ ଗରମ ଇତ୍ୟାଦି ଉତ୍ପାଦନ କରେ । ଏହି କ୍ଷମତା ଖାତମିଟର ଦ୍ଵାରା ମାପ କରାଯାଏ ।
- ଯେତେବେଳେ ସ୍ରୋତର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ ଉପାଦାନ ପରିପଥ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଦ୍ଵାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୁଏ, ଏହା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ କ୍ଷମତା ଦେଇଥାଏ । ଏହି କ୍ଷମତା ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ, ଏବଂ ଏହା ପରିପଥରେ ପଛକୁ ପଛ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ।



ଡେଲ୍-ୱାଇ  
(ପି-ଟି)  
ରୂପାନ୍ତରଣ

- ଯେତେବେଳେ ପରିପଥ ସ୍ରୋତ ପରିପଥ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଦ୍ୱାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୁଏ, ଏହା ପ୍ରତୀତ କ୍ଷମତାରେ ଫଳାଫଳ ହୁଏ ।
- କ୍ଷମତା ଉପରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣରୁ, ପ୍ରକୃତ କ୍ଷମତାର ଅନୁପାତକୁ ପ୍ରତୀତ କ୍ଷମତାକୁ ନେଇ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରେ ।

$$\text{Power factor} = \frac{\text{Active Power}}{\text{Apparent Power}} = \frac{\text{KWA}}{\text{KVA}} \quad \dots(5.30)$$

ମୂଳତଃ, କ୍ଷମତାର ଅର୍ଥ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ପାଦ, କିନ୍ତୁ ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ବ୍ୟତୀତ ଏହି ପରିପଥରେ ସାଧାରଣତଃ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଥାଏ ଏବଂ ଏହିପରି VI ପରିପଥରେ ପ୍ରକୃତ କିମ୍ବା ପ୍ରକୃତ କ୍ଷମତା ଦେଖିନଥାଏ ।

$$\therefore \text{ପ୍ରକୃତ କ୍ଷମତା, } P = VI \cos \theta \quad \dots(5.31)$$

ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ କିମ୍ବା ଏକ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟେଟିଭ୍ ପାଇଁ, ପରିପଥରେ ଉପଯୋଗ ହେଉଥିବା କ୍ଷମତା ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ, କାରଣ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ  $90^\circ$  ଅଟେ । ତଥାପି, ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ଷମତା ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଯାହା  $P = VI \text{ watt}$  ଦ୍ୱାରା ହୋଇଥାଏ, ଯେଉଁଠାରେ V ଏବଂ ଆରଏମଏସ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ।

### 5.3.7 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଂଯୋଗରେ କ୍ଷମତା (Power in Three Phase Connection)

ଷ୍ଟାର ଏବଂ ଡେଲଟା ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିବା କ୍ଷମତା ହେଉଛି I ପରିପଥରେ ମୋଟ କ୍ଷମତା ହେଉଛି ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ଷମତାର ଯୋଗଫଳ ।

$$\therefore \text{ମୋଟ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଥିବା କ୍ଷମତା } W = 3V_p I_p \cos \phi \quad \dots(5.32)$$

ବର୍ତ୍ତମାନ  $I_p = I_L; V_p = V_L / \sqrt{3}$  ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ଏବଂ  $V_p = V_L; I_p = I_L / \sqrt{3}$  ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ ପାଇଁ । ଏବଂ ର ଏହି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ଲାଇନ୍ ମୂଲ୍ୟରେ ପରିଣତ କରିବା ଯଥା  $V_L$  ଏବଂ  $I_L$ , କ୍ଷମତା ପାଇଁ ଉପରୋକ୍ତ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି ଏବଂ ଉଭୟ ଷ୍ଟାର୍ ତଥା ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗରେ ମୋଟ କ୍ଷମତା ହୋଇଯାଏ

$$W = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi \quad \dots(5.33)$$

#### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

1. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟାଟ୍ ନିକଟସ୍ଥ ସର୍ ସ୍ପେସର୍ କିମ୍ବା ଶିଳ୍ପ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବେ ଏବଂ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଏବଂ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଉନ୍ନତି ପାଇଁ ବ୍ୟବସ୍ଥା ପାଳନ କରିବେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟାଟ୍ ସେମାନଙ୍କର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଉପରେ ଆଧାର କରି ଏକ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବେ ।

## ସମାଧାନ ହୋଇଥିବା ସମସ୍ୟା

**ଉଦାହରଣ 5.3.1:** ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଟା ସହିତ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରିପଥ ନିରୀକ୍ଷଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

(a) ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ, (b) ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ (c) ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟର ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର, ଏବଂ (d) ମୋଟ କ୍ଷମତା ବ୍ୟବହୃତ

**ସମାଧାନ:** ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_L = 400 \text{ volt}$

ପ୍ରତି ପର୍ଯ୍ୟାୟର ପ୍ରତିରୋଧ  $R = 23 \text{ ohms}$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_p = 400 / \sqrt{3} = 230 \text{ volt}$

ସ୍ରୋତ,  $I_p = V_p / R = 230 / 23 = 10 \text{ ଆମ୍ପିସ୍}$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟରୁ ସ୍ରୋତର ଲାଇନ୍ ମୂଲ୍ୟ ଗଣନା କରିବା

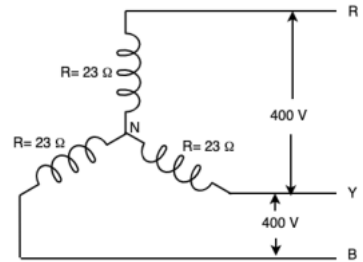
$I_L = \sqrt{3} \cdot I_p = 17.3 \text{ amps}$

ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କ୍ଷମତା  $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$

$= 3 \cdot 400 \cdot 17.3 \cdot 1 \text{ (} \cos \phi = 1 \text{ ପ୍ରତିରୋଧ ପରିପଥ ପାଇଁ)}$

$= 12000 \text{ watts}$

$= 12 \text{ kW}$



**ଉଦାହରଣ 5.3.2:** ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଦେଖନ୍ତୁ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ 8 ohms ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଏବଂ 6 ohms ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ନେଇ ଗଠିତ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗୁଡ଼ିକୁ ଗଣନା କରନ୍ତୁ (i) ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, (ii) ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ, (iii) ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ, (iv) ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କ୍ଷମତା ।

**ସମାଧାନ:** ଯେହେତୁ ପରିପଥ ତେଲୁ ସଂଯୋଜିତ,

ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_p$ ) = 400 volt

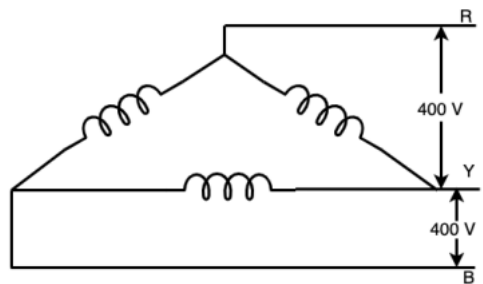
ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ଖୋଜିବା ପାଇଁ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାଇଁ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଗଣନା କରାଯାଏ ।

ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯଥା z ଏବଂ R ଏବଂ X ର ପ୍ରଦତ୍ତ ମୂଲ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରି ।

$Z = 8 + j6 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \Omega$

ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ  $I_p = V_p / R = 400 / 10 = 40 \text{ Amp}$

ଏହି ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତରୁ  $I_L = \sqrt{3} \times 40 = 69.2 \text{ Amp}$



ପାୱାର୍ ପ୍ୟାକ୍ଟର,  $\cos \phi = R/X = 6/8 = 0.8$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କ୍ଷମତା,

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 69.2 \times 0.8 \\ &= 38400 \text{ watt} = 38.4 \text{ kW} \\ &= 38400 \text{ watts} = 38.4 \text{ KW} \end{aligned}$$

## ଭାଗ ସାରାଂଶ (Unit Summary)

- ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତର ଆର.ଏମ.ଏସ ମୂଲ୍ୟ ସେହି ସ୍ଥିର (ଡିସି) ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ ଯାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ଏକ ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବା ସମୟରେ ସମାନ ସମୟ ପାଇଁ ସମାନ ପରିପଥ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବା ସମୟରେ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ସମାନ ଉତ୍ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହା ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ପ୍ରଭାବୀ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ।
- ପର୍ଯ୍ୟାୟ ହେଉଛି ଏକ ଆପେକ୍ଷିକ ସ୍ଥିତି ଏକ ସମୟ କିମ୍ବା କୋଣ ମାପ ହୋଇଥିବା ଏକ ରେଫରେନ୍ସ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିମାଣ ।
- ଅଲଟରନେଟିଂ ପରିମାଣର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟର ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସେଟ୍ କୁ ଚକ୍ର କୁହାଯାଏ ।
- ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ ସମୟ ଅବଧି କିମ୍ବା ଚକ୍ରର ଉତ୍ସାଂଶ ଅଂଶ ଭାବରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି ଯାହା ମାଧ୍ୟମରେ ପରିମାଣ ମନୋନୀତ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥିତିରୁ ଅଗ୍ରଗତି କରିଥାଏ ।
- ଏକ ଏସି ପରିପଥରେ ଉତ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ ଅଛି ଯାହା ପ୍ରତିରୋଧକୁ ବାଧା ଦ୍ୱାରା ବିଭାଜିତ କରି ମିଳିପାରିବ ।
- ପାୱାର ପ୍ୟାକ୍ଟର -1 ରୁ 1 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହିଥାଏ ।
  - ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା, 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଉପରେ କିଛି ସୁବିଧା ମିଳିଥାଏ ।
  - ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଖାଇଣ୍ଟିଂକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତିନି-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କରେକ୍ଟ ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ତୁମ୍ଭକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପାଦନ କରୁଥିବାବେଳେ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣ କେବଳ ତୁମ୍ଭକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ଥାନ ଉତ୍ପାଦନ କରିପାରିବ ।
  - 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତୁଳନାରେ ସମାନ କ୍ଷମତା ବିତରଣ ପାଇଁ କମ୍ ପରିଚାଳନା ସାମଗ୍ରୀ ଆବଶ୍ୟକ ।
  - 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ କ୍ଷମତା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ତନ୍ତ୍ର ତୁଳନାରେ ପ୍ରାୟ ତିନି ଗୁଣ ।
  - 1- ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପ୍ରଣାଳୀରେ ପ୍ରସାରିତ କ୍ଷମତା ତୁଳନାରେ ବିପୁଳ ପରିମାଣର କ୍ଷମତା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ବିସ୍ତାର ହୋଇପାରେ ।

- ତିନୋଟି ମୌଳିକ, ରୈଖିକ ନିଷ୍ପିନ୍ନ ଉପାଦାନ: ପ୍ରତିରୋଧକ (R), କ୍ୟାପାସିଟର (C), ଏବଂ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର (L), RC ପରିପଥ, RL ପରିପଥ, LC ପରିପଥ, ଏବଂ RLC ପରିପଥ ଆକାରରେ ମିଳିତ ହୋଇପାରେ ।
- ଷ୍ଟାର୍ (Star) ସଂଯୋଜନାରେ, ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ସହିତ ସମାନ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପର  $\sqrt{3}$  ଗୁଣ ।।
- ଡେଲ୍ଟା (Delta) ସଂଯୋଗ ପାଇଁ, ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ ସମାନ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତର  $\sqrt{3}$  ଗୁଣ ।।
- ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିବା କ୍ଷମତା ହେଉଛି  $V_p I_p \cos \phi$  । ପରିପଥରେ ସମୁଦାୟ କ୍ଷମତା ହେଉଛି ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ଷମତାର ଯୋଗଫଳ ।
- କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ ହେଉଛି ଏକ ତାହାଣ କୋଣିଆ ତ୍ରିକୋଣର ଉପସ୍ଥାପନା, ଯାହାର ଆଧାର ସକ୍ରିୟ କିମ୍ବା ପ୍ରକୃତ କ୍ଷମତାକୁ ଦର୍ଶାଏ, ଅଭିଲମ୍ବ (perpendicular) ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ କ୍ଷମତାକୁ ଦର୍ଶାଏ ଏବଂ ହାଇପୋଜେନସ୍ ସ୍ୱଳ୍ପ କ୍ଷମତାକୁ ସୂଚିତ କରେ ।

## ଅନୁଶୀଳନୀ (Exercises)

### A - ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ

ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ	କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ
5.1	<p>ସାଇନ ତରଙ୍ଗର ଶିଖର ମୂଲ୍ୟ ହୁଏ</p> <p>a. ଥରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ।</p> <p>b. ଥରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ର ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ।</p> <p>c. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ରର ଦୁଇଥର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ।</p> <p>d. ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ରର ଦୁଇଥର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରେ ।</p>	5.4	<p><math>i(t)=100\sin 314t</math> ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ମୂଲ୍ୟ ହାସଲ କରିବ 86.6 A, କେଉଁ ସମୟ ପରେ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇପାରେ</p> <p>a. <math>\frac{1}{300}</math> sec                      b. <math>\frac{1}{600}</math> sec</p> <p>c. <math>\frac{1}{1200}</math> sec                      d. <math>\frac{1}{150}</math> sec</p>

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ	କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ
5.2	ଏକ ପ୍ରତିରୋଧର କାଳ୍ପନିକ ଅଂଶକୁ କୁହାଯାଏ: a. ପ୍ରତିରୋଧ (Resistance) b. ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Reactance) c. ପ୍ରବଣତା (Admittance) d. ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ (Conductance)	5.5	ଯଦି $V_1 = A \sin \omega t$ ଏବଂ $V_2 = B \sin (\omega t - \phi)$ ତା'ପରେ a. $V_1, V_2$ lags $\phi$ b. $V_2, V_1$ lags $\phi$ c. $V_2, V_1$ leads $\phi$ d. $V_1$ is in phase with $V_2$
5.3	ଯେହେତୁ ସାଇନ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 50 Hz ଅଟେ । rad / sec ରେ ଏହାର କୋଣୀୟ ଆବୃତ୍ତି ହେବ a. $50/\pi$ b. $50/2 \pi$ c. $50 \pi$ d. $100 \pi$	5.6	ଏକ ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା ପାଇଁ, ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି 15 Amps । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତର ମୂଲ୍ୟ ହେବ a. 10 Amps                      b. 12.5 Amps c. 15 Amps                        d. 17 Amps

**B - ବିଷୟବସ୍ତୁ ପ୍ରଶ୍ନ**

- "ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର" ଶବ୍ଦବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ । ଶୁଦ୍ଧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ପରିପଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟରର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ?
- ଯଦି ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତ୍ତ୍ୱ 300 sin  $\omega t$ , 15 ohms ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Reactance) ସହିତ ଶୁଦ୍ଧ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।  
ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ:  
(a) ସ୍ରୋତ ର ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟର ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି,  
(b) ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର,  
(c) ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତ୍ତ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ, ଏବଂ କ୍ଷମତା ଖର୍ଚ୍ଚ
- 12Ω ପ୍ରତିରୋଧ କରୁଥିବା ଏକ ପରିପଥ, 0.15 H ର ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ ସିରିଜ୍ ରେ 100μf ଏକ କ୍ୟାପାସିଟେନ୍ସ 100V, 50Hz ଯୋଗାଣରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ପ୍ରତିବନ୍ଧକ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତ୍ତ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
- ଦୁଇଟି ପରିପଥ,  $Z_1 = 10 + j15\Omega$  ଏବଂ  $Z_2 = 6 - j8\Omega$  ଯାହା ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଯଦି ଯୋଗାଣ ସ୍ରୋତ 20A ଅଟେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶାଖାରେ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇଥିବା କ୍ଷମତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
- ଏକ ତେଲ୍ ସଂଯୋଜିତ ତନ୍ତ୍ରରେ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତ୍ତ୍ୱ, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ପାଖାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ 500 volts, 20 Amps ଏବଂ 0.8 । ତନ୍ତ୍ର ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ମୋଟ କ୍ଷମତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

## ବ୍ୟବହାରିକ (Practicals)

### I. P2- E110: ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ପାଇଁ ପରିପଥ ପାରାମିଟର୍ ପରିମାପ

#### P2.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ସହିତ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।

#### P2.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ନାମ ପଟା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟକରଣ ଅନୁଯାୟୀ ଦିଆଯାଇଥିବା ଭାର ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଆକଳନ କରିବା ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ପାରାମିଟର୍ ର ପରିମାପ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ହିଟର (Heater) ଭାର ପରି ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ପରିମାପ କ୍ଷମତା ଯୋଗାଣ କେବୁଲ୍ ର ଆକାର ଏବଂ ଫୁ୍ୟୁଜ୍, ପରିପଥ ବ୍ରେକର୍ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ପ୍ରତିରକ୍ଷା ଉପକରଣର ମୂଲ୍ୟାୟନ (rating) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

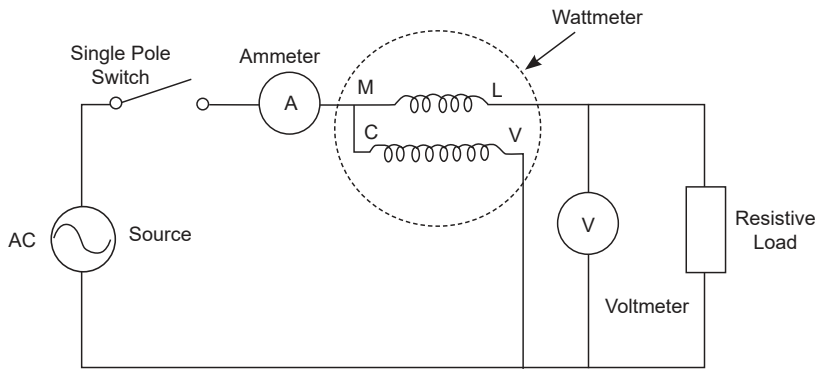
#### P2.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ ଏହି ଯୁକ୍ତିର ବିଷୟ 5.1.3 (i) ଶୁଦ୍ଧ ପ୍ରତିରୋଧକ ପରିପଥ ରେଫର୍ କରନ୍ତୁ । 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏହି ଯୋଗାଣରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କ୍ଷମତା  $VI\cos\theta$  ଭାବରେ ଦିଆଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ  $V$  ଏବଂ  $I$  ଭାର ମାଧ୍ୟମରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ । ଏକ ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ପାଇଁ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର  $\cos\theta$  ହେଉଛି ଏକତା । ତେଣୁ, ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କ୍ଷମତା  $VI$  ସହିତ ସମାନ ।

#### P2.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (PrO)

- PrO1: ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- PrO2: ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- PrO3: ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାରର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।

#### P2.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P2.1: ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ପରିମାପ ପାଇଁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର

### P2.6 ଆବଶ୍ୟକ ଉତ୍ତ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ତଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ତଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
1.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଉତ୍ତ: 230 V, 50 Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର, ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତମ୍ବା ତାର, 1.5 ବର୍ଗ ମିମି	LS		
3.	ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍: 5 A	1		
4.	ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର: 1 kW	1		
5.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-300 V AC	1		
6.	ଆମ୍ପିଟର: 0-5 A AC	1		
7.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଖାତ୍ ମିଟର: ସ୍ରୋତ କୁଣ୍ଡଳୀ 0-5 A, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କୁଣ୍ଡଳୀ 0-300 V	1		

### P2.7 ସତର୍କତା

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଦେବା ପୂର୍ବରୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।

### P2.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରଣାଳୀ

1. ଚିତ୍ର P2.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. ଆମ୍ପିଟର, ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଖାତମିଟରର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାରର ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
4. 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
6. ମନୋନୀତ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କୁଣ୍ଡଳୀ ରେଟିଂ ଅନୁଯାୟୀ ଖାତମିଟରର ଗୁଣନ କାରକକୁ ରେକର୍ଡ୍ କରନ୍ତୁ ।
7. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀ ଅନୁଯାୟୀ ସ୍ରୋତ, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ଖାତମିଟର ପଠନ ରେକର୍ଡ୍ କରନ୍ତୁ ।

### P2.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଆମ୍ପିଟର ପଠନ (A)	ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପଠନ (V)	ୱାଟମିଟର ପଠନ (W)

#### ଗଣନା

ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ର କ୍ଷମତା ଗଣନା କରନ୍ତୁ  $P = \frac{V^2}{R}$  ଏବଂ ସ୍ରୋତ  $P = \frac{V}{R}$

ଯେଉଁଠାରେ V ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପଠନ ଏବଂ R ହେଉଛି ପ୍ରଦତ୍ତ ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାରର ପ୍ରତିରୋଧ ଯାହାକି ପଦ୍ଧତିର step 3 ରେ ମାପ କରାଯାଏ ।

### P2.10 ଫଳାଫଳ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପାରାମିଟର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରାଯାଇଛି	ମାପ ହୋଇଥିବା ମୂଲ୍ୟ	ଗଣନା ମୂଲ୍ୟ	ତ୍ରୁଟି
1.	ସ୍ରୋତ			
2.	ୱାଟମିଟର			

### P2.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

.....  
 .....

### P2.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିର୍ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

**ଟିପ୍ପଣୀ:** ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ନିରୀକ୍ଷିତ ମୂଲ୍ୟସହିତ, ଦିଆଯାଇଥିବା ଭାରର ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
2. ଭାର ସହିତ ସିରିଜ୍ ଭାବରେ ଆମ୍ପିଟର ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ଭୋଲ୍ଟମିଟର ସଂଯୋଗ କରିବାର କାରଣ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।

## P2.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ



## II. P3- E110: RL ଭାର ପାଇଁ ପରିପଥ ପାରାମିଟରର ପରିମାପ

### P3.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

R-L ସିରିଜ୍ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।

### P3.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ନାମ ପତା ନିର୍ଦ୍ଦେଶକରଣ ଅନୁଯାୟୀ ଦିଆଯାଇଥିବା ଭାର ର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଆକଳନ କରିବା ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ପରି ପାରାମିଟର ର ପରିମାପ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଫ୍ୟାନ୍, ରେଫ୍ରିଜରେଟର, ଏୟାର୍ କଣ୍ଡିସନର୍ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ଘରୋଇ ଭାର ପାଇଁ ଏହି ପରିମାପ କ୍ଷମତା ଯୋଗାଣ କେବୁଲ୍ ର ଆକାର ଏବଂ ଫ୍ୟୁଜ୍, ପରିପଥ ବ୍ରେକର୍ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ସୁରକ୍ଷାଉପକରଣର ରେଟିଂ (rating) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

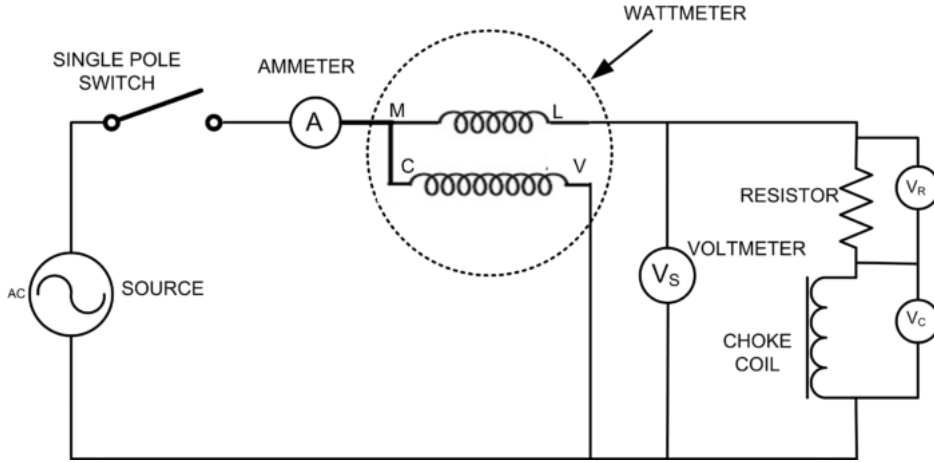
### P3.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ ଏହି ଯୁନିଟର ବିଷୟ 5.2.2 ପ୍ରତିରୋଧ-ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ପରିପଥ ରେଫର୍ କରନ୍ତୁ । 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଯୋଗାଣରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ R-L ଭାର ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ କ୍ଷମତା  $VI\cos\theta$  ଭାବରେ ଦିଆଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ V ଏବଂ I ଭାର ମାଧ୍ୟମରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ । ଏକ R-L ଭାର ପାଇଁ ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଶୂନ୍ୟ ଏବଂ ଏକତା ମଧ୍ୟରେ ରହେ ।

### P3.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (PrO)

- PrO1: ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- PrO2: ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- PrO3: ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାରର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।

**P3.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)**



ଚିତ୍ର P3.1: ବିଦ୍ୟୁତଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ପରିମାପ ପାଇଁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P3.6 ଆବଶ୍ୟକ ଉତ୍ତ**

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ତଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ତଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
1.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଉତ୍ତ: 230 V, 50 Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର, ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତମ୍ବା ତାର, 1.5 ବର୍ଗ ମିମି	LS		
3.	ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍: 5 A	1		
4.	ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର: 1 kW	1		
5.	ଚୋକ୍ (choke) କୁଣ୍ଡଳୀ	1		
6.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-300 V AC	3		
7.	ଆମ୍ପିଟର: 0-5 A AC	1		
8.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଖାର୍ ମିଟର: ସ୍ରୋତ କୁଣ୍ଡଳୀ 0-5 A, ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କୁଣ୍ଡଳୀ 0-300 V	1		

### P3.7 ସତର୍କତା

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଦେବା ପୂର୍ବରୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣକୁ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରାଯିବା ପୂର୍ବରୁ ତାର ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଚାଳନା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

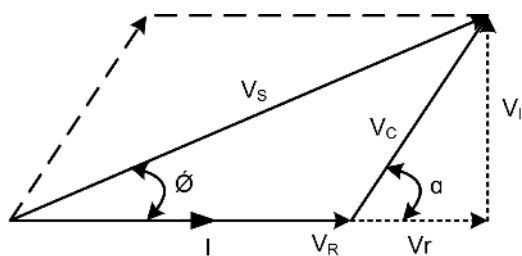
### P3.8 ପ୍ରସାରିତ ପ୍ରଣାଳୀ

1. ଚିତ୍ର P3.1 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. ଆମ୍ପିଟର, ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଖାତ୍ ମିଟର ର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାରର ପ୍ରତିରୋଧ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
4. ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
5. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍ କୁ ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
6. ମନୋନୀତ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ କୁଣ୍ଡଳୀ ରେଟିଂ ଅନୁଯାୟୀ ଖାତମିଟରର ଗୁଣନ କାରକକୁ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।
7. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀ ନଂ 3.1 ରେ ସ୍ରୋତ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ ଏବଂ ଖାତମିଟର ପଠନ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।

### P3.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଆମ୍ପିଟର ପଠନ (A)	ଭୋଲ୍ଟମିଟର ପଠନ (V)			ଖାତମିଟର ପଠନ (W)
1.		$V_S$	$V_R$	$V_L$	

ଗଣନା



ଚିତ୍ର P3.2: ଫେଜର ଚିତ୍ର

ପରିପଥ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି  $I$ , ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାବରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଡ୍ରପ୍ ହେଉଛି  $V_R$ , ଚୋକ୍ କୁଣ୍ଡଳୀ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହେଉଛି  $V_C$ , ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ଚୋକ୍ କୁଣ୍ଡଳୀର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତତା ଉପରେ ଡ୍ରପ୍ ହେଉଛି  $V_C = V_r + jV_L$ ,  $V_r$ ,  $V_L$

1. ଦିଆଯାଇଥିବା R-L ଭାରର ପାଖାର ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଗଣନା କରନ୍ତୁ  $\cos\theta = \frac{P}{V_S I}$  ଏବଂ ଭାର ପ୍ରତିରୋଧ  $Z = \frac{V_S}{I}$
2. ଚିତ୍ର 3.2ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଫେଜର ଚିତ୍ରରୁ  $\cos\alpha = \frac{V_S^2 - V_R^2 - V_C^2}{2V_C V_R}$
3. Sine ଆଇନ ବ୍ୟବହାର କରି ପାଖାର ଫ୍ୟାକ୍ଟର ହେଉଛି  $\cos\theta = \cos(\sin^{-1}(V_C \sin\alpha / V_S))$
4. ନିବେଶ କ୍ଷମତା =  $V_S I \cos\theta$

### P3.10 ଫଳାଫଳ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପାରାମିଟର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରାଯାଇଛି	ମାପ ହୋଇଥିବା ମୂଲ୍ୟ	ଗଣନା ମୂଲ୍ୟ	ତ୍ରୁଟି
1.	କ୍ଷମତା			
2.	ପାଖାର ଫ୍ୟାକ୍ଟର			

### P3.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

.....  
 .....

