

අ.පො.ස. (ලස්ස් පෙළ)

**හොඟක විද්‍යාව**  
**13 ගේනීය**  
**සම්පන් පොත**

**ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව**  
**9 වන ඒකකය**

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂණ ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව  
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පිළිය  
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය  
[www.nie.lk](http://www.nie.lk)

හෙළුතික විද්‍යාව  
සම්පන් පොත  
ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව  
9 වන ඒකකය

13 ග්‍රෑනීය

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය  
පළමු මුද්‍රණය - 2021

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව  
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පියිය  
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය  
[www.nie.lk](http://www.nie.lk)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මුද්‍රණය : මුද්‍රණාලය  
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය  
මහරගම

## අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිචිතය

අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූල ව විවිධ පියවර ගනු ලැබේ. අදාළ විෂය සඳහා සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවත් පියවරකි.

12 සහ 13 ගෞණිවල විෂය නිර්දේශය සහ ගුරු අත්පොත් මගින් යෝජිත ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීම් ක්‍රියාවලිය සාර්ථක ව ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා සහාය කර ගනු පිණිස අතිරේක සම්පත් පොත ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් සකස් කර ඇත.

මේ ගුන්පය මගින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම මස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට දිෂ්‍යයන්ට පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

මේ පොත සම්පාදනය කිරීමට සම්බන්ධ වූ ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයට භා බාහිර විෂය විශේෂයන්ට මාගේ කෘතියාතාව පළ කරමි.

ආචාර්ය සුනිල් ජයන්ත නවරත්න  
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්  
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය  
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂ ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

## අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිච්‍රිතය

2017 වර්ෂයේ සිට දී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කිකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි. මේ කාරුයයේ දී අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, හෝතික විද්‍යාව හා ඒවිඩ් විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර, එට සමාඟීය ව ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් කුමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදී. විෂය මාලාවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විඛාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් අනුකූලයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරනු ලැබේ ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පෙනු තක් හඳුන්වා දෙන ලදී.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි හාජාවෙන් සම්පාදිත අන්තර් ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ගුන්ප පරිශීලකය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපාන් හාවිත කිරීමේ දී පරස්පර විරෝධ විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිජාවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුහැවුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට එම ගුන්ප පරිහරණය පහසු වූ යුතු නැත. මේ ගුන්පය ඔබ අතට පන් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එබැවින් මේ ගුන්පය මගින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මති හාජාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට ශිෂ්‍යයන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ගුන්ප, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබා ගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මගින් අපේක්ෂා තොරතුරු ගුරුහැවුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට නිවැරදි ව ලබා ගැනීමට මේ ගුන්පය උපකාරී වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ වශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් හා ගුරුහැවුන් විසින් සම්පාදිත මේ ගුන්පය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා කමිටුවෙන් ද ගාස්ත්‍රීය කටයුතු මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පන් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිරදේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඩී. ඩී. අසේක් ද සිල්වා  
අධ්‍යක්ෂ  
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව  
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

## අනුගාසකත්වය

රංජන් පද්මසිර මයා  
නියෝජන අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්  
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පියාය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

## මෙහෙයුම්

ආචාර්ය එ.ඩී. අසෞක ද සිල්වා  
අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

### සංස්කරණය

එ. මල්විපතිරණ  
ආචාර්ය එම්.එල්.එස්. පියවිස්ස  
ආර.ඒ. අමරසිංහ මෙමෙවිය  
ආර.එන්.එන්. විරසිංහ මිය

- ජේජ්‍යේ ක්‍රීඩාවාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- සහකාර ක්‍රීඩාවාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- සහකාර ක්‍රීඩාවාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- සහකාර ක්‍රීඩාවාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

### විෂය උපදේශනය

මහාචාර්ය එල්.ආර.ඒ.කේ. බණ්ඩාර  
මහාචාර්ය එස්.ආර.ඒ. රෝසා

- හොඳිනික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙෂීය විශ්වවිද්‍යාලය
- හොඳිනික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

### රචනය

එච්.එස්.කේ. විශයතිලක  
එ. විුම්ජ්‍යකර

- විග්‍රාමික ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය - I
- බොංදේ බාලිකා විද්‍යාලය, ගල්කිස්ස - I

### භාෂා සංස්කරණය

මංගල ගුණරත්න

- ජේජ්‍යේ ක්‍රීඩාවාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

### පිටුවැස්ම හා පරිගණක වදන් සැකසුම

ඩී. එම්. ඉරේජා රංගනා දිසානායක

- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

### විවිධ සභාය

මංගල වැළිපිටිය  
පද්මා විවර්ධන මිය

- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

## පටුන

පිටු අංකය

|                      |                                    |     |
|----------------------|------------------------------------|-----|
| 01. පළමු පරිච්ඡේදය   | - ඇර්ධ සන්නායක හා බියෝඩ්වල හාවිත   | 01  |
| 02. දෙවන පරිච්ඡේදය   | - උග්‍රසීස්ටර                      | 45  |
| 03. තුන්වන පරිච්ඡේදය | - සංගාහිත පරිපථ සහ කාරකාත්මක වර්ධක | 83  |
| 04. ණතරවන පරිච්ඡේදය  | - සංඛ්‍යාක ඉලක්කෝනික විද්‍යාව      | 107 |

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

## පළමුවන පරිච්ඡේදය

### අර්ධ සන්නායක හා ඩයෝඩ හාවින (Uses of Semiconductors and Diodes)

#### 1.1 හඳුන්වීම

දාරා විද්‍යාතේ දී සන්නායකයක් තුළ ඉලක්ට්‍රොනික ගැලීම නිසා හට ගන්නා විද්‍යාත් ධාරාවෙන් ඇති වන ආවරණ (රුදා, කාප, ආලෝක, වුම්බක, යාන්ත්‍රික) පිළිබඳ ව නැදුරුවෙමු. ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාව යටතේ දී හැදුරුමට බලාපොරාත්තු වන්නේ සහ මාධ්‍යයක් තුළ ඇති ඉලක්ට්‍රොනික හෝ වෙනත් ආරෝපණ වාහකවල ගමන පාලනය කිරීම හෝ වර්ධනය කිරීම හා එමගින් ලබා ගත හැකි එල පිළිබඳවයි.

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී හාවිත කරන උපකරණ බොහෝමයක් ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාව (Electronics) පදනම් කොට ගෙන නිපදවන ලද එවා වේ. මොයින් වැඩි ම ප්‍රමාණයක් සහ අවස්ථා ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ (Solid-state Electronics) එන අර්ධ සන්නායක හාවිතයෙන් නිපදවා ඇති උපාංග වේ. නමුත් ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ ආරම්භය සිදු වූයේ ඉලක්ට්‍රොනිකවලට රික්තයක් තුළින් ගමන් කළ හැකි විම සොයා ගැනීමන් සමඟ ය. (නමුත් ආරම්භක අවධියේ දී මෙළෙස ව්‍යුහය වන්නේ සහ ආරෝපිත ඉලක්ට්‍රොනික බව දැන සිටියේ තැන.)

1940 දී ජ්‍යෙෂ්ඨ ප්‍රාග්ධනීයම් අර්ධ සන්නායකයකට අපදුටු සූජ් ප්‍රමාණයක් මුළු කළ විට ප්‍රකාශ විද්‍යාත් ගුණ ඇති වන බව බෙල් පරික්ෂණාගාරයේ සේවය කළ රසල් ඕල් (Russell Ohl) විසින් අනාවරණය කර ගැනීමන් සමඟ සහ අවස්ථා ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාව පිළිබඳ පළමු අත්දකීම ලැබුණි. පසුව ඔහු විසින් p-n සන්ධියක ඇති සාපුරුකාරක ගුණය අනාවරණය කර ගන්නා ලදී. මෙතෙක් සිදු වූ රික්තයක් තුළ වූ ඉලක්ට්‍රොනික ගමන පාලනය කිරීම පිළිබඳ උනන්දුවක් මේ සමඟ ඇති වින. 1941 දී පළමු වරට ජ්‍යෙෂ්ඨ ප්‍රාග්ධනීයම් p-n සන්ධියක් හාවිත කොට ප්‍රථම අනාවරක ඩයෝඩය නිපදවන ලදී. 1947 දී බෙල් පරියේෂණායතනයේ සේවයේ නියුත ඇමෙරිකානු ජාතික ජේන් බාඩින් (John Bardeen), විලියම මොක්ලි (William Shockley) සහ වෛල්ටර් බුට්ටින් (Walter Brattain) විසින් ජ්‍යෙෂ්ඨ ප්‍රාග්ධනීයම් අර්ධ සන්නායක හාවිත කරමින් ප්‍රථම වුන්සිස්ටරය ලොවට හඳුන්වා දෙන ලදී. සහ අවස්ථා ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දියුණුවන් සමඟ තමයන කපාට තුමෙයෙන් ඉවත් වී යුතුසිස්ටර ඒ වෙනුවට ආදේශ විය.

#### 1.2 අර්ධ සන්නායක

දුව්‍යවල විද්‍යාත් සන්නායකතාව හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව අනුව දුව්‍ය මූලික වියයෙන් විද්‍යාත් සන්නායක සහ පරිවාරක ලෙස වර්ග කරනු ලැබේ. පොදුවේ ගත් කළ ලෝහ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධකතාව ( $\rho$ )  $10^{-8} \Omega \text{ m}$  ගණයේ වේ. අලෝහ පරිවාරකවල ප්‍රතිරෝධකතාව  $10^{12} \Omega \text{ m}$  වට වඩා විශාල වේ.

සන්නායකතාවේ ( $\sigma$ ) පරස්පරය ප්‍රතිරෝධකතාව ( $\rho$ ) වෙයි.

$$\text{ප්‍රතිරෝධකතාව } (\rho) = \frac{1}{\text{සන්නායකතාව } (\sigma)}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත දැක්වෙන්නේ ද්‍රව්‍ය කිහිපයක  $20^{\circ}\text{C}$  දී ප්‍රතිරෝධකතාව දැක්වෙන වගුවකි.

1.1 වගුව

| ද්‍රව්‍යය        | ප්‍රතිරෝධකතාව ( $\rho$ ) | $\Omega \text{ m}$ | සන්නායකතාව ( $\sigma$ ) | Moho |
|------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|------|
| රූ               | $1.6 \times 10^{-8}$     |                    | $6.25 \times 10^7$      |      |
| තඩි              | $1.7 \times 10^{-8}$     |                    | $5.9 \times 10^7$       |      |
| රන්              | $2.42 \times 10^{-8}$    |                    | $4.2 \times 10^7$       |      |
| ඇලුම්නියම්       | $2.8 \times 10^{-8}$     |                    | $3.6 \times 10^7$       |      |
| යකඩි             | $10 \times 10^{-8}$      |                    | $1 \times 10^7$         |      |
| රයම්             | $20 \times 10^{-8}$      |                    | $0.5 \times 10^7$       |      |
| මැන්ගනීන්        | $44.5 \times 10^{-8}$    |                    | $0.23 \times 10^7$      |      |
| කොන්ස්ට්‍රේන්ටන් | $49 \times 10^{-8}$      |                    | $0.20 \times 10^7$      |      |
| නිකුරුම්         | $110 \times 10^{-8}$     |                    | $0.09 \times 10^7$      |      |
| සිලිකන්          | $2.3 \times 10^3$        |                    | $4.35 \times 10^{-4}$   |      |
| ජරම්නියම්        | $6.5 \times 10^{-1}$     |                    | 1.54                    |      |
| පයිරෝස් (විදුරු) | $1 \times 10^{12}$       |                    | $1 \times 10^{-12}$     |      |
| එඛනයිටි          | $2 \times 10^{13}$       |                    | $0.5 \times 10^{-13}$   |      |
| පැරණින්          | $3 \times 10^{13}$       |                    | $0.33 \times 10^{-13}$  |      |
| මයිකා            | $9 \times 10^{13}$       |                    | $0.11 \times 10^{-13}$  |      |
| විලින ක්වාටස්    | $7 \times 10^{16}$       |                    | $0.14 \times 10^{-13}$  |      |

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. අභ්‍යන්තර අධ්‍යාපන අනුෂ්‍ය අනුමත ඇතිවිය.

මෙවායින් සමහර ද්‍රව්‍ය ප්‍රතිරෝධකතාව ඉතා අඩු (සන්නායක) සහ ප්‍රතිරෝධකතාව ඉතා වැඩි (පරිවාරක) අතර පිහිටින බව පෙනේ. මෙම ද්‍රව්‍ය “අර්ථ සන්නායක” (Semiconductors) ලෙස වරිග කරනු ලැබේ.

මේ අනුව, ප්‍රතිරෝධකතාව  $10^{-3} \Omega \text{ m}$  අඩු ද්‍රව්‍ය සන්නායක ලෙසත් ප්‍රතිරෝධකතාව  $10^5 \Omega \text{ m}$  වැඩි ද්‍රව්‍ය පරිවාරක ලෙසත් ප්‍රතිරෝධකතාව  $10^{-3} \Omega \text{ m}$  හා  $10^5 \Omega \text{ m}$  අතර පිහිටි ද්‍රව්‍ය අර්ථ සන්නායක ලෙසත් සළකනු ලැබේ.

1.2 වගුව

| සන්නායක                           | අර්ථ සන්නායක                                              | පරිවාරක                        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| $\rho < 10^{-3} \Omega \text{ m}$ | $10^{-3} \Omega \text{ m} < \rho < 10^5 \Omega \text{ m}$ | $\rho > 10^5 \Omega \text{ m}$ |

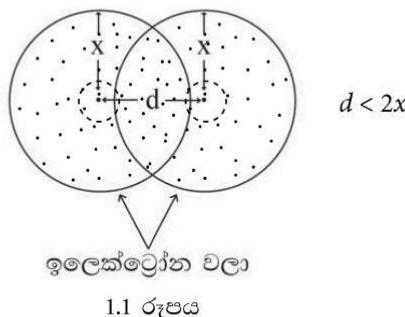
සන අවස්ථා ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දී (Solid state electronics) වැදගත් වනුයේ මෙම අර්ථ සන්නායක ද්‍රව්‍ය වේ.

ද්‍රව්‍යයක විදුත් සන්නායනයට හේතු වනුයේ ආරෝපණ වාහක ලෙස ක්‍රියා කරන නිදහස් ඉලක්ට්‍රොනික ද්‍රව්‍යවල පරමාණු තුළ ඇති ඉලක්ට්‍රොනික විදුත් ආකර්ෂණ බල හේතු කොට ගෙන බන ආරෝපිත නාෂ්ටියට බැඳී පවතී. මේ නිසා ඉලක්ට්‍රොනිකවලට නිදහස් වලනය විමට ඇති හැකියාවට බාධා පැමිණේ. ද්‍රව්‍යවල පරමාණු අතර ඇති බන්ධනවල ස්වභාවය අනුව

ඉලක්ට්‍රොන්වලට මෙම බන්ධනයෙන් ගැලී නිදහස් වීමට අවස්ථාවක් ලැබේ. සන ද්‍රව්‍යවල පරමාණු අතර ඇති බන්ධන ප්‍රධාන වශයෙන් වර්ග තුනකට බෙදිය හැකි ය.

- i. ලෝහක බන්ධන
- ii. ආයනික බන්ධන
- iii. සහ සංපූර්ණ බන්ධන

ලෝහමය මූල්‍යවල ඇති බන්ධන ලෝහක බන්ධන ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ලෝහ පරමාණු දැලිසක ඇති එකිනෙකට ආසන්න ලෝහ පරමාණුවල න්‍යුත්‍රී දෙකක් අතර දුර ලෝහ පරමාණුවේ අරයේ දෙදුණුයට වඩා අඩු බව ප්‍රායෝගික ව සෞයා ගෙන ඇත. මෙයින් පෙනෙන්නේ පරමාණුවල පිටතින් ම පිහිටි ඉලක්ට්‍රොන කෘෂ්‍ය (ඉලක්ට්‍රොන වලාව) එකිනෙක අතිවිශේෂනය වී ඇති බවයි. (1.1 රුපය)



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

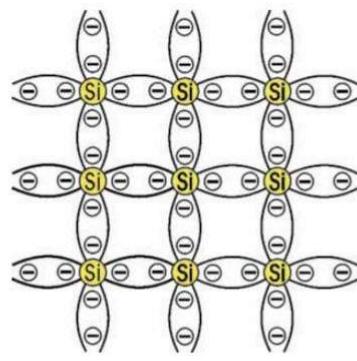
මෙහි දී න්‍යුත්‍රීයට වඩාන් ම ඇතින් පිහිටි අවසාන කවචයේ (සංපූර්ණ කවචය) ඇති සංපූර්ණ ඉලක්ට්‍රොන්වලට (Valence Electrons) න්‍යුත්‍රීයට ඇති බැඳීම අඩු ය. මේ නිසා, මෙම ඉලක්ට්‍රොන්වලට අතිවිශේෂනය වී ඇති පොදු ඉලක්ට්‍රොන වලාව තුළ අභ්‍යු ලෙස වලනය වීමට හැකි වේ. ලෝහයක දැලිසේ පරමාණුක සනත්වය (Atomic Density) ඉතා විශාල වේ. උදාහරණයක් ලෙස, තංචිල (Cu) පරමාණුක සනත්වය  $10^{29} \text{ m}^{-3}$  ප්‍රමාණයේ වන අතර කාමර උෂ්ණත්වයේ දී (300 K) තංචිල නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන සනත්වය (Free Electron Density)  $8 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$  ප්‍රමාණ වේ. සැම ලෝහයක ම පාහේ මෙවැනි නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණයක් පිහිටන අතර ලෝහවලට අධික සනනායකතාවක් හිමිවන්නේ මෙම නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන නිසා ය.

සේට්‍රියම් ක්ලෝරයිඩ් (NaCl) වැනි ද්‍රව්‍යවල විදුත් සනනායකතාව තීරණය වනුයේ ඒවායේ පරමාණු අතර ඇති ආයනික බන්ධන මෙහි. මෙහි දී සේට්‍රියම් පරමාණුවේ බාහිර කවචයේ ඇති සංපූර්ණ ඉලක්ට්‍රොනයක් ගැලී ක්ලෝරින් පරමාණුවේ සංපූර්ණ කවචයට එක් වන අතර මේ හේතුව නිසා සේට්‍රියම් දන ආයනයක් ( $\text{Na}^{+1}$ ) බවත් ක්ලෝරින් සාණ ආයනයක් ( $\text{Cl}^{-1}$ ) බවත් පත් වේ. සේට්‍රියම් ක්ලෝරයිඩ් ප්‍රමාණුවල බන්ධන වන්නේ මෙම ආයන අතර ඇති වන විදුත් බන්ධනයි. මෙම බන්ධන ඉතා ප්‍රබල හෙයින් මෙවැනි ද්‍රව්‍ය සන අවස්ථාවේ දී විදුත් සනනායනය නො කරයි. (ආරෝපණ වාහක නොමැති හෙයිනි). නමුත් ජලය වැනි ආයනිකාරක දාවකයක් තුළ දී මෙම ආයන අතරට පාරවේද්‍යතාව අධික වූ ජලය පැමිණීම නිසා ආයන අතර ඇති විදුත් ආකර්ෂණ බලය ඉතා අඩු වී එම ආයනවලට ආරෝපණ වාහක ලෙස වලනය වීමට හැකි වේ. ජලය සේට්‍රියම් ක්ලෝරයිඩ් නොදු විදුත් සනනායකයක් වනුයේ මෙම ආයන හේතුවෙනි. කෙසේ වූවද, ආයනික ද්‍රව්‍ය වියලි සන තත්ත්වයේ දී නිදහස් ආයන නොමැති හෙයින් පරිවාරකයක් ලෙස කියා කරයි. මෙවැනි ද්‍රව්‍ය ඉහළ උෂ්ණත්වයකට රත් කොට විලින කළ විට නැවත සනනායක බවට පත් වේ. මෙහිදී ද සනනායනයට හේතු වන ආරෝපණ වාහක ලෙස හැසිරෙන්නේ නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන නොව දන හා සාණ ආයන බව අවධාරණය කළ යුතු ය.

ලෝහ සහ ලවණ හැර අනෙක් අලෝහ ද්‍රව්‍යවල ඇත්තේ සහ සංයුත බන්ධනයි. මෙහි දී ද්‍රව්‍ය පරමාණු එවායේ සංයුත කවචවල ඇති ඉලක්ට්‍රොන, අසල ඇති පරමාණු සමග පොදුවේ තබා ගැනීමෙන් සංයුත කවචයේ ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණය අටක් ව තබා ගෙන ස්ථායී පරමාණු බවට පත් වී ඇති. බොහෝ ද්‍රව්‍යවල ඇති මෙම සහසංයුත බන්ධන ඉතා ප්‍රබල හෙයින් ඉලක්ට්‍රොනවලට නිදහස් වලනය විය නොහැකි ය. මෙම බන්ධන බිඳී නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ඇති වන්නේ ඉතා සූළු වශයෙනි. පරිවාරක ද්‍රව්‍ය ලෙස ක්‍රියාකරන්නේ මෙවැනි ප්‍රබල සහසංයුත බන්ධන ඇති ද්‍රව්‍යයන් ය.

අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යවල ද පරමාණු බැඳී ඇත්තේ සහසංයුත බන්ධන ලෙසිනි. නමුත් මෙම සහසංයුත බන්ධන පරිවාරක ද්‍රව්‍යවල ඇති බන්ධන තරම් ප්‍රබල එවා නොවේ. එබැවින් අඩු ගක්කී ප්‍රමාණයක් ලබා ගෙන මුවද මෙම බන්ධනවලින් මිදී නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ඇති කිරීමට මේවාට හැකි ය.

### 1.3 නිසග අර්ධ සන්නායක



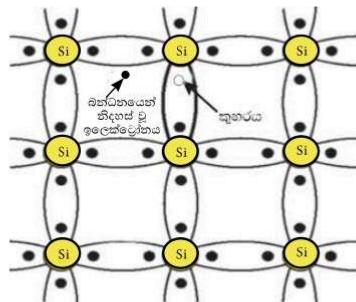
1.2 රුපය  
එක ස්ථාවකීය අර්ධ සන්නායකය (Single-Crystal Semiconductor)

ආවර්තනා වගුවේ තත්ත්වය (iv) කාණ්ඩයේ ඇති මූලද්‍රව්‍යවල බාහිර කවචයේ (සංයුතතා) ඉලක්ට්‍රොන තත්ත්වක් ඇති හෙයින් පරමාණු එක්වී ලෝහ දැලිස (Crystal Lattice) සැදිමේ දී අසල ඇති පරමාණු තත්ත්ව ඉලක්ට්‍රොන පොදුවේ තබා ගෙන සංයුතතා කවචයේ ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණය සමග ඉලක්ට්‍රොන පොදුවේ තබා ගෙන සහසංයුතතා කවචයේ ඉලක්ට්‍රොන 8ක් සම්පූර්ණ කර ගනියි. මෙම දැලිස නිරමාණය වී ඇති ආකාරය 1.2 රුපයේ දැක්වේ. සත්‍ය වශයෙන් මෙම පරමාණු, දැලිස තුළ ඇත්තේ වතුස්තල ආකාර තුළාණ ව්‍යුහයකින් වුවත් මෙහිදී එහි ගුණ පැහැදිලි කිරීම සඳහා තලිය ව්‍යුහයක් හාවිත කොට ඇති.

අර්ධ සන්නායක සංයුද්ධ තත්ත්වයෙන් ඇති විට එවා නිසග අර්ධ සන්නායක යනුවෙන් භැඳින්වේ. පරිවාරකවල මෙන් නොව මේවායේ ඇති සහසංයුත බන්ධන දුරවල හෙයින් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී මුවද (තාපය සේවනුවෙන්) මෙහි සමහර බන්ධන බිඳී ඉලක්ට්‍රොන නිදහස් වේ. මෙමෙස බිඳී වැවෙන සැම බන්ධනයකින් ම ඉලක්ට්‍රොන උන වූ ස්ථානයක් හෙවත් "කුහරයක්" (hole) සහ නිදහස් ඉලක්ට්‍රොනයක් දැලිසට එකතු වේ.

මේ අයුරින් බිඳී වැවෙන බන්ධනවලින් ඇති වන නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන තැවත කුහර සමග ප්‍රතිසංයෝගනය (Recombination) වී තැවතන් බන්ධන ඇති වීම සිදු වේ. මෙම කුහර ඉලක්ට්‍රොන පුළුල ජනන (Electron-hole pair generation) හා ප්‍රතිසංයෝගන ක්‍රියාවලි ද්‍රව්‍යයේ උෂ්ණත්වයට අනුරූප ව ගතික සම්බුද්ධිත තත්ත්වයකට පත් ව යම් කුහර හා නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණයක් දැලිස තුළ ඉතිරි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.



1.3 රේකය

කුහර සහ නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ඇති වන ආකාරය 1.3 රේකයෙන් දැක්වේ.

සන්නායකයක විද්‍යාත්‍ය සන්නායනය කරනුයේ නිදහස් ඉලක්ට්‍රොනවලින් පමණි. නමුත් අර්ථ සන්නායකවල සිදු වන විද්‍යාත් සන්නායනයට එහි ඇති 'කුහර' හා නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන යන දෙවර්ගය ම දායක වේ. එමතිසා මෙම කුහර සහ නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන පොදුවේ 'වාහක' ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. අනුස්‍යා අංශය මෙම පිටපත මූල්‍ය මත ප්‍රතිච්‍රිත කළයා ඇත.

ඉහත දැක්වූ නිසග අර්ථ සන්නායකවල කාමර උෂ්ණත්වයේ දී (300 K) වාහක සාන්දුන පහත දැක්වේ.

1.3 වගු - Ge හා Si 300 K දී වාහක සාන්දුන

| අර්ථ සන්නායකය   | නිසග වාහක සාන්දුනය                   |
|-----------------|--------------------------------------|
| Ge - ජර්මෝනියම් | $2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ |
| Si - සිලිකන්    | $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ |

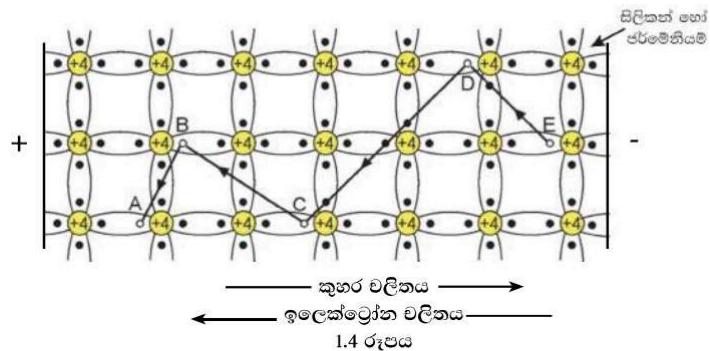
උෂ්ණත්වය ඉහළ යන විට තවදුරටත් දැලිසේ බන්ධන තිබෙන හෙයින් මෙම සාන්දුනය විශාල ලෙස වෙනස් වේ. බන්ධන ගක්තිය අඩු ම වන්නේ Geවල නිසා උෂ්ණත්වය අනුව වාහක සාන්දුනය විශාල ලෙස වැඩි වන්නේ ජර්මෝනියම්වල ය. සිලිකන්වලට උෂ්ණත්වයේ බලපෑම අඩු ය. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සිදුවන මෙම බන්ධන බිඳු වැට්ම "තාප්‍ර කැලුම්" (Thermal Agitation) ලෙස හැඳින්වේ.

#### 1.4 අර්ථ සන්නායකවල බාරා ගැලීමේ යාන්ත්‍රණය

තාප්‍ර කැලුම් නිසා නිසග අර්ථ සන්නායකයක් තුළ යම් නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණයක් හා එයට සමාන කුහර ප්‍රමාණයක් ඇති වන බව අපි දනිමු. මෙම ක්‍රියාව ඉලක්ට්‍රොන-කුහර පුළුල ජනනය (Electron-hole pair generation) ලෙස හඳුන්වමු. එමෙහි මෙම නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන සමඟ තැවත කුහර සමග ප්‍රතිසංස්කරණය (Recombination) වී බන්ධන සැදෙයි. මෙම ක්‍රියා දෙක අවසානයේ දී යම් නියමිත නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණයක් හා සමාන කුහර ප්‍රමාණයක්, ස්ථිරික දැලිස තුළ පවත්වා ගනිමින් ගෙනික සමතුලිතතාවකට පත් වේ. මෙමෙස යම් උෂ්ණත්වයක දී පවතින නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන සාන්දුනය  $n_e$  විළින් ද කුහර සාන්දුනය  $n_h$  විළින් ද නිරුපත්‍ය කරමු. මෙම සාන්දුන සැම විමත සමාන වේ ( $n_e = n_h$ ), අර්ථ සන්නායකයේ වාහක සාන්දුනය (Carrier Concentration) ලෙස හැඳින්වෙන්නේ මෙමෙස ඇති ඉලක්ට්‍රොන හෝ කුහර සාන්දුනයයි. වාහක සාන්දුනය  $n_i$  ලෙස දක්වමු.

$$n_i = n_e = n_h$$

නිසග අර්ථ සන්නායකයේ දෙකළවර විහාන අන්තරයක් ඇති කළ විට අර්ථ සන්නායකය තුළ විදුත් ක්ෂේත්‍රයක් ( $E$ ) හට ගනී. මෙම ක්ෂේත්‍රය මගින් ඇති වන බලය හේතුකාට ගෙන ක්ෂේත්‍රයට විරැදුව, ඒලාවිත ප්‍රවේශයෙන් ( $v$ ) ඉලක්ට්‍රොන වලනය වේ. මේ නිසා ඉලක්ට්‍රොන ගලන දිගාවට විරැදුව දිගාවට විදුත් බාරාවක් හට ගනී. මෙම බාරාව  $I_e$  වලින් දක්වමු. අර්ථ සන්නායකය තුළ ඇති කුහර ධෑත අඟෝපණවලට අනුරූප හෙයින් ක්ෂේත්‍රයේ දිගාවට කුහර බාරාවක් හට ගනියි. නිසග අර්ථ සන්නායක දැලීස තුළ කුහර වලනය වන ආකාරය පහත 1.4 රුපයේ දැක්වේ.



කුහර වලනය විම සිදුවනුයේ බන්ධන සමග තුවමාරුවීමෙන් කුහරවල ඒලාවිත ප්‍රවේශය ඉලක්ට්‍රොනවල ඒලාවිත ප්‍රවේශය ( $v$ ) ට වඩා කුඩා වේ. මෙය  $v'$  වලින් දක්වමු. කුහර බාරාව  $I_h$  වලින් දක්වමු. අර්ථ සන්නායකය හරහා ගලන මූල බාරාව වන්නේ මෙම බාරා දෙකේ එකතුවයි. මෙය  $I_i$  වලින් දක්වමු. (නිසග වාහක බාරාව)

$$I_i = I_e + I_h$$

එමෙහි තැක්සම  $v > v'$  හෙයින්  $I_e > I_h$  වේ.

නිසග අර්ථ සන්නායකවල වැදගත් ගුණ කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

- (a) නිසග අර්ථ සන්නායකයේ උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට බන්ධන වැඩියෙන් බිඳ වැටෙන හෙයින් නිසග වාහක සාන්දුනය ( $n$ ) වැඩි වේ. මේ නිසා ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ. මේ නිසා නිසග අර්ථ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය සාණ (-) අයක් ගනියි.
- (b) අර්ථ සන්නායකයක් මතට පූඩුපූ තරංග ආයාමයක් ඇති විදුත් වූම්බක තරංගයක් පතින විට ගක්තිය අවශ්‍යතාව නොව බන්ධන බිඳී ඉලක්ට්‍රොන-කුහර ජනනය සිදු වන අතර අර්ථ සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ.
- (c) නිසග අර්ථ සන්නායක දැලීසකට තුන්වන කාණ්ඩයේ හෝ පස්ස්වන කාණ්ඩයේ (සංයුත ඉලක්ට්‍රොන වූක් හෝ රුක් ඇති) මූලුව්‍යයක ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් එක්කළ හොත් වාහක සාන්දුනය ඉතා විශාල ලෙස වැඩි වන හෙයින් ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ. මෙම ක්‍රියාව 'මානුණය' (Doping) ලෙස හැඳින්වෙන අතර එකතු කරන මූලුව් "අප්‍රිලුව්" (Impurity elements) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය පිළිබඳ ව බාහා අර්ථ සන්නායක පිළිබඳ ඉගෙනිමේ දී වැඩි දුරටත් සාකච්ඡා කෙරෙයි.

## 1.5 බාහා අර්ධ සන්නායක (Extrinsic Semiconductors)

නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිස තුළට ආවර්තිතා වගුවේ III හෝ V වන කාණ්ඩයේ මූල්‍යව්‍යයක ඉතා ස්වල්පයක් එකතු කිරීම “මාත්‍රණය” (Doping) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. බාහිරින් එකතු කරන ලද මූල්‍යව්‍ය “අපමූලදුව්‍ය” (Impurity Elements) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම නිසග අර්ධ සන්නායකයකට අපමූලදුවයක් මාත්‍රණය කළ විට එහි විශ්‍යුත් සන්නායකතාව ඉතා විශාල ලෙස වැඩි වේ. එම අර්ධ සන්නායකය බාහා අර්ධ සන්නායකයක් (Extrinsic Semiconductor) ලෙස හැඳින්වේ.

මාත්‍රණය කිරීමට යොදා ගන්නා අපමූලදුව්‍ය (අපදුව්‍ය) V කාණ්ඩයේ (සංපුර්ණ ඉලෙක්ට්‍රොන් පහක් ඇති) හෝ III කාණ්ඩයේ (සංපුර්ණ ඉලෙක්ට්‍රොන් තුනක් ඇති) විම අනුව බාහා අර්ධ සන්නායක වර්ග දෙකකට බෙදෙයි.

- (a) n – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (n – type semiconductors)
- (b) p – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (p – type semiconductors)

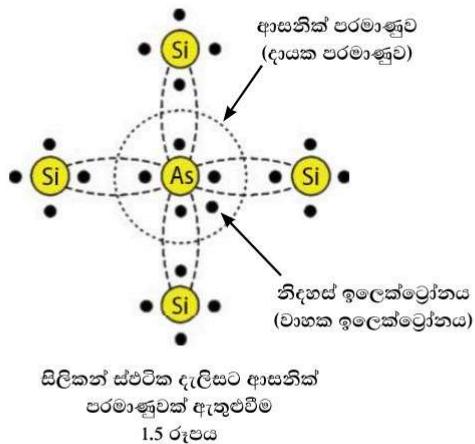
### 1.5.1 n – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසකට පස්වන (V) කාණ්ඩයේ මූල්‍යව්‍යයන් වූ පොස්පරස් (P), ආසනික් (As), ඇන්ට්‍මෙන් (Sb), හෝ බිස්මල් (Bi) වැනි ලෝහයක ඉතා සූළු ප්‍රමාණයක් මිශ්‍ර කළ විට නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසේ ඇති සංපුර්ණ ඉලෙක්ට්‍රොන් සමඟ බන්ධන සාදන ආකාරය සලකා බලමු. උදාහරණයක් ලෙස සිලිකන් නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසකට ආසනික් පරමාණුවක් එක් කළ විට අසල ඇති Si පරමාණු හතර සමඟ As පරමාණුවේ සංපුර්ණ පරමාණු හතරක් එකතු වී බන්ධන සාදයි. As පරමාණුවේ ඇති පස්වන සංපුර්ණ ඉලෙක්ට්‍රොනය බන්ධනයකට සහභාගී නොවී දැලිස තුළ ඉතිරි වේ. මෙම ආසනික් පරමාණුව තම සංපුර්ණ කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රොන් පික් සම්පූර්ණ වී ස්ථාපිතාවට පත් වේ. ආසනික් පරමාණුවෙන් දැලිසට ලැබුණු බන්ධනවලට සම්බන්ධ නොවූ ඉලෙක්ට්‍රොනය නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොනයක් ලෙස දැලිස තුළ පවතී.

මෙම නිදහස් වන ඉලෙක්ට්‍රොනවලට නිදහස් දැලිස තුළ වලනය විය හැකි හෙයින් දැලිසේ සන්නායකතාව විශාල ලෙස වැඩි වේ. 1.5 රුපයේ දැක්වෙනයේ මෙවැනි බාහා සිලිකන් දැලිසක බන්ධන සැදී ඇති ආකාරයයි.

මෙම සන්නායනයට හැඳුව්ල් විය හැකි අමතර ඉලෙක්ට්‍රොනය හෙවත් ‘වාහකය’ (Carrier) සාන් (negative) ආරෝපිත හෙයින් මෙම වර්ගයේ බාහා අර්ධ සන්නායක n – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ. මෙහිදී ආසනික් පරමාණුව අපදුව්‍යය ලෙස ගැනෙන අතර එමයින් දැලිසට “වාහක” ලබා දෙන බැවින් ආසනික් පරමාණු “දායක පරමාණු” (Donor Atoms) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. සෑම දායක පරමාණුවකින් ම එක් වාහකයක් බැඳින් දැලිසට එක් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.



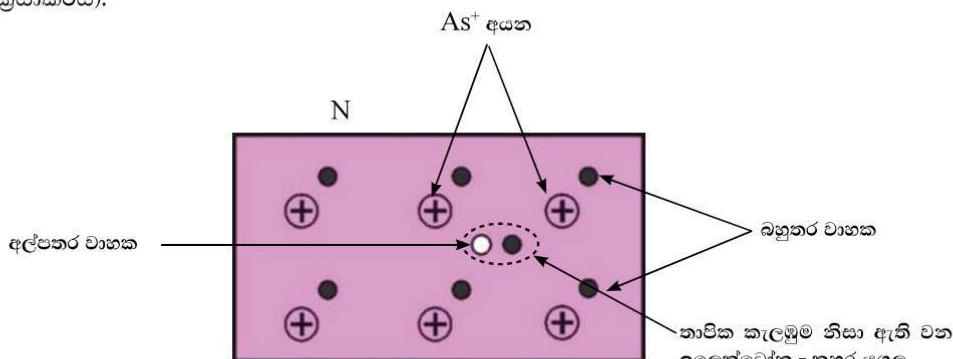
සාමාන්‍ය මාග්‍රුණ තත්ත්ව යටතේ, දායක පරමාණු මගින් ලබා දෙන අමතර නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොන සාන්දුණය ( $N_D$ ) නිසා අවස්ථාවේ දී අර්ථ සන්නායකය කුළුවූම මගින් ඇති වූ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොන සාන්දුණය ( $n_e$ ) ට වඩා ඉතා විශාල වේ.

දැන්  $N_D \gg n_e$  බැවින් මූල්‍ය ඉලෙක්ට්‍රොන සාන්දුණය  $N_D + n_e \approx N_D$  ලෙස සලකනු ලැබේ.

මෙම  $n$  – වර්ගයේ බාහා අර්ථ සන්නායකයේ ඇති කුහර සාන්දුණය ආසන්න ලෙස නිසා අවස්ථාවේ පැවති කුහර සාන්දුණය  $n_h$  ට සමාන වන අතර  $n_h = n_e$  ද වේ.

මේ අනුව  $n$  – වර්ගයේ බාහා අර්ථ සන්නායකයේ ඇති කුහර සාන්දුණය එහි නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොන සාන්දුණයට වඩා ඉතාමත් කඩා වේ. එබැවින්  $n$  – වර්ගයේ බාහා අර්ථ සන්නායකයේ ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොන ,”බහුතර වාහක” (Majority Carriers) ලෙස ද කුහර, ”අල්පතර වාහක” (Minority Carriers) ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

මෙම බහුතර වාහකන් අල්පතර වාහකන් විෂුන් සන්නයනයට දායක වන නමුත් අල්පතර වාහක ඇත්තේ ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් හෙයින් අල්පතර වාහක මගින් විෂුන් සන්නයනයට වන දායකත්වය නොසලකා හැරිය හැකි ය. (මෙහිදී As දායක පරමාණුව As<sup>+</sup> අයනයක් ලෙස කියාකරයි).

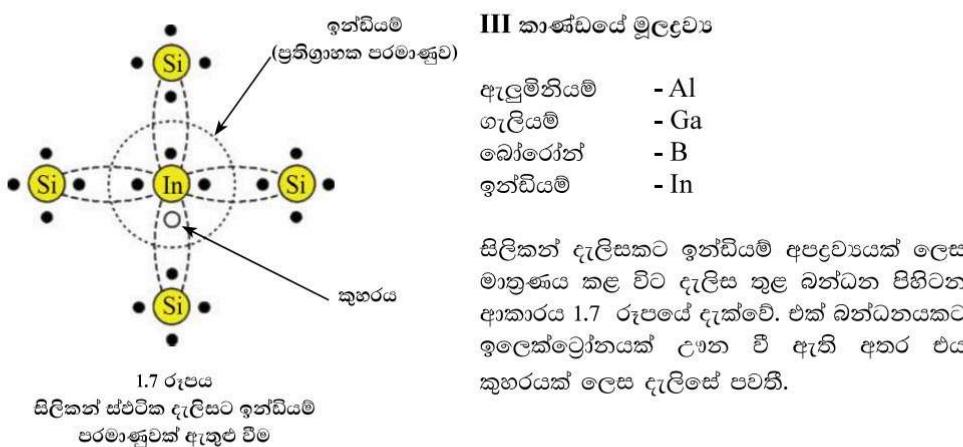


n- වර්ගයේ බාහා අර්ථ සන්නායක නිරුපණය

බාහා අර්ධ සන්නායකවල ද දැලිසේ ඇති මුළු ප්‍රෝටෝන ප්‍රමාණය ඉලක්ට්‍රොන ප්‍රමාණයට සමාන හෙයින් දැලිස විදුත් වශයෙන් උදාහිත වේ. ඉලක්ට්‍රොනයක් ඉවත් වූ ආයනික් පරමාණු දහ අයන ලෙස දැලිස තුළ පවතී. (දැලිසේ උෂ්ණත්වය අනුව තම මධ්‍ය පිහිටුම වටා පමණක් දේශීලනය වෙමින් පවතී)

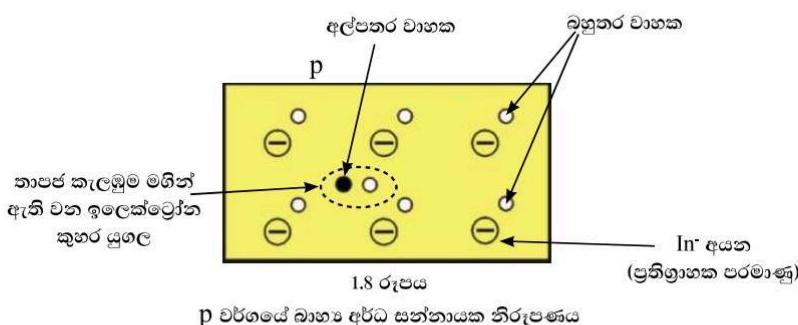
### 1.5.2 p – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (p – Type Semiconductors)

නිසග Si දැලිසකට අපද්‍රව්‍යයක් ලෙස සංයුත්තා ඉලක්ට්‍රොන තුනක් ඇති III කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කළ හොත් එම අපද්‍රව්‍ය පරමාණුවට බන්ධනයක් සැදීමට (බාහිර කවචයේ ඉලක්ට්‍රොන අටක් සමිපුර්ණ කර ගැනීමට) එක් ඉලක්ට්‍රොනයක උගතාවක් දැලිස තුළ ඇති වේ.



මේ නිසා දැලිසට එකතු වන සැම ඉන්ඩියම් පරමාණුවකින් ම දැලිසට එක් කුහරය බැඳින් (වාහක) එකතු වේ. මෙහිදී ඉන්ඩියම් පරමාණුවලට ඉලක්ට්‍රොන "ප්‍රතිග්‍රාහණය" කළ හැකි හෙයින් එය "ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුව" (Acceptor Atom) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මාත්‍රණයේදී ඇති වන කුහර ධන (positive) ආරෝපණයකට අනුරූප හෙයින් මෙම අර්ධ සන්නායක p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙහිදී ඉන්ඩියම් ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුව In<sup>+</sup> ආයනයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

n – වර්ගයේ බාහා අර්ධ සන්නායකයක් සඳහා දැක්වූ ආකාරයෙන් ම, p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක දී ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුවලින් ලැබෙන කුහර සාන්දුනය ඉතා විශාලය. එහි පවතින නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන සාන්දුනය ඉතා කුඩාය. එබැවින් p – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයේ ඇති "කුහර", බහුතර වාහක ලෙස දී "නිදහස් ඉලක්ට්‍රොන්", අද්‍රේනාල වාහක ද ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

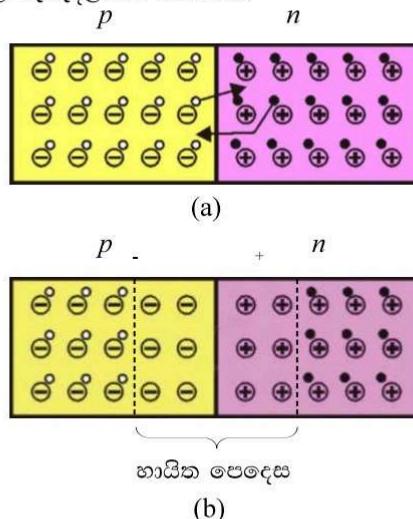
### බාහා අර්ථ සන්නායකවල පොදු ගුණ

- ★ බාහා අර්ථ සන්නායකවල මාත්‍රණ මට්ටම වැඩි කරන විට බහුතර වාහක සාන්දුණය වැඩි වන හේඛින් එහි සන්නායකතාව වැඩි වේ (ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ.)
- ★ බාහා අර්ථ සන්නායකයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට බන්ධන බිඳීම වැඩි වන හේඛින් අල්පතර වාහක සාන්දුණය වැඩි වේ. නුත්ත් මේ නිසා සන්නායකතාව වැඩි වන්නේ සූල් වශයෙනි. (මාත්‍රණය නිසා බහුතර වාහක වැඩි වූ ප්‍රතිගතය බන්ධන බිඳීම නිසා අල්පතර වාහක වැඩ්වීමේ ප්‍රතිගතයට වඩා බෙහෙවින් විශාල වේ.)

### 1.6 p – n සන්ධියක ක්‍රියාව

p හා n වර්ගයේ බාහා අර්ථ සන්නායක දෙකක් මගින් සන්ධියක් යැදු විට එය p – n සන්ධියක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. p හා n අර්ථ සන්නායක දෙකක් ස්ථාපිත වන සේ තැබීමෙන් හේ පැශ්චිමෙන් මෙලෙස සන්ධි යැදිය නොහැකි අතර ඒ සඳහා නිසා අර්ථ සන්නායක කැබැල්ක දෙපස III හා V කාණ්ඩයේ පරමාණු මගින් විශේෂීත ක්‍රම යොදා ගෙන මාත්‍රණය කළ යුතු ය.

p – n සන්ධිය සකසන විටම සන්ධිය අසල ඇති බහුතර වාහක ප්‍රතිවිරෝධ දැකිවේ ඇති ක්ෂාත්‍ර සහ ඉලෙක්ට්‍රොන සමඟ ප්‍රතිසංස්ශ්‍යනය විමත පෙළලඇ. p අර්ථ සන්නායකයේ ඇති බහුතර වාහක වූ “ක්ෂාත්‍ර” සන්ධිය හරහා n අර්ථ සන්නායකයට විසරණය වන අතර n අර්ථ සන්නායකයේ ඇති “ඉලෙක්ට්‍රොන”, p අර්ථ සන්නායකයට විසරණය වී ප්‍රතිසංස්ශ්‍යනයට හවුල් වේ. මෙම ක්‍රියාව පහත 1.9 (a) සහ (b) රුපවිල පැහැදිලි කර පෙන්වයි.



1.9 රුපය

මේ නිසා සන්ධිය අසල ඇති උදාසීන පරමාණු අයන බවට පත් වේ.

p පෙදෙසට අමතර ඉලෙක්ට්‍රොන පැමිණීම නිසා එහි සාන ආරෝපණයක්න් n පෙදෙසෙන් ඉලෙක්ට්‍රොන ඉවත්වීම නිසා එහි දෙන ආරෝපණයක්න් ඇති වේ. මෙම ක්‍රියාව ක්ෂාත්‍ර ව සිදු වන අතර අවසානයේද ඒ පි ඇති සාන ආරෝපණ මගින් එයට තවදුරටත් ඉලෙක්ට්‍රොන පැමිණීමටත් n පෙදෙසේ ඇති දෙන ආරෝපණ නිසා එයට තවදුරටත් ක්ෂාත්‍ර පැමිණීමටත් නොහැකි ව මෙම ක්‍රියාව සම්මුළුතතාවකට පත් වේ. එම අවස්ථාවේ p අර්ථ සන්නායකයට සාන විහාරයක්න් n අර්ථ සන්නායකයට දෙන විහාරයක්න් ඇති ව තිබෙන අතර මෙම විහාර අන්තරය අභ්‍යන්තර

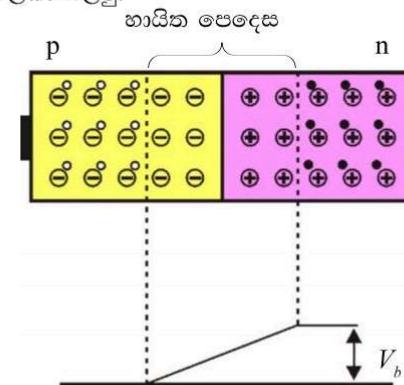
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

විහාර බාධකය (Internal Potential Barrier) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. 1.10 රූපයෙන් මෙය දැක්වේ. මෙම අවස්ථාවේ p – n සන්ධිය අසල p හා n අර්ධ සන්නායක තුළ ආරෝපණ වාහක නොමැති ප්‍රදේශයක් ඇති වී තිබේ. මෙම කළාපය හින ස්තරය (Depletion Layer) හෙවත් භායිත ප්‍රදේශ (Attenuated Region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉහත සඳහන් කළ අභ්‍යන්තර විහාර බාධකය ( $V_b$ ) කළේන් කේතෙක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. හින ස්තරය  $10^{-6}$  m තරම් කුඩා වූ කළාපයකි. මෙම කළාපවල පළල මාත්‍රණ මට්ටම මත වෙනස් වේ. කාමර උෂ්ණත්වයේ දී විවිධ බාහා අර්ධ සන්නායකවල හට ගන්නා අභ්‍යන්තර විහාර බාධකයේ දළ අගයන් පහත දැක්වේ.

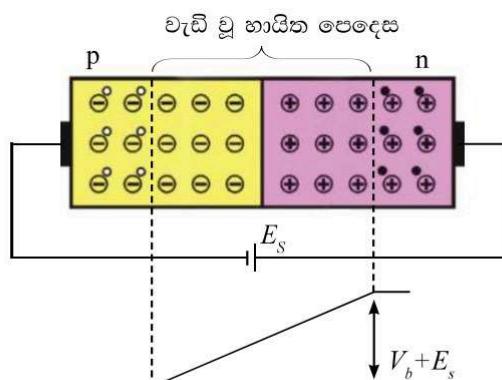
|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| සිලිකන්                 | 0.7 V (0.6 ~ 0.7 V) |
| ජ්‍යෝතිෂ්‍යා ප්‍රාග්ධනය | 0.3 V (0.2 ~ 0.3 V) |

### 1.7 p – n සන්ධියක් පෘෂ්ඨ නැඹුරු කිරීම (Reverse Biasing)

p – n සන්ධියක් භරහා p ප්‍රදේශට සානු අගය සිටින සේ බාහිර විදුලින්ගාමක ප්‍රහාරයක් සම්බන්ධ කළ විට සිදු වන ක්‍රියාව සලකා බවලු.



(a)



(b)

### 1.10 රූපය

බාහිර  $E_s$  විදුලින්ගාමක බලය නිසා p ප්‍රදේශේ ඇති ක්ෂේර (ධන ආරෝපණයකට අනුරූප) විදුලින්ගාමක බලයේ සානු අගුර දෙසටත්, n ප්‍රදේශේ ඇති ඉලක්ට්‍රොන බාහිර විදුලින්ගාමක බලයේ දන අගුර දෙසටත් විසරණය වී භායිත ප්‍රදේශ තවත් පූර්වී වේ. මේ නිසා අභ්‍යන්තර විහාර බාධකය

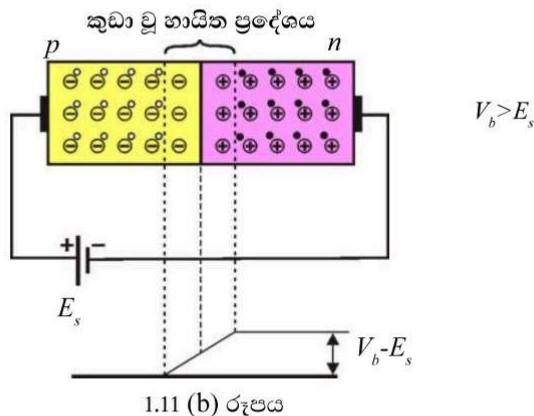
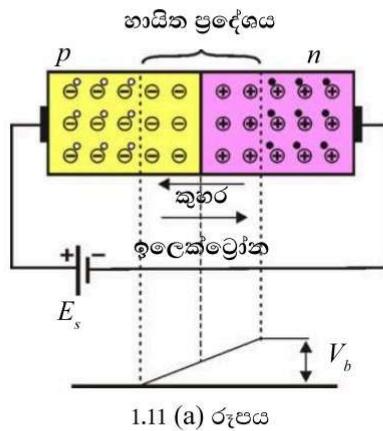
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

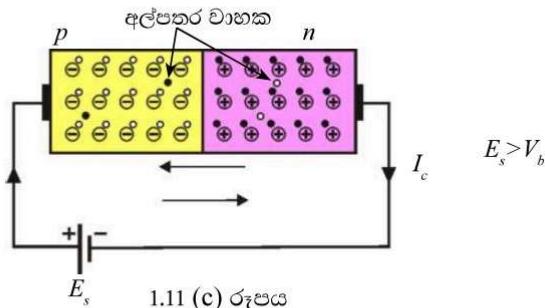
$V_b + E_s$  දක්වා වැඩි වන අතර සන්ධිය නැවතන් සමතුලිතකාවට පත් වේ. මෙම ක්‍රියාවේ දී සන්ධිය හරහා කිහිදු ආරෝපණයක් නො ගලන හෙයින් ධාරාව ගැලීමක් ද සිදු නොවේ. මෙලෙස p-n සන්ධියකට නැඹුරු විහාරයක් සැපයීම “සන්ධිය පසු නැඹුරු කිරීම” ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

නමුත් p හා n පෙදෙස්වල ඇති අල්පතර වාහක සඳහා මෙම විභ්ව බාධකය ඇත්තේ බාධකයක් ලෙස නොවේ. එබැවින් p හි ඇති අල්පතර වාහක වූ ඉලෙක්ට්‍රොනන් ම හි ඇති අල්පතර වාහකය වූ ක්‍රහරන් සන්ධිය හරහා නැඹුරු පරිපථය ඕස්සේ ගළා යයි. කාප්‍ර කැලුම් මගින් අල්පතර වාහක ඇති විමෙන් ශිෂ්ටාව මත තීරණය වන්නා වූ මෙම ක්‍රඩා ධාරාව සන්නාප්ත කාන්ද ධාරාව (Saturation Leakage Current) ලෙස තැබින්වේ. උෂ්ණත්වය අනුව ඒකීය කාලයක දී ජනනය වන අරෝපණ සන්ධිය හරහා ගලන හෙයින් මෙය තීයත සන්නාප්ත ධාරාවක් වේ. මෙම කාන්ද ධාරාව ( $I_s$ ) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට පුළු වශයෙන් වැඩි වේ. මෙය  $\mu\text{A}$  ගණනේ ක්‍රඩා ධාරාවක් හෙයින් බොහෝ අවස්ථාවල නොසලකා හරිනු ලැබේ.

### 1.8 p-n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කිරීම (Forward biasing)

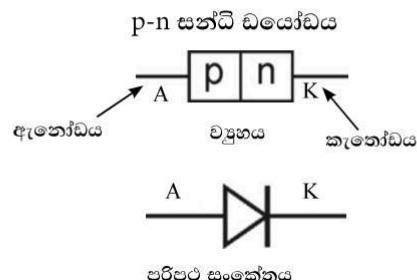
මෙහි දී p පෙදෙසට ධින අගයන් n පෙදෙසට සානු අගයන් සිටින සේ බාහිර  $E_s$  විද්‍යුත්ගාමක බලය සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. එවිට p පෙදෙසේ ඇති ක්‍රහරන් n පෙදෙසේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රොනන් සන්ධිය දෙසට තැලු වන අතර භායින පෙදෙස ක්‍රඩා වේ.  $E_s$  බාහිර විද්‍යුත්ගාමක බලය  $V_B$  අභ්‍යන්තර විභ්ව බාධකය ඉක්ම වූවහොත් සන්ධිය හරහා නොනැවති වාහක වලනය විමෙන් නැඹුරු පරිපථය හරහා ධාරාව ගළා යයි. මෙහි දී සිදු වන ක්‍රියාව 1.11 (a), (b) හා (c) රුපවල දැක්වේ.





මෙහි දී සන්ධිය හරහා ධාරාව ගැලීමට බහුතර වාහක ඉවහල් වේ. එබැවින් මෙම අවස්ථාව p-n සන්ධිය පෙර නැඹුරු කිරීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම අවස්ථාවේ දී අල්පතර වාහක සඳහා සන්ධිය පසු නැඹුරු හෙයින් අල්පතර වාහක මගින් ධාරාවක් නො ගෙයි.

p-n සන්ධිය සාමාන්‍ය ලෝහ සන්ධියක් මෙන් නොව, බාහිර විහාරයක් මගින් පෙර නැඹුරු කළ විට සන්ධිය හරහා ධාරාව ගළා යාමට ඉඩ දැමක් පසු නැඹුරු කළ විට ධාරාව ගැලීමට ඉඩ නො දැමක් නිසා p-n සන්ධිය “කපාවයක” (Valve) ආකාරයට ක්‍රියා කරයි.



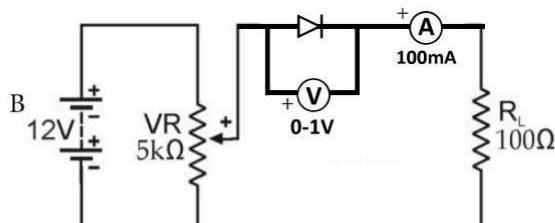
වියෝගක p හා n අර්ධ සන්නායක පිහිටන ආකාරයන් ඒ සඳහා භාවිත වන සංකේතයන් 1.12 රුප සටහනේ දැක්වේ. පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී ධාරාව (ඉදිරි ධාරාව) ගලන දිගාව වියෝග සංකේතයේ ඇති රී හිසෙන් දැක්වේ. මේ සඳහා p පෙදෙස බාහිර දන විහාරයටන් n පෙදෙස බාහිර සාන් විහාරයටන් සම්බන්ධ කර සන්ධිය ඉදිරි නැඹුරු කළ යුතු ය. මෙහිදී p පෙදෙස සම්බන්ධ වී ඇති දන අගුර ඇනෝච්ඡය (A) ලෙසන් n පෙදෙස සම්බන්ධ වී ඇති සාන් අගුර කැනෝච්ඡය (K) ලෙසන් නම් කරනු ලැබේ. බාහිර පරිපථයේ ධාරාව කැනෝච්ඡයේ සිට ඇනෝච්ඡය වෙතටන් p-n සන්ධිය හරහා ධාරාව ඇනෝච්ඡයේ සිට කැනෝච්ඡය වෙතටන් ගළා යයි. පොදුවේ p-n සන්ධිවලින් මේ ආකාරයට සැදු වියෝග සන්ධි වියෝග සංකේතය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

### 1.9 p – n සන්ධි වියෝගය $V$ - $I$ ලාක්ෂණික වතුය

p – n සන්ධි වියෝගක් පෙර නැඹුරු හෝ පසු නැඹුරු කරන විට එය හරහා ගලන ධාරාව විවෘතය වන ආකාරය අමි දැන් සලකා බලම්. මේ සඳහා විද්‍යුත් පරිපථ දෙකක් භාවිත කළ

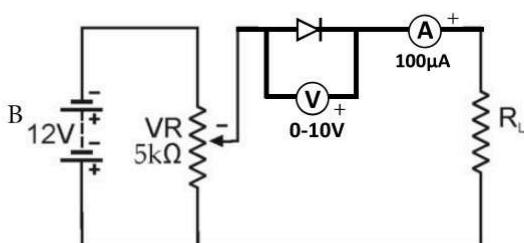
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

පුතු වේ. VR විවෘත ප්‍රතිරෝධකය (1.13 (a) රුපය) විහාර බෙදුමක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය සූයුසු ලෙස සිරුමාරු කිරීමෙන් පෙර නැඹුරු විහාර අවශ්‍ය ලෙස වෙනස් කළ හැකි ය. ඒ අනුව පෙර නැඹුරු බාරාව මිලිංඡම්ටරයෙන් සොයා ගත හැකි ය.



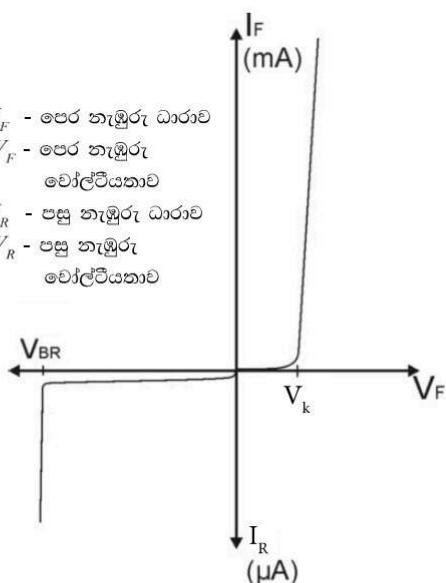
1.13 (a) පෙර නැඹුරු පරිපථය

1.13 (b) රුපයේ දැක්වෙන පරිපථය පසු නැඹුරුව අධ්‍යාපනය සඳහා භාවිත කෙරේ. මෙහි දී B කොළඹයේ අග්‍ර මාරු කර සම්බන්ධ කර අතර ඒ අනුව වෝල්ටෝම්ටරයේ හා ඇම්ටරයේ අග්‍ර දී මාරු කර ඇත. මෙහි ගලන බාරාව  $\mu\text{A}$  ගණයේ භැඩින් මේ සඳහා  $100\mu\text{A}$  මැයිනොංඇම්ටරයක් යොදවා ඇත.



1.13 (b) පසු නැඹුරු පරිපථය

$I_F$  - පෙර නැඹුරු බාරාව  
 $V_F$  - පෙර නැඹුරු වෝල්ටෝම්ටරයාව  
 $I_R$  - පසු නැඹුරු බාරාව  
 $V_R$  - පසු නැඹුරු වෝල්ටෝම්ටරයාව



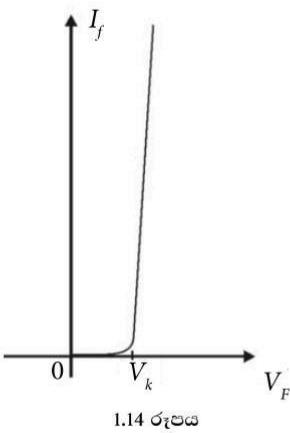
1.13 (c)

මෙවැනි පරීක්ෂණයකින් ලබා ගත්තා ලද පාඨාලක ඇසුරෙන් අදින ලද  $V-I$  වකුයක දළ සටහනක් 1.13 (c) රුපයෙන් දැක්වේ. පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී එක්තරා වෝල්ටෝම්ටරක් දක්වා මැනිය හැකි තරම බාරාවක් නො ගලන බවත් එයින් පසු සූල් විහාර වෙනසකට පවා ඉතා සංවේදී ලෙස බාරාව වැඩි වන බවත් මේ අනුව පෙනෙන්.

මෙම වකුයේ විශේෂ ලක්ෂණ අඩි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

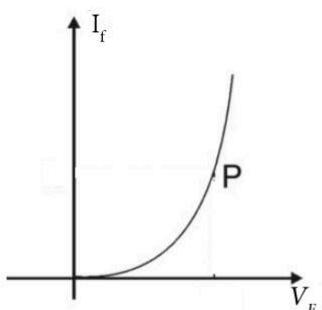
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

### 1.9.1 කැපී යන වෝල්ටීයතාව/දණටි වෝල්ටීයතාව (Cut-in Voltage/Knee Voltage - $V_k$ )



පෙර නැඹුරු විහාරය වැඩි කරන විට පෙර නැඹුරු ධාරාව සිසුව වැඩි විම ආරම්භ වන අවස්ථාවේ ඇති වෝල්ටීයතාව කැපී යන වෝල්ටීයතාව හෝ දණටි වෝල්ටීයතාව ( $V_k$ ) ලෙස හැඳින්වේ. වතුයේ රේඛිය කොටස පසු පසට දිගු කොට (බහිර්නිවේගනය) විහාර අක්ෂය කැපෙන ස්ථානය මෙම කැපී යන වෝල්ටීයතාව ( $V_k$ ) වේ. ඩයෝඩයේ මෙම ක්‍රියාවට හේතුව  $p-n$  සන්ධියේ අනුත්තර විහාර බාධකයයි. මෙම විහාර බාධකය ඉක්ම වූ පසු බොහෝ දුරට රේඛිය ව පෙර නැඹුරු විහාරය ( $V_F$ ) සමඟ පෙර නැඹුරු ධාරාව ( $I_F$ ) වැඩි වේ. සිලිකන් (Si) ඩයෝඩක් සඳහා මෙම  $V_k$  අයය 0.6 V පමණ වේ. ජ්‍යෙෂ්ඨ ඩයෝඩක් සඳහා මෙය 0.2 V පමණ වන අතර ගැලියම් ආසන්නයි ඩයෝඩක් සඳහා 1.2 V පමණ වේ.

ඩයෝඩක ප්‍රතිරෝධය

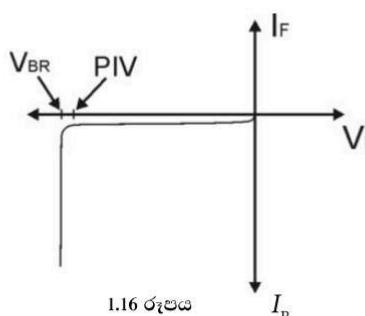


ඩයෝඩක් මිමික සන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා නො කරන බව වතුය අනුව අපට පෙනෙන්. ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය විවිධ පෙර නැඹුරු විහාරය දී වෙනස් වේ. කැප යන විහාරය ඉක්මවා ඩයෝඩ ඉකාල ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන අතර, එම අයය ඉක්ම වූ පසු දළ වශයෙන් රේඛිය ව පෙර නැඹුරු විහාරය සමඟ පෙර නැඹුරු ධාරාව වෙනස් වේ. එම අවස්ථාවේ ප්‍රතිරෝධය කුඩා අයක් ගනියි.

1.15 රුපය

### 1.9.2 පසු සන්නාප්ත ධාරාව/ කාන්දු ධාරාව - $I_R$ (Reverse Saturation Current)

ඩයෝඩ පසු නැඹුරු කරන විට පසු නැඹුරු විහාරය යම් විකාල අගයක් ගන්නා තෙක් ඉතා කුඩා පසු නැඹුරු ධාරාවක් ගළා යන බව ලාක්ෂණික වතුය අනුව අපට පෙනෙයි. ජ්‍යෙෂ්ඨ ඩයෝඩක මෙය  $\mu\text{A}$  ගණයේ වන අතර සිලිකන් ඩයෝඩක දී  $\text{pA}$  ගණයේ වෙයි.



මෙම ධාරාව ඇති වන්නේ තාප්‍ර කැලුණුම් මගින් ඇති වන අල්පතර වාහක තීසාය. මෙම වාහක සඳහා ඉදිරි නැඹුරු විහාරයක් ලෙස මෙම බාහිර පසු නැඹුරු විහාරය ක්‍රියා කරයි. මෙම විහාරය විකාල හේඛින් තාප්‍ර කැලුණුම් මගින් ඇති වන සියලුම අල්පතර වාහක ධාරාව ගැලීමට හැඳුවේ වේ. එම නිසා මෙම ධාරාව සන්නාප්ත ධාරාවක් වේ.

ඒකක කාලයක දී ජනනය වන අල්පතර වාහක ප්‍රමාණය නියත වන හේඛින් නියත උෂ්ණත්වයක දී මෙම ධාරාව

නියත වේ. එම නිසා එම ධාරාව, පසු සන්නාප්ත ධාරාව (Reverse Saturation Current) හේවන් කාන්දු ධාරාව (Leakage Current) ලෙස හැඳින්වේ.

