මූලික ඉලෙක්ට්‍රොනික තාක්ෂණවේදය සහ භාවිතය

විදුලි හා ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ උපාංග නිෂ්පාදනය, පරිපථ සකස් කිරීම වැනි කාර්යයන් සඳහා සන්නායක (conductors), පරිවාරක (insulators) හා අර්ධ සන්නායක (semi- conductors) ද්‍රව්‍ය යොදා ගැනෙයි. සන්නායක ද්‍රව්‍යයක දෙකෙළවරට විභව අන්තරයක් සැපයූ විට එක් අන්තයක සිට අනෙක් අන්තය දක්වා විද්‍යුත් ධාරාවක් (current) ගලා යයි. සම්මතයක් ලෙස සැලකෙන්නේ මේ ධාරාව ධන අග්‍රයේ සිට ඍණ අග්‍රය දක්වා ගලා යන බවයි. එසේ වුව ද මෙහි දී සිදු වන්නේ ඍණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන ඍණ අග්‍රයේ සිට ධන අග්‍රය වෙත ගලා යෑම යි.

මෙසේ යම් ද්‍රව්‍යයක් දිගේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යෑමට නම් එම ද්‍රව්‍යයේ පරමාණුවලට නොබැඳුණු, ද්‍රව්‍යය පුරා නිදහසේ ගමන් කළ හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන තිබිය යුතු ය. එවැනි ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නැත හොත් මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන යැයි කියනු ලැබේ. සන්නායක ලෙස භාවිත කරන මූලද්‍රව්‍ය, එනම්, ලෝහ වර්ගවල මුක්ත කළ හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන පවතී. වැඩිපුර මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන සහිත ද්‍රව්‍ය ප්‍රබල සන්නායක වේ. උදාහරණ ලෙස රත්රන්, රිදී සහ තඹ දැක්විය හැකි ය.

පරිවාරක ලෙස භාවිත කෙරෙන සංකීර්ණ සංයෝග වන පොලිතීන්, PVC, රබර්, ප්ලාස්ටික් වැනි ද්‍රව්‍යවල මුක්ත කළ හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන නැත.

අර්ධ සන්නායක යනු ඉතා දුර්වල සහබන්ධනවලින් යුත් ද්‍රව්‍යය. ආවර්තිතා වගුවේ හතර වන කාණ්ඩයේ ඇති සිලිකන් සහ ජර්මේනියම් වැනි මූලද්‍රව්‍ය අර්ධ සන්නායක ගුණ පෙන්වයි.

Educational Publications Department

මෙම මූල ද්‍රව්‍යවල ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතී. කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඒ සංඛ්‍යාව විදුලිය සන්නයනය කිරීමට ප්‍රමාණවත් වන අතර, සන්නායකවල ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවට වඩා අඩු ය. එනිසා අර්ධ සන්නායකයක දෙකෙළවරට විභව අන්තරයක් යෙදූ විට ධාරාවක් ගලා යන නමුත් සන්නායකයක් තුළින් තරම් හොඳින් ධාරාවක් නො ගලයි. නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ දී, එනම්: කෙල්වින් 0(0 K) දී හෙවත් $-273\ ^{o}C$ දී අර්ධ සන්නායක තුළින් ධාරාවක් ගලා නො යයි.

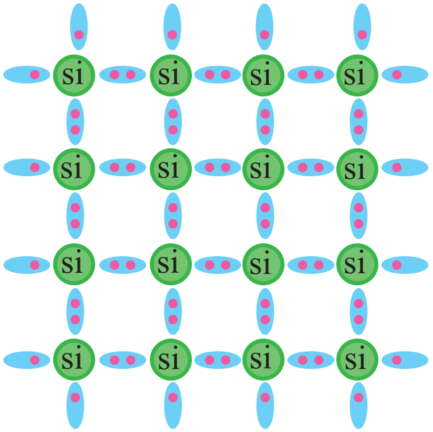
විභව අන්තරයක් යෙදූ විට අර්ධ සන්නායකයක් හරහා ගලන ධාරාව කොටස් දෙකකින් සමන්විත වෙයි. ඉන් එක් කොටසක් වන්නේ මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන සෘණ අග්‍රයේ සිට ධන අග්‍රය ගමන් කිරීම නිසා ඇති වන ධාරාවයි. අනෙක් කොටස වන්නේ ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දිශාවට ගමන් කරන ධන ආරෝපිත කුහර නිසා ඇති වන ධාරාවයි. කුහර යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ පරමාණු අතර සහබන්ධන සෑදා ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වීම නිසා ඇති වන ඉලෙක්ට්‍රෝන පුරප්පාඩුවකි.

ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව අර්ධ සන්නායක සඳහා ඉතා වැදගත් වී ඇත්තේ ඒවායේ ධාරාවක් ඇති කිරීම සඳහා දායක විය හැකි වාහක වර්ග දෙකක් තිබීම සහ එම වාහක සාන්ද්‍රණය පහසුවෙන් පාලනය කිරීමට හැකි වීම නිසා ය.

අර්ධ සන්නායකවලින් තැනූ ඩයෝඩ, ට්‍රාන්සිස්ටර සංගෘහිත පරිපථ, ද්වාර වැනි උපකුම නිර්මාණය සමග පරිගණකය, රොබෝ තාක්ෂණය ආදී ක්ෂේත්‍ර දියුණු වීම නිසා මිනිසාගේ මැදිහත් වීමකින් තොර ව ස්වයංක්‍රීය පාලන පද්ධති බිහි වීම වැනි තත්ත්වයක් ඇති වී තිබේ.

1.1 අර්ධ සන්නායක (semi conductors)

සිලිකන් (Si) හා ජර්මේනියම් (Ge) යන මූලද්‍රව්‍ය පරිසර උෂ්ණත්වයේ දී ඉතා සුළු සන්නායකතාවක් දක්වයි. ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ මේ අර්ධ සන්නායක මූලද්‍රව්‍ය ඉතා වැදගත් ස්ථානයක් ගනියි. සිලිකන් ස්ඵටික දැලිසක සහසංයුජ ඉලෙක්ට්‍රෝන සැලැස්ම 1.1 රූපයෙන් දැක්වේ. ශූන්‍ය නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ දී දැලිසෙහි ඇති සහසංයුජ බන්ධනවලට සහභාගී වී ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සියල්ල එම බන්ධන තොබිඳී පවත්වා ගනියි.

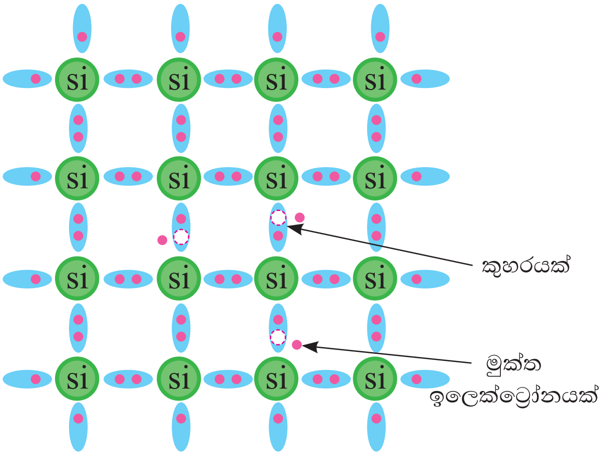


රූපය 1.1 - ශූන්‍ය නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ දී ස්ඵටික දැලිසක සාමාන්‍ය ආකාරය

Educational Publications Department

පරිසර උෂ්ණත්වය යටතේ සිලිකන් ස්ඵටික දැලිසක ආකාරය 1.2 රූපය මගින් දක්වා ඇත.

කෙල්වින් ශුන්‍යයට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී ඉලෙක්ට්‍රෝනවල පවතින අහඹු චලනය නිසා සමහර ඉලෙක්ට්‍රෝන බන්ධනවලින් ඉවත් වී මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෙස හැසිරෙන අතර එසේ බන්ධනයකින් ඉවත්වන සෑම ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් නිසා ම, ධන ආරෝපිත පුරප්පාඩුවක්, එනම්, කුහරයක් හට ගනියි.



රූපය 1.2 - සාමාන්‍ය පරිසර උෂ්ණත්වයේ දී ස්ඵටික දැලිසක ආකාරය

1.1.1 නිසග අර්ධ සන්නායක (intrinsic semiconductors)

අඩු උෂ්ණත්ව තත්ත්ව යටතේ අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය හොඳින් විද්‍යුතය සන්නයනය නො කරයි. උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංවීමෙන් අර්ධ සන්නායකවල ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත වන අතර ඒ සමග ම බන්ධනය තුළ කුහර ද ඇති වේ. ඒ නිසා නිදහස් වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගණනට සමාන කුහර ප්‍රමාණයක් ද ජනනය වේ. එනිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යවල සන්නායකතාව වැඩි වෙයි. අර්ධ සන්නායකවල විදුලිය සන්නයනය සඳහා මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙන් ම කුහර ද ආධාර වේ. නිසග අර්ධ සන්නායකවල මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන හා කුහර ස්ථිර ව නොපවතින අතර, ඉලෙක්ට්‍රෝනවල අහඹු චලනයේ දී ඇතැම් බන්ධනවලින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත කෙරේ. එලෙස ඇති වන සිදුරුවලට මුක්ත තත්ත්වයේ තිබූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇතුළු වෙයි. කාමර උෂ්ණත්වයේ පවතින මෙවැනි පිරිසිදු අර්ධ සන්නායක **නිසග අර්ධ සන්නායක** ලෙස හැඳින්වෙයි. අර්ධ සන්නායක ලෙස සිලිකන් (Si), ජර්මේනියම් (Ge), සෙලිනියම් (Se) සහ ටෙලියුරියම් (Ti) වැනි මූලද්‍රව්‍ය ද කොපර් ක්ලෝරයිඩ් ($CuCl_2$), කොපර් ඔක්සයිඩ් (CuO), සින්ක් ඔක්සයිඩ් (ZnO) සහ ගැලියම් ආසනයිඩ් (GaCN) වැනි සංයෝග ද භාවිත කෙරේ.

1.1.2 බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක (extrinsic semiconductors)

නිසග අර්ධ සන්නායකවල සන්නායකතාව ඉහළ නැංවිය හැක්කේ උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංවීමෙන් පමණකි. මේ හැරෙන්නට අර්ධ සන්නායකවල සන්නායකතාව පාලනය කිරීම සඳහා තවත් ක්‍රමයක් ඇත. එනම්, ආවර්තිතා වගුවේ III වන හා V වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය ස්වල්ප ප්‍රමාණයක් අර්ධ සන්නායක ව්‍යුහය තුළට එක් කිරීමෙනි. මෙසේ සාදා ගන්නා අර්ධ සන්නායක **බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක** ලෙස හැඳින්වෙන අතර, මෙලෙස නිසග අර්ධසන්නායකවලට ආවර්තිතා වගුවේ III හා V කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය එකතු කිරීමේ ක්‍රියාවලිය **මාත්‍රණය** (doping) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එකතු කරනු ලබන මූලද්‍රව්‍ය අපද්‍රව්‍ය

Educational Publications Department

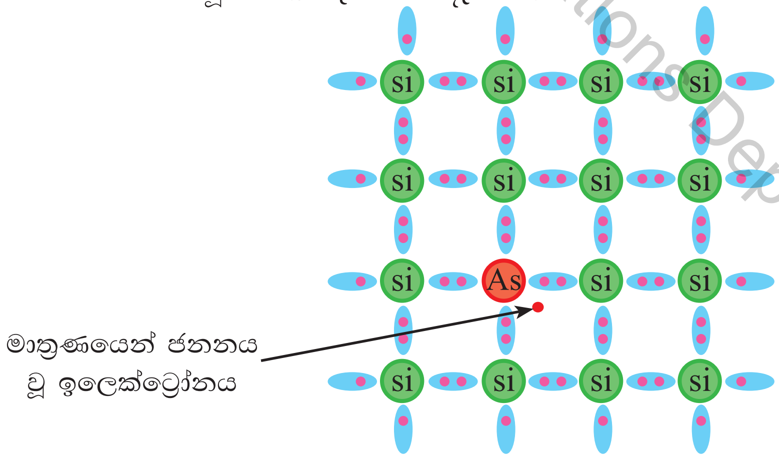
(impurity) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. අපද්‍රව්‍ය මාත්‍රණයෙන් සාදා ගනු ලබන බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක වර්ග දෙකකි. එනම්,

1. p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක සහ
2. n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක වේ.

මීළඟට p හා n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක නිපදවන ආකාරය විමසා බලමු.

• n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

සිලිකන් හෝ ජර්මේනියම්වලට, සංයුජතා කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හතර බැගින් ඇති අතර ආවර්තිතා වගුවේ V වන කාණ්ඩයේ පොස්පරස් (P) ආසනික් (As), ඇන්ටිමනි (Sb) වැනි මූලද්‍රව්‍යවල අවසාන ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පහ බැගින් පිහිටයි. මේ පරමාණු අර්ධ සන්නායක ව්‍යුහය තුළට ඇතුළු කිරීමෙන් යාබද පරමාණු හතරක් සමඟ සහසංයුජතා බන්ධන සෑදීමට දායක වන අතර, එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් බන්ධනවලින් නිදහස් ව පවතී. එනම් මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෙස පවතියි. ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ආරෝපණය සෘණ බැවින් **n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක** ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙලෙස ආවර්තිතා වගුවේ V වන කාණ්ඩයේ ඇති ආසනික් (As), ඇන්ටිමනි (Sb) වැනි මූලද්‍රව්‍යක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක සාදා ගනු ලැබේ. සිලිකන් කැබැල්ලකට ආසනික් ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් එම අර්ධ සන්නායකය තුළ අතිරික්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන විශාල ප්‍රමාණයක් ඇති වේ. ආසනික් අපද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදා ඇති n වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයක ව්‍යුහය 1.3 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.3 - n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

Educational Publications Department

n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක තැනීමේ දී මාත්‍රණය කරනු ලබන V වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය **දායක අපද්‍රව්‍ය** (doner impurities) ලෙස නම් කරනු ලැබේ. එසේ දායක අපද්‍රව්‍ය ලෙස හැඳින්වීමට හේතුව බන්ධන සමඟ සම්බන්ධ වීමට අවශ්‍ය ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවට වඩා එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් 5 වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල අන්තර්ගත ව තිබීම ය. පොස්පරස්, ආසනික්, ඇන්ටිමනි සහ බිස්මත් මේ සඳහා උදාහරණ ලෙස දැක්විය හැකි ය. උදාහරණයක්

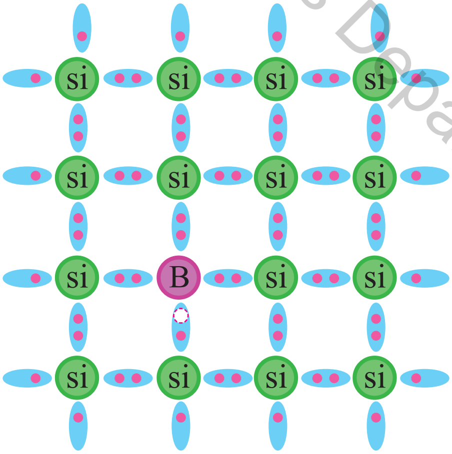
ලෙස, ආසනික් පරමාණුවේ අවසාන ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පහක් පවතී. ආසනික් පරමාණු අර්ධ සන්නායක ව්‍යුහය තුළට මාත්‍රණය කළ පසු ඊට යාබද පරමාණු හතරක් සමග සහසංයුජතා බන්ධන සෑදීම සඳහා ආසනික් එක් පරමාණුවක ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් පමණක් දායක වේ. ඉතිරි ඉලෙක්ට්‍රෝනය, ව්‍යුහය තුළ අතිරික්ත ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ලෙස නිදහසේ පවතී. ඒ අනුව මාත්‍රණය කරන ලද දායක පරමාණු සංඛ්‍යාවට සමාන අතිරික්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක තුළ ඇති වේ. සාමාන්‍යයෙන් අර්ධ සන්නායකවල මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය 10^{13} cm^{-3} වුව ද දායක අපද්‍රව්‍ය 0.001% මාත්‍රණය කිරීමෙන් වාහක ප්‍රමාණය 10^{17} cm^{-3} ලෙස වැඩි කර ගත හැකි වේ.

මේ අනුව n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල බහුතර වාහකය (majority carrier) හෙවත් විදුලිය සන්නයනය සඳහා මූලික ව දායක වන වාහක වර්ගය **ඉලෙක්ට්‍රෝන** ය. එහෙත් n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල උෂ්ණත්වය නිසා ජනනය වූ කුහර සුළු ප්‍රමාණයක් ද ඇත. එම කුහර, **සුළුතර හෙවත් අල්පතර වාහක (minority carriers)** ලෙස හැඳින්වේ.

Educational Publications Department

• p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

සිලිකන් හෝ ජර්මේනියම්වලට ආවර්තිතා වගුවේ III වන කාණ්ඩයට අයත් බෝරෝන් (B), ගැලියම් (Ga), ඉන්ඩියම් (In) වැනි මූලද්‍රව්‍ය මාත්‍රණය කිරීමෙන් p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක තනා ගැනේ. III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යවල අවසාන ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන තුන බැගින් පිහිටයි. මාත්‍රණයෙන් පසු සංයුජතා බන්ධන සෑදීමට එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ඌනතාවක් පවතී. මෙහි දී බන්ධන සෑදීමේ දී ඇති වන සිදුර ධන ආරෝපණ වන නිසා මේවා **p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙහි දී මාත්‍රණය කරනු ලබන මූලද්‍රව්‍ය **ප්‍රතිග්‍රාහක අපද්‍රව්‍ය** (**acceptor impurities**) ලෙස හැඳින්වෙයි.



රූපය 1.4 - p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

මාත්‍රණය මගින් අර්ධ සන්නායක ව්‍යුහය තුළට බෝරෝන් පරමාණු ඇතුළු වූ විට Si පරමාණු හතරක් සමග සම්බන්ධ වී සහසංයුජතා බන්ධන සාදා ගනී. එහි දී එකී සිලිකන් පරමාණුවක් සමග බන්ධන සාදා ගත් බෝරොන් පරමාණුවේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌනතාවක්

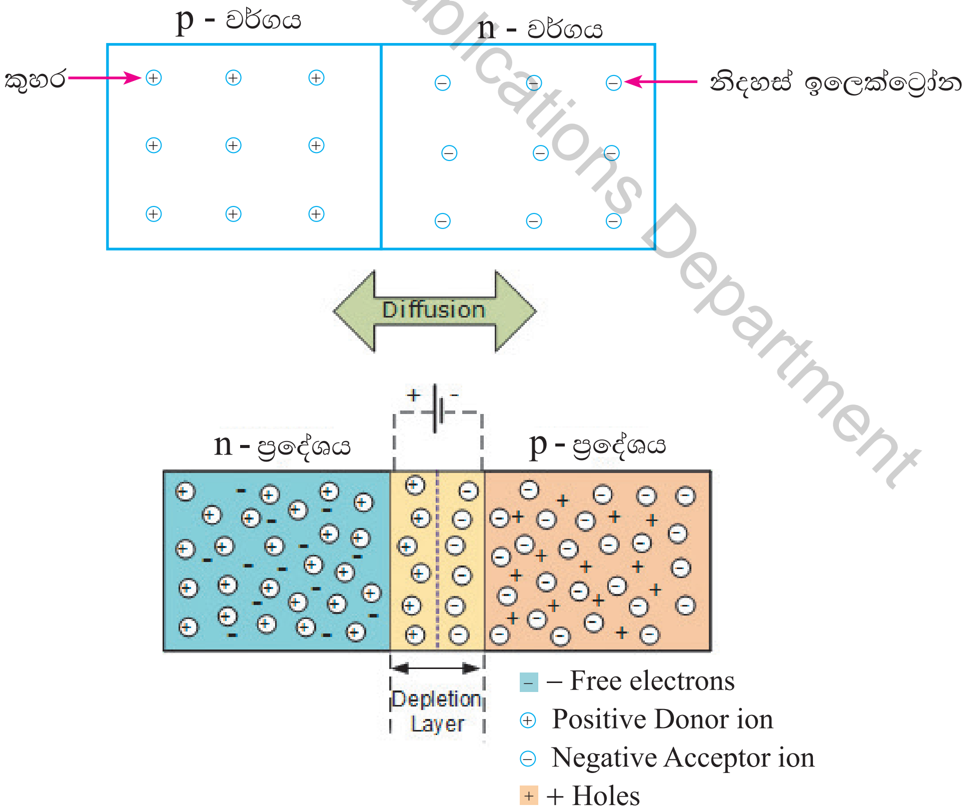
ඇති වී ඇති බව 1.4 රූපයෙන් පැහැදිලි කර ගත හැකි ය. මේ අනුව මාත්‍රණය කළ ප්‍රතිග්‍රාහක අපද්‍රව්‍ය පරමාණු සංඛ්‍යාවට සමාන කුහර සංඛ්‍යාවක් p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල ජනනය වේ. එබැවින් p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල **බහුතර වාහකය,** එනම්, ධාරා ගමනට ආධාර වනුයේ **කුහර** බව පැහැදිලි ය. එමෙන් ම උෂ්ණත්වය නිසා මුක්ත වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන සුළු සංඛ්‍යාවක් ද මෙහි අන්තර්ගත වේ. එනම් **සුළුතර වාහක ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝන** ද ව්‍යුහය තුළ අන්තර්ගත ය.

මෙලෙස p හා n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක නිපදවීමත් සමග ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ අතිවිශාල වර්ධනයක් ඇති වූ අතර, එමගින් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ප්‍රමාණයෙන් කුඩා කිරීම (miniaturisatron), යන්ත්‍ර සූත්‍ර දූරස්ථ ව පාලනය කිරීම (remote controlling) වැනි තාක්ෂණික උපක්‍රම ඇති කිරීමෙහි ලා දායක වී ඇත.

Educational Publications Department

1.2 p - n සන්ධිය (p - n Juntion)

නිසග අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක එක් පැත්තක් p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් සහ අනෙක් පැත්ත n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් ඇති වන සේ මාත්‍රණය කිරීමෙන් p - n සන්ධියක් සාදා ගනු ලැබේ. එහි දී සිදු වන ක්‍රියාවලිය 1.5 රූපය මගින් දක්වා ඇත.

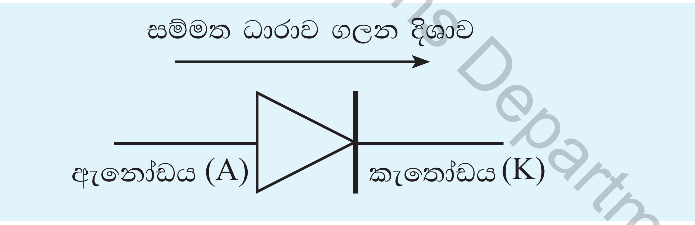


රූපය 1.5 - p - n සන්ධිය

p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල ධන ආරෝපිත කුහර ද n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ද බහුල ව ඇත. එහෙත් p හා n ප්‍රදේශ විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීන ව පවතී. p - n සන්ධිය ගොඩනැගීමෙන් පසු p ප්‍රදේශයේ කුහර n ප්‍රදේශයටත් n ප්‍රදේශයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන, p ප්‍රදේශයටත් විසරණය වේ.

මෙලෙස p හා n ප්‍රදේශවල ආරෝපණ විසරණය වීම හේතුවෙන් p - n සන්ධිය අවට ප්‍රදේශයේ කුහර තුළට ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇතුළු වීමෙන් වාහක රහිත ප්‍රදේශයක් ඇති වේ. එය විභව බාධක (potential barrier) ස්තරය හෙවත් **හායිත පෙදෙස** (depletion layer) හෙවත් **හීනස්තරය** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙලෙස ආරෝපණ රහිත හායිත කලාපයක් ඇතිවීමත් සමඟ වාහක විසරණය වීම වළකින අතර, p ප්‍රදේශයේ සන්ධිය අසල ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය නිසා ඍණ (−) ආරෝපිත තත්ත්වයක් හා n ප්‍රදේශයේ කුහර සාන්ද්‍රණය නිසා ධන (+) ආරෝපිත තත්ත්වයක් ද ඇති වේ. මේ නිසා p - n සන්ධිය ගොඩනැගුණු අවස්ථාවේ දී එය ආරෝපිත ධාරිත්‍රයකට සම කළ හැකි ය.

p - n සන්ධියක p ප්‍රදේශයට සන්නායක කම්බියක් ද n ප්‍රදේශයට තවත් සන්නායක කම්බියක් ද කිරීමෙන් සෑදෙන උපාංගය **ඩයෝඩය** (diode) ලෙස හැඳින්වෙයි. p ප්‍රදේශයට සම්බන්ධ අග්‍රය ඇනෝඩය (A) ලෙසත් n ප්‍රදේශයට සම්බන්ධ අග්‍රය කැතෝඩය (K) ලෙසත් නම් කෙරෙයි. ඩයෝඩය සතු මේ ගුණය උපයෝගී කර ගනිමින් තාක්ෂණික ක්ෂේත්‍රයේ විවිධ කාර්යයන් ඉටු කර ගැනීම සඳහා ඩයෝඩය භාවිත කෙරෙයි. p - n සන්ධියක සංකේතය 1.6 රූපය මගින් දක්වා ඇත. ඊතලයෙන් දක්වා ඇති දිශාව සම්මත ධාරාව ගලන දිශාව යි.



රූපය 1.6 - p - n සන්ධියක සංකේතය

p - n සන්ධියක් ආකාර දෙකකින් භාවිත කළ හැකි ය. එනම් පෙර නැඹුරු හෝ පසු නැඹුරු හෝ වශයෙනි. දැන් අපි p - n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු සහ පසු නැඹුරු කරන ආකාරය විමසා බලමු.

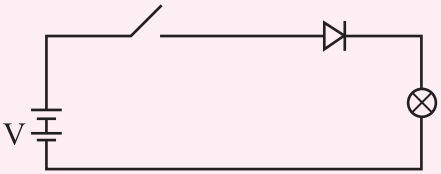
Educational Publications Department

1.2.1 p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු කිරීම (Reverse Biasing)

ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය / උපකරණ : වියළි කෝෂ 2ක්, 1 N 4001 ඩයෝඩ 1ක්, ස්විච් 1ක්, 3 V පහන් (bulb) 1ක්, ව්‍යාපෘති පුවරුවක් සහ සම්බන්ධක කම්බි.

- පහත පරිපථ සටහන අනුව ව්‍යාපෘති පුවරුවේ පරිපථය ගොඩනගන්න.



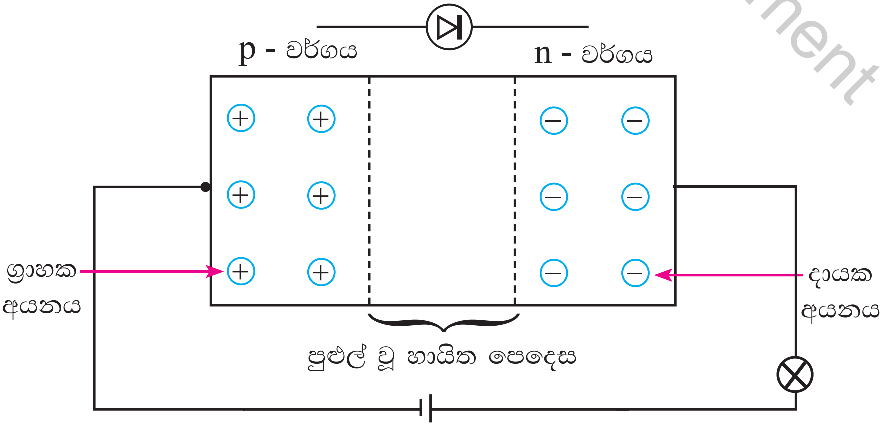
- පරිපථයේ ස්විච්චය සංවෘත කර නිරීක්ෂණ ලබාගන්න.
- ඩයෝඩය ගලවා අග්‍ර මාරු කොට සවි කරන්න.
- ස්විච්චය සංවෘත කොට නිරීක්ෂණ ලබා ගන්න.

නිරීක්ෂණවලට හේතු විමසන්න.

Educational Publications Department

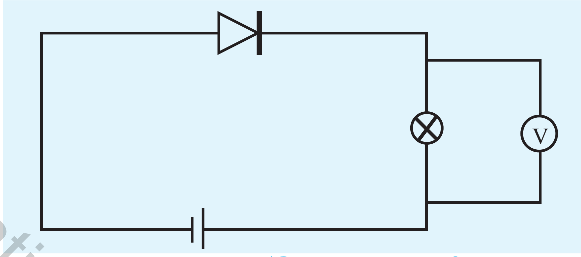
මෙම ක්‍රියාකාරකමේ දී, බල්බය දැල්වෙන්නේ ඩයෝඩය එක් දිශාවකට සම්බන්ධ කළ විට පමණක් බව ඔබට පෙනෙනු ඇත. එසේ බල්බය දැල්වෙන්නේ එම අවස්ථාවේ ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අඩු වී එය හරහා ධාරාවක් ගලන නිසාය. පහන නොදැල්වෙනුයේ ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වැඩි වීම නිසා ධාරාව ගලා නොයෑම නිසා ය. එවිට ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වී ඇතැයි කියනු ලැබේ.

p - n සන්ධියක p ප්‍රදේශයට හෙවත් ඇනෝඩ අග්‍රයට වෝල්ටීයතා සැපයුමක සෘණ අග්‍රය ද n ප්‍රදේශයට හෙවත් කැතෝඩයට සැපයුම් ධන අග්‍රය ද 1.7 රූපයේ ඇති ආකාරයට සම්බන්ධ කළ විට සන්ධියේ ප්‍රතිරෝධය ඉහළ යෑමෙන් p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු වේ. පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ දී සිදු වන ක්‍රියාවලිය මීළඟට විමසා බලමු.



රූපය 1.7 - p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු කිරීම

මෙහි දී p ප්‍රදේශයට සැපයුමේ ඍණ අග්‍රය සම්බන්ධ ව ඇති නිසා p ප්‍රදේශයේ බහුතර වාහක (කුහර) ඍණ සැපයුම් අග්‍රය සම්බන්ධ ප්‍රදේශය දෙසට ආකර්ෂණය වේ. එමෙන් ම n ප්‍රදේශයට සැපයුමේ ධන අග්‍රය සම්බන්ධ ව ඇති නිසා n ප්‍රදේශයේ බහුතර වාහක (ඉලෙක්ට්‍රෝන) ධන සැපයුම සම්බන්ධ අග්‍රය වෙත ආකර්ෂණය වේ. මේ නිසා සන්ධියේ හායිත කලාපය පුළුල් වේ. මේ අවස්ථාවේ බහුතර වාහක කිසිවක් p - n සන්ධිය හරහා අනෙක් පසට ගමන් කිරීමක් සිදු නො වේ. එනිසා පරිපථයේ ධාරාවක් ගමන් නො කරයි.



රූපය 1.8 - p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු කිරීම

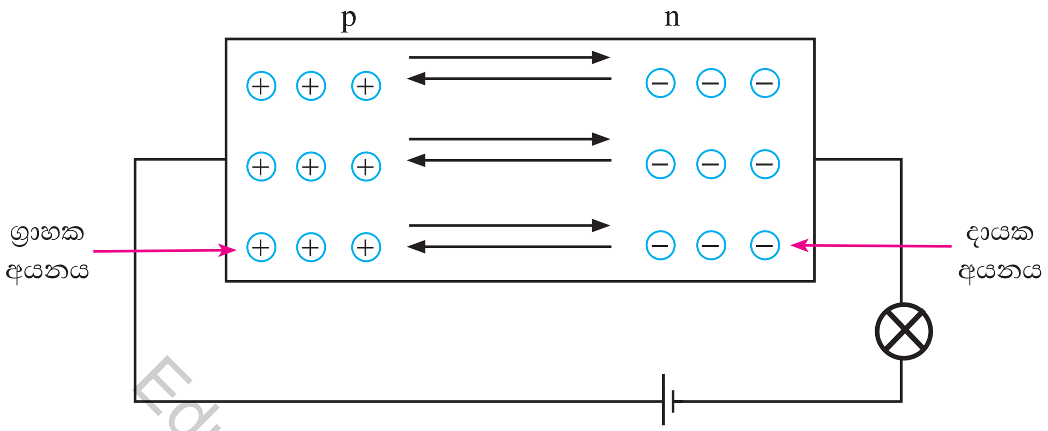
එහෙත් p ප්‍රදේශය තුළ ඇති සුළුතර වාහක වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ n ප්‍රදේශය තුළ ඇති සුළුතර වාහක වන කුහර, වෝල්ටීයතා සැපයුම මගින් සන්ධිය දෙසට විකර්ෂණය කරන බැවින් ඉතා කුඩා ධාරාවක් සන්ධිය තුළින් ගලා යයි. මේ ධාරාව කාන්දු ධාරාව (leakage current) ලෙස හැඳින්වේ. සන්ධියේ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට p සහ n ප්‍රදේශ තුළ ඇති වන සුළු වාහක ප්‍රමාණය වර්ධනය වන බැවින් කාන්දු ධාරාව ඉහළ යයි. පසු නැඹුරු පරිපථයට මිලිඇමීටරයක් සම්බන්ධ කොට රත් කරන ලද පාහනයක් මගින් ඩයෝඩය රත් කිරීමෙන් මෙය තහවුරු කර ගත හැකි වේ.

p - n සන්ධියක් පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ දී සන්ධිය විනාශ නොවී ඩයෝඩයට ඔරොත්තු දිය හැකි උපරිම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාව **පසු කුළු වෝල්ටීයතාව** හෙවත් **උච්ච ප්‍රතිලෝම වෝල්ටීයතාව (peak inverse voltage - PIV)** ලෙස හැඳින්වේ. පරිපථයකට p - n සන්ධියක් පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ යොදා ගන්නා විට අදාළ වෝල්ටීයතා සැපයුමට වඩා ඉහළ වෝල්ටීයතා අගයකට ඔරොත්තු දෙන p - n සන්ධියක් තෝරා ගත යුතු වේ. මේ සඳහා භාවිත කළ හැකි දත්ත වගුවල පසු කුළු වෝල්ටීයතාව (PIV) ලෙස ද පෙර නැඹුරේ දී ගැලිය හැකි උපරිම ධාරාව (I_{max}) ලෙස ද දක්වා ඇත.

1.2.2 p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු කිරීම (forward biasing)

1.9 රූපයේ ආකාරයට p - n සන්ධියක ඇනෝඩ අග්‍රයට හෙවත් p ප්‍රදේශයට වෝල්ටීයතා ප්‍රභවයක ධන අග්‍රයත් කැතෝඩ අග්‍රයට හෙවත් n ප්‍රදේශයට ප්‍රභවයේ ඍණ අග්‍රයත් සම්බන්ධ කළ විට p - n සන්ධිය තුළ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අඩු වී ඇනෝඩ අග්‍රයේ සිට කැතෝඩ අග්‍රය වෙත විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලා යයි. එවිට ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වී ඇත. එහි දී සිදු වන ක්‍රියාවලිය පිළිබඳ ව විමසා බලමු.

Educational Publications Department

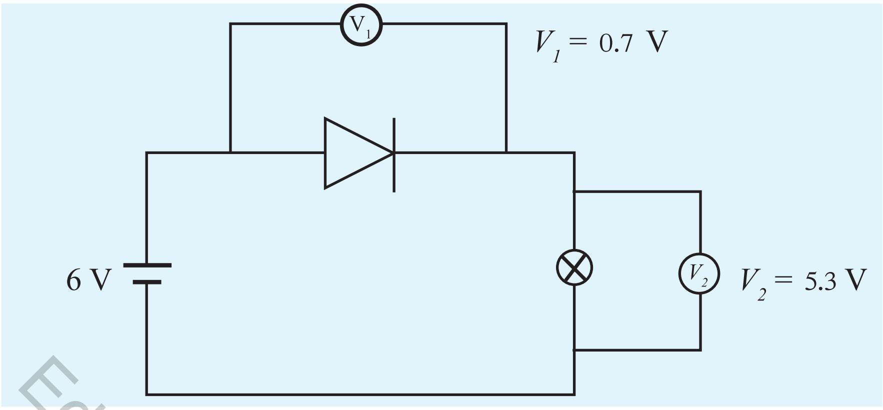


රූපය 1.9 - පෙර නැඹුරු කළ p - n සන්ධිය

p ප්‍රදේශයේ බහුතර වාහකය කුහර බවත් n ප්‍රදේශයේ බහුතර වාහකය මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන බවත් මේ වන විට ඔබට අවබෝධ වී ඇත. p ප්‍රදේශයට + සැපයුම සම්බන්ධ වීමෙන් + ආරෝපිත කුහර p ප්‍රදේශයේ සිට n ප්‍රදේශය දෙසට විකර්ෂණය වේ. එම කුහර p - n සන්ධිය පසු කර n ප්‍රදේශය හරහා ගොස් බාහිර පරිපථය දිගේ වෝල්ටීයතා සැපයුමේ සෘණ අග්‍රය තෙක් ගමන් කරයි. එමෙන් ම n ප්‍රදේශයට සෘණ සැපයුම සම්බන්ධ නිසා n ප්‍රදේශයේ බහුතර වාහක n ප්‍රදේශයෙන් විකර්ෂණය වේ. එම ඉලෙක්ට්‍රෝන ද p - n සන්ධිය පසු කර p ප්‍රදේශය හරහා ගොස් බාහිර පරිපථය දිගේ වෝල්ටීයතා සැපයුමේ ධන අග්‍රය තෙක් ගමන් කරයි. මේ අවස්ථා දෙකෙහි දී ම ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර ගමන් කරන්නේ එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට වේ. එබැවින් සැපයුමේ + අග්‍රයේ සිට − අග්‍රය වෙත p - n සන්ධිය තුළින් විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලා යන බැවින් පරිපථයේ පහන දැල්වේ.