### P3.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଟ୍ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଦେଖାଯାଇଥିବା ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ସହିତ ଚୋକ୍ (choke) କୁଣ୍ଡଳୀ ର ପ୍ରତିରୋଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।
2. ଏକ ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ବ୍ୟବହାରିକ ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
3. 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ଷମତା ମାପିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ପଦ୍ଧତିଗୁଡ଼ିକ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରିପଥରେ ଏକ ଆମ୍ଳିତର ସଂଯୋଗ ନ କରିବାର କାରଣ ଗୁଡ଼ିକ ଅନୁମାନ କରନ୍ତୁ?

### P3.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ



## ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ

### ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ

5 - 6 ଜଣ ଛାତ୍ରଙ୍କ ଗୋଷ୍ଠୀ ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡିକ) / କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ(ଗୁଡିକ) କରିବା ଉଚିତ୍ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଂଶଗ୍ରହଣ ସହିତ ଗୋଷ୍ଠୀ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରିବା ଉଚିତ୍ । ନିମ୍ନରେ ଏକ ନମୁନା ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ ସମସ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି:

1. ଗୋଟିଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏହି ଯୋଗାଣରେ ଏକ ସୁଇଚ୍ ସହିତ ସିରିଜ୍ ରେ 40-watt ଲ୍ୟାମ୍ପ ସହିତ ସିରିଜ୍ ରେ ଡିନୋଟି ଚୋକ୍ (choke) ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ । କାର୍ଯ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ର ପ୍ରଭାବ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସମୟ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତର ଭିନ୍ନତା ଉପରେ ମନ୍ତବ୍ୟ ଦିଅନ୍ତୁ ।

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

1. ବିଭିନ୍ନ ଘରୋଇ ଉପକରଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିରୋଧକ, ଇଣ୍ଡକ୍ଟର ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସୂଚନା ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତୁ ।
2. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟାଚ୍ ସେମାନଙ୍କର ନିଜସ୍ୱ ଇନଷ୍ଟ୍ରୁମେଣ୍ଟ୍ /ବାଣିଜ୍ୟିକ କମ୍ପ୍ଲେକ୍ସ/ମଲ୍ ଇତ୍ୟାଦିରେ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ଷମତା ବିତରଣ ପ୍ୟାନେଲ୍ କୁ ଦେଖନ୍ତୁ ଏବଂ ଏକ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।

### ଆଇସିଟିର ବ୍ୟବହାର



---

## ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ

---

1. V.N. Mittle, and A. Mittal, Basic Electrical Engineering, McGraw Education, 2017.
2. M.S. Sukhija and T.K. Nagsarkar, Basic Electrical and Electronics Engineering ,New Delhi: Oxford University Press, 2013.
3. B. L. Theraja, Electrical Technology, Vol. - I, New Delhi: S. Chand and Company, 2015.
4. S. K. Bhattacharya, Basic Electrical Engineering, Pearson Education, 2019
5. S. B. Lal Seksena and Kaustuv Dasgupta, Fundamentals of Electrical Engineering, Cambridge University Press, 2017.



# 6

## ଗ୍ରାହ୍ୟତା ଏବଂ ମେସିନ୍

### ଭାଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ

ଆମେ ଏହି ଯୁନିଟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକର ଆଲୋଚନା କରିଛୁ:

- ଗ୍ରାହ୍ୟତାର ମୁଖ୍ୟ ଅଂଶ
- ଗ୍ରାହ୍ୟତାର କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି
- ଏକ ଡିସି ମେସିନ୍ର ନିର୍ମାଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ
- ଡିସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ
- ଏସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଷୟର ଶେଷରେ ଛାତ୍ର ଆତ୍ମ-ଶିକ୍ଷଣ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ସହିତ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନର ଉଦାହରଣ ଏବଂ ଆଇସିଟି ରେଫରେନ୍ସ ରହିଛି, ଯାହାକି ଆହୁରି କୌତୁହଳ ଏବଂ ସୃଜନଶୀଳତା ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସହ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିବାର କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କରିବ। ଆସାଇନମେଣ୍ଟ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନେକ 'ଏକାଧିକପଦ' ପ୍ରଶ୍ନ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁସରଣ କରି ବୁଝାଣ ବର୍ଗୀକରଣ ଚାକ୍ଷୁଷାନ୍ୱେଷଣର ସ୍ତର ବୃଦ୍ଧି କରିବ। ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ ପାଇଁ ଏହି ବିଭାଗରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯାହାକୁ ଜଣେ ଅଭ୍ୟାସ ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ। ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ବ୍ୟବହାରିକ ପାଇଁ "ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ" ବିଭାଗରେ ମାଲକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ, ଆଇସିଟି (ICT) ଲିଙ୍କ୍ ସହିତ ଭିଡିଓ ଉପରେ ପାଇଁ କ୍ୟୁଆର (QR) କୋଡ୍ ଦିଆଯାଇଛି। ବିଭାଗଟିରେ ରେଫରେନ୍ସ ଏବଂ ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ପଠନର ଏକ ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଜଣେ ଅଧିକ ଅଭ୍ୟାସ ଏବଂ ଶିକ୍ଷାବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତାହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ।

### ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତତା

ସମସ୍ତ ପ୍ରକାରର ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତା ବ୍ୟବସ୍ଥା ଏବଂ ସମସ୍ତ ସ୍ତରରେ ପ୍ରୟୋଗ ଅନୁଯାୟୀ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ସ୍ରୋତ ସ୍ତର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବାକୁ ନିୟୋଜିତ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଗ୍ରାହ୍ୟତାର ବ୍ୟବହାର ବିନା ଅସମ୍ଭବ। ଶିଳ୍ପ ଏବଂ ଉପଭୋକ୍ତା ମାନେ ଛୋଟ ଏବଂ ବୃହତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମୋଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି। ଏହି ଯୁନିଟ୍ ଛାତ୍ରଙ୍କୁ ଗ୍ରାହ୍ୟତାର ମୌଳିକ କାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ସହିତ ପରିଚିତ କରାଇବ। ଏହି ଯୁନିଟ୍ ଦକ୍ଷତା ଥିବା ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ମୋଟର ଚୟନ କରିବାକୁ ମଧ୍ୟ ସକ୍ଷମ କରିବ।

### ପୂର୍ବ-ଆବଶ୍ୟକୀୟ

1. ବିଜ୍ଞାନ: ବିଦ୍ୟୁତ୍, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ତୁମ୍ଭକୀୟ ପ୍ରଭାବ (ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ)
2. ପ୍ରଯୁକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ- 1: କାର୍ଯ୍ୟ (work), କ୍ଷମତା (power) ଏବଂ ଶକ୍ତି (energy) (ସେମିଷ୍ଟାର୍ - 1)
3. ଗଣିତ-1: ତ୍ରିକୋଣମେଟ୍ରି, ବୀଜ ବିବେଚନା (ସେମିଷ୍ଟାର୍ - 1)

### ଭାଗ ଫଳାଫଳ ତାଲିକା

ଏହି ଭାଗ ସମାପ୍ତ ହେବା ପରେ, ଛାତ୍ର ସମ୍ପନ୍ନ ହେବେ:

- U6-O1: ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ବର୍ଗୀକରଣ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- U6-O2: ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ନୀତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- U6-O3: ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର କାର୍ଯ୍ୟକାରୀତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- U6-O4: ମୋଟରର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- U6-O5: ମୋଟରର ମୌଳିକ ସମୀକରଣ ଏବଂ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- U6-O6: ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ମୋଟର ପରାମର୍ଶ ଦିଅନ୍ତୁ ।

ଭାଗ-6 ଫଳାଫଳ	ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ମ୍ୟାଟ୍ରିକ୍ସ ସହ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ (1- ଦୂର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସହବନ୍ଧନ; 3- ଶକ୍ତିଶାଳୀ ସହବନ୍ଧନ)					
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5	CO-6
U6-01	1	-	-	3	3	3
U6-02	1	-	-	3	3	3
U6-03	1	-	-	3	3	3
U6-04	1	-	-	3	3	3
U6-05	1	-	1	3	3	3
U6-06	1	-	1	3	3	3

### ନିକୋଲା ଟେସ୍ଲା (1856-1943)

ଜଣେ ସର୍ବିୟା-ଆମେରିକୀୟ ଇଞ୍ଜିନିୟର ଏବଂ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ, 1882 ରେ ବୁଲିବା ସମୟରେ, ଏକ ବ୍ରଶଲେସ୍ ଏସି ମୋଟର ପାଇଁ ଧାରଣା ଆଣିଥିଲେ, ଯାହା ରାସ୍ତାର ବାଲିରେ ଏହାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପ୍ରଥମ ଷ୍ଟେଟ୍ ତିଆରି କରିଥିଲା । ସେହି ବର୍ଷ ପରେ ସେ ପ୍ୟାରିସକୁ ଚାଲିଗଲେ ଏବଂ କର୍ଷ୍ଟନେଷ୍ଟାଲ ଏଡିସନ କମ୍ପାନୀ ସହିତ ସିଧାସଳଖ ସ୍ତ୍ରୋତ କ୍ଷମତା କାରଖାନା ମରାମତି ପାଇଁ ଚାକିରି ପାଇଲେ । ଦୁଇ ବର୍ଷ ପରେ 1884 ରେ ସେ ଆମେରିକାକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇଥିଲେ । ସେ ଷ୍ଟେଷ୍ଟିଂହାଇସରେ ଯୋଗ ଦେଇଥିଲେ ଯେଉଁଠାରେ ସେ ପ୍ରଥମ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ତ୍ରୋତ (AC) ମୋଟର ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏସି ଉତ୍ପାଦନ ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ୍ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ବିକଶିତ କରିଥିଲେ । 1890 ଦଶକରେ ଟେସ୍ଲା ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଓସିଲେଟର, ମିଟର, ଉନ୍ନତ ଲାଇଟ୍ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲା ଯାହା ଟେସ୍ଲା କୁଣ୍ଡଳୀ (Tesla coil) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଜେନେରାଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ସହ ଭାଗିଦାରୀରେ ଟେସ୍ଲା ଏବଂ ଷ୍ଟେଷ୍ଟିଂହାଇସ ମିଳିତ ଭାବେ ନାଏଗ୍ରା ଜଳପ୍ରପାତରେ (Niagara Falls) ଏସି ଜେନେରେଟର ସ୍ଥାପନ କରି ପ୍ରଥମ ଆଧୁନିକ କ୍ଷମତା କେନ୍ଦ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରିଥିଲେ ।



## 6.1 ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର (Transformer)

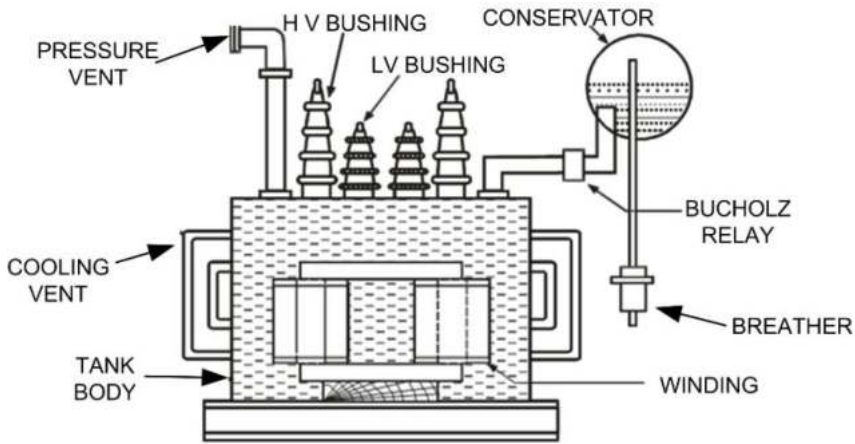
### 6.1.1 ଉପକ୍ରମ (Introduction)

ସିଧାସଳଖ ସ୍ତ୍ରୋତ ଉପରେ ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ତ୍ରୋତର ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସୁବିଧା ହେଉଛି ଅତ୍ୟଧିକ ସହଜତା ଯାହା ସହିତ ଏକ କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପରୁ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ଏହାର ବିପରୀତରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ସାହାଯ୍ୟରେ ପୂରଣ କରାଯାଇପାରିବ । ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ହେଉଛି ଏକ ସ୍ଥିର ସାଧନ (device) (କୌଣସି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅଂଶ ସହିତ) ଯାହା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ସ୍ତ୍ରୋତ ସ୍ତରରେ ଲଞ୍ଚାଜନକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ଆବୃତ୍ତିରେ (frequency) କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ବିନା ଗୋଟିଏ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ତ୍ରୋତ ପରିପଥରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରେ । ଦୀର୍ଘ ଦୂରତା ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ୍ ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଅଞ୍ଚଳରେ ଅବସ୍ଥିତ ଭାରଗୁଡ଼ିକୁ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ସାହାଯ୍ୟରେ ଉଚ୍ଚ-ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମାଧ୍ୟମରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତାର ଉପଯୋଗ ସମ୍ଭବ କରିଛି ।

ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରଗୁଡ଼ିକ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ କିମ୍ବା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଡିଜାଇନ୍ ହୋଇଛି ଏବଂ ସେହି ଅନୁଯାୟୀ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଏହି ଯୁନିଟରେ ଆଲୋଚନା କେବଳ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରରେ ସୀମିତ । 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର, ତଥାପି, 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପରି ସମାନ ନୀତି ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

### 6.1.2 ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର କିଛି ଅଂଶ (Parts of a Transformer)

ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ମୁଖ୍ୟତଃ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅଂଶକୁ ନେଇ ଗଠିତ: ପ୍ରଥମ ଭାଗରେ ଲିମ୍ବ (limb), ଯୋକ୍ (yokes) ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କ୍ଲାମ୍ପିଂ (clamping) ସଂରଚନା ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ଭାଗ ଅର୍ଥାତ୍ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ (primary winding), ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ (secondary winding) ଏବଂ ଇନସୁଲେସନ୍ (insulation) କୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଆକାର (capacity) ଏବଂ ପ୍ରଚଳନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ସେଠାରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଅଂଶ ଅଛି ଯେପରିକି ଟାଙ୍କି ବଡି (tank body), ବୁସିଂଗ୍ (bushings), କଞ୍ଜରଭେଟର (conservator), ବ୍ରିଦର (breather), ବିସ୍ଫୋରଣ ଭେଣ୍ଟ (explosion vent), ବୁକହୋଲ୍ଡ ରିଲେ (Buchholz relay), ଟ୍ୟାପ୍ ସ୍ଵିଚ୍ (tapping switch) ଇତ୍ୟାଦି ଚିତ୍ର 6.1 ରେ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ ଦେଖାଏ ।

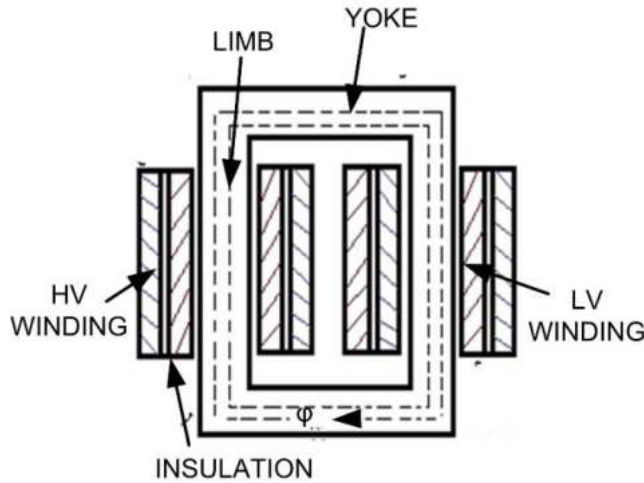


ଚିତ୍ର 6.1: ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ସମ୍ମୁଖ ଦୃଶ୍ୟ (Front view)

- a. କୋର୍ ଏବଂ ଖାଇଣ୍ଡିଂ (Core and Windings): ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର କୋର୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ଗଠିତ ଏବଂ ଅଭିବାହ (flux) ପାଇଁ କମ୍ ବିଲୋମପାତି (reluctance) ପଥ ପ୍ରଦାନ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଚୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ର ବିଲୋମପାତି ଯେତେ କମ୍, ସେତେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ହେଉଛି କ୍ଷେତ୍ର (field) । ପ୍ରକୃତରେ କୋର୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ସାମଗ୍ରୀ ହେଉଛି ଉଚ୍ଚ ଗ୍ରେଡ୍ ସିଲିକନ୍ ଷ୍ଟିଲ୍, ଲାମିନେସନ୍ (laminations) ଆକାରରେ ପ୍ରାୟ 0.35 ରୁ 0.5 mm ମୋଟା । ଏହି ଲାମିନେସନ୍ ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଲଗା କରିବା ପାଇଁ ବାର୍ନିସ୍ (varnished) କିମ୍ବା ଏନାମେଲ୍ (enamel) ସହିତ ଆବରଣ କରାଯାଏ ।

ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଚୁମ୍ବୁଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀ ଗୁଡ଼ିକର ଗୋଲାକାର ତାର (round wire) କିମ୍ବା ଷ୍ଟ୍ରିପ୍ (strip) ଆକାରରେ ଭଲ ଇନସୁଲେଟେଡ୍ ତମ୍ବା କଣ୍ଡକ୍ଟର (insulated copper conductor) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହି କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ପରେ କୋର୍ ର ପକ୍ଷ (limb) ଚାରିପାଖରେ ରଖାଯାଏ । ଏହି ଖାଇଣ୍ଡିଂଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଇନସୁଲେଟ୍ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ କୋର୍, ପ୍ରେସ୍ ବୋର୍ଡ୍ (press board) କିମ୍ବା ବାକେଲାଇଟ୍ (Bakelite) ପରି ଇନସୁଲେଟିଂ ସାମଗ୍ରୀର ସିଲିଣ୍ଡର (cylinder) ବ୍ୟବହାର କରେ ।

ପ୍ରାଥମିକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ, ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଗୁଡ଼ିକ ସରଳତା ପାଇଁ କୋର୍ ର ଅଲଗା ପକ୍ଷରେ (limb) ଦେଖାଯାଏ । ତଥାପି, ଯଦି ଏହିପରି ବ୍ୟବସ୍ଥା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ସମସ୍ତ ଅଭିବାହ (flux) ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଟିଂ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ (link) ହେବ ନାହିଁ କାରଣ କିଛି ଅଭିବାହ (flux) ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କ୍ଷରଣ (leak) ହେବ । ଏହିପରି ଅଭିବାହ କୁ କ୍ଷରଣ ଅଭିବାହ (leakage flux) କୁହାଯାଏ । କ୍ଷରଣ ଅଭିବାହର ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ ହେଲେ, ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା କମିଯାଇ ଥାଏ । ତେଣୁ, ଏହି କ୍ଷରଣ ଅଭିବାହକୁ ହ୍ରାସ କରିବା ପାଇଁ, ପ୍ରାଥମିକ ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ୍ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ୍ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ସମାନ ପକ୍ଷ (limb) ଉପରେ ରଖାଯାଏ । ଚିତ୍ର 6.2 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏହି ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ୍ଗୁଡ଼ିକ ସିଲିଣ୍ଡରୀୟ (cylindrical) କିମ୍ବା ସ୍ୟାଣ୍ଡ଼ୱିଚ (sandwich) ପ୍ରକାରର ।



ଚିତ୍ର 6.2: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ବିଭାଗୀୟ ଦୃଶ୍ୟ (sectional view)

- b. **ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଟାଙ୍କି (Transformer Tank):** ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ 50 KVA ରୁ ଅଧିକ ଥିବା ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ, ସମଗ୍ର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଏକତ୍ରିତ ଅର୍ଥାତ୍ ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଏବଂ କୋର୍ ଏକ ଫ୍ୟାବ୍ରିକେଟ୍ ସିଏ ଧାତୁ ଟାଙ୍କିରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ତେଲରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ ଯାହା ଇନସୁଲେସନ୍ ଏବଂ ଥଣ୍ଡା ପ୍ରଦାନ କରିବାର ଉତ୍ତମ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପୂରଣ କରେ । ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଏବଂ କୋର୍ରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଉତ୍ତାପ ତେଲ ଦ୍ୱାରା ଟାଙ୍କିର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠକୁ ନିଆଯାଏ । ଅଧିକ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ଥଣ୍ଡା ପାଇଁ ଟାଙ୍କିର ଭୂପୃଷ୍ଠକୁ ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଇ କୁଲିଂ ଟ୍ୟୁବ୍ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଏ ।
- c. **ଟର୍ମିନାଲ୍ ବୁସିଙ୍ଗ୍ (Terminal Bushings):** ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ୍‌ର ଟର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଟାଙ୍କିରୁ ବାହାରକୁ ଅଣାଯାଏ ଏବଂ ପୋର୍ସେଲିନ୍ ବୁସିଙ୍ଗ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଟାଙ୍କିରୁ ଅଲଗା କରାଯାଏ । ଏହି ବୁସିଙ୍ଗ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଟାଙ୍କିରେ ଫିଟ୍ ହୋଇଛି ।
- d. **କଞ୍ଚରଭେଟର (Conservator):** ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ତେଲର ବିସ୍ତାର ଏବଂ ସଂକୋଚନକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବା ପାଇଁ ଟେକ୍ ସ୍ତରରୁ କିଛି ସ୍ଥାନ ପ୍ରଦାନ ସର୍ବଦା ଜରୁରୀ । ଯେତେବେଳେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଗରମ ହୋଇଯାଏ, ତେଲ ବିସ୍ତାର ହୁଏ ଏବଂ ତେଲର ଉପରି ଭାଗରେ ଥିବା ବାୟୁକୁ ବାହାର କରିଦିଆଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ ଥଣ୍ଡା ହୁଏ, ତେଲ ସଂକୁଚିତ (contracts) ଏବଂ ବାହ୍ୟ ବାୟୁ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ ଚାଣି ହୋଇଯାଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଶ୍ୱାସକ୍ରିୟା ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଯଦି ସଠିକ୍

ସତର୍କତା ଅବଲମ୍ବନ ନହୁଏ, ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମୟରେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ବାହ୍ୟ ବାୟୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଆର୍ଦ୍ରତା ପାଇପାରେ । ଯେତେବେଳେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ ଥିବା ତେଲ ଏପରି ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁରେ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ, ଏହା ବାୟୁରୁ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ ସହଜରେ ଗ୍ରହଣ କରିଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ଇନସୁଲେଟିଂ ମୂଲ୍ୟକୁ କିଛି ପରିମାଣରେ ହରାଇଥାଏ । କଞ୍ଚରଭେଟର ବ୍ୟବହାର କରି ତେଲର ଏହି ଅବସ୍ଥାକୁ ରୋକାଯାଇପାରିବ । କଞ୍ଚରଭେଟର ହେଉଛି ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ ଟାଙ୍କିରେ ସମର୍ପିତ ଏକ ଏୟାରଟାଇଟ୍ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକ୍ ଧାତୁ ଡ୍ରମ୍ । ଏହି ଡ୍ରମ୍ ପାଇପ୍ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ ଟାଙ୍କି ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ସର୍ବଦା ଆଂଶିକ ତେଲରେ ଭର୍ତ୍ତି । ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେତୁ ମୁଖ୍ୟ ଟାଙ୍କିରେ ତେଲର ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ଏବଂ ସଂକୋଚନ କଞ୍ଚରଭେଟର ଦ୍ୱାରା କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥା ସହିତ, ଯେହେତୁ ମୁଖ୍ୟ ଟାଙ୍କି ସର୍ବଦା ତେଲରେ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ରହିଥାଏ, ତେଣୁ ତେଲର ଉପର ଅଂଶ ସିଧାସଳଖ ବାୟୁରେ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ ନାହିଁ ।