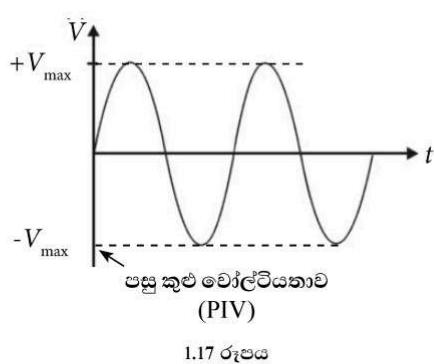
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

### 1.9.3 බිඳුවැටුම් විහාරය - $V_{BR}$ (Breakdown Voltage)

චියෝඩිය හරහා ඇති කරන පසු නැඹුරු විහාරය වැඩි කරන විට p-n සන්ධිය හරහා විදුළුත් ක්ෂේත්‍රය වැඩි වන අතර මෙම විදුළුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් අල්පතර වාහක මත විශාල බලයක් ( $F = Eq$  අනුව) ඇති වේ. මෙම බලය මගින් ත්වරණයක් ඇති වී අල්පතර වාහකවල ප්‍රවේශයත් එයට අනුරූප ව වාලක ගක්තියන් ( $\frac{1}{2} mv^2$ ) වැඩි වේ. මෙම වාලක ගක්තිය සහිත වාහකවලට දැලිපෙළ ඇති බන්ධනවල ගැටී ඒවා බිඳුවැටුමට හැකි වේ. මෙම ක්‍රියාව දාම ක්‍රියාවක් ලෙස සිදු වී ක්ෂේත්‍ර ව අල්පතර වාහක විශාල ප්‍රමාණයක් ජනිත වන අතර විශාල පසු නැඹුරු දාරාවක් හට ගනියි.

ඒ සමගම ගැලුම්වල දී මුක්ක වන කාපය හේතු කොට ගෙන සන්ධිය තාමික බිඳුවැටුමකට ලක් වේ. එවිට p-n සන්ධිය නැවත හාවිතයට ගත නොහැකි ලෙස විනාශ වේ. ප්‍රායෝගික ව ඔයෝඩියක් හාවිතයේ දී එයට යෙදෙන පසු නැඹුරු විහාරය බිඳුවැටුම් විහාරයට ලගා නොවන ලෙස හාවිත කළ යුතු ය. මෙලෙස සන්ධිය බිඳුවැටුම සිදු වන ක්‍රියාවලිය ඕස බිඳුවැටුම (Avalanche Breakdown) ලෙස හැඳින්වේ.

### 1.9.4 පසු කුළු වෝල්ටීයතාව - PIV (Peak Inverse Voltage)



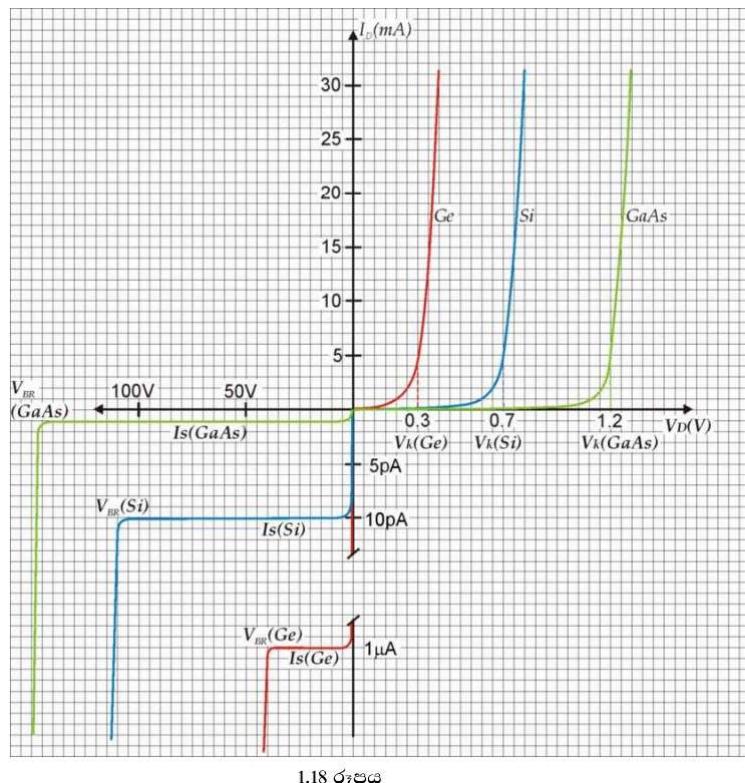
ප්‍රත්‍යාවර්තක විහාරයක් ඔයෝඩියක් වෙත යොමු කළ විට එම ප්‍රත්‍යාවර්තක විහාරයේ පසු කුළු වෝල්ටීයතාව ඔයෝඩිය හරහා පසු නැඹුරු විහාරයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේ නිසා ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාව සමග හාවිත වන ඔයෝඩිවල දී එහි බිඳුවැටුම් වෝල්ටීයතාව ( $V_{BR}$ ) එය සමග හාවිත වන ප්‍රත්‍යාවර්තක විහාරයේ පසු කුළු වෝල්ටීයතාවට වඩා සංඛ්‍යාත්මක ව විශාල විය යුතු ය. මේ නිසා ඔයෝඩි සඳහා වූ දත්ත සටහන්වල එය ආරක්ෂිත ව හාවිත කළ හැකි උපරිම පසු කුළු වෝල්ටීයතාව අගය (PIV) දක්වා ඇත (බිඳුවැටුම් විහාරයට අමතරව මෙම දත්තය දී ඇත). මෙම PIV අගයෙන් දැක්වෙන වෝල්ටීයතාව  $V_{BR}$  වෝල්ටීයතාවට වඩා අඩු වෝල්ටීයතාවක් වන අතර, ඔයෝඩි හාවිතයේ දී ප්‍රායෝගික ව වඩා වැළැගන් දත්තය වන්නේ ඔයෝඩියේ PIV අගයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

## අමතර දැනුමට

සිලිකන්, ජර්මෙනියම් සහ ගැලියම් ආසන්සිඩ් බියෝශ්චිවල ලාක්ෂණික වතු

පහත දැක්වෙන්නේ බියෝශ්චිවල වර්ග කිහිපයක ප්‍රායෝගික ව ලබා ගෙන ඇති ලාක්ෂණික වතුයන්ය.



1.18 රූපය

මේ අනුව පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී කැපී යන වෛද්‍යෝගිතාව ඉතා ම අඩු වන්නේ ජර්මෙනියම් බියෝශ්චිවල බවත් වැඩිම අඟය දක්වන්නේ ගැලියම් ආසන්සිඩ් බියෝශ්චිවල බවත් පෙනේ.

බියෝශ්චය  $V_k$  (V)

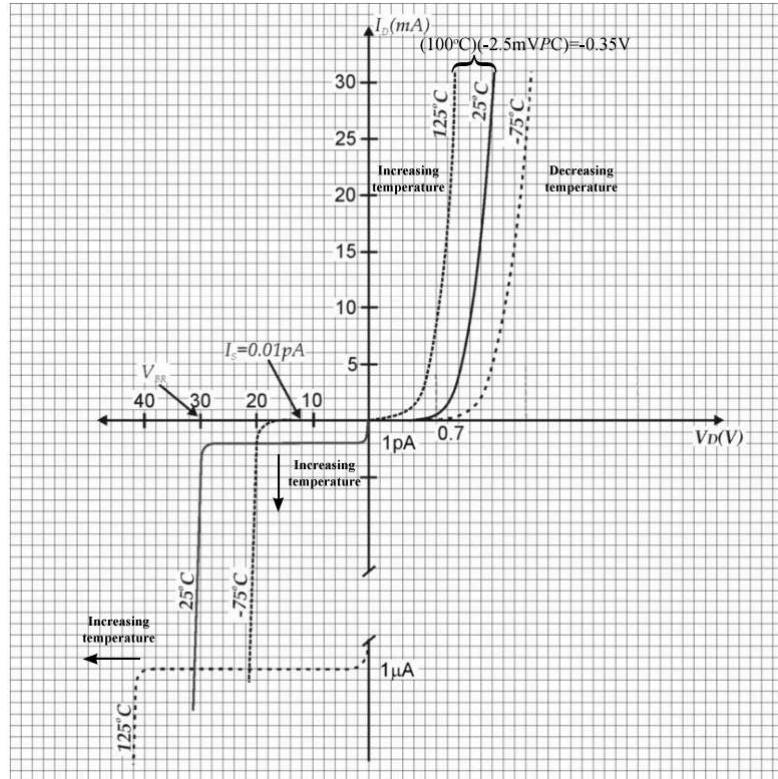
|      |     |
|------|-----|
| Ge   | 0.3 |
| Si   | 0.7 |
| GaAs | 1.2 |

එසේම පසු නැඹුරු කාන්දු ධාරාව  $I_s$  කුඩා ම වන්නේ GaAs වල ( $I_s \approx 1 \text{ pA}$ ) බවත් Si බියෝශ්චිවල  $I_s \approx 10 \text{ pA}$  ප්‍රමාණයේ බවත් ජර්මෙනියම් බියෝශ්චිවල වැඩිම කාන්දු ධාරාව ( $1 \mu \text{A}$ ) ඇති බවත් පෙනේ. කාන්දු ධාරාව බොහෝ අවස්ථාවල දී අනවශ්‍ය තත්ත්ව ඇති කරන තෙයින් Ge බියෝශ්චි වෙනුවට Si බියෝශ්චි භාවිතය ප්‍රවලිත වේ ඇති. දැනට GaAs බියෝශ්චිවල නිෂ්පාදන වියදම අධික තෙයින් විශේෂ කටයුතු සඳහා පමණක් භාවිත වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

### චියෝඩ්‌වල උෂ්ණත්ව සංවේදීතාව

පහත දැක්වෙන්නේ සිලිකන් එයෝඩ් උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිවාර දක්වන ආකාරයයි. උෂ්ණත්වය අනුව කාලීයන වෝල්ටීයතාව ( $V_k$ ) වෙනස් වන බවත් බිඳු වැළැම් වෝල්ටීයතාව ( $V_{BR}$ ) වෙනස් වන බවත් අපට පෙනේ.



1.19 රේඛය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම විවෘතය පහත දැක්වෙන ලෙස කැටි කළ හැකි ය.

- ★ කැළී යන වෝල්ටීයතාව ( $V_k$ ) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට අඩු වේ.  
(සියලු ම අර්ථ සන්නායක එයෝඩ් සඳහා  $2 \text{ mV } ^\circ\text{C}^{-1}$  පමණ වේ.)
- ★ බිඳුවැළුම් වෝල්ටීයතාව ( $V_{BR}$ ) උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ.  
(සැම  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  කට ම  $1\text{V}$ වලින් මෙම බිඳුවැළුම් වෝල්ටීයතාව වැඩි වේ)
- ★ කාන්ද ධාරාව හෙවත් පසු නැඹුරු සන්නාථ්‍ය ධාරාව ( $I_s$ ) උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ. Ge එයෝඩ් සඳහා වැඩි වන සැම  $9 \text{ }^\circ\text{C}$  කට ම  $I_s$  දෙගුණ වන අනර Si එයෝඩ් සඳහා සැම  $11 \text{ }^\circ\text{C}$  කට ම  $I_s$  දෙගුණ වේ.  
(සියලු ම එයෝඩ් සඳහා පොදුවේ  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  කට  $I_s$  දෙගුණ වන බැවි සැලකිය හැකිය.)

### I.10 බියෝඩයක උපරිම ක්ෂමතාව ( $P_{DMax}$ )

බියෝඩය හරහා පෙර තැකුරු අවස්ථාවේ දී ගලන බාරාව මගින් බියෝඩයේ විහාර බැඡ්ම  $V_D$  මත කාර්යක් සිදු වේ. මෙම කාර්යය තාපය ලෙස බියෝඩයේ ජනිත වේ. මෙම තාපය නිසා  $p-n$  සන්ධියට හානියක් සිදු නොවන සේ බියෝඩය තුළින් ගළා යා හැකි උපරිම බාරාව  $I_F$  ලෙස සලකමු. මෙම  $V_D$  විහාර බැඡ්ම ආසන්න ලෙස බියෝඩයේ  $V_K$ ට සමාන වේ.

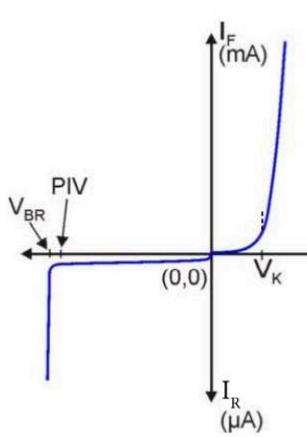
$$\text{එබැවින් } P_{DMax} = V_D \cdot I_{FMax} = V_K \cdot I_{FMax}$$

මෙම උපදින තාපය මගින් බියෝඩය බිඳු වැට්මට ඉඩ ඇති හෙයින් ප්‍රායෝගික ව මෙම උපරිම ක්ෂමතාව වැදගත් වේ. සිලිකන් බියෝඩවලට  $V_K = 0.7 \text{ V}$  ලෙසන් ජරමේනියම් බියෝඩයේ  $V_K = 0.3 \text{ V}$  ලෙසන් සලකා  $I_F$  දත්තා විට  $P_{DMax}$  ගණනය කළ හැකි ය. මෙම අගය ඉක්ම විට සන්ධිය විශයා වී ලුහුවන්වීම හෝ විසභාධි වීම හෝ සිදුවිය හැකි ය.

බොහෝවීට බියෝඩ දත්ත සම්ග මෙම  $I_{FMax}$  හා  $P_{DMax}$  අගයන් දෙනු ලැබේ.

### I.11 බියෝඩවල හාවිත

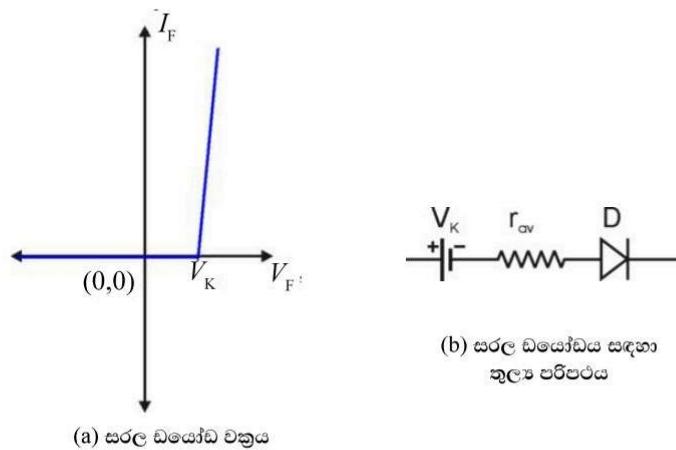
බියෝඩ, හාවිත කිරීමේ දී එහි ලාක්ෂණික වතුයෙන් දැක්වෙන ගුණ ඒ සඳහා ප්‍රායෝගිකයට ගනු ලැබේ. මේ නිසා ප්‍රායෝගික බියෝඩවල ලාක්ෂණික වතුය ගැන කෙටියෙන් සලකා බලමු.



තාන්ත්‍රික බියෝඩ වතුය  
1.20 රුපය

බියෝඩ පෙර තැකුරු කළ විට දණටි (හැටුවම්) වෝල්ටීයතාව ( $V_K$ ) දක්වා බාරාවක් සන්නයනය නො කරයි. වෝල්ටීයතාව තවත් වැඩි කළ හෙත් ඉදිරි බාරාව  $I_F$  සිදුයෙන් වැඩි වේ. මෙය ආසන්න ව රේඛිය ලෙස සිදු වන තමුදු වතුය හරියට ම සරල රේඛාවක් නොවේ. එබැවින් මෙම කොටසේ බියෝඩයේ ගනික ප්‍රතිරෝධය  $r_{ac}$  එක් එක් ලක්ෂණවල සූල් වශයෙන් වෙනස් වේ. මෙහි මධ්‍යනාස ගනික ප්‍රතිරෝධය  $r_{av}$  ලෙස සලකමු. පසු තැකුරු කළ විට ඉනා කුඩා බාරාවක් ගළායන නමුත් ( $\mu\text{A}$  හෝ  $\text{mA}$  ගණනේ) එය නොසලකා හැර බාරාවක් නොගෙන සේ සැලකිය හැකි ය. පසු තැකුරු කළ විට බියෝඩයේ බිඳු වැටුම් විහාර  $V_{BR}$  දක්වා බියෝඩය තුළින් බාරාවක් නො ගෙන ඇතර බිඳු වැටුම් වෝල්ටීයතාව  $V_{BR}$  දක්වා විට බියෝඩය බිඳු වැටුම් විට බියෝඩය බිඳු වැටුම් විට බියෝඩය ප්‍රායෝගික ව හාවිත කළ හැකි උපරිම පසු කුඩා වෝල්ටීයතාව PIV දක්වා ඇති. එබැවින් ප්‍රායෝගික කටයුතු සඳහා  $V_{BR}$  වෙනුවට බියෝඩ දත්තවල ඇති (PIV) හාවිත කරනු ලැබේ. පහසුව තාන්ත්‍රික බියෝඩය රේඛිය ආකාරයකින් නිරුපණය කරන අන්දම 1.21 (a) රුපයේ දැක්වේ. මෙහි තුළු විද්‍යාත්මක පරිපථය 1.21 (b) රුපයේ දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.21 රුපය

මෙහි  $V_k$  වලින් දැක්වීමෙන් වෝල්ටෝමෝටර් න් පෙර නැඹුරු ගතික ප්‍රතිරෝධයන් දැක්වේ. D වලින් දැක්වෙන්නේ පරිපූර්ණ බියෝඩයකි.

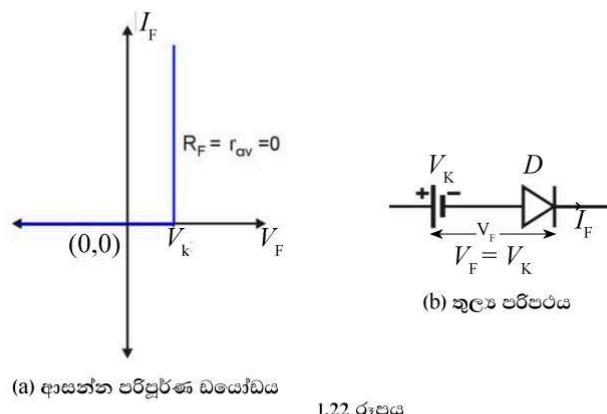
මෙම අනුව, බියෝඩ හරහා පෙර නැඹුරු විහාරය  $V_F$  හා පෙර නැඹුරු දාරාව  $I_F$  අතර සම්බන්ධතාව පහත ආකාරයම දැක්වේය හැකි ය.

$$V_F = V_k + I_F r_{av}$$

#### 1.11.1 ආයන්න පරිපූර්ණ බියෝඩය

ආයන්න පරිපූර්ණ බියෝඩක් ලෙස සැලකීමේ දී පෙර නැඹුරු ප්‍රතිරෝධය ගුනය යයි සලකනු ලැබේ. ( $R_F = r_{av} = 0$ )

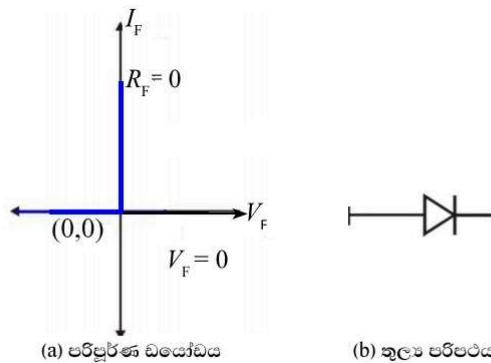
මෙම අවස්ථාවට අනුරූප වතුයන් තුළු පරිපථයන් වෝල්ටෝමෝටර් සම්බන්ධතාවන් 1.22 රුපයේ දැක්වේ.



1.22 රුපය

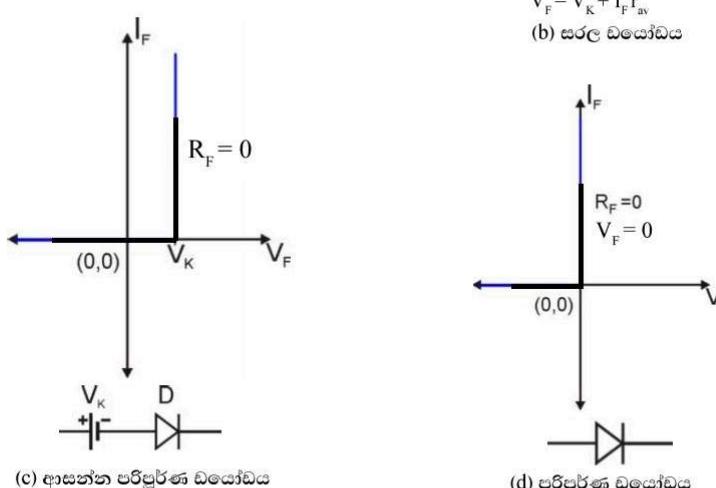
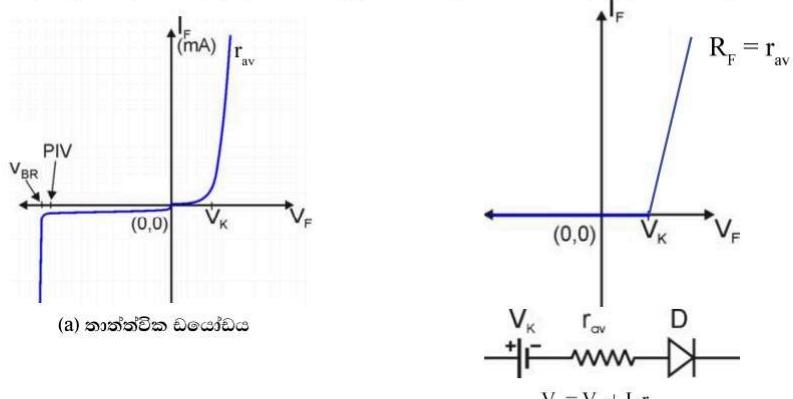
### පරිපූර්ණ බියෝඩය

මෙහි දී පෙර නැගුරු ප්‍රතිරෝධය පමණක් නොව අනුත්තර විහාර බාධකය ( $V_K$ ) ද ගුනා යයි සැලකේ. පරිපූර්ණ බියෝඩකට අනුරූප VI වතුය හා තුළ පරිපථය 1.23 රුපයේ දැක්වේ.



1.23 රුපය

බියෝඩ පිළිබඳව සලකන ලද ඉහන කරුණු පහත දැක්වෙන පරිදි සැකකින් දැක්වීය හැකිය.



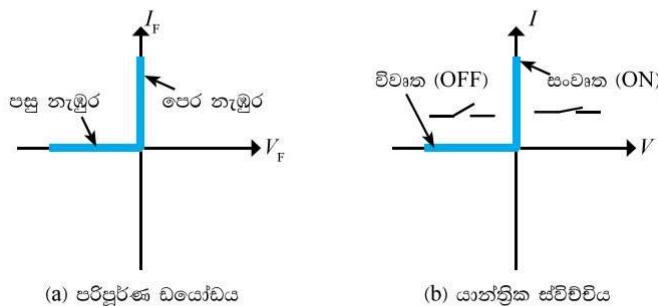
1.24 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

තාත්ත්වික බියෝඩයේ  $V_F$  හා  $I_F$  අතර සත්‍ය ගණීතමය සම්බන්ධතාව සාක්ෂිය ශ්‍රීතයක් වේ. ප්‍රායෝගික ව සරල හාවිතයේ දී බොහෝ විට බියෝඩය පරිපූර්ණ බියෝඩයක් ලෙස සලකා එහි බියෝඩ ක්‍රියාව පමණක් සලකනු ලැබේ. කුඩා  $V_F$  විහාර සැලකීමේ දී ආසන්න පරිපූර්ණ බියෝඩයක් ලෙස හැරවුම විහාර ( $V_K$ ) සලකා ගණනය කිරීම කරනු ලැබේ. වඩාත් නිවැරදි කටයුතු සඳහා  $r_{av}$  හා  $V_K$  ඇති සේ සලකනු ලැබේ.

### 1.11.3 බියෝඩය ස්විච්වියක් ලෙස හාවිතය

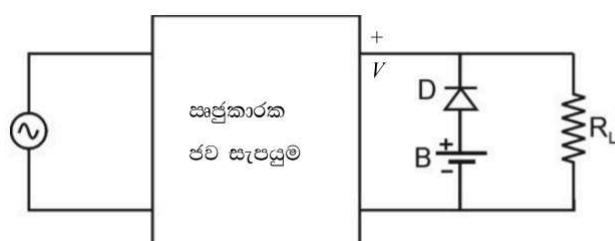
පරිපූර්ණ බියෝඩයක් සහ යාන්ත්‍රික ස්විච්වියක ලාක්ෂණික වකු පිළිබඳව සලකා බලමු.



1.25 රුපය

මෙම වකු සහයා බැලීමේ දී පරිපූර්ණ බියෝඩය ප්‍රායෝඩ තැකැර විට යාන්ත්‍රික ස්විච්වියක විවෘත අවස්ථාවට අනුරූප වන පරිදීදෙන් ධාරාව සහ්‍යයනය නොකරන බවත් බියෝඩය ප්‍රායෝඩ තැකැර විට සංවෘත ස්විච්වියකට අනුරූප ලෙස ධාරාව ගැලීමට ඉඩ දෙන බවත් පෙනේ. එබැවින් බියෝඩයක් ඉදිරි හෝ ප්‍රායෝඩ තැකැර කිරීම මගින් ඉගෙනුම්පූරුනික පරිපථයක ඇති බියෝඩයකට ස්විච්වියක් ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි බව පෙනේ.

උදා :- (i) විදුලි සැපයුමක "අතිරේක ආධාරකයක" (Standby) ලෙස බැවරියක් යෙදුවීමේ පරිපථය



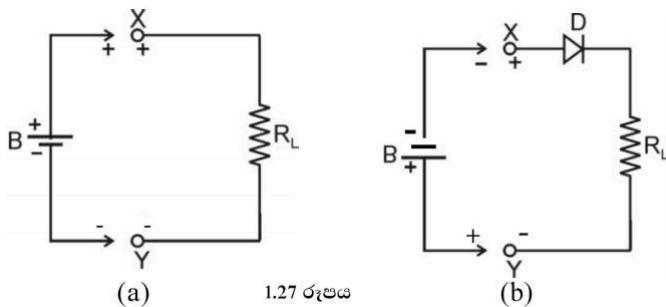
1.26 රුපය

ප්‍රත්‍යාවර්තක වේශ්ලීරියනා සැපයුම මගින් ක්‍රියා කරවන සරල ධාරා ජව සැපයුමකින් ලබා දෙන  $V$  වේශ්ලීරියනාවක්  $R_L$  හාරයට සපයා ඇතැයි සිතම්. හඳුනීයේ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා සැපයුම බිඳුවැටීම තීසා ජව සැපයුම මගින් වේශ්ලීරියනාව නැති වුව භොහෝ  $R_L$  උපකරණය ක්‍රියා විරහිත වේ. මෙය වළකාලීම සඳහා  $V$  වේශ්ලීරියනාවට සමාන වේශ්ලීරියනාවක් ඇති  $B$  බැවරියක් හා බියෝඩයක් 1.26 රුපයේ දක්වා ඇති ලෙස ජව සැපයුමට සමාන ගැටුපාත්‍රගත ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් මෙම ගැටුපාත්‍ර විසඳුය හැකි ය. මෙහි දී ජව සැපයුම ඇති විට බියෝඩයේ දෙපසට ම එක ම  $V$  විහාර ලැබේ ඇති

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

හෙයින් තුළක් බියෝඩය පෙර නැඹුරු නොවන අතර බැටරියෙන් ධාරාවක් නො ගලයි. එව සැපයුම අතිය වූ විට B බැටරියේ + අගුයේ පවතින විභ්වය මගින් තුළක් බියෝඩය පෙර නැඹුරුවේ  $R_L$  සඳහා අවශ්‍ය V වෝල්ටෝයනාට බැටරිය මගින් සැපයේ. මෙහිදී D තුළක් බියෝඩය ස්වේච්ඡියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

(ii) විදුලි ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණයකට වැරදි බුවියනාවකින් බැටරි සවි කිරීමේ දී ඇති වන හානි වැළැක්වීම්.



විදුලි හෝ ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණයකට ( $R_L$ ) නිවැරදි ව බැටරිය (B) සවි කළ යුතු ආකාරය 1.27 (a) රුපයෙන් දැක්වේ. ( $R_L$  වලින් දැක්වෙනුයේ උපකරණයේ නාර ප්‍රතිරෝධයයි). යම් හෙයකින් බැටරියේ අග (ඩුල්) මාරු කොට උපකරණය නරභා ධාරාව යුතුව හොත් උපකරණයට හානි විමට ඉඩ ඇත. මෙය වළකාලීම සඳහා D තුළක් බියෝඩය ස්වේච්ඡියක් ලෙස සවි කරන ආකාරය 1.27 (b) රුපයෙන් දැක්වේ. මෙම පරිපථය බැටරිය සම්බන්ධ වී ඇත්තේ අග මාරුවන ලෙසටය. එවිට තුළක් බියෝඩය පසු නැඹුරු වන හෙයින් උපකරණ තුළින් ධාරාවක් ගලා නො යයි. නිවැරදි ලෙස බැටරි අග (a රුපයේ දැක්වෙන පරිදි) සම්බන්ධ කළ හොත් පමණක් තුළක් බියෝඩය පෙර නැඹුරු වී උපකරණයට ධාරාව සැපයේ.

#### 1.11.4 තුළක් භාවිත

ප්‍රත්‍යාවර්තන ධාරාවක් සරල ධාරාවක් බවට පරිවර්තනය කිරීම සාප්තකරණය (Rectification) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණවලින් බොහෝමයක් ක්‍රියා කරනුයේ සරල ධාරා වෝල්ටෝයනාවලිනි. ගෘහස්ථ ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම 50 Hz සංඛ්‍යාතයෙන් හා 230 V වෝල්ටෝයනාවෙන් යුතු ප්‍රත්‍යාවර්තන වෝල්ටෝයනාවයකි. එබැවින් මෙම ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණ ගෘහස්ථ ප්‍රධාන සැපයුමෙන් ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී සාප්තකරණය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණය තුළ “සාප්තකාරක පරිපථයක්” (Rectification circuit) සවි කොට තිබේ. මෙහි මූලික උපාංගය වන්නේ සාප්තකාරකයක් ලෙස ක්‍රියාකාරන තුළක් බියෝඩයකි.

සාප්තකාරක පරිපථ එහි ක්‍රියාකාරන්වය අනුව මූලික වර්ග දෙකකට වෙන් කළ නැති ය.

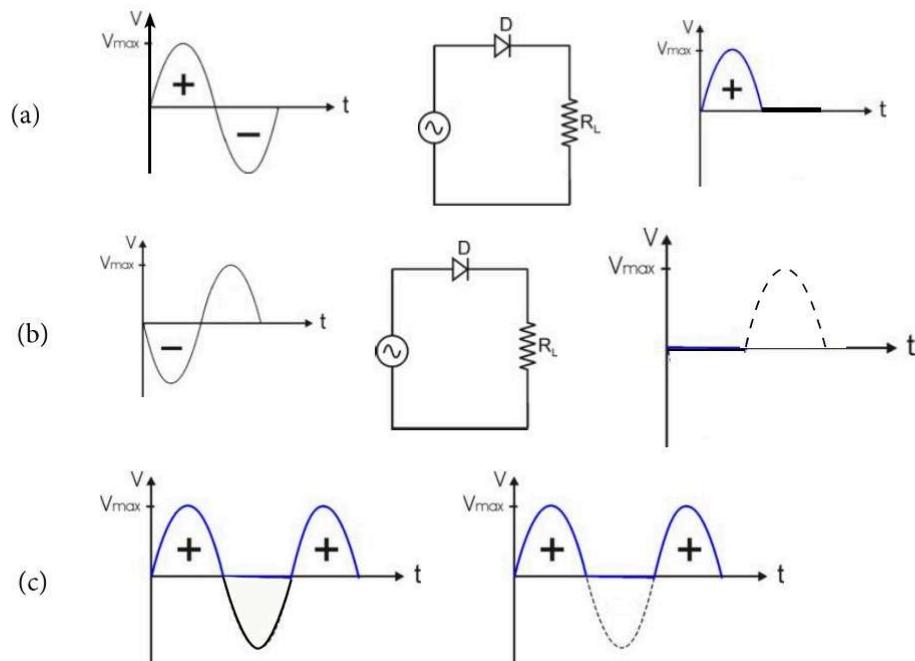
- (a) අර්ධ තරංග සාප්තකාරක පරිපථ
- (b) පූර්ණ තරංග සාප්තකාරක පරිපථ

මෙවායේ ක්‍රියාකාරන්වය ගැන වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

**(a) අර්ථ තරංග සාපුෂ්කාරක පරිපථ (Half-wave rectifier circuit)**

මෙහිදී එක් බියෝබියක් පමණක් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයිකාවකට යෝජිත ව සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.



1.28 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

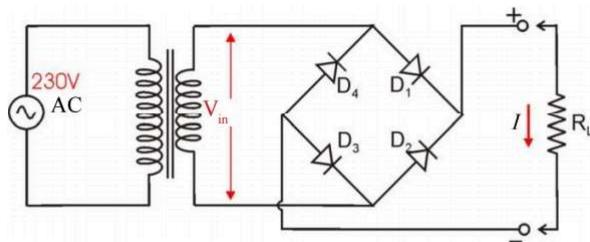
මෙම සාපුෂ්කරණ ක්‍රියාව පැහැදිලි කිරීම සඳහා 1.28 (a) රුපයේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයිකාවේ දන අර්ථය ප්‍රදානය ලෙස යෙදවු අවස්ථාව දැක්වේ. (මෙහි දී බියෝබිය පරිපුරුණ බියෝබියක් ලෙස ක්‍රියා කරන්නේ යැයි සඳහා). එය පෙර නැඹුරු වන හෙයින් එම දන විභාගය  $R_L$  භාර ප්‍රතිරෝධය තරංග ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබේ. 1.28 (b) රුපයෙන් දැක්වෙන්නේ තරංගයේ සානු අර්ථය බියෝබිය වෙත ප්‍රදානය ලෙස ලැබෙන අවස්ථාවයි. මෙම අවස්ථාවේ බියෝබිය පසු නැඹුරු වන හෙයින්  $R_L$  තරංග ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයිකාවක් නොලැබේ. එබැවින් ප්‍රතිදානය ගුනු වේ.

1.28 (c) රුපයෙන් දැක්වෙන්නේ බියෝබිය වෙත ලැබෙන සම්පූරුණ ප්‍රදාන වෝල්ටෝයිකා තරංගයන් බියෝබිය තරංග භාරය වෙත ලැබෙන ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයිකා තරංගයන් ය.

මෙහිදී වෝල්ටෝයිකා තරංගයේ දන අර්ථ පමණක් ප්‍රතිදානයේ දක්නට ලැබේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයිකා තරංගයේ එක් අර්ථයක් පමණක් ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙන හෙයින් මෙය අර්ථ තරංග සාපුෂ්කාරක පරිපථයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

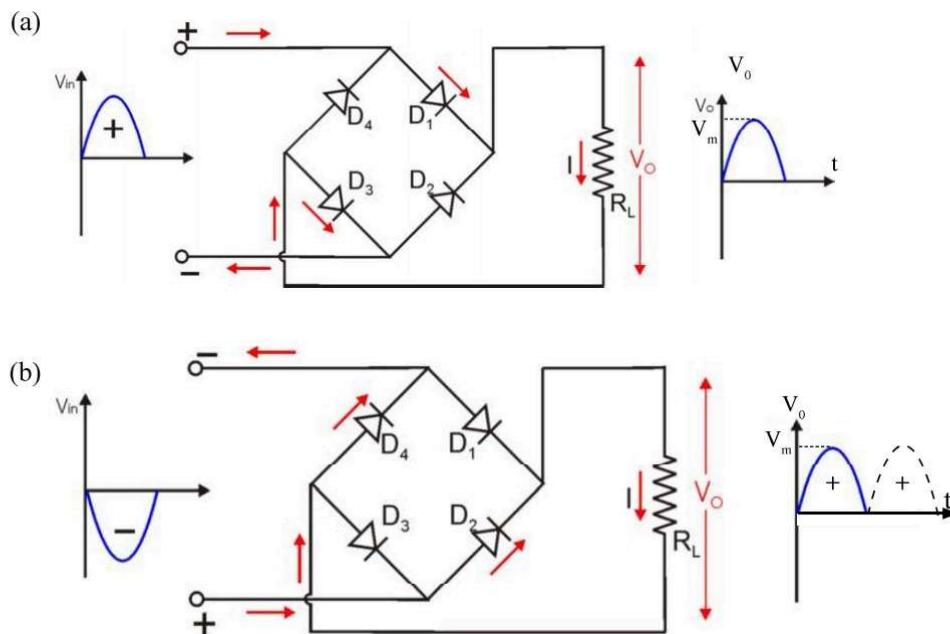
### (b) පුරුණ තරංග සැපුකාරක පරිපථ

මෙහිදී ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයනා තරංගයේ සම්පූර්ණ වකුය ම සැපුකාරණයට හාජනය වේ. මේ සඳහා හාටින කරන සේතු සැපුකාරක පරිපථය පමණක් අපි සලකා බලමු. මෙහිදී තනි බියෝබියක් වෙනුවට බියෝබි හතරකින් සැදි සේතුවක් 1.29 රුපයේ දැක්වෙන ලෙස සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.



1.29 රුපය

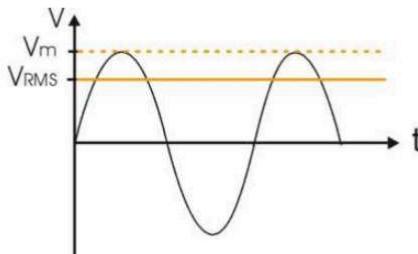
අවකර පරිණාමකය මගින් සුදුසු ලෙස අඩු කර ගන්නා ලද ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයනාව බියෝබි සේතුව මගින් සැපුකාරණය වන ආකාරය සලකා බලමු.



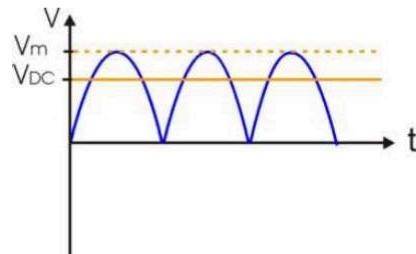
1.30 රුපය

1.30 (a) රුපයේ දැක්වෙන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයනාවේ දෙන අර්ධය සේතුව වෙත පැමිණි විට  $D_1$  හා  $D_2$  බියෝබි පෙර නැඹුරුව කියා කරමින්  $R_L$  හරහා එම ධරුව ගැලීමට ඉඩෙන ආකාරයයි. 1.30 (b) රුපයෙන් පෙනෙන්නේ සානු අර්ධය පැමිණි විට  $D_2$  හා  $D_4$  බියෝබි පෙර නැඹුරු වෙමින්  $R_L$  හරහා ධරුව ගමන් කරවන ආකාරයයි. අවස්ථා දෙකකි දී ම  $R_L$  හරහා එක ම දිකාවට ධරුව ගලන බව මේ අනුව අපට පෙනේ.

අවස්ථා දෙකකි දී ඉතිරි බෝයේ දෙක පසු නැඹුරුව පවතින හෙයින් බාරාව සන්නයනයට හමුවේ නොවේ. මේ අනුව ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයාවේ ප්‍රතිදානයේ ස්වභාවය පහත දැක්වේ.



(a) ප්‍රදානය



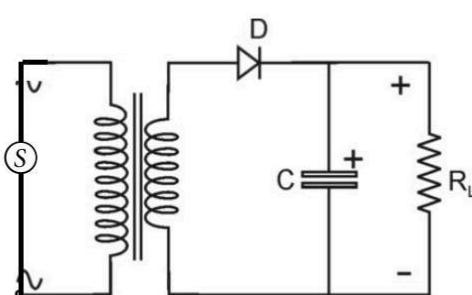
(b) ප්‍රතිදානය

1.31 රුපය

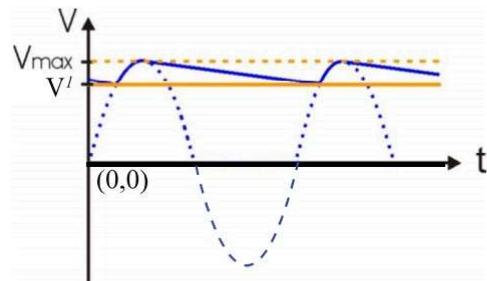
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. අභ්‍යන්තර තොරතුරු මෙහෙයුම් ඇවිරිණි.

### 1.11.5 සුම්බනය

ඉහත දැක්වූ සැපුකාරක පරිපථ දෙකකි ම ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙන බාරාව එක් දිගාවකට ගලන බාරාවක් වුවත් රට අදාළ වෝල්ටෝයාව දැන්තයේ සිට  $V_m$  දක්වා වෙනස් වන්නා වූ වෝල්ටෝයා ස්ථානයේද පෙළුම්. සරල බාරාවලින් ක්‍රියාකරන බොහෝ ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණ නිවැරදි ව ක්‍රියාක්‍රීමට බැවිටවලින් ලැබෙන්නාක් මෙන් වූ නියත වෝල්ටෝයාවක් අවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා ඉහත දැක්වූ සැපුකාරක පරිපථවලට සුම්බනය උපාංග සවි කරනු ලැබේ. සරලතම සුම්බනය උපාංගය වන්නේ ඉහළ බාරිතාවක් ඇති බාරිතුකයක් ප්‍රතිදානයට සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීමයි. පළමුව අර්ථ තරංග සැපුකාරක පරිපථයක සුම්බනය භාවිත කරන ආකාරය සලකා බලමු.



(a)



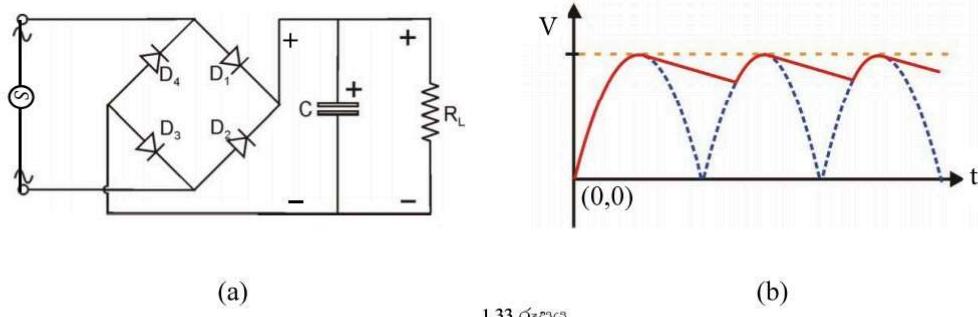
(b)

1.32 රුපය

මෙහි දී ප්‍රතිදානයෙන්  $V_{\text{max}}$  හා  $V'$  අතර විවෘතය වන වෝල්ටෝයාවක් අපට ලැබේ. මෙහි දී සිදුවන්නේ ප්‍රතිදානය  $V_{\text{max}}$  දක්වා වැඩි වන විට බාරිතුකය ආරෝපණය වීමත් උපරිම  $V_{\text{max}}$  වෝල්ටෝයාවට පැමිණී පසු සැපුකාරකයේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයාව අඩු වුවත් බාරිතුකය විසර්ජනය මගින් වෝල්ටෝයාව ඉන්න නොවී පවත්වා ගනියි. රේග දින අර්ධය පැමිණී විට නැවතන් බාරිතුකය ආරෝපණය වේ.  $V_{\text{max}} - V'$  රුකින් වෝල්ටෝයාව ලෙස හැඳින්වේ.

බාරිතුකයේ බාරිතාව  $C$  විශාල වන විට රුකින් වෝල්ටෝයාව අඩු වේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයාවේ එක් කම්පනයක දී මෙහි එක් රුකින්තක් ඇති වන හෙයින් රුකින් සංඛ්‍යාතය ප්‍රත්‍යාවර්තක පහවයේ සංඛ්‍යාතය ම වේ. එබැවින් රුකින් සංඛ්‍යාතය 50 Hz වේ.

පුරුණ තරංග සැපුකාරක පරිපථයක වෝල්ටීයතා ස්ථෘතියක් අතරතුර කාලය අඩු හෙයින් සුම්බන බාරිතුකයක් සහ කළ විට රුළු වෝල්ටීයතාව අර්ථ තරංග සැපුකරණ අවස්ථාවට වඩා අඩු වේ.

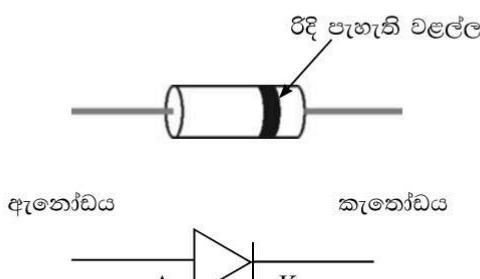


මෙහිදී රුළු සංඛ්‍යාතය 100 Hz වේ. එක් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීය තරංගයක් තුළ දී රුළු දෙකක් ඇති විම මෙයට හේතුවයි.

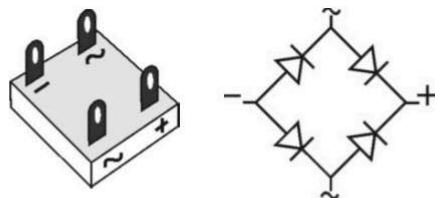
සාමාන්‍යයෙන් සුම්බන බාරිතුකය සඳහා 500  $\mu\text{F}$  වලට වැඩි බාරිතාවක් ඇති බාරිතුකයක් හාවිත වේ. ඉතා ඉහළ බාරිතාවක් ඇති බාරිතුක ප්‍රමාණයෙන් විශාල විම නිසා නාවිතය අපහසු විය නැති ය. විශාල අගයන්ගෙන් යුත් බාරිතුක නීපදවුනු ලබන්නේ විශුෂ්‍ය විවේශ්දා බාරිතුක ලෙස හෙයින් මේවායේ අග දහ හා සාන් ලෙස නම් කොට ඇත. ප්‍රතිදානයේ බුළුයාතාවට ගැලුපෙන ලෙස ප්‍රතිදානයට සමාන්තරගත ව මෙය සම්බන්ධ කළ යුතු ය.

#### 1.11.6 සැපුකාරක බියෝඩ්වල අග හැඳිනීම හා දත්ත

සාමාන්‍යයෙන් හාවිත වන සැපුකාරක බියෝඩ්යක ඇපුරුම් ආකාරය 1.34 රුපයෙන් දැක්වේ. ජේලාස්ටික් ද්‍රව්‍යයකින් සාදන ලද සිලින්ඩිරුකාර ව්‍යුහයක් මෙයට ඇත. 1 A ගෙන යන සැපුකාරක බියෝඩ බොහෝ කටයුතුවල දී හාවිත කරන අතර මෙවා 3 mm පමණ විෂ්කම්භයකින් හා 5mm පමණ දිගින් යුතු සිලින්ඩිරුකාර හැඩියක් ගනියි. කැනෙක්ඩිය නැඳුනා ගැනීම සඳහා එහි කැනෙක්ඩිය ආසන්නයේ රිදී පැහැති තීන්තෙන් වළඳේක් සලකුණු කොට ඇත. බොහෝ විට දත්ත සටහන්වල PIV වෙනුවට  $V_{RRM}$  ලෙස සටහන් කොට ඇත්තේ (Maximum Repetitive Reverse Voltage) උපරිම නැවත නැවත යෙදිය හැකි පසු කුඩා වෝල්ටීයතාව යන්නයි. පහත දැක්වෙන්නේ වෙළෙඳපාලේ ඇති බියෝඩ කිහිපයක දත්ත සටහන් ය.



| චියෝඩීඩ් නැඳුනුම් අංකය | උපරිම ඉදිරි ධාරාව | භාවිත උපරිම පසු නැඳුරු විෂවය ( $V_{RRM}$ ) |
|------------------------|-------------------|--------------------------------------------|
| 1 N 4001               | 1 A               | 50 V                                       |
| 1 N 4002               | 1 A               | 100 V                                      |
| 1 N 4003               | 1 A               | 200 V                                      |
| 1 N 4004               | 1 A               | 400 V                                      |
| 1 N 4005               | 1 A               | 600 V                                      |
| 1 N 4006               | 1 A               | 800 V                                      |
| 1 N 4007               | 1 A               | 1000 V                                     |
| 1 N 5400               | 3 A               | 50 V                                       |
| 1 N 5404               | 3 A               | 400 V                                      |
| 1 N 5408               | 3 A               | 1000 V                                     |
| BY 127                 | 1 A               | 1250 V                                     |
| M R 750                | 6 A               | 50 V                                       |
| M R 754                | 6 A               | 400 V                                      |
| E M 518                | 1A                | 2000 V                                     |



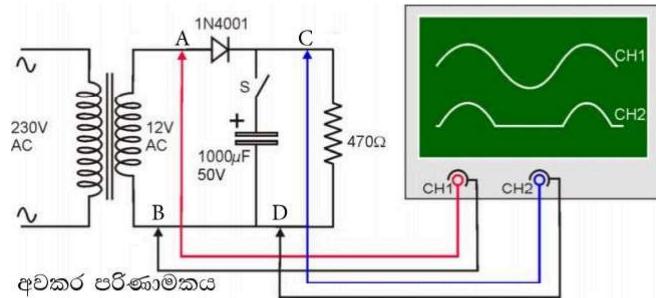
1.35 රූපය සේතු බියෝඩ් ඇසුරුම

මෙයට අමතරව බියෝඩ් හතරක් එක ම ඇසුරුමක ඇති සේතු පරිපථ ද වෙළෙඳපාලේ ඇත. මේවායේ ප්‍රත්‍යාවර්තනක වෝල්ටෝමෝටර් සම්බන්ධ කරන අග ~ ලකුණකින් ද ප්‍රතිදාන අග + හා - ලකුණවලින් ද දක්වා ඇත.

#### 1.11.7 බියෝඩ් සාප්‍රුකාරක පරිපථයක ක්‍රියාකාරීත්වය කැනෙක් කිරණ දේශීලන්ක්ෂයක් මගින් ආදර්ශනය

රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට අර්ථ තරංග සාප්‍රුකාරක පරිපථයක් ගොඩනගන්න. ද්‍රව්‍යව පේඛන දේශීලන්ක්ෂයයේ පළමු වන වැනැලයේ අගුවලට A හා B ස්ථානත් දෙවන වැනැලයට C හා D ස්ථානත් සම්බන්ධ කරන්න.

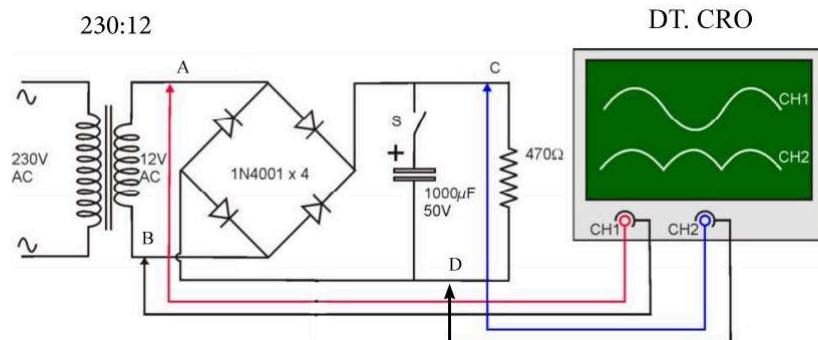
DT. CRO



1.36 රූපය

දෙශීලන්ක්සය සුදුසු පරිදි සිරුමාරු කරන්න. එවිට පළමු වන වැනැලයෙන් ප්‍රධාන තරංගයේ හැඩියන් නිරික්ෂණය කළ හැකි ය. ඉත්පාදු සුම්බන්ධ සාධාරණය කරන්න. එවිට දෙවන වැනැලයෙන් සුම්බන්ධ ලක් වූ ප්‍රත්‍යාවර්තන තරංගයේ හැඩිය දක්නට ලැබෙනු ඇතේ.

ප්‍රත්‍යාවර්තන තරංග සැපුකාරක පරිපථය ක්‍රියාකාරීත්වය ආදර්ශනය සඳහා පහත පරිපථය හාවිත කරන්න.



1.37 රේඛය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉහත ආකාරයට ම පරික්ෂණය සිදු කොට සැපුකාරණය වූ තරංගයන් S ස්විච්විය සංඛ්‍යා කිරීමෙන් සුම්බන්ධ ලක් වූ තරංගයන් නිරික්ෂණය කරන්න. පරිපථ දෙකෙහි දී ම රුළු වෝල්ටෝමෝ පරිමාණය මගින් මැන බලන්න.

**සැපු.** B හා D එහෙමති එකවර සම්බන්ධ කිරීමෙන් පරිපථයට හානි වන බැවින් A, B හා C, D වෙන් වෙන් ව පරික්ෂණයට යොදා ගන්න.

මේ දක්වා අප සැපුකාරක බියෝඩ ගැන සලකා බැලුවේ. මෙම බියෝඩ සැපුකාරණය සඳහා පමණක් නොව ස්විච්වියක් වශයෙනුව්, විහාර ඉණක පරිපථවලත්, තරංග ඉමැයුම් පරිපථවලත් (Clipping circuits) හාවිත කරනු ලැබේ. මෙම සැපුකාරක බියෝඩවලට අමතරව නොයෙකුත් විශේෂ ප්‍රයෝගන සඳහා නිපදවන ලද බියෝඩ රාඛියක් ද වෙයි. ඒවා අතරින් සෙනර් බියෝඩ, ආලෝක විමෝචක බියෝඩ, ප්‍රකාශ බියෝඩ ආදිය වඩාත් ම ප්‍රවිළින ඒවා වේ. එම බියෝඩ හා ඒවායේ ප්‍රයෝගන පිළිබඳව අපි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

### 1.12 සෙනර් බියෝඩ (Zener diode)

මෙය සිලිකන්වලින් සාදා ඇති සන්ධි බියෝඩයකි. සැපුකාරක බියෝඩවල දී බිජුවුම් වෝල්ටෝමෝ (Breakdown voltage) ඉක්ම වූ විට බියෝඩය එකවර ම විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් සන්නායනය කරමින් බිඡ වැවෙන බව අපි ඉගෙන ගෙනු. සෙනර් බියෝඩ නිෂ්පාදනයේ දී ඉතා සූක්ෂම ව මාත්‍රණය පාලනය කර බිඡවුම් වෝල්ටෝමෝ ඉක්ම වූ විටන් යම් ධාරා පාරාසයක් තුළ විනාශ නොවී නිඛෙන ලෙස නිපදවා ඇතුළු.

බියෝඩක් පැහැදිලි කළ විට එකවර ම විශාල ධාරාවක් ගළා යාමට හේතු වන ක්‍රියාවලි දෙකක් පවතී. ඒවා සෙනර් බිඡ වැටුම (Zener Breakdown) සහ ඕකින බිඡ වැටුම (Avalanche Breakdown) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම බිඡ වැටුම් සිදු වන්නේ කෙසේ දැයි පළමු ව සලකා බලමු.

#### (i) සෙනර් බිඡවුම

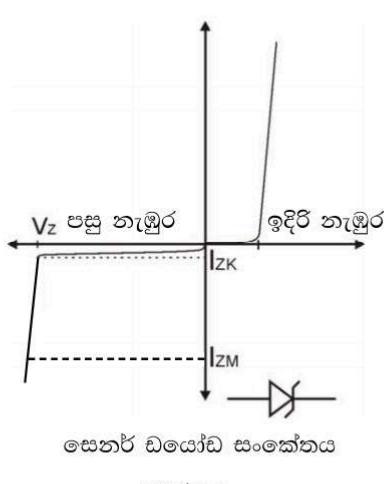
අර්ධ සන්නායකය අධික ව මාත්‍රණය කොට p – n සන්ධියක් සඳු විට ඇති වන හින ස්තරය ඉතා කුඩා වේ. කෙටි දුරක ඇති වාහක ප්‍රවාහක නිසා අවශ්‍ය බාධක විහාර ගොඩ හැඟීම

මිට හේතුවයි මෙටැනි සන්ධියක් පසු නැඹුරු කළ විට ඉතා කෙටි දුරක විහාර අන්තරය ඇති වන හේතුන් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ඉතා විශාල වේ. මෙම ක්ෂේත්‍රය මගින් දැලිසේ බන්ධනවල ඇති ඉලෙක්ට්‍රොන මත විශාල බලයක් ඇති කරයි. ( $F = eE$  අනුව)

මෙම බලය බන්ධන බිඳ වැට්මට තරම් ප්‍රමාණවත් වූ විට බන්ධන විශාල සංඛ්‍යාවක් එක්වර ම බිඳ වැට්මන අතර එමගින් ඇති වන අල්පතර වාහක වූ නිශ්චයෝගී ඉලෙක්ට්‍රොන සහ කුහර මගින් සන්ධිය හරහා විශාල ධාරාවක් ගළා යයි. මෙම  $p-n$  සන්ධි බිඳ වැට්ම සෙනර් බිඳවැට්ම ලෙස හැඳින්වේ.

## (ii) ඕස බිඳවැට්ම (Avalanche Breakdown)

මෙහි දී  $p-n$  සන්ධිය හරහා පසු නැඹුරු විහාර මගින් ඇති කරන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ( $E$ ) මගින් දැලිසේ ඇති අල්පතර වාහක මත බලයක් ( $F = eE$ ) ඇති කරයි. මෙම බලය හේතු කොටගෙන අල්පතර වාහකවලට  $a$  ත්වරණයක් ( $Ee = ma$ ) ඇති වේ. මෙම ත්වරණය ගෝනුකොට ගෙන අල්පතර වාහකවල ප්‍රවේශය වැඩි වී එයට විශාල වාලක ගක්තියක් ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) හිමි වේ. මෙම වාහක දැලිසේ ඇති බන්ධන සමඟ ගැටී බන්ධන බිඳ වැට්මට සිදු වේ. මෙසේ බිඳ වැට්මෙන් ඇති වන වාහක ද එලෙස ත්වරණය වී බන්ධන බිඳ වැට්මට තරම් වාලක ගක්තියක් ලබා ගනී. මෙම ක්‍රියාව දාම ක්‍රියාවක් ලෙස සිදු වී විශාල වාහක ප්‍රමාණයක් ක්ෂේත්‍රීක ව ඇති වේ. මෙසේ ඇති වන අල්පතර වාහක මගින් විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් ක්ෂේත්‍රීක ව ඇති වේ. මෙම බිඳ වැට්ම ඕස බිඳවැට්ම ලෙස හැඳින්වේ. සැප්ත්‍රකාරක බියෝඩවල දී පසු නැඹුරු විහාර මගින් බියෝඩ බිඳ වැට්මන්නේ මෙම ඕස බිඳවැට්ම හේතුවෙනි.



1.38 රුපය  
සෙනර් බියෝඩ සංකීර්ණය

1.38 රුපයේ දැක්වෙන්නේ සෙනර් බියෝඩයක ලාක්ෂණික ව්‍යුහයි. සෙනර් බියෝඩයේ බිඳ වැට්ම විහාරය, මෙහිදී සෙනර් විහාරය  $V_z$  ලෙස හඳුන්වමු. සෙනර් බියෝඩ පරිපථයක යොදුනුයේ පසු නැඹුරු ලෙසයි. ආරම්භයේදී පසු නැඹුරු විහාරය මගින් ඉතා කුඩා ධාරාවක් ගළායන අතර සන්ධිය බිඳවැට්ම අවස්ථාවේ විහාරය  $V_z$  වන අතර ධාරාව  $I_{zk}$  ලෙස මගින් දක්වා ඇති.  $I_{zk}$  දැනට ධාරාව (Knee current) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

සෙනර් බියෝඩ හරහා විශාල ධාරාවක් ගළා නිය නොන් යම් විටක දී ජනිත වන නායු හේතු කොට ගෙන බියෝඩ බිඳ වැට්මන්. මේ නිසා සෙනර් බියෝඩට දැරිය හැකි උපරිම ධාරාවක් වෙයි. මෙම උපරිම සෙනර් ධාරාව  $I_{zM}$  ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පසුව සඳහන් කරන පරිදි සෙනර් බියෝඩ හාවින කරන්නේ  $I_{zK}$  සහ  $I_{zM}$  ධාරා සිමාව කුඩාය. කුඩා සෙනර් වෝල්ටෝයිඩාවල දී ( $V_z < 6$  V) සෙනර් බිඳ වැට්ම යෙදෙන අතර විශාල සෙනර් වෝල්ටෝයිඩාවල දී ඕස බිඳ වැට්ම මගින්.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

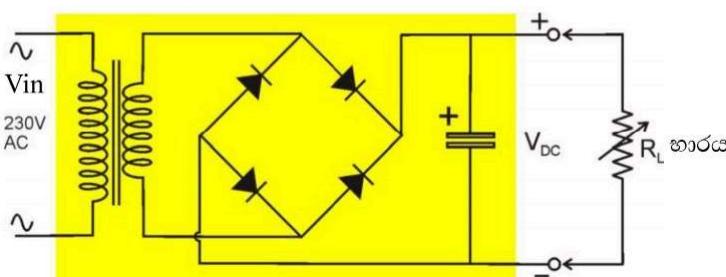
සෙනර් බියෝඩ නොයෙකුත් අවශ්‍යතා සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල භාවිත කරනු ලැබේ. මෙවායින් ප්‍රධානතම වන්නේ, වෝල්ටෝයිඩා යාමනය, සමුද්දේශක වෝල්ටෝයිඩා ලබා ගැනීම යන කරුණු දෙකයි. මේ පිළිබඳව අඩු දැන් සලකා බලමු.

### 1.12.1 වෝල්ටෝයිඩා යාමනය (Voltage Regulation)

යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයකට සැප්ත්‍රකාරක පරිපථයක් මගින් විදුලිය සපයන්නේ නම් එම සැපයුම් වෝල්ටෝයිඩාව හේතු දෙකක් නිසා විවෘතය විය හැකි ය.

- (i) සැපුකාරක පරිපථයට සැපයෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝමෝ විවෘත නිසා
- (ii) සැපුකාරක පරිපථය සම්බන්ධ කෙරෙන හාරය ලබා ගන්නා ධාරාව විවෘතය වීම නිසා

මෙම අවස්ථා දෙකේ දී ම හාරයට සැපයෙන වෝල්ටෝමෝ වෙනස් වන නිසා හාරය නිවැරදි ලෙස ක්‍රියාත්මක නොවිය හැකි ය. මෙමෙස කුමන හේතුවක් නිසාවත් හාරයට සැපයෙන වෝල්ටෝමෝ වෙනාවෙනස් ව පවතින සේ ජව සැපයුම් ඒකකය ක්‍රියාකරවීමට සැපුකාරක පරිපථයට පසුව වෝල්ටෝමෝ යාමක පරිපථයක් ද යොදවනු ලැබේ. වෝල්ටෝමෝ යාමක පරිපථයක් නොමැති සැපුකාරක සැපයුමක් පහත දැක්වේ.



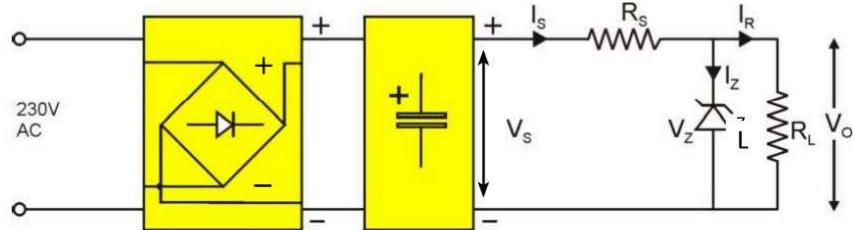
1.39 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

ඉහත සඳහන් (i) අවස්ථාවේ ඇති කරන යාමනය සැපයුම් යාමනය (Line Regulation) ලෙසන් (ii) අවස්ථාවේ ඇති කරන යාමනය හාර යාමනය (Load Regulation) ලෙසන් හඳුන්වනු ලැබේ. පොදුවේ වෝල්ටෝමෝ යාමනය යන්නෙන් මෙම යාමන දෙක ම සිදු කරන බව අදහස් වේ. මේ අනුව සැපුකාරක පරිපථයට ලබා දී ඇති සැපයුම් AC විහාර වෙනස් වන විට එහි ප්‍රතිදාන විහාරය  $V_{DC}$  හි ඇති වන විවෘතයන්, හාර ප්‍රතිරෝධය ( $R_L$ ) විවෘතය වීම නිසා හාරය හරහා ඇති වන විහාර විවෘතයන් ඉවත් වේ. හාර ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වන විට හාර ධාරාව වෙනස් වන අතර ජව සැපයුමෙන් ලබා ගන්නා ධාරාව ද එය අනුව වෙනස් වේ. ජව සැපයුමේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (පරිණාමක දශගත්වල හා ඩෝර්ඩ්වල ප්‍රතිරෝධ) හරහා විහාර බැස්ම වෙනස් වන මෙහින්  $V_{DC}$  වෙනස් වේ.

මෙම ගැටුප්‍රවාශීන් මිදිම සඳහා සැපුකාරක සැපයුම් හා හාරය අතරට යාමක පරිපථය සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. සරලතම යාමක පරිපථය වන්නේ සෙනර් ඩෝර්ඩ්වල ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකය හරහා ගාලා යයි. මෙහින්  $R_S$  ප්‍රතිරෝධකය හරහා  $R_S I_S$  විහාර බැස්මක් ඇති වේ. අදාළ පරිපථය 1.40 රුපයේ දැක්වේ.

මෙහිදී සුම්වනය කරන ලද සැපුකාරක පරිපථයේ ප්‍රතිදානය  $V_S$  ලෙස සලකමු. මෙහින් පිටතට ලබා ගන්නා ධාරාව  $I_S$  යයි සලකමු. මෙම  $I_S$  ධාරාව ධාරා පාලක  $R_S$  ප්‍රතිරෝධකය හරහා ගාලා යයි. මෙහින්  $R_S$  ප්‍රතිරෝධකය හරහා  $R_S I_S$  විහාර බැස්මක් ඇති වේ. අදාළ පරිපථය 1.40 රුපයේ දැක්වේ.



1.40 රේකය

මෙහි දී ප්‍රතිදානයට සමාන්තරව පසු නැඹුරු සෙනර් ඩියෝඩය සම් කොට ඇති නිසා ප්‍රතිදාන වේශ්ලේයනාව  $V_z$  ට සමාන ව පිහිටයි.

$$V_0 = V_z$$

$V_s$  ති අය සැම විට ම  $V_s > V_z$  වන ලෙස සැපුකාරක පරිපථය නිර්මාණය කළ යුතු ය.  $V_z$  ට අමතර  $V_s - V_z$  විහා වෙනස,  $R_s$  ප්‍රතිරෝධකය හරහා හරහා ඇති විහා වෙනසින් තුළා කර ගනු ලැබේ. ඒ අනුව  $R_s$  හරහා ගලන බාරාව  $I_s$  බැවින්,

$$V_s - V_z = R_s I_s$$

$$I_s = \frac{V_s - V_z}{R_s}$$

$R_s$  හරහා ගලන මූල්‍ය බාරාව සැම විට ම භාරය හරහා ගලන බාරාව  $I_L$  හා සෙනර් ඩියෝඩය හරහා ගලන බාරාව  $I_z$  නී එකතුවට සමාන වේ.

$$I_s = I_L + I_z$$

ප්‍රත්‍යාවර්තක සැපයුම් වේශ්ලේයනාව වැඩි විම නිසා  $V_s$  වැඩි වූවහොත්  $I_s$  බාරාව වැඩි වී එම විහා වෙනස  $V_s - V_z$  වෙනසට තුළා කර ගනු ලැබේ. මෙහිදී ප්‍රතිදාන වේශ්ලේයනාව  $V_0 = V_z$  හෙයින් එය නියත ව පවතී.  $R_L$  නියත යැයි සැලකු විට  $I_L$  ද නියත වේ. එබැවින්  $I_s$  වැඩි වන විට  $I_z$  වැඩි වී ප්‍රතිදානය  $V_z$  ති ම නියත ව තබා ගනු ලැබේ.

මෙළස ප්‍රත්‍යාවර්තක සැපයුම් වේශ්ලේයනාවේ විවෘතය නිසා ප්‍රතිදාන වේශ්ලේයනාව වෙනස්වීම සෙනර් ඩියෝඩක් මින් යාමනය වේ. (මෙම වෛල්ච්‍යා යාමනය "සැපයුම් යාමනය" (Line Regatation) ලෙස හැඳුන්වේ.

සැපයුම් විහා නියතව නිනිය දී භාර ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වූවහොත් භාර බාරාව  $I_R$  වෙනස් වේ. එවිට  $I_s$  වෙනස් වී  $R_s$  හරහා විහා බැස්ම වෙනස් වන හෙයින්  $V_0$  වෙනස් විය යුතු ය.

සැපයුම් වේශ්ලේයනාව නියත බැවින්  $V_z$  ට අමතර  $V_s - V_z$  විහා වෙනස  $R_s$  හරහා නොවෙනස්ව පවතී. එබැවින්  $I_s = \frac{V_s - V_z}{R_s}$  අනුව  $I_s$  නොවෙනස්ව පැවතිය යුතුයි.

$I_s = I_L + I_z$  හෙයින් මෙහිදී ද  $I_L$  ට අනුව  $I_z$  බාරාව වෙනස්වීම මින්  $I_s$  නියතව තබා ගනු ලැබේ. එවිට පෙර පරිදිම ප්‍රතිදාන විහා  $V_z$  නීම නියතව තබා ගත හැකි ය. මෙම විහා යාමනය "භාර යාමනය" (Load Regulation) ලෙස හැඳුන්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

සෙනර් බියෝඩය හරහා ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව  $I_{\text{Max}}$  තීරණය වනුයේ එයට දැරිය හැකි ක්ෂමතාව අනුවයි. මෙම ක්ෂමතාව  $P_M$  වලින් දක්වමු.

