© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

භෞතික විද්‍යාව

13 ශ්‍රේණිය

සම්පත් පොත

ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව

9 වන ඒකකය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාව
සම්පත් පොත
ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව
9 වන ඒකකය

13 ශ්‍රේණිය

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
පළමු මුද්‍රණය - 2021

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

මුද්‍රණය : මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

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

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

මේ ග්‍රන්ථය මඟින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම ඔස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට ශිෂ්‍යයන්ට පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

මේ පොත සම්පාදනය කිරීමට සම්බන්ධ වූ ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයට හා බාහිර විෂය විශේෂඥයන්ට මාගේ කෘතඥතාව පළ කරමි.

ආචාර්ය සුනිල් ජයන්ත නවරත්න
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී 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 කාර්යයේ දී අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර, ඊට සමගාමී ව ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂය මාලාවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරනු ලැබී ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත අන්තර් ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පර විරෝධි විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිභවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මගින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මව් භාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට ශිෂ්‍යයන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබා ගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට නිවැරදි ව ලබා ගැනීමට මේ ග්‍රන්ථය උපකාරී වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් හා ගුරුභවතුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා කමිටුවෙන් ද ශාස්ත්‍රීය කටයුතු මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ. ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අනුශාසකත්වය

රංජිත් පද්මසිරි මයා
නියෝජ්‍ය අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
විද්‍යා හා තාක්‍ෂණ පීඨය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

සංස්කරණය

පී. මලවිපතිරණ	- ජ්‍යෝෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආචාර්ය එම්.එල්.එස්. පියතිස්ස	- සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආර්.ඒ. අමරසිංහ මෙණෙවිය	- සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආර්.එන්.එන්. වීරසිංහ මිය	- සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය උපදේශනය

මහාචාර්ය එල්.ආර්.ඒ.කේ. බණ්ඩාර	- භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය
මහාචාර්ය එස්.ආර්.ඩී. රෝසා	- භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

රචනය

එච්.එස්.කේ. විජයතිලක	- විශ්‍රාමික ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය - I
පී. වික්‍රමසේකර	- බෞද්ධ බාලිකා විද්‍යාලය, ගල්කිස්ස - I

භාෂා සංස්කරණය

මංගල ගුණරත්න	- ජ්‍යෝෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පිටුවැස්ම හා පරිගණක වදන් සැකසුම

ඩී. එම්. ඉරේෂා රංගනා දිසානායක	- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය

මංගල වැලිපිටිය	- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
පද්මා වීරවර්ධන මිය	- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පටුන

පිටු අංකය

01. පළමු පරිච්ඡේදය	- අර්ධ සන්නායක හා ඩයෝඩවල භාවිත	01
02. දෙවන පරිච්ඡේදය	- ට්‍රාන්සිස්ටර	45
03. තුන්වන පරිච්ඡේදය	- සංගෘහිත පරිපථ සහ කාරකාත්මක වර්ධක	83
04. හතරවන පරිච්ඡේදය	- සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව	107

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමුවන පරිච්ඡේදය

අර්ධ සන්නායක හා ඩයෝඩවල භාවිත
(Uses of Semiconductors and Diodes)

1.1 හැඳින්වීම

ධාරා විද්‍යුතයේ දී සන්නායකයක් තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගැලීම නිසා හට ගන්නා විද්‍යුත් ධාරාවෙන් ඇති වන ආචරණ (උදා. තාප, ආලෝක, චුම්බක, යාන්ත්‍රික) පිළිබඳ ව හැදෑරුවෙමු. ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව යටතේ දී හැදෑරීමට බලාපොරොත්තු වන්නේ ඝන මාධ්‍යයක් තුළ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ වෙනත් ආරෝපණ වාහකවල ගමන පාලනය කිරීම හෝ වර්ධනය කිරීම හා එමගින් ලබා ගත හැකි ඵල පිළිබඳවයි.

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී භාවිත කරන උපකරණ බොහොමයක් ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව (Electronics) පදනම් කොට ගෙන නිපදවන ලද ඒවා වේ. මේවායින් වැඩි ම ප්‍රමාණයක් ඝන අවස්ථා ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ (Solid-state Electronics) එන අර්ධ සන්නායක භාවිතයෙන් නිපදවා ඇති උපාංග වේ. නමුත් ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ ආරම්භය සිදු වූයේ ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට රික්තයක් තුළින් ගමන් කළ හැකි වීම සොයා ගැනීමත් සමඟ ය. (නමුත් ආරම්භක අවධියේ දී මෙලෙස චලනය වන්නේ ඍණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන බව දැන සිටියේ නැත.)

1940 දී ජර්මේනියම් අර්ධ සන්නායකයකට අපද්‍රව්‍ය සුළු ප්‍රමාණයක් මුසු කළ විට ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ගුණ ඇති වන බව බෙල් පරීක්ෂණාගාරයේ සේවය කළ රසල් ඕල් (Russell Ohl) විසින් අනාවරණය කර ගැනීමත් සමඟ ඝන අවස්ථා ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව පිළිබඳ පළමු අත්දැකීම ලැබුණි. පසුව ඔහු විසින් $p-n$ සන්ධියක ඇති ඍජුකාරක ගුණය අනාවරණය කර ගන්නා ලදී. මෙතෙක් සිදු වූ රික්තයක් තුළ වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන පාලනය කිරීම පිළිබඳ උනන්දුවක් මේ සමඟ ඇති විණ. 1941 දී පළමු වරට ජර්මේනියම් $p-n$ සන්ධියක් භාවිත කොට ප්‍රථම අනාවරක ඩයෝඩය නිපදවන ලදී. 1947 දී බෙල් පර්යේෂණායතනයේ සේවයේ නියුතු ඇමෙරිකානු ජාතික ජෝන් බාඩීන් (John Bardeen), විලියම් ෂොක්ලි (William Shookley) සහ වෝල්ටර් බ්‍රැටේන් (Walter Brattain) විසින් ජර්මේනියම් අර්ධ සන්නායක භාවිත කරමින් ප්‍රථම ට්‍රාන්සිස්ටරය ලොවට හඳුන්වා දෙන ලදී. ඝන අවස්ථා ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දියුණුවත් සමඟ ත්‍රිමයන කපාට ක්‍රමයෙන් ඉවත් වී ට්‍රාන්සිස්ටර ඒ වෙනුවට ආදේශ විය.

1.2 අර්ධ සන්නායක

ද්‍රව්‍යවල විද්‍යුත් සන්නායකතාව හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව අනුව ද්‍රව්‍ය මූලික වශයෙන් විද්‍යුත් සන්නායක සහ පරිවාරක ලෙස වර්ග කරනු ලැබේ. පොදුවේ ගත් කළ ලෝහ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධකතාව (ρ) $10^{-8}\,\Omega\,\mathrm{m}$ ගණයේ වේ. අලෝහ පරිවාරකවල ප්‍රතිරෝධකතාව $10^{12}\,\Omega\,\mathrm{m}$ට වඩා විශාල වේ.

සන්නායකතාවේ (σ) පරස්පරය ප්‍රතිරෝධකතාව (ρ) වෙයි.

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත දැක්වෙන්නේ ද්‍රව්‍ය කිහිපයක 20 ^{0}C දී ප්‍රතිරෝධකතාව දැක්වෙන වගුවකි.

1.1 වගුව

ද්‍රව්‍යය	ප්‍රතිරෝධකතාව (ρ) Ω m	සන්නායකතාව (σ) Moho
රිදී	1.6×10^{-8}	6.25×10^{7}
තඹ	1.7×10^{-8}	5.9×10^{7}
රන්	2.42×10^{-8}	4.2×10^{7}
ඇලුමිනියම්	2.8×10^{-8}	3.6×10^{7}
යකඩ	10×10^{-8}	1×10^{7}
ඊයම්	20×10^{-8}	0.5×10^{7}
මැන්ගනීන්	44.5×10^{-8}	0.23×10^{7}
කෝන්ස්ටන්ටන්	49×10^{-8}	0.20×10^{7}
නික්‍රෝම්	110×10^{-8}	0.09×10^{7}
සිලිකන්	2.3×10^{3}	4.35×10^{-4}
ජර්මේනියම්	6.5×10^{-1}	1.54
පයිරෙක්ස් (වීදුරු)	1×10^{12}	1×10^{-12}
එබනයිට්	2×10^{13}	0.5×10^{-13}
පැරෆින්	3×10^{13}	0.33×10^{-13}
මයිකා	9×10^{13}	0.11×10^{-13}
විලීන ක්වාට්ස්	7×10^{16}	0.14×10^{-13}

මේවායින් සමහර ද්‍රව්‍ය ප්‍රතිරෝධකතාව ඉතා අඩු (සන්නායක) සහ ප්‍රතිරෝධකතාව ඉතා වැඩි (පරිවාරක) අතර පිහිටන බව පෙනේ. මෙම ද්‍රව්‍ය ''අර්ධ සන්නායක'' (Semiconductors) ලෙස වර්ග කරනු ලැබේ.

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

1.2 වගුව

සන්නායක	අර්ධ සන්නායක	පරිවාරක
$\rho < 10^{-3}\,\Omega$ m	$10^{-3}\,\Omega$ m $< \rho < 10^{5}\,\Omega$ m	$\rho > 10^{5}\,\Omega$ m

ඝන අවස්ථා ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දී (Solid state electronics) වැදගත් වනුයේ මෙම අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය වේ.

ද්‍රව්‍යයක විද්‍යුත් සන්නයනයට හේතු වනුයේ ආරෝපණ වාහක ලෙස ක්‍රියා කරන නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයි. ද්‍රව්‍යවල පරමාණු තුළ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන විද්‍යුත් ආකර්ෂණ බල හේතු කොට ගෙන ධන ආරෝපිත න්‍යෂ්ටියට බැඳී පවතී. මේ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට නිදහසේ චලනය වීමට ඇති හැකියාවට බාධා පැමිණේ. ද්‍රව්‍යවල පරමාණු අතර ඇති බන්ධනවල ස්වභාවය අනුව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

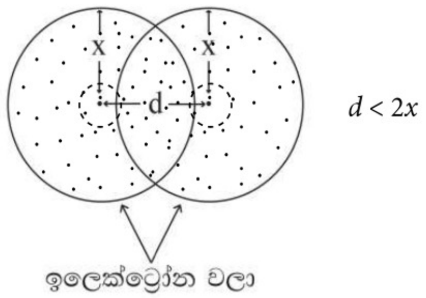
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට මෙම බන්ධනයෙන් ගැලවී නිදහස් වීමට අවස්ථාවක් ලැබේ. ඝන ද්‍රව්‍යවල පරමාණු අතර ඇති බන්ධන ප්‍රධාන වශයෙන් වර්ග තුනකට බෙදිය හැකි ය.

i. ලෝහක බන්ධන ii. අයනික බන්ධන iii. සහ සංයුජ බන්ධන

ලෝහමය මූලද්‍රව්‍යවල ඇති බන්ධන ලෝහක බන්ධන ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ලෝහ පරමාණු දැලිසක ඇති එකිනෙකට ආසන්න ලෝහ පරමාණුවල න්‍යෂ්ටි දෙකක් අතර දුර ලෝහ පරමාණුවේ අරයේ දෙගුණයට වඩා අඩු බව ප්‍රායෝගික ව සොයා ගෙන ඇත. මෙයින් පෙනෙන්නේ පරමාණුවල පිටතින් ම පිහිටි ඉලෙක්ට්‍රෝන කක්ෂ (ඉලෙක්ට්‍රෝන වලාව) එකිනෙක අතිච්ඡේදනය වී ඇති බවයි. (1.1 රූපය)



1.1 රූපය

මෙහි දී න්‍යෂ්ටියට වඩාත් ම ඈතින් පිහිටි අවසාන කවචයේ (සංයුජතා කවචය) ඇති සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට (Valance Electrons) න්‍යෂ්ටියට ඇති බැඳීම අඩු ය. මේ නිසා, එම ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට අතිච්ඡේදනය වී ඇති පොදු ඉලෙක්ට්‍රෝන වලාව තුළ අහඹු ලෙස චලනය වීමට හැකි වේ. ලෝහයක දැලිසේ පරමාණුක ඝනත්වය (Atomic Density) ඉතා විශාල වේ. උදාහරණයක් ලෙස, තඹවල (Cu) පරමාණුක ඝනත්වය 10^{29} m^{-3} ප්‍රමාණයේ වන අතර කාමර උෂ්ණත්වයේ දී (300 K) තඹවල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඝනත්වය (Free Electron Density) 8×10^{28} m^{-3} පමණ වේ. සෑම ලෝහයක ම පාහේ මෙවැනි නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් පිහිටන අතර ලෝහවලට අධික සන්නායකතාවක් හිමිවන්නේ මෙම නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නිසා ය.

සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් (NaCl) වැනි ද්‍රව්‍යවල විද්‍යුත් සන්නායකතාව තීරණය වනුයේ ඒවායේ පරමාණු අතර ඇති ආයනික බන්ධන මගිනි. මෙහි දී සෝඩියම් පරමාණුවේ බාහිර කවචයේ ඇති සංයුජ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ගැලවී ක්ලෝරින් පරමාණුවේ සංයුජ කවචයට එක් වන අතර මේ හේතුව නිසා සෝඩියම් ධන අයනයක් (Na^{+1}) බවටත් ක්ලෝරීන් ඍණ අයනයක් (Cl^{-1}) බවටත් පත් වේ. සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් අණුවල බන්ධන වන්නේ මෙම අයන අතර ඇති වන විද්‍යුත් බන්ධනයි. මෙම බන්ධන ඉතා ප්‍රබල හෙයින් මෙවැනි ද්‍රව්‍ය ඝන අවස්ථාවේ දී විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි. (ආරෝපණ වාහක නොමැති හෙයිනි). නමුත් ජලය වැනි අයනීකාරක ද්‍රාවකයක් තුළ දී මෙම අයන අතරට පාරවේද්‍යතාව අධික වූ ජලය පැමිණීම නිසා අයන අතර ඇති විද්‍යුත් ආකර්ෂණ බලය ඉතා අඩු වී එම අයනවලට ආරෝපණ වාහක ලෙස චලනය වීමට හැකි වේ. ජලීය සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් හොඳ විද්‍යුත් සන්නායකයක් වනුයේ මෙම අයන හේතුවෙනි. කෙසේ වුවද, ආයනික ද්‍රව්‍ය වියළි ඝන තත්ත්වයේ දී නිදහස් අයන නොමැති හෙයින් පරිවාරකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මෙවැනි ද්‍රව්‍ය ඉහළ උෂ්ණත්වයකට රත් කොට විලීන කළ විට නැවත සන්නායක බවට පත් වේ. මෙහිදී ද සන්නයනයට හේතු වන ආරෝපණ වාහක ලෙස හැසිරෙන්නේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නොව ධන හා ඍණ අයන බව අවධාරණය කළ යුතු ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

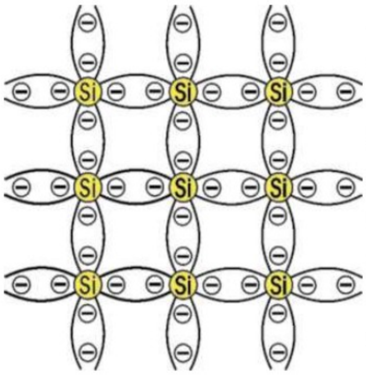
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලෝහ සහ ලවණ හැර අනෙක් අලෝහ ද්‍රව්‍යවල ඇත්තේ සහ සංයුජ බන්ධනයි. මෙහි දී ද්‍රව්‍ය පරමාණු ඒවායේ සංයුජ කවචවල ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන, අසල ඇති පරමාණු සමඟ පොදුවේ තබා ගැනීමෙන් සංයුජ කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය අටක් ව තබා ගෙන ස්ථායී පරමාණු බවට පත් වී ඇත. බොහෝ ද්‍රව්‍යවල ඇති මෙම සහසංයුජ බන්ධන ඉතා ප්‍රබල හෙයින් ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට නිදහසේ චලනය විය නොහැකි ය. මෙම බන්ධන බිඳී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇති වන්නේ ඉතා සුළු වශයෙනි. පරිවාරක ද්‍රව්‍ය ලෙස ක්‍රියාකරන්නේ මෙවැනි ප්‍රබල සහසංයුජ බන්ධන ඇති ද්‍රව්‍යයන් ය.

අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යවල ද පරමාණු බැඳී ඇත්තේ සහසංයුජ බන්ධන ලෙසිනි. නමුත් මෙම සහසංයුජ බන්ධන පරිවාරක ද්‍රව්‍යවල ඇති බන්ධන තරම් ප්‍රබල ඒවා නොවේ. එබැවින් අඩු ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලබා ගෙන වුවද මෙම බන්ධනවලින් මිදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇති කිරීමට මේවාට හැකි ය.

1.3 නිසග අර්ධ සන්නායක



1.2 රූපය
ඒක ස්ඵටිකීය අර්ධ සන්නායකය
(Single-Crystal Semiconductor)

ආවර්තිතා වගුවේ හතරවන (iv) කාණ්ඩයේ ඇති මූලද්‍රව්‍යවල බාහිර කවචයේ (සංයුජතා) ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් ඇති හෙයින් පරමාණු එක්වී ලෝහ දැලිස (Crystal Lattice) සෑදීමේ දී අසල ඇති පරමාණු හතර සමඟ ඉලෙක්ට්‍රෝන පොදුවේ තබා ගෙන සංයුජතා කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 8ක් සම්පූර්ණ කර ගනියි. මෙම දැලිස නිර්මාණය වී ඇති ආකාරය 1.2 රූපයේ දැක්වේ. සත්‍ය වශයෙන් මෙම පරමාණු, දැලිස තුළ ඇත්තේ චතුස්තල ආකාර ත්‍රිමාණ ව්‍යුහයකින් වුවත් මෙහිදී එහි ගුණ පැහැදිලි කිරීම සඳහා තලීය ව්‍යුහයක් භාවිත කොට ඇත.

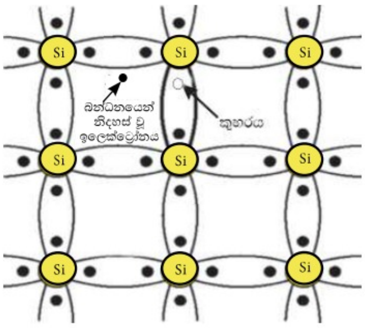
අර්ධ සන්නායක සංශුද්ධ තත්ත්වයෙන් ඇති විට ඒවා **නිසග අර්ධ සන්නායක** යනුවෙන් හැඳින්වේ. පරිවාරකවල මෙන් නොව මේවායේ ඇති සහසංයුජ බන්ධන දුර්වල හෙයින් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී වුවද (තාපය හේතුවෙන්) මෙහි සමහර බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් වේ. මෙලෙස බිඳ වැටෙන සෑම බන්ධනයකින් ම ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌන වූ ස්ථානයක් හෙවත් ''කුහරයක්'' (hole) සහ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් දැලිසට එකතු වේ.

මේ අයුරින් බිඳ වැටෙන බන්ධනවලින් ඇති වන නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නැවත කුහර සමඟ ප්‍රතිසංයෝජනය (Recombination) වී නැවතත් බන්ධන ඇති වීම සිදු වේ. මෙම කුහර ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගල ජනන (Electron-hole pair generation) හා ප්‍රතිසංයෝජන ක්‍රියාවලි ද්‍රව්‍යයේ උෂ්ණත්වයට අනුරූප ව ගතික සමතුලිත තත්ත්වයකට පත් ව යම් කුහර හා නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් දැලිස තුළ ඉතිරි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.3 රූපය

කුහර සහ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇති වන ආකාරය 1.3 රූපයෙන් දැක්වේ.

සන්නායකයක විද්‍යුතය සන්නයනය කරනුයේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනවලින් පමණි. නමුත් අර්ධ සන්නායකවල සිදු වන විද්‍යුත් සන්නයනයට එහි ඇති '**කුහර**' හා නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන යන දෙවර්ගය ම දායක වේ. එමනිසා මෙම කුහර සහ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන පොදුවේ '**වාහක**' ලෙස හැඳින්වේ.

ඉහත දැක්වූ නිසග අර්ධ සන්නායකවල කාමර උෂ්ණත්වයේ දී (300 K) වාහක සාන්ද්‍රණ පහත දැක්වේ.

1.3 වගුව - Ge හා Si 300 K දී වාහක සාන්ද්‍රණ

අර්ධ සන්නායකය	නිසග වාහක සාන්ද්‍රණය
Ge - ජර්මේනියම්	$2.5 \times 10^{13}\ \text{cm}^{-3}$
Si - සිලිකන්	$1.5 \times 10^{10}\ \text{cm}^{-3}$

උෂ්ණත්වය ඉහළ යන විට තවදුරටත් දැලිසේ බන්ධන බිඳෙන හෙයින් මෙම සාන්ද්‍රණය විශාල ලෙස වෙනස් වේ. බන්ධන ශක්තිය අඩු ම වන්නේ Geවල නිසා උෂ්ණත්වය අනුව වාහක සාන්ද්‍රණය විශාල ලෙස වැඩි වන්නේ ජර්මේනියම්වල ය. සිලිකන්වලට උෂ්ණත්වයේ බලපෑම අඩු ය. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සිදුවන මෙම බන්ධන බිඳ වැටීම "**තාපජ කැලඹුම**" (Thermal Agitation) ලෙස හැඳින්වේ.

1.4 අර්ධ සන්නායකවල ධාරා ගැලීමේ යාන්ත්‍රණය

තාපජ කැලඹුම නිසා නිසග අර්ධ සන්නායකයක් තුළ යම් නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් හා එයට සමාන කුහර ප්‍රමාණයක් ඇති වන බව අපි දනිමු. මෙම ක්‍රියාව ඉලෙක්ට්‍රෝන-කුහර යුගල ජනනය (Electron-hole pair generation) ලෙස හඳුන්වමු. එලෙසම මෙම නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සමහරක් නැවත කුහර සමඟ ප්‍රතිසංයෝජනය (Recombination) වී බන්ධන සෑදෙයි. මෙම ක්‍රියා දෙක අවසානයේ දී යම් නියමිත නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් හා සමාන කුහර ප්‍රමාණයක්, ස්ඵටික දැලිස තුළ පවත්වා ගනිමින් ගතික සමතුලිතතාවකට පත් වේ. මෙලෙස යම් උෂ්ණත්වයක දී පවතින නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය n_e වලින් ද කුහර සාන්ද්‍රණය n_h වලින් ද නිරූපණය කරමු. මෙම සාන්ද්‍රණ සෑම විටම සමාන වේ ($n_e = n_h$), අර්ධ සන්නායකයේ වාහක සාන්ද්‍රණය (Carrier Concentration) ලෙස හැඳින්වෙන්නේ මෙලෙස ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ කුහර සාන්ද්‍රණයයි. වාහක සාන්ද්‍රණය n_i ලෙස දක්වමු.

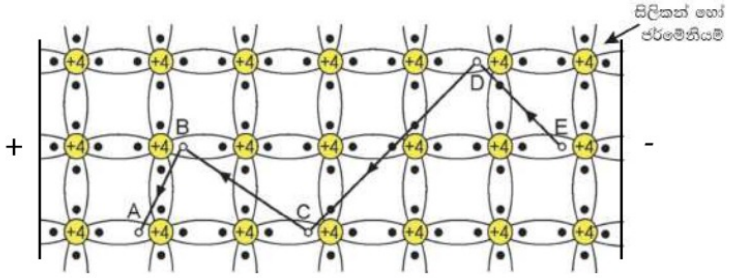
$$n_i = n_e = n_h$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නිසග අර්ධ සන්නායකයේ දෙකළවර විභව අන්තරයක් ඇති කළ විට අර්ධ සන්නායකය තුළ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් *(E)* හට ගනී. මෙම ක්ෂේත්‍රය මගින් ඇති වන බලය හේතුකොට ගෙන ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධව, ප්ලාවිත ප්‍රවේගයෙන් *(v)* ඉලෙක්ට්‍රෝන චලනය වේ. මේ නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලන දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට විද්‍යුත් ධාරාවක් හට ගනී. මෙම ධාරාව I_e වලින් දක්වමු. අර්ධ සන්නායකය තුළ ඇති කුහර ධන ආරෝපණවලට අනුරූප හෙයින් ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට කුහර ධාරාවක් හට ගනියි. නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිස තුළ කුහර චලනය වන ආකාරය පහත 1.4 රූපයේ දැක්වේ.



1.4 රූපය

කුහර චලනය වීම සිදුවනුයේ බන්ධන සමඟ හුවමාරුවීමෙන් කුහරවල ප්ලාවිත ප්‍රවේගය ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ප්ලාවිත ප්‍රවේගය *(v)* ට වඩා කුඩා වේ. මෙය v' වලින් දක්වමු. කුහර ධාරාව I_h වලින් දක්වමු. අර්ධ සන්නායකය හරහා ගලන මුළු ධාරාව වන්නේ මෙම ධාරා දෙකේ එකතුවයි. මෙය I_i වලින් දක්වමු. (නිසග වාහක ධාරාව)

$$\boxed{I_i = I_e + I_h}$$

එලෙසම $v > v'$ හෙයින් $I_e > I_h$ වේ.

නිසග අර්ධ සන්නායකවල වැදගත් ගුණ කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

(a) නිසග අර්ධ සන්නායකයේ උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට බන්ධන වැඩියෙන් බිඳ වැටෙන හෙයින් නිසග වාහක සාන්ද්‍රණය (n_i) වැඩි වේ. මේ නිසා ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ. මේ නිසා නිසග අර්ධ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය ඍණ (–) අගයක් ගනියි.

(b) අර්ධ සන්නායකයක් මතට සුදුසු තරංග ආයාමයක් ඇති විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක් පතිත වූ විට ශක්තිය අවශෝෂණය කොට බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රෝන-කුහර ජනනය සිදු වන අතර අර්ධ සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ.

(c) නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසකට තුන්වන කාණ්ඩයේ හෝ පස්වන කාණ්ඩයේ (සංයුජ ඉලෙක්ට්‍රෝන 3ක් හෝ 5ක් ඇති) මූලද්‍රව්‍යයක ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් එක්කළ හොත් වාහක සාන්ද්‍රණය ඉතා විශාල ලෙස වැඩි වන හෙයින් ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ. මෙම ක්‍රියාව '**මාත්‍රණය**'' (Doping) ලෙස හැඳින්වෙන අතර එකතු කරන මූලද්‍රව්‍ය '' **අපමූලද්‍රව්‍ය**'' (Impurity elements) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය පිළිබඳ ව බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක පිළිබඳ ඉගෙනීමේ දී වැඩි දුරටත් සාකච්ඡා කෙරෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.5 බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක (Extrinsic Semiconductors)

නිසග අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යයක දැලිස තුළට ආවර්තිතා වගුවේ III හෝ V වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක ඉතා ස්වල්පයක් එකතු කිරීම "**මාත්‍රණය**" (Doping) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. බාහිරින් එකතු කරන ලද මූලද්‍රව්‍ය "**අපමූලද්‍රව්‍ය**" (Impurity Elements) ලෙස හැඳින්වේ. මෙලෙස නිසග අර්ධ සන්නායකයකට අපමූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කළ විට එහි විද්‍යුත් සන්නායකතාව ඉතා විශාල ලෙස වැඩි වේ. එම අර්ධ සන්නායකය බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයක් (Extrinsic Semiconductor) ලෙස හැඳින්වේ.

මාත්‍රණය කිරීමට යොදා ගන්නා අපමූලද්‍රව්‍ය (අපද්‍රව්‍ය) V කාණ්ඩයේ (සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝන පහක් ඇති) හෝ III කාණ්ඩයේ (සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝන තුනක් ඇති) වීම අනුව බාහ්‍ය 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 මූලද්‍රව්‍යයන් වූ පොස්පරස් (P), ආසනික් (As), ඇන්ටිමනි (Sb), හෝ බිස්මත් (Bi) වැනි ලෝහයක ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් මිශ්‍ර කළ විට නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසේ ඇති සංයුජ ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග බන්ධන සාදන ආකාරය සලකා බලමු. උදාහරණයක් ලෙස සිලිකන් නිසග අර්ධ සන්නායක දැලිසකට ආසනික් පරමාණුවක් එක් කළ විට අසල ඇති Si පරමාණු හතර සමග As පරමාණුවේ සංයුජ පරමාණු හතරක් එකතු වී බන්ධන සාදයි. As පරමාණුවේ ඇති පස්වන සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝනය බන්ධනයකට සහභාගී නොවී දැලිස තුළ ඉතිරි වේ. මෙලෙස ආසනික් පරමාණුව තම සංයුජ කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 8ක් සම්පූර්ණ වී ස්ථායීතාවට පත් වේ. ආසනික් පරමාණුවෙන් දැලිසට ලැබුණු බන්ධනවලට සම්බන්ධ නොවූ ඉලෙක්ට්‍රෝනය නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ලෙස දැලිස තුළ පවතී.

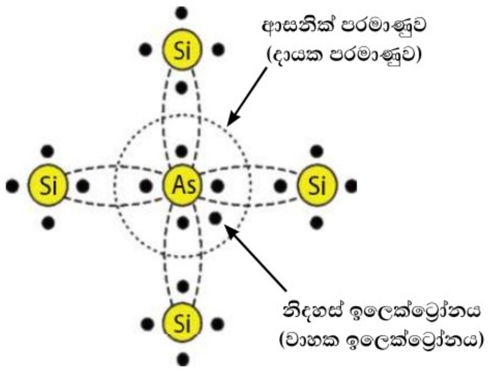
මෙලෙස ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට නිදහසේ දැලිස තුළ චලනය විය හැකි හෙයින් දැලිසේ සන්නායකතාව විශාල ලෙස වැඩි වේ. 1.5 රූපයේ දැක්වෙනුයේ මෙවැනි බාහ්‍ය සිලිකන් දැලිසක බන්ධන සෑදී ඇති ආකාරයයි.

මෙලෙස සන්නයනයට හවුල් විය හැකි අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝනය හෙවත් '**වාහකය**' (Carrier) ඍණ (negative) ආරෝපිත හෙයින් මෙම වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක n – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ. මෙහිදී ආසනික් පරමාණුව අපද්‍රව්‍යය ලෙස ගැනෙන අතර එමගින් දැලිසට "**වාහක**" ලබා දෙන බැවින් ආසනික් පරමාණු "**දායක පරමාණු**" (Donor Atoms) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. සෑම දායක පරමාණුවකින් ම එක් වාහකයක් බැගින් දැලිසට එක් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



සිලිකන් ස්ඵටික දැලිසට ආසනික් පරමාණුවක් ඇතුළුවීම
1.5 රූපය

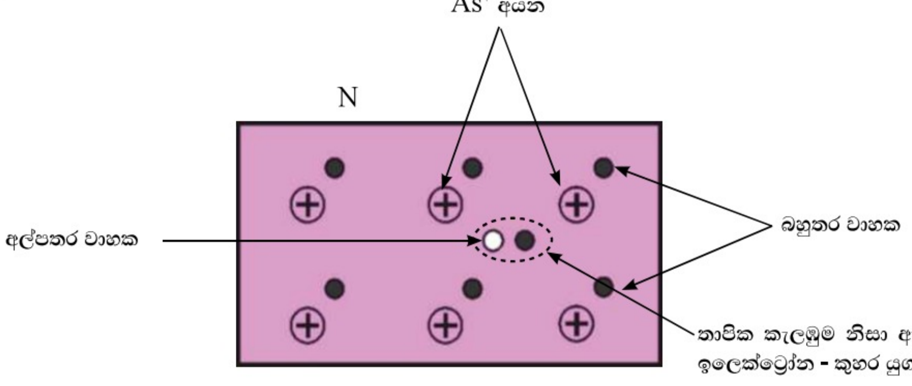
සාමාන්‍ය මාත්‍රණ තත්ත්ව යටතේ, දායක පරමාණු මගින් ලබා දෙන අමතර නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය (N_D) නිසග අවස්ථාවේ දී අර්ධ සන්නායකය තුළ තාපික කැලඹුම මගින් ඇති වූ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය (n_e) ට වඩා ඉතා විශාල වේ.

දැන් $N_D >>> n_e$ බැවින් මුළු ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය $N_D + n_e \simeq N_D$ ලෙස සලකනු ලැබේ.

මෙම n – වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයේ ඇති කුහර සාන්ද්‍රණය ආසන්න ලෙස නිසග අවස්ථාවේ පැවති කුහර සාන්ද්‍රණය n_h ට සමාන වන අතර $n_h = n_e$ ද වේ.

මේ අනුව n – වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයේ ඇති කුහර සාන්ද්‍රණය එහි නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණයට වඩා ඉතාමත් කුඩා වේ. එබැවින් n – වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයේ ඇති **නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන** ,"**බහුතර වාහක**" (Majority Carriers) ලෙස ද **කුහර**, "**අල්පතර වාහක**" (Minority Carriers) ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

මෙම බහුතර වාහකත් අල්පතර වාහකත් විද්‍යුත් සන්නයනයට දායක වන නමුත් අල්පතර වාහක ඇත්තේ ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් හෙයින් අල්පතර වාහක මගින් විද්‍යුත් සන්නයනයට වන දායකත්වය නොසලකා හැරිය හැකි ය. (මෙහිදී As දායක පරමාණුව As^+ අයනයක් ලෙස ක්‍රියාකරයි).



1.6 රූපය
n- වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක නිරූපණය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

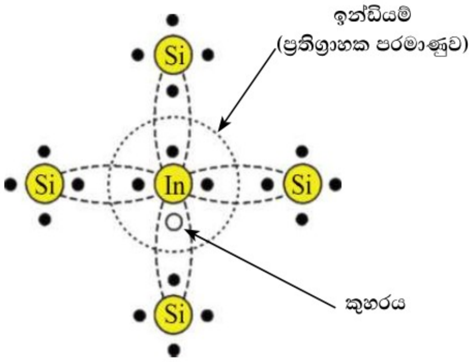
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකවල ද දැලිසේ ඇති මුළු ප්‍රෝටෝන ප්‍රමාණය ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයට සමාන හෙයින් දැලිස විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීන වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඉවත් වූ ආසනික් පරමාණු ධන අයන ලෙස දැලිස තුළ පවතී. (දැලිසේ උෂ්ණත්වය අනුව තම මධ්‍ය පිහිටුම වටා පමණක් දෝලනය වෙමින් පවතී)

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

නිසග Si දැලිසකට අපද්‍රව්‍යයක් ලෙස සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝන තුනක් ඇති III කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කළ හොත් එම අපද්‍රව්‍ය පරමාණුවට බන්ධනයක් සෑදීමට (බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන අටක් සම්පූර්ණ කර ගැනීමට) එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ඌනතාවක් දැලිස තුළ ඇති වේ.



1.7 රූපය
සිලිකන් ස්ඵටික දැලිසට ඉන්ඩියම් පරමාණුවක් ඇතුළු වීම

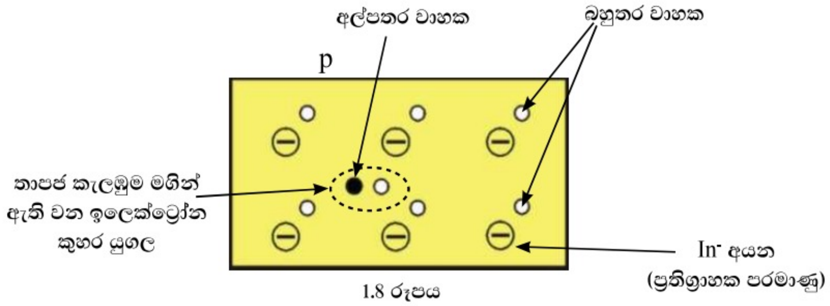
III කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය

ඇලුමිනියම් - Al
ගැලියම් - Ga
බෝරෝන් - B
ඉන්ඩියම් - In

සිලිකන් දැලිසකට ඉන්ඩියම් අපද්‍රව්‍යයක් ලෙස මාත්‍රණය කළ විට දැලිස තුළ බන්ධන පිහිටන ආකාරය 1.7 රූපයේ දැක්වේ. එක් බන්ධනයකට ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඌන වී ඇති අතර එය කුහරයක් ලෙස දැලිසේ පවතී.

මේ නිසා දැලිසට එකතු වන සෑම ඉන්ඩියම් පරමාණුවකින් ම දැලිසට එක් කුහරය බැගින් (වාහක) එකතු වේ. මෙහිදී ඉන්ඩියම් පරමාණුවලට ඉලෙක්ට්‍රෝන "**ප්‍රතිග්‍රහණය**" කළ හැකි හෙයින් එය "**ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුව**" (Acceptor Atom) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මාත්‍රණයේ දී ඇති වන කුහර ධන (positive) ආරෝපණයකට අනුරූප හෙයින් මෙම අර්ධ සන්නායක p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙහිදී ඉන්ඩියම් ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුව In^- අයනයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

n – වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයක් සඳහා දැක්වූ ආකාරයෙන් ම, p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක දී ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුවලින් ලැබෙන කුහර සාන්ද්‍රණය ඉතා විශාලය. එහි පවතින නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය ඉතා කුඩාය. එබැවින් p – වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයේ ඇති "කුහර", බහුතර වාහක ලෙස ද "නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන", අල්පතර වාහක ද ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.



1.8 රූපය
p වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක නිරූපණය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

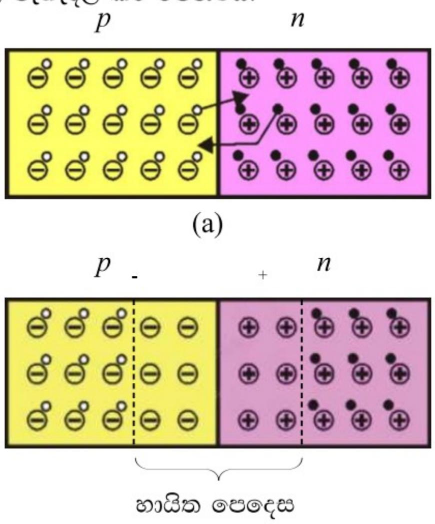
බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකවල පොදු ගුණ

- ★ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකවල මාත්‍රණ මට්ටම වැඩි කරන විට බහුතර වාහක සාන්ද්‍රණය වැඩි වන හෙයින් එහි සන්නායකතාව වැඩි වේ (ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ.)
- ★ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට බන්ධන බිඳ වැටීම වැඩි වන හෙයින් අල්පතර වාහක සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ. නමුත් මේ නිසා සන්නායකතාව වැඩි වන්නේ සුළු වශයෙනි. (මාත්‍රණය නිසා බහුතර වාහක වැඩි වූ ප්‍රතිශතය බන්ධන බිඳීම නිසා අල්පතර වාහක වැඩිවීමේ ප්‍රතිශතයට වඩා බෙහෙවින් විශාල වේ.)

1.6 p – n සන්ධියක ක්‍රියාව

p හා n වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක දෙකක් මගින් සන්ධියක් සෑදූ විට එය p – n සන්ධියක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. p හා n අර්ධ සන්නායක දෙකක් ස්පර්ශ වන සේ තැබීමෙන් හෝ පෑස්සීමෙන් මෙලෙස සන්ධි සෑදිය නොහැකි අතර ඒ සඳහා නිසග අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක දෙපස III හා V කාණ්ඩයේ පරමාණු මගින් විශේෂිත ක්‍රම යොදා ගෙන මාත්‍රණය කළ යුතු ය.

p – n සන්ධිය සකසන විටම සන්ධිය අසල ඇති බහුතර වාහක ප්‍රතිවිරුද්ධ දැලිසේ ඇති කුහර සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන සමඟ ප්‍රතිසංයෝජනය වීමට පෙලඹේ. p අර්ධ සන්නායකයේ ඇති බහුතර වාහක වූ ''කුහර'' සන්ධිය හරහා n අර්ධ සන්නායකයට විසරණය වන අතර n අර්ධ සන්නායකයේ ඇති ''ඉලෙක්ට්‍රෝන'', p අර්ධ සන්නායකයට විසරණය වී ප්‍රතිසංයෝජනයට භවුල් වේ. මෙම ක්‍රියාව පහත 1.9 (a) සහ (b) රූපවල පැහැදිලි කර පෙන්වයි.



(a)

(b)

1.9 රූපය

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

p පෙදෙසට අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන පැමිණීම නිසා එහි සෘණ ආරෝපණයකුත් n පෙදෙසෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත්වීම නිසා එහි ධන ආරෝපණයකුත් ඇති වේ. මෙම ක්‍රියාව ක්ෂණික ව සිදු වන අතර අවසානයේ දී p හි ඇති සෘණ ආරෝපණ මගින් එයට තවදුරටත් ඉලෙක්ට්‍රෝන පැමිණීමටත් n පෙදෙසේ ඇති ධන ආරෝපණ නිසා එයට තවදුරටත් කුහර පැමිණීමටත් නොහැකි ව මෙම ක්‍රියාව සමතුලිතතාවකට පත් වේ. එම අවස්ථාවේ p අර්ධ සන්නායකයට සෘණ විභවයකුත් n අර්ධ සන්නායකයට ධන විභවයකුත් ඇති ව තිබෙන අතර මෙම විභව අන්තරය අභ්‍යන්තර

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

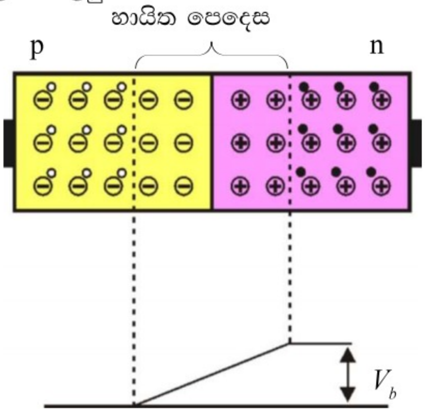
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විභව 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 තිබෙයි. මෙම කලාපය **හීන ස්තරය** (Depletion Layer) හෙවත් **හායිත පෙදෙස** (Attenuated Region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉහත සඳහන් කළ අභ්‍යන්තර විභව බාධකය (V_b) කල්පිත කෝෂයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. හීන ස්තරය 10^{-6} m තරම් කුඩා වූ කලාපයකි. මෙම කලාපවල පළල මාත්‍රණ මට්ටම මත වෙනස් වේ. කාමර උෂ්ණත්වයේ දී විවිධ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකවල හට ගන්නා අභ්‍යන්තර විභව බාධකයේ දළ අගයයන් පහත දැක්වේ.

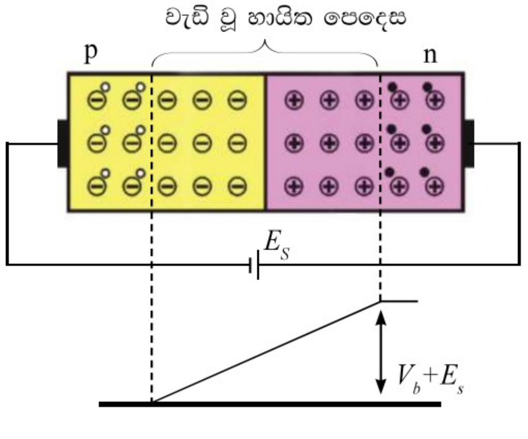
සිලිකන්	0.7 V (0.6 ~ 0.7 V)
ජර්මේනියම්	0.3 V (0.2 ~ 0.3 V)

1.7 p – n සන්ධියක් පසු නැඹුරු කිරීම (Reverse Biasing)

p – n සන්ධියක් හරහා p පෙදෙසට සෘණ අග්‍රය සිටින සේ බාහිර විද්‍යුත්ගාමක ප්‍රභවයක් සම්බන්ධ කළ විට සිදු වන ක්‍රියාව සලකා බලමු.



(a)



(b)

1.10 රූපය

බාහිර E_S විද්‍යුත්ගාමක බලය නිසා p පෙදෙසේ ඇති කුහර (ධන ආරෝපණයකට අනුරූප) විද්‍යුත්ගාමක බලයේ සෘණ අග්‍රය දෙසටත්, n පෙදෙසේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන බාහිර විද්‍යුත්ගාමක බලයේ ධන අග්‍රය දෙසටත් විසරණය වී හායිත පෙදෙස තවත් පුළුල් වේ. මේ නිසා අභ්‍යන්තර විභව බාධකය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

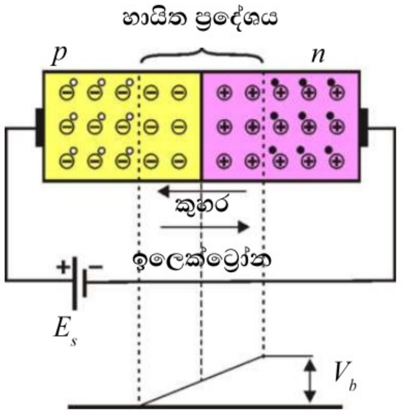
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$V_b + E_S$ දක්වා වැඩි වන අතර සන්ධිය නැවතත් සමතුලිතතාවට පත් වේ. මෙම ක්‍රියාවේ දී සන්ධිය හරහා කිසිදු ආරෝපණයක් නො ගලන හෙයින් ධාරාව ගැලීමක් ද සිදු නොවේ. මෙලෙස p – n සන්ධියකට නැඹුරු විභවයක් සැපයීම ''සන්ධිය පසු නැඹුරු කිරීම'' ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

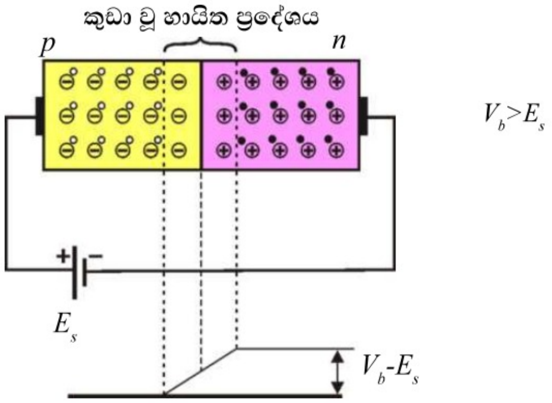
නමුත් p හා n පෙදෙස්වල ඇති අල්පතර වාහක සඳහා මෙම විභව බාධකය ඇත්තේ බාධකයක් ලෙස නොවේ. එබැවින් p හි ඇති අල්පතර වාහක වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනත් n හි ඇති අල්පතර වාහකය වූ කුහරත් සන්ධිය හරහා නැඹුරු පරිපථය ඔස්සේ ගලා යයි. තාපජ කැලඹුම් මගින් අල්පතර වාහක ඇති වීමේ ශීඝ්‍රතාව මත තීරණය වන්නා වූ මෙම කුඩා ධාරාව සන්තෘප්ත කාන්දු ධාරාව (Saturation Leakage Current) ලෙස හැඳින්වේ. උෂ්ණත්වය අනුව ඒකීය කාලයක දී ජනනය වන ආරෝපණ සන්ධිය හරහා ගලන හෙයින් මෙය නියත සන්තෘප්ත ධාරාවක් වේ. මෙම කාන්දු ධාරාව (I_S) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සුළු වශයෙන් වැඩි වේ. මෙය μA ගණයේ කුඩා ධාරාවක් හෙයින් බොහෝ අවස්ථාවල නොසලකා හරිනු ලැබේ.

1.8 p – n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කිරීම (Forward biasing)

මෙහි දී p පෙදෙසට ධන අග්‍රයත් n පෙදෙසට ඍණ අග්‍රයත් සිටින සේ බාහිර E_S විද්‍යුත්ගාමක බලය සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. එවිට p පෙදෙසේ ඇති කුහරත් n පෙදෙසේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝනත් සන්ධිය දෙසට තල්ලු වන අතර හායිත පෙදෙස කුඩා වේ. E_S බාහිර විද්‍යුත්ගාමක බලය V_B අභ්‍යන්තර විභව බාධකය ඉක්මවුවහොත් සන්ධිය හරහා නොනැවතී වාහක චලනය වීමෙන් නැඹුරු පරිපථය හරහා ධාරාව ගලා යයි. මෙහි දී සිදු වන ක්‍රියාව 1.11 (a), (b) හා (c) රූපවල දැක්වේ.



1.11 (a) රූපය

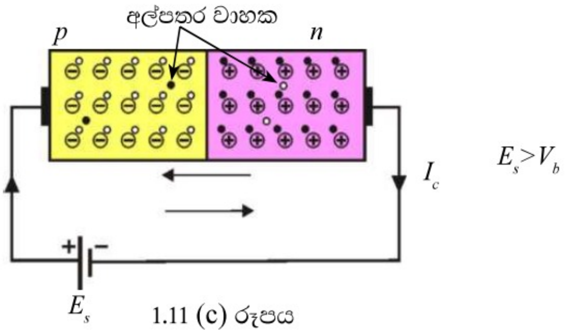


1.11 (b) රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

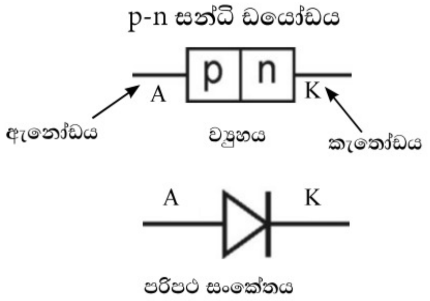
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.11 (c) රූපය

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 ගලයි.

p – n සන්ධිය සාමාන්‍ය ලෝහ සන්ධියක් මෙන් නොව, බාහිර විභවයක් මගින් පෙර නැඹුරු කළ විට සන්ධිය හරහා ධාරාව ගලා යාමට ඉඩ දීමක් පසු නැඹුරු කළ විට ධාරාව ගැලීමට ඉඩ නො දීමක් නිසා p – n සන්ධිය "**කපාටයක්**" (Valve) ආකාරයට ක්‍රියා කරයි.



1.12 රූපය

ඩයෝඩයක p හා n අර්ධ සන්නායක පිහිටන ආකාරයත් ඒ සඳහා භාවිත වන සංකේතයත් 1.12 රූප සටහනේ දැක්වේ. පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී ධාරාව (ඉදිරි ධාරාව) ගලන දිශාව ඩයෝඩ සංකේතයේ ඇති ඊ හිසෙන් දැක්වේ. මේ සඳහා p පෙදෙස බාහිර ධන විභවයටත් n පෙදෙස බාහිර ඍණ විභවයටත් සම්බන්ධ කර සන්ධිය ඉදිරි නැඹුරු කළ යුතු ය. මෙහිදී p පෙදෙස සම්බන්ධ වී ඇති ධන අග්‍රය ඇනෝඩය (A) ලෙසත් n පෙදෙස සම්බන්ධ වී ඇති ඍණ අග්‍රය කැතෝඩය (K) ලෙසත් නම් කරනු ලැබේ. බාහිර පරිපථයේ ධාරාව කැතෝඩයේ සිට ඇනෝඩය වෙතටත් p – n සන්ධිය හරහා ධාරාව ඇනෝඩයේ සිට කැතෝඩය වෙතටත් ගලා යයි. පොදුවේ p – n සන්ධිවලින් මේ ආකාරයට සෑදූ ඩයෝඩ සන්ධි ඩයෝඩ ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

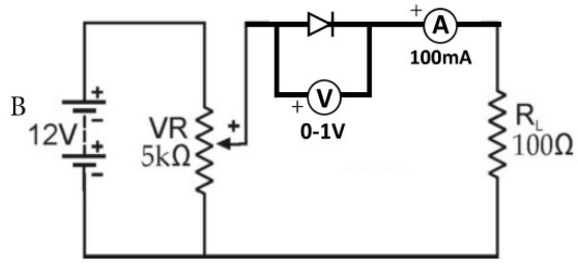
1.9 p – n සන්ධි ඩයෝඩයක *V* - *I* ලාක්ෂණික වක්‍රය

p – n සන්ධි ඩයෝඩයක් පෙර නැඹුරු හෝ පසු නැඹුරු කරන විට එය හරහා ගලන ධාරාව විචලනය වන ආකාරය අපි දැන් සලකා බලමු. මේ සඳහා විද්‍යුත් පරිපථ දෙකක් භාවිත කළ

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

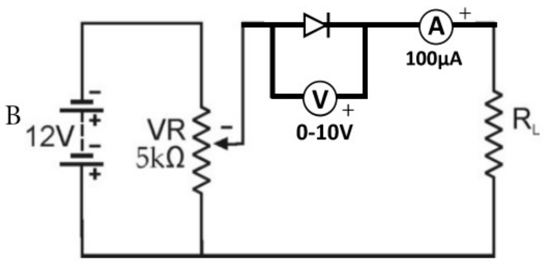
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

යුතු වේ. VR විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය (1.13 (a) රූපය) විභව බෙදුමක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය සුදුසු ලෙස සීරුමාරු කිරීමෙන් පෙර නැඹුරු විභවය අවශ්‍ය ලෙස වෙනස් කළ හැකි ය. ඒ අනුව පෙර නැඹුරු ධාරාව මිලිඇමීටරයෙන් සොයා ගත හැකි ය.

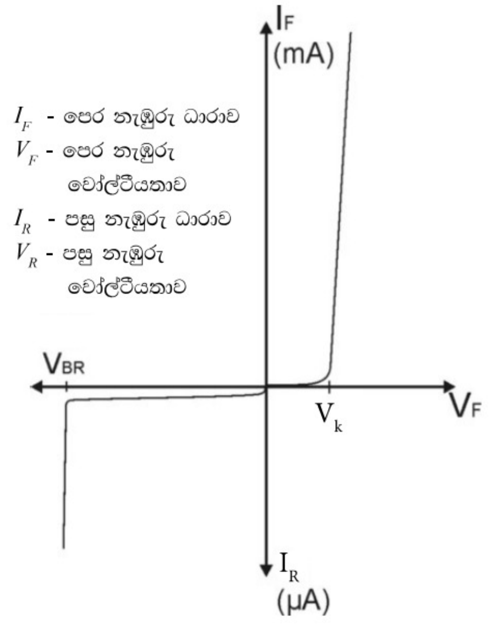


1.13 (a) පෙර නැඹුරු පරිපථය

1.13 (b) රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය පසු නැඹුරව අධ්‍යයනය සඳහා භාවිත කෙරේ. මෙහි දී B කෝෂයේ අග්‍ර මාරු කර සම්බන්ධ කර අතර ඒ අනුව වෝල්ට්මීටරයේ හා ඇමීටරයේ අග්‍ර ද මාරු කර ඇත. මෙහි ගලන ධාරාව μA ගණයේ හෙයින් මේ සඳහා 100μA මයික්‍රොඇමීටරයක් යොදවා ඇත.



1.13 (b) පසු නැඹුරු පරිපථය



1.13 (c)

මෙවැනි පරීක්ෂණයකින් ලබා ගන්නා ලද පාඨාංක ඇසුරෙන් අඳින ලද *V-I* වක්‍රයක දළ සටහනක් 1.13 (c) රූපයෙන් දැක්වේ. පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී එක්තරා වෝල්ටීයතාවක් දක්වා මැනිය හැකි තරම් ධාරාවක් නො ගලන බවත් එයින් පසු සුළු විභව වෙනසකට පවා ඉතා සංවේදී ලෙස ධාරාව වැඩි වන බවත් මේ අනුව පෙනේ.

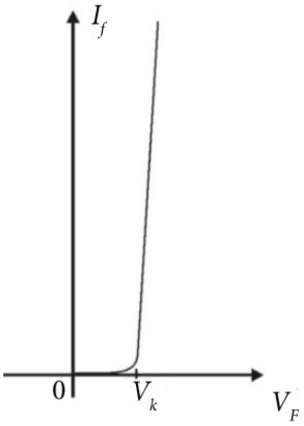
මෙම වක්‍රයේ විශේෂ ලක්ෂණ අපි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

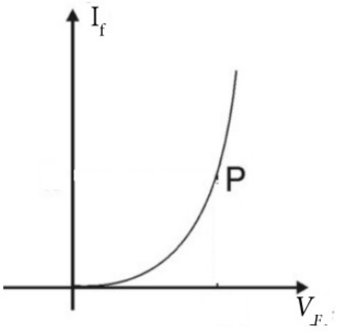
1.9.1 කැපී යන වෝල්ටීයතාව/දණ්ඩි වෝල්ටීයතාව (Cut-in Voltage/Knee Voltage - V_k)



1.14 රූපය

පෙර නැඹුරු විභවය වැඩි කරන විට පෙර නැඹුරු ධාරාව ශීඝ්‍රව වැඩි වීම ආරම්භ වන අවස්ථාවේ ඇති වෝල්ටීයතාව කැපී යන වෝල්ටීයතාව හෝ දණ්ඩි වෝල්ටීයතාව (V_k) ලෙස හැඳින්වේ. වක්‍රයේ රේඛීය කොටස පසු පසට දිගු කොට (බහිර්නිවේශනය) විභව අක්ෂය කැපෙන ස්ථානය මෙම කැපී යන වෝල්ටීයතාව (V_k) වේ. ඩයෝඩයේ මෙම ක්‍රියාවට හේතුව p – n සන්ධියේ අභ්‍යන්තර විභව බාධකයයි. මෙම විභව බාධකය ඉක්ම වූ පසු බොහෝ දුරට රේඛීය ව පෙර නැඹුරු විභවය (V_f) සමඟ පෙර නැඹුරු ධාරාව (I_f) වැඩි වේ. සිලිකන් (Si) ඩයෝඩයක් සඳහා මෙම V_k අගය 0.6 V පමණ වේ. ජර්මේනියම් ඩයෝඩයක් සඳහා මෙය 0.2 V පමණ වන අතර ගැලියම් ආසනයිඩ් ඩයෝඩයක් සඳහා 1.2 V පමණ වේ.

ඩයෝඩයක ප්‍රතිරෝධය

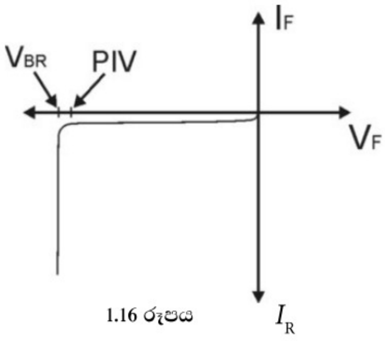


1.15 රූපය

ඩයෝඩයක් ඕමික සන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා නො කරන බව වක්‍රය අනුව අපට පෙනේ. ඩයෝඩයේ ප්‍රතිරෝධය විවිධ පෙර නැඹුරු විභවවල දී වෙනස් වේ. කැප යන විභවය දක්වා ඩයෝඩය ඉතා විශාල ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන අතර, එම අගය ඉක්ම වූ පසු දළ වශයෙන් රේඛීය ව පෙර නැඹුරු විභවය සමඟ පෙර නැඹුරු ධාරාව වෙනස් වේ. එම අවස්ථාවේ ප්‍රතිරෝධය කුඩා අගයක් ගනියි.

1.9.2 පසු සන්තෘප්ත ධාරාව/ කාන්දු ධාරාව - I_S (Reverse Saturation Current)

ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කරන විට පසු නැඹුරු විභවය යම් විශාල අගයක් ගන්නා තෙක් ඉතා කුඩා පසු නැඹුරු ධාරාවක් ගලා යන බව ලාක්ෂණික වක්‍රය අනුව අපට පෙනෙයි. ජර්මේනියම් ඩයෝඩයක මෙය μA ගණයේ වන අතර සිලිකන් ඩයෝඩයක දී pA ගණයේ වෙයි.



1.16 රූපය

මෙම ධාරාව ඇති වන්නේ තාපජ කැලඹුම් මගින් ඇති වන අල්පතර වාහක නිසාය. මෙම වාහක සඳහා ඉදිරි නැඹුරු විභවයක් ලෙස මෙම බාහිර පසු නැඹුරු විභවය ක්‍රියා කරයි. මෙම විභවය විශාල හෙයින් තාපජ කැලඹුම් මගින් ඇති වන සියලු ම අල්පතර වාහක ධාරාව ගැලීමට හවුල් වේ. එම නිසා මෙම ධාරාව සන්තෘප්ත ධාරාවක් වේ.

ඒකක කාලයක දී ජනනය වන අල්පතර වාහක ප්‍රමාණය නියත වන හෙයින් නියත උෂ්ණත්වයක දී මෙම ධාරාව නියත වේ. එම නිසා එම ධාරාව, පසු සන්තෘප්ත ධාරාව (Reverse Saturation Current) හෙවත් කාන්දු ධාරාව (Leakage Current) ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

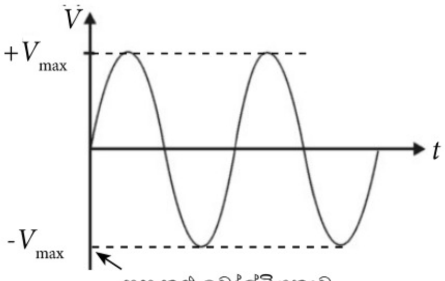
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.9.3 බිඳවැටුම් විභවය - V_{BR} (Breakdown Voltage)

ඩයෝඩය හරහා ඇති කරන පසු නැඹුරු විභවය වැඩි කරන විට p – n සන්ධිය හරහා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වැඩි වන අතර මෙම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් අල්පතර වාහක මත විශාල බලයක් ($F = Eq$ අනුව) ඇති වේ. මෙම බලය මගින් ත්වරණයක් ඇති වී අල්පතර වාහකවල ප්‍රවේගයත් එයට අනුරූප ව චාලක ශක්තියත් ($\frac{1}{2} mv^2$) වැඩි වේ. මෙම චාලක ශක්තිය සහිත වාහකවලට දැලිසේ ඇති බන්ධනවල ගැටී ඒවා බිඳ දැමීමට හැකි වේ. මෙම ක්‍රියාව දාම ක්‍රියාවක් ලෙස සිදු වී ක්ෂණික ව අල්පතර වාහක විශාල ප්‍රමාණයක් ජනිත වන අතර විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් හට ගනියි.