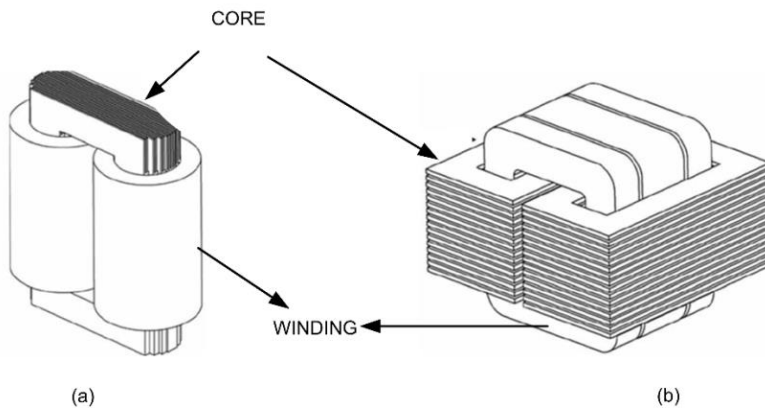
- e. **ବ୍ରିଦର (Breather):** ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଶ୍ୱାସକ୍ରିୟା ସମୟରେ କଞ୍ଚରଭେଟରରେ ଡେଇଁକ ସ୍ତର ଉପରେ ବାୟୁର ବିସ୍ଥାପନ ଏକ ନିଶ୍ୱାସ ପ୍ରଶ୍ୱାସ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଉପକରଣ ମାଧ୍ୟମରେ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିରେ ଏକ ଶୁଖାଇବା ପ୍ରତିନିଧି ଥାଏ, ଯେପରିକି କ୍ୟାଲସିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ କିମ୍ବା ସିଲିକା ଜେଲ୍, ଯାହା ବାୟୁରୁ ଆର୍ଦ୍ରତା ବାହାର କରେ । ଶ୍ୱାସକ୍ରିୟା ରେ ଥିବା ଧୂଳି କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ବାହାର କରି ବାୟୁକୁ ମଧ୍ୟ ସଫା କରିଥାଏ । ଏହିପରି, ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରେ ଥିବା ତେଲ ସହିତ କେବଳ ଶୁଷ୍କ ଏବଂ ନିର୍ମଳ ବାୟୁକୁ ଅନୁମତି ଦିଆଯାଏ ।
- f. **ବୁକହୋଲ୍ଜ ରିଲେ (Buchholz Relay):** ଏହା ଏକ ପ୍ରକାର ସୁରକ୍ଷାଉପକରଣ ଯାହା ମୁଖ୍ୟ ଟାଙ୍କିକୁ କଞ୍ଚରଭେଟରଙ୍କ ସହିତ ସଂଯୋଗ କରୁଥିବା ପାଇପଲାଇନରେ ଲଗାଯାଇଛି । ତୁଟି ଅବସ୍ଥାରେ ଅତ୍ୟଧିକ ଉତ୍ତାପ ବିକଶିତ ହୁଏ, ପବନ ପରିସରରେ ଥିବା ଟ୍ୟାଙ୍କରେ ଥିବା ତେଲ କ୍ଷୟ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଗ୍ୟାସ୍ ମୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଗ୍ୟାସ୍ ଗୁଡ଼ିକୁ ବୁକହୋଲ୍ଜ ରିଲେ ପରିଚାଳନା କରେ ଯାହା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଅପରେଟରଙ୍କୁ ଆଲାର୍ଟ ଦେଇଥାଏ । ଯଦି ବିକଶିତ ତୁଟି ଏକ ଗମ୍ଭୀର ପ୍ରକାରର ତୁଟିରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ତେବେ ଏହି ରିଲେ ମୁଖ୍ୟ ପରିପଥ ବ୍ରେକରକୁ କାଟି ଦେଇଥାଏ ।
- g. **ବିସ୍ଫୋରଣ ଭେଣ୍ଟ (Explosion Vent):** ଟାଙ୍କିର ଉପର ପୃଷ୍ଠରେ ଫିଟ୍ ହୋଇଥିବା ବଙ୍କା ପାଇପ୍ ବିସ୍ଫୋରଣ ଭେଣ୍ଟ କିମ୍ବା ରିଲିଫ୍ ଭାଲ୍ଭ (relief valve) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଏହା କାତ ଚାଦର କିମ୍ବା ଆଲୁମିନିୟମ ଫର୍ଏଲ୍ ସିଟ୍ ରୁ ନିର୍ମିତ ଏକ ଡାଇଫ୍ରାଗମ୍ ସହିତ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି । ତୁଟି ଅବସ୍ଥାରେ, ଯଦି ଥଣ୍ଡା ତେଲର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହେତୁ ଟାଙ୍କି ଭିତରେ ଅତ୍ୟଧିକ ଚାପ ବିକଶିତ ହୁଏ, ବିସ୍ଫୋରଣ ଭେଣ୍ଟରେ ଥିବା ଡାଇଫ୍ରାଗମ୍ ଫାଟିଯାଏ ଏବଂ ଚାପକୁ ମୁକ୍ତ କରିଥାଏ, ଯାହାଦ୍ୱାରା ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କ୍ଷତିରୁ ରକ୍ଷା ପାଇଥାଏ ।

### 6.1.3 ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପ୍ରକାର (Types of Transformers)

କୋର୍ ଏବଂ ଖାଲିଂଗର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି, ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାର ଅଛି: କୋର୍ ପ୍ରକାର (Core type) ଏବଂ ସେଲ୍ ପ୍ରକାର (Shell type), ଚିତ୍ର 6.3 ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ ଦେଖାଏ ।

- a. **କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ (Core Type Transformers):** ଏକ କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଭିନ୍ନ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅଟେ:

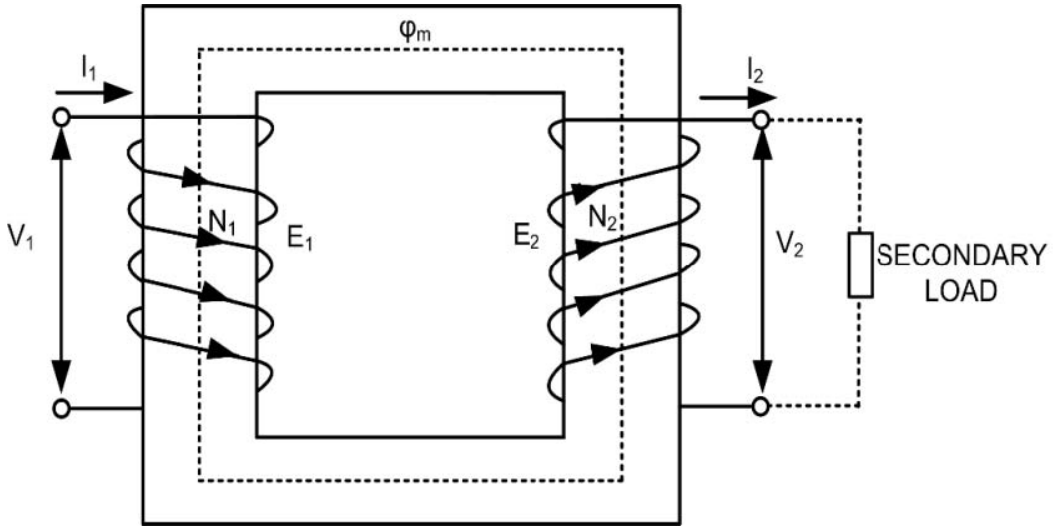
- ଚିତ୍ର 6.3 (a) ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଏକ କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ହେଉଛି ଏକ ଆୟତାକାର ଗଠନ ଯାହା ଲାମିନେସନ୍ ଦ୍ଵାରା ନିର୍ମିତ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ତୁମ୍ବକୀୟ ପରିପଥ ପ୍ରଦାନ କରେ ।
  - ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଆକାରରେ ଏବଂ ଅପତନକୁ ହ୍ରାସ କରିବା ପାଇଁ ଏକାଗ୍ର ଅଟେ, କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୋର ନିକଟରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୋରର ଯଥେଷ୍ଟ ଅଂଶକୁ ଘେରି ରହିଥାଏ ।
  - ପ୍ରାଥମିକ/ ସ୍ଵିତୀୟକ କିମ୍ବା କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ / ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୋରର ଦୁଇଟି ପକ୍ଷ (limb) ଉପରେ ସମାନ ଭାବରେ ବସ୍ଥିତ ।
  - ଦୁଇଟି ପକ୍ଷରେ (limb) ଖାଇଣ୍ଡିଂ ବନ୍ଧନ କରାଯାଏ; ପ୍ରାକୃତିକ ଥଣ୍ଡା ଅଧିକ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ହୋଇଯାଏ ।
  - କେବଳ ଉପର ଯକକୁ (yoke) ଭାଙ୍ଗି ମରାମତି ପାଇଁ କୁଣ୍ଡଳୀ ପ୍ରତ୍ୟାହାର କରାଯାଇପାରିବ ।
- b. ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (Shell Type Transformers): ଏକ ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର ମୁଖ୍ୟ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନରେ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ ହୋଇଛି:
- ଏହି ପ୍ରକାରର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର କୋର ଡବଲ୍ ମ୍ୟାଗ୍ନେଟିକ୍ ପରିପଥ ପ୍ରଦାନ କରେ ।
  - ଖାଇଣ୍ଡିଂ ସାଧାରଣତଃ ସାଣ୍ଡ଼ୱିଚ୍ ପ୍ରକାର, ସର୍ବଦା କୋରର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପକ୍ଷରେ ରଖାଯାଏ ।
  - H.V. ଏବଂ L.V. କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ପାନକେକ୍ ଆକାରରେ ଖିଉଣ୍ଡ (wound) ହୋଇ ପରସ୍ପର ସହିତ ଜଡ଼ିତ । ଉପର ଏବଂ ତଳ କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ଯାହା କୋରର ଯକ ନିକଟରେ ଅଛି, ତାହା ହେଉଛି କେବଳ L.V. ଖାଇଣ୍ଡିଂ ।
  - କୋର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପକ୍ଷରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଖାଇଣ୍ଡିଂକୁ ପାଖାପାଖି ଘେରି ରହିଛି । ଏହି ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ସୁରକ୍ଷା ପ୍ରଦାନ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।
  - କେନ୍ଦ୍ରୀୟ କୋର ପକ୍ଷରେ ରଖାଯାଇଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀ, ବାହ୍ୟ କୋର ପକ୍ଷ ଦ୍ଵାରା ଘେରି ରହିଥାଏ, ତେଣୁ ପ୍ରାକୃତିକ ଉପାୟରେ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଇପାରେ ନାହିଁ ।
  - କୁଣ୍ଡଳୀର ମରାମତି କୋର ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ତୁଳନା ରେ ସରଳ ନୁହେଁ ।



ଚିତ୍ର 6.3: (a) କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (b) ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର

### 6.1.3.1 କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ନୀତି (Principle of Working)

ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କାର୍ଯ୍ୟ ଏକ ସାଧାରଣ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟି ପରିପଥ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରେରଣ (mutual induction) ନୀତି ଉପରେ ଆଧାରିତ । ଚିତ୍ର 6.4 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଏହାର ପ୍ରାଥମିକ ରୂପରେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମକୁ ବିଚାର କରନ୍ତୁ ।



ଚିତ୍ର 6.4: ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମ (Elementary Transformer)

ଏହା ମୁଖ୍ୟତ ଦୁଇଟି ଖାଇଣ୍ଡିଂ, ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଭାବରେ ପୃଥକ କିନ୍ତୁ ଏକ ସାଧାରଣ ଲାମିନେଟେଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ କୋରରେ କୁଣ୍ଡଳିତକୁ (wound) ନେଇ ଗଠିତ । କୋରର ଭୂଲମ୍ବ ଅଂଶ ଯାହା ଉପରେ ଏହି ଖାଇଣ୍ଡିଂ ରଖାଯାଏ, ତାହାକୁ ପକ୍ଷ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଉପର ଏବଂ ତଳ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଯକ । ବିଦ୍ୟମାନ ଯୋଗାଣ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଯାହା ଏଥିରୁ ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରେ ତାହାକୁ ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୁହାଯାଏ । ଦରକାର ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପରେ ଭାରକୁ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଉଥିବା ଅନ୍ୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୁ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୁହାଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଏକ AC ଯୋଗାଣ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ, ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ଏହା ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ଏହି ସ୍ରୋତ ଏକ ବିକଳ ଅଭିବାହ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ଭିନ୍ନ ଅଭିବାହ ସଂଯୁକ୍ତ ମଧ୍ୟରୁ ଅଧିକାଂଶ ଦ୍ୱିତୀୟକ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ କରେ ଯାହା ଆଇରନ୍ କୋର ଦେଇ ବୁଲିଥାଏ ଏବଂ ଫାରାଡେଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଏଥିରେ ଏକ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ପ୍ରେରିତ କରେ । ଏହି ଘଟଣା, ଯାହା ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ଏକ ବିକଳ ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ଏକ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ଉତ୍ପାଦନ କରେ, ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରେରଣ (mutual induction) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ଏହି ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ର ଆବୃତ୍ତି (frequency) ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପରି ସମାନ ।

### 6.1.4.1 ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ସମୀକରଣ (EMF Equation of Transformer)

ଚିତ୍ର 6.4 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ  $N_1$  ଏବଂ  $N_2$  ଚର୍ଦ୍ ସଂଖ୍ୟା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଅଛି । ଯେତେବେଳେ ଏକ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_1$  ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ଏକ ସ୍ରୋତ  $I_m$  ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବ ଏବଂ ଏହା ଏକ ଅଲଟରନେଟିଂ ଅଭିବାହ ଉତ୍ପାଦନ କରିବ ଯାହା ଉଭୟ ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ କୁ ସଂଯୋଗ କରୁଥିବା କୋର ମାଧ୍ୟମରେ ଏହାର ପଥ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବ । ଅଲଟରନେଟିଂ ଅଭିବାହର ସମୀକରଣ ହେଉଛି,



$$\phi = \phi_m \cos \omega t \quad \dots(6.1)$$

ଫାରାଡେ ଆଇନ ଅନୁଯାୟୀ ଅଲଟରନେଟିଂ ଅଭିବାହ ହେତୁ ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ସମୀକରଣ ଦିଆଯାଇଛି ।

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad \dots(6.2)$$

ସମୀକରଣର ଅଭିବାହର ମୂଲ୍ୟ 6.1.1 କୁ 6.1.2 ରେ ବଦଳାଇବା ଦ୍ୱାରା ସମୀକରଣ ହୋଇଯାଏ

$$\begin{aligned} e_1 &= -N_1 \frac{d\phi_m \cos \omega t}{dt} \\ e_1 &= N_1 \omega \phi_m \sin \omega t \\ e_1 &= N_1 \omega \phi_m \cos \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \\ e_1 &= E_m \cos \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \end{aligned} \quad \dots(6.3)$$

ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି,  $E_m = 2\pi f N_1 \phi_m$   
ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ର ବର୍ଗମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ।

$$E_1 = \frac{2\pi f N_1 \phi_m}{\sqrt{2}} = 4.44 f N_1 \phi_m \quad \dots(6.4)$$

ସେହିଭଳି, ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ଥିବା ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍,

$$E_2 = 4.44 f N_2 \phi_m \quad \dots(6.5)$$

### 6.1.4.2 ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମେସନ୍ ଅନୁପାତ (Voltage Transformation ratio)

ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ଅନୁପାତ ଭାବରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମେସନ୍ ଅନୁପାତକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି । ଏହାକୁ  $K$  ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଇଛି । ଯଦି  $K < 1$ , ତେବେ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଠାରୁ କମ୍ ହେବ ଏବଂ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରକୁ ଷ୍ଟେପ୍ ଡାଉନ୍ (step down) ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଭାବରେ କୁହାଯିବ । ଯଦି  $K > 1$ , ତେବେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ହେଉଛି ଏକ ଷ୍ଟେପ୍ ଅପ୍ (step up) ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ।

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{K}$$

ଏକ ଆଦର୍ଶ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରରେ, ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅନୁମାନ କରାଯାଏ:

ଝାଇଣ୍ଟିଂ ପ୍ରତିରୋଧ ନଗଣ୍ୟ

ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର କୋରରେ ସୀମିତ ଥିବା ସମସ୍ତ ଅଭିବାହ ଏବଂ ଉଭୟ ଝାଇଣ୍ଟିଂକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରେ ।

କୋରର ପାରଗମ୍ୟତା (permeability) ଅଧିକ ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଅଭିବାହ ଉତ୍ପାଦନ କରେ ଏବଂ ଏହାକୁ କୋରରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ରୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ରୋତ ଅଳ୍ପ ଅଟେ ।

ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ (Hysteresis) ଏବଂ ଏଡି ସ୍ରୋତ କ୍ଷତି (Eddy current losses) ଅଳ୍ପ ଅଟେ ।

ଉପରୋକ୍ତ ଅନୁମାନ ସହିତ, ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଇନପୁଟ୍ ଭୋଲ୍ଟ ଆମ୍ପେର୍ (input volt ampere) ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ଭୋଲ୍ଟ ଆମ୍ପେର୍ (output volt ampere) ସମାନ ଭାବରେ ଅନୁମାନ କରାଯାଇପାରେ ଯଥା,  $V_1 I_1 = V_2 I_2$  । ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣ ହୋଇଯାଏ,

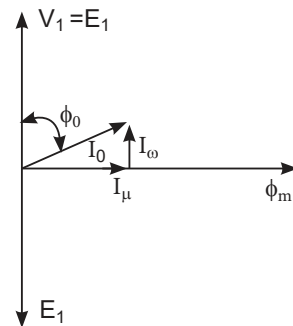
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{K} \quad \dots(6.6)$$

### 6.1.4.3 ଶୂନ୍ୟ ଭାରରେ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର (Transformer under No Load Condition)

ଯେତେବେଳେ ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଶୂନ୍ୟ ଭାରରେ ଥାଏ, ଚିତ୍ର 6.4 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଦ୍ୱିତୀୟକ ଝାଇଣ୍ଟିଂରେ ସ୍ରୋତ  $I_2$  ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଥିବାବେଳେ ପ୍ରାଥମିକ ଝାଇଣ୍ଟିଂ ଏକ ଛୋଟ ସ୍ରୋତ  $I_0$  ବହନ କରିଥାଏ ଯାହାକି କୌଣସି ଭାର ସ୍ରୋତ (load current) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ସ୍ରୋତ  $I_0$  ଦୁଇଟି ଉପାଦାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ ।

- ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ କିମ୍ବା ରୁମ୍ବକୀୟ ଉପାଦାନ (A reactive or magnetising component)  $I_m$  ଏବଂ
- ଏକ ସକ୍ରିୟ କିମ୍ବା କ୍ଷମତା ଉପାଦାନ (An active or power component)  $I_w$ .

ରୁମ୍ବକୀୟ ଉପାଦାନ ରୁମ୍ବକୀୟ ଅଭିବାହ ଉତ୍ପାଦନ କରେ, ତେଣୁ ଏହା ଅଭିବାହ ସହିତ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଅଛି । ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ଆଇରନ୍ କୋରରେ ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ ଏବଂ ଏଡି ସାମ୍ପ୍ରତିକ କ୍ଷତି ଯୋଗାଇବାର କ୍ଷମତା ଉତ୍ପାଦନ କରେ, ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_1$  ସହିତ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଅଛି । ପ୍ରାଥମିକ ଝାଇଣ୍ଟିଂରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍  $E_1$  ରୁମ୍ବକୀୟ ଅଭିବାହକୁ  $90^\circ$  କୁ ପଛରେ ପକାଇଥାଏ ଯେପରି ସମୀକରଣ 6.1.3 ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ସାଧାରଣତ କୌଣସି ଭାର ସ୍ରୋତର ରୁମ୍ବକୀୟ ଉପାଦାନ ତୁଳନାରେ ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନ ବହୁତ ଛୋଟ ଅଟେ । ଚିତ୍ର 6.5 ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର କୌଣସି ଭାର ଛିଡିରେ ଫାସୋର ଚିତ୍ରକୁ ଦର୍ଶାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.5: ଶୂନ୍ୟ ଭାରରେ ଫେଜର ଚିତ୍ର

ଫେଜର ଚିତ୍ରରୁ ରୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ରୋତ (magnetizing current)  $I_\mu = I_0 \sin \phi_0$  ଏବଂ କୋର କ୍ଷତି ଉପାଦାନ

(core loss component)  $I_{\omega} = I_0 \cos \phi_0$ . ବିନା ଭାର ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରକୁ ପାଖାର ଇନପୁଟ୍ ଦିଆଯାଏ

$$P_0 = V_1 I_0 \cos \phi_0 \quad \dots(6.7)$$

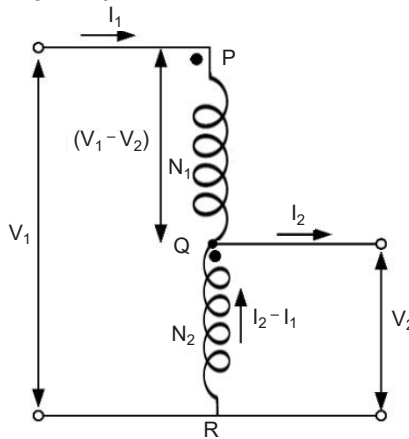
ହେଉଛି ଭାର କ୍ଷମତା ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଏବଂ କୌଣସି ଭାର ସ୍ରୋତ  $I_0$  ଭାବରେ ଦିଆଯାଇ ନାହିଁ

ଯେଉଁଠାରେ  $\cos \phi_0$  ହେଉଛି ଭାର କ୍ଷମତା ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଏବଂ ଶୂନ୍ୟ ଭାର ସ୍ରୋତ  $I_0$ ,

$$I_0 = \sqrt{I_{\mu}^2 + I_{\omega}^2} \quad \dots(6.8)$$

### 6.1.5 ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (Autotransformer)

ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଯେଉଁଥିରେ ଖାଇଣ୍ଡି ଏକ ଅଂଶ ଉଭୟ ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ପରିପଥ ପାଇଁ ସାଧାରଣ ଅଟେ ତାହା ଏକ ଅଟୋ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା । ପ୍ରାଥମିକଟି ଦ୍ୱିତୀୟକ ସହିତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଚିତ୍ର 6.6 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏହା ସହିତ ତୁଳ୍ୟତା ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଛି । ଦୁଇଟି ଖାଇଣ୍ଡି ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପରି, ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଭାବରେ ପୃଥକ ନୁହେଁ ।



ଚିତ୍ର 6.6: ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର (Autotransformer)

ଚିତ୍ର 6.6 ରେ, PR ହେଉଛି ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡି ଯାହାର  $N_1$  ଟର୍ନ ଅଛି ଏବଂ QR ହେଉଛି ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡି ଯାହାର  $N_2$  ଟର୍ନ ସଂଖ୍ୟା ଅଛି । ଇନପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି  $V_2$  ଏବଂ  $I_1$  ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଏବଂ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ  $V_1 I_1$  ଏବଂ  $V_2 I_2$  । ଯଦି ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ହ୍ରାସ ହୁଏ ଏବଂ କ୍ଷତି ଧ୍ୟାନ ନଦିଆଯାଏ, ତା'ପରେ କିମ୍ବା

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{K} \quad \dots(6.9)$$

QR ବିଭାଗରେ ସ୍ରୋତ ହେଉଛି  $(I_2 - I_1)$  ଯେଉଁଠାରେ  $I_2 > I_1$

ଏକ ଅଟୋ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରରେ ପାଖାର ଇନପୁଟର କେବଳ ଏକ ଅଂଶ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କାର୍ଯ୍ୟ ସ୍ୱାରା ପ୍ରାଥମିକରୁ ଦ୍ୱିତୀୟକ

ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଅବଶିଷ୍ଟ କ୍ଷମତା ପ୍ରାଥମିକରୁ ଦ୍ୱିତୀୟକ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ସିଧାସଳଖ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । କ୍ଷମତାର ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ଏବଂ କ୍ଷମତାର କଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମେସନ୍ ଅନୁପାତ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଅଟୋ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଭାର ପାଇଁ ଦରକାର ହୋଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟ ଆମ୍ପେର୍ କ୍ଷମତା =  $V_2 I_2$

କ୍ଷମତା ସ୍ଥାନାନ୍ତର ଯାହା QR ଖାଇଁରେ କ୍ଷମତା ସହିତ ସମାନ । ରୂପାନ୍ତରିତ କ୍ଷମତା କିମ୍ବା ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ କ୍ଷମତା ଦିଆଯାଇଛି

$$V_2(I_2 - I_1) = V_2 I_2 \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right)$$

ସମୀକରଣ 6.9 କୁ ବଦଳାଇବା ...(6.10)

$$= V_2 I_2 (1 - K)$$

ସିଧାସଳଖ ପରିଚାଳିତ ହେଉଥିବା କ୍ଷମତା ବିୟୁତ ଭାରକରିବା ପାଇଁ ବିତରଣ କରାଯାଇଥିବା କ୍ଷମତା ସହିତ ସମାନ ଏବଂ ପରିବର୍ତ୍ତିତ କ୍ଷମତା ସହିତ ସମାନ ।

$$V_2 I_2 - V_2 I_2 (1 - K) = K V_2 I_2 \quad \dots(6.11)$$

ଦୁଇଟି ଖିଣ୍ଡିକ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ସହିତ ତୁଳନା କଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ସୁବିଧା ।

- ସମାନ କ୍ଷମତା ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଅନୁପାତ ପାଇଁ ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତମ୍ବାର ଓଜନ କମ୍ ଅଟେ ।
- ସମାନ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର ଆକାର କମ୍ ଅଟେ ।

### 6.1.5.1 ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ

1. ଲମ୍ବା ଫିଡର୍ ପରିପଥ ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ହ୍ରାସ ପାଇଁ କ୍ଷତିପୂରଣ ଦେବା ।
2. ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ।
3. ବିଭିନ୍ନ ଭାର ସହିତ ସିଷ୍ଟମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସ୍ଥିର ରଖିବା ପାଇଁ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଆଉଟପୁଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ।

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପଗୁଡ଼ିକ

1. କଲେଜ ମୁଖ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ଯୋଗାଣ ସବ୍ଷେସନ ପରିଦର୍ଶନ କରନ୍ତୁ । ସଂସ୍ଥାପିତ ବିତରଣ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ନାମ ପ୍ଲେଟ୍ ବିବରଣୀ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ । ନାମ ପଟାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିବରଣୀ ଉପରେ ଏକ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇ ଖାଇଁ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ମାପ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟକୁ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ଏବଂ ଅନୁମାନ କରନ୍ତୁ ଯେ କେଉଁ ଖାଇଁ ଏକ HV ଖାଇଁ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 6.1.1:** 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵରରେ 400 ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ 1000 ଦ୍ଵିତୀୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଚର୍ନ୍ ଅଛି । କୋରର ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ବିଭାଗୀୟ କ୍ଷେତ୍ର 60 cm<sup>2</sup> ଅଟେ । ପ୍ରାଥମିକ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ 500 V, ଆବୃତ୍ତି = 50 Hz ସହିତ କୋରରେ ଅଭିବାହ ଘନତାର ଶିଖର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

ସମାଧାନ: ପ୍ରାଥମିକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ସମାନରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ର ଆରଏମ୍ ଏସ୍ ମୂଲ୍ୟ,  $E_1 = 4.44 f N_1 \phi_m$

ଏକ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵରକୁ ବିଚାର କୁ ନେଇ  $E_1 = V_1$ ,

ଦିଆଯାଇଛି, ପ୍ରାଥମିକ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ = 500 V

$$\text{ତେଣୁ, } 500 = 4.44 \times 400 \times B_m \times 60 \times 10^{-4}, B_m = 0.938 \frac{W_b}{m^2}$$

**ଉଦାହରଣ 6.1.2:** 100 V ପାର୍ଶ୍ଵରୁ 40 Hzରେ ଉତ୍ପାଦିତ ହେବାକୁ ଥିବା ଏକ 200/100 V, 50 Hz ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର । ନିମ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ ପାର୍ଶ୍ଵରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେବାକୁ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ ସନ୍ଧାନ କରନ୍ତୁ ଯଦି ଉତ୍ତେଜକ ସ୍ରୋତ ସମାନ ରହିବ ।

ସମାଧାନ: 50 Hz ସମାନ ରେ 100 V ପାର୍ଶ୍ଵରେ ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ.ଏଫ୍ ସମୀକରଣକୁ ଦିଅନ୍ତୁ

$$100 = 4.44 \times 50 \times \phi_m \times N_2 \quad \dots(1)$$

ଉତ୍ତେଜକ ସ୍ରୋତ କୁ ଦୃଷ୍ଟିରେ ରଖି 40Hzରେ ମଧ୍ୟ ସମାନ ରହିବାକୁ ପଡ଼ିବ, ଅର୍ଥାତ୍ ସମାନ ରହିବାକୁ ।

$$\text{ଇଏମଏଫ୍ ସମୀକରଣ, } 40 \text{ Hz} = E_2 = 4.44 \times 40 \times \phi_m \times N_2 \quad \dots(2)$$