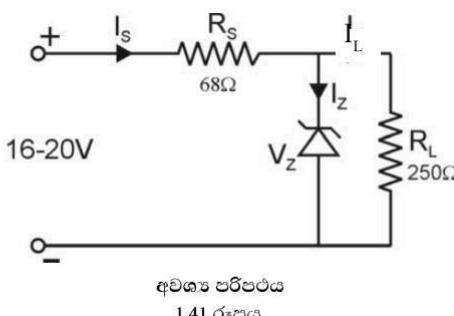
$$P_M = V_z I_{\text{Max}} \quad \text{වේ. } I_{\text{Max}} \text{ හි අගය } I_{\text{ZM}} \text{ වලට වැඩි නොවිය යුතු ය.}$$

$$\text{ඒ අනුව } P_M = V_z I_{\text{ZM}}$$

සෙනර් වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථයක් තීර්ණාණය කිරීමේ දී අවශ්‍ය  $V_s$  විහාර හා  $R_s$  ප්‍රතිරෝධයේ අගය සූදුසු ලෙස තෝරා ගෙන සෙනර් ධාරාව  $I_{\text{ZK}}$  සහ  $I_{\text{ZM}}$  (1.41 රුපය) අතර පමණක් විවෘතය වන සේ ක්වයුතු කළ යුතු ය. වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථ තීර්ණාණය කිරීමට අදාළ සිද්ධාන්ත මෙම උසස් පෙළ විෂය සීමාව ඉක්මවා යන හෙයින් මෙහිදී සාකච්ඡා කෙරෙන්නේ සාදන ලද වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථයක ක්‍රියාව විශ්ලේෂණය කිරීම පමණි. පහත උදාහරණයෙන් මෙම කරුණු පැහැදිලි වනු ඇත (1.41 රුපය).

දදා:  $250 \Omega$  හාර ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා  $12 \text{ V}$  තීරණ සිරු ධාරා වෝල්ටීයතාවක් පවත්වා ගැනීමට සැපයුම් වෝල්ටීයතාව  $16 \text{ V}$  සිට  $20 \text{ V}$  දක්වා වන සැපයුම් විහාරයන් ( $V_s$ ) හාවිත කරනු ලැබේ. මෙහි දී ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය ( $R_s$ ) ලෙස  $68 \Omega$  ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ඇත. මෙහි දී හාවිත වන යාමක පරිපථය ඇද පහත සඳහන් දී සොයන්න.

- (a) අවශ්‍ය සෙනර් බියෝඩයක් වෝල්ටීයතාව
- (b) මෙම අවස්ථාවේ  $R_s$  හරහා ගලන අවම ධාරාව
- (c) හාරය හරහා ගලන ධාරාව
- (d) එම හාරය තීවිය දී  $R_s$  ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
- (e) යෙදිය යුතු ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධයේ ක්ෂමතාව
- (f) හාරය තීවිය දී සෙනර් බියෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
- (g) හාරය විවෘත පරිපථව (OFF) ඇති විට සෙනර් බියෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
- (h) පරිපථයට හාවිත කළ යුතු සෙනර් බියෝඩයේ ක්ෂමතාව.



(a)  $R_L$  හරහා  $12 \text{ V}$  තීරණ වෝල්ටීයතාවක් තීවිය යුතු හෙයින් තෝරා ගන්නා සෙනර් බියෝඩයට  $12 \text{ V}$  සෙනර් වෝල්ටීයතාවක් තීවිය යුතු ය.  
 $\therefore V_z = 12 \text{ V}$

(b)  $R_s$  හරහා ගලන ධාරාව අවම වන්නේ සැපයුම් විහාරය  $16 \text{ V}$  වූ විටයි. එම අවස්ථාවේ

$$16 - 12 = I_s' \times 68$$

$$\therefore I_s' = \frac{4}{68} \text{ A} = \frac{4 \times 1000}{68} \text{ mA} = 58.8 \text{ mA}$$

$\therefore R_s$  හරහා ගලන අවම ධාරාව  $58.8 \text{ mA}$  වේ.

- (c) හාරය හරහා සැමවිට ම විහාරය 12 V බැවින්

$$12 = I_L \times 250$$

$$\therefore I_L = \frac{12}{250} \text{ A} = \frac{12 \times 1000}{250} \text{ mA} = 48 \text{ mA}$$

- (d) හාරය තිබිය දී බාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම බාරාව ඇත්තේ සැපයුම් විහාරය 20 V ලු විටයි.

$$\therefore 20 - 12 = I''_S \times 68$$

$$I''_S = \frac{8}{68} \text{ A} = \frac{8 \times 1000}{68} \text{ mA} = 117.6 \text{ mA}$$

$\therefore R_S$  හරහා ගලන උපරිම බාරාව 117.6 mA වේ.

- (e) බාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයේ ක්ෂේමතාව  $P_S = I_S^2 \times R_S$

$$P_S = (0.118)^2 \times 68 = 0.946 \text{ W}$$

වෙළෙඳපොලේ ඇති ආසන්න ප්‍රතිරෝධකය 68 Ω, 1W හෙයින් එය හාවිත කළ යුතු වේ.

- (f) හාරය තිබිය දී සෙනර් බියෝඩය හරහා ගලන උපරිම බාරාව  $I_Z$  නම්, හාරය හරහා ගලන උපරිම බාරාව 48 mA ද පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම බාරාව ( $V_S = 20V$  විට) 117.6 mA ද හෙයින්

$$117.6 = 48 + I_Z$$

$$\therefore I_Z = 69.6 \text{ mA}$$

- (g) හාරය විවෘත පරිපථයේ ඇති විට ද ප්‍රතිදානය 12 V බැවින් බාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය ( $R_S$ ) හරහා ගලන උපරිම බාරාව 117.6 mA ම වේ. හාර බාරාව  $I_L$  ගුණය හෙයින් මෙම මුළු බාරාව ම සෙනර් බියෝඩය තුළින් ගළා යා යුතු ය.

එබැවින් සෙනර් බියෝඩය හරහා ගලන උපරිම බාරාව 117.6 mA වේ.

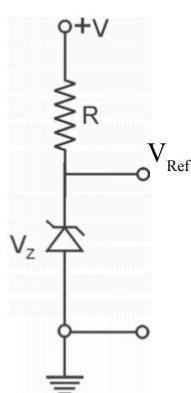
- (h) සෙනර් බියෝඩය තිබිය යුතු ක්ෂේමතාව වන්නේ එහි උපරිම බාරාව ගලන විට ක්ෂේමතාවයි.

$$P_Z = I_Z \times V_Z \text{ හෙයින්,}$$

$$P_Z = 0.1176 \times 12 = 1.41 \text{ W}$$

මේ සඳහා වෙළෙඳපොලේ ඇති 2 W සෙනර් බියෝඩක් හාවිත කළ යුතු ය.

### 1.12.2 සමුද්දේශක වෝල්ටීයතා (Reference Voltage) ලබා ගැනීම

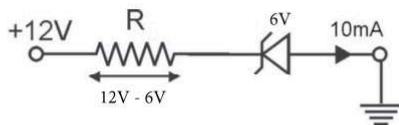


සාලේක්ස නියන වෝල්ටීයතා තොයෙකුත් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ ක්‍රියාකරීම සඳහා අවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා පහසු ම ආකාරය සෙනර් බියෝඩයක් හාවිත කිරීමයි. මෙහිදී  $R$  ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයක් සමඟ ග්‍රේෂීගත ව පසු නැතුරු ලෙස සෙනර් බියෝඩය ජව සැපයුමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. සෙනර් බියෝඩය හරහා 10 mA පමණ ධාරාවක් ගලා යන ලෙස  $R$  ප්‍රතිරෝධකය තෝරා ගත යුතු ය. සමුද්දේශක වෝල්ටීයතාව වනුයේ සෙනර් බියෝඩයේ වෝල්ටීයතාවයි. (3.3 V සිට 100 V දක්වා වූ E - 24 ග්‍රේෂීයේ ඇති සියලු ම සෙනර් වෝල්ටීයතාවක් 1 N 4728 කාණ්ඩයේ (1 W) සෙනර් බියෝඩවලින් මිල දී ගත හැකි ය).

උදා: 12 V DC ජව සැපයුමකින් 6 V සමුද්දේශක වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය පරිපථය නිර්මාණය කරන්න.

1.42 රුපය

අවශ්‍ය සෙනර් බියෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටීයතාව 6 V විය යුතු ය. 10 mA ධාරාවක් ගලන විට  $R$  ප්‍රතිරෝධය හරහා විහාව බැස්ම (12 – 6) V විය යුතු ය.



1.43 රුපය

$$12 - 6 = \boxed{\square} \times R$$

$$\boxed{\frac{1}{10}} = R$$

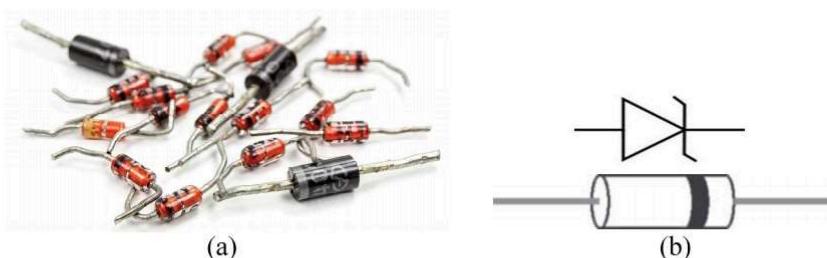
$$R = 600 \Omega$$

එම නිසා 6 V සෙනර් බියෝඩයක් හා ග්‍රේෂීගත ව 600  $\Omega$  ප්‍රතිරෝධයක් හාවිත කොට රුපයේ දැක්වෙන ලෙස මෙය නිර්මාණය කළ හැකි ය.

(වෙළඳපෙළේ ඇති ආසන්න ප්‍රතිරෝධය 620  $\Omega$  වේ. හාවිත කළ යුතු බියෝඩය වන්නේ 1 N 5233, 500 mWය)

### 1.12.3 සෙනර් බියෝඩ ඇසුරුම හා අග්‍ර හැඳිනීම

රුපයේ දැක්වෙන්නේ සෙනර් බියෝඩ කිහිපයකි. 1 W හා ඊට අඩු ක්ෂේමතා ඇති සෙනර් බියෝඩ විදුරු ආවරණයක් සහිත වන අතර වැළැ ක්ෂේමතාවකින් යුත් සෙනර් බියෝඩ කළ පැහැති එපොක්සි ආවරණයකින් යුත් සෙනර් බියෝඩ වේ. සාමාන්‍ය බියෝඩවල මෙන්ම සෙනර් බියෝඩයේ ද සුදු හෝ කළ වල්ලක් බියෝඩයේ කැනෙකිය හඳුනා ගැනීම සඳහා යොදා ඇත (1.44 රුපය).



1.44 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

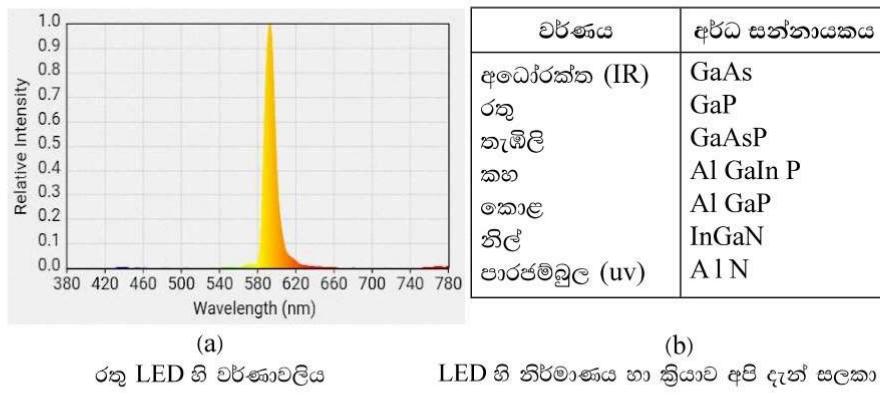
### 1.13 ආලෝක විමෝෂක බියෝඩ (Light Emitting Diode -LED)

p-n සන්ධියක් පෙර නැගුරු කළ විට සන්ධිය තරහා වාහක ගළා යන බවත්, ඇතැම් වාහක ප්‍රතිසංයෝගනය වන බවත් අපි මින් පෙර දැන ගතිමූ. සාමාන්‍ය ජර්මොනියම් හෝ සිලිකන් බියෝඩවල දී මෙම ප්‍රතිසංයෝගනයේ දී පිටවන ගක්තිය තාපය ලෙස පිට වේ.

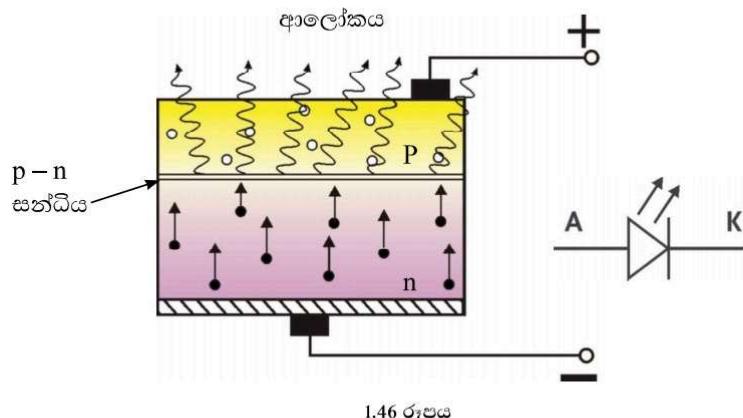
Ge හා Si බියෝඩවල දී පිටවන විශ්‍යුත් වුම්බක තරඟ තාප විකිරණ ප්‍රදේශයට අයත් වන අතර GaAsP බියෝඩවල දී පිටවන කිරණ රතු -තැකිලි වර්ණ පරාසයට අයත් වන බව පෙනේ. ආලෝක විමෝෂක බියෝඩයේ හාටින වත්තේ ද මෙම මූලධර්මයයි. 1962 දී ජෙනරල් ඉලක්ට්‍රිකල් සමාගමේ “නික් භාලොන්ස්ක” (Nic Holonyak) විසින් ප්‍රථම වරට රතු වර්ණය නිකුත් කරන සන්ධිය නිපදවන ලද අතර පසුව වර්ණාවලියේ සියලු ම වර්ණ නිකුත් කළ හැකි LED නිෂ්පාදනය කරන ලදී. මෙවා සියලුමෙහි ම p-n සන්ධිය III - IV කාණ්ඩයේ සංයුත්ත අර්ථ සන්නායකවලින් සාදා ඇතුළු.

LED මගින් නිකුත් වන ආලෝකය ඉතා කුඩා තරඟ ආයාම පරාසයක් තුළ පැනිර ඇති නිසා එය ඒක වර්ණ ආලෝක ප්‍රහවයක් ලෙස සැකිනිය හැකිය. ප්‍රායෝගික හාටිනයේ ඇති LEDවල ආවරණය පාර්දානු එපෙක්සිවලින් නිපදවා ඇති අතර එය වර්ණ ගත්වා ඇත්තේ නො දැඳුවෙන අවස්ථාවේ එහි වර්ණය හඳුනා ගැනීම සඳහා ය.

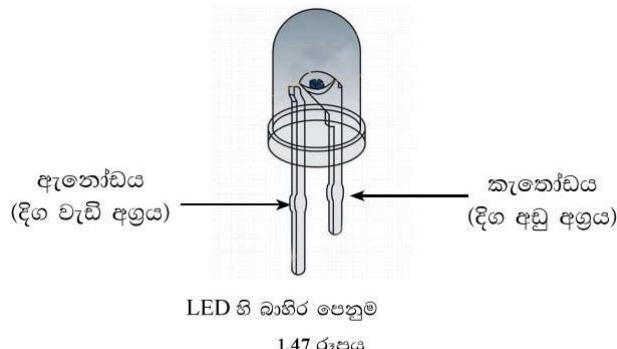
GaP රතු LED හි විමෝෂක වර්ණ පැනිරීම 1.45 (a) රුපයේ ද විවිධ වර්ණ පිටකරන සන්ධි කීපයක දත්ත සටහන (b) වගුවේ ද පහත දැක්වේ.



මෙහි ලෝහ සන්නායක තහවුවක් මත n අර්ථ සන්නායකයක් ගොඩ නගා ඇති අතර ඉතා තුනී p අර්ථ සන්නායකයක් n අර්ථ සන්නායකය මත විසිරණය හාටිනයෙන් සාදා ඇත (1.46 රුපය). p අර්ථ සන්නායකයයේ කෙළවරක් ලෝහ කම්බියක් මගින් දන ඉලක්ට්‍රොඩයට සම්බන්ධ කොට ඇති අතර ලෝහ තහවුව කැනෙක්සයට සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙම p හා n අර්ථ සන්නායක මගින් සන්ධිය ගොඩ නැගෙන අතර සන්ධිය ඉදිරි නැගුරු කළ විට p - n සන්ධිය තුළ දී වාහක ප්‍රතිසංයෝගනය සිදු වේ. මෙහිදී හටගන්නා විශ්‍යුත් වුම්බක විකිරණ (ආලෝකය) විභාග ක්ෂේත්‍රීලයක් ඇති තුනී P අර්ථ සන්නායකය තුළින් පිටතට විමෝෂකය වේ. එම රුපයේ පසකින් ආලෝක විමෝෂක බියෝඩයේ සංන්තය දක්වා ඇත.



පහත රූප සටහනේ පොදු ලෙස භාවිත වන LED හි අග හඳුනා ගන්නා ආකාරයත් නිර්මාණයන් දක්වා ඇත.



### 1.13.1 ආලෝක විමෝශක බියෝඩ භාවිතය

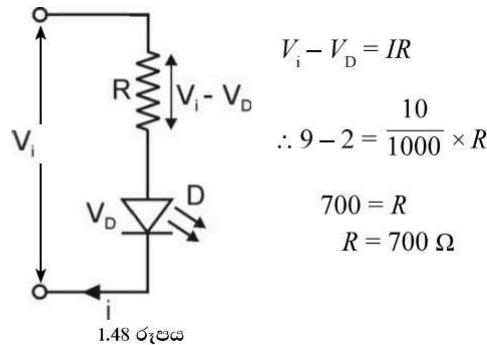
LED භාවිතයට පැමිණී මුළු යුගයේ දී එය භාවිත වූයේ දරුණුකයක් ලෙසයි. මෙයට අමතරව විදුලි ආලෝක සැරසිලි සඳහා ද මෙවා භාවිත වේ. පසුව විස්තර කෙරෙන පුදු වර්ණ LED, ආලෝක ප්‍රහාරයක් ලෙස පිරික්සුම් විදුලිපහන් සහ ගාහස්ථ විදුලි පහන් සඳහා භාවිතය ආරම්භ වී ඇත.

### 1.13.2 LEDහි පෙර නැඹුරු

සාමාන්‍ය Si බියෝඩවල පෙර නැඹුරු විහාරය 0.6 V පමණ වන බව අපි දතිතු. තමුන් සංයුත්ක අර්ථ සන්නායකවලින් සාදා ඇති LED වල පෙර නැඹුරු විහාරය සන්ධිය සාදන අර්ථ සන්නායකය අනුව 1.7 V සිට 4 V අතර පරාසයක පිහිටියි. සාමාන්‍ය රුළු LED එකක් 1.8 V ~ 2.5 V අතර දී තොදින් ආලෝකය විමෝශකය කරයි. එසේම LED හරහා ගෙන පෙර නැඹුරු බාරාව නිකුත් කරන ආලෝක තිව්‍යතාවට අනුලෝධ ව සමානුපාතික වේ. රුළු LED සඳහා 2 Vහි දී 10 mA පමණ බාරාවක් ගාස තොදින් ආලෝකය විමෝශකය කරයි. සාමාන්‍ය LED එකක් නියමිත ප්‍රමිතියන් යුතු ව දැවන්නේ තම පැය 50,000ක පමණ ආපු කාලයක් එයට ඇත. වැඩි විහාරයක් යටතේ දැඳ් වුවහොත් ආපු කාලය කෙටි වේ.

විවිධ සැපයුම් විහාරවලින් LED දැල් වීමේ දී එයට ග්‍රේනිගත ව ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයක් සංවිධාන කළ යුතු වේ. මෙහි අය මිමිගේ නියමය ඇසුරෙන් පහසුවෙන් ගණනය කළ හැකි ය.

දදා: 9 V සැපයුමකින් LED එකක් දැල්වීය යුතු වේ. LED හරහා 2 V විහාර අන්තරයක් තිබිය යුතු යැයි ද බියෝඩය හරහා ඉදිරි නැඹුරු ධාරාව 10 mA විය යුතු යැයි ද සිතම්.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

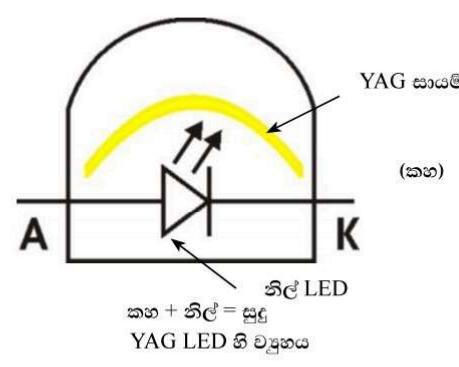
එබැවින් R සඳහා 700 Ω ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධක් සහිත පරිපථයක් හාවිත කළ යුතු ය. (ප්‍රායෝගික ව ලබා ගත හැකි ආසන්න ප්‍රතිරෝධය 750 Ω ප්‍රතිරෝධකයකි)

### අමතර දැනුම සඳහා

#### සුදු LED

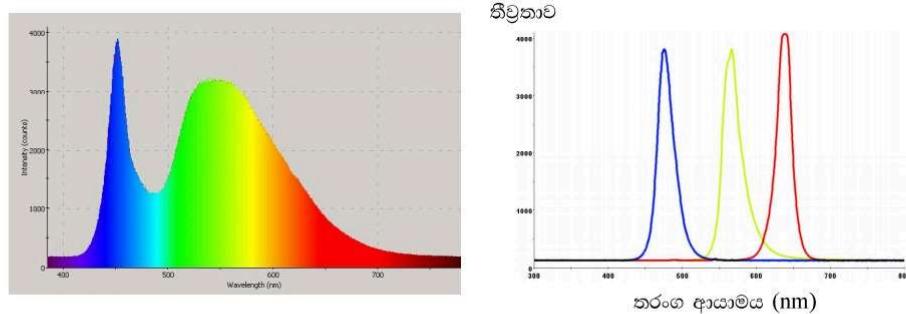
මේ සඳහා ප්‍රධාන ක්‍රම දෙකක් හාවිත වේ. පලමු ක්‍රමය ඉහත සඳහන් LED තුනක් මෙහි සුදු ආලෝකය ලබා ගැනීම ය. මෙම LED, RGB - LED ලෙස හැඳින්වේ. සාමාන්‍ය සුදු ආලෝකය නීජදීවීමට මෙම ක්‍රමය හාවිත නොවන නමුදු LCD-LED රුපවාහිනී තිරවල LCD තිරයට පසුපසින් ඇති ආලෝක ප්‍රහවය ලෙස හාවිත වන්නේ මෙම RGB ආලෝක විෂෝධක බියෝඩයි. මෙයට හේතුව සුදු ආලෝකයේ ප්‍රධාන වර්ණ තුන වූ රතු, කොළ, නිල් වර්ණ තුන ම මෙහි තිබිමයි.

ආලෝක ප්‍රහවයක් ලෙස දැනට වෙළෙඳපාලේ ඇති සුදු LED මූලධර්මය “සැග ප්‍රතිදිපන” ක්‍රමය 2006 දී ජපන් ජාතික “නකමුරා” විසින් සොයා ගන්නා ලද්දකි. මෙහි නිල් වර්ණ LED එකක් පමණක් හාවිත කරන අතර p-n සන්ධීයට ඉහළින් කහ පැහැති ප්‍රතිදිපන සායම් තරිවුවක් රඳවා ඇත. මෙම සායම සිරියම්වලින් මානුණය කළ සිටියම් ඇසුරුමිනියම් ගානව (Cerium-doped Yttrium Aluminum Garnet) හෙවත් 'YAG'වලින් යුත්ත වේ.



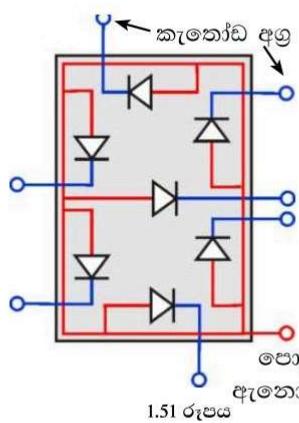
මෙහි නිල් LED දැල් වූ කළ ප්‍රතිදිපන සායම් මෙහින් එයින් කොටසක් අවශ්‍ය අවස්ථා කොට කහ වර්ණය නිකුත් කරන අතර සායම් විනිවිද යන ඉතිරි නිල් ආලෝකය මෙම කහ වර්ණය සමඟ එක් වී (අනුපූරුක වර්ණ) සුදු ආලෝකය නිකුත් වේ. මෙවැනි LED ඇසුරුමක ආකාරය 1.49 රුපයෙන් දැක්වේ.

RGB සුදු LEDවල හා YAG සුදු LED වල විමෝචන වර්ණවලි පහත දැක්වේ. YAG LEDවල ආලෝකය ඇසට සුදු ලෙස දුරුගනය වූවද සුදු ආලෝකයේ සියලු ම සංසටක විමෝචන ආලෝකයේ නොමැති බව ඔබට පෙනෙනු ඇත.



LEDවල පසු කුඩා වෝල්ටීයතාව 5 V ආසන්නයේ පවතී. මේ නිසා 5 Vට වැඩි පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවලින් LED හි p-n සන්ධිය විනාශ වේ යයි. එබැවින් ප්‍රත්‍යාවර්තක විභ්වයකින් LED දැල් විමේ දී සැලකිලිමත් විය යුතු ය.

### 1.13.3 LED භාවිත



★ ආලෝක විමෝචන බියෝඩවල තවත් භාවිතයක් වන්නේ සංඛ්‍යාක ප්‍රදේශනය සඳහා සඡේත බණ්ඩි දේශකවල (Seven Segment displays) භාවිතයයි. මෙහිදී LED හතක් ඉලක්කමක ආකාරයට එක ම ඇසුරුමක සකස් කර ඇති අතර බියෝඩවල කැනෝඩ හෝ ඇනෝඩ පොදු අගුරකටත් (Common Cathode or Common Anode) අනෙක් අතු තත් තත්වත් පිටතට අනු ලෙස දක්වා ඇත. සුදුසු බියෝඩ දැල්වීමට සැලසීම මගින් 0 සිට 9 දක්වා වූ සියලු ම සංඛ්‍යාක මෙමයින් ප්‍රදේශනය කළ නැති ය.

★ රුපවාහිනීවල LCD තිරය පිටුපස ආලෝක ප්‍රහවය (Backup LED) ලෙස RGB, සුදු LED භාවිත වේ. එසේම සමහර රුපවාහිනී සහ ප්‍රදේශන ප්‍රවරුවල LED වලින් අවශ්‍ය රුපය ප්‍රදේශනය කරනු ලැබේ.

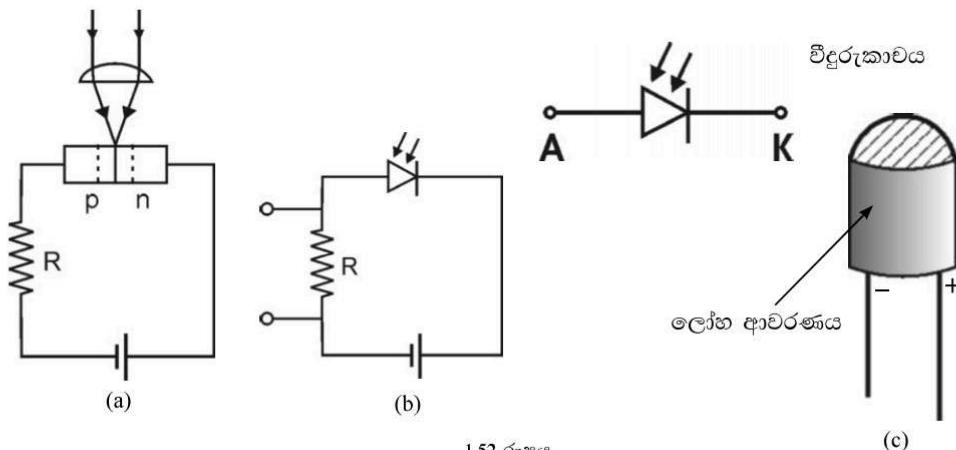
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

- ★ UV - LED වැදගත් ලේඛනවල පියවි ඇසට අදාශ ප්‍රතිදින සඳකුණු පරික්ෂා කිරීමට භාවිත කරනු ලැබේ. බැංකුවල මුදල නොවීම් ව්‍යාප එවා දැයි පරික්ෂා කරනුයේ ද මෙම UV ආලෝකයෙනි.
- ★ බොහෝ දුරස්ථ පාලකවල පැණිවුඩ යැවීම සිදු කරන්නේ ද IR - LED මගින් ලබා ගන්නා ඇයෝරක්ත කිරීම භාවිතයෙනි.

### 1.14 ප්‍රකාශ බියෝඩ (Photo diode)

බාහා අර්ථ සන්නායකවල තාපක කැළමුම් මගින් ඇති වන අල්පතර වාහක හේතු කොට ගෙන පසු නැඹුරු කරන ලද p-n සන්ධියක් හරහා ඉතා කුඩා සන්නාථ්‍ය කාන්දු දාරාවක් ගෙන බැවි අපි දනිමු. මෙවැනි සන්ධියක් මත ආලෝකය පතනය වුව හොත් භායිත පෙදෙසේ ඇති බන්ධන සමඟක් ඩිං වැළැ කාන්දු දාරාව වැඩි වේ.

සන්ධි බියෝඩ පාරාන්ධ එපොකීසි බාහිර ආවරණයකින් යුත්ත ව නිපදවීම නිසා සන්ධියට ආලෝකය පතනය වීම වැළැකකි. නමුත් p-n සන්ධිය විදුරුවලින් ආවරණය කළ හොත් සන්ධිය මත පතිත වන ආලෝකයේ තීවුණාවට අනුව බියෝඩයේ පසු නැඹුරු සන්නාථ්‍ය දාරාව වෙනස් වේ. මෙවැනි සැලසුමක් ආලෝකයේ තීවුණාව අනුව විවෘත වන විහාර අන්තරයක් ලබා ගැනීමට භාවිත කළ හැකි ය.



1.52 රුපය

මෙහිදී බැටරියක ආධාරයෙන් බියෝඩය පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ තබන අතර බියෝඩ සන්ධිය මතට කුඩා උත්තල කාවයක් මගින් පතන ආලෝකය නාහිගත කරනු ලැබේ. බාහිර බැටරි පරිපථයේ ඇති R ප්‍රතිරෝධකය හරහා බියෝඩය මගින් එළවන පසු කාන්දු දාරාවෙන් විහාර අන්තරයක් ගොඩ නැගේ. මෙම විහාර අන්තරය ආලෝක තීවුණාව මැතිම සඳහා භාවිත වේ. ප්‍රකාශ බියෝඩයේ සංකේතයන් බියෝඩ ඇසුරුමක ආකාරයන් 1.52 රුපයේ දැක්වේ.

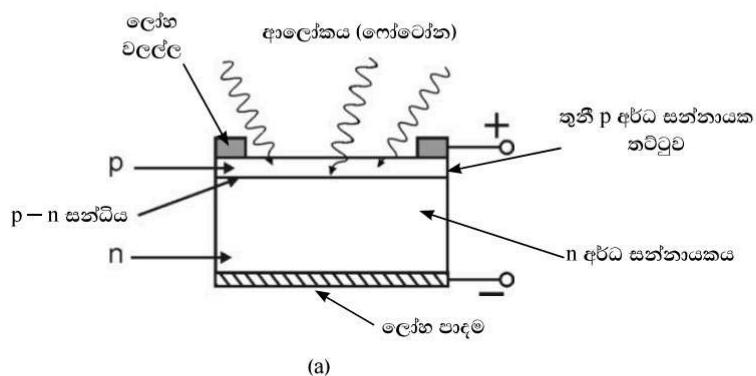
#### 1.14.1 ප්‍රකාශ බියෝඩ භාවිතය

ඉහත දැක්වූ පරිදි ආලෝකයට සංවේදී ස්විච්‌වියක් ලෙස මෙය සොර බිය හගවන එලාමවල ද පරිගණකවල දත්ත කියවීම සඳහා සහ කැමරා ආදියෙහි ඇති ආලෝකමානවල ද ප්‍රකාශ බියෝඩ බහුල ව භාවිත වේ.

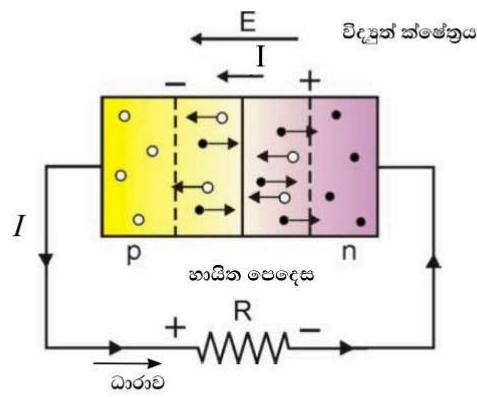
### 1.15 සුරුය කොළ (Solar cells)

සුරුය ගක්තිය විදුළුන් ගක්තියට පරිවර්තනය කිරීම සඳහා p-n සන්ධියක් භාවිත කළ හැකි ය. මෙවැනි ඇටවුමක් සුරුය කොළයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

සුරුය කොළඹ සඳහා සෙලිනියම් හෝ සිලිකන් සාමාන්‍යයෙන් හාටින කරනු ලැබේ. සිලිකන් සුරුය කොළඹයක් සාදා ඇති ආකාරය පහත දැක්වෙමි. 1.5.3 (a) රුපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ලෝහ පාදම මත p - අර්ධ සන්නායකය සකසා ඇති අතර එය මත ඉතා තුන් p - ආකාරයේ අර්ධ සන්නායක තව්වෙක් සාදා ඇත. p - අර්ධ සන්නායක තව්වෙ වෙතට පතනය වන සුරුය කිරණ එය තුළින් ගොස් p - n සන්ධියට ලැබා වේ. එවිට p - n සන්ධිය අවට හායින ප්‍රාදේශීයේ p - අර්ධ සන්නායකයේ සානු විහාරය දී n - අර්ධ සන්නායකයේ ධින විහාරය දී වන සේ අභ්‍යන්තර විහාර බාධකය ගොඩ නැගෙයි.



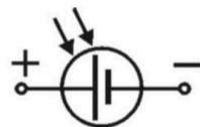
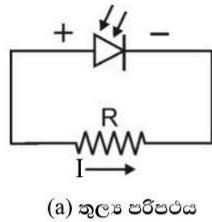
(a)



(b)  
1.5.3 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

ආලෝකය මෙම හායින පෙදසට පතනය වූ විට එහි ඇති අර්ධ සන්නායකවල බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රොන්- කුහර යුගල ජනනය වේ. අභ්‍යන්තර විහාර බාධකය තීසා ජනනය වූ විදුත් ක්ෂේත්‍රය මින් ඇති වූ කහර p අගුර දෙසටත් ඉලෙක්ට්‍රොන් n අගුර දෙසටත් ඒලාවනය වේ. p හා n අගු බාහිරින් එකට සම්බන්ධ කළ විට p සිට n දක්වා බාහිර පරිපථය ඔස්සේ බාරාවක් ගෞයි. මේ අනුව සුරුය කිරණ පතනය වූ විට p - n සන්ධිය p අගුර ධින දී n අගුර සානු දී වන විදුත්ගාමක බල ප්‍රහවයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි (1.5.3 (b) රුපය).



(b) අනුරුප සම්මත සංකීර්ණය

1.54 රුපය

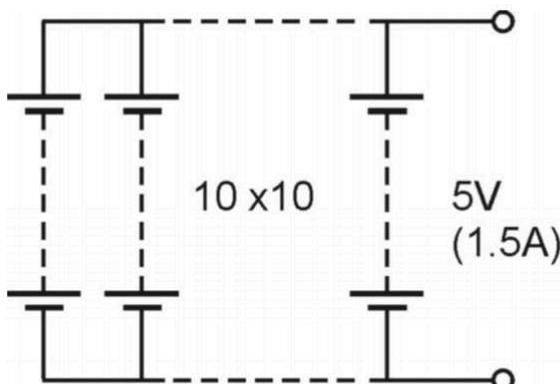
පහතින් ඇති 1.54 (a) රුපයේ අනුරුප තුළු පරිපථයේ (b) රුපයේ සූර්ය කේෂයේ සම්මත සංකීර්ණයත් දැක්වේ. දීප්තිමත් ආලෝකයේ දී මෙහි ජනනය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය 0.6 V පමණ වේ. බාහිර පරිපථය හරහා ගලන බාරාව p-n සන්ධියේ පාල්යේය ක්ෂේත්‍රීලය වැඩි වන විට වැඩි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

### 1.15.1 සූර්ය කේෂයක හාවිත

සූර්ය ගක්තිය විද්‍යුත් ගක්තියට පරිවර්තනය කර ගැනීම සඳහා සූර්ය කේෂ ප්‍රධාන වගයෙන් හාවිත වේ. මෙහි තනි සූර්ය කේෂයක් සමාන්‍ය ආලෝක තත්ත්ව යටතේ 0.5 V පමණ වෛල්වියතාවකින් 150 mA පමණ බාරාවක් නිපදවනු ලැබේ. ප්‍රායෝගික කටයුතු සඳහා මෙය ප්‍රමාණවත් තොවන හෙයින් සූර්ය කේෂ ග්‍රේෂීනගත ව සහ සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් වැඩි වෛල්වියතාවක් හා බාරාවක් සැපයිය හැකි විද්‍යුත් ප්‍රහව සාදා ගනු ලැබේ.

උදාහරණයක් ලෙස 0.5 V, 150 mA සූර්ය කේෂ 10 බැඳීන් ග්‍රේෂීනගත ව හා එම ග්‍රේෂීනගත කේෂ කාණ්ඩ 10 බැඳීන් සමාන්තර ව සම්බන්ධ කළ විට ( $1.55$  රුපය)  $5$  V ( $= 0.5 \times 10$ ) V හා  $1.5$  A ( $0.15 \times 10$ ) වන විද්‍යුත් ප්‍රහවයක් සාදා ගත හැකිය. මෙවැනි සැකසුම් සූර්ය පැනල (Solar panels) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



සූර්ය පැනලයක ව්‍යුහය

1.55 රුපය

පැවැතිය මතට  $1000 \text{ Wm}^{-2}$  පමණ ක්ෂේමතාවකින් සූර්ය ගක්තියක් ලැබෙන හෙයින් සූර්ය කෝප අනාගත බල ගක්ති ප්‍රහවය ලෙස දැනට සැලකනු ලැබේ.

සංගුද්ධ සිලිකන්හි නිෂ්පාදන වියදුම් අධික විමත් සූර්ය කෝපවල දැනට ඇති කාර්යක්ෂමතා ව 15% පමණ අඩු අයයක විමත් මෙහි ඇති ප්‍රධාන අවාසි වේ. නමුත් පරිසර දුෂ්ඨණයක් සිදු නොවීමත්, නොමිලයේ සූර්ය ගක්තිය ලැබීමත්, එය අවසන් නොවන හා අඩු නොවන ගක්ති ප්‍රහවයක් විමත් වාසි දායක කරුණු වේ.

තිවෙස්, කර්මාන්ත ගාලා ආදියට විදුලිය සැපයීමට දැනටමත් සූර්ය පැනල හාවිත කරනු ලැබේ. සූර්ය බලාගාර ඉදිකිරීම මගින් ප්‍රධාන විදුලිබල ජාලයට විදුෂුත් ගක්තිය ලබා දීමට ද මේ වන විට ආරම්භ වී ඇත. මෙටර රථවලට හා අභ්‍යාවකාශ වන්දිකාවලට බලය සපයන බැවරි ආරෝපණය සඳහා සූර්ය පැනල හාවිත වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂණ ආයතනය සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

9 වන රේකය - ඉංග්‍රීසු තොරතුරු

අ.පො.ස (උ.පෙළ) හොඨික විද්‍යාව

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

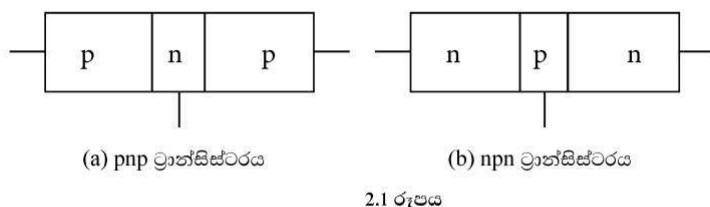
## දෙවන පරිවිශේෂය

### ව්‍යාන්සිස්ටර (Transistors)

#### 2.1 දුවුඩාවීය ව්‍යාන්සිස්ටර (Bipolar transistors)

ප්‍රථම ව්‍යාන්සිස්ටරය 1947 දෙසැම්බර් මස දී ජෝන් බාබින්, විලියම මොක්ලි හා වොල්ටර පුළුවෙන් විසින් බෙල් පරික්ෂණාගාරයේ දී නිපදවන ලද බව ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව හැඳින්වීමේ දී අප සඳහන් කොට ඇත. එවකට ප්‍රව්‍ලිතව තිබූ ත්‍රියේඩ කපායයට (Triode valve) අනුරුපව සංයුත්වක් වර්ධනය කිරීමේ හැකියාව මෙම ව්‍යාන්සිස්ටරය තිබේ. මෙයට ව්‍යාන්සිස්ටරය යන නම යොදන ලද්දේ TRANS fer-res ISTOR යන විට දෙක ඇපුරෙනි.

ව්‍යාන්සිස්ටරය p සහ n අර්ධ සන්නායක පෙදෙස් තුනක් එකම නිසා අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක් මත ගොඩ තැබීමෙන් සාදා ඇත. මෙහි p – n සන්ධියේ දෙකක් පිහිටින අතර මෙහි අර්ධ සන්නායක සම්බන්ධ වය හැකි ආකාර ඇත්තේ දෙකක් පමණි. 2.1 (a) හා 2.1 (b) රුපවලින් මෙම ආකාර දෙක දැක්වේ.

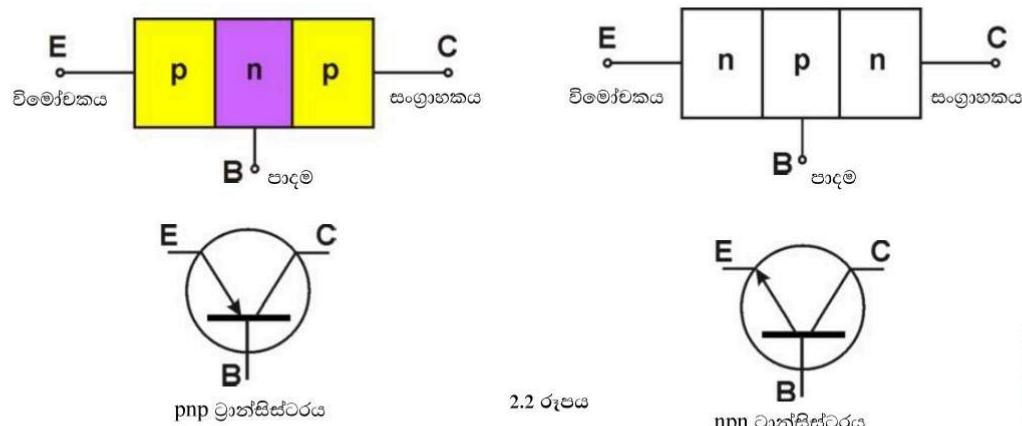


මෙම ආකාර දෙක පිළිවෙළින් pnp ව්‍යාන්සිස්ටර සහ npn ව්‍යාන්සිස්ටර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙවැනි ව්‍යාන්සිස්ටරයක් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයකට සම්බන්ධ වීමට අග්‍ර තුනක් පිහිටින අතර එම අග්‍ර p, n හා p අර්ධ සන්නායක කොටස්වලට (pnp ආකාරයේ දී) හෝ n, p හා n අර්ධ සන්නායක කොටස්වලට (npn ආකාරයේ දී) සම්බන්ධ කෙරේ. ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ඇති p – n සන්ධිවල ක්‍රියාකාරීත්වයට හේතුවන වාහක විමෝචනය කරන පෙදෙස විමෝචකය (Emitter) ලෙසත් එම වාහක සංග්‍රහණය කරන පෙදෙස සංග්‍රහකය (Collector) ලෙසත් එම වාහක පාලනය කරන මධ්‍යයේ ඇති අනෙක් පෙදෙස පාදම (Base) ලෙසත් හඳුන්වනු ලැබේ. මේවා පිළිවෙළින් E, C සහ B යන ඉංග්‍රීසි අක්ෂරවලින් නම් කරනු ලැබේ.

වාහක විමෝචනය සඳහා භාවිත වන අර්ධ සන්නායකය අධිකව මාත්‍රණය කර ඇති අතර වාහක සංඛ්‍යාව වැඩි කිරීම මෙහි අරමුණයි. මධ්‍යයේ ඇති පාදම ඉතා තුනි අර්ධ සන්නායක තව්වුවක් වන අතර ඉතා අඩුවෙන් මාත්‍රණය කොට ඇත. පාදම තුනි වීම නිසා පහසුවෙන් එය හරහා වාහකවලට ගමන් කිරීමට හැකි වන අතර මෙයේ මාත්‍රණය කිරීම මෙන් පසුව පැහැදිලි කරන පරිදි වාහක ගමනට මෙයින් බාධා සිදු කරයි. වාහක පාලනය කිරීමට මෙය උදව් වේ. වාහක සංග්‍රහණය කරන සංග්‍රහකය, විමෝචකය හා පාදමට අතරමදී ප්‍රමාණයට මාත්‍රණය කර ඇත. වාහක සංග්‍රහණය පහසු වන සේ මෙහි (සන්ධියේ) ක්ෂේත්‍රීලය විශාල වන සේ ගොඩ නගනු ලැබේ. ව්‍යාන්සිස්ටරවල අග්‍ර නම් කොට ඇති ආකාරයන් ඒ සඳහා භාවිත වන පරිපථ සංස්ක්තත් 2.2 රුපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

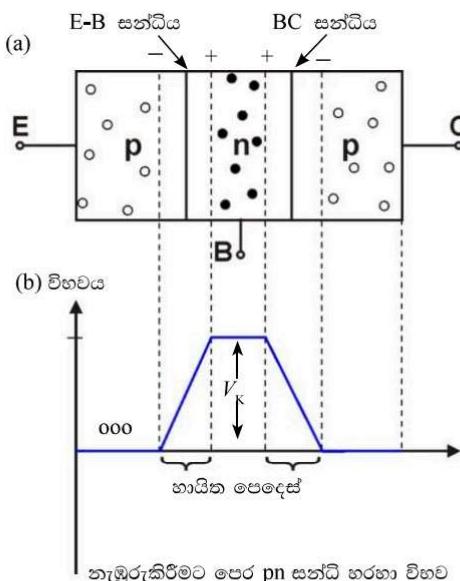
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



විමෝශක අග්‍රය සංග්‍රහක අග්‍රයෙන් වෙන් කොට හඳුනා ගැනීම සඳහා විමෝශකයේ ඊ හිසක් සලකුණු කරන අතර වාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරීත්වයට හැඳුවේ වන වාහකය මධින් (ඉලෙක්ට්‍රොනික හෝ කුහර) වාන්සිස්ටරය හරහා විදුලි බාරව ගමන් කරන දිගාව ඊ හිසෙහි දිගාවෙන් දැක්වේ. වාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරීත්වය පැහැදිලි කිරීමේ දී මෙය පසුව විස්තර කෙරේ. මෙම වාන්සිස්ටරවල ක්‍රියාකාරීත්වයට ඉලෙක්ට්‍රොන සහ කුහර හැඳුවේ වන හෙයින් මේවා ද්‍රේවිත වාන්සිස්ටර (Bipolar-transistor) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

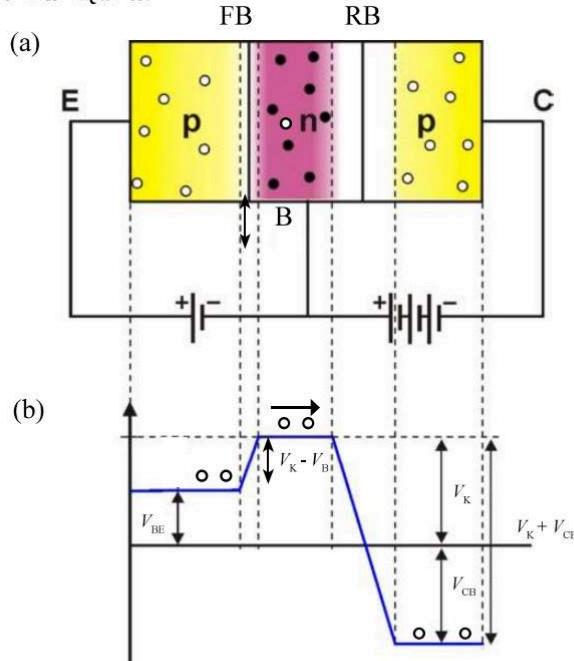
## 2.2 වාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරීත්වය සහ එය නැඹුරු කිරීම

තෙරුම් ගැනීමේ පහසුව සඳහා පලමු ව pnP වාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාව ගැන සලකා බලමු. pnP වාන්සිස්ටරවල ප්‍රධාන වාහකය ලෙස කුහර ක්‍රියා කරන අතර කුහරවල ගමන් දිගාව බාරව ගලන දිගාව වන හෙයින් මෙය පැහැදිලි කිරීම වඩාත් පහසු වේ. මෙහිදී විමෝශකය පාදම සහ සංග්‍රහකය සම්භාව මාත්‍රණය කොට ඇතැයි සලකමු.



2.3 රුපය

2.3 රුපයේ දැක්වෙන ආකාරයට අනු නිදහස්ව ඇති pnp ව්‍යාන්සිස්ටරයක E-B සහ B-C සන්ධි හරහා ඇති වන බාධක විහාර මගින් p විශේෂයේ විමෝෂකයේ ඇති බහුතර වාහකය වූ කුහරවලට විහාර කන්දක් (බාධකයක්) ගොඩනැගී ඇති හෙයින් විමෝෂකයේ සිට සංග්‍රාහකයට කුහරවලට ගමන් කළ නොහැකි වේ. මෙම සන්ධි හරහා පූජුපූ ලෙස නැඹුරු විහාර ඇති කිරීම මගින් මෙම ගැටලුව මගහරවා ගත හැකි ය.

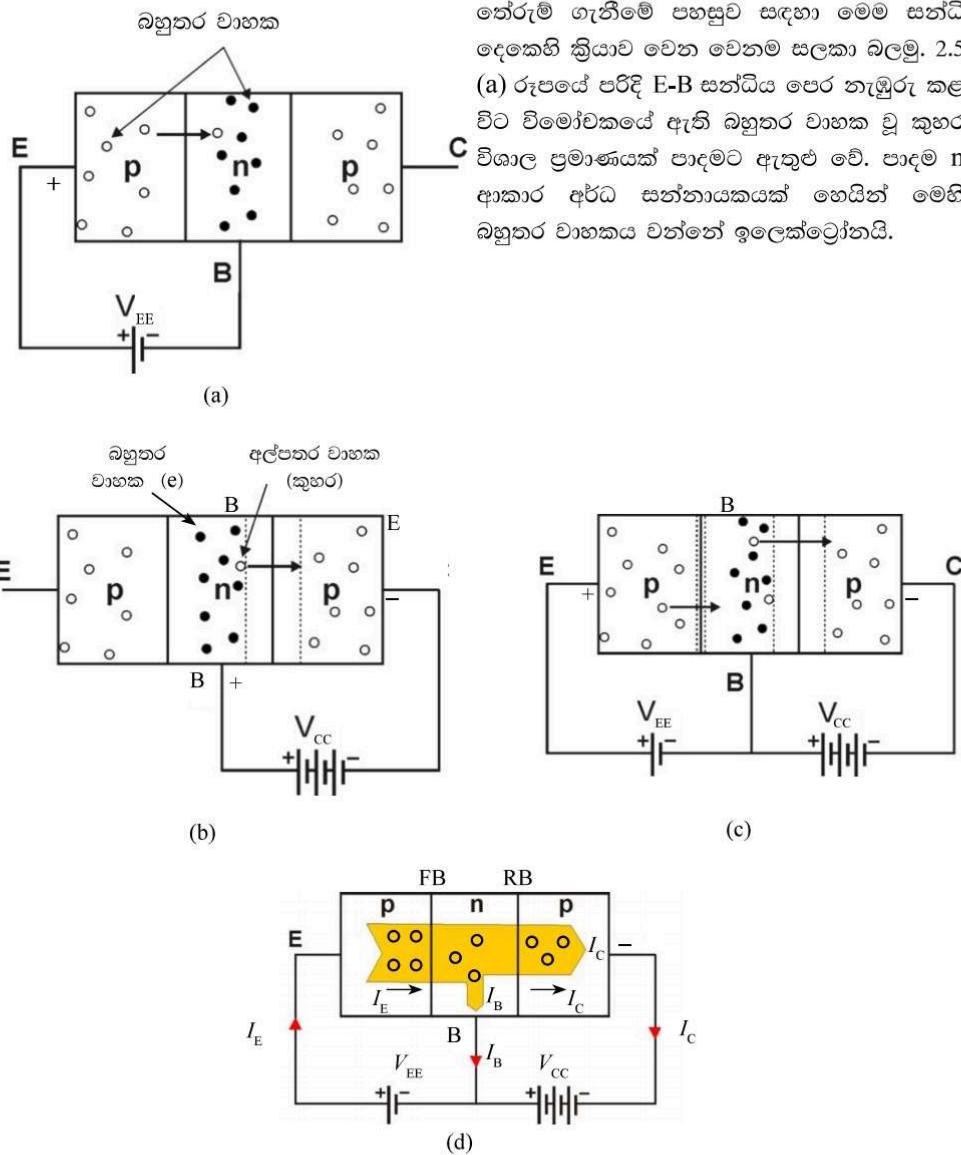


2.4 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

විමෝෂක - පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු ලෙසන් පාදම - සංග්‍රාහක සන්ධිය පූජු නැඹුරු ලෙසන් බාහිර විද්‍යුත්ගාමක බල මගින් ව්‍යාන්සිස්ටරය නැඹුරු කළ විට බාධක විහාර පිහිටන ආකාරය 3.4 රුපයේ දැක්වේ. විමෝෂක - පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු හෙයින් බාධක විහාර කන්ද ඉතා කුඩා වන අතර ප්‍රධාන වාහකය වූ කුහරවලට පහසුවෙන් පාදමට ඇතුළු විය හැකි ය. මෙම වාහක වැඩි යාන විහාරයක ඇති සංග්‍රාහකය වෙතට එයින් පහසුවෙන් ගමන් කරයි. මේ නිසා කුහරවලට විමෝෂකයේ සිට සංග්‍රාහකය වෙතට ව්‍යාන්සිස්ටරය හරහා ගමන් කිරීමට හැකි ය. මෙනිසා ව්‍යාන්සිස්ටරයකට ධාරාවක් සන්නයනය කිරීම සඳහා විමෝෂක-පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන ලෙසන් පාදම - සංග්‍රාහක සන්ධිය වැඩි විහාරයින් පූජු නැඹුරු වන ලෙසන් නැඹුරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. ව්‍යාන්සිස්ටරය npn වූවන් මෙම pnp සන්ධි නැඹුරු කළ යුත්තේ මෙම ආකාරයටම ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය ප්‍රාග්ධන මෙහෙයුම් ඇවිරිණි.



විමෝෂකයෙන් ගලන මූල් ධාරාව  $I_E$  වලින් නිරුපණය වන අතර එම ධාරාවෙන් කුඩා කොටසක්  $V_{EE}$  විහාර සැපයුම හරහා ගො යයි. මෙම කොටස  $I_B$  ලෙස දැක්වේ.  $I_E$  ධාරාවෙන් වැඩි කොටසක්  $I_C$  ලෙස සංග්‍රාහකය වෙත ලැබා වෙයි. E-B සන්ධියේ පෙර නැඹුරුව වෙනස් කළ විට  $I_E$  විශාල ලෙස වෙනස් වන අතර  $I_B$  පූළු වශයෙන් වෙනස් වෙයි.  $I_B$  පූළු වශයෙන් වෙනස් වන විට  $I_C$  විශාල ලෙස වෙනස් වේ.

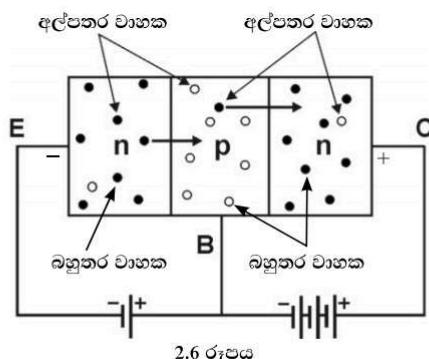
සැම විටම  $I_C$  සහ  $I_B$  වල එකතුව  $I_E$  ට සමාන වීම මෙයට හේතුවයි.

$$I_E = I_C + I_B$$

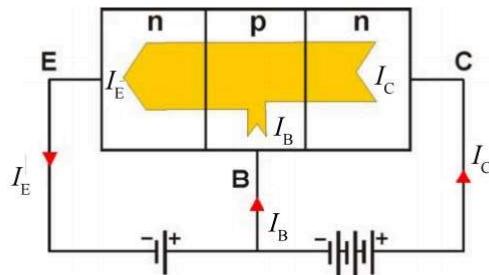
$I_E$  සාමාන්‍යයෙන් mA ගණයේ වන අතර  $I_B$ ,  $\mu A$  ගණයේ වෙයි. මේ අනුව  $I_B$  ඉතා පූළු වෙනස්වීමක් ඇති කරන විට  $I_C$  විශාල වෙනසකට බලුන් වේ. ව්‍යාන්සිස්ටරයේ වර්ධන ක්‍රියාවලිය මේ වෙනස්වීම මගින් පැහැදිලි වේ.

n-p-n ව්‍යාන්සිස්ටරයක දී ද එය ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ යුතු අතර B-C සන්ධිය පසු නැඹුරු කළ යුතු වේ. මෙහිදී යෙදිය යුතු නැඹුරු විහාරයන් p-n-p ව්‍යාන්සිස්ටරයට යෙදු නැඹුරු විහාරයන්ට ප්‍රතිවිරෝධ ඉවැළුකාවකින් යුතු වේ. එසේම මෙහිදී විමෝෂකයෙන් පාදම දෙසට විමෝෂකය වන්නේ කුහර වෙනුවට ඉලක්ට්‍රොනයි.

විමෝෂකයේ බහුතර වාහකය ඉලක්ට්‍රොන වන අතර E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු හේයින් එම ඉලක්ට්‍රොන පහසුවෙන් දන විහාරයක ඇති පාදම වෙත පහසුවෙන් ලැබා වේ. පාදම p වර්ගයේ අරඛ සන්නායකයක් හේයින් එහි බහුතර වාහකය වන්නේ කුහරයි. එහි අල්පතර වාහකය වන්නේ ඉලක්ට්‍රොනයි. BC සන්ධිය පසු නැඹුරු කර ඇති හේයින් පාදමේ ඇති බහුතර වාහකය වන කුහරවලට B-C සන්ධිය හරහා ගමන් කළ නොහැකි නමුත් විමෝෂකයෙන් පැමිණෙන ඉලක්ට්‍රොනවලට සංග්‍රාහකය වැඩි දන විහාරයක පවතින හේයින් පහසුවෙන් සංග්‍රාහකය වෙත පැමිණීය හැකි ය.



මේ අනුව n-p-n ව්‍යාන්සිස්ටරයක E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන සේ ද B-C සන්ධිය පසු නැඹුරු වන සේ ද පාහිර විහාර සැපයු විට විමෝෂකයේ සිට සංග්‍රාහකය වෙත ඉලක්ට්‍රොන පහසුවෙන් ගමන් කරයි. ඉලක්ට්‍රොන පූළු ප්‍රමාණයක් පමණක් පාදමෙන් ඉවතට ගො යයි. විදුල් ධාරාව, සානු ආරෝපණ වූ ඉලක්ට්‍රොන ගලන දිගාවට විරුද්ධ දිගාවට ගලන හේයින් ව්‍යාන්සිස්ටරය හරහා ධාරා ගලන්නේ සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝෂකය වෙතයි.

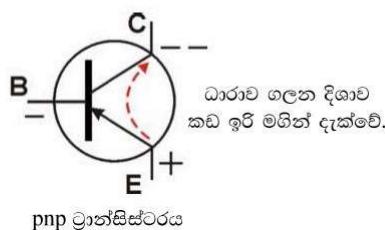


2.7 රුපය

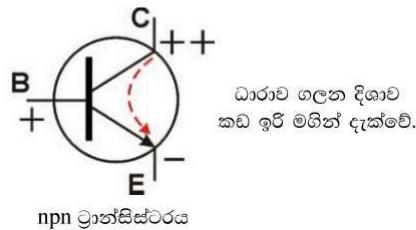
මෙහිදී ද විමෝෂක ධාරාව පාදම ධාරාවේ සහ සංග්‍රාහක ධාරාවේ එකතුවට සමාන වේ.

$$I_E = I_C + I_B$$

pnp සහ npn ව්‍යුන්සිස්ටර දෙකෙහිම මැද සහිත පෙර නැඹුරු කළ යුතු අතර B-C සහිත පසු නැඹුරු කළ යුතු වේ. එකම වෙනස වන්නේ නැඹුරු වේල්ල්‍රීයතාවේ ඉවශ්‍යතාවයි. ව්‍යුන්සිස්ටර දෙකෙහිම බහුතර ව්‍යාහය (pnp ව්‍යුන්සිස්ටරයේ දී ක්‍රියාත්මක සහ npn ව්‍යුන්සිස්ටරයේ දී ඉලෙක්ට්‍රොන) විමෝෂකයේ සිට සංග්‍රාහකයට පාදම හරහා ගළා යයි. ව්‍යුන්සිස්ටර දෙකෙහි බහුතර ව්‍යාහක වර්ගයේ ඉවශ්‍යතාව අනුව pnp ව්‍යුන්සිස්ටරය හරහා විමෝෂකයේ සිට සංග්‍රාහකයට ධාරාව ගළා යන අතර npn ව්‍යුන්සිස්ටරයේ දී ධාරාව සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝෂකයට ගළා යයි. pnp සහ npn ව්‍යුන්සිස්ටරවල පරිපථ සංකේතයන්හි විමෝෂකය හඳුනා ගැනීමට යොදන ඊ හිසෙහි දිගාව වන්නේ විමෝෂකය හරහා ධාරාව ගළා යන දිගාව බව ඔබට පැහැදිලි වනු ඇත.



pnp ව්‍යුන්සිස්ටරය



npn ව්‍යුන්සිස්ටරය

2.8 රුපය

සම්මත පරිපථ සංකේතයට අමතරව ව්‍යුන්සිස්ටරය හරහා ධාරාව ගලන දිගාවත් ව්‍යුන්සිස්ටරය තීවුරුදීව නැඹුරු කිරීම සඳහා විමෝෂකයට සාපේක්ෂව සංග්‍රාහකයේ සහ පාදමේ තීවිය යුතු විහාරයේ ඉවශ්‍යතාවන් 2.8 රුපයේ දක්වා ඇත. පාදම්මට අඟුරුව වන බහුතර ව්‍යාහකවලින් වැඩි ප්‍රමාණයක් සංග්‍රාහකය වෙන ලබා ගැනීම සඳහා සංග්‍රාහකය පාදම්ම සාපේක්ෂව වැඩි විහාරයකින් නැඹුරු කළ යුතු බව ධාරාව හැකි හේතුවෙන් දක්වා ඇත.

සෑම විටම ධාරාව ගලන්නේ ධාරාව (+) විහාරයක සිට සාන් (-) විහාරයක් වෙත හෙයින් නැඹුරු විහාරයන්ගේ ඉවශ්‍යතාව ව්‍යුන්සිස්ටරයේ සංකේත සටහනේ ඇති ඊ හිසේ දිගාවෙන් අපහසුවකින් තොරව මතක තබා ගත හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

### 2.3 ව්‍යුහසිස්ටර වින්ඩය (Configurations of transistor)

ව්‍යුහසිස්ටරයක් ඉලක්ට්‍රොනික පරිපථයකට සම්බන්ධ කළ හැකි ආකාර හේවත් වින්ඩය තුනක් පවතී. ව්‍යුහසිස්ටරයට E, B, C ලෙස අගු තුනක් ඇති බව කළින් දක්වා ඇත. නමුත් වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කරන විට සංඛ්‍යාව ලබා දීම සඳහා ප්‍රධානයට (Input) අගු දෙකකුන් සංඛ්‍යාව පිටතට ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රතිදානයට (Output) අගු දෙකකුන් තිබිය යුතු ය.

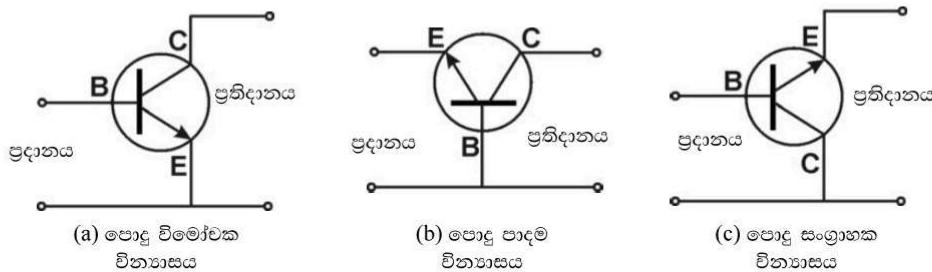


2.9 රුපය

මේ අනුව ව්‍යුහසිස්ටරයේ එක් අගුයක් ප්‍රතිදානයට සහ ප්‍රදානයට පොදු ව භාවිත කිරීමට සිදු වේ. මේ අනුව පොදු ලෙස භාවිත කරන අගුය අනුව (විමෝශකය, පාදම හෝ සංග්‍රාහකය) ව්‍යුහසිස්ටරය වින්ඩය තුනකින් පරිපථයකට සම්බන්ධ කළ හැකි ය. මෙම වින්ඩය තුන වන්නේ,

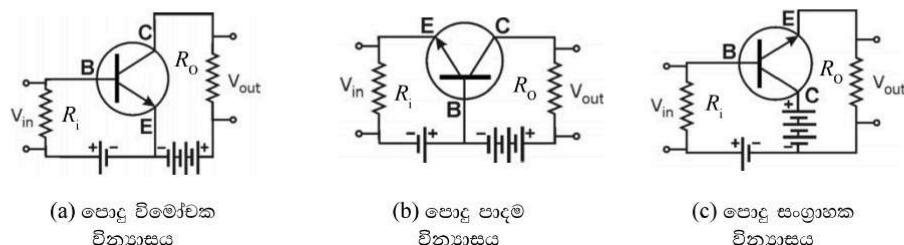
- (a) පොදු විමෝශක වින්ඩය - Common Emitter Configuration
- (b) පොදු පාදම වින්ඩය - Common Base Configuration
- (c) පොදු සංග්‍රාහක වින්ඩය - Common Collector Configuration

npn ව්‍යුහසිස්ටරයක මෙම වින්ඩය තුන 2.10 රුපයේ දැක්වේ.



2.10 රුපය

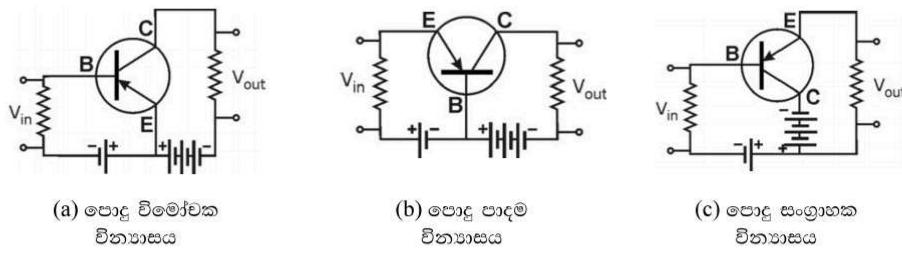
නැමූරු විහාර සහිත ව මෙම වින්ඩය 2.11 රුපයේ සඳහන් පරිදි දැක්වා ඇති ය.



2.11 රුපය

වර්ධකයක් ලෙස පරිපථ භාවිත කරන විට  $R_i$  හරහා ප්‍රදානය ලබා දෙන අනර  $R_o$  හරහා ප්‍රතිදානය පිටතට ලබා ගත හැකි ය.

pnp ව්‍යුන්සිස්ටර ඉහත වින්‍යාසවල වර්ධක ලෙස හාවිත කරන විට නැගුරු විහාර සැපයෙන ආකාරය සමඟ එම පරිපථ 3.12 රුපයේ දැක්වේ.