ඒ සමඟම ගැටුම්වල දී මුක්ත වන තාපය හේතු කොට ගෙන සන්ධිය තාපික බිඳ වැටීමකට ලක් වේ. එවිට p – n සන්ධිය නැවත භාවිතයට ගත නොහැකි ලෙස විනාශ වේ. ප්‍රායෝගික ව ඩයෝඩයක් භාවිතයේ දී එයට යෙදෙන පසු නැඹුරු විභවය බිඳවැටුම් විභවයට ළඟා නොවන ලෙස භාවිත කළ යුතු ය. මෙලෙස සන්ධිය බිඳවැටීම සිදු වන ක්‍රියාවලිය ඕඝ බිඳවැටුම (Avalanche Breakdown) ලෙස හැඳින්වේ.

1.9.4 පසු කුළු වොල්ටීයතාව - PIV (Peak Inverse Voltage)



1.17 රූපය

ප්‍රත්‍යාවර්තක විභවයක් ඩයෝඩයක් වෙත යොමු කළ විට එම ප්‍රත්‍යාවර්තක විභවයේ පසු කුළු වෝල්ටීයතාව ඩයෝඩය හරහා පසු නැඹුරු විභවයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේ නිසා ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතා සමඟ භාවිත වන ඩයෝඩවල දී එහි බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාව (V_{BR}) එය සමඟ භාවිත වන ප්‍රත්‍යාවර්ත විභවයේ පසු කුළු වෝල්ටීයතාවට වඩා සංඛ්‍යාත්මක ව විශාල විය යුතු ය. මේ නිසා ඩයෝඩ සඳහා වූ දත්ත සටහන්වල එය ආරක්ෂිත ව භාවිත කළ හැකි උපරිම පසු කුළු වෝල්ටීයතා අගය (PIV) දක්වා ඇත (බිඳ වැටුම් විභවයට අමතරව මෙම දත්තය දී ඇත). මෙම PIV අගයෙන් දැක්වෙන වෝල්ටීයතාව V_{BR} වෝල්ටීයතාවට වඩා අඩු වෝල්ටීයතාවක් වන අතර, **ඩයෝඩ භාවිතයේ දී ප්‍රායෝගික ව වඩා වැදගත් දත්තය වන්නේ ඩයෝඩයේ PIV අගයයි.**

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

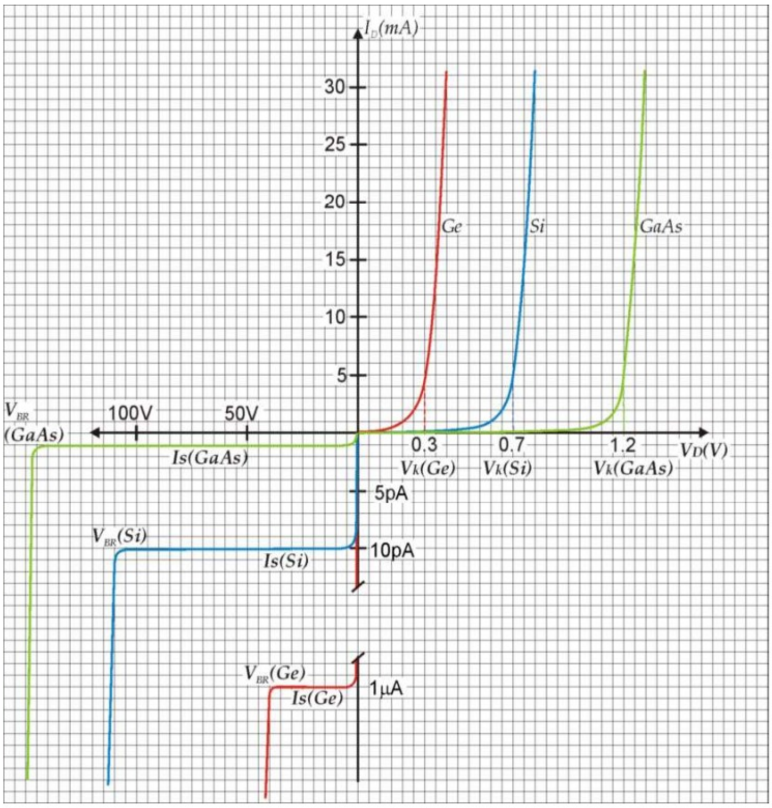
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අමතර දැනුමට

සිලිකන්, ජර්මේනියම් සහ ගැලියම් ආසනයිඩ් ඩයෝඩවල ලාක්ෂණික වක්‍ර

පහත දැක්වෙන්නේ ඩයෝඩ වර්ග කිහිපයක ප්‍රායෝගික ව ලබා ගෙන ඇති ලාක්ෂණික වක්‍රයන්ය.



1.18 රූපය

මේ අනුව පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී කැපී යන වෝල්ටීයතාව ඉතා ම අඩු වන්නේ ජර්මේනියම් ඩයෝඩවල බවත් වැඩිම අගය දක්වන්නේ ගැලියම් ආසනයිඩ් ඩයෝඩවල බවත් පෙනේ.

ඩයෝඩය	V_k (V)
Ge	0.3
Si	0.7
GaAs	1.2

එසේම පසු නැඹුරු කාන්දු ධාරාව I_S කුඩා ම වන්නේ GaAs වල ($I_S \simeq 1$ pA) බවත් Si ඩයෝඩවල $I_S \simeq 10$pA ප්‍රමාණයේ බවත් ජර්මේනියම් ඩයෝඩවල වැඩිම කාන්දු ධාරාව (1 μA) ඇති බවත් පෙනේ. කාන්දු ධාරාව බොහෝ අවස්ථාවල දී අනවශ්‍ය තත්ත්ව ඇති කරන හෙයින් Ge ඩයෝඩ වෙනුවට Si ඩයෝඩ භාවිතය ප්‍රචලිත වී ඇත. දැනට GaAs ඩයෝඩවල නිෂ්පාදන වියදම අධික හෙයින් විශේෂ කටයුතු සඳහා පමණක් භාවිත වේ.

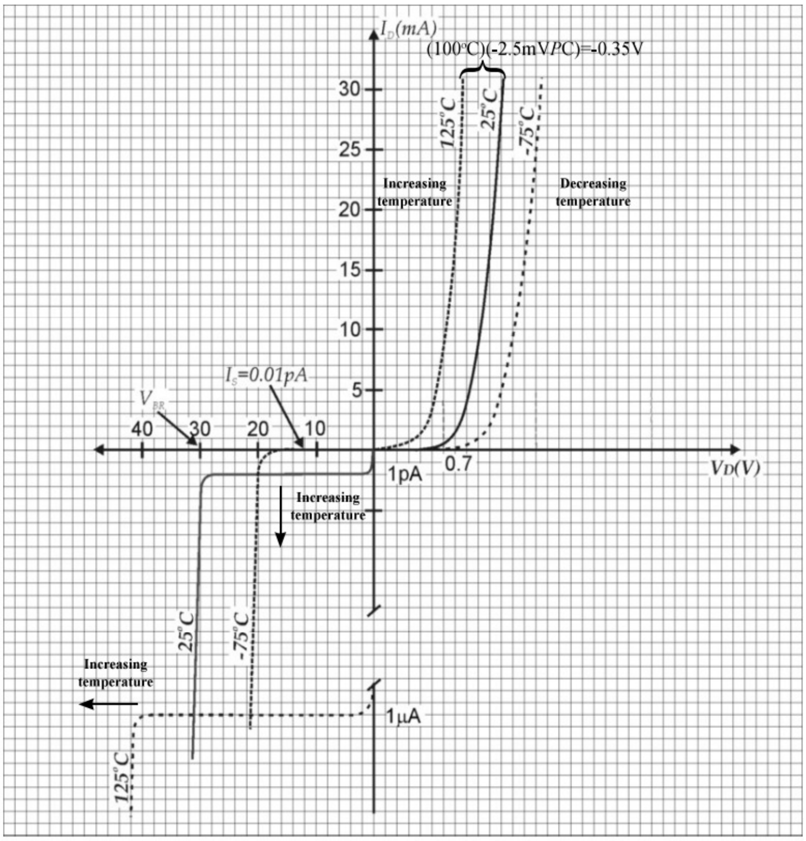
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඩයෝඩවල උෂ්ණත්ව සංවේදිතාව

පහත දැක්වෙන්නේ සිලිකන් ඩයෝඩයක් උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිචාර දක්වන ආකාරයයි. උෂ්ණත්වය අනුව කැපීයන වෝල්ටීයතාව (V_k) වෙනස් වන බවත් බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාව (V_{BR}) වෙනස් වන බවත් අපට පෙනේ.



1.19 රූපය

මෙම විචලනය පහත දැක්වෙන ලෙස කැටි කළ හැකි ය.

- ⋆ කැපී යන වෝල්ටීයතාව (V_k) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට අඩු වේ.
  (සියලු ම අර්ධ සන්නායක ඩයෝඩ සඳහා 2 mV $^0C^{-1}$ පමණ වේ.)

- ⋆ බිඳවැටුම් වෝල්ටීයතාව (V_{BR}) උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ.
  (සෑම 10 ^{0}C කට ම 1Vවලින් මෙම බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාව වැඩි වේ)

- ⋆ කාන්දු ධාරාව හෙවත් පසු නැඹුරු සන්තෘප්ත ධාරාව (I_S) උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ. Ge ඩයෝඩ සඳහා වැඩි වන සෑම 9 ^{0}C කට ම I_S දෙගුණ වන අතර Si ඩයෝඩ සඳහා සෑම 11 ^{0}C කට ම I_S දෙගුණ වේ.
  (සියලු ම ඩයෝඩ සඳහා පොදුවේ 10 ^{0}C කට I_S දෙගුණ වන බැව් සැලකිය හැකිය.)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.10 ඩයෝඩයක උපරිම ක්ෂමතාව (P_{DMax})

ඩයෝඩය හරහා පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ දී ගලන ධාරාව මගින් ඩයෝඩයේ විභව බැස්ම V_D මත කාර්යයක් සිදු වේ. මෙම කාර්යය තාපය ලෙස ඩයෝඩයේ ජනිත වේ. මෙම තාපය නිසා p – n සන්ධියට හානියක් සිදු නොවන සේ ඩයෝඩය තුළින් ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව I_F ලෙස සලකමු. මෙම V_D විභව බැස්ම ආසන්න ලෙස ඩයෝඩයේ V_Kට සමාන වේ.

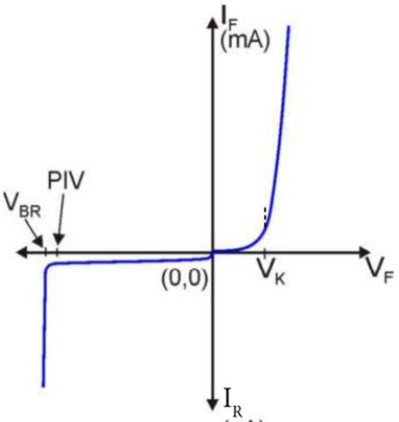
එබැවින් $P_{DMax} = V_D.\ I_{FMax} = V_K.\ I_{FMax}$

මෙම උපදින තාපය මගින් ඩයෝඩ සන්ධිය බිඳ වැටීමට ඉඩ ඇති හෙයින් ප්‍රායෝගික ව මෙම උපරිම ක්ෂමතාව වැදගත් වේ. සිලිකන් ඩයෝඩවලට $V_K = 0.7$ V ලෙසත් ජර්මේනියම් ඩයෝඩ සඳහා $V_K = 0.3$ V ලෙසත් සලකා I_F දන්නා විට P_{DMax} ගණනය කළ හැකි ය. මෙම අගය ඉක්ම වූ විට සන්ධිය විලයන වී ලුහුවත්වීම හෝ විසන්ධි වීම හෝ සිදුවිය හැකි ය.

බොහෝවිට ඩයෝඩ දත්ත සමඟ මෙම I_{FMax} හා P_{DMax} අගයයන් දෙනු ලැබේ.

1.11 ඩයෝඩවල භාවිත

ඩයෝඩ, භාවිත කිරීමේ දී එහි ලාක්ෂණික වක්‍රයෙන් දැක්වෙන ගුණ ඒ සඳහා ප්‍රයෝජනයට ගනු ලැබේ. මේ නිසා ප්‍රායෝගික ඩයෝඩවල ලාක්ෂණික වක්‍රය ගැන කෙටියෙන් සලකා බලමු.



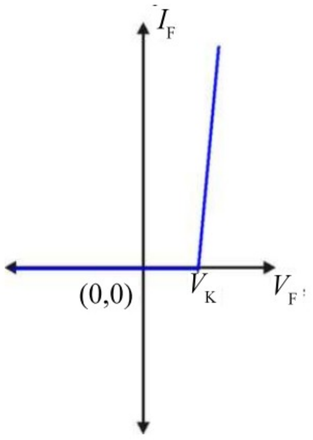
තාත්ත්වික ඩයෝඩ වක්‍රය
1.20 රූපය

ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු කළ විට දණ්ඩි (හැරවුම්) වෝල්ටීයතාව (V_K) දක්වා ධාරාවක් සන්නයනය නො කරයි. වෝල්ටීයතාව තවත් වැඩි කළ හොත් ඉදිරි ධාරාව I_F ශීඝ්‍රයෙන් වැඩි වේ. මෙය ආසන්න ව රේඛීය ලෙස සිදු වන නමුදු වක්‍රය හරියට ම සරල රේඛාවක් නොවේ. එබැවින් මෙම කොටසේ ඩයෝඩයේ ගතික ප්‍රතිරෝධය r_{ac} එක් එක් ලක්ෂ්‍යවල සුළු වශයෙන් වෙනස් වේ. මෙහි මධ්‍යන්‍ය ගතික ප්‍රතිරෝධය r_{av} ලෙස සලකමු. පසු නැඹුරු කළ විට ඉතා කුඩා ධාරාවක් ගලායන නමුත් (pA හෝ μA ගණයේ) එය නොසලකා හැර ධාරාවක් නොගලන සේ සැලකිය හැකි ය. පසු නැඹුරු කළ විට ඩයෝඩයේ බිඳ වැටුම් විභවය V_{BR} දක්වා ඩයෝඩය තුළින් ධාරාවක් නො ගලන අතර බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාව V_{BR} ඉක්මවූ විට ඩයෝඩය බිඳ වැටේ. ඩයෝඩයේ දත්ත සටහන්වල V_{BR} වෙනුවට ඩයෝඩය ප්‍රායෝගික ව භාවිත කළ හැකි උපරිම පසු කුළු වෝල්ටීයතාව PIV දක්වා ඇත. එබැවින් ප්‍රායෝගික කටයුතු සඳහා V_{BR} වෙනුවට ඩයෝඩ දත්තවල ඇති (PIV) භාවිත කරනු ලැබේ. පහසුව තාත්ත්වික ඩයෝඩය රේඛීය ආකාරයකින් නිරූපණය කරන අන්දම 1.21 (a) රූපයේ දැක්වේ. මෙහි තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථය 1.21 (b) රූපයේ දැක්වේ.

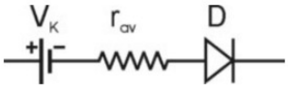
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



(a) සරල ඩයෝඩ වක්‍රය



(b) සරල ඩයෝඩය සඳහා තුල්‍ය පරිපථය

1.21 රූපය

මෙහි V_k වලින් දණටි වෝල්ටීයතාවත් r_{av} වලින් මධ්‍යනය පෙර නැඹුරු ගතික ප්‍රතිරෝධයත් දැක්වේ. D වලින් දැක්වෙන්නේ පරිපූර්ණ ඩයෝඩයකි.

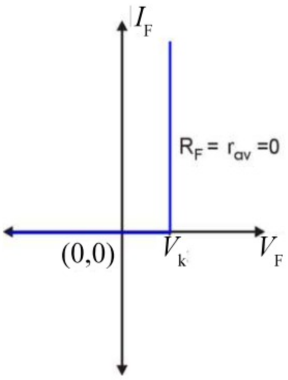
මේ අනුව, ඩයෝඩ හරහා පෙර නැඹුරු විභවය V_F හා පෙර නැඹුරු ධාරාව I_F අතර සම්බන්ධතාව පහත ආකාරයම දැක්විය හැකි ය.

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

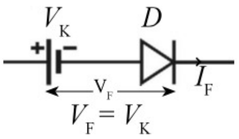
1.11.1 ආසන්න පරිපූර්ණ ඩයෝඩය

ආසන්න පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් ලෙස සැලකීමේ දී පෙර නැඹුරු ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය යයි සලකනු ලැබේ. $(R_F = r_{av} = 0)$

මෙම අවස්ථාවට අනුරූප වක්‍රයත් තුල්‍ය පරිපථයත් වෝල්ටීයතා සම්බන්ධතාවත් 1.22 රූපයේ දැක්වේ.



(a) ආසන්න පරිපූර්ණ ඩයෝඩය



(b) තුල්‍ය පරිපථය

1.22 රූපය

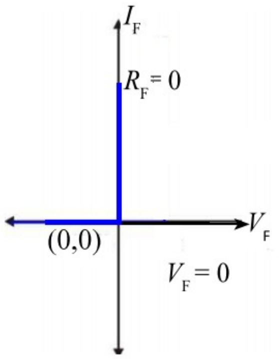
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

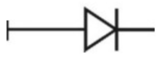
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිපූර්ණ ඩයෝඩය

මෙහි දී පෙර නැඹුරු ප්‍රතිරෝධය පමණක් නොව අභ්‍යන්තර විභව බාධකය (V_K) ද ශුන්‍ය යයි සැලකේ. පරිපූර්ණ ඩයෝඩයකට අනුරූප VI වක්‍රය හා තුල්‍ය පරිපථය 1.23 රූපයේ දැක්වේ.



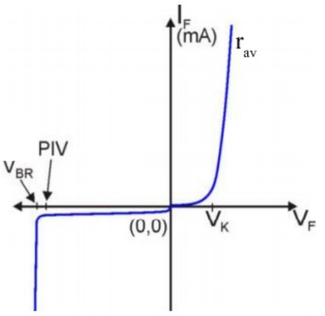
(a) පරිපූර්ණ ඩයෝඩය



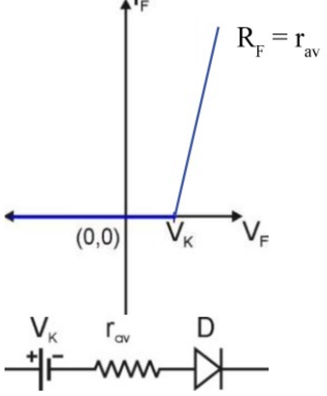
(b) තුල්‍ය පරිපථය

1.23 රූපය

ඩයෝඩ පිළිබඳව සලකන ලද ඉහත කරුණු පහත දැක්වෙන පරිදි සැකෙවින් දැක්විය හැකිය.

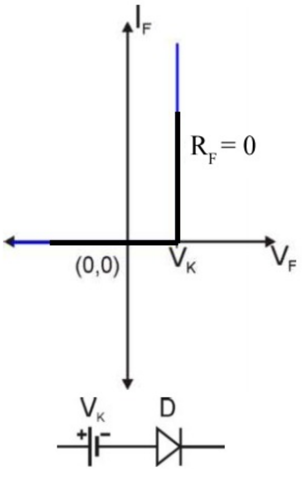


(a) තාත්ත්වික ඩයෝඩය

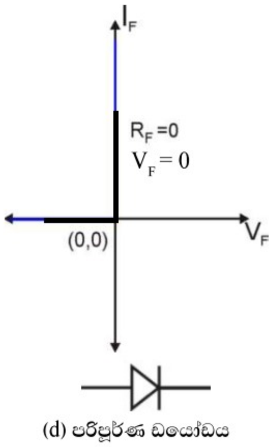


$V_F = V_K + I_F r_{av}$

(b) සරල ඩයෝඩය



(c) ආසන්න පරිපූර්ණ ඩයෝඩය



(d) පරිපූර්ණ ඩයෝඩය

1.24 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

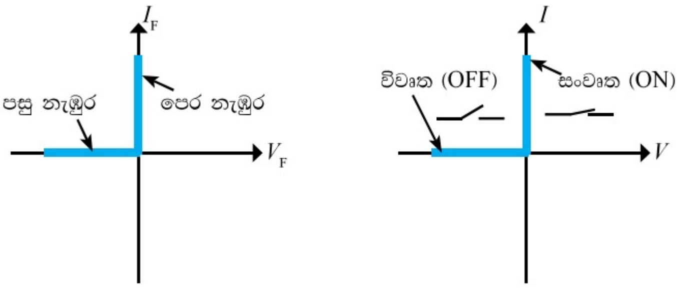
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තාත්ත්වික ඩයෝඩයේ V_F හා I_F අතර සත්‍ය ගණිතමය සම්බන්ධතාව ඝාතීය ශ්‍රිතයක් වේ. ප්‍රායෝගික ව සරල භාවිතයේ දී බොහෝ විට ඩයෝඩය පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් ලෙස සලකා එහි ඩයෝඩ ක්‍රියාව පමණක් සලකනු ලැබේ. කුඩා V_F විභව සැලකීමේ දී ආසන්න පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් ලෙස හැරවුම් විභවය (V_K) සලකා ගණනය කිරීම කරනු ලැබේ. වඩාත් නිවැරදි කටයුතු සඳහා r_{av} හා V_K ඇති සේ සලකනු ලැබේ.

1.11.3 ඩයෝඩය ස්විච්චියක් ලෙස භාවිතය

පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් සහ යාන්ත්‍රික ස්විච්චියක ලාක්ෂණික වක්‍ර පිළිබඳව සලකා බලමු.

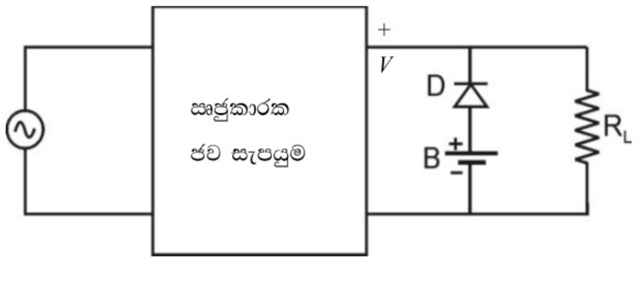


(a) පරිපූර්ණ ඩයෝඩය　　　　(b) යාන්ත්‍රික ස්විච්චිය

1.25 රූපය

මෙම වක්‍ර සසඳා බැලීමේ දී පරිපූර්ණ ඩයෝඩය පසු නැඹුරු විට යාන්ත්‍රික ස්විච්චියක විවෘත අවස්ථාවට අනුරූප වන පරිද්දෙන් ධාරාව සන්නයනය නොකරන බවත් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු විට සංවෘත ස්විච්චියකට අනුරූප ලෙස ධාරාව ගැලීමට ඉඩ දෙන බවත් පෙනේ. එබැවින් ඩයෝඩයක් ඉදිරි හෝ පසු නැඹුරු කිරීම මගින් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක ඇති ඩයෝඩයකට ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කළ හැකි බව පෙනේ.

උදා :- (i) විදුලි සැපයුමක "**අතිරේක ආධාරකයක්**" (Standby) ලෙස බැටරියක් යෙදවීමේ පරිපථය



1.26 රූපය

ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතා සැපයුම මගින් ක්‍රියා කරවන සරල ධාරා ජව සැපයුමකින් ලබා දෙන V වෝල්ටීයතාවක් R_L භාරයට සපයා ඇතැයි සිතමු. හදිසියේ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා සැපයුම බිඳවැටීම නිසා ජව සැපයුමේ වෝල්ටීයතාව නැති වුව හොත් R_L උපකරණය ක්‍රියා විරහිත වේ. මෙය වළකාලීම සඳහා V වෝල්ටීයතාවට සමාන වෝල්ටීයතාවක් ඇති B බැටරියක් හා ඩයෝඩයක් 1.26 රූපයේ දක්වා ඇති ලෙස ජව සැපයුමට සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් මෙම ගැටලුව විසඳිය හැකි ය. මෙහි දී ජව සැපයුම ඇති විට ඩයෝඩයේ දෙපසට ම එක ම V විභවය ලැබී ඇති

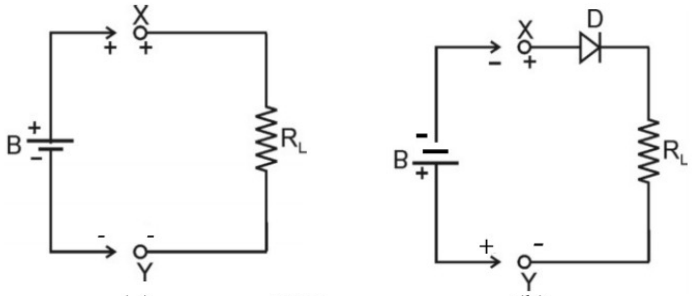
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හෙයින් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු නොවන අතර බැටරියෙන් ධාරාවක් නො ගලයි. ජව සැපයුම අක්‍රිය වූ විට B බැටරියේ + අග්‍රයේ පවතින විභවය මගින් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරුවී R_L සඳහා අවශ්‍ය V වෝල්ටීයතාව බැටරිය මගින් සැපයේ. මෙහිදී D ඩයෝඩය ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

(ii) විදුලි ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයකට වැරදි ධ්‍රැවීයතාවකින් බැටරි සවි කිරීමේ දී ඇති වන හානි වැළැක්වීම.



1.27 රූපය

විදුලි හෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයකට (R_L) නිවැරදි ව බැටරිය (B) සවි කළ යුතු ආකාරය 1.27 (a) රූපයෙන් දැක්වේ. (R_L වලින් දැක්වෙනුයේ උපකරණයේ භාර ප්‍රතිරෝධයයි). යම් හෙයකින් බැටරියේ අග්‍ර (ධ්‍රැව) මාරු කොට උපකරණය හරහා ධාරාව යැවුව හොත් උපකරණයට හානි වීමට ඉඩ ඇත. මෙය වළකාලීම සඳහා D ඩයෝඩය ස්විච්චියක් ලෙස සවි කරන ආකාරය 1.27 (b) රූපයෙන් දැක්වේ. මෙම පරිපථයට බැටරිය සම්බන්ධ වී ඇත්තේ අග්‍ර මාරුවන ලෙසටය. එවිට ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන හෙයින් උපකරණ තුළින් ධාරාවක් ගලා නො යයි. නිවැරදි ලෙස බැටරි අග්‍ර (a රූපයේ දැක්වෙන පරිදි) සම්බන්ධ කළ හොත් පමණක් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වී උපකරණයට ධාරාව සැපයේ.

1.11.4 ඩයෝඩය ඍජුකාරකයක් ලෙස භාවිත

ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් සරල ධාරාවක් බවට පරිවර්තනය කිරීම ඍජුකරණය (Rectification) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණවලින් බොහොමයක් ක්‍රියා කරනුයේ සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවලිනි. ගෘහස්ථ ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම 50 Hz සංඛ්‍යාතයෙන් හා 230 V වෝල්ටීයතාවෙන් යුතු ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවයකි. එබැවින් මෙම ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ගෘහස්ථ ප්‍රධාන සැපයුමෙන් ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී ඍජුකරණය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණය තුළ "**ඍජුකාරක පරිපථයක්**" (Rectification circuit) සවි කොට තිබේ. මෙහි මූලික උපාංගය වන්නේ ඍජුකාරකයක් ලෙස ක්‍රියාකරන ඩයෝඩයකි.

ඍජුකාරක පරිපථ එහි ක්‍රියාකාරිත්වය අනුව මූලික වර්ග දෙකකට වෙන් කළ හැකි ය.

(a) අර්ධ තරංග ඍජුකාරක පරිපථ
(b) පූර්ණ තරංග ඍජුකාරක පරිපථ

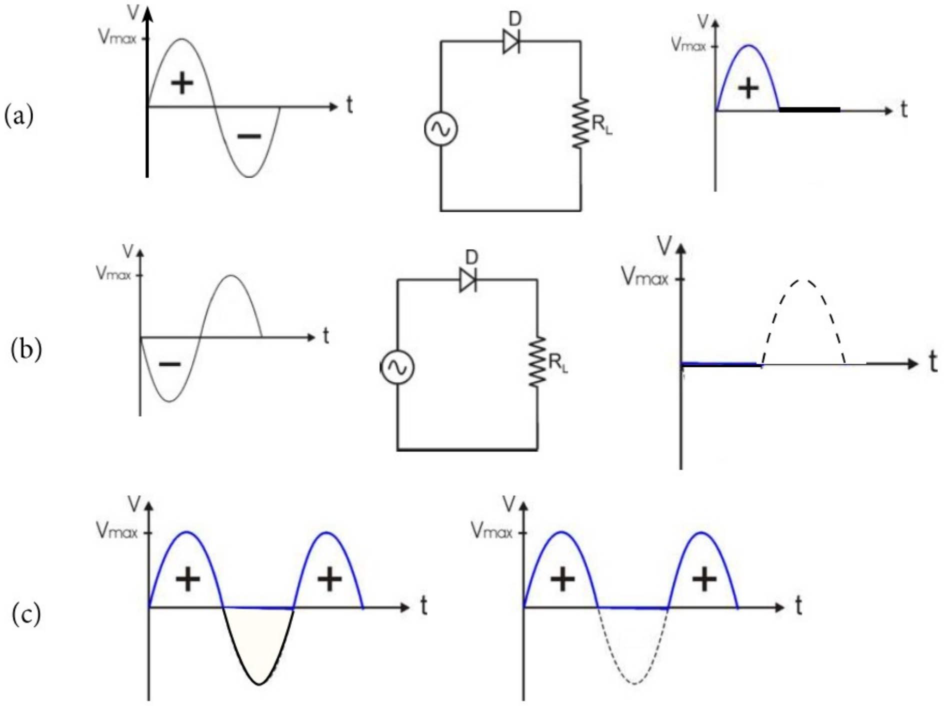
මේවායේ ක්‍රියාකාරිත්වය ගැන වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(a) අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථ **(Half-wave rectifier circuit)**

මෙහිදී එක් ඩයෝඩයක් පමණක් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවකට ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.



1.28 රූපය

මෙම සෘජුකරණ ක්‍රියාව පැහැදිලි කිරීම සඳහා 1.28 (a) රූපයේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවේ ධන අර්ධය ප්‍රදානය ලෙස යෙදවූ අවස්ථාව දැක්වේ. (මෙහි දී ඩයෝඩය පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් ලෙස ක්‍රියා කරන්නේ යැයි සලකමු). එය පෙර නැඹුරු වන හෙයින් එම ධන විභවය R_L භාර ප්‍රතිරෝධය හරහා ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබේ. 1.28 (b) රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ තරංගයේ සෘණ අර්ධය ඩයෝඩය වෙත ප්‍රදානය ලෙස ලැබෙන අවස්ථාවයි. මෙම අවස්ථාවේ ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන හෙයින් R_L හරහා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවක් නොලැබේ. එබැවින් ප්‍රතිදානය ශූන්‍ය වේ.

1.28 (c) රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ ඩයෝඩය වෙත ලැබෙන සම්පූර්ණ ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා තරංගයත් ඩයෝඩය හරහා භාරය වෙත ලැබෙන ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංගයත් ය.

මෙහිදී වෝල්ටීයතා තරංගයේ ධන අර්ධ පමණක් ප්‍රතිදානයේ දක්නට ලැබේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතා තරංගයේ එක් අර්ධයක් පමණක් ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙන හෙයින් මෙය අර්ධ **තරංග සෘජුකාරක** පරිපථයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

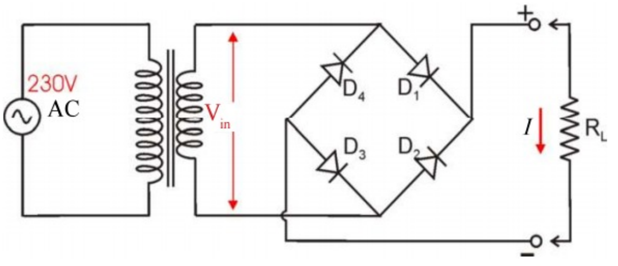
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

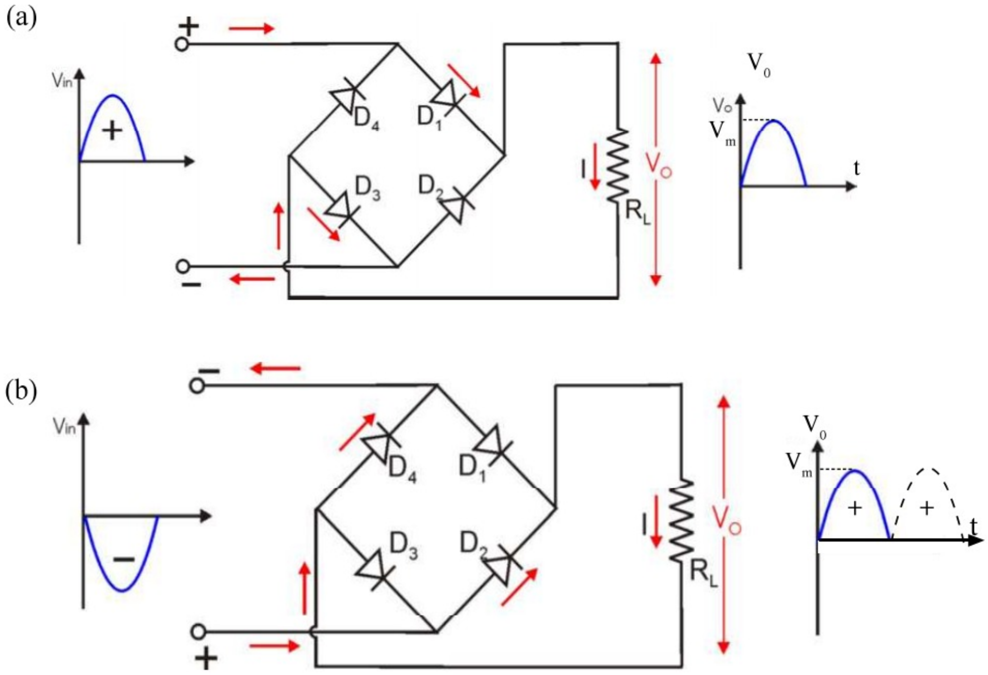
(b) පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථ

මෙහිදී ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතා තරංගයේ සම්පූර්ණ චක්‍රය ම සෘජුකරණයට භාජනය වේ. මේ සඳහා භාවිත කරන සේතු සෘජුකාරක පරිපථය පමණක් අපි සලකා බලමු. මෙහිදී තනි ඩයෝඩයක් වෙනුවට ඩයෝඩ හතරකින් සැදි සේතුවක් 1.29 රූපයේ දැක්වෙන ලෙස සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.



1.29 රූපය

අවකර පරිණාමකය මගින් සුදුසු ලෙස අඩු කර ගන්නා ලද ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාව ඩයෝඩ සේතුව මගින් සෘජුකරණය වන ආකාරය සලකා බලමු.



1.30 රූපය

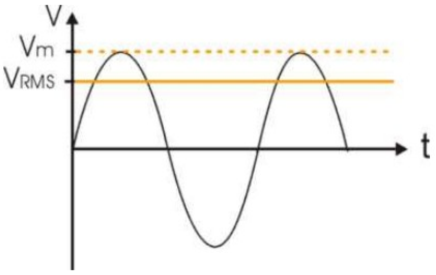
1.30 (a) රූපයේ දැක්වෙන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවේ ධන අර්ධය සේතුව වෙත පැමිණි විට D_1 හා D_3 ඩයෝඩ පෙර නැඹුරුව ක්‍රියා කරමින් R_L හරහා එම ධාරාව ගැලීමට ඉඩදෙන ආකාරයයි. 1.30 (b) රූපයෙන් පෙනෙන්නේ සෘණ අර්ධය පැමිණි විට D_2 හා D_4 ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වෙමින් R_L හරහා ධාරාව ගමන් කරවන ආකාරයයි. අවස්ථා දෙකෙහි දී ම R_L හරහා එක ම දිශාවට ධාරාව ගලන බව මේ අනුව අපට පෙනේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

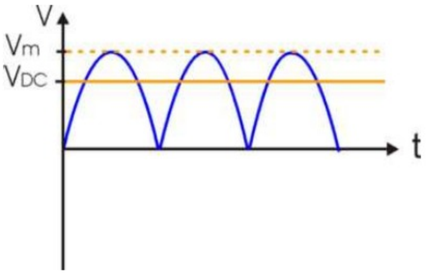
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අවස්ථා දෙකෙහි දී ඉතිරි ඩයෝඩ දෙක පසු නැඹුරුව පවතින හෙයින් ධාරාව සන්නයනයට හවුල් නොවේ. මේ අනුව ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවේ ප්‍රතිදානයේ ස්වභාවය පහත දැක්වේ.



(a) ප්‍රදානය

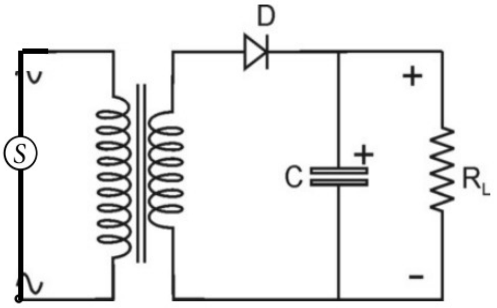


(b) ප්‍රතිදානය

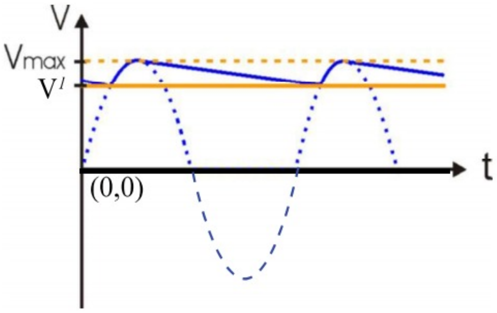
1.31 රූපය

1.11.5 සුමටනය

ඉහත දැක්වූ සෘජුකාරක පරිපථ දෙකෙහි ම ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙන ධාරාව එක් දිශාවකට ගලන ධාරාවක් වුවත් ඊට අදාළ වෝල්ටීයතාව ශූන්‍යයේ සිට V_m දක්වා වෙනස් වන්නා වූ වෝල්ටීයතා ස්පන්ද පෙළකි. සරල ධාරාවලින් ක්‍රියාකරන බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ නිවැරදි ව ක්‍රියාකිරීමට බැටරිවලින් ලැබෙන්නාක් මෙන් වූ නියත වෝල්ටීයතාවක් අවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා ඉහත දැක්වූ සෘජුකාරක පරිපථවලට සුමටන උපාංග සවි කරනු ලැබේ. සරලතම සුමටන උපාංගය වන්නේ ඉහළ ධාරිතාවක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් ප්‍රතිදානයට සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීමයි. පළමුව අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක සුමටනය භාවිත කරන ආකාරය සලකා බලමු.



(a)



(b)

1.32 රූපය

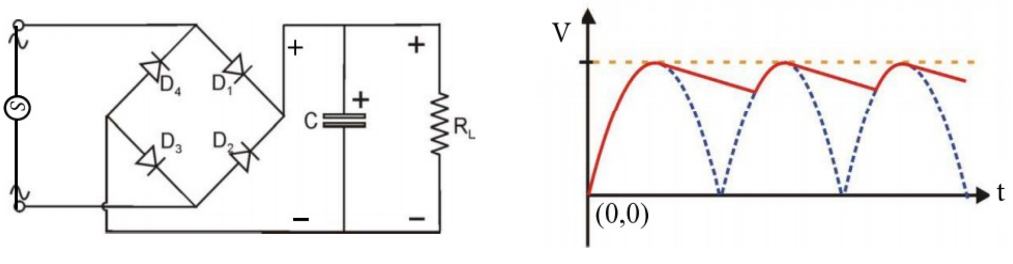
මෙහි දී ප්‍රතිදානයෙන් V_{max} හා V^l අතර විචලනය වන වෝල්ටීයතාවක් අපට ලැබේ. මෙහි දී සිදුවන්නේ ප්‍රතිදානය V_{max} දක්වා වැඩි වන විට ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වීමත් උපරිම V_{max} වෝල්ටීයතාවට පැමිණි පසු සෘජුකාරකයේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව අඩු වුවත් ධාරිත්‍රකය විසර්ජනය මගින් වෝල්ටීයතාව ශූන්‍ය නොවී පවත්වා ගනියි. ඊළඟ ධන අර්ධය පැමිණි විට නැවතත් ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වේ. $V_{max} - V^l$ රැළිති වෝල්ටීයතාව ලෙස හැඳින්වේ.

ධාරිත්‍රකයේ ධාරිතාව C විශාල වන විට රැළිති වෝල්ටීයතාව අඩු වේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවේ එක් කම්පනයක දී මෙහි එක් රැළිත්තක් ඇති වන හෙයින් රැළිති සංඛ්‍යාතය ප්‍රත්‍යාවර්තක ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතය ම වේ. එබැවින් රැළිති සංඛ්‍යාතය 50 Hz වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක වෝල්ටීයතා ස්පන්ද අතරතුර කාලය අඩු හෙයින් සුමටන ධාරිත්‍රකයක් සවි කළ විට රැළිති වෝල්ටීයතාව අර්ධ තරංග සෘජුකරණ අවස්ථාවට වඩා අඩු වේ.



(a) (b)

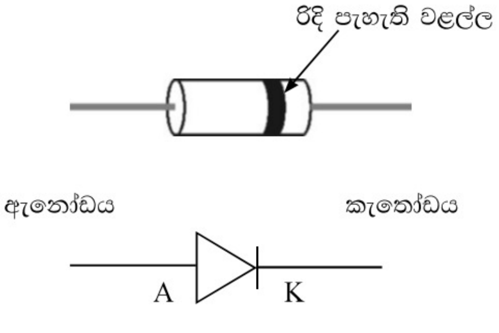
1.33 රූපය

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

සාමාන්‍යයෙන් සුමටන ධාරිත්‍රකය සඳහා 500 μF වලට වැඩි ධාරිතාවක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් භාවිත වේ. ඉතා ඉහළ ධාරිතාවක් ඇති ධාරිත්‍රක ප්‍රමාණයෙන් විශාල වීම නිසා භාවිතය අපහසු විය හැකි ය. විශාල අගයන්ගෙන් යුත් ධාරිත්‍රක නිපදවනු ලබන්නේ විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ධාරිත්‍රක ලෙස හෙයින් මේවායේ අග්‍ර ධන හා ඍණ ලෙස නම් කොට ඇත. ප්‍රතිදානයේ ධ්‍රැවීයතාවට ගැළපෙන ලෙස ප්‍රතිදානයට සමාන්තරගත ව මෙය සම්බන්ධ කළ යුතු ය.

1.11.6 සෘජුකාරක ඩයෝඩවල අග්‍ර හැඳිනීම හා දත්ත

සාමාන්‍යයෙන් භාවිත වන සෘජුකාරක ඩයෝඩයක ඇසුරුම් ආකාරය 1.34 රූපයෙන් දැක්වේ. ප්ලාස්ටික් ද්‍රව්‍යයකින් සාදන ලද සිලින්ඩරාකාර ව්‍යුහයක් මෙයට ඇත. 1 A ගෙන යන සෘජුකාරක ඩයෝඩ බොහෝ කටයුතුවල දී භාවිත කරන අතර මේවා 3 mm පමණ විෂ්කම්භයකින් හා 5mm පමණ දිගින් යුතු සිලින්ඩරාකාර හැඩයක් ගනියි. කැතෝඩය හඳුනා ගැනීම සඳහා එහි කැතෝඩය ආසන්නයේ රිදී පැහැති තීන්තෙන් වළල්ලක් සලකුණු කොට ඇත. ඩයෝඩයක් මිලදී ගැනීමේ දී එහි උපරිම ඉදිරි ධාරාවත් පසු කුළු වෝල්ටීයතාවත් වැදගත් වේ. බොහෝ විට දත්ත සටහන්වල PIV වෙනුවට V_{RRM} ලෙස සටහන් කොට ඇත්තේ (Maximum Repetitive Reverse Voltage) උපරිම නැවත නැවත යෙදිය හැකි පසු කුළු වෝල්ටීයතාව යන්නයි. පහත දැක්වෙන්නේ වෙළෙඳපොළේ ඇති ඩයෝඩ කිහිපයක දත්ත සටහන් ය.



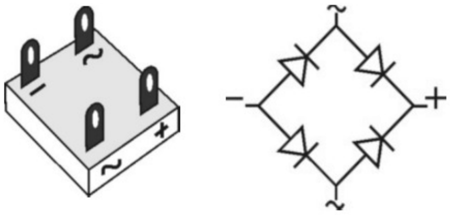
1.34 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඩයෝඩයේ හැඳුනුම් අංකය	උපරිම ඉදිරි ධාරාව	භාවිත උපරිම පසු නැඹුරු විභවය (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

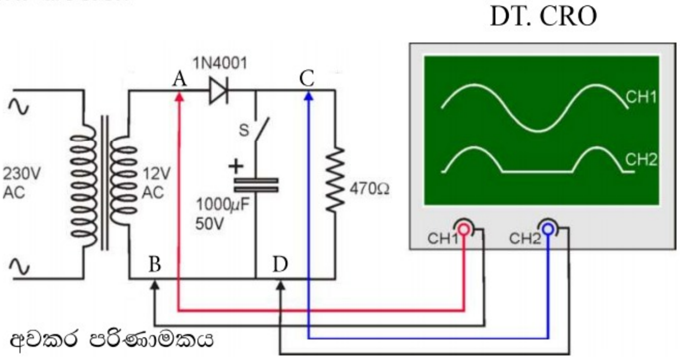


1.35 රූපය සේතු ඩයෝඩ ඇසුරුම

මෙයට අමතරව ඩයෝඩ හතරක් එක ම ඇසුරුමක ඇති සේතු පරිපථ ද වෙළෙඳපොළේ ඇත. මේවායේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාව සම්බන්ධ කරන අග්‍ර ~ ලකුණකින් ද ප්‍රතිදාන අග්‍ර + හා – ලකුණුවලින් ද දක්වා ඇත.

1.11.7 ඩයෝඩ සෘජුකාරක පරිපථයක ක්‍රියාකාරිත්වය කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂයක් මගින් ආදර්ශනය

රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක් ගොඩනගන්න. ද්විත්ව රේඛන දෝලනේක්ෂයේ පළමු වන චැනලයේ අග්‍රවලට A හා B ස්ථානත් දෙවන චැනලයට C හා D ස්ථානත් සම්බන්ධ කරන්න.



1.36 රූපය

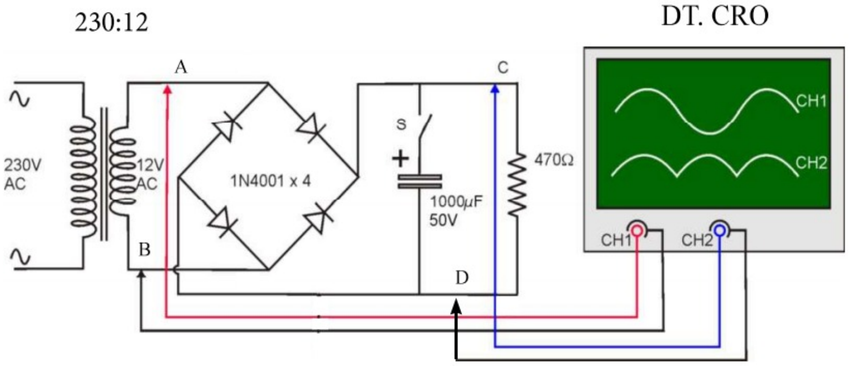
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෝලනේක්ෂය සුදුසු පරිදි සීරුමාරු කරන්න. එවිට පළමු වන චැනලයෙන් ප්‍රදාන තරංගයේ හැඩයත් දෙවන චැනලයෙන් ප්‍රතිදාන තරංගයේ හැඩයත් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. ඉන්පසු ස්විච්චිය සංවෘත කරන්න. එවිට දෙවන චැනලයෙන් සුමටනයට ලක් වූ ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ හැඩය දක්නට ලැබෙනු ඇත.

පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක ක්‍රියාකාරිත්වය ආදර්ශනය සඳහා පහත පරිපථය භාවිත කරන්න.



1.37 රූපය

ඉහත ආකාරයට ම පරීක්ෂණය සිදු කොට සෘජුකරණය වූ තරංගයත් S ස්විච්චිය සංවෘත කිරීමෙන් සුමටනයට ලක් වූ තරංගයත් නිරීක්ෂණය කරන්න. පරිපථ දෙකෙහි දී ම රළිති වෝල්ටීයතාව CROහි පරිමාණය මගින් මැන බලන්න.

සැ.යු. B හා D එෂණී එකවර සම්බන්ධ කිරීමෙන් පරිපථයට හානි වන බැවින් A, B හා C, D වෙන් වෙන් ව පරීක්‍ෂණයට යොදා ගන්න.

මේ දක්වා අප සෘජුකාරක ඩයෝඩ ගැන සලකා බැලුවෙමු. මෙම ඩයෝඩ සෘජුකරණය සඳහා පමණක් නොව ස්විච්චියක් වශයෙනුත්, විභව ගුණක පරිපථවලත්, තරංග ඉමැයුම් පරිපථවලත් (Clipping circuits) භාවිත කරනු ලැබේ. මෙම සෘජුකාරක ඩයෝඩවලට අමතරව නොයෙකුත් විශේෂ ප්‍රයෝජන සඳහා නිපදවන ලද ඩයෝඩ රාශියක් ද වෙයි. ඒවා අතරින් සෙනර් ඩයෝඩ, ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ, ප්‍රකාශ ඩයෝඩ ආදිය වඩාත් ම ප්‍රචලිත ඒවා වේ. එම ඩයෝඩ හා ඒවායේ ප්‍රයෝජන පිළිබඳව අපි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.

1.12 සෙනර් ඩයෝඩ (Zener diode)

මෙය සිලිකන්වලින් සාදා ඇති සන්ධි ඩයෝඩයකි. සෘජුකාරක ඩයෝඩවල දී බිඳවැටුම් වෝල්ටීයතාව (Breakdown voltage) ඉක්ම වූ විට ඩයෝඩය එක්වර ම විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් සන්නයනය කරමින් බිඳ වැටෙන බව අපි ඉගෙන ගතිමු. සෙනර් ඩයෝඩ නිෂ්පාදනයේ දී ඉතා සූක්ෂම ව මාත්‍රණය පාලනය කර බිඳවැටුම් වෝල්ටීයතාව ඉක්ම වූ විටත් යම් ධාරා පාරාසයක් තුළ විනාශ නොවී තිබෙන ලෙස නිපදවා ඇත.

ඩයෝඩයක් පසුනැඹුරු කළ විට එක්වර ම විශාල ධාරාවක් ගලා යාමට හේතු වන ක්‍රියාවලි දෙකක් පවතී. ඒවා සෙනර් බිඳ වැටුම (Zener Breakdown) සහ ඔසීය බිඳ වැටුම (Avalanche Breakdown) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම බිඳ වැටුම් සිදු වන්නේ කෙසේ දැයි පළමු ව සලකා බලමු.

(i) සෙනර් බිඳවැටුම

අර්ධ සන්නායකය අධික ව මාත්‍රණය කොට p – n සන්ධියක් සෑදූ විට ඇති වන හීන ස්තරය ඉතා කුඩා වේ. කෙටි දුරක ඇති වාහක හුවමාරුව නිසා අවශ්‍ය බාධක විභවය ගොඩ නැගීම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

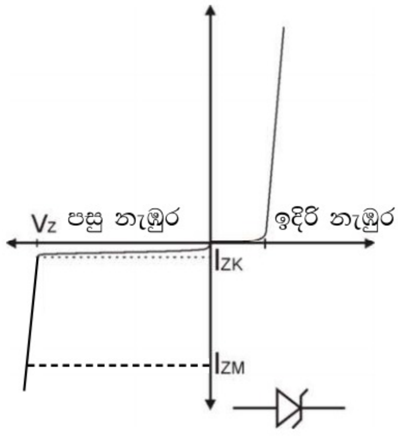
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මීට හේතුවයි මෙවැනි සන්ධියක් පසු නැඹුරු කළ විට ඉතා කෙටි දුරක විභව අන්තරය ඇති වන හෙයින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ඉතා විශාල වේ. මෙම ක්ෂේත්‍රය මගින් දැලිසේ බන්ධනවල ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන මත විශාල බලයක් ඇති කරයි. ($F = eE$ අනුව)

මෙම බලය බන්ධන බිඳ වැටීමට තරම් ප්‍රමාණවත් වූ විට බන්ධන විශාල සංඛ්‍යාවක් එක්වර ම බිඳ වැටෙන අතර එමගින් ඇති වන අල්පතර වාහක වූ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර මගින් සන්ධිය හරහා විශාල ධාරාවක් ගලා යයි. මෙම p – n සන්ධි බිඳ වැටුම සෙනර් බිඳවැටුම ලෙස හැඳින්වේ.

(ii) ඕඝ බිඳවැටුම (Avalanche Breakdown)

මෙහි දී p – n සන්ධිය හරහා පසු නැඹුරු විභවය 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 හේතුකොට ගෙන අල්පතර වාහකවල ප්‍රවේගය වැඩි වී එයට විශාල චාලක ශක්තියක් ($\frac{1}{2}mv^2$) හිමි වේ. මෙම වාහක දැලිසේ ඇති බන්ධන සමඟ ගැටී බන්ධන බිඳ වැටීමට සිදු වේ. මෙසේ බිඳ වැටීමෙන් ඇති වන වාහක ද එලෙස ත්වරණය වී බන්ධන බිඳ වැටීමට තරම් චාලක ශක්තියක් ලබා ගනී. මෙම ක්‍රියාව දාම ක්‍රියාවක් ලෙස සිදු වී විශාල වාහක ප්‍රමාණයක් ක්ෂණික ව ඇති වේ. මෙසේ ඇති වන අල්පතර වාහක මගින් විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් ක්ෂණික ව ඇති වේ. මෙම බිඳ වැටුම ඕඝ බිඳවැටුම ලෙස හැඳින්වේ. සෘජුකාරක ඩයෝඩවල දී පසු නැඹුරු විභවය මගින් ඩයෝඩය බිඳ වැටෙන්නේ මෙම ඕඝ බිඳවැටුම හේතුවෙනි.



සෙනර් ඩයෝඩ සංකේතය

1.38 රූපය

1.38 රූපයේ දැක්වෙන්නේ සෙනර් ඩයෝඩයක ලාක්ෂණික වක්‍රයයි. සෙනර් ඩයෝඩයේ බිඳ වැටුම් විභවය, මෙහිදී සෙනර් විභවය V_Z ලෙස හඳුන්වමු. සෙනර් ඩයෝඩ පරිපථයක යොදනුයේ පසු නැඹුරු ලෙසයි. ආරම්භයේ දී පසු නැඹුරු විභවය මගින් ඉතා කුඩා ධාරාවක් ගලායන අතර සන්ධිය බිඳවැටෙන අවස්ථාවේ විභවය V_Z වන අතර ධාරාව I_{zk} ලෙස මෙහි දක්වා ඇත. I_{zk} දණටි ධාරාව (Knee current) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

සෙනර් ඩයෝඩය හරහා විශාල ධාරාවක් ගලා ගිය හොත් යම් විටක දී ජනිත වන තාපය හේතු කොට ගෙන ඩයෝඩය බිඳ වැටෙයි. මේ නිසා සෙනර් ඩයෝඩයට දැරිය හැකි උපරිම ධාරාවක් වෙයි. මෙම උපරිම සෙනර් ධාරාව I_{zM} ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පසුව සඳහන් කරන පරිදි සෙනර් ඩයෝඩය භාවිත කරන්නේ I_{zk} සහ I_{zM} ධාරා සීමාව තුළ ය. කුඩා සෙනර් වෝල්ටීයතාවල දී ($V_Z < 6$ V) සෙනර් බිඳ වැටුම යෙදෙන අතර විශාල සෙනර් වෝල්ටීයතාවල දී සෙනර් ඩයෝඩ ක්‍රියා කරන්නේ ඕඝ බිඳ වැටුම මගිනි.

සෙනර් ඩයෝඩ නොයෙකුත් අවශ්‍යතා සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල භාවිත කරනු ලැබේ. මේවායින් ප්‍රධානතම වන්නේ, වෝල්ටීයතා යාමනය, සමුද්දේශක වෝල්ටීයතා ලබා ගැනීම යන කරුණු දෙකයි. මේ පිළිබඳව අපි දැන් සලකා බලමු.

1.12.1 වෝල්ටීයතා යාමනය (Voltage Regulation)

යම් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයකට සෘජුකාරක පරිපථයක් මගින් විදුලිය සපයන්නේ නම් එම සැපයුම් වෝල්ටීයතාව හේතු දෙකක් නිසා විචලනය විය හැකි ය.

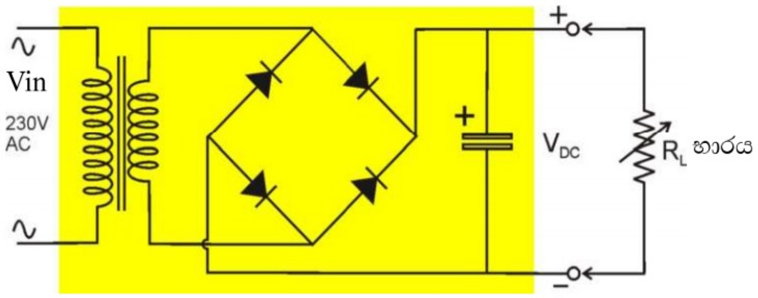
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(i) සෘජුකාරක පරිපථයට සැපයෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවේ විචලන නිසා
(ii) සෘජුකාරක පරිපථය සම්බන්ධ කෙරෙන භාරය ලබා ගන්නා ධාරාව විචලනය වීම නිසා

මෙම අවස්ථා දෙකේ දී ම භාරයට සැපයෙන වෝල්ටීයතාව වෙනස් වන නිසා භාරය නිවැරදි ලෙස ක්‍රියාත්මක නොවිය හැකි ය. මෙලෙස කුමන හේතුවක් නිසාවත් භාරයට සැපයෙන වෝල්ටීයතාව නොවෙනස් ව පවතින සේ ජව සැපයුම් ඒකකය ක්‍රියාකරවීමට සෘජුකාරක පරිපථයට පසුව වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථයක් ද යොදවනු ලැබේ. වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථයක් නොමැති සෘජුකාරක සැපයුමක් පහත දැක්වේ.



1.39 රූපය

ඉහත සඳහන් (i) අවස්ථාවේ ඇති කරන යාමනය සැපයුම් යාමනය (Line Regulation) ලෙසත් (ii) අවස්ථාවේ ඇති කරන යාමනය භාර යාමනය (Load Regulation) ලෙසත් හඳුන්වනු ලැබේ. පොදුවේ වෝල්ටීයතා යාමනය යන්නෙන් මෙම යාමන දෙක ම සිදු කරන බව අදහස් වේ. මේ අනුව සෘජුකාරක පරිපථයට ලබා දී ඇති සැපයුම් AC විභවය වෙනස් වන විට එහි ප්‍රතිදාන විභවය V_{DC} හි ඇති වන විචලනයත්, භාර ප්‍රතිරෝධය (R_L) විචලනය වීම නිසා භාරය හරහා ඇති වන විභව විචලනයත් ඉවත් වේ. භාර ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වන විට භාර ධාරාව වෙනස් වන අතර ජව සැපයුමෙන් ලබා ගන්නා ධාරාව ද එය අනුව වෙනස් වේ. ජව සැපයුමේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (පරිණාමක දඟරවල හා ඩයෝඩවල ප්‍රතිරෝධ) හරහා විභව බැස්ම වෙනස් වන හෙයින් V_{DC} වෙනස් වේ.

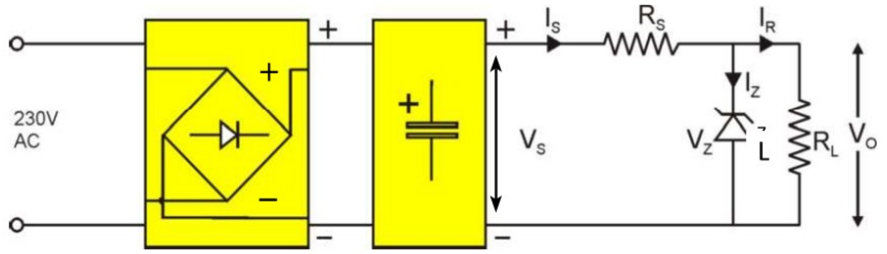
මෙම ගැටලුවලින් මිදීම සඳහා සෘජුකාරක සැපයුම හා භාරය අතරට යාමක පරිපථය සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. සරලතම යාමක පරිපථය වන්නේ සෙනර් ඩයෝඩයක් හා එයට ශ්‍රේණිගතව ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධයක් සවි කිරීමයි. සෙනර් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු කළ විට එය හරහා එහි සෙනර් විභවයට (V_Z) වැඩි විභවයක් ඇති නොවීම මෙහි දී ප්‍රයෝජනයට ගනු ලැබේ.