ସମୀକରଣ (1) ଏବଂ (2)  $E_2 = 80 \text{ Volts}$

## 6.2 ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ମୋଟର୍ସ (ELECTRIC MOTORS)

### 6.2.1 ଉପକ୍ରମ (Introduction)

ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମେସିନ୍ ମୁଖ୍ୟତଃ ଦୁଇଟି ଅଂଶ, ଷ୍ଟାଟର (stator) ଛିର ଅଂଶ ଏବଂ ରୋଟର୍ (rotor), ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅଂଶକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଷ୍ଟାଟର ସାଧାରଣତଃ ଏକ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଆକୃତିର ତୁମ୍ବକୀୟ କୋର୍ ଏବଂ ତୁମ୍ବକୀୟ କୋରରେ ନିର୍ମିତ ରୋଟର୍ ଷ୍ଟାଟର ଭିତରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ । ଷ୍ଟାଟର ଏବଂ ରୋଟର୍ କୋର ଏକ ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ମାଧ୍ୟମରେ ଅଲଗା ହୋଇଯାଏ । ଏକ ତୁମ୍ବକୀୟ ଅଭିବାହ ପ୍ରତିଷ୍ଠା ପାଇଁ ଷ୍ଟାଟର୍ ଏବଂ ରୋଟର୍ ତୁମ୍ବକୀୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ବହନ କରେ । ରୋଟର୍ ଏକ ବିୟରିଂ (bearing) ସମର୍ପିତ ଶାଫ୍ଟ୍ (shaft) ଉପରେ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି ଏବଂ ଶାଫ୍ଟ୍ଟି ବେଲ୍ଟ୍ (belt) ଏବଂ ପୁଲି (pulley) ବ୍ୟବସ୍ଥା ମାଧ୍ୟମରେ କିମ୍ବା ଗିଅର୍ ବାକ୍ସ୍ (gear boxe) ମାଧ୍ୟମରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଭାର ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ।

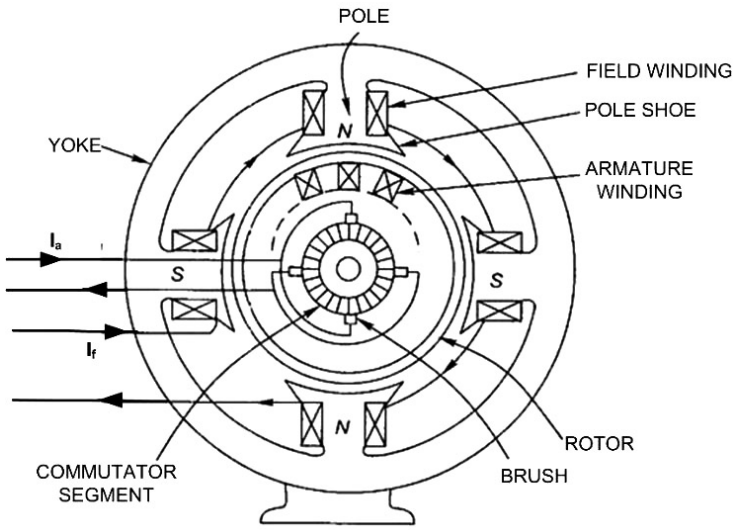
### 6.2.2 ଡିସି ମୋଟର (DC Motor)

ଏକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମୋଟର ହେଉଛି ଏକ ମେସିନ୍ ଯାହା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରିଥାଏ । ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଡିସି ଯୋଗାଣ ଆକାରରେ ଯୋଗାଯାଏ, ତେବେ ମୋଟରକୁ ଡିସି ମୋଟର କୁହାଯାଏ ।

### 6.2.2.1 ଡିସି ମୋଟର ନିର୍ମାଣ (Construction of DC Motor)

ଡିସି ମେସିନର କ୍ଷେତ୍ର ପୋଲ (pole) ଗୁଡ଼ିକ ଷ୍ଟାଟର ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ । ଆଇରନ୍ ପୋଲଗୁଡ଼ିକ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତିର ତୁମ୍ବକୀୟ କୋରର ଭିତର ପୃଷ୍ଠରୁ ଅନ୍ତର୍ଯୁଗୀ ପ୍ରକ୍ଷେପ ହୋଇଥାଏ, ଯାହାକୁ ଷ୍ଟାଟର ଯକ (yoke) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଯକ ତୁମ୍ବକୀୟ ଅଭିବାହ ପାଇଁ ଏକ ଫେରସ୍ତ ପଥ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଆଇରନ୍ ପୋଲରେ ଏକ ସଂକୀର୍ଣ୍ଣ ଅଂଶ ରହିଥାଏ ଯେଉଁଥିରେ କ୍ଷେତ୍ର ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ୍ କୁଣ୍ଡଳୀ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏକ ପୋଲ କୋଡା (pole shoe) ସାଧାରଣତଃ ଲାମିନେଟ୍ ହୋଇଥିବା ପୋଲ ଅଭିବାହ ରୋଟର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ବସ୍ତନ କରେ । ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ସିଲିକନ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ କୋରରେ ନିର୍ମିତ ରୋଟର କିମ୍ବା ଆର୍ମାଚର (armature) ସ୍ପାଉଁ ଲାମିନେସନ୍ ର ଏକ ଷ୍ଟାକ୍ (stack) କୁ ନେଇ ଗଠିତ । ସ୍ପାଉଁ ଗୁଡ଼ିକ କୋରର ଅକ୍ଷୀୟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (axial length) ସହିତ ଲାମିନେଟେଡ୍ କୋରର ପୃଷ୍ଠରେ କମାଯାଇଥାଏ, ଯେଉଁଥିରେ ଆର୍ମାଚର ଖାଇଣ୍ଡିଂର କୁଣ୍ଡଳୀ ପାର୍ଶ୍ୱଗୁଡ଼ିକ ରଖାଯାଇଥାଏ । କଣ୍ଟକ୍ଟର ତାର କିମ୍ବା ବାର୍ ଆକାରରେ ଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ତମ୍ବା କିମ୍ବା ଆଲୁମିନିୟମରୁ ନିର୍ମିତ ଏବଂ କଣ୍ଟକ୍ଟର ଆକାର ମେସିନର ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଆବଶ୍ୟକତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଆର୍ମାଚର କୁଣ୍ଡଳୀଗୁଡ଼ିକ ସ୍ପାଉଁ ଲମ୍ବ ସହିତ ସ୍ପାଉଁ ଭିତରକୁ ଚାଳିତ କାଠ ଷ୍ଟେଜ୍ (wedge) ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାନିତ । କୁଣ୍ଡଳୀ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଶେଷଗୁଡ଼ିକ କମ୍ୟୁଟେଟର (commutator) ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ । କମ୍ୟୁଟେଟର ତମ୍ବାରେ ନିର୍ମିତ ବିଭାଗକୁ ନେଇ ଗଠିତ, ସାଧାରଣତଃ ମାଇକା ପଦାର୍ଥକୁ ଇନସୁଲେଟ୍ କରି ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଲଗା ହୋଇଥିବା ବିଭାଗ ।

କାର୍ବନ୍ ବ୍ରସ୍ (carbon brush) ଦ୍ୱାରା ଆର୍ମାଚର କୁଣ୍ଡଳୀ ସ୍ରୋତ ପରିଚାଳିତ ହୁଏ । ବ୍ରସ୍ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ରଶ୍ ହୋଲ୍ଡର ରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏପରି ଫିଟ୍ ହୋଇଛି ଯେ ସେମାନେ କମ୍ୟୁଟେଟର ପୃଷ୍ଠରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ସ୍ଥାପିତ କରିବା ଉଚିତ । ବ୍ରସ୍ କଣ୍ଟାକ୍ଟ (brush contact) ଏବଂ କମ୍ୟୁଟେଟର ମଧ୍ୟରେ ଉପଯୁକ୍ତ ସମ୍ପର୍କ ବଜାୟ ରଖିବା ପାଇଁ, ସମ୍ପର୍କ ବଳ (contact force) ନିଶ୍ଚିତ କରିବାକୁ ବ୍ରସ୍ ହୋଲ୍ଡର ଆସେମ୍ବଲି ରେ (brush holder assembly) ଆଡଜଷ୍ଟେବଲ୍ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍ (adjustable springs) ରଖାଯାଏ । ବ୍ରସ୍ ନିୟମିତ ଯାଞ୍ଚ କରାଯିବା ଉଚିତ ଏବଂ ଯଦି ବ୍ରସ୍ ର କ୍ଷୟ ହୁଏ ତେବେ ବଦଳାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଚିତ୍ର 6.7 ଏକ DC ମେସିନ୍ ର ବିଭାଗୀୟ ଦୃଶ୍ୟ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.7: ଏକ ଡିସି ମେସିନର ବିଭାଗୀୟ ଦୃଶ୍ୟ

### 6.2.2.2 ଡିସି ମୋଟରର କାର୍ଯ୍ୟ ନୀତି (Working Principle of DC Motor)

ଡିସି ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ନୀତି ଫ୍ଲେମିଙ୍ଗ୍ ବାମ ହାତ ନିୟମ (Fleming's left hand rule) ଉପରେ ଆଧାରିତ । ଯେତେବେଳେ ଏକ ସ୍ରୋତ ବହନକାରୀ କଣ୍ଡକ୍ତରକୁ ଏକ ସ୍ଥିର ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରଖାଯାଏ, ଯେପରି କଣ୍ଡକ୍ତର କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ଡାହାଣ କୋଣ ତିଆରି କରେ, ଏହା ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବଳ ଅନୁଭବ କରେ, ଯାହାର ଦିଗ ଫ୍ଲେମିଙ୍ଗ୍ ବାମ ହାତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ । କଣ୍ଡକ୍ତରର ବେଗ ବଳ ଦିଗରେ ଅଛି । ସଂକ୍ଷେପରେ, ଯେତେବେଳେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପାରସ୍ପରିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି, ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । କଣ୍ଡକ୍ତର ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ ହୋଇଥିବା ନ୍ୟୁଟନରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବଳର ପରିମାଣ ସମୀକରଣ 6.12 ଦ୍ୱାରା ଦିଆଯାଏ ।

$$F = BIL \quad \dots(6.12)$$

ଯେଉଁଠାରେ, B ହେଉଛି କ୍ଷେତ୍ର ଶକ୍ତି  $Wb/m^2$ , I ହେଉଛି ଆମ୍ପେରରେ କଣ୍ଡକ୍ତର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ଏବଂ L ହେଉଛି ମିଟରରେ କଣ୍ଡକ୍ତରର ଲମ୍ବ ।

### 6.2.2.3 ଡିସି ମୋଟରର କାର୍ଯ୍ୟ (Working of a DC Motor)

ଯେତେବେଳେ ଏକ ଡିସି ମୋଟରର ଆର୍ମେଚର ଏବଂ କ୍ଷେତ୍ର- ଖାଇଣ୍ଡି ମାଧ୍ୟମରେ ସିଧାସଳଖ ସ୍ରୋତ ଅତିକ୍ରମ ହୁଏ, କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତ (ଆମ୍ପେର୍ ଟର୍ନ୍) ଦ୍ୱାରା ତୁମ୍ବକୀୟ ଅଭିବାହ ସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ଯେହେତୁ ଆର୍ମେଚର କଣ୍ଡକ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ (perpendicular) ଏବଂ ସେମାନେ ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଛନ୍ତି, ସେମାନେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବଳ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । ଏହି ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର ଫଳାଫଳ ହେଉଛି ଏକ ଟର୍କ୍ । ଏହି ଟର୍କ୍ ରୋଟରର ପ୍ରଭାବରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏହା ସହିତ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥିବା ଯେକୌଣସି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଉପକରଣ (ଭାର) ଉପଯୋଗୀ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଯଦି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଭାର ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ତେବେ ଡିସି ଯୋଗାଣରୁ ଅଧିକ ସ୍ରୋତ ଅଳ୍ପ କରି ଅଧିକ ଟର୍କ୍ ଉତ୍ପାଦନ ହେବ । ଏହିପରି ମୋଟର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରେ ।



ବ୍ୟାକ୍ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ (Back EMF): ଯେତେବେଳେ ଏକ ମୋଟରର ଆର୍ମେଚର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ, ତୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତିର ରେଖା କାଟିବା ସମୟରେ କଣ୍ଡକ୍ତରରେ ଏକ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ପ୍ରେରିତ ହୁଏ । ପ୍ରେରିତ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ (V) ର ବିରୋଧୀ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟାକ୍ କିମ୍ବା କାଉଣ୍ଟର ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ( $E_b$ ) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ତୀବ୍ରତା

$$E_b \propto \phi N \quad \dots(6.13)$$

ଯେଉଁଠାରେ  $\phi$  ହେଉଛି କ୍ଷେତ୍ର ଅଭିବାହ ଏବଂ N ହେଉଛି ଆର୍ମେଚର ବେଗ ।

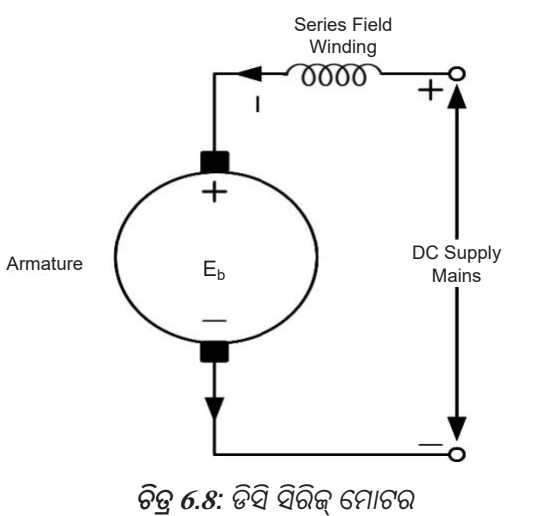
### 6.2.2.4 ଡିସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର (Types of DC Motors)

ଆର୍ମେଚର ଖାଇଣ୍ଡି ଏବଂ କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିର ସଂଯୋଗର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି, ଡିସି ମୋଟରକୁ ଦୁଇ ପ୍ରକାରରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ:

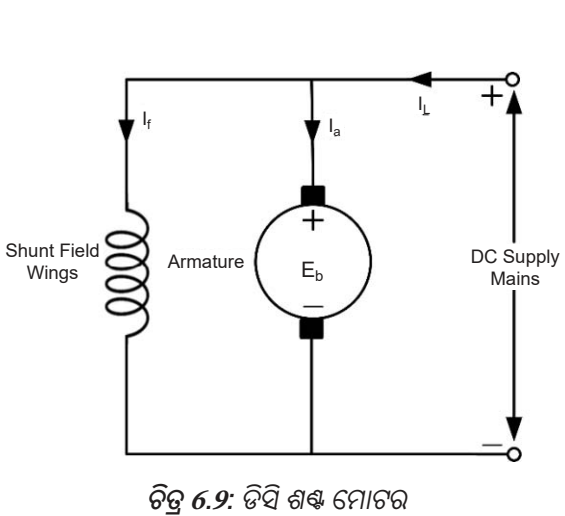
- i. ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର (DC series motor)
- ii. ଡିସି ଶଙ୍କ୍ ମୋଟର (DC shunt motor)

ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରକାରର ଡିସି ମୋଟର ହେଉଛି ଡିସି କମ୍ପାଉଣ୍ଡ ମୋଟର (DC Compound motor), ଯେଉଁଥିରେ କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ସିରିଜ୍ ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ଯାହା ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଉନାହିଁ ।

- i. ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର (DC series motor): ଏକ ସିରିଜ୍ ମୋଟର ହେଉଛି ଯେଉଁଥିରେ କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଆର୍ମାଚର ସହିତ ସିରିଜ୍ ରେ ସଂଯୁକ୍ତ, ଚିତ୍ର 6.8 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ମୋଟର ଦ୍ୱାରା ଅଙ୍କିତ ସ୍ରୋତ କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଦେଇ ଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଆର୍ମେଚର କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ରେ ମୋଟା କଣ୍ଡକ୍ଟର କିଛି ଚର୍ଚ୍ଚ ଥାଏ । ତୁମ୍ଭଙ୍କଠାରେ ଅଭିବାହ ସାଚୁରେସନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।
- ii. ଡିସି ଶଙ୍କ୍ତ ମୋଟର (DC shunt motor): ଏକ ଶଙ୍କ୍ତ ମୋଟର ହେଉଛି ଏକ ଯେଉଁଥିରେ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବରେ ପତଳା ତାରର ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଚର୍ଚ୍ଚକୁ ନେଇ ଗଠିତ କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଚିତ୍ର 6.9 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଆର୍ମେଚର ସହିତ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଶଙ୍କ୍ତ ମୋଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଡିସି ଯୋଗାଣ ସ୍ଥିର ହେତୁ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତ ସ୍ଥିର ଅଟେ । ତେଣୁ, ଅଭିବାହ ପ୍ରାୟତଃ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.8: ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର



ଚିତ୍ର 6.9: ଡିସି ଶଙ୍କ୍ତ ମୋଟର

### 6.2.2.5 ଡିସି ମୋଟରର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (Characteristics of DC Motors)

ଏକ ଡିସି ମୋଟରର ଦୁଇଟି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ହେଉଛି ଚର୍ଚ୍ଚ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଏବଂ ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ।

#### a. ଚର୍ଚ୍ଚ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (Torque Characteristic) ( $T$ Vs $I_a$ ):

ଚର୍ଚ୍ଚ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ସହିତ ଚର୍ଚ୍ଚର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ । ଏକ ମୋଟରରେ ବିକଶିତ ଚର୍ଚ୍ଚ ହେଉଛି କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ତୁମ୍ଭଙ୍କଠାରେ ଅଭିବାହ ଏବଂ ଆର୍ମାଚର କଣ୍ଡକ୍ଟର ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ କାର୍ଯ୍ୟର ଫଳାଫଳ । ଯଦି କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତରେ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ତୁମ୍ଭଙ୍କଠାରେ ଅଭିବାହ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ, ସମାନ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ଉତ୍ପାଦିତ ଚର୍ଚ୍ଚ ବୃଦ୍ଧି ପାଇବ ଯଥା  $I_a$  ସ୍ଥିର ପାଇଁ  $T \propto \phi$  । ସେହିଭଳି, ଯଦି ଶାଫ୍ଟ ଭାରବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ, ତେବେ ତୁମ୍ଭଙ୍କଠାରେ ଅଭିବାହର ସମାନ ମୂଲ୍ୟ ପାଇଁ ଚର୍ଚ୍ଚ ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ପାଇବ ଯଥା ସ୍ଥିର ପାଇଁ  $T \propto I_a$  । ବର୍ତ୍ତମାନ ଯଦି ଉଭୟ  $\phi$  ଏବଂ  $I_a$  ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି

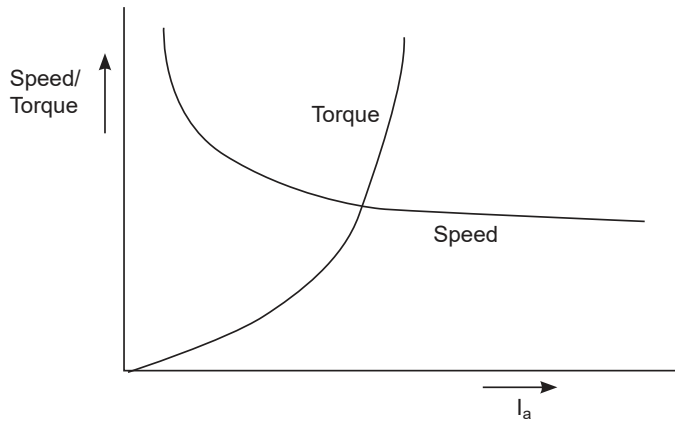
ତେବେ ସାଧାରଣତଃ, ଏହାକୁ ଲେଖାଯାଇପାରିବ

$$T \propto \phi I_a \quad \dots(6.14)$$

- i. **ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର:** ଚର୍କ ସମୀକରଣ  $T \propto \phi I_a$  ଭାବରେ ଦିଆଯାଏ । ଚିତ୍ର 6.8 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଏକ ସିରିଜ୍ ମୋଟରର , କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଏବଂ ଆର୍ମେଚର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ରେ ସମାନ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ତେଣୁ, ରୁମ୍ଭକୀୟ ସାରୁତରେସନ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ, କ୍ଷେତ୍ର ଫ୍ଲକ୍ସ  $\phi \propto I_a$  ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ବିକଶିତ ଚର୍କ ହେଉଛି,

$$T \propto I_a^2 \quad \dots(6.15)$$

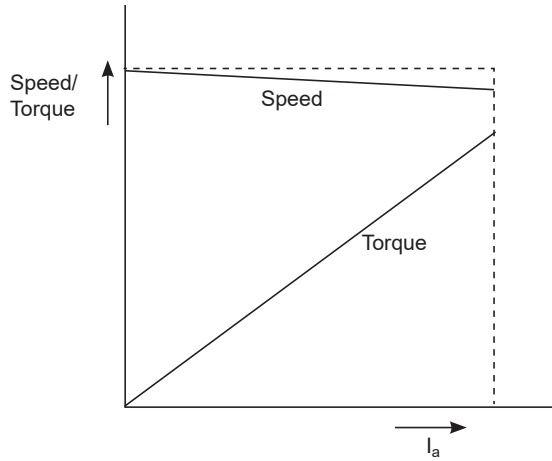
ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଚର୍କ ରୁମ୍ଭକୀୟ ପରିସ୍ଥିତି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ରୋତର ବର୍ଗ ସହିତ ଆନୁପାତିକ ।



ଚିତ୍ର 6.10: ଏକ ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରର ଛିଡ଼-ଚର୍କ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ

ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟର ଏହି ଅଂଶ ହେଉଛି ଏକ ପାରାବୋଲା । ତଥାପି, ରୁମ୍ଭକୀୟ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପରେ,  $T$  vs  $I_a$  ବକ୍ର ସିଧା ରେଖା ହୋଇଯାଏ କାରଣ ଅଭିବାହ  $\emptyset$  ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତରୁ ସ୍ଵାଧୀନ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ତେଣୁ ଚର୍କ କେବଳ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ସହିତ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବକ୍ର ଚିତ୍ର 6.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଯେହେତୁ ଚର୍କ ସ୍ରୋତର ବର୍ଗ ସହିତ ଆନୁପାତିକ, ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚର୍କ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଅଧିକ ଅଟେ । ଉଚ୍ଚ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚର୍କ କିଛି ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଲାଭଦାୟକ ଅଟେ । ତେଣୁ ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେଉଁଠାରେ ବଡ଼ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚର୍କ ଆବଶ୍ୟକ ।

- ii. **ଡିସି ଶଶ୍ ମୋଟର (DC Shunt motor):** ଏକ ଡିସି ଶଶ୍ ମୋଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଅଭିବାହ  $\emptyset$  ସ୍ଥିର ଅଟେ ତେଣୁ ଚର୍କ  $T \propto \emptyset I_a$  ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ସହିତ ସିଧାସଳଖ ଆନୁପାତିକ, ବେଗ ଯାହା ହେଉ ନା କାହିଁକି । ଯେହେତୁ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ( $I_a$ ) ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ, ଚର୍କ ( $T$ ) ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ଏବଂ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ( $I_a$ ) ହ୍ରାସ ହୁଏ, ଚର୍କ ( $T$ ) ମଧ୍ୟ ହ୍ରାସ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 6.11 ଏକ ଡିସି ଶଶ୍ ମୋଟରର ଚର୍କ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟକୁ ଦର୍ଶାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.11: ଏକ ଡିସି ଶକ୍ତ ମୋଟରର ବେଗ - ଟର୍କ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ

**b. ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (N vs.  $I_a$ ):**

ମୋଟରର ଚାଲୁଥିବା କିମ୍ବା ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ସାଧାରଣତଃ ଇନପୁଟ୍ ସ୍ରୋତ ସହିତ ବେଗର ଭିନ୍ନତାକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରେ।

**i. ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର:** ଏକ ଡିସି ମୋଟରର ବେଗ ସମୀକରଣ ହେଉଛି,

$$T \propto \frac{E_b}{\phi}$$

ଯେଉଁଠାରେ,  $E_b$  ହେଉଛି ବ୍ୟାକ୍ ଇମ୍ଫାଣ୍ଟ,  $\phi$  ହେଉଛି ଅଭିବାହ ଏବଂ N ହେଉଛି rpm ରେ ମୋଟର ବେଗ । ଅତ୍ୟଧିକ କମ୍ ଆର୍ମେଚର ପ୍ରତିରୋଧ ପାଇଁ ବ୍ୟାକ୍ ଇମ୍ଫାଣ୍ଟ ର ପରିବର୍ତ୍ତନ, ବିଭିନ୍ନ ଭାର ସ୍ରୋତ ପାଇଁ ବହୁତ ଛୋଟ ଏବଂ ତେଣୁ ଏହାକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଯାଇପାରେ ।

ତେଣୁ, ରୋଟର୍ ବେଗ କ୍ଷେତ୍ର ଅଭିବାହ ସହିତ ଓଲଟା ଆନୁପାତିକ ଅଟେ

$$N \propto \frac{1}{\phi} \quad \dots(6.16)$$

ଏକ ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରରେ, ଅଭିବାହ ( $\phi$ ) ବୃଦ୍ଧି, ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତବୃଦ୍ଧି ସହିତ, ଅର୍ଥାତ୍,  $\phi \propto I_a$ , ସମୀକରଣ 6.16 କୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ,

$$N \propto \frac{1}{I_a} \quad \dots(6.17)$$

ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ ଭାର ସ୍ରୋତ, ଅର୍ଥାତ୍ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ( $I_a$ ) ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ, ବେଗ ହ୍ରାସ ପାଇଥାଏ ଏବଂ ଅର୍ଥାତ୍ ଆର୍ମେଚର ସ୍ରୋତ ( $I_a$ ) ହ୍ରାସ ହୁଏ, ବେଗ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଚିତ୍ର 6.10 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବକ୍ରରୁ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ଯେତେବେଳେ ଭାର ବଡ଼ ହୁଏ, ବେଗ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଭାର ହାଲୁକା ହୁଏ, ବେଗ ବହୁତ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ, ସିରିଜ୍ ମୋଟର ଭାର ବିନା କେବେବି ଚାଲିବା ଉଚିତ୍ ନୁହେଁ ଅନ୍ୟଥା ଏହା ଅତ୍ୟଧିକ ସେଣ୍ଟ୍ରିଫୁଗୁଲ୍ ଫୋର୍ସ କାରଣରୁ ନଷ୍ଟ ହୋଇପାରେ ।

- ii. **ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟର (DC shunt motor):** ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟରରେ, ଅଭିବାହ ଛିର ରହିଥାଏ । ଯେହେତୁ ଅଭିବାହ ଛିର, ବେଗ ମଧ୍ୟ ଛିର ଅଟେ । ତାତ୍ଵିକ ଅନୁସାରେ ଏହା ସତ କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତରେ ଏହା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ବାସ୍ତବରେ, ଭାର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ, ବ୍ୟାକ୍ ଇଏମଏଫ୍ ( $E_b$ ) ହ୍ରାସ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି କାରଣରୁ, ବେଗ  $N = E_b/\phi$  ସାମାନ୍ୟ ହ୍ରାସ ହୁଏ । ବେଗର ଏହି ହ୍ରାସ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ନୁହେଁ ଏବଂ ତେଣୁ ସମସ୍ତ ବ୍ୟବହାରିକ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପାଇଁ ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟରକୁ ଏକ ଛିର ବେଗ ମୋଟର ଭାବରେ ବିବେଚନା କରାଯାଏ ।