මෙලෙස p - n සන්ධියේ හායිත කලාපය ඉවත් කිරීමට සිලිකන් වර්ගයේ p - n සන්ධියක අවම වශයෙන් 0.6 හෝ 0.7 V පමණ වෝල්ටීයතාවක් අවශ්‍ය වන අතර, එම වෝල්ටීයතාව p - n සන්ධිය දෙපස පිහිටයි. උදාහරණයක් ලෙස: සැපයුමේ වෝල්ටීයතාව 6 V නම් p - n සන්ධිය හරහා 0.7 V ද පහන හරහා 5.3 V ද පිහිටයි. මෙය 1.9 රූපය මගින් පැහැදිලි කරගත හැකි ය. ජර්මේනියම් වර්ගයේ p - n සන්ධියක් නම් හායිත කලාපය ඉවත් කිරීම සඳහා අවශ්‍ය අවම වෝල්ටීයතාව 0.2 හෝ 0.3 V පමණ වෙයි. p - n සන්ධියක හායිත කලාපය ඉවත් කිරීම සඳහා අවම වෝල්ටීයතාව දේහලී වෝල්ටීයතාව **(threshold voltage)** හෙවත් පෙර වෝල්ටීයතා බැස්ම ලෙස හඳුන්වයි. ඒ අනුව p - n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කිරීමෙන් p - n සන්ධිය තුළින් විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලා යන නමුත් p - n සන්ධිය හරහා දේහලී වෝල්ටීයතාව රඳවා ගනිමින් හීනස්තරය තාවකාලික ව ඉවත් කර ගනියි. මේ අවස්ථාව ස්විච්චයක සංවෘත (on) අවස්ථාවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

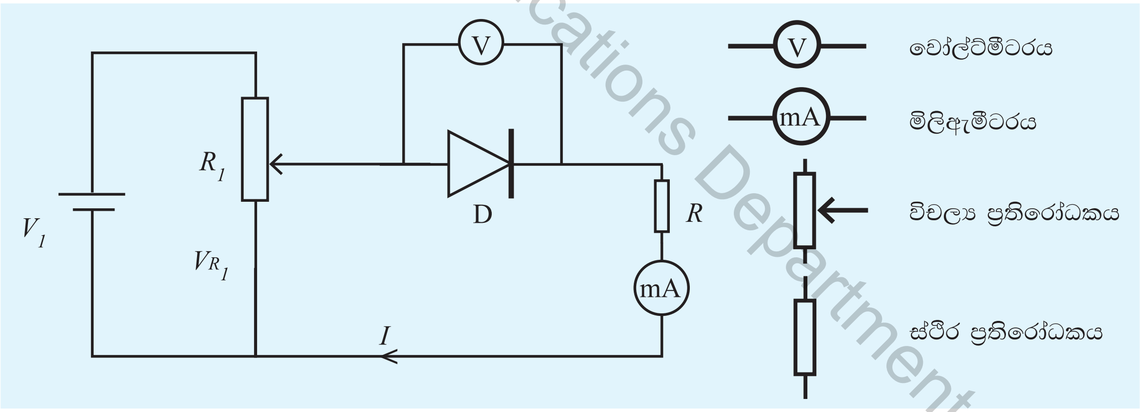
Educational Publications Department



රූපය 1.10 - සිලිකන් p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරුවේ දී වෝල්ටීයතා බෙදීම

1.2.3 p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකය (forward bias characteristic)

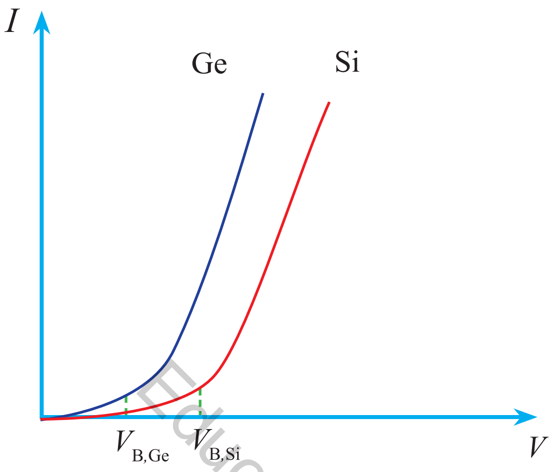
p - n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ p - n සන්ධිය තුළින් ගලා යන ධාරාව එහි දෙකෙළවරට යොදා ඇති විභව අන්තරය සමඟ විචලනය වන ආකාරය **p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකය** නමින් හැඳින්වේ. p - n සන්ධියක ලාක්ෂණික වක්‍රය පරීක්ෂණාත්මක ව නිර්ණය කර ගැනීම සඳහා භාවිත කළ හැකි පරිපථ සැකැස්මක් 1.11 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.11 පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකය ලබා ගැනීමට භාවිත කළ හැකි පරිපථයක්

පරිපථයේ වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය 0 V, 0.1 V, 0.2 V, 0.3 V, 0.4 V, 0.5 V, 0.6 V, 0.7 V යන ආදි ලෙස වරින් වර වෙනස් කරන්න (මෙය R_1 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය මගින් සිදු කළ හැකි ය). එක් එක් වෝල්ටීයතාවට අනුරූප ව පරිපථයේ ගලන ධාරාව (I) සහ ඩයෝඩය (සන්ධිය) දෙකෙළවර වෝල්ටීයතාව (V) සටහන් කර ගෙන Vට එරෙහි ව I හි ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීමෙන් p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකය ලබා ගත හැකි ය. p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකයක සාමාන්‍ය ආකාරය 1.12 රූපයෙහි දැක්වේ.

Educational Publications Department



Ge - ජර්මේනියම් p - n සන්ධියක්

Si - සිලිකන් p - n සන්ධියක්

$V_{B, Ge}$, $V_{B, Si}$ - දේහලී වෝල්ටීයතාවන්

රූපය 1.12 - p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණිකය

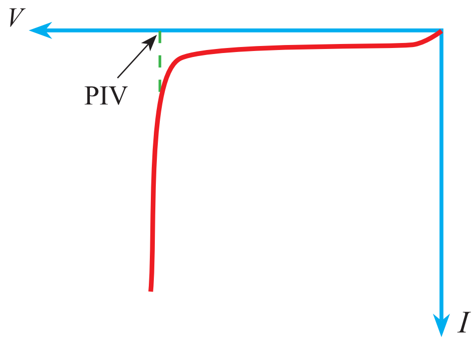
Educational Publications Department

p - n සන්ධියක් පෙර නැඹුරු කිරීමෙන් ඉහත ආකාරයේ ලාක්ෂණිකයක් නිර්මාණය කිරීම සඳහා V හා I සඳහා අගයයන් ප්‍රායෝගික ව ලබා ගත හැකි වේ. මේ අනුව, p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු කරන විට විභව බාධකය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. මෙලෙස යම් පෙර නැඹුරු විභවක දී විභව බාධකය සම්පූර්ණයෙන් ඉවත් වේ. පෙර නැඹුරු විභවය 0 V සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙනවාත් සමග ම ගලන ධාරාව ද වැඩි වේ. ආරම්භයේ දී ධාරාවේ වැඩි වීම සෙමෙන් සිදු වේ. ඊට හේතුව පළමු ව යෙදෙන විභවය විභව බාධකය මැඩ පැවැත්වීමට යෙදීම ය. බාහිර විභවය මගින් විභව බාධකය මැඩගත් පසු ව සන්ධිය තුළින් විශාලත්වයෙන් වැඩි ධාරාවක් ගලා යෑම ඇරඹේ.

1.2.4 p - n සන්ධියක පසු නැඹුරු ලාක්ෂණිකය (reverse bias characteristic)

1.11 රූපයේ p - n සන්ධියේ දෙකෙළවර පමණක් මාරු කිරීමෙන් හෝ p - n සන්ධිය නොවෙනස් ව තබා කෝෂයේ අග්‍ර මාරු කිරීමෙන්, p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු තත්ත්වයට පත් කළ හැකි ය. එනම්: සන්ධියේ p ප්‍රදේශයට සැපයුමේ – අග්‍රයත්, සන්ධියේ n ප්‍රදේශයට සැපයුමේ + අග්‍රයත් සම්බන්ධ කිරීමෙන් p - n සන්ධිය පසු නැඹුරු වේ. මෙහි p - n සන්ධියේ දෙකෙළවර වෝල්ටීයතාව වෙනස් කරමින් ඇමීටරයේ පාඨාංක විචලනය වීම ප්‍රස්තාරගත කිරීමෙන් p - n සන්ධියේ පසු නැඹුරු ලාක්ෂණිකය ලබා ගත හැකි ය.

වෝල්ට්මීටර පාඨාංක 0 V, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, ... යන ආදි ලෙස වැඩි කරමින් ඊට අනුරූප ධාරාව සලකුණු කර ගැනීමෙන් පසු අඳිනු ලබන V - I ලාක්ෂණිකය p - n සන්ධියක පසු නැඹුරු ලාක්ෂණිකය ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර, එවැනි ලාක්ෂණිකයක සාමාන්‍ය ආකාරය 1.13 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.13. p - n සන්ධියක පසු නැඹුරු ලාක්ෂණිකය

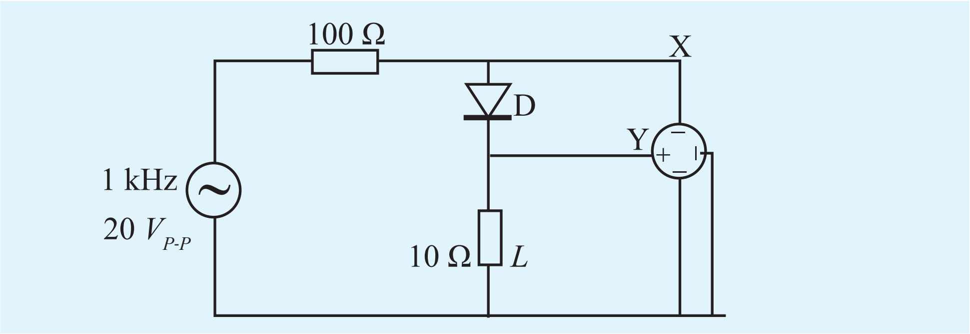
මෙහි දී p - n සන්ධිය දෙකෙළවර විභව අන්තරය 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට ඉතා කුඩා ධාරාවක් (μA කිහිපයක) සන්ධිය තුළින් ගලා යන බව පෙනේ. මේ ධාරාව **කාන්දු ධාරාව** (leakage current) ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රස්තාරයෙහි දැක්වෙන පරිදි එක්තරා අවස්ථාවක දී, පරිපථයේ ගලන ධාරාව ක්ෂණික වැඩි වීමක් පෙන්නුම් කරයි. එසේ වනුයේ එම වෝල්ටීයතාව ඉක්මවූ විට සන්ධිය බිඳවැටීම (break down) නිසා ය. p - n සන්ධියක්, පරිපථයක යොදා ගන්නා විට සැපයුම් විභවයට වඩා ඉහළ පසු කුළු වෝල්ටීයතාවක් හෙවත් උච්ච ප්‍රතිලෝම වෝල්ටීයතාවක් (PIV) සහිත ඩයෝඩයක් තෝරා ගත යුතු වන්නේ මේ බිඳවැටීමේ අවදානම හේතුවෙනි. විශේෂයෙන් ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා සැපයුමකට ඩයෝඩ යොදා ගන්නා විට ප්‍රමත ධාරා අගය හා උච්ච ප්‍රතිලෝම වෝල්ටීයතාව කෙරෙහි අවධානය යොමු කළ යුතු ය.

1.2.5 p - n සන්ධියක ලාක්ෂණික කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂය ආධාරයෙන් ලබා ගැනීම

කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂයක් භාවිතයෙන් p - n සන්ධියක ලාක්ෂණික නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. 1.14 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථයේ V_{p-p} අගය 20 V වන ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ඩයෝඩයක් (D) හරහා විබැරයකට (L) සම්බන්ධ කර ඇත. කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂය (CRO) මගින් *V-I* ලාක්ෂණිකය ලබා ගැනීම සඳහා එයට වෝල්ටීයතා සංඥා ලෙස ලබා දිය යුතු ය. එනිසා පරිපථයේ ගලන ධාරාව දෝලනේක්ෂය වෙත වෝල්ටීයතාවක් ලෙස ප්‍රදානය කිරීම සඳහා 10 Ω කුඩා ප්‍රතිරෝධකයක් ඩයෝඩයට ශ්‍රේණිගත ව යොදා, එහි දෙකෙළවර පවතින වෝල්ටීයතාව දෝලනේක්ෂයෙහි එක් චැනලයක් වෙත ප්‍රදානය කර ඇත. එමෙන් ම ඩයෝඩයේ දෙකෙළවර විභව බැස්ම, අනෙක් චැනලයටත් සම්බන්ධ කළ යුතු ය. එය 1.14 රූපය මගින් දක්වා ඇත.

භාවිත කරන දෝලනේක්ෂයේ X -Y දෝලක අක්‍රීය කිරීමට හැකි නම් පහත සඳහන් පරිපථය භාවිත කර ඩයෝඩයක පෙර නැඹුරු සහ පසු නැඹුරු ලාක්ෂණික ලබා ගැනීමට හැකියාව තිබේ.

Educational Publications Department

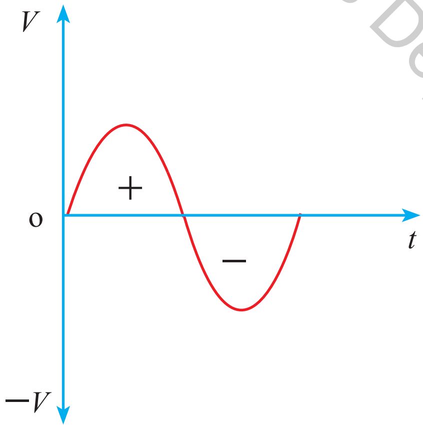


රූපය 1.14 - කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂය භාවිතයෙන් p - n සන්ධියක ලාක්ෂණික නිරීක්ෂණය

මේ පරිපථයේ ඩයෝඩය වෙනුවට සෙනර් ඩයෝඩයක් භාවිත කළ හොත් පසු නැඹුරු ලාක්ෂණික ද ලබා ගත හැකි වේ. එසේ ලබා ගැනීමට යොදනු ලබන ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවේ ශීර්ෂ අගය සෙනර් වෝල්ටීයතාවට වඩා වැඩි විය යුතු ය (සෙනර් ඩයෝඩය සහ සෙනර් වෝල්ටීයතාව 1.6 කොටසේ දී විස්තර කරනු ලැබේ).

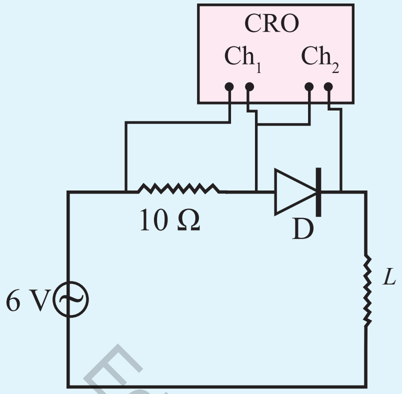
- **p - n සන්ධියක් වෙත ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමක් සම්බන්ධ කළ විට සන්ධි දෙපස තරංග හැඩය**

ප්‍රදාන ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ තරංගාකාරය 1.15 රූපය මගින් දක්වා ඇත. මේ සැපයුමට 1.16 රූපයේ පරිදි ඩයෝඩයක් (p - n සන්ධියක්) සම්බන්ධ කළ විට ධන අර්ධයේ දී ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන අතර, ඍණ අර්ධයේ දී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේ. එය CROහි තිරය මත 1.17 රූපයේ පරිදි දර්ශනය වේ.

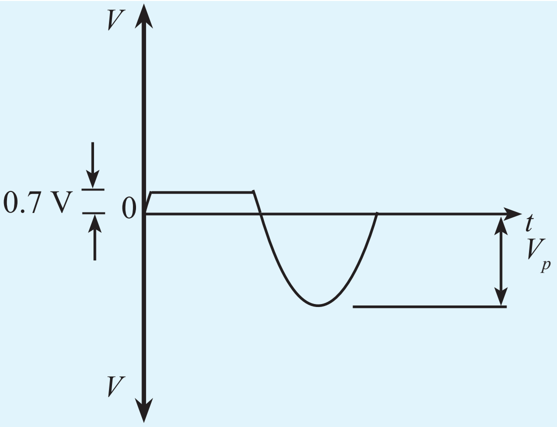


රූපය 1.15 - ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගාකාරය

Educational Publications Department



රූපය 1.16 - ඩයෝඩය දෝලනේක්ෂයට සම්බන්ධ කළ යුතු ආකාරය



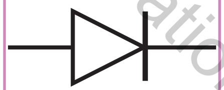
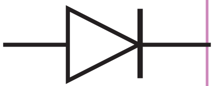
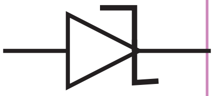
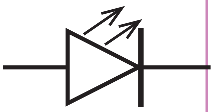
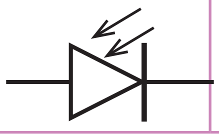
රූපය 1.17 - සිලිකන් වර්ගයේ ඩයෝඩයක් යෙදූ විට CRO තිරය මත දිස්වන තරංගාකාරය

Educational Publications Department

1.2.6 ඩයෝඩ වර්ග

භාවිතයේ පවතින ඩයෝඩ, කෙරෙන කාර්යය පදනම් කර ගනිමින් පහත 1.1 වගුවෙහි පරිදි වර්ග කෙරේ.

වගුව 1.1 - ඩයෝඩ වර්ග

ඩයෝඩ වර්ගය	සංකේතය	භාවිතය
ඍජුකාරක ඩයෝඩ (Rectifier Diode)		ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ඍජුකරණය
කුඩා සංඥා ඩයෝඩ ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක ඩයෝඩ (Point Contact Diode)		අධි සංඛ්‍යාත තරංග ඍජුකරණය
සෙනර් ඩයෝඩ (Zener Diode)		වෝල්ටීයතා යාමනය
ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ (Light Emitting Diode)		දර්ශක, විදුලි පහන් සහ ආලෝක සැරසිලි සඳහා (ආලෝක ප්‍රභවයක් සඳහා)
ප්‍රකාශ ඩයෝඩ (Photo Diode)		ආලෝක තීව්‍රතාව මැනීමේ උපකරණ සඳහා

මෙහි දී හඳුනා ගනු ලැබූ ඩයෝඩ වර්ග අතුරින් ඍජුකාරක, ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක, සෙනර් සහ ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ විදුලිය හා ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ක්ෂේත්‍රයේ භාවිත කරන විවිධ අවස්ථා පිළිබඳ ව හා ක්‍රියාවලි පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට විමසා බලමු.

1.3 ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා සෘජුකරණය

කුඩා සරල ධාරා වෝල්ටීයතා මගින් ක්‍රියාත්මක වන ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ සහිත උපකරණ ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා විද්‍යුත් සැපයුමක් අපේක්ෂිත අගයක් සහිත සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් බවට පරිවර්තනය කර ගැනීමට අවශ්‍ය වේ. ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් බවට පරිවර්තනය කිරීමට මූලික සංරචක වශයෙන් ඩයෝඩ භාවිත කරනු ලැබේ. මෙලෙස ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව සරල ධාරාවක් බවට පත් කරලීමේ ක්‍රියාවලියට තරංග **සෘජුකරණය (wave - rectification)** යැයි කියනු ලැබේ.

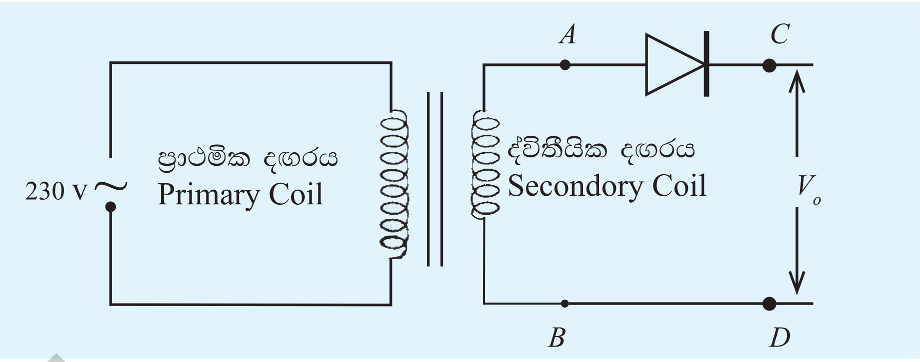
p - n සන්ධිය තුළින් ධාරාව එක් දිශාවකට පමණක් ගැලීමේ ගුණය පදනම් කර ගනිමින් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා සෘජුකරණය සඳහා ඩයෝඩ භාවිත කෙරේ. මේ සඳහා භාවිත කෙරෙන ඩයෝඩ **සෘජුකාරක ඩයෝඩ (rectifier diode)** ලෙස හැඳින්වේ. ඩයෝඩ භාවිත කර ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා සෘජුකරණයේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ එක් අර්ධයක් පමණක් සෘජුකරණය කරන්නේ නම් එය **අර්ධ තරංග සෘජුකරණය (half - wave rectification)** ලෙසත්, තරංගයේ ධන හා සෘණ අර්ධ දෙකම සෘජුකරණය කරන්නේ නම් එය **පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය (full - wave rectification)** ලෙසත් හැඳින්වෙයි.

ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා සෘජුකරණය කර ගැනීම ප්‍රායෝගික ව අවශ්‍ය වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපකරණ වැනි සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවෙන් ක්‍රියා කරන උපකරණ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවෙන් යුතු මූලික සැපයුමකට සම්බන්ධ කළ විට ක්‍රියා නොකරන නිසා ය. බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපකරණ ක්‍රියා කරවීම සඳහා ප්‍රධාන සැපයුම් වෝල්ටීයතාව භාවිත කළ ද එම උපකරණය තුළ දී ප්‍රධාන සැපයුම් වෝල්ටීයතාව අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව තෙක් අඩු කර ගැනීම සඳහා ගැළපෙන අවකර පරිණාමකයක් (Step - down transformer) යොදා ගනු ලැබේ. එලෙස ලබා ගත් අඩු අගයකින් යුත් ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාව සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව බවට පත් කිරීම සඳහා අවශ්‍ය පරිදි අර්ධ තරංග හෝ පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය කිරීම සඳහා ඩයෝඩ භාවිත කෙරෙයි. මෙලෙස ලැබෙන සෘජුකරණය කරන ලද වෝල්ටීයතාව එනම් සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව, උපකරණ ක්‍රියා කරවීම සඳහා සුදුසු වන සේ සකස් කිරීම සඳහා සුමටනය (Smoothing) කළ යුතු අතර, මෙතැන් සිට ඒ පිළිබඳ ව පැහැදිලි කෙරෙයි.

1.3.1 අර්ධ තරංග සෘජුකරණය (half wave rectification)

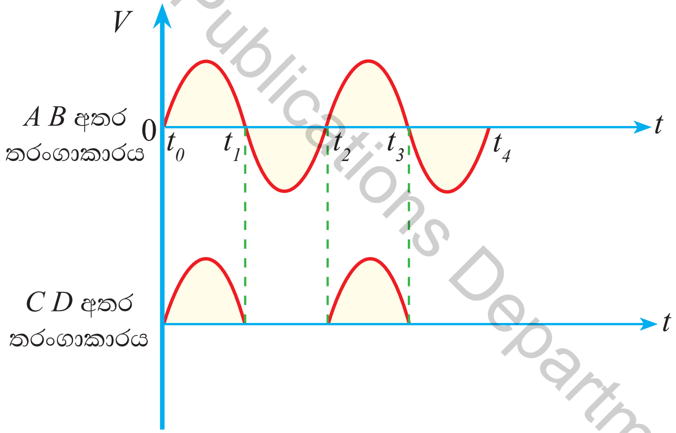
ප්‍රධාන ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාව අවශ්‍ය පරිදි අඩු ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් බවට පත් කර ගැනීමට අවකර පරිණාමක භාවිත කරන බවත් එලෙස භාවිත කෙරෙන පරිණාමකයක සංකේතය පිළිබඳවත් මූලික විදුලි තාක්ෂණවේදය පාඩම මගින් ඔබ උගෙන ඇත. ප්‍රධාන ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුම් වෝල්ටීයතාව අර්ධ තරංග සෘජුකරණය සඳහා භාවිත කෙරෙන පරිපථ සටහනක් 1.18 රූපයෙහි දැක්වේ.

Educational Publications Department



රූපය 1.18 - ප්‍රධාන වෝල්ටීයතාව අඩු කර ගැනීම සහ අර්ධ තරංග ඍජුකරණය

මේ පරිපථයේ *AB* දෙකෙළවර අඩු වෝල්ටීයතාවකින් යුතු ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් පවතින අතර *CD* අග්‍ර දෙකෙළවර ඍජුකරණය වූ විචල්‍ය (වෙනස් වන) වෝල්ටීයතාවක් (ස්පන්දයක්) පවතී. *AB* වෙතට ප්‍රදානය කෙරෙන තරංගාකාරයත් CD අතර තරංගාකාරයක් කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂණය මගින් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. ප්‍රදාන සංඥාවේ ස්වරූපය අනුව ප්‍රතිදාන සංඥාවේ ආකාරය 1.19 රූපයේ දැක්වේ.



රූපය 1.19 - ප්‍රධාන සංඥාව හා ප්‍රතිදාන තරංගාකාරය

අවකර පරිණාමකයේ ප්‍රතිදානය 1.19 රූපයේ පරිදි වන්නේ නම් පරිපථයට ඩයෝඩය සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරය අනුව $t_0 - t_1$ කාලය තුළ දී ධන අර්ධ තරංගය මගින් ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන අතර, $t_1 - t_2$ කාලය තුළ දී ඍණ අර්ධ තරංගයේ දී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වේ. ඩයෝඩ තුළින් පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ පමණක් ධාරාව ගමන් කරන නිසා *CD* අතර තරංග හැඩය 1.19 රූපයේ පහළ දක්වා ඇති ආකාරය ගනියි. පරිණාමකයේ ප්‍රතිදානය $t_1 - t_2$ කාලයේ දී ඍණ අර්ධය හේතු කොට ගෙන ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන නිසා ඩයෝඩය තුළින් එම තරංග අර්ධයට සාපේක්ෂ ව විද්‍යුත් ධාරාව ගමන් නො කරයි.

Educational Publications Department

සෘජුකාරක ඩයෝඩයක් යොදා ගැනීමෙන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව එක ම දිශාවකට පිහිටන නමුත් විචලනයට ලක් වන බව ඉහත තරංග නිරීක්ෂණය මගින් පැහැදිලි වේ. 1.19 රූපයේ පරිදි අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේ දී ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව හා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව අතර පහත ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් පවතී.

එක් අර්ධ චක්‍රයක් සඳහා $\left(V_o = \frac{V_P}{\pi} = V_{dc}\right)$

$V_0 = 0.318\ V_p$ — V_0 - ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව

$V_p = 1.414\ V_{rms}$ නිසා, — V_p -ශීර්ෂ වෝල්ටීයතාව

$V_0 = 0.318 \times 1.414\ V_{rms}$ — V_{rms} - වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය

$= 0.45\ V_{rms}$ — V_{dc} - සරල ධාරා සාමාන්‍ය අගය

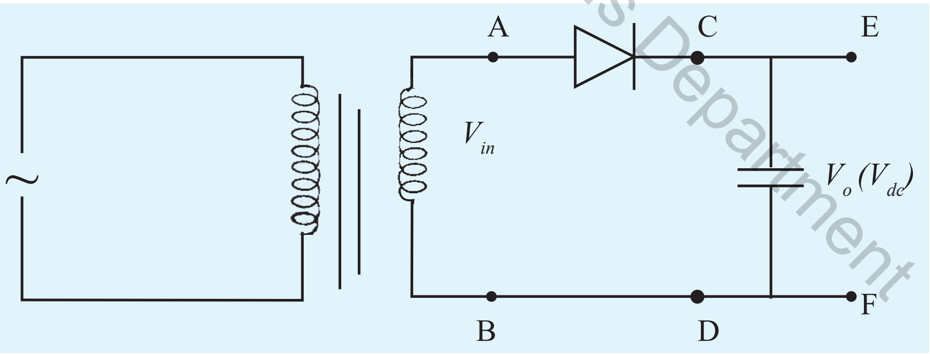
පරිණාමකයේ ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවේ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය සැලකූ විට,

$V_{dc} = V_0 \simeq 0.45\ V_{rms}$

V_p - ඩයෝඩයට ප්‍රදානය කෙරෙන ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ උච්ච වෝල්ටීයතාව

V_{rms} - ඩයෝඩයට ප්‍රදානය කෙරෙන ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය

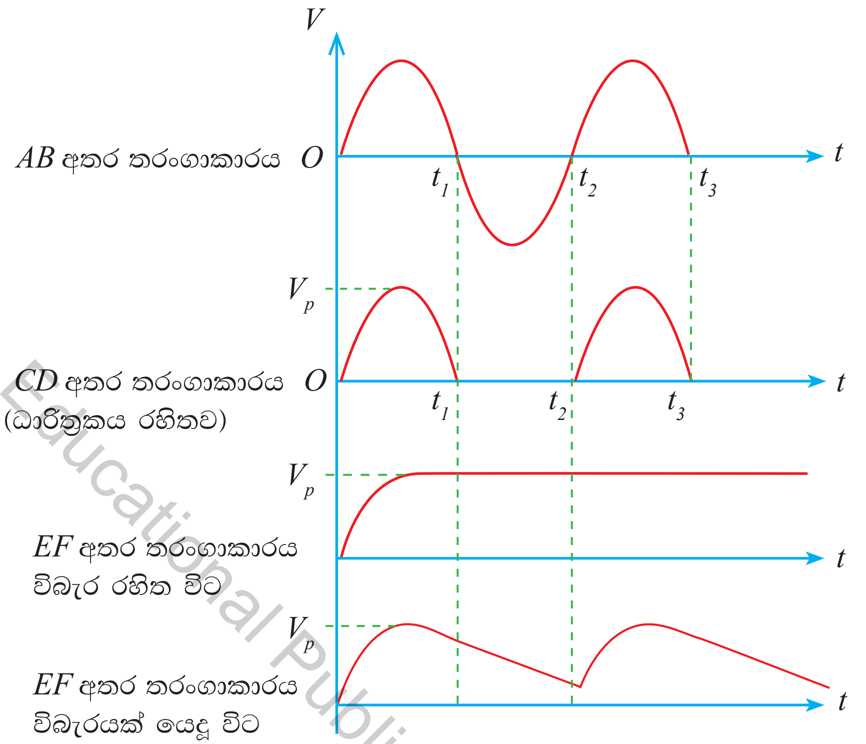
මේ ප්‍රතිදාන විචල්‍ය සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව, සුමටනය නොකර ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපකරණවල ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා භාවිතයට සුදුසු නො වේ. එහෙත් බැටරි ආරෝපණ පරිපථවල මේ පරිපථය යොදා ගැනේ. එබැවින් එම පරිපථයට ධාරිත්‍රයක් 1.20 රූපයේ පරිදි යොදා ගැනීමෙන් ප්‍රතිදානයේ විචලනය අවම කර ගත හැකි ය.



රූපය 1.20 - අර්ධ තරංග සෘජුකරණය

මෙවැනි අවස්ථාවක ප්‍රතිදාන සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව (V_0) සහ ප්‍රදාන ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාව අතර 1.21 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් පවතී.

Educational Publications Department



රූපය 1.21 - සෘජුකරණය සහ සුමටනය ඇති විට ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන තරංගාකාර

ධාරිත්‍රකයක් ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමකට සම්බන්ධ කළ විට ධාරිත්‍රකය සැපයුමේ ශීර්ෂ වෝල්ටීයතා (V_p) අගය තෙක් ආරෝපණය වේ. එවැනි අවස්ථාවක *AB*, *CD* හා *EF* අතර තරංග හැඩය කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂය මගින් නිරීක්ෂණය කළ හොත් 1.21 රූපයේ දක්වා ඇති තරංග සටහන ලැබේ.

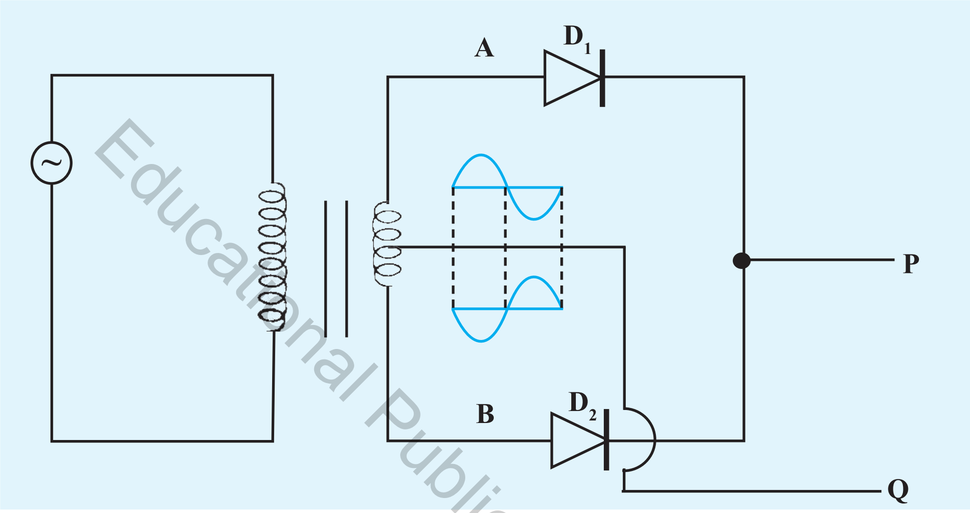
1.3.2 පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය (full-wave rectification)

මෙහි දී ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලි සැපයුමක වෝල්ටීයතා තරංගයේ ඇති අර්ධ වක්‍ර දෙක ම සෘජුකරණ පරිපථයක් භාවිත කරමින් එක් දිශාවකට යොමු කරනු ලැබේ. ප්‍රත්‍යාවර්තන වෝල්ටීයතාව පූර්ණ තරංග සෘජුකරණයේ දී විකල්ප ආකාර දෙකකට කළ හැකි අතර, මේ සඳහා ඩයෝඩ දෙකක් හෝ ඩයෝඩ හතරක් හෝ භාවිත කෙරෙයි. ඩයෝඩ දෙකක් භාවිත කර පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය සඳහා යොදා ගනු ලබන අවස්ථාවක දී ඒ සඳහා ද්විතීයික දඟරයේ මැදි සැවුණු පරිණාමකයක් (center - tapped transformer) යොදා ගත යුතු වීම විශේෂත්වයකි. මෙය **මැද සැවුණු පූර්ණ තරංග සෘජුකාරකය (center - tapped full wave rectifier)** නම් වේ. එහෙත් ඩයෝඩ හතරක් භාවිත කෙරෙන අවස්ථාවල දී පරිණාමක ද්විතීයිකයේ (ප්‍රතිදානයේ) අග්‍ර දෙකක් පමණක් ප්‍රමාණවත් වේ. මෙය **පූර්ණ තරංග සේතු සෘජුකාරකය (full - wave bridge rectifier)** නම් වේ.

Educational Publications Department

● මැද සැවුණු පූර්ණ තරංග සෘජුකාරකය (Center Tapped Full - Wave Rectifier)

මැද සැවුණු පූර්ණ තරංග සෘජුකරණ පරිපථය 1.22 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි මැදි සැවුණු පරිණාමකයක් හා ඩයෝඩ දෙකක් ප්‍රයෝජනයට ගනියි.

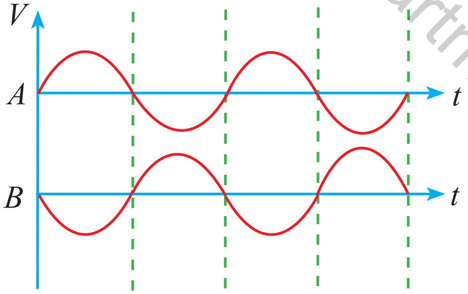


රූපය 1.22 - මැදි සැවුණු පරිණාමක යෙදූ පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය

මේ පරිපථය නිරීක්ෂණය කළ හොත් ද්විතීයික දඟරයේ අග්‍ර තුනක් පිහිටා ඇති බව පෙනේ. මෙහි මැද අග්‍රය පොදු අග්‍රයක් ලෙස යොදාගෙන ඇති අතර, දෙකෙළවර අග්‍ර දෙක එක දිශාවකට යොමු කරවන ලද ඩයෝඩ දෙකක් යොදා එකිනෙකට සම්බන්ධ කර ඇත. මෙහි මැදි අග්‍රයට හෙවත් පොදු (භූගත) අග්‍රයට සාපේක්ෂ ව එහි ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංග A හා B අතර 180^0 කලා වෙනසක් ඇති වේ. 1.23 රූපයේ දක්වා ඇති තරංග සටහන මගින් තහවුරු කෙරෙයි.

භූගතයට (Q) සාපේක්ෂ ව *A*හි තරංග හැඩය

භූගතයට (Q) සාපේක්ෂ ව *B*හි තරංග හැඩය

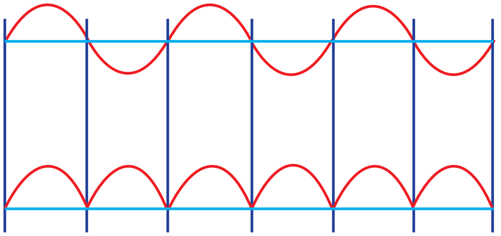


රූපය 1.23 මැදි සවුනතට සාපේක්ෂව දෙකෙළවර වෝල්ටීයතා පිහිටීම

මේ පරිපථයේ භූගතයට සාපේක්ෂ ව *A* හා *B* හි තරංග 180^0ක කලා වෙනසක් ඇති වන නිසා 1.23 රූපයේ පරිදි භූගත අග්‍රයට සාපේක්ෂක ව සිදු වන කලා වෙනස නිසා *A* තරංගයේ ධන අර්ධය D_1 ඩයෝඩය වෙත යොමු කළ විට සන්නයනය කරන අතර ඒ

Educational Publications Department

මොහොතේ දී B තරංගය ඍණ අගයක් ගන්නා බැවින් එම මොහොතේ D_2 ඩයෝඩය හරහා සන්නයනය නොකරන අතර, ඊට පසු අර්ධ චක්‍රයේ දී භූගතයට සාපේක්ෂ ව B තරංගය ධන තරංගාකාරයක් ගන්නා නිසා D_2 තුළින් විදුලිය සන්නයනය කෙරේ. එමෙන් ම Aහි දී තරංගය ඍණ බැවින් විදුලිය සන්නයනය නො කෙරෙයි. මේ අනුව D_1 හා D_2 තුළින් වරින් වර ගලා යන ධාරාව නිසා තරංගය සම්පූර්ණ ලෙස ඍජුකරණය වන බව පැහැදිලි ය.



රූපය 1.24 - ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංගාකාරය

එම මොහොතේ දී 1.24 රූපයේ පරිදි ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන සංඥා කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂය මගින් ද නිරීක්ෂණය කළ හැකි වේ. පොදු අග්‍රයට සාපේක්ෂ ව ද්විතීයකයේ වෝල්ටීයතාව V_P නම් හා ඍජුකරණ වෝල්ටීයතාව V_{dc} නම්

$$V_{dc} = V_o = \frac{2}{\pi} V_p$$
$$V_{dc} = 0.637\ V_p$$
$$V_p = 1.414\ V_{rms}$$
$$V_{dc} = 0.63 \times 1.414\ V_{rms}$$
$$V_{dc} = 0.9\ V_{rms}$$

V_p - ප්‍රදානයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවේ ශීර්ෂ අගය

V_{rms} - ප්‍රදාන ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවේ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය

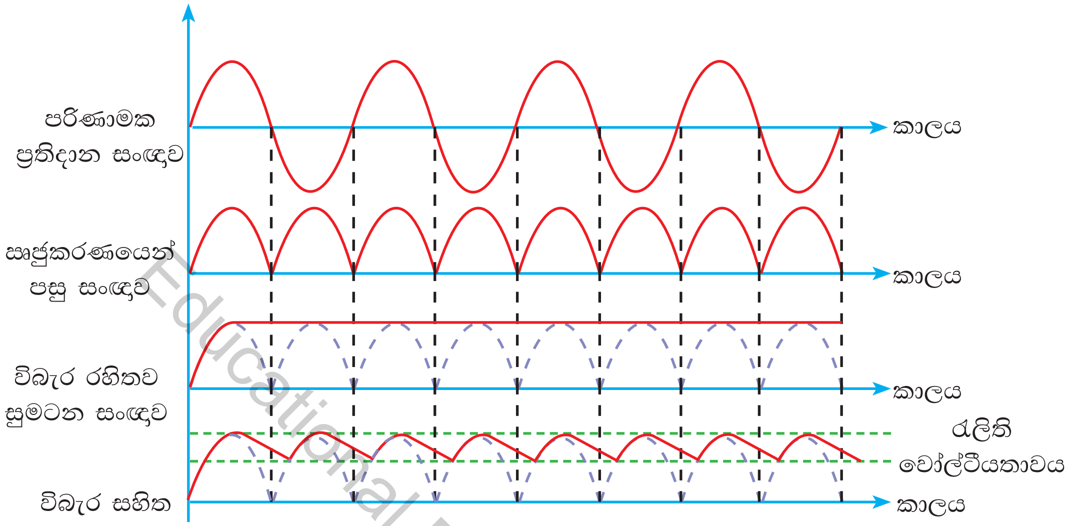
මැද සැවුණු පරිණාමකයක භූගතයට සාපේක්ෂ ව අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව (V_{rms}) වෝල්ට් 12ක් වන්නේ නම් පූර්ණ තරංග ඍජුකරණයේ දී ප්‍රතිදාන සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව මෙලෙස ගණනය කළ හැකි ය.

$$V_{dc} = 0.9 \times 12\ \text{V}$$
$$= 10.8\ \text{V}$$

ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ඍජුකරණයෙන් පසු සරල ධාරා වෝලටීයතාවක් ප්‍රතිදානය වුව ද එහි පවතින රළිති වෝල්ටීයතා හේතුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංග ක්‍රියා කරවීමට බාධා පැමිණෙයි. මේ නිසා ධාරිත්‍රකයක් යොදා සරල ධාරාව සුමටනය කෙරෙයි. මැදි සැවුණු

Educational Publications Department

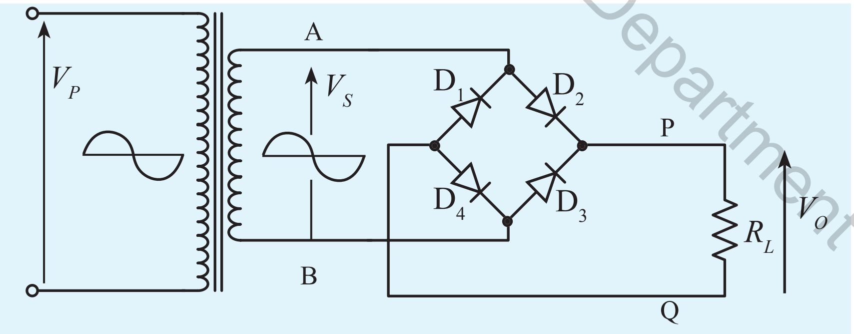
පරිණාමකයේ ප්‍රදාන සංඥාව, සෘජුකරණ සංඥාව හා සුමටන සංඥාව 1.25 රූපයෙන් දක්වා ඇත.