මෙහිදී සුමටනය කරන ලද සෘජුකාරක පරිපථයේ ප්‍රතිදානය V_S ලෙස සලකමු. මෙයින් පිටතට ලබා ගන්නා ධාරාව I_S යයි සලකමු. මෙම I_S ධාරාව ධාරා පාලක R_S ප්‍රතිරෝධකය හරහා ගලා යයි. මෙමගින් R_S ප්‍රතිරෝධකය හරහා $R_S I_S$ විභව බැස්මක් ඇති වේ. අදාළ පරිපථය 1.40 රූපයේ දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.40 රූපය

මෙහි දී ප්‍රතිදානයට සමාන්තරව පසු නැඹුරු සෙනර් ඩයෝඩය සවි කොට ඇති නිසා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව V_Z ට සමාන ව පිහිටයි.

$$V_0 = V_z$$

V_S හි අගය සැම විට ම $V_S > V_z$ වන ලෙස සෘජුකාරක පරිපථය නිර්මාණය කළ යුතු ය. V_Z ට අමතර $V_S - V_z$ විභව වෙනස, R_S ප්‍රතිරෝධකය හරහා හරහා ඇති විභව වෙනසින් තුල්‍ය කර ගනු ලැබේ. ඒ අනුව R_S හරහා ගලන ධාරාව I_S බැවින්,

$$V_S - V_Z = R_S I_S$$

$$\boxed{I_S = \frac{V_S - V_z}{R_S}}$$

R_S හරහා ගලන මුළු ධාරාව සැම විට ම භාරය හරහා ගලන ධාරාව I_L හා සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරාව I_Z හි එකතුවට සමාන වේ.

$$\boxed{I_S = I_L + I_Z}$$

ප්‍රත්‍යාවර්තක සැපයුමේ වෝල්ටීයතාව වැඩි වීම නිසා V_S වැඩි වුවහොත් I_S ධාරාව වැඩි වී එම විභව වෙනස $V_S - V_Z$ වෙනසට තුල්‍ය කර ගනු ලැබේ. මෙහිදී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව $V_0 = V_Z$ හෙයින් එය නියත ව පවතී. R_L නියත යැයි සැලකූ විට I_L ද නියත වේ. එබැවින් I_S වැඩි වන විට I_Z වැඩි වී ප්‍රතිදානය V_Z හි ම නියත ව තබා ගනු ලැබේ.

මෙලෙස ප්‍රත්‍යාවර්තක සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ විචලනය නිසා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව වෙනස්වීම සෙනර් ඩයෝඩයක් මගින් යාමනය වේ. (මෙම වොල්ටීයතා යාමනය ''සැපයුම් යාමනය'' (Line Regatation) ලෙස හැඳින්වේ.

සැපයුම් විභවය නියතව තිබිය දී භාර ප්‍රතිරෝධය වෙනස් වුවහොත් භාර ධාරාව I_R වෙනස් වේ. එවිට I_S වෙනස් වී R_S හරහා විභව බැස්ම වෙනස් වන හෙයින් V_0 වෙනස් විය යුතු ය.

සැපයුම් වෝල්ටීයතාව නියත බැවින් V_Z ට අමතර V_S - V_Z විභව 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 ධාරාව වෙනස්වීම මගින් I_S නියතව තබා ගනු ලැබේ. එවිට පෙර පරිදිම ප්‍රතිදාන විභවය V_Z හිම නියතව තබා ගත හැකි ය. මෙම විභව යාමනය ''**භාර යාමනය**'' (Load Regulation) ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

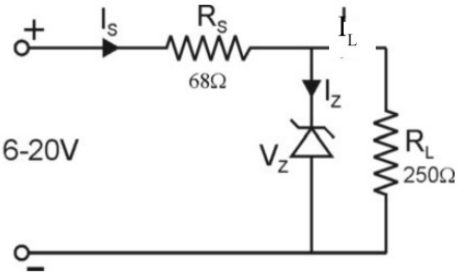
$P_M = V_Z I_{Max}$ වේ. I_{Max} හි අගය I_{ZM} වලට වැඩි නොවිය යුතු ය.

ඒ අනුව $\boxed{P_M = V_Z\, I_{ZM}}$

සෙනර් වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථයක් නිර්මාණය කිරීමේ දී අවශ්‍ය V_S විභව හා R_S ප්‍රතිරෝධයේ අගය සුදුසු ලෙස තෝරා ගෙන සෙනර් ධාරාව I_{ZK} සහ I_{ZM} (1.41 රූපය) අතර පමණක් විචලනය වන සේ කටයුතු කළ යුතු ය. වෝල්ටීයතා යාමක පරිපථ නිර්මාණය 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 රූපය).

උදා: 250 Ω භාර ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා 12 V නියත සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් පවත්වා ගැනීමට සැපයුම් වෝල්ටීයතාව 16 V සිට 20 V දක්වා වෙනස් වන සැපයුම් විභවයත් (V_S) භාවිත කරනු ලැබේ. මෙහි දී ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය (R_S) ලෙස 68 Ω ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ඇත. මෙහි දී භාවිත වන යාමක පරිපථය ඇඳ පහත සඳහන් දෑ සොයන්න.

(a) අවශ්‍ය සෙනර් ඩයෝඩයේ වෝල්ටීයතාව
(b) මෙම අවස්ථාවේ R_S හරහා ගලන අවම ධාරාව
(c) භාරය හරහා ගලන ධාරාව
(d) එම භාරය තිබිය දී R_S ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
(e) යෙදිය යුතු ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධයේ ක්ෂමතාව
(f) භාරය තිබිය දී සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
(g) භාරය විවෘත පරිපථව (OFF) ඇති විට සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව
(h) පරිපථයට භාවිත කළ යුතු සෙනර් ඩයෝඩයේ ක්ෂමතාව.



අවශ්‍ය පරිපථය
1.41 රූපය

(a) R_L හරහා 12 V නියත වෝල්ටීයතාවක් තිබිය යුතු හෙයින් තෝරා ගන්නා සෙනර් ඩයෝඩයට 12 V සෙනර් වෝල්ටීයතාවක් තිබිය යුතු ය.

$\therefore V_Z = 12$ V

(b) R_S හරහා ගලන ධාරාව අවම වන්නේ සැපයුම් විභවය 16 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 mA වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(c) භාරය හරහා සෑමවිට ම විභවය 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) භාරය තිබිය දී ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව ඇත්තේ සැපයුම් විභවය 20 V වූ 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 ධාරාව 117.6 mA වේ.

(e) ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයේ ක්ෂමතාව $P_S = I^2{}_S \times R_S$

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

වෙළෙඳපොළේ ඇති ආසන්න ප්‍රතිරෝධකය 68 Ω, 1W හෙයින් එය භාවිත කළ යුතු වේ.

(f) භාරය තිබිය දී සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව I_Z නම්, භාරය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව 48 mA ද පාලක ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව (V_S = 20V විට) 117.6 mA ද හෙයින්

$$117.6 = 48 + I_Z$$

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

(g) භාරය විවෘත පරිපථයේ ඇති විට ද ප්‍රතිදානය 12 V බැවින් ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධය (R_S) හරහා ගලන උපරිම ධාරාව 117.6 mA ම වේ. භාර ධාරාව I_L ශූන්‍ය හෙයින් මෙම මුළු ධාරාව ම සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගලා යා යුතු ය.

එබැවින් සෙනර් ඩයෝඩය හරහා ගලන උපරිම ධාරාව 117.6 mA වේ.

(h) සෙනර් ඩයෝඩයට තිබිය යුතු ක්ෂමතාව වන්නේ එහි උපරිම ධාරාව ගලන විට ක්ෂමතාවයි.

$P_Z = I_Z \times V_Z$ හෙයින්,

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

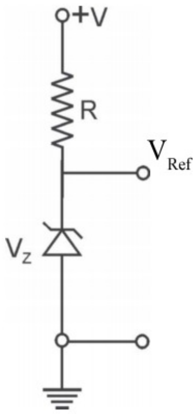
මේ සඳහා වෙළෙඳපොළේ ඇති 2 W සෙනර් ඩයෝඩයක් භාවිත කළ යුතු ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.12.2 සමුද්දේශක වෝල්ටීයතා (Reference Voltage) ලබා ගැනීම

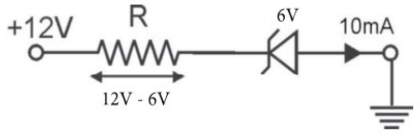


1.42 රූපය

සාපේක්ෂ නියත වෝල්ටීයතා නොයෙකුත් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ ක්‍රියාකරවීම සඳහා අවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා පහසු ම ආකාරය සෙනර් ඩයෝඩයක් භාවිත කිරීමයි. මෙහිදී R ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයක් සමඟ ශ්‍රේණිගත ව පසු නැඹුරු ලෙස සෙනර් ඩයෝඩය ජව සැපයුමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. සෙනර් ඩයෝඩය හරහා 10 mA පමණ ධාරාවක් ගලා යන ලෙස R ප්‍රතිරෝධකය තෝරා ගත යුතු ය. සමුද්දේශක වෝල්ටීයතාව වනුයේ සෙනර් ඩයෝඩයේ වෝල්ටීයතාවයි. (3.3 V සිට 100 V දක්වා වූ E - 24 ශ්‍රේණියේ ඇති සියලු ම සෙනර් වෝල්ටීයතා 1 N 4728 කාණ්ඩයේ (1 W) සෙනර් ඩයෝඩවලින් මිල දී ගත හැකි ය).

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

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



1.43 රූපය

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

$$\frac{\square}{10} = R$$

$$R = 600\ \Omega$$

එම නිසා 6 V සෙනර් ඩයෝඩයක් හා ශ්‍රේණිගත ව 600 Ω ප්‍රතිරෝධයක් භාවිත කොට රූපයේ දැක්වෙන ලෙස මෙය නිර්මාණය කළ හැකි ය.

(වෙළෙඳපොළේ ඇති ආසන්න ප්‍රතිරෝධකය 620 Ω වේ. භාවිත කළ යුතු ඩයෝඩය වන්නේ 1 N 5233, 500 m W ය)

1.12.3 සෙනර් ඩයෝඩ ඇසුරුම් හා අග්‍ර හැඳිනීම

රූපයේ දැක්වෙන්නේ සෙනර් ඩයෝඩ කිහිපයකි. 1 W හා ඊට අඩු ක්ෂමතා ඇති සෙනර් ඩයෝඩ වීදුරු ආවරණයක් සහිත වන අතර වැඩි ක්ෂමතාවකින් යුත් සෙනර් ඩයෝඩ කළු පැහැති එපොක්සි ආවරණයකින් යුක්ත වේ. සාමාන්‍ය ඩයෝඩවල මෙන්ම සෙනර් ඩයෝඩයේ ද සුදු හෝ කළු වලල්ලක් ඩයෝඩයේ කැතෝඩය හඳුනා ගැනීම සඳහා යොදා ඇත (1.44 රූපය).

(a)　　　　　(b)

1.44 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

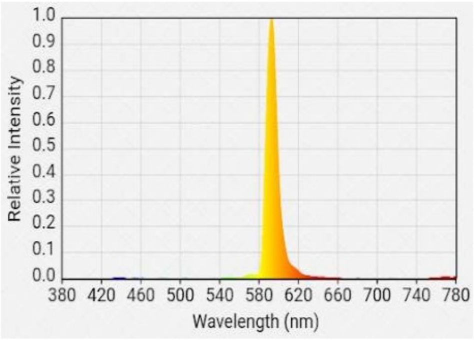
1.13 ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ (Light Emiting Diode -LED)

p–n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කළ විට සන්ධිය හරහා වාහක ගලා යන බවත්, ඇතැම් වාහක ප්‍රතිසංයෝජනය වන බවත් අපි මීන් පෙර දැන ගතිමු. සාමාන්‍ය ජර්මේනියම් හෝ සිලිකන් ඩයෝඩවල දී මෙම ප්‍රතිසංයෝජනයේ දී පිටවන ශක්තිය තාපය ලෙස පිට වේ.

Ge හා Si ඩයෝඩවල දී පිටවන විද්‍යුත් චුම්බක තරංග තාප විකිරණ ප්‍රදේශයට අයත් වන අතර GaAsP ඩයෝඩවල දී පිටවන කිරණ රතු -තැඹිලි වර්ණ පරාසයට අයත් වන බව පෙනේ. ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයේ භාවිත වන්නේ ද මෙම මූලධර්මයයි. 1962 දී ජෙනරල් ඉලෙක්ට්‍රිකල් සමාගමේ ''**නික් හොලොන්යක්**'' (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. මේවා සියල්ලෙහි ම p – n සන්ධිය III - IV කාණ්ඩයේ සංයුක්ත අර්ධ සන්නායකවලින් සාදා ඇත.

LED මගින් නිකුත් වන ආලෝකය ඉතා කුඩා තරංග ආයාම පරාසයක් තුළ පැතිර ඇති නිසා එය ඒක වර්ණ ආලෝක ප්‍රභවයක් ලෙස සැලකිය හැකිය. ප්‍රායෝගික භාවිතයේ ඇති LEDවල ආවරණය පාරදෘශ්‍ය එපෙක්සිවලින් නිපදවා ඇති අතර එය වර්ණ ගන්වා ඇත්තේ නො දැල්වෙන අවස්ථාවේ එහි වර්ණය හඳුනා ගැනීම සඳහා ය.

GaP රතු LED හි විමෝචන වර්ණ පැතිරීම 1.45 (a) රූපයේ ද විවිධ වර්ණ පිටකරන සන්ධි කීපයක දත්ත සටහන (b) වගුවේ ද පහත දැක්වේ.



(a)
රතු LED හි වර්ණාවලිය

වර්ණය	අර්ධ සන්නායකය
අධෝරක්ත (IR)	GaAs
රතු	GaP
තැඹිලි	GaAsP
කහ	Al GaIn P
කොළ	Al GaP
නිල්	InGaN
පාරජම්බුල (uv)	A l N

(b)

LED හි නිර්මාණය හා ක්‍රියාව අපි දැන් සලකා බලමු.

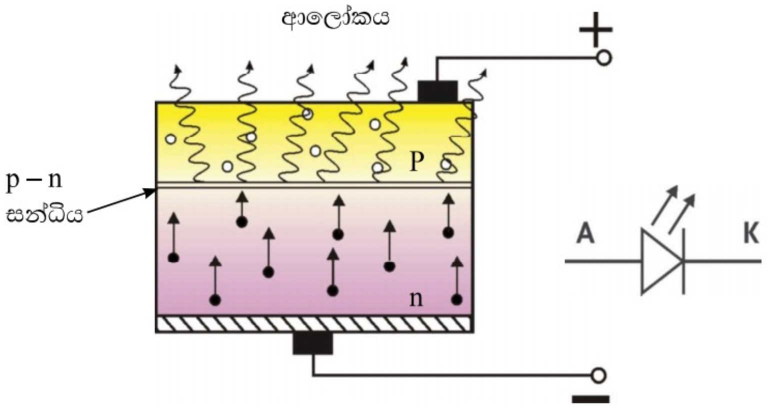
1.45 රූපය

මෙහි ලෝහ සන්නායක තහඩුවක් මත n අර්ධ සන්නායකයක් ගොඩ නගා ඇති අතර ඉතා තුනී p අර්ධ සන්නායකයක් n අර්ධ සන්නායකය මත විසරණය භාවිතයෙන් සාදා ඇත (1.46 රූපය). p අර්ධ සන්නායකයේ කෙලවරක් ලෝහ කම්බියක් මගින් ධන ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට සම්බන්ධ කොට ඇති අතර ලෝහ තහඩුව කැතෝඩයට සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙම p හා n අර්ධ සන්නායක මගින් සන්ධිය ගොඩ නැගෙන අතර සන්ධිය ඉදිරි නැඹුරු කළ විට p – n සන්ධිය තුළ දී වාහක ප්‍රතිසංයෝජනය සිදු වේ. මෙහිදී හටගන්නා විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ (ආලෝකය) විශාල ක්ෂේත්‍රඵලයක් ඇති තුනී P අර්ධ සන්නායකය තුළින් පිටතට විමෝචනය වේ. එම රූපයේ පසකින් ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයේ සංකේතය දක්වා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

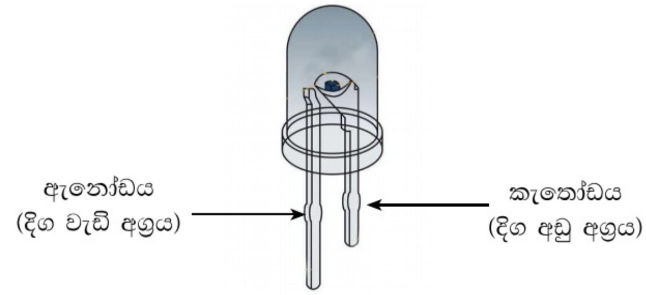
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.46 රූපය

පහත රූප සටහනේ පොදු ලෙස භාවිත වන LED හි අග්‍ර හඳුනා ගන්නා ආකාරයත් නිර්මාණයත් දක්වා ඇත.



LED හි බාහිර පෙනුම

1.47 රූපය

1.13.1 ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ භාවිතය

LED භාවිතයට පැමිණි මුල් යුගයේ දී එය භාවිත වූයේ දර්ශකයක් ලෙසයි. මෙයට අමතරව විදුලි ආලෝක සැරසිලි සඳහා ද මේවා භාවිත වේ. පසුව විස්තර කෙරෙන සුදු වර්ණ LED, ආලෝක ප්‍රභවයක් ලෙස පිරික්සුම් විදුලිපහන් සහ ගෘහස්ථ විදුලි පහන් සඳහා භාවිතය ආරම්භ වී ඇත.

1.13.2 LEDහි පෙර නැඹුරු

සාමාන්‍ය Si ඩයෝඩවල පෙර නැඹුරු විභවය 0.6 V පමණ වන බව අපි දනිමු. නමුත් සංයුක්ත අර්ධ සන්නායකවලින් සාදා ඇති LED වල පෙර නැඹුරු විභවය සන්ධිය සාදන අර්ධ සන්නායකය අනුව 1.7 V සිට 4 V අතර පරාසයක පිහිටයි. සාමාන්‍ය රතු LED එකක් 1.8 V ~ 2.5 V අතර දී හොඳින් ආලෝකය විමෝචනය කරයි. එසේම LED හරහා ගලන පෙර නැඹුරු ධාරාව නිකුත් කරන ආලෝක තීව්‍රතාවට අනුලෝම ව සමානුපාතික වේ. රතු LED සඳහා 2 Vහි දී 10 mA පමණ ධාරාවක් ගලා ගොස් හොඳින් ආලෝකය විමෝචනය කරයි. සාමාන්‍ය LED එකක් නියමිත ප්‍රමිතියෙන් යුතු ව දල්වන්නේ නම් පැය 50,000ක පමණ ආයු කාලයක් එයට ඇත. වැඩි විභවයක් යටතේ දැල් වුවහොත් ආයු කාලය කෙටි වේ.

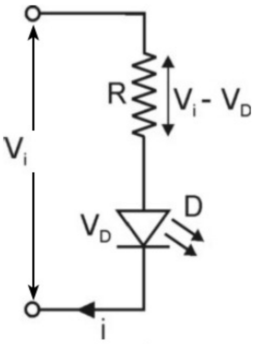
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විවිධ සැපයුම් විභවවලින් LED දැල් වීමේ දී එයට ශ්‍රේණිගත ව ධාරා පාලක ප්‍රතිරෝධකයක් සවි කළ යුතු වේ. මෙහි අගය ඕම්ගේ නියමය ඇසුරෙන් පහසුවෙන් ගණනය කළ හැකි ය.

උදා: 9 V සැපයුමකින් LED එකක් දැල්විය යුතු වේ. LED හරහා 2 V විභව අන්තරයක් තිබිය යුතු යැයි ද ඩයෝඩය හරහා ඉදිරි නැඹුරු ධාරාව 10 mA විය යුතු යැයි ද සිතමු.



1.48 රූපය

$$V_i - V_D = IR$$

$$\therefore 9 - 2 = \frac{10}{1000} \times R$$

$$700 = R$$

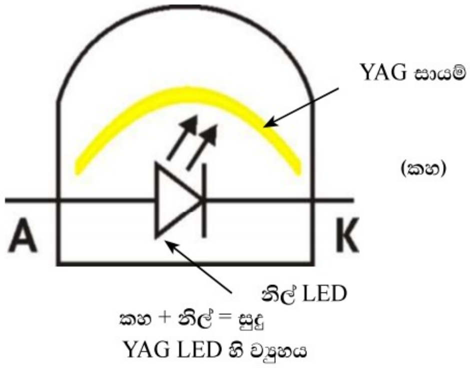
$$R = 700\ \Omega$$

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

අමතර දැනුම සඳහා
සුදු LED

මේ සඳහා ප්‍රධාන ක්‍රම දෙකක් භාවිත වේ. පළමු ක්‍රමය ඉහත සඳහන් LED තුනක් මගින් සුදු ආලෝකය ලබා ගැනීම ය. මෙම LED, RGB - LED ලෙස හැඳින්වේ. සාමාන්‍ය සුදු ආලෝකය නිපදවීමට මෙම ක්‍රමය භාවිත නොවන නමුදු LCD-LED රූපවාහිනී තිරවල LCD තිරයට පසුපසින් ඇති ආලෝක ප්‍රභවය ලෙස භාවිත වන්නේ මෙම RGB ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයි. මෙයට හේතුව සුදු ආලෝකයේ ප්‍රධාන වර්ණ තුන වූ රතු, කොළ, නිල් වර්ණ තුන ම මෙහි තිබීමයි.

ආලෝක ප්‍රභවයක් ලෙස දැනට වෙළෙඳපොළේ ඇති සුදු LED මූලධර්මය "**යැග් ප්‍රතිදීපන**" ක්‍රමය 2006 දී ජපන් ජාතික "**නකමුරා**" විසින් සොයා ගන්නා ලද්දකි. මෙහි නිල් වර්ණ LED එකක් පමණක් භාවිත කරන අතර p – n සන්ධියට ඉහළින් කහ පැහැති ප්‍රතිදීපන සායම් තට්ටුවක් රඳවා ඇත. මෙම සායම සීරියම්වලින් මාත්‍රණය කළ යිට්‍රියම් ඇලුමිනියම් ගානට් (Cerium-doped Yttrium Aluminum Garnet) හෙවත් 'YAG'වලින් යුක්ත වේ.



1.49 රූපය

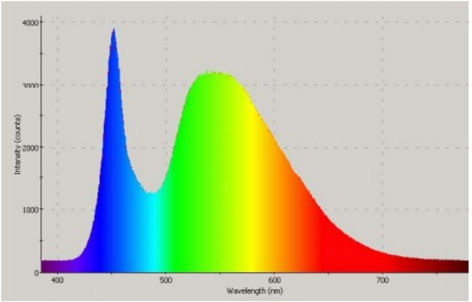
මෙහි නිල් LED දැල් වූ කළ ප්‍රතිදීපන සායම් මගින් එයින් කොටසක් අවශෝෂණය කොට කහ වර්ණය නිකුත් කරන අතර සායම් විනිවිද යන ඉතිරි නිල් ආලෝකය මෙම කහ වර්ණය සමඟ එක් වී (අනුපූරක වර්ණ) සුදු ආලෝකය නිකුත් වේ. මෙවැනි LED ඇසුරුමක ආකාරය 1.49 රූපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

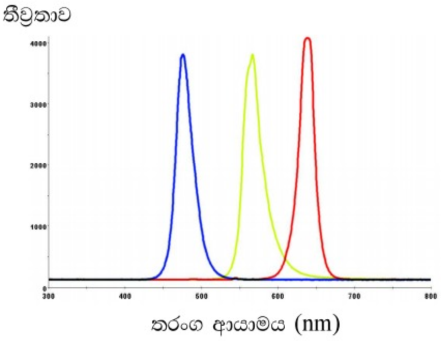
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

RGB සුදු LEDවල හා YAG සුදු LED වල විමෝචන වර්ණාවලි පහත දැක්වේ. YAG LEDවල ආලෝකය ඇසට සුදු ලෙස දර්ශනය වුවද සුදු ආලෝකයේ සියලු ම සංඝටක විමෝචිත ආලෝකයේ නොමැති බව ඔබට පෙනෙනු ඇත.



(a) YAG සුදු LED හි වර්ණාවලිය

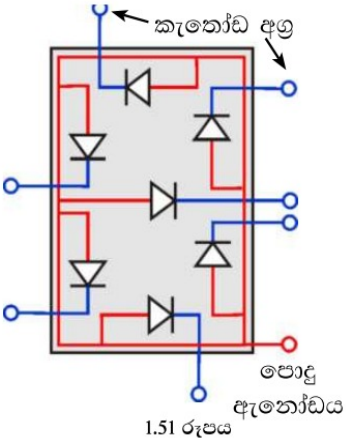


(b) RGB සුදු LED හි වර්ණාවලිය

1.50 රූපය

LEDවල පසු කුළු වෝල්ටීයතාව 5 V ආසන්නයේ පවතී. මේ නිසා 5 Vට වැඩි පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවලින් LED හි p – n සන්ධිය විනාශ වී යයි. එබැවින් ප්‍රත්‍යාවර්තක විභවයකින් LED දැල් වීමේ දී සැලකිලිමත් විය යුතු ය.

1.13.3 LED භාවිත



1.51 රූපය

- ⋆ ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩවල තවත් භාවිතයක් වන්නේ සංඛ්‍යාංක ප්‍රදර්ශනය සඳහා සප්ත ඛණ්ඩ දර්ශකවල (Seven Segment displays) භාවිතයයි. මෙහිදී LED හතක් ඉලක්කමක ආකාරයට එක ම ඇසුරුමක සකස් කර ඇති අතර ඩයෝඩවල කැතෝඩ හෝ ඇනෝඩ පොදු අග්‍රයකටත් (Common Cathode or Common Anode) අනෙක් අග්‍ර තනි තනිවත් පිටතට අග්‍ර ලෙස දක්වා ඇත. සුදුසු ඩයෝඩ දැල්වීමට සැලසීම මගින් 0 සිට 9 දක්වා වූ සියලු ම සංඛ්‍යාංක මෙමගින් ප්‍රදර්ශනය කළ හැකි ය.

- ⋆ රූපවාහිනීවල LCD තිරය පිටුපස ආලෝක ප්‍රභවය (Backup LED) ලෙස RGB, සුදු LED භාවිත වේ. එසේම සමහර රූපවාහිනී සහ ප්‍රදර්ශන පුවරුවල LED වලින් අවශ්‍ය රූපය ප්‍රදර්ශනය කරනු ලැබේ.

- ⋆ UV - LED වැදගත් ලේඛනවල පියවි ඇසට අදෘශ්‍ය ප්‍රතිදීපන සලකුණු පරීක්ෂා කිරීමට භාවිත කරනු ලැබේ. බැංකුවල මුදල් නෝට්ටු ව්‍යාජ ඒවා දැයි පරීක්ෂා කරනුයේ ද මෙම UV ආලෝකයෙනි.

- ⋆ බොහෝ දුරස්ථ පාලකවල පණිවුඩ යැවීම සිදු කරන්නේ ද IR - LED මගින් ලබා ගන්නා අධෝරක්ත කිරණ භාවිතයෙනි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

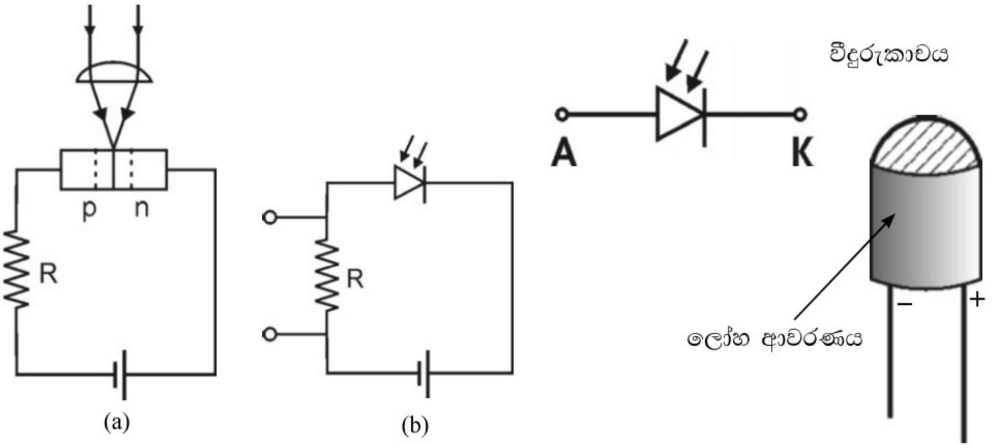
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.14 ප්‍රකාශ ඩයෝඩ (Photo diode)

බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකවල තාපජ කැලඹුම් මගින් ඇති වන අල්පතර වාහක හේතු කොට ගෙන පසු නැඹුරු කරන ලද p – n සන්ධියක් හරහා ඉතා කුඩා සන්තෘප්ත කාන්දු ධාරාවක් ගලන බැව් අපි දනිමු. මෙවැනි සන්ධියක් මත ආලෝකය පතනය වුව හොත් හායිත පෙදෙසේ ඇති බන්ධන සමහරක් බිඳ වැටී කාන්දු ධාරාව වැඩි වේ.

සන්ධි ඩයෝඩ පාරාන්ධ එපොක්සි බාහිර ආවරණයකින් යුක්ත ව නිපදවීම නිසා සන්ධියට ආලෝකය පතනය වීම වැළකෙයි. නමුත් p – n සන්ධිය වීදුරුවලින් ආවරණය කළ හොත් සන්ධිය මත පතිත වන ආලෝකයේ තීව්‍රතාවට අනුව ඩයෝඩයේ පසු නැඹුරු සන්තෘප්ත ධාරාව වෙනස් වේ. මෙවැනි සැලසුමක් ආලෝකයේ තීව්‍රතාව අනුව විචලනය වන විභව අන්තරයක් ලබා ගැනීමට භාවිත කළ හැකි ය.



1.52 රූපය

මෙහිදී බැටරියක ආධාරයෙන් ඩයෝඩය පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ තබන අතර ඩයෝඩ සන්ධිය මතට කුඩා උත්තල කාචයක් මගින් පතන ආලෝකය නාභිගත කරනු ලැබේ. බාහිර බැටරි පරිපථයේ ඇති R ප්‍රතිරෝධකය හරහා ඩයෝඩය මගින් එළවන පසු කාන්දු ධාරාවෙන් විභව අන්තරයක් ගොඩ නැගේ. මෙම විභව අන්තරය ආලෝක තීව්‍රතාව මැනීම සඳහා භාවිත වේ. ප්‍රකාශ ඩයෝඩයේ සංකේතයත් ඩයෝඩ ඇසුරුමක ආකාරයත් 1.52 රූපයේ දැක්වේ.

1.14.1 ප්‍රකාශ ඩයෝඩ භාවිතය

ඉහත දැක්වූ පරිදි ආලෝකයට සංවේදී ස්විච්චියක් ලෙස මෙය සොර බිය හඟවන එලාමවල ද, පරිගණකවල දත්ත කියවීම සඳහා සහ කැමරා ආදියෙහි ඇති ආලෝකමානවල ද ප්‍රකාශ ඩයෝඩ බහුල ව භාවිත වේ.

1.15 සූර්ය කෝෂ (Solar cells)

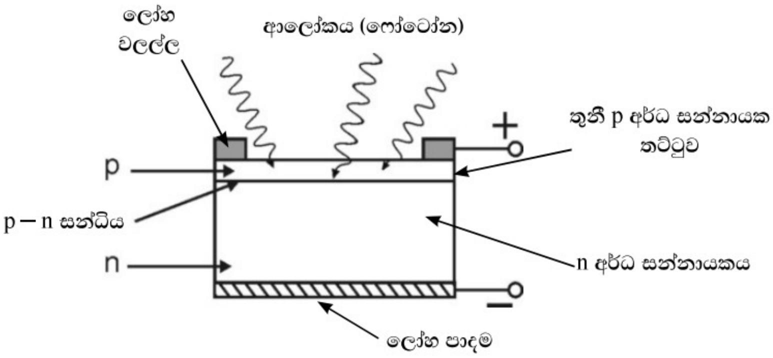
සූර්ය ශක්තිය විද්‍යුත් ශක්තියට පරිවර්තනය කිරීම සඳහා p – n සන්ධියක් භාවිත කළ හැකි ය. මෙවැනි ඇටවුමක් සූර්ය කෝෂයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

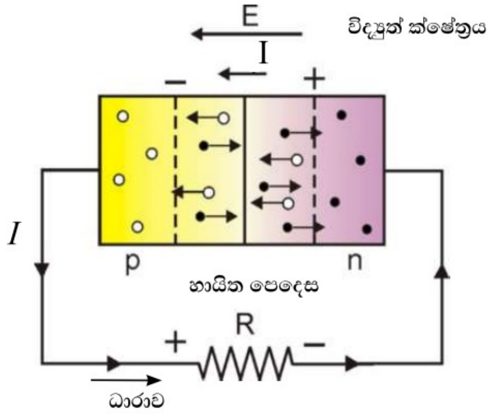
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සූර්ය කෝෂ සෑදීම සඳහා සෙලිනියම් හෝ සිලිකන් සාමාන්‍යයෙන් භාවිත කරනු ලැබේ. සිලිකන් සූර්ය කෝෂයක් සාදා ඇති ආකාරය පහත දැක්වේ. 1.5 3 (a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ලෝහ පාදම මත n - අර්ධ සන්නායකය සකසා ඇති අතර එය මත ඉතා තුනී p – ආකාරයේ අර්ධ සන්නායක තට්ටුවක් සාදා ඇත. p – අර්ධ සන්නායක තට්ටුව වෙතට පතනය වන සූර්ය කිරණ එය තුළින් ගොස් p – n සන්ධියට ළඟා වේ. එවිට p – n සන්ධිය අවට හායිත ප්‍රදේශයේ p – අර්ධ සන්නායකයේ ඍණ විභවය ද n - අර්ධ සන්නායකයේ ධන විභවය ද වන සේ අභ්‍යන්තර විභව බාධකය ගොඩ නැගෙයි.



(a)



(b)

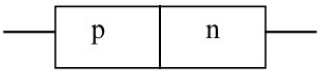
1.53 රූපය

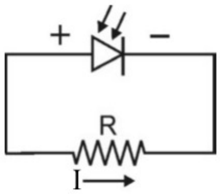
ආලෝකය මෙම හායිත පෙදෙසට පතනය වූ විට එහි ඇති අර්ධ සන්නායකවල බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රෝන- කුහර යුගල ජනනය වේ. අභ්‍යන්තර විභව බාධකය නිසා ජනනය වූ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් ඇති වූ කුහර p අග්‍රය දෙසටත් ඉලෙක්ට්‍රෝන n අග්‍රය දෙසටත් ප්ලාවනය වේ. p හා n අග්‍ර බාහිරින් එකට සම්බන්ධ කළ විට p සිට n දක්වා බාහිර පරිපථය ඔස්සේ ධාරාවක් ගලා යයි. මේ අනුව සූර්ය කිරණ පතනය වූ විට p – n සන්ධිය p අග්‍රය ධන ද n අග්‍රය ඍණ ද වන විද්‍යුත්ගාමක බල ප්‍රභවයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි (1.53 (b) රූපය).

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

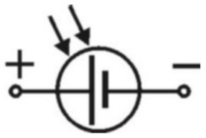
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.





(a) තුල්‍ය පරිපථය



(b) අනුරූප සම්මත සංකේතය

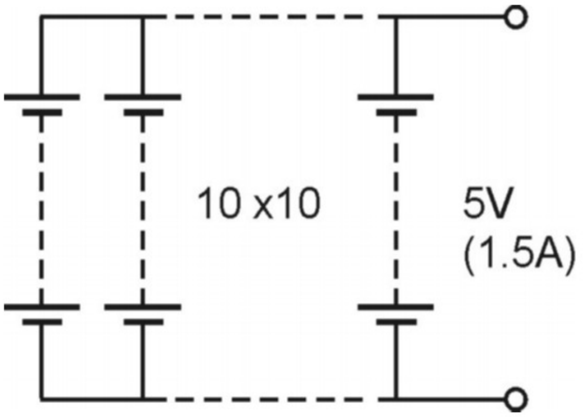
1.54 රූපය

පහතින් ඇති 1.54 (a) රූපයේ අනුරූප තුල්‍ය පරිපථයත් (b) රූපයේ සූර්ය කෝෂයේ සම්මත සංකේතයත් දැක්වේ. දීප්තිමත් ආලෝකයේ දී මෙහි ජනනය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය 0.6 V පමණ වේ. බාහිර පරිපථය හරහා ගලන ධාරාව p – n සන්ධියේ පෘෂ්ඨීය ක්ෂේත්‍රඵලය වැඩි වන විට වැඩි වේ.

1.15.1 සූර්ය කෝෂයක භාවිත

සූර්ය ශක්තිය විද්‍යුත් ශක්තියට පරිවර්තනය කර ගැනීම සඳහා සූර්ය කෝෂ ප්‍රධාන වශයෙන් භාවිත වේ. මෙහි තනි සූර්ය කෝෂයක් සාමාන්‍ය ආලෝක තත්ත්ව යටතේ 0.5 V පමණ වෝල්ටීයතාවකින් 150 mA පමණ ධාරාවක් නිපදවනු ලැබේ. ප්‍රායෝගික කටයුතු සඳහා මෙය ප්‍රමාණවත් නොවන හෙයින් සූර්ය කෝෂ ශ්‍රේණිගත ව සහ සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් වැඩි වෝල්ටීයතාවක් හා ධාරාවක් සැපයිය හැකි විද්‍යුත් ප්‍රභව සාදා ගනු ලැබේ.

උදාහරණයක් ලෙස 0.5 V, 150 mA සූර්ය කෝෂ 10 බැගින් ශ්‍රේණිගත ව හා එම ශ්‍රේණිගත කෝෂ කාණ්ඩ 10 බැගින් සමාන්තර ව සම්බන්ධ කළ විට (1.55 රූපය) 5 V (= 0.5×10) V හා 1.5 A (0.15×10) වන විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් සාදා ගත හැකිය. මෙවැනි සැකසුම් සූර්ය පැනල (Solar panels) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



සූර්ය පැනලයක ව්‍යුහය

1.55 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පෘථිවිය මතට 1000 Wm^{-2} පමණ ක්ෂමතාවකින් සූර්ය ශක්තියක් ලැබෙන හෙයින් සූර්ය කෝෂ අනාගත බල ශක්ති ප්‍රභවය ලෙස දැනට සලකනු ලැබේ.

සංශුද්ධ සිලිකන්හි නිෂ්පාදන වියදම් අධික වීමත් සූර්ය කෝෂවල දැනට ඇති කාර්යක්ෂමතා ව 15% පමණ අඩු අගයක වීමත් මෙහි ඇති ප්‍රධාන අවාසි වේ. නමුත් පරිසර දූෂණයක් සිදු නොවීමත්, නොමිලයේ සූර්ය ශක්තිය ලැබීමත්, එය අවසන් නොවන හා අඩු නොවන ශක්ති ප්‍රභවයක් වීමත් වාසි දායක කරුණු වේ.

නිවෙස්, කර්මාන්ත ශාලා ආදියට විදුලිය සැපයීමට දැනටමත් සූර්ය පැනල භාවිත කරනු ලැබේ. සූර්ය බලාගාර ඉදිකිරීම මගින් ප්‍රධාන විදුලිබල ජාලයට විද්‍යුත් ශක්තිය ලබා දීමට ද මේ වන විට ආරම්භ වී ඇත. මෝටර් රථවලට හා අභ්‍යාවකාශ චන්ද්‍රිකාවලට බලය සපයන බැටරි ආරෝපණය සඳහා සූර්ය පැනල භාවිත වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

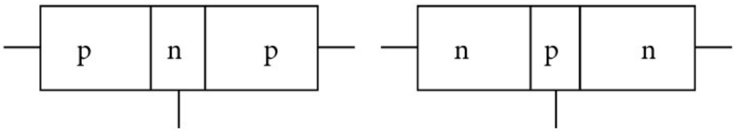
දෙවන පරිච්ඡේදය

ට්‍රාන්සිස්ටර (Transistors)

2.1 ද්විධ්‍රැවීය ට්‍රාන්සිස්ටර (Bipolar transistors)

ප්‍රථම ට්‍රාන්සිස්ටරය 1947 දෙසැම්බර් මස දී ජෝන් බාඩීන්, විලියම් ෂොක්ලි හා වෝල්ටර් බ්‍රැටේන් විසින් බෙල් පරීක්ෂණාගාරයේ දී නිපදවන ලද බව ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව හැඳින්වීමේ දී අප සඳහන් කොට ඇත. එවකට ප්‍රචලිතව තිබූ ත්‍රියෝඩ කපාටයට (Triode valve) අනුරූපව සංඥාවක් වර්ධනය කිරීමේ හැකියාව මෙම ට්‍රාන්සිස්ටරයට තිබිණ. මෙයට ට්‍රාන්සිස්ටරය යන නම යොදන ලද්දේ TRANS fer-res ISTOR යන වචන දෙක ඇසුරෙනි.

ට්‍රාන්සිස්ටරය p සහ n අර්ධ සන්නායක පෙදෙස් තුනක් එකම නිසග අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක් මත ගොඩ නැගීමෙන් සාදා ඇත. මෙහි p – n සන්ධි දෙකක් පිහිටන අතර මෙහි අර්ධ සන්නායක සම්බන්ධ විය හැකි ආකාර ඇත්තේ දෙකක් පමණි. 2.1 (a) හා 2.1 (b) රූපවලින් මෙම ආකාර දෙක දැක්වේ.



(a) pnp ට්‍රාන්සිස්ටරය (b) npn ට්‍රාන්සිස්ටරය

2.1 රූපය

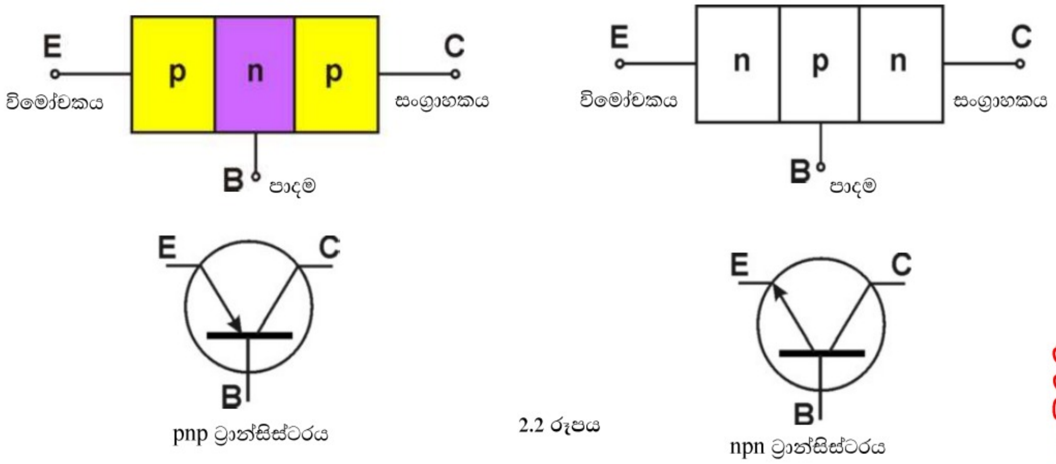
මෙම ආකාර දෙක පිළිවෙළින් pnp ට්‍රාන්සිස්ටර සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙවැනි ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයකට සම්බන්ධ වීමට අග්‍ර තුනක් පිහිටන අතර එම අග්‍ර p, n හා p අර්ධ සන්නායක කොටස්වලට (pnp ආකාරයේ දී) හෝ n, p හා n අර්ධ සන්නායක කොටස්වලට (npn ආකාරයේ දී) සම්බන්ධ කෙරේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ඇති p – n සන්ධිවල ක්‍රියාකාරිත්වයට හේතුවන වාහක විමෝචනය කරන පෙදෙස විමෝචකය (Emitter) ලෙසත් එම වාහක සංග්‍රහණය කරන පෙදෙස සංග්‍රාහකය (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 තුනී අර්ධ සන්නායක තට්ටුවක් වන අතර ඉතා අඩුවෙන් මාත්‍රණය කොට ඇත. පාදම තුනී වීම නිසා පහසුවෙන් එය හරහා වාහකවලට ගමන් කිරීමට හැකි වන අතර මෙසේ මාත්‍රණය කිරීම මගින් පසුව පැහැදිලි කරන පරිදි වාහක ගමනට මෙයින් බාධා සිදු කරයි. වාහක පාලනය කිරීමට මෙය උදව් වේ. වාහක සංග්‍රහණය කරන සංග්‍රාහකය, විමෝචකය හා පාදමට අතරමැදි ප්‍රමාණයට මාත්‍රණය කර ඇත. වාහක සංග්‍රහණය පහසු වන සේ මෙහි (සන්ධියේ) ක්ෂේත්‍රඵලය විශාල වන සේ ගොඩ නගනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටරවල අග්‍ර නම් කොට ඇති ආකාරයත් ඒ සඳහා භාවිත වන පරිපථ සංකේතත් 2.2 රූපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

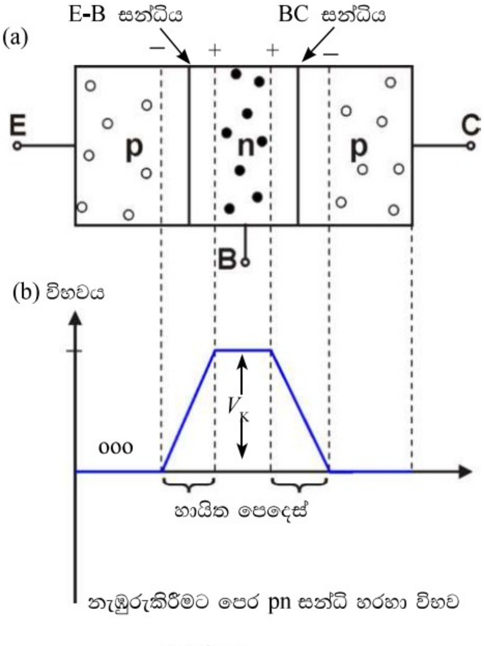


2.2 රූපය

විමෝචක අග්‍රය සංග්‍රාහක අග්‍රයෙන් වෙන් කොට හඳුනා ගැනීම සඳහා විමෝචකයේ ඊ හිසක් සලකුණු කරන අතර ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරිත්වයට හවුල් වන වාහකය මගින් (ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ කුහර) ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා විදුලි ධාරාව ගමන් කරන දිශාව ඊ හිසෙහි දිශාවෙන් දැක්වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරිත්වය පැහැදිලි කිරීමේ දී මෙය පසුව විස්තර කෙරේ. මෙම ට්‍රාන්සිස්ටරවල ක්‍රියාකාරිත්වයට ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර හවුල් වන හෙයින් මේවා ද්විධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර (Bipolar-transistor) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

2.2 ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරිත්වය සහ එය නැඹුරු කිරීම

තේරුම් ගැනීමේ පහසුව සඳහා පළමු ව pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාව ගැන සලකා බලමු. pnp ට්‍රාන්සිස්ටරවල ප්‍රධාන වාහකය ලෙස කුහර ක්‍රියා කරන අතර කුහරවල ගමන් දිශාව ධාරාව ගලන දිශාව වන හෙයින් මෙය පැහැදිලි කිරීම වඩාත් පහසු වේ. මෙහිදී විමෝචකය පාදම සහ සංග්‍රාහකය සමානව මාත්‍රණය කොට ඇතැයි සලකමු.



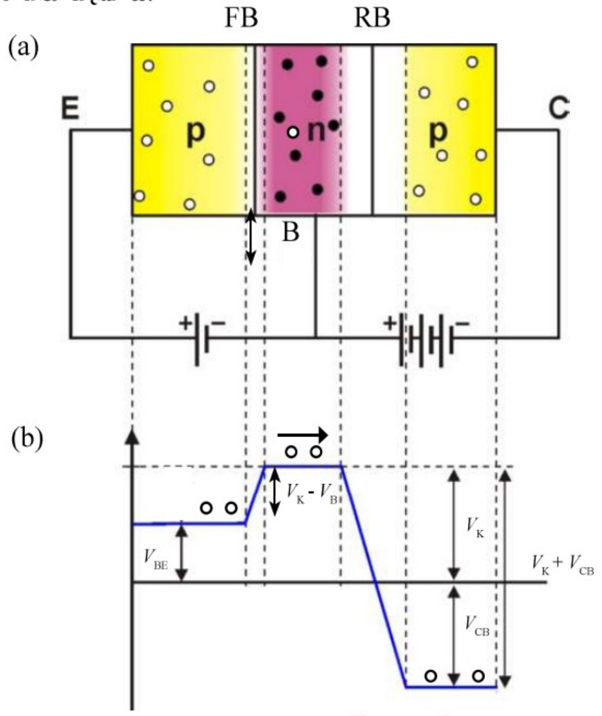
2.3 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.3 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට අග්‍ර නිදහස්ව ඇති pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක E-B සහ B-C සන්ධි හරහා ඇති වන බාධක විභව මගින් p වර්ගයේ විමෝචකයේ ඇති බහුතර වාහකය වූ කුහරවලට විභව කන්දක් (බාධකයක්) ගොඩනැගී ඇති හෙයින් විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට කුහරවලට ගමන් කළ නොහැකි වේ. මෙම සන්ධි හරහා සුදුසු ලෙස නැඹුරු විභව ඇති කිරීම මගින් මෙම ගැටලුව මගහරවා ගත හැකි ය.



නැඹුරුකළ පසු pn සන්ධි හරහා විභව

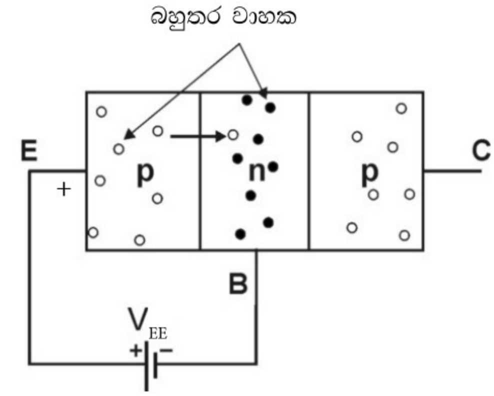
2.4 රූපය

විමෝචක - පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු ලෙසත් පාදම - සංග්‍රාහක සන්ධිය පසු නැඹුරු ලෙසත් බාහිර විද්‍යුත්ගාමක බල මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කළ විට බාධක විභව පිහිටන ආකාරය 3.4 රූපයේ දැක්වේ. විමෝචක - පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු හෙයින් බාධක විභව කන්ද ඉතා කුඩා වන අතර ප්‍රධාන වාහකය වූ කුහරවලට පහසුවෙන් පාදමට ඇතුළු විය හැකි ය. මෙම වාහක වැඩි සෘණ විභවයක ඇති සංග්‍රාහකය වෙතට එයින් පහසුවෙන් ගමන් කරයි. මේ නිසා කුහරවලට විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකය වෙතට ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා ගමන් කිරීමට හැකි ය. මෙනිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයකට ධාරාවක් සන්නයනය කිරීම සඳහා විමෝචක-පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන ලෙසත් පාදම - සංග්‍රාහක සන්ධිය වැඩි විභවයකින් පසු නැඹුරු වන ලෙසත් නැඹුරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය npn වුවත් මෙම pn සන්ධි නැඹුරු කළ යුත්තේ මෙම ආකාරයටම ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

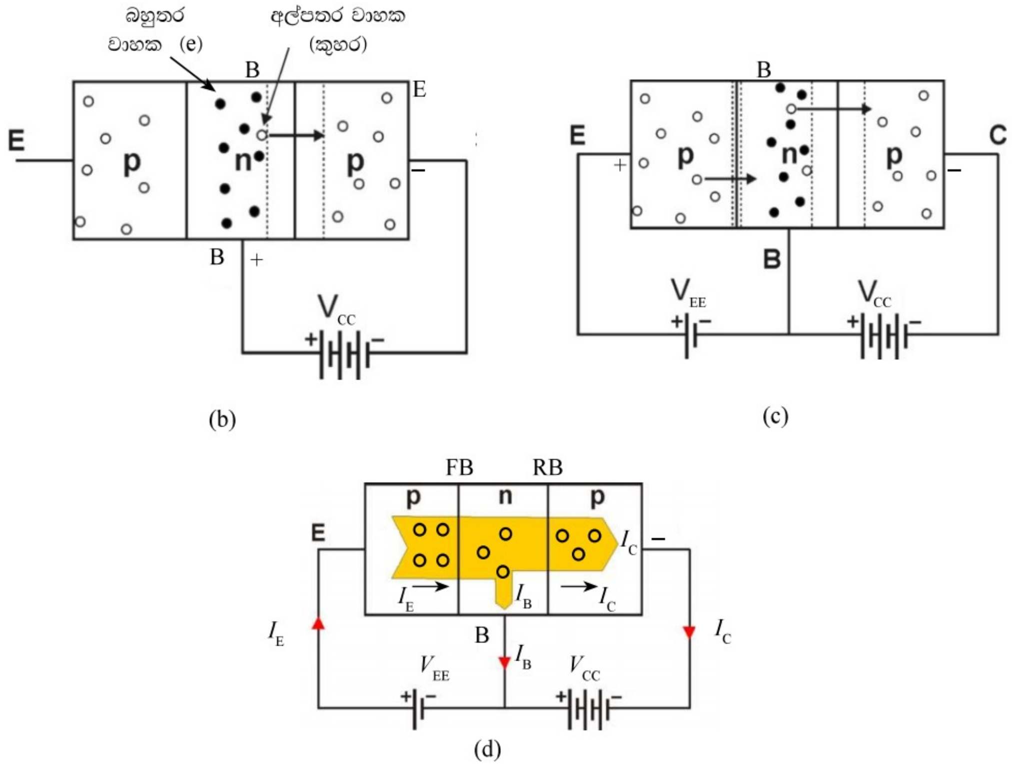
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



(a)

තේරුම් ගැනීමේ පහසුව සඳහා මෙම සන්ධි දෙකෙහි ක්‍රියාව වෙන වෙනම සලකා බලමු. 2.5 (a) රූපයේ පරිදි E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ විට විමෝචකයේ ඇති බහුතර වාහක වූ කුහර විශාල ප්‍රමාණයක් පාදමට ඇතුළු වේ. පාදම n ආකාර අර්ධ සන්නායකයක් හෙයින් මෙහි බහුතර වාහකය වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයි.



2.5 රූපය

පාදම වෙතට පැමිණ ඇති කුහර එහි අල්පතර වාහකයක් වේ. 2.5 (b) රූපයේ පරිදි B-C සන්ධිය පසු නැඹුරුවීම නිසා පාදමේ ඇති බහුතර වාහක වන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට සන්ධිය හරහා ගමන් කළ නොහැකි නමුත් පාදමට ළඟාවී ඇති කුහරවලට B-C සන්ධිය හරහා සංග්‍රාහකය වෙත පහසුවෙන් ගමන් කළ හැකි ය. පාදම තුනී ස්තරයක් හෙයින් විමෝචකය වෙතින් එන කුහර (බහුතර වාහක) පහසුවෙන් B-C සන්ධිය වෙත ළඟා වන අතර පාදමේ ඇති කුහර (අල්පතර වාහක) ද සන්ධිය හරහා සංග්‍රාහකය වෙත ළඟා වෙයි. මෙම ක්‍රියාව 2.5 (c) රූපයෙන් දැක්වේ. මෙම මුළු ක්‍රියාවලියම සංක්ෂිප්තව 2.5 (d) රූපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

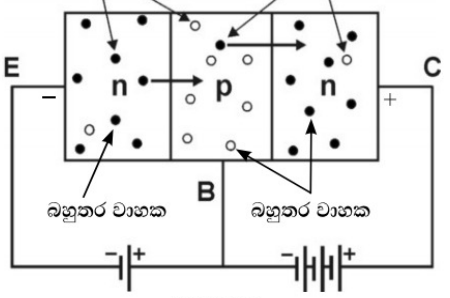
විමෝචකයෙන් ගලන මුළු ධාරාව I_E වලින් නිරූපණය වන අතර එම ධාරාවෙන් කුඩා කොටසක් V_{EE} විභව සැපයුම හරහා ගලා යයි. මෙම කොටස I_B ලෙස දැක්වේ. I_E ධාරාවෙන් වැඩි කොටසක් I_C ලෙස සංග්‍රාහකය වෙත ළඟා වෙයි. E-B සන්ධියේ පෙර නැඹුරුව වෙනස් කළ විට I_E විශාල ලෙස වෙනස් වන අතර I_B සුළු වශයෙන් වෙනස් වේ. I_B සුළු වශයෙන් වෙනස් වන විට I_C විශාල ලෙස වෙනස් වේ.
සෑම විටම I_C සහ I_B වල එකතුව I_E ට සමාන වීම මෙයට හේතුවයි.

$$\boxed{I_E = I_C + I_B}$$

I_E සාමාන්‍යයෙන් mA ගණයේ වන අතර I_B, μA ගණයේ වෙයි. මේ අනුව I_B ඉතා සුළු වෙනස්වීමක් ඇති කරන විට I_C විශාල වෙනසකට බඳුන් වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ වර්ධන ක්‍රියාවලිය මේ වෙනස්වීම මගින් පැහැදිලි වේ.

npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක දී ද එය ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ යුතු අතර B-C සන්ධි පසු නැඹුරු කළ යුතු වේ. මෙහිදී යෙදිය යුතු නැඹුරු විභවයන් pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයට යෙදූ නැඹුරු විභවයන්ට ප්‍රතිවිරුද්ධ ධ්‍රැවීයතාවකින් යුතු වේ. එසේම මෙහිදී විමෝචකයෙන් පාදම දෙසට විමෝචනය වන්නේ කුහර වෙනුවට ඉලෙක්ට්‍රෝනයි.

විමෝචකයේ බහුතර වාහකය ඉලෙක්ට්‍රෝන වන අතර E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු හෙයින් එම ඉලෙක්ට්‍රෝන පහසුවෙන් ධන විභවයක ඇති පාදම වෙත පහසුවෙන් ළඟා වේ. පාදම p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් හෙයින් එහි බහුතර වාහකය වන්නේ කුහරයි. එහි අල්පතර වාහකය වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයි. BC සන්ධිය පසු නැඹුරු කර ඇති හෙයින් පාදමේ ඇති බහුතර වාහක වන කුහරවලට B-C සන්ධිය හරහා ගමන් කළ නොහැකි නමුත් විමෝචකයෙන් පැමිණෙන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට සංග්‍රාහකය වැඩි ධන විභවයක පවතින හෙයින් පහසුවෙන් සංග්‍රාහකය වෙත පැමිණිය හැකි ය.



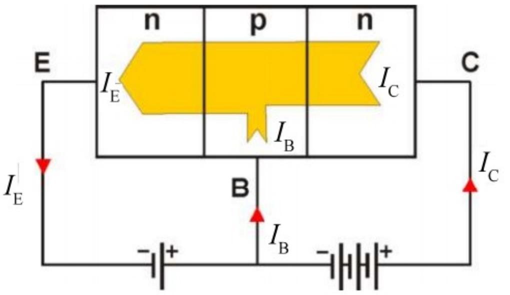
2.6 රූපය

මේ අනුව npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන සේ ද B-C සන්ධිය පසු නැඹුරු වන සේ ද බාහිර විභව සැපයූ විට විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකය වෙත ඉලෙක්ට්‍රෝන පහසුවෙන් ගමන් කරයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන සුළු ප්‍රමාණයක් පමණක් පාදමෙන් ඉවතට ගලා යයි. විද්‍යුත් ධාරාව, ඍණ ආරෝපණ වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලන දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට ගලන හෙයින් ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා ධාරා ගලන්නේ සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝචකය වෙතයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

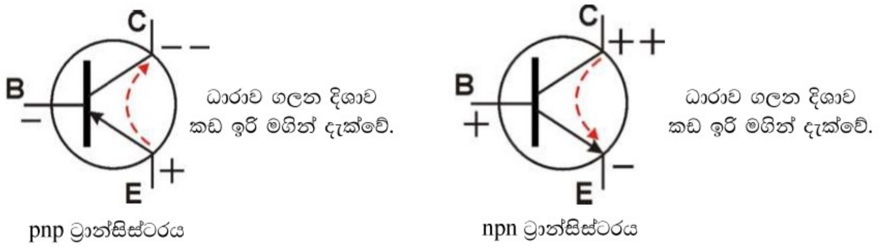


2.7 රූපය

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

$$I_E = I_C + I_B$$

pnp සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටර දෙකෙහිම E-B සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ යුතු අතර B-C සන්ධිය පසු නැඹුරු කළ යුතු වේ. එකම වෙනස වන්නේ නැඹුරු වෝල්ටීයතාවේ ධ්‍රැවීයතාවයි. ට්‍රාන්සිස්ටර දෙකෙහිම බහුතර වාහකය (pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ දී කුහර සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ දී ඉලෙක්ට්‍රෝන) විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට පාදම හරහා ගලා යයි. ට්‍රාන්සිස්ටර දෙකෙහි බහුතර වාහක වර්ගයේ ධ්‍රැවීයතාව අනුව pnp ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට ධාරාව ගලා යන අතර npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ දී ධාරාව සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝචකයට ගලා යයි. pnp සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටරවල පරිපථ සංකේතයන්හි විමෝචකය හඳුනා ගැනීමට යොදන ඊ හිසෙහි දිශාව වන්නේ විමෝචකය හරහා ධාරාව ගලා යන දිශාව බව ඔබට පැහැදිලි වනු ඇත.



2.8 රූපය

සම්මත පරිපථ සංකේතයට අමතරව ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා ධාරාව ගලන දිශාවත් ට්‍රාන්සිස්ටරය නිවැරදිව නැඹුරු කිරීම සඳහා විමෝචකයට සාපේක්ෂව සංග්‍රාහකයේ සහ පාදමේ තිබිය යුතු විභවයේ ධ්‍රැවීයතාවත් 2.8 රූපයේ දක්වා ඇත. පාදමට ඇතුළු වන බහුතර වාහකවලින් වැඩි ප්‍රමාණයක් සංග්‍රාහකය වෙත ලබා ගැනීම සඳහා සංග්‍රාහකය පාදමට සාපේක්ෂව වැඩි විභවයකින් නැඹුරු කළ යුතු බව ධන හෝ ඍණ සලකුණු දෙකක් යෙදීමෙන් දක්වා ඇත.