### 6.2.2.6 ଡିସି ମୋଟରର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ (Applications of DC Motors)

ଡିସି ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ଅନେକ ଶିଳ୍ପ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ବିଶେଷକରି ମୋଟରର ସମଗ୍ର ବେଗ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ କ୍ରମାଗତ ଚର୍ଚ୍ଚ ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି । ବ୍ୟାଚେରୀ କ୍ଷମତା ବ୍ୟବହାର କରି ପୋର୍ଟେବଲ୍ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକରେ ଡିସି ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ଏକ ପ୍ରାକୃତିକ ପସନ୍ଦ । ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର ଏବଂ ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକର ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅଟେ

i. **ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ**

ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେଉଁଠାରେ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚର୍ଚ୍ଚ ଆବଶ୍ୟକ, ଯେଉଁଠାରେ ବେଗର ଛିରତା ଆବଶ୍ୟକ ନୁହେଁ ଏବଂ ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମ୍ଭବ । ସିରିଜ୍ ମୋଟରର କିଛି ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି:

- କ୍ରେନ୍
- ଏୟାର୍ କମ୍ପ୍ରେସର୍
- ଲିଫ୍ଟ୍ ଏବଂ ଏଲିଭେଟର୍
- ଭାଲ୍ଭୁଲ୍ କ୍ଲିନର୍
- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଟ୍ରାକ୍ଟର୍
- କେଶ ଶୁଷ୍କ
- ସିଲେଇ ମେସିନ୍
- କ୍ଷମତା ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ
- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପାଦ, ଇତ୍ୟାଦି

ii. **ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟର**

ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେଉଁଠାରେ ବିନା ଭାରରୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କ୍ରମାଗତ ଗତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ଏବଂ ଆରମ୍ଭ ଅବସ୍ଥା ଗୁରୁତର ନୁହେଁ । ଡିସି ଶଙ୍କ୍ଠ ମୋଟରର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି:

- ଲେଥ୍ ମେସିନ୍
- ସେକ୍ସ୍ଟ୍ରୁଗାଲ୍ ପମ୍ପ
- କନଭେୟର୍
- ଫ୍ୟାନ୍
- ବୋରିଂ ମେସିନ୍
- ଓଜନ ମେସିନ୍

- ସ୍କିନିଂ ଫେସିନ୍
- ବ୍ଲୋଅର
- ଲାଇନ ଶାଫ୍ଟ, ଇତ୍ୟାଦି

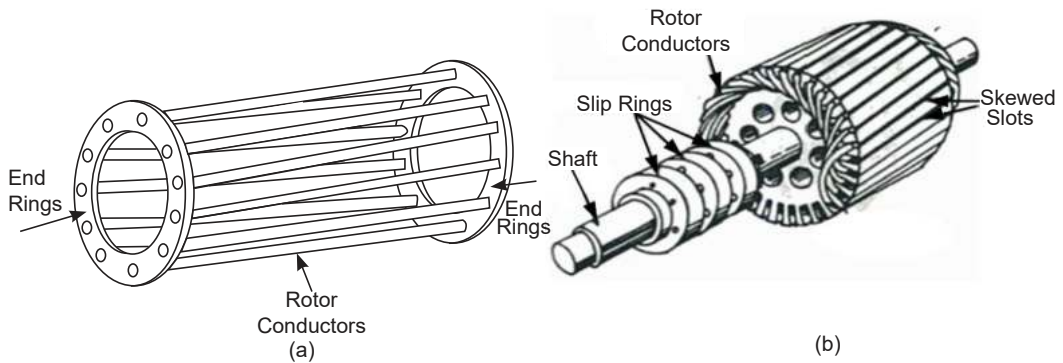
## 6.2.3 ଏସି ମୋଟରସ (AC Motors)

### 6.2.3.1 ମୋଟର ନିର୍ମାଣ (Motor Construction)

ପୂର୍ବ ପ୍ରସଙ୍ଗରୁ, ଏହାର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏକ ଡିସି ମୋଟରର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଅଧ୍ୟୟନ କରାଯାଇଛି । ଏକ ଡିସି ମୋଟର ର କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ, ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଆବଶ୍ୟକ । ଏଥିପାଇଁ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର (semiconductor) ଉପକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାକୁ ଡିସି ଯୋଗାଣ କରିବା ପାଇଁ ଏସି ଯୋଗାଣକୁ ସଂଶୋଧନ କରାଯାଏ ।

ଯଦି 1 କିମ୍ବା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ସିଧାସଳଖ ଏକ ଏସି ମୋଟର ଚଳାଇବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ ତେବେ ଏହା ଅଧିକ ସୁବିଧାଜନକ ହେବ । ଏକ ଡିସି ମୋଟର ପରି, ଏସି ମୋଟରରେ ଷ୍ଟାଟର ଏବଂ ରୋଟର ମଧ୍ୟ ଅଛି । ଷ୍ଟାଟର ଉପରେ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ସମାନ ସ୍କାଟ୍ କଟାଯାଇଥାଏ ଯେଉଁଥିରେ କୁଣ୍ଡଳୀ ପାର୍ଶ୍ୱ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏସି ଯୋଗାଣର ପ୍ରକାର 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି କୁଣ୍ଡଳୀ ଶେଷଗୁଡ଼ିକ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଲିଡ୍ ବାହାରକୁ ଅଣାଯାଏ । ସେହି ଅନୁଯାୟୀ, ମୋଟରକୁ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ।

ରୋଟର ନିର୍ମାଣ ଏସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଚିତ୍ର 6.12 ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ରୋଟର ନିର୍ମାଣ ଦେଖାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.12: 3 - ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (a) ସ୍କ୍ୱିରଲ୍ କେଜ୍ (Squirrel cage) (b) କୁଣ୍ଡଳିତ ରୋଟର୍ (Wound rotor)

ସାରଣୀ 6.1 ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ AC ମୋଟରର ରୋଟର ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ ଦର୍ଶାଏ ଯଥା ଇନଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (induction motor) ଏବଂ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟର (synchronous motor) । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ, ନିର୍ମାଣ ଆଧାରରେ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇନଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଅଛି: ସ୍କ୍ୱିରଲ୍ କେଜ୍ (Squirrel cage) ଏବଂ କୁଣ୍ଡଳିତ ରୋଟର୍ (Wound rotor) । ସେହିଭଳି, ରୋଟର ନିର୍ମାଣ ଆଧାରରେ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର:

ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍ (salient pole rotors) ଏବଂ ନନ-ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍ (non-salient pole rotors) ।

ସାରଣୀ 6.1: 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟରର ରୋଟର୍ ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର	ରୋଟରର ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ	
1	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର	<p style="text-align: center;"><b>ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍</b></p> <p>i. ରୋଟର୍ କୋର୍ ସ୍କାଟେଡ୍ ପରିଧି ସହିତ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଅଟେ ।</p> <p>ii. ରୋଟର କଣ୍ଟକ୍ଟର ତମ୍ବା କିମ୍ବା ଆଲୁମିନିୟମରେ ନିର୍ମିତ ଅଣଇନସୁଲେଟେଡ୍ ବାର୍ କିମ୍ବା ରତ୍ନରେ ନିର୍ମିତ ।</p> <p>iii. ତମ୍ବାରେ ନିର୍ମିତ ରିଙ୍ଗ ପରିଚାଳନା ସାହାଯ୍ୟରେ ବାର୍ ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପୁଲ୍ସରେ ସ୍ଥାୟୀ ଭାବରେ ସର୍ଚ୍ଚ କରାଯାଏ ଏବଂ ଶେଷ ରିଙ୍ଗ (ring) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।</p>	<p style="text-align: center;"><b>କୁଣ୍ଡଳିତ ରୋଟର୍</b></p> <p>i. ରୋଟର୍ କୋର୍ ସ୍କାଟେଡ୍ ପରିଧି ସହିତ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଅଟେ ।</p> <p>ii. ରୋଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଷ୍ଟାଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ସହିତ ସମାନ ।</p> <p>iii. 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ରୋଟର୍ ଖାଇଣ୍ଟିଂର ଡିନୋଟି ପ୍ରାନ୍ତ ସ୍ଥାୟୀ ଭାବରେ ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗ (slip ring) ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ।</p> <p>iv. ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକ ରୋଟର୍ ଶାଫ୍ଟରେ ଲଗାଯାଏ ।</p> <p>v. ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବ୍ରସ୍ ଧାରକ ଉପରେ ଲଗାଯାଇଥିବା ବ୍ରସ୍ ମାଧ୍ୟମରେ ବାହ୍ୟ ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ରୋଟର୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବାହାରକୁ ଅଣାଯାଏ ।</p>

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟରର ପ୍ରକାର	ରୋଟରର ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ନିର୍ମାଣ ବିବରଣୀ	
2-	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟର	<p>ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍</p> <p>i. ସାଲିଏଣ୍ଟ ଶବ୍ଦର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ୍ କରିବା । ଏକ ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲରେ ଗଠିତ ଯାହା ରୋଟର୍ କୋର ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ୍ ହୋଇଥାଏ ।</p> <p>ii. ଚାରିରୁ ଅଧିକ ପୋଲ ସହିତ ରୋଟର୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ</p> <p>iii. କ୍ଷେତ୍ର କୁଣ୍ଡଳୀ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ରୋଟର୍ ଖାଇଣ୍ଟିଂ କୁଣ୍ଡଳୀ ଗୁଡ଼ିକ ପୋଲ ଶରୀର ଉପରେ ରଖାଯାଇଛି ।</p> <p>iv. କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଟିଂର ଦୁଇଟି ପ୍ରାକ୍ତ ସ୍କିପ୍ ରିଙ୍ଗ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଏବଂ ବ୍ରସ୍ ମାଧ୍ୟମରେ ତିସି ଯୋଗାଣ ସହିତ ବାହ୍ୟ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ।</p>	<p>ନନ-ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍</p> <p>i. ନନ-ସାଲିଏଣ୍ଟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍ ମଧ୍ୟ ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ରୋଟର୍ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।</p> <p>ii. ରୋଟର୍ ଆକୃତିର ସିଲିଣ୍ଡ୍ରିକାଲ୍ ଅଟେ ଯେଉଁଥିରେ ମୁଖ୍ୟ ପୋଲନିର୍ମାଣ ପରି କୌଣସି ଶାରୀରିକ ପୋଲ୍ ନାହିଁ ।</p> <p>iii. ରୋଟର୍ କିମ୍ବା କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ରଖିବା ପାଇଁ ରୋଟର୍ ପରିଧିରେ ସ୍କାଟ୍ କଟାଯାଏ ।</p> <p>iv. କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଟିଂର ବାହ୍ୟ ସଂଯୋଗ ମୁଖ୍ୟ ପୋଲ୍ ରୋଟର୍ ପରି ସମାନ ।</p>

### 6.2.3.2 ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର (Three phase AC Motor)

ଏସି ମେସିନଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟର ମୌଳିକ ନୀତି ହେଉଛି ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନଶୀଳ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ଉତ୍ପାଦନ । ଯେତେବେଳେ ଷ୍ଟାଟର୍ ସ୍କାଟ୍ ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୁଣ୍ଡଳୀକୁ ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଙ୍କୁଳିତ ଯୋଗାଣ ଦିଆଯାଏ ଯାହା 120° ଦ୍ୱାରା ବିସ୍ଥାପିତ ହୋଇ ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଘୂର୍ଣ୍ଣନଶୀଳ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ରୋଟରକୁ ଏକ ବେଗରେ ବୁଲାଇଥାଏ ଯାହା ଘୂର୍ଣ୍ଣନକରୁଥିବା ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ବେଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଘୂର୍ଣ୍ଣନଶୀଳ ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ବେଗ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ବେଗ ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ଯେପରି ଦିଆଯାଏ

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad \dots(6.18)$$

ଯେଉଁଠାରେ f ହେଉଛି AC ଯୋଗାଣର ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ P ଷ୍ଟାଟରରେ ଉପସ୍ଥିତ ପୋଲ ସଂଖ୍ୟା । ଏକ ମୋଟରରେ ବିକଶିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ତୁମ୍ବକୀୟ ଟର୍କ୍ ହେଉଛି ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନରେ ଦୁଇଟି ତୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟା, ଷ୍ଟାଟର୍ ସ୍ରୋତ

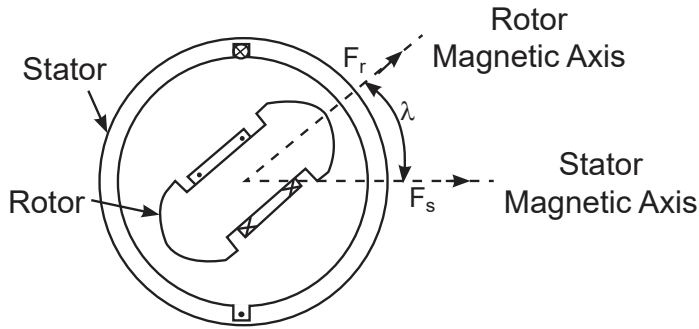
ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି  $F_s$  ଏବଂ ରୋଟର ସ୍ରୋତ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି  $F_r$  । ଚର୍ଚ୍ଚ ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$T = F_s F_r \sin \lambda \quad \dots(6.19)$$

ଏକ ସ୍ଥିର ଚର୍ଚ୍ଚ ସୃଷ୍ଟି ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦୁଇଟି ସର୍ତ୍ତ ପୂରଣ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ଅର୍ଥାତ୍

- ଦୁଇଟି କ୍ଷେତ୍ର ପରସ୍ପର କୁ ନେଇ ସ୍ଥିର ରହିବା ଆବଶ୍ୟକ ଏବଂ
- ଦୁଇଟି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ପୋଲ ରହିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

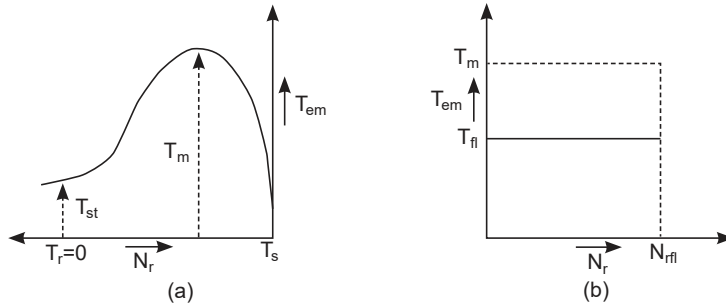
**ଚିତ୍ର 6.13** ଏକ ଏସି ମେସିନ୍ ର ଚର୍ଚ୍ଚ ପାରସ୍ପରିକ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଦର୍ଶାଏ ।



**ଚିତ୍ର 6.13:** ରାଉଣ୍ଡ ରୋଟର ମେସିନ୍ ରେ ଚର୍ଚ୍ଚ

3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ହେଉଛି 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଫେଡ୍ ମେସିନ୍, ଯାହା ଏସି ମେନ୍ ରୁ ଷ୍ଟାଟର୍ ଉତ୍ତେଜକ ହୋଇଥାଏ । 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଷ୍ଟାଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂରେ ପ୍ରବାହିତ ଏକ କ୍ରମାଗତ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଫାରାଡେଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଘୂର୍ଣ୍ଣନଶୀଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ଥିର ରୋଟର କଣ୍ଡକ୍ତରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପ୍ରେରିତ କରେ ଯାହା ସର୍ତ୍ତ ପରିପଥ ଅଟେ । ରୋଟର କଣ୍ଡକ୍ତରରେ ପ୍ରେରିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ସ୍ରୋତକୁ ପ୍ରବାହିତ କରେ ଯାହା ରୋଟର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପାଦନ କରେ ଏବଂ ରୋଟର ଏବଂ ଷ୍ଟାଟର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟା ଚର୍ଚ୍ଚ ସୃଷ୍ଟି କରେ ଏବଂ ଲେଞ୍ଜଙ୍କ ନିୟମ (Lenz's law) ଅନୁଯାୟୀ ଷ୍ଟାଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦିଗରେ ରୋଟର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆରମ୍ଭ କରେ । ରୋଟର ଆବୃତ୍ତି ସ୍ୱୟଂଚାଳିତ ଭାବରେ ରୋଟର ବେଗ ଅନୁଯାୟୀ ଆଡଜଷ୍ଟ ହୁଏ, ଏହିପରି ଏକ ସ୍ଥିର ଚର୍ଚ୍ଚ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ପ୍ରଥମ ସର୍ତ୍ତ ପୂରଣ କରେ । ଏକ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମେସିନ୍ ରେ, ଷ୍ଟାଟର ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ବହନ କରୁଥିବାବେଳେ ରୋଟର ଡିସି ଉତ୍ତେଜକ । ଦୁଇଟି କ୍ଷେତ୍ର ଅପେକ୍ଷାକୃତ ସ୍ଥିର, ଯାହା ଚର୍ଚ୍ଚ ଉତ୍ପାଦନ କରେ କେବଳ ଯଦି ରୋଟର ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ବେଗରେ ଚାଲିଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଷ୍ଟାଟର ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପାଦିତ ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ବେଗ ହୋଇଥାଏ । **ଚିତ୍ର 6.14** ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଏବଂ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟରର ଚର୍ଚ୍ଚ ବନାମ ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଦେଖାଏ ।





ଚିତ୍ର 6.14: ଚର୍ଚ୍ଚ-ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (a) 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (b) 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଞ୍ଚୋନସ୍ ମୋଟର

### 6.2.3.3 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟରର ପ୍ରୟୋଗ (Applications of 3-phase Motors)

#### i. 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର (3-phase Induction Motor)

- ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ଏକ ବହୁତ ଭଲ ପାରମ୍ପାରିକ ବେଗ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ନାହିଁ, ତେଣୁ ଏହା କ୍ରମାଗତ ବେଗ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ସେକ୍ସ୍ଟ୍ରାଗାଲ୍ ପମ୍ପ, ମିଲିଂ ମେସିନ୍, ଲେଥ୍ ମେସିନ୍, ଡ୍ରିଲିଂ ମେସିନ୍ ଏବଂ ବଡ଼ ରୋଥର୍ ଏବଂ ଫ୍ୟାନ୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରରେ ଏକ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚର୍ଚ୍ଚ ଏବଂ ଭଲ ବେଗ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ଅଛି, ତେଣୁ ଏହା କମ୍ ବେଗରେ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଭାର ପରିଚାଳନା କରିପାରିବ ।
- ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗ୍ ମୋଟର ଉଚ୍ଚ ଭାର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଲିଫ୍ଟ୍, କ୍ରେନ୍, ହୋଷ୍ଟ ଏବଂ ପ୍ରୋସେସ୍ ଇଣ୍ଡଷ୍ଟ୍ରିୟଲ୍ ଯନ୍ତ୍ରପାତି ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

#### ii. 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସିଞ୍ଚୋନସ୍ ମୋଟର

- କ୍ଷମତା ଫ୍ୟାକ୍ଟର୍ ଉନ୍ନତି ପାଇଁ ଏହାର ଶାଫ୍ଟ୍ ସହିତ କୌଣସି ଭାର ନଥିବା ସିଞ୍ଚୋନସ୍ ମୋଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଷ୍ଟାଟିକ୍ କ୍ୟାପେସିଟର ମହଙ୍ଗା ପରିସ୍ଥିତିରେ ଏହା କ୍ଷମତା ସିଂଫରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ସିଞ୍ଚୋନସ୍ ମୋଟର ପ୍ରୟୋଗ ଖୋଜିଥାଏ ଯେଉଁଠାରେ ଅପରେଟିଂ ବେଗ 500 rpm ରୁ କମ୍ ଏବଂ 100 kW ରୁ 2500 KW ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ । ସିମେଣ୍ଟ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟର ରୋଟାରୀ ଭାଟି, ଷ୍ଟିଲ୍ ରୋଲିଂ ମିଲ୍ ଇତ୍ୟାଦିରେ ମୋଟର ପାଇଁ ଏକ୍ସ-ରିଫେକ୍ଟିଂ ପମ୍ପ, କମ୍ପ୍ରେସର, କ୍ରସର ମୋଟର ଇତ୍ୟାଦି ।

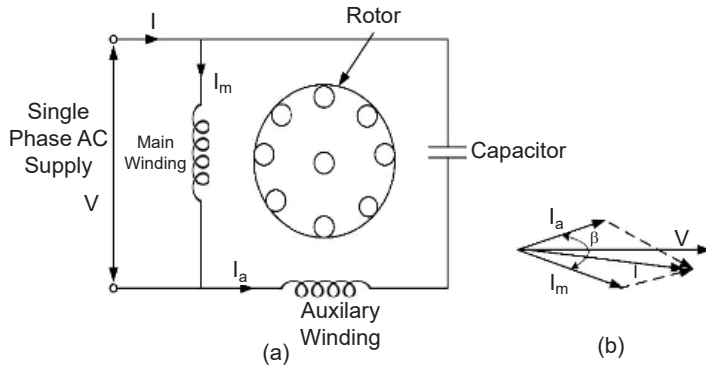
### 6.2.4 ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର (Single phase AC Motors)

3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ମୂଲ୍ୟାୟନ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସାଧାରଣତଃ, 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଯୋଗାଣ ଅଧିକାଂଶ ଘର ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟାଳୟ ପାଇଁ ଉପଲବ୍ଧ । ଏହା ସ୍ପାରା ଫ୍ୟାନ୍, ରେଫ୍ରିଜରେଟର, ରୁମ୍ ଏୟାର କଣ୍ଡିସନର, ରୋଷେଇ ଘର ଏବଂ ଅଫିସ୍ ଉପକରଣ ଇତ୍ୟାଦି ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଛୋଟ ଆକାରର ମୋଟର କିମ୍ବା ଫ୍ରକସନାଲ୍ ହର୍ଷ୍ କ୍ଷମତା ମୋଟର (fractional horse power motor) ଉପଲବ୍ଧ ହୋଇଛି । 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ସ୍ଟାଟର ଗୋଟିଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଏବଂ ଏକ ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍ ରୋଟର୍ କୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଉତ୍ପାଦିତ

ରୁମ୍ପକାରୀ କ୍ଷେତ୍ର ହେତୁ ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଵୟଂ ଚାଳିତ ନୁହେଁ । ଏହି ସମସ୍ୟାକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ, 2-ଓଲଟିଂ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ବିକଶିତ ହୋଇଛି, ଯେଉଁଥିରେ ଦୁଇଟି ଓଲଟିଂ, ମୁଖ୍ୟ ଏବଂ ସହାୟକ ଓଲଟିଂ (main and auxiliary winding) ନାମରେ ନାମିତ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବ୍ୟବଧାନରେ ରଖାଯାଇଥାଏ, କିନ୍ତୁ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣରୁ ଦିଆଯାଏ । ଓଲଟିଂ ସ୍ରୋତରେ ସମୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦ୍ଵାରା ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ ରୁମ୍ପକାରୀ କ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ଯାହା ସହାୟକ ଓଲଟିଂ ସହିତ ସିରିଜରେ ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଲଗାଇ ହୋଇଥାଏ । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଭାଜନର ପଦ୍ଧତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି 2 - ଓଲଟିଂ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତିରୋଧ ଫ୍ଲିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର ଏବଂ କ୍ୟାପେସିଟର୍ ଫ୍ଲିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି ।

### 6.2.4.1 କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଫ୍ଲିଟ୍ ଫେଜ୍ ଏସି ମୋଟର (Capacitor Split Phase AC Motors)

ଘରୋଇ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ବ୍ୟବହୃତ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର । କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଫ୍ଲିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟରଗୁଡ଼ିକ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଆରମ୍ଭ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର, ସ୍ଥାୟୀ ଫ୍ଲିଟ୍ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ମୋଟର ଏବଂ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ସ୍ଵାର୍ଚ୍ଚ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ରନ୍ ମୋଟର ଭାବରେ ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ଏକ ସ୍ଥାୟୀ ଫ୍ଲିଟ୍ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ସଂଯୋଗ ଚିତ୍ର, ଚିତ୍ର 6.15 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 6.15: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ୟାପାସିଟର୍ ଫ୍ଲିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର (a) ସଂଯୋଗ ଚିତ୍ର (b) ଫାସୋର ଚିତ୍ର

ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରକୁ ସ୍ଵୟଂଚାଳିତ କରିବା ପାଇଁ ଏକ କ୍ୟାପେସିଟର୍ ସହାୟକ ଓଲଟିଂ ସହିତ ସିରିଜରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ମୋଟା ତମ୍ବା ତାରରେ ନିର୍ମିତ ମୁଖ୍ୟ ଓଲଟିଂ ତୁଳନାରେ ସହାୟକ ଓଲଟିଂ ସାଧାରଣତଃ ପତଳା ତମ୍ବା ତାରରେ ନିର୍ମିତ । ଦୁଇଟି ଓଲଟିଂ ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ସହାୟକ ଓଲଟିଂ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ସ୍ରୋତ , ଫାସୋର ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି କ୍ୟାପେସିଟର୍ ହେତୁ ମୁଖ୍ୟ ଓଲଟିଂ ସ୍ରୋତ କୁ ଆଗେଇ ନେଇଥାଏ । ଏହିପରି, ମୋଟର ଏକ 2-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟର ରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଯେଉଁଥିରେ ମୁଖ୍ୟ ଏବଂ ସହାୟକ ଓଲଟିଂ (main and auxiliary winding) ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଜାଗାରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଭାବରେ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ଏକ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଟର୍କ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ରୋଟର୍ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆରମ୍ଭ କରେ । କ୍ୟାପାସିଟର୍ର ସାଧାରଣ ମୂଲ୍ୟାଘନ ହେଉଛି 40 - 100  $\mu$ F ।

## କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

1. NEMA ମାନାଙ୍କ ଅନୁଯାୟୀ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର ଚୟନ ଉପରେ ଏକ ପାଖାର ପଏଣ୍ଟ ଉପସ୍ଥାପନା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଦିଆଯାଇଥିବା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ଦିଗ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ ତାହା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତୁ ।

## ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ

**ଉଦାହରଣ 6.2.1:** ଅସଂକଳିତ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଥିବା ଏକ ଡିସି ଶକ୍ତ ମୋଟର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ 1000 rpm ରେ ଚାଲିଥାଏ । ଯଦି ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପର ଅଧା ଅଟେ । ମୋଟର ବେଗ ଖୋଜନ୍ତୁ ।

**ସମାଧାନ:** ଆର୍ମେଚର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଅଣଦେଖା କରି, ବ୍ୟାକ୍ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ଚର୍ମିନାଲ୍ ଡିସି ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସହିତ ସମାନ ବୋଲି ଅନୁମାନ କରାଯାଏ ।

ଅସଂକଳିତ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର, ସୂଚିତ କରେ କ୍ଷେତ୍ର ଅଭିବାହ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ରୋତ ସହିତ ସମାନ ।

ଦିଆଯାଇଥିବା ଅବସ୍ଥା ସହିତ, ବ୍ୟାକ୍ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍  $E_b = k \times I_f \times N$

ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V$  ରେ, ବ୍ୟାକ୍ ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ସମୀକରଣକୁ ଲେଖାଯାଇପାରିବ

$$V = k \times I_f \times 1000 \quad \dots(1)$$

ଚର୍ମିନାଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ର ଅଧାକୁ ହ୍ରାସ ପାଇବା ସହିତ, ସମୀକରଣ ହୋଇଯାଏ ।

$$\frac{V}{2} = k \times \frac{I_f}{2} \times N \quad \dots(2)$$

ଏକତ୍ରକରିବା ସମୀକରଣ (1) ଏବଂ (2),  $N = 1000$  rpm

**ଉଦାହରଣ 6.2.2:** ସ୍ଥିର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ । 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର, 4 ଟି ପୋଲ ପାଇଁ କୁଣ୍ଡଳିତ ହୋଇଛି ଏବଂ 50 Hz ସିଷ୍ଟମରୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଏ । ଗଣନା କରନ୍ତୁ (1) ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ବେଗ (2) ରୋଟର୍ ବେଗ, ଯେତେବେଳେ ସ୍ଥିର 4% (3) ରୋଟର୍ ଆବୃତ୍ତି

**ସମାଧାନ:** ରୋଟର୍ ଷ୍ଟାଟର କ୍ଷେତ୍ର ସହିତ ଧରିବାରେ କଦାପି ସଫଳ ହୁଏ ନାହିଁ କାରଣ ଏହା କରିବାରେ, କୌଣସି ଆପେକ୍ଷିକ ବେଗ (relative speed) ନାହିଁ, କୌଣସି ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ନାହିଁ, ରୋଟର୍ ସ୍ରୋତ ନାହିଁ ଏବଂ ତେଣୁ କୌଣସି ଚର୍ଚ୍ଚ ରହିବ ନାହିଁ । ରୋଟର୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ରୁମ୍‌କୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପଛରେ ପଡ଼ିଯାଏ ଯାହା ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ର

କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଏବଂ ବେଗର ପାର୍ଥକ୍ୟ ମୋଟରଉପରେ ଥିବା ଭାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ସିଲ୍‌କ୍ଲୋନସ୍ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ସ୍ଲିପ୍ ବେଗ (slip speed) ଭାବରେ ଜଣାଶୁଣା ।

$$\text{ସ୍ଲିପ୍ (slip) } S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$P = 4, f = 50 \text{ Hz}$  ଦିଆଯାଇଛି ।

$$\text{ତେଣୁ, } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

ଉପରୋକ୍ତ ସଂଖ୍ୟାରୁ, ରୋଟର୍ ବେଗ  $N_r = N_s(1 - s) = 1500(1 - 0.04) = 1500 \times 0.96 = 1440 \text{ rpm}$

ରୋଟର୍ ଆବୃତ୍ତି  $f_R = s \times f = 0.04 \times 50 = 2 \text{ Hz}$ .