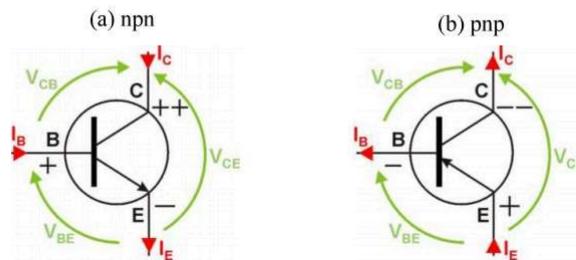


2.12 රුපය

මෙම පරිපථවල ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ නැගුරු විහාරවල බැව්‍යතාව මාරුවීම පමණි.

## 2.4 ව්‍යුන්සිස්ටර පරිපථ සංකේතය සමඟ හාවිත වන අංකන

ව්‍යුන්සිස්ටර පරිපථවල අගුවල විහාරයන් දැක්වීම සඳහා සහ ගලන ධාරාවන් දැක්වීම සඳහා විවිධ සංකේත හාවිත වේ. සරල ධාරා සහ විහාර දැක්වීම සඳහා ඉංග්‍රීසි කැපිටල් අකුරු හාවිත කරනු ලැබේ.



2.13 රුපය

කළුන් සඳහන් කළ පරිදි ව්‍යුන්සිස්ටරවල සංග්‍රාහකය, පාදම් සහ විමෝශකය දැක්වීම සඳහා පිළිවෙළින් C, B සහ E අකුරු හාවිත වේ. ඒවා හරහා ගලන සරල ධාරා දැක්වීමට  $I_C$ ,  $I_B$  සහ  $I_E$  සංකේත හාවිත කරනු ලැබේ. අගුවල විහාර සාමාන්‍යයෙන් දක්වනු ලබන්නේ තවත් අගුයකට සාපේක්ෂව ය. (පරිපථයේ යම් ලක්ෂණයක් ඩු ගත කොට ඇති නම් පමණක් නිරපේක්ෂ විහාර දැක්වීය හැකි ය)

මෙහිදී විහාර දක්වන අගුය පළමුවන්, "සමූද්‍රේක අගුය" (Reference terminal) දෙවනුවන්, දක්වනු ලැබේ.

සංඛ්‍යා:

- |                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| (a) විමෝශකයට සාපේක්ෂ සංග්‍රාහක විහාර | $\longrightarrow V_{CE}$ |
| (b) විමෝශකයට සාපේක්ෂ පාදම් විහාර     | $\longrightarrow V_{BE}$ |
| (c) පාදම් සාපේක්ෂ සංග්‍රාහක විහාර    | $\longrightarrow V_{CB}$ |

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

npn සහ pnp ච්‍රාන්සිස්ටර නීවැරදි ව නැවුරු කර ඇති විට ඉහත අංකනය ඇසුරෙන් විහවවල බැව්‍යතාව පහත සඳහන් ලෙස දැක්විය හැකි ය.

|          | <u>npn ච්‍රාන්සිස්ටර</u> | <u>pnp ච්‍රාන්සිස්ටර</u> |
|----------|--------------------------|--------------------------|
| $V_{BE}$ | ධන (+)                   | සානු (-)                 |
| $V_{CE}$ | ධන (+)                   | සානු (-)                 |
| $V_{CB}$ | ධන (+)                   | සානු (-)                 |

මෙයට අමතරව දත්ත සටහන්වල  $V_{BEO}$ ,  $V_{CEO}$ ,  $V_{CBO}$ , ඇදී ලෙස විහවයන් දක්වනු ලැබේ. මෙහිදී ච්‍රාන්සිස්ටරයේ ඉතිරි අගුර විවෘත පරිපථයේ (Open circuit) ඇති විට විහව දැක්වේ. උදාහරණයක් ලෙස  $V_{BEO}$  යනුවෙන් දැක්වෙනුයේ සංග්‍රාහකය විවෘත පරිපථ අවස්ථාවේ ඇති විට විමෝශකයට සාපේක්ෂ ව පාදමේ විහවය සි. උසස් පෙළ විෂය නිර්දේශයේ දී හාවත කරනුයේ npn ච්‍රාන්සිස්ටර හෙයින් මින් පසු ඇති පරිපථවල දී nppn ච්‍රාන්සිස්ටර ගැන සාකච්ඡා කරනු ලැබේ.

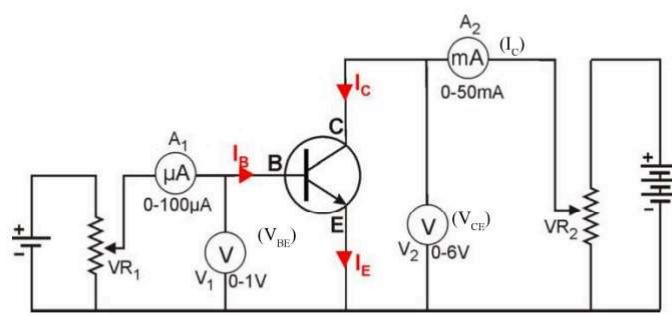
## 2.5 පොදු විමෝශක වින්‍යාසයයේ ලාක්ෂණික වතු

වර්ධකයක් ලෙස බහුල ව ම හාවත වන ච්‍රාන්සිස්ටර වින්‍යාසය වනුයේ පොදු විමෝශක වින්‍යාසයයි. අනෙක් වින්‍යාසවලට සාපේක්ෂ ව වැඩි ධාරා ලාභයක්, වෛශ්‍රේදියතා ලාභයක් හා ක්ෂේමතා ලාභයක් මෙමින් ලබා ගත හැකිවීම මෙයට ප්‍රධාන හේතුවකි. මෙම ගුණ පිළිබඳව පසුව සලකා බලමු.

එන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරීත්වය තේරුම ගැනීමට නම්  $V_{BE}$ ,  $V_{CE}$ ,  $I_B$  සහ  $I_C$  අතර පවත්නා සම්බන්ධතා සැලකිය යුතු වේ. මෙම සම්බන්ධතා ප්‍රාස්ථාරික ව නිරුපණය කෙරෙන වතු, ලාක්ෂණික වතු ලෙස නඟුන්වනු ලැබේ. මෙවා ප්‍රධාන වගයෙන් වර්ග තුනකින් දැක්විය හැකි ය.

- (i) ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකය ( $V_{BE}$  ට එහිටුව  $I_B$ )
- (ii) ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය ( $V_{CE}$  ට එහිටුව  $I_C$ )
- (iii) සංක්‍රමණ ලාක්ෂණිකය ( $I_B$  ට එහිටුව  $I_C$ )

nppn ච්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා මෙම වතු ලබා ගැනීම සඳහා සූයුෂු පරිපථයක් 2.14 රුපයේ දැක්වේ. මෙම වතු ලබා ගන්නා ආකාරයන් ඒවායේ ලක්ෂණන් අඩි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.



2.14 රුපය

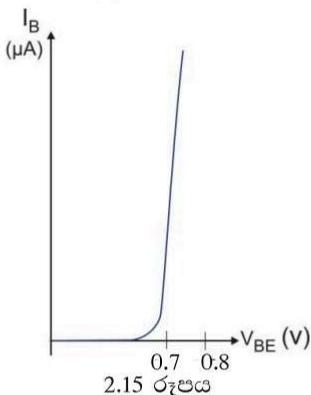
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

විමෝශක වින්‍යාස ප්‍රාග්ධන ආයතනය සංඛ්‍යාත ප්‍රාග්ධන ප්‍රාග්ධන ප්‍රාග්ධන ප්‍රාග්ධන ප්‍රාග්ධන

### 2.5.1 (i) ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකය (Input characteristic)

පොදු විමෝශක වර්ධකයක ප්‍රදානය (Input) ලෙස හාටින කරන්නේ විමෝශකයට සාපේක්ෂ ව පාදම් විහාරයයි ( $V_{BE}$ ). මෙය සමඟ ප්‍රදානයේ ගලන ධාරාව  $I_B$  වෙනස් වන ආකාරය ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකයෙන් දක්වනු ලැබේ. මෙම ලාක්ෂණික ලබා ගැනීමේ දී විමෝශකයට සාපේක්ෂ සංග්‍රහකයේ ( $V_{CE}$ ) විහාරය නියත තබා ගනු ලැබේ.  $VR_2$  විවළා ප්‍රතිරෝධකය මගින් 0-6V අතර  $V_{CE}$  නියත අගයක තබා ගත හැකි ය.  $VR_1$  විවළනය කිරීමෙන්  $V_{BE}$  විවළනය කළ හැකි අතර  $V_I$  වෝල්ටෝමිටරයෙන් හා  $A_1$  මයිකූජාමිටරයෙන්  $V_{BE}$  හා  $I_B$  හි අනුරුප අගයන් ලබා ගෙන  $V_{BE}$  ව එදිරිව  $I_B$  ප්‍රස්ථාර ගැන්විය හැකි ය.

සිලිකන් ව්‍යාන්සිස්ටරයක් සඳහා ලැබෙන ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකයක් පහත දැක්වේ.



සිලිකන් p-n සන්ධිය 0.6 ~ 0.7 Vවල දී පෙර නැඹුරු වන බව කළීන් සඳහන් කොට ඇත. 0.7 V දක්වා  $I_B$  ඉන්සයට ආසන්න බවත් එයින් පසු ඉතා සුළු විහාර වෙනසකට වුවද  $I_B$  ධාරාව දළ වශයෙන් රේඛිය ව ප්‍රදාන සමඟ වෙනස් වන බවත් මේ අනුව පෙනේ.

ව්‍යාන්සිස්ටරය ප්‍රදානයක් ලෙස  $I_B$  ලබා දුන් විට එය වර්ධනය වී  $I_C$  ධාරාව ප්‍රතිදානයේ ලැබේ. එම නිසා පොදු විමෝශක වින්‍යාසයයේ දී ව්‍යාන්සිස්ටරය ධාරා වර්ධකයක් ලෙස සළකනු ලැබේ.

මෙහි  $\frac{I_C}{I_B}$  අනුපාතය ව්‍යාන්සිස්ටරයේ සරල ධාරා ලාභය (DC - Current gain) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ (වෙනත් අයුරකින් සඳහන් නොවේ නම් ධාරා ලාභය යන්නෙන් අදහස් වන්නේ සරල ධාරා ලාභයයි).

$$\text{ධාරා ලාභය } (\beta) = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_C = \beta I_B$$

පොදු විමෝශක වින්‍යාසයයේ දී ඒහි අගය සාමාන්‍යයෙන් 100 පමණ (50 ~ 250) වේ. කෙසේ වුවද ව්‍යාන්සිස්ටරය අනුව මෙහි අගය වෙනස් වන අතර අදාළ ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය දත්ත පොතකින් සොයා ගත සුතු ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

ලාක්ෂණික ව්‍යුහයට අනුව කැපී ගිය ප්‍රදේශය (Cut-off Region) පිහිටුන්නේ  $I_B = 0$  වන විටයි.

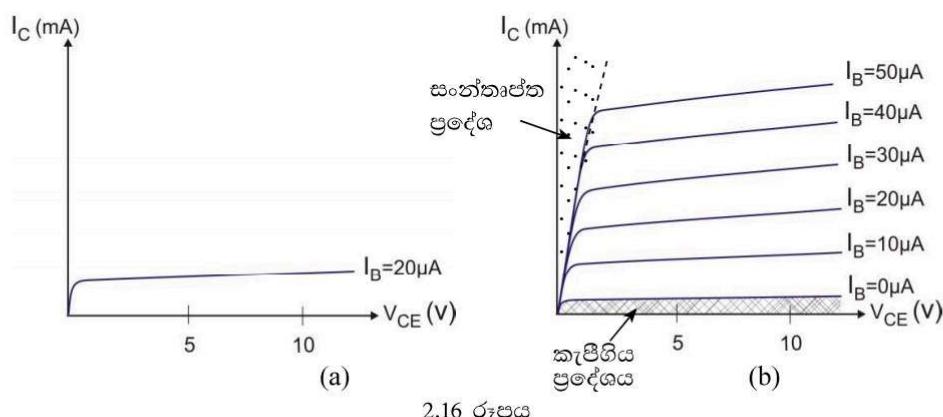
රේකිය (සැකිය) ප්‍රදේශයේ දී  $I_C = \beta I_B$  හෝවත්  $I_C \propto I_B$  වෙයි. දෙන ලද ව්‍යුහයේ සඳහා  $\beta$  හෝවත් ධාරා ලාභය නියත වේ.

සන්නාථේ පෙදෙසේ දී එනම්  $I_C, I_B$  සමග තවදුරටත් වැඩි නොවන අවස්ථාවේ දී  $I_C, \beta I_B$  ව වඩා කුඩා වේ.

$I_C < \beta I_B$  (රේකිය ප්‍රදේශය හා සන්නාථේ ප්‍රදේශය පිළිබඳ වැඩිදුර විස්තර පසුව සඳහන් වේ).

### 2.5.2 (ii) ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය (Output Characteristic)

ප්‍රතිදාන විභාගය  $V_{BE}$  නියත ව තබා ප්‍රතිදාන විභාගය ( $V_{CE}$ ) වෙනස් වන විට ප්‍රතිදාන ධාරාව  $I_C$  වෙනස් වන ආකාරය 2.16 රුපයේ දැක්වේ.  $VR_1$  නියත ව තබා  $VR_2$  වෙනස් කර  $V_{CE}$  ත් එයට අනුරූප  $I_C$  ත් මැන්‍ය තුළුව ප්‍රස්ථාර ගැන්වූ විට ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය ලැබේ.



2.16 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

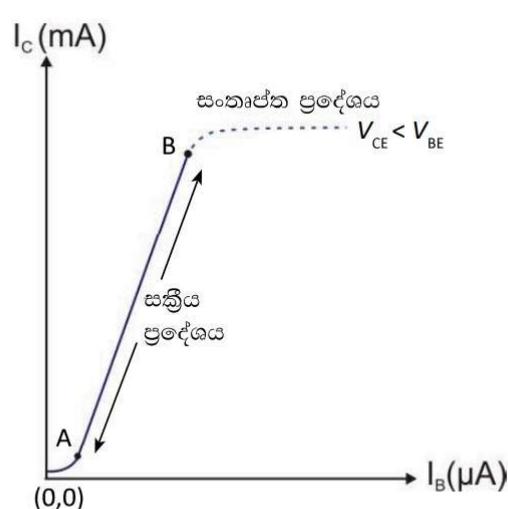
$I_B$  හි අයය  $VR_1$  විවෘතය කිරීම මගින් 20  $\mu A$  වන සේ තබා ගෙන  $V_{CE}$  සමග  $I_C$  විවෘතය වන ආකාරය සටහන් කළ විට (a) රුපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ ව්‍යුහයක් ලැබේ.  $I_B$  හි අයය 0  $\mu A$ , 10  $\mu A$ , 20  $\mu A$ , 30  $\mu A$ , ... ආදි ලෙස එක් එක් අවස්ථාවේ දී නියත ව තබා ගෙන වන ව්‍යුහ තීර්ණය කළ විට (b) රුපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ වන කුලකයක් ලැබේ. යම්  $I_B$  අයයක දී  $V_{CE}$  හි යම් කුඩා අයයකට පසු ඉන් ඉදිරියට  $I_C$  ධාරාව නියත අයයක් ගැන්නා බව මෙම වනුවලට අනුව පෙනේ. මේ අනුව  $V_{CE}$  යම් කුඩා අයයක් ඉක්ම වූ පසු  $I_C$  සන්නාථේ වන බව මෙම වනුවල තීරස් රේඛා මගින් දැක්වේ.  $I_B = 0$  වන විට  $V_{CE}$  හි අයය ක්මක් වුවත්  $I_C$  ගුණාත්මක ඉතා ආසන්න බව පෙනේ.

එබැවින්  $I_C$  මැන්‍ය මෙම ප්‍රදේශය කැපීය ප්‍රදේශය (Cut-off region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එසේම  $V_{CE}$  හි ඉතා කුඩා අයයක දී  $I_C$  ධාරාව සන්නාථේ අයයකට පත්වන බව ( $I_B$  ව අනුව  $I_C$  සන්නාථේ ධාරාව තීරණය වේ.) වනු කුලකයට අනුව පෙනේ (b) රුපයේ සිරස් ව අදුරු කොට ඇති පෙදෙසින් මෙය දැක්වේ. මෙය සන්නාථේ ප්‍රදේශය (Saturation region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.  $I_B$  හි අයයන් සමග  $I_C$  විවෘතය වන පෙදෙස වනු සහිත මැද කොටසින් දැක්වේ. මෙම කොටස සත්‍ය ප්‍රදේශය (Active region) හෝ රේඛා ප්‍රදේශය (Linear region) ලෙස හඳුන්වනු වේ. ව්‍යුහයේ වර්ධකයක් ලෙස මෙම ක්‍රාපය තුළ කියා කරයි. මෙම පෙදෙසේ දී  $I_B$  හි කුඩා විවෘතයක්  $I_C$  හි විශාල විවෘතයක් සිදු කරයි.

### 2.5.3 (iii) සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය (Transfer Characteristic)

ප්‍රඳානයේ ( $I_B$ ) හි සිදු වන වෙනස්වීම්වලට අනුව ප්‍රතිඳානයේ ( $I_C$ ) හි සිදු වන වෙනස්වීම් මෙම ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.

ඉහත 2.14 රුපයේ දක්වා ඇති පරිපථයේ  $VR_2$  මගින්  $V_{CE}$  වියක ව තබා  $VR_1$  මගින්  $V_{BE}$  වෙනස් කිරීමෙන්  $I_B$  වෙනස් කරනු ලැබේ.  $A_1$  මගින්  $I_B$  ත්  $A_2$  මගින්  $I_C$  ත් සහිත කොට ගෙන  $I_B$  ට එදිරිව  $I_C$  ප්‍රස්ථාර ගත කරනු ලැබේ. මෙමෙස ලැබෙන සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකයක් පහත දැක්වේ.



2.17 රුපය

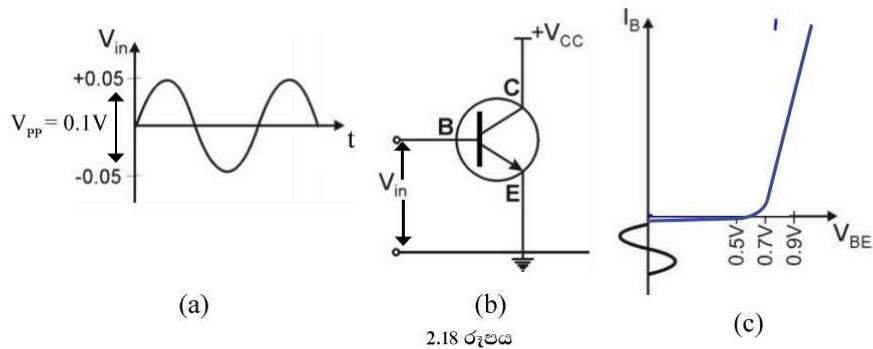
$I_B$  ඉනා විට  $I_C$  ඉනා යට ආසන්න ඉතා කුඩා අයයක් ගනී. වකුදේ රේඛිය කොටස තුළ  $I_B$  ට අනුලෝධ ව සමානුපාතික ලෙස  $I_C$  විවෘත වේ. වකුදේ B ලක්ෂණයන් මධ්‍යාම මධ්‍යාම පෙර පැවති අයයේ නියත ව තබා ගැනීමට නොහැකි වේ.  $V_{CE}$  ඉතා අඩු අයයකට ( $V_{CE} < V_{BE}$ ) පත් වේ. එවිට  $VR_2$  මගින්  $V_{CE}$  පෙර පැවති අයයේ නියත ව තබා ගැනීමට නොහැකි වේ.  $V_{CE}$  අයය  $V_{BE}$  අයයට වඩා අඩු වූ එම අවස්ථාව ව්‍යුහයේ සහ්තාපීත අවස්ථාවයි. එම අවස්ථාවට එළැඳීමෙන් පසු  $I_B$  වැඩි කළ ද  $I_C$  නියත ව පවතී. AB රේඛිය ප්‍රදේශය ව්‍යුහයේ සක්‍රිය ප්‍රදේශය ලෙස හැඳුන්වේ. ව්‍යුහයේ වර්ධකයක් ලෙස ක්‍රියාකාරී වන්නේ මෙම සක්‍රිය ප්‍රදේශය තුළ ය. එහිදී  $I_B$  හි ඇති වන  $\mu\text{A}$  ගණයේ වෙනසක්  $I_C$  හි  $\text{mA}$  ගණයේ වෙනසක් බවට වර්ධනය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

## 2.6 ව්‍යාන්සිස්ටර නැඹුරු කිරීම

### 2.6.1 නැඹුරු කිරීමේ අවශ්‍යතාව

කාලය සමග විවෘත වන කුඩා විහාර අන්තරයක් වර්ධනය කර ගැනීමට පොදු විෂෝචක විනාශයයේ ඇති ව්‍යාන්සිස්ටරයක පාදමට එය යොදවන්නේ යයි සිතමු. උදාහරණයක් ලෙස මෙහිදී  $V_{PP} = 0.1 \text{ V}$  වන ප්‍රත්‍යාවර්තනක සංයුත්වක් වර්ධනය සඳහා යොදවන්නේ යැයි සලකමු. (2.18 (a) රුපය).

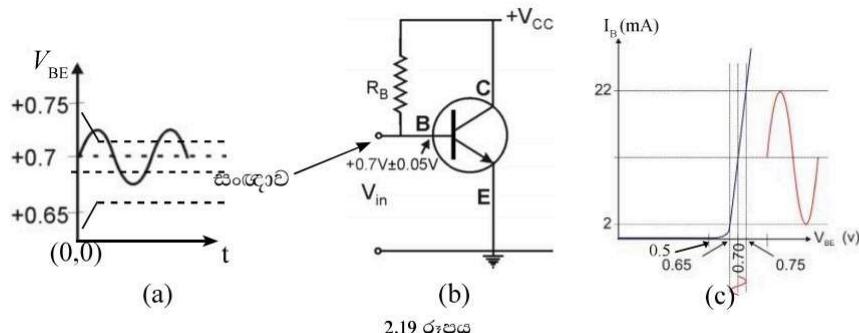


2.18 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. අභ්‍යන්තර තොරතුරු මෙහෙයුම් ඇවිරිණි.

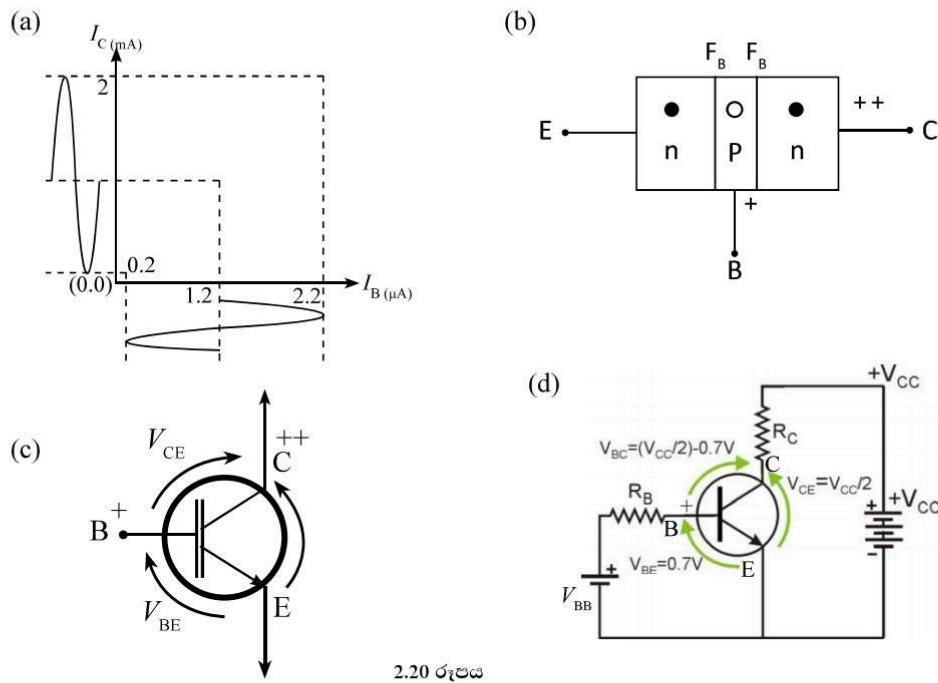
මෙහිදී  $V_{BE}$  හි විහාරය  $-0.05 \text{ V}$  සිට  $+0.05 \text{ V}$  දක්වා වෙනස් වන අතර ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ප්‍රධාන ලාක්ෂණික ව්‍යුහය අනුව (2.18 (c) - රුපය)  $I_B$  හි අය ගුනායයේ ම පවතියි.  $I_B$  ගුනා හෙයින් ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන දාරාව  $I_C$  ද ගුනාව වන අතර කිසිදු වර්ධනයක් මෙහිදී සිදු නොවේ. (කිසිදු ප්‍රතිදානයක් නොලැබේ).

ව්‍යාන්සිස්ටරයේ පාදම බාහිර විහාර සැපයුමක් මගින්  $+0.7 \text{ V}$  විහාරයක තබා ඇතැයි ද එම විහාරය මත ඉහත සංයුත්ව පාදමට යොදවා ඇතැයි ද සලකමු (2.19 (b) රුපය).



2.19 රුපය

මෙහිදී  $I_B$  හි දාරාව  $2 \mu\text{A}$  සිට  $22 \mu\text{A}$  දක්වා වූ පරාසයක වෙනස් වන බව ප්‍රධාන (Input) ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ (2.19 (c) රුපය).



2.20 රූපය

මෙම ප්‍රධාන (Input) ආකාරය අනුව ව්‍යුහ්සිස්ටරයේ ප්‍රතිඵානය (Output) ( $I_C$ ) 0.2 mA සිට 2.2 mA දක්වා වෙනස් වන බව  $I_C - I_B$  ලාභ්‍යතාකීය (2.17 රූපය) අනුව පෙනේ. මේ අනුව ව්‍යුහ්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස කියා කිරීම සඳහා එහි පාදමට නැඹුරු විහාරයක් සැපයීය යුතු බව පෙනේ. මෙම විහාරය සැපයීම පාදම නැඹුරු කිරීම ලෙස හැඳුන්වනු ලැබේ. මෙම නැඹුරු කිරීමේ දී ඉහත අප සළකා බැලුවේ EB සන්ධිය දේ පෙර නැඹුරු කිරීම පමණි. නමුත් එයට අමතරව BC සන්ධිය දී පසු නැඹුරු විය යුතු ය. මේ සඳහා සරල ධාරා විහාරයක් සැපයීය යුතු වේ.  $V_{BE}$  හි අය 0.7 V හෝ එයට ස්වල්පයක් වැඩි විය යුතු අතර  $V_{CB}$  වඩා විශාල විහාරයකින් පසු නැඹුරු කළ යුතුය. කෙක්ෂ පද්ධති දෙකකින් මෙම විහාරය සපයන ආකාරය 2.20 රූපයේ දැක්වේ.  $R_B$  ප්‍රතිරෝධකය මගින් පාදම විමෝවකයට සාපේක්ෂ ව + 0.7V ක විහාරයේ තබන අතර  $R_C$  ප්‍රතිරෝධය මගින් සංග්‍රහකය සැපයුම විහාරය වූ  $V_{CC}$  විශිෂ්ට අර්ථයක ( $V_{CE} = V_{CC}/2$ ) තබා ගනු ලැබේ. මේ පිළිබඳ සවිස්තර "ව්‍යුහ්සිස්ටරයක ප්‍රායෝගික හාටිය" යටතේ ඉදිරිපත් කර ඇත.

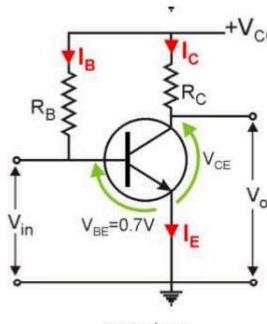
### 2.6.2 තනි විහාරය සැපයුමක් මගින් ව්‍යුහ්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම

මේ සඳහා විවිධ ක්‍රම භාවිත කළ හැකි අතර ප්‍රධාන වශයෙන් ම භාවිත වන ක්‍රම දෙකක් පිළිබඳව සලකා බලමු.

#### (i) පාදම ප්‍රතිරෝධක නැඹුරු කිරීම (Base-resistor Biasing)

නැඹුරු විහාරය ලබා දීම සඳහා සරලතම ක්‍රමය වෙතත්නේ පාදම ප්‍රතිරෝධක ක්‍රමයයි. මෙහිදී විහාර සැපයුමක් සිට (npn ව්‍යුහ්සිස්ටර සඳහා දහන විහාර සැපයුමක් සිට) පාදම නැඹුරු ප්‍රතිරෝධකයක් පාදමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. පහත පරිපථයේ  $R_B$  ලෙස මෙම පාදම ප්‍රතිරෝධකය දක්වා ඇත. සැපයුම විහාරය දැක්වීම සඳහා  $V_{CC}$  සංකේතය හාටිය කරනු ලබන අතර npn ව්‍යුහ්සිස්ටර වර්ධකවල  $V_{CC}$  පාය දන (+) විය යුතු ය. සංග්‍රහකයට අවශ්‍ය දන විහාරය සැපයීම සඳහා  $+V_{CC}$  සැපයුම අගුර  $R_C$  ප්‍රතිරෝධකයක් මගින් සංග්‍රහකයට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. මෙහිදී  $R_B$  මගින් පාදම අගුර හා විමෝවක අගුර අතර තිබිය යුතු නැඹුරු විහාරය ( $V_{BE}$ ) ආසන්න වශයෙන් 0.7 V හි පවත්වා ගනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



වර්ධකය ක්‍රියා කරන විට  $I_B$  සමග  $I_C$  වෙනස් වන අතර  $I_C$  වැඩි වන විට සංග්‍රහක විහාරය  $V_{CE}$  අඩු වේ.  $I_C$  උපරිම වන විට  $R_C$  හරහා විහාර බැස්ම ( $I_C R_C$ ) ඉතා ආසන්න ලෙස  $V_{CC}$  වේ. එවිට  $V_{CE} = 0$  ලෙස සැලකේ.  $I_C$  ඉන්න විට  $R_C$  හරහා විහාර බැස්ම ( $I_C R_C$ ) ඉන්න වන අතර  $V_{CE} = V_{CC}$  වේ. මෙම  $I_C$  මූල්‍ය පරාසම හාවිත කිරීම සඳහා  $V_C = \frac{V_{CC}}{2}$  අයයක සිටින පරිදි  $R_C$  සඳහා අයය තෝරා ගනු ලැබේ. (විමෝශකය භාගත කිරීම මගින්  $V_{CE} = 0$  කළ හැකි ය. එවිට  $V_{CE} = V_C$  හෙවත් සංග්‍රහක විහාරය ලෙස සැලකිය හැකි ය)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

$R_B$  සෙවීම සඳහා

කර්වොං නියමයෙන්,

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} \quad \dots \quad (1)$$

$R_C$  සෙවීම සඳහා කර්වොං නියමයෙන්,

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

විමෝශකය භාගත විට  $V_E = 0$  බැවින්  $V_{CE} = V_C$

ඉහත දක්වා ඇති පරිදි  $V_C = \frac{V_{CC}}{2}$  ලෙස තබා ගන්නා බැවින්,

$$\therefore V_{CC} = I_C R_C + \frac{V_{CC}}{2} \quad \dots \quad (2)$$

ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය  $\beta$  නම්,

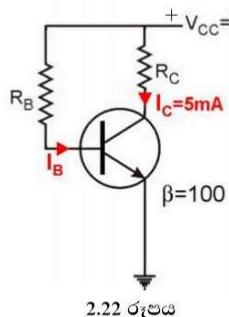
$$I_C = \beta I_B \quad \dots \quad (3)$$

තවද ව්‍යාන්සිස්ටරයක් සඳහා,

$$I_E = I_C + I_B \quad \dots \quad (4)$$

ඉහත සම්බන්ධතා අවශ්‍ය පරිදි හාවිත කිරීමෙන් දී ඇති සැපයුම් වෝල්ටෝමෝ යොදාගෙන අවශ්‍ය ප්‍රතිදාන ධාරාව  $I_C$  ලබා ගැනීමට යෙදිය යුතු  $R_B$  සහ  $R_C$  අයයයන් ගණනය කළ හැකි ය.

දදා: 6 V සැපයුමක් සහ  $\beta = 100$ ක් වූ සිලිකන් npn ව්‍යාන්සිස්ටරයක් හාවිතයෙන් රේඛිය වර්ධකයක් තිරිමාණය කළ යුතු වේ.  $I_C$  හි අයය 5 mA විය යුතු නම් පාදම ප්‍රතිරෝධක නැඹුරුව හාවිතයට අවශ්‍ය පරිපථ සටහන ඇද  $R_B$  හා  $R_C$  සඳහා යෙදිය යුතු අයයන් සොයන්න.



නිරමාණය කළ යුතු පරිපථයේ සටහන මෙහි දැක්වේ.

සංග්‍රාහකය හරහා කරවාග් නියමය ලිවීමෙන්,

$$V_{CE} = I_C R_C + V_{CE}$$

$$V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2} යැයි සලකම්.$$

එවිට,

$$6 = 5 \times 10^{-3} R_C + \frac{V_{CC}}{2}$$

$$\frac{6 - 3}{5 \times 10^{-3}} = R_C$$

$$\therefore R_C = 600 \Omega$$

$I_B$  සෙවීම සඳහා  $I_C = \beta I_B$

$$5 \times 10^{-3} = 100 \times I_B$$

$$I_B = \frac{5 \times 10^{-3}}{100} = 5 \times 10^{-5} A = 50 \mu A$$

$R_B$  සලකා කරවාග් නියමය යෙදීමෙන්,

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

යිලිකන් ලාන්ඩිස්ටරයක් සඳහා  $V_{BE} = 0.7 V$  යැයි සලකම්.

$$\therefore 6 = 50 \times 10^{-6} R_B + 0.7$$

$$\therefore R_B = \frac{5.3}{50 \times 10^{-6}} = 1.06 \times 10^5 = 106 k\Omega$$

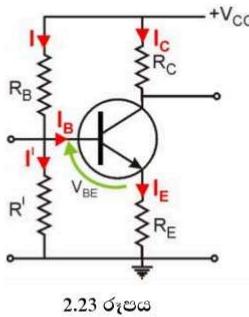
යෙදිය යුතු  $R_C$  ප්‍රතිරෝධකය  $600 \Omega$  දී  $R_B$  ප්‍රතිරෝධකය  $106 k\Omega$  දී විය යුතු වේ. (ප්‍රතිරෝධක නිෂ්පාදන ප්‍රමිතියක් වන  $E_{24}$  ග්‍රෑනීයට අනුව වෙළඳපොළීන් ලබා ගත හැක්කේ  $620 k\Omega$  හා  $100 k\Omega$  ප්‍රතිරෝධක වේ)

## (ii) විහාර බෙදුම් නැඹුරු ක්‍රමය

ඉහත පරිපථවල දී  $I_B$  බාරාවේ සිදු වන යම් විවෘතයක් පාදම විහාරය වෙනස් කිරීමට ( $R_B$  හරහා විහාර පාතනය වෙනස් විට මගින්) හා ම මගින් නැඹුරු විහාරය  $V_{BE}$  වෙනස් වීමට බලපාන බව අපට පෙනෙන්. මෙම දේශීය ඉවත් කිරීම සඳහා  $R_B$  සහ  $R'$  ප්‍රතිරෝධක දෙකක් ග්‍රෑනීයන ව විහාර සැපයුම ( $V_{CE}$ ) ට සම්බන්ධ කර ප්‍රතිරෝධක දෙක එකිනෙකට සන්ධි වන ලක්ෂණය පාදමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ (2.23 රුපය). මෙම විහාර බෙදුම් නිසා  $V_B$  විහාරය නියත ව පවත්වා ගෙන යනු ලැබේ.  $V_B$  නි අයය,  $V_B - V_E = 0.7$  ට ආසන්න වන සේ සහ  $I_B$  නි අයය  $I_B$  නි අයය මෙන් දස ගුණයක් පමණ වන පරිදි  $R_B$  හා  $R'$  තෝරා ගනු ලැබේ. එවිට  $I \leftarrow I'$  ලෙස සැලකිය හැකි ය.

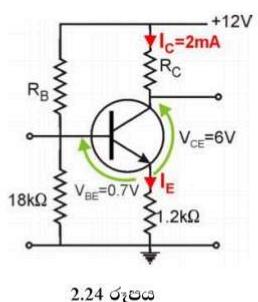
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ නිසා  $I_B$  ධාරාවේ විවෘතය නිසා  $I$  ට ඇති වන බලපෑම කුඩා වේ. එබැවින් සැම විට ම  $V_B$  විහාරය විහාර බෙදුම මගින් නියත ව පවත්වා ගෙන යා හැකි ය.



ව්‍යාන්සිස්ටරයේ උෂේණත්වය වැඩි විම වැනි හේතුවක් නිසා අනවශ්‍ය පරිදි  $I_C$  වැඩි වන විට  $I_E$  ද වැඩි විම ( $I_E = I_C + I_B$  අනුව) සිදු වන නිසා  $V_E$  වැඩි වේ ( $V_E = I_E R_E$  බැවින්).  $V_B$  නියත ව පවතින හේතින්  $V_{BE}$  අඩු විමට මෙය හේතු වේ. මෙසේ නැමුණු වෝල්ටෝමෝ අඩුවිමෙන්  $I_B$  අඩු කරන අතර  $I_C$  පෙර පැවති අගයට ගෙන ඒමට මෙම ක්‍රියාවලිය හේතු වේ. එමගින් ව්‍යාන්සිස්ටරයේ සරල ධාරා තන්ත්ව නොවෙනස් ව තබා ගත හැකි වේ.

උදා:- (i) 2.24 රුපයේ දැක්වෙන විහාර බෙදුම නැමුණු වර්ධක පරිපථයේ යොදා ඇත්තේ සිලිකන් ව්‍යාන්සිස්ටරයකි. පහත සඳහන් දැනු ගණනය කරන්න. ( $I_C \simeq I_E$  සහ යැයි සලකන්න.)



- i.  $V_E$
- ii.  $V_B$
- iii.  $V_C$
- iv.  $R_C$
- v.  $R_B$
- vi.  $V_{BC}$
- vii.  $V_{BC}$  හි ලකුණ (+ හේ →) සැලකීමෙන් එළඹිය හැකි නිගමනය කුමක් ද?

(i).  $R_E$  හරහා විහාර බැස්ම සැලකීමෙන්

$$V_E = I_E R_E = I_C R_E = 2 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^3 = 2.4 \text{ V} \quad (I_E \simeq I_C \text{ ලෙස ගෙන ඇත.})$$

(ii).  $V_B = V_E + V_{BE} = 2.4 + 0.7 = 3.1 \text{ V}$

$$(iii). V_C = V_E + V_{CE} = 2.4 + 6 = 8.4 \text{ V} \quad (V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2} \text{ ලෙස ගෙන ඇත.})$$

$$(iv). R_C = \frac{V_{RC}}{I_C} = \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_E}{I_C} = \frac{12 - 6 - 2.4}{2 \times 10^{-3}} = \frac{3.6}{2 \times 10^{-3}} = 1.3 \text{ k}\Omega$$

(v).  $R_B$ ,  $18k\Omega$  විහාර බෙදුම ගැන සැලකීමෙන්

$$V_B = \frac{V_{CC} \times 18 \times 10^3}{R_B + 18 \times 10^3} \quad V_B = 3.1 \text{ V} \text{ නිසා}$$

$$\therefore R_B + 18 \times 10^3 = \frac{12 \times 18 \times 10^3}{3.1}$$

$$\therefore R_B = \frac{12 \times 18 \times 10^3}{3.1} - 18 \times 10^3 = 51.7 \times 10^3 \Omega$$

$$R_B \simeq 52 \text{ k}\Omega$$

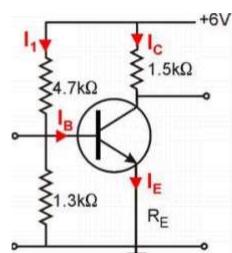
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරීම්.

$$(vi). V_{BC} = V_B - V_C = 3.1 - 8.4$$

$$V_{BC} = -5.3 \text{ V}$$

(vii). මෙහි අගය සාර්ථක අගයක් වේ. එයට හෝතුව BC සන්ධිය පසු නැඹුරුවේ පවත්වා ගෙන තිබුමයි.

සෙ: (ii)



2.25 රුපයේ දැක්වෙන විනව බෙදුම් නැඹුරු ක්‍රමය යොදා ඇති වර්ධක පරිපථයේ විනව බෙදුමට ගෙන  $I_1$  ධාරාව  $I_B$  ධාරාව මෙන් 25 ගුණයකි.  $I_B$  ධාරාවත්  $I_E$  ධාරාවත්  $V_C$  හි අගයත් සොයන්න. චාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය කොපමණ ද?

විනව බෙදුම හරහා කරවාග් නියමය යොදීමෙන්

$$I_1(4.7 \times 10^3 + 1.3 \times 10^3) = 6 \quad (I_B \ll I_1 \text{ බැවින්})$$

$$\therefore I_1 = \frac{6}{6 \times 10^3} = 1 \times 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{I_1}{25} = \frac{1}{25} \text{ mA} = 0.04 \text{ mA} = 40 \mu\text{A}$$

$R_C$  හා චාන්සිස්ටරය හරහා විනව බැස්ම සැලකු විට

$$I_C R_C + V_{CE} = 6 \quad V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2} = 3 \text{ V}$$

$$\therefore I_C = \frac{6 - 3}{1.5 \times 10^3} = 2 \text{ mA}$$

$$I_E = I_C + I_B = (2 + 0.04) \text{ mA} = 2.04 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = \frac{V_{CC}}{2} = 3 \text{ V}$$

$$V_E = 0 \text{ හෙයින්,}$$

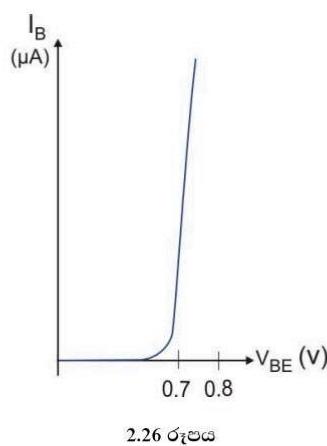
$$V_C = 3 \text{ V}$$

$$\text{ධාරා ලාභය } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2}{0.04} = 50$$

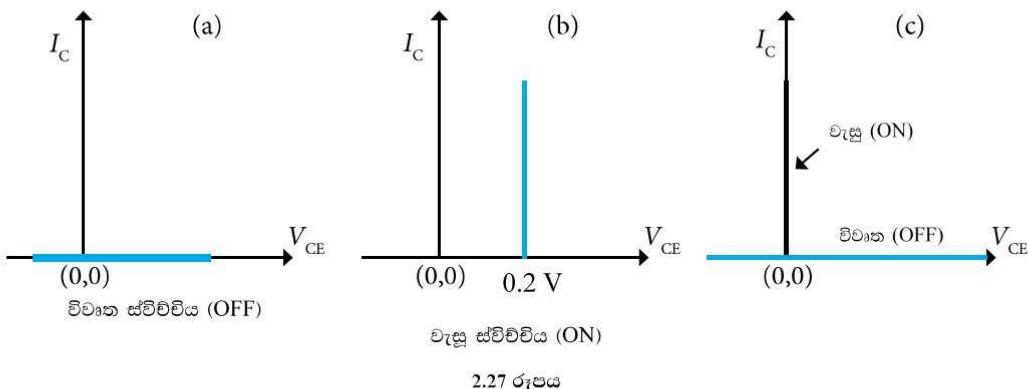
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

## 2.7 ව්‍යාන්සිස්ටරයක් ස්විච්‌වියක් ලෙස භාවිතය

පොදු විමෝශක වින්යාසයයේ ඇති ව්‍යාන්සිස්ටරයක් ස්විච්‌වියක් ලෙස භාවිත කිරීමේ දී එහි කපා හැරි සහ සන්නාථේ අවස්ථා දෙක පමණක් භාවිත වේ.



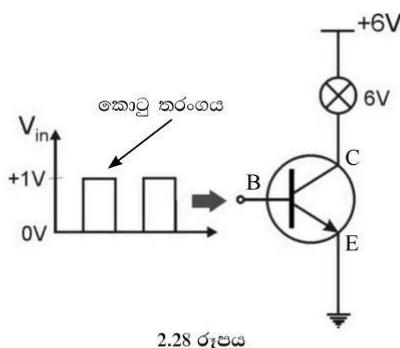
$V_{BE}$  නී අයය 0.5 Vට වඩා අඩු වන විට සහ 0.8 Vට වඩා වැඩි වන විටත් ව්‍යාන්සිස්ටරය පිළිවෙළින් කුඩා ගිය හා සන්නාථේ අවස්ථාවල ක්‍රියා කරයි (2.26 රුපය). මේ අනුව නැඹුරු විභාගය 0.5 V වලට වඩා අඩු විභාගයක් වූ විට ( $I_B$  ඉන්ඩ්‍යයට ආසන්න හෙයින්)  $I_C$  ධරුවක් තො ගලන අතර එය විවෘත (OFF) ස්විච්‌වියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි ( එවිට  $V_{CE} = V_{CC}$  වේ). නැඹුරු විභාගය 0.8 Vවලට වැඩි වූ විට  $I_B$  උපරිම අයක් ගෙන ව්‍යාන්සිස්ටරය සන්නාථේ අවස්ථාවට පත් වේ. එවිට  $V_{CE}$  ඉන්ඩ්‍යයට ආසන්න හෙයින් උපරිම  $I_C$  ධරුවක් ගලයි. මෙම අවස්ථාව ස්විච්‌වියක වැඩි ඇති (ON) අවස්ථාවට අනුරූප වේ. (ඉහත නැඹුරු විභාග අයයන් සිලිකන් ව්‍යාන්සිස්ටරයක් සඳහා මෙම නැඹුරු විභාග මෙයට වඩා කුඩා වේ.)



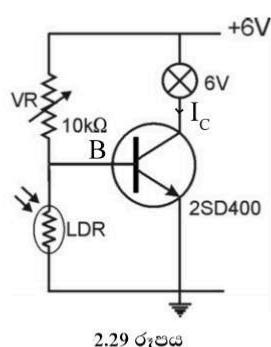
ව්‍යාන්සිස්ටරය විවෘත ස්විච්‌වියක් සේ ඇති විට  $V_{CE} = V_{CC}$  වන අතර  $I_C = 0 \text{ mA}$  වේ (2.27 රුපය). වැඩි ස්විච්‌වියක් සේ ඇති අවස්ථාවේ දී ඇති  $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$  කුඩා අයය ඉන්ඩ්‍යයට ආසන්න සේ සලකා 2.27 (c) රුපයේ දැක්වෙන ලාක්ෂණිකය ලබා ගත හැකි ය. මින් පෙර පරිවිෂ්දයේ 2.25 (b) රුපයේ දක්වා ඇති පරිදි යාන්ත්‍රික ස්විච්‌වියක් සඳහා වූ  $I - V$  ලාක්ෂණිකය සමග මෙය සයදා බලන්න. එවිට, ව්‍යාන්සිස්ටරය ද ස්විච්‌වියක් සේ ක්‍රියා කරන බව පැහැදිලි වේ.

කුඩා විදුලුන් ස්ථානය මගින් ව්‍යාන්සිස්ටරය ස්විච්‌වියක් ලෙස ක්‍රියාත්මක කළ හැකි පරිපථයක් 2.28 රුපයේ දැක්වේ.

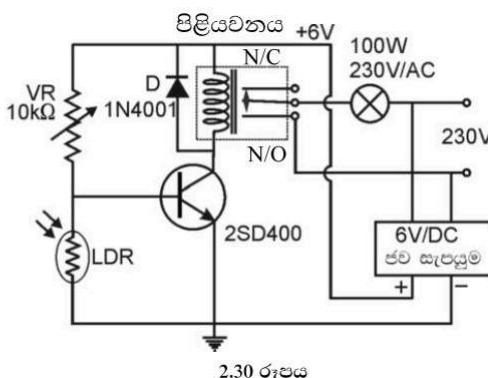
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.



0V සහ 1V අතර වෙනස් වන කොටු තරුගයක් (Square Wave) පාදම වෙත සැපයීම මගින් ව්‍යාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රහකයට සම්බන්ධ කොට ඇති පහත නිවීම හා දැල්වීම සිදු කළ හැකි ය. ව්‍යාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිවාර කාලය ඉතා කුඩා හේයින් යාන්ත්‍රික ස්විචිටියකට වඩා ඉතා කුඩා කාලයක දී මෙමයින් බල්බය දැල්වීම හෝ නිවීම කළ හැකි ය.



අදුර වැවෙන විට පහනක් ස්වයංක්‍රීය ව දැල්වීම සඳහා ව්‍යාන්සිස්ටරය ස්විචිටියක් ලෙස භාවිත කරන ආකාරය 2.29 රුපයේ ඇති පරිපථයෙන් දැක්වේ. මෙහිදී ආලෝක සංවේදී ප්‍රතිරෝධකය (LDR) ආලෝකය හඳුනා ගැනීමට යොදා ගෙන ඇත. අදුර දී LDR හි ප්‍රතිරෝධය 100 kΩ පමණ වන අතර ආලෝකය වැවෙන විට ප්‍රතිරෝධය 100 Ω පමණ දක්වා ක්‍රමයෙන් අවශ වේ. VR විව්‍ලා ප්‍රතිරෝධකය හා LDR මගින් විහාර බෙදුමක් සාදා ඇති අතර අදුර වැවෙන විට LDRහි ප්‍රතිරෝධය වැඩි වී Bහි විහාර ක්‍රමයෙන් ඉහළට යයි. Bහි විහාරය 0.8 Vවලට වඩා වැඩි වූ විට ව්‍යාන්සිස්ටරය වැසු ස්විචිටියක් ලෙස ක්‍රියා කොට පහන දැල්වීමට අවශය  $I_C$  ධාරාව ගළා යාමට ඉඩ දෙයි. VRහි අය සුදුසු ලෙස සිරු මාරු කිරීමෙන් ප්‍රතිඵලිය ඇතුළු වැවෙන විට බල්බය දැල්වීමට සැලැසුම හැකි ය. විහාර බෙදුමේ ඉහළ LDR සහ පහන VR සිටින සේ සැකසු විට මෙම පරිපථයම ආලෝකය වැවෙන විට පහන දැල්වීමට සකස් කළ හැකි ය.



2.29 රුපයට අයන් පරිපථයේ ඇති පහන වෙනුවට ව්‍යාන්සිස්ටරය මගින් පිළියවනයක් (Relay) ක්‍රියා කිරීමට සැලසා, මෙහින් 230 V 100 W, AC පහනක් දැල්වීමට පරිපථය සකසන ආකාරය 2.30 රුපයේ දැක්වේ. මේ සඳහා 6 V පිළියවනයක් යෙදිය යුතු අතර වෙළඳපාලෙන් මෙය පහසුවෙන් මිල දී ගත හැකි ය. පිළියවනයේ N/C අගය එයට විශ්ලිය සපයා නැති විට වැසි (ON) ඇති අතර N/O අගය විවෘත (OFF) වී ඇත. පිළියවනයට විශ්ලිය සැපසු විට

(N/O) වලින් දක්වා ඇති අග සංවෘත වේ. (N/C) අගය විවෘත වේ. පිළියවනය සංකීර්ණ හෝ අත්‍යා වන විට ප්‍රේරණය මගින් ඇති වන ක්ෂේත්‍රීක විද්‍යා ස්ථානය D එයෝඩය මගින් උහුවන් කොට ව්‍යාන්සිස්ටරයට හානිවීම වළකයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

## 2.8 වර්ධක පරිපථවල ලක්ෂණ

වර්ධක පරිපථ ගැන විමසා බැලීමේ දී ඒවා පිළිබඳව කෙරෙන විශ්ලේෂණ කිහිපයක් ගැන සලකා බැලීම අවශ්‍ය වේ.

- (a) ප්‍රාථමික (Input) සහ ප්‍රතිචාරක (Output) සම්බාධනය ප්‍රතිරෝධය
- (b) ධාරා, විභාග, සහ ක්ෂමතා ලාභය
- (c) සංඛ්‍යාත ප්‍රතිචාරය

මෙවා පිළිබඳ සවිස්තර ව අධ්‍යාපනය කිරීම මෙම පොන් විෂය සීමාවෙන් ඔබිනට යාමකි. එබැවින් මින් කිහිපයක් පිළිබඳ කෙටියෙන් සලකා බලමු.

### 2.8.1 පොදු විමෝශක වර්ධකයක ධාරා ලාභය ( $\beta$ )

$$A_i = \beta = \frac{I_o}{I_i}$$

මෙහිදී ප්‍රතිචාරක ධාරාව  $I_o = I_c$  ඇ ප්‍රාථමික ධාරාව  $I_i = I_B$  ඇ වේ.

$$\text{එබැවින් } \beta = \frac{I_c}{I_B}$$

බොහෝ විට ව්‍යාන්සිස්ටර ද්‍රීන් සටහන්වල (Data Sheets) වෙනත් සංකේත කුමාරිකාව අනුව පොදු විමෝශක ධාරා ලාභය සටහන් කොට ඇත්තේ  $h_{FE}$  ලෙසයි. මෙහි පහළ කැපිටල් අකුරු භාවිතයෙන් මෙය සරල ධාරා අගයක් බවත් Fවිලින් පෙර නැඹුර බවත් Eවිලින් පොදු විමෝශක වින්‍යාසය සඳහා බවත් දැක්වේ.

සාමාන්‍යයෙන්  $h_{FE}$  අගය 200 පමණ ඉහළ අගයකි.

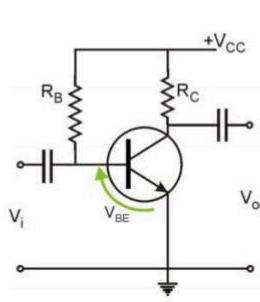
### 2.8.2 ව්‍යාන්සිස්ටර වර්ධකයක විභාග ලාභය $A_V$

ව්‍යාන්සිස්ටර වර්ධකයක වෝල්ටෝමෝ ලාභය අර්ථ දැක්වෙන්නේ

$$A_V = \frac{\text{ප්‍රතිචාරක විභාග වෙනස}}{\text{ප්‍රාථමික විභාග වෙනස}} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} \quad \text{ලෙසය.}$$

පොදු විමෝශක අවස්ථාවේ

2.31 රුපය අනුව,



$$A_V = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E \text{ නමුත් } V_E = 0$$

$$\therefore \Delta V_{CE} = \Delta V_C$$

$$V_{BE} = V_B - V_E \text{ නමුත් } V_E = 0$$

$$\therefore \Delta V_{BE} = \Delta V_B$$

$$\therefore A_V = \frac{\Delta V_C}{\Delta V_B}$$

මෙය ( $A_V$ ) සාමාන්‍යයෙන් 40ක් පමණ වූ අගයකි.

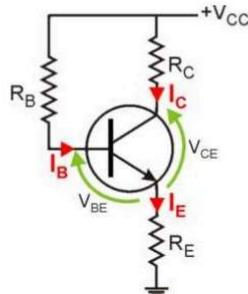
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

## 2.9 ව්‍යුහ්සිස්ටරයක වර්ධකයක් ලෙස ප්‍රායෝගික හාටිය

වේල්ටීයනා සහ ධාරා වර්ධකයක් ලෙස හාටිය

මයිකුගොන්නයකට කඩා කළ විට නිපදවන දුර්වල විදුත් සංඛ්‍යාවක් ගබඳ විකාශකයකට ලබා දුන්වීම් ප්‍රබල හඩක් ඇති විම සඳහා වර්ධනය කළ යුතු වේ. මෙය ව්‍යුහ්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයක් සිදු කළ හැකිය. එස්ථියේ රිසිස්ටරයක් මගින් ලබා ගන්නා දුර්වල සංඛ්‍යාවක් වර්ධනය කිරීමටද වර්ධක පරිපථ යොදා ගැනේ.

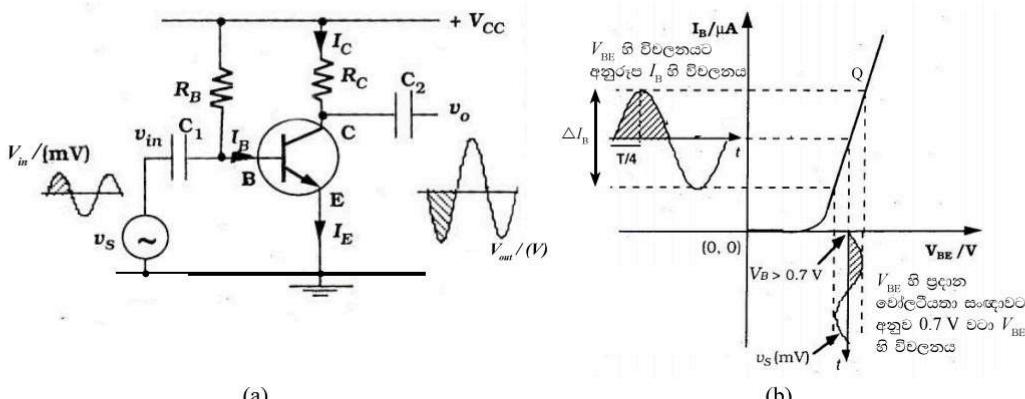
පොදු විමෝෂක වර්ධක පරිපථය බහුල වශයෙන් හාටිත කෙරෙන පරිපථයකි.



2.32 රුපය

2.32 රුපයේ දැක්වන පොදු විමෝෂක ව්‍යුහ්සිස්ටරය නැඹුරු කර ඇත්තේ  $V_{CC}$  සැපයුම් වේල්ටීයනා ප්‍රහාරයක් සහ  $R_B$  හා  $R_C$  ප්‍රතිරෝධක දෙකක් මගිනි. ව්‍යුහ්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේ පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය  $V_B$  හා  $V_C$  වේල්ටීයනා අයයෙන් ලැබෙන පරිදි  $R_B$  හා  $R_C$  අයයෙන් තෝරා ගනු ලැබේ. එවිට රුපයේ දැක්වන ආකාරය මයිකු ඇමුණියර ප්‍රමාණයේ  $I_B$  සරල ධාරාවක් ද මිලි ඇමුණියර ප්‍රමාණයේ  $I_C$  හා  $I_E$  සරල ධාරාවක් ද ගළා යමින් පවති.

සංඛ්‍යා ප්‍රහාරය මගින් කුඩා මිලිවේල්ටර් ප්‍රමාණයේ සයිනාකාර වේල්ටීයනාක්  $C_1$  හරහා පාදම වෙත ලබා දෙන අවස්ථාවක් සළකමු. මගින්  $V_{BE}$  විහාර අන්තරයෙහි සිදු වන අනර  $I_B$  ධාරාව ද එයට අනුරූප ව සමකළාස්ථාව විවෘතය වීම සිදු වේ. මෙය 2.33 (b) රුපයේ ප්‍රස්ථාර මගින් නිරුපණය වේ.

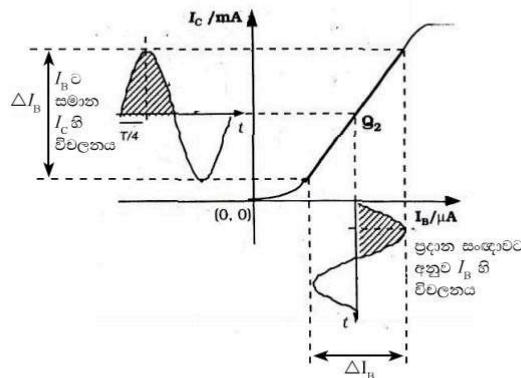


(a)

(b)

2.33 රුපය

ව්‍යුහ්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී පෙදෙස් පවතින පරිදි නැඹුරු කර ඇති බැවින්  $I_C \propto I_B$  වේ. එම නිසා  $I_B$  විවෘතය වන විට එයට අනුරූප ව  $I_C$  ද විවෘතය වේ. ව්‍යුහ්සිස්ටරයේ සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය ඇපුරෙන්  $I_B$  සමඟ  $I_C$  විවෘතය වන ආකාරය 2.34 රුපයේ ප්‍රස්ථාර මගින් නිරුපණය වේ.



2.34 රුපය

$I_B$  සහ  $I_C$  ධාරා දෙක ම කාලය සමග සයිනාකාර ව සමාන සංඛ්‍යාතයෙන් විවෘත වේ. එසේ ම සමාන කළාවෙන් ද යුතු වේ.

ප්‍රදාන පරිපථයේ මධ්‍යෝගීමියර ප්‍රමාණයේ වන  $I_B$  ධාරාවේ විවෘත අනුරූප ව ප්‍රතිදාන පරිපථයේ මිලිඥැමියර ප්‍රමාණයේ වන  $I_C$  ධාරාවේ විවෘතය ධාරා වර්ධනයක් ලෙස සැලකිය හැකිවේ.

ප්‍රතිදාන පරිපථයේ ඇති වන  $I_C$  ධාරා වර්ධනය වෝල්ටෝයිකා වර්ධනයක් බවට පරිවර්තනය කර ගැනීම සඳහා  $R_C$  සංග්‍රාහක ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ගැනීම අත්‍යවශ්‍ය වේ.  $V_{CC}$  සැපයුම් විහාරයෙන් අඩක් වන ලෙස  $V_C$  නේ අය ලැබෙන පරිදි  $R_C$  තොරා ගත යුතු වේ. එමගින් විකාතියකින් තොර (ප්‍රදාන සංයුත් තරුණ හැඩියට සමාන වන පරිදි) සංයුත් වර්ධනයක් ලබා ගත හැකි ය.

පොදු විමෝෂක වින්‍යාසයේ යොදා ඇති ත්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයක ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයිකාව ලෙස සැලකෙන්නේ  $V_{CE}$  වෝල්ටෝයිකාවයි. මෙහිදී විමෝෂකය බිම් ගන්වා ඇති බැවින්,

(2.33 (a) රුපයේ දක්වා ඇති පරිපථය සැලකීමෙන්)

$$V_{CE} = V_C \text{ වේ.}$$

$$\text{එනම් } V_{out} = V_C \text{ වේ.}$$

$$\text{ඒ අනුව } V_{out} = V_{CC} - I_C R_C \text{ වේ.}$$

$I_C$  හි විවෘතය අනුව  $V_{out}$  හි විවෘතය සිදුවන ආකාරය ඉහත සම්කරණය අනුව පැහැදිලි වේ. ඒ අනුව ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයිකාව  $V_{out}$ , ප්‍රතිදාන ධාරාව  $I_C$  සමග රේඛියන පාකලා වෙනසක් සහිතව පවතී.  $V_{BE}$  සමග  $I_B$  හි විවෘතය සමකළාස්ථා බව සහ  $I_B$  සමග  $I_C$  හි විවෘතය ද සමකළාස්ථා බව මින් පෙර පැහැදිලි කර ඇත. ඒ අනුව  $V_{BE}$  සමග  $I_C$  හි විවෘතය සමකළාස්ථා වන බව පැහැදිලි වේ. ඉහත සම්කරණය අනුව  $I_C$  සහ  $V_{CE}$  අතර රේඛියන පා (180°) කළා වෙනසක් පවතින බැවින්  $V_{BE}$  සහ  $V_{CE}$  අතර ද රේඛියන පා කළා වෙනසක් පවතී. මිලිවෝල්ට්‍රි ප්‍රමාණයේ පවතින ප්‍රදාන සංයුත් වෝල්ටෝයිකාවට අනුව වෝල්ට්‍රි ප්‍රමාණයෙන් වන ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයිකාවේ විවෘතය වෝල්ටෝයිකා වර්ධනයක් ලෙස සැලකිය හැකිය. වෝල්ටෝයිකා වර්ධනය  $\pi$  (180°) කළා වෙනසක් සහිත වේ.

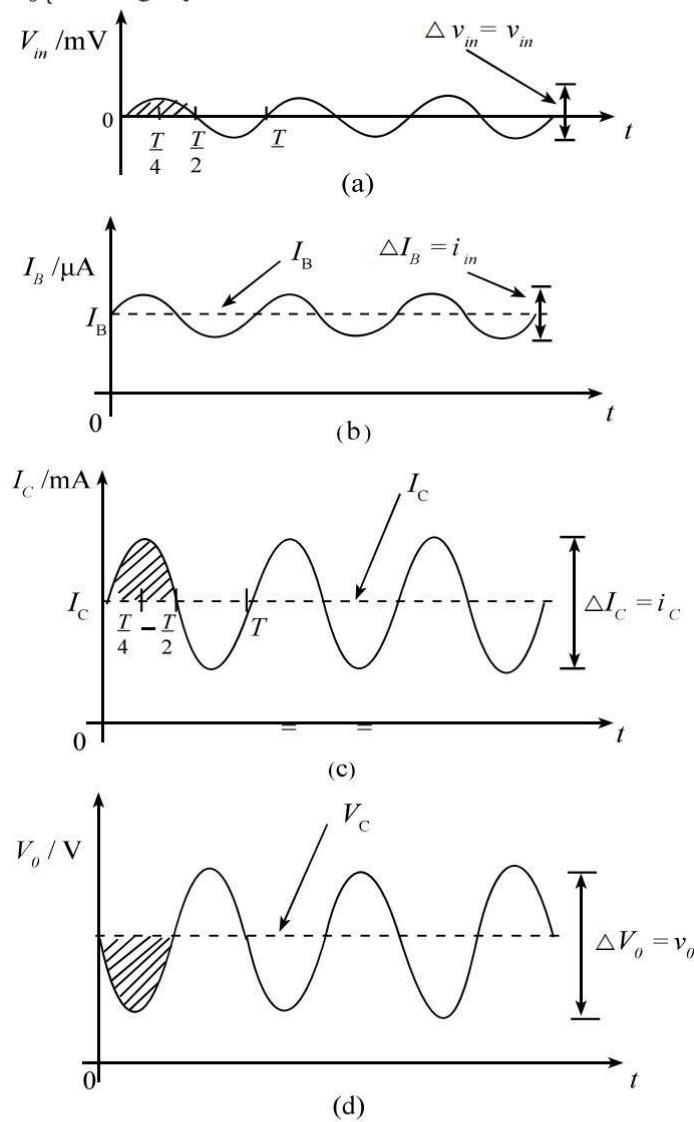
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

### 2.9.1 ඇශ්‍රුම් ධාරිතුකවල ක්‍රියාව

ඉහත විස්තර කරන ලද වර්ධක ක්‍රියාව සාර්ථක වීම සඳහා ව්‍යානිසිස්ටරය ක්‍රියාකාරී පෙදෙසහි පවතින පරිදි නැඹුරුව තිබිය යුතුවේ. එනම්  $V_B$  හා  $V_C$  වින්වයන් නියමිත අගයෙන් වන  $0.7V$  සහ  $V_{CC}/2$  හි තිබිය යුතුය.  $I_B$  සරල ධාරාවෙන් කොටසක් සංඛ්‍යා ප්‍රහවය දෙසට ගමන් කිරීම  $C_1$  ධාරිතුකය මගින් වැළැක්වීම නිසා මෙය ඉටුවේ. එහෙත් සංඛ්‍යා ප්‍රහවයෙන් පැමිණෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව පරිපථය දෙසට ගලා ඒමට  $C_1$  ධාරිතුකය බාධාවක් සිදු නො කරයි.

$C_2$  ධාරිතුකය මගින්  $I_C$  සරල ධාරාවෙන් කොටසක් ඉවතට (භාරය වෙතට) ගලා යාම වැළැක්වේ. එබැවින්  $V_C$  සරල ධාරා වෝල්ටෝයනාවෙහි අගය නියමිත අගයෙහි පවත්වා ගත හැකි වේ. එහෙත් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටෝයනා සංඛ්‍යාව ප්‍රතිදාන භාරය වෙත යැමට  $C_2$  ධාරිතුකය බාධා නො කරයි.

පොදු විමෝස්වක ව්‍යානිසිස්ටර වර්ධකයක සංඛ්‍යා විවෘතනයේ ප්‍රධාන පියවර 2.35 රුපයේ දැක්වෙන ප්‍රස්ථාර මගින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.



2.35 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

$V_m$  ප්‍රදාන සංයුළුව නිසා  $I_B$  ධාරාවහි සිදු වන  $i_m$  විවෘතයට [ 2.35 (a) සහ (b) රුප ] අනුරුප ව  $I_C$  සංග්‍රහක ධාරාවහි ඇති වන  $i_c$  විවෘතයට [ 2.35 (c) රුපය ] (එනම් ප්‍රතිදාන ධාරා සංයුළුවට) අනුව  $V_c$  වෝල්ටෝරියකාව ද විවෘතය විය යුතු වේ [ 2.35 (d) රුපය ].