රූපය 1.25 - පූර්ණ තරංග සෘජුකරණ (මැදි සවුනත) පරිපථයක අග්‍ර අතර තරංග හැඩය

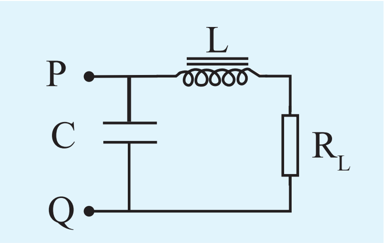
• පූර්ණ තරංග සේතු සෘජුකාරකය (full - wave bridge rectifier)

අවකර පරිණාමකයේ ද්විතීයික දඟරයේ අග්‍ර 2ක් පමණක් හා ඩයෝඩ 4ක් සේතුවක ආකාරයට සම්බන්ධ කිරීමෙන් පූර්ණ තරංග සෘජුකරණ පරිපථයක් 1.26 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එකලස් කරගත හැකි ය.



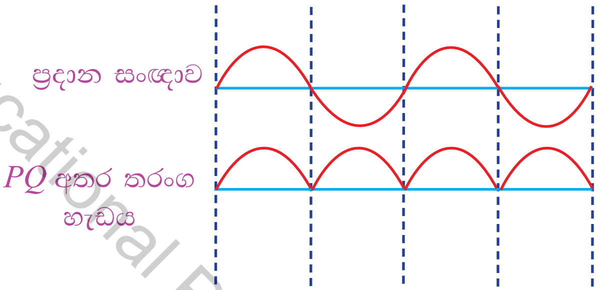
රූපය 1.26 (a) - පූර්ණ තරංග සෘජුකරණ පරිපථය

Educational Publications Department



L - ප්‍රේරකය

රූපය 1.26 (b) - පූර්ණ තරංග සෘජුකරණයේ දී රැලිති වෝල්ටීයතාව ඉවත් කරලීම සඳහා සකස් කළ පරිපථයක්



රූපය 1.27 - සේතු සෘජුකරණ පරිපථයේ ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා පිහිටීම

Educational Publications Department

1.26 රූපයේ පරිපථය සැලකූ විට, ද්විතීයික දඟරයේ + අර්ධය A වෙත ලැබෙන විට විදුලි ධාරාව A→ D_2→ PQ→ D_4→ B යන පථය හරහා ගමන් කරයි. A වෙත - අර්ධ චක්‍රය ලැබෙන විට B වෙත + අර්ධ චක්‍රය ලැබේ. එවිට විදුලි ධාරාව B → D_3→ PQ → D_1 → A යන මාර්ගය හරහා ගමන් කරයි. මේ තරංග හැඩය 1.27 රූපයෙහි දැක්වේ. මෙවැනි පරිපථයක් මගින් සෘජුකරණය කරන ලද සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් (V_{dc}) ද්විතීයිකයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා (V_{rms}) අතර සබඳතාව පහත සම්බන්ධයෙන් ප්‍රකාශ වේ.

$$V_{dc} = V_o = \frac{2}{\pi} V_p$$
$$V_{dc} = 0.637\ V_p$$
$$V_p = 1.414\ V_{r.m.s} \text{ නිසා}$$
$$V_{dc} = 0.637 \times 1.414\ V_{r.m.s}$$
$$= 0.9\ V_{r.m.s}$$

මේ පරිපථයේ එක් අර්ධ චක්‍රයක් ඩයෝඩ දෙකක් හරහා ගමන් කරන නිසා එක් ඩයෝඩයක් හරහා 0.6 V බැගින් ඩයෝඩ 2 හරහා ආසන්න ව 1.2 V ක විභව බැස්මක් ඇති වේ.

උදාහරණයක් ලෙස V_{rms} හෙවත් පරිණාමක ද්විතීයික දඟරයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාව 12 V නම් සෘජුකරණය කළ සුමටනය නොකරන ලද සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව (V_{dc}) පහත පරිදි ගණනය කළ හැකි ය.

$$V_{dc} = 0.9\,V_{ac}$$
$$= 0.9 \times 12$$
$$= 10.8\ \text{V}$$

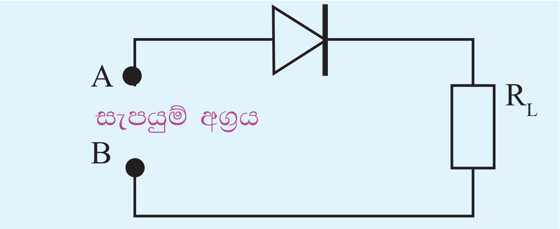
මේ අනුව ප්‍රතිදාන ලෙස සරල ධාරා ස්පන්ද වෝල්ටීයතා අගයක් ලැබෙන බව පැහැදිලි වෙයි. මේ සෘජුකරණ වෝල්ටීයතාව ද ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංග / උපකරණ ක්‍රියා කරවීමට භාවිත කළ නොහැක්කේ එහි රැළිති වෝල්ටීයතාවක් පවතින නිසා ය. (රැළිති වෝල්ටීයතාව යනු සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව මත පිහිටි වෙනස් වන වෝල්ටීයතාවයයි). එම වෝල්ටීයතාවෙහි රැළිති වෝල්ටීයතාව අවම කරලීම සඳහා විශාල ධාරනාවක් සහිත ධාරිත්‍රකයක් යොදා ගැනේ. ඉහත පරිපථයේ PQ ලක්ෂ්‍යවලට විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ධාරිත්‍රකයක් සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කළ විට එය ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා ශීර්ෂ අගය තෙක් ආරෝපණය වන බැවින් භාරයක් නොමැතිව ප්‍රතිදානයේ (ධාරිත්‍රකය දෙකෙළවර) සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව ශීර්ෂ අගයට සමාන වේ. සෘජුකරණය සඳහා විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍ය ධාරිත්‍රකය සහිත පරිපථයට ශ්‍රේණිගත ව ප්‍රේරකයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් රැළිති වෝල්ටීයතාව ඉවත් කර ගත හැකි වේ.

Educational Publications Department

1.4 සෘජුකාරක ඩයෝඩ ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල ආරක්ෂාව සඳහා යොදා ගැනීම

සෘජුකාරක ඩයෝඩයක එක් දිශාවකට පමණක් ධාරාව ගැලීමේ ගුණය උපයෝගී කර ගනිමින් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණවල ආරක්ෂාව සඳහා ද සෘජුකාරක ඩයෝඩ භාවිත කෙරෙයි.

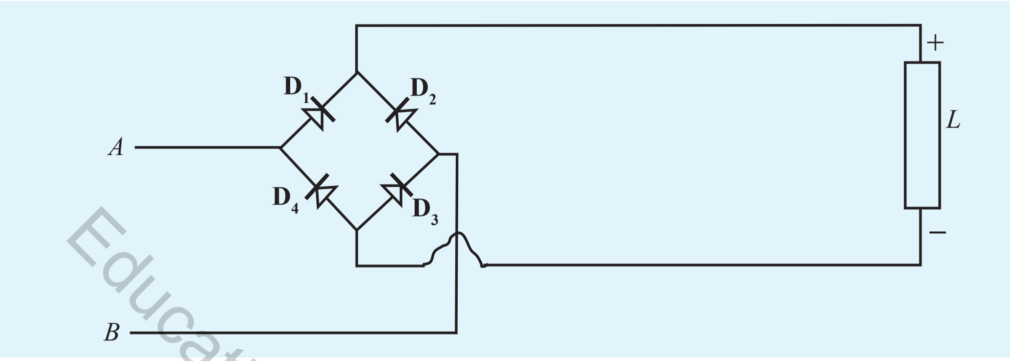
ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් වීමෙන් උපකරණවලට වන හානි වැළැක්වීම සඳහා සැපයුම ලබා දීම ඩයෝඩයක් හරහා සිදු කරයි. 1.28 රූපයට අනුව A අග්‍රයට + සැපයුම සම්බන්ධ කළ විට ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන අතර පරිපථය ක්‍රියා කරයි. A අග්‍රයට සැපයුමේ − අග්‍රය සම්බන්ධ කළ විට ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වීමෙන් උපාංගයට වැරදි ධ්‍රැවීයතාව නොලැබී උපකරණය ආරක්ෂා කෙරෙයි.



රූපය 1.28 - පරිපථ ආරක්ෂාවට ඩයෝඩ භාවිත කිරීම

1.28 රූපයේ දක්වා ඇති R_L උපාංගයට සරල ධාරා + ධ්‍රැවීයතාව ලබා දිය යුතු ව ඇත. එය ඩයෝඩයක් හරහා සම්බන්ධ කර ඇති නිසා වැරදීමකින් − ධ්‍රැවීයතාව ලබා දුන හොත් උපකරණයට විදුලි ධාරාව නො සැපයේ. එමගින් උපකරණයට විය හැකි හානි වළක්වා ගත හැකි ය.

උපකරණය තුළ ඩයෝඩ සේතුවක් යොදා උපකරණයට සම්බන්ධ කිරීමෙන් සරල ධාරා සැපයුමක කිනම් අග්‍රයක් සම්බන්ධ කළ ද උපකරණයට නිවැරදි ධ්‍රැවීයතාව සැපයේ. මෙය ස්වයංක්‍රීය ධ්‍රැවීයතා යොමුකරණය (automatic polarity supply) ලෙස හැඳින්වෙයි.



රූපය 1.29 - ස්වයංක්‍රීය ධ්‍රැවීයතා යොමුකරණය

1.29 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථයෙහි A අග්‍රයට සරල ධාරා සැපයුමේ + අග්‍රයත් B අග්‍රයට සරල ධාරා සැපයුමේ − අග්‍රයත් සම්බන්ධ කළේ යැයි සිතමු.

+ අග්‍රයේ සිට D_1, L, D_3 හරහා − අග්‍රය කරා ධාරාව ගලා යයි. එවිට උපාංගයට නිවැරදි ධ්‍රැවීයතාව (+) ලැබේ.

A අග්‍රයට සැපයුමේ − අග්‍රයත් B අග්‍රයට සැපයුමේ + අග්‍රයත් සම්බන්ධ වුව හොත් D_2, L, D_4 හරහා − අග්‍රයට ධාරාව ගලා යයි. එවිට ද L උපාංගයට නිවැරදි ධ්‍රැවීයතාව ලැබේ.

එහෙත් ඩයෝඩ හරහා සිදු වන විභව බැස්ම හේතු කොට ගෙන උපකරණයට ලැබෙන වෝල්ටීයතාව සැපයුම් වෝල්ටීයතාවට වඩා අඩු අගයක් වේ. එක් ඩයෝඩයක් හරහා විභව බැස්ම V_D ලෙස ද උපකරණය හරහා විභව බැස්ම V_L ලෙස ද සැපයුම් විභවය V_S ලෙස ද සැලකූ විට,

$$V_L = V_S - 2V_D$$ වේ.

මෙහි දී සැම විට ම ඩයෝඩ 2ක් හරහා ධාරාව ගලා යන නිසා සැම ඩයෝඩයක් හරහා ම පෙර නැඹුරු වෝල්ටීයතා බැස්මක් (V_o) පවත්වා ගනියි. මෙහි යොදා ඇති ඩයෝඩය සිලිකන් වර්ගයේ නම් එක් ඩයෝඩයක් හරහා 0.7 V විභව බැස්මක් පවතී. සැපයුම් විභවය 12 V නම් උපකරණයට ලැබෙන වෝල්ටීයතාව 10.6ක් බව පහත ගණනයෙන් පැහැදිලි වනු ඇත.

$V_L = V_S - 2V_D$ නිසා

$$= 12 - 2\,(0.7)$$
$$= 12 - 1.4$$
$$= 10.6\ \text{V}$$

Educational Publications Department

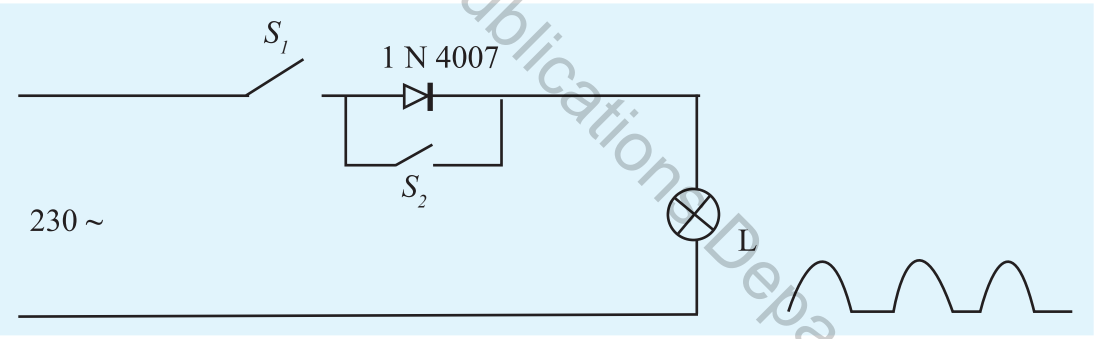
ක්‍රියාකාරකම

- ගැළපෙන උපාංග යොදාගෙන පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක් සකස් කරන්න.
- එහි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ තරංග හැඩය දෝලනේක්ෂයක් මගින් පරීක්ෂා කරන්න.
- ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව මල්ටිමීටරයකින් මැන ගන්න.
- පරිපථයේ එක් ඩයෝඩයක් විසන්ධි කරන්න.
- දෝලනේක්ෂය මගින් ප්‍රතිදානයේ තරංග හැඩය නිරීක්ෂණය කරන්න.
- මල්ටිමීටරයෙන් ප්‍රතිදානය මැන ගන්න.
- පළමු ප්‍රතිඵල හා නව ප්‍රතිඵල සඳහා හේතු තහවුරු කර ගන්න.

Educational Publications Department

පූර්ණ තරංග පරිපථයක එක් ඩයෝඩයක් විසන්ධි වූ විට එහි ප්‍රතිදානය මඟින්, අර්ධ තරංග සෘජුකරණයේ ප්‍රතිඵල ලැබෙන බව ඉහත ක්‍රියාකාරකමින් පැහැදිලි වනු ඇත.

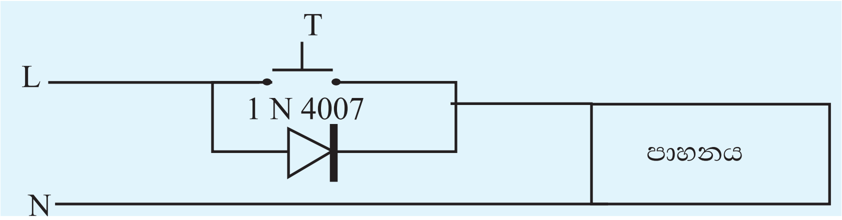
ඩයෝඩයක් භාවිත කර කාමරයක යොදා ඇති විදුලි පහන අවශ්‍ය වූ විට අඩු ආලෝක තත්ත්වයකින් ද අවශ්‍ය වූ විට උපරිම දීප්තියෙන් ද දල්වා ගැනීමට හැකි පරිපථ සටහනක් 1.30 රූපයෙහි දැක්වේ.



රූපය 1.30 - අවශ්‍ය පරිදි බල්බයක ආලෝකය පාලනය සඳහා වූ පරිපථයක්

මෙහි S_1 ස්විච්චය විවෘතව (off) ඇති විට පහන නොදැල්වේ. S_1 ස්විච්චය සංවෘත (on) හා S_2 ස්විච්චය විවෘත ව ඇති විට ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා වෝල්ටීයතාවෙන් අර්ධයක් පමණක් පහන වෙත යෙදෙන නිසා පහන අඩු ආලෝක තත්ත්වයෙන් යුතු ව දැල්වේ. S_1 හා S_2 සංවෘත වූ විට පහන උපරිම දීප්තියෙන් දැල්වේ.

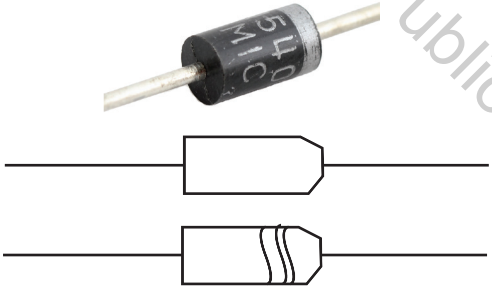
විදුලි පාහනයක ආයු කාලය වැඩි කර ගැනීම සඳහා ද ඩයෝඩ යොදා ගත හැකි ය. එසේ සකස් කළ පරිපථයක් 1.31 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.31 - විදුලි පාහනයක ආරක්ෂාව තහවුරු කිරීම

T බොත්තම තද කළ විට සැපයුම් වෝල්ටීයතාව විදුලි පාහනයට ලැබී ඉක්මණින් පාහනය රත් වේ. සාමාන්‍ය අවස්ථාවේ දී එබුම් බොත්තම අතහැරි විට එය විවෘත ව ඇති නිසා අඩු වෝල්ටීයතාවක් අර්ධ තරංගයක් පමණක් ඩයෝඩය හරහා පාහනයට සැපයේ. එවිට අඩු තාපයෙන් පාහනය රත් වේ. මේ නිසා පාහනය අධික ලෙස තාපවත් නොවීමෙන් ආයු කාලය වැඩි කර ගත හැකි ය.

සෘජුකාරක ඩයෝඩයක බාහිරින් අග්‍ර හඳුනා ගැනීම සඳහා විශේෂිත ක්‍රමයක් යොදා ඇත. 1.32 රූපය මගින් එය පැහැදිලි කර ඇත.



කැතෝඩ අග්‍රය ආසන්නයේ රිදී පටියක් යොදා ඇත.

කැතෝඩ අග්‍රය දෙසින් විශේෂිත හැඩයක් යොදා ඇත.

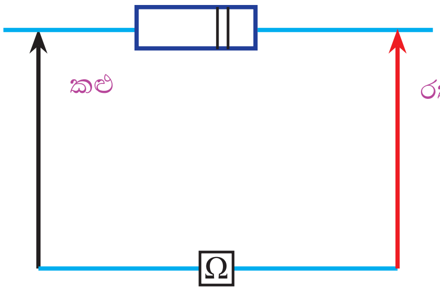
කැතෝඩ අග්‍රය දෙසින් විශේෂිත හැඩයක් හා වර්ණ යොදා ඇත.

රූපය 1.32 - සෘජුකාරක ඩයෝඩ වර්ග කිහිපයක බාහිර හැඩය

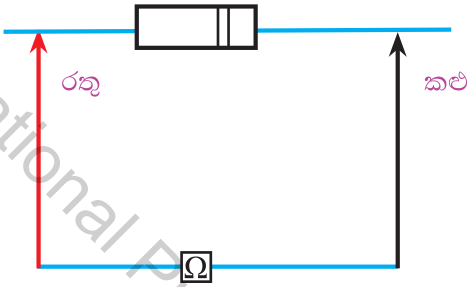
1.4.1 සෘජුකාරක ඩයෝඩයක ක්‍රියාකාරිත්වය පරීක්ෂා කිරීම

ප්‍රතිසම මල්ටිමීටරයක් ආධාරයෙන් සෘජුකාරක ඩයෝඩයක් පරීක්ෂා කරන විට එහි පරාස තෝරනය (range selector) ඕම් පරාසයේ × 10 පරාසයට යොමු කරන්න. රතු පැහැති ඒෂනීය අග්‍රයේ සෘණ ධ්‍රැවීයතාව ද කළු පැහැති ඒෂනීය අග්‍රයේ ධන ධ්‍රැවීයතාව ද පවතී.

Educational Publications Department



රූපය 1.33 - ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වීම (අඩු ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වන සම්බන්ධය)



රූපය 1.34 - ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වීම (වැඩි ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වන සම්බන්ධය)

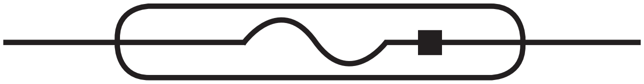
Educational Publications Department

1.33 රූපයේ දක්වා ඇති අවස්ථාවේ දී ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වන නිසා අඩු ප්‍රතිරෝධයක් ද 1.34 රූපයේ දක්වා ඇති අවස්ථාවේ දී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන නිසා ඉහළ ප්‍රතිරෝධයක් ද ඕම් මීටරයේ පෙන්වයි නම් ඩයෝඩය ක්‍රියාකාරී තත්ත්වයේ ඇත. යම් හෙයකින් ඉහත අවස්ථා දෙකෙහි දී ම අඩු ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වයි නම් p - n සන්ධිය ලුහු පරිපථ (short circuit) වී ඇති බවත් අවස්ථා දෙකෙහි දී ම අනන්ත ප්‍රතිරෝධයක් දක්වයි නම් p - n සන්ධිය විවෘත වී ඇති බවත් පෙන්නුම් කෙරෙයි.

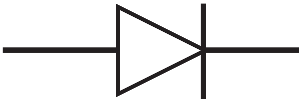
සෘජුකාරක ඩයෝඩවල උපරිම ධාරා අගය (I_{max}) හා උච්ච ප්‍රතිලෝම වෝල්ටීයතාව (V_{piv}) දත්ත සටහන් මගින් සොයා ගත හැකි වේ.

1.5 ලක්ෂීය ස්පර්ශක ඩයෝඩ (point contact) / කුඩා සංඥා අනාවරණ ඩයෝඩ

ඉතා වැඩි සංඛ්‍යාතයක් සහිත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා වෝල්ටීයතාවක් සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් බවට පත් කිරීම සඳහා ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක ඩයෝඩ හෙවත් කුඩා සංඥා අනාවරණ ඩයෝඩ යොදා ගනු ලැබේ. මේ ඩයෝඩවල p - n සන්ධියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය ඉතා කුඩා වන පරිදි තනා ඇති අතර කුඩා අර්ධ සන්නායක ස්ඵටිකයක් (crystal) කැතෝඩය වශයෙන් යොදා ගෙන ඇත. ටංස්ටන් කම්බියක් ඇනෝඩයට සම්බන්ධ කර ඇත. 1.35 රූපයෙන් ලක්ෂීය ස්පර්ශක ඩයෝඩයක අභ්‍යන්තර සැකැස්ම හා 1.36 රූපයෙන් එහි පරිපථ සංකේතය දැක්වෙයි.



රූපය 1.35 - ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක ඩයෝඩයේ අභ්‍යන්තර සැකැස්ම



රූපය 1.36 - ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක ඩයෝඩයේ සංකේතය

ගුවන් විදුලි පරිපථවල දී අනාවරණ ඩයෝඩ වශයෙන් ජර්මේනියම් ඩයෝඩ භාවිත කරනු ලැබේ. එබැවින් මේ ඩයෝඩයේ දේහලී වෝල්ටීයතාව 0.2 Vක් වේ. මෙහි බාහිරව වීදුරු ආවරණයක් යොදා ඇත. ක්ෂුද්‍ර තරංග උපකරණ සඳහා සිලිකන් භාවිත කරමින් තැනූ ලක්ෂ්‍ය ස්පර්ශක ඩයෝඩ යොදා ගනු ලැබේ. එම ඩයෝඩයේ පිටත ආවරණය බොහෝ විට පිඟන් මැටිවලින් (ceramic) ද බාහිර සම්බන්ධක රිදීවලින් ද සකස් කරනුයේ තාපයට ඔරොත්තු දීම සඳහා ය.

1.6 සෙනර් ඩයෝඩ (Zener Diode)

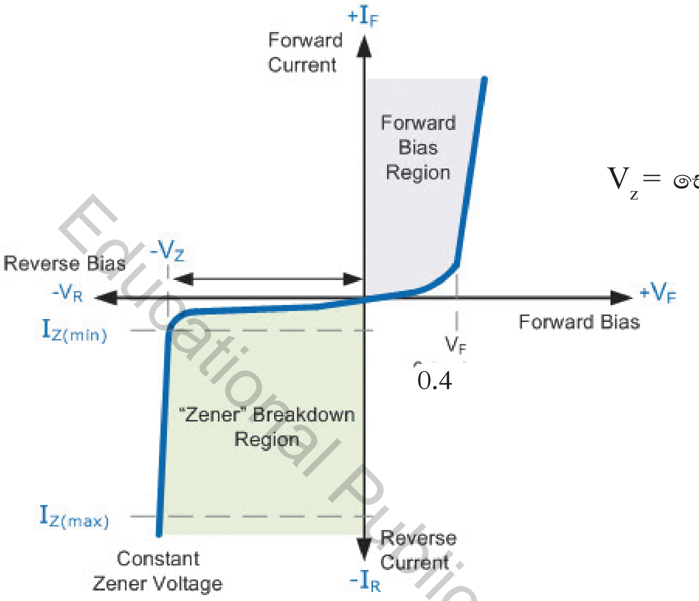
සාමාන්‍යයෙන් පසු නැඹුරු කළ ඩයෝඩයක පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි කර ගෙන ගිය හොත් සන්ධිය බිඳ වැටෙන අවස්ථාවකට පත් වේ. එනම්: උපරිම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවෙහි දී සන්ධිය බිඳ වැටී විශාල පසු නැඹුරු ධාරාවක් ගලා යෑම ආරම්භ වේ. නමුත් **සෙනර් ඩයෝඩ** පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ දී සන්ධිය බිඳ වැටෙන අවස්ථාවට ලක් කළ විට ඩයෝඩය විනාශ නොවන පරිදි සකසා ඇත. මෙලෙස, සෙනර් ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරුවේ දී ධාරාව ගලා යෑමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව හෙවත් මෙම බිඳ වැටීමේ වෝල්ටීයතාව **සෙනර් වෝල්ටීයතාව (zener voltage)** නම් වෙයි. 1.37 රූපය මගින් සෙනර් ඩයෝඩයක් සඳහා වෝල්ටීයතා - ධාරා ලාක්ෂණිකය දක්වා ඇත. 1.38 රූපය මගින් සෙනර් ඩයෝඩයක බාහිර පෙනුම හා සංකේතය පිළිවෙළින් දක්වා ඇත. ඩයෝඩය පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ දී හීන ස්තරය හරහා ඇති වන ප්‍රබල විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය හේතු කොට ගෙන ස්ඵටික දැලිසේ ඇති බන්ධන බිඳ දමා ඉලෙක්ට්‍රෝන රාශියක් එකවර නිදහස් තත්ත්වයට පත් වේ. එවිට වාහක අධික වීමෙන් අධික ධාරාවක් ගලා යෑම සිදු වේ. මේ සංසිද්ධිය **සෙනර් ආචරණය (Zener effect)** නම් වේ. මේ ආචරණයේ දී ඩයෝඩය විනාශ නො වේ. වීදුරු හෝ ප්ලාස්ටික් ආවරණයක් තුළ අසුරා ඇති මේ ඩයෝඩය පසු නැඹුරු බිඳ වැටීමේ තත්ත්වය යටතේ වාසි සහගත ව භාවිතයට ගනු ලැබේ.

මේ බිඳ වැටීමේ දී සෙනර් ආචරණය දක්වන අවම ධාරාව I_{zmin} ලෙස ද සන්ධිය විනාශ නොවෙමින් ගමන් කරවිය හැකි උපරිම ධාරාව I_{zmax} ලෙස ද සැලකුව හොත් සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගලා යා හැකි ධාරාව I_z නම්,

$$I_{zmin} \leq I_z < I_{zmax}$$ විය යුතු ය.

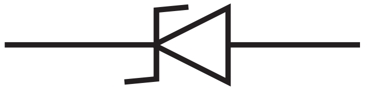
Educational Publications Department

එබැවින් සෙනර් ඩයෝඩ පරිපථවල භාවිත කෙරෙන අවස්ථාවල දී එය තුළින් ගලන ධාරාව I_{zmax} අගයට වඩා වැඩි වීමෙන් සෙනර් ඩයෝඩය ආරක්ෂා කිරීම සඳහා ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ගැනීම අනිවාර්ය වේ.



V_z = සෙනර් වෝල්ටීයතාව

රූපය 1.37 - සෙනර් ඩයෝඩයේ වෝල්ටීයතා - ධාරා ලාක්ෂණිකය



(a)

රූපය 1.38 (a) - සෙනර් ඩයෝඩයේ සංකේතය

(b)

රූපය 1.38 (b) - සෙනර් ඩයෝඩයේ බාහිර පෙනුම

Educational Publications Department

සෙනර් ඩයෝඩයක උපරිම ජව උත්සර්ජනය P_d ලෙස ද, පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව I_{zmax} ලෙස ද සැලකූ විට සෙනර් ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටීයතාව V_z නම්,

$$P_d = I_{zmax} \times V_z$$

$$I_{zmax} = \frac{P_d}{V_z}$$

මේ අනුව සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගමන් කළ හැකි උපරිම ධාරාව ඩයෝඩයේ ජව උත්සර්ජනය මත රඳා පවතී. සෙනර් ඩයෝඩයක් මිල දී ගැනීමේ දී එහි සෙනර් වෝල්ටීයතාවත් එහි උපරිම ජව උත්සර්ජනයත් සැලකිය යුතු යි. මේ අගයන් උපයෝගී කර ගෙන සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව සොයා ගත හැකි ය.

1.6.1 වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණය සඳහා සෙනර් ඩයෝඩය භාවිත කිරීම

යම් උපකරණයකට සපයන වෝල්ටීයතාව පහත සඳහන් තත්ත්ව යටතේ අවශ්‍ය පරිදි නිශ්චිත අගයක පවත්වා ගැනීම වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණය ලෙස හැඳින්වේ.

(i) විචල්‍ය සැපයුම් වෝල්ටීයතාව (V_S)
(ii) විචල්‍ය විබැර (වෙනස් වන විබැර ධාරාව (I_L))

මෙසේ නිශ්චිත අගයක වෝල්ටීයතාව පවත්වා ගැනීමට යෙදිය හැකි සරල ම ක්‍රමය සෙනර් ඩයෝඩ භාවිත කිරීම යි.

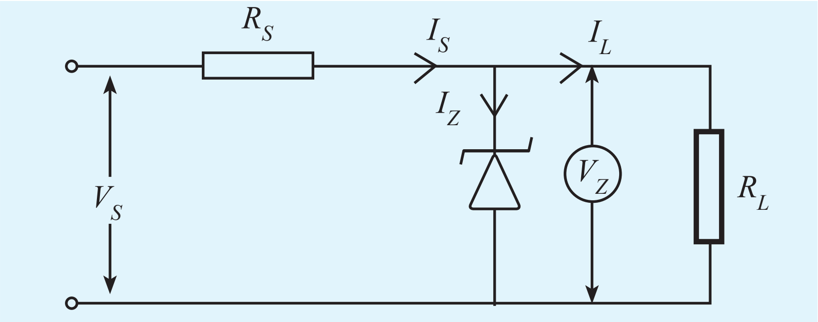
සෙනර් ඩයෝඩයක් පසු නැඹුරු කළ විට බිඳ වැටුණ වෝල්ටීයතාවේ දී ඩයෝඩය විනාශ නොවන පරිදි ධාරාව ගමන් කිරීමේ හැකියාවක් ඇති නිසා, අඛණ්ඩ ව විචලනය වන විභව සැපයුමක වෝල්ටීයතාව නිශ්චිත ව පවත්වා ගැනීමට සෙනර් ඩයෝඩය භාවිත කරනු ලැබේ.

සෙනර් ඩයෝඩ ලාක්ෂණික අනුව යම් ධාරා පරාසයක් තුළ සෙනර් ඩයෝඩය හරහා වෝල්ටීයතාව ආසන්න වශයෙන් නියත ව පවත්වා ගත හැකි ය. මේ ගුණය නිසා සෙනර් ඩයෝඩ, වෝල්ටීයතා ස්ථායිකාරක සඳහා විශේෂයෙන් යොදා ගනු ලැබේ. සෙනර් ඩයෝඩයක් භාවිත කරමින් තැනූ සරල ස්ථායිකාරකයක් 1.39 රූපය මගින් දැක්වෙයි.

මෙලෙස සෙනර් ඩයෝඩයක් පරිපථයක යොදා ගනු ලබනුයේ වෝල්ටීයතා යාමනය සඳහා ය. සෙනර් ඩයෝඩයක් පරිපථයක යොදා ගැනීමේ දී පහත සඳහන් තත්ත්ව යොදා කළ යුතු ය.

- භාවිත කෙරෙන සෙනර් ඩයෝඩයේ සෙනර් වෝල්ටීයතාවට වඩා වැඩි වෝල්ටීයතා සැපයුමක් භාවිත කිරීම
- සෙනර් ඩයෝඩය පරිපථයක පසු නැඹුරු ලෙස යෙදීම
- සෙනර් ඩයෝඩය සමග ගැළපෙන අගයකින් යුත් ප්‍රතිරෝධකයක් ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කිරීම
- භාරය (L) සෙනර් ඩයෝඩයට සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කිරීම
- විබැර තුළින් ගලා යා හැකි උපරිම ධාරාව I_{zmax} වීම

Educational Publications Department



රූපය 1.39 - සෙනර් ඩයෝඩයක් යොදන ලද වෝල්ටීයතා සථායිකරණ පරිපථය

Educational Publications Department

මෙහි දී සෙනර් ඩයෝඩ පරිපථයට ශ්‍රේණිගත කරන ලද ප්‍රතිරෝධයක් (R_s) මගින් පරිපථයේ ගලන ධාරාව පාලනය කෙරේ. එම සෙනර් ඩයෝඩ තුළින් ගලන ධාරාව උපරිම සෙනර් ඩයෝඩ ධාරාවට වඩා අඩු විය යුතු අතර අවම ධාරාවට වඩා වැඩි විය යුතු ය.

මෙවැනි පරිපථයක ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධකයේ අගය ගණනය කරන ආකාරය විමසා බලමු.

සැපයුම් වෝල්ටීයතාව $= V_S$

සෙනර් ඩයෝඩයේ බිඳවැටුම් වෝල්ටීයතාව $= V_Z$

ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභව බැස්ම $= V_S - V_Z$

පරිපථයේ ගලා යන ධාරාව $= I_S$

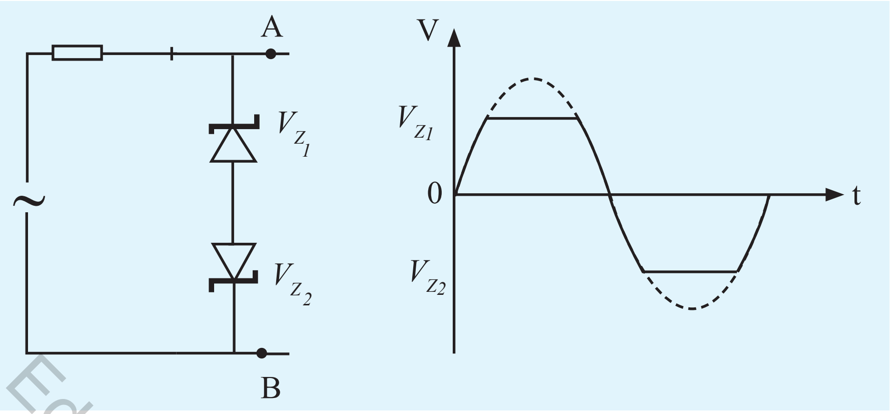
$$V_S - V_Z = I_S\ R_S$$

$$R_S = \frac{V_S - V_Z}{I_S}$$

$$\text{ප්‍රතිරෝධකයේ අගය} = \frac{V_S - V_Z}{I_{zmax}}$$

ඉහත ප්‍රකාශය භාවිතයෙන් පරිපථයකට ශ්‍රේණිගත ව යෙදිය යුතු ආරක්ෂිත ප්‍රතිරෝධකයේ අගය, ගණනය කිරීමෙන් සොයා ගත හැකි වෙයි.

සෙනර් ඩයෝඩ දෙකක් 1.40 රූපයේ ආකාරයට සම්බන්ධ කොට ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමකට සම්බන්ධ කළ විට ඒවායේ දෙකෙළවර තරංග හැඩය එහි දැක්වේ.



රූපය 1.40 - සෙනර් ඩයෝඩ යොදා ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා ස්ථායිකරණ පරිපථය

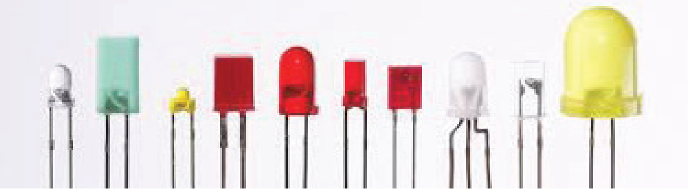
1.7 ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ (Light Emitting Diode - L.E.D)

සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් ඉදිරි නැඹුරු කිරීමේ දී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සන්ධිය හරහා ගොස් කුහර සමග සංයෝජනය වේ. මෙහි දී යම් කිසි ශක්ති ප්‍රමාණයක් තාපය ලෙස මුදා හැරේ. එමඟින් ඩයෝඩය තරමක් රත් වේ.

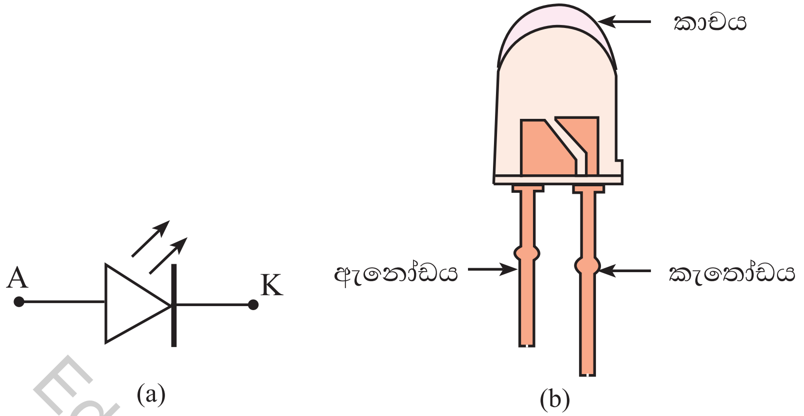
ගැලියම් ආසනයිඩ් (GaAs) ගැලියම් පොස්ෆයිඩ් (GaP) ඇතුළු වෙනත් අර්ධ සන්නායක සංයෝග මේ සඳහා යොදා මාත්‍රණය කිරීම මගින් තාපය වෙනුවට දෘශ්‍ය ආලෝක පරාසයේ තරංග මුක්ත කළ හැකි ඩයෝඩ තනා තිබේ. මේවා ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ නම් වේ. යොදා ගන්නා සංයෝගය හා ප්ලාස්ටික් ආවරණය අනුව රතු, තැඹිලි, කහ, කොළ, නිල්, සුදු වැනි වර්ණ හා අධෝරක්ත කිරණ නිකුත් කරන ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ නිපදවා ඇත.

විදුලි ධාරාවට ක්ෂණික ව ප්‍රතිචාර දැක්වීම, අඩු ධාරාවකින් ක්‍රියාකාරී වීම හා අඩු වෝල්ටීයතා සැපයීම ආදි කරුණු නිසා අද විවිධ කටයුතු සඳහා ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ භාවිත වේ. මේ සඳහා සුදුසු වන ආකාරයකට වැඩි ජවයක් ඇති හා වැඩි වෝල්ටීයතාවක් ලබා දිය හැකි ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ වර්ග තනා ඇත.

ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයේ සංකේතය 1.41 a රූපයෙන් දැක්වේ. එය සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක සංකේතයට වඩා වෙනස් වන්නේ ඩයෝඩය වෙතින් ඉවතට ඇදෙන සමාන්තර ඊතල ලකුණු දෙකෙනි. 1.41 b රූපය මගින් ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක බාහිර පෙනුම දක්වා ඇත.



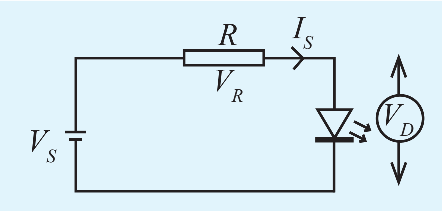
Educational Publications Department



රූපය 1.41 (a) - ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක සංකේතය (b) - බාහිර පෙනුම

සාමාන්‍ය ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් ක්‍රියා කිරීමට 10 mA - 15 mA පමණ පමණ ධාරාවක් අවශ්‍ය වේ. එසේ ම 1.5 V - 2.5 V පමණ වෝල්ටීයතාවක් ද ලබා දිය යුතු ය. සුදු ආලෝකය ලබා ගැනීමට භාවිත කරන දිප්තිමත් LED සඳහා 2.8 - 3.2 V යටතේ 20 mA ක ධාරාවක් ලබාදිය යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් LED හරහා ධාරාව ගලා යන විට එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ප්‍රථමයෙන් අඩු වේ. එවිට ගලා යන ධාරාව පාලනය කළ යුතු ය. එසේ ම සැපයුම් වෝල්ටීයතා වෙනස් වීමක දී ද LED එක හරහා ගලා යන ධාරාව පාලනය කිරීමට ද LED යට සැම විට ම ප්‍රතිරෝධකයක් ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.

සැපයුම් වෝල්ටීයතාව V_S ද, ප්‍රතිරෝධය R ද, D හරහා විභවය V_D ද, D තුළින් ගලන ධාරාව I_S ද නම්



$$V_S = V_R + V_D$$
$$V_S = I_S R + V_D$$
$$I_S = \frac{V_S - V_D}{R}$$
වේ.

මේ ප්‍රකාශනය භාවිතයෙන් පරිපථයේ වෝල්ටීයතාව අනුව ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයට ශ්‍රේණිගත ව යෙදිය යුතු ප්‍රතිරෝධයේ අගය සොයා ගත හැකි ය.

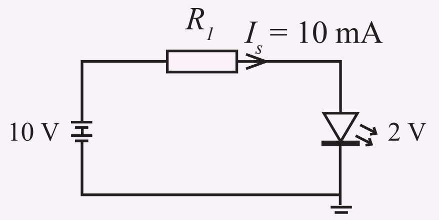
Educational Publications Department

නිදසුන

ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් සඳහා යෙදිය යුතු වෝල්ටීයතාව 2 V යැයි ද එතුළින් ගලන ධාරාව 20 mA ද, සැපයුම් වෝල්ටීයතාව 10 V ද, වේ. ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩය හරහා ශ්‍රේණිගත ව යෙදිය යුතු ප්‍රතිරෝධයේ අගය කොතෙක් දැයි සොයන්න.

$V_S = V_R + V_D$ බැවින්,

$$10 = V_R + 2$$
$$V_R = 8$$
$$V_R = I_s R$$
$$8 = \frac{20}{1000} R$$
$$R = 400\ \Omega$$



යෙදිය යුතු ප්‍රතිරෝධය 400 Ω වේ.

Educational Publications Department

එක් එක් LED වර්ගය සඳහා සැපයිය යුතු උපරිම වෝල්ටීයතා අගයන් පහත දැක්වේ.

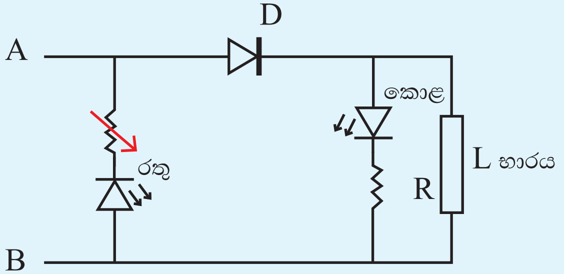
රතු - 1.8 V - 2.1 V
කහ - 2.4 V
තැඹිලි - 2.2 V
නිල් - 3.0 V - 3.5 V
පාරජම්බුල - 3.5 V
අධෝරක්ත - 1.6 V
සුදු - 3.0 V - 3.5 V

සමහර ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ සඳහා සැපයුම් වෝල්ටීයතාව 4.5 V පමණ යෙදිය යුතු ය. නිවෙස් ආලෝක කිරීම සඳහා අඩු ධාරාවකින් වැඩි ජවයක් ලබා ගත හැකි විශේෂ LED වර්ග නිපදවා ඇත.

ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ භාවිතය ජනප්‍රිය වීමට බලපාන සාධක පහත සඳහන් වේ.

- අඩු වෝල්ටීයතාවකින් ක්‍රියා කිරීම
- විවිධ වර්ණවලින් ලබා ගැනීමේ හැකියාව
- අඩු ජවයක් වැය වීම
- දෝෂ රහිත ව වැඩි කාලයක් භාවිත කිරීමේ හැකියාව

උපකරණයකට සැපයෙන ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් වීමෙන් උපකරණය ආරක්ෂා කිරීමට හා ධ්‍රැවීයතාව වැරදි නම් රතු ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් දැල්වීමත්, නිවැරදි ධ්‍රැවීයතාවක් යෙදූ විට කොළ ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් දැල්වීමත් ප්‍රදර්ශනය කෙරෙන ආකාරයට 1.42 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි පරිපථයක් ගොඩනැගිය හැකි ය.



රූපය 1.42 - ධ්‍රැවීයතා දෝෂය අනාවරණය කරන LED පරිපථයක්

A වෙතට + සැපයුම් අග්‍රයත් B වලට – සැපයුම් අග්‍රයත් සම්බන්ධ කළ විට D ඩයෝඩය පෙර නැඹුරු වී උපකරණය සැපයුම හා සම්බන්ධ කෙරෙන අතර, කොළ පැහැති ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ දැල්වේ. A වෙත සැපයුමේ – අග්‍රයත් B වෙත + සැපයුම සම්බන්ධ කළ විට D පසු නැඹුරු නිසා භාරයට ධාරාව නොගලන නමුත් රතු ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වන නිසා එය දැල්වේ.

1.8 වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණ පරිපථ

වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණය සඳහා සෙනර් ඩයෝඩ භාවිත කළ හැකි බව ඉහත කොටසක දී විස්තර කරන ලදි. එහෙත් පරිපථයේ ගලා යන ධාරාව අනුව ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කළ යුතු ප්‍රතිරෝධයේ අගය ගණනය කිරීම, කොටස් එකලස් කිරීම, ගැළපෙන ජව අගයක් හා සෙනර් වෝල්ටීයතාව අනුව සෙනර් ඩයෝඩ තෝරා ගැනීම අවශ්‍ය වේ. තව ද විචල්‍ය සැපයුම සහ විචල්‍ය විබැර යටතේ නියත ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගත හැකි පරාසය සෙනර් ඩයෝඩය තුළින් ගලන ධාරා පරාසය මත රඳා පවතී. එම පරාසය ඉතා කුඩා වේ. නූතනයේ වෝල්ටීයතා ස්ථායීකාරක සඳහා සංගෘහිත පරිපථ නිපදවා ඇති බැවින් එවැනි පරිපථයක් භාවිතයෙන් පහසුවෙන් ස්ථායීකරණ පරිපථ සකසා ගැනීමට හැකි වී ඇත. උදාහරණ ලෙස 78 කාණ්ඩය ගත හැකි ය. 78 කාණ්ඩය යටතේ නිපදවා ඇති ස්ථායීකරණ සංගෘහිත පරිපථ මඟින් ධන වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රතිදානය කෙරේ.

මේ සංගෘහිත පරිපථය තුළ දී සමාන්‍යයෙන් 2 V විභව බැස්මක් සිදු වේ. එනිසා ප්‍රතිදානය කරන වෝල්ටීයතාවට වඩා 2 V හෝ ඊට වැඩි වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ යුතු ය. 78 කාණ්ඩයේ විවිධ වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණය සඳහා සංගෘහිත පරිපථ ගණනාවක් හඳුන්වා දී ඇත.

මේ සංගෘහිත පරිපථ අංකනය කිරීම යටතේ අවසන් සංඛ්‍යා දෙකෙන් දැක්වෙන්නේ ස්ථායි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව යි.

Educational Publications Department

වගුව 1.2.

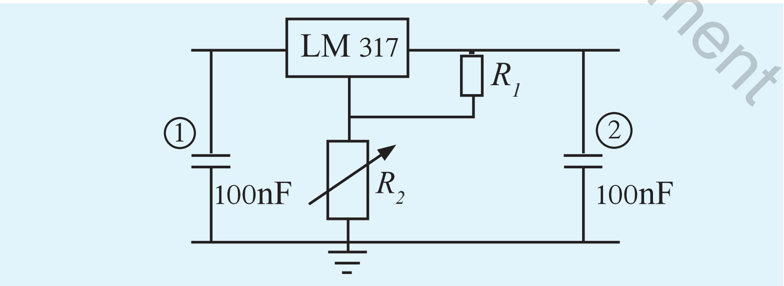
සංගෘහිත පරිපථ අංකය	ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව	අවම ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව
7805	+ 5	+ 7.3
7808	+ 8	+ 10.5
7809	+ 9	+ 12.0
7812	+ 12	+ 14.6

79 කාණ්ඩයෙන් ඍණ වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රතිදානය කෙරේ. මේ සංගෘහිත පරිපථයේ ප්‍රදානය සඳහා ඍණ වෝල්ටීයතාවක් සපයනු ලැබේ. පරිපථය තුළ දී 2 V විභව බැස්මක් සිදු වේ. එනිසා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවට වැඩි – 2 V හෝ ඊට වැඩි ඍණ විභවයක් සැපයිය යුතු වේ. 79 කාණ්ඩයේ විවිධ ඍණ වෝල්ටීයතා සඳහා සංගෘහිත පරිපථ ගණනාවක් හඳුන්වා දී ඇත. මේ සංගෘහිත පරිපථවල ද අංකනය කිරීමේ දී අවසන් සංඛ්‍යා දෙකෙන් ස්ථායි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව දැක්වේ.

වගුව 1.3.

සංගෘහිත පරිපථ අංකය	ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව	අවම ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව
7905	– 5 V	– 7.3
7908	– 8 V	– 10.5
7909	– 9 V	– 12.0
7912	– 12 V	– 14.6

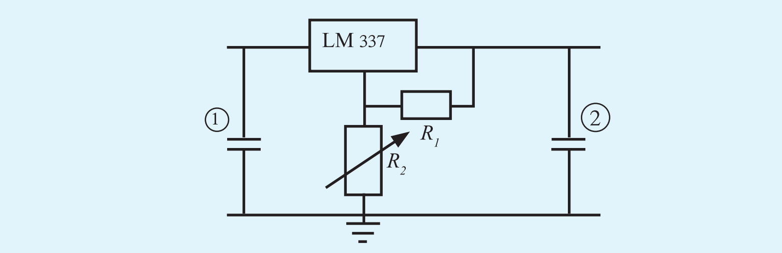
ඉහත සඳහන් කළ කාණ්ඩ දෙකට අමතර ව LM 317 සහ LM 337 සංගෘහිත පරිපථ භාවිත කර වෝල්ටීයතාව ස්ථායිකරණය කළ හැකි ය. LM 317 ධන වෝල්ටීයතා ස්ථායිකරණය සඳහා ද, LM 337 ඍණ වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණය සඳහා භාවිත වේ. මේ සංගෘහිත පරිපථවලින් 2 V සිට 37 V දක්වා ප්‍රතිදානයන් ලබා ගත හැකි ය.



රූපය 1.43 a - විචල්‍ය ධන වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණ පරිපථය

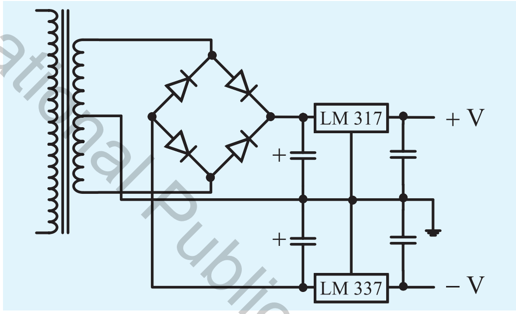
1.43 a රූපයේ ඇති පරිපථයේ R_2 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය සීරුමාරු කිරීමෙන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව 2 V සිට 37 V දක්වා ධන විභවයක් අත් කර ගත හැකි ය.

Educational Publications Department



රූපය 1.43 b - විචල්‍ය ඍණ වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණ පරිපථය

1.43 b රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයේ R_2 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය සීරුමාරු කිරීමෙන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව – 2 V සිට – 37 V දක්වා ඍණ විභවයක් ලබා ගත හැකි ය.



රූපය 1.43 (c) - ද්විත්ව වෝල්ටීයතා ස්ථායීකරණ පරිපථය

1.43 c රූපයෙන් දක්වා ඇත්තේ LM 317 සහ LM 337 භාවිත කර නිර්මාණය කර ඇති ද්විත්ව ජව සැපයුමක පරිපථයකි. එය 1.43 a සහ 1.43 b පරිපථ භාවිත කර විචල්‍ය ජව සැපයුමක් බවට පරිවර්තනය කළ හැකි ය.

අභ්‍යාසය 1

(01) ප්‍රදාන ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමෙන් 12 V සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය පරිපථ සටහන අඳින්න. ඒ සඳහා අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය ලේඛනයක් සකස් කරන්න.

(02) ඒ සරල ධාරා සැපයුමෙන් 5.6 V ස්ථායී වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගැනීමට හැකි වන පරිදි පරිපථය ප්‍රතිනිර්මාණය කරන්න. ඒ සඳහා අවශ්‍ය අතිරේක ද්‍රව්‍ය හා උපාංග පිරිවිතර සහිත ව සඳහන් කරන්න.

(03) පූර්ණ තරංග ස්ථායීකරණ පරිපථයක භාරයක් සහිත ව ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව 10.8 V විය යුතු නමුත් එක්තරා පරිපථයක භාරය හරහා විභව බැස්ම 5.4 V ක් බව පරීක්ෂා කිරීමේ දී තහවුරු විණි. මෙම තත්ත්වය ඇති වීමට අනුමාන කෙරෙන හේතු දක්වා එය තහවුරු කර ගන්නා ආකාරය පැහැදිලි කරන්න.

Educational Publications Department

1.9 ට්‍රාන්සිස්ටර

අර්ධ සන්නායක සොයා ගැනීමත් සමග ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ නොසිතූ විරූ පෙරළියක් ඇති විණි. අනතුරු ව p - n සන්ධිය නිර්මාණය සමග 1948 වර්ෂයේ දී ඇමරිකානු ජාතික වෝල්ටර් බ්‍රැටින්, විලියම් ෂොක් ලී හා ජෝන් බර්ඩීන් යන විද්‍යාඥයන් තිදෙනා විසින් ට්‍රාන්සිස්ටරය හඳුන්වාදෙන ලදි. මේ සමග ම ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ අති විශාල විපර්යාසයක් සිදු විණි. මේ නිසා එතෙක් ගුවන්විදුලි හා රූපවාහිනී යන්ත්‍රවල භාවිත වූ රික්ත කපාට (vaccum tube) භාවිතය ඉවත් වී, ප්‍රමාණයෙන් අඩු වෝල්ටීයතාවයෙන් ක්‍රියාකරන අඩු විද්‍යුත් ජවයන් හා අවම තාප උත්සර්ජනයක් සහිත ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ බිහි විය. කල්පැවැත්ම සහ නිෂ්පාදන වියදම අඩු වීම ට්‍රාන්සිස්ටරය ජනප්‍රිය වීම කෙරෙහි බලපෑ තවත් සාධක කිහිපයකි. ට්‍රාන්සිස්ටරය, රික්ත කපාටවලට සාපේක්ෂ ව ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයට සැකසිය හැකි වීමෙන් ගුවන්විදුලි යන්ත්‍ර, රූපවාහිනී යන්ත්‍ර ඇතුළු ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ප්‍රමාණයෙන් කුඩාවට නිර්මාණය කිරීමේ හැකියාව ද ලැබිණි.

අර්ධ සන්නායක ස්තරයක් අවශ්‍ය පරිදි p හා n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ලෙස මාත්‍රණය කිරීමෙන් ට්‍රාන්සිස්ටරය නිර්මාණය කෙරෙන අතර, ඒ අනුව ප්‍රධාන වශයෙන් ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග දෙකක් නිපදවනු ලැබේ.

- ද්වි ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර (bipolar transistors)
- ඒක ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර / ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර ((field effect transistors -F.E.T))

අර්ධ සන්නායක ට්‍රාන්සිස්ටරය තුළ විද්‍යුත් ධාරාවක් ගැලීම සඳහා මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙන් ම කුහර හෙවත් සිදුරු ද දායක වන ට්‍රාන්සිස්ටර, ද්වි ධ්‍රැවීය ට්‍රාන්සිස්ටර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඒක ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක වාහකයන් වන්නේ කුහර හෝ මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ පමණි.

1.9.1 ද්වි ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර නිර්මාණය

p වර්ගයේ හෝ n වර්ගයේ හෝ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක තුනී ස්තරයක් මධ්‍යගත වන පරිදි, ප්‍රතිවිරුද්ධ වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක ස්තර දෙකක් දෙපසට තබා විලයනීකරණය කිරීමෙන් pnp හා npn යනුවෙන් ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග දෙකක් නිපදවනු ලැබේ. මේ අර්ධ සන්නායක කොටස් සෑදීමේ දී එකිනෙකට වෙනස් වන අයුරින් අපද්‍රව්‍ය මාත්‍රණය කරනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටර දෙවර්ගයේ ව්‍යූහමය සටහන් පහත ආකාර වේ.

රූපය 1.44 - (a) pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ව්‍යූහය (b) npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ව්‍යූහය

Educational Publications Department

ට්‍රාන්සිස්ටරයකට සම්බන්ධ අග්‍ර තුන E, B හා C සංකේතයන්ගෙන් හැඳින්වේ. E මගින් විමෝචකය (emitter) ද C මගින් සංග්‍රාහකය (collector) ද B මගින් පාදම (base) ද නිරූපණය වේ. හරස්කඩෙන් විශාල ම ස්තරය **සංග්‍රාහකය** ලෙසත්, මාත්‍රණ මට්ටම ඉහළ ස්තරය **විමෝචකය** ලෙසත් හැඳින්වෙයි. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ තුනීම ස්තරය **පාදම** වේ. විමෝචකයට සහ සංග්‍රාහකයට මැදි වූ විරුද්ධ වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක පෙදෙසට පාදම සම්බන්ධ වේ.

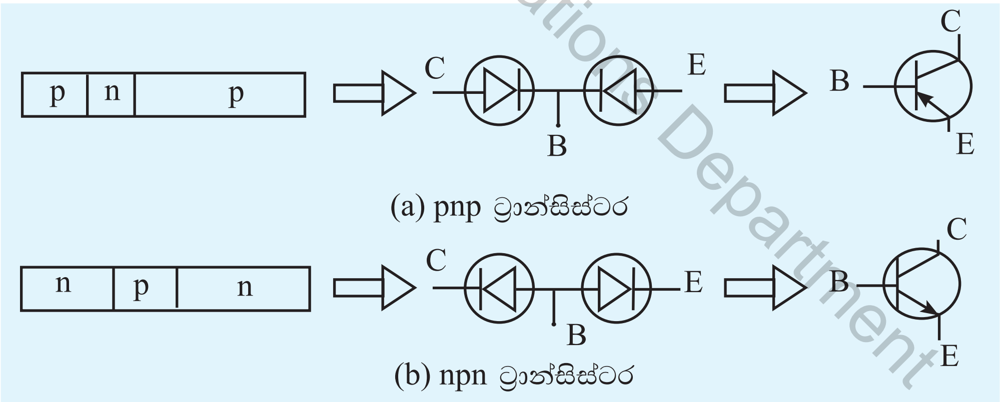
ට්‍රාන්සිස්ටරය නිර්මාණය සඳහා අර්ධ සන්නායක ස්තර තුනක් යොදා ඇති නිසා ට්‍රාන්සිස්ටරය නිර්මාණයේ දී pn සන්ධි දෙකක් ඇති වෙයි. මේ pn සන්ධි දෙක,

පාදම - විමෝචක (B-E) සන්ධිය (base emitter junction) සහ
පාදම - සංග්‍රාහක (B-C) සන්ධිය (base collector junction) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

Educational Publications Department

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා පාදම - විමෝචක (B - E) සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ යුතු අතර පාදම - සංග්‍රාහක (B - C) සන්ධිය පසු නැඹුරු කළ යුතු ය. එමෙන් ම ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීම සඳහා සංග්‍රාහකයට භාරයක් සම්බන්ධ කළ යුතු වේ.

මෙලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරයක නිර්මාණය ඩයෝඩ (p - n සන්ධි) දෙකක සම්බන්ධයක් ලෙස සමක කළ හැකි වෙයි. එහෙත් ඩයෝඩ දෙකක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නිර්මාණය කළ නොහැකි ය. p n p හා n p n ට්‍රාන්සිස්ටර සඳහා සමක ඩයෝඩ පරිපථ සහ සංකේත පහත දක්වා ඇත.



(a) pnp ට්‍රාන්සිස්ටර

(b) npn ට්‍රාන්සිස්ටර

රූපය 1.45 - ට්‍රාන්සිස්ටර සංකේත

ට්‍රාන්සිස්ටරයක පෙර නැඹුරු කරන ලද සන්ධිය හරහා සම්මත ධාරාව ගැලීමේ දිශාව පදනම් කර ගනිමින් එහි සංකේතය නිර්මාණය කර ඇත. 1.45 රූපසටහන සංසන්දනයෙන් එය තහවුරු කර ගැනීමට හැකි වේ. pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක පෙර නැඹුරු සන්ධිය තුළින් සම්මත ධාරාව, විමෝචකයේ (E) සිට පාදම (B) වෙතට ගලා යනු ලැබේ. npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක පෙර නැඹුරු සන්ධිය තුළින් සම්මත ධාරාව, පාදමේ (B) සිට විමෝචකය (E) වෙත ගලා යනු ඇත. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් වර්ධකයක්, ස්විච්චයක් සහ දෝලකයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය.

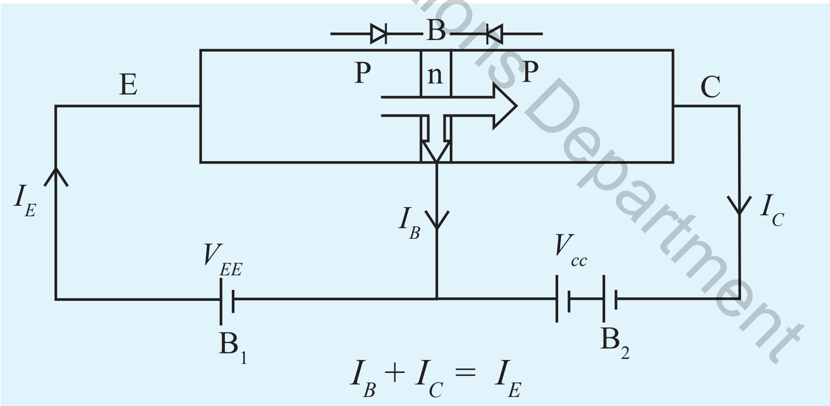
1.9.2 ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරිත්වය

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිත කෙරෙන අවස්ථාවල දී විමෝචක - පාදම (B - E) සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන පරිදි හා පාදම - සංග්‍රාහක (B - C) සන්ධිය පසු නැඹුරු වන පරිදි සැපයුම් සම්බන්ධ කෙරෙයි. මෙලෙස pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ හා npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සන්ධි නැඹුරු කළ විට සිදු වන ක්‍රියාවලිය විමසා බලමු.

- **p n p ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරිත්වය**

1.46 රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු වන පරිදි ද BC සන්ධිය පසු නැඹුරු වන පරිදි ද කෝෂ සම්බන්ධ කර ඇති අවස්ථාවක් සලකන්න. කෝෂ මගින් සැපයෙන වෝල්ටීයතා විමෝචක සැපයුම් වෝල්ටීයතාව V_{EE} ද සංග්‍රාහක සැපයුම් වෝල්ටීයතාව V_{cc} ද වේ. එවිට විමෝචකයේ සිට පාදම දක්වා ධාරාවක් ගලා යයි. විමෝචකය p වර්ගයේ ප්‍රදේශයක් නිසා ප්‍රධාන වශයෙන් එම ධාරාව ඇති වන්නේ විමෝචකයේ සිට පාදම දක්වා ගමන් කරන කුහර මගිනි. පාදම යනු ඉතා තුනී ස්තරයක් නිසා පාදම ප්‍රදේශයට ඇතුළු වන කුහරවලින් වැඩි කොටසක් පසු නැඹුරු කර ඇති BC සන්ධියේ ඇති මුක්ත කලාපය තුළට ගමන් කරයි. BC සන්ධියට සම්බන්ධ කර ඇති කෝෂය නිසා මුක්ත කලාපය හරහා යෙදී ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් මේ කුහර BC සන්ධිය හරහා සංග්‍රාහකය වෙත තල්ලු වී යයි. විමෝචකයේ සිට පාදම දක්වා ගමන් කරන කුහරවලින් ඉතා කුඩා කොටසක් පමණක් පාදමේ සිට බාහිර පරිපථය දිගේ කෝෂයට (B_1) ගමන් කරයි.

Educational Publications Department



රූපය 1.46 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම

මේ අනුව බාහිර පරිපථය දිගේ විමෝචකයට ඇතුළු වන I_E ධාරාවෙන් වැඩි කොටසක් සංග්‍රාහක ධාරාව (I_c) ලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරයෙන් පිට වෙයි. මෙම ධාරාව බාහිර පරිපථය දිගේ කෝෂයට (B_2) ගමන් කරයි. මේ ධාරා අතර සම්බන්ධතාව සමීකරණයක ආකාරයෙන්,

$I_E = I_B + I_C$ ලෙස සඳහන් කළ හැකි ය.

දැන් BE සන්ධිය හරහා යොදා ඇති විභව අන්තරයේ අගය ස්වල්ප වශයෙන් අඩු හෝ වැඩි කිරීම මගින් I_B වෙනස් කළ හොත් එයට සමානුපාතික ප්‍රමාණවලින් I_E සහ I_C ද වෙනස් වනු දැකිය හැකි ය. පාදම ධාරාව (I_B) සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) ට වඩා ඉතා කුඩා නිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිතයෙන් සිදු කෙරෙනුයේ එක් පරිපථයක ගලා යන කුඩා ධාරාවක් වෙනස් කිරීම මගින් තවත් පරිපථයක ගලා යන විශාල ධාරාවක් පාලනය කිරීම යි.

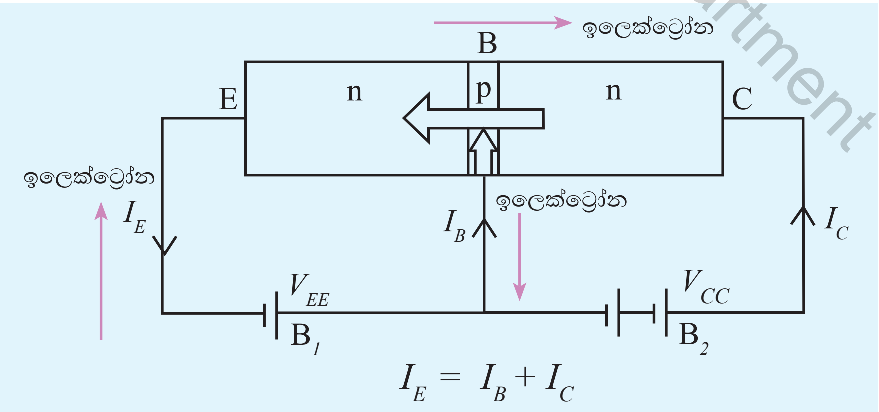
මෙසේ පාලනය කරනු ලබන ධාරාව වෙනස් වන I_B ට දක්වන අනුපාතය ධාරා වර්ධනය (β) ලෙස හැඳින්වේ.

$$\therefore \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

මේ අනුව $I_C = \beta\, I_B$ ලෙස සඳහන් කළ හැකි ය.

• npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරිත්වය

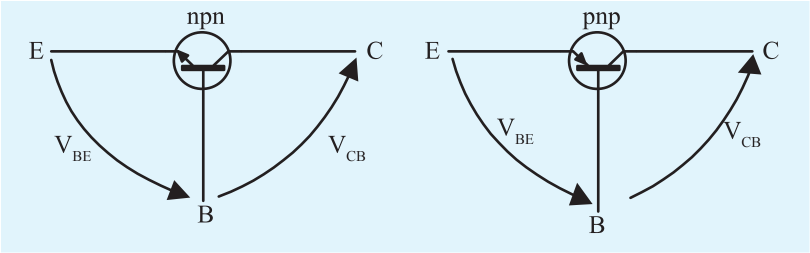
npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක දී ද සිදු වන්නේ ඉහත විස්තර කළ ආකාරයේ ම ක්‍රියාවලියකි. එහි BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළ විට පාදමේ සිට විමෝචකය දක්වා ධාරාවක් ගලා යයි. මේ ධාරාව ප්‍රධාන වශයෙන් සමන්විත වන්නේ විමෝචකයේ සිට පාදම දක්වා ගමන් කරන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලිනි. පාදමට ඇතුළු වන ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩි කොටසක් BC සන්ධිය හරහා ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් සංග්‍රාහකය වෙත යැවෙයි. පාදමට ඇතුළු වන ඉලෙක්ට්‍රෝනවලින් කුඩා කොටසක් පමණක් පාදමේ සිට බාහිර පරිපථය දිගේ කෝෂයට ගමන් කරයි. pnp ට්‍රාන්සිස්ටර සඳහා ලබා ගත් ධාරා අතර සම්බන්ධතාව දක්වන සමීකරණ npn ට්‍රාන්සිස්ටර සඳහා ද වලංගු වේ. එහෙත් එම ධාරා ගලන දිශාවන් pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක ධාරා ගලන දිශාවන්ට ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ.



රූපය 1.47 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම

Educational Publications Department

දැන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක එක් එක් අග්‍ර අතර ඇති ධන විභවයන් දක්වන අයුරු බලමු.



රූපය 1.48 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක එක් එක් අග්‍ර අතර විභවයන්

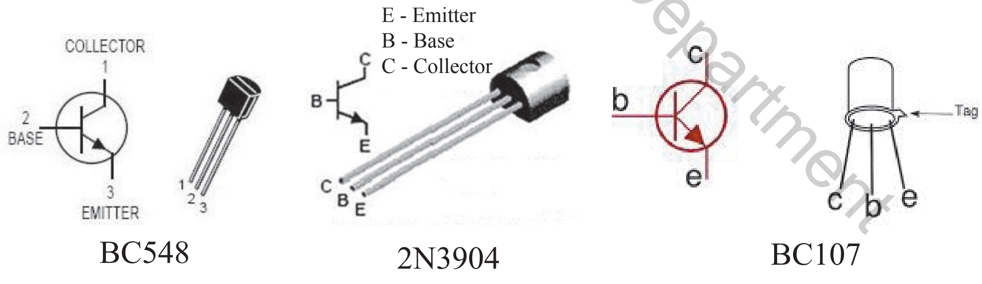
ට්‍රාන්සිස්ටරයක පාදම විමෝචක වෝල්ටීයතාව V_{BE} ලෙස ද සංග්‍රාහක පාදම වෝල්ටීයතාව V_{CB} ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ.

Educational Publications Department

1.9.3 ද්වි ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍ර හඳුනා ගැනීම

විවිධ කාර්යයන් සඳහා නිපදවන ලද ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග විශාල ගණනක් වෙළෙඳපොළෙන් ලබාගත හැකි ය. මේ ට්‍රාන්සිස්ටරවල ක්‍රියාකාරිත්වය මෙන් ම බාහිර පෙනුම ද එකිනෙකට වෙනස් විය හැකි ය. මේ ට්‍රාන්සිස්ටර හඳුනාගන්නේ ඒවායේ නිෂ්පාදකයන් විසින් යොදන සංකේතමය නාමයන්ගෙනි. ඒ එක් එක් ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ගවල අග්‍ර හඳුනාගැනීමට නිෂ්පාදකයන් විසින් ලබාදෙන රූපසටහන් සහ අනෙකුත් විස්තර අඩංගු දත්ත පත්‍රිකා ප්‍රයෝජනවත් වේ.

බහුල ව භාවිත වන ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග කිහිපයක නාමකරණයන් සහ ඒවායේ අග්‍ර හඳුනා ගන්නා ආකාරය 1.49 රූපයේ පෙන්වා ඇත.



රූපය 1.49 - බහුල ව භාවිත වන ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග කිහිපයක්

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිත කිරීම සඳහා එහි අග්‍ර වෙන් වෙන් ව හඳුනා ගැනීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. ඒ සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටර දත්ත වගු (data table) භාවිත කළ හැකි වුව ද මල්ටිමීටරය (බහුමානය) ආධාර කර ගනිමින් එහි අග්‍ර හඳුනාගන්නා ආකාරය මෙහි දී පැහැදිලි කෙරේ.

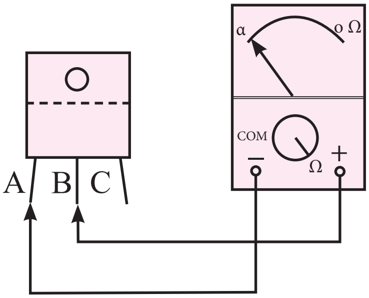
ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ඩයෝඩ දෙකකට සම කළ හැකි බව ඔබට පැහැදිලි ය. මෙහි දී එම මූලධර්මය භාවිත කරමින් p - n සන්ධියක පෙර නැඹුරු සහ පසු නැඹුරු වීම පිළිබඳ දැනුම උපයෝගී කර ගත යුතු ය. ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍ර හඳුනා ගැනීම සඳහා පහත පරිදි කටයුතු කිරීමෙන් පහසුවෙන් එහි අග්‍ර හඳුනා ගත හැකි වේ. මෙහි දී මුලින් ම අවධානය යොමු කෙරෙනුයේ පාදම අග්‍රය සහ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධ්‍රැවීයතාව (pnp) හඳුනා ගන්නා ආකාරය පිළිබඳ ව ය. මේ සඳහා ප්‍රතිසම වර්ගයේ බහු මානයක ඕම් පරාසය භාවිත කෙරෙන නිසා එම පරාසය භාවිතයේ දී අවධානය යොමු කළ යුතු කරුණු පිළිබඳ ව සලකා බලමු.

- ඕම් පරාසයේ භාවිත කරන විට ධන ඒෂනියේ හෙවත් රතු ඒෂනියේ සෘණ (−) විභවයක් ද සෘණ ඒෂනියේ හෙවත් කළු ඒෂනියේ ධන (+) විභවයක් ද ඇති බව සිහිපත් කර ගන්න.
- ඕම් පරාසයේ × 10ට යොදා දර්ශකය ශූන්‍ය කර ගන්න. ක්‍රියාවලිය පහසුවෙන් අවබෝධ කර ගන්නට අග්‍ර හඳුනා ගත යුතු ට්‍රාන්සිස්ටරයේ අග්‍ර පිළිවෙළින් A, B සහ C ලෙස නම් කර පාඨාංක ලබා ගන්නා ආකාරය 1.50 රූපය අධ්‍යයනයෙන් අවබෝධ කර ගන්න.

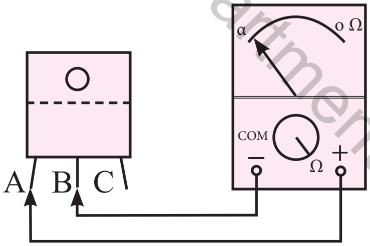
● ට්‍රාන්සිස්ටරයක ධ්‍රැවීයතාව සහ පාදම හඳුනා ගැනීම

A අග්‍රයට ධන ධ්‍රැවීයතාව (කළු ඒෂනී අග්‍රය) හා B අග්‍රයට සෘණ ධ්‍රැවීයතාව (රතු ඒෂනී අග්‍රය) තබා ප්‍රතිරෝධී අගය මැනීම 1.50 (a) රූපය මගින් දක්වා ඇති අතර, 1.50 (b) රූපය මගින් ඒෂනීය අග්‍ර මාරු කොට A හා B හි ප්‍රතිරෝධය මැනීම පෙන්වා ඇත.

1.50 (c) රූපය මගින් A අග්‍රයට සෘණ ධ්‍රැවීයතාව ද C අග්‍රයට ධන ධ්‍රැවීයතාව ද ලබා දී ප්‍රතිරෝධය මැනීම ද අනතුරු ව A හා C අග්‍රවලට සපයන ධ්‍රැවීයතාව මාරු කොට ප්‍රතිරෝධය මැනීම 1.50 (d) රූපය මගින් ද පෙන්වා ඇත.

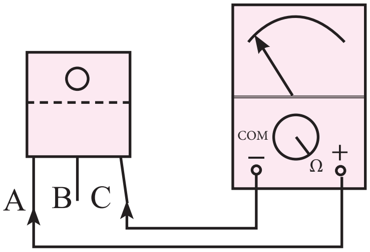


රූපය 1.50 (a)

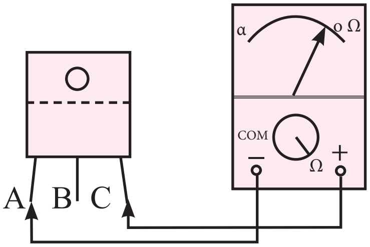


රූපය 1.50 (b)

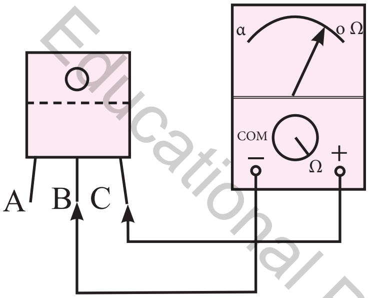
Educational Publications Department



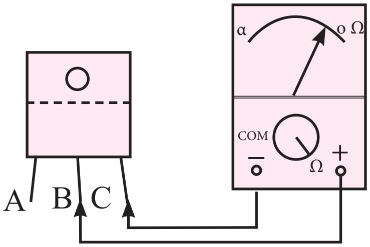
රූපය 1.50 (c)



රූපය 1.50 (d)



රූපය 1.50 (e)



රූපය 1.50 (f)

රූපය 1.50 - ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධ්‍රැවීයතාව හා පාදම අග්‍රය සොයා ගැනීම

Educational Publications Department

1.50 (e) රූපය මගින් B අග්‍රයට ධන ධ්‍රැවීයතාව ද C අග්‍රයට සෘණ ධ්‍රැවීයතාව ද සපයා ප්‍රතිරෝධය මැනීම ද 1.50 (f) රූපය මගින් B හා C අග්‍රවලට සැපයූ වෝල්ටීයතාව ප්‍රතිවිරුද්ධ ව සපයා ප්‍රතිරෝධය මැනීම දක්වා ඇත.

එක් එක් අවස්ථාවේ දී ලබා ගත් දත්ත 1.4 වගුවේ ආකාරයට වගුවක දක්වන ආකාරය උදාහරණයක් ලෙස විමසා බලමු.

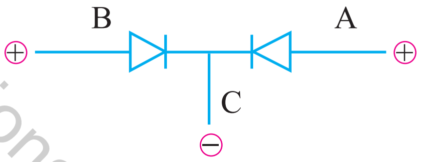
මේ වගුවේ උත්ක්‍රමණයක් ඇත යන්නෙන් අඩු ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන බවත්, උත්ක්‍රමණයක් නැත යන්නෙන් ප්‍රතිරෝධය ඉතා ඉහළ හෙවත් අනන්තයක් බවත් ප්‍රකාශ වෙයි.