සෑම විටම ධාරාව ගලන්නේ ධන (+) විභවයක සිට ඍණ (−) විභවයක් වෙත හෙයින් නැඹුරු විභවයන්ගේ ධ්‍රැවීයතාව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංකේත සටහනේ ඇති ඊ හිසේ දිශාවෙන් අපහසුවකින් තොරව මතක තබා ගත හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.3 ට්‍රාන්සිස්ටර වින්‍යාස (Configurations of transistor)

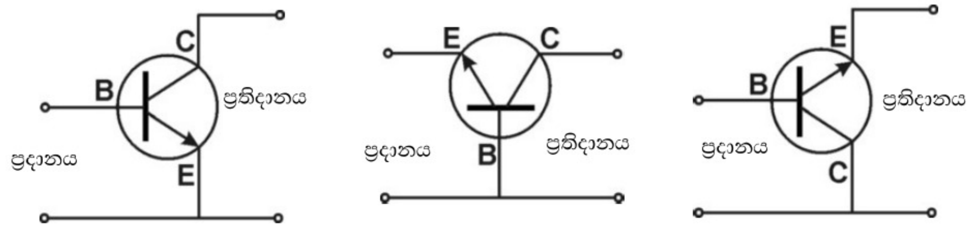
ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයකට සම්බන්ධ කළ හැකි ආකාර හෙවත් වින්‍යාස තුනක් පවතී. ට්‍රාන්සිස්ටරයට E, B, C ලෙස අග්‍ර තුනක් ඇති බව කලින් දක්වා ඇත. නමුත් වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කරන විට සංඥාව ලබා දීම සඳහා ප්‍රදානයට (Input) අග්‍ර දෙකකුත් සංඥාව පිටතට ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රතිදානයට (Output) අග්‍ර දෙකකුත් තිබිය යුතු ය.

2.9 රූපය

මේ අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ එක් අග්‍රයක් ප්‍රතිදානයට සහ ප්‍රදානයට පොදු ව භාවිත කිරීමට සිදු වේ. මේ අනුව පොදු ලෙස භාවිත කරන අග්‍රය අනුව (විමෝචකය, පාදම හෝ සංග්‍රාහකය) ට්‍රාන්සිස්ටරය වින්‍යාස තුනකින් පරිපථයකට සම්බන්ධ කළ හැකි ය. මෙම වින්‍යාස තුන වන්නේ,

(a) පොදු විමෝචක වින්‍යාසය - Common Emitter Configuration
(b) පොදු පාදම වින්‍යාසය - Common Base Configuration
(c) පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය - Common Collector Configuration

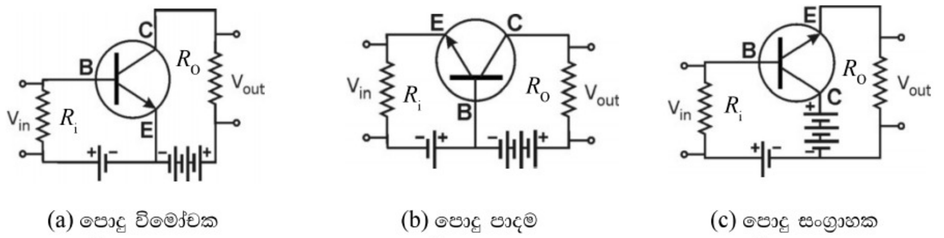
npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක මෙම වින්‍යාස තුන 2.10 රූපයේ දැක්වේ.



(a) පොදු විමෝචක වින්‍යාසය (b) පොදු පාදම වින්‍යාසය (c) පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය

2.10 රූපය

නැඹුරු විභව සහිත ව මෙම වින්‍යාස 2.11 රූපයේ සඳහන් පරිදි දැක්විය හැකි ය.



(a) පොදු විමෝචක වින්‍යාසය (b) පොදු පාදම වින්‍යාසය (c) පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය

2.11 රූපය

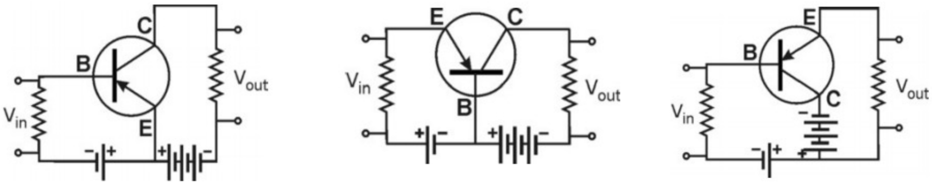
වර්ධකයක් ලෙස පරිපථ භාවිත කරන විට R_i හරහා ප්‍රදානය ලබා දෙන අතර R_0 හරහා ප්‍රතිදානය පිටතට ලබා ගත හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

pnp ට්‍රාන්සිස්ටර ඉහත වින්‍යාසවල වර්ධක ලෙස භාවිත කරන විට නැඹුරු විභව සැපයෙන ආකාරය සමඟ එම පරිපථ 3.12 රූපයේ දැක්වේ.



(a) පොදු විමෝචක වින්‍යාසය   (b) පොදු පාදම වින්‍යාසය   (c) පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය

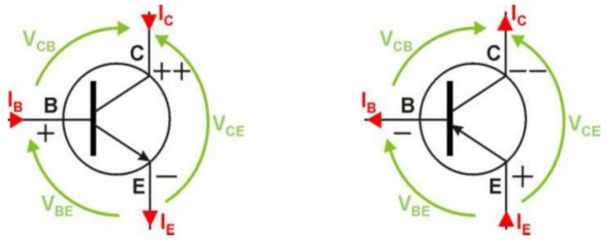
2.12 රූපය

මෙම පරිපථවල ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ නැඹුරු විභවවල ධ්‍රැවීයතාව මාරුවීම පමණි.

2.4 ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථ සංකේතය සමඟ භාවිත වන අංකන

ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථවල අග්‍රවල විභවයන් දැක්වීම සඳහා සහ ගලන ධාරාවන් දැක්වීම සඳහා විවිධ සංකේත භාවිත වේ. සරල ධාරා සහ විභව දැක්වීම සඳහා ඉංග්‍රීසි කැපිටල් අකුරු භාවිත කරනු ලැබේ.

(a) npn   (b) pnp



2.13 රූපය

කලින් සඳහන් කළ පරිදි ට්‍රාන්සිස්ටරවල සංග්‍රාහකය, පාදම සහ විමෝචකය දැක්වීම සඳහා පිළිවෙළින් C, B සහ E අකුරු භාවිත වේ. ඒවා හරහා ගලන සරල ධාරා දැක්වීමට I_C, I_B සහ I_E සංකේත භාවිත කරනු ලැබේ. අග්‍රවල විභව සාමාන්‍යයෙන් දක්වනු ලබන්නේ තවත් අග්‍රයකට සාපේක්ෂව ය. (පරිපථයේ යම් ලක්ෂ්‍යයක් භූ ගත කොට ඇති නම් පමණක් නිරපේක්ෂ විභව දැක්විය හැකි ය)

මෙහිදී විභවය දක්වන අග්‍රය පළමුවත්, ''සමුද්දේශ අග්‍රය'' (Reference terminal) දෙවනුවත්, දක්වනු ලැබේ.

උදා:

(a) විමෝචකයට සාපේක්ෂ සංග්‍රාහක විභවය $\longrightarrow V_{CE}$

(b) විමෝචකයට සාපේක්ෂ පාදම විභවය $\longrightarrow V_{BE}$

(c) පාදමට සාපේක්ෂ සංග්‍රාහක විභවය $\longrightarrow V_{CB}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

npn සහ pnp ට්‍රාන්සිස්ටර නිවැරදි ව නැඹුරු කර ඇති විට ඉහත අංකනය ඇසුරෙන් විභවවල ධ්‍රැවීයතාව පහත සඳහන් ලෙස දැක්විය හැකි ය.

	npn ට්‍රාන්සිස්ටර	pnp ට්‍රාන්සිස්ටර
V_{BE}	ධන (+)	ඍණ (–)
V_{CE}	ධන (+)	ඍණ (–)
V_{CB}	ධන (+)	ඍණ (–)

මෙයට අමතරව දත්ත සටහන්වල V_{BEO}, V_{CEO}, V_{CBO}, ආදී ලෙස විභවයන් දක්වනු ලැබේ. මෙහිදී ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ඉතිරි අග්‍රය විවෘත පරිපථයේ (Open circuit) ඇති විට විභව දැක්වේ. උදාහරණයක් ලෙස V_{BEO} යනුවෙන් දැක්වෙනුයේ සංග්‍රාහකය විවෘත පරිපථ අවස්ථාවේ ඇති විට විමෝචකයට සාපේක්ෂ ව පාදමේ විභවය යි. උසස් පෙළ විෂය නිර්දේශයේ දී භාවිත කරනුයේ npn ට්‍රාන්සිස්ටර හෙයින් මින් පසු ඇති පරිපථවල දී npn ට්‍රාන්සිස්ටර ගැන සාකච්ඡා කරනු ලැබේ.

2.5 පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ ලාක්ෂණික වක්‍ර

වර්ධකයක් ලෙස බහුල ව ම භාවිත වන ට්‍රාන්සිස්ටර වින්‍යාසය වනුයේ පොදු විමෝචක වින්‍යාසයයි. අනෙක් වින්‍යාසවලට සාපේක්ෂ ව වැඩි ධාරා ලාභයක්, වෝල්ටීයතා ලාභයක් හා ක්ෂමතා ලාභයක් මෙමගින් ලබා ගත හැකිවීම මෙයට ප්‍රධාන හේතුවකි. මෙම ගුණ පිළිබඳව පසුව සලකා බලමු.

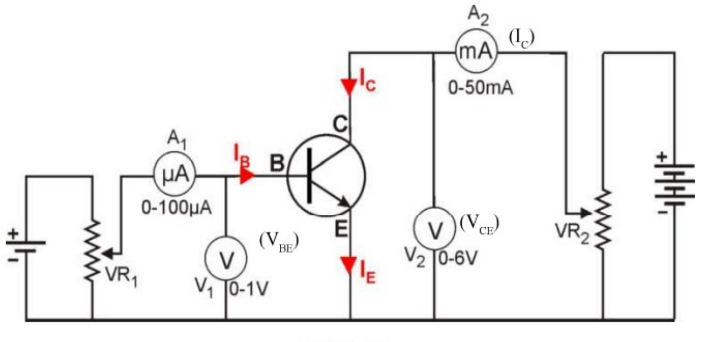
ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරිත්වය තේරුම් ගැනීමට නම් V_{BE}, V_{CE}, I_B සහ I_C අතර පවත්නා සම්බන්ධතා සැලකිය යුතු වේ. මෙම සම්බන්ධතා ප්‍රාස්තාරික ව නිරූපණය කෙරෙන වක්‍ර, ලාක්ෂණික වක්‍ර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මේවා ප්‍රධාන වශයෙන් වර්ග තුනකින් දැක්විය හැකි ය.

(i) ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකය (V_{BE} ට එදිරිව I_B)

(ii) ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය (V_{CE} ට එදිරිව I_C)

(iii) සංක්‍රමණ ලාක්ෂණිකය (I_B ට එදිරිව I_C)

npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා මෙම වක්‍ර ලබා ගැනීම සඳහා සුදුසු පරිපථයක් 2.14 රූපයේ දැක්වේ. මෙම වක්‍ර ලබා ගන්නා ආකාරයත් ඒවායේ ලක්ෂණත් අපි වෙන වෙන ම සලකා බලමු.



2.14 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

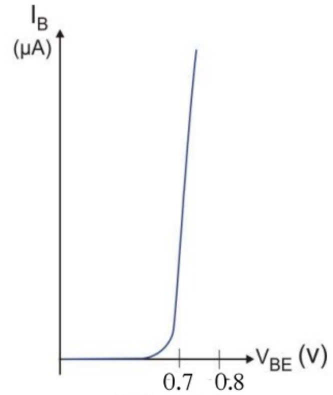
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.5.1 (i) ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකය (Input characteristic)

පොදු විමෝචක වර්ධකයක ප්‍රදානය (Input) ලෙස භාවිත කරන්නේ විමෝචකයට සාපේක්ෂ ව පාදමේ විභවයයි (V_{BE}). මෙය සමඟ ප්‍රදානයේ ගලන ධාරාව I_B වෙනස් වන ආකාරය ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකයෙන් දක්වනු ලැබේ. මෙම ලාක්ෂණික ලබා ගැනීමේ දී විමෝචකයට සාපේක්ෂ සංග්‍රාහකයේ (V_{CE}) විභවය නියතව තබා ගනු ලැබේ. VR_2 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය මගින් 0-6V අතර V_{CE} නියත අගයක තබා ගත හැකි ය. VR_1 විචලනය කිරීමෙන් V_{BE} විචලනය කළ හැකි අතර V_1 වෝල්ට්මීටරයෙන් හා A_1 මයික්‍රොඇමීටරයෙන් V_{BE} හා I_B හි අනුරූප අගයයන් ලබා ගෙන V_{BE} ට එදිරිව I_B ප්‍රස්තාර ගැන්විය හැකි ය.

සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා ලැබෙන ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකයක් පහත දැක්වේ.



2.15 රූපය

සිලිකන් p–n සන්ධිය 0.6 ~ 0.7 Vවල දී පෙර නැඹුරු වන බව කලින් සඳහන් කොට ඇත. 0.7 V දක්වා I_B ශූන්‍යයට ආසන්න බවත් එයින් පසු ඉතා සුළු විභව වෙනසකට වුවද I_B ධාරාව දළ වශයෙන් රේඛීය ව V_{BE} සමඟ වෙනස් වන බවත් මේ අනුව පෙනේ.

ට්‍රාන්සිස්ටරයට ප්‍රදානයක් ලෙස I_B ලබා දුන් විට එය වර්ධනය වී I_c ධාරාව ප්‍රතිදානයේ ලැබේ. එම නිසා පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරය ධාරා වර්ධකයක් ලෙස සලකනු ලැබේ.

මෙහි $\frac{I_C}{I_B}$ අනුපාතය ට්‍රාන්සිස්ටරයේ 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 විමෝචක වින්‍යාසයේ දී βහි අගය සාමාන්‍යයෙන් 100 පමණ (50 ~ 250) වේ. කෙසේ වුවද ට්‍රාන්සිස්ටරය අනුව මෙහි අගය වෙනස් වන අතර අදාළ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය දත්ත පොතකින් සොයා ගත යුතු ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

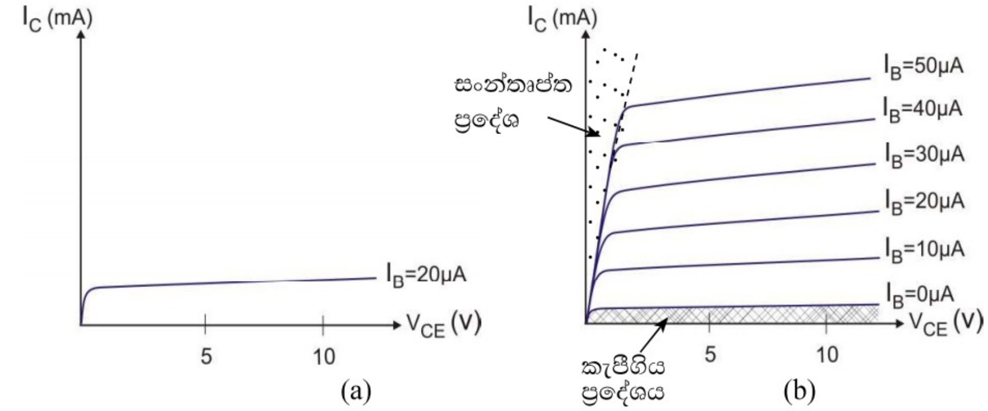
රේඛීය (සක්‍රීය) ප්‍රදේශයේ දී $I_C = \beta I_B$ හෙවත් $I_C \propto I_B$ වෙයි. දෙන ලද ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා β හෙවත් ධාරා ලාභය නියත වේ.

සන්තෘප්ත පෙදෙසේ දී එනම් I_C , I_B සමඟ තවදුරටත් වැඩි නොවන අවස්ථාවේ දී I_C , βI_B ට වඩා කුඩා වේ.

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

2.5.2 (ii) ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය (Output Characteristic)

ප්‍රදාන විභවය V_{BE} නියත ව තබා ප්‍රතිදාන විභවය (V_{CE}) වෙනස් වන විට ප්‍රතිදාන ධාරාව I_C වෙනස් වන ආකාරය 2.16 රූපයේ දැක්වේ. VR_1 නියත ව තබා VR_2 වෙනස් කර V_{CE} ත් එයට අනුරූප I_C ත් මැන V_{CE} ට එදිරි ව I_C ප්‍රස්තාර ගැන්වූ විට ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය ලැබේ.



2.16 රූපය

I_B හි අගය VR_1 විචලනය කිරීම මගින් 20 μA වන සේ තබා ගෙන V_{CE} සමඟ I_C විචලනය වන ආකාරය සටහන් කළ විට (a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ වක්‍රයක් ලැබේ. I_B හි අගය 0 μA, 10 μA, 20 μA, 30 μA, ... ආදී ලෙස එක් එක් අවස්ථාවේ දී නියත ව තබා ගෙන වක්‍ර නිර්මාණය කළ විට (b) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ වක්‍ර කුලකයක් ලැබේ. යම් I_B අගයක දී V_{CE} හි යම් කුඩා අගයකට පසු ඉන් ඉදිරියට I_C ධාරාව නියත අගයක් ගන්නා බව මෙම වක්‍රවලට අනුව පෙනේ. මේ අනුව V_{CE} යම් කුඩා අගයක් ඉක්ම වූ පසු I_C සන්තෘප්ත වන බව මෙම වක්‍රවල තිරස් රේඛා මගින් දැක්වේ. $I_B = 0$ වන විට V_{CE} හි අගය කුමක් වුවත් I_C ශුන්‍යට ඉතා ආසන්න බව පෙනේ.

එබැවින් $I_C \approx 0$ වූ මෙම ප්‍රදේශය කැපීගිය ප්‍රදේශය (Cut-off region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එසේම V_{CE} හි ඉතා කුඩා අගයක දී I_C ධාරාව සන්තෘප්ත අගයකට පත්වන බව (I_B ට අනුව I_C සන්තෘප්ත ධාරාව තීරණය වේ.) වක්‍ර කුලකයට අනුව පෙනේ (b) රූපයේ සිරස් ව අඳුරු කොට ඇති පෙදෙසින් මෙය දැක්වේ. මෙය සන්තෘප්ත ප්‍රදේශය (Saturation region) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. I_B හි අගයයන් සමඟ I_C විචලනය වන පෙදෙස වක්‍ර සහිත මැද කොටසින් දැක්වේ. මෙම කොටස සක්‍රිය ප්‍රදේශය (Active region) හෝ රේඛීය ප්‍රදේශය (Linear region) ලෙස හැඳින්වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස මෙම කලාපය තුළ ක්‍රියා කරයි. මෙම පෙදෙසේ දී I_B හි කුඩා විචලනයක් I_C හි විශාල විචලනයක් සිදු කරයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

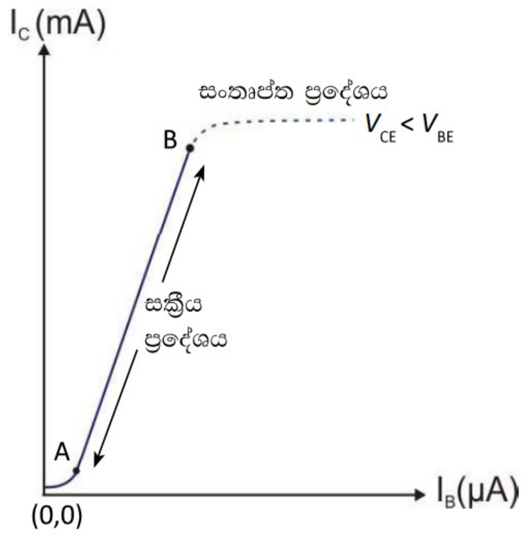
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.5.3 (iii) සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය (Transfer Characteristic)

ප්‍රදානයේ (I_B) හි සිදු වන වෙනස්වීම්වලට අනුව ප්‍රතිදානයේ (I_C) හි සිදු වන වෙනස්වීම් මෙම ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.

ඉහත 2.14 රූපයේ දක්වා ඇති පරිපථයේ VR_2 මගින් V_{CE} නියත ව තබා VR_1 මගින් V_{BE} වෙනස් කිරීමෙන් I_B වෙනස් කරනු ලැබේ. A_1 මගින් I_Bත් A_2 මගින් I_Cත් සටහන් කොට ගෙන I_Bට එදිරිව I_C ප්‍රස්තාර ගත කරනු ලැබේ. මෙලෙස ලැබෙන සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකයක් පහත දැක්වේ.



2.17 රූපය

I_B ශූන්‍ය විට I_C ශූන්‍යයට ආසන්න ඉතා කුඩා අගයක් ගනී. වක්‍රයේ රේඛීය කොටස තුළ I_Bට අනුලෝම ව සමානුපාතික ලෙස I_C විචලනය වේ. වක්‍රයේ B ලක්ෂයෙන් ඔබ්බට I_B වැඩි කරන විට V_{CE} ඉතා අඩු අගයකට ($V_{CE} < V_{BE}$) පත් වේ. එවිට VR_2 මගින් V_{CE} පෙර පැවති අගයේ නියත ව තබා ගැනීමට නොහැකි වේ. V_{CE} අගය V_{BE} අගයට වඩා අඩු වූ එම අවස්ථාව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සන්තෘප්ත අවස්ථාවයි. එම අවස්ථාවට එළැඹීමෙන් පසු I_B වැඩි කළ ද I_C නියත ව පවතී. AB රේඛීය ප්‍රදේශය ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සක්‍රිය ප්‍රදේශය ලෙස හැඳින්වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස ක්‍රියාකාරී වන්නේ මෙම සක්‍රිය ප්‍රදේශය තුළ ය. එහිදී I_B හි ඇති වන μA ගණයේ වෙනසක් I_C හි mA ගණයේ වෙනසක් බවට වර්ධනය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

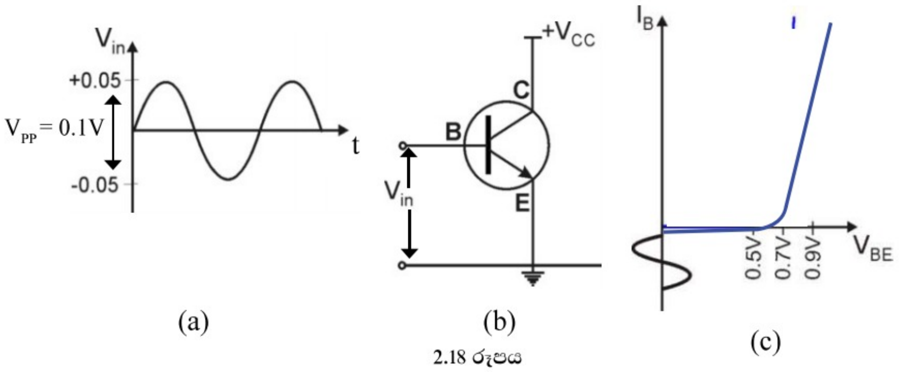
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.6 ට්‍රාන්සිස්ටර නැඹුරු කිරීම

2.6.1 නැඹුරු කිරීමේ අවශ්‍යතාව

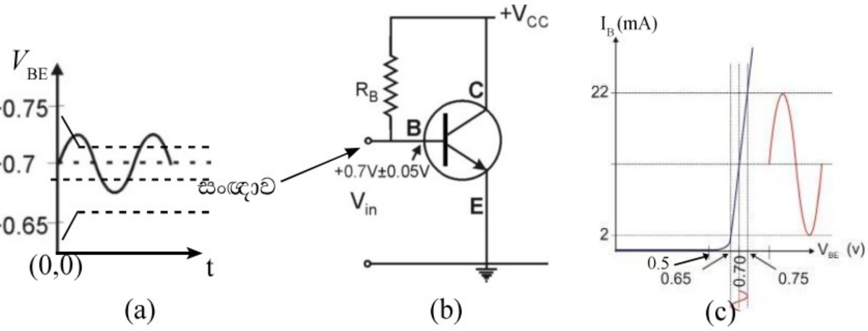
කාලය සමඟ විචලනය වන කුඩා විභව අන්තරයක් වර්ධනය කර ගැනීමට පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ ඇති ට්‍රාන්සිස්ටරයක පාදමට එය යොදවන්නේ යයි සිතමු. උදාහරණයක් ලෙස මෙහිදී $V_{PP} = 0.1$ V වන ප්‍රත්‍යාවර්තක සංඥාවක් වර්ධනය සඳහා යොදවන්නේ යැයි සලකමු. (2.18 (a) රූපය).



2.18 රූපය

මෙහිදී V_{BE} හි විභවය – 0.05 V සිට + 0.05 V දක්වා වෙනස් වන අතර ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රදාන ලාක්ෂණික වක්‍රයට අනුව (2.18 (c) - රූපය) I_B හි අගය ශුන්‍යයේ ම පවතියි. I_B ශුන්‍ය හෙයින් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන ධාරාව I_C ද ශුන්‍ය වන අතර කිසිදු වර්ධනයක් මෙහිදී සිදු නොවේ. (කිසිදු ප්‍රතිදානයක් නොලැබේ).

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ පාදම බාහිර විභව සැපයුමක් මගින් + 0.7 V විභවයක තබා ඇතැයි ද එම විභවය මත ඉහත සංඥාව පාදමට යොදවා ඇතැයි ද සලකමු (2.19 (b) රූපය).



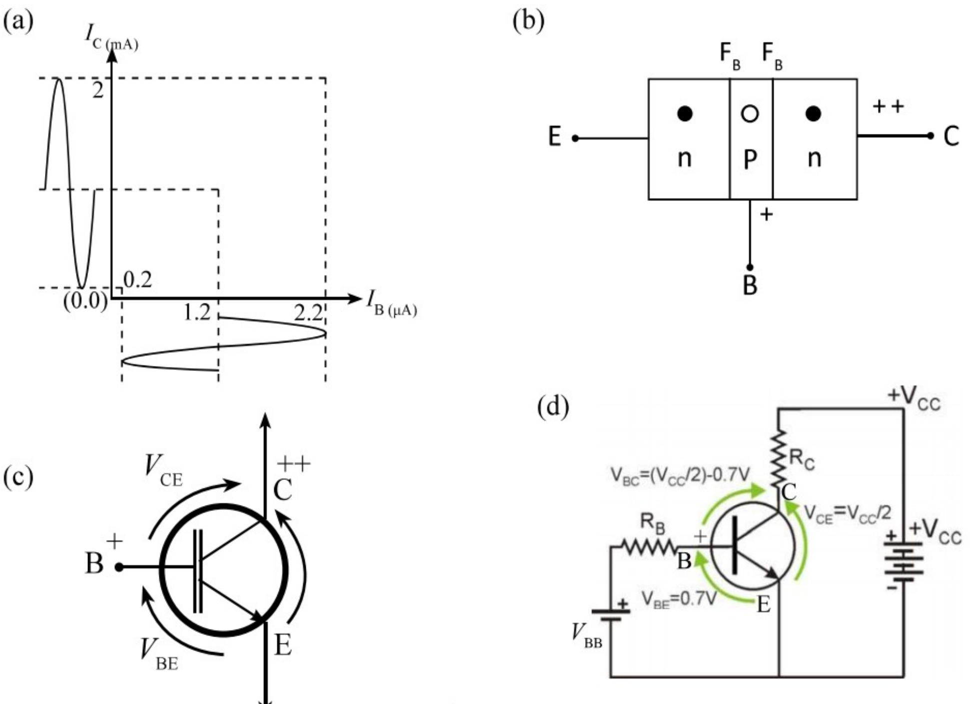
2.19 රූපය

මෙහිදී I_B හි ධාරාව 2 μA සිට 22 μA දක්වා වූ පරාසයක වෙනස් වන බව ප්‍රදාන (Input) ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ (2.19 (c) රූපය).

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



2.20 රූපය

මෙම ප්‍රදාන (Input) ආකාරය අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදානය (Output) (I_C) 0.2 mA සිට 2.2 mA දක්වා වෙනස් වන බව I_C-I_B ලාක්ෂණිකය (2.17 රූපය) අනුව පෙනේ. මේ අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස ක්‍රියා කිරීම සඳහා එහි පාදමට නැඹුරු විභවයක් සැපයිය යුතු බව පෙනේ. මෙම විභවය සැපයීම පාදම නැඹුරු කිරීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම නැඹුරු කිරීමේ දී ඉහත අප සලකා බැලුවේ EB සන්ධි යේ පෙර නැඹුරු කිරීම පමණි. නමුත් එයට අමතරව BC සන්ධිය ද පසු නැඹුරු විය යුතු ය. මේ සඳහා සරල ධාරා විභවයක් සැපයිය යුතු වේ. V_{BE} හි අගය 0.7 V හෝ එයට ස්වල්පයක් වැඩි විය යුතු අතර V_{CB} වඩා විශාල විභවයකින් පසු නැඹුරු කළ යුතුය. කෝෂ පද්ධති දෙකකින් මෙම විභව සපයන ආකාරය 2.20 රූපයේ දැක්වේ. R_B ප්‍රතිරෝධකය මගින් පාදම විමෝචකයට සාපේක්ෂ ව + 0.7V ක විභවයේ තබන අතර R_C ප්‍රතිරෝධය මගින් සංග්‍රාහකය සැපයුම් විභවය වූ V_{CC} වලින් අර්ධයක ($V_{CE}= V_{CC}/2$) තබා ගනු ලැබේ. මේ පිළිබඳ සවිස්තර ''ට්‍රාන්සිස්ටරයක ප්‍රායෝගික භාවිතය'' යටතේ ඉදිරිපත් කර ඇත.

2.6.2 තනි විභව සැපයුමක් මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම

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

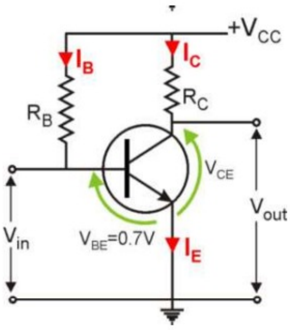
(i) පාදම ප්‍රතිරෝධක නැඹුරු කිරීම (Base-resistor Biasing)

නැඹුරු විභවය ලබා දීම සඳහා සරලතම ක්‍රමය වෙන්නේ පාදම ප්‍රතිරෝධක ක්‍රමයයි. මෙහිදී විභව සැපයුමේ සිට (npn ට්‍රාන්සිස්ටර සඳහා ධන විභව සැපයුමේ සිට) පාදම නැඹුරු ප්‍රතිරෝධකයක් පාදමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. පහත පරිපථයේ R_B ලෙස මෙම පාදම ප්‍රතිරෝධකය දක්වා ඇත. සැපයුම් විභවය දැක්වීම සඳහා V_{CC} සංකේතය භාවිත කරනු ලබන අතර npn ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකවල V_{CC} අගය ධන (+) විය යුතු ය. සංග්‍රාහකයට අවශ්‍ය ධන විභවය සැපයීම සඳහා $+V_{CC}$ සැපයුම් අග්‍රය R_C ප්‍රතිරෝධකයක් මගින් සංග්‍රාහකයට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. මෙහිදී R_B මගින් පාදම අග්‍රය හා විමෝචක අග්‍රය අතර තිබිය යුතු නැඹුරු විභවය (V_{BE}) ආසන්න වශයෙන් 0.7 V හි පවත්වා ගනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



2.21 රූපය

වර්ධකය ක්‍රියා කරන විට I_B සමඟ I_C වෙනස් වන අතර I_C වැඩි වන විට සංග්‍රාහක විභවය V_{CE} අඩු වේ. I_C උපරිම වන විට R_C හරහා විභව බැස්ම ($I_C R_C$) ඉතා ආසන්න ලෙස V_{CC}ට සමාන වේ. එවිට $V_{CE} = 0$ V සේ සැලකේ. I_C ශූන්‍ය විට R_C හරහා විභව බැස්ම (I_C R_C) ශූන්‍ය වන අතර $V_{CE} = V_{CC}$ වේ. මෙම I_C මුළු පරාසම භාවිත කිරීම සඳහා $V_C = \frac{V_{CC}}{2}$ අගයක සිටින පරිදි R_C සඳහා අගය තෝරා ගනු ලැබේ. (විමෝචකය භූගත කිරීම මගින් $V_{CE} = 0$ කළ හැකි ය. එවිට $V_{CE} = V_C$ හෙවත් සංග්‍රාහක විභවය ලෙස සැලකිය හැකි ය)

R_B සෙවීම සඳහා

කර්චොෆ් නියමයෙන්,

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

R_C සෙවීම සඳහා කර්චොෆ් නියමයෙන්,

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

විමෝචකය භූගත විට $V_E = 0$ බැවින් $V_{CE} = V_C$

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

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

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය β නම්,

$$I_C = \beta I_B \quad \text{———} \quad (3)$$

තවද ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා,

$$I_E = I_C + I_B \quad \text{———} \quad (4)$$

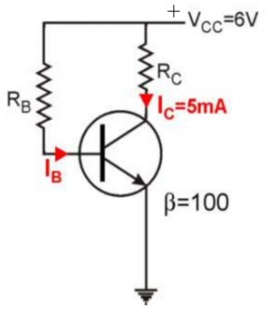
ඉහත සම්බන්ධතා අවශ්‍ය පරිදි භාවිත කිරීමෙන් දී ඇති සැපයුම් වෝල්ටීයතාව යොදාගෙන අවශ්‍ය ප්‍රතිදාන ධාරාව I_C ලබා ගැනීමට යෙදිය යුතු R_B සහ R_C අගයයන් ගණනය කළ හැකි ය.

උදා: 6 V සැපයුමක් සහ $\beta = 100$ක් වූ සිලිකන් npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිතයෙන් රේඛීය වර්ධකයක් නිර්මාණය කළ යුතු වේ. I_C හි අගය 5 mA විය යුතු නම් පාදම ප්‍රතිරෝධක නැඹුරුව භාවිතයට අවශ්‍ය පරිපථ සටහන ඇඳ R_B හා R_C සඳහා යෙදිය යුතු අගයයන් සොයන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



2.22 රූපය

නිර්මාණය කළ යුතු පරිපථයේ සටහන මෙහි දැක්වේ.

සංග්‍රාහකය හරහා කර්චොෆ් නියමය ලිවීමෙන්,

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

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

එවිට,

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

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

$$\therefore \quad R_C = 600\ \Omega$$

I_B සෙවීම සඳහා $I_C = \beta I_B$

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

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

R_B සලකා කර්චොෆ් නියමය යෙදීමෙන්,

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

සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා $V_{BE} = 0.7\ V$ යැයි සලකමු.

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

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

යෙදිය යුතු R_C ප්‍රතිරෝධකය 600 Ω ද R_B ප්‍රතිරෝධකය 106 kΩ ද විය යුතු වේ. (ප්‍රතිරෝධක නිෂ්පාදන ප්‍රමිතියක් වන E_{24} ශ්‍රේණියට අනුව වෙළෙඳපොළින් ලබා ගත හැක්කේ 620 kΩ හා 100 kΩ ප්‍රතිරෝධක වේ)

(ii) විභව බෙදුම් නැඹුරු ක්‍රමය

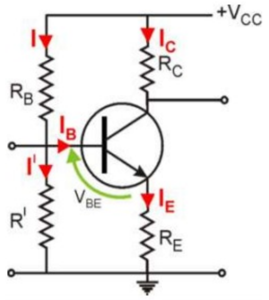
ඉහත පරිපථවල දී I_B ධාරාවේ සිදු වන යම් විචලනයක් පාදම විභවය වෙනස් කිරීමට (R_B හරහා විභව පාතනය වෙනස් වීට මගින්) හා එමගින් නැඹුරු විභවය V_{BE} වෙනස් වීමට බලපාන බව අපට පෙනේ. මෙම දෝෂය ඉවත් කිරීම සඳහා R_B සහ R' ප්‍රතිරෝධක දෙකක් ශ්‍රේණිගත ව විභව සැපයුම (V_{CC})ට සම්බන්ධ කර ප්‍රතිරෝධක දෙක එකිනෙකට සන්ධි වන ලක්ෂ්‍යය පාදමට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ (2.23 රූපය). මෙම විභව බෙදුම නිසා V_B විභවය නියත ව පවත්වා ගෙන යනු ලැබේ. V_B හි අගය, $V_B - V_E = 0.7$ ට ආසන්න වන සේ සහ Iහි අගය I_Bහි අගය මෙන් දස ගුණයක් පමණ වන පරිදි R_B හා R' තෝරා ගනු ලැබේ. එවිට $I \simeq I'$ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

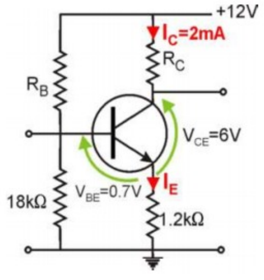
මේ නිසා I_B ධාරාවේ විචලනය නිසා I ට ඇති වන බලපෑම කුඩා වේ. එබැවින් සෑම විට ම V_B විභවය විභව බෙදුම මගින් නියත ව පවත්වා ගෙන යා හැකි ය.



2.23 රූපය

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ උෂ්ණත්වය වැඩි වීම වැනි හේතුවක් නිසා අනවශ්‍ය පරිදි I_C වැඩි වන විට I_E ද වැඩි වීම ($I_E = I_C + I_B$ අනුව) සිදු වන නිසා V_E වැඩි වේ ($V_E = I_E R_E$ බැවින්). V_B නියත ව පවතින හෙයින් V_{BE} අඩු වීමට මෙය හේතු වේ. මෙසේ නැඹුරු වෝල්ටීයතාව අඩුවීමෙන් I_B අඩු කරන අතර I_C පෙර පැවති අගයට ගෙන ඒමට මෙම ක්‍රියාවලිය හේතු වේ. එමඟින් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සරල ධාරා තත්ත්ව නොවෙනස් ව තබා ගත හැකි වේ.

උදා:- (i) 2.24 රූපයේ දැක්වෙන විභව බෙදුම් නැඹුරු වර්ධක පරිපථයේ යොදා ඇත්තේ සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයකි. පහත සඳහන් දෑ ගණනය කරන්න. ($I_C \simeq I_E$ සහ යැයි සලකන්න.)



2.24 රූපය

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

(i). R_E හරහා විභව බැස්ම සැලකීමෙන්

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

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

(iii). $V_C = V_E + V_{CE} = 2.4 + 6 = 8.4 \text{ V}$ ($V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$ 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, $18 \text{ k}\Omega$ විභව බෙදුම ගැන සැලකීමෙන්

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

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

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

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

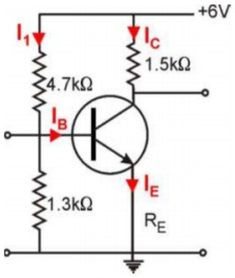
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

$V_{BC} = -5.3$ V

(vii). මෙහි අගය සෘණ අගයක් වේ. එයට හේතුව BC සන්ධිය පසු නැඹුරුවේ පවත්වා ගෙන තිබීමයි.

උදා: (ii)



2.25 රූපය

2.25 රූපයේ දැක්වෙන විභව බෙදුම් නැඹුරු ක්‍රමය යොදා ඇති වර්ධක පරිපථයේ විභව බෙදුමට ගලන I_1 ධාරාව I_B ධාරාව මෙන් 25 ගුණයකි. I_B ධාරාවත් I_E ධාරාවත් V_C හි අගයත් සොයන්න. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය කොපමණ ද?

විභව බෙදුම හරහා කර්චොෆ් නියමය යෙදීමෙන්

$I_1(4.7\times10^3 + 1.3\times10^3) = 6$ ($I_B << I_1$ බැවින්)

$\therefore\; I_1 = \dfrac{6}{6\times10^3} = 1\times10^{-3}\,\text{A} = 1\,\text{mA}$

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

R_C හා ට්‍රාන්සිස්ටරය හරහා විභව බැස්ම සැලකූ විට

$I_C R_C + V_{CE} = 6$ $V_{CE} = \dfrac{V_{CC}}{2} = 3$ V

$\therefore\; I_C = \dfrac{6-3}{1.5\times10^3} = 2\,\text{mA}$

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

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

$V_E = 0$ හෙයින්,

$V_C = 3$V

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

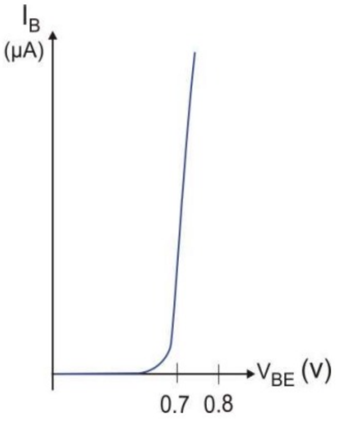
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

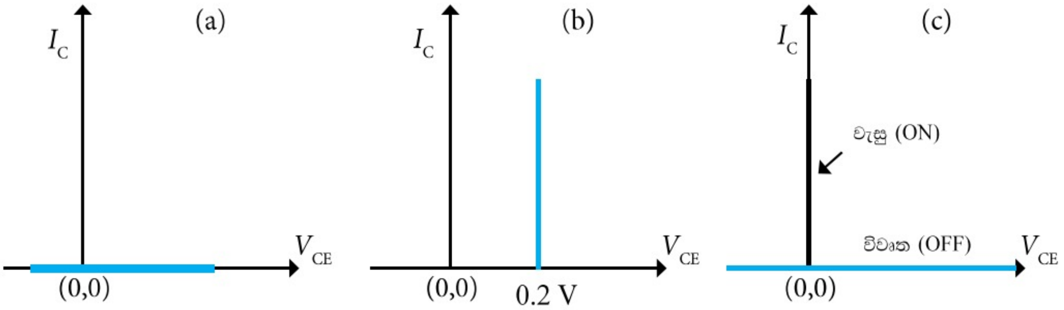
2.7 ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චියක් ලෙස භාවිතය

පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ ඇති ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චියක් ලෙස භාවිතා කිරීමේ දී එහි කපා හැරි සහ සන්තෘප්ත අවස්ථා දෙක පමණක් භාවිත වේ.



2.26 රූපය

V_{BE} හි අගය 0.5 V ට වඩා අඩු වන විට සහ 0.8 V ට වඩා වැඩි වන විටත් ට්‍රාන්සිස්ටරය පිළිවෙළින් කැපී ගිය හා සන්තෘප්ත අවස්ථාවල ක්‍රියා කරයි (2.26 රූපය). මේ අනුව නැඹුරු විභවය 0.5 V වලට වඩා අඩු විභවයක් වූ විට (I_B ශුන්‍යයට ආසන්න හෙයින්) I_C ධාරාවක් නො ගලන අතර එය විවෘත (OFF) ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි (එවිට $V_{CE}= V_{CC}$ වේ). නැඹුරු විභවය 0.8 V වලට වැඩි වූ විට I_B උපරිම අගයක් ගෙන ට්‍රාන්සිස්ටරය සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වේ. එවිට V_{CE} ශුන්‍යයට ආසන්න හෙයින් උපරිම I_C ධාරාවක් ගලයි. මෙම අවස්ථාව ස්විච්චියක වැසී ඇති (ON) අවස්ථාවට අනුරූප වේ. (ඉහත නැඹුරු විභව අගයයන් සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා දළ අගයයන් වේ. ජර්මේනියම් ට්‍රාන්සිස්ටර සඳහා මෙම නැඹුරු විභව මෙයට වඩා කුඩා වේ.)



විවෘත ස්විච්චිය (OFF)

වැසූ ස්විච්චිය (ON)

2.27 රූපය

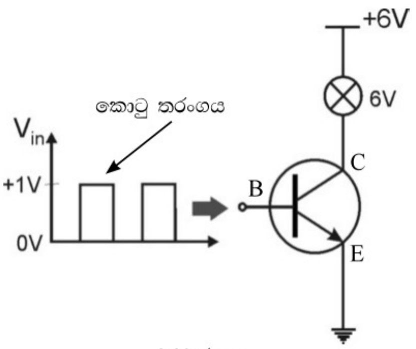
ට්‍රාන්සිස්ටරය විවෘත ස්විච්චියක් සේ ඇති විට V_{CE} වැඩි අගයක් ($V_{CE}= V_{CC}$) වන අතර $I_C= 0$ mA වේ (2.27 රූපය). වැසූ ස්විච්චියක් සේ ඇති අවස්ථාවේ දී ඇති $V_{CE} = 0.2$ V කුඩා අගය ශුන්‍යයට ආසන්න සේ සලකා 2.27 (c) රූපයේ දැක්වෙන ලාක්ෂණිකය ලබා ගත හැකි ය. මීත් පෙර පරිච්ඡේදයේ 2.25 (b) රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි යාන්ත්‍රික ස්විච්චියක් සඳහා වූ I - V ලාක්ෂණිකය සමඟ මෙය සසඳා බලන්න. එවිට, ට්‍රාන්සිස්ටරය ද ස්විච්චියක් සේ ක්‍රියා කරන බව පැහැදිලි වේ.

කුඩා විද්‍යුත් ස්පන්ද මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියාත්මක කළ හැකි පරිපථයක් 2.28 රූපයේ දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

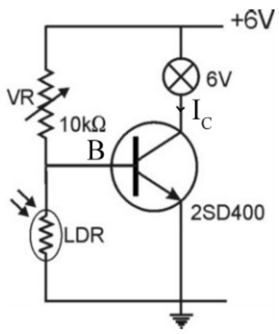
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



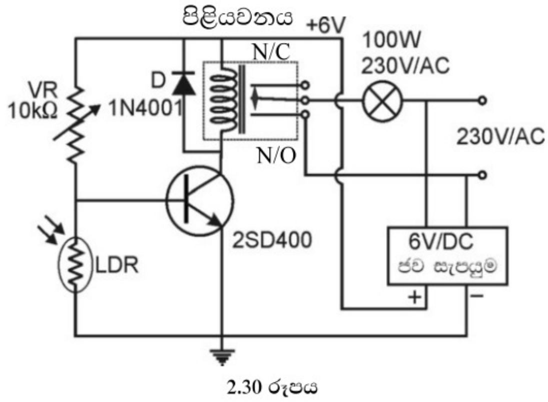
2.28 රූපය

0V සහ 1V අතර වෙනස් වන කොටු තරංගයක් (Square Wave) පාදම වෙත සැපයීම මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහකයට සම්බන්ධ කොට ඇති පහන නිවීම හා දැල්වීම සිදු කළ හැකි ය. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිචාර කාලය ඉතා කුඩා හෙයින් යාන්ත්‍රික ස්විච්චියකට වඩා ඉතා කුඩා කාලයක දී මෙමගින් බල්බය දැල්වීම හෝ නිවීම කළ හැකි ය.



2.29 රූපය

අඳුර වැටෙන විට පහනක් ස්වයංක්‍රීය ව දැල්වීම සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විච්චියක් ලෙස භාවිත කරන ආකාරය 2.29 රූපයේ ඇති පරිපථයෙන් දැක්වේ. මෙහිදී ආලෝක සංවේදී ප්‍රතිරෝධකයක් (LDR) ආලෝකය හඳුනා ගැනීමට යොදා ගෙන ඇත. අඳුරේ දී LDR හි ප්‍රතිරෝධය 100 k Ω පමණ වන අතර ආලෝකය වැටෙන විට ප්‍රතිරෝධය 100 Ω පමණ දක්වා ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. VR විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය හා LDR මගින් විභව බෙදුමක් සාදා ඇති අතර අඳුර වැටෙන විට LDRහි ප්‍රතිරෝධය වැඩි වී Bහි විභවය ක්‍රමයෙන් ඉහළට යයි. Bහි විභවය 0.8 Vවලට වඩා වැඩි වූ විට ට්‍රාන්සිස්ටරය වැසූ ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කොට පහන දැල්වීමට අවශ්‍ය I_C ධාරාව ගලා යාමට ඉඩ දෙයි. VRහි අගය සුදුසු ලෙස සීරු මාරු කිරීමෙන් අපට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට අඳුරු වැටෙන විට බල්බය දැල්වීමට සැලසිය හැකි ය. විභව බෙදුමේ ඉහළ LDR සහ පහළ VR සිටින සේ සැකසූ විට මෙම පරිපථයම ආලෝකය වැටෙන විට පහන දැල්වීමට සකස් කළ හැකි ය.



2.30 රූපය

2.29 රූපයට අයත් පරිපථයේ ඇති පහන වෙනුවට ට්‍රාන්සිස්ටරය මගින් පිළියවනයක් (Relay) ක්‍රියා කිරීමට සලසා, එමගින් 230 V 100 W, AC පහනක් දැල්වීමට පරිපථය සකසන ආකාරය 2.30 රූපයේ දැක්වේ. මේ සඳහා 6 V පිළියවනයක් යෙදිය යුතු අතර වෙළෙඳපොළෙන් මෙය පහසුවෙන් මිල දී ගත හැකි ය. පිළියවනයේ N/C අග්‍රය එයට විදුලිය සපයා නැති විට වැසී (ON) ඇති අතර N/O අග්‍රය විවෘත (OFF) වී ඇත. පිළියවනයට විදුලිය සැපයූ විට (N/O) වලින් දක්වා ඇති අග්‍ර සංවෘත වේ. (N/C) අග්‍රය විවෘත වේ. පිළියවනය සක්‍රිය හෝ අක්‍රිය වන විට ප්‍රේරණය මගින් ඇති වන ක්ෂණික විදුලි ස්පන්දය D ඩයෝඩය මගින් ලුහුවත් කොට ට්‍රාන්සිස්ටරයට හානිවීම වළකයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.8 වර්ධක පරිපථවල ලක්ෂණ

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

(a) ප්‍රදාන (Input) සහ ප්‍රතිදාන (Output) සම්බාධනය ප්‍රතිරෝධය
(b) ධාරා, විභව, සහ ක්ෂමතා ලාභය
(c) සංඛ්‍යාත ප්‍රතිචාරය

මේවා පිළිබඳ සවිස්තර ව අධ්‍යයනය කිරීම මෙම පොතේ විෂය සීමාවෙන් ඔබ්බට යාමකි. එබැවින් මින් කිහිපයක් පිළිබඳ කෙටියෙන් සලකා බලමු.

2.8.1 පොදු විමෝචක වර්ධකයක ධාරා ලාභය (β)

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

මෙහිදී ප්‍රතිදාන ධාරාව $I_o = I_c$ ද ප්‍රදාන ධාරාව $I_i = I_B$ ද වේ.

එබැවින් $\boxed{\beta = \frac{I_C}{I_B}}$

බොහෝ විට ට්‍රාන්සිස්ටර දත්ත සටහන්වල (Data Sheets) වෙනත් සංකේත ක්‍රමයකට අනුව පොදු විමෝචක ධාරා ලාභය සටහන් කොට ඇත්තේ h_{FE} ලෙසයි. මෙහි පහළ කැපිටල් අකුරු භාවිතයෙන් මෙය සරල ධාරා අගයක් බවත් F වලින් පෙර නැඹුර බවත් E වලින් පොදු විමෝචක වින්‍යාසය සඳහා බවත් දැක්වේ.

සාමාන්‍යයෙන් h_{FE} අගය 200 පමණ ඉහළ අගයකි.

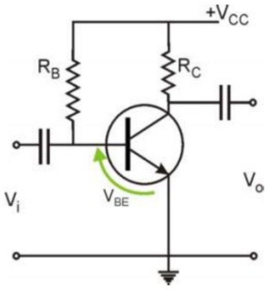
2.8.2 ට්‍රාන්සිස්ටර් වර්ධකයක විභව ලාභය A_V

ට්‍රාන්සිස්ටර් වර්ධකයක වෝල්ටීයතා ලාභය අර්ථ දැක්වෙන්නේ

$$A_V = \frac{\text{ප්‍රතිදාන විභව වෙනස}}{\text{ප්‍රදාන විභව වෙනස}} = \frac{\Delta V_O}{\Delta V_i} \quad \text{ලෙසය.}$$

පොදු විමෝචක අවස්ථාවේ

2.31 රූපය අනුව,



2.31 රූපය

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

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

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

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

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

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

මෙය (A_V) සාමාන්‍යයෙන් 40ක් පමණ වූ අගයකි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

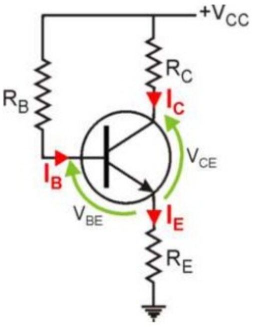
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.9 ට්‍රාන්සිස්ටරයක වර්ධකයක් ලෙස ප්‍රායෝගික භාවිතය

වෝල්ටීයතා සහ ධාරා වර්ධකයක් ලෙස භාවිතය

මයික්‍රෆෝනයකට කථා කළ විට නිපදවෙන දුර්වල විද්‍යුත් සංඥාවක් ශබ්ද විකාශකයකට ලබා දුන්විට ප්‍රබල හඬක් ඇති වීම සඳහා වර්ධනය කළ යුතු වේ. මෙය ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයකින් සිදු කළ හැකිය. රේඩියෝ රිසීවරයක් මගින් ලබා ගන්නා දුර්වල සංඥාවක් වර්ධනය කිරීමටද වර්ධක පරිපථ යොදා ගැනේ.

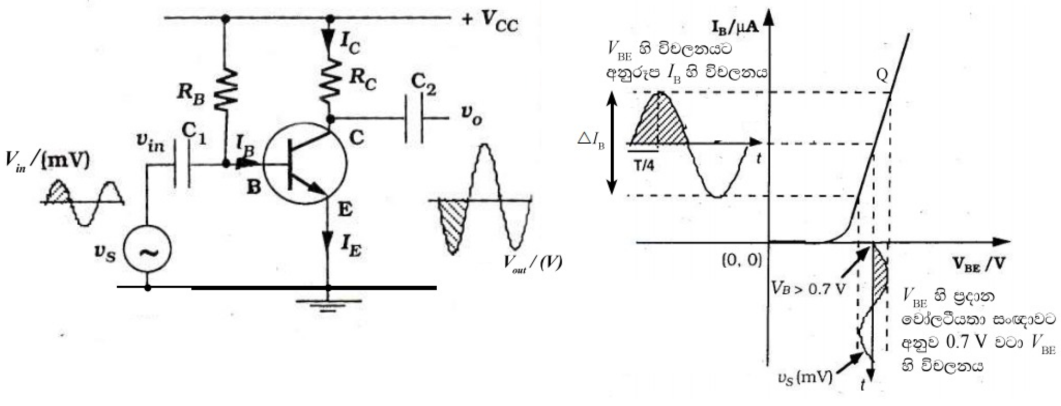
පොදු විමෝචක වර්ධක පරිපථය බහුල වශයෙන් භාවිත කෙරෙන පරිපථයකි.



2.32 රූපය

2.32 රූපයේ දැක්වෙන පොදු විමෝචක ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කර ඇත්තේ V_{CC} සැපයුම් වෝල්ටීයතා ප්‍රභවයක් සහ R_B හා R_C ප්‍රතිරෝධක දෙකක් මගිනි. ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේ පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය V_B හා V_C වෝල්ටීයතා අගයයන් ලැබෙන පරිදි R_B හා R_C අගයයන් තෝරා ගනු ලැබේ. එවිට රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට මයික්‍රෝ ඇම්පියර ප්‍රමාණයේ I_B සරල ධාරාවක් ද මිලි ඇම්පියර ප්‍රමාණයේ I_C හා I_E සරල ධාරාවක් ද ගලා යමින් පවතී.

සංඥා ප්‍රභවය මගින් කුඩා මිලිවෝල්ට් ප්‍රමාණයේ සයිනාකාර වෝල්ටීයතාක් C_1 හරහා පාදම වෙත ලබා දෙන අවස්ථාවක් සලකමු. එමගින් V_{BE} විභව අන්තරයෙහි විචලනයක් සිදු වන අතර I_B ධාරාව ද එයට අනුරූප ව සමකලාස්ථව විචලනය වීම සිදු වේ. මෙය 2.33 (b) රූපයේ ප්‍රස්තාර මගින් නිරූපණය වේ.



(a) (b)

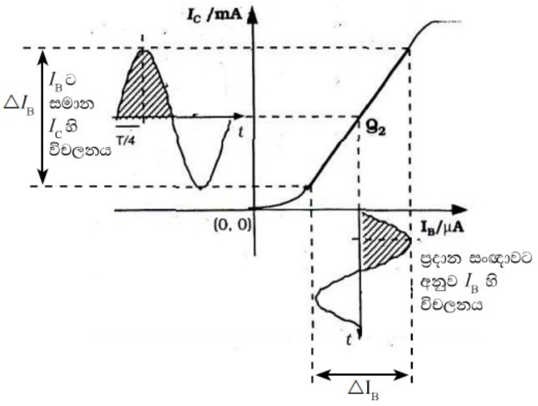
2.33 රූපය

ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී පෙදෙසේ පවතින පරිදි නැඹුරු කර ඇති බැවින් $I_C \propto I_B$ වේ. එම නිසා I_B විචලනය වන විට එයට අනුරූප ව I_C ද විචලනය වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය ඇසුරෙන් I_B සමග I_C විචලනය වන ආකාරය 2.34 රූපයේ ප්‍රස්තාර මගින් නිරූපණය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



2.34 රූපය

I_B සහ I_C ධාරා දෙක ම කාලය සමග සයිනාකාර ව සමාන සංඛ්‍යාතයෙන් විචලනය වේ. එසේ ම සමාන කලාවෙන් ද යුතු වේ.

ප්‍රදාන පරිපථයේ මයික්‍රොඇම්පියර ප්‍රමාණයේ වන I_B ධාරාවේ විචලනයට අනුරූප ව ප්‍රතිදාන පරිපථයේ මිලිඇම්පියර ප්‍රමාණයේ වන I_C ධාරාවේ විචලනය ධාරා වර්ධනයක් ලෙස සැලකිය හැකිවේ.

ප්‍රතිදාන පරිපථයේ ඇති වන I_C ධාරා වර්ධනය වෝල්ටීයතා වර්ධනයක් බවට පරිවර්තනය කර ගැනීම සඳහා R_C සංග්‍රාහක ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ගැනීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. V_{CC} සැපයුම් විභවයෙන් අඩක් වන ලෙස V_Cහි අගය ලැබෙන පරිදි R_C තෝරා ගත යුතු වේ. එමගින් විකෘතියකින් තොර (ප්‍රදාන සංඥාවේ තරංග හැඩයට සමාන වන පරිදි) සංඥා වර්ධනයක් ලබා ගත හැකි ය.

පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ යොදා ඇති ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයක ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ලෙස සැලකෙන්නේ V_{CE} වෝල්ටීයතාවයි. මෙහිදී විමෝචකය බිම් ගන්වා ඇති බැවින්,
(2.33 (a) රූපයේ දක්වා ඇති පරිපථය සැලකීමෙන්)
$V_{CE} = V_C$ වේ.

එනම් $V_{out} = V_C$ වේ.