## ଭାଗ ସାରାଂଶ (Unit Summary)

1. ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଗୁଡ଼ିକ ମୂଳତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର, କୋର ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ।
2. ଟର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ଦୁଇଟି ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରକୁ ଏକ ଷ୍ଟେପ୍ ଡାଇନ୍ କିମ୍ବା ଷ୍ଟେପ୍ ଅଫ୍ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ଭାବରେ ନାମିତ କରାଯାଇପାରିବ ।
3. ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର ହେଉଛି ଏକ ସ୍ଥିର ତିଭାଇସ୍ ଯାହା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ କିମ୍ବା ସାମ୍ପ୍ରତିକ ସ୍ତର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବାକୁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯେତେବେଳେ ଆବୃତ୍ତି ସମାନ ରହିଥାଏ ।
4. ଅଗୋଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମରରେ, କଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ କପଲିଂ ମାଧ୍ୟମରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ହୁଏ ।
5. ଏକ ତିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ, କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଆର୍ମେଚର ସହିତ ସିରିଜ୍ ରେ ସଂଯୁକ୍ତ ମୋଟା ତାରର କିଛି ଟର୍ନ୍‌କୁ ନେଇ ଗଠିତ ।
6. ତିସି ଶଣ୍ଟ (shunt) ମୋଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ, କ୍ଷେତ୍ର ଖାଇଣ୍ଡିଂ ପତଳା ତାରର ଅନେକ ମୋଡ଼ରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଆର୍ମେଚର ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ।
7. ସମାନ ମୂଲ୍ୟାୟନର ଅନ୍ୟ ମୋଟର ତୁଳନାରେ ଏକ ତିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟରର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଟର୍ନ୍ ଅଧିକ ।
8. ଏକ ତିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର ଗ୍ରାହ୍ୟ, କ୍ରେନ୍, ହୋଷ୍ଟ ଇତ୍ୟାଦି ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
9. ତିସି ଶଣ୍ଟ ମୋଟରର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଲେଥ୍, ସେଣ୍ଟିଫୁଗୁଲ୍ ଏବଂ ରେସିପ୍ରକେଟିଙ୍ଗ୍ ପମ୍ପ, ଚ୍ଲୋଅର୍, ଡ୍ରିଲିଂ ମେସିନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।
10. ଷ୍ଟାଟର ଖାଇଣ୍ଡିଂକୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଯୋଗାଣ ଅନୁଯାୟୀ ଏସି ମୋଟରକୁ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ କିମ୍ବା 1 ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି

ମୋଟର ଭାବରେ ନାମିତ କରାଯାଇଛି ।

11. ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ମୋଟର ହେଉଛି ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଏବଂ ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ମୋଟର ।
12. 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ଟର୍କ ସ୍ଥିତି ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଏକ ଡିସି ଶକ୍ତି ମୋଟର ସହିତ ସମାନ ।
13. ଫ୍ରକସନାଲ ହର୍ଷ୍ଟ କ୍ଷମତା ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ, 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।
14. 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ସବୁଠାରୁ ସାଧାରଣ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଛି ସିଲିଂ ଫ୍ୟାନ୍, କମ୍ପ୍ରେସର ମୋଟର ଏବଂ ଘରୋଇ ପମ୍ପ ଇତ୍ୟାଦି ।

## ଅନୁଶୀଳନୀ (Exercises)

### ଉତ୍ତର. ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟମୂଳକ ପ୍ରଶ୍ନ

ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ: ଦୟାକରି ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଉତ୍ତର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ	କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ
6-1	<p>ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କୋର ପଦାର୍ଥର ଆକାଂକ୍ଷିତ ଗୁଣଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି</p> <p>a. କମ୍ ପାରଗମ୍ୟତା ଏବଂ କମ୍ ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ କ୍ଷତି</p> <p>b. କମ୍ ପାରଗମ୍ୟତା ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ କ୍ଷତି</p> <p>c. ଉଚ୍ଚ ପାରଗମ୍ୟତା ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ କ୍ଷତି</p> <p>d. ଉଚ୍ଚ ପାରଗମ୍ୟତା ଏବଂ କମ୍ ହିଷ୍ଟେରେସିସ୍ କ୍ଷତି</p>	6-4	<p>ନିମ୍ନଲିଖିତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଅଧିକ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଟର୍କ ଆବଶ୍ୟକ ?</p> <p>a. ଏୟାର ବ୍ଲୋୟର</p> <p>b. ଓଜନ ମେସିନ୍</p> <p>c. ଲୋକୋମୋଟିଭ୍</p> <p>d. ସେଣ୍ଟ୍ରିଫୁଗାଲ୍ ପମ୍ପ</p>
6-2	<p>ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର କୋରର ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ</p> <p>a. ଯୋଗାଣ ଆବୃତ୍ତି</p> <p>b. କୋରରେ ଅନୁମୋଦିତ ଅଭିବାହ ଘନତା</p> <p>c. କୋରର କ୍ଷେତ୍ର</p> <p>d. ଉଭୟ (a) ଏବଂ (b)</p>	6-5	<p>ଉଚ୍ଚ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଟର୍କ ପାଇଁ ସବୁଠାରୁ ଉପଯୁକ୍ତ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର</p> <p>a. ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍</p> <p>b. ଡବଲ୍ କେଜ୍</p> <p>c. ସ୍ଲିପ୍ ରିଙ୍ଗ୍</p> <p>d. ଗଭୀର ବାର୍ ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍</p>

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ	କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନ
6-3	ଡି.ସି ମୋଟରର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ଦିଗ କେଉଁ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ a. କୁଲୋମ୍ବ ନିୟମ b. ଲେଞ୍ଜ ନିୟମ c. ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ଡାହାଣ ହାତ ନିୟମ d. ଫ୍ଲେମିଂଙ୍କ ବାମ ହାତ ନିୟମ	6-6	ଏକ କ୍ୟାପାସିଟର ଆରମ୍ଭ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ ମୋଟରରେ କ୍ୟାପାସିଟର ସିରିଜ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ । a. ସହାୟକ ଖାଇଣ୍ଡିଂ b. କମ୍ପେନସେଟ ଖାଇଣ୍ଡିଂ c. ମୁଖ୍ୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂ d. ସ୍କିରଲ୍ କେଜ୍ ଖାଇଣ୍ଡିଂ

### B. ବିଷୟବସ୍ତୁ ପ୍ରଶ୍ନ

- ଦୁଇଟି ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଥିବା ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- ଏକ ବିଚରଣ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ନିର୍ମାଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- କୋର୍ ପ୍ରକାର ଏବଂ ସେଲ୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ ମୁଖ୍ୟ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- ଗୋଟିଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟ 3000/220 Volt, 50 Hz କୋର୍ ପ୍ରକାର ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ 400 sq.cm କ୍ରମ୍ ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ ଅଛି । ଅଭିବାହ ଘନତା ହେଉଛି  $1 \text{ wb/m}^2$  ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ଖାଇଣ୍ଡିଂରେ ଚର୍ମ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।
- କୌଣସି ଭାରଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ ଫେଜର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ କାର୍ଯ୍ୟବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ? ଦୁଇଟି ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ ଉପରେ ଏକ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟତାରେ ଗୁଣ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।
- ଭାର ଅପସାରିତ ହେଲେ ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ କ'ଣ ହୁଏ ତାହା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- ଡିସି ଶକ୍ତି ମୋଟରରୁ ଚର୍ମ୍ ବନାମ ବେଗ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଅଙ୍କନ ଏବଂ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରନ୍ତୁ ।
- 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ ମୋଟର ନିର୍ମାଣ ବିଷୟରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରନ୍ତୁ ।
- ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ ମୋଟର ତାଲିକା କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡ଼ିକ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।

## ବ୍ୟବହାରିକ (Practicals)

### I. P4- ES110: ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ

#### P4.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁପାତ (K) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।

#### P4.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରରେ ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ହେଉଛି ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପାରାମିଟର । ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରେ କେଉଁ ଖାଲି ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ହେବ ଏବଂ କେଉଁ ଚର୍ମିନାଲଗୁଡ଼ିକ କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପାର୍ଶ୍ୱ ହେବ । ଭୋଲ୍ଟେଜ୍ ରେଗୁଲେସନ, ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାରାମିଟରକୁ ସୁଚାଇ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଦକ୍ଷତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଉପଯୋଗୀ, ଯେପରିକି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାରାମିଟରଗୁଡ଼ିକ ଖାଲି ପ୍ରତିରୋଧ, ଲିକେଜ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ, ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍, ସ୍ରୋତ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ସମାନ ପରିପଥର ପ୍ରାଥମିକ କିମ୍ବା ଦ୍ୱିତୀୟକ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ସୂଚିତ କରେ ।

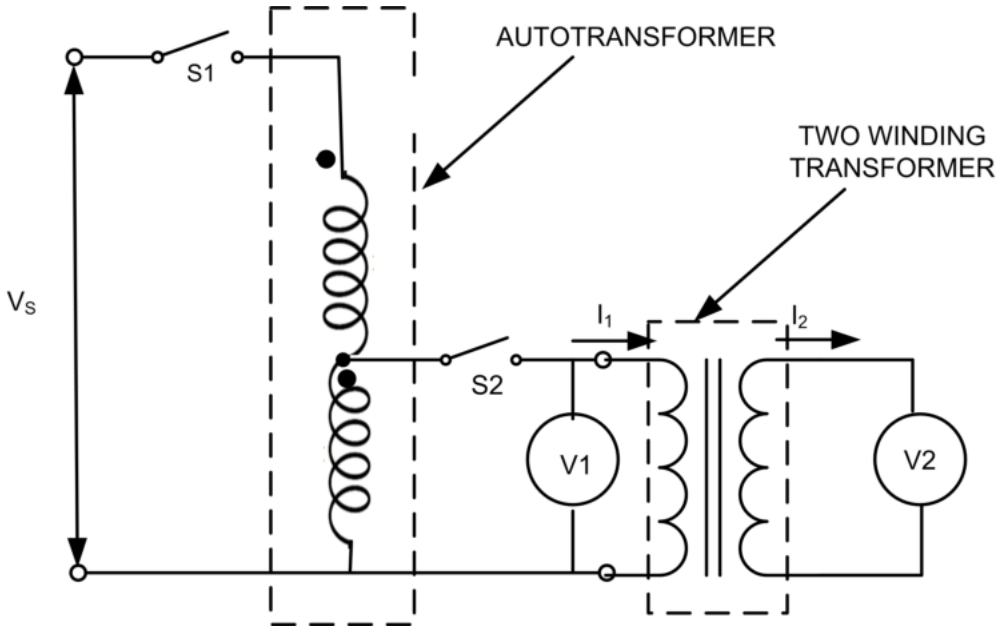
#### P4.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ ଉପ ବିଷୟ 6.1.3.2 ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଇଏମ୍‌ଏଫ୍ ସମୀକରଣକୁ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ । ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{K}$  ଭାବରେ ଦିଆଯାଏ ।

#### P4.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (PrO)

- PrO1: ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- PrO2: ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- PrO3: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇ ଖାଲି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।
- PrO4: ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଚର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।

**P4.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର) (Pro)**



ଚିତ୍ର P4.1: ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର

**P4.6 ଆବଶ୍ୟକ ଉତ୍ତ**

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ତଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ଵପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ତଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ଵାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
1.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି ଉତ୍ତ: 230 V, 50 Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର, ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତମ୍ବା ତାର, 1.5 ବର୍ଗ ମିମି	LS		
3.	ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍: 5 A	2		
4.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଅଟୋଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର: 2 KVA, 230 V/270 V	1		
5.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର: 2 KVA, 230 V/115 V	1		
6.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-300 V, AC	2		

### P4.7 ସତର୍କତା

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଦେବା ପୂର୍ବରୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ତାର ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଚାଳନା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

### P4.8 ପ୍ରସାବିତ ପ୍ରଣାଳୀ

1. ଚିତ୍ର P4.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. ଅଟୋ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଶୂନ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ସ୍ଥିତିରେ ରଖନ୍ତୁ ।
4. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍  $S_1$  ON କରନ୍ତୁ ।
5. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍  $S_2$  ON କରନ୍ତୁ ।
6. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ବୁଲାଇ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ କୁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ ।
7. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀରେ ଦୁଇଟି ଖାଲି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପ୍ରାଥମିକ ( $V_1$ ) ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ( $V_2$ ) ପଠନ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।
8. 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇ ଖାଲି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପ୍ରାଥମିକର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷେପ୍ ନମ୍ବର 6 କୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।

### P4.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ( $V_1$ )	ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ( $V_2$ )
1		

### ଗଣନା

1. ଟର୍ନ୍ ଅନୁପାତ  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_p}{V_s}$  ଭାବରେ ଗଣନା କରନ୍ତୁ, ଯେଉଁଠାରେ  $V_p$  ଏବଂ  $V_s$  ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ଅଟେ, ଯାହା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇଟି ଖାଲି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ନାମ ବିବରଣୀରେ ଦିଆଯାଇଛି ।
2. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀରେ ରେକର୍ଡ ହୋଇଥିବା  $V_1$  ଏବଂ  $V_2$  ର ଅନୁପାତକୁ ଗଣନା କରି ଟର୍ନ୍ ଅନୁପାତ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ।

### P4.10 ଫଳାଫଳ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପାରାମିଟର	ମାପ ହୋଇଥିବା ପ୍ରାଥମିକ/ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରିବା	ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ପ୍ରାଥମିକ/ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରିବା	ଛୁଟି
1	ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନୁପାତ = $\frac{N_1}{N_2}$			

### P4.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

### P4.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଏ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. ଏକ ଅଟୋ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ଏବଂ ଦୁଇଟି ଖାଲି ଗ୍ରାହ୍ୟତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
2. ଗ୍ରାହ୍ୟତା ପ୍ରେରିତ ଇ.ଏମ୍.ଏଫ୍ ନିର୍ଭର କରୁଥିବା କାରଣଗୁଡ଼ିକ ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।

### II. P5- ES110: ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିମାଣ ମାପ କରନ୍ତୁ

#### P5.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଏକକ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଗ୍ରାହ୍ୟତାକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ପରିମାଣ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

#### P5.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏକ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ସଂଯୋଗକରଣ କାର୍ଯ୍ୟର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ପାଇଁ ଇନପୁଟ୍ ଏବଂ ଆଉଟପୁଟ୍ ପାରାମିଟରର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ମୁଖ୍ୟତଃ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ତ୍ରୋତ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ବିନା ଭାରରେ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷଣ ଗ୍ରାହ୍ୟତା କୋର କ୍ଷତି ଏବଂ କୌଣସି ଭାର ସ୍ତ୍ରୋତ ପରିମାଣ ବିଷୟରେ ସୂଚାଇବ । ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ଭାରରେ ହୋଇଥିବା ପରୀକ୍ଷଣ ଆକଳନ କରିବ ଯେ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ ସ୍ତ୍ରୋତ ଗ୍ରାହ୍ୟତା ନାମ ପ୍ଲେଟ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ବିବରଣୀ ଅନୁଯାୟୀ ଅଛି କି ନାହିଁ ।

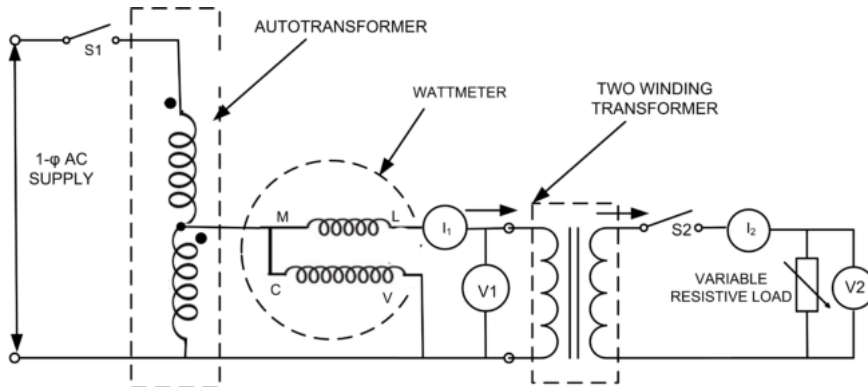
### P5.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପାଇଁ, ଏହି ଯୁନିଟ୍ 6.1.3.1 ରୁ 6.1.3.3 କୁ ଅନୁସରଣ କରନ୍ତୁ ।

### P5.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (PrO)

- PrO1: ସଠିକ୍ ପରିସର ଚୟନ କରି ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- PrO2: ଶୂନ୍ୟ ଭାର ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଶୂନ୍ୟ ଭାର କ୍ଷତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।
- PrO3: ଶୂନ୍ୟ ଭାରରୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।
- PrO4: 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇ ଖାଇଣ୍ଡିଂ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

### P5.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P5.1: ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାରାମିଟର ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର

### P5.6 ଆବଶ୍ୟକ ଉତ୍ସ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଧିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଧିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
1.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ AC ଉତ୍ସ: 230 V, 50 Hz	1		
2.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର, ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତମ୍ବା ତାର, 1.5 ବର୍ଗ ମିମି	LS		
3.	ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍: 5 A	2		
4.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର: 2 KVA, 230V/270V	1		
5.	1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର: 2KVA, 230V/115V	1		

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
6.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-300V, AC	2		
7.	ଆମ୍ପିଟର: 0-10A, AC	2		
8.	LPF ଖାତମିଟର: 0-75-150-300V, 0-2.5-5-10A	1		
9.	UPF ଖାତମିଟର: 0-75-150-300V, 0-2.5-5-10A	1		

### P5.7 ସତର୍କତା

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ଦେବା ପୂର୍ବରୁ ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ତାର ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଚାଳନା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

### P5.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା

1. ଚିତ୍ର P5.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. ଅଟୋ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଉପଯୁକ୍ତ ସଂଯୋଗ ସୁନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଶୂନ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ସ୍ଥିତିରେ ରଖନ୍ତୁ ।
4. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍  $S_1$  ON କରନ୍ତୁ ।
5. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ବୁଲାଇ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପକୁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ ।
6. ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀ 1 ରେ ଦୁଇଟି ଖାଲି ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପ୍ରାଥମିକ ( $V_1$ ), ସ୍ରୋତ ( $I_1$ ), ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ ( $V_2$ ), ଏବଂ LPF ଖାତମିଟର ପଠନ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।
7. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥିତିକୁ ଆଣନ୍ତୁ ।
8. ଏକକ ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍  $S_2$  ON କରନ୍ତୁ ।

9. ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ରୋଟାରୀ ନବ୍ କୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ବୁଲାଇ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି କରନ୍ତୁ ।
10. ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_2$  ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ2.
11. ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_1$ ), ପ୍ରାଥମିକ ସ୍ରୋତ ( $I_1$ ), ସେକେଣ୍ଡାରୀ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_2$ ), ଏବଂ UPF ଖାତମିତର ପଠନକୁ ଷ୍ଟେପ୍ରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ଦୁଇଟି ଖାଇଁ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଟେବୁଲ୍ 2 ରେ ରେକର୍ଡକୁ ଭିନ୍ନ କରି ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।
12. 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇ ଖାଇଁ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଦ୍ୱିତୀୟକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ସ୍ରୋତ ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଷ୍ଟେପ୍ ନମ୍ବର 10 କୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ ।

### P5.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

ସାରଣୀ P5.1

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_1$ )	ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $I_1$ )	ଖାତମିତର ପଠନ
1			

ସାରଣୀ P5.2

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_1$ )	ପ୍ରାଥମିକ ସ୍ରୋତ ( $I_1$ )	ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ( $V_2$ )	ଦ୍ୱିତୀୟକ ସ୍ରୋତ ( $I_2$ )	ଖାତମିତର ପଠନ
1.					
2.					

### ଗଣନା

1. ସାରଣୀ P5.1 ବ୍ୟବହାର କରି, ନୋ ଭାରକ୍ଷମତା ଫ୍ୟାକ୍ଟର ଗଣନା କରନ୍ତୁ  $\cos \theta_0 = \frac{P}{V_1 I_1}$  ରୂପକୀୟ ସ୍ରୋତ  $I_{\mu} = I_1 \cos \theta_0$  ଏବଂ କୋର କ୍ଷତି ସ୍ରୋତ  $I_c = I_1 \sin \theta_0$  ବିଦ୍ୟୁତଚାପ  $V_1$  ଦିଆଯାଇଥିବା ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ପାଇଁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ପ୍ରାଥମିକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଏବଂ  $I_1$  ଦିଆଯାଇଥିବା ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଦ୍ୱିତୀୟକ କିମ୍ବା କମ୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପାର୍ଶ୍ୱସହିତ କୌଣସି ଭାର ସଂଯୁକ୍ତ ନଥିବା ପ୍ରାଥମିକ ସ୍ରୋତ ଅଟେ ।
2. ସାରଣୀ P5.2 ରେ OFF ସ୍ଥିତିରେ ସୁଇଚ୍ ସହିତ ଏହାର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ମୂଲ୍ୟରେ ପ୍ରାଥମିକ ଭୋଲ୍ଟେଜ୍ ସହିତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ନିରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ । ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଁ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉପରେ ନଜର ରଖନ୍ତୁ ଏବଂ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ । ଏହି ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ  $V_{2nl}$  ବୋଲି କୁହାଯାଉ । ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଁ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରବାହିତ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ

ନିରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ । ଏହି ବିଦ୍ୟୁତଚାପକୁ କୁହାଯାଏ  $V_{2fl}$  ।

3. ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ରେ ଶତକଡ଼ା ପରିବର୍ତ୍ତନ ଗଣନା କରନ୍ତୁ ଯାହା  $= \frac{V_{2nl} - V_{2fl}}{V_{2fl}} \times 100\%$

**P5.10 ଫଳାଫଳ**

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପାରାମିଟର	ମାପ ହୋଇଥିବା ପ୍ରାଥମିକ/ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରିବା	ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ପ୍ରାଥମିକ/ ଦ୍ୱିତୀୟକ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ମୂଲ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରିବା	ତ୍ରୁଟି
1	ଚର୍ଚ୍ଚ ଅନୁପାତ $= \frac{N_1}{N_2}$			

**P5.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

.....

.....