වගුව 1.4 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍ර අතර ලබා ගත් පාඨාංක

අවස්ථාව	මීටරයෙන් ධන විභවයක් ලබා දුන් අග්‍රය	මීටරයෙන් සෘණ විභවයක් ලබා දුන් අග්‍රය	උත්ක්‍රමණයක් ඇත / නැත
(a)	A	B	නැත
(b)	B	A	නැත
(c)	C	A	නැත
(d)	A	C	ඇත
(e)	B	C	ඇත
(f)	C	B	නැත

1.4 වගුව අනුව C ලෙස නම් කර ඇති අග්‍රයට ඍණ ධ්‍රැවීයතාවක් ලබා දී A අග්‍රයට ධන ධ්‍රැවීයතාවක් සැපයූ විට ඕම් මීටරයේ අඩු ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වන බවත්, C වෙත සපයා ඇති ධ්‍රැවීයතාව නොවෙනස් ව තබා B ලෙස නම් කළ අග්‍රයට ද ධන ධ්‍රැවීයතාවක් ලබා දුන් විට අඩු ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන බවත් පෙනෙයි. මේ අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ අග්‍ර තුනෙන් B අග්‍රයට හා A අග්‍රයට පොදු වූ අග්‍රය C අග්‍රය ලෙස හඳුනා ගත හැකි වෙයි. එනම් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ පාදම අග්‍රය C ලෙස නම් කළ අග්‍රය යි.

එමෙන් ම පොදු අග්‍රය හෙවත් පාදම අග්‍රයට ඍණ ධ්‍රැවීයතාව සැපයූ විට හා B හා C අග්‍රවලට වරින් වර ධන ධ්‍රැවීයතා සැපයීමෙන් අඩු ප්‍රතිරෝධයක් පෙන්වනු ලැබූයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ වූ pn සන්ධි දෙක පෙර නැඹුරු වීම නිසා බව 1.51 රූපයේ පරිදි ඩයෝඩ සමකය මගින් තහවුරු කර ගත හැකි වෙයි.



රූපය 1.51 - ඩයෝඩ සමකය පෙර නැඹුරුව

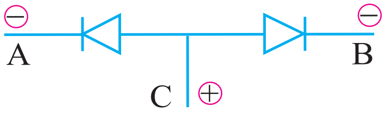
ඒ අනුව මේ ට්‍රාන්සිස්ටරය pnp වර්ගයට අයත් බව තහවුරු කර ගත හැකි ය.

මේ ට්‍රාන්සිස්ටරය npn වර්ගයට අයත් නම් ඉහත ආකාරයට ම මල්ටිමීටරය භාවිතයෙන් විභව සැපයීම සිදු කළ විට ලැබෙන ප්‍රතිඵල 1.5 වගුවේ සඳහන් අයුරු වේ.

වගුව 1.5 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍ර අතර ලබා ගත් පාඨාංක

අවස්ථාව	මීටරයෙන් ධන විභවයක් ලබා දුන් අග්‍රය	මීටරයෙන් ඍණ විභවයක් ලබා දුන් අග්‍රය	උත්ක්‍රමණයක් ඇත/නැත
(a)	A	B	නැත
(b)	B	A	නැත
(c)	C	A	ඇත
(d)	A	C	නැත
(e)	B	C	නැත
(f)	C	B	ඇත

ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍ර පරීක්ෂා කිරීමේ දී ලබා ගත් දත්ත 1.5 වගුවට අනුකූල ව ලැබුණේ නම් එහි පොදු අග්‍රය ඉහත විස්තර කළ ආකාරයට ම C අග්‍රය ලෙස හඳුනා ගත හැකි නිසා පාදම අග්‍රය C ලෙස නම් කළ හැකි ය. ඒ අවස්ථාවල C අග්‍රයට ධන ධ්‍රැවීයතාව සපයා ඇති නිසා B හා A අග්‍රවලට වරින් වර ඍණ ධ්‍රැවීයතාව සැපයූ විට අඩු ප්‍රතිරෝධයක් දැක්වූයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ pn සන්ධි පෙර නැඹුරු වීම නිසා බව 1.52 රූපයේ පරිදි ඩයෝඩ සමකය මගින් තහවුරු වේ.



රූපය 1.52 - ඩයෝඩ සමකය පෙර නැඹුරුව

Educational Publications Department

මේ අනුව ඉහත ට්‍රාන්සිස්ටරය npn වර්ගයට අයත් බව තහවුරු කරගත හැකි ය.

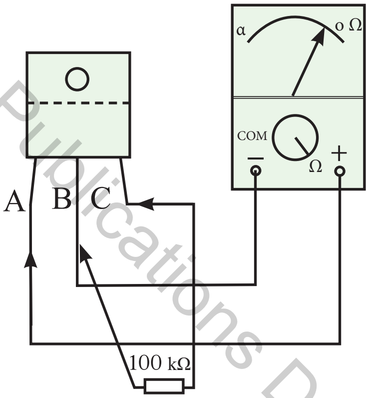
පාදම සහ ට්‍රාන්සිස්ටරය npn ද pnp ද යන්න හඳුනා ගත් පසු පහත සඳහන් අයුරින් විමෝචකය සහ සංග්‍රාහකය හඳුනා ගැනීමට හැකි වේ.

● ට්‍රාන්සිස්ටරයක සංග්‍රාහකය සහ විමෝචකය හඳුනා ගැනීම

මේ සඳහා ඉහත භාවිත කළ වර්ගයේ මල්ටිමීටරයක් භාවිත කරන්නේ යැයි සලකමු. ට්‍රාන්සිස්ටරය npn වර්ගයේ ද පාදම C ද නම් + වෝල්ටීයතාවක් පාදමට ලබා දුන් විට එය පෙර නැඹුරු වේ. එනම් සංග්‍රාහක විමෝචක අතර ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ. මෙය පැහැදිලි කර ගැනීම සඳහා සමක ඩයෝඩ පරිපථය සිහිපත් කර ගන්න.

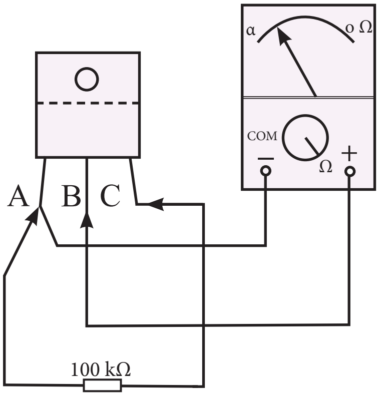
Educational Publications Department

1.53 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි මීටරයේ ඕම් පරාසය භාවිතයෙන් A ට ඍණ විභවයක් ද, B ට ධන විභවයක් ද ලබා දේ. එවිට පාදමට ධන වෝල්ටීයතාව ලබා දීමට B අග්‍රයේ සිට 100 kΩ ප්‍රතිරෝධයක් හරහා පාදමට සම්බන්ධයක් යෙදිය යුතු ය. ඉන් පසු උත්ක්‍රමණය නිරීක්ෂණය කරන්න.



රූපය 1.53 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය හඳුනා ගැනීම

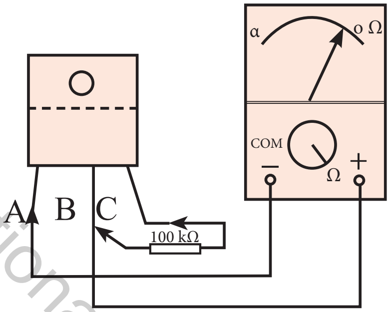
1.54 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි මල්ටිමීටරය භාවිතයෙන් Bට ඍණ විභවයක් ද Aට ධන විභවයක් ද සැපයිය හැකි ය. A සිට 100 kΩ ප්‍රතිරෝධයක් මගින් පාදමට වෝල්ටීයතාවක් යොදන්න. ඉන් පසු උත්ක්‍රමණය නිරීක්ෂණය කරන්න.



රූපය 1.54 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය හඳුනා ගැනීම

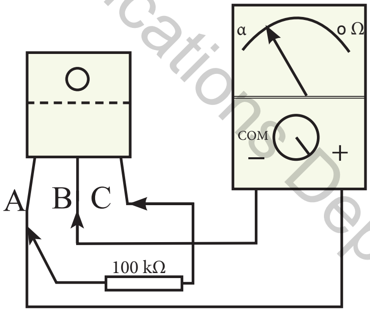
මේ උත්ක්‍රමණ දෙක සැසඳීමේ දී පළමු උත්ක්‍රමණය දෙවන උත්ක්‍රමණයට වඩා අඩු බව දැක ගත හැකි ය. එනම් npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ B ලෙස නම් කර ගත් අග්‍රය සංග්‍රාහකය බවත් A ලෙස නම් කර ගත් අග්‍රය විමෝචකය බවත් මෙයින් තහවුරු වේ.

ට්‍රාන්සිස්ටරය pnp වර්ගයේ නම් A සිට හෝ B සිට පාදමට 100 kΩ ප්‍රතිරෝධය හරහා සම්බන්ධ යොදා ගත යුත්තේ සෘණ විභවයක් ලබා දෙන ආකාරයට ය. 1.55 රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ B සිට 100 kΩ ප්‍රතිරෝධය හරහා Cට සම්බන්ධයක් යොදා උත්ක්‍රමණය නිරීක්ෂණය කරන ආකාරය ය.



රූපය 1.55 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය හඳුනා ගැනීම

මීළඟට 1.56 රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට අග්‍ර සම්බන්ධ කර උත්ක්‍රමණය නිරීක්ෂණය කළ යුතු ය.



රූපය 1.56 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය හඳුනා ගැනීම

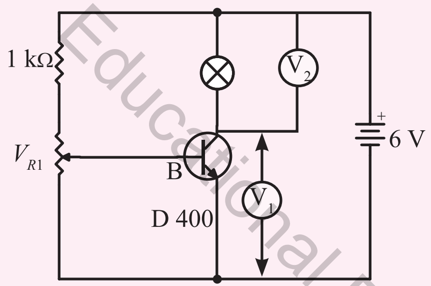
මේ නිරීක්ෂණයන්ගෙන් 1.56 රූපයේ දැක්වෙන අවස්ථාවට වඩා 1.55 රූපයේ දැක්වෙන අවස්ථාවේ වැඩි උත්ක්‍රමණයක් (අඩු ප්‍රතිරෝධයක්) දැකිය හැකි ය. මෙයින් කිව හැක්කේ pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ B සංග්‍රාහකය සහ A විමෝචකය වන බව යි. එබැවින් ඉහත අධ්‍යයනය කළ ක්‍රම මගින් npn හෝ pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක අග්‍රයන් වෙන් වෙන් වශයෙන් හඳුනා ගත හැකි ය.

Educational Publications Department

● ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාව අත්හදා බැලීම

ක්‍රියාකාරකම

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ප්‍රධාන වශයෙන් වර්ධකයක් හා ස්විච්චයක් ලෙස යොදාගත හැකි අතර ස්විචීකරණ අවස්ථාව (සංවෘත හා විවෘත වීම) නොකඩවා වරින් වර වෙනස් කිරීමට සකස් කිරීමෙන් දෝලකයක් ලෙස ද ප්‍රයෝජනයට ගත හැකි වෙයි. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් මූලික ව යොදා ගත හැකි ආකාර පිළිබඳ ව අත්දැකීම් ලබා ගැනීමට 1.57 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය යොදා ගත හැකි ය.



රූපය 1.57 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාව නිරීක්ෂණය සඳහා භාවිත කළ හැකි පරිපථයක්

අවශ්‍ය උපාංග :-

D 400 ට්‍රාන්සිස්ටර 1ක් 6 V /6 W පහන් 1ක් 1 KΩ ප්‍රතිරෝධක, 100 KΩ රේඛීය වර්ගයේ විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධක 1ක් ව්‍යාපෘති පුවරු 1 මල්ටිමීටර (වෝල්ට් 10 පරාසය සැකසූ) 2ක් සහ සම්බන්ධක කම්බි

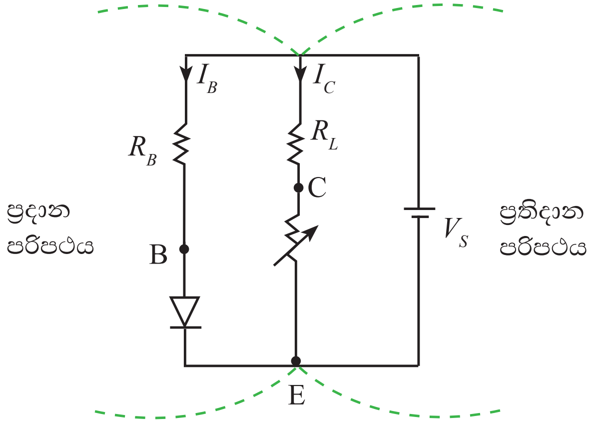
- ව්‍යාපෘති පුවරුව මත ඉහත පරිපථය එකලස් කොට V_1 වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය සැපයුම් විභවය පිහිටන ලෙස V_{R1} විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය සකස් කරන්න.
- V_2 වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය මැන ගන්න. ඒ අගය එසේ වීමට හේතු විමසා බලන්න.
- V_{R1} විචලනය කරමින් V_1 වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය 5 V වන ලෙස සකස් කරන්න. එවිට V_2 හි පාඨාංකය ලබා ගන්න.
- V_2 හි පළමු පාඨාංකය හා දෙවන පාඨාංකය අතර වෙනසට හේතු සරල විදුලි පරිපථයක් සමඟ සසඳන්න.
- ක්‍රමයෙන් V_1 වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය අඩු කරමින් V_2 වෝල්ට්මීටර පාඨාංක ලබා ගන්න.
- V_1 වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය 1 V සිට ක්‍රමයෙන් වෝල්ට් 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 ලෙස අඩු කරමින් V_2 වෝල්ට්මීටර පාඨාංක ලබා ගන්න.
- පහනේ දීප්තිය වෙනස් වීම පිළිබඳ ව අදහස් ඉදිරිපත් කරන්න.
- ට්‍රාන්සිස්ටරයේ B E සන්ධිය අතරට 2.5 V පරාසයට යොමු කළ මල්ටිමීටරයක් සවි කර ඉහත පියවරයන් නැවත අත්විඳින්න.
- ඔබේ නිගමන පහත තොරතුරු සමග සංසන්දනය කර, මේ ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථය සමක විදුලි පරිපථයක් මගින් ඉදිරිපත් කරන්න.

Educational Publications Department

මෙම අත්හදා බැලීම මඟින් පහත දැක්වෙන කරුණු සනාථ වනු ඇත.

- ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය අතර සැපයුම් වෝල්ටීයතාව පිහිටන විට පාදම - විමෝචක වෝල්ටීයතාව (V_{BE}) 0.7 V ට වඩා අඩු අගයක් ගන්නා බව
- B-E සන්ධිය හරහා විභව බැස්ම 0.7 V වඩා අඩු වන විට pn සන්ධිය පෙර නැඹුරු නොවන නිසා පාදම තුළින් ධාරාවක් (I_B) ගමන් නොකරන බව (සන්ධිය තවමත් පසු නැඹුරේ පිහිටන බව)
- ඒ අවස්ථාවේ $I_B = 0$ නිසා, සංග්‍රාහකය තුළින් ධාරාවක් ගමන් නොකරන නිසා භාර ප්‍රතිරෝධය (පහන) හරහා විභව බැස්මක් නොපිහිටන බව ($V_L = I_c \, . \, R_L$ නිසා)
- V_{BE} අගය 0.7 V වන විට I_B ධාරාවක් ගලා යන අතර එසේ වන්නේ B - E සන්ධිය පෙර නැඹුරු වීම නිසා බව
- V_{R_1} විචලනය කරන විට V_2 වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය වැඩි වීමට හේතුව සංග්‍රාහකය (භාරය) තුළින් ගලා යන ධාරාව වැඩි වීම නිසා බව ($V = IR$)
- C හා E තුළින් ගලන ධාරාව වැඩි වුව ද C හා E අතර විභව බැස්ම අඩු වනුයේ C හා E අතර ප්‍රතිරෝධය අඩු වන නිසා බව
- V_2 වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය උපරිම වන්නේ සංග්‍රාහක ධාරාව උපරිම වීමෙන් බව
- ඒ අවස්ථාවේ V_1 වෝල්ට් මීටර පාඨාංකය 0.2 V දක්වා අඩු වනුයේ C හා E සන්ධියේ ප්‍රතිරෝධය ඉතා අඩු තත්ත්වයන්ට පත් වීම නිසා බව (සෛද්ධාන්තික ව C හා E අතර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය ලෙස සැලකෙයි)
- V_1 වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය ක්‍රමයෙන් අඩු වන විට V_2 වෝල්ට් මීටර පාඨාංකය වැඩි වන පරාසය තුළ සංග්‍රාහක ධාරාව විශාල වශයෙන් වැඩි වන නිසා ඒ පරාසය තුළ ධාරාවේ වර්ධනයක් ඇති කෙරෙන බව
- V_1 පාඨාංකය සැපයුමේ වෝල්ටීයතාවට සමාන වන විට සංග්‍රාහකය තුළින් ධාරාවක් නොගලන බැවින් එය ස්විච්චයක විවෘත (off) අවස්ථාව ලෙස සැලකිය හැකි බව හා ඒ අවස්ථාව ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථය කපාහැරි අවස්ථාව ලෙස හඳුන්වන බව
- V_1 පාඨාංකය 0.2 V වන විට සංග්‍රාහකය තුළින් උපරිම ධාරාවක් ගලන නිසා එය ස්විච්චයක සංවෘත (ON) අවස්ථාව ලෙස සැලකිය හැකි බව හා ඒ අවස්ථාව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංතෘප්ත අවස්ථාව ලෙස හැඳින්වෙන බව
- කැපී ගිය හා සංතෘප්ත අවස්ථා අතර පරාසයේ දී පහනේ දීප්තීය ක්‍රමයෙන් වැඩි වීමෙන් එය වර්ධකයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව පැහැදිලි වේ. ඒ කාල පරාසය රේඛීය කලාපය ලෙස හැඳින්වෙන බව
- ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථය පහත පරිදි විදුලි පරිපථයකට සමක කළ හැකි බව

Educational Publications Department



රූපය 1.58 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක සමක විදුලි පරිපථය

Educational Publications Department

මේ සමක විදුලි පරිපථයේ BE සන්ධිය pn සන්ධියක් ලෙසත් I_C ධාරාව අනුව C හා E අතර ප්‍රතිරෝධය විචලනයකට ලක් වන නිසා ඒ අග්‍ර දෙක විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකයක් මගිනුත් නිරූපණය කළ හැකි වේ. එමෙන් ම R_B හා BE සන්ධිය ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කොට ඇත. එමෙන් ම භාර ප්‍රතිරෝධය හා C හා E ප්‍රදේශ ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ ව ඇති බවට සමක කළ හැකි වේ. එලෙස නිරූපණය කෙරෙන ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන පරිපථ, සැපයුම සමග සමාන්තර ව සම්බන්ධ ව පවතින බවත්, මේ අනුව පැහැදිලි කර ගත හැකි වේ.

ඒ අනුව ප්‍රදාන පරිපථය සැලකීමෙන් (විභව බෙදනයක් සේ සලකා)

$V_{R_B} + V_{BE} = V_S$ (V_{RB} ඇති වනුයේ I_B ධාරාවක් R_B හරහා ගලා යෑමෙන් නිසා $V = IR$ යෙදීමෙන් $V_{R_B} = I_B \cdot R_B$)

$I_B \cdot R_B + V_{BE} = V_S$

එමෙන්ම ප්‍රතිදාන පරිපථය සැලකීමෙන්, $V_{RL} + V_{CE} = V_S$

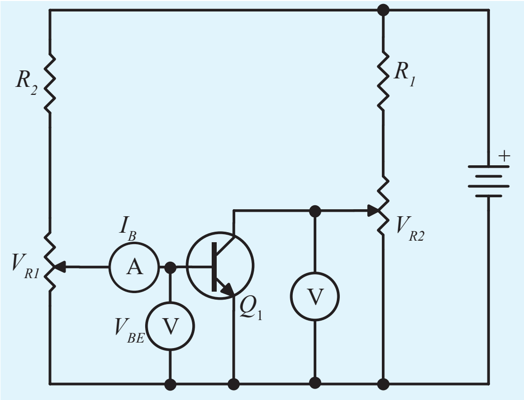
$I_C\, R_C + V_{CE} = V_S$ වේ.

1.9.4 ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ලාක්ෂණික වක්‍ර

ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථයක අග්‍ර අතර ධාරා හා වෝල්ටීයතා අගයන් ප්‍රස්තාරගත කළ හැකි ය. එවිට ලැබෙන ප්‍රදාන, පරිවර්තීය සහ ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍ර පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට සාකච්ඡා කරනු ලැබේ.

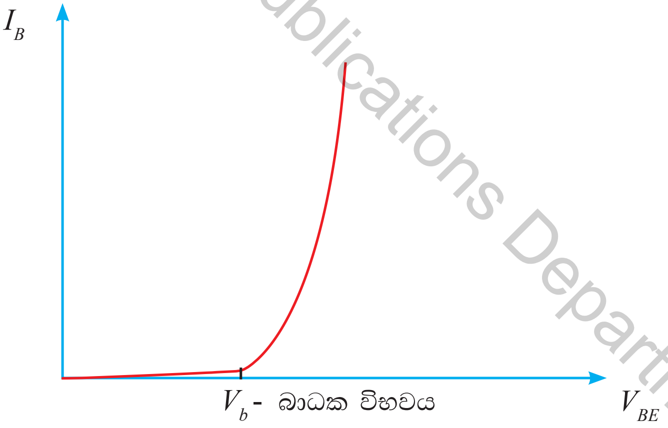
- **ප්‍රදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය**

1.59 රූපයේ සඳහන් පරිපථයේ විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය (V_{R1}) සීරු මාරුව මගින් පාදම විමෝචක වෝල්ටීයතාව (V_{BE}) විචලනය කිරීම සිදු කළ හැකි වෙයි.



රූපය 1.59 - ප්‍රදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය ලබාගැනීමට භාවිත පරිපථය

ට්‍රාන්සිස්ටරයක, විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) නියත අගයක් යටතේ පවත්වා ගනිමින් පාදම විමෝචක වෝල්ටීයතාව (V_{BE}) අනුව පාදම ධාරාව (I_B) හැසිරෙන අන්දම ප්‍රදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය මඟින් පෙන්නුම් කරනු ලබයි. I_B අගයන් y අක්ෂයේ ද V_{BE} අගයන් x අක්ෂයේ ද ප්‍රස්තාර ගත කළ විට 1.60 රූපයෙහි දැක්වෙන වක්‍රය ලැබේ. ඩයෝඩයක පෙර නැඹුරු ලාක්ෂණික වක්‍රයට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ මේ ප්‍රදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය බොහෝ දුරට සමාන වේ.

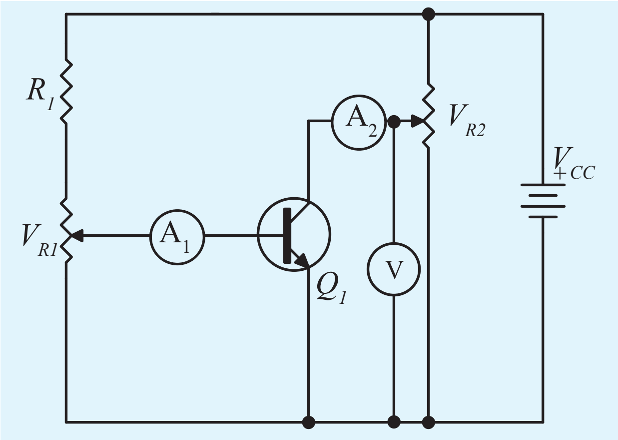


රූපය 1.60 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක ප්‍රදාන ලාක්ෂණිකය

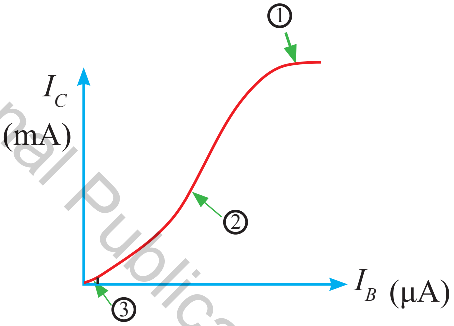
Educational Publications Department

● පරිවර්තීය ලාක්ෂණික වක්‍රය හෙවත් සංක්‍රමණ ලාක්ෂණිකය

1.61 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථයේ පාදම ධාරාව (I_B) වෙනස් කිරීම විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය (V_{R1}) මඟින් සිදු කළ හැකි ය. ට්‍රාන්සිස්ටරයක විමෝචක - සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) නියත ව තබා ගනිමින් පාදම ධාරාවේ අගය (I_B) වෙනස් කළ විට සංග්‍රාහක ධාරාවේ (I_C) ඇති වන වෙනස්කම් පරිවර්තීය ලාක්ෂණික වක්‍රය මඟින් පෙන්නුම් කෙරේ. පාදම ධාරාව (I_B) ශූන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරමින් සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) හි වෙනස් වීම ප්‍රස්තාරගත කළ විට 1.62 රූපයේ පරිදි ප්‍රස්තාරයක් ලැබේ. මේ ලාක්ෂණිකය පදනම් කර ගනිමින් පදනම් ධාරාව වෙනස් කරන විට ට්‍රාන්සිස්ටරයක පැවතිය හැකි අවස්ථා තුනක් හඳුනාගත හැකි ය.



රූපය 1.61 - පරිවර්තීය ලාක්ෂණික වක්‍රය ලබා ගැනීමට භාවිත පරිපථය



රූපය 1.62 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක පරිවර්තීය ලාක්ෂණිකය

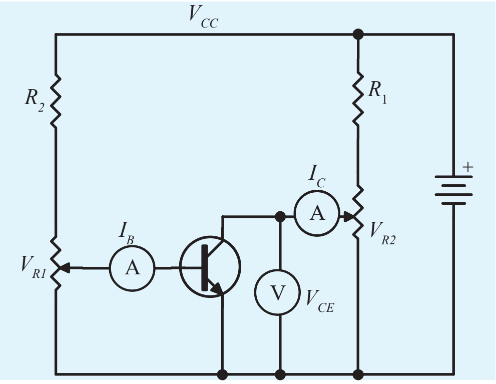
Educational Publications Department

① සංතෘප්ත අවස්ථාව
② සක්‍රිය / රේඛීය අවස්ථාව
③ කපාහැරි අවස්ථාව

ඉහත ප්‍රස්තාරයට අනුව පාදම ධාරාව (I_B) ගලා නොයන විට සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) ගලා නොයන බව පැහැදිලි වේ. පාදම ධාරාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වන විට සංග්‍රාහක ධාරාව වර්ධනය වේ. පාදම ධාරාව වර්ධනය කර ගෙන යන විට එක්තරා මොහොතක දී සංග්‍රාහක ධාරාවේ සැලකිය යුතු වෙනස් වීමක් නොවන බව පැහැදිලි ය. මෙලෙස පාදම ධාරාව අනුව සංග්‍රාහක ධාරාව වැඩි නොවන අවස්ථාවේ ට්‍රාන්සිස්ටරය **සංතෘප්ත** වී ඇතැයි කියනු ලැබේ. ඒ අවස්ථාවේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහක සහ විමෝචක අතර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍යයට ආසන්න වී ඇත. එයට ශ්‍රේණිගත කර ඇති ප්‍රතිරෝධය හා සැපයුම් විභවය අනුව පමණක් සංග්‍රාහක ධාරාව වෙනස් වේ. එනම් නියත සැපයුම් වෝල්ටීයතාවයක් ලබාදෙන විට නියත සංග්‍රාහක ධාරාවක් ගලා යයි. පාදම ධාරාව ශූන්‍යයේ දී සංග්‍රාහක ධාරාව ගලා නොයන අතර, එම අවස්ථාවේ දී සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය අතර ප්‍රතිරෝධය අනන්ත වේ. එම අවස්ථාව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ **කපා හැරීමේ අවස්ථාව** ලෙස හැඳින්වේ.

එලෙස ම පාදම ධාරාව (I_B) ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට සංග්‍රාහක ධාරාව ද වැඩි වන කලාපයක් දැකිය හැකි ය. එම කලාපය තුළ සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) වර්ධනය වේ. ඒ අනුව එම කලාපය **රේඛීය හෙවත් වර්ධක කලාපය** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මේ කලාපය තුළ අනුක්‍රමණය හෙවත් I_C/I_B නියතයකි. එය ධාරා ලාභය (β) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

● ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය



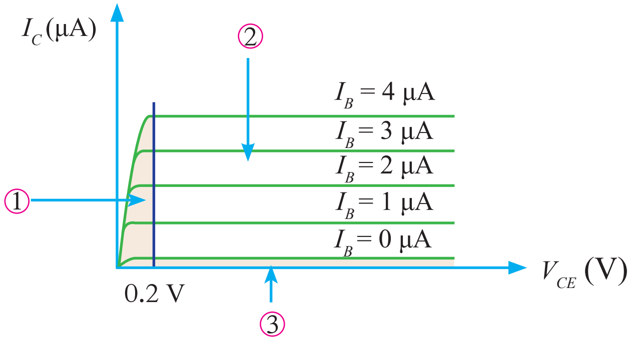
රූපය 1.63 - ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය ලබාගැනීමට භාවිත පරිපථය

Educational Publications Department

1.63 රූපය මගින් දක්වා ඇති පරිපථ සටහන භාවිත කළ විට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය ලබා ගත හැකි ය. එහි දී ට්‍රාන්සිස්ටරයේ විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) වෙනස් කිරීම සඳහා V_{R2} ද පාදම ධාරාව (I_B) වෙනස් කිරීම සඳහා V_{R1} යන විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකයද යොදා ඇත.

පාදම ධාරාව (I_B) නියත ව තිබිය දී විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතා (V_{CE}) අගය ශූන්‍යයේ සිට නිශ්චිත අගයන් යටතේ වැඩි කර ගෙන යන විට සංග්‍රාහක ධාරාවේ (I_C) හැසිරීම, ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍රය මගින් නිරූපණය වේ (උදා V_{CE} = 0 V, 1 V, 2 V,...)

නැවත විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) ශූන්‍යයට ගෙන පාදම ධාරාව (I_B) වෙනත් නියත අගයකට ගැනීමෙන් පෙර පරිදි ම විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතා (V_{CE}) අගය හා සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) අතර අගයන් සටහන් කරගනු ලැබේ. මේ ආකාරයට විවිධ (I_B) අගයන් යටතේ ගනු ලබන විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතා (V_{CE}) හා සංග්‍රාහක ධාරා (I_C) අගයන් ප්‍රස්තාරගත කළ විට 1.64 රූපයේ ආකාරයේ වක්‍ර කිහිපයකින් සමන්විත ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍ර ලැබේ.



රූපය 1.64 - ට්‍රාන්සිස්ටරයක ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණික වක්‍ර

මේ ලාක්ෂණිකය තුළ ද ට්‍රාන්සිස්ටරය පැවතිය හැකි ප්‍රදේශ තුනක් හඳුනා ගත හැකි ය. එනම්, සක්‍රිය ප්‍රදේශ, සංතෘප්ත ප්‍රදේශ සහ කපාහැරි ප්‍රදේශ යි.

(1) කපාහැරි ප්‍රදේශය (cut off region)

මේ අවස්ථාවේ දී පාදම් විමෝචක සන්ධිය පසු නැඹුරු අවස්ථාවේ පවතින අතර සංග්‍රාහක ධාරාවක් ගලා නො යයි.

$$I_C = 0$$

(2) සංතෘප්ත ප්‍රදේශය (saturation region)

මේ අවස්ථාවේ දී පාදම් විමෝචක සන්ධිය පෙර නැඹුරු අවස්ථාවේ පවතියි. මෙහි දී $I_C = I_{C\,max} \times V_{CE}$ හි අගය ආසන්න වශයෙන් 0.2 V පමණ පවතී. මෙම අවස්ථාවේ දී පාදම - විමෝචක සන්ධිය හා පාදම සංග්‍රාහක සන්ධිය ද පෙර නැඹුරු ව ඇත.

(3) සක්‍රිය ප්‍රදේශය (Active region)

මේ අවස්ථාවේ දී $I_C = \beta I_B$ වේ. පාදම් විමෝචක සන්ධිය පෙර නැඹුරු වී ඇත. පාදම් සංග්‍රාහක සන්ධිය පසු නැඹුරු වී ඇත.

මේ අවස්ථා තුන යොදා ගනිමින් ට්‍රාන්සිස්ටරය වර්ධකයක් ලෙස හා ස්විච්චයක් ලෙස භාවිත කරන අවස්ථා මෙතැන් සිට විස්තර කෙරේ.

1.9.5 ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස යොදා ගැනීම

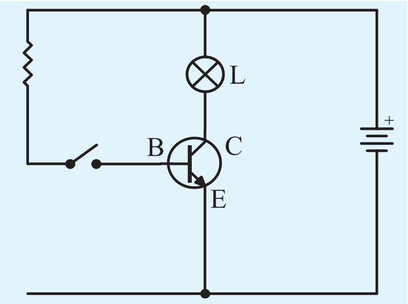
ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස යොදා ගැනීමේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරයේ කපා හැරි අවස්ථාව හා සංතෘප්ත අවස්ථාව ප්‍රයෝජනයට ගනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සංවෘත අවස්ථාවේ දී EB සන්ධිය සම්පූර්ණයෙන් පෙර නැඹුරු තත්ත්වයට පත් වෙයි. යාන්ත්‍රික ස්විච්චයකට වඩා ට්‍රාන්සිස්ටර ස්විච්චයක් භාවිතයේ වාසි කිහිපයකි. එනම්,

- පුළිඟු ඇති නොවීම
- කුඩා විභවයක් මඟින් පාලනය කිරීමේ හැකියාව
- ඉතා ඉක්මනින් ක්‍රියාත්මක කළ හැකි වීම

● ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස නැඹුරු කිරීම

1.65 රූපයේ සඳහන් පරිපථයට අනුව එක් සැපයුමක් භාවිත කර ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කිරීමට අවශ්‍ය මූලික වෝල්ටීයතා සපයා ගත් පසු පාදම විමෝචක සන්ධියට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව සැපයීමෙන් ට්‍රාන්සිස්ටරය සංතෘප්ත කළ හැකි ය. එවිට සංග්‍රාහක විමෝචක ප්‍රතිරෝධය ඉතා අඩු වන නිසා විශාල ධාරාවක් ගලා යයි. මේ ධාරාවෙන් කාර්යයක් ඉටු කර ගැනීමට සංග්‍රාහකයට යම් උපාංගයක් සම්බන්ධ කළ යුතු ය. එවිට එහි ප්‍රතිරෝධය

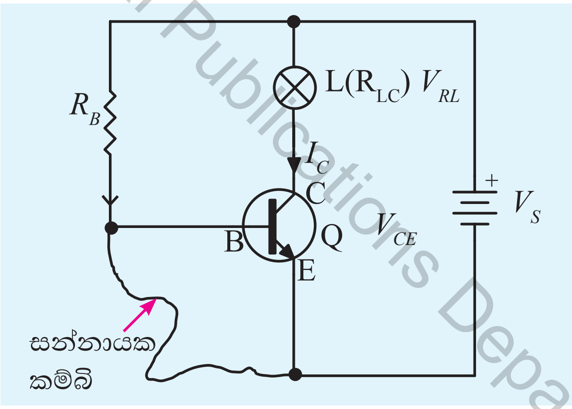
Educational Publications Department



රූපය 1.65 (a) - ට්‍රාන්සිස්ටරයක ස්විච්චයක ක්‍රියාව

සංග්‍රාහක විබැර ලෙස ක්‍රියා කරයි. 1.65(a) රූපයෙන් මේ පරිපථය දැක්වේ. මේ පරිපථයේ S විවෘත කළ විට ට්‍රාන්සිස්ටරය කපාහැරී අවස්ථාව පවතින නිසා L නොදැල්වේ. මෙම අවස්ථාවේ $I_B = 0$ නිසා $I_C = 0$ වේ. පාදම - විමෝචක අග්‍ර ලුහු පරිපථ වූ විට දී ද $V_{BE} = 0$ වන නිසා එය කපාහැරී අවස්ථාවට පත් වේ. S සංවෘත කළ විට පාදමට 0.7 V ලැබුන හොත් එය සංතෘප්ත වී L පහන දැල්වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය සංතෘප්ත වූ පසු පාදම ධාරාව (I_B) අනුව සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) වෙනස් නො වේ. මෙම තත්ත්වය සංක්‍රමණ ලාක්ෂණික වක්‍රයේ (I_B අනුව I_C වෙනස් වීම) දැක්වේ. එනම් I_B වැඩි විය හැකි අතර I_C නියත වේ.

ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථයක සන්නායකයක් විසන්ධි වූ විට ක්‍රියා කරන පරිපථයක් 1.65(b) රූපය මගින් පෙන්වා ඇත.



රූපය 1.65 (b) - ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස යොදා ගැනීම

මේ පරිපථයේ පාදම හා විමෝචකය අතර සන්නායක කම්බියක් යොදා ඇති නිසා B හා E සන්ධිය පෙර නැඹුරු වීමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව (0.7 V) එම සන්ධියට නොලැබෙන නිසා BE සන්ධිය පසු නැඹුරේ පවතී. යම් අවස්ථාවක සන්නායක කම්බිය විසන්ධි වුව හොත් B E සන්ධිය පෙර නැඹුරු වීමට අවශ්‍ය 0.7 V වෝල්ටීයතාව සන්ධියට ලැබී එය පෙර නැඹුරු තත්ත්වයට පත් වේ. එවිට ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විචීකරණය වීමෙන් පහන දැල්වේ. මෙහි දක්වා ඇති පහන වෙනුවට පිළියවනයක් යොදා ගෙන සීනුවක් වැනි උපාංගයක් ද ක්‍රියා කරවිය හැකි අතර, මෙවැනි පරිපථයක් ආරක්ෂක පරිපථයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය.

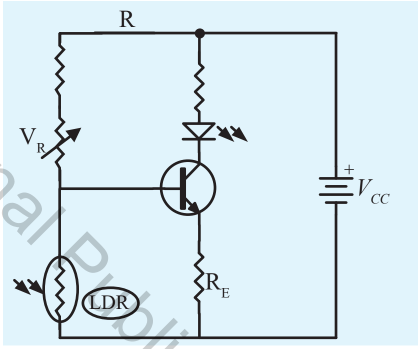
Educational Publications Department

ප්‍රතිදාන පරිපථය සැලකීමෙන්

$V_{RL} + V_{CE} = V_S$

$I_C \cdot R_L + V_{CE} = V_S$

1.65(c) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස භාවිත කරන තවත් අවස්ථාවකට උදාහරණයකි. අඳුරේ දී ඉතා ඉහළ ප්‍රතිරෝධයක් ද ආලෝකයේ දී ඉතා අවම ප්‍රතිරෝධයක් ද ඇති ආලෝක සංවේදී ප්‍රතිරෝධයක් (Light Dependent Resistor - LDR) මේ පරිපථයෙහි යොදා ඇත.



රූපය 1.65 (c) - ට්‍රාන්සිස්ටරය ආලෝක සංවේදී ස්විච්චයක් ලෙස භාවිත කිරීම

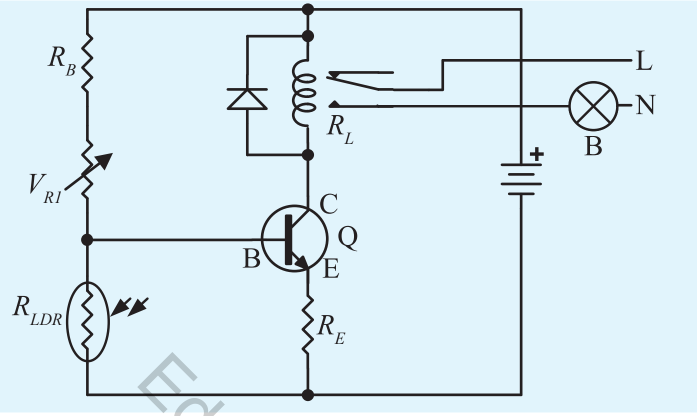
Educational Publications Department

LDR අඳුරේ තිබෙන විට එහි ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි අගයක පවතියි. එවිට පාදම් විමෝචක වෝල්ටීයතාව වැඩි අගයක් ගන්නා නිසා පාදම් විමෝචක සන්ධිය පෙර නැඹුරු වී ට්‍රාන්සිස්ටරය සංතෘප්ත අවස්ථාවට පත් වේ. එවිට LED හරහා ධාරාවක් ගමන් කර LED දැල්වේ.