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

I_C හි විචලනය අනුව V_{out} හි විචලනය සිදුවන ආකාරය ඉහත සමීකරණය අනුව පැහැදිලි වේ. ඒ අනුව ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව V_{out}, ප්‍රතිදාන ධාරාව I_C සමග රේඩියන π කලා වෙනසක් සහිතව පවතී. V_{BE} සමඟ I_B හි විචලනය සමකලාස්ථ බව සහ I_B සමඟ I_C හි විචලනය ද සමකලාස්ථ බව මින් පෙර පැහැදිලි කර ඇත. ඒ අනුව V_{BE} සමඟ I_C හි විචලනය සමකලාස්ථ වන බව පැහැදිලි වේ. ඉහත සමීකරණය අනුව I_C සහ V_{CE} අතර රේඩියන π (180^0) කලා වෙනසක් පවතින බැවින් V_{BE} සහ V_{CE} අතර ද රේඩියන π කලා වෙනසක් පවතී. මිලිවෝල්ට් ප්‍රමාණයේ පවතින ප්‍රදාන සංඥා වෝල්ටීයතාවට අනුව වෝල්ට් ප්‍රමාණයෙන් වන ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ විචලනය වෝල්ටීයතා වර්ධනයක් ලෙස සැලකිය හැකිය. වෝල්ටීයතා වර්ධනය π (180°) කලා වෙනසක් සහිත වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

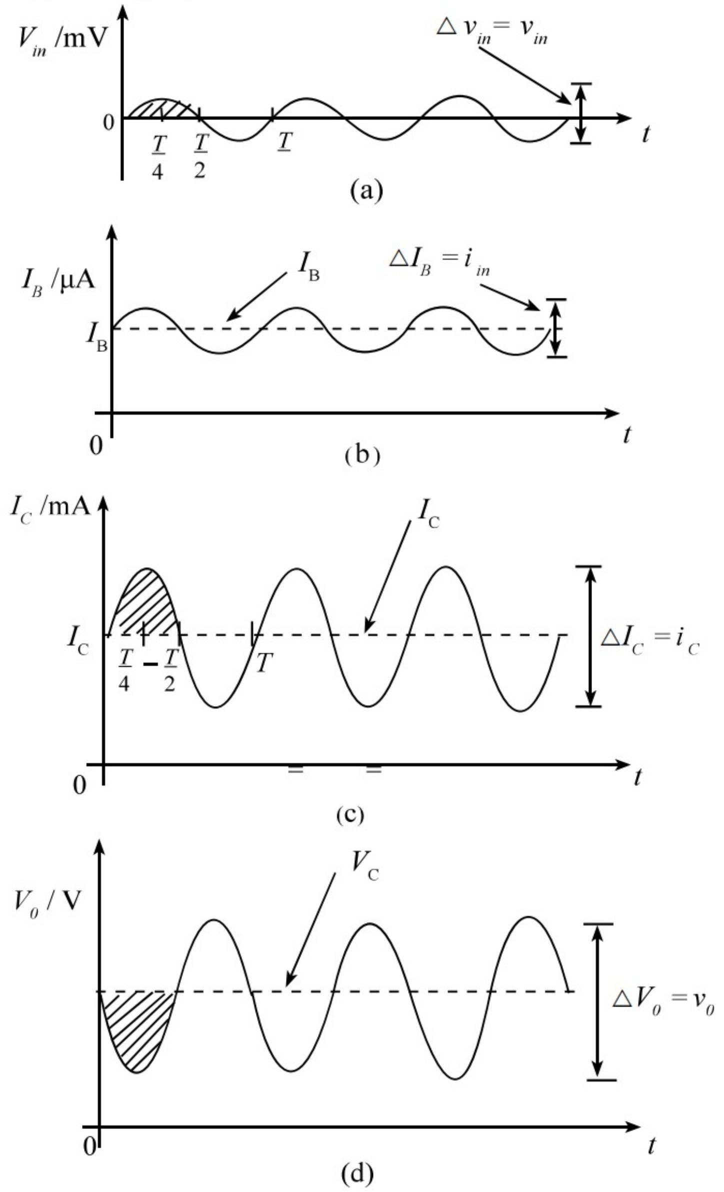
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.9.1 ඈඳුම් ධාරිත්‍රකවල ක්‍රියාව

ඉහත විස්තර කරන ලද වර්ධක ක්‍රියාව සාර්ථක වීම සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී පෙදෙසෙහි පවතින පරිදි නැඹුරුව තිබිය යුතුවේ. එනම් V_B හා V_C විභවයන් නියමිත අගයයන් වන 0.7V සහ $V_{CC}/2$ හි තිබිය යුතුය. I_B සරල ධාරාවෙන් කොටසක් සංඥා ප්‍රභවය දෙසට ගමන් කිරීම C_1 ධාරිත්‍රකය මගින් වැළැක්වීම නිසා මෙය ඉටුවේ. එහෙත් සංඥා ප්‍රභවයෙන් පැමිණෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව පරිපථය දෙසට ගලා ඒමට C_1 ධාරිත්‍රකය බාධාවක් සිදු නො කරයි.

C_2 ධාරිත්‍රකය මගින් I_C සරල ධාරාවෙන් කොටසක් ඉවතට (භාරය වෙතට) ගලා යාම වැළැක්වේ. එබැවින් V_C සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවෙහි අගය නියමිත අගයෙහි පවත්වා ගත හැකි වේ. එහෙත් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතා සංඥාව ප්‍රතිදාන භාරය වෙත යෑමට C_2 ධාරිත්‍රකය බාධා නො කරයි.

පොදු විමෝචක ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකයක සංඥා විචලනයේ ප්‍රධාන පියවර 2.35 රූපයේ දැක්වෙන ප්‍රස්තාර මගින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.



2.35 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

V_{in} ප්‍රදාන සංඥාව නිසා I_B ධාරාවෙහි සිදු වන i_{in} විචලනයට [2.35 (a) සහ (b) රූප] අනුරූප ව I_C සංග්‍රාහක ධාරාවෙහි ඇති වන i_C විචලනයට [2.35 (c) රූපය] (එනම් ප්‍රතිදාන ධාරා සංඥාවට) අනුව V_C වෝල්ටියතාව ද විචලනය විය යුතු වේ [2.35 (d) රූපය].

ඒ අනුව I_C ධාරාව එහි සරල ධාරා මට්ටමේ සිට උපරිමයක් දක්වා වැඩි වන $T/4$ කාලය තුළ දී (T යනු සයිනාකාර ප්‍රදාන සංඥාවේ ආවර්ත කාලයයි) $I_C R_C$ ගුණිතය ද ඊට අනුරූප ව එහි උපරිමය දක්වා වැඩි වේ. එවිට V_{CE} හි අගය උපරිමයෙහි සිට අවම අගයක් දක්වා අඩු වේ. මේ ලෙස ම I_C හි අගය අඩු වන විට V_{CE} හි අගය වැඩි වේ. මේ අනුව V_{in}, I_B හා I_C විචලනයන්හි ආවර්තයක ධන අර්ධයේ දී ප්‍රතිදාන සංඥාවෙහි වෝල්ටීයතාව ($V_0 = V_C = V_{CE}$) සරල ධාරා V_C ට වඩා අඩු අගයක් ගන්නා බව ද ඊළඟ ඍණ අර්ධයේ දී එය V_C ට වඩා වැඩි අගයක් ගන්නා බව ද පැහැදිලි වේ. මෙම විචලනයන් 2.35 රූපයෙහි සසඳා ඇත. 2.35 (a) සහ (d) රූප දෙක සැසඳීමෙන් පොදු විමෝචක වෝල්ටියතා වර්ධකයට ප්‍රදානය කෙරෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක (සයිනාකාර) වෝල්ටීයතා සංඥාව **අපවර්තිත** (inverted) ලෙස එනම් 180^0 ක කලා වෙනසකට ලක් වී ප්‍රතිදානය වන බව පැහැදිලි වේ. මේ අනුව පොදු විමෝචක ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකය ධාරා වර්ධකයක් පමණක් නොව වෝල්ටීයතා වර්ධකයක් ලෙස ද භාවිත කළ හැකි බව පැහැදිලි වේ.

$$\text{වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය} = \frac{v_0}{v_{in}} = \frac{\Delta V_0}{\Delta V_{in}} = \frac{\Delta V_C}{\Delta V_B}$$

2.9.2 පොදු විමෝචක ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකයක් සඳහා වෝල්ටීයතා ලාභය, ධාරා ලාභය සහ ක්ෂමතා ලාභය

ප්‍රත්‍යාවර්ත සංඥා සම්බන්ධයෙන් වෝල්ටීයතා ලාභය, ධාරා ලාභය සහ ක්ෂමතා ලාභය පහත සඳහන් පරිදි අර්ථ දක්වනු ලැබේ.

$$\text{වෝල්ටීයතා ලාභය, } A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\Delta V_C}{\Delta V_B}$$

$$= \frac{\text{ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා වෙනස}}{\text{ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා වෙනස}}$$

$$\text{ධාරා ලාභය, } A_i = \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

$$= \frac{\text{ප්‍රතිදාන ධාරා වෙනස}}{\text{ප්‍රදාන ධාරා වෙනස}}$$

$$\text{ක්ෂමතා ලාභය, } A_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out} I_{out}}{V_{in} I_{in}}$$

$$= \frac{\text{ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව}}{\text{ප්‍රදාන ක්ෂමතාව}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.10 ඒක ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර (Unipolar transistors)

2.10.1 ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර (Field Effect Transistors - FET)

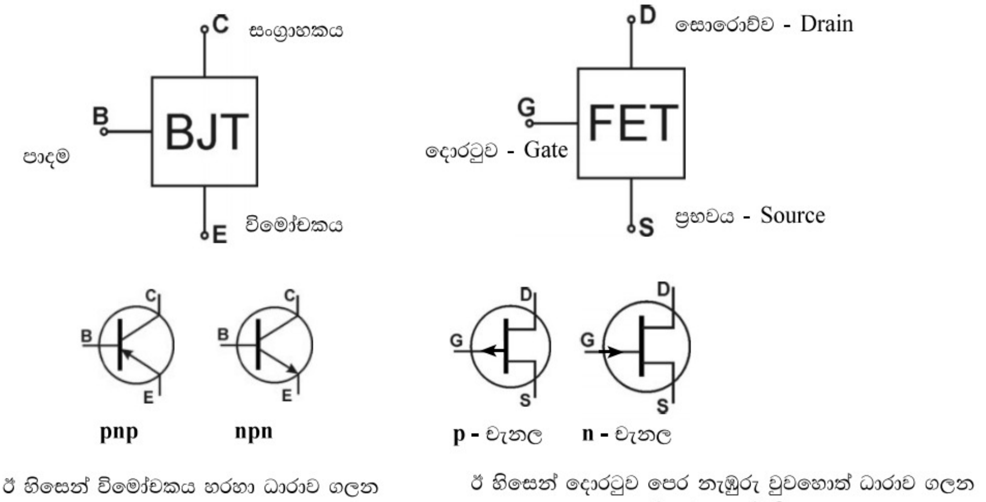
මෙයට පෙර අපි සලකා බලන ලද ට්‍රාන්සිස්ටර සියල්ල ද්විධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ගයට (BJT) අයත් වේ. මේවායේ ක්‍රියාකාරිත්වයට නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර යන වාහක දෙවර්ගය ම දායක වේ. අනෙක් ප්‍රධාන ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ගය වන්නේ ක්‍රියාකාරිත්වයට එක් වාහක වර්ගයක් පමණක් දායක වන ඒක ධ්‍රැව (Unipolar) ට්‍රාන්සිස්ටරයන් ය. ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර මෙම ඒක ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරවලට අයත් වේ. ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර හෙවත් FET ප්‍රධාන වර්ග දෙකක් වෙයි.

(a) සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය - Junction Field Effect Transistor (JFET)
(b) ලෝහ ඔක්සයිඩ් අර්ධ සන්නායක ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර
- 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 ට්‍රාන්සිස්ටරවල මෙන්ම සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටරවල ද අග්‍ර තුනක් වෙයි. ඒවා නම් කර ඇති ආකාරය 2.36 රූපයේ දැක්වේ.



ඊ හිසෙන් විමෝචකය හරහා ධාරාව ගලන දිශාව දක්වයි.

ඊ හිසෙන් දොරටුව පෙර නැඹුරු වුවහොත් ධාරාව ගලන දිශාව පෙන්වයි.

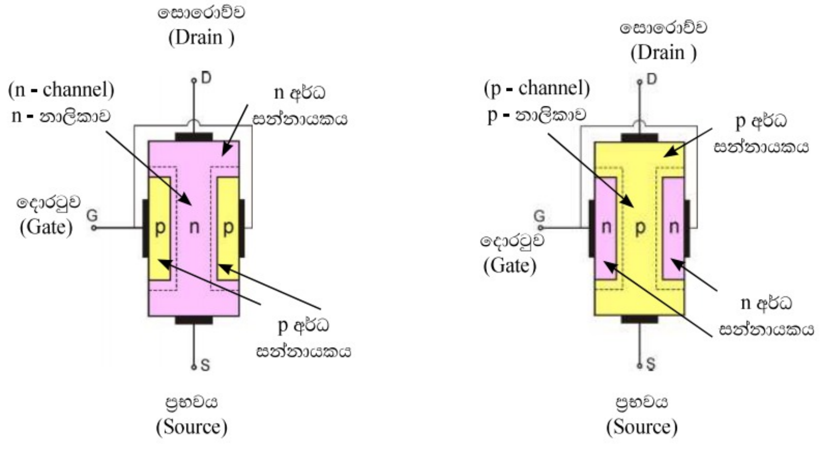
BJT සහ JFETහි සංකේත
2.36 රූපය

npn හා pnp ට්‍රාන්සිස්ටර් දෙවර්ගය මෙන්ම JFET ද ''n නාලීය'' (n-channel) හා ''p නාලීය'' (p-channel) වශයෙන් වර්ග දෙකක් වේ. මෙම දෙවර්ගයේ ව්‍යුහය සරල ව සලකා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



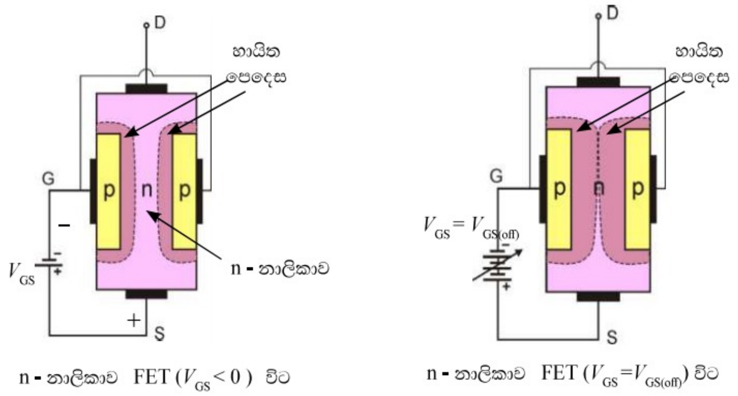
(a) n - නාලිකාව FET 2.37 රූපය **(b)** p - නාලිකාව FET

මෙහි නිර්මාණය තේරුම් ගැනීම සඳහා n අර්ධ සන්නායක සිලින්ඩරයක් වටා p අර්ධ සන්නායක විල්ලක් සිලින්ඩරය මැදි කොට සම්බන්ධ කර ඇතැයි සලකමු (n නාලීය FET). මෙම සැකසුමේ හරස්කඩ 2.37 (a) රූපයේ දක්වා ඇත. p අර්ධ සන්නායක විල්ලේ හරස්කඩ දෙක n අර්ධ සන්නායකය දෙපස දක්වා ඇත. ඒවා කම්බියකින් සම්බන්ධ කොට දක්වා ඇත්තේ මේවා එක ම අර්ධ සන්නායකය බව දැක්වීමටයි. p-අර්ධ සන්නායක විල්ල හා n අර්ධ සන්නායක සිලින්ඩරය අතර ඇති වන වෘත්තාකාර p-n සන්ධිය වටා කුඩා හීන ස්තරයක් රූපවල කඩ ඉරිවලින් දක්වා ඇති ආකාරයට පිහිටයි. අර්ධ සන්නායකයේ දෙකෙළවර ලෝහ සම්බන්ධක දෙකක් මගින් පිටතට සම්බන්ධ කොටස ඇත. මෙම අග්‍රවලින් වාහක විමෝචනය කරන අග්‍රය ප්‍රභවය (Source) ලෙසත්, වාහක පිටතට ලබා ගන්නා අග්‍රය සොරොව්ව (Drain) ලෙසත් නම් කොට ඇත. n අර්ධ සන්නායක සිලින්ඩරය වටා ඇති p අර්ධ සන්නායක විල්ල ලෝහ සන්නායකයක් මගින් පිටතට සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙම අග්‍රය දොරටුව (Gate) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ප්‍රභවය (S) හා සොරොව්ව (D) අතර හායිත ස්තර වලල්ල මැදින් ඇත. (2.37 (b) රූපය මගින් p නාලීය FET හරස්කඩ දැක්වේ.

2.10.3 n- නාලීය FET ක්‍රියාකාරිත්වය

(a) D සොරොව්ව නිදහස් ව තබා ද්වාරය සහ ප්‍රභවය අතර වෝල්ටීයතාව විචලනය කළ විට සිදු වන ක්‍රියාව :

D අග්‍රය නිදහස් ව තබා දොරටුව සහ ප්‍රභවය අතර, p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු වන සේ V_{GS} කුඩා විභව අන්තරයක් සපයා ඇතැයි සලකමු. එවිට දොරටුව සහ n නාලිකාව අතර ඇති හායිත පෙදෙස විශාල වන අතර මේ හේතුව නිසා n නාලිකාව කුඩා වේ [2.28 (a) රූපය].



n - නාලිකාව FET ($V_{GS} < 0$) විට n - නාලිකාව FET ($V_{GS} = V_{GS(off)}$) විට

(a) 2.38 රූපය (b)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

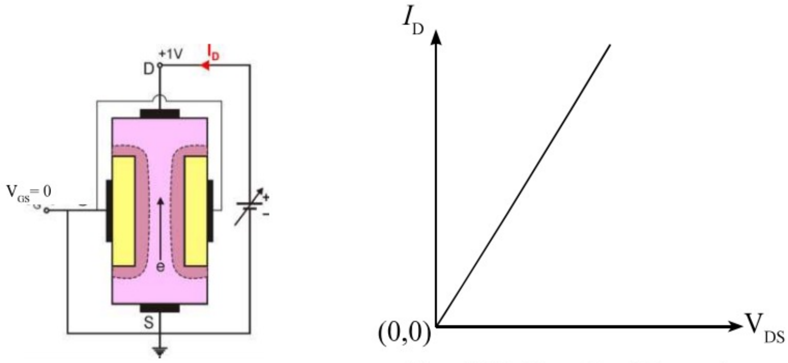
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

V_{GS} විභව අන්තරය ක්‍රමයෙන් විශාල කළ හොත් හායිත පෙදෙස තවත් විශාල වන අතර අවසානයේ දී V_{GS} හි යම් අගයක දී 2.38 (b) රූපයේ දැක්වෙන ලෙස හායිත පෙදෙස් එකිනෙක ස්පර්ශ වී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් ම වැසී යයි. මෙම අවස්ථාවේ දී ප්‍රභවය (S) සහ දොරටුව (G) අතර ඇති V_{GS} විභව අන්තරය ''කැපුම් වොල්ටීයතාව'' (Cut-off voltage) හෙවත් $V_{GS\,(off)}$ ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම අවස්ථාවේ දී ප්‍රභවය (S) සහ සොරොව්ව (D) අතර විභව අන්තරයක් ඇති කළ ද නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසී ඇති නිසා එය හරහා ධාරාවක් (I_D) ගලා නොයයි. සාමාන්‍යයෙන් FET එකක $V_{GS\,(off)}$ විභව අන්තරය කුඩා අගයක් වන අතර භාවිත කරන FET එක අනුව එය 4V – 8V පරාසය තුළ වූ යම් අගයකි. යම් FETයක් සඳහා $V_{GS\,(off)}$ නියත අගයක් වන අතර FET දත්ත සමඟ මෙහි අගය දක්වා ඇත. පසුව මෙම $V_{GS\,(off)}$ පිළිබඳව විස්තර සලකා බලමු.

(b) $V_{GS} = 0$ වන විට V_{DS} සමඟ I_D හි විචලනය

දොරටු අග්‍රය බිම් ගන්වා සොරොව්ව ධන විභවයක සිටින සේ ප්‍රභවය සහ සොරොව්ව අතර කුඩා විභව අන්තරයක් යෙද වූ විට නාලිකාව හරහා S සිට D දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහයක් ඇති වේ. එනම් D සිට Sට I_D ධාරාවක් ගලා යයි. ක්‍රමයෙන් V_{DS} විශාල කළහොත් නාලිකාව හරහා ගලන ධාරාව ද ඒ අනුව විශාල වේ. ඒ සමඟම පහත විස්තර කර ඇති පරිදි නැඹුරු වෝල්ටීයතාව වැඩි වන නිසා හායිත පෙදෙස ද වැඩි වේ [2.39 (a) රූපය].



$V_{GS} = 0$ විට V_{DS} සමඟ විචලනය I_D

(a)   (b)

2.39 රූපය

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

V_{DS} සමඟ I_D රේඛීයව වැඩි වන්නේ නාලිකාව මෙලෙස ඕම්ගේ නියමයට අනුකූල ව හැසිරෙන නිසා ය [2.39 (b) රූපය].

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

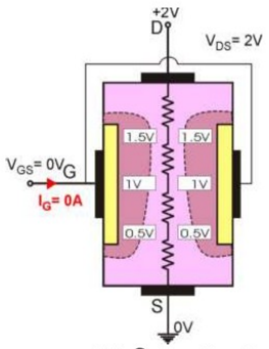
V_{DS} අගය තවදුරටත් වැඩි කරන විට n - නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ ඇති හායිත ප්‍රදේශය වඩා විශාල වෙයි. මෙලෙස වන්නේ නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ ධන විභවය පහළ කොටසේ ධන විභවයට වඩා වැඩි වන නිසා ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

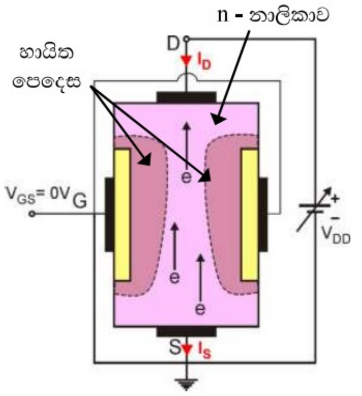
V_D හි අගය ධන 2 V නම් නාලිකාව තුළ විභවය පැතිර යන ආකාරය 2.40 රූපයෙන් දැක්වේ.



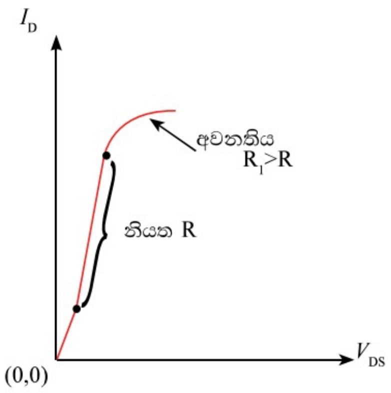
පසු නැඹුරු විභවය p – n සන්ධිය හරහා n – නාලිකාව තුළ පැතිර ඇති ආකාරය
2.40 රූපය

භායිත පෙදෙසේ ඇති වූ මෙම වෙනස නිසා නාලිකාව තවදුරටත් ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධයක් ලෙස ක්‍රියා නොකරයි. මෙහිදී නාලිකාවේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන හෙයින් V_{DS} සමග I_D හි වැඩි වීම පෙරට වඩා අඩු වේ. මේ අනුව $I_D - V_{DS}$ වක්‍රයේ අනුක්‍රමණය $\left(\frac{1}{R}\right)$ පෙරට වඩා අඩු වේ. එබැවින් වක්‍රය 2.41 (b) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අවනතියක් (දනටි හැඩයක්) දක්වයි.

2.40 රූපයට අනුව නාලිකාව පහළ කොටසේ පසු නැඹුරු විභවය 0.5 V ද මැද කොටසේ නැඹුරු විභවය 1 V ද ඉහළ කොටසේ නැඹුරු විභවය 1.5 V ද වේ. මේනිසා නාලිකාවේ ඉහළ කොටසේ භායිත පෙදෙස විශාල වී n - නාලිකාව කේතු ආකාර හැඩයක් ගනියි. [2.41 (a) රූපය].



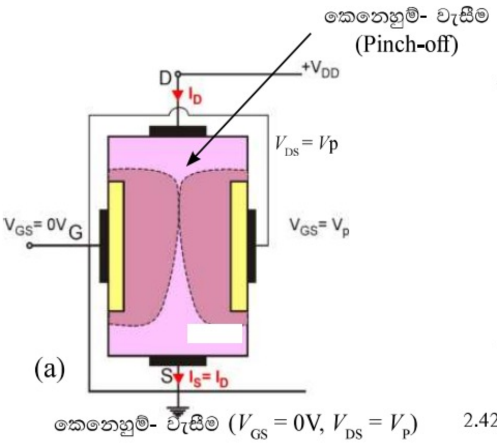
$V_{GS} = 0$ සහ $V_{DS} > 0V$



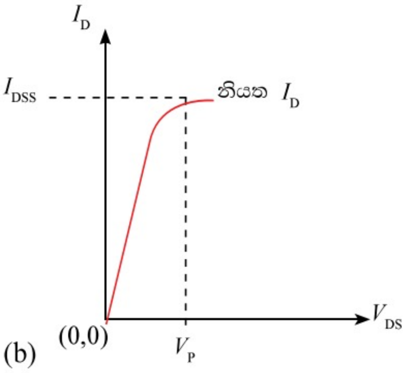
$V_{GS}= 0$ හා $V_{DS}< V_P$ වන විට I_P හි හැසිරීම

(a)　　　　2.41 රූපය　　　　(b)

තව දුරටත් V_{DS} වැඩි කරන විට එහි යම් අගයක දී භායිත ප්‍රදේශය තවදුරටත් විශාල වී එහි ඉහළ පෙදෙස් ස්පර්ශවීමට පෙලඹේ [2.42 (a) රූපය]. මෙලෙස නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසුණ හොත් I_D ධාරාව ශූන්‍ය විය යුතු ය.



(a)



(b)

කෙනෙහුම්- වැසීම ($V_{GS} = 0V$, $V_{DS} = V_P$)　　2.42 රූපය

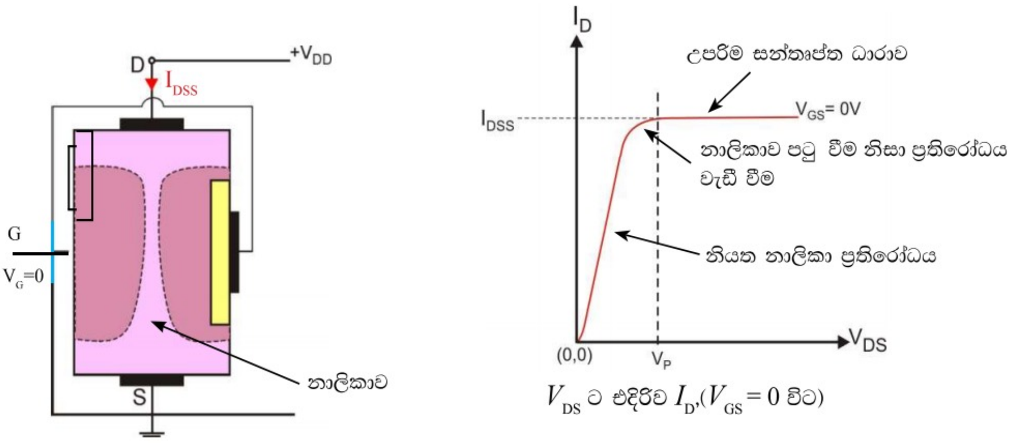
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එහෙත් මේ වන විට නාලිකාව හරහා ධාරාව (I_D ධාරාව) සැහෙන තරම් විශාල අගයකට පත්ව තිබෙන බැවින් එක්වරම I_D ධාරාව ශූන්‍ය වුවහොත් නාලිය තුළ ඇති විභව බැස්ම ද ශූන්‍යවී එමගින් හායිත පෙදෙස කුඩාවී, නාලිකාව නැවත විවෘත විය යුතු වේ. එවිට I_D ධාරාව ගැලීම නැවත ආරම්භ වේ. එබැවින් මෙම ක්‍රියාවලිය එක්තරා සමතුලිත තත්ත්වයකට 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 ඇති V_{DS} අගය දක්වනු ලැබේ. (2.42 (b) රූපය) මෙම V_P වෝල්ටීයතාව කෙනෙහුම් වැසුම් වෝල්ටීයතාව (Pinch - off Voltage) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

V_P අගය ඉක්මවා V_{DS} වැඩි කරන විට නාලිකාව එලෙසම විවෘත ව පවතින අතර හායිත පෙදෙස නාලිකාවේ පහළට පැතිරීම පමණක් සිදු වේ [2.43 (a) රූපය]. එබැවින් මෙම අවස්ථාවේ නාලිකාව හරහා ගලන I_D ධාරාව නියත ව පවතියි. මෙම අවස්ථාවේ දී I_D උපරිම සන්තෘප්ත අගයට එළඹ ඇතැයි ද එම ධාරාවට උපරිම සන්තෘප්ත ධාරාව යැයි ද කියනු ලැබේ. I_{DSS} වලින් මෙම උපරිම සන්තෘප්ත ධාරාව දක්වනු ලැබේ (2.43 (b) රූපය).



V_{DS} ට එදිරිව I_D,(V_{GS} = 0 විට)

(a)　　　　　　　　　　　　(b)

2.43 රූපය

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

2.10.4 V_{GS} < 0 වූ විට JFET හි හැසිරීම

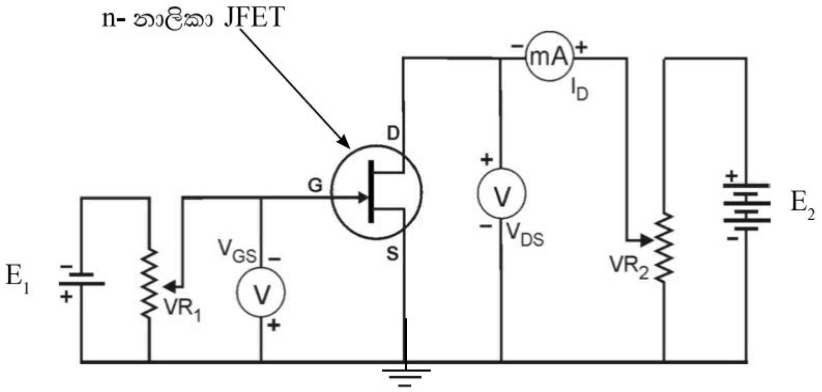
ඉහත දී අප සලකා බලන ලද්දේ V_{GS} = 0 V වන සේ එය නියත ව තැබූ විට V_{DS} සමග I_D හි විචලනයයි. විවිධ පසු නැඹුරු V_{GS} වෝල්ටීයතාවන්හි දී V_{DS} සමඟ I_D හි හැසිරීම දැන් සලකා බලමු.

මේ සඳහා 2.44 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරිපථයක් භාවිත කළ හැකි ය. V_{GS} = – 1 V, -2V, 3V ආදී වශයෙන් වන සේ VR_1 සකස් කොට එය එම එක් එක් V_{GS} අගයේ නියත ව තබමු. දැන් එම එක් එක් V_{GS} අගය යටතේ VR_2 සීරුමාරු කරමින් V_{DS} අගය සහ ඊට අනුරූප I_D අගය මැන ප්‍රස්තාර ගත කළ විට ලැබෙන හැඩයන් 2.45 රූපයෙන් දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

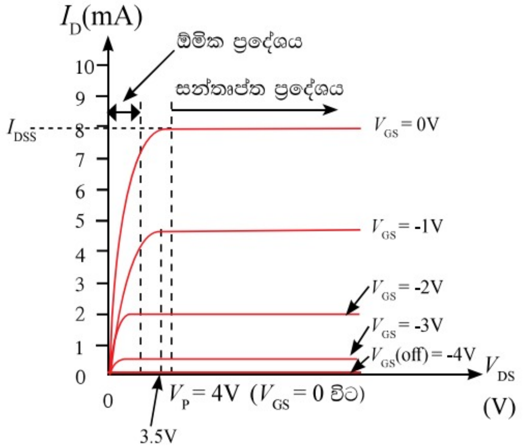
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



n- නාලිකා JFET පරීක්ෂණ පරිපථය

2.44 රූපය



V_{GS} හි විවිධ අගයයන් සඳහා V_{DS} සමඟ I_D හි විචලනය

2.45 රූපය

මෙහිදී $V_P = +4$ V වන FET එකක් භාවිත කොට ඇත. $V_{GS} = 0$ විට $I_{DSS} = 8$ mA වන ලෙස සන්තෘප්ත අවස්ථාවට එළඹ ඇති බව වක්‍රයට අනුව පෙනේ. $V_{GS} = -1$V ලෙස යෙදූ විට $V_{GS} = 0$ V වූ විට පැවැති අගයට වඩා අඩු V_{DS} අගයක දී (3.5V වලදී) සන්තෘප්ත ධාරාවට එළඹෙන බව මේ අනුව පෙනේ. එවිට සන්තෘප්ත 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 mAවලදී ධාරාව සන්තෘප්ත අගයන්ට එළඹේ.

ඊට අනුරූප ව කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාවේ දී V_{DS} වෝල්ටීයතා අගය ද ක්‍රමයෙන් අඩු අගයකට පත් වේ. කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාවේ දී V_{DS} වෝල්ටීයතා අගය වෙනස් වන ආකාරය ඉහත ප්‍රස්තාරය මත කඩ ඉරිවලින් දක්වා ඇත. $V_{GS} = -4$ V හිදී I_D ධාරාව ශූන්‍ය වේ. මෙසේ වන්නේ 2.38 (b) රූපයේ දක්වන ලද පරිදි හායිත පෙදෙස් සත්‍ය වශයෙන් ම එකිනෙක සමඟ ස්පර්ශ වී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසී යාම නිසා ය. මෙම V_{GS} විභවය වැසුම් වෝල්ටීයතාව (Cut - off voltage) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය $V_{GS\,(off)}$ ලෙස දක්වනු ලැබේ.

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

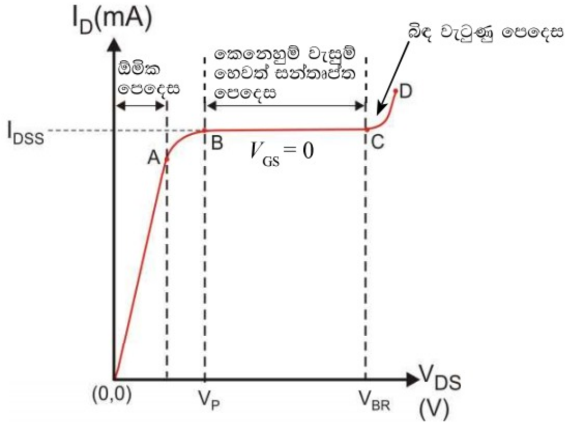
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තවද සෑමවිට ම V_p සහ $V_{GS\,(off)}$ හි සංඛ්‍යාත්මක අගයයන් සමාන වේ. $|V_p| = |V_{GS\,(off)}|$. එබැවින් FET දත්ත සටහන්වල දී ඇත්තේ මෙම අගයන් ගෙන් එකක් පමණි. බොහෝ විට සඳහන් කොට ඇත්තේ $V_{GS\,(off)}$ පමණි. V_p ධන වෝල්ටීයතාවක් (+) වන අතර $V_{GS(off)}$ සෘණ වෝල්ටීයතාවක් (–) වේ.

$V_{GS\,(off)}$ හි දී නාලිකාව සත්‍ය වශයෙන් ම වැසෙන අතර I_D ශූන්‍ය වේ.V_{DS} වෝල්ටීයතාව සපයා ඇතත් $V_{GS\,(off)}$ හිදී I_D සෑම විට ම ශූන්‍ය වේ. $V_{GS} = 0$ දී ඇති වන කෙනෙහුම් වැසුම් අවස්ථාව සලකන්න. මෙහිදී නාලිකාව සම්පූර්ණයෙන් වැසීයාමක් සිදු නොවේ. එමනිසා I_{DSS} ධාරාවක් නාලිකාව තුළින් ගලා යයි. මෙම I_{DSS} ධාරාව කුමන අවස්ථාවක දී වුවද එම FET හරහා ගලා යා හැකි උපරිම I_D ධාරාවයි. තිබිය හැකි වෙනත් V_{GS} අගයන් යටතේ සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී ඇති V_{DS} වෝල්ටීයතාව V_P ට (එනම් $V_{GS} = 0$ විට සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී ඇති V_{DS} අගයට) වඩා අඩු අගයක් වන අතර එම අවස්ථාවල සන්තෘප්ත ධාරාව I_{DSS} වලට වඩා අඩු ය. 2.46 රූපයෙන් $V_{GS} = 0V$ විට V_{DS} වලට එදිරි ව I_D හි හැසිරීමේ විවිධ ප්‍රදේශ දක්වා ඇත.



2.46 රූපය

OA කොටස V_{DS} සමඟ I_D රේඛීයව වෙනස් වන ප්‍රදේශය දැක්වේ. මෙය ''**ඕමික ප්‍රදේශය**'' ලෙස හැඳින්වේ. A සිට B දක්වා භායිත ප්‍රදේශයේ වැඩි වීම නිසා I_D හි වැඩි වීම අඩාල වන ප්‍රදේශය වේ. මෙහිදී සොරොව් ධාරාව ක්‍රමයෙන් නියත වීමට පෙළඹීම සිදු වේ.

V_B හි දී වක්‍රය කෙනෙහුම් වැසුම් වෝල්ටීයතාව (V_P) ට ළඟා වේ. වක්‍රයේ BC කොටස ''**කෙනෙහුම් වැසුම් ප්‍රදේශය**'' හෙවත් ''**සන්තෘප්ත ප්‍රදේශය**'' ලෙස හැඳින්වේ. ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කරන්නේ මෙම සන්තෘප්ත පෙදෙසෙහි දී ය. BJT හි සන්තෘප්ත පෙදෙස වර්ධකයක් ලෙස භාවිත නොවේ. FET හි වර්ධක ක්‍රියාව පසුව විස්තර කෙරෙයි. V_{DS} විභවය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට BJT හි මෙන්ම p – n සන්ධිය ඩීසීය බිඳ වැටීමට (Avalanche Break down) භාජනය වේ. මෙම වෝල්ටීයතාව බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාව V_{BR}, ලෙස හැඳින්වේ. විවිධ FETහි බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතා එකිනෙක වෙනස් වන අතර දත්ත සටහන්වලින් එම අගය සොයා ගත හැකි ය.

V_{DS} වොල්ටීයතාව මෙම V_{BR} ඉක්මවූ විට I_D ශීඝ්‍ර ලෙස ඉහළ යන අතර FET නැවත භාවිතයට ගත නොහැකි ලෙස විනාශ වී යයි. සොරොව් ලාක්ෂණිකයේ මෙම කොටස බිඳ වැටුම් පෙදෙස ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

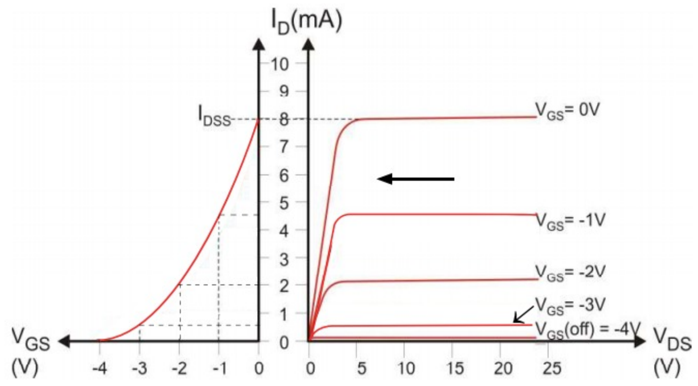
I_D − V_{GS} ලාක්ෂණිකය (සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය)

ද්වි ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරවල ප්‍රදානයේ I_B ධාරාව වෙනස් වන විට ප්‍රතිදානයේ I_C වෙනස් වීම

$I_C = \beta I_B$ වලින් දැක්විය හැකි ය.

මෙහි β නියතයක් වන අතර I_B සමඟ I_C වෙනස් වීම සංක්‍රමණ ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.

මෙහි I_{DSS} සන්තෘප්ත ධාරාව (V_{GS} = 0 V හිදී) සහ කෙනෙහුම් වැසුම් විභවය V_P (V_{GS} = 0 V හිදී), FET සඳහා නියතයන් වන අතර V_{GS} ප්‍රදානයේ වර්ගයට අනුව ප්‍රතිදානය I_D විචලනය වේ. එබැවින් BJT හි මෙන් මෙම සම්බන්ධතාව රේඛීය නොවන අතර FET හි සංක්‍රමණ ලාක්ෂණිකය මගින් මෙය පැහැලිව පෙනේ. FET හි ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය වූ සොරොව් ලාක්ෂණිකය ඇසුරෙන් සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකය පහසුවෙන් ලබා ගත හැකි ය. V_{GS} ට එදිරි ව I_D හි විචලනය සංක්‍රාමණ ලාක්ෂණිකයෙන් දැක්වේ.



2.47 රූපය

2.10.5 වර්ධකයක් ලෙස FET භාවිතය

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

(a) (b) (a) (b)

n නාලිකා JFET p නාලිකා JFET

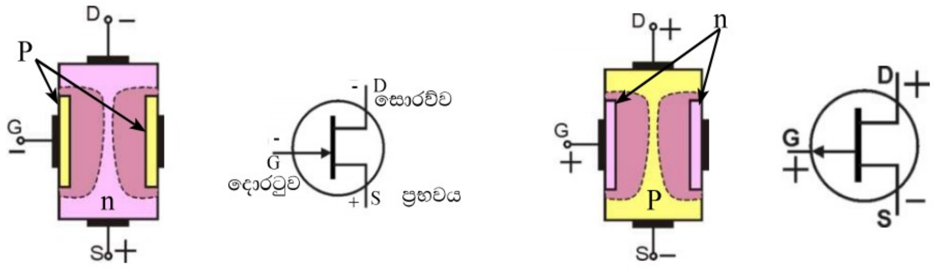
2.48 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.48 රූපයේ ඊ හිස සහිත ව දක්වා ඇත්තේ දොරටුව (G) වන අතර එයට වඩා ආසන්නව ඇත්තේ ''ප්‍රභවය'' (S) වේ. දොරටු අග්‍රයට වඩා ඈතින් සොරොව්ව (D) පිහිටා ඇත. ඊ හිසේ දිශාව වන්නේ p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ හොත් ධාරාව ගැලිය යුතු දිශාවයි. නමුත් කිසි විටකත් FET හි p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු නොකරන බව අවධාරණය කර ගත යුතු ය.



පසු නැඹුරු n නාලිකා JFET

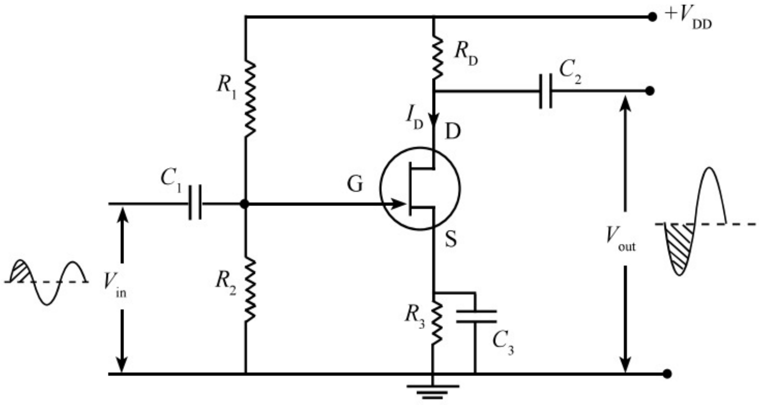
පසු නැඹුරු p නාලිකා JFET

2.49 රූපය

n - නාලිකා FET පෙර නැඹුරු කළ හොත් G අග්‍රය + ද S අග්‍රය – ද විය යුතු ය. එවිට ධාරාව ගලන්නේ ධන (+) සිට (–) සෘණ අග්‍රයට හෙයින් ඊ හිස ඇතුළට යොමු විය යුතු ය. p - නාලිකා FET හි මෙයට විරුද්ධ පැත්තට හෙවත් ඊ හිස පිට පැත්තට යොමු වී ඇත [2.49 රූපය].

BJT මෙන්ම FET ද එම ආකාරයට ම වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය. FET ද පොදු-ප්‍රභව (Common-Source), පොදු දොරටු (Common-Gate) සහ පොදු-සොරොව් (Common - Drain) හෙවත් සොරොව්-අනුගාමික (Drain-Follower) වශයෙන් පරිපථ වින්‍යාස තුනක භාවිත කළ හැකි ය.

මේවා අතුරින් පොදු ප්‍රභව JFET වර්ධකය පිළිබඳ ව දැන් අපි විමසා බලමු. n - නාලිය JFET යක් භාවිත කර ඇත. එවැනි වර්ධක පරිපථයක් 2.50 රූපයේ දක්වා ඇත. පොදු ප්‍රභව JFET වර්ධක පරිපථය සහ පොදු විමෝචක BJT වර්ධක පරිපථය අතර යම් සමරූපීතාවක් පවතී.

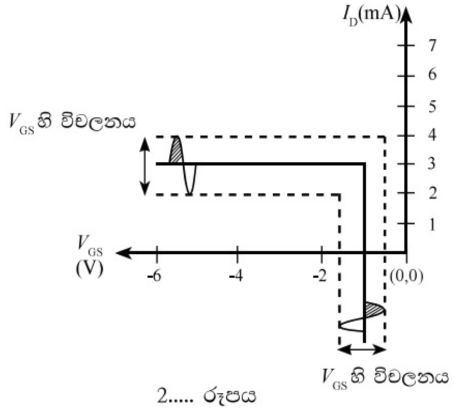


මෙම පරිපථයේ V_{GS} සෘණ අගයක පවතින පරිදි ($V_G < V_S$ වන පරිදි) R_1, R_2 හා R_3 ප්‍රතිරෝධකවල ප්‍රතිරොධී අගයන් තෝරා ගෙන ඇත. C_1 ප්‍රදාන ධාරිත්‍රකය සහ C_2 ප්‍රතිදාන ධාරිත්‍රකය යොදා ඇත්තේ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සරල ධාරා (ධාරා හා වෝල්ටීයතා) තත්ත්ව නොවෙනස්ව තබා ගනිමින් සංඥා පමණක් ඒවා තුළින් ගමන් කර වීම සඳහා ය. C_3 ධාරිත්‍රකය යොදා ඇත්තේ R_3 ප්‍රතිරෝධය හරහා සරල ධාරා තත්ත්ව නොවෙනස්ව තබා ගැනීම සඳහා ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා සංඥාව (V_{in}) ධනව වැඩි වන විට V_{GS} සඵල ඍණ වෝල්ටීයතා අගය අඩුව නාලිය තුළ ධාරාව (I_D) වැඩි වේ. V_{in} ඍණ ව විශාලත්වය වැඩි වන විට V_{GS} සඵල ඍණ වෝල්ටීයතාව වැඩි වී I_D අඩු වේ. මේ අනුව V_{in} හා I_{DS} සමාන කලාවෙන් යුතුව විචලනය වන බව පෙනී යයි. JFET සඳහා වන I_D - V_{DS} ලාක්ෂණික වක්‍රයේ දක්වා ඇති සංඥා විචලනයන්ට අනුව මෙය වඩාත් පැහැදිලි වේ (2.51 රූපය). කෙසේ වුවද ප්‍රදාන සංඥාව යටතේ V_{GS} සඵල වෝල්ටීයතාව ධන අගයක් නොවන පරිදි වර්ධකය භාවිත කිරීමට වග බලා ගැනීම ඉතා වැදගත් වේ. එසේ $V_{GS} > 0$ වුවහොත් නාලිය ධාරාව අධික වීමෙන් ට්‍රාන්සිස්ටරය විනාශ විය හැකිය.



2..... රූපය

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

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

I_D වැඩි වන විට V_{out} අඩු වීම ද I_D අඩු වන විට V_{out} වැඩි වීම ද සිදු වේ. එනම් I_D හා V_{out} විචලන අතර රේඩියන π කලා වෙනසක් පවතී. මේ අනුව V_{in} හා V_{out} අතර ද රේඩියන π කලා වෙනසක් ඇති බව පැහැදිලි ය. I_D ධාරා විචලනය ප්‍රබල බැවින් V_{out} ප්‍රතිදානයේ විස්තාරය ද වැඩිය. ඒ අනුව $V_{out} > I_D$ වන බැවින් මෙහි දී වෝල්ටීයතා වර්ධනයක් සිදු වී ඇත.

ද්වාරය සහ නාලිය අතර p-n සන්ධිය පසු නැඹුරු බැවින් JFET වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධකය ඉති අධික වේ. (MΩ ප්‍රමාණයක් වේ). එබැවින් ප්‍රදාන සංඥා ප්‍රභවයෙන් ඇද ගන්නා ධාරාව නොසැලකිය හැකි තරමට කුඩාවේ. එබැවින් දුර්වල කුඩා වෝල්ටීයතා සංඥා වර්ධනය කර ගැනීම සඳහා JFET වර්ධකය වඩාත් යෝග්‍ය වේ.

2.11 හොඳ වර්ධකයක තිබිය යුතු ලක්ෂණ

හොඳ වර්ධකයක තිබිය 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) විභව ලාභය විශාල විය යුතු ය.

(හොඳ විභව වර්ධකයක් ලෙස ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව ප්‍රමාණවත් ව වර්ධනය කිරීමට මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ)

(3) ක්ෂමතා ලාභය විශාල විය යුතු ය.

(වර්ධකයක් ලෙස වැඩි ක්ෂමතාවක් පිටතට ලබා දීමට මෙය අත්‍යවශ්‍ය වේ. ධාරා ලාභයේ හා විභව ලාභයේ ගුණිතය ක්ෂමතා ලාභය වේ)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(4) වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය විශාල විය යුතු ය.
(ප්‍රදානයට යම් උපකරණයක්/සංවේදකයක් සවි කළ විට එයින් ලැබෙන වෝල්ටීයතාව මගින් වර්ධකය ක්‍රියාත්මක වේ. වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය විශාල වූ විට එය උපකරණයෙන්/සංවේදකයෙන් ඇද ගන්නා ධාරාව කුඩා වේ. විශාල ධාරාවක් වර්ධකය ඇද ගත හොත් සංවේදකයේ දෙකෙළවර විභව අන්තරය පහළ යයි. එසේ වූ විට වර්ධකය නිවැරදි ව ක්‍රියාත්මක වීමට ප්‍රමාණවත් වෝල්ටීයතා සංඥාවක් වර්ධකයට නො ලැබී යා හැකි ය.)

(5) වර්ධකයේ ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය කුඩා විය යුතු ය.
ප්‍රතිදානයෙන් යම් උපකරණයක් ක්‍රියා කරවීම සඳහා වැඩි ධාරාවක් අවශ්‍ය විය හැකි ය. (උදා: ශබ්ද විකාශකයකට එවන් වැඩි ධාරාවක් අවශ්‍ය වේ) ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය අඩු වීම ප්‍රදානය මගින් විශාල ධාරාවක් එළවීමට පහසු කරයි.

(6) වර්ධකයේ කලාප පළල විශාල විය යුතු ය.
ඕනෑම වර්ධකයකට ප්‍රතිචාර දැක්විය හැකි සංඛ්‍යාත පරාසයක් පවතී. විවිධ සංඛ්‍යාත ඇති සංඥාවලට වර්ධකයේ විභව ලාභය, ක්ෂමතා ලාභය වෙනස් වේ. වර්ධකයේ උපරිම ක්ෂමතා ලාභයෙන් අර්ධයක (**0 dB සිට - 3 dB පරාසය තුළ**) වර්ධනයක් ඇති ව වර්ධනය කළ හැකි සංඛ්‍යාත පරාසය වර්ධකයේ කලාප පළල ලෙස හැඳින්වේ. උදාහරණයක් ලෙස හොඳ ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත වර්ධකයක (AF Amplifier) කලාප පළල 20 H_Z – 20,000 H_z වන විට එය මුළු ශ්‍රාව්‍ය සංඛ්‍යාත පරාසයට ම සංවේදී වේ. මෙවැනි වර්ධකයක් Hi-Fi වර්ධකයක් High Fidelity Amplifier ලෙස හැඳින්වේ. වර්ධක පද්ධතියක් Hi-Fi වීමට නම් වර්ධකයේ කලාප පළල එසේ වීම පමණක් ප්‍රමාණවත් නොවේ. මෙහිදී වර්ධකයේ ප්‍රදානය (උදා:- මයික්‍රෆෝනය, කැසට් හෝ CD වාදකය ආදිය) හා එයට සම්බන්ධ ශබ්ද විකාශකයට ද එම කලාප පළල තිබිය යුතු ය.

2.12 BJT සහ JFET සැසඳීම

BJT	JFET
1. ද්වි ධ්‍රැව උපාංගයකි (n හා p)	1. ඒක ධ්‍රැව උපාංගයකි (n හෝ p)
2. ධාරාව (I_B) මගින් පාලනය වේ.	2. විභවය (V_G) මගින් පාලනය වේ.
3. කුඩා ප්‍රදාන (Input) ප්‍රතිරෝධයකි. (kΩ කිහිපයකි)	3. සාපේක්ෂ ව ඉතා විශාල ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධකයකි (MΩ කීපයක)
4. විශාල ප්‍රතිදාන ධාරා (I_C) වල දී ධන උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් දක්වයි. එවිට ∴ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ධාරාව වැඩි වී තාපික අස්ථායී බවක් ඇති වේ.	4. විශාල ප්‍රතිදාන ධාරා (I_D) වලදී ඍණ උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් දක්වයි. එබැවින් උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ධාරාව අඩු වී තාපික අස්ථායී බවක් ඇති වීම වැළකේ.
5. අල්පතර වාහක රැස්වීමේ ආවරණය නිසා අඩු වේගයක් හා අඩු කැපීයාමේ සංඛ්‍යාතයක් ඇත.	5. අල්පතර වාහක ආවරණය නොමැති හෙයින් ඉහළ වේගයක් හා ඉහළ කැපීයාමේ සංඛ්‍යාතයක් ඇත.
6. වැඩි ඝෝෂාවක් (Noise) ඇති හෙයින් කුඩා විස්තාර ඇති සංඥා වර්ධනයට සුදුසු නොවේ.	6. අඩු ඝෝෂාවක් (Noise) ඇති හෙයින් අඩු විස්තාර ඇති සංඥා වර්ධනයට භාවිත වේ.
7. ප්‍රමාණයෙන් විශාල නිසා ICවලට ඇතුළත් කිරීමේ දී වැඩි ඉඩක් වැය වේ.	7. BJT ට සාපේක්ෂ ව කුඩා ඉඩක් ගන්නා හෙයින් IC වලට ඇතුළත් කිරීම පහසු ය.
8. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය කුඩා හෙයින් මිනුම් උපකරණවල ප්‍රදාන පරිපථයේ භාවිත නොවේ.	8. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි හෙයින් මිනුම් උපකරණවල, ප්‍රදාන පරිපථයේ භාවිතා වේ. උදා: බහුමීටරවල (FET Multimeters)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.12.2 BJT, JFET වර්ධකවල ලක්ෂණ

වර්ධකයේ ලක්ෂණය	BJT පොදු විමෝචක	FET පොදු ප්‍රභව
1. ධාරා ලාභය	ඉහළයි (200)	ඉතා ඉහළයි (20,000)
2. වෝල්ටීයතා ලාභය	මධ්‍යමයි (40)	මධ්‍යමයි (40)
3. ක්ෂමතා ලාභය	ඉහළයි (8000)	ඉතා ඉහළයි (800,000)
4. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය	මධ්‍යමයි (2500 Ω)	ඉතා ඉහළයි (1 MΩ)
5. ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය	මධ්‍යමයි (20 kΩ)	මධ්‍යම ඉහළ (50 kΩ)
6. ප්‍රතිදාන විභව සංඥාවේ කලා වෙනස	180°	180°
7. ප්‍රතිදාන ධාරා සංඥාවේ කලා වෙනස	0°	0°
8. කලාප පළල	ඉහළයි	ඉහළයි
9. භාවිතය	AF, RF පොදු වර්ධක	AF, RF පොදු වර්ධක

යොදා ගනු ලබන භාවිතයට ගැලපෙන ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ගය තෝරා ගැනීමට ඉහත දත්ත උපයෝගී කර ගත හැකිය. උදා: ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි වර්ධකයක් සේ භාවිතයට වඩාත් සුදුසු වන්නේ FET වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයකි. වර්තමාන වර්ධක පරිපථවල BJT වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටර (පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ) බහුලව භාවිත වේ. ඒවා වෙළඳපොළින් පහසුවෙන් මිලදී ගත හැකි වීම සහ ඒවායේ මිල අධික නොවීම යන කරුණු මීට හේතු වේ. එහෙත් FET වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරවල ඇති වඩාත් යහපත් ලක්ෂණ හේතුවෙන් BJT වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටර වෙනුවට ක්‍රමයෙන් FET වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටර භාවිතයට ගැනීම සිදු වෙමින් පවතී.

වර්තමානයේ බහුලව භාවිත වන FET වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ලෙස ලෝහ ඔක්සයිඩ අර්ධ සන්නායක ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor - MOSFET) සඳහන් කළ හැකිය. JFET යක් සහ MOSFET යක් අතර ඇති ප්‍රධාන වෙනස වනුයේ MOSFET යක ද්වාරයක් සෙසු කොටසක් අතර තැනූ ලෝහ ඔක්සයිඩ (SiO_2) ස්තරයක් පිහිටුවා තිබීමයි. ලෝහ ඔක්සයිඩය පරිවාරකයක් බැවින් MOSFET යක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය 10^3 MΩ පමණ වේ. මෙය JFET එකක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය මෙන් 10^3 ගුණයක් පමණ වේ. මේ නිසා MOSFET එකක් $I_G = 0$ සේ ප්‍රායෝගිකව ක්‍රියා කරයි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන්, MOSFET භාවිතයෙන් තැනූ වර්ධකවල නිවාත ධාරාව (ප්‍රදාන සංඥාව ශූන්‍ය අවස්ථාවේදී පරිපථයේ ගලා යන ධාරාව) ඉතා කුඩා වේ. එබැවින් එම වර්ධක ඉතා කාර්යක්ෂම වේ.

JFET හැර අනෙකුත් FET වර්ග පිළිබඳව අධ්‍යයනය කිරීම උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව විෂය නිර්දේශයට ඇතුළත් නොවේ. එහෙත් ඔබගේ අමතර දැනුම සඳහා මෙම කෙටි විස්තරය ඉදිරිපත් කර ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තුන්වන පරිච්ඡේදය

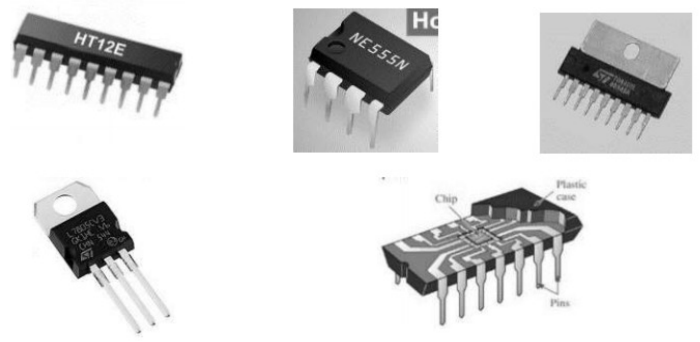
සංගෘහිත පරිපථ සහ කාරකාත්මක වර්ධක
Integrated Circuits and Operational amplifiers

3.1 හැඳින්වීම

ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක් ඉලෙක්ට්‍රොනික සංරචක (Components) රාශියකින් යුක්ත විය හැකි ය. එම එක් එක් සංරචකය වෙන වෙන ම ගෙන ඒවා සම්බන්ධ කර පරිපථය එකලස් කිරීමට සැලකිය යුතු කාලයක් වැය කළ යුතු වේ.

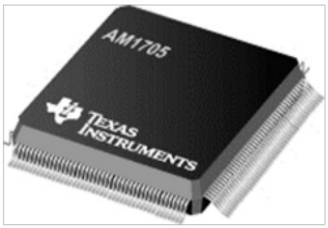
සංරචක වැඩි වන පමණට මෙසේ වැය වන කාලය ද වැඩි වන අතර එම සංරචක පිහිටුවීමට වැඩි ඉඩකඩ ප්‍රමාණයක් ද අවශ්‍ය වේ. මෙම දුෂ්කරතා මගහරවා එම පරිපථය මුළුමනින් ම පාහේ කුඩා සිලිකන් චිපයක් (Chip) තුළ නිර්මාණය කළ හැකි තාක්ෂණික ක්‍රමයක් 1960 දී මුල් වරට භාවිතයට ගෙන ඇත. වර්තමානයේ දී බෙහෙවින් දියුණු වී ඇති එවන් පරිපථ චිපයන් සංගෘහිත පරිපථ (Intergrated Circuits - IC) යනුවෙන් හැඳින්වේ.

සංගෘහිත පරිපථයක් තුළ ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර, ඇතැම් ප්‍රතිරෝධක හා ඇතැම් ධාරිත්‍රක ඇතුළත් කළ හැකි ය. එය තුළ ඉතා කුඩා පරිමාණයෙන් අඩංගු කළ නොහැකි විශාල ප්‍රතිරෝධ හා විශාල ධාරිත්‍රක පිටතින් සවි කිරීම සඳහා ද ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සම්බන්ධ කිරීම සඳහා ද අදාළ අග්‍ර පරිපථයෙන් පිටතට ලබා දී ඇත. සංගෘහිත පරිපථ කිහිපයක බාහිර පෙනුම 3.1 රූපයේ දක්වා ඇත. අභ්‍යන්තර පෙනුම ද එක් සටහනක දක්වා ඇත.



3.1 රූපය

අග්‍ර තුනක් සහිත සංගෘහිත පරිපථ මෙන්ම අග්‍ර සියයකටත් වඩා වැඩියෙන් ඇති සංගෘහිත පරිපථ ද භාවිතයේ පවතී. වර්තමාන පරිගණක යන්ත්‍රවල භාවිත වන ක්ෂුද්‍ර සකසනය (Microprocessor) ට්‍රාන්සිස්ටර මිලියනයකටත් වඩා වැඩියෙන් ඇති අග්‍ර විශාල සංඛ්‍යාවක් සහිත සංගෘහිත පරිපථයකි. එවැන්නක රූප සටහනක් පහත දැක්වේ.