ඒ අනුව  $I_C$  ධාරාව එහි සරල ධාරා මට්ටමේ සිට උපරිමයක් දක්වා වැඩි වන  $T/4$  කාලය තුළ ඇ (  $T$  යනු සයිනාකාර ප්‍රදාන සංයුළුවේ ආවර්තන කාලයයි )  $I_C R_C$  ගැනීමය ද ඊට අනුරුප ව එහි උපරිමය දක්වා වැඩි වේ. එවිට  $V_{CE}$  හි අයය උපරිමයෙහි සිට අවම අයයක් දක්වා අඩු වේ. මේ ලෙස ම  $I_C$  හි අයය අඩු වන විට  $V_{CE}$  හි අයය වැඩි වේ. මේ අනුව  $V_m, I_B$  හා  $I_C$  විවෘතයන්හි ආවර්තනයක දන අර්ථයේදී ප්‍රතිදාන සංයුළුවහි වෝල්ටෝරියකාව ( $V_o = V_C = V_{CE}$ ) සරල ධාරා  $V_c$  ට වඩා අඩු අයයක් ගන්නා බව ද රූග්‍ර සාන් අර්ථයේදී එය  $V_c$  ට වඩා වැඩි අයයක් ගන්නා බව ද පැහැදිලි වේ. මෙම විවෘතයන් 2.35 රුපයෙහි සසඳා ඇත. 2.35 (a) සහ (d) රුප දෙක සැස්සිමෙන් පොදු විමෝශක වෝල්ටෝරියකා වර්ධකයට ප්‍රදානය කෙරෙන ප්‍රත්‍යාවර්තන (සයිනාකාර) වෝල්ටෝරියකා සංයුළුව අපවර්තන (inverted) ලෙස එනම්  $180^\circ$  ක කළ වෙනසකට ලක් වී ප්‍රතිදානය වන බව පැහැදිලි වේ. මේ අනුව පොදු විමෝශක ච්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකය ධාරා වර්ධකයක් පමණක් නොව වෝල්ටෝරියකා වර්ධකයක් ලෙස ද හාවත කළ හැකි බව පැහැදිලි වේ.

$$\frac{v_o}{v_m} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_m} = \frac{\Delta V_c}{\Delta V_B}$$

#### 2.9.2 පොදු විමෝශක ච්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකයක් සඳහා වෝල්ටෝරියකා ලාභය, ධාරා ලාභය සහ ක්ෂමතා ලාභය

ප්‍රත්‍යාවර්තන සංයුළු සම්බන්ධයෙන් වෝල්ටෝරියකා ලාභය, ධාරා ලාභය සහ ක්ෂමතා ලාභය පහත සඳහන් පරිදි අර්ථ දක්වනු ලැබේ.

$$\begin{aligned} \text{වෝල්ටෝරියකා ලාභය, } A_V &= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\Delta V_c}{\Delta V_B} \\ &= \frac{\text{ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝරියකා වෙනස}}{\text{ප්‍රදාන වෝල්ටෝරියකා වෙනස}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ධාරා ලාභය, } A_i &= \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \\ &= \frac{\text{ප්‍රතිදාන ධාරා වෙනස}}{\text{ප්‍රදාන ධාරා වෙනස}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ක්ෂමතා ලාභය, } A_p &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out} I_{out}}{V_{in} I_{in}} \\ &= \frac{\text{ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව}}{\text{ප්‍රදාන ක්ෂමතාව}} \end{aligned}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

## 2.10 ඒක බුළ ව්‍යාන්සිස්ටර (Unipolar transistors)

### 2.10.1 ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටර (Field Effect Transistors - FET)

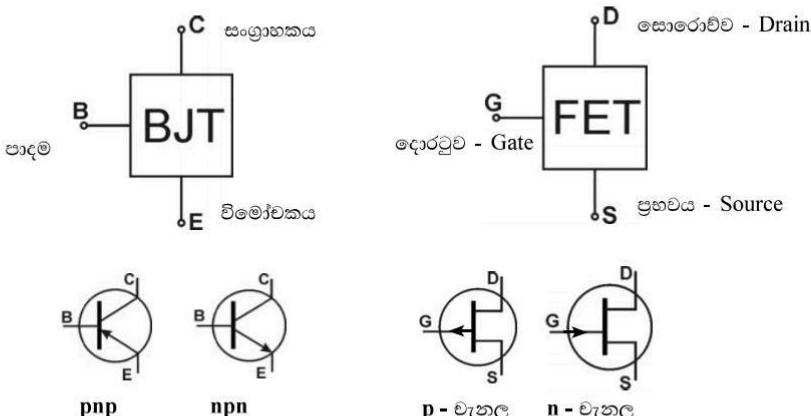
මෙයට පෙර අපි සලකා බලන ලද ව්‍යාන්සිස්ටර සියල්ල ද්‍රිව්‍යැව ව්‍යාන්සිස්ටර වර්ගයට (BJT) අයන් වේ. මේවායේ ක්‍රියාකාරීත්වයට නිදහස් ඉලකුකළටුවන සහ ක්‍රියාකාරීත්වයට එක් වාහක වර්ගයක් පමණක් දායක වන ඒක බුළ (Unipolar) ව්‍යාන්සිස්ටරයන් ය. ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටර මෙම ඒක බුළ ව්‍යාන්සිස්ටරවලට අයන් වේ. ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටර හෙවත් FET ප්‍රධාන වර්ග දෙකක් වෙයි.

- (a) සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටරය - Junction Field Effect Transistor (JFET)
- (b) ලෝහ ඔක්සයිඩ් අර්ථ සන්නායක ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටර
  - Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)

උසස් පෙළ විෂය නිර්දේශයේ දී අප සලකා බලනු ලබන්නේ මෙයින් පළමු වර්ගය වූ JFET ගැන ය.

### 2.10.2 JFET

සාමාන්‍ය BJT ව්‍යාන්සිස්ටරවල මෙන්ම සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටරවලද ද අගු තුනක් වෙයි. එවා නම් කර ඇති ආකාරය 2.36 රුපයේ දැක්වේ.

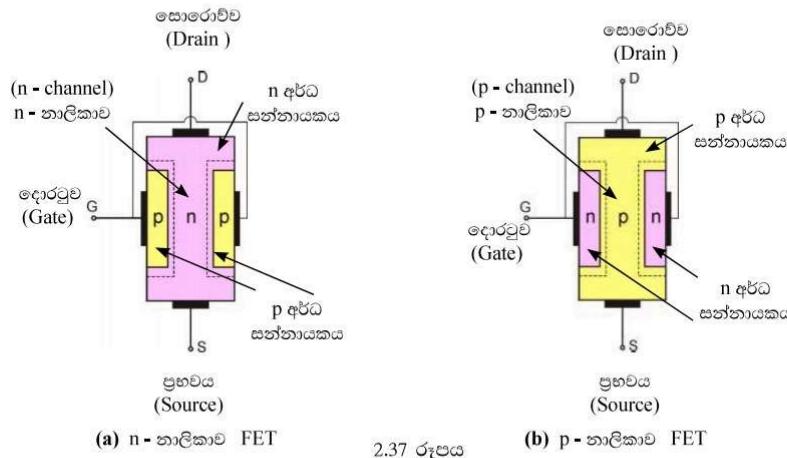


ඡ නිසෙන් විමෝචක නරා ධාරාව ගලන දිගාව දක්වයි.

ඡ නිසෙන් දෙරවුව පෙර නැඹුරු වුවහොත් ධාරාව ගලන දිගාව පෙන්වයි.

BJT සහ JFET හි සංකීත  
2.36 රුපය

npn හා pnp ව්‍යාන්සිස්ටර දෙවර්ගය මෙන්ම JFET ද “n තාලිය” (n-channel) හා “p තාලිය” (p-channel) වර්ගයන් වර්ග දෙකක් වේ. මෙම දෙවර්ගයේ ව්‍යුහය සරල ව සලකා බලමු.

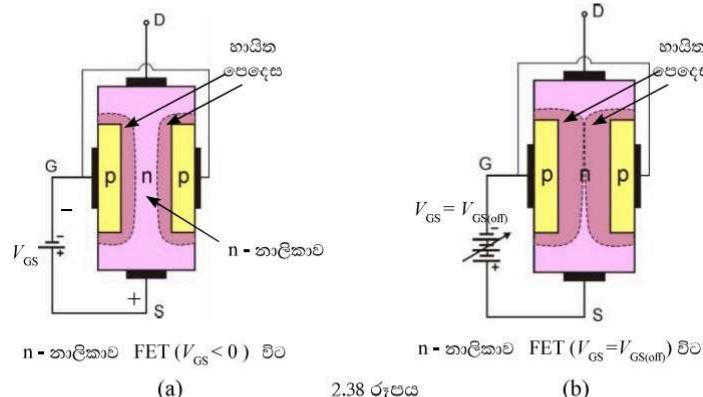


මෙහි තීර්ණය තේර්මි ගැනීම සඳහා n අර්ධ සන්නායක සිලින්බිරයක් වටා p අර්ධ සන්නායක විල්ලක් සිලින්බිරය මැදි කොට සම්බන්ධ කර ඇතුයි සලකම් (n නාලිය FET). මෙම සැකසුමේ හරස්කඩ 2.37 (a) රුපයේ දක්වා ඇති. p අර්ධ සන්නායක විල්ලේ හරස්කඩ දෙක n අර්ධ සන්නායකය දෙපස දක්වා ඇති. ඒවා කම්බියකින් සම්බන්ධ කොට දක්වා ඇත්තේ මේවා එක ම අර්ධ සන්නායකය බව දැක්වීමටයි. p-අර්ධ සන්නායක විල්ල හා n අර්ධ සන්නායක සිලින්බිරය අතර ඇති වන වෘත්තාකාර p-n සන්ධිය වටා කුඩා හින ස්තරයක් රුපවල කඩ ඉරිවලින් දක්වා ඇති ආකාරයට පිවිවයි. අර්ධ සන්නායකයේ දෙකෙකුටර ලෝහ සම්බන්ධක දෙකක් මින් පිටතට සම්බන්ධ කොටස ඇති. මෙම අගුවලින් වාහක විමෝචනය කරන අගුය ප්‍රහවය (Source) ලෙසත්, වාහක පිටතට ලබා ගන්නා අගුය සෞරෝචිත (Drain) ලෙසත් නම් කොට ඇති. n අර්ධ සන්නායක සිලින්බිරය වටා ඇති p අර්ධ සන්නායක විල්ල ලෝහ සන්නායකයක් මින් පිටතට සම්බන්ධ කොට ඇති. මෙම අගුය දොරටුව (Gate) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ප්‍රහවය (S) හා සෞරෝචිත (D) අතර හායිත ස්තර වල්ලේ මැදින් ඇති. (2.37 (b)) රුපය මින් p නාලිය FET හරස්කඩ දැක්වේ.

#### 2.10.3 n- නාලිය FET ක්‍රියාකාරීත්වය

(a) D සෞරෝචිත නිදහස් ව තබා ද්වාරය සහ ප්‍රහවය අතර වෝල්ටෝමාටර් විවෘතය කළ විට සිදු වන ක්‍රියාව :

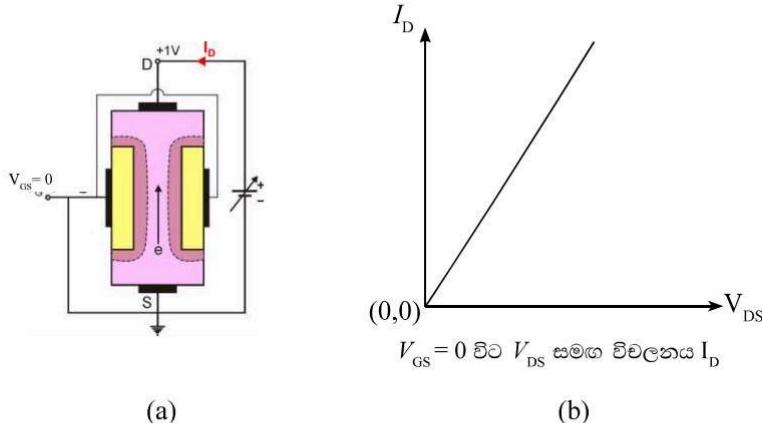
D අගුය නිදහස් ව තබා දොරටුව සහ ප්‍රහවය අතර, p - n සන්ධිය පසු නැවුමු වන සේ  $V_{GS}$  කුඩා විහාර අන්තරයක් සපයා ඇතුයි සලකම්. එවිට දොරටුව සහ n නාලිකාව අතර ඇති හායිත පෙදෙස විශාල වන අතර මේ හේතුව තිසා n නාලිකාව කුඩා වේ [ 2.28 (a) රුපය ].



$V_{GS}$  විහාර අන්තරය ක්‍රමයෙන් විශාල කළ හොත් භායිත පෙදෙස තවත් විශාල වන අතර අවසානයේදී  $V_{GS}$  හි යම් අගයක දී 2.38 (b) රුපයේ දැක්වෙන ලෙස භායිත පෙදෙස් එකිනෙක ස්ථාපිත වී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් ම වැසි යයි. මෙම අවස්ථාවේදී ප්‍රහාරය (S) සහ දොරටුව (G) අතර ඇති  $V_{GS}$  විහාර අන්තරය "කුප්පම් වෝල්ට්‌රේයතාව" (Cut-off voltage) හෙවත්  $V_{GS(\text{off})}$  ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම අවස්ථාවේදී ප්‍රහාරය (S) සහ සොරොවිව (D) අතර විහාර අන්තරයක් ඇති කළ ද නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසි ඇති තිසා එය හරහා ධාරාවක් ( $I_D$ ) ගලා නොයයි. සාමාන්‍යයෙන් FET එකක  $V_{GS(\text{off})}$  විහාර අන්තරය කුඩා අගයක් වන අතර හාවිත කරන FET එක අනුව එය 4V – 8V පරාසය තුළ වූ යම් අගයකි. යම් FETයක් සඳහා  $V_{GS(\text{off})}$  තියතා අගයක් වන අතර FET දත්ත සමග මෙහි අගය දක්වා ඇති. පසුව මෙම  $V_{GS(\text{off})}$  පිළිබඳව විස්තර සලකා බලමු.

(b)  $V_{GS} = 0$  වන විට  $V_{DS}$  සමග  $I_D$  හි විවෘතය

දොරටු අගුය බිම් ගන්වා සොරොවිව දන විහාරයක සිටින සේ ප්‍රහාරය සහ සොරොවිව අතර කුඩා විහාර අන්තරයක් යෙද වූ විට නාලිකාව හරහා S සිට D දක්වා ඉලෙක්ට්‍රොන ප්‍රවාහයක් ඇති වේ. එනම් D සිට S ට  $I_D$  ධාරාවක් ගලා යයි. ක්‍රමයෙන්  $V_{DS}$  විශාල කළහොත් නාලිකාව හරහා ගලන ධාරාව ද ඒ අනුව විශාල වේ. ඒ සමගම පහත විස්තර කර ඇති පරිදි නැඹුරු වෝල්ට්‌රේයතාව වැඩි වන තිසා භායිත පෙදෙස ද වැඩි වේ [ 2.39 (a) රුපය ].



2.39 රුපය

උදාහරණයක් ලෙස  $V_G = 0$  ලෙස තබා ඇති විට S හා D අතර 1V විහාර අන්තරය යොදා ඇති නම් p නාලිකාවේ මධ්‍ය විහාරය  $\frac{1-0}{2} = 0.5$  V වේ. එබැවින් නාලිකාව හා දොරටුව අතර 0.5 V පසු නැඹුරුවක් ඇති ලෙස p – n සන්ධිය සියා කරයි. මෙම පසු නැඹුරුව තිසා භායිත පෙදෙස විශාල වී නාලිකාව කුඩා වේ. මෙහිදී p – n නාලිකාව සිමික ප්‍රතිරෝධයක් ලෙස හැසිරේ.

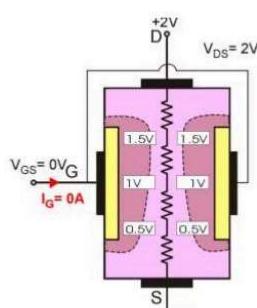
$V_{DS}$  සමග  $I_D$  රේඛීයව වැඩි වන්නේ නාලිකාව මෙලෙස මෙලෙස මිමිගේ තියෙමයට අනුකූල ව හැසිරෙන තිසා ය [2.39 (b) රුපය].

$$\left( \text{රේඛාවේ අනුකූලය } \frac{\Delta I_{DS}}{\Delta V_{DS}} = \frac{1}{R} \text{ වේ. } R \text{ යනු නාලිකාවේ ප්‍රතිරෝධයයි} \right)$$

$V_{DS}$  අගය තවදුරටත් වැඩි කරන විට p – n නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ ඇති භායිත ප්‍රදේශය වඩා විශාල වේයි. මෙලෙස වන්නේ නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ දන විහාරය පහළ කොටසේ දන විහාරයට වඩා වැඩි වන තිසා ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය අනුකූල විවෘතය මෙහෙයු ඇවිරිණි.

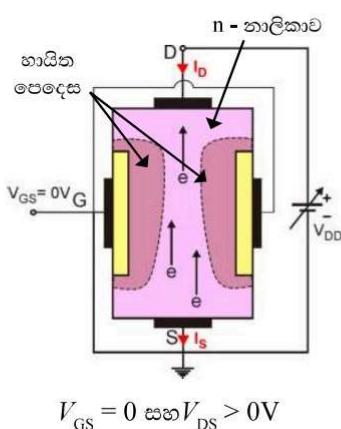
$V_D$  හි අගය ධන 2 V නම් නාලිකාව කුළ විහාරය පැනීර යන ආකාරය 2.40 රුපයෙන් දැක්වේ.



පසු නැඹුරු විහාරය p-n නාලිකාව ඡුල සන්ධිය භාව්‍ය නාලිකාව ඇල පැනීර ඇති ආකාරය  
2.40 රුපය

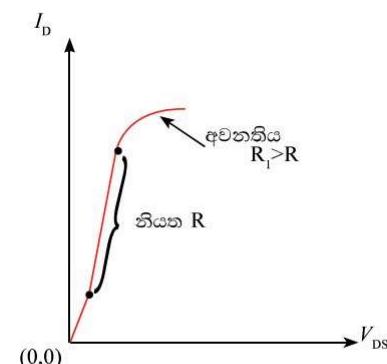
භායිත පෙදෙසේ ඇති වූ මෙම වෙනස නිසා නාලිකාව තවදුරටත් ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධයක් ලෙස ක්‍රියා තොකරයි. මෙහිදී නාලිකාවේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන හෙයින්  $V_{DS}$  සමඟ  $I_D$  හි වැඩි වීම පෙරට වඩා අඩු වේ. මේ අනුව  $I_D - V_{DS}$  වකුයේ අනුක්‍රමය  $\left(\frac{1}{R}\right)$  පෙරට වඩා අඩු වේ. එබැවින් වකුය 2.41 (b) රුපයේ දැක්වෙන පරිදි අවනතියක් (දනට හැඩියක්) දක්වයි.

2.40 රුපයට අනුව නාලිකාව පහළ කොටසේ පසු නැඹුරු විහාරය 0.5 V ද මැද කොටසේ නැඹුරු විහාරය 1 V ද ඉහළ කොටසේ නැඹුරු විහාරය 1.5 V ද වේ. මෙනිසා නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ භායිත පෙදෙස විභාල වී n - නාලිකාව කෙතු ආකාර හැඩියක් ගනියි. [2.41 (a) රුපය].



$V_{GS} = 0$  සහ  $V_{DS} > 0V$

(a)

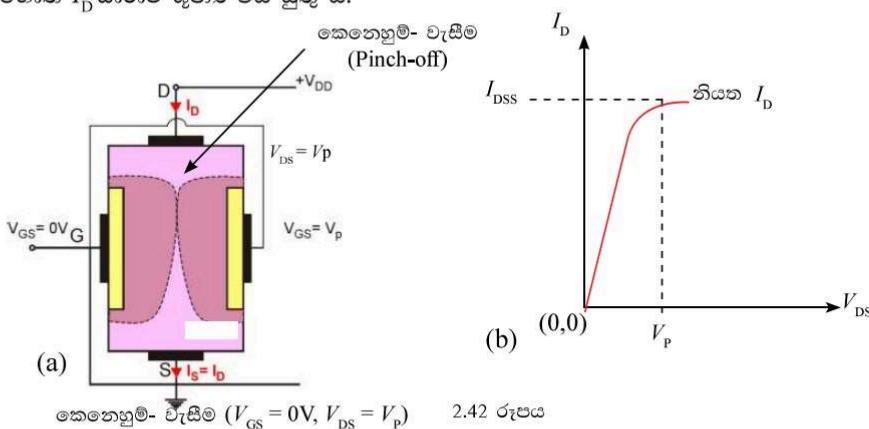


$V_{GS} = 0$  සහ  $V_{DS} < V_p$  වන විට  $I_D$  හි ගැසීම

(b)

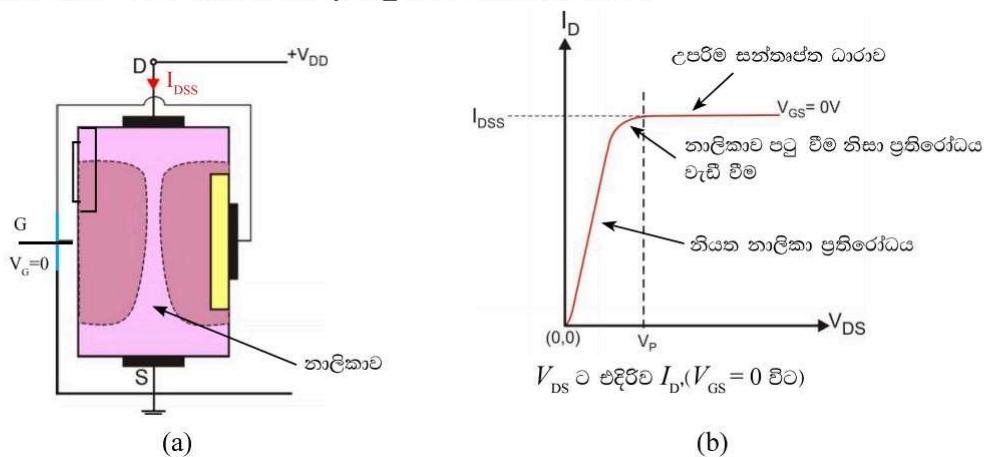
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

තව දුරටත්  $V_{DS}$  වැඩි කරන විට එහි යම් අගයක දී භායිත ප්‍රමේශය තවදුරටත් විභාල වී එහි ඉහළ පෙදෙසේ ස්ථාපිත වීමට පෙළමේ [2.42 (a) රුපය]. මෙම පෙදෙස නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසුන හොත්  $I_D$  බාරාව ගුන්‍ය විය යුතු ය.



එහෙන් මේ වන විට නාලිකාව හරහා ධාරාව ( $I_D$  ධාරාව) සැහෙන තරම් විශාල අගයකට පත්ව තිබෙන බැවින් එක්වරම  $I_D$  ධාරාව ගුන් ව්‍යවහාර් නාලිය තුළ ඇති විභව බැස්ම ද ගුන්වී එමගින් භායිත පෙදස කුඩාවේ, නාලිකාව නැවත විවෘත විය යුතු වේ. එවිට  $I_D$  ධාරාව ගැලීම නැවත ආරම්භ වේ. එබැවින් මෙම ක්‍රියාවලිය එක්තරා සම්බුද්ධ තන්ත්වයකට පැමිණ නාලිකාව ඉතා ස්වල්පයක් විවෘත වී  $I_D$  ධාරාව පෙර තිබූ අගයේ ම ස්ථිර ව තබා ගනියි. මෙම සමතුලිත පිහිටුම “කෙනෙහුම් වැසීම” (Pinch - off) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.  $V_p$  යනුවෙන් මෙම අවස්ථාවේ අති  $V_{DS}$  අගය දක්වනු ලැබේ. (2.42 (b) රුපය) මෙම  $V_p$  වෝල්ටෝයකාව කෙනෙහුම් වැසුම් වෝල්ටෝයකාව (Pinch - off Voltage) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

$V_p$  අගය ඉක්මවා  $V_{DS}$  වැඩි කරන විට නාලිකාව එමෙසම විවෘත ව පවතින අතර භායිත පෙදස නාලිකාවේ පහළට පැතිරීම පමණක් සිදු වේ [2.43 (a) රුපය]. එබැවින් මෙම අවස්ථාවේ නාලිකාව හරහා ගලන  $I_D$  ධාරාව නියත ව පවතියි. මෙම අවස්ථාවේදී  $I_D$  එපරිම සන්තාප්ත අගයට එළඹ ඇතැයි ද එම ධාරාවට උපරිම සන්තාප්ත ධාරාව යැයි ද කියනු ලැබේ.  $I_{DSS}$  විශිෂ්ට මෙම උපරිම සන්තාප්ත ධාරාව දක්වනු ලැබේ (2.43 (b) රුපය).



2.43 රුපය

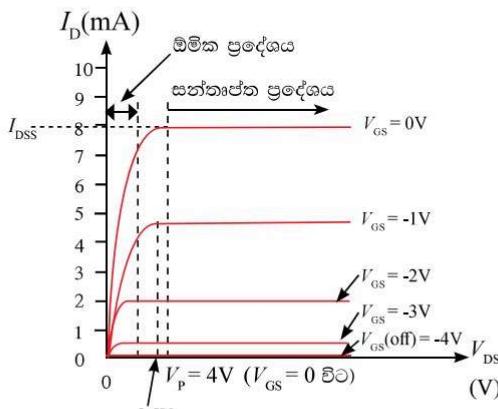
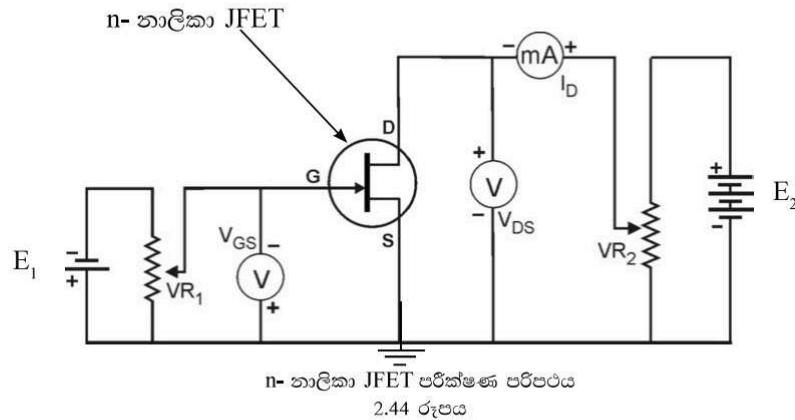
$V_{GS} = 0 \text{ V}$  හි දී  $I_D$  සන්තාප්ත බවට පත්වන  $V_{DS}$  හි අගය කෙනෙහුම් වැසුම් විභවය  $V_p$  වන අතර එය යම් FET එකක් සඳහා නියත අගයක් වේ. මෙම අවස්ථාවේ ඇති සන්තාප්ත ධාරාව ද එම FETය සඳහා නියත අගයක් වේ.

#### 2.10.4 $V_{GS} < 0$ වූ විට JFET හැසිරීම

ඉහත දී අප සලකා බලන ලද්දේ  $V_{GS} = 0 \text{ V}$  වන සේ එය නියත ව තැබූ විට  $V_{DS}$  සමඟ  $I_D$  හි විවෘතයයි. විවිධ පසු තැකැරු  $V_{GS}$  වෝල්ටෝයකාවන්හි දී  $V_{DS}$  සමඟ  $I_D$  හි හැසිරීම දැන් සලකා බලමු.

මේ සඳහා 2.44 රුපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරිපථයක් භාවිත කළ හැකිය.  $V_{GS} = -1 \text{ V}, -2 \text{ V}, 3 \text{ V}$  ආදි වශයෙන් වන සේ  $VR_1$  සකස් කොට එය එම එක් එක් එක්  $V_{GS}$  අගයේ නියත ව තබමු. දැන් එම එක් එක්  $V_{GS}$  අගය යටතේ  $VR_2$  සිරුමාරු කරමින්  $V_{DS}$  අගය සහ එට අනුරූප  $I_D$  අගය මැන ප්‍රස්ථාර ගත කළ විට ලැබෙන හැඳියන් 2.45 රුපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.



$V_{GS}$  හි විවිධ අගයන් සඳහා  $V_{DS}$  සමඟ  $I_D$  හි විවෘතය

2.45 රුපය

මෙහි  $V_p = +4$  V වන FET එකක් නාලිකා හාවිත කෙට ඇත.  $V_{GS} = 0$  විට  $I_{DSS} = 8$  mA වන ලෙස සන්නාජ්‍ය අවස්ථාවට එළඹී ඇති බව වෙනත් අනුව පෙනේ.  $V_{GS} = -1$  V ලෙස යොදා විට  $V_{GS} = 0$  V ඇ විට පැවැති අගයට වඩා අඩු  $V_{DS}$  අගයක දී (3.5V වලදී) සන්නාජ්‍ය ධාරාවට එළඹීන බව මේ අනුව පෙනේ. එවිට සන්නාජ්‍ය ධාරාවේ අගය  $I_{DSS}$  ට අඩු අගයක් (4.5 mA) වේ. මෙලෙස  $V_{GS} = -2$  V, -3 V අවස්ථාවල පිළිවෙළින්  $I_D = 2$  mA සහ 0.5 mA වලදී ධාරාව සන්නාජ්‍ය අගයන්ට එළඹී.

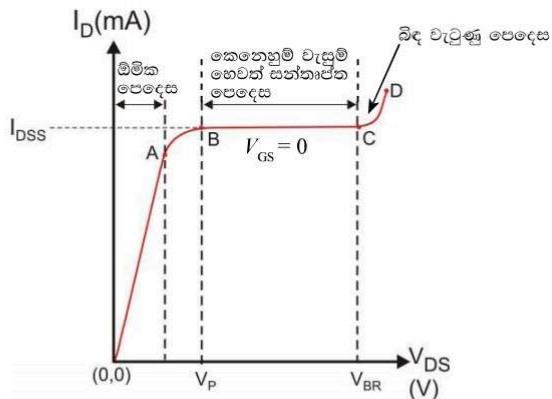
රට අනුරූප ව කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාවේ දී  $V_{DS}$  වෝල්ටෝයකා අගය ද කුමයෙන් අඩු අගයකට පත් වේ. කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාවේ දී  $V_{DS}$  වෝල්ටෝයකා අගය වෙනස් වන ආකාරය ඉහත ප්‍රස්තාරය මත කඩ ඉරිවෙළින් දක්වා ඇත.  $V_{GS} = -4$  V හිදී  $I_D$  ධාරාව ගුනා වේ. මෙසේ වන්නේ 2.38 (b) රුපයේ දක්වන ලද පරිදි භාජිත පෙදෙස් සහා වශයෙන් ම එකිනෙක සමඟ ස්ථරය වී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසි යාම නිසා ය. මෙම  $V_{GS}$  විහාරය වැසුම් වෝල්ටෝයකාව (Cut-off voltage) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය  $V_{GS(\text{off})}$  ලෙස දක්වනු ලැබේ.

ඉහත FET හි  $V_p = +4$  V වන අතර  $V_{GS(\text{off})} = -4$  V වේ. කෙනෙහුම් වැසුම් වෝල්ටෝයකාව යනු ( $V_{GS} = 0$  යටතේ)  $V_{DS}$  හා අදාළ වන අගයක් බවත්, වැසුම් විහාරය [ $V_{GS(\text{off})}$ ] යනු  $V_{GS}$  හා අදාළ වන අගයක් වන බවත් වටහා ගත යුතු ය. එසේම මේ අගයන් දෙක ම යම් FETයක් සඳහා නියත අගයන් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තවද සැම්වීට ම  $V_p$  සහ  $V_{GS(\text{off})}$  නී සංඛ්‍යාත්මක අගයන් සමාන වේ.  $|V_p| = |V_{GS(\text{off})}|$ . එබැවින් FET දත්ත සටහන්වල දී ඇත්තේ මෙම අගයන් ගෙන් එකක් පමණි. බොහෝ විට සඳහන් කොට ඇත්තේ  $V_{GS(\text{off})}$  පමණි.  $V_p$  ධන වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ පරිභාසුවක් (+) වන අතර  $V_{GS(\text{off})}$  සානු වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ පරිභාසුවක් (-) වේ.

$V_{GS(\text{off})}$  නී දී නාලිකාව සත්‍ය වශයෙන් ම වැසෙන අතර  $I_D$  ඉන්හා වේ.  $V_{DS}$  වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ සපයා ඇත්තේ  $V_{GS(\text{off})}$  හිදී  $I_D$  සැම විට ම ඉන්හා වේ.  $V_{GS} = 0$  දී ඇති වන කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාව සලකන්න. මෙහිදී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසියාමක් සිදු නොවේ. එමනිසා  $I_{DSS}$  බාරාවක් නාලිකාව තුළින් ගළා යයි. මෙම  $I_{DSS}$  බාරාව කුමන අවස්ථාවක් දී පුවා එම FET හරහා ගළා යා නැති උපරිම  $I_D$  බාරාවයි. තිබේය හැකි වෙනත්  $V_{GS}$  අගයන් යටතේ සන්තාපීත අවස්ථාවේ දී ඇති  $V_{DS}$  වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ පරිභාසුව  $V_p$  ට (එනම්  $V_{GS} = 0$  විට සන්තාපීත අවස්ථාවේ දී ඇති  $V_{DS}$  අගයට) වඩා අඩු අගයක් වන අතර එම අවස්ථාවල සන්තාපීත බාරාව  $I_{DSS}$  වලට වඩා අඩු ය. 2.46 රුපයෙන්  $V_{GS} = 0V$  විට  $V_{DS}$  වලට එදිරි ව  $I_D$  නී හැසිරීමේ විවිධ ප්‍රදේශ දක්වා ඇති.



2.46 රුපය

OA කොටස  $V_{DS}$  සමඟ  $I_D$  රේඛියට වෙනස් වන ප්‍රදේශය දැක්වේ. මෙය “මිමික ප්‍රදේශය” ලෙස හැඳින්වේ. A සිට B දක්වා හායිත ප්‍රදේශයේ වැඩි වීම නිසා  $I_D$  නී වැඩි වීම අඩාල වන ප්‍රදේශය වේ. මෙහිදී සොරෝව බාරාව කුමයෙන් නියත වීමට පෙළඳීම සිදු වේ.

$V_B$  නී දී වකු කෙනෙහුම් වැසුම් වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ ( $V_p$ ) ට ලෙස වේ. වතුයේ BC කොටස “කෙනෙහුම් වැසුම් ප්‍රදේශය” හෙවත් “සන්තාපීත ප්‍රදේශය” ලෙස හැඳින්වේ. ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යානිසිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස හාවිත කරන්නේ මෙම සන්තාපීත පෙදෙසයෙහි දී ය. BJT නී සන්තාපීත පෙදෙස වර්ධකයක් ලෙස හාවිත නොවේ. FET නී වර්ධක ක්‍රියාව පසුව විස්තර කෙරේ.  $V_{DS}$  විහාරය කුමයෙන් වැඩි කරන විට BJT නී මෙනම p – n සන්ධිය ඩිජිය බිඳී වැට්ටමට (Avalanche Break down) හාජනය වේ. මෙම වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ පරිභාසුව  $V_{BR}$ , ලෙස හැඳින්වේ. විවිධ FET නී වැට්ටම් වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ එකිනෙක වෙනස් වන අතර දත්ත සටහන්වලින් එම අගය සොයා ගත හැකි ය.

$V_{DS}$  වෝල්ට්‍යාම්පූරුෂ වලට  $V_{BR}$  ඉක්මුව විට  $I_D$  හිසු ලෙස ඉහළ යන අතර FET නැවත හාවිතයට ගත නොහැකි ලෙස විනාශ වී යයි. සොරෝව ලාක්ෂණිකයේ මෙම කොටස බිඳී වැට්ටම් පෙදෙස ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරීම්.

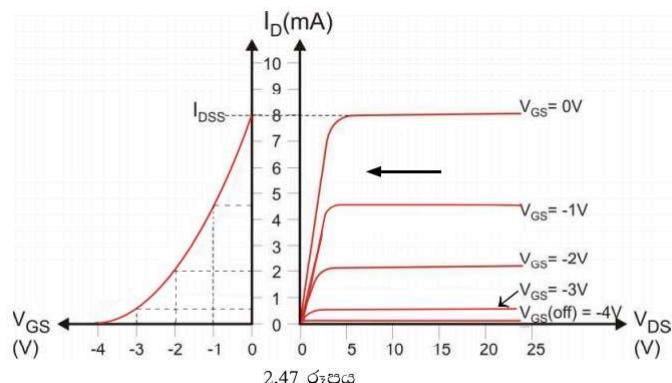
$I_D = V_{GS}$  ලාක්ෂණිකය (සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය)

දීම් ඔබව චාන්සිස්ටරවල ප්‍රදානයේ  $I_B$  බාරාව වෙනස් වන විට ප්‍රතිදානයේ  $I_C$  වෙනස් වීම

$$I_C = \beta I_B \quad \text{විශ්‍රාශ්‍රාක්‍රියා හැකි ය.}$$

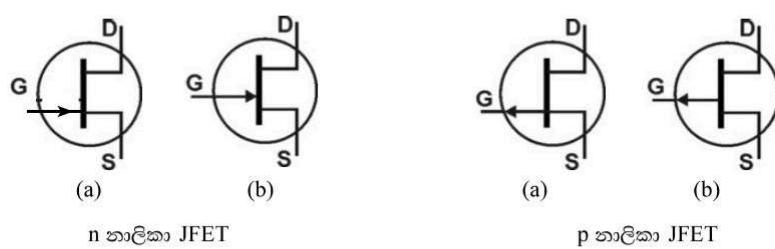
මෙහි  $\beta$  නියතයක් වන අතර  $I_B$  සමඟ  $I_C$  වෙනස් වීම සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.

මෙහි  $I_{DSS}$  සන්නාථ්‍රී බාරාව ( $V_{GS} = 0$  V හිදි), සහ කෙනෙහුම් වැසුම් විහාර  $V_p$  ( $V_{GS} = 0$  V හිදි), FET සඳහා නියතයන් වන අතර  $V_{GS}$  ප්‍රදානයේ වර්ගය අනුව ප්‍රතිදානය  $I_D$  විවෘතය වේ. එබැවින් BJT හි මෙන් මෙම සම්බන්ධතාව රේඛිය නොවන අතර FET හි සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය මගින් මෙය පැහැදිලිව පෙනේ. FET හි ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය වූ සොරෝව් ලාක්ෂණිකය ඇසුරෙන් සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය පහසුවෙන් ලබා ගත හැකි ය.  $V_{GS}$  ට එදිරි ව  $I_D$  හි විවෘතය සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.



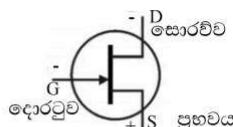
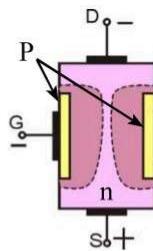
#### 2.10.5 වර්ධකයක් ලෙස FET හාවිතය

FET වර්ධක ගැන සලකා බැලීමට පෙර n - නාලිකා සහ p - නාලිකා FET සඳහා හාවිත වන සංක්ෂ්ට සලකා බලමු. මේ සඳහා විවිධ සංක්ෂ්ට හාවිත වන අතර වඩා තෙරුම් ගැනීමට පහසු සංක්ෂ්ට දෙකක් වෙයි. n - නාලිකා FET සඳහා සහ p - නාලිකා FET සඳහා හාවිත වන සංක්ෂ්ට පහත දැක්වේ.

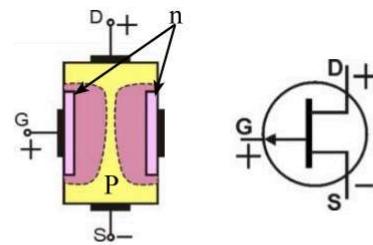


2.48 රේඛිය

2.48 රුපයේ ඊ හිස සහිත ව දක්වා ඇත්තේ දොරටුව (G) වන අතර එයට වඩා ආසන්නව ඇත්තේ “ප්‍රහවය” (S) වේ. දොරටු අගුයට වඩා ඇතින් සොරෝව්ව (D) පිහිටා ඇත. ඊ හිසේ දිගාව වන්නේ p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ හොත් ධරුව ගැලීය යුතු දිගාවයි. නමුත් කිසි විටකත් FET හි p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු නොකරන බව අවධාරණය කර ගත යුතු ය.



පසු නැඹුරු n නාලිකා JFET



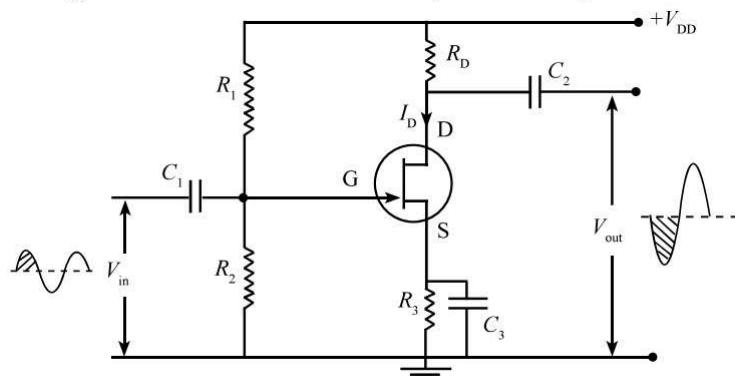
පසු නැඹුරු p නාලිකා JFET

2.49 රුපය

n - නාලිකා FET පෙර නැඹුරු කළ හොත් G අගුය + ද S අගුය – ද විය යුතු ය. එවිට ධරුව ගලන්නේ දින (+) සිට (-) සානු අගුයට හේයින් ඊ හිස ඇතුළට යොමු විය යුතු ය. p - නාලිකා FET හි මෙයට විරුද්ධ පැත්ත්ත හේවත් ඊ හිස පිට පැත්ත්ත යොමු වී ඇත [2.49 රුපය].

BJT මෙන්ම FET ද එම ආකාරයට ම වර්ධකයක් ලෙස හාවිත කළ හැකි ය. FET ද පොදු-ප්‍රහව (Common-Source), පොදු දොරටු (Common-Gate) සහ පොදු-සොරෝව් (Common - Drain) හේවත් සොරෝව්-අනුගාමික (Drain-Follower) වගයෙන් පරිපථ වින්‍යාස කුනක හාවිත කළ හැකි ය.

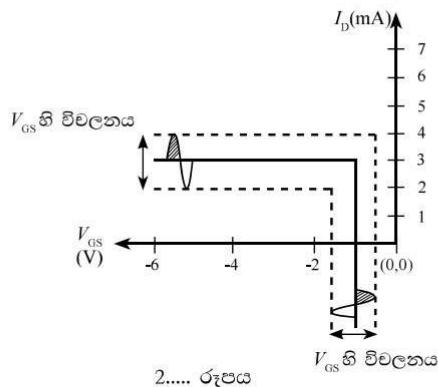
මෙවා අතුරින් පොදු ප්‍රහව JFET වර්ධකය පිළිබඳ ව දැන් අපි විමසා බලමු. n - නාලිකා JFET යක් හාවිත කර ඇත. එවැනි වර්ධක පරිපථයක් 2.50 රුපයේ දක්වා ඇත. පොදු ප්‍රහව JFET වර්ධක පරිපථය සහ පොදු විමෝචක BJT වර්ධක පරිපථය අතර යම් සමරුළිතාවක් පවතී.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම පරිපථයේ  $V_{GS}$  සානු අයෙක පවතින පරිදි ( $V_G < V_S$  වන පරිදි)  $R_1$ ,  $R_2$  හා  $R_3$  ප්‍රතිරෝධකවල ප්‍රතිරෝධී අයෙක් තොරු ගෙන ඇත.  $C_1$  ප්‍රදාන ධරිතුකය සහ  $C_2$  ප්‍රතිදාන ධරිතුකය යොදා ඇත්තේ ව්‍යාන්සිස්ටරයේ සරල ධරා (ධරා හා චෝල්ටීයතා) තත්ත්ව නොවෙනස්ව තබා ගනීම් සංඛ්‍යා පමණක් ඒවා තුළින් ගමන් කර වීම සඳහා ය.  $C_3$  ධරිතුකය යොදා ඇත්තේ  $R_3$  ප්‍රතිරෝධය හරහා සරල ධරා තත්ත්ව නොවෙනස්ව තබා ගැනීම සඳහා ය.

ප්‍රදාන වෝල්ටීයනා සංයුත්ව ( $V_{in}$ ) දහන වැඩි වන විට  $V_{GS}$  ස්ථාල සානු වෝල්ටීයනා අයය අඩුව නාලිය තුළ ධාරාව ( $I_D$ ) වැඩි වේ.  $V_{in}$  සානු ව විශාලත්වය වැඩි වන විට  $V_{GS}$  ස්ථාල සානු වෝල්ටීයනාව වැඩි විශ්‍ය  $I_D$  අඩු වේ. මේ අනුව  $V_{in}$  හා  $I_{DS}$  සමාන කළාවෙන් යුතුව විවෘතය වන බව පෙනී යයි. JFET සඳහා වන  $I_D$  -  $V_{DS}$  ලාභුණික වතුයේ දක්වා ඇති සංයුත්ව විවෘතයන්ට අනුව මෙය වඩාත් පැහැදිලි වේ (2.51 රුපය). කෙසේ මුවද ප්‍රදාන සංයුත්ව යටතේ  $V_{GS}$  ස්ථාල වෝල්ටීයනාව දහන අයයක් නොවන පරිදි වර්ධකය භාවිත කිරීමට වග බලා ගැනීම ඉතා වැදගත් වේ. එසේ  $V_{GS} > 0$  මුවහොත් නාලිය ධාරාව අධික විමෙන් ව්‍යාන්සිස්ටරය විනාශ විය හැකිය.



$I_D$  විවෘතය වන විට  $R_D$  ප්‍රතිරෝධකය හරහා විහාර අන්තරය ( $V_{RD}$ ) ද මුළු  $V_{RD} = I_D R_D$  ට අනුව විවෘතය වේ.

$$\begin{aligned} V_{out} &= V_{DD} - V_{RD} \\ &= V_{DD} - I_D R_D \quad \text{බැවින්,} \end{aligned}$$

$I_D$  වැඩි වන විට  $V_{out}$  අඩු විම ද  $I_D$  අඩු වන විට  $V_{out}$  වැඩි විම ද සිදු වේ. එනම්  $I_D$  හා  $V_{out}$  විවෘත අතර රේඛියන ප කළා වෙනසක් පවතී. මේ අනුව  $V_{in}$  හා  $V_{out}$  අතර ද රේඛියන ප කළා වෙනසක් ඇති බව පැහැදිලි ය.  $I_D$  ධාරා විවෘතය ප්‍රබල බැවින්  $V_{out}$  ප්‍රතිදානයේ විස්තරය ද වැඩිය. ඒ අනුව  $V_{out} > I_D$  වන බැවින් මෙහි දී වෝල්ටීයනා වර්ධනයක් සිදු වී ඇත.

ද්වාරය සහ නාලිය අතර p-n සන්ධිය පසු නැවුරු බැවින් JFET වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධකය ඉති අධික වේ. (Mn ප්‍රමාණයක් වේ). එබැවින් ප්‍රදාන සංයුත්ව පහවයෙන් ඇද ගන්නා ධාරාව නොසැලකිය හැකි තරමට කුඩාවේ. එබැවින් දුර්වල කුඩා වෝල්ටීයනා සංයුත්ව වර්ධනය කර ගැනීම සඳහා JFET වර්ධකය වඩාත් යෝග්‍ය වේ.

### 2.11 හොඳ වර්ධකයක තිබූ යුතු ලක්ෂණ

හොඳ වර්ධකයක තිබූ යුතු ලක්ෂණ පහත දැක්වේ. එසේ වීමට හේතුව ද කෙටියෙන් දක්වා ඇත.

(1) ධාරා ලාභය විශාල විය යුතු ය.

(හොඳ ධාරා වර්ධකයක් ලෙස ප්‍රදාන ධාරාව ප්‍රමාණවත් ව වර්ධනය කිරීමට මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ)

(2) විහාර ලාභය විශාල විය යුතු ය.

(හොඳ විහාර වර්ධකයක් ලෙස ප්‍රදාන වෝල්ටීයනාව ප්‍රමාණවත් ව වර්ධනය කිරීමට මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ)

(3) ක්ෂේමතා ලාභය විශාල විය යුතු ය.

(වර්ධකයක් ලෙස වැඩි ක්ෂේමතාවක් පිටතට ලබා දීමට මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ. ධාරා ලාභයේ හා විහාර ලාභයේ ගුණීතය ක්ෂේමතා ලාභය වේ)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

(4) වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය විශාල විය යුතු ය.

(ප්‍රදානයට යම් උපකරණයක්/සංවේදකයක් සහ කළවිතයේ මගින් ලැබෙන වෝල්ටෝයතාව මගින් වර්ධකය ක්‍රියාත්මක වේ. වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය විශාල වූ විට එය උපකරණයෙන්/සංවේදකයෙන් අදා ගන්නා බාරාව කුඩා වේ. විශාල බාරාවක් වර්ධකය ඇදා ගත හොත් සංවේදකයේ දෙකකුටර විභව අන්තරය පහළ යයි. එසේ වූ විට වර්ධකය නිවැරදි ව ක්‍රියාත්මක වීමට ප්‍රමාණවන් වෝල්ටෝයතා සංයුත්වක් වර්ධකයට නො ලැබේ යා හැකි ය.)

(5) වර්ධකයේ ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය කුඩා විය යුතු ය.

ප්‍රතිදානයෙන් යම් උපකරණයක් ක්‍රියා කරමින සඳහා වැඩි බාරාවක් අවශ්‍ය විය හැකි ය. (උදා: ගබඳ විකාශකයකට එවත් වැඩි බාරාවක් අවශ්‍ය වේ) ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය අඩු වීම ප්‍රදානය මගින් විශාල බාරාවක් එළවීමට පහසු කරයි.

(6) වර්ධකයේ කළාප පළල විශාල විය යුතු ය.

මිනැම වර්ධකයකට ප්‍රතිචාර දැක්වීය හැකි සංඛ්‍යාත පරාසයක් පවතී. විවිධ සංඛ්‍යාත ඇති සංයුත්වලට වර්ධකයේ විභව ලාභය, ක්ෂේමතා ලාභය වෙනස් වේ. වර්ධකයේ උපරිම ක්ෂේමතා ලාභයෙන් අර්ථයක (**0 dB සිට - 3 dB පරාසය තුළ**) වර්ධනයක් ඇති ව වර්ධනය කළ හැකි සංඛ්‍යාත පරාසය වර්ධකයේ කළාප පළල ලෙස හැඳින්වේ. උදාහරණයක් ලෙස හොඳ ගුවන සංඛ්‍යාත පරාසයට ම සංවේදී වේ. මෙවැනි වර්ධකයක් Hi-Fi වර්ධකයක් High Fidelity Amplifier ලෙස හැඳින්වේ. වර්ධක පද්ධතියක් Hi-Fi වීමට නම් වර්ධකයේ කළාප පළල එසේ වීම පමණක් ප්‍රමාණවත් නොවේ. මෙහිදී වර්ධකයේ ප්‍රදානය (උදා:- මයිකුගෝනය, කැසට හෝ CD වාද්‍යය ආදිය) හා එයට සම්බන්ධ ගබඳ විකාශකයට ද එම කළාප පළල තීවිය යුතු ය.

## 2.12 BJT සහ JFET සැසකදීම

| BJT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JFET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>දුෂ්‍ර ඉවුව උපාගයකි (n හා p)</li> <li>බාරාව (<math>I_B</math>) මගින් පාලනය වේ.</li> <li>කුඩා ප්‍රදාන (Input) ප්‍රතිරෝධයකි. (<math>k\Omega</math> කිහිපයකි)</li> <li>විශාල ප්‍රතිදාන බාරා (<math>I_C</math>) වලදී දන උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් දක්වයි. එවිට<br/>           ∴ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට බාරාව වැඩි විතාවික අස්ථායි බවක් ඇති වේ.</li> <li>අල්පතර වාහක රස්වීමේ ආවරණය නිසා අඩු වේගයක් හා අඩු කැලීයාමේ සංඛ්‍යාතයක් ඇතු.</li> <li>වැඩි සේෂ්‍යාවක් (Noise) ඇති හෙයින් කුඩා විස්තාර ඇති සංයුතා වර්ධනයට යුතුයි නොවේ.</li> <li>ප්‍රමාණයෙන් විශාල නිසා IC වලට ඇතුළත් කිරීමේදී වැඩි ඉඩක් වැය වේ.</li> <li>ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය කුඩා හෙයින් මිනුම් උපකරණවල ප්‍රදාන පරිපථයේ හාවිත නොවේ.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>ඒක ඉවුව උපාගයකි (n හෝ p)</li> <li>විභව (<math>V_G</math>) මගින් පාලනය වේ.</li> <li>සාලේක්ෂ ව ඉතා විශාල ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධයකි (<math>M\Omega</math> කිහිපයකි)</li> <li>විශාල ප්‍රතිදාන බාරා (<math>I_D</math>) වලදී සානු උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් දක්වයි. එබැවින් උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට බාරාව අඩු විතාවික අස්ථායි බවක් ඇති වීම වැළකේ.</li> <li>අල්පතර වාහක ආවරණය නොමැති හෙයින් ඉහළ වේගයක් හා ඉහළ කැලීයාමේ සංඛ්‍යාතයක් ඇතු.</li> <li>අඩු සේෂ්‍යාවක් (Noise) ඇති හෙයින් අඩු විස්තාර ඇති සංයුතා වර්ධනයට හාවිත වේ.</li> <li>BJT ට සාලේක්ෂ ව කුඩා ඉඩක් ගන්නා හෙයින් IC වලට ඇතුළත් කිරීම පහසු ය.</li> <li>ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි හෙයින් මිනුම් උපකරණවල, ප්‍රදාන පරිපථයේ හාවිත වේ. උදා: බ්ලූම්ටරවල (FET Multimeters)</li> </ol> |

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

### 2.12.2 BJT, JFET වර්ධකවල ලක්ෂණ

| වර්ධකයේ ලක්ෂණය                       | BJT<br>පොදු විමෝශක        | FET<br>පොදු ප්‍රහාර         |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1. ධාරා ලාභය                         | ඉහළය (200)                | ඉතා ඉහළය (20,000)           |
| 2. වෝල්ටීයකා ලාභය                    | මධ්‍යමය (40)              | මධ්‍යමය (40)                |
| 3. ක්ෂමතා ලාභය                       | ඉහළය (8000)               | ඉතා ඉහළය (800,000)          |
| 4. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය                | මධ්‍යමය ( $2500 \Omega$ ) | ඉතා ඉහළය ( $1 M\Omega$ )    |
| 5. ප්‍රතිදාන විහාර සංදුළුවේ කළා වෙනස | මධ්‍යමය ( $20 k\Omega$ )  | මධ්‍යම ඉහළ ( $50 k\Omega$ ) |
| 6. ප්‍රතිදාන ධාරා සංදුළුවේ කළා වෙනස  | $180^\circ$               | $180^\circ$                 |
| 7. ප්‍රතිදාන ධාරා සංදුළුවේ කළා වෙනස  | $0^\circ$                 | $0^\circ$                   |
| 8. කළාප පළපල                         | ඉහළය                      | ඉහළය                        |
| 9. හාවිතය                            | AF, RF<br>පොදු වර්ධක      | AF, RF පොදු වර්ධක           |

යොදා ගනු ලබන හාවිතයට ගැලපෙන ව්‍යාන්සිස්ටර වර්ගය තෝරා ගැනීමට ඉහත දත්ත උපයෝගී කර ගත හැකිය. උදා: ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි වර්ධකයක් සේ හාවිතයට වඩාත් පූංසු වන්නේ FET වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටරයකි. වර්තමාන වර්ධක පරිපථවල BJT වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටර (පොදු විමෝශක විනාශයයේ) බහුලව හාවිත වේ. ඒවා වෙළඳපාලින් පහසුවෙන් මිලේ ගත හැකි වීම සහ ඒවායේ මිල අධික නොවීම යන කරුණු මිට හේතු වේ. එහෙත් FET වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටරවල ඇති වඩාත් යහපත් ලක්ෂණ හේතුවෙන් BJT වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටර වෙනුවට ක්‍රමයෙන් FET වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටර හාවිතයට ගැනීම සිදු වෙමින් පවතී.

වර්තමානයේ බහුලව හාවිත වන FET වර්ගයේ ව්‍යාන්සිස්ටරයක් ලෙස ලෝහ ඔක්සයිඩ් අරධ සන්නායක ක්මේලු ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටරය (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor - MOSFET) සඳහන් කළ හැකිය. JFET යක් සහ MOSFET යක් අතර ඇති ප්‍රදාන වෙනස වනුයේ MOSFET යක ද්වාරයක් සේසු කොටසක් අතර තැනු ලෝහ ඔක්සයිඩ් ( $\text{SiO}_2$ ) ස්තරයක් පිහිටුවා තිබීමයි. ලෝහ ඔක්සයිඩ් පරිවාරකයක් බැවැන් MOSFET යක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය  $10^3$   $M\Omega$  පමණ වේ. මෙය JFET එකක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය මෙන්  $10^3$  ගැනයක් පමණ වේ. මේ නිසා MOSFET එකක්  $I_G = 0$  සේ ප්‍රායෝගිකව සූයා කරයි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වගයෙන්, MOSFET හාවිතයෙන් තැනු වර්ධකවල නිවාත ධාරාව (ප්‍රදාන සංදුළුව ඉනා අවස්ථාවේදී පරිපථයේ ගළා යන ධාරාව) ඉතා කුඩා වේ. එබැවින් එම වර්ධක ඉතා කාර්යක්ෂම වේ.

JFET හැර අනෙකුත් FET වර්ග පිළිබඳව අධ්‍යාපනය කිරීම උසස් පෙළ හොඨික විද්‍යාව විෂය නිර්දේශයට ඇතුළත් නොවේ. එහෙත් ඔබගේ අමතර දැනුම සඳහා මෙම කොට්ඨරය ඉදිරිපත් කර ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

9 වන රේකය - ඉංග්‍රීසු තොරතුරු

අ.පො.ස (උ.පෙළ) හොඨික විද්‍යාව

© 2020 ජාතික අධ්‍යක්ෂත ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

## තුන්වන පරිවිෂේදය

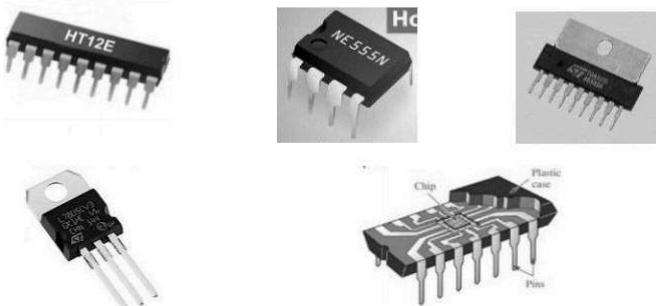
### සංගැහිත පරිපථ සහ කාරකාත්මක වර්ධක Integrated Circuits and Operational amplifiers

#### 3.1 හැඳින්වීම

ඉලක්ට්‍රොනික පරිපථයක් ඉලක්ට්‍රොනික සංරචක (Components) රාජියකින් යුත්ත විය හැකිය. එම එක් එක් සංරචකය වෙන වෙන ම ගෙන ඒවා සම්බන්ධ කර පරිපථය එකල්ස් කිරීමට සැලකිය යුතු කාලයක් වැය කළ යුතු වේ.

සංරචක වැඩි වන පමණට මෙසේ වැය වන කාලය ද වැඩි වන අතර එම සංරචක පිහිටුවීමට වැඩි ඉඩක්ඩ ප්‍රමාණයක් ද අවශ්‍ය වේ. මෙම යුත්කරන මගාරවා එම පරිපථය මූලමතින් ම පාහේ කුඩා සිලිකන් විපයක් (Chip) තුළ නිර්මාණය කළ හැකි තාක්ෂණික ක්‍රමයක් 1960 දී මූල් වරට භාවිතයට ගෙන ඇති. වර්තමානයේ දී බෙහෙවින් දියුණු වී ඇති එවත් පරිපථ විපයන් සංගැහිත පරිපථ (Integrated Circuits - IC) යෙනුවෙන් හැඳින්වේ.

සංගැහිත පරිපථයක් තුළ ටියෝඩ්, ව්‍යාන්සිස්ටර, ඇනැංඩ් ප්‍රතිරෝධක හා ඇනැංඩ් බාරිතුක ඇතුළන් කළ හැකි ය. එය තුළ ඉතා කුඩා පරිමාණයෙන් අඩංගු කළ නොහැකි විශාල ප්‍රතිරෝධ හා විශාල බාරිතුක පිටතින් සවී කිරීම සඳහා ද ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සම්බන්ධ කිරීම සඳහා ද අදාළ අග පරිපථයෙන් පිටතට ලබා දී ඇත. සංගැහිත පරිපථ කිහිපයක බාහිර පෙනුම 3.1 රුපයේ දක්වා ඇත. අභ්‍යන්තර පෙනුම ද එක් සටහනක දක්වා ඇත.



3.1 රුපය

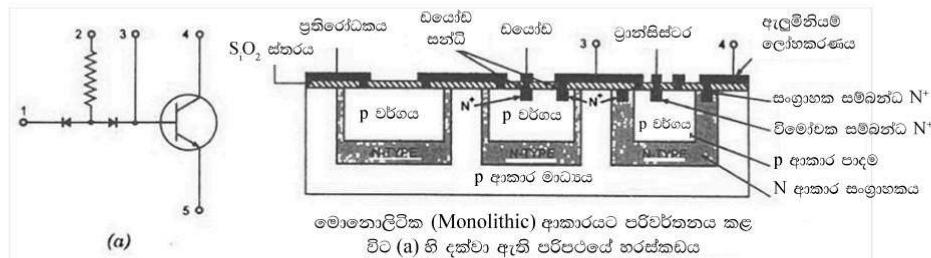
අග්‍ර තුනක් සහිත සංගැහිත පරිපථ මෙන්ම අග්‍ර සියයකටත් වඩා වැඩියෙන් ඇති සංගැහිත පරිපථ ද භාවිතයේ පවතී. වර්තමාන පරිගණක යන්තුවල භාවිත වන ක්‍රියා සකසනය (Microprocessor) ව්‍යාන්සිස්ටර මිලියනයකටත් වඩා වැඩියෙන් ඇති අග්‍ර විශාල සංඛ්‍යාවක් සහිත සංගැහිත පරිපථයකි. එවත්න්නක රුප සටහනක් පහත දැක්වේ.



3.2 රුපය

ඉතාමත් කුඩා සිලිකන් විපයක පරිපථයක් නිර්මාණය කර ඇති ආකාරය පිළිබඳ අදහසක් ඔබට 3.3 රුපය ඇසුරෙන් ලබා ගත හැකි වනු ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.3 රෘස්ක්ස්ඩ

### 3.2 සංගැනීත පරිපථ පරිමාණකරණය

සංගැනීත පරිපථ විපයක අඩංගු වන සංරචක සංඛ්‍යාව අනුව ඒවා පහත දැක්වෙන අන්දමට පරිමාණකරණය (Scaling) කරනු ලැබේ.

| පරිපථ විපයේ අඩංගු සංරචක සංඛ්‍යාව | සංගැනීතකරණ පරිමාණය                                                   |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 100ට වඩා අඩු                     | කුඩා පරිමාණයේ සංගැනීතකරණය (Small Scale Integration -SSI)             |
| 100 සහ 1000 අතර                  | මධ්‍ය පරිමාණයේ සංගැනීතකරණය (Medium Scale Integration - MSI)          |
| 1000 සහ 10000 අතර                | විශාල පරිමාණයේ සංගැනීතකරණය (Large Scale Integration - LSI)           |
| 10000 ට වඩා වැඩි                 | ඉතා විශාල පරිමාණයේ සංගැනීතකරණය (Very Large Scale Integration - VLSI) |

### 3.3 සංගැනීත පරිපථ භාවිතයේ ඇති වාසි සහ සීමා

ඉලෙක්ට්‍රොනික සංරචක විශාල ප්‍රමාණයක් සහිත පරිපථයක් සංගැනීත පරිපථයක් ලෙස ඇති විට අවශ්‍ය වන ඉඩකඩ ප්‍රමාණය බෙහෙවින් අඩු වීම වාසියකි. එසේම සංගැනීත පරිපථ සැහැල්ල වීම, ලාභදායී වීම සහ ක්‍රියාකාරීත්වයේ විශ්වසනීය බව වැඩි වීම යන කරුණු ද සංගැනීත පරිපථ භාවිතයේ ඇති වාසි ලෙස සඳහන් කළ හැකි ය.

ඉහළ ප්‍රතිරෝධී අගයන් ගෙන් යුත් ප්‍රතිරෝධක හා ඉහළ ධාරිතා අගයන් යුත් ධාරිතුක සංගැනීත පරිපථයක් තුළ අඩංගු කිරීමට ඇති සීමාවන් (ඒවා සඳහා අවශ්‍ය වන ඉඩ ප්‍රමාණය වැඩි බැවින්) සහ පරිණාමක හා ප්‍රේරක (දාරය) අඩංගු කළ නොහැකි වීම යන කරුණු සංගැනීත පරිපථ නිෂ්පාදනයේ දී ඇති වන සීමාවන් සේ දැක්වීය හැකි ය.

### 3.4 සංගැනීත පරිපථයක අග්‍ර අංකනය කිරීම

මින් පෙර සඳහන් කර ඇති පරිදි බාහිර උපකරණ සම්බන්ධ කිරීම සඳහා සහ විදුලී සැපයුම් ලබා දීම සඳහා සංගැනීත පරිපථයක අග්‍ර පිහිටුවා ඇත. එම අග්‍ර අංකනය කර ඇති පිළිවෙළ පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

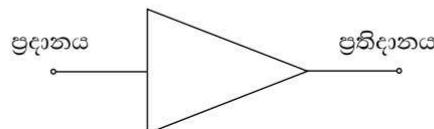
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත රුපයේ දැක්වෙන පරිදි සංඟහිත පරිපථයක මතුපිට දෙස බැලු විට එහි එක් පෙසක කට්ට කැපුමක් (Notch) යොදා ඇත. බොහෝ විට එය අසල කුඩා තින් සලකුණක් ද සටහන් කර ඇත. කට්ට කැපුම ඔබේ වම් පසට සිටින සේ සංඟහිත පරිපථය පිහිටුවා ගත් විට එම කැපුම අසලින් වම් අන්තයේ පහළින් වන අගුර අංක 1 ද රෝ යාබදව දකුණු පැවතින් වන අගුර අංක 2 ද යනාදී වශයෙන් අගුර අංකනය කෙරේ. එමෙස දකුණු අන්තයේ ඇති අගුර අංක 8 වූයේ නම් අංක 9 අගුර වනුයේ දකුණු අන්තයේ ඉහළින් වූ අගුරයි. (මෙය කට්ට කැපුම අසල වූ පහළ අගුරයේ සිට වාමාවර්ත ව අගුර නම් කිරීමක් සේ සැලකිය හැකි ය.) මෙය 3.4 රුපයේ දක්වා ඇත.



### 3.5 කාරකාත්මක වර්ධක (Operational amplifiers)

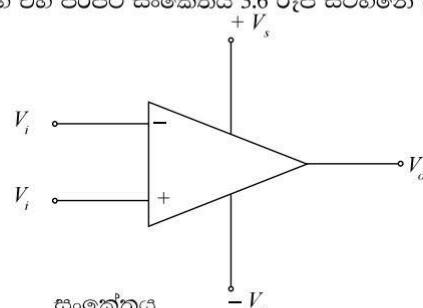
වර්ධක පරිපථ පිළිබඳ ව මින් පෙර ව්‍යාන්සිස්ටර යටතේ විස්තර කර ඇත. වර්ධකයක තිබිය යුතු වැදගත් ලක්ෂණ බෙහෙවින් ඉස්මතු වන පරිදි සංඟහිත පරිපථ ආකාරයන් තිබුදා ඇති වර්ධක විශේෂයක් සේ කාරකාත්මක වර්ධක දැක්විය හැකි ය. එහි ඇති සුවිශේෂ වර්ධක ලක්ෂණ ගේතුවෙන් එය එකතු කිරීම, බෙදාම වැනි විවිධ ගණිත කර්ම (Mathematical operations) සිදු කිරීම සඳහා යොදා ගත හැකි විය. එබැවින් මෙම වර්ධක හැඳුනුවේ සඳහා කාරකාත්මක වර්ධක (Operational amplifiers) යන නම යොදා ගැනුණි.



සාමාන්‍ය වර්ධකයක ඇත්තේ ප්‍රදාන එකකි. එම ප්‍රදානයට ලබා දෙන සංයුත් වර්ධනය කිරීමෙන් පසු ප්‍රතිදානය කරයි. එවැනි වර්ධකයක් ඉහත දැක්වෙන පරිදි සංඟක්තයකින් දක්වනු ලැබේ (3.5 රුපය). කාරකාත්මක වර්ධකයක විශේෂ ලක්ෂණයක් වන්නේ එහි ප්‍රදාන අගුර දෙකක් තිබේයි. ඉන් එක් ප්‍රදානයක් දහන (+) ප්‍රදානය ලෙස ද අනෙක සහන (-) ප්‍රදානය ලෙස ද නම් කර ඇත. කාරකාත්මක වර්ධකයක බාහිර ස්වරුපය සහ එහි පරිපථ සංකේතය 3.6 රුප සටහනේ දක්වා ඇත.



බාහිර පෙනුම



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$V_i +$  ප්‍රදානය යනු එයට සිදු කෙරෙන ධන (+) හෝ සානු (-) වෛශ්‍රීයකා ප්‍රදානයක් අපවර්තනයකින් තොර ව (කළා වෙනසක් නොමැති ව - සමකළාස්ථාව) ප්‍රතිදානය කෙරෙන පරිදි වූ ප්‍රදානයයි.