ආලෝකය ඇති විට LDR ප්‍රතිරෝධය ඉතා අඩු අගයක් ගන්නා නිසා පාදම විමෝචක සන්ධිය පසු නැඹුරු වේ. එවිට ට්‍රාන්සිස්ටරය කපාහැරි තත්වයට පත් වන අතර, LED නොදැල්වේ.

LED වෙනුවට පිළියවනයක් යොදා ගැනීමෙන් වැඩි ධාරාවක් ගන්නා උපකරණයක් පාලනය කිරීමට භාවිත කළ හැකි ය. සංග්‍රාහකය සඳහා පිළියවනයක් භාවිත කෙරෙන අතර පිළියවනය මඟින් වෙනත් උපාංගයක් ක්‍රියාත්මක කරනු ලැබේ.

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චයක් ලෙස යොදා ගෙන පිළියවනයක් ක්‍රියා කිරීමට අවශ්‍ය වූ විට පිළියවන දඟරයේ ගලා යා යුතු ධාරාවට ගැළපෙන ධාරාවකට ඔරොත්තු දෙන ට්‍රාන්සිස්ටරයක් තෝරා ගත යුතු වෙයි. මේ සඳහා ද ට්‍රාන්සිස්ටර දත්ත වගු භාවිත කළ හැකි ය. පිළියවනයක් මගින් පාලනය වන පරිපථයක් රූපය 1.66 මගින් දක්වා ඇත.



R_L - පිළියවන
Q - C 1061 ට්‍රාන්සිස්ටරය
R_{LDR} - LDR ආලෝක සංවේදී ප්‍රතිරෝධය

රූපය 1.66 - පිළියවනයක් මගින් පාලනය වන පරිපථයක්

Educational Publications Department

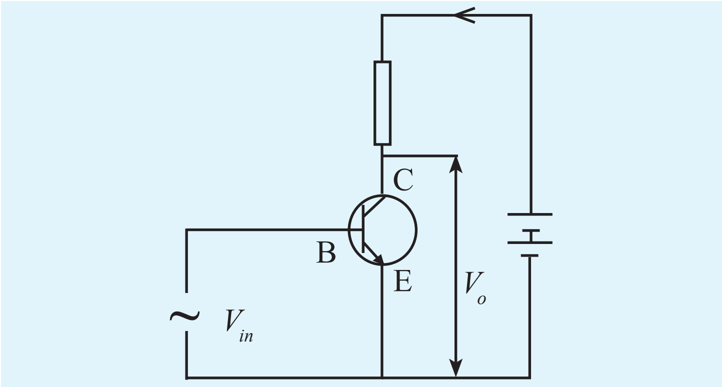
අඳුරු සහිත අවස්ථාවේ දී LDR හි ප්‍රතිරෝධය අධික නිසා ඒ අවස්ථාවේ දී BE සන්ධියේ විභවය නිසා එය පෙර නැඹුරු තත්ත්වයට පත් වී ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විචීකරණය වේ. සංග්‍රාහකය තුළින් උපරිම ධාරාවක් ගලා යයි. එවිට පිළියවන දඟරය විද්‍යුත් චුම්බකයක් බවට පත් වී සමාන්‍ය විවෘත අග්‍ර (N/O) සංවෘත වීමෙන් B පහන දැල්වේ. ඒ අවස්ථාවේ දී $V_{CE} \approx 0.2$ V වේ. LDR වෙත ආලෝකය ලැබුණු විට එහි ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ. BE සන්ධියට පෙර නැඹුරු වීමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව (0.7 V) නොලැබීමෙන් එය කපා හැරීමේ අවස්ථාවට පත් වේ. එවිට පිළියවන දඟරය හරහා (I_C) ධාරාව ශූන්‍ය වන හෙයින් පිළියවන දඟරයේ විද්‍යුත් චුම්බකත්වය ඉවත් වී සාමාන්‍ය තත්ත්වයට පත් වී පහන නිවී යයි.

මේ පරිපථය මගින් අඳුර ඇති විට 230 V පහනක් ස්වයංක්‍රීය ව දැල්වීමත් ආලෝකය ඇති විට පහන නිවීමත් ස්වයංක්‍රීය ව සිදු වේ. පිළියවන දඟරයට සමාන්තර ව පසු නැඹුරු කළ ඩයෝඩයක් යොදා ඇත්තේ පිළියවන දඟරයේ ධාරාව විසන්ධි වන සැනින් එම දඟරයේ ඇති වන ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලයෙන් ට්‍රාන්සිස්ටරය විනාශ වී යාම වැළැක්වීමට ය.

1.9.6 ට්‍රාන්සිස්ටරයක් වර්ධකයක් ලෙස නැඹුරු කිරීම

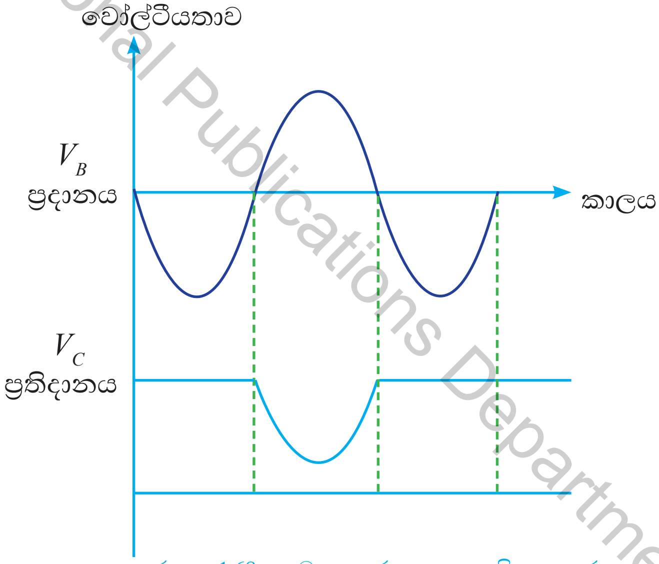
npn සහ pnp ට්‍රාන්සිස්ටරවල ඒ ඒ වර්ගය අනුව සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝචකයට හෝ විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකය දක්වා හෝ ධාරාවක් ගලා යාමට සැලැස්වීම ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කිරීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පාදම - විමෝචකය (B - E) අතර සන්ධියේ විභව බාධකය මැඩීමට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයේ විභවයක් ලබා දීම ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කිරීමේ දී කළ යුතුය. ට්‍රාන්සිස්ටරය සිලිකන් යොදා නිර්මාණය කර ඇති විට මේ වෝල්ටීයතාව 0.6 V සිට 0.7 V පමණ වේ. මේ අයුරින් පාදම විමෝචක සන්ධිය (B - E) පෙර නැඹුරු වන ලෙසත් පාදම සංග්‍රාහක (B - C) සන්ධිය පසු නැඹුරු වන ලෙසත් සැපයුම ලබා දිය යුතු ය.

ඉහත සඳහන් අයුරින් npn වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කළ යුත්තේ ඇයි දැයි සනාථ කර ගැනීම සඳහා 1.67 පරිපථය ඇසුරින් විමසා බලමු.



රූපය 1.67 - npn වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කළ යුතු ආකාරය

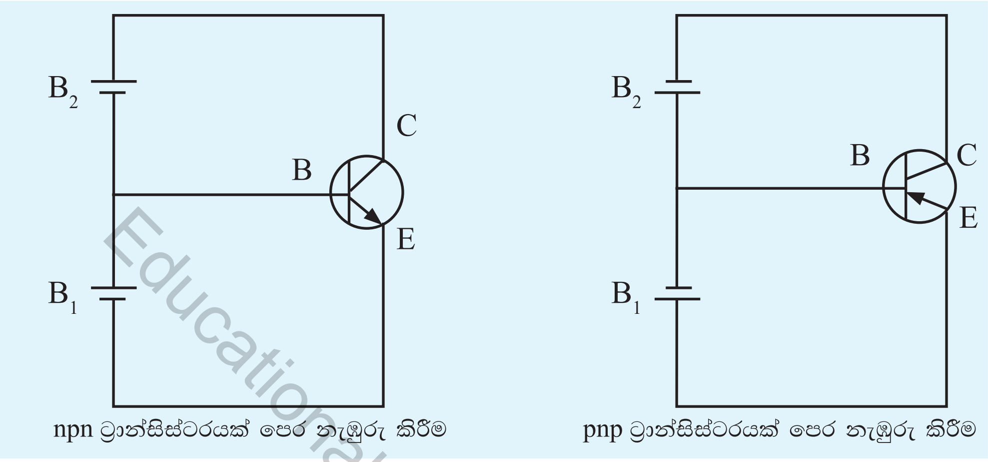
පරිපථයේ ප්‍රදාන අග්‍රවලට සයිනාකාර කුඩා වෝල්ටීයතාවක් සපයා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව දෝලනේක්ෂයෙන් නිරීක්ෂණය කළ විට 1.68 රූපයේ ආකාරයක් දැකිය හැකි ය.



රූපය 1.68 - ප්‍රධාන තරංගය හා ප්‍රතිදාන තරංගය

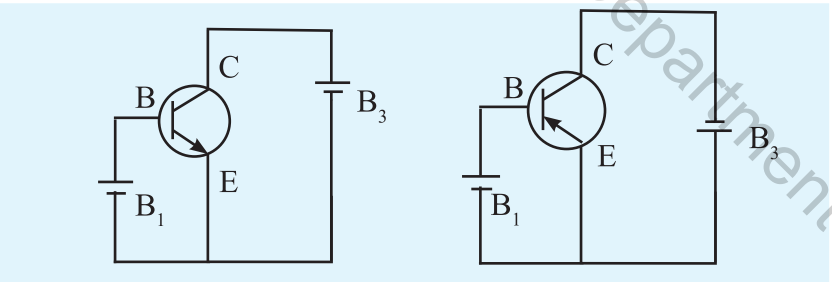
මෙහි දී ප්‍රදාන සංඥාවේ ඍණ අර්ධය පාදම වෙත ලබා දුන්විට B - E සන්ධිය පසු නැඹුරු වන නිසා පාදම (I_B)ධාරාවක් ගලා නොයන නිසා සංග්‍රාහක විමෝචක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) සැපයුම් වෝල්ටීයතා අගයක් ගනු ලැබේ. ප්‍රදානයේ ධන අර්ධය පාදම වෙත යොමු කළ විට B - E සන්ධිය පෙර නැඹුරු වේ. එවිට ප්‍රතිදානය 1.68 රූපයේ ආකාරයෙහි තරංග හැඩයක් දැකිය හැකි වේ. තරංගයේ + සහ − අර්ධ චක්‍ර දෙක ම ලබා ගැනීමට නම්, පාදම BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු වීමට අවශ්‍ය කුඩා වෝල්ටීයතාවක පවත්වා ගත යුතු ය. මෙසේ BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු කර ගැනීම සඳහා පාදම නැඹුරු කිරීම **වර්ධකයක් ලෙස නැඹුරු කිරීම** ලෙස හැඳින්වේ. මේ සඳහා ස්ථිර ප්‍රතිරෝධක යොදා ගනිමින් ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කළ යුතු වේ.

ට්‍රාන්සිස්ටරවල සංකේත යොදා ඉහත සඳහන් ලෙස pnp සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටරවල ක්‍රියාකාරිත්වය ලබා ගැනීමට B_1 සහ B_2 සැපයුම් දෙකක් යොදා ඇති ආකාරය 1.69 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.69 - සැපයුම් දෙකක් යොදා ඇති ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථ

මෙහි දී CE අතර ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගැනීමට සහ BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු කිරීමට B_1 සැපයුම යොදා ඇත. වැඩි ධාරාවක් ලබා ගැනීමේ දී B_1 අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හරහා වෝල්ටීයතා බැස්ම වැඩි වේ. එබැවින්, නැඹුරු කිරීම්වලට බාධා පැමිණෙන නිසා CE අතර වෝල්ටීයතාව ලබා ගැනීමට, B_1 සහ B_2 හි වෝල්ටීයතාවන්ගේ එකතුවට සමාන වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගත හැකි B_3 සැපයුමක් ලබා දීමෙන් B_1 ස්වාධීන කළ හැකි ය. 1.70 රූපයෙන් එසේ යෙදූ පරිපථ දැක්වේ.

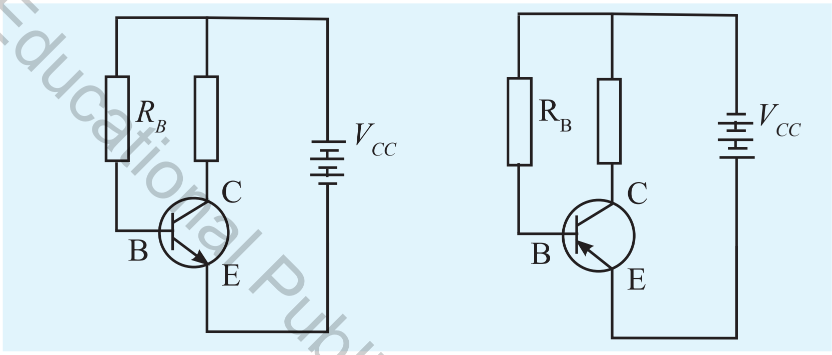


රූපය 1.70 - npn හා pnp ට්‍රාන්සිස්ටර සැපයුම් දෙකක් යොදා නැඹුරු කිරීම

1.70 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථය නිරීක්ෂණය කළ විට විමෝචකයට (E) සාපේක්ෂව පාදමට (B) කුඩා වෝල්ටීයතාවක් ද සංග්‍රාහකයට (C) වැඩි වෝල්ටීයතාවක් ද යෙදිය යුතු ය. එනම්: Eට සාපේක්ෂ ව Bට අවශ්‍ය වන්නේ ඉතා කුඩා වෝල්ටීයතාවක් (0.7 V) පමණකි. එබැවින්, ප්‍රතිරෝධයක් භාවිත කර සංග්‍රාහකයට සම්බන්ධ වී ඇති B_3 ඉහළ වෝල්ටීතාවයෙන්, පාදමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව ලබා ගත හැකි ය.

Educational Publications Department

එහෙත් ප්‍රායෝගික පරිපථ සඳහා මෙලෙස සැපයුම් දෙකක් භාවිත නොකෙරෙන අතර එහි දී එක් විදුලි සැපයුමක් යොදා ගැනෙයි. එක් සැපයුමකින් එම අවශ්‍යතා දෙක ම ඉටු කර ගැනීමට පරිපථයේ සුළු වෙනසක් සිදු කළ හැකි ය. මේ සඳහා පාදම (B) අග්‍රයට නැඹුරු වෝල්ටීයතාව සැපයීම සඳහා සැපයුම හා පාදම අග්‍රයට ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභව බැස්මක් ඇති වී B - E සන්ධිය පෙර නැඹුරුව සඳහා අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව පමණක් E - B සන්ධියට සැපයෙයි. මේ ප්‍රතිරෝධකය B_1 කෝෂයෙන් ලැබුණු විභවය ලබා ගැනීමට හැකි අගයකින් යුක්ත විය යුතු ය. B_1 කෝෂය ඉවත් කර එම අවස්ථාව සපුරාලන අයුරින් ප්‍රතිරෝධකයක් යොදා ඇති ආකාරය 1.71 රූපයෙන් දක්වා ඇත.



රූපය 1.71 - npn හා pnp ට්‍රාන්සිස්ටර තනි සැපයුමක් භාවිතයෙන් නැඹුරු කිරීම

Educational Publications Department

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් වර්ධකයක් ලෙස භාවිතයේ දී නැඹුරු කළ හැකි ආකාර කිහිපයකි. මේ කොටසේ දී එවැනි නැඹුරු කිරීම් ක්‍රම හතරක් පිළිබඳ ව සංක්ෂිප්ත ව කරුණු ඉදිරිපත් කෙරෙයි.

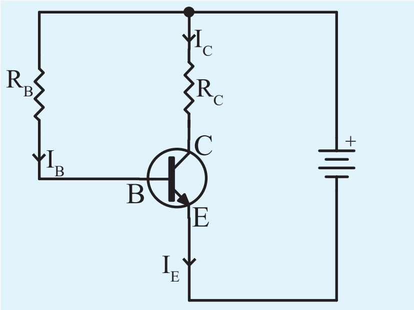
එම ක්‍රම හතර නම්,

- ස්ථිර නැඹුරුව
- ස්වයං නැඹුරුව
- විභව බෙදුම් නැඹුරුව සහ
- විමෝචක නැඹුරුව වේ.

● ස්ථිර නැඹුරුව (Fixed Biasing)

ට්‍රාන්සිස්ටරයක පාදම වෙතට සපයන වෝල්ටීයතාව හෝ ධාරාව වර්ධනය කර ගැනීම සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සන්ධි නැඹුරු කළ යුතු ය. එනම්: කුඩා වෝල්ටීයතා වෙනසක් හෝ ධාරාවක්, විශාල වෝල්ටීයතා වෙනසක් හෝ ධාරාවක් බවට පත් කර ගැනීම ය. නැඹුරු කිරීම මගින් පාදම - විමෝචකය (B-E) අතර යොදනු ලබන කුඩා වෝල්ටීයතාව නිසා කුඩා පාදම ධාරාවක් ගලා යයි. මේ පාදම් ධාරාවට අනුරූප ව සංග්‍රාහකය - විමෝචකය හරහා විශාල ධාරාවක් ගලා යයි. මෙසේ විශාල ධාරාවක් ට්‍රාන්සිස්ටරය තුළින් ගලා යෑමේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරය විනාශ නොවී ධාරාව පාලනය සඳහා මෙන් ම වෙනස් වන වෝල්ටීයතාව

රඳවා ගැනීම සඳහා ද ප්‍රතිරෝධකයක් සංග්‍රාහකයට යොදනු ලැබේ. මෙලෙස සකසා ඇති පරිපථයක් 1.72 රූපයෙන් දැක්වේ.



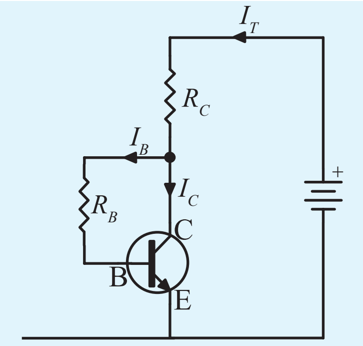
රූපය 1.72 - ස්ථිර නැඹුරු පරිපථය

Educational Publications Department

නියත බල සැපයුමක් සහ ස්ථිර ප්‍රතිරෝධී මාර්ගයක් යොදා ගන්නා බැවින්, මේ ක්‍රමය **ස්ථිර නැඹුරු ක්‍රමය** ලෙස හැඳින්වේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ උෂ්ණත්වය ඉහළ යන විට සන්ධියේ ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ. එවිට සංග්‍රාහක ධාරාව (I_c) වැඩි වීම නිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයට හානිකර තත්ත්වයක් ඇති විය හැකි ය. එම තත්ත්වය තාපන අස්ථායීතාව (thermal runaway) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එබැවින්, මේ නැඹුරු ක්‍රමය එතරම් සාර්ථක ක්‍රමයක් නො වේ. එහෙත් කුඩා ධාරා ලබා ගන්නා පරිපථ සඳහා මේ නැඹුරු ක්‍රමය යොදා ගනු ලැබේ.

● ස්වයං නැඹුරුව / සංග්‍රාහක ප්‍රතිපෝෂණ නැඹුරුව (Self Biasing)

ස්ථිර නැඹුරු ක්‍රමයේ දී දක්නට ලැබුණු දුර්වලතා මගහරවා ගැනීම සඳහා ස්වයං නැඹුරු ක්‍රමය භාවිත කළ හැකි ය. 1.73 රූපයේ පරිදි පාදම නැඹුරුව ලබා දෙන R_B ප්‍රතිරෝධය R_C ප්‍රතිරෝධයට පසු සම්බන්ධ කර පාදම ධාරාව සැපයීම ස්වයං නැඹුරුව හෙවත් සංග්‍රාහක ප්‍රතිපෝෂණ නැඹුරුවේ විශේෂත්වය යි. ට්‍රාන්සිස්ටර සන්ධියේ උෂ්ණත්වය ඉහළ යෑමත් සමඟ ම සංග්‍රාහක ධාරා (I_C) වැඩි වීම සිදු වේ. නමුත් මේ ක්‍රමයේ දී සංග්‍රාහක ධාරා වැඩි වීමත් සමඟ ම R_C ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභව බැස්ම වැඩි වේ. එවිට R_B ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභව බැස්ම අඩු වීම නිසා පාදම් ධාරාව (I_B) ද අඩු වේ. මේ පාදම් ධාරාව අඩු වීම නිසා එයට අනුරූප ව සංග්‍රාහක ධාරාව ද අදාළ ප්‍රමාණයට අඩු වේ. මේ නිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයට හානිකර තත්ත්වයන් ස්වයං ව පාලනය කෙරෙයි. මේ ක්‍රමය මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ V_{CE} නියත ව තබා ගැනේ.



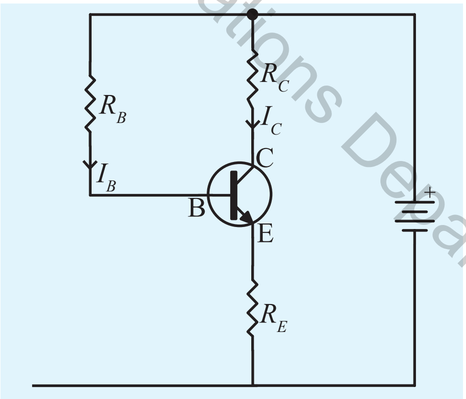
I_T = සම්පූර්ණ ධාරාව $I_B + I_C$

රූපය 1.73 - ස්වයං නැඹුරු පරිපථය

Educational Publications Department

● විමෝචක නැඹුරුව (Emitter Biasing)

මේ නැඹුරු ක්‍රමයේ දී ස්ථිර නැඹුරු පරිපථයක විමෝචකයට ප්‍රතිරෝධකයක් සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. මේ ක්‍රමයට එකලස් කරන ලද පරිපථ සටහනක් 1.74 රූපයෙන් දැක්වේ. විමෝචක නැඹුරුවේ දී විමෝචකය සමඟ යෙදෙන ප්‍රතිරෝධකයට සමාන්තරගත ව ධාරිත්‍රකයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් V_{CE} අගය නියත ව පවත්වා ගනු ලැබේ. එනම්: ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්තායී තත්ත්වයේ පවත්වා ගැනේ. ට්‍රාන්සිස්ටර සන්ධියක උෂ්ණත්වය වැඩි වූ විට වැඩි වන සංග්‍රාහක ධාරාව පාලනය කර ට්‍රාන්සිස්ටරය ආරක්ෂිත ව පරිපථවල යෙදවීම සඳහා විමෝචක නැඹුරුව යොදා ගනු ලැබේ.

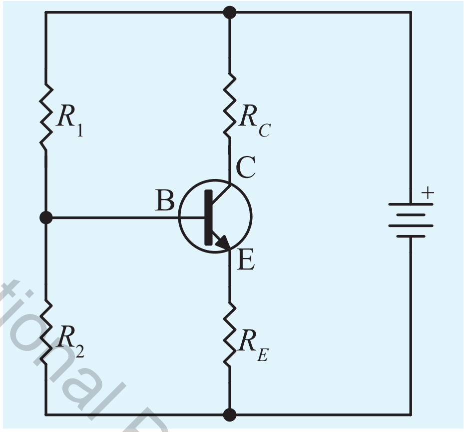


රූපය 1.74 - විමෝචක නැඹුරු පරිපථය

ට්‍රාන්සිස්ටරයක සන්ධියේ උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) වැඩි වීම ආරම්භ වේ. විමෝචක ධාරාව ඉහළ යෑම නිසා ම විමෝචකය සහ සැපයුම අතර යොදා ඇති ප්‍රතිරෝධකය (R_E) හරහා විභව බැස්ම වැඩි වේ. එවිට පාදම විමෝචක (B-E) වෝල්ටීයතාව අඩු වී පාදම් ධාරාව (I_B) අඩු වන විට එයට අනුරූප ව නැවතත් සංග්‍රාහක ධාරාව අඩු වේ. මෙලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරයේ I_c වෙනස් වීම පාලනය කෙරෙයි.

● විභව බෙදුම් නැඹුරුව (Potential divider Biasing)

මෙවැනි පරිපථයක පාදම - විමෝචක සන්ධිය පෙර නැඹුරු කිරීම සඳහා 1.75 රූපයේ පරිදි R_1 හා R_2 ප්‍රතිරෝධක ජාලයක් මගින් විභව බෙදනයක් සකසා R_2 හරහා වූ විභවය V_{BE} හා R_E හරහා ලැබීමට සලස්වා ඇත.



රූපය 1.75 - විභව බෙදුම් නැඹුරු පරිපථය

මේ පරිපථයට සංඥාවක් ලබා දුන් විට ට්‍රාන්සිස්ටරය නිසි ලෙස ක්‍රියා කිරීම සඳහා පාදම - විමෝචකය (B-E) අතර අදාළ වෝල්ටීයතාව නියත ව තබා ගැනීම වැදගත් වේ. එනම් 1.75 රූපයේ R_2 ප්‍රතිරෝධකය නොමැති නම් R_E ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභවය වෙනස් වන විට R_1 ප්‍රතිරෝධකය හරහා ද වෝල්ටීයතාව ද වෙනස් වේ.

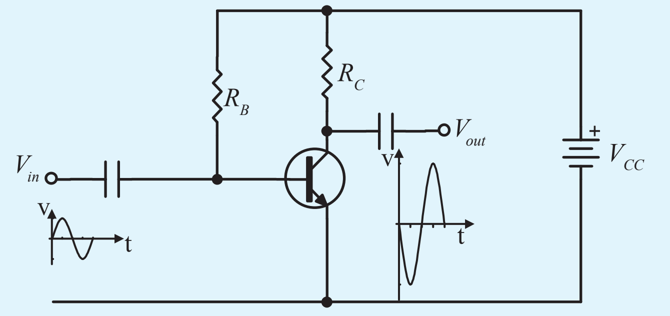
එවිට පාදම - විමෝචකය අතර විභවය වෙනස් වේ. නමුත් R_1 හා R_2 ප්‍රතිරෝධකයන් හරහා එක ම ධාරාවක් ගලා යන්නේ නම් මේ වෝල්ටීයතාව නියත ව පවත්වා ගත හැකි ය. මෙහි දී පාදම් ධාරාව ඉතා කුඩා වුව ද එයට සාපේක්ෂ ව R_1 හා R_2 ප්‍රතිරෝධකය තුළින් ගලන ධාරාව විශාල ද විය යුතු ය. මේ ක්‍රමය භාවිතයේ විශේෂ වාසියක් වන්නේ ට්‍රාන්සිස්ටර කිහිපයක් සහිත පරිපථයක එක ම අගය සහිත ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිත කළ ද මේවායේ ධාරා ලාභයන් 100% සමාන නොවන නිසා ට්‍රාන්සිස්ටර එකිනෙක සම්බන්ධ කිරීමේ දී ඇති වන දුබලතා පාලනය කිරීමට හැකි වීම යි.

කුඩා සංඥා වර්ධක

කුඩා සංඥා වර්ධකයක් යනු ප්‍රතිදාන සංඥාව විකෘතියකින් තොර ව සම්පූර්ණයෙන්ම වර්ධනය කර ගත හැකි පරිපථ වේ. ප්‍රදාන සංඥාවේ විස්තාරය විශාල වුව හොත් වර්ධනයේ දී එක් අර්ධයක් විකෘති විය හැකි ය. එබැවින් කුඩා සංඥාවක් ට්‍රාන්සිස්ටරයකට යොමු කොට එය වර්ධනය කර ගැනීමට අදාළ කරුණු මෙහි දී අවධානයට යොමු කෙරෙයි.

නියත නැඹුරුවේ දී භාවිත කෙරෙන කුඩා සංඥා වර්ධකයක් 1.76 රූපය මගින් දක්වා ඇත.

Educational Publications Department

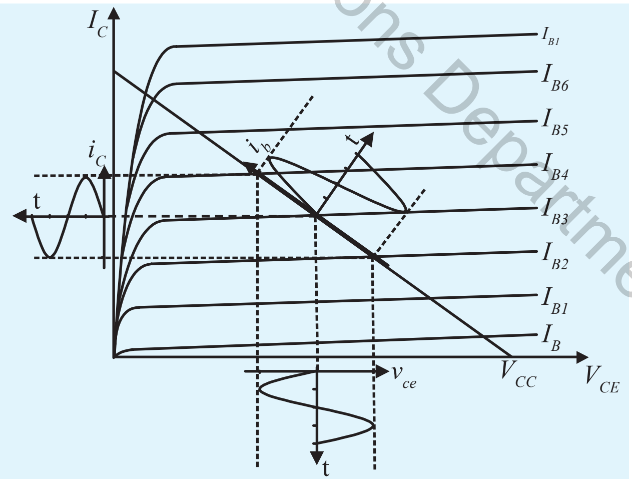


රූපය 1.76 - ස්ථිර නැඹුරු සහිත කුඩා සංඥා වර්ධක පරිපථය

මෙවැනි පරිපථයකට සංඥාවක් ප්‍රදානය කෙරෙනුයේ ශ්‍රේණිගත කරන ලද ධාරිත්‍රකයක් හරහා ය. එයට හේතුව ට්‍රාන්සිස්ටරයේ I_B ලෙසට ගලා යන සරල ධාරාව ප්‍රදාන සංඥාව දෙසට ගැලීම වැළැක්වීමට ය (මෙසේ කළ හැකි වන්නේ ධාරිත්‍රකයක් තුළින් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ගලා යන අතර, සරල ධාරා ගමන් නොකරන නිසා ය).

එමෙන් ම ප්‍රතිදානය ලබා ගනුයේ ද ධාරිත්‍රකයක් හරහා ය. ඊට හේතුව සංග්‍රාහකය තුළින් ගලා යන සරල ධාරාව ප්‍රතිදාන සංඥාව සමග ඇදීම වැළැක්වීමට ය.

කුඩා සංඥා වර්ධකයක් ලෙස යොදා ගෙන ඇති ඉහත පරිපථය පොදු විමෝචක වර්ගයේ වින්‍යාස ක්‍රමයකට යොදා ගෙන ඇති නිසා ප්‍රදාන සංඥාව හා ප්‍රතිදාන සංඥාව අතර 180° ක කලා වෙනසක් ඇති වේ. මේ තත්ත්වය V_{CE}ට එදිරි ව I_C ප්‍රස්තාරගත 1.77 රූපය මගින් පෙන්වා ඇත.



රූපය 1.77 - කුඩා සංඥා වර්ධකයක සංඥාව සමමිතික වර්ධනය

එම ප්‍රස්තාරය අනුව ප්‍රතිදාන සංඥාව සමමිතික ව වර්ධනය වීමට සංග්‍රාහක - විමෝචක වෝල්ටීයතාව (V_{CE}) සැපයුම් විභවයෙන් (V_{CC}) අඩක් වන පරිදි පිහිටුවීම අත්‍යවශ්‍ය බව පෙනේ ($V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$).

Educational Publications Department

කුඩා සංඥා වර්ධකවල ස්ථිර නැඹුරව යොදා ඇති නිසා සංඥාවක් නැති වුව ද පාදම (I_B) ධාරාවක් ගලා යයි. එවිට අර්ධ සන්නායක සන්ධි තාපවත් වීමෙන් සුළුතර වාහක වැඩි වේ. එබැවින් කාන්දු ධාරාව ද වැඩි වී අනවශ්‍ය සෝෂා ඇති විය හැකි ය. එනිසා මෙවැනි වර්ධකවල ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සැපයුම් විභවයෙන් 80% ඉක්මවා ලබා ගත නොහැකි ය. එබැවින් මෙවැනි වර්ධක විශාල සංඥා වර්ධක ලෙස යොදා නො ගනියි.

1.9.7 ට්‍රාන්සිස්ටර වින්‍යාසය

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පරිපථයකට සම්බන්ධ කර ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී ප්‍රතිදාන සංඥාවක් ලබා ගැනීමට ප්‍රදාන සංඥාවක් ලබා දිය යුතු ය. සංඥාවක් ලබා දීම සහ ලබා ගැනීම සඳහා අග්‍ර දෙක බැගින් අවශ්‍ය වේ. එහෙත් ට්‍රාන්සිස්ටරයක ඇත්තේ අග්‍ර තුනක් පමණි. එබැවින් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ක්‍රියා කරවීමේ දී එක් අග්‍රයක් ප්‍රදාන සංඥාව සහ ප්‍රතිදාන සංඥාව යන දෙකට ම පොදු වන අයුරින් සම්බන්ධ කළ යුතු ය.

මේ අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරයක් වින්‍යාස ක්‍රම තුනකට භාවිත කළ හැකි ය. ඒවා,

- පොදු පාදම වින්‍යාසය - පාදම අග්‍රය, ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන පරිපථවල පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගැනීම
- පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය - සංග්‍රාහක අග්‍රය, ප්‍රදාන හ ප්‍රතිදාන පරිපථවල පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගැනීම
- පොදු විමෝචන වින්‍යාසය - විමෝචක අග්‍රය, ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන පරිපථවල පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගැනීම

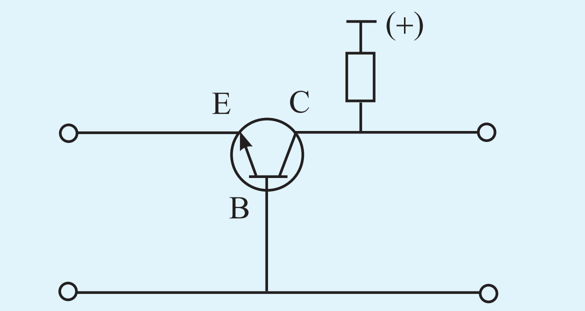
ඕනෑ ම වින්‍යාස ක්‍රමයක් භාවිතයේ දී පොදු කරුණු කිහිපයක් යොදා ගැනෙයි. ඒවා නම්:

- ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන පරිපථවල පොදු අග්‍රය ලෙස වින්‍යාස ක්‍රමය නම් කෙරෙන අග්‍රය භාවිත වේ.
- ඕනෑ ම වින්‍යාසයක ප්‍රදාන පරිපථයේ එක් අග්‍රයක් ලෙස පාදම (B) භාවිත වේ.
- ඕනෑ ම වින්‍යාසයක ප්‍රතිදාන පරිපථයේ එක් අග්‍රයක් ලෙස සංග්‍රාහකය (C) භාවිත වේ.
- ඕනෑ ම වින්‍යාසයක සංග්‍රාහක ධාරාවේ (I_C) හා පාදම ධාරාවේ (I_B) එකතුව විමෝචක ධාරාවට (I_E) සමාන වේ. ($I_E = I_B + I_C$)

● පොදු පාදම් වින්‍යාසය (CB) (Common Base Configuration)

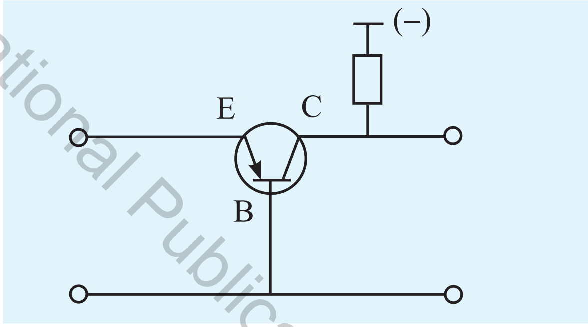
පොදු පාදම් වින්‍යාසයේ දී ප්‍රදාන සංඥාවට සහ ප්‍රතිදාන සංඥාවට පොදු අග්‍රය ලෙස පාදම යොදා ගනු ලැබේ. එනම් ප්‍රදාන සංඥාවට පාදම සහ විමෝචකය යොදා ගැනේ. ප්‍රතිදාන සංඥාව සඳහා පාදම සහ සංග්‍රාහකය යොදා ගනු ලැබේ. 1.78 රූපය මඟින් පෙන්වා ඇත්තේ npn වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු පාදම් වින්‍යාසයට අනුව සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරය වේ.

Educational Publications Department



රූපය 1.78 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු පාදම් වින්‍යාසය

pnp වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු පාදම් වින්‍යාසය අනුව සම්බන්ධ කර ඇති අයුරු 1.79 රූපයේ දැක්වේ.

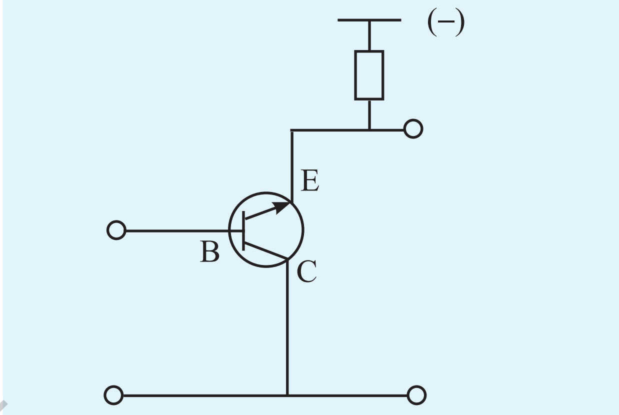


රූපය 1.79 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු පාදම් වින්‍යාසය

Educational Publications Department

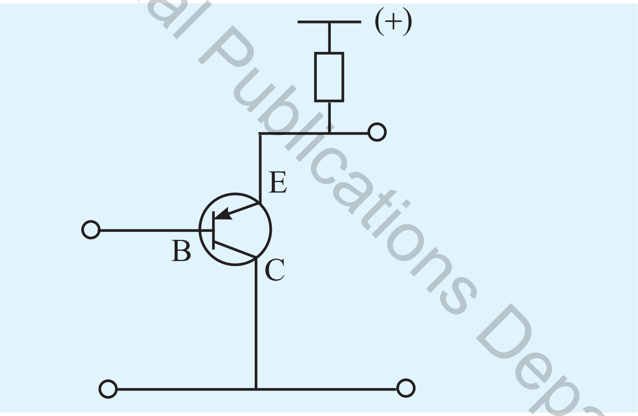
- ## පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය (CC) (Common Collector configuration)

පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසයේ දී ප්‍රදාන සංඥාවට සහ ප්‍රතිදාන සංඥාවට පොදු අග්‍රය ලෙස සංග්‍රාහකය යොදා ගනු ලැබේ. එනම් ප්‍රදාන සංඥාව සඳහා සංග්‍රාහකය සහ පාදම යොදා ගන්නා අතර ප්‍රතිදාන සංඥාව සඳහා සංග්‍රාහකය සහ විමෝචකය යොදා ගනු ලැබේ. 1.80 රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසයට අනුව සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරය යි.



රූපය 1.80 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය

1.81 රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසයට අනුව සම්බන්ධ කර ඇති අයුරු ය.

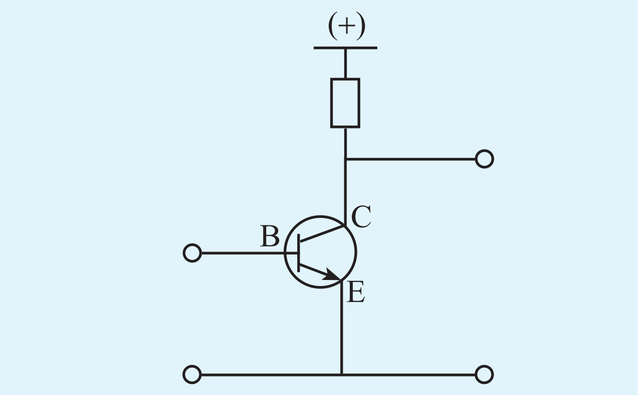


රූපය 1.81 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසය

- **පොදු විමෝචක වින්‍යාසය (CE) (Common Emitter Configuration)**

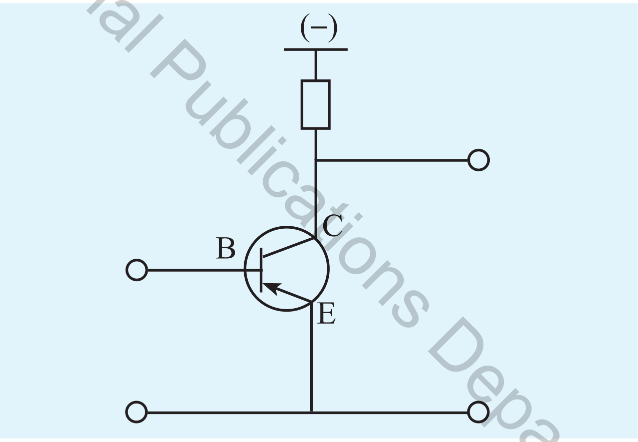
පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ දී ප්‍රදාන සංඥාවට සහ ප්‍රතිදාන සංඥාවට පොදු අග්‍රය ලෙස විමෝචකය යොදා ගනු ලැබේ. එනම්: ප්‍රධාන සංඥාව සඳහා විමෝචකය සහ පාදම යොදා ගනු ලැබේ. 1.82 රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ npn වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු විමෝචක වින්‍යාසයට අනුව සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරය යි.