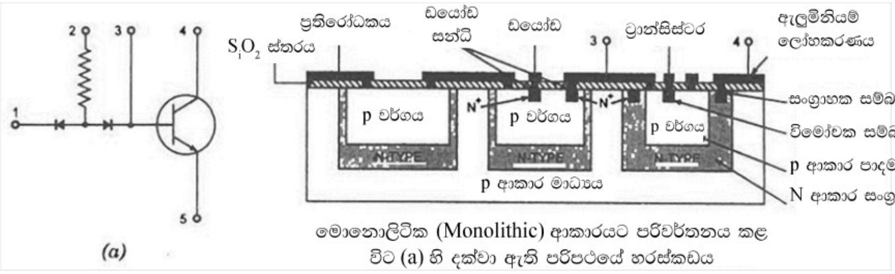
3.2 රූපය

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.3 රූපය

3.2 සංගෘහිත පරිපථ පරිමාණකරණය

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

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

3.3 සංගෘහිත පරිපථ භාවිතයේ ඇති වාසි සහ සීමා

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

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

3.4 සංගෘහිත පරිපථයක අග්‍ර අංකනය කිරීම

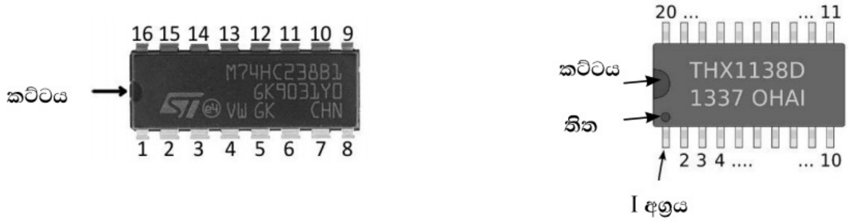
මින් පෙර සඳහන් කර ඇති පරිදි බාහිර උපකරණ සම්බන්ධ කිරීම සඳහා සහ විදුලි සැපයුම ලබා දීම සඳහා සංගෘහිත පරිපථයක අග්‍ර පිහිටුවා ඇත. එම අග්‍ර අංකනය කර ඇති පිළිවෙළ පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

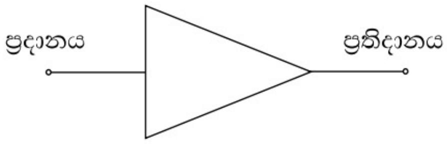
පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සංගෘහිත පරිපථයක මතුපිට දෙස බැලූ විට එහි එක් පසෙක කට්ට කැපුමක් (Notch) යොදා ඇත. බොහෝ විට එය අසල කුඩා තිත් සලකුණක් ද සටහන් කර ඇත. කට්ට කැපුම ඔබේ වම් පසට සිටින සේ සංගෘහිත පරිපථය පිහිටුවා ගත් විට එම කැපුම අසලින් වම් අන්තයේ පහළින් වන අග්‍රය අංක 1 ද ඊට යාබදව දකුණු පසින් වන අග්‍රය අංක 2 ද යනාදී වශයෙන් අග්‍ර අංකනය කෙරේ. එලෙස දකුණු අන්තයේ ඇති අග්‍රය අංක 8 වූයේ නම් අංක 9 අග්‍රය වනුයේ දකුණු අන්තයේ ඉහළින් වූ අග්‍රයයි. (මෙය කට්ට කැපුම අසල වූ පහළ අග්‍රයේ සිට වාමාවර්ත ව අග්‍ර නම් කිරීමක් සේ සැලකිය හැකි ය.) මෙය 3.4 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.4 රූපය

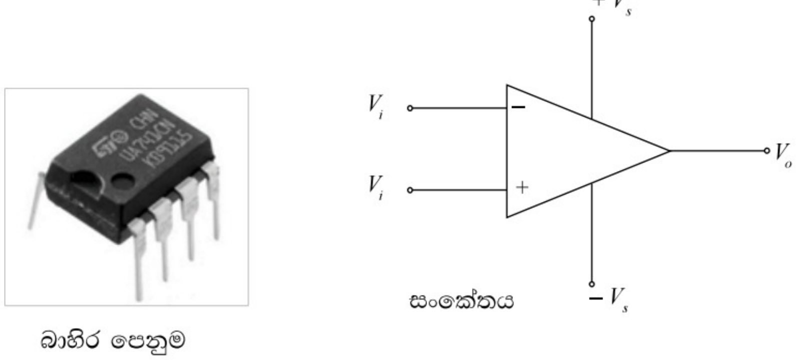
3.5 කාරකාත්මක වර්ධක (Operational amplifiers)

වර්ධක පරිපථ පිළිබඳ ව මීත් පෙර ට්‍රාන්සිස්ටර යටතේ විස්තර කර ඇත. වර්ධකයක තිබිය යුතු වැදගත් ලක්ෂණ බෙහෙවින් ඉස්මතු වන පරිදි සංගෘහිත පරිපථ ආකාරයෙන් නිපදවා ඇති වර්ධක විශේෂයක් සේ කාරකාත්මක වර්ධක දැක්විය හැකි ය. එහි ඇති සුවිශේෂ වර්ධක ලක්ෂණ හේතුවෙන් එය එකතු කිරීම, බෙදීම වැනි විවිධ ගණිත කර්ම (Mathematical operations) සිදු කිරීම සඳහා යොදා ගත හැකි විය. එබැවින් මෙම වර්ධක හැඳින්වීම සඳහා කාරකාත්මක වර්ධක (Operational amplifiers) යන නම යොදා ගැනුණි.



3.5 රූපය

සාමාන්‍ය වර්ධකයක ඇත්තේ ප්‍රදාන එකකි. එම ප්‍රදානයට ලබා දෙන සංඥාව වර්ධනය කිරීමෙන් පසු ප්‍රතිදානය කරයි. එවැනි වර්ධකයක් ඉහත දැක්වෙන පරිදි සංකේතයකින් දක්වනු ලැබේ (3.5 රූපය). කාරකාත්මක වර්ධකයක විශේෂ ලක්ෂණයක් වන්නේ එහි ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකක් තිබීමයි. ඉන් එක් ප්‍රදානයක් ධන (+) ප්‍රදානය ලෙස ද අනෙක ඍණ (−) ප්‍රදානය ලෙස ද නම් කර ඇත. කාරකාත්මක වර්ධකයක බාහිර ස්වරූපය සහ එහි පරිපථ සංකේතය 3.6 රූප සටහනේ දක්වා ඇත.



3.6 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

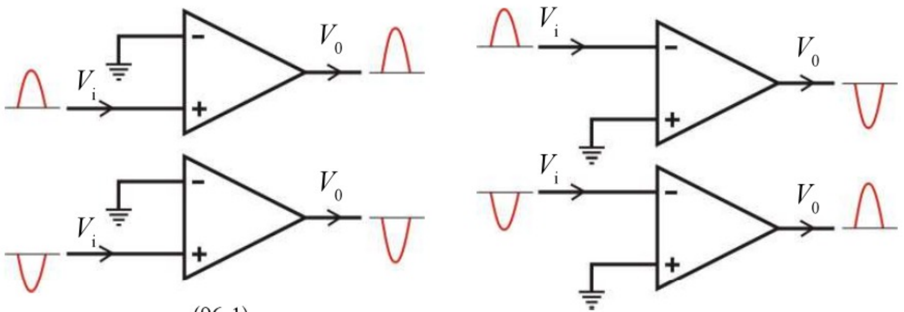
V_i + ප්‍රදානය යනු එයට සිදු කෙරෙන ධන (+) හෝ ඍණ (–) වෝල්ටීයතා ප්‍රදානයක් අපවර්තනයකින් තොර ව (කලා වෙනසක් නොමැති ව - සමකලාස්ථ ව) ප්‍රතිදානය කෙරෙන පරිදි වූ ප්‍රදානයයි.
මෙය අනපවර්තන ප්‍රදානය ලෙස ද හඳුන්වයි.

V_i – ප්‍රදානය යනු එයට සිදු කෙරෙන ධන (+) හෝ ඍණ (–) වෝල්ටීයතා ප්‍රදානයක් අපවර්තනයක් සහිතව (180^0ක කලා වෙනසක් සහිත ව - විෂමකලාස්ථ ව) ප්‍රතිදානය කෙරෙන පරිදි වූ ප්‍රදානයයි. මෙය අපවර්තන ප්‍රදානය ලෙස ද හඳුන්වයි.

පහත රූප සටහන්වල දැක්වෙන ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥා සසඳා බැලීමෙන් මෙය ඔබට අවබෝධ කර ගත හැකි වනු ඇත.

විශේෂ සටහන

මෙහි 3.7 රූපය යටතේ රූපසටහන්වල දක්වා ඇති පරිද්දෙන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා ලැබීමට නම් ප්‍රදාන සංඥාවේ (V_i) වෝල්ටීයතාව ඉතාමත් ම කුඩා (V_i<50μV පමණ) විය යුතුය. එවැනි ඉතාම කුඩා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා ප්‍රායෝගික නොවුව ද මෙම අවස්ථා ඉදිරිපත් කර ඇත්තේ හුදෙක් + ප්‍රදානය හා - ප්‍රදානය අතර වෙනස දැක්වීම සඳහා පමණක් බව සලකන්න. මේ පිළිබඳව වැඩිදුර විස්තර ඉදිරියේ දී සඳහන් කර ඇත.



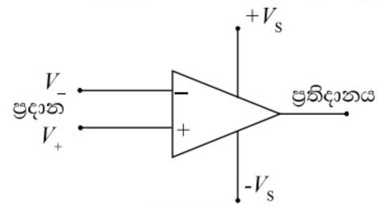
(96-1)
V_i සංඥාව + ප්‍රතිදානයට යෙදීම
එවිට ප්‍රතිදානය සමකලාස්ථ ව පවතී,
එනම් අපවර්තනයක් සිදු වී නොමැත.

(96-2)
V_i සංඥාව - ප්‍රතිදානයට යෙදීම
එවිට ප්‍රතිදානය විෂමකලාස්ථ ව පවතී,
එනම් අපවර්තනයක් සිදු වී ඇත.

3.7 රූපය

3.5.1 විවෘත පුඩු අවස්ථාව

සංගෘහිත පරිපථයක් බාහිර පරිපථ පුඩු (ප්‍රතිදානයෙන් යම් කොටසක් නැවත ප්‍රදානය වෙන යොමු කරන පරිදි වූ) කිසිවක් යොදා නොගෙන එය පවත්නා ආකාරයෙන් භාවිතයට ගැනීම විවෘත පුඩු අවස්ථාවයි. (බාහිර පරිපථ පුඩු අවශ්‍ය වන්නේ ඇයි දැයි ඉදිරියේ දී විස්තර කර ඇත.)



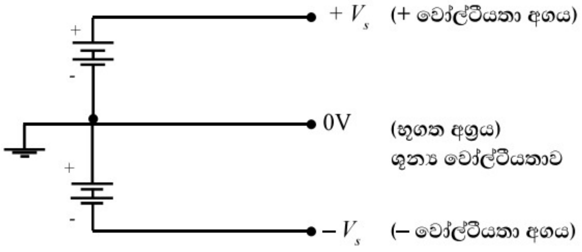
3.8 රූපය

කාරකාත්මක වර්ධකයකට එහි $+V_S$ සහ $-V_S$ අග්‍ර ඔස්සේ විදුලිය සැපයීමේ දී එය ධන (+) හා ඍණ (–) වශයෙන් වූ ද්විත්ව වෝල්ටීයතා සැපයුමකින් යුක්ත විය යුතු ය. භූගත (ශූන්‍ය විභව) අග්‍රයක් ද පොදු වශයෙන් පැවතිය යුතුය. ද්විත්ව විදුලි සැපයුමේ ධන (+) අග්‍රය හා ඍණ (–) අග්‍රය පිළිවෙළින් කාරකාත්මක වර්ධකයේ $+V_S$ සහ $-V_S$ යනුවෙන් දක්වා ඇති අග්‍රවලට සම්බන්ධ

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

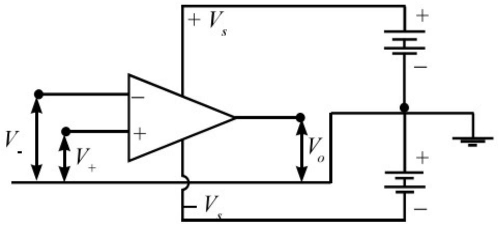
කරනු ලැබේ (3.8 රූපය). කාරකාත්මක වර්ධකයකට ලබා දෙන ප්‍රදානය V_+ ප්‍රදාන අග්‍රය වෙත හෝ V_- ප්‍රදාන අග්‍රය වෙත හෝ යොමු කිරීමෙන් ප්‍රතිදානය පිළිවෙළින් අපවර්තනයක් නොමැති ව හෝ අපවර්තනයක් සහිත ව හෝ ලබා ගත හැකි ය. ඒ සඳහා ප්‍රතිදානය භූගත අග්‍රයට සාපේක්ෂව ධන (+) වෝල්ටීයතා අගයන් දෙසට මෙන්ම ඍණ (–) වෝල්ටීයතා අගයන් දෙසට ද සමමිතිකව තිබීම අවශ්‍ය වේ. එබැවින් කාරකාත්මක වර්ධකය වෙත ලබා දෙන විදුලි සැපයුම භූගත අග්‍රයට සාපේක්ෂ ව $+V_S$ හා $-V_S$ වශයෙන් සමමිතික ව වූ ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් විය යුතු ය. විදුලි කෝෂ යොදා ගනිමින් එවන් ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් ලබා ගත හැකි ආකාරය 3.9 රූප සටහනේ දක්වා ඇත.



3.9 රූපය

3.5.2 විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ ලාක්ෂණික

පහත 3.10 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය සලකන්න.



3.10 රූපය

ඍණ (–) ප්‍රදානයට සපයා ඇති V_- වෝල්ටීයතාව අපවර්තන ප්‍රදානය නම් වේ.
ධන (+) ප්‍රදානයට සපයා ඇති V_+ වෝල්ටීයතාව අපවර්තන නොවන ප්‍රදානය නම් වේ.

$V+$ සහ $V-$ ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා අතර අන්තරය (වෙනස) අන්තර ප්‍රදානය නම් වේ.

එනම්, අන්තර ප්‍රදානය $= V_+ - V_-$

කාරකාත්මක වර්ධකයකින් සැබැවින් ම වර්ධනය කෙරෙනුයේ මෙම අන්තර ප්‍රදානයයි.

V_O ලෙස දක්වා ඇත්තේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයි.

අන්තර ප්‍රදානය සහ ප්‍රතිදානය අතර පහත දැක්වෙන සම්බන්ධතාව පවතී.

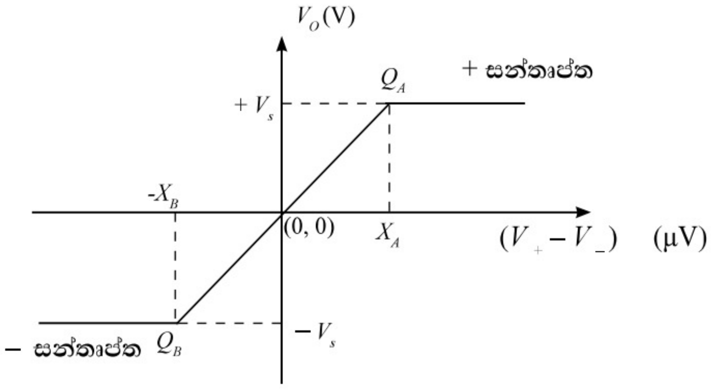
$\boxed{V_O = A_O\ (V_+ - V_-)}$ මෙහි A_O යනු කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී වෝල්ටීයතා ලාභයයි.

විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී කාරකාත්මක වර්ධකයක් සඳහා $(V_+ - V_-)$ අන්තර ප්‍රදානය හා V_O ප්‍රතිදානය අතර ලාක්ෂණික වක්‍රය 3.11 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.11 රූපය

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

(1). $(V_+ - V_-)$ අන්තර ප්‍රදානය ධන (+) ව ඇති විට (එනම් $V_+ > V_-$ වන විට) ප්‍රස්තාර සටහනේ X_A මගින් දැක්වෙන එහි යම් කිසි අගයක දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව (V_O) නියත ධන (+) අගයකට පත් වේ. එම නියත ධන අගය බොහෝ විට ම $+V_S$ අගයට, එනම් සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ ධන (+) අගයට ආසන්න වේ. මෙම අවස්ථාව ''ධන සන්තෘප්ත අවස්ථාව'' නම් වේ. ප්‍රස්තාරයේ Q_A ට දකුණු පසින් වන ප්‍රදේශය ධන (+) සන්තෘප්ත ප්‍රදේශය වේ.

(2). $(V_+ - V_-)$ අන්තර ප්‍රදානය සෘණ (–) ව ඇති විට (එනම් $V_+ < V_-$ වන විට) - X_B මගින් දැක්වෙන එහි යම්කිසි අගයක දී (මෙම අගය $|X_B| = X_A$ වන පරිදි වේ.) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව (V_O) නියත සෘණ අගයකට පත් වේ. එම නියත සෘණ අගය බොහෝ විට ම $-V_S$ අගයට, එනම් සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ සෘණ (–) අගයට සමාන වේ. මෙම අවස්ථාව ''සෘණ සන්තෘප්ත අවස්ථාව'' නම් වේ. ප්‍රස්තාරයේ Q_B ට වම් පසින් වන ප්‍රදේශය සෘණ සන්තෘප්ත ප්‍රදේශය වේ.

(3). X_A හා X_B ලක්ෂ්‍යවල දී පවතින වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වය ඉතා කුඩා (100 μV පමණ) වේ. එනම් අන්තර ප්‍රදානයේ ඉතා කුඩා අගයක දී පවා කාරකාත්මක වර්ධකය සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වේ. මේ අනුව කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදානයට $(V_+ - V_-)$ අනුව ප්‍රතිදානය (V_O) රේඛීය ව විචලනය වන්නේ, ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ ඉතා කුඩා පරාසයක් තුළ ($-X_B$ සිට $+X_A$ දක්වා) පමණක් බව පැහැදිලි වේ.

එබැවින් කාරකාත්මක වර්ධකයක්, විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී වර්ධකයක් සේ ක්‍රියා කරන්නේ රේඛීය විචලනය පවතින ඉතාමත් කුඩා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා පරාසයක් තුළ පමණි. ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා අතර එම රේඛීය විචලනය පවතින Q_B සිට Q_A දක්වා වූ ප්‍රදේශය රේඛීය ප්‍රදේශය නම් වේ.

$V_O = A_O (V_+ - V_-)$ සැලකීමෙන්,

$$(V_+ - V_-) = \frac{V_O}{A_O}$$

මේ අනුව,

V_O හි සන්තෘප්ත අගය ලැබීමට අවශ්‍ය අවම $(V_+ - V_-)$ හි විශාලත්වය, A_O (විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

$\pm$ 15 V ද්විත්ව විදුලි සැපයුමක් යටතේ ක්‍රියා කරන, විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය 10^5ක් වන කාරකාත්මක වර්ධකයක් සලකන්න.

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

සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී $V_O = V_S$ වේ.

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

$$\therefore\ (V_+ - V_-) = \frac{V_S}{A_O} = \frac{\pm 15}{10^5} = \pm 150\ \mu\text{V}$$

එබැවින් රේඛීය ප්‍රදේශය අන්තර ප්‍රදානයේ $-150\ \mu$V සිට $+150\ \mu$V දක්වා වූ ඉතා පටු ප්‍රදේශයකට සීමා වේ.

කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය 10^6 ක් වූයේ නම්, එවිට,

$$V_+ - V_- = \frac{V_S}{A_O} = \frac{\pm 15}{10^6} = \pm 15\ \mu\text{V}$$

මෙහි දී රේඛීය ප්‍රදේශය අන්තර ප්‍රදානයේ $-$ 15 μV සිට + 15 μV දක්වා වූ ඉතාමත් පටු ප්‍රදේශයකට සීමා වේ.

3.5.3 කාරකාත්මක වර්ධකයක සුවිශේෂ ගුණ

කාරකාත්මක වර්ධකයක් පහත දැක්වෙන සුවිශේෂ ගුණවලින් යුක්ත වේ.

1. විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය ඉතා විශාල වීම. පරිපූර්ණ තත්ත්වයක දී එය අනන්තය විය යුතු අතර ප්‍රායෝගික වර්ධකවල දී මෙම වෝල්ටීයතා ලාභය 10^5 ක් පමණ වේ.

2. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාල වීම. පරිපූර්ණ තත්ත්වයක දී එය අනන්තය විය යුතු අතර ප්‍රයෝගික තත්ත්ව යටතේ මෙම ප්‍රතිරෝධය $10^6\ \Omega$ සිට $10^{12}\ \Omega$ පමණ දක්වා වේ. මෙම ගුණය හේතුවෙන් ප්‍රදාන අග්‍ර ඔස්සේ පරිපථය වෙත ඇද ගන්නා ධාරාව නොසැලකිය හැකි තරම් කුඩා වේ. එබැවින් ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ටීයතාවට විය හැකි බලපෑම (හානිය) අවම වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

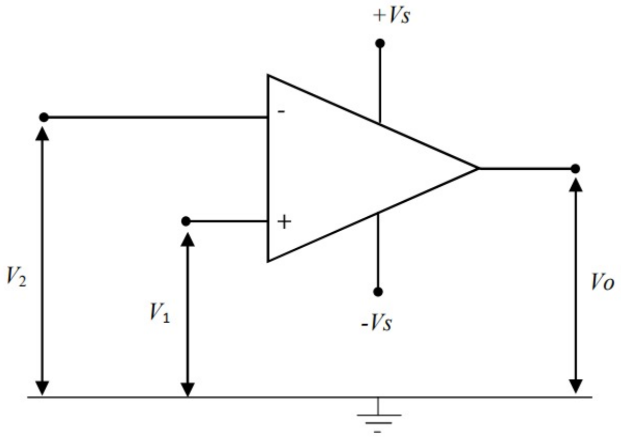
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3. ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා වීම. පරිපූර්ණ තත්ත්වයක දී එය ශූන්‍ය 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 ශක්ති හානියකින් යුතු ව) සිදු වේ.

3.5.4 වෝල්ටීයතා සංසන්දකයක් ලෙස භාවිතය

පහත 3.12 රූප සටහනේ දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථය සලකන්න.



3.12 රූපය

මෙහි $V_1 > V_2$ වූ විට අන්තර ප්‍රදානයේ $(V_+ - V_-)$ අගය + වන බැවින් ප්‍රතිදානය $+V_S$ (ධන සන්තෘප්ත) අගයට පත් වේ. (කාරකාත්මක වර්ධකයක විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී රේඛීය 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 $-V_S$ (ඍණ සන්තෘප්ත) අවස්ථාවට පත් වේ. (රේඛීය ප්‍රදේශය ඉතා ම පටු බැවින් ප්‍රායෝගික ව මෙය සිදු වේ.)

මේ අනුව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා ලෙස ලබා දී ඇති V_1 හා V_2 සසඳා,

$V_1 > V_2$ විට $V_O = +V_S$ ලෙස ද,

$V_1 < V_2$ විට $V_O = -V_S$ ලෙස ද,

වශයෙන් ප්‍රතිදාන අවස්ථා දෙකක් ලබා දෙන බැවින් මෙම කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථය වෝල්ටීයතා සංසන්දකයක් සේ ක්‍රියා කරයි.

උදාහරණ :-

V_1 හා V_2 වෝල්ටීයතා දෙකක් බාහිර ව ප්‍රදානය කළ විට,

$V_1 > V_2$ නම් රතු පැහැති *LED* එකක් (L_R) ද,

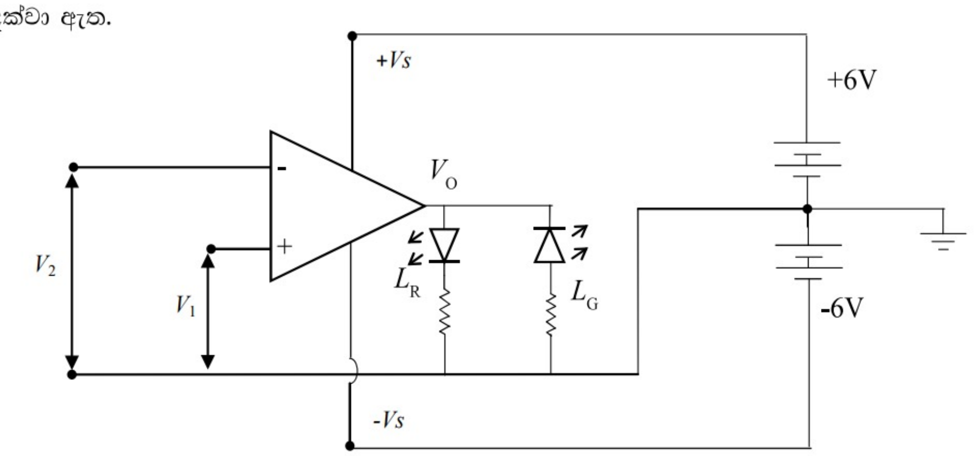
$V_1 < V_2$ නම් කොළ පැහැති *LED* එකක් (L_G) ද,

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දැල්වෙන පරිදි වෝල්ටීයතා සංසන්දකයක් සේ යොදා ගත් කාරකාත්මක වර්ධකයක් 3.13 රූපයේ දක්වා ඇත.



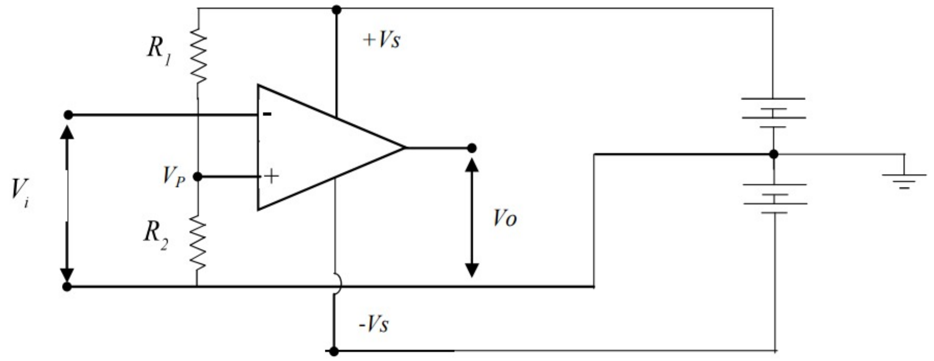
3.13 රූපය

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

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

3.5.5 ස්විච්චියක් ලෙස භාවිතය

පෙර විස්තර කරන ලද වෝල්ටීයතා සංසන්දකයේ එක් ප්‍රදාන අග්‍රයක් නියත වෝල්ටීයතාවක පිහිටුවා ඇතොත් අනිත් ප්‍රදානයට ලබා දෙන වෝල්ටීයතාවට අනුව එය ස්විච්චීකරණය වන සේ සැකසිය හැකි ය. එය 3.14 රූප සටහනේ දක්වා ඇත.



3.14 රූපය

මෙහි R_1 හා R_2 ප්‍රතිරෝධවලින් සමන්විත විභව බෙදනය මගින් යම් නිශ්චිත වෝල්ටීයතාවක් (V_P) කාරකාත්මක වර්ධකයේ ධන (+) ප්‍රදානය වෙත ලබා දේ. මෙය V_P යයි සිතමු. දැන් සෘණ (–) ප්‍රදානය වෙත යොමු කරන V_i වෝල්ටීයතා අගය මත V_o තීරණය වේ.

$V_i < V_p$ නම් $V_O = +V_S$ වේ.

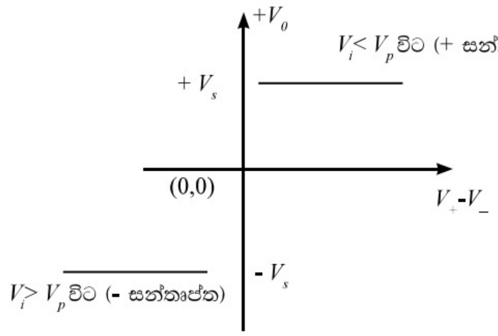
$V_i > V_p$ නම් $V_O = -V_S$ වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත 3.15 රූපයේ දී ඇති ප්‍රස්තාරයේ මෙය දක්වා ඇත.



3.15 රූපය

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

ප්‍රතිදානය $+V_s$ වීම සංවෘත (ON) ලෙස හා $-V_S$ වීම විවෘත (OFF) ලෙස ගත හැකි ය. නැතහොත් ප්‍රතිදානය $-V_S$ වීම සංවෘත (ON) ලෙස හා $+V_s$ වීම විවෘත (OFF) ලෙස ගත හැකි ය. (සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානයේ අගය V_S ට ආසන්න වුවද ප්‍රායෝගික ව ඊට වඩා මදක් අඩු විය හැකිය. පරිපථයේ සමහර සංරචක හරහා සුළු වෝල්ටීයතා පාතනයක් තිබීම මීට හේතුවයි).

V_P වෝල්ටීයතාව – ප්‍රදානය වෙත ලබා දී + ප්‍රදානය වෙත සපයන V_i වෝල්ටීයතාවෙන් ක්‍රියා කරන පරිදි වුව ද පරිපථය සකසා ගත හැකි ය.
එවිට

$V_i < V_p$ විට $V_O = -V_S$ ද,

$V_i > V_p$ විට $V_O = +V_S$ ද, ලෙස වේ.

3.5.6 ප්‍රායෝගික කරුණු

දැනට බහුල ව භාවිත කෙරෙන කාරකාත්මක වර්ධකයක් ලෙස μA 741 සංගෘහිත පරිපථය හඳුන්වා දිය හැකි ය. එහි බාහිර ස්වරූපය හා අභ්‍යන්තර දළ සටහන පහත 3.16 (a) හා (b) රූප සටහන්වලින් දක්වා ඇත.

(a) 3.16 රූපය (b)

මෙහි 8 වන අග්‍රය චිපයේ පරිපථයට සම්බන්ධ නොවූ අක්‍රිය අග්‍රයකි. සමමිතිකත්වය සඳහා පමණක් එය යොදා ඇත. 1 හා 5 අග්‍ර විශේෂ අවස්ථාවල දී කෙරෙන සැකසුමක් සඳහා යොදා ගැනෙන අතර එය උසස් පෙළ මට්ටමේ දී සලකා බලනු නොලැබේ. (කාරකාත්මක වර්ධකයේ

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

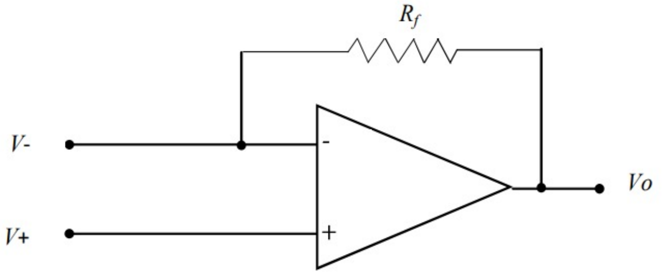
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රදාන වෙත කිසිදු අන්තර ප්‍රදානයක් ලබා දී නොමැති අවස්ථාවක දී (එනම් ප්‍රදානය ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාවේ ඇති විට) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ශූන්‍ය විය යුතු ය. එහෙත් ප්‍රායෝගික ව එවන් අවස්ථාවක දී වුව ද සුළු ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවක් ඇති විය හැකි ය. මෙය, වර්ධක පරිපථයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රොනික සංරචකවල අසමතුලිතාව හේතුවෙන් හට ගැනීමට ඉඩ ඇත. එවන් අවස්ථාවක දී 1 සහ 5 අග්‍ර වෙත වෝල්ටීයතා බෙදනයක් මගින් සුදුසු වෝල්ටීයතා යෙදීමෙන් ප්‍රතිදානය හරියට ම ශූන්‍ය කර ගත හැකි ය.) මෙම සංගෘහිත පරිපථය සඳහා V_S අගය $\pm$ 5V හා $\pm$ 15V පරාසයේ වූ සම ද්විත්ව වෝල්ටීයතා සැපයුමක් ලබා දීම අවශ්‍ය වේ. $+V_S$ වෝල්ටීයතාව 7 අග්‍රයට ද $-V_S$ වෝල්ටීයතාව 4 අග්‍රයට ද ලබා දිය යුතුය. මෙහි විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය 10^5 කි.

3.5.7 සංවෘත පුඩු අවස්ථා

කාරකාත්මක වර්ධකයක් විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ භාවිත කරන විට පවතින අධික වෝල්ටීයතා ලාභය හේතුවෙන් එහි රේඛීය ප්‍රදේශය ඉතා පටු වේ. ඉතා කුඩා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා සංඥාවකින් (μV ප්‍රමාණයේ) වුව ද එය සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වේ. එබැවින් ප්‍රායෝගික ව වර්ධකයක් සේ භාවිත කරන විට කාරකාත්මක වර්ධකයේ මෙම අධික වර්ධක ගුණය අඩු කර ගනු ලැබේ. එවිට එහි රේඛීය ප්‍රදේශය පුළුල් වේ. ඒ සඳහා ප්‍රතිදානයෙන් කොටසක් අපවර්ත ප්‍රදානය වෙත බාහිර ප්‍රතිරෝධකයක් මගින් යොමු කරනු ලැබේ. ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව හා අපවර්ත ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව එකිනෙකට විෂම කලාස්ථ ව පවතින බැවින් මෙම යොමු කිරීම නිසා වර්ධකයෙන් ලැබෙන වර්ධනය අඩු වේ. වර්ධනය අඩු වන පරිදි ප්‍රතිදාන සංඥාවෙන් කොටසක් ප්‍රදානය වෙත යොමු කිරීම ඍණ ප්‍රතිපෝෂණයක් වශයෙන් සැලකේ.

වර්ධකයක් සේ භාවිත කරන විට මෙලෙස බාහිර ප්‍රතිරෝධක යෙදීමෙන් ඍණ ප්‍රතිපෝෂණයක් ලබා දී ඇති අවස්ථාව කාරකාත්මක වර්ධකයේ සංවෘත පුඩු අවස්ථාව ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතිදානය ප්‍රදානය වෙත සුදුසු ප්‍රමාණයකින් යොමු කිරීම සඳහා යොදා ගන්නා ප්‍රතිරෝධකය '**ප්‍රතිපෝෂණ ප්‍රතිරෝධකය**' (Feed-back resistor) ලෙස හැඳින්වේ. එය R_f යනුවෙන් 3.17 රූපයේ දක්වා ඇත. පරිපථයේ සරල බව සඳහා විදුලි සැපයුම මෙහි දී පෙන්වා නොමැත.



3.17 රූපය

3.5.8 ස්වර්ණමය නීති

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

I. රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරන විට කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදාන අග්‍ර දෙක හරහා පවතින විභව අන්තරය ශූන්‍ය වේ.

එනම් $(V_+ - V_-) = 0$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(මින් පෙර සිදු කළ ගණනය කිරීමක දී රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ දී පැවතිය හැකි $(V_+ - V_-)$ හි විශාලත්වය 150 μV ට සීමා වන සේ ලැබුණි. මෙවැනි ඉතා කුඩා වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රායෝගික ව ශුන්‍ය සේ සැලකිය හැකි ය.)

II. කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍ර වලින් ඇතුළට ගලා යන ධාරා ශුන්‍ය වේ.

(කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධ ඉතා අධික බැවින්, ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ටීයතාව යටතේ වර්ධකය තුළට ප්‍රදාන අග්‍ර ඔස්සේ ඇද ගන්නා ධාරා ප්‍රමාණය ඉතා කුඩා වේ. (μ*A* 741 වර්ධකය සඳහා එය 0.08 μA පමණ වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙය ශුන්‍ය සේ සැලකිය හැකි ය)

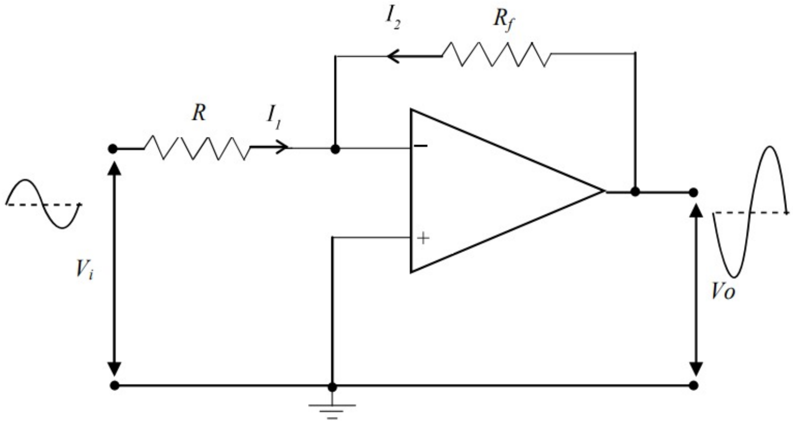
3.5.9 සංවෘත පුඩු යෙදූ කාරකාත්මක වර්ධක

විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ දී කාරකාත්මක වර්ධකයකින් ඉතා විශාල වෝල්ටීයතා ලාභයක් ලැබේ. සෘණ ප්‍රතිපෝෂණය සහිත ව සංවෘත පුඩු යෙදීමෙන් එම වෝල්ටීයතා ලාභය පරිමිත ප්‍රායෝගික අගයකට ගෙන ආ හැකි ය. එවිට එහි රේඛීය ප්‍රදේශය පුළුල් වන බැවින් එය ප්‍රායෝගික වර්ධක පරිපථයක් සේ භාවිත කළ හැකි ය. එලෙස 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 වෝල්ටීයතාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව හා විෂම කලාස්ථ ව (180^0 ක කලා වෙනසක් සහිත ව) පවතින බවයි. එවැනි වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් 3.18 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.18 රූපය

මෙහි ධන (+) ප්‍රදාන අග්‍රය භූගත කර ඇති බැවින් එහි විභවය (V_+) ශුන්‍ය වේ. මෙම වර්ධකය රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ භාවිත කරන විට,

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ස්වර්ණමය නීතිය I අනුව,

$(V_+ - V_-) = 0$ වේ.

නමුත් $V_+ = 0$ බැවින්

$V_- = 0$ විය යුතු ය.

ශුන්‍ය වෝල්ටීයතාවට පත් වී ඇති මෙම ප්‍රදාන අග්‍රය අතථ්‍ය භූගතයක් (Virtual earth) සේ සැලකේ.

එවිට,

R හරහා විභව අන්තරය $= V_R = V_i - V_- = V_i - 0 = V_i$

R_f හරහා විභව අන්තරය $= V_{Rf} = V_o - V_- = V_o - 0 = V_o$

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

ස්වර්ණමය නීතිය II අනුව,

සෘණ (–) ප්‍රදානය මගින් ඇද ගන්නා ධාරාව ශුන්‍ය වන බැවින්, ක'චොෆ් I වන නියමය යෙදීමෙන්,

$$I_1 + I_2 = 0$$

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

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

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

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

$\frac{V_O}{V_i}$ යනු සංවෘත පුඩු යෙදූ අපවර්තන වර්ධකයේ **වෝල්ටීයතා ලාභයයි.** එය G_V මගින් දක්වමු.

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

G_V සඳහා වන මෙම ප්‍රකාශනයේ දකුණු පස ඇති – ලකුණෙන් දැක්වෙන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව සමග විෂම කලාස්ථ ව පවතින බවයි. එනම් ප්‍රදානයට සාපේක්ෂ ව ප්‍රතිදානය අපවර්තනයකට භාජනය වී ඇති බවයි. (3.18 රූපයේ ඇති පරිපථ සටහනේ ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන අග්‍ර අසල දක්වා ඇති වෝල්ටීයතා තරංග හැඩ නිරීක්ෂණය කරන්න) R හා

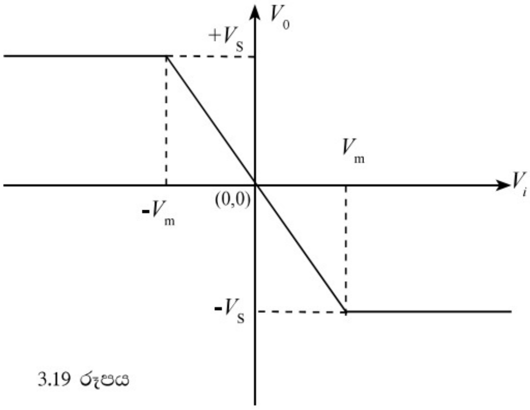
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

R_1 ප්‍රතිරෝධකවල අගයන් යෝග්‍ය පරිදි තෝරා ගැනීමෙන් අපවර්තන වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය අවශ්‍ය පරිදි සකසා ගත හැකිය.

අපවර්තන වර්ධකයක් සඳහා V_i හා V_0 අතර ලාක්ෂණික වක්‍රය 3.19 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.19 රූපය

රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ දී,

$$G_v = \frac{V_0}{V_i}$$

$$\therefore \quad V_0 = G_V V_i$$

$$\therefore \quad \text{අනුක්‍රමණය} = G_V$$

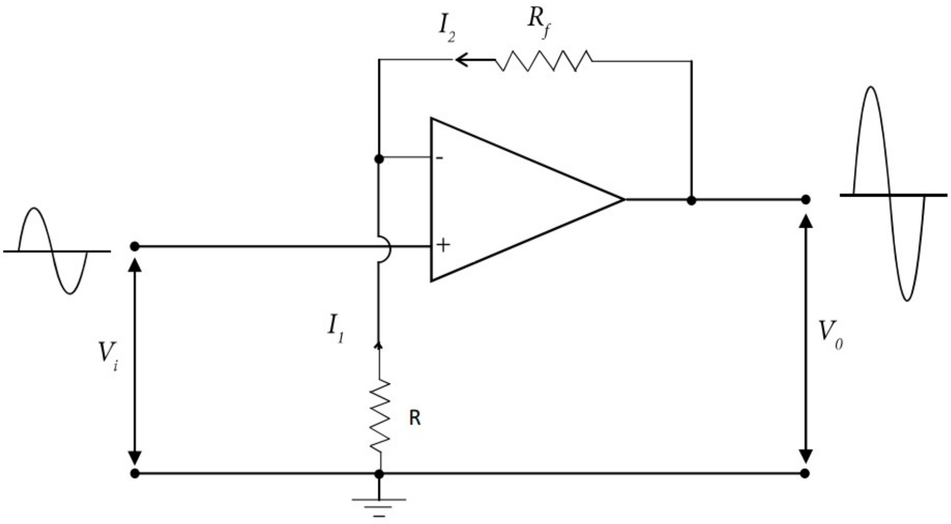
(මෙය අපවර්තන වර්ධකයක් බැවින් අනුක්‍රමණය ඍණ ලෙස ඇත.)

ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වය (V_0) සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ ($\pm V_S$) විශාලත්වය ඉක්මවා නො යයි.

වර්ධකය රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරවීම සඳහා එහි ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ (V_i) විශාලත්වය ප්‍රස්තාරයේ දක්වා ඇති V_m අගය ඉක්මවා යෑමට ඉඩ නොදිය යුතුයි. V_i හි විශාලත්වය V_m අගය ඉක්මවා ගිය හොත් ප්‍රතිදානය සන්තෘප්ත අවස්ථාවකට පත් වේ. (සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී V_0 අගය V_S ට ආසන්න 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 වෝල්ටීයතාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව සමඟ සමකලාස්ථ ව පවතින බවයි. එවැනි වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් 3.20 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.20 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි $V_+ = V_i$

රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ භාවිත කෙරෙන විට,

ස්වර්ණමය නීතිය I අනුව,

$$V_+ - V_- = 0$$

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

$$\therefore \quad V_- = V_i$$

R_f ප්‍රතිරෝධය හරහා විභව අන්තරය $= V_{Rf} = V_O - V_- = V_O - V_i$

R ප්‍රතිරෝධය හරහා විභව අන්තරය $= V_R = V_- - 0 = V_i - 0 = V_i$

ස්වර්ණමය නීතිය II අනුව ප්‍රදාන අග්‍ර තුළට ධාරාවක් ඇද නො ගන්නා බැවින්,

$$I_1 = I_2$$

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

$$\therefore \quad \frac{V_i}{R} = \frac{V_O - V_i}{R_f}$$

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

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

$\frac{V_O}{V_i}$ යනු අපවර්තන නොවන වර්ධකයේ සංවෘත පුඩු අවස්ථාවේදී වෝල්ටීයතා ලාභයයි. එය G_v මගින් දක්වමු.

එවිට,

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

G_v සඳහා වන මෙම ප්‍රකාශනයේ දකුණු පස ධන (+) ලෙස තිබීමෙන් අදහස් වන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව සමග සම කලාස්ථ ව පවතින බවයි. (පරිපථ සටහනේ දක්වා ඇති වෝල්ටීයතා තරංග හැඩ නිරීක්ෂණය කරන්න)

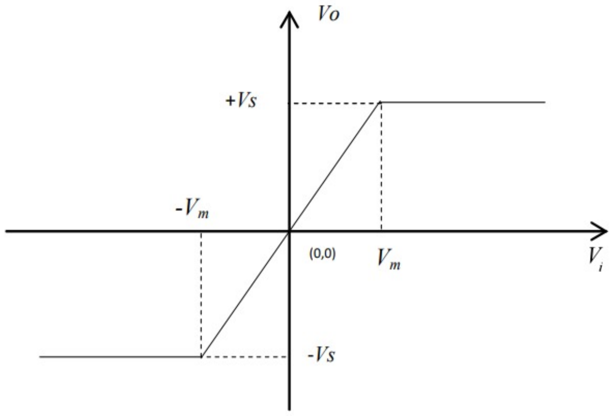
R හා R_f ප්‍රතිරෝධී අගයන් යෝග්‍ය පරිදි තෝරා ගැනීමෙන් අපවර්තන නොවන වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය අවශ්‍ය පරිදි සකසා ගත හැකි ය.

අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් සඳහා V_i හා V_O අතර ලාක්ෂණිකය 3.21 රූපයේ ප්‍රස්තාරයෙන් දක්වා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.21 රූපය

රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ දී,

$G_v = \frac{V_O}{V_i}$ බැවින්

$V_O = G_v V_i$

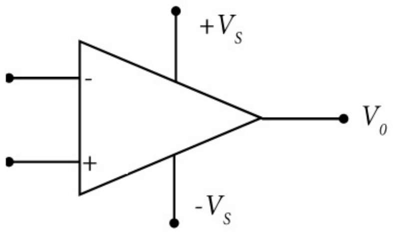
∴ අනුක්‍රමණය = G_v

(මෙය අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් බැවින් අනුක්‍රමණය ධන වේ.) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ V_O විශාලත්වය සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ ($\pm V_S$) විශාලත්වය ඉක්මවා නොයයි.

වර්ධකය රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරවීම සඳහා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ (V_i) විශාලත්වය V_m මගින් දැක්වෙන විශාලත්වය ඉක්මවා නොයන පරිදි පවත්වා ගත යුතු වේ. එම විශාලත්වය ඉක්මවා ගියහොත් ප්‍රතිදානය සන්තෘප්ත අවස්ථාවකට පත් වේ. (සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී V_o හි විශාලත්වය V_s අගයට ආසන්න ලෙස සමාන වේ. ප්‍රායෝගික ව මෙය 0.8 V_s පමණ විය හැකිය)

විසඳන ලද අභ්‍යාස

(1).



මෙම රූප සටහනේ දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධකයේ විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය 10^5 කි. එයට $\pm$ 15 V ද්විත්ව වෝල්ටීයතා සැපයුමක් ලබා දී ඇත. සන්තෘප්ත අවස්ථාවල දී වර්ධකයේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා $\pm$ 15 V බව සලකන්න.

(i) ප්‍රතිදානය සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වන මොහොතේ දී පවතින අන්තර ප්‍රදානයේ විශාලත්වය කොපමණ ද?

(ii) ධන (+) ප්‍රදාන අග්‍රයට 2.0 V නියත වෝල්ටීයතාවක් ලබා දී ඇත්නම්,

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

(b) කාරකාත්මක වර්ධකය සෘණ (–) සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වන මොහොතේ දී සෘණ (–) ප්‍රදානය වෙත ලබා දී ඇති වෝල්ටීයතාව කුමක් ද?

(c) කාරකාත්මක වර්ධකය රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරන පරිදි (–) ප්‍රදානය වෙත ලබා දිය හැකි වෝල්ටීයතා පරාසය කුමක් ද?

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

<u>විසඳුම</u>

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

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

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

$= 15 \times 10^{-5}\ \text{V}$
$= 150\ \mu\text{V}$

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

$\therefore \quad (V_+ - V_-) = \frac{V_O}{A_O}$

ධන (+) සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී $V_O = +15$ V බැවින්,

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

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

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

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

$\therefore$ ධන (+) සන්තෘප්ත වන අවස්ථාවේ දී V_- වෝල්ටීයතාව = 1.99985 V

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

$\therefore \quad (V_+ - V_-) = \frac{V_O}{A_O}$

සෘණ (–) සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී $V_O = -15$ V බැවින්,

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

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

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

$= 2.00015$ V

$\therefore$ සෘණ (–) සන්තෘප්ත වන අවස්ථාවේ දී V_- වෝල්ටීයතාව = 2.00015 V

(c) රේඛීය ප්‍රදේශය පවතින්නේ සෘණ (–) සන්තෘප්ත හා ධන (+) සන්තෘප්ත ප්‍රදේශ දෙක අතර බැවින්,

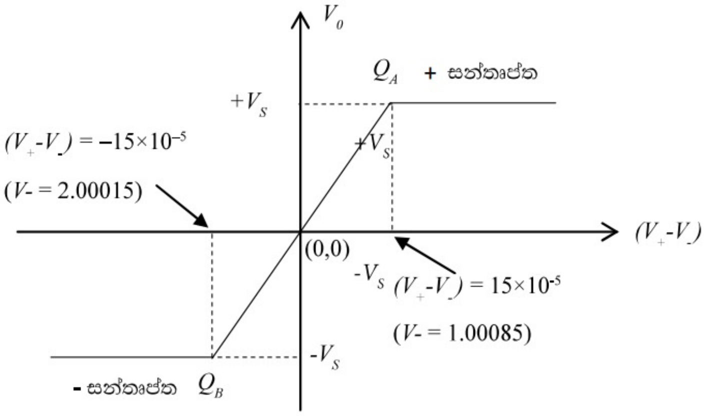
රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ ක්‍රියා කරන පරිදි V_- සඳහා ලබා දිය හැකි වෝල්ටීයතා පරාසය 1.99985 V සිට 2.00015 V දක්වා වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත දැක්වෙන ප්‍රස්තාරය හොඳින් නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් මෙම පිළිතුර තවදුරටත් වටහා ගැනීමට ඔබට හැකි වනු ඇත.

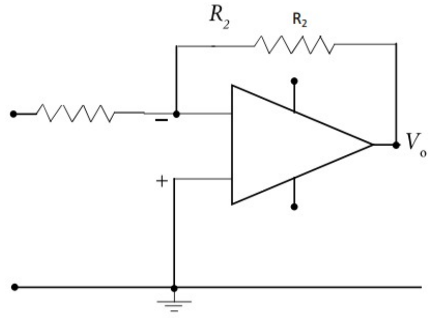


රේඛීය ප්‍රදේශය තුළ පැවතීමට,

$(V_+ - V_-)$ හි පරාසය -15×10^{-5} V සිට $+15\times10^{-5}$ V දක්වා වේ.

V_- හි පරාසය 1.99985 V සිට 2.00015 V දක්වා වේ.

(2) .



මෙහි දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථයට $+V_s = +15$ V හා $-V_s = -15$ V වන පරිදි විදුලි සැපයුම ලබා දී ඇත. සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වය සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වයට සමාන බව සලකන්න.

(i) මෙම වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය 12 ක් ලෙස ලබා ගැනීමට R_1 සඳහා සහ R_2 සඳහා තිබිය යුතු ප්‍රතිරෝධී අගයන් පහත දැක්වෙන අගයන් අතරින් තෝරා සඳහන් කරන්න.

10 kΩ, 12 kΩ, 15 kΩ, 68 kΩ, 100 kΩ, 120 kΩ

(ii) (a) වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය 12 ද V_i ප්‍රදානය සඳහා ලබා දී ඇති වෝල්ටීයතාව 0.75V නම් ද ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ විශාලත්වය කොපමණ ද?

(b) ප්‍රදානය කෙරෙන වෝල්ටීයතාවට සාපේක්ෂ ව මෙම ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව අපවර්තනය වී තිබේ ද නැතහොත් අපවර්තනය නොවී තිබේ ද?

(iii) V_i සඳහා 1.5 V වෝල්ටීයතාවක් ලබා දී ඇති විට ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව කොපමණ වේ ද?

(iv) මෙම වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය ඍණ සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වන මොහොතේ දී V_i හි අගය කුමක් ද?

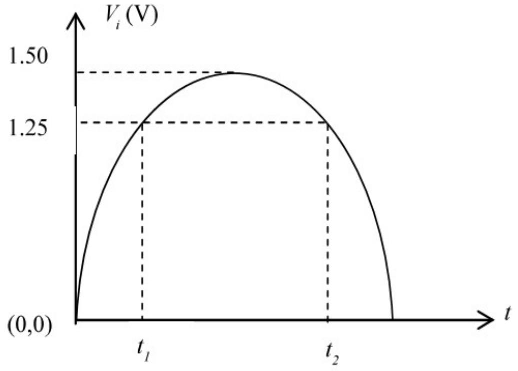
(v) V_i ප්‍රදානය සඳහා මෙහි පහත ප්‍රස්තාරයෙන් දැක්වෙන විචල්‍ය වෝල්ටීයතාව ලබා දී ඇති විට මෙම වර්ධකයෙන් ප්‍රතිදානය කෙරෙන වෝල්ටීයතාව (V_O) කාලය (t) සමග විචලනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

වන අන්දම ප්‍රස්තාරයක් මගින් දක්වන්න. t_1 හා t_2 අවස්ථාවලට අදාළ වෝල්ටීයතා අගයන් ද එහි ලකුණු කරන්න.



විසඳුම

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

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

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

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

$\therefore \quad V_O = -\ 0.75 \times 12$

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

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

(b) අපවර්තනය වී තිබේ.

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

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

$\therefore \quad V_O = -\ 1.5 \times 12$

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

සැපයුම් වෝල්ටීයතාව -15 V බැවින් $V_O = -18$ V විය නොහැකි ය. එබැවින් මෙහිදී ප්‍රතිදානය සෘණ සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ විය යුතු ය.

$\therefore$ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව $= -15$ V

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

සෘණ සන්තෘප්ත අවස්ථාව එළඹෙන විට $V_O = -15$ V බැවින්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

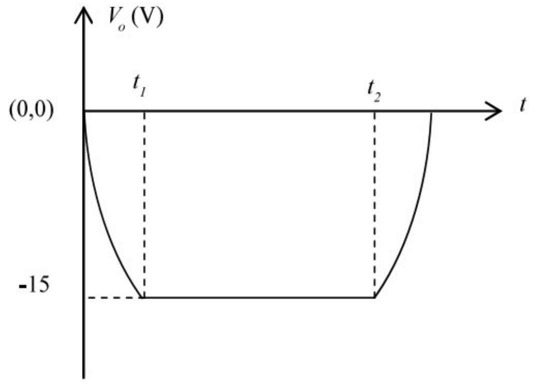
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

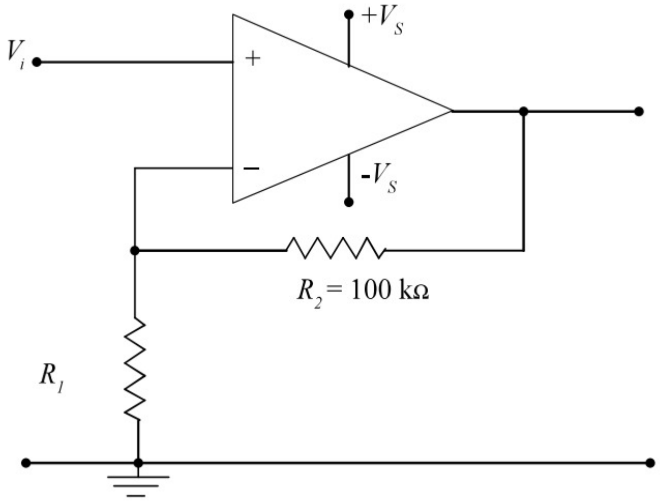
$$\therefore \quad V_i = \frac{15}{12}$$

$$= 1.25\ \text{V}$$

(v)



(3).



සංවෘත පුඩු යෙදූ කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථයක් මෙහි දක්වා ඇත. විදුලි සැපයුමේ $+V_s$ අගය $+12$ V ද $-V_s$ අගය ද -12 V ලෙස යොදා ඇත. සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා අගයයන් අදාළ සැපයුම් වෝල්ටීයතා අගයයන්ට සමාන බව සලකන්න.

(i) V_i ප්‍රදානය වෙත යොමු කරන 1.5 V නියත වෝල්ටීයතාවකින් V_0 ප්‍රතිදානය ලෙස 4.5 Vක් ලබා ගැනීම සඳහා යෙදිය යුතු R_1 ප්‍රතිරෝධයේ අගය ගණනය කරන්න. (R_2 අගය 100 kΩ බව දී ඇත) ප්‍රශ්නයේ ඉදිරි කොටස්වලට පිළිතුරු සපයන විට මෙම පිළිතුරේ දී ඔබ ලබා ගත් අගය R_1 සඳහා දී ඇති බව සලකන්න.

(ii) V_i ප්‍රදානය සඳහා -2 V නියත වෝල්ටීයතාවක් සැපයූ විට ලැබෙන V_0 ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සොයන්න.

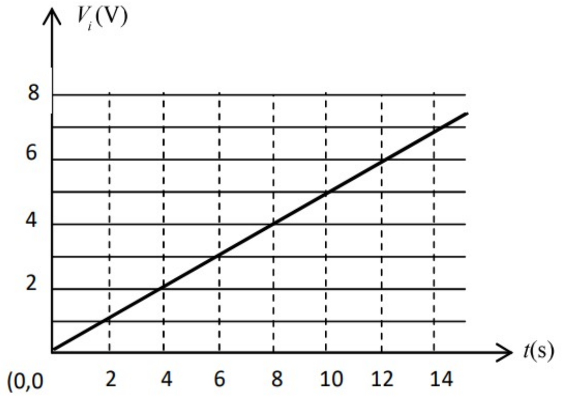
(iii) මෙම වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය ධන සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත්වීම සඳහා අවශ්‍ය අවම V_i හි විශාලත්වය කොපමණ ද?

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(iv) V_i සඳහා මෙහි පහත දී ඇති ප්‍රස්තාරයෙන් දැක්වෙන අන්දමට කාලය සමග විචලනය වන වෝල්ටීයතාවක් සැපයූ විට වර්ධකයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිදානය (V_O) කාලය (t) සමග විචලනය වන අන්දම ප්‍රස්තාරයකින් දක්වන්න.



විසඳුම

(i) $G_V = \dfrac{V_O}{V_i} = \dfrac{4.5}{1.5} = 3$

මෙය අපවර්තන නොවන වර්ධකයක් බැවින්

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

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

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

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

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

(ii) $G_V = \dfrac{V_O}{V_i}$

$\therefore \quad 3 = \dfrac{V_O}{-2}$

$\therefore \quad V_O = -6\ \text{V}$

(iii) $G_V = \dfrac{V_O}{V_i}$

ධන සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ දී $V_O = 12$ V වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

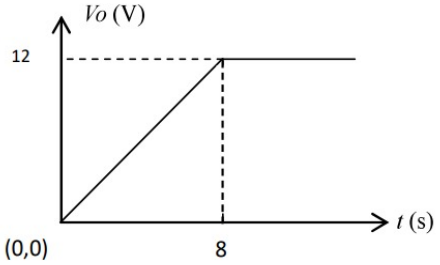
$\therefore \quad 3 = \dfrac{12}{V_i}$

$\therefore \quad V_i = \dfrac{12}{3}$

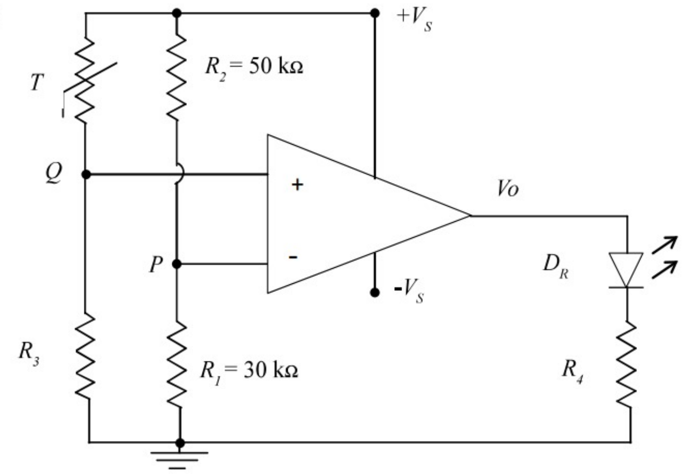
$= 4\ \text{V}$

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

(iv)



(4)



මෙහි දැක්වෙන කාරකාත්මක වර්ධකයේ සෘණ (–) ප්‍රදානය වෙත R_1 හා R_2 වලින් සමන්විත වූ විභව බෙදනයක් මගින් නිශ්චිත වෝල්ටීයතාවක් ලබා දී ඇත. $V_S = \pm 6\ \text{V}$ වන පරිදි විදුලිය සපයා ඇත.

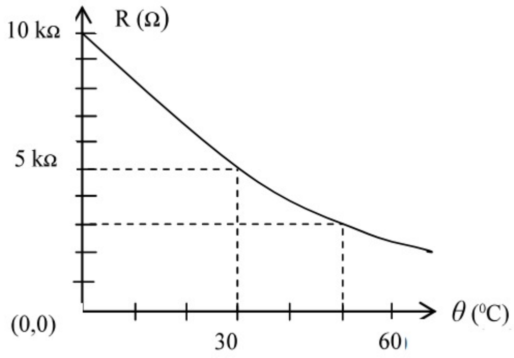
(i) P හි (– ප්‍රදානයේ) පවතින වෝල්ටීයතාව ගණනය කරන්න.

මෙම කාරකාත්මක වර්ධකයේ ධන (+) ප්‍රදානය වෙත, T තර්මිස්ටරය හා R_3 ප්‍රතිරෝධය ඇතුළත් විභව බෙදනය මගින් වෝල්ටීයතාව සපයා ඇත. තර්මිස්ටරය සඳහා උෂ්ණත්ව (θ) – ප්‍රතිරෝධ (R) ලාක්ෂණික වක්‍රය පහත දක්වා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



(ii) පරිසර උෂ්ණත්වය දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධය කොපමණ ද?

(iii) (a) 30^0C දී Q හි (+ ප්‍රදානයේ) පවතින වෝල්ටීයතාව කොපමණ ද? මෙම ගණනය සඳහා R_3 හි අගය 1 kΩ ලෙස ගන්න.