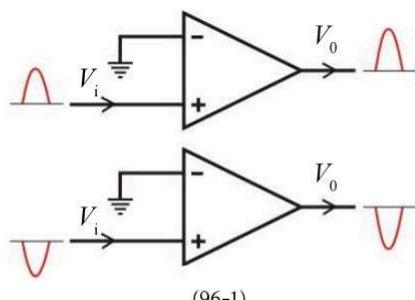
මෙය අනපවර්තන ප්‍රදානය ලෙස ද හඳුන්වයි.

$V_i -$  ප්‍රදානය යනු එයට සිදු කෙරෙන ධන (+) හෝ සානු (-) වෛශ්‍රීයකා ප්‍රදානයක් අපවර්තනයක් සහිත (180°ක කළා වෙනසක් සහිත ව - විෂමකළාස්ථාව) ප්‍රතිදානය කෙරෙන පරිදි වූ ප්‍රදානයයි. මෙය අපවර්තන ප්‍රදානය ලෙස ද හඳුන්වයි.

පහත රුප සහිත දැක්වෙන ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංදුරා සපයා බැලීමෙන් මෙය ඔබට අවබෝධ කර ගත හැකි වනු ඇත.

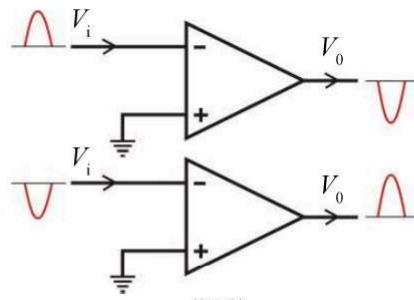
### විශේෂ සටහන

මෙහි 3.7 රුපය යටතේ රුපසහන්වල දක්වා ඇති පරිදීදෙන් ප්‍රතිදාන වෛශ්‍රීයකා ලැබුමට නම් ප්‍රදාන සංදුරාවේ ( $V_i$ ) වෛශ්‍රීයකාව ඉතාමත් ම කුඩා ( $V_i < 50\mu V$  පමණ) විය යුතුය. එවැනි ඉතාම කුඩා ප්‍රදාන වෛශ්‍රීයකා ප්‍රායෝගික නොවුව ද මෙම අවස්ථා ඉදිරිපත් කර ඇත්තේ බුදෙක් + ප්‍රදානය හා - ප්‍රදානය අතර වෙනස දැක්වීම සඳහා පමණක් බව සලකන්න. මේ පිළිබඳව වැඩිදුර විස්තර ඉදිරියේදී සඳහන් කර ඇත.



(96-1)

$V_i$  සංදුරාව + ප්‍රතිදානයට යෙදීම  
එවිට ප්‍රතිදානය සමකළාස්ථාව ව පවතී,  
එනම් අපවර්තනයක් සිදු වී නොමැත.



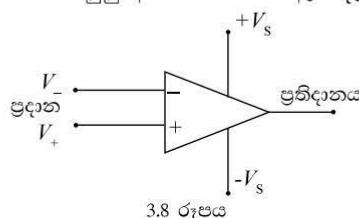
(96-2)

$V_i$  සංදුරාව - ප්‍රතිදානයට යෙදීම  
එවිට ප්‍රතිදානය විෂමකළාස්ථාව ව පවතී,  
එනම් අපවර්තනයක් සිදු වී ඇත.

3.7 රුපය

### 3.5.1 විවෘත ප්‍රඩු අවස්ථාව

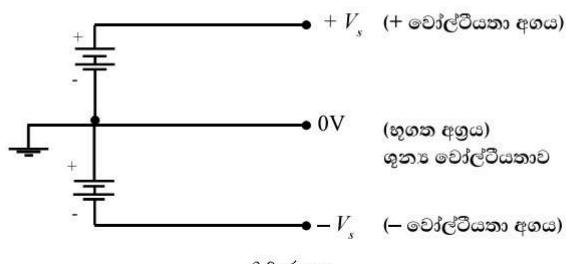
සංගාහිත පරිපථයක් බාහිර පරිපථ ප්‍රඩු (ප්‍රතිදානයෙන් යම් කොටසක් නැවත ප්‍රදානය වෙන යොමු කරන පරිදි වූ) කිසිවක් යොදා නොගෙන එය පවත්නා ආකාරයෙන් හාවිතයට ගැනීම විවෘත ප්‍රඩු අවස්ථාවයි. (බාහිර පරිපථ ප්‍රඩු අවස්ථා වන්නේ ඇය දැඟී ඉදිරියේදී විස්තර කර ඇත.)



3.8 රුපය

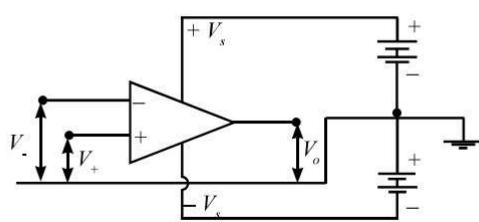
කාරකාත්මක වර්ධකයකට එහි  $+V_s$  සහ  $-V_s$  අගු ඔස්සේ විදුලිය සැපයීමේ දී එය ධන (+) හා සානු (-) වශයෙන් වූ ද්විත්ව වෛශ්‍රීයකා සැපයුමකින් යුත්ත විය යුතු ය. භාග ගුන් (විහාර) අගුයක් ද පොදු වශයෙන් පැවතිය යුතුය. ද්විත්ව විදුලි සැපයුමේ ධන (+) අගුය හා සානු (-) අගුය පිළිවෙළින් කාරකාත්මක වර්ධකයේ  $+V_s$  සහ  $-V_s$  යනුවෙන් දක්වා ඇති අගුවලට සම්බන්ධ

කරනු ලැබේ (3.8 රුපය). කාරකාත්මක වර්ධකයකට ලබා දෙන ප්‍රදානය  $V_+$  ප්‍රදාන අග්‍රය වෙත හෝ  $V_-$  ප්‍රදාන අග්‍රය වෙත හෝ යොමු කිරීමෙන් ප්‍රතිදානය පිළිවෙළින් අපවර්තනයක් නොමැති ව හෝ අපවර්තනයක් සහිත ව හෝ ලබා ගත හැකි ය. ඒ සඳහා ප්‍රතිදානය භූගත අග්‍රයට සාපේක්ෂව ධන (+) වෝල්ටෝයා අගයන් දෙසට මෙන්ම සානු (-) වෝල්ටෝයා අගයන් දෙසට ද සම්මික්ව තිබීම අවශ්‍ය වේ. එබැවින් කාරකාත්මක වර්ධකය වෙත ලබා දෙන විදුලි සැපයුම භූගත අග්‍රයට සාපේක්ෂ ව  $+V_S$  හා  $-V_S$  වශයෙන් සම්මික්ව ව වූ ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් විය යුතු ය. විදුලි කේත් යොදා ගනිමින් එවන් ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් ලබා ගත හැකි ආකාරය 3.9 රුප සටහනේ දක්වා ඇති.



### 3.5.2 විවෘත පුහු අවස්ථාවේ ලාක්ෂණික

පහත 3.10 රුපයේ දැක්වෙන පරිපථය සලකන්න.



සානු (-) ප්‍රදානයට සපයා ඇති  $V_-$  වෝල්ටෝයාව අපවර්තන ප්‍රදානය නම් වේ.

ධන (+) ප්‍රදානයට සපයා ඇති  $V_+$  වෝල්ටෝයාව අපවර්තන නොවන ප්‍රදානය නම් වේ.

$V_+$  සහ  $V_-$  ප්‍රදාන වෝල්ටෝයා අතර අන්තරය (වෙනස) අන්තර ප්‍රදානය නම් වේ.

$$\text{එනම්, අන්තර ප්‍රදානය} = V_+ - V_-$$

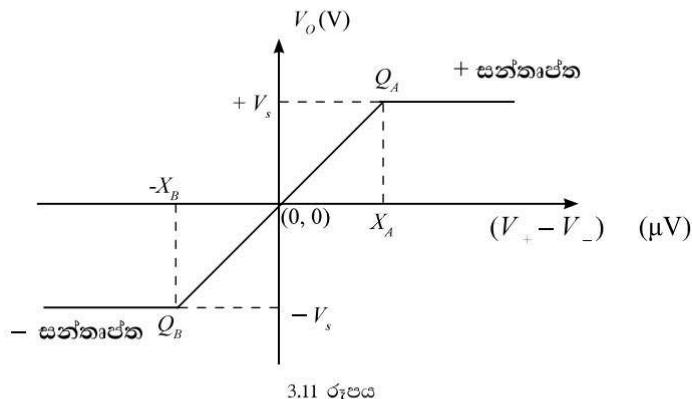
කාරකාත්මක වර්ධකයින් සංබැඩින් ම වර්ධනය කෙරෙනුයේ මෙම අන්තර ප්‍රදානයයි.

$V_o$  ලෙස දක්වා ඇත්තේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝයාවයි.

අන්තර ප්‍රදානය සහ ප්‍රතිදානය අතර පහත දැක්වෙන සම්බන්ධතාව පවතී.

$$V_o = A_o (V_+ - V_-)$$
 මෙහි  $A_o$  යනු කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත පුහු අවස්ථාවේ දී වෝල්ටෝයා ලාභයයි.

විවෘත පුහු අවස්ථාවේ දී කාරකාත්මක වර්ධකයක් සඳහා  $(V_+ - V_-)$  අන්තර ප්‍රදානය හා  $V_o$  ප්‍රතිදානය අතර ලාක්ෂණික වනුය 3.11 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.



මෙම ලාක්ෂණික වකුයෙන් ලබා ගත හැකි තොරතුරු ද සලකා බැලීමෙන් කාරකාත්මක වර්ධකයක් පිළිබඳ ව පහත සඳහන් දී ඉදිරිපත් කළ හැකි ය.

- (1).  $(V_+ - V_-)$  අන්තර ප්‍රදානය දන (+) ව ඇති විට (එනම්  $V_+ > V_-$  වන විට) ප්‍රස්ථාර සටහනේ  $X_A$  මගින් දැක්වෙන එහි යම් කිසි අයක ද ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ( $V_o$ ) නියත දන (+) අයකට පත් වේ. එම නියත දන අය බොහෝ විට ම  $+V_s$  අයට, එනම් සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ දන (+) අයට ආසන්න වේ. මෙම අවස්ථාව “දන සන්නාප්ත අවස්ථාව” නම් වේ. ප්‍රස්ථාරයේ  $Q_A$  ට දකුණු පසින් වන ප්‍රදේශය දන (+) සන්නාප්ත ප්‍රදේශය වේ.
- (2).  $(V_+ - V_-)$  අන්තර ප්‍රදානය සාන් (-) ව ඇති විට (එනම්  $V_+ < V_-$  වන විට)  $-X_B$  මගින් දැක්වෙන එහි යම්කිසි අයක ද (මෙම අයය  $|X_B| = X_A$  වන පරිදි වේ.) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ( $V_o$ ) නියත සාන් අයකට පත් වේ. එම නියත සාන් අය බොහෝ විට ම  $-V_s$  අයට, එනම් සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ සාන් (-) අයට සමාන වේ. මෙම අවස්ථාව “සාන් සන්නාප්ත අවස්ථාව” නම් වේ. ප්‍රස්ථාරයේ  $Q_B$  ට වම් පසින් වන ප්‍රදේශය සාන් සන්නාප්ත ප්‍රදේශය වේ.
- (3).  $X_A$  හා  $X_B$  ලක්ෂණවල දී පවතින වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වය ඉතා කුඩා (100 μV පමණ) වේ. එනම් අන්තර ප්‍රදානයේ ඉතා කුඩා අයක දී පවා කාරකාත්මක වර්ධකය සන්නාප්ත අවස්ථාවට පත් වේ. මේ අනුව කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදානය ( $V_+ - V_-$ ) අනුව ප්‍රතිදානය ( $V_o$ ) රේඛිය ව විවෘතය වන්නේ, ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ ඉතා කුඩා පරාසයක් තුළ ( $-X_B$  සිට  $+X_A$  දක්වා) පමණක් බව පැහැදිලි වේ.

එබැවින් කාරකාත්මක වර්ධකයක්, විවෘත ප්‍රාථ්‍යාපන දී වර්ධකයක් සේ ත්‍රියා කරන්නේ රේඛිය විවෘතය පවතින ඉතාමත් කුඩා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා පරාසයක් තුළ පමණි. ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා අතර එම රේඛිය විවෘතය පවතින  $Q_B$  සිට  $Q_A$  දක්වා වූ ප්‍රදේශය රේඛිය ප්‍රදේශය නම් වේ.

$$V_o = A_o (V_+ - V_-) \text{ සැලකීමෙන්,}$$

$$(V_+ - V_-) = \frac{V_o}{A_o}$$

මේ අනුව,

$V_o$  හි සන්නාප්ත අය ලැබීමට අවශ්‍ය අවම ( $V_+ - V_-$ ) හි විශාලත්වය,  $A_o$  (විවෘත ප්‍රාථ්‍යාපන වෝල්ටීයතා

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

ලාභය) මත රඳා පවතී.  $A_O$  වැඩි කාරකාත්මක වර්ධකයක් සඳහා එම  $(V_+ - V_-)$  අගය පූඩු වේ. එනම් කාරකාත්මක වර්ධකයක විවෘත පූඩු වෝල්ට්‍රීයකා ලාභය වැඩි වූ තරමට එහි රේඛිය ප්‍රදේශය වඩාත් පවතී. මෙය පැහැදිලි කර ගැනීමට පහත දැක්වෙන උදාහරණය ආධාර වේ.

$\pm 15 \text{ V}$  ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් යටතේ ක්‍රියා කරන, විවෘත පූඩු වෝල්ට්‍රීයකා ලාභය  $10^5$ ක් වන කාරකාත්මක වර්ධකයක් සලකන්න.

$$V_O = A_O (V_+ - V_-)$$

සන්නාථ අවස්ථාවේ දී  $V_O = V_s$  වේ.

$$\therefore V_s = A_O (V_+ - V_-)$$

$$\begin{aligned} \therefore (V_+ - V_-) &= \frac{V_s}{A_O} \\ &= \frac{\pm 15}{10^5} \\ &= \pm 150 \mu\text{V} \end{aligned}$$

එබැවින් රේඛිය ප්‍රදේශය අන්තර ප්‍රදානයේ  $-150 \mu\text{V}$  සිට  $+150 \mu\text{V}$  දක්වා වූ ඉතා පවතු ප්‍රදේශයකට සිමා වේ.

කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත පූඩු වෝල්ට්‍රීයකා ලාභය  $10^6$ ක් වූයේ නම්, එවිට,

$$\begin{aligned} V_+ - V_- &= \frac{V_s}{A_O} \\ &= \frac{\pm 15}{10^6} \\ &= \pm 15 \mu\text{V} \end{aligned}$$

මෙහි දී රේඛිය ප්‍රදේශය අන්තර ප්‍රදානයේ  $-15 \mu\text{V}$  සිට  $+15 \mu\text{V}$  දක්වා වූ ඉතාමත් පවතු ප්‍රදේශයකට සිමා වේ.

### 3.5.3 කාරකාත්මක වර්ධකයක සුවිශේෂ ගුණ

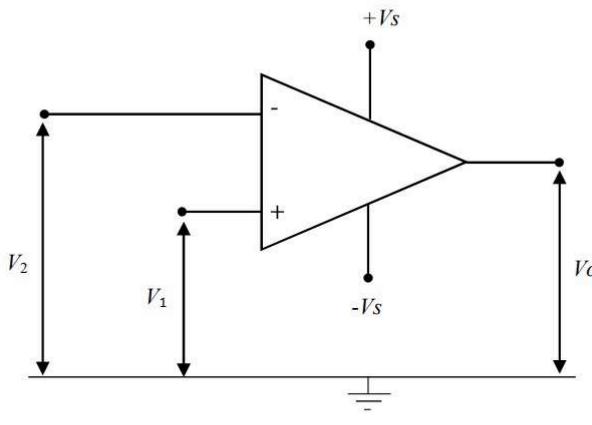
කාරකාත්මක වර්ධකයක් පහත දැක්වෙන සුවිශේෂ ගුණවලින් යුතුක්ත වේ.

1. විවෘත පූඩු වෝල්ට්‍රීයකා ලාභය ඉතා විශාල වීම. පරිපූරණ තත්ත්වයක දී එය අනන්තය විය යුතු අතර ප්‍රායෝගික වර්ධකවල දී මෙම වෝල්ට්‍රීයකා ලාභය  $10^5$ ක් පමණ වේ.
2. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාල වීම. පරිපූරණ තත්ත්වයක දී එය අනන්තය විය යුතු අතර ප්‍රායෝගික තත්ත්ව යටතේ මෙම ප්‍රතිරෝධය  $10^6 \Omega$  සිට  $10^{12} \Omega$  පමණ දක්වා වේ. මෙම ගුණය හේතුවෙන් ප්‍රදාන අගු ඔස්සේ පරිපරිය වෙත ඇදි ගන්නා ධාරාව නොසැලැකිය හැකි තරම් කුඩා වේ. එබැවින් ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ට්‍රීයකාවට විය හැකි බලපෑම (හානිය) අවම වේ.

3. ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා වීම. පරිපූරණ තත්ත්වයක දී එය ගුනය විය යුතු අතර ප්‍රායෝගික තත්ත්ව යටතේ මෙම ප්‍රතිරෝධය  $100 \Omega - 200 \Omega$  පමණ වේ. මෙම ගුණය නිසා ප්‍රතිදානය ඉවතට ලබා දීම වඩාත් කාර්යක්ෂ ම ව (අඩු ගක්ති හානියකින් යුතු ව) සිදු වේ.

### 3.5.4 වෝල්ටෝමෝ සංස්ක්ධයක් ලෙස භාවිතය

පහත 3.12 රුප සටහනේ දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථය සලකන්න.



3.12 රුපය

මෙහි  $V_1 > V_2$  වූ විට අන්තර ප්‍රදානයේ ( $V_+ - V_-$ ) අගය + වන බැවින් ප්‍රතිදානය  $+V_s$  (ඛන සන්නාප්ත) අයයට පත් වේ. (කාරකාත්මක වර්ධකයක විවෘත ප්‍රඩානය අවස්ථාවේ දී රේඛිය ප්‍රදේශය ඉතා ම පටු බැවින් ප්‍රායෝගික ව මෙසේ සිදු වේ)

මෙහි  $V_1 < V_2$  වූ අවස්ථාවක දී අන්තර ප්‍රදානයේ ( $V_+ - V_-$ ) අගය - වන බැවින් ප්‍රතිදානය  $-V_s$  (සානු සන්නාප්ත) අවස්ථාවට පත් වේ. (රේඛිය ප්‍රදේශය ඉතා ම පටු බැවින් ප්‍රායෝගික ව මෙය සිදු වේ.)

මේ අනුව ප්‍රදාන වෝල්ටෝමෝ ලෙස ලබා දී ඇති  $V_1$  හා  $V_2$  සංස්ක්ධා,

$$V_1 > V_2 \text{ විට } V_o = +V_s \text{ ලෙස දී}$$

$$V_1 < V_2 \text{ විට } V_o = -V_s \text{ ලෙස දී}$$

වශයෙන් ප්‍රතිදාන අවස්ථා දෙකක් ලබා දෙන බැවින් මෙම කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථය වෝල්ටෝමෝ සංස්ක්ධයක් සේ ක්‍රියා කරයි.

දායාරණ :-

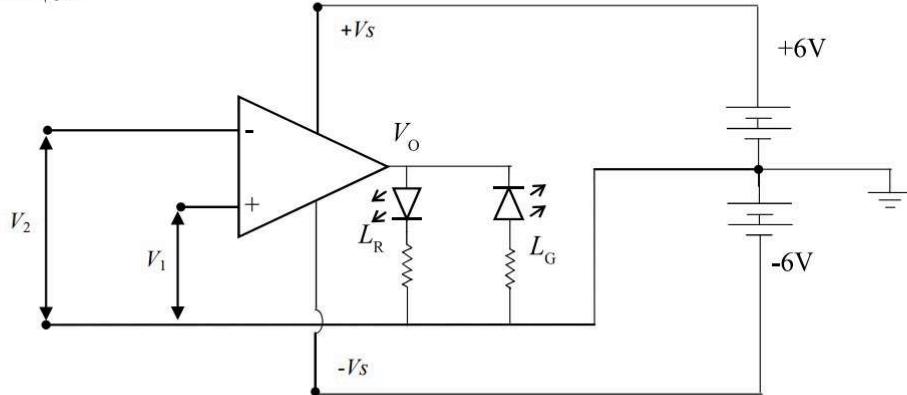
$V_1$  හා  $V_2$  වෝල්ටෝමෝ දෙකක් බාහිර ව ප්‍රදානය කළ විට,

$$V_1 > V_2 \text{ නම් රතු පැහැති LED එකක් } (L_R) \text{ දී,}$$

$$V_1 < V_2 \text{ නම් කොළ පැහැති LED එකක් } (L_G) \text{ දී}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

දැක්වෙන පරිදි වෝල්ටීයතා සංසන්දකයක් සේ යොදා ගත් කාරකාත්මක වර්ධකයක් 3.13 රුපයේද දක්වා ඇත.



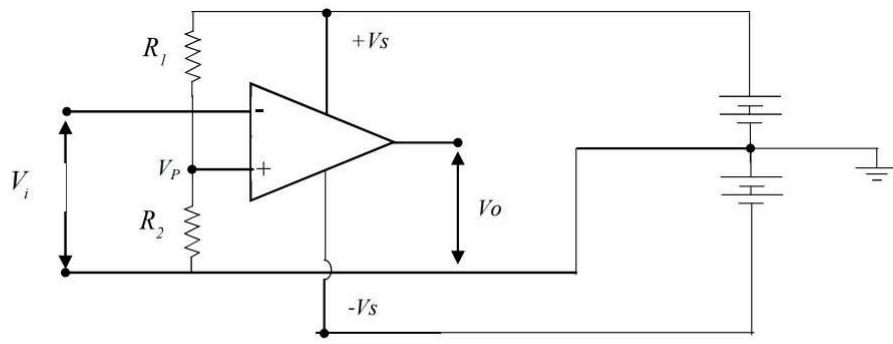
3.13 රුපය

$V_1 > V_2$  වන විට  $V_O = +V_S = +6 \text{ V}$  වේ. එවිට  $L_R$  පෙර නැඹුරු වී එය දැක්වේ. මෙවිට  $L_G$  පසු නැඹුරු වන බැවින් එය නො දැල්වී පවතී.

$V_1 < V_2$  වන විට  $V_O = -V_S = -6 \text{ V}$  වේ. එවිට  $L_G$  පෙර නැඹුරු වී එය දැක්වේ. මෙවිට  $L_R$  පසු නැඹුරු වන බැවින් එය නො දැල්වී පවතී.

### 3.5.5 ස්විච්ඡයක් ලෙස භාවිතය

පෙර විස්තර කරන ලද වෝල්ටීයතා සංසන්දකයේ එක් ප්‍රධාන අග්‍රයක් නියත වෝල්ටීයතාවක පිහිටුවා ඇතොත් අනින් ප්‍රධානයට ලබා දෙන වෝල්ටීයතාවට අනුව එය ස්විච්ඡයකරණය වන සේ සැකකිය හැකි ය. එය 3.14 රුප සටහනේ දක්වා ඇත.



3.14 රුපය

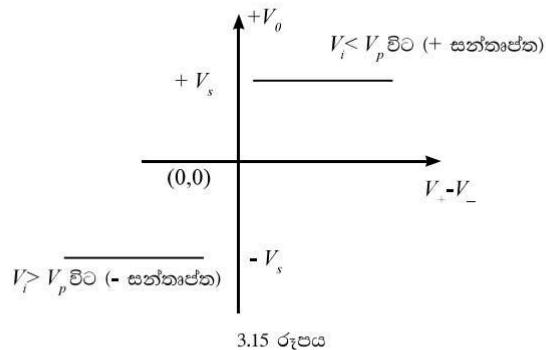
මෙහි  $R_1$  හා  $R_2$  ප්‍රතිරෝධවලින් සමන්විත වින්න බෙදනය මගින් යම් නිශ්චිත වෝල්ටීයතාවක් ( $V_p$ ) කාරකාත්මක වර්ධකයේ දෙන (+) ප්‍රධානය වෙත ලබා දේ. මෙය  $V_p$  යයි සිතම්. දැන් සාම් (-) ප්‍රධානය වෙන යොමු කරන  $V_i$  වෝල්ටීයතා අගය මත  $V_o$  තීරණය වේ.

$$V_i < V_p \text{ නම් } V_o = +V_S \text{ වේ.}$$

$$V_i > V_p \text{ නම් } V_o = -V_S \text{ වේ.}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත 3.15 රුපයේ දී ඇති ප්‍රස්ථාරයේ මෙය දක්වා ඇත.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ අනුව  $V_i$  අගය මත තීරණය වන ඉහළ හෝ පහළ වෝල්ටෑරියකා මට්ටමක් ( $+V_s$  හෝ  $-V_s$ ) ප්‍රතිදානය සේ ලැබෙන බැවින් මෙම පරිපථය  $V_i$  මගින් ක්‍රියා කළ හැකි ස්විච්‌වියක් බවට පත් වී ඇත.

ප්‍රතිදානය  $+V_s$  විම සංව්‍යත (ON) ලෙස හා  $-V_s$  විම විවෘත (OFF) ලෙස ගත හැකි ය. නැතහෙත් ප්‍රතිදානය  $-V_s$  විම සංව්‍යත (ON) ලෙස හා  $+V_s$  විම විවෘත (OFF) ලෙස ගත හැකි ය. (සන්නාජ්‍ය අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානයේ අගය  $V_s$  ට ආසන්න වුවද ප්‍රායෝගික ව රේට වඩා මදක් අඩු විය හැකිය. පරිපථයේ සම්හර සංරචක හරහා සූජ් වෝල්ටෑරියකා පාතනයක් තිබීම මීට හේතුවයි).

$V_p$  වෝල්ටෑරියකාව - ප්‍රදානය වෙත ලබා දී  $+/-$  ප්‍රදානය වෙත සපයන  $V_i$  වෝල්ටෑරියකාවන් ක්‍රියා කරන පරිදි වුව ද පරිපථය සකසා ගත හැකි ය.

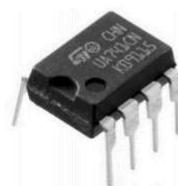
එවිට

$$V_i < V_p \text{ විට } V_o = -V_s \text{ අවශ්‍ය}$$

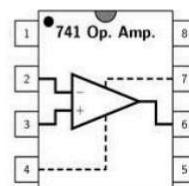
$$V_i > V_p \text{ විට } V_o = +V_s \text{ අවශ්‍ය}$$

### 3.5.6 ප්‍රායෝගික කරුණු

දැනට බහුල ව හාටින කෙරෙන කාරකාත්මක වර්ධකයක් ලෙස μA 741 සංශාහිත පරිපථය හඳුන්වා දිය හැකි ය. එහි බාහිර ස්වරුපය හා අභ්‍යන්තර දළ සටහන පහත 3.16 (a) හා (b) රුප සටහන්වලින් දක්වා ඇත.



(a)



3.16 රුපය

(b)

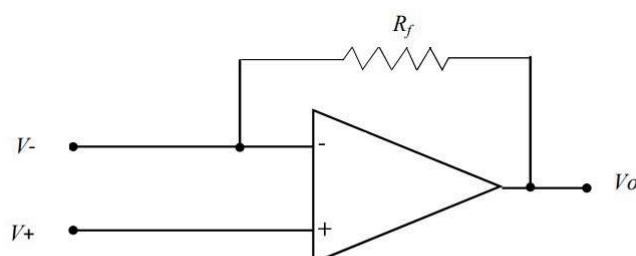
මෙහි 8 වන අගය විපයේ පරිපථයට සම්බන්ධ නොවූ අක්‍රිය අගුරයකි. සම්මිතිකත්වය සඳහා පමණක් එය යොදා ඇත. 1 හා 5 අග විශේෂ අවස්ථාවල දී කෙරෙන සැකසුමක් සඳහා යොදා ගැනෙන අතර එය උසස් පෙළ මට්ටමේ දී සලකා බලනු නොලැබේ. (කාරකාත්මක වර්ධකයේ

ප්‍රදාන වෙත කිසිදු අන්තර ප්‍රදානයක් ලබා දී නොමැති අවස්ථාවක දී (එනම් ප්‍රදානය ගුණය වෝල්ට්‍රීයතාවේ ඇති විට) ප්‍රතිදාන වෝල්ට්‍රීයතාව ගුණය විය යුතු ය. එහෙත් ප්‍රායෝගික ව එවන් අවස්ථාවක දී වූව ද සුෂ්ථා ප්‍රතිදාන වෝල්ට්‍රීයතාවක් ඇති විය හැකි ය. මෙය, වර්ධක පරිපථයේ ඇති ඉලක්ට්‍රොනික සංරචකවල අසමතුලිතාව හේතුවෙන් හට ගැනීමට ඉඩ ඇත. එවන් අවස්ථාවක දී 1 සහ 5 අගු වෙත වෝල්ට්‍රීයතා බෙදනයක් මගින් සූදුසු වෝල්ට්‍රීයතා යෙදීමෙන් ප්‍රතිදානය හරියට ම ගුණය කර ගත හැකි ය.) මෙම සංගැනීත පරිපථය සඳහා  $V_s$  අයය  $\pm 5V$  හා  $\pm 15V$  පරාසයේ වූ සම දැව්ච්ච වෝල්ට්‍රීයතා සැපයුමක් ලබා දීම අවශ්‍ය වේ.  $+V_s$  වෝල්ට්‍රීයතාව 7 අගුයට ද  $-V_s$  වෝල්ට්‍රීයතාව 4 අගුයට ද ලබා දිය යුතුය. මෙහි විවෘත පුහු වෝල්ට්‍රීයතා ලාභය  $10^5$  කි.

### 3.5.7 සංවෘත පුහු අවස්ථා

කාරකාත්මක වර්ධකයක් විවෘත පුහු අවස්ථාවේ හාටිත කරන විට පවතින අධික වෝල්ට්‍රීයතා ලාභය හේතුවෙන් එහි රේඛිය ප්‍රදේශය ඉතා පටු වේ. ඉතා කුඩා ප්‍රදාන වෝල්ට්‍රීයතා සංයුතින් ( $\mu V$  ප්‍රමාණයේ) වූව ද එය සන්නාථ්‍යා අවස්ථාවට පත් වේ. එබැවින් ප්‍රායෝගික ව වර්ධකයක් සේ හාටිත කරන විට කාරකාත්මක වර්ධකයේ මෙම අධික වර්ධක ගුණය අඩු කර ගනු ලැබේ. එවිට එහි රේඛිය ප්‍රදේශය ප්‍රාථමික වේ. ඒ සඳහා ප්‍රතිදානයෙන් කොටසක් අපවර්ත ප්‍රදානය වෙත බාහිර ප්‍රතිරෝධකයක් මගින් යොමු කරනු ලැබේ. ප්‍රතිදාන වෝල්ට්‍රීයතාව හා අපවර්ත ප්‍රදානයේ වෝල්ට්‍රීයතාව එකිනෙකට විෂම කළාස්ථාව ව පවතින බැවින් මෙම යොමු කිරීම නිසා වර්ධකයෙන් ලැබෙන වර්ධනය අඩු වේ. වර්ධනය අඩු වන පරිදි ප්‍රතිදාන සංයුතිවෙන් කොටසක් ප්‍රදානය වෙත යොමු කිරීම සානු ප්‍රතිපෝෂණයක් වශයෙන් සැලකේ.

වර්ධකයක් සේ හාටිත කරන විට මෙමෙස බාහිර ප්‍රතිරෝධක යෙදීමෙන් සානු ප්‍රතිපෝෂණයක් ලබා දී ඇති අවස්ථාව කාරකාත්මක වර්ධකයේ සංවෘත පුහු අවස්ථාව ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතිදානය ප්‍රදානය වෙත සූදුසු ප්‍රමාණයකින් යොමු කිරීම සඳහා යොදා ගන්නා ප්‍රතිරෝධකය 'ප්‍රතිපෝෂණ ප්‍රතිරෝධකය' (Feed-back resistor) ලෙස හැඳින්වේ. එය  $R_f$  යනුවෙන් 3.17 රුපයේ දක්වා ඇත. පරිපථයේ සරල බව සඳහා විදුලි සැපයුම මෙහි දී පෙන්වා නොමැති.



3.17 රුපය

### 3.5.8 ස්වර්ණමය නීති

කාරකාත්මක වර්ධක සම්බන්ධ ව පරිපථ විශ්ලේෂණයේ දී ඉතා ප්‍රයෝගන්වත් වන ස්වර්ණමය නීති (Golden rules) යනුවෙන් හැඳින්වෙන නීති දෙකක් වේ. එනම්,

- I. රේඛිය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරන විට කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදාන අගු දෙක හරහා පවතින විභාව අන්තරය ගුණය වේ.

$$\text{එනම } (V_+ - V_-) = 0$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙන්ම ඇවිරිණි.

(මින් පෙර සිදු කළ ගණනය කිරීමක දී රේඛිය ප්‍රදේශය තුළ දී පැවතිය හැකි ( $V_+ - V_-$ ) හි විගාලන්වය 150  $\mu\text{V}$  ට සිමා වන සේ ලැබුණි. මෙවැනි ඉතා කුඩා වෝල්ටෝමෝවක් ප්‍රායෝගික ව ගුනා සේ සැලකිය හැකි ය.)

II. කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අගු වලින් ඇතුළට ගළා යන ධාරා ගුනා වේ.

(කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධ ඉතා අධික බැවින්, ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ටෝමෝව යටතේ වර්ධකය තුළට ප්‍රදාන අගු මිස්සේ ඇද ගන්නා ධාරා ප්‍රමාණය ඉතා කුඩා වේ. (යා 741 වර්ධකය සඳහා එය 0.08  $\mu\text{A}$  පමණ වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙය ගුනා සේ සැලකිය හැකි ය)

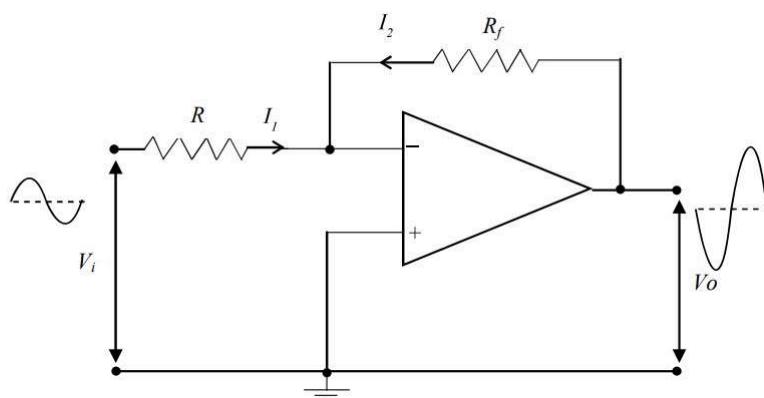
### 3.5.9 සංවාත පුඩු යෙදු කාරකාත්මක වර්ධක

විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී කාරකාත්මක වර්ධකයකින් ඉතා විශාල වෝල්ටෝමෝනා ලාභයක් ලැබේ. සානු ප්‍රතිපෙෂණය සහිත ව සංවාත පුඩු යෙදීමෙන් එම වෝල්ටෝමෝනා ලාභය පරිමිත ප්‍රායෝගික අයයකට ගෙන ආ හැකි ය. එවිට එහි රේඛිය ප්‍රදේශය පුළුල් වන බැවින් එය ප්‍රායෝගික වර්ධක පරිපථයක් සේ හාවිත කළ හැකි ය. එමෙස සකසා ගත හැකි වර්ධක පරිපථ ආකාර දෙකකි. එනම්,

- (i) අපවර්තන වර්ධක
- (ii) අපවර්තන නොවන වර්ධක

### 3.5.10 අපවර්තන වර්ධකය

මෙම වර්ධකයේ දී 'අපවර්තන' යන්නෙන් අදහස් වන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමෝනාව ප්‍රදාන වෝල්ටෝමෝනාව හා විෂම කළාස්ථා ව (180° ක කළා වෙනසක් සහිත ව) පවතින බවයි. එවැනි වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් 3.18 රුපයේ දක්වා ඇත.



3.18 රුපය

මෙහි දන (+) ප්‍රදාන අගුය භූගත කර ඇති බැවින් එහි විහාරය ( $V_+$ ) ගුනා වේ. මෙම වර්ධකය රේඛිය ප්‍රදේශය තුළ හාවිත කරන විට,

ස්වර්ණමය නීතිය I අනුව,

$$(V_+ - V_-) = 0 \text{ වේ.}$$

$$\text{නමුත් } V_+ = 0 \text{ බැවින්}$$

$$V_- = 0 \text{ විය යුතු ය.}$$

දූනා වෝල්ටීයකාවට පත් වී ඇති මෙම ප්‍රදාන ප්‍රාග්‍ය අතර්හ තුළතයක් (Virtual earth) සේ සැලකේ.

එම්බිට,

$$R \text{ හරහා විහාව අන්තරය } = V_R = V_i - V_- = V_i - 0 = V_i$$

$$R_f \text{ හරහා විහාව අන්තරය } = V_{Rf} = V_o - V_- = V_o - 0 = V_o$$

ප්‍රදාන වෝල්ටීයකාව ( $V_i$ ) මගින්  $R$  ප්‍රතිරෝධය හරහා – ප්‍රදානය දෙසට යැවෙන ධාරාව  $I_1$  දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයකාව ( $V_o$ ) මගින් ප්‍රතිරෝධය  $R_f$  හරහා – ප්‍රදානය දෙසට යැවෙන ධාරාව  $I_2$  දී ලෙස ගනිමු.

ස්වර්ණමය නීතිය II අනුව,

සාන් (-) ප්‍රදානය මගින් ඇද ගන්නා ධාරාව දූනා වන බැවින්, ක'මොං I වන නීයමය යෙදීමෙන්,

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\therefore \frac{V_R}{R} + \frac{V_{Rf}}{R_f} = 0$$

$$\therefore \frac{V_i}{R} + \frac{V_o}{R_f} = 0$$

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

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

$\frac{V_o}{V_i}$  යනු සංඛ්‍යාත ප්‍රාග්‍ය යෙදු අපවර්තන වර්ධකයේ වෝල්ටීයකා ලාභයයි. එය  $G_V$  මගින් දක්වමු.

$$G_V = -\frac{R_f}{R}$$

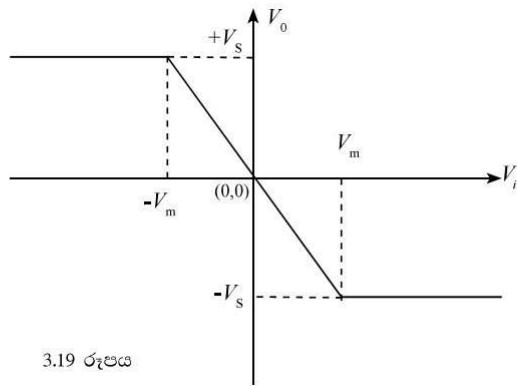
$G_V$  සඳහා වන මෙම ප්‍රකාශනයේ දක්නා පස ඇති – ලක්ශණන් දැක්වෙන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයකාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයකාව සමඟ විෂම කළාස්ථාව ව පවතින බවයි. එනම් ප්‍රදානයට සාපේක්ෂව ව ප්‍රතිදානය අපවර්තනයකට හාජ්‍යය වී ඇති බවයි. (3.18 රුපයේ ඇති පරිපථ සටහනේ ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන අශ්‍රාක්‍ය දක්වා ඇති වෝල්ටීයකා තරංග හැඩා නිරීක්ෂණය කරන්න)  $R$  හා

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$R_1$  ප්‍රතිරෝධකවල අගයන් යෝගා පරිදි තෝරා ගැනීමෙන් අපවර්තන වර්ධකයේ වෝල්ටෝමෝ ලාභය අවශ්‍ය පරිදි සකසා ගත හැකිය.

අපවර්තන වර්ධකයක් සඳහා  $V_i$  හා  $V_o$  අතර ලාක්ෂණික වතුය 3.19 රුපයේ දක්වා ඇත.

රේඛිය ප්‍රදේශය තුළ ඇ.



$$G_v = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\therefore V_o = G_v V_i$$

∴ අනුතුමණය =  $G_v$

(මෙය අපවර්තන වර්ධකයක් බැවින් අනුතුමණය සාර්ථක ලෙස ඇත.)

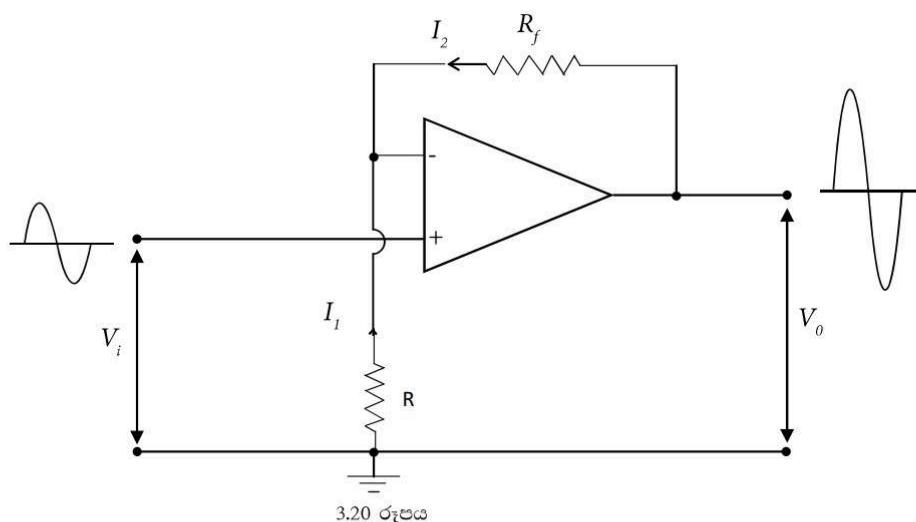
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමෝ විගාලන්වය ( $V_o$ ) සැපයුම් වෝල්ටෝමෝ විගාලන්වය ඉක්මවා නො යයි.

වර්ධකය රේඛිය ප්‍රදේශය තුළ කියා කරවීම සඳහා එහි ප්‍රදාන වෝල්ටෝමෝ විගාලන්වය ( $V_i$ ) ප්‍රස්ථාරයේ දක්වා ඇති  $V_m$  අගය ඉක්මවා යැමත ඉඩ තොடිය යුතුයි.  $V_i$  හි විගාලන්වය  $V_m$  අගය ඉක්මවා ගිය හොත් ප්‍රතිදානය සන්නාප්ත අවස්ථාවකට පත් වේ. (සන්නාප්ත අවස්ථාවේ ඇති  $V_o$  අගය  $V_s$  ව ආයතන්න ව සමාන වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙම අගය  $0.8 V_s$  පමණ විය හැකිය)

### 3.5.11 අපවර්තන නොවන වර්ධකය

මෙම වර්ධකයේ 'අපවර්තන නොවන' යන්නෙන් අදහස් වන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමෝ ප්‍රදාන වෝල්ටෝමෝ ව සමග සමකළාස්ථ ව පවතින බවයි. එවැනි වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් 3.20 රුපයේ දක්වා ඇත.



$$\text{මෙහි } V_+ = V_i$$

රේඛිය ප්‍රදේශය කුල හාවිත කෙරෙන විට,

ස්වර්ණමය නීතිය I අනුව,

$$V_+ - V_- = 0$$

$$\therefore V_i - V_- = 0$$

$$\therefore V_- = V_i$$

$$R_f \text{ ප්‍රතිරෝධය හරහා විහාව අන්තරය } = V_{Rf} = V_o - V_- = V_o - V_i$$

$$R \text{ ප්‍රතිරෝධය හරහා විහාව අන්තරය } = V_R = V_- - 0 = V_i - 0 = V_i$$

ස්වර්ණමය නීතිය II අනුව ප්‍රදාන අගු කුළට දාරාවක් ඇද නො ගන්නා බැවින්,

$$I_1 = I_2$$

$$\therefore \frac{V_R}{R} = \frac{V_{Rf}}{R_f}$$

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

$$\frac{V_o}{R_f} = V_i \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_f} \right)$$

$$\therefore \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_f}{R}$$

$\frac{V_o}{V_i}$  යනු අපවර්තන නොවන වර්ධකයේ සංඛාත ප්‍රඩීඩු වෝල්ටීයතා ලාභයයි. එය  $G_v$  මගින් දක්වමු.

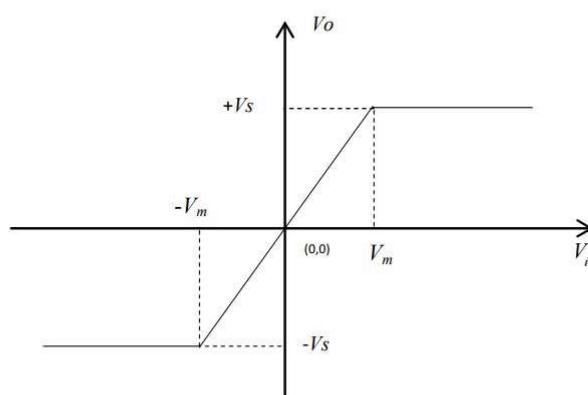
එම්බු,

$$\therefore G_v = 1 + \frac{R_f}{R}$$

$G_v$  සඳහා වන මෙම ප්‍රකාශනයේ දකුණු පස ධන (+) ලෙස තිබේමෙන් අදහස් වන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව සමග සම කළුස්ථාව ව පවතින බවයි. (පරිපථ සටහනේ දක්වා ඇති වෝල්ටීයතා තරංග හැඩි තිබූ නීතික්ෂණය කරන්න)

$R$  හා  $R_f$  ප්‍රතිරෝධ අගයන් යෝගා පරිදි තෝරා ගැනීමෙන් අපවර්තන නොවන වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය අවශ්‍ය පරිදි සකසා ගත හැකි ය.

අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් සඳහා  $V_i$  හා  $V_o$  අතර ලාක්ෂණිකය 3.21 රුපයේ ප්‍රස්තාරයෙන් දක්වා ඇත.



3.21 රුපය

රේඛිය ප්‍රදේශය කුළ දී,

$$G_v = \frac{V_o}{V_i} \text{ බැවින්}$$

$$V_o = G_v V_i$$

$\therefore$  අනුකූලය  $= G_v$

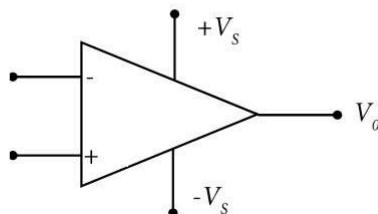
(මෙය අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් බැවින් අනුකූලය දන වේ.) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ  $V_o$  විශාලත්වය සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ  $(\pm V_s)$  විශාලත්වය ඉක්මවා නොයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

වර්ධකය රේඛිය ප්‍රදේශය කුළ කියා කරවීම සඳහා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ ( $V_i$ ) විශාලත්වය  $V_m$  මගින් දැක්වෙන විශාලත්වය ඉක්මවා නොයන පරිදි පවත්වා ගත යුතු වේ. එම විශාලත්වය ඉක්මවා ගියහොත් ප්‍රතිදානය සන්නාථ් අවස්ථාවකට පත් වේ. (සන්නාථ් අවස්ථාවේ දී  $V_o$  හි විශාලත්වය  $V_s$  අගයට ආසන්න ලෙස සමාන වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙය 0.8  $V_s$  පමණ විය තැකිය)

### විසඳන ලද අභ්‍යාස

(1).



මෙම රුප සටහනෙන් දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත ප්‍රායෝගික විශාලත්වය ප්‍රමාද නොවන පරිදි පවත්වා ගත යුතු වේ. එම විශාලත්වය ඉක්මවා ගියහොත් ප්‍රතිදානය සන්නාථ් අවස්ථාවකට පත් වේ. (සන්නාථ් අවස්ථාවේ දී  $V_o$  හි විශාලත්වය  $V_s$  අගයට ආසන්න ලෙස සමාන වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙය 0.8  $V_s$  පමණ විය තැකිය)

(i) ප්‍රතිදානය සන්නාථ් අවස්ථාවට පත් වන මොහොතේ දී පවතින අන්තර ප්‍රදානයේ විශාලත්වය කොපමුණ ද?

(ii) ධන (+) ප්‍රදාන අගයට 2.0 V නියත වෝල්ටීයතාවක් ලබා දී ඇත්තම්,

(a) කාරකාත්මක වර්ධකය ධන (+) සන්නාථ් අවස්ථාවට පත්වන මොහොතේ දී (-) ප්‍රදානය වෙත ලබා දී ඇති වෝල්ටීයතාව කුමක් ද?

(b) කාරකාත්මක වර්ධකය සානු (-) සන්නාථ් අවස්ථාවට පත් වන මොහොතේ දී සානු (-) ප්‍රදානය වෙත ලබා දී ඇති වෝල්ටීයතාව කුමක් ද?

(c) කාරකාත්මක වර්ධකය රේඛිය ප්‍රදේශය කුළ කියා කරන පරිදි (-) ප්‍රදානය වෙත ලබා දිය නැකි වෝල්ටීයතා පරායය කුමක් ද?

### විසඳුම

$$(i) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore \quad 15 = 10^5 (V_+ - V_-)$$

$$\therefore \quad (V_+ - V_-) = \frac{15}{10^5} \text{ V}$$

$$= 15 \times 10^{-5} \text{ V}$$

$$= 150 \mu\text{V}$$

$$(ii) \quad (a) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore \quad (V_+ - V_-) = \frac{V_o}{A_o}$$

යන (+) සන්නාථේ අවස්ථාවේ දී  $V_o = +15 \text{ V}$  බැවින්,

$$(V_+ - V_-) = \frac{15}{10^5}$$

$$= 15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore \quad (2.0 - V_-) = 15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore \quad V_- = 2.0 - 15 \times 10^{-5} = 1.99985 \text{ V}$$

∴ යන (+) සන්නාථේ වන අවස්ථාවේ දී  $V_-$  වෝල්ටෝයනාව = 1.99985 V

$$(b) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore \quad (V_+ - V_-) = \frac{V_o}{A_o}$$

යන (-) සන්නාථේ අවස්ථාවේ දී  $V_o = -15 \text{ V}$  බැවින්,

$$(V_+ - V_-) = \frac{-15}{10^5}$$

$$\therefore \quad (2.0 - V_-) = -15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore \quad V_- = 2.0 + 15 \times 10^{-5}$$

$$= 2.00015 \text{ V}$$

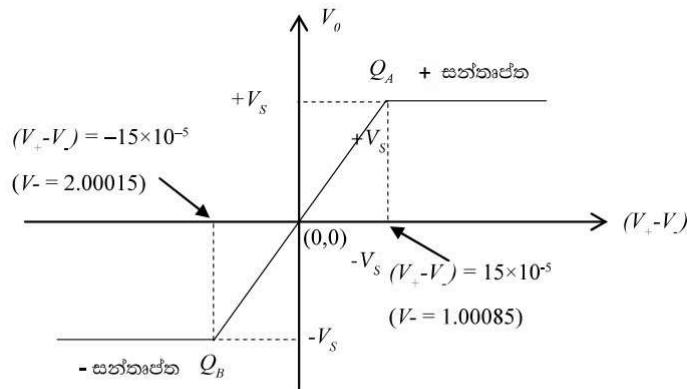
∴ යන (-) සන්නාථේ වන අවස්ථාවේ දී  $V_-$  වෝල්ටෝයනාව = 2.00015 V

(c) උඩිය ප්‍රදේශය පවතින්නේ යන (-) සන්නාථේ හා යන (+) සන්නාථේ ප්‍රදේශ දෙක අතර බැවින්,

ශේෂීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරන පරිදි  $V_-$  සඳහා ලබා දිය හැකි වෝල්ටෝයනා පරාජය 1.99985 V සිට 2.00015 V දක්වා වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත දැක්වෙන ප්‍රස්ථාරය නොදින් නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් මෙම පිළිබඳ තවදුරටත් වටහා ගැනීමට ඔබට හැකි වනු ඇත.

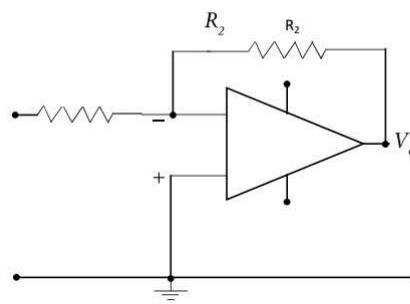


පෙළේය ප්‍රදේශය තුළ පැවතීමට,

$$(V_+ - V_-) \text{ හි පරාසය } -15 \times 10^{-5} \text{ V සිට } +15 \times 10^{-5} \text{ V දක්වා වේ.}$$

$$V_- \text{ හි පරාසය } 1.99985 \text{ V සිට } 2.00015 \text{ V දක්වා වේ.}$$

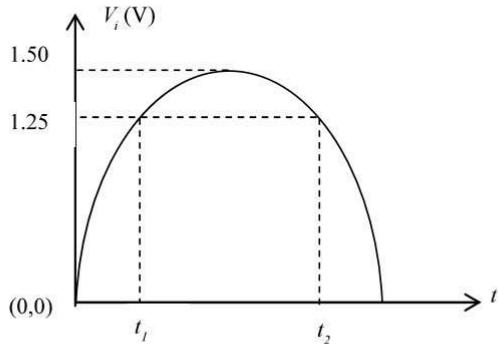
( 2 ) .



මෙහි දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථයට  
 $+V_s = +15 \text{ V}$  හා  
 $-V_s = -15 \text{ V}$  වන පරිදි විදුලි සැපයුම ලබා දී ඇත.  
 සන්නාජේත අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමාටර් විභාගන්වය සපයුම් වෝල්ටෝමාටර් විභාගන්වයට සමාන බව සලකන්න.

- මෙම වර්ධකයේ වෝල්ටෝමාටර් ලාභය 12 ක් ලෙස ලබා ගැනීමට  $R_1$  සඳහා සහ  $R_2$  සඳහා තිබිය යුතු ප්‍රතිරෝධී අයෙන් පහත දැක්වෙන අයෙන් අතරින් තොරා සඳහන් කරන්න.  
 $10 \text{ k}\Omega, 12 \text{ k}\Omega, 15 \text{ k}\Omega, 68 \text{ k}\Omega, 100 \text{ k}\Omega, 120 \text{ k}\Omega$
- (a) වර්ධකයේ වෝල්ටෝමාටර් ලාභය 12 දී ප්‍රදානය සඳහා ලබා දී ඇති වෝල්ටෝමාටර් 0.75V නම් දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමාටර් විභාගන්වය කොපමෙන් දී?  
 (b) ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ටෝමාටර් සාපේක්ෂ ව මෙම ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමාටර් අපවර්තනය වී තිබේ දී නැතහොත් අපවර්තනය නොවී තිබේ දී?  
 (iii)  $V_i$  සඳහා 1.5 V වෝල්ටෝමාටර් ලබා දී ඇති විට ප්‍රතිදාන වෝල්ටෝමාටර් කොපමෙන් වේ දී?  
 (iv) මෙම වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය සානු සන්නාජේත අවස්ථාවට පත් වන මොහොත් දී  $V_o$  හි අය කුමක් දී?  
 (v)  $V_i$  ප්‍රදානය සඳහා මෙහි පහත ප්‍රස්ථාරයෙන් දැක්වෙන විවලය වෝල්ටෝමාටර් ලබා දී ඇති විට මෙම වර්ධකයෙන් ප්‍රතිදානය කෙරෙන වෝල්ටෝමාටර් ( $V_o$ ) කාලය (t) සමඟ විවෘතය

වන අන්දම ප්‍රස්ථාරයක් මගින් දක්වන්න.  $t_1$  හා  $t_2$  අවස්ථාවලට අදාළ වෝල්ටීයකා අගයන් දී එහි ලකුණු කරන්න.



විසඳුම

$$(i) \quad R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 120 \text{ k}\Omega \quad (G_V = \frac{R_2}{R_1} \text{ අනුව } 12 = \frac{R_2}{R_1} \text{ බැවින්})$$

$$(ii) \quad (a) G_V = -\frac{V_o}{V_i} \quad (\text{මෙය අපවර්ත වර්ධකයකි})$$

$$12 = -\frac{V_o}{0.75}$$

$$\therefore V_o = -0.75 \times 12$$

$$= -9.0 \text{ V}$$

$$\therefore \text{ප්‍රතිදානයේ විශාලත්වය} = 9.0 \text{ V}$$

(b) අපවර්තනය වී තිබේ.

$$(iii) \quad G_V = -\frac{V_o}{V_i}$$

$$12 = -\frac{V_o}{1.5}$$

$$\therefore V_o = -1.5 \times 12$$

$$= -18.0 \text{ V}$$

සැපයුම් වෝල්ටීයකාව  $-15 \text{ V}$  බැවින්  $V_o = -18 \text{ V}$  විය නොහැකි ය. එබැවින් මෙහිදී ප්‍රතිදානය සාර්ථක නොවූ ඇත්තා අවස්ථාවේ විය යුතු ය.

$$\therefore \text{ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයකාව} = -15 \text{ V}$$

$$(iv) \quad G_V = -\frac{V_o}{V_i}$$

$$\text{සාර්ථක නොවූ ඇත්තා අවස්ථාව එහි විට } V_o = -15 \text{ V} \text{ බැවින්}$$

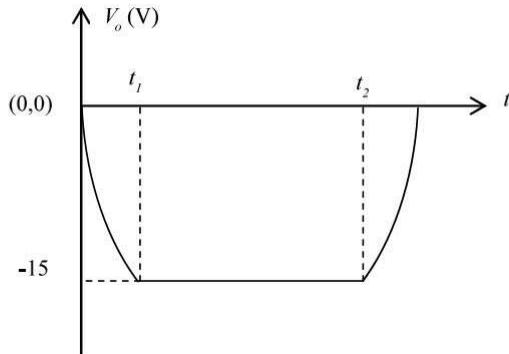
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$12 = - \frac{(-15)}{V_i}$$

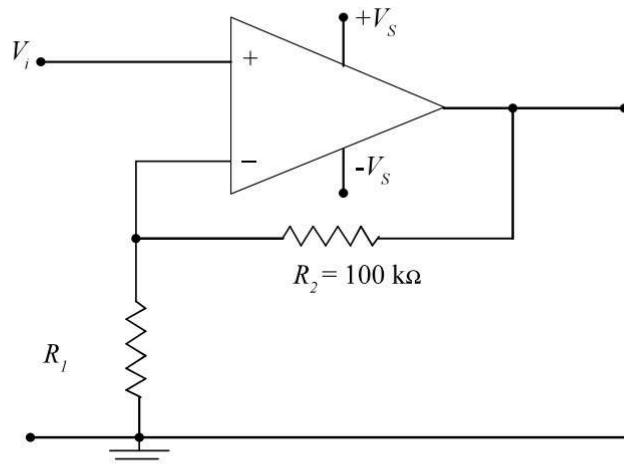
$$\therefore V_i = \frac{15}{12}$$

$$= 1.25 \text{ V}$$

(v)



(3).



සංචාර ප්‍රඩීප යෙදු කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථයක් මෙහි දක්වා ඇත.

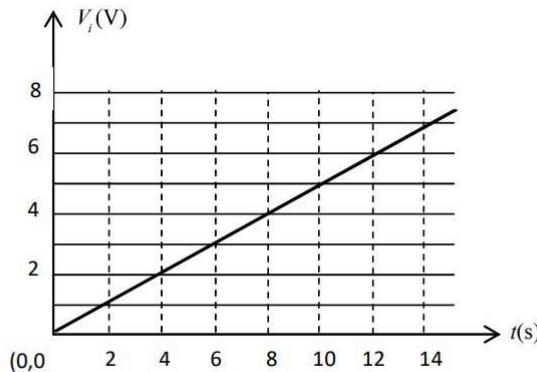
විදුලි සැපයුමේ  
+ V\_s අගය + 12 V ද  
- V\_s අගය ද - 12 V

ලෙස යොදා ඇත.  
සන්නාථේ අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදින වෝල්ටෝයකා අගයයන් අදාළ සැපයුම් වෝල්ටෝයකා අගයයන්ට සමාන බව සලකන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

- (i)  $V_i$  ප්‍රඳානය වෙත යොමු කරන  $1.5 \text{ V}$  නියත වෝල්ටෝයකාවකින්  $V_o$  ප්‍රතිදිනය ලෙස  $4.5 \text{ V}$ ක් ලබා ගැනීම සඳහා යෙදිය යුතු  $R_1$  ප්‍රතිරෝධයේ අගය ගණනය කරන්න. ( $R_2$  අගය  $100 \text{ k}\Omega$  බව දී ඇත) ප්‍රශ්නයේ ඉදිරි කොටස්වලට පිළිතුරු සපයන විට මෙම පිළිතුරු දී ඔබ ලබා ගත් අගය  $R_1$  සඳහා දී ඇති බව සලකන්න.
- (ii)  $V_i$  ප්‍රඳානය සඳහා  $-2 \text{ V}$  නියත වෝල්ටෝයකාවක් සැපයු විට ලැබෙන  $V_o$  ප්‍රතිදින වෝල්ටෝයකාව සෞයන්න.
- (iii) මෙම වර්ධකයේ ප්‍රතිදිනය දන සන්නාථේ අවස්ථාවට පත්වීම සඳහා අවශ්‍ය අවම  $V_i$  හි විශාලත්වය කොපමෙන් ද?

- (iv)  $V_i$  සඳහා මෙහි පහත දී ඇති ප්‍රස්ථාරයෙන් දැක්වෙන අන්දමට කාලය සමග විවෘතය වන වෝල්ටෝමෝ සැපයු විට වර්ධකයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිඵාතය ( $V_o$ ) කාලය ( $t$ ) සමග විවෘතය වන අන්දම ප්‍රස්ථාරයකින් දක්වන්න.



විසඳුම

$$(i) \quad G_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{4.5}{1.5} = 3$$

මෙය අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් බැවින්

$$G_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\therefore 3 = 1 + \frac{100 \text{ k}\Omega}{R_1}$$

$$\therefore \frac{100 \text{ k}\Omega}{R_1} = 2$$

$$\therefore R_1 = \frac{100 \text{ k}\Omega}{2}$$

$$\therefore R_1 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$(ii) \quad G_V = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\therefore 3 = \frac{V_o}{-2}$$

$$\therefore V_o = -6 \text{ V}$$

$$(iii) G_V = \frac{V_o}{V_i}$$

දහන සන්නප්පේන අවස්ථාවේ දී  $V_o = 12 \text{ V}$  චේ.

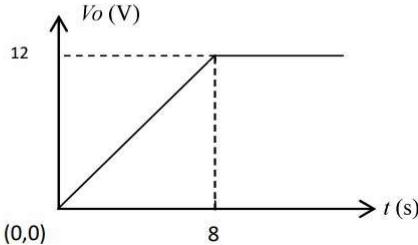
$$\therefore 3 = \frac{12}{V_i}$$

$$\therefore V_i = \frac{12}{3}$$

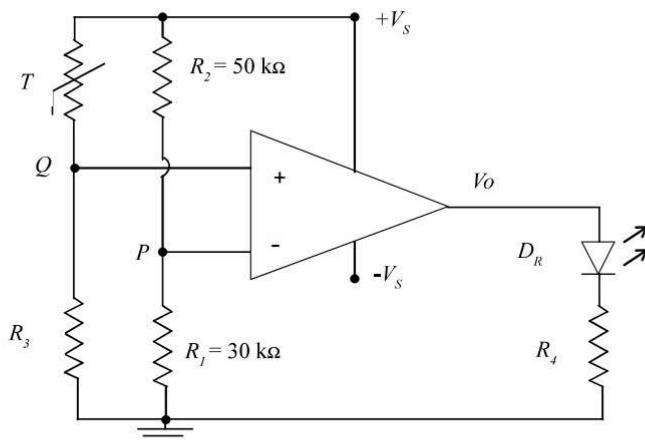
$$= 4 \text{ V}$$

$$\therefore \text{අවශ්‍ය අවම } V_i \text{ අගය} = 4 \text{ V}$$

(iv)



(4)

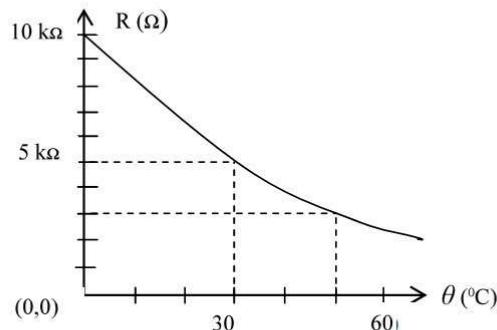


මෙහි දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධකයේ සාන් (-) ප්‍රදානය වෙත  $R_1$  හා  $R_2$  වලින් සමන්විත වූ විහාර බෙදානයක් මිනින් නිශ්චිත වෝල්ටෝමාටක් ලබා දී ඇත.  $V_s = \pm 6 \text{ V}$  වන පරිදි විදුලිය සපයා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

(i) P හි (-ප්‍රදානයේ) පවතින වෝල්ටෝමාට ගණනය කරන්න.

මෙම කාරකාත්මක වර්ධකයේ දන (+) ප්‍රදානය වෙත, T තර්මිස්ටරය හා  $R_3$  ප්‍රතිරෝධය ඇතුළත් විහාර බෙදානය මිනින් වෝල්ටෝමාට සපයා ඇත. තර්මිස්ටරය සඳහා උෂ්ණත්ව ( $\theta$ ) – ප්‍රතිරෝධ ( $R$ ) ලාක්ෂණික වතුය පහත දක්වා ඇත.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

- (ii) පරිසර උෂ්ණත්වය දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධය කොපමණ ඇ?
- (iii) (a)  $30^{\circ}\text{C}$  දී  $Q$  හි (+ ප්‍රදානයේ) පවතින වෝල්ටීයතාව කොපමණ ඇ? මෙම ගණනය සඳහා  $R_s$  හි අගය  $1 \text{ k}\Omega$  ලෙස ගැනී.
- (b) මෙටිට  $D_R$  යනුවෙන් දක්වා ඇති රතු LED ය දැල්වේ ද නොදැල්වේ ඇ? හේතු දක්වන්න.
- (iv) මෙහි ප්‍රතිදානය ( $V_o$ ) දන සන්නාථේ අවස්ථාවට පත්වීම සඳහා  $Q$  හි වෝල්ටීයතාව කවර අගයට වඩා වැඩි විය යුතු ඇ?
- (v)  $50^{\circ}\text{C}$  දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධය කොපමණ ඇ?
- (vi)  $50^{\circ}\text{C}$  ඉක්මවා උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට රතු LED ය දැල්වීම සඳහා තිබිය යුතු  $R_s$  හි අගය ගණනය කරන්න. (෋ෂ්ණත්වය වැඩි විමේ දී තර්මිස්ටරයේ හැර අනෙකුත් ප්‍රතිරෝධකවල ප්‍රතිරෝධී අගයයන් නොවෙනස් ව ඇති සේ සලකන්න)
- (vii) මෙහි දී උෂ්ණත්වය  $50^{\circ}\text{C}$  ට වඩා අඩුවෙන් පවතින විට කොළ පැහැඩි LED යක් ( $D_G$ ) දැල්වීම් හිටිම සඳහා එම LED ය සම්බන්ධ කරන ආකාරය රුප සටහනකින් දක්වන්න. (සටහනෙහි LED ය සම්බන්ධ කළ යුතු ස්ථාන පමණක් දැක්වීම සැෂේ.)

#### විසඳුම්

$$\begin{aligned}
 \text{(i)} \quad V_p &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_s \\
 &= \frac{30}{30 + 50} \times 6 \\
 &= \frac{30}{80} \times 6 \\
 &= 2.25 \text{ V}
 \end{aligned}$$

(ii)  $5 \text{ k } \Omega$

$$\begin{aligned}
 \text{(iii) (a)} \quad V_Q &= \frac{R_3}{R_3 + R_T} \times V_s \quad (R_T \text{ යනු } 30^{\circ}\text{C} \text{ දී තරම්ස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධයයි}) \\
 &= \frac{1}{(1+5)} \times 6 \\
 &= \underline{\underline{1V}}
 \end{aligned}$$

(b) මෙවිට  $D_R$  නො දැල්වේ.

මෙහිදී  $V_p = 2.25 \text{ V}$  දී  $V_Q = 1 \text{ V}$  දී බැවින්  $V_- > V_+$  වීමෙන් ප්‍රතිදානය – සන්නාප්ත අවස්ථාවේ පවතී. මෙවිට  $D_R$  පසු නැඹුරු බැවින් එය නො දැල්වේ.

(iv)  $2.25 \text{ V}$  ට වඩා වැඩි විය යුතු ය.

(v)  $3 \text{ k}\Omega$

(vi)  $50^{\circ}\text{C}$  දී  $D_R$  දැල්වීමට ප්‍රතිදානය දන (+) සන්නාප්ත අවස්ථාවට එළඹිය යුතු ය. ඒ සඳහා  $V_+$  ප්‍රදානයේ වෛශ්‍යීයතාව  $2.25 \text{ V}$  ට එළඹිය යුතු ය.