Educational Publications Department



රූපය 1.82 - npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු විමෝචක වින්‍යාසය

pnp වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පොදු විමෝචක වින්‍යාසයට අනුව සම්බන්ධ කර ඇති අයුරු 1.83 රූපයේ දැක්වේ.



රූපය 1.83 - pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු විමෝචක වින්‍යාසය

Educational Publications Department

1.9.8 ට්‍රාන්සිස්ටරයක පරාමිතික

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සක්‍රිය තත්ත්වයට පත් කිරීම සඳහා ලබා දිය යුතු වෝල්ටීයතාවන් සහ සක්‍රිය තත්ත්වයේ දී ගලා යන ධාරාවන් ආදි විවිධ සාධක පරාමිතික ලෙස හැඳින්වනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සම්බන්ධයෙන් වූ පරාමිතික අතුරින් ප්‍රතිලාභය උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව, උපරිම සැපයුම් වෝල්ටීයතාව, ජව උත්සර්ජනය පිළිබඳ ව ට්‍රාන්සිස්ටර දත්ත පත්‍රිකාවල සටහන් ව ඇත. අදාළ ට්‍රාන්සිස්ටරය හඳුන්වා දීමට භාවිත කෙරෙන නාමකරණයට අදාළ ව දත්ත සටහන් ආධාරයෙන් ඒවා සොයා ගත හැකි ය. ඒ පිළිබඳ ව න්‍යායාත්මක කරුණු මෙතැන් සිට විමසා බලමු.

● සරල ධාරා ලාභය (ප්‍රතිලාභය) (Gain)

ට්‍රාන්සිස්ටරයක සරල ධාරා ලාභය (A_i) යනු, ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන ධාරාව සහ ප්‍රදාන ධාරාව අතර අනුපාතය යි. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් වින්‍යාස ක්‍රම තුනකට භාවිත කළ හැකි බව මේ වන විට තහවුරු ව ඇත. මේ එක් එක් වින්‍යාසවල දී ධාරා ලාභය පහත සඳහන් ලෙස දැක්විය හැකි ය. ට්‍රාන්සිස්ටරයක ධාරා ලාභය රඳා පවතිනුයේ රේඛීය හෙවත් සක්‍රීය කලාපය තුළ පමණි.

පොදු පාදම් වින්‍යාසයේ දී ධාරා ලාභය ප්‍රතිදාන ධාරාව I_c සහ ප්‍රදාන ධාරාව I_E අතර අනුපාතයෙන් ලබා ගත හැකි ය.

ධාරා ලාභය $(\alpha) = \dfrac{I_c}{I_E}$.

I_E ධාරාව I_c ධාරාවට වඩා විශාල නිසා ධාරා ලාභය 1ට වඩා අඩු ය.

එනම්, $\dfrac{I_c}{I_E} < 1.$

පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ දී ධාරා ලාභය වන්නේ පාදම ධාරාවට සංග්‍රාහක ධාරාව අනුපාතය යි.

ධාරා ලාභය $(\beta) = \dfrac{I_c}{I_B}$ වේ.

පොදු සංග්‍රාහක වින්‍යාසයේ දී විමෝචක ධාරාව ආසන්න වශයෙන් සංග්‍රාහක ධාරාවට සමාන නිසා ධාරා ලාභය පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ ධාරා ලාභයට ආසන්න ව සමාන වේ.

$$\text{ධාරා ලාභය} = \frac{I_E}{I_B} = \frac{I_C + I_B}{I_B} = 1 + \frac{I_C}{I_B} = 1 + \beta$$

● උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ නිෂ්පාදනය හා සැපයුම් වෝල්ටීයතාව අනුව උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව වෙනස් වේ. උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව (I_{cmax}) යනු ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පරිපථයක යොදා ක්‍රියා කරන අවස්ථාවේ ට්‍රාන්සිස්ටරයට හානියක් නොවී එයින් ලබා ගත හැකි උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව යි. ට්‍රාන්සිස්ටර දත්ත සටහන් මගින් අදාළ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව සොයා ගත හැකි ය. උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව ලෙස සලකනු ලබනුයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංතෘප්ත ධාරාව වේ. එනිසා පරිපථයක උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාව, සැපයුම් වෝල්ටීයතාව (V_{CC}) හා සංග්‍රාහක ප්‍රතිරෝධය මත රඳා පවතී.

$$I_{cmax} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Educational Publications Department

● ජව උත්සර්ජනය

ට්‍රාන්සිස්ටරයක සංග්‍රාහකය හා විමෝචකය අතර ධාරාවක් ගලන විට ඒ තුළ ජනනය වන තාපය ඉවත් නොකළ හොත් ක්‍රමයෙන් තාපය ඉහළ යෑමෙන්, ට්‍රාන්සිස්ටරයට හානි සිදු විය හැකි ය. ඒ අනුව ට්‍රාන්සිස්ටරයක් විනාශ නොවන ලෙස එය තුළ ජනනය විය හැකි තාප අගය උපරිම ජව උත්සර්ජනය නම් වේ. මේ අගය විමෝචක සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාවේත් උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාවේත් ගුණිතය යි.

$$P_{max} = V_{CE} \times I_{cmax}$$

P_{max} - උපරිම ජව උත්සර්ජනය

V_{CE} - සංග්‍රාහක විමෝචක වෝල්ටීයතාව

I_{cmax} - උපරිම (සංතෘප්ත) සංග්‍රාහක ධාරාව

එසේ ම ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ප්‍රායෝගික පරිපථයක යොදා ඇති විට එහි උෂ්ණත්වය ඉහළ යන්නේ නම් තාපාවශෝෂක (heat sink) යොදා ට්‍රාන්සිස්ටරයේ උපදින තාපය පරිසරයට ඉවත් කිරීම කාර්යක්ෂම කළ යුතු වේ. මේ සඳහා තඹ හෝ ඇලුමිනියම් ලෝහයෙන් තැනූ විවිධ තාපාවශෝෂක උපක්‍රම යොදා ගැනෙයි.

● උපරිම සැපයුම් වෝල්ටීයතාව

ට්‍රාන්සිස්ටරයක උපරිම සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ට්‍රාන්සිස්ටර නිෂ්පාදනය අනුව වෙනස් වේ. එක් එක් ට්‍රාන්සිස්ටරය අනුව දත්ත පොත්වල මේ අගය සඳහන් ව ඇත. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පරිපථයක යෙදීමේ දී, මේ උපරිම සැපයුම් වෝල්ටීයතාව නොඉක්මවන ලෙස සැපයිය යුතු ය.

● වෝල්ටීයතා ලාභය (Voltage Gain)

ට්‍රාන්සිස්ටරයක වෝල්ටීයතා ලාභය (A_v) යනු ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සහ ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව අතර අනුපාතය යි.

එක් එක් වින්‍යාස ක්‍රමයේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරයක පරාමිතීන්ට අමතර ව වැදගත් සාධක කිහිපයකි. ඒ අතර ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සම්බාධනය වැදගත් වන බැවින් ඒ පිළිබඳ ව කෙටියෙන් කරුණු ඉදිරිපත් කෙරෙයි.

● ප්‍රදාන සම්බාධනය (Output Impedance)

ට්‍රාන්සිස්ටරයේ එක් එක් වින්‍යාසයට අනුව සකස් කරන ලද වර්ධකයන්ට සංඥා ප්‍රදානය කිරීමේ දී වර්ධකය දක්වන සම්බාධනය ප්‍රදාන සම්බාධනය (Z_{in}) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

Educational Publications Department

● ප්‍රතිදාන සම්බාධනය (Output Impedance)

ට්‍රාන්සිස්ටරයක් මගින් වර්ධනය කෙරුනු සංඥාවක ප්‍රතිදානය, එය ප්‍රභවයක් ලෙස සැලකූ විට ප්‍රභවයේ අභ්‍යන්තරයේ දක්වන සම්බාධනය ප්‍රතිදාන සම්බාධනය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

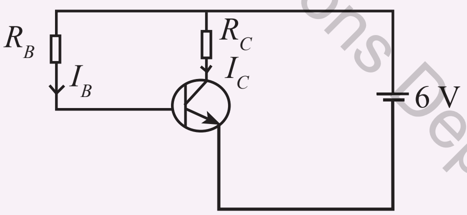
වින්‍යාස තුනෙහි දී ධාරා ලාභය, වෝල්ටීයතා ලාභය, ප්‍රදාන සම්බාධනය, ප්‍රතිදාන සම්බාධනය, ප්‍රදානය සහ ප්‍රතිදානය අතර කලා වෙනස 1.6 වගුව මඟින් දැක්වේ.

වගුව 1.6

ලක්ෂණ	පොදු විමෝචකය	පොදු පාදම	පොදු සංග්‍රාහක
ධාරා ලාභය (A_i)	ඉහළ යි	පහළ යි	ඉහළ යි
වෝල්ටීයතා ලාභය (A_v)	ඉහළ යි	ඉහළ යි	පහළ යි
ප්‍රදාන සම්බාධනය (Z_{in})	මධ්‍යස්ථ යි	ඉහළ යි	පහළ යි
ප්‍රතිදාන සම්බාධනය Z_o	මධ්‍යස්ථ යි	පහළ යි	ඉහළ යි
කලා වෙනස	180°	0°	0°

ඉහත වගුව නිරීක්ෂණය කළ විට, පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ දී වෝල්ටීයතා ලාභය හා ධාරා ලාභය ඉහළ අගයක් ගනු ලැබේ. එම නිසා එවැනි පරිපථවල ජව ලාභය ද ඉහළ අගයක් ගනී. ඒ අනුව ජව වර්ධක සඳහා පොදු විමෝචක වින්‍යාසය භාවිත කෙරෙයි.

නිදසුන



මේ පරිපථය ස්ථිර නැඹුරු ක්‍රමයේ සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිත වන අවස්ථාවකි. එහි සැපයුම් වෝල්ටීයතාව 6 V වන අතර $R_B = 54\ k\Omega$ වේ. $V_{CE} = 3\ V$ වන පරිදි සකස් කිරීම සඳහා R_C හි අගය සොයන්න. $\beta = 100$ ලෙස සලකමු.

I_B සෙවීම

ප්‍රතිදාන පරිපථය සැලකීමෙන්

$$V_{RB} + V_{BE} = V_{cc}$$

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

$$54 \times 10^3 \times I_B + V_{BE} = 6$$

Educational Publications Department

$$54 \times 10^3 \times I_B = 6 - 0.6\ V\ (V_{BE} = 0.6\ V)$$ නිසා

$$I_B = \frac{5.4 \times 10^6}{54 \times 10^3}\ \mu A$$

$$= 100\ \mu A$$

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

$$100 = \frac{I_C}{100}$$

$$I_C = 10\ m\,A$$

$$V_{RC} + V_{CE} = V_{CC}$$

$$I_C R_C + 3\ V = 6\ V$$

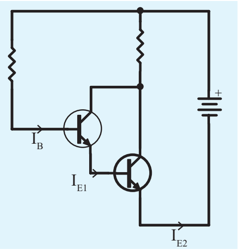
$$10 \times 10^{-3} R_C = 3\ V$$

$$R_C = \frac{3 \times 10^3}{10}$$

$$= 300\ \Omega$$

Educational Publications Department

ඇතැම් අවස්ථාවල ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථ මඟින් විශාල ධාරාවක් ගලා යා යුතු වේ. එවැනි අවස්ථාවල ට්‍රාන්සිස්ටරයක ධාරා ලාභය ඉහළ නැංවීම සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටර දෙකක් යොදා ඩාලින්ටන් යුග්මයක් භාවිත කෙරෙයි. 1.84 රූපය මගින් ඩාලින්ටන් යුග්මයක් දක්වා ඇති අතර එවැනි පරිපථයක පූර්ණ ධාරා ලාභය එක් එක් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා වර්ධනයන්හි ගුණිතයට සමාන වේ.



රූපය 1.84 - ඩාලින්ටන් යුග්මය

Q_1 ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය β_1 නම් හා Q_2 ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය β_2 නම්

$$I_{E1} = (\beta_1 + 1)\, I_B \qquad\qquad I_{E2} = (\beta_2 + 1)\, I_{E1}$$

සම්පූර්ණ ධාරා ලාභය $(\beta) = \beta_1 \times \beta_2$

1.10 ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර (Field Effect Transistors - F. E. T)

p හා n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක යොදා ගෙන නිපදවා ඇති ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර අග්‍ර 3ක් සහිත ඒක ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර විශේෂයකි. මෙහි ධාරාව පාලනය කිරීම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් මගින් සිදු කරන බැවින් ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර යනුවෙන් හඳුන්වනු ලබයි. ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර ප්‍රධාන වර්ග 2කි.

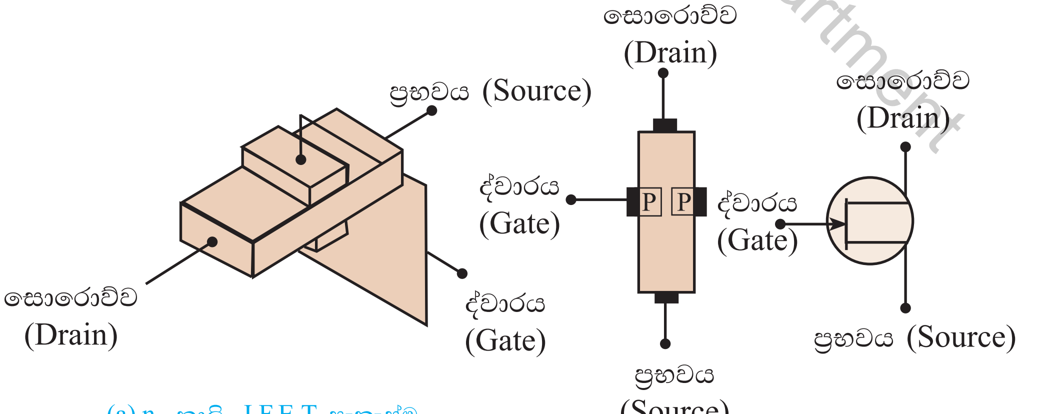
- සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර (Junction Field Effect Transistor-JFET)
- ලෝහ ඔක්සයිඩ අර්ධ සන්නායක ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය (Metal Oxide Semi - Conductor F.E.T- MOSFET)

මේ වර්ග දෙක ම සෑදීමට ගන්නා අර්ධ සන්නායක වර්ගය අනුව n නාලි (n-Channel) හා p නාලි (p-Channel) වශයෙන් වර්ග දෙකකට වෙන් කෙරේ. මේ වර්ග දෙක සඳහා n වර්ගයේ හෝ p වර්ගයේ හෝ අර්ධ සන්නායක යොදා ගැනුණ ද, ඒවායේ ක්‍රියාකාරිත්වය එක සමාන ය. මේ ඒකකයේ දී JFET පිළිබඳ ව පමණක් අවධානය යොමු කෙරෙයි.

1.10.1 සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටර (J. F. E. T.)

n - නාලි සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරවල, n වර්ගයේ සිලිකන් දණ්ඩක 1.85 රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට දෙපසින් p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කොටස් දෙකක් සම්බන්ධ කොට ඇත. එම කොටස් දෙක ම, එක ම අග්‍රයක් සේ ඉවතට ගෙන ඇත. එය ද්වාරය / Gate (G) වශයෙන් ද සිලිකන් දණ්ඩේ දෙකෙළවර ප්‍රභවය Source (S) හා සොරොව්ව Drain (D) වශයෙන් ද අග්‍ර සම්බන්ධතා පිටතට ගෙන ඇත.

සොරොව්ව සහ ප්‍රභවය අතර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත ඍජු සම්බන්ධතාවක් පවතී.



(a) n - නාලි J.F.E.T. සැකැස්ම (b) n - නාලි J.F.E.T සංකේත

රූපය 1.85 - n - නාලි J.F.E.T. නිර්මාණය

Educational Publications Department

n නාලි වර්ගයේ සොරොව්ව (D) හා ප්‍රභවය (S) අතරට විභවයක් ලබා දුන් විට n දණ්ඩ දිගේ ධාරාවක් ගලා යනු ඇත. මෙහි දී ධාරාව එක් බහුතර වාහකයකින් සමන්විත වන අතර, මෙහි දී බහුතර වාහකය වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පමණි.

p - වර්ගයේ දණ්ඩක් හා n - වර්ගයේ සන්ධි දෙකක් භාවිත කර p - නාලි J.F.E.T නිර්මාණය කර ඇත. p - නාලි J.F.E.T වර්ගයේ බහුතර වාහකය කුහර වන අතර, n - පෙදෙස් දෙක අතුරින් කුහර ගලා යනු ලැබේ.

1. ප්‍රභවය **(Source)**

   n හෝ p වර්ගයේ බහුතර වාහක ඇතුළු වන අග්‍රය යි. වාහක ගමන් කරනුයේ මෙහි සිට බැවින් ප්‍රභවය ලෙස නම් කරනු ලැබේ.

2. සොරොව්ව **(Drain)**

   n හෝ p වර්ගයේ දණ්ඩ මගින් බහුතර වාහක පිට වන ස්ථානය නිසා සොරොව්ව යන නමින් හඳුන්වනු ලැබේ. එබැවින් සොරොව්ව හා ප්‍රභවය අතර වෝල්ටීයතාව V_{DS} වශයෙන් ද D ධාරාව I_D වශයෙන් ද වේ.

3. ද්වාරය **(Gate)**

   මෙය අධික ලෙස මාත්‍රණය කරන ලද අභ්‍යන්තර ව එකට සම්බන්ධ කළ කලාප දෙකකි. එය pn සන්ධියක ආකාරයක් ගනී. G - S වෝල්ටියතාව (V_{GS}) මගින් G අග්‍රය පසු නැඹුරු ව තබා ගැනේ.

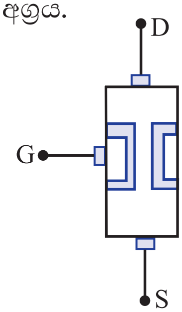
4. නාලිය **(Channel)**

   D හා S වෝල්ටීයතාව V_{DS} ලබා දුන් විට ද්වාර දෙක අතරින් බහුතර වාහක ගමන් ගන්නා මාර්ගය හෙවත් ඉඩ ප්‍රමාණය නාලිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

J. F. E. T. පිළිබඳ ව මතක තබා ගත යුතු වැදගත් කරුණු

- G අග්‍රය සෑම විට ම පසු නැඹුරුව පවතින නිසා ප්‍රායෝගික ව $I_G = 0$ වේ.
- අවශ්‍ය වාහක ලබා ගැනීමට අග්‍රයට සෑම විට ම වාහක අයත් ධ්‍රැවීයතාව සම්බන්ධ කළ යුතු ය.
- n Channel : - සෘණ අග්‍රය • p Channel : + ධන අග්‍රය.
- n - නාලි - J. F. E. T. හි ක්‍රියාකාරීත්වය

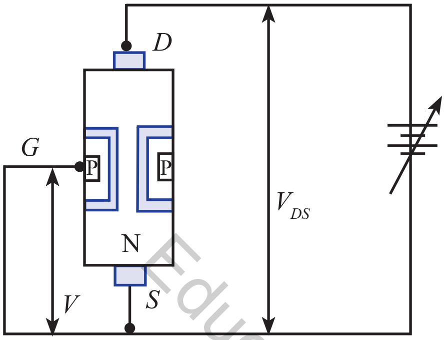
$V_{GS} = 0$ හා $V_{DS} = 0$ වන විට, $V_{DS} = 0$ නිසා $I_D = 0$ වේ. එබැවින්, p සන්ධිය වටා ඇති හායිත ප්‍රදේශය සමාන ගනකමින් සමමිතික ව පවතී.



රූපය 1.86 - JFET නැඹුරු කිරීම

Educational Publications Department

$V_{GS} = 0$ හා V_{DS}, 0 සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන විට I_D ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ.



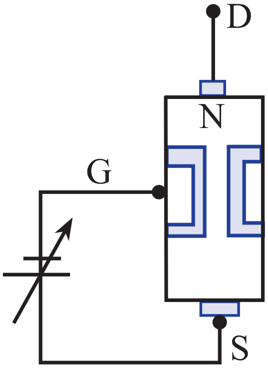
රූපය 1.87 - JFET ක්‍රියාව

තව දුරටත් V_{DS} වෝල්ටීයතාව වැඩි කරන විට I_D ධාරාව ද තව දුරටත් වැඩි වී උපරිම අගයක් දක්වා ගමන් කරයි. මෙය ඕම්ගේ නියමයට අනුකූල ව සිදු වේ. එනම්: n නාලිය නියත ප්‍රතිරෝධකයක් ලෙස සැලකූ විට වෝල්ටීයතාවට ධාරාව සාමානුපාතික වේ. ($V \alpha I$) මේ සම්බන්ධතාව V_{DS} සඳහා වන නියත උපරිමයක් තෙක් පැමිණි විට ධාරාව උපරිම නිසා මින් ඉදිරියට V_{DS} වැඩි කළ ද ධාරාවේ වර්ධනයක් ඇති නො වේ.

මේ අවස්ථාවේ හායිත ප්‍රදේශය D දෙසට වර්ධනය වන නිසා නියත I_D ධාරාවක් ගලා යයි. (I_{DSS})

$V_{DS} = 0$ හා $V_{GS} = 0$ සිට සෘණ අගයක් දක්වා වැඩි කර ගෙන යෑමේ දී මේ අවස්ථාවේ G අග්‍රය n නාලියට සාපේක්ෂ ව අධික පසු නැඹුරුවකට ලක් වේ. තව දුරටත් V_{GS} සෘණ අන්තයට වැඩි කර ගෙන යන විට ඒ සන්ධිය හායිත කලාප පළල් වී නාලිය වැසෙන (cut off) තත්ත්වයට පත් වේ.

V_{GS} හා V_{DS} වැඩි කර ගෙන යන විට, සිදු වන සංසිද්ධිය පහත සඳහන් පරිදි විස්තර කළ හැකි ය.



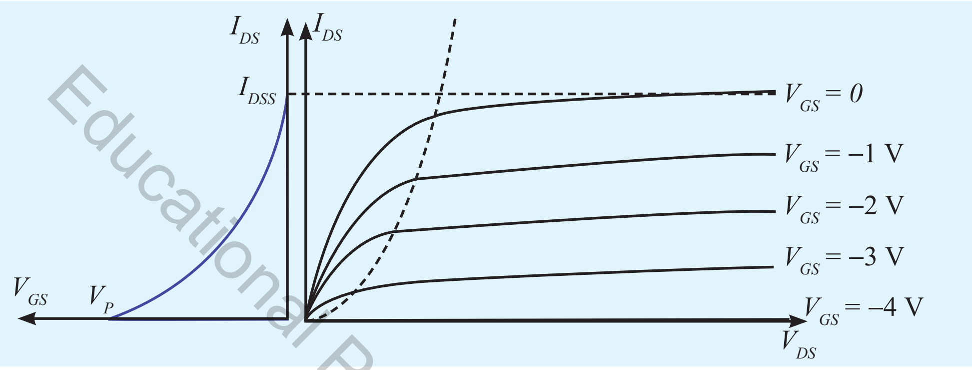
රූපය 1.88 - FET ක්‍රියාකාරිත්වය

$-V_{GS}$ වැඩි කරන විට pn සන්ධියේ හායිත ප්‍රදේශය සමමිතික ව අභ්‍යන්තරයට වර්ධනය වේ. මෙසේ වර්ධනය වී නාලිය සම්පූර්ණයෙන් සංවෘත වන V_{GS} වොල්ටීයතාව (Pinch off)වොල්ටීයතාව (V_P) ලෙස හැඳින්වේ. මේ නිසා ද්වාර වෝල්ටීයතාව පාලනය කිරීමෙන්, සොරොව් (Drain) ධාරාව ද පාලනය කළ හැකි ය. එබැවින් JFET යනු ද්වාර වෝල්ටීයතාව මගින් I_D පාලනය කළ හැකි උපක්‍රමයකි.

Educational Publications Department

ඉහළ ප්‍රදාන සම්බාධනය, ඝෝෂාව අඩු බව, ප්‍රමාණයෙන් කුඩා වීම, වැඩි කාලයක් භාවිත කිරීමේ හැකියාව, පුලුල් සංඛ්‍යාත පරාසයක ක්‍රියා කළ හැකි වීම, අධික ජවයක් ලබා ගත හැකි වීම සහ ඍණ උෂ්ණත්ව සංගුණකයක් පවත්වා ගෙන යා හැකි නිසා තාප ස්ථාවර බව නිසා FET භාවිතය වාසි දායක වේ.

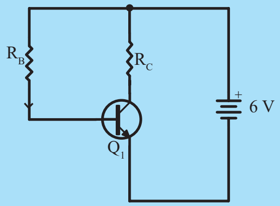
රූපවාහිනී / ගුවන්විදුලි යන්ත්‍රවල ගුවන්විදුලි සංඛ්‍යාත (R. F) අදියරයන්, ජව සැපයුම් සහ U. P. S සඳහා FET සඳහා භාවිත කරනු ලැබේ.



Educational Publications Department

අභ්‍යාසය 2

(01) රූපයේ දක්වා ඇත්තේ සිලිකන් වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථයකි.



(i) පාදම ධාරාව 100 μA වන ලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම සඳහා R_B ප්‍රතිරෝධකයේ අගය ගණනය කරන්න.

(ii) ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරාලාභය 50ක් නම් හා මේ පරිපථය සංඥා වර්ධකයක් ලෙස යොදා ගන්නේ නම් V_{CE} සඳහා සුදුසු අගයක් නිර්ණය කරන්න.

(iii) පරිපථය නියමාකාරයෙන් ක්‍රියා කිරීමට R_C ප්‍රතිරෝධකයේ අගය ගණනය කරන්න.

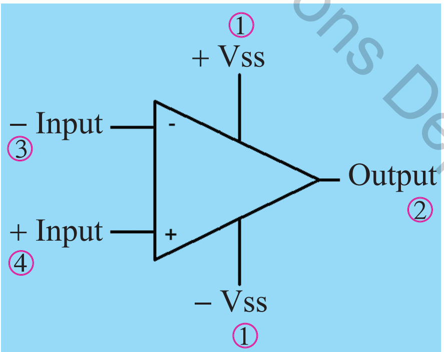
(02) අඳුරට සංවේදී සරල පරිපථයක් සැකසීම සඳහා ශිෂ්‍යයෙක් LDR එකක්, 6 V පහනක් D 400 ට්‍රාන්සිස්ටර එකක්, 100 kΩ විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකයක් සහ 10 kΩ ප්‍රතිරෝධකයක් මිලට ගත්තේ ය. අදාළ උපාංග සම්බන්ධ කළ යුතු ආකාරය පරිපථ සටහනක් මගින් පෙන්වන්න.

1.11 කාරකාත්මක වර්ධක (Operational Amplifier / OP - Amp)

සංගෘහිත පරිපථයක් (Intergrated circuits - IC) යනු ට්‍රාන්සිස්ටර්, ප්‍රතිරෝධක සහ ඩයෝඩ වැනි අර්ධ සන්නායක අඩංගු ඇසුරුමක් වන අතර එහි අන්වීක්ෂීය ප්‍රමාණයකට කුඩා කර සැකසූ උපාංග ගණනාවක් අඩංගු කර නිපදවා ඇත. කාරකාත්මක වර්ධක ද සංගෘහිත පරිපථ ආකාරයට නිපදවා ඇති අතර ඒ තුළ ක්ෂුද්‍ර ප්‍රමාණයට සැකසූ ට්‍රාන්සිස්ටර් පරිපථ ගණනාවක් ඇතුළත් ව ඇත.

කාරකාත්මක වර්ධකයක් යනු අපවර්තක ප්‍රදානය සහ අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය නමින් හැඳින්වෙන ප්‍රදාන දෙකක් ද එක් ප්‍රතිදානයක් ද සහිත, ඉතා විශාල වෝල්ටීයතා ලාභයකින් යුත් වෝල්ටීයතා වර්ධකයකි. එමගින් ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකට යොදන වෝල්ටීයතා අතර වෙනස වර්ධනය කෙරෙයි. කාරකාත්මක වර්ධකයකට ඉතා විශාල සංඛ්‍යාත පරාසයක ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා සහ සරල ධාරා සංඥා වර්ධනය කළ හැකි ය. කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකෙහි ම සම්බාධනය ඉතා විශාල ය.

කාරකාත්මක වර්ධකවලට ප්‍රතිරෝධ කිහිපයක් බාහිර ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් උසස් තත්ත්වයේ වර්ධක පරිපථ එකලස් කරගත හැකි ය. ඊට අමතර ව වෝල්ටීයතා සංසන්දක, එකතු කිරීමේ පරිපථ ආදි විවිධ පරිපථ සාදා ගැනීම සඳහා ඉතා පහසුවෙන් කාරකාත්මක වර්ධක යොදා ගත හැකි බැවින් එය ඉතා ජනප්‍රිය සංගෘහිත පරිපථයකි. කාරකාත්මක වර්ධකයක සංකේතය හා එහි අග්‍ර 1.89 රූපය මගින් දක්වා ඇත.



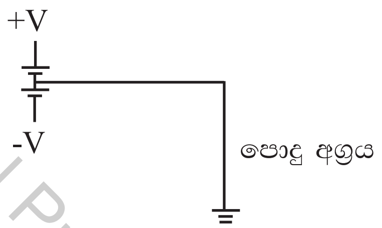
රූපය 1.89 - කාරකාත්මක වර්ධකයක සංකේතය හා අග්‍රයන්

1 - ජව සැපයුම් අග්‍ර
2 - ප්‍රතිදාන අග්‍රය
3 - අපවර්තක ප්‍රදානය
4 - අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය

Educational Publications Department

කාරකාත්මක වර්ධකයේ ක්‍රියාකාරිත්වයට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව එහි ඇති ජව සැපයුම් අග්‍රවලට සැපයිය යුතු අතර, එය සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් විය යුතු ය. සමහර කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථවලට විශාලත්වයෙන් සමාන එහෙත් ප්‍රතිවිරුද්ධ ධ්‍රැවීයතාවකින් යුත් ජව සැපයුමක් ලබා දිය යුතු ය. උදාහරණ ලෙස ධන සැපයුම් අග්‍රයට + 9 V සැපයිය යුතු අතර ඍණ සැපයුම් අග්‍රයට – 9 V ලබා දිය යුතු ය.

9 V බැටරි දෙකක් භාවිතයෙන් +9 V හා –9 V ක ධ්‍රැවීයතාවක් ලබා ගන්නා ආකාරය 1.90 රූපයේ දක්වා ඇත. එහි දී 9 V බැටරි දෙකක් ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කොට කෝෂ දෙක අතරට යොදා ඇති සන්නායකය පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගනිමින් ධන අග්‍රයට සබැඳි අග්‍රයෙන් +9 V සැපයුමක් ද ඍණ අග්‍රයට සන්නායකයක් සම්බන්ධ කොට පොදු අග්‍රයට සාපේක්ෂ ව –9 V විභවයක් ද ලබා ගත හැකි ය.



රූපය 1.90 - ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් වෝල්ටීයතා ලබා ගැනීම

සමහර කාරකාත්මක වර්ධක පරිපථවල ඍණ සැපයුම් අග්‍රය භූගත කර එයට සාපේක්ෂ ව ධන සැපයුම් අග්‍රයට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව ලබා දීමට සිදු වේ.

• ප්‍රතිදාන අග්‍රය (output terminal)

යම් ප්‍රදානයක් පරිපථයට ලබා දුන් විට මේ අග්‍රයෙන් ප්‍රතිදානය ලබා ගත හැකි ය. සෑම විට ම ප්‍රතිදානය භූගතයට සාපේක්ෂ ව ලබා ගැනේ.

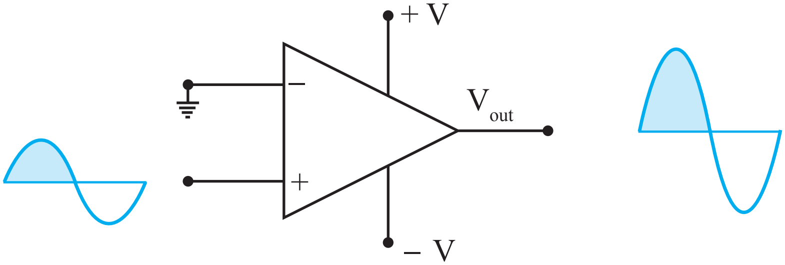
• ප්‍රදාන අග්‍ර (input terminals)

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකක් ඇත. ඒවා නම්, අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය සහ අපවර්තක ප්‍රදානයයි. කාරකාත්මක වර්ධක සංකේතයේ මේ අග්‍ර දෙක පැහැදිලි ව වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට, පිළිවෙළින් + සහ – සංකේත යොදා ගනු ලැබේ.

අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය (non - inverting input)

මේ අග්‍රයට ධන වෝල්ටීයතාවක් ලබා දුන් විට වර්ධනය වූ ධන වෝල්ටීයතාවක් ද ඍණ වෝල්ටීයතාවක් ලබා දුන් විට වර්ධනය වූ ඍණ වෝල්ටීයතාවක් ද ප්‍රතිදානය කෙරෙයි. සයිනාකාර ප්‍රත්‍යාවර්තක සංඥාවක් ප්‍රදානය කළ හොත් විශාලත්වය වැඩි වීම හැරෙන්නට ධ්‍රැවීයතාවේ (කලාවේ) වෙනසක් රහිත සංඥාවක් ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබේ. 1.91 රූපය මගින් ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥා පෙන්නුම් කෙරෙයි.

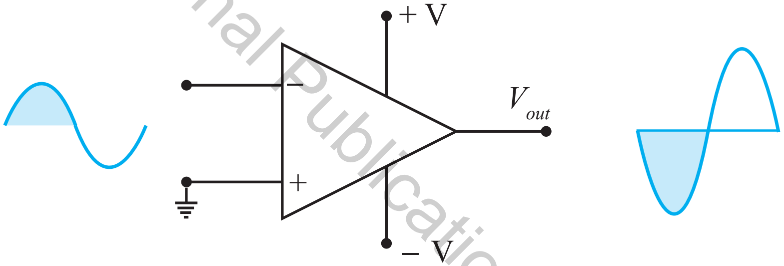
Educational Publications Department



රූපය 1.91 - අපවර්තක නොවන අවස්ථාවක ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥා

අපවර්තක ප්‍රදානය (Inverting Input)

මේ අග්‍රයට යම් වෝල්ටීයතාවක් ලබා දුන් විට වර්ධනය වීමට අමතර ව අපවර්තනය වූ ප්‍රතිදානයන් ලැබේ. එනම්, ධන වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට සෘණ ප්‍රතිදානයක් ද, සෘණ වොල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට ධන ප්‍රතිදානයක් ද ලැබේ. 1.92 රූපය මගින් ප්‍රත්‍යාවර්ත සංඥාවක ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥා හැඩ පෙන්නුම් කෙරෙයි.



රූපය 1.92 - අපවර්තක වර්ධකයක ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥා

1.11.1 කාරකාත්මක වර්ධකයක ගුණාංග

කාරකාත්මක වර්ධකයක් සතු විවිධ ගුණාංග පදනම් කර ගනිමින් විවිධ කාර්යයන් සඳහා යොදා ගැනීමේ හැකියාව නිසා කාරකාත්මක වර්ධක ජනප්‍රිය වී ඇත. එබැවින් කාරකාත්මක වර්ධකයක ගුණාංග පිළිබඳ ව විමසා බලමු.

• ප්‍රදාන සම්බාධනය (Input Impedance)

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍රවල සම්බාධනය ඉතා විශාල ය. ඒ නිසා මේ අග්‍ර තුළට ගමන් කරන ධාරාව නොගිණිය හැකි තරම් කුඩා ය. පරිපූර්ණ උපාංගයක ප්‍රදාන සම්බාධනය අනන්තයක් ලෙස සැලකේ. එබැවින් ප්‍රභවයක් එනම්, වෝල්ටීයතාවක්, කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රදානයට සම්බන්ධ කළ විට එය විබරක් (Load) නො වේ.

Educational Publications Department

● ප්‍රතිදාන සම්බාධනය (Output Impedance)

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රතිදාන අග්‍රයේ සම්බාධනය ඉතා කුඩා අගයක් ගන්නා අතර, සරල ගණනය කිරීම් සඳහා මේ අගය ශුන්‍ය ලෙස සලකනු ලැබේ. එනිසා කාරකාත්මක වර්ධක ප්‍රතිදානය ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිත කළ හොත් විශාල ධාරාවක් ලබා ගත හැකි ය.

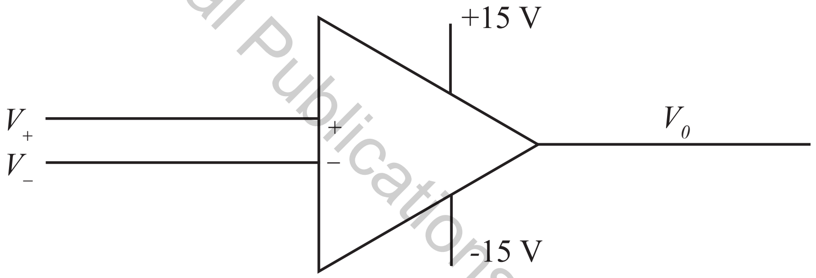
● කාරකාත්මක වර්ධකයක කලාප පළල (Band Width)

කාරකාත්මක වර්ධකයක් මගින් වර්ධනය කර ගත හැකි සංඛ්‍යාත පරාසය **කලාප පළල** ලෙස හැඳින්වෙයි. සාමාන්‍යයෙන් කාරකාත්මක වර්ධකයක කලාප පළල ඉතා විශාල අගයක් ගනී.

Educational Publications Department

● විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය (Open Loop Voltage Gain)

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රතිදානය, ධාරිත්‍රකයක් හෝ ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ප්‍රදානයට සම්බන්ධ කර නොමැති විට එය විවෘත පුඩු තත්ත්වයේ යැයි කියනු ලැබේ.



රූපය 1.93 - කාරකාත්මක වර්ධකයක විවෘත පුඩු අවස්ථාව

කාරකාත්මක වර්ධකයක විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය යනුවෙන් අර්ථ දැක්වෙන්නේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව, ආන්තර වෝල්ටීයතාවට දක්වන අනුපාතය යි. එය,

$$\frac{\text{ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව}}{\text{අපවර්තක නොවන ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව} - \text{අපවර්තක ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව}}$$

ලෙස දැක්විය හැකි ය.