(b) මෙවිට D_R යනුවෙන් දක්වා ඇති රතු *LED* ය දැල්වේ ද නොදැල්වේ ද? හේතු දක්වන්න.

(iv) මෙහි ප්‍රතිදානය (V_0) ධන සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත්වීම සඳහා Q හි වෝල්ටීයතාව කවර අගයට වඩා වැඩි විය යුතු ද?

(v) 50^0C දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධය කොපමණ ද?

(vi) 50^0C ඉක්මවා උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට රතු *LED* ය දැල්වීම සඳහා තිබිය යුතු R_3 හි අගය ගණනය කරන්න. (උෂ්ණත්වය වැඩි වීමේ දී තර්මිස්ටරයේ හැර අනෙකුත් ප්‍රතිරෝධකවල ප්‍රතිරෝධී අගයයන් නොවෙනස් ව ඇති සේ සලකන්න)

(vii) මෙහි දී උෂ්ණත්වය 50 ^{0}C ට වඩා අඩුවෙන් පවතින විට කොළ පැහැති *LED* යක් (D_G) දැල්වී තිබීම සඳහා එම *LED* ය සම්බන්ධ කරන ආකාරය රූප සටහනකින් දක්වන්න. (සටහනෙහි *LED* ය සම්බන්ධ කළ යුතු ස්ථාන පමණක් දැක්වීම සෑහේ.)

විසඳුම

(i) $$V_P = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_s$$

$$= \frac{30}{30+50} \times 6$$

$$= \frac{30}{80} \times 6$$

$$= 2.25 \text{ V}$$

(ii) 5 k Ω

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(iii) (a) $V_Q = \dfrac{R_3}{R_3+R_T} \times V_s$ (R_T යනු 30 ^{0}C දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධයයි)

$$= \frac{1}{(1+5)} \times 6$$

$$= \underline{\underline{1\text{V}}}$$

(b) මෙවිට D_R නො දැල්වේ.

මෙහිදී $V_p = 2.25$ V ද $V_Q = 1$V ද බැවින් $V_- > V_+$ වීමෙන් ප්‍රතිදානය – සන්තෘප්ත අවස්ථාවේ පවතී. එවිට D_R පසු නැඹුරු බැවින් එය නො දැල්වේ.

(iv) 2.25 V ට වඩා වැඩි විය යුතු ය.

(v) 3 k Ω

(vi) 50^{0}C දී D_R දැල්වීමට ප්‍රතිදානය ධන (+) සන්තෘප්ත අවස්ථාවට එළඹිය යුතු ය. ඒ සඳහා V_+ ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව 2.25 V ට එළඹිය යුතු ය.

$\therefore$ $2.25 = \dfrac{R_3}{R_3 + R'_T} \times 6$ (මෙහි R'_T යනු 50 ^{0}C දී තර්මිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධයයි)

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

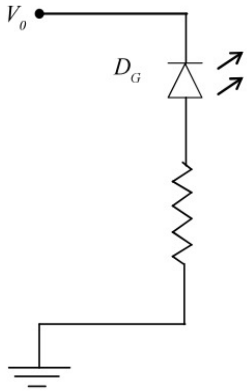
$\therefore$ $6\, R_3 = 2.25\, R_3 + 6.75$

$\therefore$ $3.75\, R_3 = 6.75$

$\therefore$ $R_3 = \dfrac{6.75}{3.75}$

$= 1.8$ kΩ

(vii)



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හතරවන පරිච්ඡේදය

සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රෝනික විද්‍යාව (Digital Electronics)

4.1 ප්‍රතිසම සංඥා සහ සංඛ්‍යාංක සංඥා

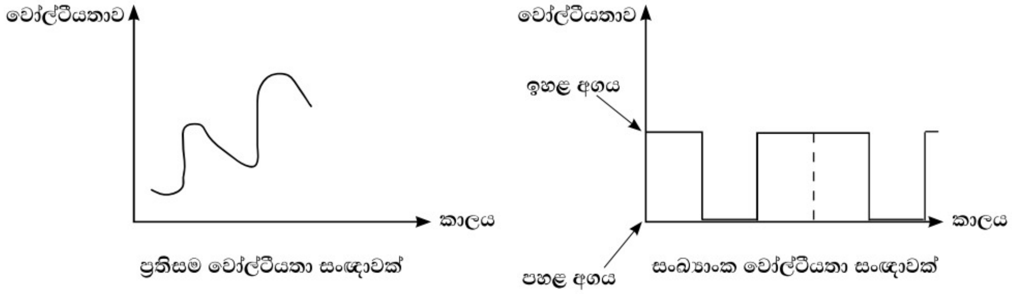
ඉලෙක්ට්‍රෝනික විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයේ ඉමහත් ප්‍රගතියක් ඇති වීමට හේතු වූ අංශයක් වශයෙන් සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රෝනික විද්‍යාව ඉතා වැදගත් වේ. එය පදනම් වී ඇත්තේ සංඛ්‍යාංක සංඥා මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝනික පරිපථ හැසිර වීම මත ය. ඉන් පෙර පැවති, ප්‍රතිසම සංඥා මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝනික පරිපථ හැසිර වීමට වඩා මෙය බෙහෙවින් ප්‍රයෝජනවත් හා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

ජල බඳුනක් රත් කිරීමේ දී එහි උෂ්ණත්වය පහළ අගයක සිට ඉහළ අගයක් තෙක් ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ. එය එකවර ඉහළ අගයට පත් නොවේ. පහළ උෂ්ණත්වයේ සිට ඉහළ උෂ්ණත්වය දක්වා එය සන්තතික ව (නො කඩවා) වැඩි වේ. එම ජල බඳුනේ උෂ්ණත්ව විචලනය ප්‍රතිසම සංඥාවක් සඳහා උදාහරණයකි.

ඔබ රාත්‍රී කාලයේ දී විදුලි පන්දමක් භාවිත කරන විට වරින් වර එහි එළිය දැල්වීම හා නිවීම සිදු කරයි. දැල්වීම හා නිවීම යන අවස්ථා දෙක හැර එහි අන් අතරමැදි අවස්ථා නොමැත. පැහැදිලි ව වෙන්කර ගත හැකි අවස්ථා දෙකක් පමණක් ඇති මෙවැනි සංඥාවක් සංඛ්‍යාංක සංඥාවකට උදාහරණයකි.

ප්‍රතිසම සංඥාවක් හා සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් අතර පවතින ප්‍රධාන වෙනස මෙසේ දැක්විය හැකි ය.

ප්‍රතිසම සංඥාවක යම් අවස්ථා (අගයන්) දෙකක් සැලකුව හොත් එම අවස්ථා දෙක අතර තුර පවතින ඕනෑම අවස්ථාවක් (අගයක්) සන්තතික ලෙස එම සංඥාවට ලබා ගත හැකි ය. එහෙත් සංඛ්‍යාංක සංඥාවක මුළු මනින් ම පවතින්නේ නිශ්චිත අවස්ථා (අගයයන්) දෙකක් පමණි. අතරමැදි අවස්ථා (අගයයන්) කිසිවක් නොපවතී. එය අගයයන් දෙකකින් පමණක් යුත් විවික්ත සංඥාවකි. 4.1 රූපය ඇසුරෙන් මෙය තවදුරටත් වටහා ගත හැකි වේ.



4.1 රූපය

ප්‍රතිසම සංඥාවක අතරමැදි අවස්ථා රාශියක් පවතින බැවින් එය සංඛ්‍යාංක මගින් දැක්වීම දුෂ්කර ය. එහෙත් නිශ්චිත අවස්ථා දෙකක් පමණක් පවතින සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් සංඛ්‍යාංක දෙකක් මගින් පහසුවෙන් දැක්විය හැකි ය. (මෙය ඉදිරියේ දී විස්තර කර ඇත.) එබැවින් සංඛ්‍යා පද්ධති පිළිබඳ මීළඟට විමසා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

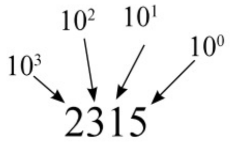
4.2 දශමය සංඛ්‍යා සහ ද්විමය සංඛ්‍යා

අප සාමාන්‍ය දෛනික කටයුතු සඳහා භාවිත කරන සංඛ්‍යා පද්ධතිය දශමය (Decimal) සංඛ්‍යා පද්ධතියයි. එම පද්ධතිය එකිනෙකට වෙනස් සංඛ්‍යාංක දහයකින් යුක්ත වේ. එනම් 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 යනුවෙනි. දශමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී යම් සංඛ්‍යාවක (Number) ඇති සංඛ්‍යාංක (Digits) සඳහා පවතින ස්ථානීය අගය 10යේ ගුණාකාර වශයෙන් වෙනස් වේ. සංඛ්‍යාවේ දකුණුපස සිට වම්පසට යන විට සංඛ්‍යාංකවල ස්ථානීය අගය වැඩි වේ.

උදාහරණ

2315 යන දශමය සංඛ්‍යාව සලකමු.

එහි ස්ථානීය අගයන් දක්වමු.



මෙහි දකුණු අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 5හි ස්ථානීය අගය 10^0 හෙවත් 1 වේ.
ඊට යාබද ව වම් පසින් ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය 10^1 හෙවත් 10 ක් වේ.
ඊටත් යාබදව වම් පසින් ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 3හි ස්ථානීය අගය 10^2 හෙවත් 100 ක් වේ.
වම් අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 2හි ස්ථානීය 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 ස්ථානීය අගයයි)
එනම් $2000 + 300 + 10 + 5 = 2315$ යනුවෙනි.

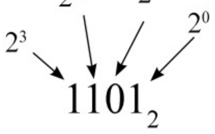
මේ පරිදිම ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතිය ද වටහා ගත හැකි ය. ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී එකිනෙකට වෙනස් සංඛ්‍යාංක දෙකක් පමණක් යෙදේ. එනම් 0 හා 1 යනුවෙනි. ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතියට අනුව යම් සංඛ්‍යාවක ඇති එක් එක් සංඛ්‍යාංකයේ ස්ථානීය අගය 2හි ගුණාකාර වශයෙන් වෙනස් වේ. දකුණු පස සිට වම්පසට යාමේ දී ස්ථානීය අගය වැඩි වේ.

උදාහරණ

1101 යන ද්විමය සංඛ්‍යාව සලකමු.

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

එනම් 1101_2 යනුවෙනි.
දැන් ස්ථානීය අගයන් සලකා බලමු.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දකුණු අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය 2^0 හෙවත් 1කි.
ඊට වම්පසින් යාබදව ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 0හි ස්ථානීය අගය 2^1 හෙවත් 2කි.
ඊටත් වම්පසින් යාබදව ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය 2^2 හෙවත් 4කි.
වම් අන්තයේ ඇති සංඛ්‍යාංකය වන 1හි ස්ථානීය අගය 2^3 හෙවත් 8 කි.

එබැවින් 1101_2 සංඛ්‍යාවේ අගය දශමය සංඛ්‍යා පද්ධතියට අනුව ලැබෙනුයේ.

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

එනම් $8 + 4 + 0 + 1 = 13$ යනුවෙනි.

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

උදා: 13_{10}

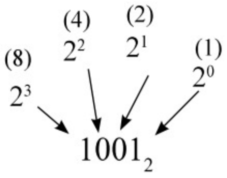
මේ අනුව ඉහත දක්වන ලද කරුණු අනුව,

$1101_2 = 13_{10}$ වේ.

මේ අනුව ද්විමය ආකාරයෙන් ඉදිරිපත් කර ඇති සංඛ්‍යාවක් දශමය ආකාරයෙන් වූ සංඛ්‍යාවක් සේ දැක්වීමට ඔබට හැකි වනු ඇත.

විසඳන ලද අභ්‍යාස

(1). 1001_2 සංඛ්‍යාව දශමය ආකාරයෙන් දක්වන්න.

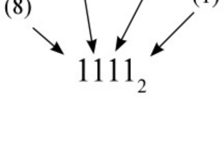


ස්ථානීය අගයයන් සලකා මෙහි දශමය ආකාරය ලබා ගනිමු.

$$(8)\times 1 + (4)\times 0 + (2)\times 0 + (1)\times 1$$
$$= 8 + 0 + 0 + 1$$
$$= 9$$

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

(2). 1111_2 සංඛ්‍යාව දශමය ආකාරයෙන් ලියන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

දශමය සංඛ්‍යාවක් ද්විමය සංඛ්‍යාවක් සේ දැක්වීම

දශමය ආකාරයෙන් දක්වා ඇති සංඛ්‍යාවක් ද්විමය ආකාරයෙන් දක්වන අන්දම පහත දැක්වෙන උදාහරණ ඇසුරෙන් වටහා ගනිමු.

(i) 13_{10} සංඛ්‍යාව සලකන්න.

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

2 | 13
2 | 6 — 1 (මෙම ශේෂයෙන් 1 ඒවා දැක්වේ)
2 | 3 — 0 (මෙම ශේෂයෙන් 2 ඒවා දැක්වේ)
2 | 1 — 1 (මෙම ශේෂයෙන් 4 ඒවා දැක්වේ)
0 — 1 (මෙම ශේෂයෙන් 8 ඒවා දැක්වේ)

මේ අනුව 13_{10} සංඛ්‍යාවේ

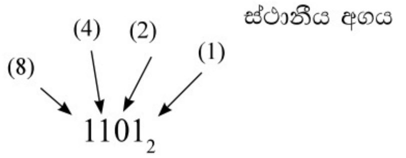
8 ඒවා 1 ක් ද,

4 ඒවා 1 ක් ද,

2 ඒවා 0 ක් ද,

1 ඒවා 1 ක් ද පවතී.

දැන් මෙය ද්විමය ආකාරයෙන් දක්වමු.



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

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

2 | 11
2 | 5 — 1
2 | 2 — 1
2 | 1 — 0
0 — 1

↑ දකුණු අන්තය (ඉහළ) / වම් අන්තය (පහළ)

මෙහි ඊතලයෙන් දැක්වෙන දිශාවට වමේ සිට දකුණට සංඛ්‍යාංක ලිවීමෙන් අදාළ ද්විමය සංඛ්‍යාව ලැබේ.

එනම්, 1011_2

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

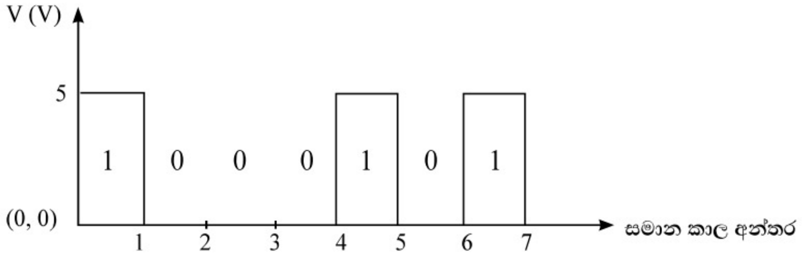
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.3 සංඛ්‍යාංක සංඥාවක වෝල්ටීයතා මට්ටම්

සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ දී සංඛ්‍යාංක සංඥාවක පවතින අවස්ථා දෙක 0 හා 1 යනුවෙන් දැක්වේ. ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ ආශ්‍රිත ව මෙම 0 හා 1 අවස්ථා දැක්වීමට වෝල්ටීයතා මට්ටම් දෙකක් යොදා ගනු ලැබේ. ඒවා 0 V හා 5 V යනුවෙන් සම්මත ව ඇත. සාමාන්‍ය භාවිතයේ දී 0 අවස්ථාව දැක්වීමට ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාව ද 1 අවස්ථාව දැක්වීමට 5 V වෝල්ටීයතාව ද යොදා ගනු ලැබේ.

මේ අනුව පහත දැක්වෙන ආකාරයට යම් සංඛ්‍යාංක වෝල්ටීයතා සංඥාවකට අදාළ තරංග හැඩය (වෝල්ටීයතා ස්පන්ද ශ්‍රේණිය) ද්විමය සංඛ්‍යාවකින් දැක්විය හැකි ය.

සංඛ්‍යාංක වෝල්ටීයතා සංඥාවක දී එක් එක් වෝල්ටීයතා මට්ටම සලකා බැලෙන්නේ සමාන කාල අන්තර තුළ දී ය.



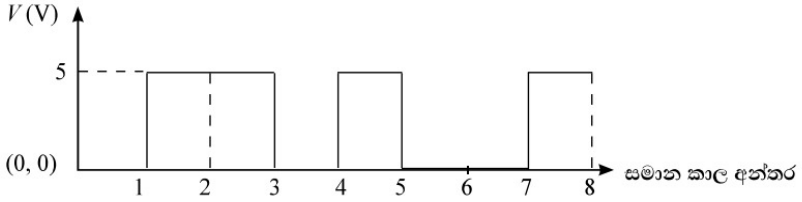
4.2 රූපය

5 V මට්ටම ද්විමය 1 ද, ශූන්‍ය වෝල්ටීයතා මට්ටම ද්විමය 0 ද, ලෙස ගන්නා බැවින් 4.2 රූපයේ දැක්වෙන සංඛ්‍යාංක වෝල්ටීයතා සංඥාව මගින් දැක්වෙන ද්විමය සංඛ්‍යාව,

1000101_2 වේ.

මෙය පැහැදිලි වීම සඳහා ඉහත සංඥාවේ අදාළ තැන්හි දී 0 හා 1 යොදා ඇත.

උදාහරණ: සංඛ්‍යාංක සංඥාවක වෝල්ටීයතා මට්ටම් සටහන පහත දැක්වේ. එය ද්විමය සංඛ්‍යාවකින් නිරූපණය කරන්න.



4.3 රූපය

සංඥාවේ වම්පස සිට දකුණු පසට පිළිවෙළින්, ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාව ද්විමය 0 ලෙස ද, 5 V වෝල්ටීයතා ද්විමය 1 ලෙස ද ගෙන සංඛ්‍යාංක ලිවීමෙන් අදාළ ද්විමය සංඛ්‍යාව ලබා ගත හැකි ය.

අදාළ ද්විමය සංඛ්‍යාව = 01101001_2

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

4.4 සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ

සංඛ්‍යාංක සංඥා ආශ්‍රිත ව එම සංඥා හසුරුවමින් ක්‍රියාත්මක වන ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ නම් 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 7ක් සඳහා යොදා ගැනෙන තාර්කික ද්වාර 7ක් පිළිබඳ විස්තර මීළඟට සලකා බලමු.

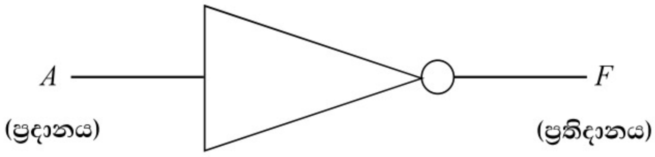
එම ද්වාර පහත දැක්වෙන පරිදි නම් කර ඇත.
NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR

තාර්කික ද්වාර මුලින් ම තනා ගනු ලැබුවේ යාන්ත්‍රික ස්විච්චි භාවිතයෙනි. ඉන් පසුව විදුලි සංඥා මගින් ස්විච්චිකරණය කළ හැකි පිළියවන (Relay) භාවිතයෙන් තාර්කික ද්වාර තනා ගැනුණි. එහෙත් මේවා ක්‍රියා කිරීමේ ප්‍රතිචාර කාලය වැඩි බැවින් ශීඝ්‍ර ස්විච්චිකරණ ක්‍රියාකාරීත්වයක් මේවායින් ලබා ගත නො හැකි විය. ඉන් පසු ට්‍රාන්සිස්ටර ස්විච්චිකරණ පරිපථ භාවිතයෙන් තනා ගත් තාර්කික ද්වාර මගින් ශීඝ්‍ර ක්‍රියාකාරීත්වයක් ලබා ගත හැකි විය. දැන් මෙම ද්වාර නූතන තාක්ෂණික ක්‍රම අනුව සංගෘහිත 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 සංකේතය 4.4 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.



4.4 රූපය

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

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

A	F
0	1
1	0

NOT ද්වාරයේ පරිපථ සංකේතයේ දකුණුපස ඇති කුඩා කවයෙන් හෙවත් බුබුලෙන් (bubble) අදහස් වනුයේ A ප්‍රදානය ප්‍රතිදානය වෙත යොමු කිරීමේ දී එම ප්‍රදානය අපවර්තනය කරන බවයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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 සේ දැක්විය හැකි ය. ගණිතඥයකු වූ ජෝර්ජ් බූල් (George Boole) විසින් හඳුන්වා දෙන ලද ගණිතමය ක්‍රමයකට අනුව එම ප්‍රකාශන ලියනු ලැබේ. එම ගණිත ක්‍රමය බූලියානු වීජ ගණිතය නමින් හැඳින්වෙන අතර එය භාවිතයෙන් ලියනු ලබන ප්‍රකාශන බූලියානු ප්‍රකාශන නම් වේ.

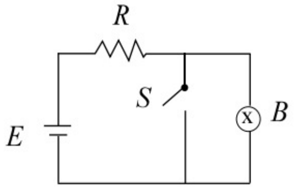
NOT ද්වාරය සඳහා වන බූලියානු ප්‍රකාශනය පහත දැක්වේ.

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

$A = 0$ නම් $\bar{A} = 1$ වේ.
$A = 1$ නම් $\bar{A} = 0$ වේ.

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

පහත දැක්වෙන සරල විදුලි පරිපථය සලකන්න.



4.5 රූපය

S ස්විච්චය විවෘත ව (OFF) ඇති විට B විදුලි බල්බය හොඳින් දැල්වෙන පරිදි R ප්‍රතිරෝධී අගය හා කෝෂයේ විද්‍යුත්ගාමක බලය (E) තෝරා ගෙන ඇත.

S ස්විච්චය සංවෘත (ON) කළ විට පරිපථය ලුහුවත් වී B බල්බයට විදුලිය සැපයීම වළකාලයි. එවිට B බල්බය නිවී පවතී.
S ප්‍රදානය ලෙස,

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

F ප්‍රතිදානය ලෙස

B නිවී තිබීම 0 ද,
B දැල්වී තිබීම 1 ද වශයෙන් සැලකූ විට මෙම පරිපථය ක්‍රියා කරන ආකාරය පහත සඳහන් පරිදි වගුවකින් දැක්විය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

S	B
0	1
1	0

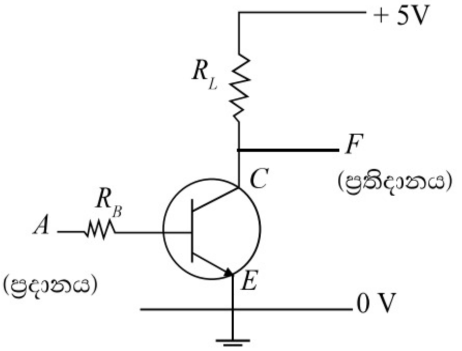
මෙය NOT ක්‍රියාකාරිත්වයයි.

තාර්කික ද්වාර තනා ගැනීමේ ආකාර කිහිපයක් ඇත. ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර හා ප්‍රතිරෝධක භාවිතයෙන් ඒවා තනා ගනී.

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

4.5.1 NOT ද්වාරයක් තනා ගැනීම

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් හා ප්‍රතිරෝධක යොදා ගනිමින් තනා ඇති NOT ද්වාරයක පරිපථ සටහන පහත දැක්වේ.



4.6 රූපය

A ප්‍රදානය සඳහා ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාව (තාර්කික 0) ලබා දුන් විට ට්‍රාන්සිස්ටරය කැපී ගිය අවස්ථාවේ පවතී. එවිට ට්‍රාන්සිස්ටරය C හා E අතර ආසන්න විවෘත පරිපථ තත්ත්වයක් ඇති වී + 5 Vට ආසන්න වෝල්ටීයතාවක් (තාර්කික 1) R_L ඔස්සේ F වෙත ලැබේ. එනම් $A = 0$ විට $F = 1$ වේ.

A ප්‍රදානය සඳහා + 5 V (තාර්කික 1) ලබා දුන් විට ට්‍රාන්සිස්ටරය සන්තෘප්ත අවස්ථාවට පත් වී C හා E අතර ආසන්න ලෙස ලුහු පරිපථ තත්ත්වයක් ඇති වේ. එවිට F හි වෝල්ටීයතාව ශූන්‍යය (තාර්කික 0) ට ආසන්න වේ.

එනම් $A = 1$ විට $F = 0$ වේ.

එබැවින් මෙම පරිපථයෙන් NOT ද්වාරයක ක්‍රියාකාරිත්වය ලැබී ඇත.

(මෙහිදී + 5 V ප්‍රදානය යටතේ ට්‍රාන්සිස්ටරය සන්තෘප්ත වන පරිදි R_B අගය තොරා ගෙන ඇති බව සලකන්න)

ප්‍රතිරෝධක හා ට්‍රාන්සිස්ටර භාවිතයෙන් තනා ඇති මෙවන් පරිපථ ආකාර හඳුන්වන්නේ RTL (Resistor Transistor Logic) යනුවෙනි.

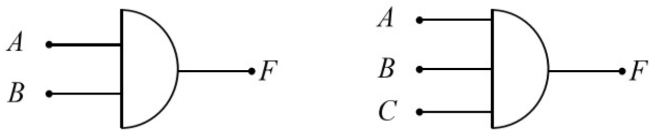
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.6 AND ද්වාරය

AND ද්වාරයක් අවම වශයෙන් ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව හෝ ඊට වඩා වැඩි ප්‍රදාන ගණනක් සහිත ව හෝ තිබිය හැකි ය. AND ද්වාරය සඳහා පරිපථ සංකේත පහත දක්වා ඇත.



A හා B ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව   A, B, C ප්‍රදාන තුනක් සහිත ව

4.7 රූපය

ප්‍රදාන දෙකක් සහිත සහ ප්‍රදාන තුනක් සහිත AND ද්වාර සඳහා සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

ද්වි ප්‍රදාන AND ද්වාරයට

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

තුන් ප්‍රදාන(ප්‍රදාන තුනක) 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

ද්වි ප්‍රදාන AND ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව අනුව AND තර්කනයේ දී සිදු කෙරෙනුයේ A සහ B ප්‍රදාන දෙක ම තාර්කික 1 අවස්ථාවේ ඇති විට පමණක් ප්‍රතිදානය තාර්කික 1 වශයෙන් ලබා දීමයි. එනම් **ද්වි ප්‍රදාන AND ද්වාරයක් සඳහා "*A* සහ *B* ප්‍රදාන දෙක ම 1 වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ, ලෙස තාර්කික ප්‍රකාශනයක් ගොඩනැගිය හැකිය.** මෙලෙසම තුන් ප්‍රදාන AND ද්වාරයක් සඳහා "A සහ B සහ C ප්‍රදාන තුන ම 1 වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ" ලෙස තාර්කික ප්‍රකාශනයක් ගොඩනැගිය හැක.

ප්‍රදාන දෙකක (ද්වි ප්‍රදාන) AND ද්වාරයට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය

$\boxed{F = A.B}$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

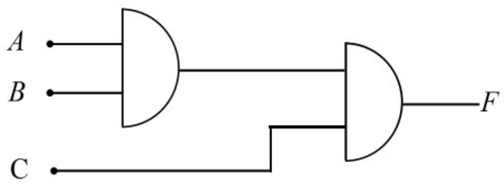
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

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

ප්‍රදාන තුනක (තුන් ප්‍රදාන) AND ද්වාරයට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය

$F = A.B.C$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

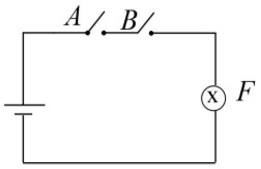
ප්‍රදාන දෙකක් සහිත AND ද්වාර දෙකක් පහත දැක්වෙන පරිදි සම්බන්ධ කර ගැනීමෙන් ප්‍රදාන තුනක් සහිත AND ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ය.



4.8 රූපය

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

ද්වි ප්‍රදාන AND ද්වාරයක ක්‍රියාව 4.9 රූපයේ දී ඇති සරල ස්විච්චි පරිපථයක් භාවිතයෙන් ආදර්ශනය කළ හැකි ය.



4.9 රූපය

ප්‍රදාන සඳහා,
(ස්විච්චයක් විවෘත වීම (OFF) තාර්කික 0 ද)
ස්විච්චයක් වැසීම (ON) තාර්කික 1 ද,
ප්‍රතිදාන සඳහා,
(බල්බය නිවීම තාර්කික 0 ද)
බල්බය දැල්වීම තාර්කික 1 ද,
ලෙස ගනිමු.

A හා B හි ප්‍රදානයන්ට 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 ස්විච්චි දෙක ම වැසී (ON) ඇති විට පමණක් බල්බය දැල්වේ. එනම් A සහ B ප්‍රදාන දෙක ම 1 වන විට පමණක් F ප්‍රතිදානය 1 වේ.

මෙය AND ක්‍රියාකාරිත්වයයි.

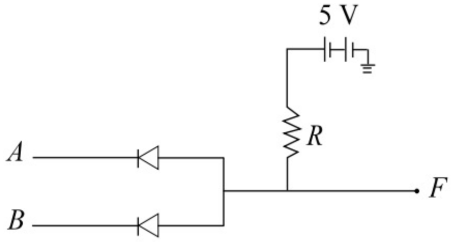
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.6.1 AND ද්වාරයක් තනා ගැනීම

ඩයෝඩ දෙකක් හා ප්‍රතිරෝධකයක් භාවිතයෙන් ප්‍රදාන දෙකක් සහිත AND ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ආකාරය 4.10 රූපයේ ඇති පරිපථයේ දැක්වේ.



4.10 රූපය

A පමණක් හෝ *B* පමණක් හෝ *A, B* දෙක ම හෝ ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාවේ පිහිටු වුවහොත් *R* ඔස්සේ යොමු වන 5V බැටරියේ වෝල්ටීයතාවෙන් ඩයෝඩයක්/ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වේ. එවිට සිලිකන් ඩයෝඩයක් හරහා 0.7 V වෝල්ටීයතා පාතනයක් ඇති වේ. එබැවින් *F* හි වෝල්ටීයතාව 0.7 V වේ. මෙය තාර්කික 0 ට ආසන්න සේ ගත හැකි ය.

A හා *B* දෙක ම 5 V වෝල්ටීයතාවේ පිහිටුවුව හොත් එවිට ඩයෝඩ දෙක ම පසු නැඹුරු වේ. එවිට *R* තුළින් ධාරාවක් ගලා නොයයි. එවිට *R* හරහා විභව පාතනයක් නොමැති බැවින් බැටරියේ 5 V වෝල්ටීයතාව *F* වෙත යොමු වේ. එවිට *F* තාර්කික 1 මට්ටමේ පවතී. අදාළ වෝල්ටීයතා වගුව සහ සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වේ.

A (V)	*B*(V)	*F*(V)
0	0	0.7
0	5	0.7
5	0	0.7
5	5	5

වෝල්ටීයතා වගුව

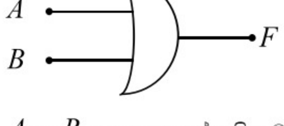
A	*B*	*F*
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

සත්‍යතා වගුව

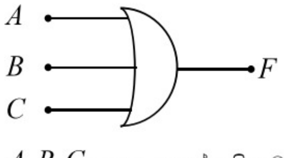
ඩයෝඩ හා ප්‍රතිරෝධක භාවිතයෙන් තනා ඇති මෙවන් පරිපථ ආකාර හඳුන්වන්නේ DRL (Diode Resistor Logic) යනුවෙනි.

4.7 OR ද්වාරය

OR ද්වාරයක් අවම වශයෙන් ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව හෝ ඊට වඩා වැඩි ප්‍රදාන ගණනක් සහිත ව හෝ තිබිය හැකි ය. OR ද්වාරයක් සඳහා පරිපථ සංකේත 4.11 රූපයේ දක්වා ඇත.



A හා *B* ප්‍රදාන දෙකක් සහිත ව



A, B, C ප්‍රදාන තුනක් සහිත ව

4.11 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ද්වි ප්‍රදාන (ප්‍රදාන දෙකක් සහිත) OR ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා 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 තාර්කික 1 අවස්ථාවේ ඇති විට ප්‍රතිදානය තාර්කික 1 වශයෙන් ලබා දීම බව මෙම සත්‍යතා වගුව අනුව පැහැදිලි වේ.

මෙම ද්වාරයට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය

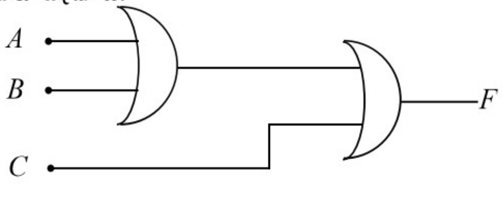
$\boxed{F = A + B}$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

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

$0 + 0 = 0$
$0 + 1 = 1$
$1 + 0 = 1$
$1 + 1 = 1$ බව වටහා ගැනීම මැනැවි.

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

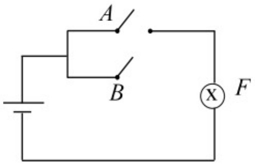
ප්‍රදාන දෙකක් සහිත OR ද්වාර දෙකක් භාවිතයෙන් 4.12 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රදාන තුනක් සහිත OR ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ය.



4.12 රූපය

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

OR ද්වාරයක ක්‍රියාව 4.13 රූපයේ දී ඇති සරල යාන්ත්‍රික ස්විච්චි පරිපථයෙන් ආදර්ශනය කළ හැකිය.



4.13 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රදාන සඳහා,
(ස්විච්චියක් විවෘත වීම (OFF) තාර්කික 0 ද)
ස්විච්චියක් වැසීම (ON) තාර්කික 1 ද,
ප්‍රතිදාන සඳහා,
(බල්බය නිවීම තාර්කික 0 ද)
බල්බය දැල්වීම තාර්කික 1 ද ලෙස සැලකූ විට,

පරිපථයේ ක්‍රියාකාරිත්වය පහත සඳහන් පරිදි වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකි ය. A හා B ප්‍රදාන ලෙස ද F ප්‍රතිදානය (බල්බයේ දැල්වීම හෝ නිවීම) ලෙස ද ගෙන ඇත.

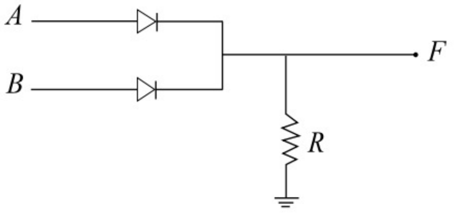
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A හා B ස්විච්චිවලින් අඩු තරමින් එකක් හෝ වැසී (ON) ඇති විට පමණක් බල්බය දැල්වේ.

මෙය OR ක්‍රියාකාරිත්වයි.

4.7.1 OR ද්වාරයක් තනා ගැනීම

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



4.14 රූපය

A හා B ප්‍රදාන අතුරින් අඩු වශයෙන් එකකට හෝ 5 V වෝල්ටීයතාව (තාර්කික 1) ප්‍රදානය කර ඇති විට එම ප්‍රදානය සහිත ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු බැවින් අනෙක් ප්‍රදානය මගින් බලපෑමක් නොමැති ව F ප්‍රතිදානය $(5 - 0.7)$ V = 4.3 V අගයට සමාන වේ. මෙය තාර්කික 1 සේ සැලකිය හැකි ය. (සිලිකන් ඩයෝඩ සඳහා පෙර නැඹුරු වෝල්ටීයතා බැස්ම වන 0.7 V මෙහිදී සලකා ඇත)

A හා B ප්‍රදාන දෙකට ම ශුන්‍ය වෝල්ටීයතාව (තාර්කික 0) ප්‍රදානය කර ඇති විට ඩයෝඩ කිසිවක් පෙර නැඹුරු නොවන බැවින් F ප්‍රතිදානය ශුන්‍ය වෝල්ටීයතාවේ (තාර්කික 0) පවතී.

අදාළ වෝල්ටීයතා වගුව හා සත්‍යතා 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

වෝල්ටීයතා වගුව

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

සත්‍යතා වගුව

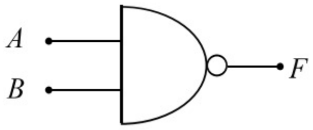
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.8 NAND ද්වාරය

ද්වි ප්‍රදාන (ප්‍රදාන දෙකක් සහිත) NAND ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය ද එහි සත්‍යතා වගුව ද 4.15 රූපයේ දක්වා ඇත.



A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

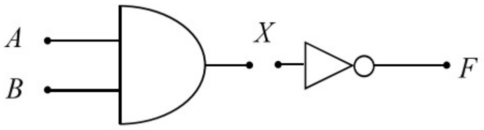
සංකේතය **සත්‍යතා වගුව**

4.15 රූපය

NAND ද්වාරයක තර්කනයේ දී සිදු කෙරෙන්නේ AND ද්වාරයක දී කෙරෙන තර්කනයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර සඳහා වූ සත්‍යතා වගු සසඳා බැලීමෙන් පැහැදිලි වනු ඇත.

ද්වි ප්‍රදාන NAND ද්වාරයක "*A* සහ *B* ප්‍රදාන දෙක ම 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගිය හැකිය.

4.16 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි AND ද්වාරයකින් ලැබෙන ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයක් වෙත ප්‍රදානය කිරීමෙන් NAND ද්වාරයක් තනා ගත හැකි ය.



4.16 රූපය

A හා B ප්‍රදානයන් වේ.

X යනු AND ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයයි. F යනු අවසන් ප්‍රතිදානයයි.

සත්‍යතා වගුවක් ඇසුරෙන් මෙය පැහැදිලි කර ගනිමු.

A	B	X	$F (= \overline{X})$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

මෙහි F ප්‍රතිදානය NAND ද්වාරයක ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.

බූලියානු ප්‍රකාශනවලට අනුව,

$X = A.B$ (AND ද්වාරයක් සඳහා ප්‍රකාශනය)

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

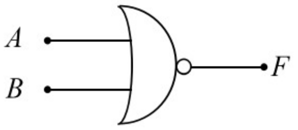
$\therefore\ F = \overline{A.B}$

එබැවින් NAND ද්වාරයක් සඳහා වන බූලියානු ප්‍රකාශනය

$F = \overline{A.B}$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

4.9 NOR ද්වාරය

ද්වි ප්‍රදාන NOR ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතා වගුව 4.17 රූපයේ දක්වා ඇත.



සංකේතය

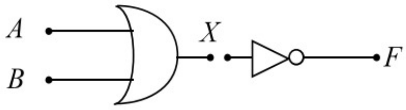
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

සත්‍යතා වගුව

4.17 රූපය

NOR ද්වාරයක තර්කනයේ දී සිදු කෙරෙනුයේ OR ද්වාරයක දී කෙරෙන තර්කනයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර සඳහා වන සත්‍යතා වගු සංසන්දනය කර බැලීමෙන් වැටහී යනු ඇත.

OR ද්වාරයක ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයක් තුළින් යැවීමෙන් NOR ද්වාරයක් තනා ගන්නා අයුරු 4.18 රූපයේ දැක්වේ.



4.18 රූපය

මේ සඳහා සත්‍යතා 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

මෙහි F ප්‍රතිදානය NOR ද්වාරයකින් ලැබෙන ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.
බූලියානු ප්‍රකාශන අනුව,

$X = A + B$ (OR ද්වාරය සඳහා ප්‍රකාශනය)

$F = \overline{X}$ (NOT ද්වාරය සඳහා ප්‍රකාශනය)

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

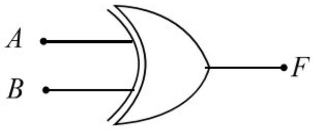
එබැවින් NOR ද්වාරයක් සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශනය

$\boxed{F = \overline{A+B}}$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

ද්වි ප්‍රදාන NOR ද්වාරයක "A හෝ B ප්‍රදාන 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගිය හැකිය.

4.10 XOR ද්වාරය

ද්වි ප්‍රදාන XOR ද්වාරයක පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතා වගුව 4.19 රූපයේ දක්වා ඇත. XOR ද්වාරය EXOR යනුවෙන් ද දක්වනු ලැබේ. X හෝ EX යොදා ඇත්තේ බහිෂ්කාර (EXCLUSIVE) යන්න කෙටි කර දැක්වීම සඳහා ය.



සංකේතය

A	*B*	*F*
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

සත්‍යතා වගුව

4.19 රූපය

මෙම සත්‍යතා වගුවෙන් පැහැදිලි වන පරිදි XOR ද්වාරයකින් කෙරෙන තර්කනය වනුයේ ''*A* හෝ *B* එක් ප්‍රදානයක් පමණක් 1වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ'' යන්නයි. එහිදී *A* හා *B* ප්‍රදාන දෙක ම තාර්කික 1 වන අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානය $F = 0$ වේ.

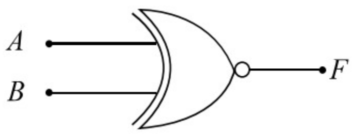
X-OR ද්වාරය සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශනය ලියන්නේ පහත දැක්වෙන අයුරෙනි.

$\boxed{F = A \oplus B}$

ද්වි ප්‍රදාන XOR ද්වාරයක "*A* හෝ *B* ප්‍රදාන එකක් පමණක් 1වන විට ප්‍රතිදානය 1 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගේ.

4.11 XNOR ද්වාරය

XNOR ද්වාරය සඳහා පරිපථ සංකේතය හා සත්‍යතා වගුව 4.20 රූපයේ දක්වා ඇත. XNOR ද්වාරය EXNOR යනුවෙන් ද දැක්වේ.



සංකේතය

A	*B*	*F*
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

සත්‍යතා වගුව

4.20 රූපය

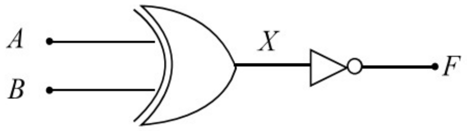
XNOR ද්වාරය මගින් ලබා දෙනුයේ XOR ද්වාරයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිදානයේ අපවර්තනය බව එම ද්වාර දෙක සඳහා වන සත්‍යතා වගු සසඳා බැලීමේ දී පෙනී යයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.21 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි XOR ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයකට ලබා දීමෙන් XNOR ද්වාරයක් ලබා ගත හැකි බව පහත දැක්වෙන කරුණුවලින් පැහැදිලි වේ.



4.21 රූපය

මෙම සැකසුම සඳහා සත්‍යතා වගුවක් පිළියෙල කරමු.

A	B	X	$F\,(=\overline{X})$
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 $F = \overline{X}$ බැවින්

$F = \overline{A \oplus B}$ වේ.

එබැවින් X - NOR ද්වාරය සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශනය

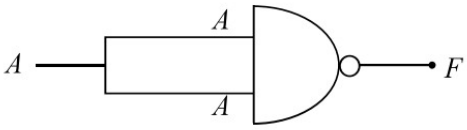
$\boxed{F = \overline{A \oplus B}}$ ලෙස ලියනු ලැබේ.

ද්වි ප්‍රදාන XNOR ද්වාරයක "A හෝ B එකක් පමණක් 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ" ලෙස තර්කනය ගොඩනැගිය හැකිය.

මෙතෙක් අප සලකා බැලූ තාර්කික ද්වාර හත අතුරින් NAND ද්වාරයේ හා NOR ද්වාරයේ විශේෂත්වයක් ඇත. එනම් NAND ද්වාර පමණක් හෝ NOR ද්වාර පමණක් හෝ යොදා ගනිමින් අනෙකුත් තාර්කික ද්වාර තනා ගත හැකි වීමයි. ඒ සඳහා උදාහරණ කිහිපයක් පහත දක්වා ඇත.

4.12 NAND ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් අනෙකුත් තාර්කික ද්වාර තනා ගැනීම

(i) NOT ද්වාරයක් තනා ගැනීම



NAND ද්වරයේ ප්‍රදාන අග්‍ර දෙක සම්බන්ධ කර තනි ප්‍රදානයක් සේ ගැනීමෙන් NOT ද්වාරයක් තනා ගත හැකිය.

$A = 1$ විට $F = 0$ ද

$A = 0$ විට $F = 1$ ද වේ.

$\therefore\ F = \bar{A}$ වේ. (NOT ද්වාරයක් සේ ක්‍රියා කර ඇත)

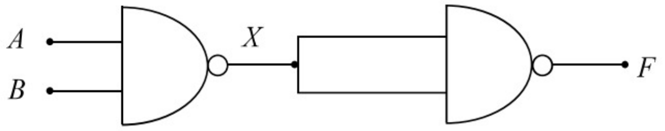
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(ii) AND ද්වාරයක් තනා ගැනීම

මෙය පහත දැක්වෙන ආකාරයට සිදු කළ හැකිය.



බූලියානු ප්‍රකාශන ලිවීමෙන්,

$X = \overline{A.B}$

සහ $F = \overline{X}$

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

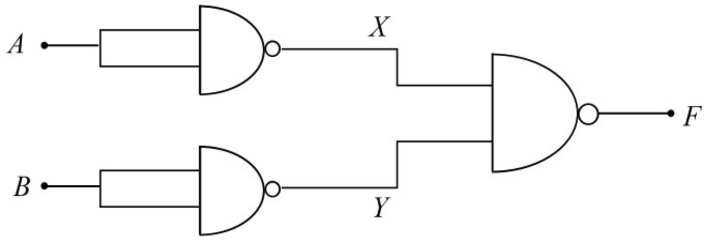
$= A.B$

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 ලැබී ඇත.

(ii) OR ද්වාරයක් තනා ගැනීම



$X = \bar{A}$ ද $Y = \overline{B}$ ද $F = \overline{XY}$ ද වේ.

මෙම පරිපථයට අදාළ සත්‍යතා වගුව සලකමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

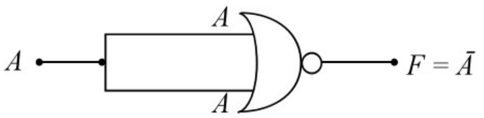
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

A	B	X $(=\bar{A})$	Y $(=\overline{B})$	$X.Y$	F $(=\overline{X.Y})$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1

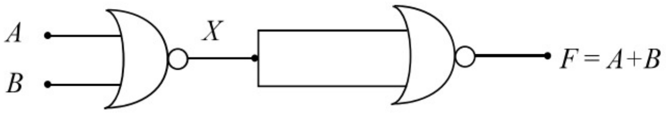
මෙම F ප්‍රතිදානය OR ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයට සමාන වේ. එනම් ඉහත පරිපථයෙන් OR තර්කනය ලැබේ.

4.13 NOR ද්වාර පමණක් භාවිතයෙන් අනෙකුත් ද්වාර තනා ගැනීම

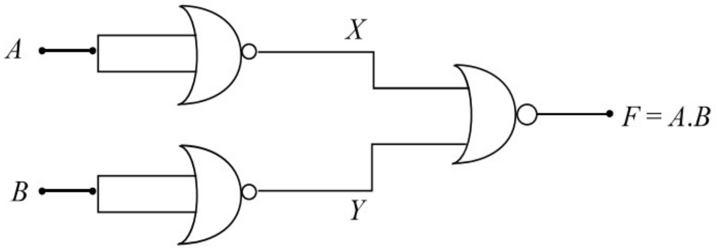
(i) NOT ද්වාරය



(ii) OR ද්වාරය



(iii) AND ද්වාරය



සත්‍යතා වගු පිළියෙල කර මේවායේ නිවැරදි බව අවබෝධ කර ගැනීම ඔබට ලබා දී අති 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 සර්වත්‍ර ද්වාර (universal gates) යනුවෙන් ද හැඳින්වේ.

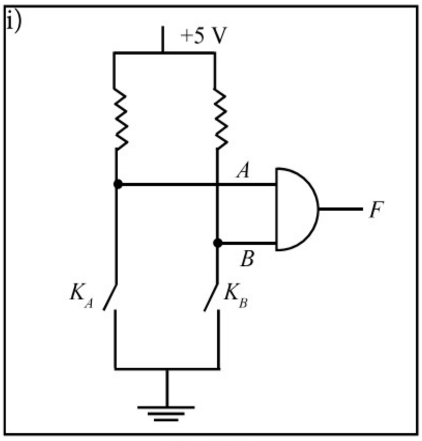
ප්‍රායෝගික භාවිතයේ දී තාර්කික ද්වාරවල ප්‍රදාන අග්‍ර අවශ්‍යතාවට අනුව සෑම විට ම තාර්කික 0 (0 V) මට්ටමේ හෝ තාර්කික 1 (5 V) මට්ටමේ හෝ පිහිටු විය යුතු ය. එම ප්‍රදාන අග්‍ර විවෘත ව තැබීම නො කළ යුතුය. ඒවා විවෘත ව තැබුව හොත් අදාළ ප්‍රදාන නිශ්චිත නො වීම නිසා දෝෂ සහිත ප්‍රතිදාන ලැබීමට ඉඩ ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තාර්කික ද්වාර සඳහා ඒවායේ ප්‍රදාන විවෘත තත්ත්වයේ නොපවතින පරිදි එම ප්‍රදාන සැපයීම සඳහා පහත උදාහරණවලින් දැක්වෙන පරිදි සුදුසු පරිපථ සැකසුමක් යොදා ගත හැකිය. (4.22 රූපය හා 4.23 රූපය)



4.22 රූපය

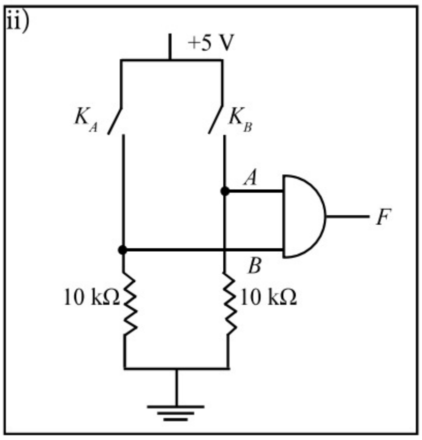
K_A යතුර විවෘත ව තැබූ විට,

+5V වෝල්ටීයතාව 10 kΩ ප්‍රතිරෝධය ඔස්සේ A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 1 වේ.

K_A යතුර වැසූ විට,

භූගතය (ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාව) A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 0 වේ.

මෙලෙස ම K_B විවෘත ව හෝ වසා හෝ තැබීමෙන් පිළිවෙළින් තාර්කික 1 හෝ තාර්කික 0 මට්ටම B ප්‍රදානයට ලබා දිය හැකිය.



4.23 රූපය

K_A විවෘත විට,

භූගතය (ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාව) 10 kΩ ප්‍රතිරෝධය ඔස්සේ A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 0 වේ.

K_A වැසූ විට,

+5V වෝල්ටීයතාව A ප්‍රදානයට ලැබේ. එනම් A = තාර්කික 1 වේ.

මෙලෙස ම K_B යතුර විවෘත ව හෝ වසා හෝ තැබීමෙන් පිළිවෙළින් තාර්කික 0 හෝ තාර්කික 1 මට්ටම B ප්‍රදානයට ලබා දිය හැකිය.

තාර්කික ද්වාර නිෂ්පාදනයේ දී යොදා ගන්නා පරිපථ ආකාර දෙකක් ලෙස DRL හා RTL ආකාර මින් ඉහතදී විස්තර කර ඇත. මීට අමතරව ට්‍රාන්සිස්ටර සංයුක්ත කර ගනිමින් තාර්කික ද්වාර නිපදවීමේ ආකාරයක් ද වේ. එය TTL (Transistor Transistor Logic) යනුවෙන් දැක්වේ. TTL ආකාරයේදී සංගෘහිත පරිපථ නිෂ්පාදනයේ දී සන්ධි ට්‍රාන්සිස්ටර යොදා ගනු ලැබේ.

මීටත් අමතරව ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර (FET) යොදා ගනිමින් ද තාර්කික ද්වාර නිපදවීමේ ක්‍රමයක් වර්ධනය වී ඇත. ඒ සඳහා යොදා ගන්නේ තුනී ලෝහ ඔක්සයිඩ ස්තරයක් ද සහිත ව අර්ධ සන්නායකවලින් තනා ඇති FET ය. ඒවා MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

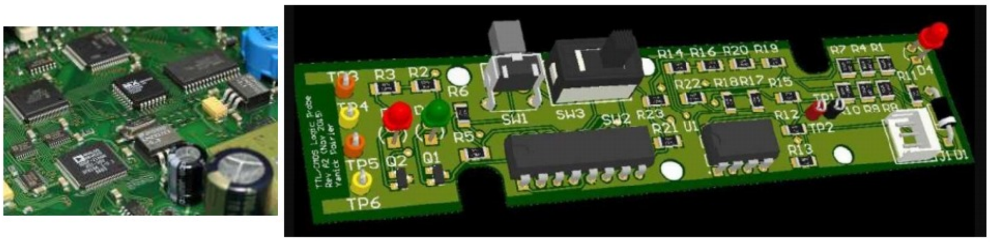
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නම් වේ. තවද තාර්කික ද්වාර තැනීමට එම ට්‍රාන්සිස්ටර අනුපූරක (Complimentary) යුගල වශයෙන් (එනම් එකිනෙක හා බද්ධ වූ ක්‍රියාකාරීත්වයක් සහිත යුගල වශයෙන්) භාවිත කිරීමේ ක්‍රමයක් දියුණු කරනු ලැබ ඇත. එම පරිපථ ආකාරය CMOS යනුවෙන් හැඳින්වේ.

TTL පරිපථවලට ලබා දෙන විදුලි සැපයුමේ වෝල්ටීයතාව නිශ්චිත ව ම 5 V විය යුතු ය. එහෙත් CMOS පරිපථවලට ලබා දෙන විදුලි සැපයුමේ වෝල්ටීයතාව 3 V සිට 15 V දක්වා වූ පරාසය තුළ ඇති යම් අගයක පවත්වා ගත හැකිය. TTL පරිපථ CMOS පරිපථවලට වඩා වේගවත් ව ක්‍රියා කරයි. (එහි සන්ධි ට්‍රාන්සිස්ටර යොදා තිබීම එයට හේතුවයි). එබැවින් අධි සංඛ්‍යාත සංඥා හසුරු වන පරිපථ සඳහා TTL යොදා ගැනීම වැදගත් වේ.

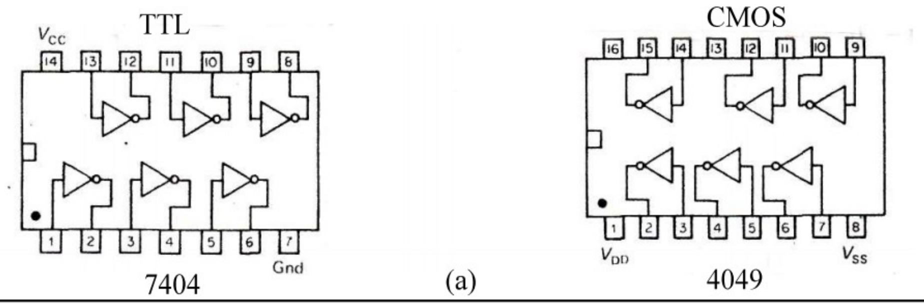
TTL ආකාරයේ සහ CMOS ආකාරයේ තාර්කික ද්වාර සංගෘහිත පරිපථ වශයෙන් නිෂ්පාදනය කර ඇත. අදාළ අංක සඳහන් කිරීමෙන් ඔබට ඒවා මිල දී ගත හැකිය. එවැනි සංගෘහිත පරිපථ කිහිපයක ඡායාරූප 4.24 රූපයේ දක්වා ඇත.



4.24 රූපය

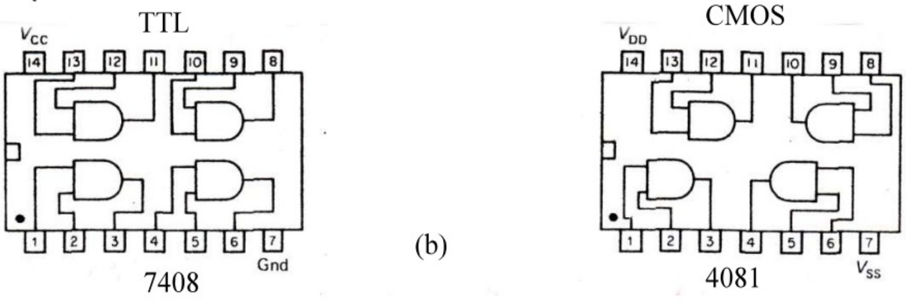
NOT, AND හා OR තාර්කික ද්වර සහිත TTL හා CMOS සංගෘහිත පරිපථවල අංක සහ ඒවායේ ද්වාර සැකැස්ම දැක්වෙන රූප සටහන් 4.25 (a), (b) හා (c) රූපවල දක්වා ඇත.

NOT ද්වාරය



(a)

AND ද්වාරය

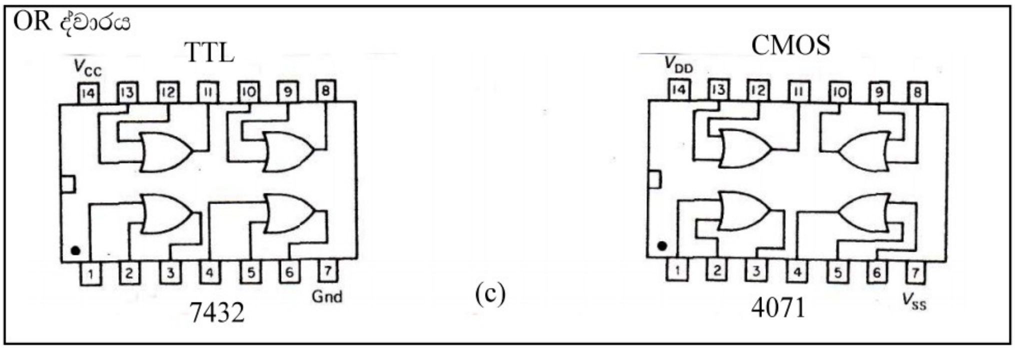


(b)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



4.25 රූපය

4.14 තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලසුම් කිරීම

පරිපථයකට ලබා දෙන සංඛ්‍යාංක සංඥා යම් තාර්කික ක්‍රියාවලියකට අනුව මෙහෙයවා, අවශ්‍ය ප්‍රතිදානය ලබා දීමට හැකි වන පරිදි වූ පරිපථ තාර්කික පරිපථ වශයෙන් හඳුන්වා දිය හැකි ය. තාර්කික පරිපථ සැලැසුම් කිරීමේ දී මූලික ව තාර්කික ද්වාර යෝග්‍ය පරිදි සංයුක්ත කර ගනු ලැබේ. එලෙස තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලැසුම් කිරීමේ දී ප්‍රධාන පියවර කිහිපයක් අනුගමනය කළ යුතු වේ. එනම්,

1. අදාළ ගැටලුව සඳහා තාර්කික ක්‍රියාවලි නිරූපණය කරන ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.
2. එම තාර්කික ක්‍රියාවලිය නිරූපණය කෙරෙන පරිදි සත්‍යතා වගුවක් පිළියෙල කිරීම.
3. එම සත්‍යතා වගුවට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.
4. එම බූලියානු ප්‍රකාශනයට අනුකූල ව ක්‍රියා කරන පරිදි තාර්කික ද්වාර භාවිතයෙන් පරිපථය සැලසුම් කිරීම.

තාර්කික ද්වාර පරිපථ සැලසුම් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය වඩාත් හොඳින් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා පළමු ව එය එක් එක් අදියරවලට අනුව සලකා බලමු. එම එක් එක් අදියරේ දී සිදු කෙරෙන ක්‍රියාවලි පහත සඳහන් පරිදි දැක්විය හැකිය.

1. දෙන ලද බූලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ වන සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.
2. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ වන බූලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.
3. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලැසුම් කිරීම.
4. දෙන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.
5. දෙන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථයකට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.
6. දෙන ලද බූලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලැසුම් කිරීම.
7. දෙන ලද අවශ්‍යතාවක් සපුරා ගැනීම පිණිස, දෙන ලද තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හැසිරෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.

1. දෙන ලද බූලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ වන සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම.

$F = A.B + \bar{A}.\bar{B}$ ප්‍රකාශනය සලකන්න.

එහි A හා B යනුවෙන් ප්‍රදාන දෙකකි.

ඒවා ඇසුරෙන් $A.B$ හා $\bar{A}.\bar{B}$ අවස්ථා ලබා ගෙන ඇත.

සත්‍යතා වගුව ලබා ගැනීම සඳහා මෙම සියලු අවස්ථා සලකමින් පහත දැක්වෙන පරිදි වගුවක් පිළියෙල කරමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$A.B$	$\bar{A}.\bar{B}$	$F = (A.B+\bar{A}.\bar{B})$
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 හා B සලකා $A.B$ ලිවීම
$\bar{A}$ හා $\bar{B}$ සලකා $\bar{A}.\bar{B}$ ලිවීම
$A.B$ හා $\bar{A}.\bar{B}$ සලකා F ලිවීම

ඉහත වගුව ඇසුරෙන් දැන් මූලික (සරල) සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි ලියා දක්වමු.

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2. **දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ වන බූලියානු ප්‍රකාශනය ලිවීම.**

උදාහරණයක් වශයෙන් පහත දැක්වෙන සත්‍යතා වගුවට අදාළ ව බූලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගනිමු.

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 හඳුනා ගනිමු. එනම්,

A	B	F
0	0	1
0	1	1

මෙය $F=\bar{A}.\bar{B}$ ලෙස දැක්විය හැකිය.
($A= 0$ හා $B= 0$ බැවින් $\bar{A}=1$හා $\bar{B}$ $=1$ වේ.
එනම් $\bar{A}.\bar{B}$ $=1.1=1$ වේ)

$F=\bar{A}.B$ ලෙස ලිවිය හැකිය.
($A= 0$ බැවින් $\bar{A}= 1$ වේ. $B =1$ වන බැවින්
$\bar{A}.B =1.1=1$ වේ)

$\bar{A}.\bar{B}$ හෝ $\bar{A}.B$ යන ඉහත දැක්වූ අවස්ථා දෙකෙන් කවර හෝ අවස්ථාවක දී $F =1$ වන බැවින්,

$F =\bar{A}.\bar{B} + \bar{A}.B$ වේ.

අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය වන්නේ මෙම ප්‍රකාශනයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

3. දෙන ලද සත්‍යතා වගුවකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.

උදාහරණයක් වශයෙන් පහත දැක්වෙන සත්‍යතා වගුව අනුව පරිපථය සැලසුම් කරමු.

A	B	F	
0	0	1	← $F = \bar{A}.\bar{B}$
0	1	1	← $F = \bar{A}.B$
1	0	0	
1	1	1	← $F = A.B$

පළමුව මීට 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 ඇත.)

මේ අනුව අදාළ ප්‍රකාශනය $F = \bar{A}.\bar{B} + \bar{A}.B + A.B$ වේ.

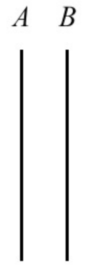
මෙහි ඇති ප්‍රදාන A හා B වේ.

ඒවායින් $\bar{A}.\bar{B}$, $\bar{A}.B$ හා $A.B$ ලබා ගත යුතු වේ.

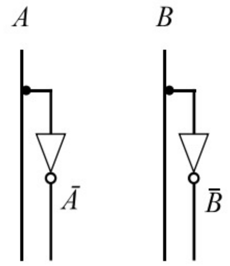
මේ සඳහා AND ද්වාර හා NOT ද්වාර අවශ්‍ය වේ.

අවසානයේ දී $\bar{A}.\bar{B} + \bar{A}.B + A.B$ ලබා ගැනීමට ප්‍රදාන තුනක් සහිත OR ද්වාරයක් අවශ්‍ය වේ. අදාළ පරිපථය පහත දැක්වෙන පරිදි පියවර වශයෙන් ගොඩනංවමු.

(i) A හා B ප්‍රදාන දක්වමු.



(ii) NOT ද්වාර භාවිතයෙන් $\bar{A}$ හා $\bar{B}$ ලබා ගනිමු.

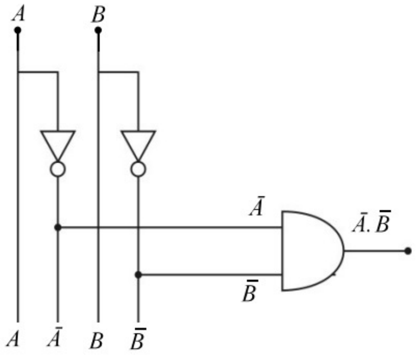


© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

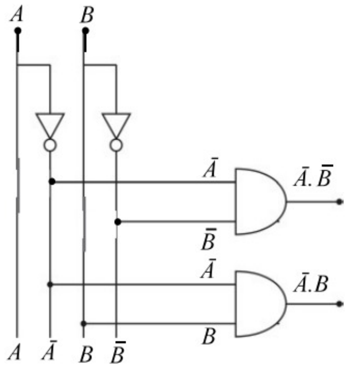
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

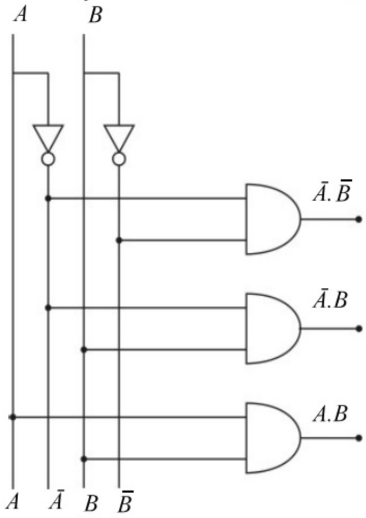
(iii) AND ද්වාරයක් භාවිතයෙන් $\bar{A}.\bar{B}$ ලබා ගනිමු.



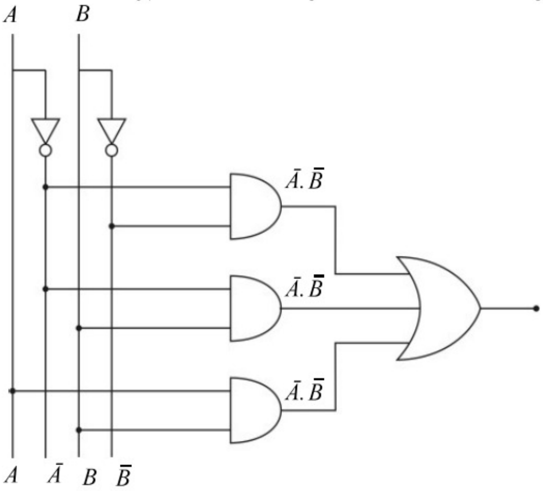
(iv) තව AND ද්වාරයක් භාවිත කර $\bar{A}.B$ ලබා ගනිමු.



(v) තවත් AND ද්වාරයක් භාවිත කර $A.B$ ලබා ගනිමු.



(vi) අවසන් වශයෙන් ප්‍රදාන 3ක් සහිත OR ද්වාරයක් භාවිතයෙන් $A.B + \bar{A}.\bar{B} + A.B$ ප්‍රතිදානය ලැබෙන සේ සම්පූර්ණ තාර්කික ද්වාර පරිපථය පහත දැක්වෙන පරිදි ඉදිරිපත් කරමු.



$$F = \bar{A}.\bar{B} + \bar{A}.B + A.B$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

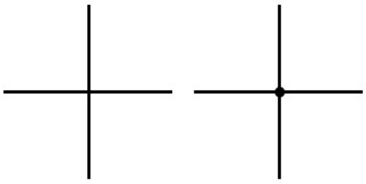
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සැලකිය යුතුයි.

මෙම පරිපථ සටහන් ඇඳීමේ දී සම්බන්ධක කම්බි එකිනෙක හරහා යැමේ දී ඒවා සම්බන්ධ වේ ද? සම්බන්ධ නොවේ ද? යන්න දැක්වීම සඳහා අනුගමනය කරන ක්‍රම දෙකක් වේ. එනම්,

(i)

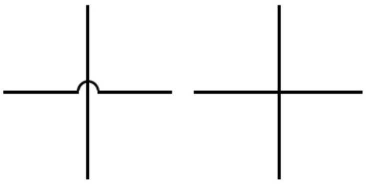


සම්බන්ධ නොවීම (a) සම්බන්ධ වීම (b)

මෙම ක්‍රමයේ දී (a) රූපයේ ඇති පරිදි දක්වනු ලබන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ නොවී එකිනෙක හරහා යන කම්බි යුගලයකි.

(b) රූපයේ ඇති පරිදි දක්වනු ලබන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ වී එකිනෙක හරහා යන කම්බි යුගලයකි.

(ii)



සම්බන්ධ නොවීම (a) සම්බන්ධ වීම (b)

මෙම ක්‍රමයේ දී (a) රූපයේ ඇති ආකාරයට දක්වන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ නොවී තිබීමයි.

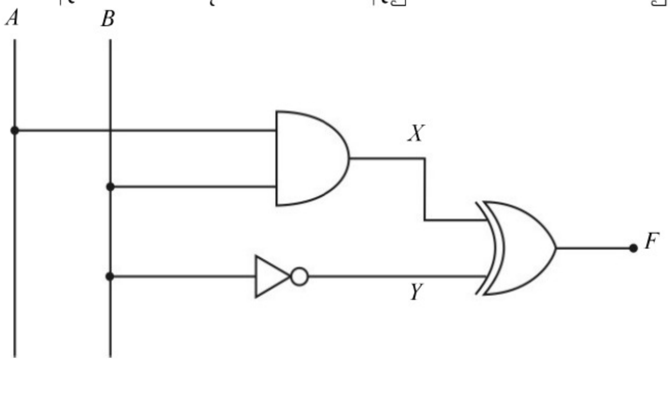
(b) රූපයේ ඇති ආකාරයට දක්වන්නේ එකිනෙකට සම්බන්ධ වී තිබීමයි. (මෙම ක්‍රමය වර්තමානයේදී බොහෝ විට භාවිත නොවේ)

මෙම ග්‍රන්ථයේ මින් ඉදිරියේ දී භාවිත කර ඇත්තේ ඉහත සඳහන් (i) ක්‍රමය බව විශේෂයෙන් සලකන්න.

ඉහත අප සැලැසුම් 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. මෙලෙස යම් ද්වාර ප්‍රතිදානයක් වෙනත් ද්වාරවලට ප්‍රදානයන් සේ ලබා දීමේ දී එම මුල් ද්වාර ප්‍රතිදානයේ වෝල්ටීයතා මට්ටමේ අඩු වීමක් ඇති විය හැකිය. ඉන් එම ප්‍රතිදානයට අදාළ තාර්කික සංඥාව කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති විය හැකිය. ප්‍රතිදාන තාර්කික සංඥාවට 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 ලද 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.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිපථයේ X සහ Y ස්ථානවල ඇති ප්‍රතිදාන බූලියානු ප්‍රකාශන මගින් දක්වමු.

$X = A.B$
$Y= \bar{B}$
XOR ද්වාරයට ප්‍රදාන ලෙස X හා Y ලබා දී ඇති බැවින්,
$F = X \oplus Y$
$\therefore F= A.B \oplus \bar{B}$

මීළඟට A,B ප්‍රදාන සහ F ප්‍රදානයට අමතරව $A.B$ සහ $\bar{B}$ ඇතුළත් වන විස්තරාත්මක වගුවක් ගොඩනංවමු.

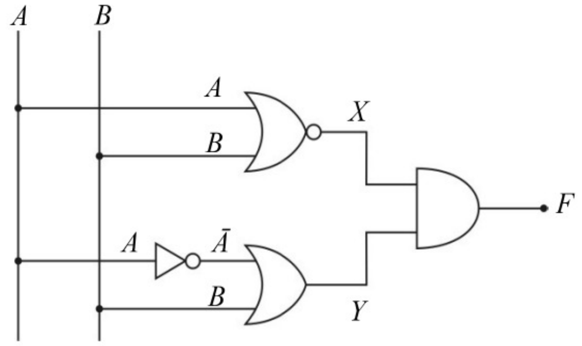
A	B	$A.B$	$\bar{B}$	$F= A.B \oplus \bar{B}$
0	0	0	1	1
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1
1	1	1	0	1

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 බූලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම.**

පහත දැක්වෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථය සලකන්න.



මෙහි,
NOR ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$X = \overline{A+B}$$

OR ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$Y = \bar{A} + B$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

AND ද්වාරය සැලකීමෙන්,

$$F = X.Y$$
$$= (\overline{A+B}) . (\bar{A} + B)$$

$\therefore$ අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය $F = (\overline{A+B}) . (\bar{A} + B)$ වේ.

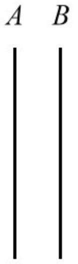
6. දෙන ලද බූලියානු ප්‍රකාශනයකට අදාළ තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් කිරීම.

පහත දැක්වෙන බූලියානු ප්‍රකාශනය සලකමු.

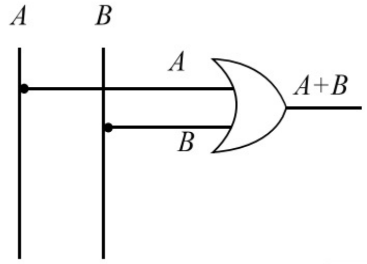
$$F = (A+B) . (\overline{\bar{A}+B})$$

පරිපථය සැලසුම් කිරීම (මෙහි මින් පෙර 3. අවස්ථාව යටතේ ද මෙවැන්නක් විස්තර කර ඇත.)

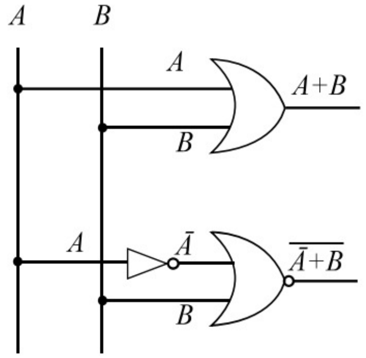
(i) ප්‍රදාන දැක්වීම



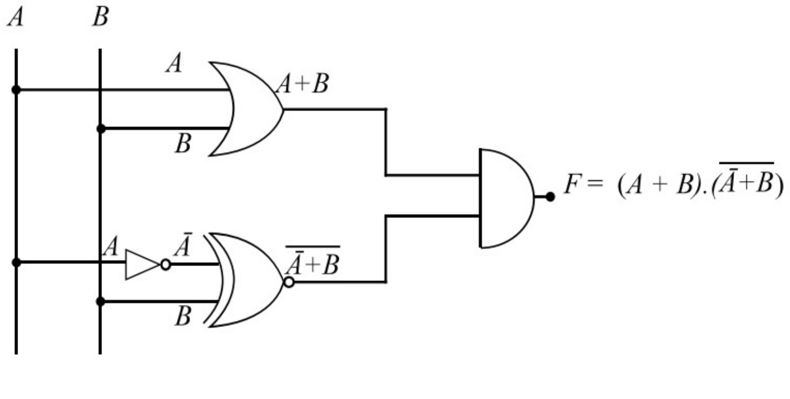
(ii) OR ද්වාරයක් මගින් $A+B$ ලබා ගනිමු.



(iii) NOT ද්වාරයක් භාවිතයෙන් $\bar{A}$ ලබාගෙන NOR ද්වාරයක් මගින් $\overline{\bar{A}+B}$ ලබා ගැනීම.



(iv) අවසන් වශයෙන් AND ද්වාරයක් භාවිතයෙන් F ප්‍රතිදානය ලබා දෙන පරිපථය ඇඳීම.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

7. **දෙන ලද අවශ්‍යතාවක් සපුරා ගැනීම පිණිස, දෙන ලද තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හැසිරෙන තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලසුම් 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 කාලයේ දී (අඳුරේ දී) ප්‍රධාන විදුලිය නොමැති විටෙක පමණක් පහන දැල්වීම.
(ii) දිවා කාලයේ දී (ආලෝකයේ දී) ප්‍රධාන විදුලිය ඇතත් නැතත් පහන නිවී තිබීම.

මේ සඳහා පහත දැක්වෙන A හා B තිර්කික ප්‍රතිදාන සංඥා ලබා දෙන සංවේදක දෙකක් සපයා ඇත.

ප්‍රධාන විදුලිය ඇති විට $A = 1$
ප්‍රධාන විදුලිය නොමැති විට $A = 0$

රාත්‍රියේ දී (අඳුරේදී) $B = 1$
දිවා කාලයේ දී (ආලෝකයේ දී) $B = 0$

අවශ්‍ය තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව පහන දල්වා ගැනීම පිණිස ඉහත (i) අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානය 1 ($F = 1$) වන පරිදි සහ ඉහත (ii) අවස්ථාවේ දී ප්‍රතිදානය 0 ($F = 0$) වන පරිදි F ප්‍රතිදානයක් ලබා ගත යුතු ව ඇත.

A හා B ප්‍රදාන වශයෙන් ද F ප්‍රතිදානය වශයෙන් ද ගෙන ඉහත (i) හා (ii) තත්ත්ව සපුරා ලන පරිදි තාර්කික ද්වාර පරිපථයක් සැලැසුම් කරමු.

මේ සඳහා පළමු ව සත්‍යතා වගුව පිළියෙල කළ යුතු වේ. ඉහත (i) හා (ii) තත්ත්ව අනුව ඊට අදාළ තර්කනය වනුයේ ''A **ප්‍රදානය** 0 **ද** B **ප්‍රදානය** 1 **ද වන විට පමණක්** F **ප්‍රතිදානය** 1 **විය යුතුය**'' යන්නයි.
අදාළ සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.

A	B	F	
0	0	0	← $A = 0$ (විදුලිය නැත), $B = 0$ (දිවා කාලය) නිසා $F = 0$ (පහන නිවීම)
0	1	1	← $A = 0$ (විදුලිය නැත), $B = 1$ (රාත්‍රී කාලය) නිසා $F = 1$ (පහන දැල්වීම)
1	0	0	← $A = 1$ (විදුලිය ඇත), $B = 0$ (දිවා කාලය) නිසා $F = 0$ (පහන නිවීම)
1	1	0	← $A = 1$ (විදුලිය ඇත), $B = 1$ (රාත්‍රී කාලය) නිසා $F = 0$ (පහන නිවීම)

දැන් මීට අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය ලබා ගනිමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ සඳහා $F = 1$ වන අවස්ථා පමණක් සැලකිය යුතු වේ. මෙහිදී එවැනි අවස්ථා ඇත්තේ එකක් පමණි. එනම්,

A	B	F
0	1	1

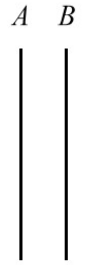
← මෙය $\bar{A}.B$ මගින් දැක්විය හැකි ය. ($A = 0$ විට $\bar{A} = 1$ වන බැවින් ද $B = 1$ ලෙස ඇති බැවින් ද $\bar{A}.B = 1.1 = 1$ වන හෙයින්

එබැවින් අදාළ බූලියානු ප්‍රකාශනය

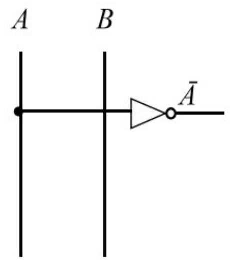
$F = \bar{A}.B$ වේ.

අවසන් පියවර වශයෙන් මෙම බූලියානු ප්‍රකාශනයට අදාළ ව තාර්කික ද්වාර පරිපථය සැලසුම් කරමු.

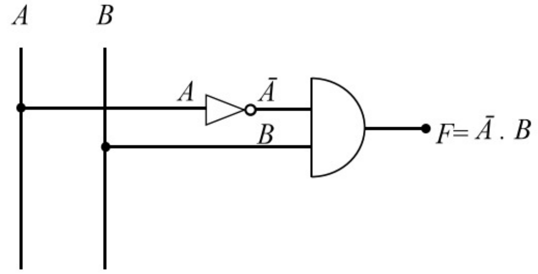
මුලින් ම A හා B ප්‍රදාන නිරූපණය කරමු.



මීළඟට NOT ද්වාරයක් භාවිතයෙන් $\bar{A}$ ලබා ගනිමු



අවශ්‍ය F ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට AND ද්වාරයක් භාවිතයෙන් $\bar{A}.B$ ලබා ගනිමු.



මෙම F ප්‍රතිදානය මගින් විදුලි පහන දැල්වීමට යොදා ගැනෙන ස්විච්චිකරණ පරිපථය ක්‍රියා කරවූ විට ඉහත තත්ත්වයන්ට අනුකූල ව හදිසි දැල්වුම් පහන දැල්වීම සිදු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

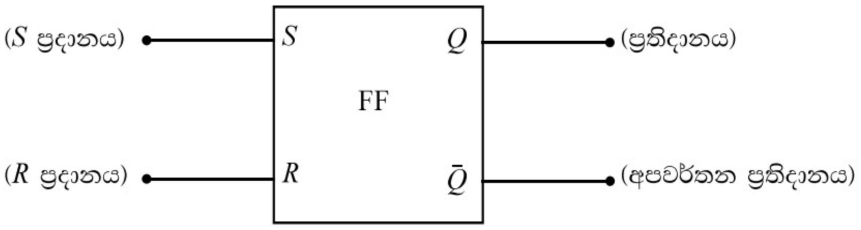
4.15 අනුක්‍රමික තාර්කික පරිපථ

මෙතෙක් සලකා බලන ලද තාර්කික ද්වාර පරිපථවල යම් අවස්ථාවක දී ප්‍රතිදානය තීරණය වූයේ එම අවස්ථාවේ දී පවතින ප්‍රදානයන් අනුව ය. එලෙස ප්‍රතිදානය තීරණය වන අන්දමේ තාර්කික පරිපථ හඳුන්වනු ලබන්නේ සංයුක්ත තාර්කික පරිපථ (Combinational Logic Circuits) යනුවෙනි. එහෙත් යම් අවස්ථාවක දී ඇති වන ප්‍රතිදානය එම අවස්ථාවේ දී පවතින ප්‍රදානයන් මත පමණක් නොව, ඉන් පෙර අවස්ථාවේ දී පැවති ප්‍රතිදානය මත ද තීරණය වන අන්දමේ තාර්කික පරිපථ විශේෂයක් ද ඇත. එවැනි පරිපථවලට එහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානය පිළිබඳ මතකයක් ඇත. මේ අන්දමේ තාර්කික පරිපථ අනුක්‍රමික තාර්කික පරිපථ (Sequential Logic Circuits) යනුවෙන් හැඳින්වේ.

4.16 පිළිපොළය (Flip-Flop)

අනුක්‍රමික තාර්කික පරිපථ ගණයට අයත් වන මූලික පරිපථයක් සේ පිළිපොළය දැක්විය හැකිය. එහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානය පිළිබඳ මතකයක් එයට ඇති බැවින්, ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක මතකය ගබඩා කොට පවත්වා ගත හැකි මතක මූලිකාංගයක් (Memory element) වශයෙන් පිළිපොළය (Flip-Flop) හඳුන්වා දිය හැකිය. තනි තාර්කික ද්වාරයක මතකයක් ගබඩා කළ නොහැකි වුව ද තාර්කික ද්වාර කිහිපයක් භාවිතයෙන් විශේෂයෙන් සකසා ගත හැකි පිළිපොළක් තුළ ද්විමය 1 හෝ 0 ගබඩා කර තැබිය හැකිය. එමෙන්ම අවශ්‍ය විටෙක එය කියවා ගැනීම ද කළ හැකිය. පිළිපොළ ආකාර කිහිපයක් ඇති අතර සරල ආකාරයෙන් වන මූලික පිළිපොළයක් වන **පිහිටුම්** (Set) - **ප්‍රතිපිහිටුම්** (Reset) **පිළිපොළය** (S-R Flip-Flop) පිළිබඳව මීළඟට විමසා බලමු.

S-R පිළිපොළයක ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකක් පවතින අතර ඒවා *S* ප්‍රදානය හා *R* ප්‍රදානය ලෙස නම් කෙරේ. *S* ප්‍රදානය "පිහිටුම්" (Set) ප්‍රදානය යනුවෙන් ද *R* ප්‍රදානය "ප්‍රතිපිහිටුම්" (Reset) ප්‍රදානය යනුවෙන් ද හැඳින්වේ. පිළිපොළයේ ප්‍රතිදාන අග්‍ර 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 පිළිපොළ වෙනත් පරිපථ උපාංගයක් සමග සම්බන්ධ කිරීමේ දී අපගේ අවශ්‍යතාවට අනුව Q හෝ $\bar{Q}$ ප්‍රතිදාන සංඥාව භාවිතයට ගත හැකි වීම පිණිසයි. *S-R* පිළිපොළයක පරිපථ සංකේතය 4.26 රූපයේ දක්වා ඇත.



4.26 රූපය

4.16.1 *S-R* පිළිපොළයක් සකසා ගැනීම

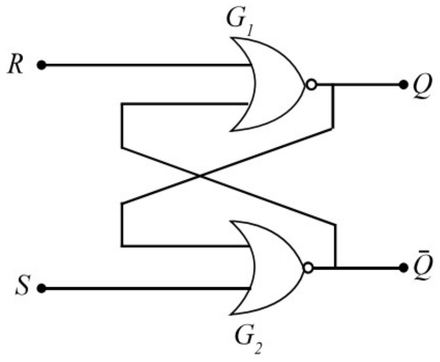
NOR ද්වාර දෙකක් යෝග්‍ය පරිදි සංයුක්ත කර ගැනීමෙන් *S-R* පිළිපොළයක් සකසා ගත හැකිය. නව ප්‍රතිදානය කෙරෙහි පෙර පැවති ප්‍රතිදානයේ ද බලපෑම ලබා ගැනීම සඳහා එහි ප්‍රතිදානය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රතිපෝෂණයක් සේ ප්‍රදානයට ලබා දීම සිදු කෙරේ. එලෙස NOR දෙකක් භාවිත කර සකසා ගත් *S-R* පිළිපොළයක තාර්කික ද්වාර පරිපථය 4.27 රූපයේ දක්වා ඇත.

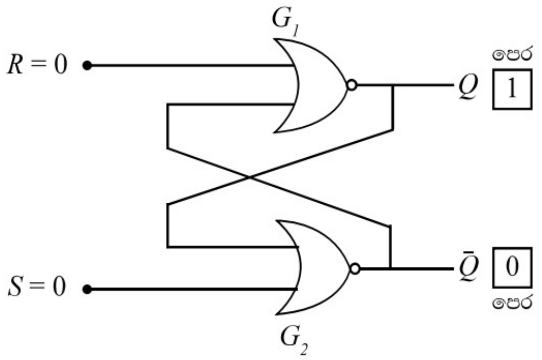


4.27 රූපය

මෙම පිළිපොළයේ ක්‍රියාකාරිත්වය විමසා බැලීම සඳහා එම පිළිපොළ වෙත S හා R ප්‍රදාන ලබා දිය හැකි විවිධ ආකාර සලකා බලමු.

1. $\boldsymbol{S = 0, R = 0}$ **ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (නොවෙනස් අවස්ථාව)**

මෙම ප්‍රදානයන්ට අනුව ප්‍රතිදානවල ඇති වන වෙනස විමසා බැලීමට 4.28 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය යොදා ගනිමු. එහිදී Q හා $\bar{Q}$ ප්‍රතිදානවල පෙර පැවති තාර්කික මට්ටම් කොටු කර දක්වා ඇත.



4.28 රූපය

G_1 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ($R = 0$ බැවින්) ද අනෙක් ප්‍රදානය ද 0 ලෙස ($\bar{Q}_{පෙර} = 0$ බැවින්) ද ලැබී ඇති බැවින් G_1 ද්වාරයේ නව ප්‍රතිදානය $Q_{නව} = 1$ වේ.

G_2 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ($S = 0$ බැවින්) ද අනෙක් ප්‍රදානය 1 ලෙස ($Q_{පෙර} = 1$ බැවින්) ද ලැබී ඇති බැවින් G_2 ද්වාරයේ නව ප්‍රතිදානය $\bar{Q}_{නව} = 0$ වේ.

මේ අනුව දැන් පිළිපොළයේ නව ප්‍රතිදාන $Q_{නව} = 1$ හා $\bar{Q}_{නව} = 0$ වශයෙන් ස්ථාවර ව පවතී. එනම් පෙර පැවති ප්‍රතිදාන තත්ත්ව ම නොවෙනස් ව පවතී.

මෙම පිළිපොළයෙහි 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.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම ප්‍රතිඵල පහත පෙන්වා ඇති අයුරින් සරල වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

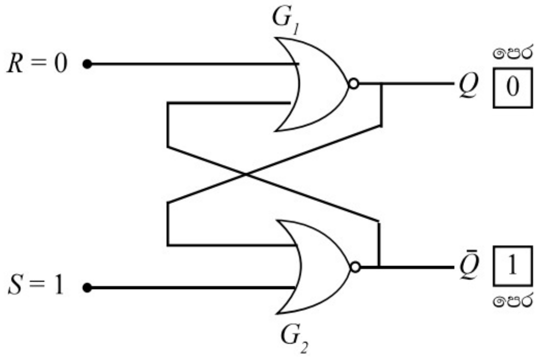
S	R	Q_{n+1}	$\bar{Q}_{n+1}$
0	0	Q_n	$\bar{Q}_n$

← පෙර පැවති ප්‍රතිදානම නොවෙනස් ව පවතී. **මෙය ප්‍රතිදානවල නොවෙනස් අවස්ථාවයි.**

මෙහි $Q_n, \bar{Q}_n$ යනු පෙර පැවති ප්‍රතිදාන ද $Q_{n+1}, \bar{Q}_{n+1}$ යනු නව ප්‍රතිදාන ද වේ. මේ අනුව $S = 0$ හා $R = 0$ සේ ප්‍රදාන ලබා දී ඇති විට පිළිපොළයෙහි නව ප්‍රතිදාන වන්නේ පෙර පැවති ප්‍රතිදානම බව වගුවෙන් දැක්වේ. ($Q_{n+1} = Q_n$ ලෙස ද $\bar{Q}_{n+1} = \bar{Q}_n$ ලෙස ද ඇත.)

$S = 0$, $R = 0$ යන ප්‍රදාන අවස්ථාව පිළිපොළයේ ප්‍රතිදානවල "**නොවෙනස් අවස්ථාව**" වේ.

2. $S = 1$ හා $R = 0$ ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (පිහිටුම් අවස්ථාව)



4.29 රූපය

4.29 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි G_2 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද ($S = 1$ බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ($Q_{පෙර} = 0$ බැවින්) එහි නව ප්‍රතිදානය $\bar{Q}_{නව} = 0$ වේ. දැන් G_1 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ද ($R = 0$ බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානයත් 0 ලෙස ද ($\bar{Q}_{නව} = 0$ බැවින්) යෙදෙන බැවින් එහි නව ප්‍රතිදානය $Q_{නව} = 1$ වේ. මේ අනුව පිළිපොළයේ නව ප්‍රතිදාන $Q_{නව} = 1$ හා $\bar{Q}_{නව} = 0$ සේ ලැබේ.

පිළිපොළයේ පෙර ප්‍රතිදාන $Q_{පෙර} = 1$ හා $\bar{Q}_{පෙර} = 0$ ලෙස පැවැති අවස්ථාවක දී වුව ද $S = 1$, $R = 0$ ලෙස ප්‍රදාන යෙදූ විට එහි නව ප්‍රතිදාන $Q_{නව} = 1$ හා $\bar{Q}_{නව} = 0$ 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 ප්‍රතිදාන (Q_n හා $\bar{Q}_n$) කවරයක් වුව ද $Q_{නව}$ ප්‍රතිදාන එනම් Q_{n+1} හා $\bar{Q}_{n+1}$ පිළිවෙළින් 1 හා 0 වේ. **මෙය ප්‍රතිදානවල පිහිටුම් (Set) අවස්ථාවයි.**

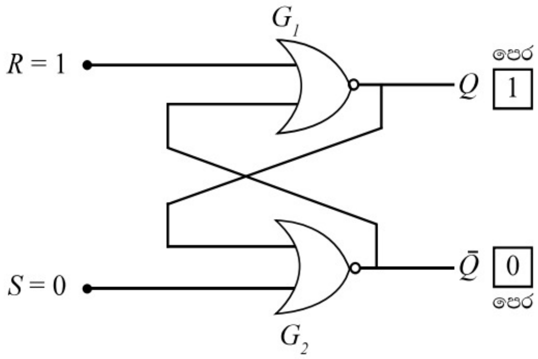
මේ අනුව $S = 1$ හා $R = 0$ ලෙස පිළිපොළයට ප්‍රදාන ලබා දී ඇති විට පෙර පැවති ප්‍රතිදාන කවරක් වුව ද පිළිපොළ පිහිටුම් අවස්ථාවට පත් වේ. පිළිපොළෙහි පිහිටුම් අවස්ථාව යනු එහි නව ප්‍රතිදාන $Q_{n+1} = 1$ හා $\bar{Q}_{n+1} = 0$ වන අවස්ථාවයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3' **$S = 0$ හා $R = 1$ ලෙස ප්‍රදාන යෙදීම (ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව)**



4.30 රූපය

4.30 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි G_1 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද ($R = 1$ බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ($\bar{Q}_{පෙර} = 0$ බැවින්) ලැබෙන බැවින් G_1හි නව ප්‍රතිදානය $Q_{නව} = 0$ වේ. දැන් G_2 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 0 ලෙස ද ($S = 0$ බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානයත් 0 ලෙස ද ($Q_{නව} = 0$ බැවින්) යෙදී ඇති බැවින් G_2හි නව ප්‍රතිදානය $\bar{Q}_{නව} = 1$ වේ. මේ අනුව පිළිපොළයේ නව ස්ථාවර ප්‍රතිදාන $Q_{නව} = 0$ හා $\bar{Q}_{නව} = 1$ ලෙස ලැබේ. ($\bar{Q}_{නව} = 1$ තත්ත්වය යටතේ ද $\bar{Q}_{නව} = 0$ තත්ත්වය ම ලැබේ)

පිළිපොළයේ පෙර ප්‍රතිදාන $Q_{පෙර} = 0$ හා $\bar{Q}_{පෙර} = 1$ ලෙසින් පැවති අවස්ථාවක දී වුව ද $S = 0$, $R = 1$ ලෙස ප්‍රදාන ලබා දුන් විට පිළිපොළයේ නව ප්‍රතිදාන $Q_{නව} = 0$ හා $\bar{Q}_{නව} = 1$ ලෙස ස්ථාවර වන බව පෙන්වා දිය හැකිය.

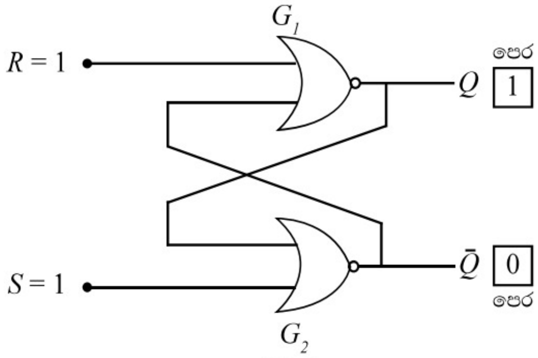
මෙම ප්‍රතිඵලය පහත දැක්වෙන පරිදි සරල වගුවකින් ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

S	R	Q_{n+1}	$\bar{Q}_{n+1}$
0	1	0	1

← පෙර පැවති ප්‍රතිදාන කවරයක් වුව ද Q හා $\bar{Q}_n$හි නව ප්‍රතිදාන ε Q_{n+1} හා $\bar{Q}_{n+1}$ පිළිවෙළින් 0 හා 1 වේ. **මෙය ප්‍රතිදානවල ප්‍රතිපි: (Reset)** අවස්ථාවයි.

මේ අනුව $S = 0$ හා $R = 1$ ලෙස පිළිපොළයට ප්‍රදාන ලබා දුන් විට පෙර පැවති ප්‍රතිදාන කවරක් වුව ද පිළිපොළ ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාවට පත් වේ. පිළිපොළයේ 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 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.31 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි G_1 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද (R = 1 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ($\bar{Q}_{පෙර}$= 0 බැවින්) යෙදී ඇති බැවින් එහි නව ප්‍රතිදානය $Q_{නව}$=0 වේ. දැන් G_2 - NOR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් 1 ලෙස ද (S = 1 බැවින්) අනෙක් ප්‍රදානය 0 ලෙස ද ($Q_{නව}$= 0 බැවින්) යෙදෙන හෙයින් එහි නව ප්‍රතිදානය $\bar{Q}_{නව}$= 0 වේ. පිළිපොළයේ පෙර ප්‍රතිදාන $Q_{පෙර}$ = 0 හා $\bar{Q}_{පෙර}$= 1 ලෙස පැවතිය ද S = 1 හා R = 1 ලෙස ප්‍රදාන ලබා දුන හොත් පිළිපොළෙහි නව ප්‍රතිදාන $Q_{නව}$ = 0 හා $\bar{Q}_{නව}$= 0 ලෙස ම ප්‍රතිදාන ලැබෙන බව පෙන්වා දිය හැකි ය.

එහෙත් මෙහිදී මතු වන මූලික ගැටලුවක් වේ. එනම් පිළිපොළයේ ක්‍රියාකාරිත්වයේ දී අවශ්‍යයෙන් ම තිබිය යුතු තත්ත්වයක් වන Q හා $\bar{Q}$ ප්‍රතිදාන එකිනෙකට අපවර්ත (Inverting) ආකාරයට පැවතීම මෙහිදී ඉටු නොවීමයි. Q = 0 හා $\bar{Q}$ = 0 වීම මෙම තත්ත්වයට පටහැනි වේ. එබැවින් පිළිපොළයෙහි මූලික හැසිරීමට පටහැනි වන පරිදි ප්‍රතිදාන ලබා දෙන මෙම ප්‍රදාන, එනම් S = 1 හා R = 1 යන ප්‍රදාන පිළිපොළ වෙත යොමු කිරීම කිසි විටෙකත් සිදු නොකරන අතර එම ප්‍රදාන තත්ත්වය ''**වලංගු නොවන අවස්ථාව**'' යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

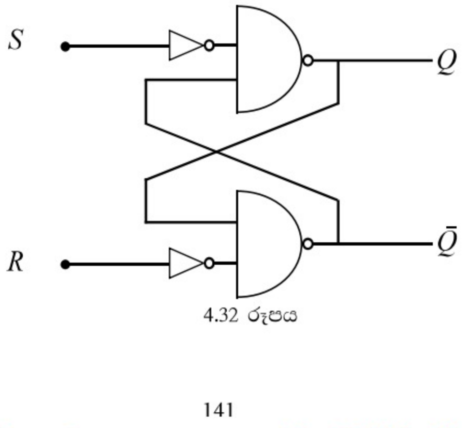
මෙහි ඉහත 1, 2, 3 හා 4 අවස්ථාවල දී ඉදිරිපත් කරන ලද සරල වගු හතර භාවිතයෙන් S - R පිළිපොළයක් සඳහා වන සත්‍යතා වගුව පහත දක්වා ඇති පරිදි ඉදිරිපත් කළ හැකිය.

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	පිහිටුම
0	1	0	1	ප්‍රතිපිහිටුම
1	1	-	-	වලංගු නොවීම

මෙහි Q_{n+1} හා $\bar{Q}_{n+1}$ යනු අදාළ ප්‍රදාන යොමු කළ විට පිළිපොළයෙන් ලබා දෙන ''නව ප්‍රතිදාන'' වේ. Q_n හා $\bar{Q}_n$ යනු එම නව ප්‍රතිදාන ලැබීමට පෙර අවස්ථාවේ දී පිළිපොළයේ පැවති ''පෙර ප්‍රතිදාන'' වේ.

4.16.2 NAND ද්වාර භාවිතයෙන් පිළිපොළක් තනා ගැනීම

NOR ද්වාර වෙනුවට NAND ද්වාර යොදා ගනිමින් ද පිළිපොළක් තනා ගත හැකිය. එහෙත් එහිදී S හා R ප්‍රදාන යොමු කිරීමේ දී ඒවා NOT ද්වාර දෙකක් යොදා ගනිමින් අපවර්තනය කර ගත යුතු වේ. එවැනි පිළිපොළයක් තනා ගන්නා අයුරු 4.32 රූපයේ දී ඇති තාර්කික ද්වාර පරිපථයේ දක්වා ඇත.



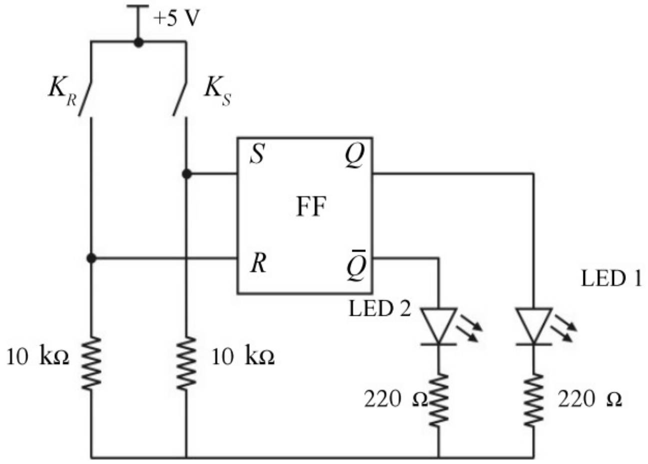
4.32 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි ක්‍රියාකාරිත්වය ද NOR ද්වාර යොදා තනා ගත් පිළිපොළයේ ක්‍රියාකාරිත්වයට සමාන වේ. S හා R සඳහා යෝග්‍ය ප්‍රදාන ලබා දෙමින් ($S = 1$ හා $R = 1$ අවස්ථාව හැර) මෙම පිළිපොළයේ Q හා $\bar{Q}$ ප්‍රතිදාන ලැබිය යුතු ආකාරය තීරණය කිරීමට ඔබට හැකි දැයි උත්සාහ කර බලන්න. පිළිපොළයක ක්‍රියාකාරිත්වය තව දුරටත් අවබෝධ කර ගැනීම සඳහා 4.33 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය යොදා ගනිමු.



4.33 රූපය

පිළිපොළය වෙත සපයන S හා R ප්‍රදාන නිශ්චිත විය යුතු ය. එබැවින් එම ප්‍රදාන අග්‍ර විවෘත ව තැබීම කරනු නො ලැබේ. මෙහිදී K_S හා K_R යතුරු විවෘත (OFF) ඇති විට S හා R ප්‍රදාන 10 kΩ ප්‍රතිරෝධක ඔස්සේ ශුන්‍ය වෝල්ටීයතාව ලැබේ. එනම් $S = 0$ හා $S = \mathrm{R}$ ලෙස නිශ්චිත ව පවතී. K_S හෝ K_R යතුරක් වැසූ (ON) විට එම වැසූ යතුර ඔස්සේ අදාළ S හෝ R ප්‍රදානය වෙත +5 V වෝල්ටීයතාව සැපයේ. එනම් $S = 1$ හෝ $R = 1$ ලෙස නිශ්චිත ප්‍රදාන ලබා දිය හැකිය.

එබැවින්,

K_S විවෘත (OFF) විට $S = 0$ ද,
K_S වැසූ (ON) විට $S = 1$ ද ලෙස නිශ්චිත ව ලැබේ.

එමෙන්ම,

K_R විවෘත (OFF) විට $R = 0$ ද,
K_R වැසූ (ON) විට $R = 1$ ද ලෙස නිශ්චිත ව ලැබේ.

මෙහිදී K_S හා K_R යතුරු දෙක ම එකවර වසා නො තිබීමට වග බලා ගත යුතුය. නොඑසේ නම් $S = 1$ හා $R = 1$ යන වලංගු නොවන ප්‍රදාන තත්ත්වය ඇති වේ.

මෙම පරිපථයේ දැක්වෙන පිළිපොළයේ $Q = 1$ ප්‍රතිදානය 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 හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් 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	පෙර පැවති අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	විවෘත ව (OFF)	0	0	දැල් වී ඇත	නිවී ඇත	1	0	නොවෙනස් අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	වසා (ON)	0	1	නිවී ඇත	දැල් වී ඇත	0	1	ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව
වසා (ON)	විවෘත ව (OFF)	1	0	දැල් වී ඇත	නිවී ඇත	1	0	පිහිටුම් අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	විවෘත ව (OFF)	0	0	දැල් වී ඇත	නිවී ඇත	1	0	නොවෙනස් අවස්ථාව
වසා (ON)	විවෘත ව (OFF)	1	0	දැල් වී ඇත	නිවී ඇත	1	0	පිහිටුම් අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	වසා (ON)	0	1	නිවී ඇත	දැල් වී ඇත	0	1	ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	විවෘත ව (OFF)	0	0	නිවී ඇත	දැල් වී ඇත	0	1	නොවෙනස් අවස්ථාව
විවෘත ව (OFF)	වසා (ON)	0	1	නිවී ඇත	දැල් වී ඇත	0	1	ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාව

විසඳූ අභ්‍යාසය 1

ඉහත වගුව මනාව අධ්‍යයනය කිරීමෙන් පසු පහත දැක්වෙන වගුව සම්පූර්ණ කරන්න. S-R පිළිපොළයට සපයන S හා R ප්‍රදාන වෙනස් කරන විට ඉන් ලැබෙන Q හා $\bar{Q}$ ප්‍රතිදාන පිළිබඳව එම වගුවෙන් දැක්වීමට හැකිය.

	S	R	Q	$\bar{Q}$	
1)			1	0	← පෙර පැවති ප්‍රතිදානය
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			

විසඳුම : වගුවේ,

1) පේළියෙන් පිළිපොළයේ පෙර පැවති ප්‍රතිදාන දක්වා ඇත.

2) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 0$ බැවින් එය පිළිපොළයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් පෙර පැවති ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව පවතී. $\therefore Q = 1,\ \bar{Q} = 0$ වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 1$ බැවින් එය පිළිපොළයේ ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාවයි.
$\therefore\ Q = 0,\ \bar{Q} = 1$ වේ.

4) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 0$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් මින් පෙර 3) පේළියේ දැක්වෙන අවස්ථාවේ දී තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.
$\therefore\ Q = 0,\ \bar{Q} = 1$ වේ.

5) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 1, R = 0$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ පිහිටුම් අවස්ථාවයි.
$\therefore\ Q = 1,\ \bar{Q} = 0$ වේ.

6) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 0$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් මින් පෙර 5) පේළියේ ඇති අවස්ථාවේ තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.
$\therefore\ Q = 1,\ \bar{Q} = 0$ වේ.

7) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 1$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාවයි.
$\therefore\ Q = 0,\ \bar{Q} = 1$ වේ.

8) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 0$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ නොවෙනස් අවස්ථාවයි. එබැවින් මින් පෙර 7) පේළියේ ඇති අවස්ථාවේ තිබූ ප්‍රතිදාන ම නොවෙනස් ව පවතී.
$\therefore\ Q = 0,\ \bar{Q} = 1$ වේ.

9) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 0, R = 1$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ ප්‍රතිපිහිටුම් අවස්ථාවයි.
$\therefore\ Q = 0,\ \bar{Q} = 1$ වේ.

10) පේළිය සලකන්න. එහි $S = 1, R = 0$ වේ. මෙය පිළිපොළයේ පිහිටුම් 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	0	← පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව
3)	0	1	0	1	← ප්‍රතිපිහිටුම
4)	0	0	0	1	← පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව
5)	1	0	1	0	← පිහිටුම
6)	0	0	1	0	← පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව
7)	0	1	0	1	← ප්‍රතිපිහිටුම
8)	0	0	0	1	← පෙර ප්‍රතිදාන නොවෙනස් ව
9)	0	1	0	1	← ප්‍රතිපිහිටුම
10)	1	0	1	0	← පිහිටුම

4.16.3 කාල රූපසටහන්

S - R පිළිපොළයකට වලංගු විවිධ ප්‍රදාන ලබා දුන් විට එහි ප්‍රදානවල හා ප්‍රතිදානවල තාර්කික මට්ටම් නිරූපණය කිරීම සඳහා කාල - රූපසටහන් යොදා ගනු ලැබේ.

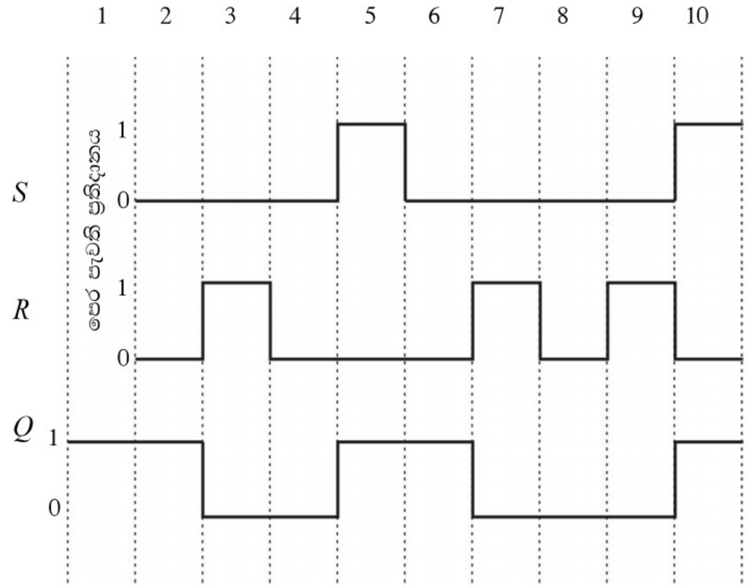
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහිදී සමාන කාල ප්‍රාන්තර සලකමින් 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 තාර්කික මට්ටම මෙම කාල - රූපසටහන් මගින් දක්වනු ලැබේ.

කාල - රූපසටහනක් ලබා ගන්නා ආකාරය වටහා ගැනීම පිණිස ඉහත අප සම්පූර්ණ කළ වගුවේ දැක්වෙන ආකාරයට S හා R ප්‍රදාන ලබා දුන් විට එහි ප්‍රතිදානය (Q) පවතින අන්දම පහත දැක්වෙන පරිදි කාල - රූපසටහනක් මගින් දක්වමු.



ඒ 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 ප්‍රතිපිහිටුම් වේ.	$\therefore Q = 0$
4	$S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි.	$\therefore Q = 0$
5	$S = 1, R = 0$ බැවින් පිහිටුම් වේ.	$\therefore Q = 1$
6	$S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි.	$\therefore Q = 1$
7	$S = 0, R = 1$ බැවින් ප්‍රතිපිහිටුම් වේ.	$\therefore Q = 0$
8	$S = 0, R = 0$ බැවින් නොවෙනස් අවස්ථාවයි.	$\therefore Q = 0$
9	$S = 0, R = 1$ බැවින් ප්‍රතිපිහිටුම් වේ.	$\therefore Q = 0$
10	$S = 1, R = 0$ බැවින් පිහිටුම් වේ.	$\therefore Q = 1$

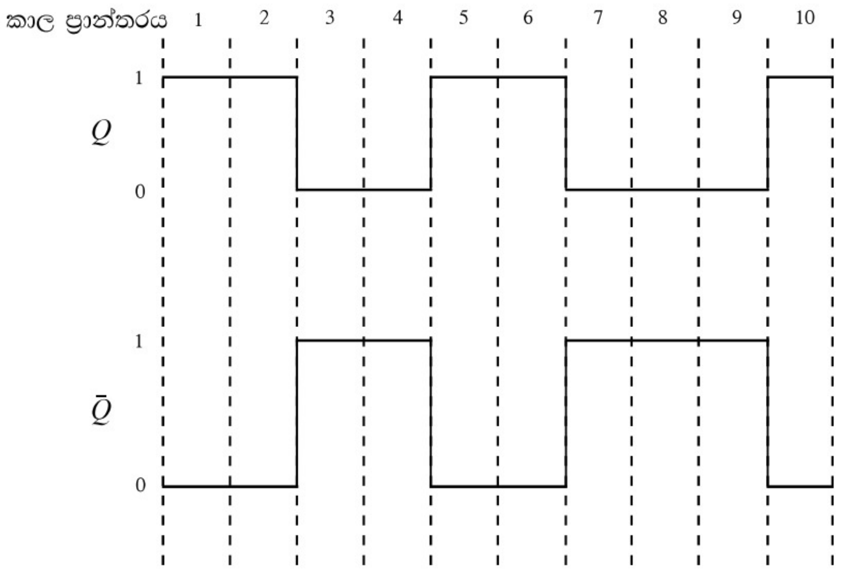
යම් කිසි පිළිපොළයක ක්‍රියාකාරිත්වය දැක්වෙන කාල - රූපසටහනක් ඔබට සපයා ඇත් නම් ඒ ඒ කාල ප්‍රාන්තරවලට අදාළ වන ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන තාර්කික මට්ටම් ඉතා පහසුවෙන් ඔබට කියවා ගත හැකි වේ. කාල - රූපසටහනක සමාන්‍යයෙන් දක්වනු ලබන්නේ S - R පිළිපොළයේ මූලික ප්‍රතිදානය වන Q පමණි. එහෙත් අවශ්‍ය විටෙක Q අනුව $\bar{Q}$ හි තර්ක මට්ටම තීරණය කර

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එය ද පහත සඳහන් පරිදි කාල - රූපසටහනක දැක්විය හැකිය.



4.16.4 මූලික මතක පරිපථයක් ලෙස S - R පිළිපොළයේ භාවිතය

පරිගණක යන්ත්‍ර ඇතුළු විවිධ ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණවල ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික මතක (electronic memory) ආධාර කර ගෙන ඇත. එම ඉලෙක්ට්‍රොනික මතක නිර්මාණය කර ඇත්තේ මූලික මතක කෝෂ (memory cells) ලෙස යොදා ගන්නා පිළිපොළ විශාල සංඛ්‍යාවක් සහිත පරිපථ මගිනි. මතක පරිපථයක දී S - R පිළිපොළ භාවිත කරන ආකාරය වටහා ගැනීම සඳහා පළමු ව අපි මතක ඒකක පිළිබඳව විමසා බලමු.

4.17 මතක ඒකක (Memory units)

ඉලෙක්ට්‍රොනික මතකයක එක් ද්විමය සංඛ්‍යාංකයක් (1 හෝ 0) ගබඩා කර තැබිය හැකි ස්ථානයක් හඳුන්වනු ලබන්නේ මතක කෝෂයක් (memory cell) යනුවෙනි. ඒ අනුව එක් මතක කෝෂයක් තුළ එක් ද්විමය සංඛ්‍යාංකයක් හෙවත් බිටුවක් (bit) ගබඩා කළ හැකිය. බිටු (bits) යනු ද්විමය සංඛ්‍යාංක (binary digits) යන්න කෙටි කර දැක්වෙන යෙදුමකි. එනම් **bi**nary digi**ts** → bits වේ.

බයිටයක් සාමාන්‍යයෙන් පහත දැක්වෙන අයුරින් නිරූපණය කරනු ලැබේ.

1	2	3	4	5	6	7	8

මෙහි 1 සිට 8 දක්වා වූ එක් එක් මතක කෝෂයක් තුළ 0 හෝ 1 අවශ්‍ය පරිදි ගබඩා කළ හැකිය.

අප ඉහත විමසා බලන ලද කරුණු අනුව S - R පිළිපොළ 8ක් යොදා ගනිමින් මෙවැනි මතක ඒකකයක් තනා ගන්නා ආකාරය ඔබට වටහා ගත හැකි වනු ඇත. එහිදී එක් බිටුවක් (0 හෝ 1)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මතක තබා ගැනීමට එක් පිළිපොළයක් යොදා ගැනේ. එලෙස පිළිපොළ 8ක් යොදා ගැනීමෙන් බිටු 8ක්, එනම් බයිටයක් මතක තබා ගත හැකි වේ.

දැන් අපි ඉහත නිරූපණය කළ බයිටයේ (මතක ඒකකයේ) එක් එක් බිටුවට අභිමත පරිදි ද්වීමය සංඛ්‍යාංක යොදා බලමු.

1	0	0	1	0	1	1	0

දැන් මෙම බිටු 8 මගින් යම් ද්වීමය සංඛ්‍යාවක් (Binary number) නිරූපණය කරන සේ සැලකිය හැකිය. එහි වැඩි ම ස්ථානීය අගය සහිත බිටුව වන්නේ වම් අන්තයේ ඇති බිටුවයි (මෙහිදී එය 1 වේ). වැඩි ම ස්ථානීය අගය සහිත එම බිටුව **වැඩි ම වෙසෙසි බිටුව** (Most Significant Bit) නම් වේ. එය MSB යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

මෙම බයිටයේ ඇති අඩු ම ස්ථානීය අගය සහිත බිටුව වන්නේ දකුණු අන්තයේ ඇති බිටුවයි (මෙහිදී එය 0 වේ). එම බිටුව **අඩු ම වෙසෙසි බිටුව** (Least Significant Bit) නම් වේ. එය LSB යනුවෙන් දක්වනු ලැබේ.

උදාහරණ :

පහත දැක්වෙන එක් එක් මතක ඒකකයේ (බයිටයේ) ඇති MSB (වැඩි ම වෙසෙසි බිටුව) සහ LSB (අඩු ම වෙසෙසි බිටුව) කුමක් දැයි සඳහන් කරන්න.

(i)

0	1	1	1	0	0	1	1

MSB = 0　　　　　　　　　　LSB = 0

වම් අන්තයේ ඇති බිටුව = 0　　　　දකුණු අන්තයේ ඇති බිටුව = 1

∴ MSB　　　　　　　　　　∴ LSB = 1

(ii)

0	0	1	0	1	1	1	0

MSB = 0　　　　　　　　　　LSB = 0

වම් අන්තයේ ඇති බිටුව = 0　　　　දකුණු අන්තයේ ඇති බිටුව = 0

∴ MSB = 0　　　　　　　　　∴ LSB = 0

(iii)

1	0	1	1	1	0	0	1

MSB = 1　　　　　　　　　　LSB = 1

වම් අන්තයේ ඇති බිටුව = 1　　　　දකුණු අන්තයේ ඇති බිටුව = 1

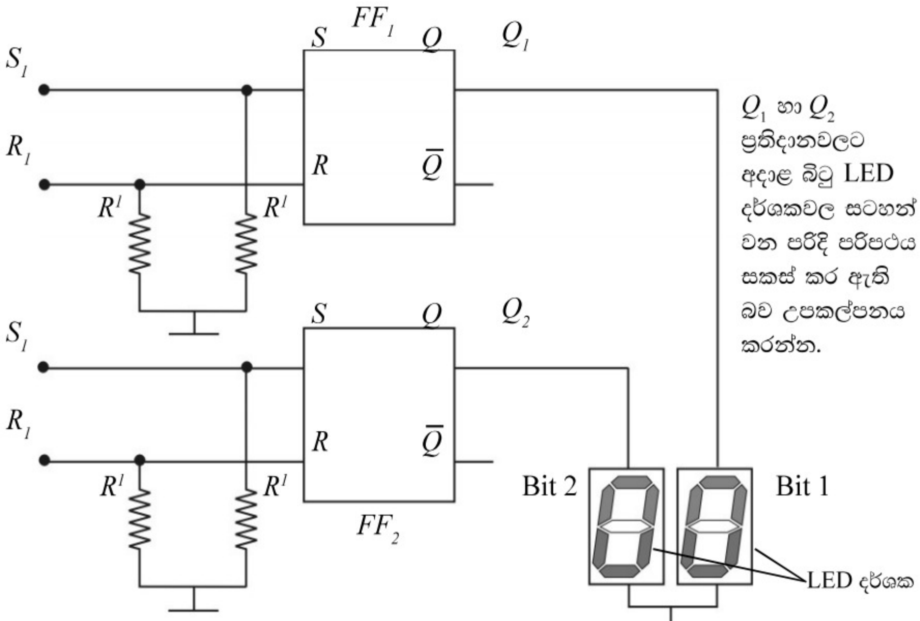
∴ MSB = 1　　　　　　　　　∴ LSB = 1

S - *R* පිළිපොළ 2ක් යොදා ගෙන බිටු දෙකක් මතක තබා ගත හැකි මතක පරිපථයක් 4.34 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සැලසුම් කළ හැකිය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



4.34 රූපය

මෙම S - R පිළිපොළයන්ට කිසිදු බාහිර ප්‍රදානයක් ලබා දී නොමැති විට එක් එක් පිළිපොළයේ S හා R ප්‍රදාන අග්‍රවලට R^1 ප්‍රතිරෝධක (අගය 10 kΩ පමණ වන) ඔස්සේ ශූන්‍ය විභවය යොමු වන බැවින් $S=0$ හා $R=0$ ලෙස පවතී.

දැන් FF_1 පිළිපොළයේ ප්‍රදාන $S_1=0$, $R_1=1$ ලෙස යොදමු. එවිට පිළිපොළය ප්‍රතිපිහිටුම් වී එහි Q ප්‍රතිදානය $Q_1=0$ ලෙස ලැබී එමගින් bit 1 දර්ශකයේ 0 සටහන් කරයි. ඉන් පසු ප්‍රදාන ලෙස යෙදූ වෝල්ටීයතා මට්ටම් ඉවත් කළ ද R^1 ප්‍රතිරෝධක මගින් $S_1=0$, $R_1=0$ ප්‍රදාන තත්ත්වය (නොවෙනස් අවස්ථාව) ලබා දෙන බැවින් පෙර තිබූ ප්‍රතිදානය වන $Q_1=0$ එලෙස ම පවතී. ඒ අනුව මෙම පිළිපොළය එහි ප්‍රතිදානය වූ $Q_1=0$ මතකයේ තබා ගෙන සිටී. මෙම සිදුවීම මතක තබා ගැනීමක් සේ සැලකිය හැකි වන්නේ අදාළ ප්‍රදාන සංඥා ඉවත් කළ පසුව ද එම ප්‍රතිදානය නොවෙනස් ව තිබෙන බැවිනි. මේ නිසා නැවත වරක් අවශ්‍ය පරිදි බාහිර ප්‍රදාන S_1 හා R_1 වෙත යොදවා වෙනසක් ඇති නො කරන්නේ නම් bit 1 දර්ශකයේ සටහන් වූ 0 එලෙස ම පවතී.

මෙලෙස ම FF_2 පිළිපොළයේ S_2 හා R_2 ප්‍රදාන වෙත අවශ්‍ය පරිදි ප්‍රදාන ලබා දීමෙන් එහි Q_2 ප්‍රතිදානය 0 හෝ 1 ලෙස ලබා ගත හැකි වේ. එම ප්‍රතිදානයට අදාළ බිටුව bit 2 දර්ශකයේ සටහන් වේ. දැන් එහි ප්‍රදාන ඉවත් කළ ද පිළිපොළය පෙර Q_2 ප්‍රතිදානය මතකයේ තබා ගෙන ඇති බැවින් bit 2 දර්ශකයේ සටහන් වූ බිටුව නොවෙනස් ව පවතී. අපට අවශ්‍ය අවස්ථාවක දී යළි S_2 හා R_2 වෙත අදාළ ප්‍රදාන යොමු කර Q_2 ප්‍රතිදානය වෙනස් කර ගන්නා අවස්ථාවක් එළඹෙන තෙක් ම එම bit 2 හි සටහන් වූ බිටුව නොවෙනස් ව පවතී. එනම් පිළිපොළය එම බිටුව මතකයේ තබා ගෙන සිටින බව සැලකිය හැකිය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

<u>පරිශීලන ග්‍රන්ථ</u>

1. Tom Duncan., (1997). *Success in Electronics– Second Edition.* Trans-Atlantic Publications, Hodder Education, UK.

2. බණ්ඩාර, කේ., (2017). *ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව - දෙවන මුද්‍රණය,* Printer Related Express Service Supplies (Press), අංක 24, කොටුගොඩැල්ල වීදිය, 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. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.