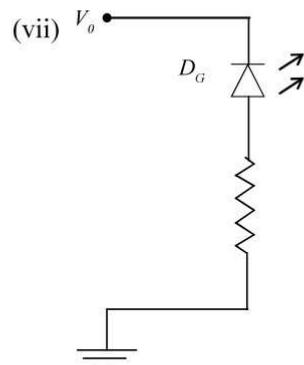
$$\therefore 2.25 = \frac{R_3}{R_3 + R'_T} \times 6 \quad (\text{මෙහි } R'_T \text{ යනු } 50^{\circ}\text{C} \text{ දී තරම්ස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධයයි})$$

$$2.25 = \frac{R_3}{R_3 + 3} \times 6$$

$$\therefore 6R_3 = 2.25R_3 + 6.75$$

$$\therefore 3.75R_3 = 6.75$$

$$\begin{aligned}
 \therefore R_3 &= \frac{6.75}{3.75} \\
 &= 1.8 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$



## හතරවන පරවිෂේෂය

### සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව (Digital Electronics)

#### 4.1 ප්‍රතිසම සංඛ්‍යා සහ සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යා

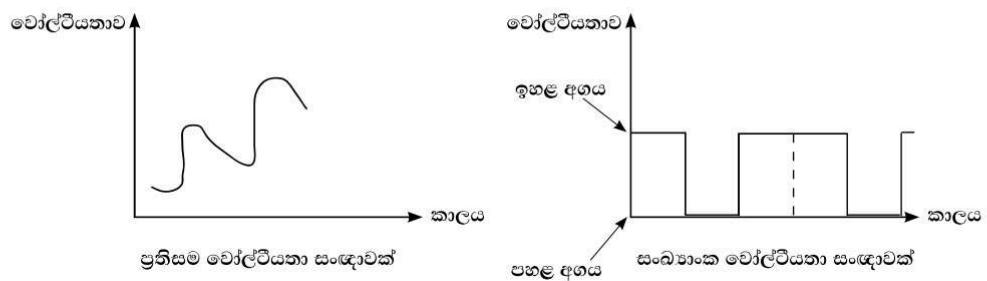
ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයේ ඉමහත් ප්‍රගතියක් ඇති වීමට හේතු වූ අංශයක් වගයෙන් සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව ඉතා වැදගත් වේ. එය පදනම් වී ඇත්තේ සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යා මගින් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ හැසිර වීම මත ය. ඉන් පෙර පැවති, ප්‍රතිසම සංඛ්‍යා මගින් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ හැසිර වීමට වඩා මෙය බෙහෙවින් ප්‍රයෝගනවත් හා වාසිදායක වේ. එබැවින් පළමු ව ප්‍රතිසම සංඛ්‍යා සහ සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යා පිළිබඳ ව විමසා බලමු.

ඡල බලුනක් රත් කිරීමේදී එහි උෂ්ණත්වය පහළ අගයක සිට ඉහළ අගයක් තෙක් කුමයෙන් වැඩි වේ. එය එකවර ඉහළ අගයට පත් නොවේ. පහළ උෂ්ණත්වයේ සිට ඉහළ උෂ්ණත්වය දක්වා එය සන්නතික ව (නො කඩවා) වැඩි වේ. එම ඡල බලුනේ උෂ්ණත්ව විවෘතය ප්‍රතිසම සංඛ්‍යාවක් සඳහා උදාහරණයකි.

මධ්‍ය රාත්‍රි කාලයේදී විදුලි පන්දමක් හාවිත කරන විට වරින් වර එහි එළිය දැල්වීම හා නිවීම සිදු කරයි. දැල්වීම හා නිවීම යන අවස්ථා දෙක හැර එහි අන් අතරමදී අවස්ථා නොමැතු. පැහැදිලි ව වෙන්කර ගත හැකි අවස්ථා දෙකක් පමණක් ඇති මෙවැනි සංඛ්‍යාවක් සංඛ්‍යාවකට උදාහරණයකි.

ප්‍රතිසම සංඛ්‍යාවක් හා සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යාවක් අතර පවතින ප්‍රධාන වෙනස මෙසේ දැක්වීය හැකි ය.

ප්‍රතිසම සංඛ්‍යාවක යම් අවස්ථා (අගයන්) දෙකක් සැලකුව හොත් එම අවස්ථා දෙක අතර තුර පවතින ඕනෑම අවස්ථාවක් (අගයක්) සන්නතික ලෙස එම සංඛ්‍යාවට ලබා ගත හැකි ය. එහෙන් සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යාවක මුළු මතින් ම පවතින්නේ නිශ්චිත අවස්ථා (අගයන්) දෙකක් පමණි. අතරමදී අවස්ථා (අගයන්) කිසිවක් නොපවති. එය අගයන් දෙකකින් පමණක් යුත් විවිධ සංඛ්‍යාවකි. 4.1 රුපය ඇපුරෙන් මෙය තවදුරටත් වටහා ගත හැකි වේ.



4.1 රුපය

ප්‍රතිසම සංඛ්‍යාවක අතරමදී අවස්ථා රාජියක් පවතින බැවින් එය සංඛ්‍යාංක මගින් දැක්වීම යුත්කර ය. එහෙන් නිශ්චිත අවස්ථා දෙකක් පමණක් පවතින සංඛ්‍යාංක සංඛ්‍යාවක් සංඛ්‍යාංක දෙකක් මගින් පහසුවෙන් දැක්වීය හැකි ය. (මෙය ඉදිරියේදී විස්තර කර ඇත.) එබැවින් සංඛ්‍යා පද්ධති පිළිබඳ මිළුගට විමසා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

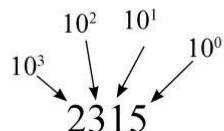
## 4.2 දුශමය සංඛ්‍යා සහ ද්වීමය සංඛ්‍යා

අප සාමාන්‍ය දෙදිනික කටයුතු සඳහා හාවත් කරන සංඛ්‍යා පද්ධතිය දුශමය (Decimal) සංඛ්‍යා පද්ධතියයි. එම පද්ධතිය එකිනෙකට වෙනස් සංඛ්‍යා ක්‍රමයක් යුතු වේ. එනම් 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 යනුවෙනි. දුශමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී යම් සංඛ්‍යාවක (Number) ඇති සංඛ්‍යා ක්‍රමය (Digits) සඳහා පවතින ස්ථානය අගය 10 ලදී ගුණාකාර වශයෙන් වෙනස් වේ. සංඛ්‍යාවේ දකුණු පස සිට ව්‍යුහයට යන විට සංඛ්‍යා ක්‍රමය ස්ථානිය අගය වැඩි වේ.

ලදාහරණ

2315 යන දුශමය සංඛ්‍යාව සලකමු.

එහි ස්ථානිය අගයන් දක්වමු.



මෙහි දකුණු අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යා ක්‍රය වන 5හි ස්ථානිය අගය  $10^0$  හෙවත් 1 වේ.

එට යාබදු ව වම් පසින් ඇති සංඛ්‍යා ක්‍රය වන 1හි ස්ථානිය අගය  $10^1$  හෙවත් 10 ක් වේ.

එටත් යාබදු වම් පසින් ඇති සංඛ්‍යා ක්‍රය වන 3හි ස්ථානිය අගය  $10^2$  හෙවත් 100 ක් වේ.

වම් අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යා ක්‍රය වන 2හි ස්ථානිය අගය  $10^3$  හෙවත් 1000 ක් වේ.

මේ අනුව 2315 යන සංඛ්‍යාවේ අගය ලැබෙනුයේ,

$(1000) \times 2 + (100) \times 3 + (10) \times 1 + (1) \times 5$  යනුවෙනි. (වරහන් තුළ ඇත්තේ ස්ථානිය අගයයි)

එනම්  $2000 + 300 + 10 + 5 = 2315$  යනුවෙනි.

මේ පරිදිම ද්වීමය සංඛ්‍යා පද්ධතිය ද වටහා ගත හැකි ය. ද්වීමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී එකිනෙකට වෙනස් සංඛ්‍යා ක්‍රම දෙකක් පමණක් යෙදේ. එනම් 0 හා 1 යනුවෙනි. ද්වීමය සංඛ්‍යා පද්ධතියට අනුව යම් සංඛ්‍යාවක ඇති එක් එක් සංඛ්‍යා ක්‍රයේ ස්ථානිය අගය 2හි ගුණාකාර වශයෙන් වෙනස් වේ. දකුණු පස සිට ව්‍යුහයට යාමේ දී ස්ථානිය අගය වැඩි වේ.

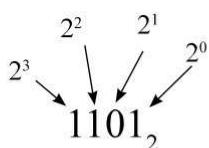
ලදාහරණ

1101 යන ද්වීමය සංඛ්‍යාව සලකමු.

ද්වීමය සංඛ්‍යාවක් බව දැක්වීමට සංඛ්‍යාවේ දකුණු අන්තයේ පහළින් 2 ඉලක්කම කුඩාවට ලියනු ලැබේ.

එනම්  $1101_2$  යනුවෙනි.

දැන් ස්ථානිය අගයන් සලකා බලමු.



දකුණු අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය  $2^0$  හෙවත් 1කි.

රේට වම්පසින් යාබදුව ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 0හි ස්ථානීය අගය  $2^1$  හෙවත් 2කි.

රේට් වම්පසින් යාබදුව ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය  $2^2$  හෙවත් 4කි.

වම් අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය  $2^3$  හෙවත් 8කි.

එබුවින්  $1101_2$  සංඛ්‍යාවේ අගය දැක්වය සංඛ්‍යා පද්ධතියට අනුව ලැබෙනුයේ.

$$(8) \times 1 + (4) \times 1 + (2) \times 0 + (1) \times 1 \quad (\text{වරහන් තුළ දක්වා ඇත්තේ ස්ථානීය අගයයි})$$

$$\text{එනම් } 8 + 4 + 0 + 1 = 13 \text{ යනුවෙති.}$$

යම් සංඛ්‍යාවක් දැක්වය සංඛ්‍යාවක් බව විශේෂයෙන් දැක්වීමට අවශ්‍ය වූ විටෙක එම සංඛ්‍යාවේ දකුණු අන්තයේ පහළින් 10 කුඩාවට ලියනු ලැබේ.

$$\text{සීඩා: } 13_{10}$$

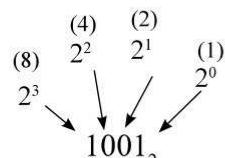
මේ අනුව ඉහත දක්වන ලද කරුණු අනුව,

$$1101_2 = 13_{10} \text{ වේ.}$$

මේ අනුව ද්‍රීමය ආකාරයෙන් ඉදිරිපත් කර ඇති සංඛ්‍යාවක් දැක්වය ආකාරයෙන් වූ සංඛ්‍යාවක් සේ දැක්වීමට ඔබට හැකි වනු ඇත.

විසඳන ලද අන්තය

(1).  $1001_2$  සංඛ්‍යාව දැක්වය ආකාරයෙන් දක්වන්න.



ස්ථානීය අගයයන් සලකා මෙහි දැක්වය ආකාරය ලබා ගනිමු.

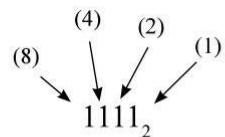
$$(8) \times 1 + (4) \times 0 + (2) \times 0 + (1) \times 1$$

$$= 8 + 0 + 0 + 1$$

$$= 9$$

$$\therefore 1001_2 = 9_{10}$$

(2).  $1111_2$  සංඛ්‍යාව දැක්වය ආකාරයෙන් ලියන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

$$\begin{aligned}1111_2 &= (8) \times 1 + (4) \times 1 + (2) \times 1 + (1) \times 1 \\&= 8 + 4 + 2 + 1 \\&= 15_{10}\end{aligned}$$

දැක්වා සංඛ්‍යාවක් ද්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාවක් සේ දැක්වීම

දැක්වා ආකාරයෙන් දක්වා ඇති සංඛ්‍යාවක් ද්‍රව්‍ය ආකාරයෙන් දක්වන අන්දම පහත දැක්වෙන උදාහරණ ඇසුරෙන් වටහා ගනිමු.

(i)  $13_{10}$  සංඛ්‍යාව සළකන්න.

අවසන් ලබාදිය 0 ලෙස ලැබෙන තෙක් එම සංඛ්‍යාව නො කඩවා 2 න් බෙදීම සිදු කරන්න. ඒ ඒ බෙදීමේ දී ලැබෙන ගේශය දකුණු පසින් ලියන්න.

$$\begin{array}{r} 2 | 13 \\ 2 | 6 — 1 \text{ (මෙම ගේශයෙන් 1 එවා දැක්වේ)} \\ 2 | 3 — 0 \text{ (මෙම ගේශයෙන් 2 එවා දැක්වේ)} \\ 2 | 1 — 1 \text{ (මෙම ගේශයෙන් 4 එවා දැක්වේ)} \\ 0 — 1 \text{ (මෙම ගේශයෙන් 8 එවා දැක්වේ)} \end{array}$$

මේ අනුව  $13_{10}$  සංඛ්‍යාවේ

8 එවා 1 ක් ද,  
4 එවා 1 ක් ද,  
2 එවා 0 ක් ද,  
1 එවා 1 ක් ද පවතී.

දැන් මෙය ද්‍රව්‍ය ආකාරයෙන් දක්වමු.

$$\begin{array}{c} \text{ස්ථානීය අගය} \\ \swarrow \quad \searrow \quad \downarrow \\ (4) \quad (2) \quad (1) \\ \swarrow \quad \searrow \quad \downarrow \\ (8) \quad \quad \quad \quad \quad 1101_2 \end{array}$$

$$\therefore 13_{10} = 1101_2$$

(ii)  $11_{10}$  සංඛ්‍යාව ද්‍රව්‍ය ආකාරයෙන් දක්වන්න.

$$\begin{array}{r} 2 | 11 \\ 2 | 5 — 1 \quad \uparrow \text{දකුණු අන්තය} \\ 2 | 2 — 1 \\ 2 | 1 — 0 \\ 0 — 1 \quad \uparrow \text{වම් අන්තය} \end{array}$$

මෙහි රේකයෙන් දැක්වෙන දිගාවට වමේ සිට දකුණට සංඛ්‍යාක ලිවීමෙන් අදාළ ද්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාව ලැබේ.

එනම්,  $1011_2$

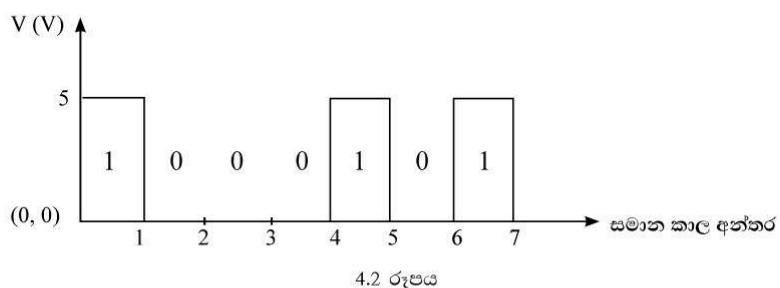
$$\therefore 11_{10} = 1011_2$$

### 4.3 සංඛ්‍යාක සංඳුවක වෝල්ටීයනා මට්ටම

සංඛ්‍යාක ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දී සංඛ්‍යාක සංඳුවක පවතින අවස්ථා දෙක 0 හා 1 යනුවෙන් දැක්වේ. ඉලක්ට්‍රොනික පරිපථ ආශ්‍රිත ව මෙම 0 හා 1 අවස්ථා දැක්වීමට වෝල්ටීයනා මට්ටම දෙකක් යොදා ගනු ලැබේ. ඒවා 0 V හා 5 V යනුවෙන් සම්මත ව ඇත. සාමාන්‍ය හාවිතයේ දී 0 අවස්ථාව දැක්වීමට ගුනා වෝල්ටීයනාව දී 1 අවස්ථාව දැක්වීමට 5 V වෝල්ටීයනාව දී යොදා ගනු ලැබේ.

මේ අනුව පහත දැක්වෙන ආකාරයට යම් සංඛ්‍යාක වෝල්ටීයනා සංඳුවකට අදාළ තරංග හැඩය (වෝල්ටීයනා ස්පන්ස් පූර්ණිය) ද්වීමය සංඛ්‍යාවකින් දැක්වීය හැකි ය.

සංඛ්‍යාක වෝල්ටීයනා සංඳුවක දී එක් එක් වෝල්ටීයනා මට්ටම සලකා බැලෙන්නේ සමාන කාල අන්තර තුළ දී ය.

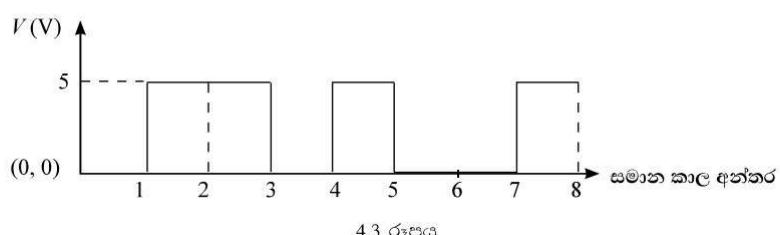


5 V මට්ටම ද්වීමය 1 දී, ගුනා වෝල්ටීයනා මට්ටම ද්වීමය 0 දී, ලෙස ගන්නා බැවින් 4.2 රුපයේ දැක්වෙන සංඛ්‍යාක වෝල්ටීයනා සංඳුව මගින් දැක්වෙන ද්වීමය සංඛ්‍යාව,

$1000101_2$  වේ.

මෙය පැහැදිලි වීම සඳහා ඉහත සංඳුවේ අදාළ තැන්හි දී 0 හා 1 යොදා ඇතේ.

**උදාහරණ:** සංඛ්‍යාක සංඳුවක වෝල්ටීයනා මට්ටම සටහන පහත දැක්වේ. එය ද්වීමය සංඛ්‍යාවකින් නිරුපණය කරන්න.



සංඳුවේ වම්පස සිට දකුණු පසට පිළිවෙළින්, ගුනා වෝල්ටීයනාව ද්වීමය 0 ලෙස දී 5 V වෝල්ටීයනා ද්වීමය 1 ලෙස ද ගෙන සංඛ්‍යාක ලිවීමෙන් අදාළ ද්වීමය සංඛ්‍යාව ලබා ගත හැකි ය.

අදාළ ද්වීමය සංඛ්‍යාව =  $01101001_2$

#### 4.4 සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ

සංඛ්‍යාංක සංයුතා ආසූ ව එම සංයුතා හසුරුවෙන් ක්‍රියාත්මක වන ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ නම වේ.

සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ තැනීමේ දී යොදා ගැනෙන මූලික ඒකක තාර්කික ද්වාර (Logic gates) නම් වේ. එම එක් එක් තාර්කික ද්වාරයක් එයට ලබා දෙන ප්‍රදානය/ප්‍රදාන එම ද්වාරයට ආවේණික වූ තර්කනයක් මත යොදවා එයට අනුව අදාළ ප්‍රතිදානය ලබා දේ. එවැනි තර්කන 7ක සඳහා යොදා ගැනෙන තාර්කික ද්වාර 7ක් පිළිබඳ විස්තර තීරුණු සළකා බලමු.

එම ද්වාර පහත දැක්වෙන පරිදි නම් කර ඇත.

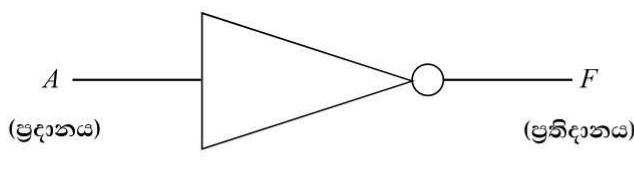
NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR

තාර්කික ද්වාර මූලින් ම තනා ගනු ලැබුවේ යාන්ත්‍රික ස්විච්ව හාවිතයෙනි. ඉන් පසුව විදුලි සංයුත මගින් ස්විච්වීකරණය කළ හැකි පිළියවන (Relay) හාවිතයෙන් තාර්කික ද්වාර තනා ගනුයේ. එහෙත් මේවා ක්‍රියා කිරීමේ ප්‍රතිචාර කාලය වැඩි බැවින් දිසු ස්විච්වීකරණ ක්‍රියාකාරීත්වයක් මේවායින් ලබා ගත නො හැකි විය. ඉන් පසු ව්‍යානිසිස්ටර ස්විච්වීකරණ පරිපථ හාවිතයෙන් තනා ගත් තාර්කික ද්වාර මගින් දිසු ක්‍රියාකාරීත්වයක් ලබා ගත හැකි විය. දැන් මෙම ද්වාර තුන කාක්ෂණික ක්‍රම අනුව සංඛ්‍යාංක පරිපථ ආකාරයෙන් නිපදවා ඇත. මේ පිළිබඳ ව ඉදිරියේ දී විස්තර කර ඇත.

දැන් මෙම එක් එක් තාර්කික ද්වාරය පිළිබඳ ව විස්තර විමසා බලමු.

#### 4.5 NOT ද්වාරය

මෙහි පරිපථ සංඡක්තය 4.4 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.



4.4 රුපය

තාර්කික ද්වාරයකින් කෙරෙන තර්කනය පහසුවෙන් වටහා ගැනීම පිණිස වගුවක් ඉදිරිපත් කරනු ලැබේ. ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදානය පිළිබඳ අවස්ථා දැක්වෙන එය සත්‍යතාව වගුව (Truth table) යෙනුවෙන් හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

NOT ද්වාරය සඳහා වන සත්‍යතාව වගුව ඉතා සරල වන අතර එය පහත දක්වා ඇත. NOT ද්වාරයකට ඇත්තේ එක් ප්‍රදානයක් (A) පමණි. එහි ප්‍රතිදානය F යෙනුවෙන් දක්වා ඇත.

| A | F |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

NOT ද්වාරයේ පරිපථ සංඡක්තයේ දකුණුපස ඇති ක්‍රියා කටයෙන් හෙවත් මූළුලෙන් (bubble) අදහස් වනුයේ A ප්‍රදානය ප්‍රතිදානය වෙත යොමු කිරීමේ දී එම ප්‍රදානය අපවර්තනය කරන බවයි.

මෙම සත්‍යතා වගුව අනුව NOT ද්වාරයේ තර්කනය වනුයේ "ප්‍රදානයේ අපවර්තනය (inversion) ගැනීම" බව පැහැදිලි වේ.

- 0 හි අපවර්තනය 1 ද,
- 1 හි අපවර්තනය 0 ද වේ.

තාර්කික ද්වාරයක් මගින් කෙරෙන තර්කනය එක්තරා සංකේත ක්‍රමයක් අනුසාරයෙන් ප්‍රකාශනයක් දැක්විය හැකි ය. ගණිතයෙකු වූ ජෝජ් බූල් (George Boole) විසින් හඳුන්වා දෙන ලද ගණීතය ක්‍රමයකට අනුව එම ප්‍රකාශන ලියනු ලැබේ. එම ගණීත ක්‍රමය බූලියානු විජ්‍ය ගණීතය නමින් හැඳින්වෙන අතර එය හාටිනයෙන් ලියනු ලබන ප්‍රකාශන බූලියානු ප්‍රකාශන නම් වේ.

NOT ද්වාරය සඳහා වන බූලියානු ප්‍රකාශනය පහත දැක්වේ.

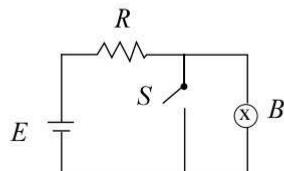
$$F = \bar{A} \quad \text{මෙහි } \bar{A} \text{ යනු } A \text{ හි අපවර්තනයයි.}$$

$A = 0$  නම්  $\bar{A} = 1$  වේ.

$A = 1$  නම්  $\bar{A} = 0$  වේ.

NOT ද්වාරයකින් සිදු කෙරෙන ක්‍රියාව පහත දැක්වෙන ස්වේච්ඡී පරිපථයෙන් ආදර්ශනය කළ හැකිය.

පහත දැක්වෙන සරල විදුලි පරිපථය සලකන්න.



4.5 රුපය

S ස්වේච්ඡීවය විවෘත ව (OFF) ඇති විට B විදුලි බල්බය හොඳින් දැල්වෙන පරිදි R ප්‍රතිරෝධී අයය හා කොළයේ විදුල්ත්ගාමක බලය (E) තෝරා ගෙන ඇත.

S ස්වේච්ඡීවය සංවෘත (ON) කළ විට පරිපථය ලුහුවන් වී B බල්බයට විදුලිය සැපයීම වළකාලයි. එවිට B බල්බය නිව්ව පවතී.

S ප්‍රදානය ලෙස,

- S විවෘත (OFF) කිරීම 0 ද,
- S සංවෘත (ON) කිරීම 1 ද.

F ප්‍රතිදානය ලෙස

B නිව්ව තිබීම 0 ද,

B දැල්වී තිබීම 1 ද වගයෙන් සැලකු විට මෙම පරිපථය ක්‍රියා කරන ආකාරය පහත සඳහන් පරිදි වගුවකින් දැක්විය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

| S | B |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

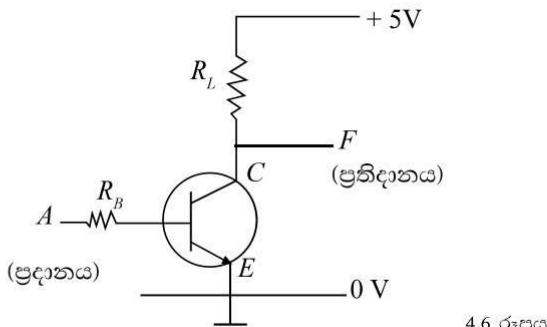
මෙය NOT සූයාකාරීත්වයයි.

තාර්කික ද්වාර තනා ගැනීමේ ආකාර කිහිපයක් ඇතේ. ඔවෝ විශ්වාස්‍ය හා ප්‍රතිරෝධක හාවිතයෙන් ඒවා තනා ගනී.

NOT ද්වාරයකට ඇත්තේ එක් ප්‍රදානයක් පමණි. එසේම NOT ද්වාරයට හා අනෙකුත් මිනැම ද්වාරයකට ඇත්තේ එක් ප්‍රතිදානයක් (F) පමණි.

#### 4.5.1 NOT ද්වාරයක් තනා ගැනීම

ව්‍යාන්සිස්ටරයක් හා ප්‍රතිරෝධක යොදා ගැනීම් තනා ඇති NOT ද්වාරයක පරිපථ සටහන පහත දැක්වේ.



A ප්‍රදානය සඳහා ඉහා වේශ්ලීයතාව (තාර්කික 0) ලබා දුන් විට ව්‍යාන්සිස්ටරය කැමි ගිය අවස්ථාවේ පවතී. එවිට ව්‍යාන්සිස්ටරය C හා E අතර ආසන්න විවෘත පරිපථ තත්ත්වයක් ඇති වී +5V ව ආසන්න වේශ්ලීයතාවක් (තාර්කික 1)  $R_L$  ඔස්සේ F වෙත ලැබේ. එනම් A = 0 විට F = 1 වේ.

A ප්‍රදානය සඳහා +5V (තාර්කික 1) ලබා දුන් විට ව්‍යාන්සිස්ටරය සන්නාථ්‍යා අවස්ථාවට පත් වී C හා E අතර ආසන්න ලෙස ප්‍රහු පරිපථ තත්ත්වයක් ඇති වේ. එවිට F හි වේශ්ලීයතාව ඉහාය (තාර්කික 0) ට ආසන්න වේ.

එනම් A = 1 විට F = 0 වේ.

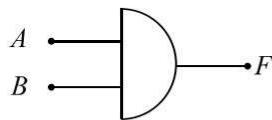
එබැවින් මෙම පරිපථයෙන් NOT ද්වාරයක සූයාකාරීත්වය ලැබේ ඇති.

(මෙහිදි +5V ප්‍රදානය යටතේ ව්‍යාන්සිස්ටරය සන්නාථ්‍යා වන පරිදි  $R_B$  අගය තොරා ගෙන ඇති බව සලකන්න)

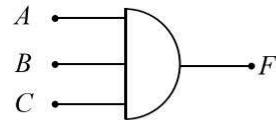
ප්‍රතිරෝධක හා ව්‍යාන්සිස්ටර හාවිතයෙන් තනා ඇති මෙවත් පරිපථ ආකාර හඳුන්වන්නේ RTL (Resistor Transistor Logic) යනුවෙති.

#### 4.6 AND ද්වාරය

AND ද්වාරයක් අවම වශයෙන් ප්‍රධාන දෙකක් සහිත ව හෝ එට වඩා වැඩි ප්‍රධාන ගණනක් සහිත ව හෝ තිබිය නැකි ය. AND ද්වාරය සඳහා පරිපථ සංකේත පහත දක්වා ඇත.



A හා B ප්‍රධාන දෙකක් සහිත ව



A, B, C ප්‍රධාන තුනක් සහිත ව

4.7 රුපය

ප්‍රධාන දෙකක් සහිත සහ ප්‍රධාන තුනක් සහිත AND ද්වාර සඳහා සත්‍යතාව වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

ද්වී ප්‍රධාන AND ද්වාරයට

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

තුන් ප්‍රධාන(ප්‍රධාන තුනක්) AND ද්වාරයට

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

ද්වී ප්‍රධාන AND ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතාව වගුව අනුව AND තර්කනයේ දී සිදු කෙරෙනුයේ A සහ B ප්‍රධාන දෙක ම තාර්කික 1 අවස්ථාවේ ඇති විට පමණක් ප්‍රතිඵානය තාර්කික 1 වශයෙන් ලබා දීමයි. එනම් ද්වී ප්‍රධාන AND ද්වාරයක් සඳහා "A සහ B ප්‍රධාන දෙක ම 1 වන විට ප්‍රතිඵානය 1 වේ, ලෙස තාර්කික ප්‍රකාශනයක් ගොඩනැගිය නැකිය. මෙම ප්‍රතිඵානය තාර්කික 1 විට ප්‍රතිඵානය 1 වේ" ලෙස තාර්කික ප්‍රකාශනයක් සඳහා "A සහ B සහ C ප්‍රධාන තුන ම 1 වන විට ප්‍රතිඵානය 1 වේ" ලෙස තාර්කික ප්‍රකාශනයක් ගොඩනැගිය නැකි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

ප්‍රධාන දෙකක (ද්වී ප්‍රධාන) AND ද්වාරයට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය

$$F = A \cdot B$$

ලෙස ලියනු ලැබේ.

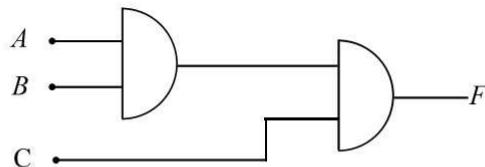
මේ අනුව  $0.0 = 0, 0.1 = 0, 1.0 = 0$  හා  $1.1 = 1$  බව වටහා ගත හැකි ය.

පදාන තනක (තන් පදාන) AND ද්වාරයට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය

$$F = A \cdot B \cdot C$$

ලෙස ලියනු ලැබේ.

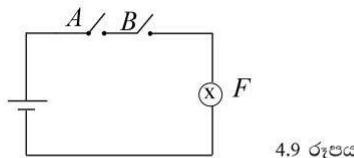
පදාන දෙකක් සහිත AND ද්වාර දෙකක් පහත දැක්වෙන පරිදි සම්බන්ධ කර ගැනීමෙන් පදාන තුනක් සහිත AND ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ය.



4.8 රුපය

$A, B, C$  පදාන වගයෙන් සහ  $F$  ප්‍රතිදානය වගයෙන් ගෙන මෙම ද්වාර සැකසුම සඳහා සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීමට ඔබට හැකි දැයි උත්සාහ කර බලන්න.

ද්වී පදාන AND ද්වාරයක ක්‍රියාව 4.9 රුපයේ දී ඇති සරල ස්විච් පරිපථයක් හාවිතයෙන් ආදර්ශනය කළ හැකි ය.



4.9 රුපය

පදාන සඳහා,

(ස්විච් විවෘත වීම (OFF) තාරකික 0 දී)

ස්විච් විවෘත වැසීම (ON) තාරකික 1 දී,

ප්‍රතිදාන සඳහා,

(බල්බය නිවීම තාරකික 0 දී)

බල්බය දැල්වීම තාරකික 1 දී,

ලෙස ගනිමු.

$A$  හා  $B$  හි පදානයන්ට අනුව  $F$  ප්‍රතිදානය (බල්බයේ දැල්වීම හෝ නිවීම) තීරණය වේ. එය පහත වගුවේ දැක්වෙන ආකාරයෙනි.

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

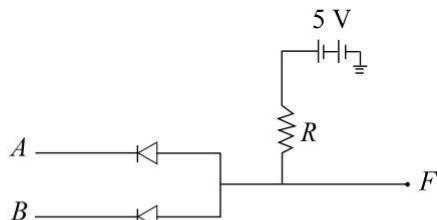
$A$  සහ  $B$  ස්විච් දෙක ම වැසී (ON) ඇති විට පමණක් බල්බය දැල්වේ. එනම්  $A$  සහ  $B$  පදාන දෙක ම 1 වන විට පමණක්  $F$  ප්‍රතිදානය 1 වේ.

මෙය AND ක්‍රියාකාරීත්වයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

#### 4.6.1 AND ද්වාරයක් තනා ගැනීම

චියෝඩ දෙකක් හා ප්‍රතිරෝධකයක් හාවිතයෙන් ප්‍රදාන දෙකක් සහිත AND ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ආකාරය 4.10 රුපයේ ඇති පරිපථයේ දැක්වේ.



4.10 රුපය

$A$  පමණක් හෝ  $B$  පමණක් හෝ  $A, B$  දෙක ම හෝ ඉනා වෝල්ටීයනාවේ පිහිටු වුවහොත්  $R$  ඔස්සේ යොමු වන  $5V$  බැවරියේ වෝල්ටීයනාවෙන් එයෝඩ/චියෝඩ පෙර නැඹුරු වේ. එවිට සිලිකන් එයෝඩයක් හරහා  $0.7V$  වෝල්ටීයනා පාතනයක් ඇති වේ. එබැවින්  $F$  හි වෝල්ටීයනාව  $0.7V$  වේ. මෙය තාරකික  $0$  ට ආසන්න සේ ගත හැකි ය.

$A$  හා  $B$  දෙක ම  $5V$  වෝල්ටීයනාවේ පිහිටුවුව හොත් එවිට එයෝඩ දෙක ම පසු නැඹුරු වේ. එවිට  $R$  තුළින් ධාරාවක් ගළා නොයයි. එවිට  $R$  හරහා විහා පාතනයක් නොමැති බැවරියේ  $5V$  වෝල්ටීයනාව  $F$  වෙත යොමු වේ. එවිට  $F$  තාරකික  $1$  මට්ටමේ පවතී. අදාළ වෝල්ටීයනා වගුව සහ සත්‍යනා වගුව පහත දැක්වේ.

| $A$ (V) | $B$ (V) | $F$ (V) |
|---------|---------|---------|
| 0       | 0       | 0.7     |
| 0       | 5       | 0.7     |
| 5       | 0       | 0.7     |
| 5       | 5       | 5       |

වෝල්ටීයනා වගුව

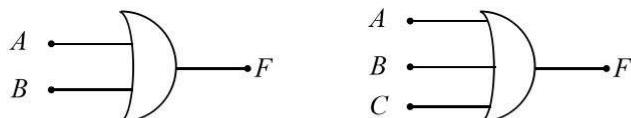
| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

සත්‍යනා වගුව

චියෝඩ හා ප්‍රතිරෝධක හාවිතයෙන් තනා ඇති මෙවන් පරිපථ ආකාර හඳුන්වන්නේ DRL (Diode Resistor Logic) යනුවෙනි.

#### 4.7 OR ද්වාරය

OR ද්වාරයක් අවම වගයෙන් ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව හෝ රට වඩා වැඩි ප්‍රදාන ගණනක් සහිත ව හෝ තිබිය හැකි ය. OR ද්වාරයක් සඳහා පරිපථ සංකේත 4.11 රුපයේ දැක්වා ඇත.



$A$  හා  $B$  ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව

$A, B, C$  ප්‍රදාන තුනක් සහිත ව

4.11 රුපය

දීම් ප්‍රදාන (ප්‍රදාන දෙකක් සහිත) OR ද්වාරය සඳහා සන්නතා වගුව පහත දැක්වේ.

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

OR තර්කනයේ දී සිදු කෙරෙනුයේ A හා B ප්‍රදානවලින් අඩු තරමින් එකක් හෝ තාරකික 1 අවස්ථාවේ ඇති විට ප්‍රතිදානය තාරකික 1 වගයෙන් ලබා දීම බව මෙම සන්නතා වගුව අනුව පැහැදිලි වේ.

මෙම ද්වාරයට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය

$$F = A + B$$

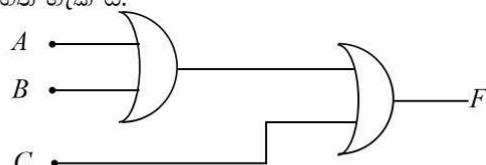
මෙම ප්‍රකාශනයේ ඇති දන (+) ලකුණ සාමාන්‍ය විෂ ගණිතයේ දී භාවිත වන දන (+) ලකුණට වඩා වෙනස් වූ අර්ථයක් ඇති එකකි. මෙහිදී භාවිත කර ඇති දන (+) ලකුණ බුලියානු විෂ ගණිතයට අනුකූල ව ඇති අතර ඒ අනුව,

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 1 \end{aligned}$$

බව වටහා ගැනීම මැතැවී.

දීම් ප්‍රදාන OR ද්වාරයක "A හෝ B ප්‍රදානය 1 වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ" ලෙස තර්කය ගොඩනැගිය හැකිය.

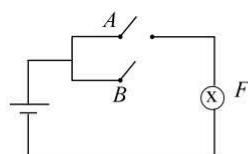
ප්‍රදාන දෙකක් සහිත OR ද්වාර දෙකක් භාවිතයෙන් 4.12 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රදාන තුනක් සහිත OR ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ය.



4.12 රුපය

මෙම ද්වාර සැකසුම සඳහා සන්නතා වගුවක් පිළියෙළ කිරීමට ඔබට හැකි දැයි උත්සාහ කර බලන්න.

OR ද්වාරයක ක්‍රියාව 4.13 රුපයේ දී ඇති සරල යාන්ත්‍රික ස්විච් පරිපථයෙන් ආදර්ශනය කළ හැකිය.



4.13 රුපය

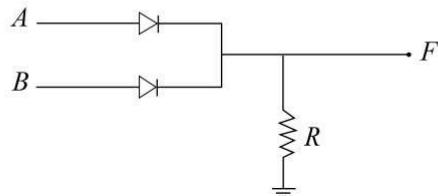
ප්‍රදාන සඳහා,  
(ස්විච්‌යක් විවෘත වීම (OFF) තාර්කික 0 දී)  
ස්විච්‌යක් වැසිම (ON) තාර්කික 1 දී.  
ප්‍රතිදාන සඳහා,  
(බල්බය නිවීම තාර්කික 0 දී)  
බල්බය දැල්වීම තාර්කික 1 දී ලෙස සැලකු විට,  
පරිපථයේ ක්‍රියාකාරීන්වය පහත සඳහන් පරිදි වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකි ය. A හා B ප්‍රදාන  
ලෙස දී F ප්‍රතිදානය (බල්බයේ දැල්වීම හෝ නිවීම) ලෙස දී ගෙන ඇත.

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

A හා B ස්විච්‌යෙන් අඩු තරමින් එකක් හෝ වැසි (ON) ඇති විට පමණක් බල්බය දැල්වේ.  
මෙය OR ක්‍රියාකාරීන්වයි.

#### 4.7.1 OR ද්වාරයක් තනා ගැනීම

චියෝඩ දෙකක් හා ප්‍රතිරෝධකයක් භාවිතයෙන් (DRL ආකාරයෙන්) ප්‍රදාන දෙකක් සහිත OR  
ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ආකාරය 4.14 රුපයේ ඇති පරිපථයේ දැක්වේ.



4.14 රුපය

A හා B ප්‍රදාන අතුරින් අඩු වශයෙන් එකකට හෝ 5 V වෝල්ට්‌මීයතාව (තාර්කික 1) ප්‍රදානය කර  
ඇති විට එම ප්‍රදානය සහිත ඔයෝඩ පෙර නැඹුරු බැවින් අනෙක් ප්‍රදානය මගින් බලපෑමක්  
නොමැති ව අනෙක් ප්‍රදානය (5 – 0.7) V = 4.3 V අයට සමාන වේ. මෙය තාර්කික 1 සේ සැලකිය  
හැකි ය. (සිලිකන් ඔයෝඩ සඳහා පෙර නැඹුරු වෝල්ට්‌මීයතා බැස්ම වන 0.7 V මෙහිදී සලකා ඇත)

A හා B ප්‍රදාන දෙකට ම ගුනා වෝල්ට්‌මීයතාව (තාර්කික 0) ප්‍රදානය කර ඇති විට ඔයෝඩ කිසිවක්  
පෙර නැඹුරු නොවන බැවින් F ප්‍රතිදානය ගුනා වෝල්ට්‌මීයතාවේ (තාර්කික 0) පවතී.

අදාළ වෝල්ට්‌මීයතා වගුව හා සන්නතා වගුව පහත දක්වා ඇත.

| A(V) | B(V) | F(V) |
|------|------|------|
| 0    | 0    | 0    |
| 0    | 5    | 4.3  |
| 5    | 0    | 4.3  |
| 5    | 5    | 4.3  |

වෝල්ට්‌මීයතා වගුව

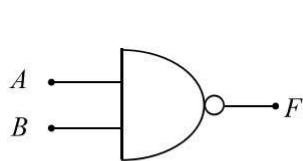
| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

සන්නතා වගුව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

### 4.8 NAND ද්වාරය

දීම් ප්‍රදාන (ප්‍රදාන දෙකක් සහිත) NAND ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය ද එහි සත්‍යතාව වගුව ද 4.15 රුපයේ දක්වා ඇත.



| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

සංකේතය

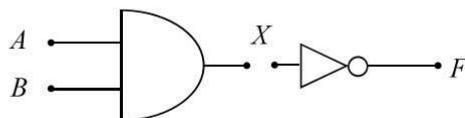
සත්‍යතාව වගුව

4.15 රුපය

NAND ද්වාරයක තර්කනයේ ද සිදු කෙරෙන්නේ AND ද්වාරයක ද කෙරෙන තර්කනයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර සඳහා වූ සත්‍යතාව වූ සසදා බැලීමෙන් පැහැදිලි වනු ඇත.

දීම් ප්‍රදාන NAND ද්වාරයක "A සහ B ප්‍රදාන දෙක ම 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩැඟීය හැකිය.

4.16 රුපයේ දැක්වෙන පරිභි AND ද්වාරයකින් ලැබෙන ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයක් වෙත ප්‍රදානය කිරීමෙන් NAND ද්වාරයක් හතා ගත හැකි ය.



4.16 රුපය

A හා B ප්‍රදානයන් වේ.

X යනු AND ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයයි. F යනු අවසන් ප්‍රතිදානයයි.

සත්‍යතාව වගුවක් ඇපුරෝන් මෙය පැහැදිලි කර ගනිමු.

| A | B | X | $F (= \bar{X})$ |
|---|---|---|-----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1               |
| 0 | 1 | 0 | 1               |
| 1 | 0 | 0 | 1               |
| 1 | 1 | 1 | 0               |

මෙහි F ප්‍රතිදානය NAND ද්වාරයක ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.

මූලිකානු ප්‍රකාශනවලට අනුව,

$$X = A \cdot B \text{ (AND ද්වාරයක් සඳහා ප්‍රකාශනය)}$$

$$\text{තවද } F = \bar{X} \text{ (NOT ද්වාරයක් සඳහා ප්‍රකාශනය)}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

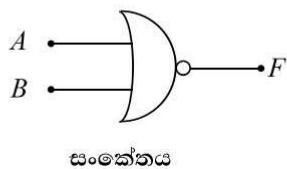
$$\therefore F = \overline{A \cdot B}$$

එබැවින් NAND ද්වාරයක් සඳහා වන බුලියානු ප්‍රකාශනය

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| $F = \overline{A \cdot B}$ | ලෙස ලියනු ලැබේ. |
|----------------------------|-----------------|

#### 4.9 NOR ද්වාරය

දෑම් ප්‍රධාන NOR ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතාව වගුව 4.17 රුපයේ දක්වා ඇත.



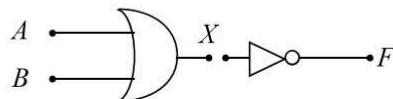
| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

සත්‍යතාව වගුව

4.17 රුපය

NOR ද්වාරයක තර්කනයේදී සිදු කෙරෙනුයේ OR ද්වාරයක දී කෙරෙන තර්කනයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර සඳහා වන සත්‍යතාව වගු සංසන්ධ්‍යක කර බැලීමෙන් වැටහි යනු ඇත.

OR ද්වාරයක ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයක් තුළින් යැවීමෙන් NOR ද්වාරයක් තනා ගන්නා අයුරු 4.18 රුපයේ දැක්වේ.



4.18 රුපය

මෙම සඳහා සත්‍යතාව වගුවක් පිළියෙළ කරමු.

| A | B | X | $F (= \overline{X})$ |
|---|---|---|----------------------|
| 0 | 0 | 0 | 1                    |
| 0 | 1 | 1 | 0                    |
| 1 | 0 | 1 | 0                    |
| 1 | 1 | 1 | 0                    |

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි  $F$  ප්‍රතිදානය NOR ද්වාරයකින් ලැබෙන ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.

බුලියානු ප්‍රකාශන අනුව,

$$X = A + B \quad (\text{OR ද්වාරය සඳහා ප්‍රකාශනය})$$

$$F = \overline{X} \quad (\text{NOT ද්වාරය සඳහා ප්‍රකාශනය)$$

$$\therefore F = \overline{A+B}$$

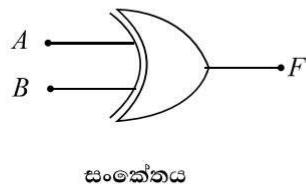
එබැවින් NOR ද්වාරයක් සඳහා බුලියානු ප්‍රකාශනය

$$F = \overline{A+B}$$

දීම් ප්‍රදාන NOR ද්වාරයක "A හෝ B ප්‍රදාන 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගිය හැකිය.

#### 4.10 XOR ද්වාරය

දීම් ප්‍රදාන XOR ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතා වගුව 4.19 රුපයේ දක්වා ඇත. XOR ද්වාරය EXOR යනුවෙන් ද දක්වනු ලැබේ. X හෝ EX යොදා ඇත්තේ බහිෂ්කාර (EXCLUSIVE) යන්න කෙටි කර දැක්වීම සඳහා ය.



4.19 රුපය

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

සත්‍යතා වගුව

මෙම සත්‍යතා වගුවෙන් පැහැදිලි වන පරිදි XOR ද්වාරයකින් කෙරෙන තර්කනය වනුයේ "A හෝ B එක් ප්‍රදානයක් පමණක් 1 වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ" යන්නයි. එහිදී A හා B ප්‍රදාන දෙක ම තාර්කික 1 වන අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානය  $F = 0$  වේ.

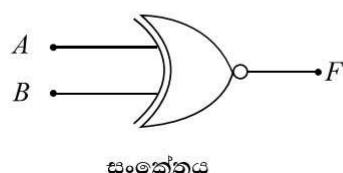
X-OR ද්වාරය සඳහා බුලියානු ප්‍රකාශනය ලියන්නේ පහත දැක්වෙන අයුරෙනි.

$$F = A \oplus B$$

දීම් ප්‍රදාන XOR ද්වාරයක "A හෝ B ප්‍රදාන එකක් පමණක් 1 වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගේ.

#### 4.11 XNOR ද්වාරය

XNOR ද්වාරය සඳහා පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතා වගුව 4.20 රුපයේ දක්වා ඇත. XNOR ද්වාරය EXNOR යනුවෙන් ද දැක්වේ.



| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

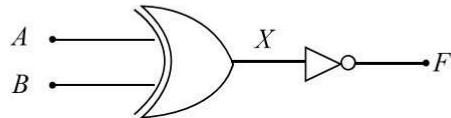
සත්‍යතා වගුව

4.20 රුපය

XNOR ද්වාරය මගින් ලබා දෙනුයේ XOR ද්වාරයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිදානයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර දෙක සඳහා වන සත්‍යතා වගු සපයා බැලීමේ දී පෙනී යයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.21 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි XOR ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයකට ලබා දීමෙන් XNOR ද්වාරයක් ලබා ගත හැකි බව පහත දැක්වෙන කරුණුවලින් පැහැදිලි වේ.



4.21 රුපය

මෙම සැකසුම සඳහා සත්‍යතා වගුවක් පිළියෙල කරමු.

| A | B | X | $F (= \bar{X})$ |
|---|---|---|-----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1               |
| 0 | 1 | 1 | 0               |
| 1 | 0 | 1 | 0               |
| 1 | 1 | 0 | 1               |

මෙම  $F$  ප්‍රතිදානය  $X$  - NOR ද්වාරයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.

$$X = A \oplus B$$

සහ  $F = \bar{X}$  බැවින්

$$F = \overline{A \oplus B} \text{ වේ.}$$

එබැවින් X - NOR ද්වාරය සඳහා ප්‍රතිදානය ප්‍රකාශනය

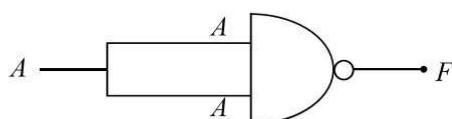
$$F = \overline{A \oplus B} \quad \text{ලෙස ලියනු ලැබේ.}$$

දැක්වූ XNOR ද්වාරයක "A හෝ B එකක් පමණක් 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තේකනය ගොඩනැගිය හැකිය.

මෙතෙක් අප සලකා බැලු තාර්කික ද්වාර හත අනුරින් NAND ද්වාරයේ හා NOR ද්වාරයේ විශේෂත්වයක් ඇත. එනම් NAND ද්වාර පමණක් හෝ NOR ද්වාර පමණක් හෝ යොදා ගනීමින් අනෙකුත් තාර්කික ද්වාර තනා ගත හැකි විමයි. ඒ සඳහා උදාහරණ කිහිපයක් පහත දක්වා ඇත.

#### 4.12 NAND ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් අනෙකුත් තාර්කික ද්වාර තනා ගැනීම

(i) NOT ද්වාරයක් තනා ගැනීම



NAND ද්වාරයේ ප්‍රදාන අග දෙක සම්බන්ධ කරන්නා ප්‍රදානයක් සේ ගැනීමෙන් NOT ද්වාරයක් තනා ගත හැකිය.

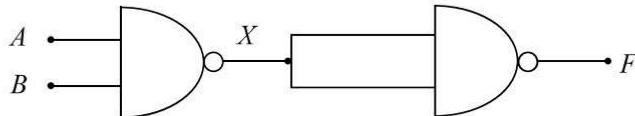
$$A = 1 \text{ විට } F = 0$$

$$A = 0 \text{ විට } F = 1$$

$$\therefore F = \bar{A} \text{ වේ. (NOT ද්වාරයක් සේ ක්‍රියා කර ඇත)}$$

(ii) AND ද්වාරයක් තනා ගැනීම

මෙය පහත දැක්වෙන ආකාරයට සිදු කළ හැකිය.



වුලියානු ප්‍රකාශන ලිවීමෙන්,

$$X = \overline{A \cdot B}$$

$$\text{සහ } F = \overline{X}$$

$$\therefore F = \overline{\overline{A \cdot B}}$$

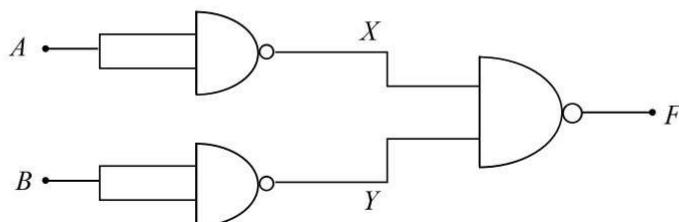
$$= A \cdot B$$

සත්‍යතා වගුව සැලකීමෙන්,

| A | B | X | $F (= \overline{X})$ |
|---|---|---|----------------------|
| 0 | 0 | 1 | 0                    |
| 0 | 1 | 1 | 0                    |
| 1 | 0 | 1 | 0                    |
| 1 | 1 | 0 | 1                    |

F ප්‍රතිදානය AND ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයට සමාන වේ. එනම් AND තර්කනය ලැබේ ඇත.

(ii) OR ද්වාරයක් තනා ගැනීම



$$X = \bar{A} \quad \text{ස්ථිරය} \quad Y = \bar{B} \quad \text{ස්ථිරය} \quad F = \overline{XY} \quad \text{වේ.}$$

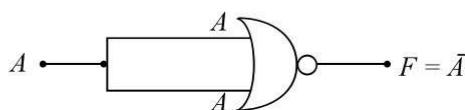
මෙම පරිපථයට අදාළ සත්‍යතා වගුව සලකමූ.

| $A$ | $B$ | $X$<br>(= $\bar{A}$ ) | $Y$<br>(= $\bar{B}$ ) | $X.Y$ | $F$<br>(= $\overline{X.Y}$ ) |
|-----|-----|-----------------------|-----------------------|-------|------------------------------|
| 0   | 0   | 1                     | 1                     | 1     | 0                            |
| 0   | 1   | 1                     | 0                     | 0     | 1                            |
| 1   | 0   | 0                     | 1                     | 0     | 1                            |
| 1   | 1   | 0                     | 0                     | 0     | 1                            |

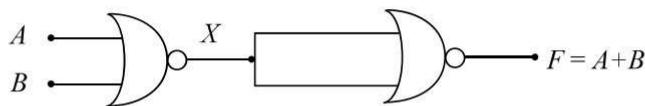
මෙම  $F$  ප්‍රතිදානය OR ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයට සමාන වේ. එනම් ඉහත පරිපථයෙන් OR ත්‍රේකනය ලැබේ.

#### 4.13 NOR ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් අනෙකුත් ද්වාර තනා ගැනීම

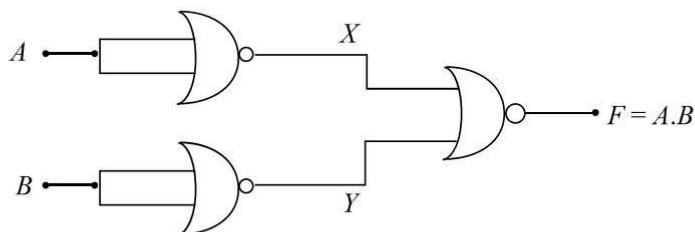
(i) NOT ද්වාරය



(ii) OR ද්වාරය



(iii) AND ද්වාරය

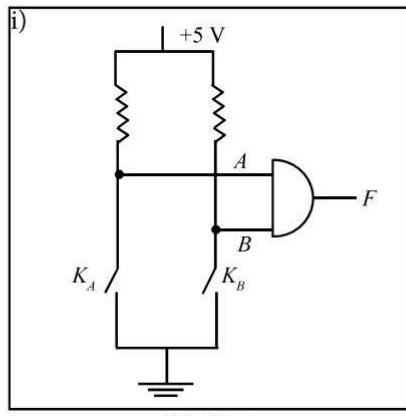


සත්‍යතාව වගු පිළියෙළ කර මෙවායේ නිවැරදි බව අවබෝධ කර ගැනීම ඔබට ලබා දී ඇති පැවරුමක් සේ සලකා එහි නිරත වන්න.

NAND ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් හෝ NOR ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් හෝ අනෙකුත් තාර්කික ද්වාර තනා ගත හැකි බැවින් NAND ද්වාර හා NOR ද්වාර සංඛ්‍යාත ද්වාර (universal gates) යෙනුවෙන් ද හැඳින්වේ.

ප්‍රායෝගික භාවිතයේදී තාර්කික ද්වාරවල ප්‍රදාන අගු අවශ්‍යතාවට අනුව සැම විට ම තාර්කික 0 (0 V) මට්ටමේ හෝ තාර්කික 1 (5 V) මට්ටමේ හෝ පිහිටුව විය යුතු ය. එම ප්‍රදාන අගු විවෘත ව තැබීම නො කළ යුතුය. ඒවා විවෘත ව තැබූව හොත් අදාළ ප්‍රදාන නිශ්චිත නො වීම නිසා දේශ සහිත ප්‍රතිදාන ලැබීමට ඉඩ ඇත.

තාර්කික ද්වාර සඳහා එවායේ ප්‍රදාන විවෘත තත්ත්වයේ නොපවතින පරිදි එම ප්‍රදාන සැපයීම සඳහා පහත උදාහරණවලින් දැක්වෙන පරිදි සුදුසු පරිපථ සැකසුමක් යොදා ගත හැකිය. (4.22 රුපය හා 4.23 රුපය)

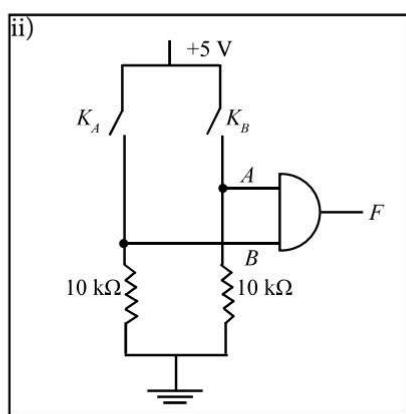


$K_A$  යතුර විවෘත ව තැබූ විට,

+5V වෝල්ටේයනාව 10 kΩ ප්‍රතිරෝධය ඔස්සේ A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 1 වේ.

$K_A$  යතුර වැශි විට,

හුගතය (ගුණා වෝල්ටේයනාව) A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 0 වේ.



$K_A$  විවෘත විට,

හුගතය (ගුණා වෝල්ටේයනාව) 10 kΩ ප්‍රතිරෝධය ඔස්සේ A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 0 වේ.

$K_A$  වැශි විට,

+5V වෝල්ටේයනාව A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 1 වේ.

මෙලෙස ම  $K_B$  යතුර විවෘත ව හෝ වසා හෝ තැබීමෙන් පිළිවෙළින් තාර්කික 1 හෝ තාර්කික 0 මට්ටම B ප්‍රදානයට ලබා දිය හැකිය.

තාර්කික ද්වාර නිෂ්පාදනයේදී යොදා ගන්නා පරිපථ ආකාර දෙකක් ලෙස DRL හා RTL ආකාර මින් ඉහතදී විස්තර කර ඇත. මිට අමතරව ව්‍යාන්සිස්ටර සංයුත්ත කර ගනීමින් තාර්කික ද්වාර නිපදවීමේ ආකාරයක් ද වේ. එය TTL (Transistor Transistor Logic) යනුවෙන් දැක්වේ. TTL ආකාරයේදී සංගැහිත පරිපථ නිෂ්පාදනයේදී සන්ධි ව්‍යාන්සිස්ටර යොදා ගනු ලැබේ.

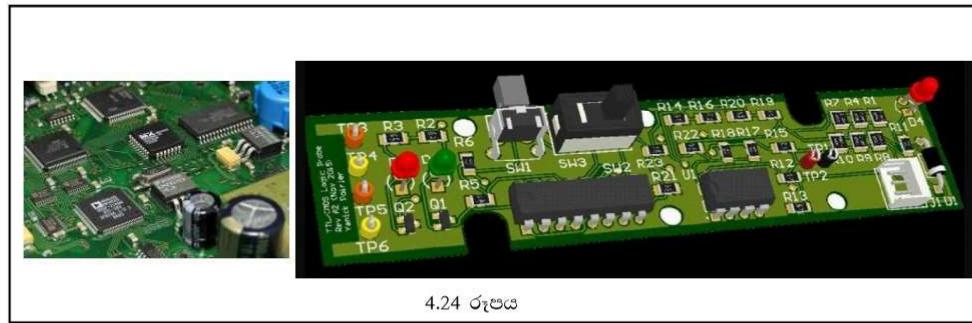
මිටත් අමතරව ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ව්‍යාන්සිස්ටර (FET) යොදා ගනීමින් ද තාර්කික ද්වාර නිපදවීමේ තුමයක් වර්ධනය වී ඇත. ඒ සඳහා යොදා ගන්නේ තුනි ලෝහ වක්සයිඩ ස්තරයක් ද සහිත ව අර්ධ සන්නායකවලින් තනා ඇති FET ය. ඒවා MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

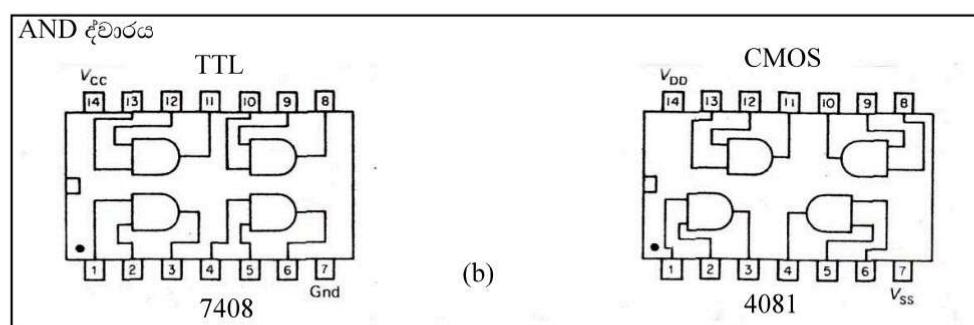
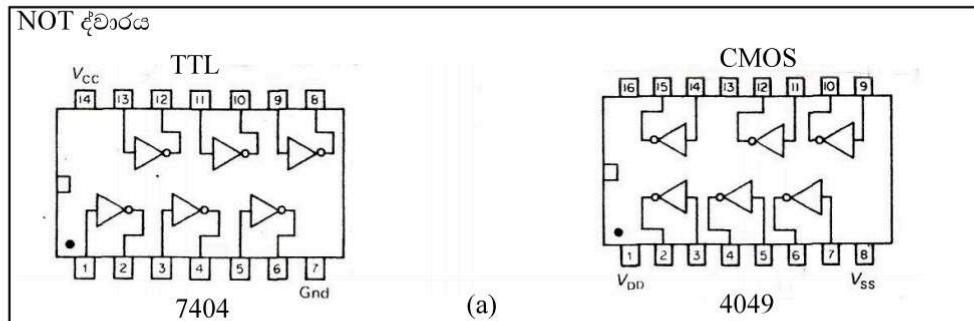
නම් වේ. තවද තාර්කික ද්වාර තැනීමට එම ව්‍යාන්සිස්ටර අනුපූරක (Complementary) පුළුල වශයෙන් (එනම් එකිනෙක හා බේඛ වූ ක්‍රියාකාරීන්වයක් සහිත යුගල වශයෙන්) හාවිත කිරීමේ ක්‍රමයක් දිපුණු කරනු ලැබ ඇත. එම පරිපථ ආකාරය CMOS යනුවත් හැඳින්වේ.

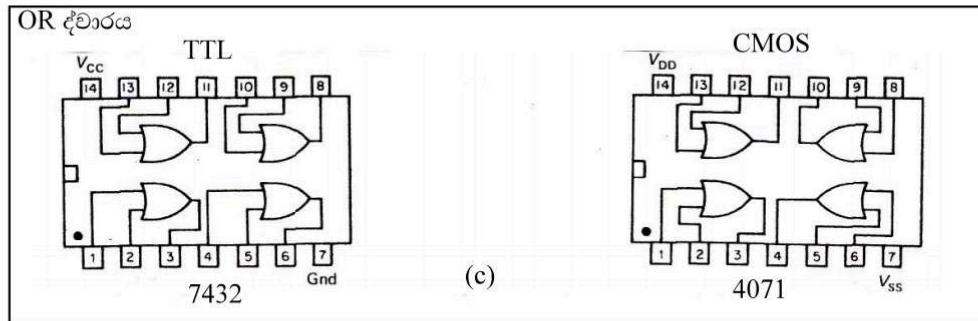
TTL පරිපථවලට ලබා දෙන විදුලි සැපයුමේ වෝල්ටෝයතාව නිශ්චිත ව ම 5 V විය යුතු ය. එහෙත් CMOS පරිපථවලට ලබා දෙන විදුලි සැපයුමේ වෝල්ටෝයතාව 3 V සිට 15 V දක්වා වූ පරාජය තුළ ඇති යම් අයයක පවත්වා ගත හැකිය. TTL පරිපථ CMOS පරිපථවලට වඩා වේවත් ව ක්‍රියා කරයි. (එහි සන්ධි ව්‍යාන්සිස්ටර යොදා නිශ්චිත එයට හේතුවයි). එබැවුන් අධි සංඛ්‍යාත සංඛ්‍යා හසුරු වන පරිපථ සඳහා TTL යොදා ගැනීම වැදගත් වේ.

TTL ආකාරයේ සහ CMOS ආකාරයේ තාර්කික ද්වාර සංඟහිත පරිපථ වශයෙන් නිශ්චාදනය කර ඇත. අදාළ අංක සඳහන් කිරීමෙන් ඔබට ඒවා මිල දී ගත හැකිය. එවැනි සංඟහිත පරිපථ කිහිපයක ණයාරුප 4.24 රුපයේ දක්වා ඇත.



NOT, AND හා OR තාර්කික ද්වාර සහිත TTL හා CMOS සංඟහිත පරිපථවල අංක සහ ඒවායේ ද්වාර සැකැස්ම දැක්වෙන රුප සටහන් 4.25 (a), (b) හා (c) රුපවල දක්වා ඇත.





4.25 රේකය

#### 4.14 තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලසුම් කිරීම

පරිපථයකට ලබා දෙන සංඛ්‍යාක සංඡු යම් තාර්කික ක්‍රියාවලියකට අනුව මෙහෙයවා, අවශ්‍ය ප්‍රතිදානය ලබා දීමට හැකි වන පරිදි වූ පරිපථ තාර්කික පරිපථ වගයෙන් හඳුන්වා දිය හැකි ය. තාර්කික පරිපථ සැලසුම් කිරීමේ දී මූලික ව තාර්කික ද්වාර යෝගේ පරිදි සංයුත්ත කර ගනු ලැබේ. එමෙහි තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලසුම් කිරීමේ දී ප්‍රධාන පියවර කිහිපයක් අනුගමනය කළ යුතු වේ. එනම්,

1. අදාළ ගැටලුව සඳහා තාර්කික ක්‍රියාවලි නිරුපණය කරන ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.
2. එම තාර්කික ක්‍රියාවලිය නිරුපණය කෙරෙන පරිදි සත්‍යතා වගුවක් පිළියෙළ කිරීම.
3. එම සත්‍යතා වගුවට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.
4. එම බුලියානු ප්‍රකාශනයට අනුකූල ව ක්‍රියා කරන පරිදි තාර්කික ද්වාර හාවිතයෙන් පරිපථය සැලසුම් කිරීම.

තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලසුම් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය වඩාත් නොදින් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා පලමු ව එය එක් එක් අදියරවලට අනුව සලකා බලමු. එම එක් එක් අදියරේ දී සිදු කෙරෙන ක්‍රියාවලි පහත සඳහන් පරිදි දැක්විය හැකිය.

1. දෙන ලද බුලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ වන සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.
2. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ වන බුලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.
3. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.
4. දෙන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.
5. දෙන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.
6. දෙන ලද බුලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.
7. දෙන ලද අවබෝධතාවක් සපුරා ගැනීම පිණිස, දෙන ලද තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හැසිරෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.

1. දෙන ලද බුලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ වන සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.

$$F = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

ප්‍රකාශනය සලකන්න.

එහි  $A$  හා  $B$  යනුවෙන් ප්‍රදාන දෙකකි.

එවා ඇසුරෙන්  $A \cdot B$  හා  $\bar{A} \cdot \bar{B}$  අවස්ථා ලබා ගෙන ඇත.

සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම සඳහා මෙම සියලු අවස්ථා සලකම්න් පහත දැක්වෙන පරිදි වගුවක් පිළියෙළ කරමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

| $A$ | $B$ | $\bar{A}$ | $\bar{B}$ | $A \cdot B$ | $\bar{A} \cdot \bar{B}$ | $F = (A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B})$ |
|-----|-----|-----------|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| 0   | 0   | 1         | 1         | 0           | 1                       | 1                                         |
| 0   | 1   | 1         | 0         | 0           | 0                       | 0                                         |
| 1   | 0   | 0         | 1         | 0           | 0                       | 0                                         |
| 1   | 1   | 0         | 0         | 1           | 0                       | 1                                         |

$A$  සලකා  $\bar{A}$  ලිවීම  
 $B$  සලකා  $\bar{B}$  ලිවීම  
 $A \text{ හා } B$  සලකා  
 $A \cdot B$  ලිවීම

$\bar{A} \text{ හා } \bar{B}$  සලකා  
 $\bar{A} \cdot \bar{B}$  ලිවීම

$A \cdot B$  හා  $\bar{A} \cdot \bar{B}$  සලකා  $F$  ලිවීම

ඉහත වගුව ඇසුරෙන් දැන් මූලික (සරල) සත්‍යතාව වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි ලියා දක්වමු.

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

2. දෙන ලද සත්‍යතාවගේ වගුවකට අදාළ වන බුලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.

අදාළ සත්‍යතාව වගුවකට අදාළ වන බුලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 0   |

පළමුව මෙම වගුවේ  $F = 1$  වන අවස්ථා පමණක් වෙන් කර හැඳුනා ගනිමු. එනම්,

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 1   |

$F = \bar{A} \cdot \bar{B}$  ලෙස දැක්වීය හැකිය.  
 $(A=0 \text{ හා } B=0 \text{ බැවින් } \bar{A}=1 \text{ හා } \bar{B}=1 \text{ වේ. } \bar{A} \cdot \bar{B}=1 \cdot 1=1 \text{ වේ.)}$   
 $F = \bar{A} \cdot \bar{B}$  ලෙස ලිවීය හැකිය.  
 $(A=0 \text{ බැවින් } \bar{A}=1 \text{ වේ. } B=1 \text{ වන බැවින් } \bar{A} \cdot B=1 \cdot 1=1 \text{ වේ.)}$

$\bar{A} \cdot \bar{B}$  හෝ  $\bar{A} \cdot B$  යන ඉහත දැක්වූ අවස්ථා දෙකෙන් කවර හෝ අවස්ථාවක දී  $F=1$  වන බැවින්,  
 $F = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$  වේ.

අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය වන්නේ මෙම ප්‍රකාශනයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

3. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ කාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.

අදාළරණයක් වගෙයන් පහත දැක්වෙන සත්‍යතා වගුව අනුව පරිපථය සැලසුම් කරමු.

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

$$F = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$F = \bar{A} \cdot B$$

$$F = A \cdot B$$

පලමුව මේ අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගත යුතු වේ. මේ සඳහා මින් පෙර විස්තර කළ පරිදි  $F=1$  වන අවස්ථාවලට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශන ලියමු. (මේවා ඉහත වගුවේ ම දකුණු පසින් ලියා ඇතුළු.)

මේ අනුව අදාළ ප්‍රකාශනය  $F = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B + A \cdot B$  වේ.

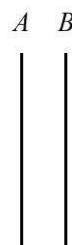
මෙහි ඇති ප්‍රදාන  $A$  හා  $B$  වේ.

ලේඛින්  $\bar{A} \cdot \bar{B}$ ,  $\bar{A} \cdot B$  හා  $A \cdot B$  ලබා ගත යුතු වේ.

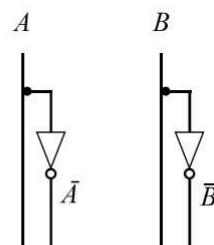
මේ සඳහා AND ද්වාර හා NOT ද්වාර අවශ්‍ය වේ.

අවසානයේද දී  $\bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B + A \cdot B$  ලබා ගැනීමට ප්‍රදාන තුනක් සහිත OR ද්වාරයක් අවශ්‍ය වේ. අදාළ පරිපථය පහත දැක්වෙන පරිදි පියවර වගෙයන් ගොනින්වමු.

(i)  $A$  හා  $B$  ප්‍රදාන  
දක්වමු.

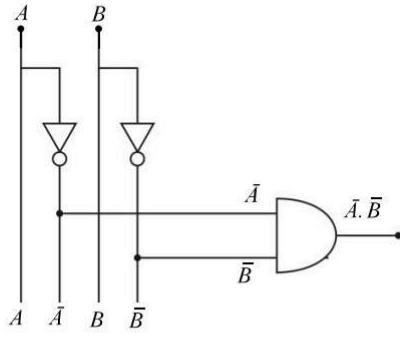


(ii) NOT ද්වාර හා විනයෙන්  
 $\bar{A}$  හා  $\bar{B}$  ලබා ගනිමු.

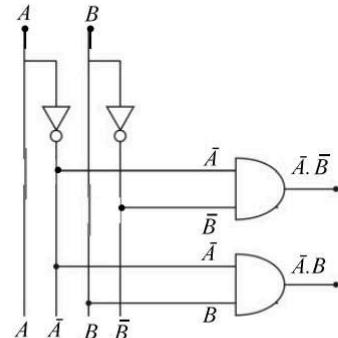


© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිබුණු ඇඟිරීම්.

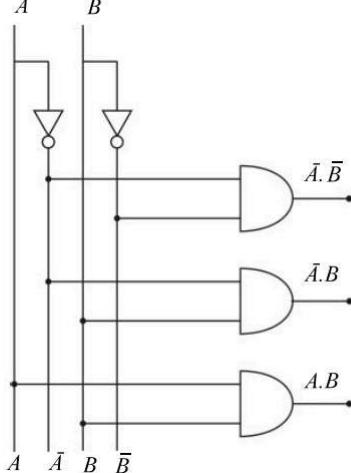
(iii) AND ද්වාරයක් හාවිතයෙන්  $\bar{A} \cdot \bar{B}$  ලබා ගනිමු.



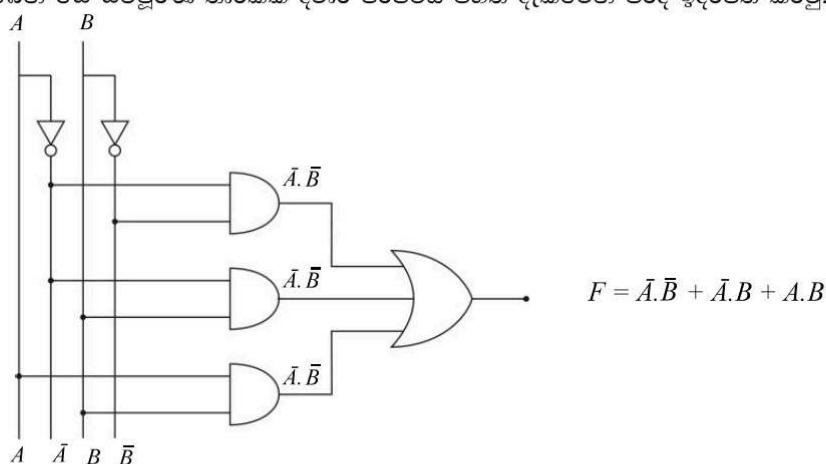
(iv) තව AND ද්වාරයක් හාවිත කර  $\bar{A} \cdot B$  ලබා ගනිමු.



(v) තවත් AND ද්වාරයක් හාවිත කර  $A \cdot B$  ලබා ගනිමු.



(vi) අවසන් වශයෙන් ප්‍රදාන 3ක් සහිත OR ද්වාරයක් හාවිතයෙන්  $A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$  ප්‍රතිදානය ලැබෙන සේ සම්පූර්ණ තාර්කික ද්වාර පරීපථය පහත දැක්වෙන පරිදි ඉදිරිපත් කරමු.

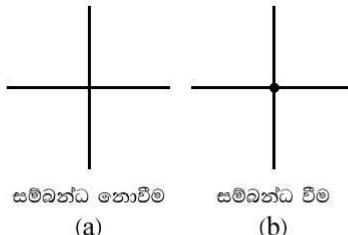


© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරීම්.

### සැලකිය යුතුයි?

මෙම පරිපථ සටහන් ඇදිමේ දී සම්බන්ධක කම්බි එකිනෙක හරහා යැමේ දී ඒවා සම්බන්ධ වේ දී? සම්බන්ධ නොවේ දී? යන්න දැක්වීම සඳහා අනුගමනය කරන ක්‍රම දෙකක් වේ. එනම්,

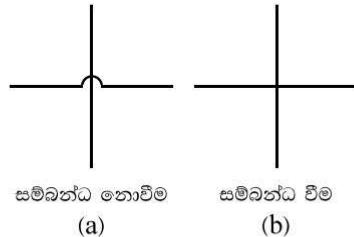
(i)



මෙම ක්‍රමයේ දී (a) රුපයේ ඇති පරිදි දක්වනු ලබන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ නොවේ එකිනෙක හරහා යන කම්බි පූගලයකි.

(b) රුපයේ ඇති පරිදි දක්වනු ලබන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ වී එකිනෙක හරහා යන කම්බි පූගලයකි.

(ii)



මෙම ක්‍රමයේ දී (a) රුපයේ ඇති ආකාරයට දක්වන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ නොවේ තිබේයි.

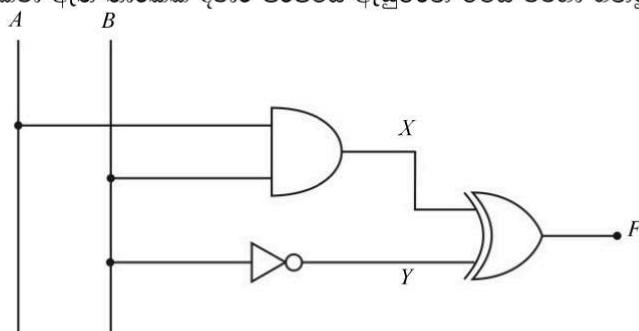
(b) රුපයේ ඇති ආකාරයට දක්වන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ වී තිබේයි. (මෙම ක්‍රමය වර්තමානයේදී බොහෝ විට භාවිත නොවේ)

මෙම ග්‍රන්ථයේ මින් ඉදිරියේ දී භාවිත කර ඇත්තේ ඉහත සඳහන් (i) ක්‍රමය බව විශේෂයෙන් සලකන්න.

ඉහත අප සැලකීම් කළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයේ  $B$  ප්‍රදානය NOT ද්වාරයකට ලබා දී එහි ප්‍රතිදානය වෙනත් AND ද්වාරයකට ප්‍රදානයක් සේ ලබා දී ඇත. එසේ ම එම පරිපථයේ  $A$  ප්‍රදානය ද NOT ද්වාරයකට ලබා දී එම NOT ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය වෙනත් AND ද්වාර දෙකකට ප්‍රදාන වශයෙන් ලබා දී ඇත. මෙමෙස යම් ද්වාර ප්‍රතිදානයක් වෙනත් ද්වාරවලට ප්‍රදානයන් සේ ලබා දීමේ දී එම මූල් ද්වාර ප්‍රතිදානයේ වෛවැටියනා මෙටුමේ අඩු විමක් ඇති විය හැකිය. ඉන් එම ප්‍රතිදානයට අදාළ තාර්කික සංයුත්ව කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති විය හැකිය. ප්‍රතිදාන තාර්කික සංයුත්වට සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති නොවන පරිදි යම් තාර්කික ද්වාර ප්‍රතිදානයකට සම්බන්ධ කළ හැකි වෙනත් තාර්කික ද්වාර ප්‍රදාන සංඛ්‍යාව සීමා සහිත වේ. එම සීමාව එක් එක් තාර්කික ද්වාර වර්ගය අනුව වෙනස් වේ.

4. දෙන දී තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.

පහත දක්වා ඇති තාර්කික ද්වාර පරිපථය ඇසුරෙන් මෙය වටහා ගනිමු.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිපථයේ  $X$  සහ  $Y$  සේරානවල ඇති ප්‍රතිදාන බුලියානු ප්‍රකාශන මගින් දක්වමු.

$$X = A \cdot B$$

$$Y = \bar{B}$$

XOR ද්වාරයට ප්‍රදාන ලෙස X හා Y ලබා දී ඇති බැවින්,

$$F = X \oplus Y$$

$$\therefore F = A \cdot B \oplus \bar{B}$$

මිළගට  $A, B$  ප්‍රදාන සහ  $F$  ප්‍රදානයට අමතරව  $A \cdot B$  සහ  $\bar{B}$  ඇතුළත් වන විස්තරාත්මක වගුවක් ගොඩනෑවමු.

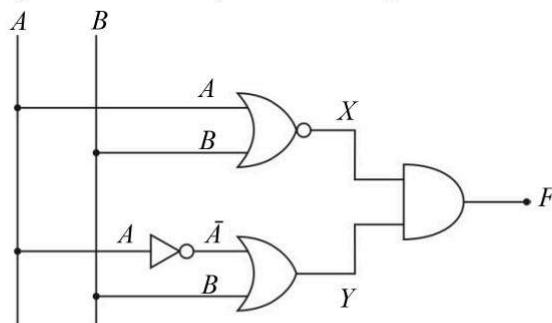
| $A$ | $B$ | $A \cdot B$ | $\bar{B}$ | $F = A \cdot B \oplus \bar{B}$ |
|-----|-----|-------------|-----------|--------------------------------|
| 0   | 0   | 0           | 1         | 1                              |
| 0   | 1   | 0           | 0         | 0                              |
| 1   | 0   | 0           | 1         | 1                              |
| 1   | 1   | 1           | 0         | 1                              |

දැන් මූලික සත්‍යතා වගුව ලියා දක්වමු.

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 1   |

5. දෙන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.

පහත දැක්වෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථය සලකන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි,

NOR ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$X = \overline{A+B}$$

OR ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$Y = \bar{A} + B$$

AND ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$F = X \cdot Y \\ = (\overline{A+B}) \cdot (\bar{A} + B)$$

$\therefore$  අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය  $F = (\overline{A+B}) \cdot (\bar{A} + B)$  වේ.

6. දෙන ලද බූලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ කාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.  
පහත දැක්වෙන බූලියානු ප්‍රකාශනය සලකම්.

$$F = (A+B) \cdot (\overline{\bar{A}+B})$$

පරිපථය සැලසුම් කිරීම (මෙහි මින් පෙර 3. අවස්ථාව යටතේ ද මෙවැන්නක් විස්තර කර ඇත.)

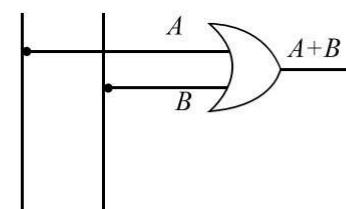
(i) ප්‍රදාන දැක්වීම

(ii) OR ද්වාරයක් මගින්  
 $A+B$  ලබා ගතීම.

$A \quad B$

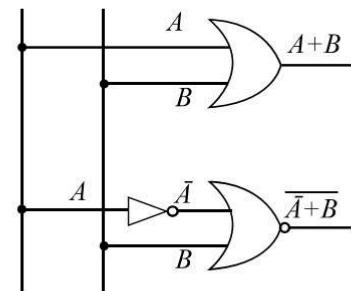


$A \quad B$



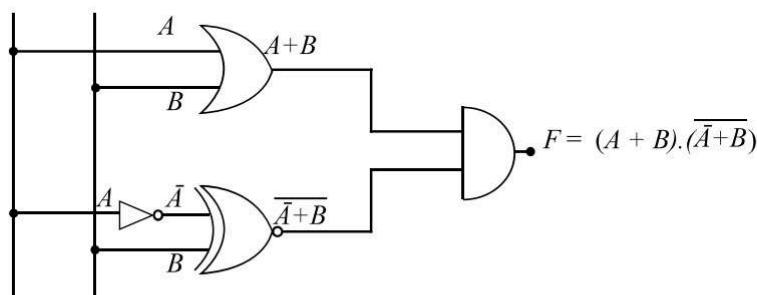
(iii) NOT ද්වාරයක් භාවිතයෙන්  $\bar{A}$  ලබාගෙන NOR ද්වාරයක් මගින්  $\overline{A+B}$  ලබා ගැනීම.

$A \quad B$



(iv) අවසන් වගයෙන් AND ද්වාරයක් භාවිතයෙන් F ප්‍රතිදානය ලබා දෙන පරිපථය ඇදීම.

$A \quad B$



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

7. දෙන ලද අවශ්‍යතාවක් සපුරා ගැනීම පිළිස, දෙන ලද තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හැසිරෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලැසුම් කිරීම.

මෙම සම්පූර්ණ ක්‍රියාවලිය අවබෝධ කර ගැනීමට පහත දැක්වෙන උදාහරණය ඔබට ආධාර වනු ඇත.

හදිසි දැල්වුම් පහනක් (Emergency lamp) පහත දැක්වෙන තත්ත්ව සපුරා ලන පරිදි තැනිය යුතු ව ඇත.

- (i) රාත්‍රී කාලයේදී (අදුරේදී) ප්‍රධාන විදුලිය නොමැති විටෙක පමණක් පහන දැල්වීම.
- (ii) දිවා කාලයේදී (ආලෝකයේදී) ප්‍රධාන විදුලිය ඇත්ත් නැතත් පහන නිවිත විනිම.

මේ සඳහා පහන දැක්වෙන  $A$  හා  $B$  තිරිකික ප්‍රතිදාන සංයුෂ්‍ය ලබා දෙන සංවේදක දෙකක් සපයා ඇත.

ප්‍රධාන විදුලිය ඇති විට  $A = 1$

ප්‍රධාන විදුලිය නොමැති විට  $A = 0$

රාත්‍රීයේදී (අදුරේදී)  $B = 1$

දිවා කාලයේදී (ආලෝකයේදී)  $B = 0$

අවශ්‍ය තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව පහන දැල්වා ගැනීම පිළිස ඉහත (i) අවස්ථාවේදී ප්‍රතිදානය 1 ( $F = 1$ ) වන පරිදි සහ ඉහත (ii) අවස්ථාවේදී ප්‍රතිදානය 0 ( $F = 0$ ) වන පරිදි  $F$  ප්‍රතිදානයක් ලබා ගත යුතු ව ඇත.

$A$  හා  $B$  ප්‍රදාන වගයෙන්ද  $F$  ප්‍රතිදානය වගයෙන්ද ගෙන ඉහත (i) හා (ii) තත්ත්ව සපුරා ලන පරිදි තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලැසුම් කරමු.

මේ සඳහා පළමු ව සත්‍යතාව වගුව පිළියෙළ කළ යුතු වේ. ඉහත (i) හා (ii) තත්ත්ව අනුව එව අදාළ තර්කනය වනුයේ “ $A$  ප්‍රදානය 0 දී  $B$  ප්‍රදානය 1 දී වන විට පමණක්  $F$  ප්‍රතිදානය 1 විය යුතුය” යන්නයි.

අදාළ සත්‍යතාව වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 0   |

- ←  $A = 0$  (විදුලිය නැත),  $B = 0$  (දිවා කාලය) නිසා  $F = 0$  (පහන නිවිම)
- ←  $A = 0$  (විදුලිය නැත),  $B = 1$  (රාත්‍රී කාලය) නිසා  $F = 1$  (පහන දැල්වීම)
- ←  $A = 1$  (විදුලිය ඇත),  $B = 0$  (දිවා කාලය) නිසා  $F = 0$  (පහන නිවිම)
- ←  $A = 1$  (විදුලිය ඇත),  $B = 1$  (රාත්‍රී කාලය) නිසා  $F = 0$  (පහන නිවිම)

දැන් මිට අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගනීමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තීමෙකම් ඇවිරිණි.

මෙම සඳහා  $F = 1$  වන අවස්ථා පමණක් සැලකිය යුතු වේ. මෙහිදී එවැනි අවස්ථා ඇත්තේ එකක් පමණි. එනම්,

| $A$ | $B$ | $F$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 1   | 1   |

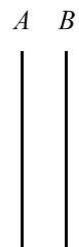
මෙය  $\bar{A} \cdot B$  මගින් දැක්විය හැකි ය. ( $A = 0$  විට  $\bar{A} = 1$  වන බැවින් ද  $B = 1$  ලෙස ඇති බැවින් ද  $\bar{A} \cdot B = 1 \cdot 1 = 1$  වන හේයින්

එබැවින් අදාළ බුලියානු ප්‍රකාශනය

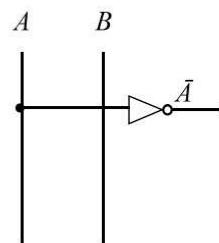
$$F = \bar{A} \cdot B \text{ වේ.}$$

අවසන් පියවර වගයෙන් මෙම බුලියානු ප්‍රකාශනයට අදාළ ව තාර්කික ද්වාර පරිපථය සැලසුම් කරමු.

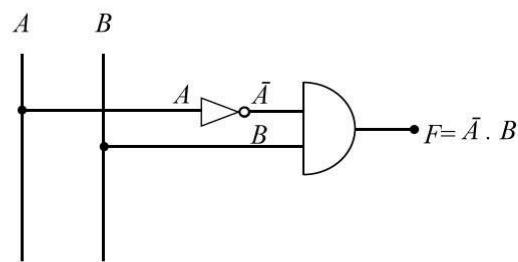
මුළුන් ම  $A$  හා  $B$  ප්‍රදාන නිරූපණය කරමු.



මීලගට NOT ද්වාරයක් හාවිතයෙන්  $\bar{A}$  ලබා ගනිමු



අවසානය ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට AND ද්වාරයක් හාවිතයෙන්  $\bar{A} \cdot B$  ලබා ගනිමු.



මෙම  $F$  ප්‍රතිදානය මගින් විදුලි පහත දැල්වීමට යොදා ගැනෙන ස්විච්විකරණ පරිපථය ක්‍රියා කරවු විට ඉහත තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හඳුනී දැල්වීම පහත දැල්වීම සිදු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

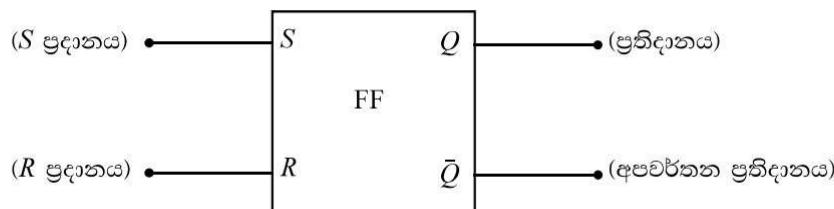
#### 4.15 අනුකූලීක තාර්කික පරිපථ

මෙතෙක් සඳකා බලන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථවල යම් අවස්ථාවක දී ප්‍රතිදානය තිරණය වූයේ එම අවස්ථාවේ දී පවතින ප්‍රදානයන් අනුව ය. එමෙහි ප්‍රතිදානය තිරණය වන අන්දමේ තාර්කික පරිපථ හඳුන්වනු ලබන්නේ සංයුක්ත තාර්කික පරිපථ (Combinational Logic Circuits) යනුවෙනි. එහෙන් යම් අවස්ථාවක දී ඇති වන ප්‍රතිදානය එම අවස්ථාවේ දී පවතින ප්‍රදානයන් මත පමණක් නොව, ඉන් පෙර අවස්ථාවේ දී පැවති ප්‍රතිදානය මත ද තිරණය වන අන්දමේ තාර්කික පරිපථ විශේෂයක් ද ඇත. එවැනි පරිපථවලට එහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානය පිළිබඳ මතකයක් ඇත. මේ අන්දමේ තාර්කික පරිපථ අනුකූලීක තාර්කික පරිපථ (Sequential Logic Circuits) යනුවෙන් හැඳින්වේ.

#### 4.16 පිළිපොලය (Flip-Flop)

අනුකූලීක තාර්කික පරිපථ අයන් වන මූලික පරිපථයක් සේ පිළිපොලය දැක්වීය හැකිය. එහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානය පිළිබඳ මතකයක් එයට ඇති බැවින්, ඉලක්ට්‍රොනික පරිපථයක මතකය ගබඩා කොට පවත්වා ගත හැකි මතක මූලිකාංගයක් (Memory element) වශයෙන් පිළිපොලය (Flip-Flop) හඳුන්වා දිය හැකිය. තනි තාර්කික ද්වාරයක මතකයක් ගබඩා කළ නොහැකි වුව ද තාර්කික ද්වාර කිහිපයක් භාවිතයෙන් විශේෂයෙන් සකසා ගත හැකි පිළිපොලක් තුළ ද්වීමය 1 හෝ 0 ගබඩා කර තැබය හැකිය. එමෙන්ම අවශ්‍ය විටෙක එය කියවා ගැනීම ද කළ හැකිය. පිළිපොල ආකාර කිහිපයක් ඇති අතර සරල ආකාරයෙන් වන මූලික පිළිපොලයක් වන පිහිටුම් (Set) - ප්‍රතිචිත්වම් (Reset) පිළිපොලය (S-R Flip-Flop) පිළිබඳව මීලගට විමසා බලමු.

S-R පිළිපොලයක ප්‍රදාන අගු දෙකක් පවතින අතර ඒවා S ප්‍රදානය හා R ප්‍රදානය ලෙස නම් කෙරේ. S ප්‍රදානය "පිහිටුම්" (Set) ප්‍රදානය යනුවෙන් ද R ප්‍රදානය "ප්‍රතිචිත්වම්" (Reset) ප්‍රදානය යනුවෙන් ද හැඳින්වේ. පිළිපොලයේ ප්‍රතිදාන අගු දෙකක් ඇති අතර ඉන් එක් ප්‍රතිදානයක් Q ලෙස ද අනෙක් ප්‍රතිදානය  $\bar{Q}$  ලෙස ද දැක්වේ.  $\bar{Q}$  යනු Q හි අපවර්තනයයි. (එනම්  $Q=1$  නම්  $\bar{Q}=0$  ද  $Q=0$  නම්  $\bar{Q}=1$  ද වේ). Q ප්‍රතිදානයට අමතරව  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදානයක් ද ඇත්තේ පිළිපොල වෙනත් පරිපථ උපාංගයක් සමග සම්බන්ධ කිරීමේ ද අපගේ අවශ්‍යතාවට අනුව  $Q$  හෝ  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදාන සංයුත්ව භාවිතයට ගත හැකි වීම පිළිස්සේ. S-R පිළිපොලයක පරිපථ සංකීතය 4.26 රුපයේ දක්වා ඇත.

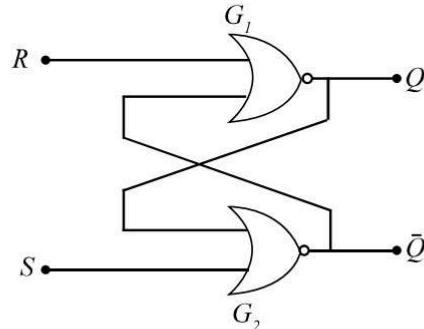


4.26 රුපය

##### 4.16.1 S-R පිළිපොලයක් සකසා ගැනීම

NOR ද්වාර දෙකක් යෝගා පරිදි සංයුක්ත කර ගැනීමෙන් S-R පිළිපොලයක් සකසා ගත හැකිය. නව ප්‍රතිදානය කෙරෙහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානයේ ද බලපෑම ලබා ගැනීම සඳහා එහි ප්‍රතිදානය

ප්‍රතිපෝෂණයක් සේ ප්‍රදානයට ලබා දීම සිදු කෙරේ. එමෙහි NOR දෙකක් හා විනිත කර සකසා ගත් S-R පිළිපොලයක තාරකික ද්වාර පරිපථය 4.27 රුපයේ දක්වා ඇතේ.

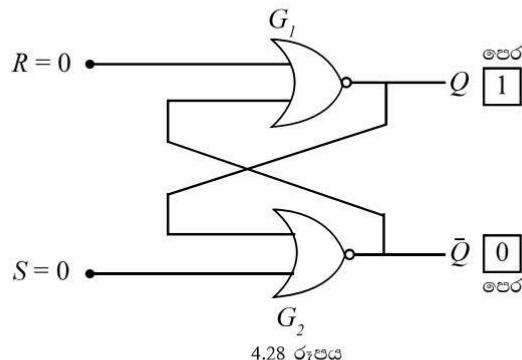


4.27 රුපය

මෙම පිළිපොලයේ ක්‍රියාකාරිත්වය විමසා බැලීම සඳහා එම පිළිපොල වෙත S හා R ප්‍රදාන ලබා දිය හැකි විවිධ ආකාර සලකා බලමු.

#### 1. $S = 0, R = 0$ ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (නොවෙනස් අවස්ථාව)

මෙම ප්‍රදානයන්ට අනුව ප්‍රතිදානවල ඇති වන වෙනස විමසා බැලීමට 4.28 රුපයේ දැක්වෙන පරිපථය යොදා ගනිමු. එහිදී Q හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදානවල පෙර පැවති තාරකික මට්ටම් කොටු කර දක්වා ඇතේ.



4.28 රුපය

$G_1$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ( $R = 0$  බැවින්) ද අනෙක් ප්‍රදානය ද 0 ලෙස ( $\bar{Q}_{\text{පෙර}} = 0$  බැවින්) ද ලැබේ ඇති බැවින්  $G_1$  ද්වාරයේ නව ප්‍රතිදානය  $Q_{\text{නව}} = 1$  වේ.

$G_2$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ( $S = 0$  බැවින්) ද අනෙක් ප්‍රදානය 1 ලෙස ( $Q_{\text{පෙර}} = 1$  බැවින්) ද ලැබේ ඇති බැවින්  $G_2$  ද්වාරයේ නව ප්‍රතිදානය  $\bar{Q}_{\text{නව}} = 0$  වේ.

මේ අනුව දැන් පිළිපොලයේ නව ප්‍රතිදාන  $Q_{\text{නව}} = 1$  හා  $\bar{Q}_{\text{නව}} = 0$  වගයෙන් ස්ථාවර ව පවතී. එනම් පෙර පැවති ප්‍රතිදාන තත්ත්ව ම නොවෙනස් ව පවතී.

මෙම පිළිපොලයෙහි පෙර ප්‍රතිදානය  $Q = 0$  හා  $\bar{Q} = 1$  අයුරින් පැවති විට ද  $S = 0$  හා  $R = 0$  ලෙස ප්‍රදාන ලබා දුන් විට  $Q$  හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව පවතින බව පෙන්වා දිය හැකිය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම ප්‍රතිඵල පහත පෙන්වා ඇති අසුරින් සරල වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

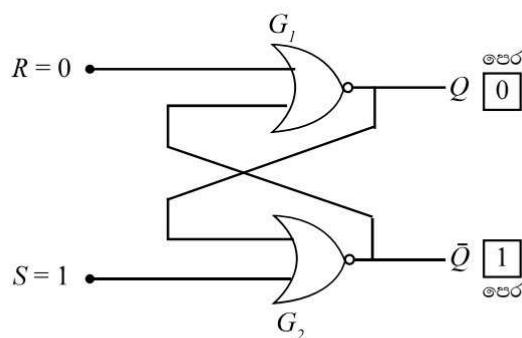
| $S$ | $R$ | $Q_{n+1}$ | $\bar{Q}_{n+1}$ |
|-----|-----|-----------|-----------------|
| 0   | 0   | $Q_n$     | $\bar{Q}_n$     |

පෙර පැවති ප්‍රතිඵානම නොවෙනස් ව පවතී. මෙය ප්‍රතිඵානවල නොවෙනස් අවස්ථාවයි.

මෙහි  $Q_n, \bar{Q}_n$  යනු පෙර පැවති ප්‍රතිඵාන දී  $Q_{n+1}, \bar{Q}_{n+1}$  යනු නව ප්‍රතිඵාන ද වේ. මේ අනුව  $S = 0$  හා  $R = 0$  සේ ප්‍රදාන ලබා දී ඇති විට පිළිපොලයෙහි නව ප්‍රතිඵාන වන්නේ පෙර පැවති ප්‍රතිඵානම ව වගුවෙන් දැක්වේ. ( $Q_{n+1} = Q_n$  ලෙස දී  $\bar{Q}_{n+1} = \bar{Q}_n$  ලෙස දී ඇතේ.)

$S = 0, R = 0$  යන ප්‍රදාන අවස්ථාව පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵානවල "නොවෙනස් අවස්ථාව" වේ.

2.  $S = 1$  හා  $R = 0$  ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (පිහිටුම් අවස්ථාව)



4.29 රුපය

4.29 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි  $G_2$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද (S = 1 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ( $Q_{\text{සෝ}} = 0$  බැවින්) එහි නව ප්‍රතිඵානය  $\bar{Q}_{\text{සෝ}} = 0$  වේ. දැන්  $G_1$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ද (R = 0 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානයන් 0 ලෙස ද ( $\bar{Q}_{\text{පෙර}} = 0$  බැවින්) යෙදෙන බැවින් එහි නව ප්‍රතිඵානය  $Q_{\text{පෙර}} = 1$  වේ. මේ අනුව පිළිපොලයේ නව ප්‍රතිඵාන  $Q_{\text{සෝ}} = 1$  හා  $\bar{Q}_{\text{සෝ}} = 0$  සේ ලැබේ.

පිළිපොලයේ පෙර ප්‍රතිඵාන  $Q_{\text{සෝ}} = 1$  හා  $\bar{Q}_{\text{සෝ}} = 0$  ලෙස පැවති අවස්ථාවක දී වූව ද S = 1, R = 0 ලෙස ප්‍රදාන යෙදු විට එහි නව ප්‍රතිඵාන  $Q_{\text{පෙර}} = 1$  හා  $\bar{Q}_{\text{පෙර}} = 0$  සේ ලැබෙන බව පෙන්වා දිය හැකිය.

මෙම ප්‍රතිඵලය පහත ඇති පරිදි සරල වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

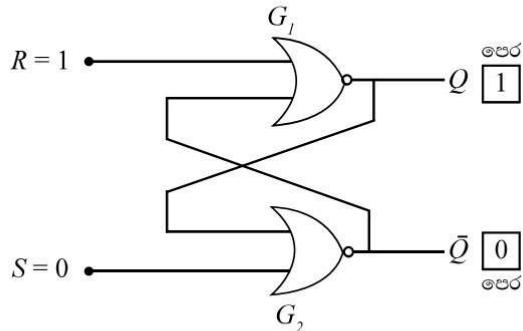
| $S$ | $R$ | $Q_{n+1}$ | $\bar{Q}_{n+1}$ |
|-----|-----|-----------|-----------------|
| 1   | 0   | 1         | 0               |

පෙර පැවති ප්‍රතිඵාන ( $Q_n$  හා  $\bar{Q}_n$ ) කවරයක් වූව ද  $Q_{\text{සෝ}}$  ප්‍රතිඵාන එනම්  $Q_{n+1}$  හා  $\bar{Q}_{n+1}$  පිළිවෙළින් 1 හා 0 වේ. මෙය ප්‍රතිඵානවල පිහිටුම (Set) අවස්ථාවයි.

මේ අනුව S = 1 හා R = 0 ලෙස පිළිපොලයට ප්‍රදාන ලබා දී ඇති විට පෙර පැවති ප්‍රතිඵාන කවරක් වූව ද පිළිපොල පිහිටුම් අවස්ථාවට පත් වේ. පිළිපොලයි පිහිටුම් අවස්ථාව යනු එහි නව ප්‍රතිඵාන  $Q_{n+1} = 1$  හා  $\bar{Q}_{n+1} = 0$  වන අවස්ථාවයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

3'  $S = 0$  හා  $R = 1$  ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව)



4.30 රුපය

4.30 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි  $G_1$ -NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද ( $R = 1$  බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ( $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 0$  බැවින්) ලැබෙන බැවින්  $G_1$ හි නව ප්‍රතිදානය  $Q_{\text{ශා}} = 0$  වේ. දැන්  $G_2$ -NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ද ( $S = 0$  බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ද ( $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 0$  බැවින්) යෙදී ඇති බැවින්  $G_2$ හි නව ප්‍රතිදානය  $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 1$  වේ. මේ අනුව පිළිපොලයේ නව ස්ථාවර ප්‍රතිදාන  $Q_{\text{ශා}} = 0$  හා  $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 1$  ලෙස ලැබේ. ( $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 1$  තන්ත්වය යටතේ ද  $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 0$  තන්ත්වය ම ලැබේ)

පිළිපොලයේ පෙර ප්‍රතිදාන  $Q_{\text{ශා}} = 0$  හා  $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 1$  ලෙසින් පැවති අවස්ථාවක දී වූව ද  $S = 0$ ,  $R = 1$  ලෙස ප්‍රදාන ලබා දුන් විට පිළිපොලයේ නව ප්‍රතිදාන  $Q_{\text{ශා}} = 0$  හා  $\bar{Q}_{\text{ශා}} = 1$  ලෙස ස්ථාවර වන බව පෙනවා දිය හැකිය.

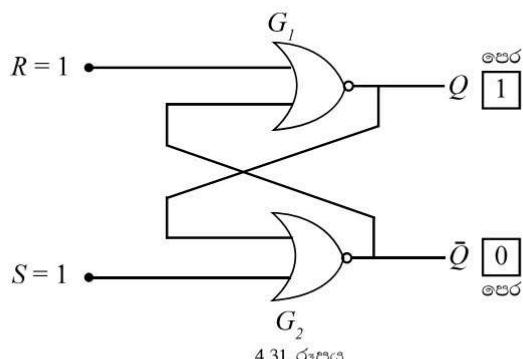
මෙම ප්‍රතිචලය පහත දැක්වෙන පරිදි සරල වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

| $S$ | $R$ | $Q_{n+1}$ | $\bar{Q}_{n+1}$ |
|-----|-----|-----------|-----------------|
| 0   | 1   | 0         | 1               |

පෙර පැවති ප්‍රතිදාන කවරයක් වූව ද  $Q$  හා  $\bar{Q}_n$ හි නව ප්‍රතිදාන ද  $Q_{n+1}$  හා  $\bar{Q}_{n+1}$  පිළිවෙළින් 0 හා 1 වේ. මෙය ප්‍රතිදානවල ප්‍රතිපිටි (Reset) අවස්ථාවයි.

මේ අනුව  $S = 0$  හා  $R = 1$  ලෙස පිළිපොලයට ප්‍රදාන ලබා දුන් විට පෙර පැවති ප්‍රතිදාන කවරක් වූව ද පිළිපොල ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාවට පත් වේ. පිළිපොලයේ ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව යනු එහි නව ප්‍රතිදාන  $Q_{n+1} = 0$  හා  $\bar{Q}_{n+1} = 1$  වන අවස්ථාවයි.

4.  $S = 1$  හා  $R = 1$  ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (වලංගු නොවන අවස්ථාව)



4.31 රුපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම කිමිකම් ඇවිරිණි.

4.31 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි  $G_1$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද (R = 1 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ( $\bar{Q}_{n+1} = 0$  බැවින්) යෙදී ඇති බැවින් එහි නව ප්‍රතිදානය  $Q_{n+1} = 0$  වේ. දැන්  $G_2$  - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද (S = 1 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ( $\bar{Q}_n = 0$  බැවින්) යෙදෙන හෙයින් එහි නව ප්‍රතිදානය  $\bar{Q}_{n+1} = 0$  වේ. පිළිපොලයේ පෙර ප්‍රතිදාන  $Q_{n+1} = 0$  හා  $\bar{Q}_{n+1} = 1$  ලෙස පැවතිය ද S = 1 හා R = 1 ලෙස ප්‍රදාන ලබා දුන හොත් පිළිපොලෙහි නව ප්‍රතිදාන  $Q_{n+1} = 0$  හා  $\bar{Q}_{n+1} = 0$  ලෙස ම ප්‍රතිදාන ලැබෙන බව පෙන්වා දිය හැකිය.

එහෙත් මෙහිදී මතු වන මූලික ගැටුපුවක් වේ. එනම් පිළිපොලයේ ක්‍රියාකාරිත්වයේ ද අවගතයෙන් ම තිබිය යුතු තත්ත්වයක් වන  $Q$  හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදාන එකිනෙකට අපවර්ත (Inverting) ආකාරයට පැවතිම මෙහිදී ඉටු නොවීමයි.  $Q = 0$  හා  $\bar{Q} = 0$  වීම මෙම තත්ත්වයට පවතැනී වේ. එබැවින් පිළිපොලයෙහි මූලික හැසිරීමට පහතැනි වන පරිදි ප්‍රතිදාන ලබා දෙන මෙම ප්‍රදාන, එනම් S = 1 හා R = 1 යන ප්‍රදාන පිළිපොල වෙත යොමු කිරීම කිසි විටෙකත් සිදු නොකරන අතර එම ප්‍රදාන තත්ත්වය "වලංගු නොවන අවස්ථාව" යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

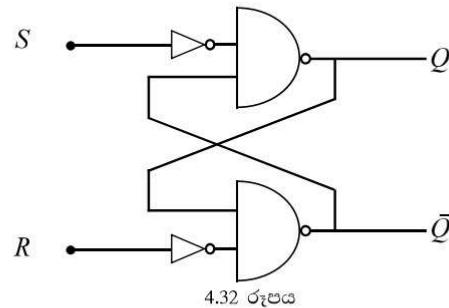
මෙහි ඉහත 1, 2, 3 හා 4 අවස්ථාවල දී ඉදිරිපත් කරන ලද සරල වග හතර හාවිතයෙන් S - R පිළිපොලයක් සඳහා වන සත්‍යතාව වශා පහත දක්වා ඇති පරිදි ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

| ප්‍රදාන |   | ප්‍රතිදාන |                 | පවතින අවස්ථාව |
|---------|---|-----------|-----------------|---------------|
| S       | R | $Q_{n+1}$ | $\bar{Q}_{n+1}$ |               |
| 0       | 0 | $Q_n$     | $\bar{Q}_n$     | වෙනස් නොවීම   |
| 1       | 0 | 1         | 0               | පිකුවුම       |
| 0       | 1 | 0         | 1               | ප්‍රතිඵිශ්චුම |
| 1       | 1 | -         | -               | වලංගු නොවීම   |

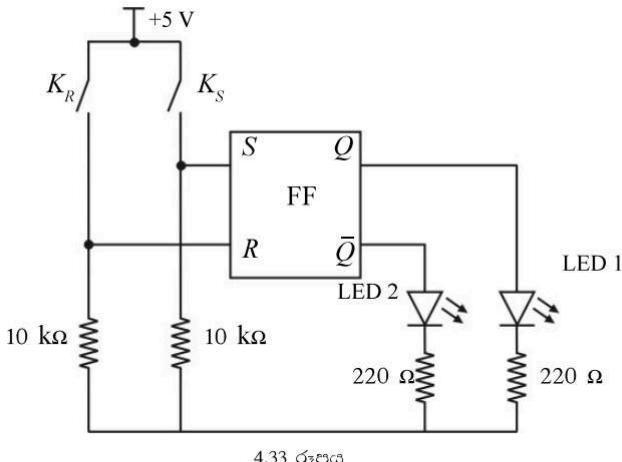
මෙහි  $Q_{n+1}$  හා  $\bar{Q}_{n+1}$  යනු අදාළ ප්‍රදාන යොමු කළ විට පිළිපොලයෙන් ලබා දෙන "නව ප්‍රතිදාන" වේ.  $Q_n$  හා  $\bar{Q}_n$  යනු එම නව ප්‍රතිදාන ලැබීමට පෙර අවස්ථාවේ දී පිළිපොලයේ පැවති "පෙර ප්‍රතිදාන" වේ.

#### 4.16.2 NAND ද්වාර හාවිතයෙන් පිළිපොලක් තනා ගැනීම

NOR ද්වාර වෙනුවට NAND ද්වාර යොදා ගනීමින් ද පිළිපොලක් තනා ගත හැකිය. එහෙත් එහිදී S හා R ප්‍රදාන යොමු කිරීමේ දී ඒවා NOT ද්වාර දෙකක් යොදා ගනීමින් අපවර්තනය කර ගත යුතු වේ. එවැනි පිළිපොලයක් තනා ගන්නා අපුරු 4.32 රුපයේ දී ඇති තාර්කික ද්වාර පරිපථයේ දක්වා ඇත.



මෙහි ක්‍රියාකාරීත්වය ද NOR ද්වාර යොදා තනා ගත් පිළිපොලයේ ක්‍රියාකාරීත්වයට සමාන වේ.  $S$  හා  $R$  සඳහා යෝගා ප්‍රදාන ලබා දෙමින් ( $S = 1$  හා  $R = 1$  අවස්ථාව හැර) මෙම පිළිපොලයේ  $Q$  හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිඵල ලැබේය යුතු ආකාරය තීරණය කිරීමට ඔබට හැකි දැයි උත්සාහ කර බලන්න. පිළිපොලයක ක්‍රියාකාරීත්වය තව දුරටත් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා 4.33 රුපයේ දැක්වෙන පරිපථය යොදා ගනිමු.



4.33 රුපය

පිළිපොලය වෙත සපයන  $S$  හා  $R$  ප්‍රදාන නිශ්චිත විය යුතු ය. එබැවින් එම ප්‍රදාන අගු විවෘත ව තැබීම කරනු නො ලැබේ. මෙහිදී  $K_S$  හා  $K_R$  යතුරු විවෘත (OFF) ඇති විට  $S$  හා  $R$  ප්‍රදාන  $10\text{ k}\Omega$  ප්‍රතිරෝධක ඔස්සේ ගුනා වෝල්ටෝමෝව ලැබේ. එනම්  $S=0$  හා  $S=R$  ලෙස නිශ්චිත ව පවතී.  $K_S$  හෝ  $K_R$  යතුරක් වැශ්‍ය (ON) විට එම වැශ්‍ය යතුර ඔස්සේ අදාළ  $S$  හෝ  $R$  ප්‍රදානය වෙත  $+5\text{ V}$  වෝල්ටෝයාව සැපයේ. එනම්  $S=1$  හෝ  $R=1$  ලෙස නිශ්චිත ප්‍රදාන ලබා දිය හැකිය.

එබැවින්,

$K_S$  විවෘත (OFF) විට  $S=0$  ඇ,

$K_S$  වැශ්‍ය (ON) විට  $S=1$  ඇ ලෙස නිශ්චිත ව ලැබේ.

එමෙන්ම,

$K_R$  විවෘත (OFF) විට  $R=0$  ඇ,

$K_R$  වැශ්‍ය (ON) විට  $R=1$  ඇ ලෙස නිශ්චිත ව ලැබේ.

මෙහිදී  $K_S$  හා  $K_R$  යතුරු දෙක ම එකතුව වසා නො නිශ්චිත ව ත බලා ගත යුතුය. නොඅශේෂ නම්  $S=1$  හා  $R=1$  යන වලංග නොවන ප්‍රදාන තත්ත්වය ඇති වේ.

මෙම පරිපථයේ දැක්වෙන පිළිපොලයේ  $Q=1$  ප්‍රතිඵල ලැබෙන විට LED 1 දැල්වීම ද,  $Q=0$  විට එය නිවීම ද සිදුවේ. තව ද  $\bar{Q}=1$  විට LED 2 දැල්වීම ද,  $\bar{Q}=0$  විට එය නිවීම ද සිදුවේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම කරුණු සැලකීමෙන් පහත දැක්වෙන වගුව පිළියෙල කර ඇත.

| $K_S$            | $K_R$            | $S$ | $R$ | LED 1          | LED 2          | $Q$ | $\bar{Q}$ |
|------------------|------------------|-----|-----|----------------|----------------|-----|-----------|
|                  |                  |     |     |                |                | 1   | 0         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | චිවාන ව<br>(OFF) | 0   | 0   | දැල් වී<br>අැත | නිවී<br>අැත    | 1   | 0         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | වසා<br>(ON)      | 0   | 1   | නිවී<br>අැත    | දැල් වී<br>අැත | 0   | 1         |
| වසා<br>(ON)      | චිවාන ව<br>(OFF) | 1   | 0   | දැල් වී<br>අැත | නිවී<br>අැත    | 1   | 0         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | චිවාන ව<br>(OFF) | 0   | 0   | දැල් වී<br>අැත | නිවී<br>අැත    | 1   | 0         |
| වසා<br>(ON)      | චිවාන ව<br>(OFF) | 1   | 0   | දැල් වී<br>අැත | නිවී<br>අැත    | 1   | 0         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | වසා<br>(ON)      | 0   | 1   | නිවී<br>අැත    | දැල් වී<br>අැත | 0   | 1         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | චිවාන ව<br>(OFF) | 0   | 0   | නිවී<br>අැත    | දැල් වී<br>අැත | 0   | 1         |
| චිවාන ව<br>(OFF) | වසා<br>(ON)      | 0   | 1   | නිවී<br>අැත    | දැල් වී<br>අැත | 0   | 1         |

පෙර පැවති අවස්ථාව  
නොවෙනස් අවස්ථාව  
ප්‍රතිඵිශ්‍රුම් අවස්ථාව  
පිහිටුම් අවස්ථාව  
නොවෙනස් අවස්ථාව  
පිහිටුම් අවස්ථාව  
ප්‍රතිඵිශ්‍රුම් අවස්ථාව  
නොවෙනස් අවස්ථාව  
ප්‍රතිඵිශ්‍රුම් අවස්ථාව

### විසඳු අභ්‍යාසය 1

ඉහත වගුව මනාව අධ්‍යයනය කිරීමෙන් පසු පහත දැක්වෙන වගුව සම්පූර්ණ කරන්න.  $S-R$  පිළිපොලයට සපයන  $S$  හා  $R$  ප්‍රඛාන වෙනස් කරන විට ඉන් ලැබෙන  $Q$  හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදාන පිළිබඳව එම වගුවෙන් දැක්වීමට නැකිය.

|     | $S$ | $R$ | $Q$ | $\bar{Q}$ |
|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 1)  |     |     | 1   | 0         |
| 2)  | 0   | 0   |     |           |
| 3)  | 0   | 1   |     |           |
| 4)  | 0   | 0   |     |           |
| 5)  | 1   | 0   |     |           |
| 6)  | 0   | 0   |     |           |
| 7)  | 0   | 1   |     |           |
| 8)  | 0   | 0   |     |           |
| 9)  | 0   | 1   |     |           |
| 10) | 1   | 0   |     |           |

පෙර පැවති ප්‍රතිදානය

විසඳුම : වගුවේ,

- 1) ඡේලියෙන් පිළිපොලයේ පෙර පැවති ප්‍රතිදාන දක්වා ඇත.
- 2) ඡේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 0$  බැවින් එය පිළිපොලයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් පෙර පැවති ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව පවතී.  $\therefore Q = 1, \bar{Q} = 0$  යේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

- 3) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 1$  බැවින් මෙය පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵිශ්චිත අවස්ථාවයි.  
 $\therefore Q = 0, \bar{Q} = 1$  වේ.
- 4) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 0$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් මින් පෙර 3) පේලියේ දැක්වෙන අවස්ථාවේ දී තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.  
 $\therefore Q = 0, \bar{Q} = 1$  වේ.
- 5) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 1, R = 0$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵිශ්චිත අවස්ථාවයි.  
 $\therefore Q = 1, \bar{Q} = 0$  වේ.
- 6) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 0$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි.  
 එබැවින් මින් පෙර 5) පේලියේ ඇති අවස්ථාවේ තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.  
 $\therefore Q = 1, \bar{Q} = 0$  වේ.
- 7) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 1$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵිශ්චිත අවස්ථාවයි.  
 $\therefore Q = 0, \bar{Q} = 1$  වේ.
- 8) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 0$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි.  
 එබැවින් මින් පෙර 7) පේලියේ ඇති අවස්ථාවේ තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.  
 $\therefore Q = 0, \bar{Q} = 1$  වේ.
- 9) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 0, R = 1$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵිශ්චිත අවස්ථාවයි.  
 $\therefore Q = 0, \bar{Q} = 1$  වේ.
- 10) පේලිය සලකන්න. එහි  $S = 1, R = 0$  වේ. මෙය පිළිපොලයේ ප්‍රතිඵිශ්චිත අවස්ථාවයි.  
 $\therefore Q = 1, \bar{Q} = 0$  වේ.

දැන් ඉහත එක් එක් අවස්ථාවේ දී ලබා ගත්  $Q$  හා  $\bar{Q}$  ප්‍රතිදාන අනුව අදාළ වගුව සම්පූර්ණ කළ විට පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

| $S$ | $R$ | $Q$ | $\bar{Q}$ |                         |
|-----|-----|-----|-----------|-------------------------|
| 1)  |     | 1   | 0         | පෙර පැවති ප්‍රතිදානය    |
| 2)  | 0   | 0   | 1         | පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව |
| 3)  | 0   | 1   | 0         | ප්‍රතිඵිශ්චිත           |
| 4)  | 0   | 0   | 0         | පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව |
| 5)  | 1   | 0   | 1         | ප්‍රතිඵිශ්චිත           |
| 6)  | 0   | 0   | 1         | පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව |
| 7)  | 0   | 1   | 0         | ප්‍රතිඵිශ්චිත           |
| 8)  | 0   | 0   | 0         | පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව |
| 9)  | 0   | 1   | 0         | ප්‍රතිඵිශ්චිත           |
| 10) | 1   | 0   | 1         | ප්‍රතිඵිශ්චිත           |

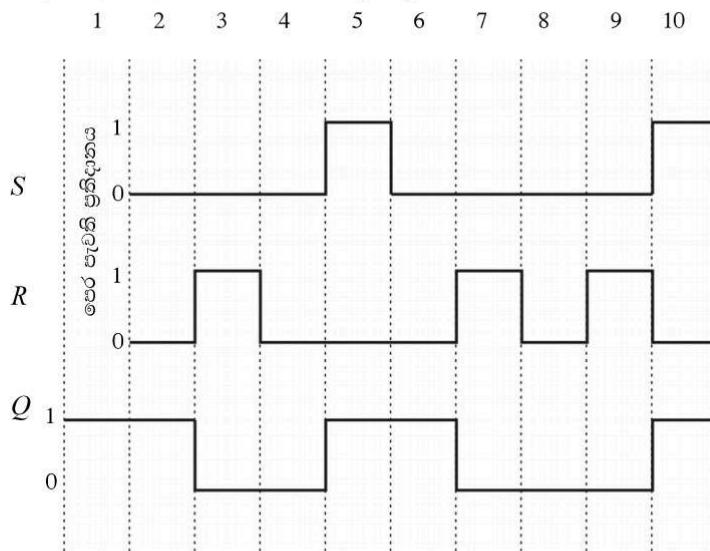
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය අංශයෙන් අනුමත ඇතිවිය යුතු ඇතිවිය.

#### 4.16.3 කාල රුපසටහන්

$S - R$  පිළිපොලයකට වලංගු විවිධ ප්‍රදාන ලබා දුන් විට එහි ප්‍රදානවල හා ප්‍රතිදානවල තාර්කික මට්ටම් නිරුපණය කිරීම සඳහා කාල - රුපසටහන් යොදා ගනු ලැබේ.

මෙහිදී සමාන කාල ප්‍රාන්තර සැලකම්න් ඒ ඒ කාල ප්‍රාන්තරය තුළ ලබා දී ඇති  $S$  හා  $R$  ප්‍රදාන අනුව සහ ඉන් පෙර කාල ප්‍රාන්තරයේ දී පැවති ප්‍රතිදානය අනුව ලැබෙන  $Q$  ප්‍රතිදානයේ තාරකික මට්ටම මෙම කාල - රුපසටහනක් මගින් දක්වනු ලැබේ.

කාල - රුපසටහනක් ලබා ගන්නා ආකාරය වටහා ගැනීම පිශිස ඉහත අප සම්පූර්ණ කළ වගුවේ දැක්වෙන ආකාරයට  $S$  හා  $R$  ප්‍රදාන ලබා දුන් විට එම ප්‍රතිදානය ( $Q$ ) පවතින අන්දම පහත දැක්වෙන පරිදි කාල - රුපසටහනක් මගින් දක්වමු.

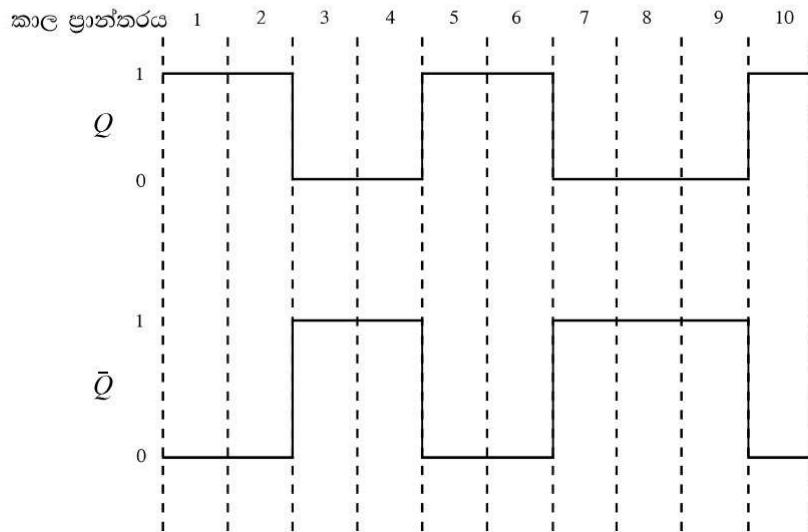


ලේ ඒ කාල ප්‍රාන්තරයේ දී පවතින ප්‍රතිදානය තීරණය කරන අන්දම

| කාල ප්‍රාන්තරය | $Q$ ප්‍රතිදානය                                              |
|----------------|-------------------------------------------------------------|
| 1              | පෙර පැවති $Q$ ප්‍රතිදානය දී ඇත. $\therefore Q = 1$          |
| 2              | $S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි. $\therefore Q = 1$ |
| 3              | $S = 0, R = 1$ බැවින් ප්‍රතිඵිටුම් වේ. $\therefore Q = 0$   |
| 4              | $S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි. $\therefore Q = 0$ |
| 5              | $S = 1, R = 0$ බැවින් ප්‍රතිඵිටුම් වේ. $\therefore Q = 1$   |
| 6              | $S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි. $\therefore Q = 1$ |
| 7              | $S = 0, R = 1$ බැවින් ප්‍රතිඵිටුම් වේ. $\therefore Q = 0$   |
| 8              | $S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි. $\therefore Q = 0$ |
| 9              | $S = 0, R = 1$ බැවින් ප්‍රතිඵිටුම් වේ. $\therefore Q = 0$   |
| 10             | $S = 1, R = 0$ බැවින් ප්‍රතිඵිටුම් වේ. $\therefore Q = 1$   |

යම් කිසි පිළිපොලයක ත්‍රියාකාරීන්වය දැක්වෙන කාල - රුපසටහනක් මෙට සපයා ඇත් නම් ඒ ඒ කාල ප්‍රාන්තරවලට අදාළ වන ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන තාරකික මට්ටම ඉකා පහසුවෙන් මෙට කියවා ගත හැකි වේ. කාල - රුපසටහනක සමානානයෙන් දක්වනු ලබන්නේ  $S - R$  පිළිපොලයේ මුළුක ප්‍රතිදානය වන  $Q$  පමණි. එහෙන් අවශ්‍ය විටෙක  $Q$  අනුව  $Q$  හි තර්ක මට්ටම තීරණය කර

එය ද පහත සඳහන් පරිදි කාල - රුපසටහනාක දැක්විය හැකිය.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

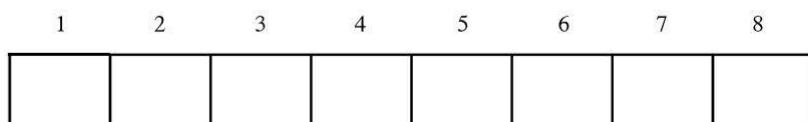
#### 4.16.4 මූලික මතක පරිපථයක් ලෙස S - R පිළිපොලයේ භාවිතය

පරිගණක යන්තු ඇතුළු විවිධ ඉලක්ට්‍රොනික උපකරණවල ක්‍රියාකාරන්වය සඳහා ඉලක්ට්‍රොනික මතක (electronic memory) ආධාර කර ගෙන ඇත. එම ඉලක්ට්‍රොනික මතක තීර්ණාණය කර ඇත්තේ මූලික මතක කේෂ (memory cells) ලෙස යොදා ගන්නා පිළිපොල විශාල සංඛ්‍යාවක් සහිත පරිපථ මගිනි. මතක පරිපථයක දී S - R පිළිපොල භාවිත කරන ආකාරය වටහා ගැනීම සඳහා පළමු ව අපි මතක ඒකක පිළිබඳව විමසා බලමු.

#### 4.17 මතක ඒකක (Memory units)

ඉලක්ට්‍රොනික මතකයක එක් ද්විමය සංඛ්‍යාකයක් (1 හෝ 0) ගෙවා කර තැබිය හැකි ස්ථානයක් හඳුන්වනු ලබන්නේ මතක කේෂයක් (memory cell) යනුවෙනි. ඒ අනුව එක් මතක කේෂයක් තුළ එක් ද්විමය සංඛ්‍යාකයක් ගෙවන් බිටුවක් (bit) ගෙවා කළ නැංවය. බිටු (bits) යනු ද්විමය සංඛ්‍යාක (binary digits) යන්න කෙටි කර දැක්වෙන යෙදුමකි. එනම් binary digits → bits වේ.

බයිටයක් සාමාන්‍යයෙන් පහත දැක්වෙන අයුරින් තීරුප්‍රණය කරනු ලැබේ.



මෙහි 1 සිට 8 දක්වා වූ එක් එක් මතක කේෂයක් තුළ 0 හෝ 1 අවශ්‍ය පරිදි ගෙවා කළ හැකිය.

අප ඉහත විමසා බලන ලද කරුණු අනුව S - R පිළිපොල 8ක් යොදා ගනීමින් මෙවැනි මතක ඒකකයක් තහා ගන්නා ආකාරය ඔබට වටහා ගත හැකි වනු ඇත. එහිදී එක් බිටුවක් (0 හෝ 1)

මතක තබා ගැනීමට එක් පිළිපොලයක් යොදා ගැනේ. එලෙස පිළිපොල 8ක් යොදා ගැනීමෙන් බිඳු 8ක්, එනම් බයිටයක් මතක තබා ගත හැකි වේ.

දැන් අපි ඉහත නිරුපණය කළ බයිටයේ (මතක ඒකකයේ) එක් එක් බිඳුවට අමිතත පරිදි ද්වීමය සංඛ්‍යාවක යොදා බලමු.

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

දැන් මෙම බිඳු 8 මගින් යම් ද්වීමය සංඛ්‍යාවක් (Binary number) නිරුපණය කරන සේ සැලකිය හැකිය. එහි වැඩි ම ස්ථානීය අගය සහිත බිඳුව වන්නේ වම් අන්තයේ ඇති බිඳුවය (මෙහිදී එය 1 වේ). වැඩි ම ස්ථානීය අගය සහිත එම බිඳුව වැඩි ම වෙශෙසි බිඳුව (Most Significant Bit) නම් වේ. එය MSB යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

මෙම බයිටයේ ඇති අඩු ම ස්ථානීය අගය සහිත බිඳුව වන්නේ දකුණු අන්තයේ ඇති බිඳුවය (මෙහිදී එය 0 වේ). එම බිඳුව අඩු ම වෙශෙසි බිඳුව (Least Significant Bit) නම් වේ. එය LSB යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

උදාහරණ :

පහත දැක්වෙන එක් එක් මතක ඒකකයේ (බයිටයේ) ඇති MSB (වැඩි ම වෙශෙසි බිඳුව) සහ LSB (අඩු ම වෙශෙසි බිඳුව) කුමක් දැයි සඳහන් කරන්න.

(i)

|         |   |   |   |   |         |   |   |
|---------|---|---|---|---|---------|---|---|
| 0       | 1 | 1 | 1 | 0 | 0       | 1 | 1 |
| ↑       |   |   |   |   | ↑       |   |   |
| MSB = 0 |   |   |   |   | LSB = 0 |   |   |

වම් අන්තයේ ඇති බිඳුව = 0  
 $\therefore$  MSB = 0

දකුණු අන්තයේ ඇති බිඳුව = 1  
 $\therefore$  LSB = 1

(ii)

|         |   |   |   |   |         |   |   |
|---------|---|---|---|---|---------|---|---|
| 0       | 0 | 1 | 0 | 1 | 1       | 1 | 0 |
| ↑       |   |   |   |   | ↑       |   |   |
| MSB = 0 |   |   |   |   | LSB = 0 |   |   |

වම් අන්තයේ ඇති බිඳුව = 0  
 $\therefore$  MSB = 0

දකුණු අන්තයේ ඇති බිඳුව = 0  
 $\therefore$  LSB = 0

(iii)

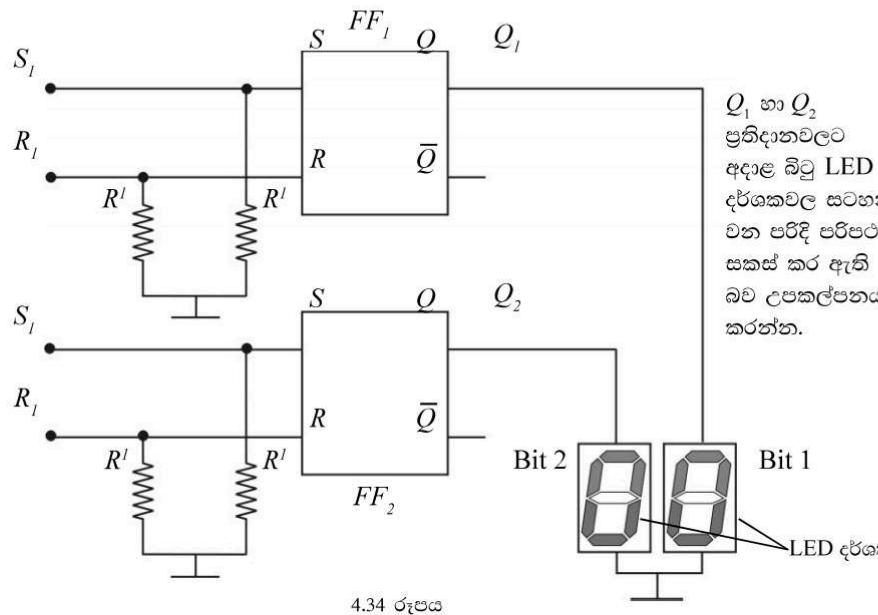
|         |   |   |   |   |         |   |   |
|---------|---|---|---|---|---------|---|---|
| 1       | 0 | 1 | 1 | 1 | 0       | 0 | 1 |
| ↑       |   |   |   |   | ↑       |   |   |
| MSB = 1 |   |   |   |   | LSB = 1 |   |   |

වම් අන්තයේ ඇති බිඳුව = 1  
 $\therefore$  MSB = 1

දකුණු අන්තයේ ඇති බිඳුව = 1  
 $\therefore$  LSB = 1

S - R පිළිපොල 2ක් යොදා ගෙන බිඳු දෙකක් මතක තබා ගත හැකි මතක පරිපථයක් 4.34 රුපයේ දැක්වෙන පරිදි සැලසුම් කළ හැකිය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම තිමිකම් ඇවිරිණි.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම  $S - R$  පිළිපොලයන්ට කිසිදු බාහිර ප්‍රදානයක් ලබා දී නොමැති විට එක් එක් පිළිපොලයේ  $S$  හා  $R$  ප්‍රදාන අගුවලට  $R^I$  ප්‍රතිරෝධක (අගය 10 k $\Omega$  පමණ වන) ඔස්සේ ගුනා විභවය යොමු වන බැවින්  $S=0$  හා  $R=0$  ලෙස පවතී.

දැන්  $FF_1$  පිළිපොලයේ ප්‍රදාන  $S_1=0$ ,  $R_1=1$  ලෙස යොයුම්. එවිට පිළිපොලය ප්‍රතිසිහිටුම් වී එහි  $Q$  ප්‍රතිදානය  $Q_1=0$  ලෙස ලැබේ එම්මින් bit 1 දරුකකයේ 0 සටහන් කරයි. ඉන් පසු ප්‍රදාන ලෙස යෝදු වෝල්ටේයකා මට්ටම් ඉවත් කළ ද  $R^I$  ප්‍රතිරෝධක මගින්  $S_1=0$ ,  $R_1=0$  ප්‍රදාන තනත්වය (නොවෙනස් අවස්ථාව) ලබා දෙන බැවින් පෙර තිබූ ප්‍රතිදානය වන  $Q_1=0$  එලෙස ම පවතී. ඒ අනුව මෙම පිළිපොලය එහි ප්‍රතිදානය වූ  $Q_1=0$  මතකයේ තබා ගෙන සිටී. මෙම සිදුවේම මතක තබා ගැනීමක් සේ සැලකිය හැකි වන්නේ අදාළ ප්‍රදාන සංඛ්‍යා ඉවත් කළ පසුව ද එම ප්‍රතිදානය නොවෙනස් ව තිබෙන බැවිති. මේ නිසා නැවත වරක් අවශ්‍ය පරිදි බාහිර ප්‍රදාන  $S_1$  හා  $R_1$  වෙත යොදාවා වෙනසක් ඇති නො කරන්නේ නම් bit 1 දරුකකයේ සටහන් වූ 0 එලෙස ම පවතී.

මෙලෙස ම  $FF_2$  පිළිපොලයේ  $S_2$  හා  $R_2$  ප්‍රදාන වෙත අවශ්‍ය පරිදි ප්‍රදාන ලබා දීමෙන් එහි  $Q_2$  ප්‍රතිදානය 0 හේ 1 ලෙස ලබා ගත හැකි වේ. එම ප්‍රතිදානයට අදාළ බිමුව bit 2 දරුකකයේ සටහන් වේ. දැන් එහි ප්‍රදාන ඉවත් කළ ද පිළිපොලය පෙර  $Q_2$  ප්‍රතිදානය මතකයේ තබා ගෙන ඇති බැවින් bit 2 දරුකකයේ සටහන් වූ බිමුව නොවෙනස් ව පවතී. අපට අවශ්‍ය අවස්ථාවක දී යළි  $S_2$  හා  $R_2$  වෙත අදාළ ප්‍රදාන යොමු කර  $Q_2$  ප්‍රතිදානය වෙනසක් කර ගන්නා අවස්ථාවක් එළඹින තෙක් ම එම bit 2 හි සටහන් වූ බිමුව නොවෙනස් ව පවතී. එනම් පිළිපොලය එම බිමුව මතකයේ තබා ගෙන සිටින බව සැලකිය හැකිය.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ

1. Tom Duncan., (1997). *Success in Electronics— Second Edition*. Trans-Atlantic Publications, Hodder Education, UK.
2. බණ්ඩාර, කේ., (2017). ඉලක්ට්‍රොනික විද්‍යාව - දෙවන මූල්‍යය, Printer Related Express Service Supplies (Press), අංක 24, කොට්ඨාගාබැලේ විදිය, මහනුවර
3. Eggleston, D. L., (2011). *Basic Electronics for Scientists and Engineers*. Occidental College, Los Angeles, USA.
4. Tooley, M., (2006). *Electronic Circuits Fundamentals and Applications*. Newnes, Kingston University, UK.
5. Bhargava, N.N., Bhargava, N. N., Gupta, S. C.& Kulshreshtha, D. C., (1983). *Basic Electronics and Linear Circuits*. Tata McGraw-Hill Education, New York, USA.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. අභ්‍යන්තර ප්‍රතිඵල ප්‍රතිඵල ඇවිරීමි.