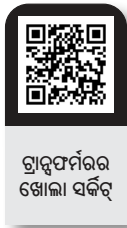
**P5.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ**

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଏ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

1. କୌଣସି ଭାର ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ରାହ୍ୟତାମାନର କମ୍ ପାଖାର ଫ୍ୟାକ୍ଟରର କାରଣ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
2. ଗ୍ରାହ୍ୟତାମାନର ଶୂନ୍ୟ ଭାର ସ୍ରୋତ ଗ୍ରାହ୍ୟତାମାନର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ସ୍ରୋତର ମାତ୍ର 2-5% କାହିଁକି ବୋଲି ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
3. ଗ୍ରାହ୍ୟତାମାନର କୋର କ୍ଷତି କେଉଁ କାରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ତାହା ତାଲିକାଭୁକ୍ତ କରନ୍ତୁ ।

**P5.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ**



### III. P6- ES110: ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ଷ୍ଟାର୍ଟର୍ ର ଲାଇନ୍ ଏବଂ ଫେଜର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ

#### P6.1 ବ୍ୟବହାରିକ ବିବୃତ୍ତି

ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଷ୍ଟାର୍ଟରରେ ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

#### P6.2 ବ୍ୟବହାରିକ ମହତ୍ତ୍ୱ

ଯେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣକୁ ସିଧାସଳଖ ଅନ୍ କରନ୍ତି ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଆରମ୍ଭ ହୁଏ, ଏହାର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ (rated) ସ୍ରୋତର 5 ରୁ 7 ଗୁଣ ନେଇଥାଏ । ବୃହତ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ରୋତ ଯୋଗାଣ ଲାଇନରେ ଏକ ବଡ଼ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଡ୍ରପ୍ ଉତ୍ପାଦନ କରେ, ଯାହା ସମାନ ଯୋଗାଣ ଲାଇନ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଅନ୍ୟ ଉପକରଣ/ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରିପାରେ । ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଷ୍ଟାର୍ଟର୍ ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଦ୍ୱାରା ନିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ରୋତକୁ ହ୍ରାସ କରେ ।

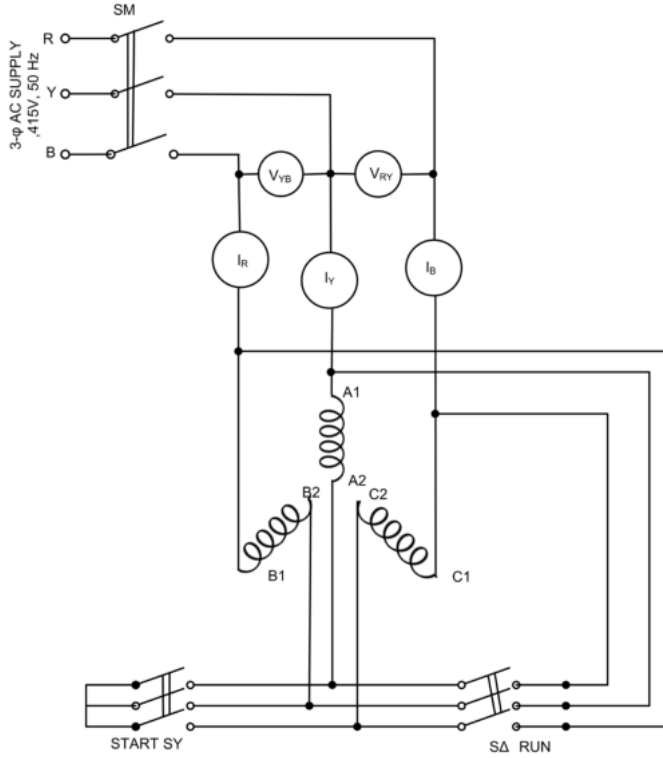
#### P6.3 ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଆରମ୍ଭ କରିବା ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପଦ୍ଧତି ଅଛି । ଏକ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ଦ୍ୱିତୀୟକ ଖାଇଁ ସର୍ତ୍ତ ସହିତ ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ସହିତ ସମାନ । 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପଦ୍ଧତି ହେଉଛି (i) ଡାଇରେକ୍ଟ ଅନଲାଇନ୍ (DOL) ଆରମ୍ଭ, (ii) ଅଟୋ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଆରମ୍ଭ ଏବଂ ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା ଆରମ୍ଭ । DOL ଆରମ୍ଭରେ, ମୋଟରକୁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ସିଧାସଳଖ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ କୁ ସୁଇଚ୍ ଅନ୍ କରି ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । 25 କିଲୋଓମ୍ପର କମ୍ ଛୋଟ ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇନଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର ସିଧାସଳଖ ଅନଲାଇନ୍ ଆରମ୍ଭ କରେ । ସାଧାରଣତଃ DOL ଷ୍ଟାର୍ଟର ବ୍ୟବହାର କରି ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୋଟରର ଷ୍ଟାର୍ଟର ଖାଇଁ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୁକ୍ତ । ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଆରମ୍ଭ ସମୟରେ ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇନଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ଷ୍ଟାର୍ଟର ଉପରେ ଏକ ହ୍ରାସ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ମୋଟରକୁ ହ୍ରାସ ହୋଇଥିବା ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଆରମ୍ଭ କରିବା ସମୟରେ ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତକୁ ହ୍ରାସ କରିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ମୋଟର ଉପଯୁକ୍ତ ବେଗ ସଂଗ୍ରହ କରେ ଯୋଗାଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ମୋଟରର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କିତ (rated) ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପକୁ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ଷ୍ଟାର୍/ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର୍ ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯେଉଁଠାରେ ମୋଟରର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟର ଟର୍ମିନାଲ ବାହାରକୁ ଆସେ । ଷ୍ଟାର୍ଟର୍ ଏକ 2-way ସୁଇଚ୍ ନିୟୋଜିତ କରେ ଯାହା ଷ୍ଟାର୍ଟର୍ ଓଓଓଓ ଷ୍ଟାରରେ ଏବଂ ସାଧାରଣ ଚାଲିବା ସମୟରେ ଡେଲ୍ଟାରେ ସଂଯୋଗ କରେ । ଆରମ୍ଭ ସମୟରେ ଷ୍ଟାର ସଂଯୋଗ ହେତୁ ଓଓଓଓଓରେ ହ୍ରାସ ହୋଇଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ଲାଇନ୍ / ଯୋଗାଣ ସ୍ରୋତକୁ ହ୍ରାସ କରେ ।

#### P6.4 ବ୍ୟବହାରିକ ଫଳାଫଳ (PrO)

- PrO1: ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
- PrO2: ପରିପଥ ଏବଂ ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
- PrO3: ଏକ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ଚାପ ମାପ କରନ୍ତୁ ।

### P6.5 ବ୍ୟବହାରିକ ସେଟଅପ୍ (ପରିପଥ ଚିତ୍ର)



ଚିତ୍ର P6.1: ମାନ୍ୟତା ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର ପରିପଥ ଚିତ୍ର

### P6.6 ଆବଶ୍ୟକ ଉତ୍ସ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
1.	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର: ମୋଟର ଚର୍ମିନାଲ ରୁକରେ ଅଣାଯାଇଥିବା ଛଅଟି ଚର୍ମିନାଲ ସହିତ 5 HP, 415 V, ସ୍କିରଲ୍ କେଭ୍ IM	1		
2.	ମାନ୍ୟତା ଷ୍ଟାର୍ ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର	1		
3.	ସଂଯୋଗ କାରୀ ତାର, ମଲ୍ଟିଷ୍ଟ୍ରାଣ୍ଡ ତମ୍ବା ତାର, 2.5 ବର୍ଗ ମିମି	LS		

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ	ପରିମାଣ	ବ୍ୟାପକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟତା ସହିତ ପ୍ରକୃତ ଉତ୍ସଆବଶ୍ୟକ (ଛାତ୍ରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ କରିବାକୁ)	ମନ୍ତବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ (ଯଦି କିଛି)
4.	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ MCB: 25 A	1		
5.	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଯୋଗାଣ: 415 V	1		
6.	ଭୋଲ୍ଟମିଟର: 0-500 V AC	2		
7.	ଆମ୍ପିଟର: 0-10A, AC	3		

### P6.7 ସତର୍କତା

1. ମାପ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିସର ଚୟନ କରନ୍ତୁ ।
2. ପରିପଥ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭୋଲ୍ଟମିଟର ଏବଂ ଆମ୍ପିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
3. ପରିପଥ ଚିତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପରିପଥ ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମାନୁଆଲ୍ ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର କୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ପାଇଁ ତିନୋଟି ପୋଲ୍ MCB SM ଚର୍ନ୍ ON ହେବା ପୂର୍ବରୁ ତାର ସଂଯୋଗଗୁଡ଼ିକ ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ ।
4. ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଚାଳନା ପରେ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଗାଣ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

### P6.8 ପ୍ରସ୍ତାବିତ ପ୍ରଣାଳୀ

1. ଚିତ୍ର P6.1ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ପରିପଥ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ।
2. ମାନୁଆଲ୍ ଷ୍ଟାର୍ ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟରର ସୁଇଚ୍ ଟର୍ମିନାଲ୍ ଉପରେ ତିନୋଟି ପୋଲ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହିତ ମୋଟର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟର୍ମିନାଲ୍  $A_1, A_2$  ପର୍ଯ୍ୟାୟ A ଓଭରଲ୍ୟାପ୍,  $B_1, B_2$  ପର୍ଯ୍ୟାୟ B ଓଭରଲ୍ୟାପ୍ ଏବଂ  $C_1, C_2$  ପର୍ଯ୍ୟାୟ C ଓଭରଲ୍ୟାପ୍ ରେ ସଠିକ୍ ସଂଯୋଗ ନିଶ୍ଚିତ କରନ୍ତୁ ।
3. ମାନୁଆଲ୍ ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର ର ହ୍ୟାଣ୍ଡେଲ୍ "NORMAL" ସ୍ଥିତିରେ ରହିବା ଉଚିତ୍ ।
4. 3-ପୋଲ୍ (3-pole) ଏମ୍ପିରି ସ୍ୱିଚ୍ (MCB switch) SM ଅନ୍ କରନ୍ତୁ ।
5. ଷ୍ଟାର୍ /ଡେଲ୍ଟା ଷ୍ଟାର୍ଟର ର ହ୍ୟାଣ୍ଡେଲ୍ କୁ ଷ୍ଟାର୍ଟର ସ୍ଥିତିକୁ ବୁଲାଇ ଯଥା 3-ପୋଲ୍ ସ୍ୱିଚ୍ SY "ON" । ମୋଟର ଷ୍ଟାର୍ଟର ଓଭରଲ୍ୟାପ୍ ବର୍ତ୍ତମାନ ଷ୍ଟାର୍ଟର ସଂଯୋଗରେ ଅଛି ।
6. ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତ ଗୁଡ଼ିକ  $I_R, I_Y, I_B$  ରେକର୍ଡ୍ କରନ୍ତୁ କିମ୍ବା ଷ୍ଟାର୍ଟର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସ୍ରୋତ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ  $V_{RY}$  ଏବଂ  $V_{RB}$  କୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସାରଣୀରେ ରେକର୍ଡ୍ କରନ୍ତୁ । ଦେଖାଯାଇଥିବା ସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ମୋଟର ଦ୍ୱାରା ନିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ରୋତ ।
7. ଷ୍ଟାର୍ଟରୁ ଡେଲ୍ଟା ସ୍ଥିତିକୁ ହ୍ୟାଣ୍ଡେଲ୍ ଚର୍ନ୍ କରନ୍ତୁ, ଅର୍ଥାତ୍ SΔ 3-ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍ "ON" ଚର୍ନ୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସ୍ୱିଚ୍

SY "OFF" ଚର୍ଚ୍ଚି କରନ୍ତୁ । ମୋଟର ଷ୍ଟାର୍ଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ବର୍ତ୍ତମାନ ତେଲ୍ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି ।

8. ଷ୍ଟେପ୍ ନମ୍ବର 6 କୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ । ମାପ ହୋଇଥିବା ସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକ  $I_R, I_Y, I_B$  ଷ୍ଟାର୍ଟର ଲାଇନ୍ ସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକ ହେବ । ତିନୋଟି ଯୋଗାଣ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ସ୍ରୋତ ହେଉଛି ସାଧାରଣ ଚାଲୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ମୋଟର ଦ୍ଵାରା ନିଆଯାଇଥିବା ସ୍ରୋତ ।

9. 3-ପୋଲ୍ ସୁଇଚ୍ "SM" ଚର୍ଚ୍ଚି OFF କରି ମୋଟର କୁ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ ।

### P6.9 ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ଗଣନା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ଷ୍ଟାର୍ ଛିଡିରେ ମାନ୍ୟତା ଷ୍ଟାର୍ଟର					ତେଲ୍ ଛିଡିରେ ମାନ୍ୟତା ଷ୍ଟାର୍ଟର				
	ସ୍ରୋତ			ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ		ସ୍ରୋତ			ବିଦ୍ୟୁତ୍ତାପ	
	$I_R$	$I_Y$	$I_B$	$V_{RY}$	$V_{YB}$	$I_B$	$I_Y$	$I_B$	$V_{RY}$	$V_{YB}$
1.										

### P6.10 ଫଳାଫଳ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ମୋଟର ଆରମ୍ଭ ସ୍ରୋତ	ମୋଟର ଚାଲୁଥିବା ସ୍ରୋତ
1.		

### P6.11 ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

.....  
 .....

### P6.12 ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ

(ଉତ୍ତର ପାଇଁ ପୃଥକ ସିଏ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ)

ଟିପ୍ପଣୀ: ନିମ୍ନରେ ରେଫରେନ୍ସ ପାଇଁ କିଛି ନମୁନା ପ୍ରଶ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ପୂର୍ବ-ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳର ସଫଳତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଏହିପରି ଅଧିକ ପ୍ରଶ୍ନ ପରିକଳ୍ପନା କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

- 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇନଡକ୍ଟନ୍ ମୋଟରର ପ୍ରାରମ୍ଭ ସ୍ରୋତ କାହିଁକି ଅଧିକ ତାହା ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ।
- ତିନୋଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ଟନ୍ ମୋଟର ଆରମ୍ଭ ପାଇଁ କର୍ମଶାଳାରେ ବ୍ୟବହୃତ ଷ୍ଟାର୍ଟର ର ପ୍ରକାର ବିଷୟରେ ସୂଚନା ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତୁ ।
- 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଇଣ୍ଡକ୍ଟନ୍ ମୋଟର (i) ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜିତ (ii) ତେଲ୍ ସଂଯୋଜିତ ଥିବା ଷ୍ଟାର୍ଟର ଖାଇଣ୍ଟିଂ ସହିତ

ଅଙ୍କିତ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ରୋତକୁ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ। ତେବେ ସ୍ରୋତ ଆରମ୍ଭ କରିବାର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଉପରେ ମତବ୍ୟ ଦିଅନ୍ତୁ

### P6.13 ପରାମର୍ଶ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶିକ୍ଷଣ ଉତ୍ସ



## ଅଧିକ ଜାଣନ୍ତୁ

### ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ

5 - 6 ଜଣ ଛାତ୍ରଙ୍କ ଗୋଷ୍ଠୀ ଅଧ୍ୟାପକଙ୍କ ମାର୍ଗଦର୍ଶନରେ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ମାଇକ୍ରୋ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ(ଗୁଡିକ) / କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ(ଗୁଡିକ) କରିବା ଉଚିତ୍ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଅଂଶଗ୍ରହଣ ସହିତ ଗୋଷ୍ଠୀ ଭାବରେ ଉପସ୍ଥାପନ କରିବା ଉଚିତ୍ । ନିମ୍ନରେ ଏକ ନମୁନା ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ ସମସ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି:

1. ଦିଆଯାଇଥିବା ଡୁଇପୁର୍ଣ୍ଣ ସିଲିଂ ଫ୍ୟାନ୍ (ceiling fan)ର ଡୁଇ ଖୋଜିବା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏବଂ ପରୀକ୍ଷଣ ପରିପଥ ବିକଶିତ କରନ୍ତୁ ।

### କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ

1. କଲେଜ ମୁଖ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ଯୋଗାଣ ସବ୍‌ଷ୍ଟେସନ ପରିଦର୍ଶନ କରନ୍ତୁ । ସଂସ୍ଥାପିତ ବିତରଣ ଗ୍ରାହ୍ୟର୍ଥର ନାମ ପ୍ଲେଟ୍ ବିବରଣୀକୁ ନୋଟ୍ କରନ୍ତୁ । ନାମ ପଟାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିବରଣୀ ଉପରେ ଏକ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
2. ଦିଆଯାଇଥିବା 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଦୁଇଟି ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ ଗ୍ରାହ୍ୟର୍ଥର ପ୍ରାଥମିକ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟକ ଓଷ୍ଟିଙ୍ଗ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ମାପ କରନ୍ତୁ । ପ୍ରତିରୋଧ ମୂଲ୍ୟକୁ ଧ୍ୟାନ ଦିଅନ୍ତୁ ଏବଂ ଅନୁମାନ କରନ୍ତୁ ଯେ କେଉଁ ଖାଇଣ୍ଡି HV ଖାଇଣ୍ଡି ।
3. ବିଭିନ୍ନ ଉତ୍ପାଦନରୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଡିସି ମୋଟରଗୁଡିକର (DC motor) ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିବରଣୀ ପରି ସୂଚନା ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସଂଗୃହିତ ସୂଚନା ଉପରେ ଆଧାର କରି ଏକ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ରିପୋର୍ଟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
4. ଏକ ପାୱାର୍ ପଏଣ୍ଟ (power point) ଉପସ୍ଥାପନା ବିକାଶ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଡିସି ମୋଟର ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗଗୁଡିକ ଉପରେ ସେମିନାର ଦିଅନ୍ତୁ ।

5. NEMA ମାନକ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ ଅନୁଯାୟୀ 3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ AC ମୋଟର ଚୟନ ଉପରେ ଏକ ପାଞ୍ଚର ପଏଣ୍ଟ ଉପସ୍ଥାପନା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତୁ ।
6. ପରିପଥ ଚିତ୍ରକୁ ବିକଶିତ କର ଏବଂ ପ୍ରଦର୍ଶିତ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଜନଡକ୍ସନ୍ ମୋଟରର (induction motor) ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦିଗ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ ତାହା ପ୍ରଦର୍ଶନ କର ।

### ଭିଡ଼ିଓ ଉତ୍ତର



## ସହାୟକ ଓ ପରାମର୍ଶ ମୂଳକ ପଠନ

1. Ritu Sahdev, Basic Electrical Engineering, New Delhi: Khanna Publishing House, 2018.
2. V.N. Mittle, and A. Mittal, Basic Electrical Engineering, McGraw Education, 2017.
3. M.S. Sukhija and T.K. Nagsarkar, Basic Electrical and Electronics Engineering, New Delhi: Oxford University Press, 2013.
4. B. L. Theraja, Electrical Technology, Vol. - I, New Delhi: S. Chand and Company, 2015.
5. S. B. Lal Seksena and Kaustuv Dasgupta, Fundamentals of Electrical Engineering, Cambridge University Press, 2017.



## ଲ୍ୟାବ୍ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ରେକର୍ଡ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପୃଷ୍ଠା ସଂଖ୍ୟା	ପରୀକ୍ଷଣ ନାମ	ତାରିଖ			ପ୍ରାପ୍ତ ଅଙ୍କ	ଦସ୍ତଖତ
			ପ୍ରକୃତ	ପୁନରାବୃତ୍ତି	ମତ୍ତବ୍ୟ		
		ଏହାର B-H ବକ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ତୁମ୍ଭକୀୟ ପଦାର୍ଥର ପାରଗମ୍ୟତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।					
		ପ୍ରତିରୋଧକ ଭାର ସହିତ 1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		ଆର ଏଲ ସିରିଜ ପରିପଥରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଚାପ, ସ୍ରୋତ ଏବଂ କ୍ଷମତା ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରର ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମେସନ୍ ଅନୁପାତ (K) ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।					
		1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମରକୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଇନପୁଟ୍ ଆଉଟପୁଟ୍ ପରିମାଣ ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ମୋଟର ସ୍ଵାର୍ଚ୍ଚରେ ତାରକା ଏବଂ ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଲାଇନ୍ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ନିଶ୍ଚିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ଉପାଦାନ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।					

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପୃଷ୍ଠା ସଂଖ୍ୟା	ପରୀକ୍ଷଣର ନାମ	ତାରିଖ			ପ୍ରାପ୍ତଅଙ୍କ	ଦସ୍ତଖତ
			ପ୍ରକୃତ	ପୁନରାବୃତ୍ତି	ମନ୍ତବ୍ୟ		
		ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡରେ ସିରିଜ୍ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ ପ୍ରତିରୋଧକ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		ବ୍ରେଡ୍ ବୋର୍ଡରେ ସିରିଜ୍ ଏବଂ ସମାନ୍ତରାଳ ମିଶ୍ରଣରେ କ୍ୟାପାସିଟର ସଂଯୋଗ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ମାପ କରନ୍ତୁ ।					
		ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ସକ୍ରିୟ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।					
		ଇଣ୍ଡକ୍ଟେନ୍ସ ଏବଂ ପ୍ରତିରୋଧର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର (LCR) ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।					
		ଦିଆଯାଇଥିବା କ୍ୟାପାସିଟରର ମୂଲ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଏଲସିଆର-କ୍ୟୁ (LCR-Q) ମିଟର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।					
		ରଙ୍ଗ କୋଡ୍ ନିଶ୍ଚିତ କରିବାକୁ ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ଦିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତିରୋଧକ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।					
		ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପିଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ପୃଷ୍ଠା ସଂଖ୍ୟା	ପରୀକ୍ଷଣର ନାମ	ତାରିଖ			ପ୍ରାପ୍ତଅଙ୍କ	ଦସ୍ତଖତ
			ପ୍ରକୃତ	ପୁନରାବୃତ୍ତି	ମନ୍ତବ୍ୟ		
		ପିଏନ୍ ଜଙ୍କସନ୍ ଡାୟୋଡ୍ର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍ର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ଏଲଇଡିର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ଡିଜିଟାଲ୍ ମଲ୍ଟିମିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟରର ତିନୋଟି ଟର୍ମିନାଲ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ ।					
		ଏନପିଏନ ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟରର ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ସିଲ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍ ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟରର ସ୍ରୋତ ଗେନ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।					
		ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟର ସୁଇଚ୍ ପରିପଥର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ଗ୍ରାଞ୍ଜିଷ୍ଟର ଆଞ୍ଜିଫାୟର୍ ପରିପଥର କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					
		ଅପାମ୍ପକୁ ଆଞ୍ଜିଫାୟର୍ ଏବଂ ଇଣ୍ଡିଗ୍ରେଟର ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତୁ ।					

## ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କାମ କରିବା ସମୟରେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ

### ଶିକ୍ଷକମାନଙ୍କୁ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ

ଶିକ୍ଷକ ସମସ୍ତ ବଶିଷ୍ଟ୍ୟ ସହିତ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରଦର୍ଶନ ସହିତ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ ପ୍ରଦାନ କରିବା ଉଚିତ୍ ।

1. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟବହାରିକ ଆରମ୍ଭ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ଶିକ୍ଷକ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ପୂର୍ବ ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବେ ।
2. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟବହାରିକ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତାରେ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ଅତ୍ୟୁତ୍ତମ କରନ୍ତୁ ।
3. ଶିକ୍ଷକ ନିଶ୍ଚିତ କରିବା ଉଚିତ୍ ଯେ ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ସମାପ୍ତ ହେବା ପରେ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କୌଶଳ ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ବିକଶିତ ହୁଏ ।
4. ପ୍ରଦର୍ଶନ ପରେ ଶିକ୍ଷକମାନେ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ଅଭିଜ୍ଞତା ପାଇଁ ସୁଯୋଗ ଦେବା ଉଚିତ୍ ।
5. ଶିକ୍ଷକ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିକଶିତ ହେବାକୁ ଥିବା କୌଶଳ ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ବାଣ୍ଟିବେ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଉଛି ।
6. ଶିକ୍ଷକ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ଅତିରିକ୍ତ ଜ୍ଞାନ ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ପ୍ରଦାନ କରିପାରନ୍ତି ଯଦିଓ ମାନୁଆଲରେ ଅତ୍ୟୁତ୍ତମ କରାଯାଇ ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଶିକ୍ଷକ ଦ୍ଵାରା ଛାତ୍ରମାନେ ଆଶା କରନ୍ତି ।
7. ଶେଷରେ ବ୍ୟବହାରିକ ଆସାଲନମେଣ୍ଟ ଦିଅନ୍ତୁ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ ଅନୁଯାୟୀ ଏହା ଅଛି କି ନାହିଁ ଯାଞ୍ଚ କରିବାକୁ ଦିଆଯାଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ଉପରେ ଆଧାର କରି ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷତା ଆକଳନ କରନ୍ତୁ ।
8. ଶିକ୍ଷକ ଛାତ୍ରମାନଙ୍କୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ମାନୁଆଲ୍ ଏବଂ ମାନକକୁ ରେଫର୍ କରିବାକୁ ଉତ୍ସାହିତ କରିବେ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଏ ।
9. ଶିକ୍ଷକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ତତ୍ତ୍ଵମେଣ୍ଟରେ ରେଫର୍ କରିବେ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀତା ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ ଅନୁସରଣ କରିବେ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଉଛି ।

## ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ

1. ବିଷୟ, ପାଠ୍ୟକ୍ରମ, ଶିକ୍ଷଣ ଗଠନ, ବିକଶିତ ହେବାକୁ ଥିବା ଦକ୍ଷତା ବିଷୟରେ ଶିକ୍ଷକଙ୍କ ଦ୍ଵାରା ଦିଆଯାଇଥିବା ବକ୍ତୃତା କୁ ଧ୍ୟାନର ସହ ଶୁଣନ୍ତୁ ।
2. ଗୋଷ୍ଠୀରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂଗଠିତ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସମସ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣର ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ।
3. ଛାତ୍ରମାନେ ଶିଳ୍ପ ଦ୍ଵାରା ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ରକ୍ଷଣାବେକ୍ଷଣ କୌଶଳ ବିକଶିତ କରିବେ ।
4. ଛାତ୍ର ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଅଭିଜ୍ଞତା ଦକ୍ଷତା ବିକଶିତ କରିବାକୁ ଏବଂ ଆତ୍ମବିଶ୍ଵାସ ହ୍ରାସଲ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବେ ।
5. ଛାତ୍ର ଅଧିକ ଚିନ୍ତାଧାରା, ଉଦ୍ଭାବନ, କୌଶଳ ଇତ୍ୟାଦି ବିକଶିତ କରିବାର ଅଭ୍ୟାସ ବିକାଶ କରିବେ ଯାହା ମାନୁଆଲ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ।
6. ଛାତ୍ର ବୈଷୟିକ ପଦ୍ଧିକା, ଆଇଏସ୍ କୋଡ୍ ଏବଂ ତାଟା ପୁସ୍ତକ ରେଫର୍ କରିବେ ।
7. ଛାତ୍ର ତାରିଖ ଏବଂ ସମୟରେ ବ୍ୟବହାରିକ ଦାଖଲ କରିବାକୁ ଅଭ୍ୟାସ ବିକଶିତ କରିବା ଉଚିତ୍ ।
8. ଛାତ୍ର ସୁରକ୍ଷା ଅଭ୍ୟାସ ଏବଂ ପରିବେଶ ସମସ୍ୟା, ବ୍ୟବହାରିକ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ବର୍ଜ୍ୟବସ୍ତୁ ପରିଚାଳନା ବିଷୟରେ ଭଲ ଭାବରେ ସଚେତନ ହେବା ଉଚିତ୍ ।

**ଗୋଷ୍ଠୀରେ ବ୍ୟବହାରିକ / ମାଇକ୍ରୋ-ପ୍ରୋଜେକ୍ଟ / କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ପାଇଁ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ସୂଚକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ**

**ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ଦକ୍ଷତା**

ମାନଦଣ୍ଡ ଏବଂ ସ୍ତର	ବିକାଶଶୀଳ	ଦକ୍ଷ	ପ୍ରବୀଣ
ସେଟ୍-ଅପ୍ ପରିଚାଳନା କରୁଛି			
ତଥ୍ୟରେକର୍ତ୍ତୃ			
ସମୟ ପରିଚାଳନା			
ଦଳ କାର୍ଯ୍ୟ			
ବ୍ୟକ୍ତିଗତ କାର୍ଯ୍ୟ			
ନିରାପତ୍ତା ସତର୍କତା			

**ଉତ୍ପାଦ ସମ୍ପନ୍ନୀୟ ଦକ୍ଷତା**

ମାନଦଣ୍ଡ ଏବଂ ସ୍ତର	ବିକାଶଶୀଳ	ଦକ୍ଷ	ପ୍ରବୀଣ	ମତ୍ତବ୍ୟ (ଯଦି କିଛି)। ଯଦି ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ନୁହେଁ, ତେବେ ଏନଏ ଉଲ୍ଲେଖ କରନ୍ତୁ
ବିଷୟବସ୍ତୁ				
ଗବେଷଣା/ସର୍ବେକ୍ଷଣ				
ଅତ୍ୟାଧୁନିକ ଟେକ୍ନୋଲୋଜିର ବ୍ୟବହାର				
ପ୍ରସଙ୍ଗରେ ରୁହନ୍ତୁ				
ପ୍ରସ୍ତୁତି				
ଉପସ୍ଥାପନାର ଆତ୍ମବିଶ୍ୱାସ				
PPT ତିଆରି କରିବାର କୌଶଳ ସହିତ ଆଇସିଟି ବ୍ୟବହାର				
ସମୟ ପରିଚାଳନା				
ଗୋଷ୍ଠୀ ପ୍ରୟାସ				
ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ପ୍ରୟାସ				

## ଏକାଧିକ ପସନ୍ଦ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

ମୁନିର୍ -1: ସମୀକ୍ଷା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଉପାଦାନମାନ ଏବଂ ସଙ୍କେତର

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା										
ଉତ୍ତର	a	d	b	d	c	b	d	b	a	c

ମୁନିର୍ -2: ଆନାଲୋଗ୍ ସର୍କିଟ୍‌ର ସମୀକ୍ଷା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
ଉତ୍ତର	b	c	b	b	d	d

ମୁନିର୍ 3:- ଡିଜିଟାଲ୍ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସର ସମୀକ୍ଷା

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
ଉତ୍ତର	c	b	a	c	d	d

ମୁନିର୍ 4:- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ତୁମ୍ଭକୀୟ ପରିପଥ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
ଉତ୍ତର	d	b	c	c	d	b

ମୁନିର୍ 5:- ଏସି ପରିପଥ

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
ଉତ୍ତର	c	b	d	a	b	c

ମୁନିର୍ 6:- ଗ୍ରାହ୍ୟତ୍ଵର ଏବଂ ମେସିନ୍

କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
ଉତ୍ତର	d	d	d	c	c	a

## ଅଧିକ ଶିକ୍ଷାପାଇଁ ସମ୍ବନ୍ଧ (References)

---

1. D. P. Kothari and I. J. Nagrath, Basic Electrical and Electronics Engineering, Tata McGraw Hill, 2020.
2. D. C. Kulshreshtha, Basic Electrical Engineering, McGraw Hill, 2009.
3. L. S. Bobrow, Fundamentals of Electrical Engineering, Oxford University Press, 2011.
4. K. Murgesh Kumar, DC Machines and Transformers, Vikas Publication House Pvt. Ltd., 2004.
5. J. B. Gupta, A Textbook of Basic Electrical and Electronics Engineering, Kataria & Sons, 2013.
6. S. K. Bhattacharya, Basic Electrical Engineering, Pearson Education, 2019.
7. Chinmoy Saha, Arindam Halder and Debarati Ganguly, Basic Electronics: Principles and Applications, Cambridge University Press, 2018.
8. E. Hughes, Electrical and Electronics Technology, Pearson, 2010.
9. B. L. Theraja, Electrical Technology, Vol. – II, New Delhi: S. Chand Publications, 2015.
10. R.S. Sedha, A text book of Applied Electronics, New Delhi: S. Chand Publications, 2008.
11. Albert Malvino and Paul David, Electronics Principles, New Delhi: McGraw Hill Education, 2015.
12. V.K. Mehta and Rohit Mehta, Principles of Electronics, S. Chand and Company, New Delhi, 2014.
13. Roger L. Tokheim, Digital Electronics, McGraw-Hill Education, 2013.
14. A.K. Maini, Analog Circuits, Khanna Publishing House, 2018.
15. Albert Malvino and David Bates, Electronic Principles, Tata McGraw Hill Publication, 2015.
16. Jacob Millman, Electronics Devices and Circuits, McGraw Hill Education, 2015.

17. Charles H. Roth Jr., Fundamentals of Logic Design, Cengage Learning, 2020.
18. R. Anand, Digital Electronics, Khanna Publications, New Delhi, 2018.
19. V. J.V. Wait, L.P. Huelsman and GA Korn, Introduction to Operational Amplifier Theory and Applications, McGraw Hill, 1992.
20. Robert F. Coughlin, Fredrick F. Driscoll, Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits, New Delhi; Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., 2009.
21. Stephen Chapman, Electric Machinery Fundamentals, New Delhi: McGraw Hill Education, 2017.
22. Dorf R. C, Svoboda J.C, Introduction to Electric Circuits, John Wiley, 2015.
23. Murugesan. R, Electricity and Magnetism, New Delhi; S. Chand Publishing, 2017.
24. Charles K. Alexander, Mathew N. O Sadiku, Fundamentals of Electric Circuits, McGraw Hill Education, 2013.
25. Bhimbra P.S, Garg G.C, Electrical Machines-I, New Delhi; Khanna Book Publishing Co.(P) Ltd., 2019.
26. Dhogal P.S., Basic Practical in Electrical Engineering, New Delhi; Standard Published Distributors, 2004.
27. Morrison Ralph, Practical Electronics, John Wiley & Sons, 2003.

## CO ଏବଂ PO ପ୍ରାପ୍ତିପାଇଁ ଟେବୁଲ

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ସମାପ୍ତ ହେବା ପରେ ଏହି ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ପାଇଁ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ (CO) କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ (PO) ସହିତ ମ୍ୟାପ୍ କରାଯାଇପାରିବ ଏବଂ ବ୍ୟବଧାନକୁ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ପାଇଁ PO ହାସଲ ପାଇଁ ଏକ ପାରସ୍ପରିକ ସମ୍ପର୍କ କରାଯାଇପାରିବ। PO ହାସଲରେ ବ୍ୟବଧାନର ଉପଯୁକ୍ତ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପରେ ବ୍ୟବଧାନକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ପଦକ୍ଷେପ ନିଆଯାଇପାରିବ ।

ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ	କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଫଳାଫଳ ହାସଲ କରିବା (1- ଦୁର୍ବଳ ସହବନ୍ଧନ; 2- ମଧ୍ୟମ ସମ୍ପର୍କ; 3- ଦୃଢ଼ ସହବନ୍ଧନ)						
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7
CO-1							
CO-2							
CO-3							
CO-4							
CO-5							
CO-6							

ଉପରୋକ୍ତ ଟେବୁଲରେ ପୂରଣ ହୋଇଥିବା ତଥ୍ୟ, ବ୍ୟବଧାନ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ ।

## ସୂଚକାଙ୍କ

ଏସି ମୋଟର	6.2.4	ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ପରିସର	2.1.2.2
ସକ୍ରିୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ	1.2	ସାଧାରଣ ମୋଡ୍ ରିଜେକ୍ସନ ରେସିଓ (CMRR)	2.1.2.2
ଏସ-ଆର ଲାଭ	3.3.1.1	ପରିବାହକତା	1.1.3
ସକ୍ରିୟ ଅବସ୍ଥା	1.2.3.3	କୋର୍ ଟାଇପ୍ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର୍	6.1.3
ଆଞ୍ଚର	2.2.1	କାଉଣ୍ଟର	3.3.2
ଆଲଫା	1.2.3.2	ସ୍ରୋତ	4.1.2
ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ ସଙ୍କେତ	1.3.5	ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକ	1.3.6
ଅଲଟରନେଟିଂ ସ୍ରୋତ	5.1.2	କର୍ ଅଫ୍ ଅବସ୍ଥା	1.2.3.3
ଅଲଟରନେଟିଂ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ	5.1.2	ବିଦ୍ୟୁତଚାପ	4.1.2
ଆୟାମ	5.1.3	ସାଇକେଲ୍	5.1.3
ଆଣ୍ଡ ଗେଟ୍	3.2.2.1	ଡି ଫ୍ଲ୍ ଫ୍ଲ୍	3.3.1.3
ଉତ୍ସ	1.2.4.1	ଡିସି ମେସିନ୍	6.2
କୋଣୀୟ ବେଗ	5.1.3	ଡିସି ମୋଟର	6.2.1
ଆନୋଡ୍	1.1.2	ଡିସି ସିରିଜ୍ ମୋଟର	6.2.1
ଆସିକ୍ସୋନସ୍ କାଉଣ୍ଟର	3.3.2.1	ଡିସି ଶଶ୍ ମୋଟର	6.2.1
ଆସିକ୍ସୋନସ୍ ସେକ୍ସିଆଲ୍	3.3	ଡି ମୋଗାନଙ୍କ ଥ୍ରେମ୍	3.1.5.1
ଅଟୋଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର୍	6.1.4	ଡେଲ୍ଟା ସଂଯୋଗ	5.3.3
ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ	5.1.3	ନିର୍ଭରଶୀଳ ସ୍ରୋତ ଉତ୍ସ	1.3.8.
ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ସମ୍ଭାବନା	1.1.2	ନିର୍ଭରଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଉତ୍ସ	1.3.8.
ବେସ୍	1.2.3.1	ଅବକ୍ଷୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ	1.2.2
ବିଟା	1.2.3.2	ନିର୍ଦ୍ଧାରଣକାରୀ ସଙ୍କେତ	1.3.3
ବାଇନାରୀ ଗଣିତ	3.1.4	ଡାଇଲେକ୍ଟିକ୍ ସାମଗ୍ରୀ	1.1.5

ବାଇନାରୀ ନମ୍ବର ସିଷ୍ଟମ୍	3.1.2.2	ଡିଫରେନ୍ସିଆଲ୍ ଇନପୁଟ୍ ପ୍ରତିରୋଧ	2.1.2.2
ଦ୍ଵିପାକ୍ଷିକ ଡିଭାଇସ୍	1.2.3	ଭିନତା	2.2.2
ବୁଲିଆନ୍ ଆଲଜେବ୍ରା	3.1	ଡାୟୋଡ୍	1.2.2
ବୁଲିଆନ୍ ଆଇନ	3.1.5	ସିଧାସଳଖ କରେଣ୍ଟ ସଙ୍କେତ	1.3.5
ଶାଖା	4.1.3	ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ	1.1.2
ବ୍ରିଦର	6.1.2	ଡ୍ରେନ୍	1.2.4.1
କାପାସିଟର ସ୍କିର୍ ଫେଜ୍ ଏସି ମୋଟର୍ସ	6.2.4.3	ବୈଦ୍ୟୁତିକ କ୍ଷମତା	5.3.5
କାପାସିଟର୍ସ	1.1.5	ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଙ୍କେତ	1.3.5
କାଥୋଡ୍	1.1.2	ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍	1.1.2
କ୍ଲୋଜ୍ ଲୁପ୍ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍	2.1.4.2	ଇଏମଏଏ ସମୀକରଣ	6.1.3.2
ସିଏମଓଏସ (CMOS)	1.2.6	ଏମିଟର୍	1.2.3 .1
କଲେକ୍ଟର	1.2.3 .1	ଏକ୍ସଟ୍ରିନସିକ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର	1.2.1
ସମ୍ମିଳିତ ପରିପଥ	3.3	ଫାରାଡେଜ୍ ଆଇନ	4.3.1
କମନ ବେସ୍	1.2.3.2	ଫିଲ୍ଡ ଇଫେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟର୍ସ (FET)	1.2.4
କମନ କଲେକ୍ଟର	1.2.3.2	ଫ୍ଲୁପ୍ ଫ୍ଲୁପ୍	3.3
କମନ ଏମିଟର୍	1.2.3.2	ଅଭିବାହ ଘନତା	4.2.1
ଆବୃତ୍ତି	5.1.3	ଅଣ-ଆଦର୍ଶ ଉତ୍ସ	1.3.7
ପୂର୍ଣ୍ଣ ପାୱାର୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡଊଡଥ୍	2.1.2.2	ନନ୍ -ଇନଭର୍ଟିଂ ମୋଡ୍ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର୍	2.1.5.2
ଗେଟ୍	1.2.4.1	ଅଣ-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସଙ୍କେତ	1.3.4
ହେକ୍ସାଡେସିମାଲ ନମ୍ବର ସିଷ୍ଟମ୍	3.1.2.3	ନର୍ ଗେଟ୍	3.2.2.4
ହୋଲ୍	1.1.2	ନର୍ ଗେଟ୍	3.2.2.3
ଆଇସି 741	2.1.2	ଏନପିଏନ ବିଜେଟି	1.2.3 .1
ଆଦର୍ଶ ଉତ୍ସ	1.3.7	ନମ୍ବର ସିଷ୍ଟମ୍	3.1.2
ପ୍ରତ୍ୟାଧା	5.1.3	ଅକ୍ଟାଲ୍ ନମ୍ବର ସିଷ୍ଟମ୍	3.1.2.3

ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ତ୍ରିକୋଣ	5.2.4	ଅଫସେର୍ ନଲ୍	2.1.2
ଇଣ୍ଡକ୍ସନ୍ ମୋଟର	6.2.4.3	ଓମ୍ବୁ ଆଇନ	1.1.3
ଇଣ୍ଡକ୍ଟର	1.1.4	ଅପାମ୍ପ	2.1.1
ଇନପୁର୍ ବାୟାସ୍ ସ୍ତ୍ରୋତ	2.1.2.2	ଓପନ୍ ଲୁପ୍ କନଫିଗ୍ୟୁରେସନ୍	2.1.4.1
ଇନପୁର୍ ଡିଫରେନ୍ସିଆଲ୍ ରେଞ୍ଜ	2.1.2.2	ଅର୍ ଗେଟ୍	3.2.2.2
ଇନପୁର୍ ପ୍ରତବାଧା	2.1.2.2	ଆଉଟପୁର୍ ଅଫସେର୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ	2.1.2.2
ଇନପୁର୍ ଅଫସେର୍ ସ୍ତ୍ରୋତ	2.1.2.2	ଆଉଟପୁର୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ପରିସର	2.1.2.2
ଇନପୁର୍ ଅଫସେର୍ ସ୍ତ୍ରୋତ ତ୍ରିଫ୍ଟ	2.1.2.2	ଆଉଟପୁର୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ସୁଇଚ୍	2.1.2.2
ଇନପୁର୍ ଅଫସେର୍ ବିଦ୍ୟୁତଚାପ	2.1.2.2	ପି ଏନ ଜଙ୍କସନ ଡାୟୋଡ୍	1.2.2
ତତକ୍ଷଣାତ୍ ମୂଲ୍ୟ	5.1.3	ସମାନ୍ତରାଳ ପରିପଥ	1.1.6
ସମନ୍ୱିତ ପରିପଥ	3.4.1	ନିଶ୍ଚିନ୍ତ ଉପାଦାନ	1.1.2
ଇଣ୍ଟିଗ୍ରେଟର	2.2.3	ପିକ୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର	5.1.3
ଇନ୍ଫିନିଟିମାନ୍ ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର	1.2.1	ଅବଧି	1.3.5.1
ଓଲଟା ମୋଡ୍ ଆଣ୍ଟିଫାୟର୍	2.1.5.1	ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସଙ୍କେତ	1.3.4
ଜେ-କେ ପ୍ଲୁସ୍-ପ୍ଲୁସ୍	3.3.1.4	ପର୍ଯ୍ୟାୟକ୍ରମେ ସମୟ	5.1.3
କିର୍ଟସ୍ କ ସ୍ତ୍ରୋତ ଆଇନ (KCL)	4.1.4	ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୋଣ	5.1.4
କିର୍ଟସ୍ ର ବିଦ୍ୟୁତଚାପ ଆଇନ (KVL)	4.1.4	ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପାର୍ଥକ୍ୟ	5.1.5
ଲାଭର୍ ନିର୍ଗତ ଡାୟୋଡ୍	1.2.2.5	ଫେଜର	5.1.5
ତର୍କ୍ ଫାଟକ	3.2	ଫଟୋ ଡାୟୋଡ୍	1.2.2.5
ରୁମ୍ବକାୟ ପରିପଥ	4.2.2	ପିଏନପି ବିଜେଟି	1.2.3 .1
ରୁମ୍ବକାୟ ଶକ୍ତି	4.2.1	ସକରାତ୍ମକ ତର୍କ୍	3.2.1
ମ୍ୟାଗ୍ନେଟୋମୋଟିଭ୍ ଫୋର୍ସ	4.2.1	କ୍ଷମତା	4.1.2
ମୋଡ୍10- କାଉଣ୍ଟର	3.3.2.2	ପାୱାର୍ ଫ୍ୟାକ୍ଟର	5.1.3
MOS	1.2.5	ପାୱାର୍ ଶପ୍ଟାୟ୍ ରିଜେକ୍ସନ୍ ରେସିଓ	2.1.2.2

ଏମଏସବି (MSB)	3.1.2.2	କ୍ଷମତା ତ୍ରିକୋଣ	5.3.6
ପାରସ୍ପରିକ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ	4.3.2	ପ୍ରଚାର ବିଳମ୍ବ:	3.4.2
ନାଣ୍ଡ୍ ରେଟ୍	3.2.2.4	କ୍ୟୁଏ ଫ୍ୟାକ୍ଟର	1.1.4
ଏନ-ଟ୍ୟାନେଲ ଜେଏଫଇଟି	1.2.4.1	ଆର-ସି ସମାନ୍ତରାଳ	5.2.4
ଷ୍ଟାର୍ ସଂଯୋଜନା	5.3.3	ଆର-ସି ସିରିଜ୍	5.2.3
ନକାରାତ୍ମକ ଡର୍କ	3.2.1	ପ୍ରତିରୋଧ	1.1.3
ନୋଡ୍	4.1.3	ପ୍ରତିରୋଧକ	1.1.3
ଶବ୍ଦ ମାର୍ଜିନ୍	3.4.2	ଓଲଟା ବାୟାସ୍	1.2.2.1
ଅଣ-ନିର୍ଣ୍ଣୟକାରୀ ସଙ୍କେତ	1.3.3	ଆର-ଏଲ୍ ସମାନ୍ତରାଳ	5.2.4
ଆର-ଏଲ୍ ସିରିଜ୍	5.2.2	ସୁଇଚିଂ ପରିପଥ	3.1.1
ଆର-ଏଲ-ସି ସମାନ୍ତରାଳ	5.2.4	ସିଙ୍କ୍ରୋନସ୍ ସେକ୍ସିଆଲ୍	3.3
ଆର-ଏଲ-ସି ସିରିଜ୍	5.2.4	ଟି ଫ୍ଲୁୟ-ଫ୍ଲୁୟ	3.3.1.5
ଆରଏମଏସଏ ମୂଲ୍ୟ	5.1.3	ପ୍ରତିରୋଧର ତାପମାତ୍ରା ଗୁଣାଙ୍କ	1.1.3
ଆୟ-ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ	4.3.2	3-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି	5.1.3
ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର	1.2.1	ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର	6.1.2
କ୍ରମିକ ପରିପଥ	3.3	ଗ୍ରାହ୍ୟିଷ୍ଟର ଗ୍ରାହ୍ୟିଷ୍ଟର ଲଜିକ୍	3.4.3
ସିରିଜ୍ ପରିପଥ	1.1.6	ଗ୍ରାହ୍ୟିଷ୍ଟର	1.2.3
ସେଲ୍ ଟାଇମ୍ ଗ୍ରାହ୍ୟଫର୍ମର	6.1.3	ୟୁନିଟି ଗେନ୍ ବ୍ୟାଣ୍ଡଓଡଥ୍	2.1.2.2
ସଙ୍କେତ	1.3.2	ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଗେନ୍	3.2.2.4
1-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଏସି	5.1.3	ତରଙ୍ଗରୂପ	1.3.5.3
ସ୍ଲିପ୍ସ୍ ରେଟ୍	2.1.2.2	ଜେନର୍ ଡାୟୋଡ୍	1.2.2.5
ବିଦ୍ୟୁତ୍ତତାପ ଉତ୍ପାଦନ	1.3.6		





# ମୌଳିକ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ

(ପ୍ରୟୋଗଶାଳା ନିୟମାବଳି ସହିତ)

ଅରୁଣ କୁମାର ଗୋସ୍ୱାମୀଙ୍କ ଭୁବନେଶ୍ୱର ଉପକଣ୍ଠ କିମ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ ଅଧୀନରେ ଥିବା କିମ୍ ପଲିଟେକନିକ୍ ର ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଏବଂ ଯୋଗାଯୋଗ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ବିଭାଗରେ ଦୀର୍ଘ ୧୭ ବର୍ଷ ଧରି କାର୍ଯ୍ୟ କରିଆସୁଛନ୍ତି । ଯୋଗାଯୋଗ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ରେ ସ୍ନାତକ ହାସଲ କରି ବିଭାଗୀୟ ମୁଖ୍ୟ ହିସାବରେ ଦାୟିତ୍ୱ ତୁଲାଇ ଆସୁଛନ୍ତି । ସେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଶାସନିକ ଦାୟିତ୍ୱ ସହ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ସମ୍ପର୍କୀୟ ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପରେ ନିଯୋଜିତ । ଭାରତ ସରକାରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ଦୀନଦୟାଲ ଉପାଧ୍ୟାୟ ଗ୍ରାମୀଣ କୌଶଳ ଯୋଜନାର ସ୍ୱୀକୃତି ପ୍ରାପ୍ତ ପ୍ରଶିକ୍ଷକ ଭାବେ ସେ ଦାୟିତ୍ୱ ତୁଲାଇଛନ୍ତି ।

ଡକ୍ଟର ଅମିତ କୁମାର ସାହୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସେଣ୍ଟ୍ରିଆଲ୍ ମୁନିଭରସିଟି ଅଫ୍ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ଏବଂ ମ୍ୟାନେଜମେଣ୍ଟ, ଭୁବନେଶ୍ୱର, ଓଡିଶାର ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଏବଂ ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ (EEE) ବିଭାଗରେ ସହକାରୀ ଅଧ୍ୟାପକ ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟରତ । ସେ NIT Roukela ରୁ ପାଖାନ୍ତି କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ଏବଂ ଡ୍ରାଇଭିଂ ରେ ମାଷ୍ଟର ଡିଗ୍ରୀ ହାସଲ କରିବା ସହିତ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂରେ BIT Mesra ରୁ ପି.ଏଚ୍.ଡି ଡିଗ୍ରୀ ଲାଭ କରିଛନ୍ତି । ୧୨ ବର୍ଷରୁ ଅଧିକ ସମୟ ଶିକ୍ଷାଦାନ ଅଭିଜ୍ଞତା ବ୍ୟତୀତ ବିଭାଗୀୟ ମୁଖ୍ୟ, ପରୀକ୍ଷା ନିୟନ୍ତ୍ରକ ସହିତ ବହୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରଶାସନିକ ପଦବୀରେ ରହି ଦକ୍ଷତାର ସହ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନା କରିଆସିଛନ୍ତି ଏବଂ ସେ ବିଭିନ୍ନ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ସଂଗଠନର ସଦସ୍ୟ ଅଟନ୍ତି ।

ଡକ୍ଟର ଅରୁଣାଂଶୁ ମହାପାତ୍ର ବୀର ସୁରେନ୍ଦ୍ର ସାଏ ବୈଷୟିକ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ଇଲକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଏବଂ ଟେଲି କମ୍ୟୁନିକେସନ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ବିଭାଗର ସହଯୋଗୀ ପ୍ରଫେସର ଭାବରେ ଅବସ୍ଥାପିତା NIT ରାଉରକେଲାରୁ ପି.ଏଚ୍.ଡି ଡିଗ୍ରୀ ଲାଭ କରିବା ସହିତ ୨୨ ବର୍ଷ ଧରି ଶିକ୍ଷା ଓ ବିଭିନ୍ନ ଗବେଷଣା କାର୍ଯ୍ୟରେ ନିଯୋଜିତ ଅଛନ୍ତି । ତାଙ୍କର ୫୦ ରୁ ଅଧିକ ଗବେଷଣା ସମ୍ବନ୍ଧୀ ବିଭିନ୍ନ ଜର୍ଣ୍ଣାଲ୍ ଏବଂ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ସ୍ତରରେ କନଫରେନ୍ସରେ ପ୍ରକାଶ ଲାଭ କରିଛି । ସେ ମଧ୍ୟ ବିଭିନ୍ନ ବୈଷୟିକ ସଂଗଠନର ସଦସ୍ୟ ରହିବା ସହିତ ଜାତୀୟ ଓ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମ୍ମାନୀତ ହୋଇଛନ୍ତି ।

ଡକ୍ଟର ସୁବ୍ରତ କୁମାର ପୃଷ୍ଠି ସଦସ୍ୟ ସଚିବ, ଓଡିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥା, ଭୁବନେଶ୍ୱରରେ କାର୍ଯ୍ୟରତ । ଓଡିଆ ଭାଷାର ଜଣେ ଏକନିଷ୍ଠ ଗବେଷକ ଭାବରେ ସମଗ୍ର ରାଜ୍ୟରେ ନିଜର ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ପରିଚୟ ସୃଷ୍ଟି କରିଛନ୍ତି । ଓଡିଆ ଭାଷାର ଶାସ୍ତ୍ରୀୟତାପାଇଁ ନିଜସ୍ୱ ଉଦ୍ୟମରେ ଗବେଷଣା ସମ୍ବନ୍ଧୀ ପୁସ୍ତକ କରି ଉଭୟ ସରକାରି ଓ ବେସରକାରି କମିଟିକୁ ପ୍ରଦାନ କରିଥିଲେ । ଓଡିଆ ଭାଷାର ଶାସ୍ତ୍ରୀୟ ମାନ୍ୟତା, ଓଡିଆ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ ସ୍ଥାପନା, ଓଡିଆରେ ସରକାରି କାମ, ଓଡିଆରେ ଶିକ୍ଷା ଓ ଓଡିଶାରେ ନିଯୁକ୍ତି ଭଳି ବହୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ଏହାଙ୍କ ମାନସ ସନ୍ତାନ । ତାଙ୍କର ପ୍ରାୟ ୩୦ରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ପୁସ୍ତକ ତଥା ୫୦ରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଗବେଷଣା ନିବନ୍ଧ ଜାତୀୟ ଓ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ସ୍ତରର ପତ୍ରପତ୍ରିକାରେ ପ୍ରକାଶିତ । ପ୍ରତିବର୍ଷ ଜାତୀୟ ଭାଷା ସମ୍ମିଳନୀ ଆୟୋଜନ କରି ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ସ୍ତରରେ ଓଡିଆ ଭାଷାର ନୂଆଦିଗ ଉପରେ ଆଲୋଚନା କରିବାରେ ତାଙ୍କର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ରହିଛି । ନିଜର ଗବେଷଣା କାର୍ଯ୍ୟପାଇଁ ଯୁବ ଭାଷା ଗବେଷକ ଭାବରେ ସେ ସମ୍ମାନଜନକ ମହର୍ଷି ବାଦରାୟଣ ବ୍ୟାସ ସମ୍ମାନ ଭାରତର ମହାମହିମ ରାଷ୍ଟ୍ରପତିଙ୍କଠାରୁ ଗ୍ରହଣ କରିବାପାଇଁ ମନୋନୀତ ହୋଇଛନ୍ତି ।

ପ୍ରଫେସର ବ୍ରଜେନ୍ଦ୍ର ପ୍ରସାଦ ଦାସ ଅବସର ପ୍ରାପ୍ତ ବରିଷ୍ଠ ପ୍ରାଧ୍ୟାପକ, ତଥା ପ୍ରାକ୍ତନ ଆଞ୍ଚଳିକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ଉଚ୍ଚଶିକ୍ଷା ବିଭାଗ, ଓଡିଶା ସରକାର । ଦୀର୍ଘ ୩୫ବର୍ଷର ଅଧ୍ୟାପନା କାର୍ଯ୍ୟ ସହିତ ଉଚ୍ଚଶିକ୍ଷା ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ବହୁ ପୁସ୍ତକ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ରଚୟିତା ତଥା ଅନୁବାଦକ ଭାବରେ ନିଜର ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ପରିଚୟ ସୃଷ୍ଟି କରିଛନ୍ତି । ଓଡିଆ ଭାଷାକୁ ଜ୍ଞାନ ଓ ବିକାଶର ଭାଷା ଭାବରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିବାପାଇଁ ସଙ୍କଳ୍ପବଦ୍ଧ ଥିବା ଓଡିଆ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥାର ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ଦାୟିତ୍ୱ ନିର୍ବାହ କରୁଛନ୍ତି ।

Also available as an ebook

ISBN 978-93-91638-20-7



9 789391 638207



Published by: Institute of Odia Studies and Research.  
3R9, BJB Nagar, Bhubaneswar, Odisha