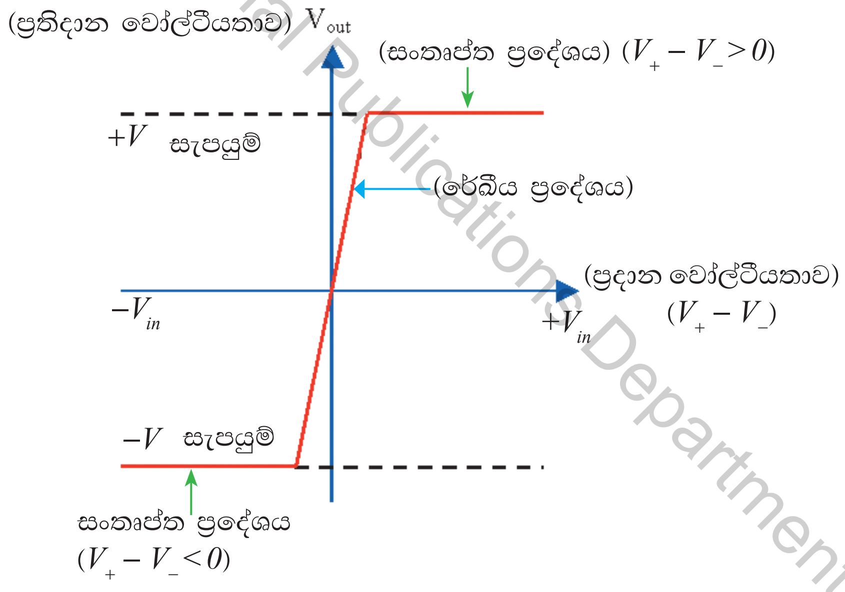
1.93 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අපවර්තක ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව V_- ද අපවර්තක නොවන ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව V_+ ද ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව V_O ද, වෝල්ටීයතා ලාභය A_V ද නම්,

$$A_V = \frac{V_O}{V_+ - V_-}$$ සමීකරණයෙන් දෙනු ලැබේ.

කාරකාත්මක වර්ධකයක් මගින් වෝල්ටීයතාවක් පමණක් වර්ධනය කරගත හැකි වේ. මෙහි දී සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් මෙන් ම විශාල සංඛ්‍යාතයක් සහිත ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ද වර්ධනය කර ගත හැකි වේ. එසේ වුව ද, කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රතිදානයේ වෝල්ටීයතාව සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ඉක්මවා යා නොහැකි ය.

$A_V = \dfrac{V_o}{V_+ - V_-}$ සමීකරණයට අනුව,

$(V_+ - V_-)$ ට එරෙහි ව V_o හි ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් වන අතර A_V යනු එහි අනුක්‍රමණය වේ. 1.94 රූපයේ මේ ප්‍රස්තාරය පෙන්වා ඇත. එසේ වුව ද, කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රතිදානය, සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ඉක්මවිය නොහැකි නිසා ප්‍රතිදානයෙන් ලැබෙන උපරිම වෝල්ටීයතාව ධන හෝ සෘණ සැපයුම් වෝල්ටීයතාව වේ. එතැන් සිට කාරකාත්මක වර්ධකය සංතෘප්ත අවස්ථාවට පත් ව ඇතැයි ප්‍රකාශ කෙරේ. 1.94 රූපය පරිදි විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ වර්ධනය කර ගත හැකි වෝල්ටීයතා පරාසය ඉතා කුඩා බව පැහැදිලි වේ.



රූපය 1.94 - කාරකාත්මක වර්ධකයක පරිපූර්ණ ලාක්ෂණිකය

Educational Publications Department

කාරකාත්මක වර්ධකයක සංවෘත **ස්වර්ණමය නීති (Golden rules)** දෙකක් ඇත.

ස්වර්ණමය නීති I

කාරකාත්මක වර්ධකයක් රේඛීය පරාසයේ ක්‍රියා කරන විට වර්ධකයේ ප්‍රදාන අග්‍රයන් දෙක අතර වෝල්ටීයතා වෙනස ශුන්‍යයට සමාන වේ.

$$V_+ - V_- = 0$$

ස්වර්ණමය නීති II

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍ර තුළට ගලන ධාරාව ශූන්‍ය වේ.

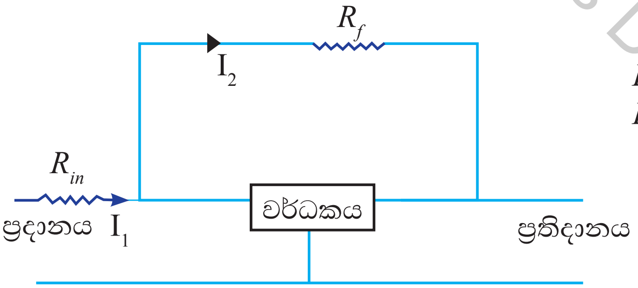
1.11.2 කාරකාත්මක වර්ධකයක් සංවෘත පුඩු ආකාරයේ යොදා ගැනීම

සංවෘත පුඩුවක් යනු ප්‍රදානය හා ප්‍රතිදානය බාහිර ප්‍රතිරෝධයක් මඟින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් සංවෘත පුඩුවක් සේ සකස් කර ගැනීම ය. මෙහි දී ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවෙන් කුඩා කොටසක් නැවත අපවර්තක ප්‍රදානය ලෙස ලබා දීම ප්‍රතිපෝෂණය ලෙස හැඳින්වේ. සංවෘත පුඩු ක්‍රමය යොදා ගැනීමෙන් වෝල්ටීයතා වර්ධකය අවශ්‍ය පරිදි පාලනය කළ හැකි ය. කාරකාත්මක වර්ධකයක් සාමාන්‍යයෙන් භාවිත කෙරෙනුයේ සංවෘත පුඩු අවස්ථාවේ ය. එයට හේතුව විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ වර්ධනය කර ගත හැකි වෝල්ටීයතා පරාසය ඉතා කුඩා වීම ය.

එබැවින් විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ පවතින පරිපථයක ප්‍රතිදානයෙන් කුඩා කොටසක් ප්‍රදානය වෙත ලබා දීමෙන් සංවෘත පුඩු ආකාරයට පරිපථය වෙනස් කෙරේ. එලෙස ප්‍රතිදානයෙන් කුඩා කොටසක් ප්‍රදානය වෙත ලබාදීම ප්‍රතිපෝෂණය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

ප්‍රතිපෝෂණය ආකාර දෙකකි.

1. ධන ප්‍රතිපෝෂණය :- ප්‍රතිදානයේ පවතින වෝල්ටීයතාවෙන් කොටසක් එහි ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් නොකර ලබා දීම.
2. ඍණ ප්‍රතිපෝෂණය :- ප්‍රතිදානයේ පවතින වෝල්ටීයතාවෙන් කොටසක් එහි ධ්‍රැවීයතාව 180° කින් වෙනස් වන ලෙස ලබා දීම.



R_{in} - ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය
R_f - ප්‍රතිපෝෂණ ප්‍රතිරෝධය

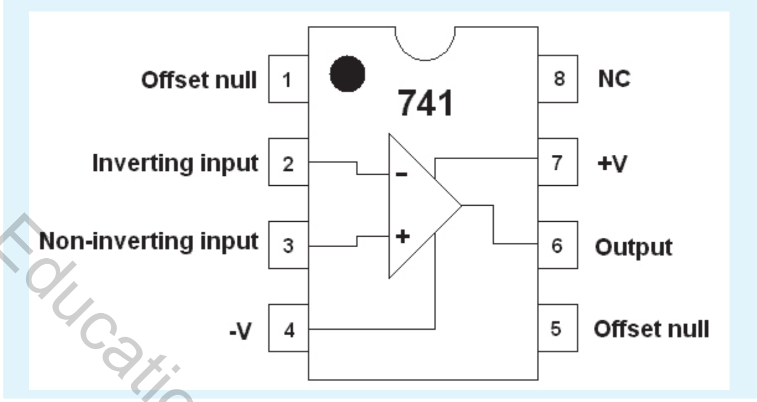
රූපය 1.95 - ප්‍රතිපෝෂණ සහිත වර්ධක පරිපථයක කැටි සටහන

වර්ධකයක් ස්ථායී වීම සඳහා යෙදිය යුත්තේ ඍණ ප්‍රතිපෝෂණයකි. කාරකාත්මක වර්ධකයක අපවර්තක අග්‍රයක් පවතින නිසා ඒ අග්‍රය වෙතට ප්‍රතිදානයෙන් සුළු ප්‍රමාණයක් යෙදීමෙන් ඍණ ප්‍රතිපෝෂණය පහසුවෙන් ලබා දිය හැකි ය. මේ සඳහා ප්‍රතිදානය හා අපවර්තක ප්‍රදානය අතරට ප්‍රතිරෝධකයක් සවි කෙරේ.

සංවෘත පුඩු ක්‍රමය අපවර්තක වර්ධකයක් ලෙස හා අපවර්තක නොවන වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කිරීම මෙතැන් සිට විමසා බලමු.

Educational Publications Department

741 කාරකාත්මක වර්ධකයේ අග්‍ර හඳුනා ගන්නා ආකාරය 1.96 රූපයේ පෙන්වා ඇත. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි පළමු අග්‍රය හඳුනා ගැනීමට කුඩා වෘත්තාකාර සලකුණක් සංගෘහිත පරිපථය මත යොදා ඇත. එතැන් සිට වාමාවර්ත ව අංකය ගණනය කිරීමෙන් අග්‍ර නම් කර ගත හැකි වෙයි.



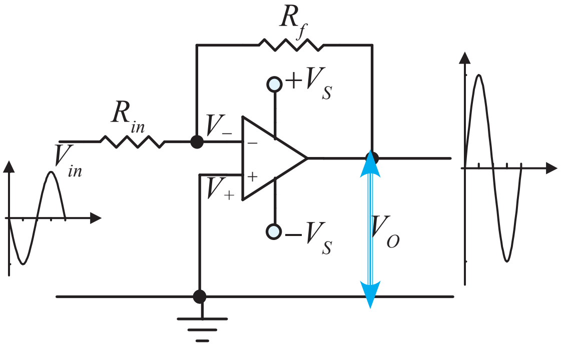
රූපය 1.96 - 741 IC අග්‍ර පිහිටි පරිපථයක්

Educational Publications Department

741 කාරකාත්මක වර්ධකයක අග්‍ර පහත සඳහන් ලෙස නම් කෙරේ.

1 - පිට පැනුම් අභිශූන්‍ය සීරුමාරුව
2 - අපවර්තක ප්‍රදානය
3 - අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය
4 - (–) විභව සැපයුම
5 - පිට පැනුම් අභිශූන්‍ය සීරුමාරුව
6 - ප්‍රතිදානය
7 - (+) විභව සැපයුම
8 - සම්බන්ධයක් නැත.

- **අපවර්තක වර්ධකය (inverting amplifier)**



R_{in} - ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය
R_f - ප්‍රතිපෝෂණ ප්‍රතිරෝධය
V_{in} - ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව
V_o - ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව

රූපය 1.97 - අපවර්තක වර්ධක පරිපථය

කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකෙන් අපවර්තක නොවන අග්‍රය පොදු අග්‍රය ලෙස භාවිත කර අපවර්තක අග්‍රය වෙත කුඩා වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කෙරේ. එම ප්‍රදාන

වෝල්ටීයතාව වර්ධනය කර ගැනීමෙන් අනතුරු ව ප්‍රතිදාන අග්‍රයෙන් වර්ධිත ප්‍රතිදානය ලබා ගැනේ. මේ ප්‍රතිදානයෙන් කුඩා කොටසක් ප්‍රදානය වෙත ලබාදීමෙන් හෙවත් ඍණ ප්‍රතිපෝෂණය මගින් වෝල්ටීයතා ලාභය පාලනය කෙරෙයි. මෙහි දී දැකිය හැකි ප්‍රධාන ලක්ෂණයක් වනුයේ ප්‍රතිදානය අපවර්තනයක් හෙවත් ධ්‍රැවීයතා වෙනස් වීමක් සහිත ව වර්ධනයකින් ලබා ගැනීමේ හැකියාව යි. අපවර්තක වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් 1.97 රූපයෙන් දක්වා ඇත.

1.97 රූපයේ කාරකාත්මක වර්ධකය සලකමු.

ස්වර්ණමය දෙවන නීතිය අනුව, R_{in} හරහා ධාරාවම, R_f හරහා ගලයි.

$$\frac{V_m - V_-}{R_m} = \frac{V_- - V_o}{R_f} \longrightarrow ①$$

අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය පොදු අග්‍රයට සම්බන්ධ නිසා $V_+ = 0$

පළමු ස්වර්ණමය නීතිය අනුව $V_+ = V_-$ එමනිසා $V_- = 0$

$$\frac{V_m - 0}{R_m} = \frac{0 - V_o}{R_f}$$

$$\frac{R_f}{R_m} = \frac{-V_o}{V_{in}}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-R_f}{R_{in}}$$

$$V_o = \frac{-R_f}{R_{in}} V_{in}$$

මෙම ප්‍රකාශය අනුව ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ ධ්‍රැවීයතාව 180° කලා වෙනසක් ඇති කෙරෙයි. එබැවින් මෙවැනි වර්ධක **අපවර්තක වර්ධක** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

$$\text{වෝල්ටීයතා ලාභය } (A_v) = \frac{\text{ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව } (V_o)}{\text{ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව } (V_{in})}$$

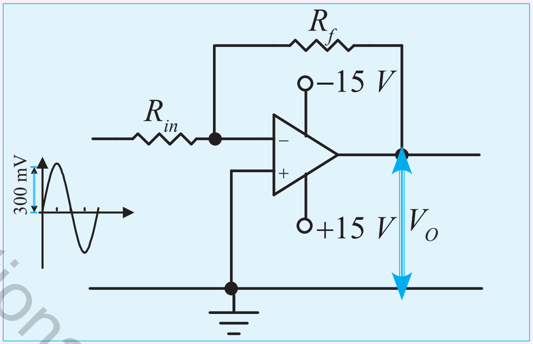
$$\boldsymbol{A_v = \frac{V_o}{V_{in}}} \qquad \boldsymbol{\therefore V_o = A_v \times V_{in}}$$

$$\frac{-R_f}{R_n} = \frac{V_o}{V_{in}} \text{ බැවින්, } A_v = \frac{-R_f}{R_{in}}$$

Educational Publications Department

මෙවැනි වර්ධකයක වෝල්ටීයතා ලාභය කොතරම් විශාල වුව ද ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ඉක්මවා ලබා ගත නොහැකි ය. එමෙන් ම ප්‍රතිපෝෂණ ජාලය පරිපථයෙන් විවෘත වුව හොත් මේ පරිපථය විවෘත පුඩු අවස්ථාවේ ක්‍රියා කරන බැවින් වෝල්ටීයතා ලාභය ඉතා විශාල වේ. අපවර්තක පරිපථයක් සම්බන්ධයෙන් ගැටලු විසඳන ආකාරය සොයා බලමු.

නිදසුන 1



රූපයේ දක්වා ඇත්තේ කාරකාත්මක වර්ධකයක භාවිත අවස්ථාවකි. එහි R_{in} = 1 kΩ ද, R_f = 20 kΩ වන අතර, ප්‍රදානය වෙත උච්ච අගය 300 mV වූ වොල්ටීයතා ප්‍රදානයක් සපයා ඇත.

(i) මේ පරිපථය කුමන වර්ගයේ වර්ධකයක් ද?
(ii) මේ පරිපථයේ වෝල්ටීයතා ලාභය ගණනය කරන්න.
(iii) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයේ උච්ච අගය කොපමණ ද?
(iv) ප්‍රදාන සංඥාවේ තරංගාකාරයත් ප්‍රතිදාන සංඥාවේ තරංගාකාරයත් එක ම කාලාවර්තයක ඇඳ දක්වන්න.
(v) R_{in} අගය නොවෙනස් ව තබා R_f අගය 100 kΩ ලෙස වෙනස් කළේ නම් වෝල්ටීයතා ලාභය සොයන්න.
(vi) ඒ අවස්ථාවේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ තරංගාකාරය අඳින්න.

Educational Publications Department

විසඳුම

(i) අපවර්තක වර්ධකයකි.

(ii) $A_v = \dfrac{-R_f}{R_{in}}$

$= \dfrac{-20\ k\Omega}{1\ k\Omega} = -20$

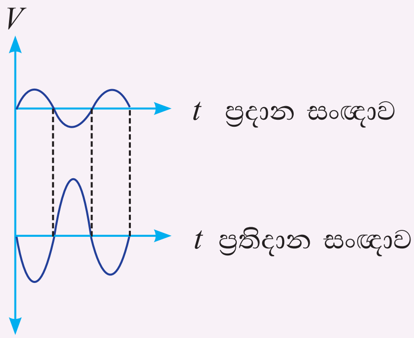
(iii) $V_o = V_{in} \times A_v$

$= (300\ mV) \times (-20)$

$= -6000\ mV$

$= -6\ V$

(iv)



(v) $A_v = \dfrac{-R_f}{R_{in}}$

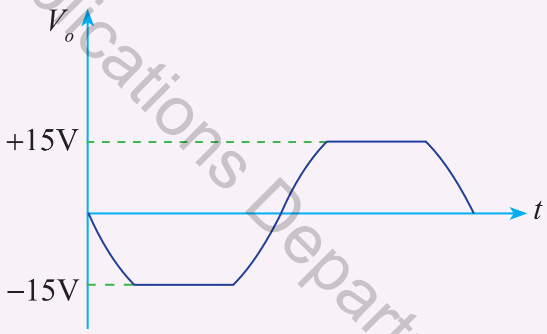
$= \dfrac{-100}{1} = -100$

(vi) $V_o = A_v \times V_{in}$

$V_o = -100 \times 300\ mV$

$= -30000\ mV$

$= -30\ V$



මෙහි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ගණනය මගින් -30 V ලෙස දැක්වුව ද, ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ඉක්මවිය නොහැකි නිසා ප්‍රතිදානය ±15 Vහි දී සංතෘප්ත තත්ත්වයට පත් වේ.

ඉහත පරිපථය එකලස් කොට දෝලනේක්ෂයෙන් V_{in} හා V_O නිරීක්ෂණය මගින් මෙය තහවුරු කර ගත හැකි වෙයි.

Educational Publications Department

● වෝල්ටීයතා අපවර්තක

කාරකාත්මක වර්ධකයක් අපවර්තක අවස්ථාවේ යොදා ගෙන ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධයේ හා ප්‍රතිපෝෂණ ප්‍රතිරෝධය සමාන අගයක පවත්වා ගැනීමෙන් වෝල්ටීයතා වර්ධකයක් ඇති නොවන නමුත්, අපවර්තනයක් පමණක් ඇති වේ. එය පහත ගණනය කිරීම ඇසුරෙන් තහවුරු කර ගන්න.

$$A_v = \frac{-R_f}{R_{in}}$$

$$A_v = -1 \; (R_f = R_{in} \text{ නිසා})$$

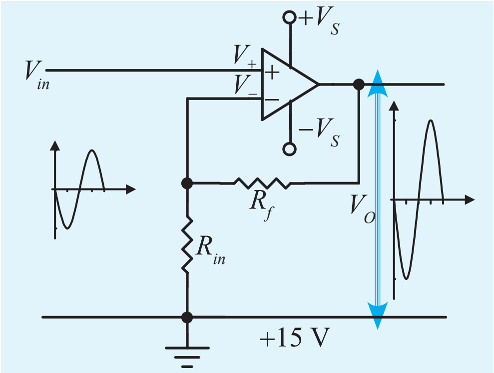
මෙවැනි අවස්ථාවක දී ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා සමාන වුව ද ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් වන බව ඍණ ලකුණින් ප්‍රකාශ කෙරෙයි. එබැවින් මෙලෙස සැකසූ පරිපථයක් මඟින් **වෝල්ටීයතා අපවර්තනයක්** පමණක් ලබා ගත හැකි වේ. එනම්: ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට සංඥාවේ 180^0 කලා වෙනසක් ඇති වේ. එමෙන්ම සරල ධාරා වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ හොත් එහි ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් වේ. එනම්: ධන වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදාන කළ හොත් ඍණ වෝල්ටීයතාවක් ද, ඍණ වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ හොත් ධන වෝල්ටීයතාවක් ද ලබා ගත හැකි වෙයි.

කාරකාත්මක වර්ධක සඳහා යොදන ප්‍රතිරෝධ $R_f < R_{in}$ නම්, $A_v = \frac{-R_f}{R_{in}}$ නිසා $A_v < 1$ වේ.

එවැනි අවස්ථාවක් හායකයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එවිට ප්‍රදානයට වඩා විස්තාරය අඩු වූ ප්‍රතිදානයක් ලබා ගත හැකි වේ. මහජන ඇමතුම් වර්ධක සඳහා ප්‍රදානයන් ලබා දීමේ දී හායක භාවිත කිරීමට සිදු වේ.

- ## අපවර්තක නොවන වර්ධක

අපවර්තක වර්ධකයක් වෙත ප්‍රදානය කෙරෙන සංඥාවක් වර්ධනය කර 180^oක කලා වෙනසක් සහිත ව ප්‍රතිදානය කර ගත හැකි බව මේ වන විට ඔබට පැහැදිලි වනු ඇත. එහෙත් ප්‍රදානය කෙරෙන සංඥාවක් අපවර්තනයක් රහිත ව එලෙස ම වර්ධනය කර ගැනීම සඳහා අපවර්තක නොවන වර්ධක යොදා ගැනෙයි. මෙහි දී අපවර්තක අග්‍රය පොදු අගය ලෙස භාවිත කෙරෙන අතර, එවැනි පරිපථයක් 1.98 රූපය මඟින් දක්වා ඇත.



රූපය 1.98 - අපවර්තක නොවන වර්ධක පරිපථයක්

Educational Publications Department

1.98 රූපයේ පරිදි අපවර්තක අග්‍රයට ප්‍රතිරෝධයක් (R_{in}) සම්බන්ධ කර භූගත කර ඇති අතර ප්‍රතිපෝෂණ ජාලය ද ඒ ප්‍රතිරෝධකය සමග 1.98 රූපයේ පරිදි ශ්‍රේණිගත වන පරිදි ප්‍රතිදානය සමඟ සවි කර ඇති බව පෙනෙයි. මෙවැනි වර්ධකයක් අපවර්තක නොවන වර්ධකයක් ලෙස පහසුවෙන් හඳුනා ගත හැකි වනුයේ අපවර්තක අග්‍රය පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගෙන අපවර්තක නොවන අග්‍රයට ප්‍රදාන සංඥාව ලබා දී ඇති බැවිනි. මෙවැනි වර්ධකයක ද වෝල්ටීයතාව පෙර පරිදි ම මෙසේ දැක්විය හැකි වෙයි. මෙවැනි පරිපථ සඳහා ද ධ්‍රැවීයතා වෙනස් වෝල්ටීයතාව ලබා ගැනීමට පෙර සඳහන් ක්‍රමය ම භාවිත කළ හැකි ය.

ස්වර්ණමය පළමු නීතිය අනුව,

$V_+ - V_- = 0$

$V_+ = V_-$

$V_+ = V_{in}$ බැවින්, $V_+ = V_{in} = V_-$

ස්වර්ණමය දෙවන නිතීය අනුව, R_{in} හරහා ගලන ධාරාවම R_f හරහා ගලන බැවින්,

$$\frac{V_o - V_-}{R_f} = \frac{V_- - 0}{R_{in}}$$

$$\frac{V_o - V_{in}}{R_f} = \frac{V_{in}}{R_{in}}$$

$$V_o \times R_{in} - V_{in} \times R_{in} = V_{in} \times R_f$$

$$V_o \times R_{in} = (V_{in} \times R_{in}) + (V_{in} \times R_f)$$

$$V_o = V_{in} + \left(V_{in} \times \frac{R_f}{R_{in}} \right)$$

$$V_o = V_{in} \left[1 + \frac{R_f}{R_{in}} \right]$$

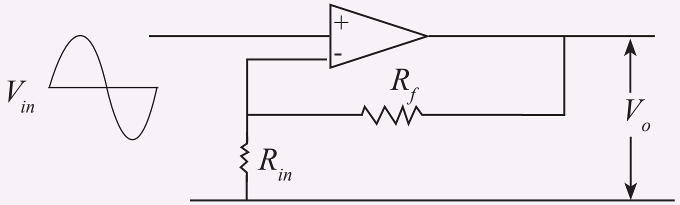
$$\frac{V_o}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$$

$A_v = \dfrac{V_o}{V_{in}}$ නිසා

$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$$

Educational Publications Department

නිදසුන 2



පරිපථයේ $R_{in} = 1\ k\Omega$ ද $R_f = 20\ k\Omega$ ද, ප්‍රදාන සංඥාවේ ශීර්ෂ අගය 300 mV වේ. සැපයුම් විභවය ±15 V කි.

(i) මේ පරිපථය හඳුන්වා, එලෙස පරිපථය හැඳින්වීමට හේතුව සාධාරණීකරණය කරන්න.

(ii) පරිපථයේ වෝල්ටීයතා ලාභය ගණනය කරන්න.

(iii) දී ඇති ප්‍රදාන සංඥාවේ තරංගාකාරය ඇඳ ප්‍රතිදාන තරංගාකාරය එක ම කාලාවර්තයක ඇඳ දක්වන්න.

(iv) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයේ ශීර්ෂ අගය ගණනය කරන්න.

(v) මේ පරිපථයේ R_{in} එලෙස ම තබා R_f අගය 100 kΩ ලෙස වෙනස් කළේ නම් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයේ ශීර්ෂ අගය ගණනය කරන්න.

(vi) එම අවස්ථාවේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවේ තරංග හැඩය අඳින්න.

Educational Publications Department

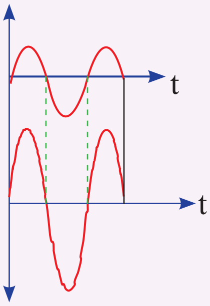
විසඳුම

(i) අපවර්තක නොවන වර්ධකයකි.
අපවර්තක අග්‍රය පොදු අග්‍රය ලෙස යොදා ගෙන අපවර්තක නොවන අග්‍රය වෙත සංඥාව ප්‍රදානය කර තිබීම නිසා අපවර්තක නොවන වර්ධකයකි.

(ii) $$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$$

$$= 1 + \frac{20\ k\Omega}{1\ k\Omega} = 21$$

(iii)



ඉහත පරිපථය එකලස් කොට ප්‍රතිදානයේ තරංග හැඩය දෝලනේක්ෂය මගින් තහවුරු කර ගත හැකි ය.

(iv) $V_o = A_v \times V_{in}$

$= 21 \times 300$ mV

$= 6300$ mV

$= 6.3$ V

(v) $A_v = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$

$= 1 + \frac{100\,\text{k}\Omega}{1\,\text{k}\Omega}$

$= 101$

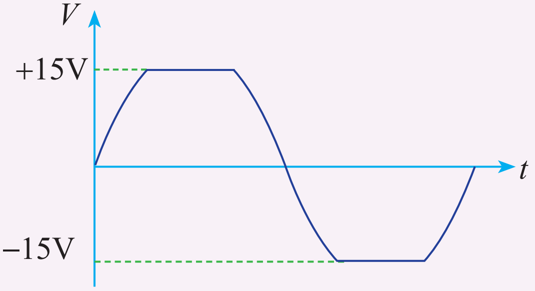
(vi) $V_o = A_v \times V_{in}$

$= 101 \times 300$ mV

$= 30\,300$ mV

$= 30.3$ V

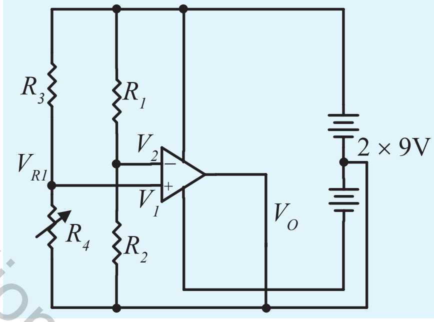
ගණනයෙන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව 30.3 V වුව ද පරිපථයට සපයා ඇති වෝල්ටීයතාව ±15 V නිසා, ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ±15 V අතර පිහිටයි.



Educational Publications Department

1.11.3 කාරකාත්මක වර්ධකයක් සංසන්දකයක් ලෙස යොදා ගැනීම

සංසන්දකයක් යනු පරිපථයක යම් ස්ථානයක ඇති වෝල්ටීයතාව තවත් වෝල්ටීයතාවක් සමග සංසන්දනය කර, එක් වෝල්ටීයතාවක් අනෙකට වඩා අඩු හෝ වැඩි බව තීරණය කළ හැකි පරිපථයකි.



රූපය 1.99 - කාරකාත්මක වර්ධකයක් සංසන්දකයක් ලෙස යොදා ගත් පරිපථයක්

Educational Publications Department

1.99 රූපයේ පෙන්වා ඇත්තේ එවැනි සංසන්දක පරිපථයකි. එහි සංසන්දනය කිරීමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතා දෙකෙන් එකක් (V_1) කාරකාත්මක වර්ධකයක අපවර්තක නොවන ප්‍රදානයටත්, අනෙක (V_2) අපවර්තක ප්‍රදානයටත් සම්බන්ධ කර ඇත.

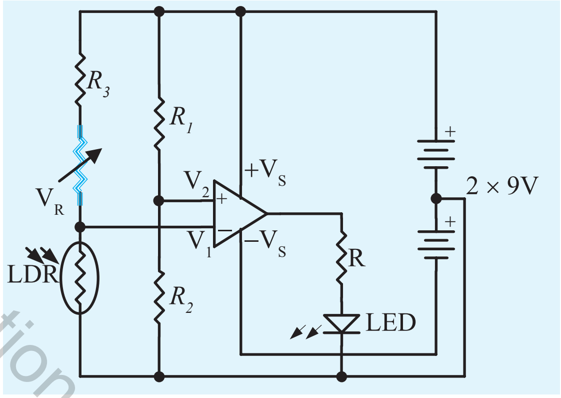
මේ පරිපථයේ R_1 සහ R_2 2 kΩ ද, R_3 10 kΩ ද වන අතර R_4 100 kΩ විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් ද යැයි සලකමු. එවිට අපවර්තක ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව (V_2) 4.5 V වේ. මෙම 4.5 V වෝල්ටීයතාව සංසන්දනය කෙරෙනුයේ R_3 සහ R_4 ප්‍රතිරෝධ දෙක අතර පවතින වෝල්ටීයතාව V_1 (එනම්, අපවර්තක නොවන ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව) සමග ය.

මේ පරිපථයේ කාරකාත්මක වර්ධකය සම්බන්ධ කර ඇත්තේ ප්‍රතිපෝෂණය රහිත ව නිසා එහි වෝල්ටීයතා ලාභය ඉතා විශාල වේ. එම නිසා ප්‍රදාන දෙක අතර වෝල්ටීයතා අන්තරය ($V_1 - V_2$) ඉතා කුඩා වුව ද කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය සන්තෘප්ත වේ. එම වෝල්ටීයතා අන්තරය ධන නම් ($V_1 - V_2 > 0$ නම්) ප්‍රතිදානයේ සන්තෘප්ත අගය + 9 V වන අතර, වෝල්ටීයතා අන්තරය සෘණ නම් ($V_1 - V_2 < 0$ නම්) ප්‍රතිදානයේ සන්තෘප්ත අගය –9 V වේ.

පළමුව R_4 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයේ අගය ශූන්‍ය ලෙස සකස් කර ඇති අවස්ථාව සලකමු. එවිට අපවර්තක නොවන ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව V_1 ශූන්‍ය වනු ඇත. මේ අවස්ථාවේ දී $V_1 - V_2 < 0$ නිසා ප්‍රතිදානය –9 V වේ. විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයේ අගය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යාමේ දී, V_1 හි අගය ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ. නමුත් එම අගය V_2 ට වඩා යම්තමින් හෝ අඩුවන තාක්, ප්‍රතිදානයේ අගය –9 V හි පවතී. V_1 හි අගය V_2 ට වඩා යම්තමින් හෝ වැඩි වූ සැනින්, $V_1 - V_2 > 0$ වන නිසා ප්‍රතිදානයේ අගය +9 V බවට පත් වේ.

මේ නිසා ප්‍රතිදානයේ අගය ධන ද, නැතහොත් ඍණ ද යන්න අනුව අපට $V_1 > V_2$ ද නැතහොත් $V_1 < V_2$ ද යන්න තීරණය කළ හැකි ය.

● සංසන්දකයක් භාවිතයෙන් ප්‍රකාශ සංවේදී පරිපථයක් සාදා ගැනීම



රූපය 1.100 - සංසන්දක පරිපථ

LDR උපාංගයක් අඳුරේ දී වැඩි ප්‍රතිරෝධයක් ද ආලෝකයේ දී අඩු ප්‍රතිරෝධයක් ද පෙන්වයි. ආලෝකයේ දී LDR හි ප්‍රතිරෝධය අඩු නිසා V_1 වෝල්ටීයතාව V_2 වෝල්ටීයතාවට වඩා අඩු වේ. එනම්: අපවර්තක නොවන අග්‍රයේ විභවය අපවර්තක අග්‍රයේ විභවයට වඩා අඩු විට ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සැපයුම් වෝල්ටීයතාවේ අගය ගන්නා අතර, ධ්‍රැවීයතාව ඍණ (–) වන අතර ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩය නො දැල්වේ.

LDR උපාංගයට අඳුර ලැබෙන විට එහි ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන නිසා LDR උපාංගය හරහා වෝල්ටීයතාව වැඩි වේ. එනම් අපවර්තක නොවන අග්‍රයේ විභවය අපවර්තක අග්‍රයේ විභවයට වඩා වැඩි වේ. එවිට ප්‍රතිදාන සැපයුම් වෝල්ටීයතා අගයට සමාන වන අතර, ධ්‍රැවීයතාව ධන (+) වී ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩය දැල්වේ.

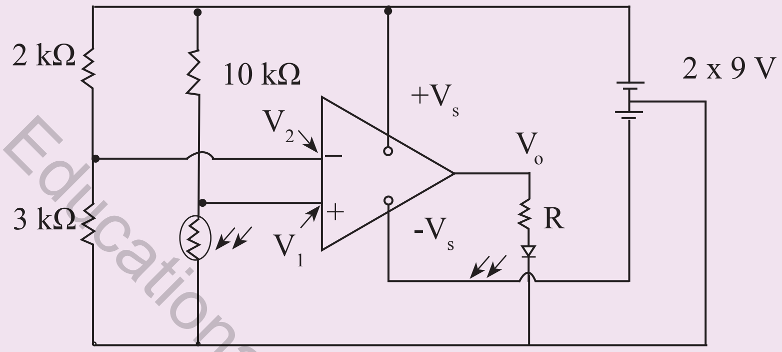
මෙහි ප්‍රතිදානයට පිළියවනයක් යොදා ගැනීමෙන් පරිසරයේ ආලෝක තත්ත්වයට අනුව යම් උපකරණයක් ක්‍රියා කරවිය හැකි ය. පිළියවන දඟරයට සමාන්තර ව පසු නැඹුරු කළ ඩයෝඩයක් යොදා ගත යුත්තේ පිළියවන දඟරයේ ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය නිසා උපාංග විනාශ වීම වැළැක්වීමට යි.

NE 741 කාරකාත්මක වර්ධකය භාවිත කොට 1.100 රූපයෙන් දැක්වෙන පරිපථය ව්‍යාපෘති පුවරුවක සකස් කරන්න. V_1 ස්ථානයේ වෝල්ටීයතාව මල්ටිමීටරයකින් මැන ගන්න. LDR වෙත ආලෝකය සපයා V_2 අගය මල්ටිමීටරයකින් මැන ගන්න. ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව ධ්‍රැවීයතාව සහිත ව මැන ගන්න. LDR වෙත ලැබෙන ආලෝකය හරස් කර (අඳුරු කර) V_2 වෝල්ටීයතාව මල්ටිමීටරයක් ආධාරයෙන් ධ්‍රැවීයතාව සහිත ව මැන ගන්න. නිරීක්ෂණ මත ලැබුණ දත්ත මත නිගමනයකට එළඹෙන්න.

Educational Publications Department

නිදසුන 3

1.101 රූපයේ දක්වා ඇත්තේ කාරකාත්මක ව වර්ධකයක් සංසන්දකයක් ලෙස යොදා ගත් අවස්ථාවකි. මෙහි දක්වා ඇති LDR ආලෝකයේ දී ප්‍රතිරෝධය 1 kΩ ක් වන අතර, අඳුරේ දී ප්‍රතිරෝධකය 100 kΩ කි.



රූපය 1.101 - සංසන්දක පරිපථයක ක්‍රියාව

Educational Publications Department

(i) LDR අඳුරේ ඇති විට V_1 හා V_2 හි අගය සොයන්න.

(ii) අඳුරේ දී V_o කොපමණ ද?

(iii) LDR මත ආලෝකය ඇති විට V_o කොපමණ ද?

(iv) LED සමග ශ්‍රේණිගත ව R ප්‍රතිරෝධකය යොදා ඇත්තේ ඇයි?

(v) LED දැල්වෙන ආලෝක අවස්ථාව ප්‍රතිවිරුද්ධ ආලෝක තත්ත්වයේ දී දැල්වීමට පරිපථයේ කළ හැකි වෙනස්කමක් සඳහන් කරන්න.

විසඳුම

(i) අඳුරේ දී LDR ප්‍රතිරෝධය = 100 kΩ

ස්වර්ණමය දෙවන නිතීය අනුව

100 kΩ හරහා ගලන ධාරාව = LDR හරහා ගලන ධාරාව

$$\frac{9 - V_1}{10 \times 10^3} = \frac{V_1}{100 \times 10^3}$$

$$\frac{9 - V_1}{1} = \frac{V_1}{10}$$

$$11\ V_1 = 90$$

$$V_1 = 8.1\ \text{V}$$

2 kΩ හරහා ධාරාව = 3 kΩ හරහා ධාරාව

$$\frac{9 - V_2}{2 \times 10^3} = \frac{V_2}{3 \times 10^3}$$

$$\frac{9 - V_2}{2} = \frac{V_2}{3}$$

$$V_2 = \frac{27}{5}$$

$$= 5.4 \text{ V}$$

අඳුරේ දී අපවර්තක නොවන අග්‍රයේ විභවය 8.1 V ක් හා අපවර්තක අග්‍රයේ විභවය 5.4 Vවේ.

(ii) ඒ අනුව අඳුරේ දී අපවර්තක නොවන අග්‍රයේ විභවය අපවර්තක අග්‍රයේ විභවයට වඩා වැඩි නිසා ප්‍රතිදානය සැපයුම් ධන ධ්‍රැවීයතාව ට සමාන වේ. එනම් $V_o = 9$ V

(iii) ආලෝකය අනුව V_2 වෙනස් නොවේ. එනිසා $V_2 = 5.4$ V
LDR මත ආලෝකය ඇති විට ප්‍රතිරෝධය 1 kΩ නිසා,

$$\frac{9 - V_1}{10 \times 10^3} = \frac{V_1}{1 \times 10^3}$$

$$V_1 = \frac{9}{11}$$

$$= 0.82 \text{ V}$$

$V_2 > V_1$ නිසා, $V_o = -9$ V

(iv) LED පෙර නැඹුරු වන්නේ $V_o = +9$ V වන විට ය. එනම්: LDR වෙත අඳුර ලැබෙන විට දී ය. ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව 9 V නිසා LED විනාශ වීම වැළැක්වීම සඳහා R ශ්‍රේණිගත ව යොදා ඇත.

(v) LDR හා 10 kΩ සම්බන්ධ කර ඇති ස්ථාන අන්තර් මාරු කිරීම හෝ LED යොමු කර ඇති දිශාව මාරු කිරීම (පසු නැඹුරු කිරීම)

Educational Publications Department

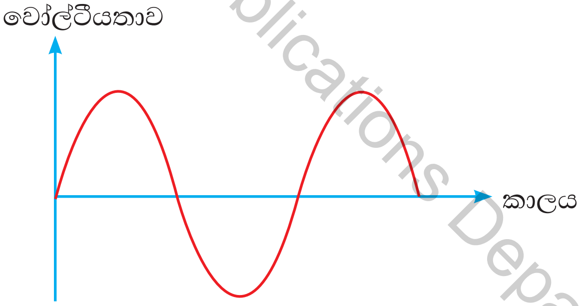
1.12 ප්‍රතිසම සංඥා සහ සංඛ්‍යාංක සංඥා (Analogue and Digital Signals)

තොරතුරු ලබා දෙන ඕනෑ ම ආකාරයක භෞතික ප්‍රමාණයක් සංඥාවක් (signal) ලෙස හැඳින්වේ. අපේ කටහඬ ද ගමන් කරනුයේ සංඥාවක් ලෙසිනි. ඒ අනුව ධ්වනිය සංඥාවක් ලෙස තරංගාකාරයෙන් ගමන් කරනු ලැබේ. මේ පරිච්ඡේදයේ දී අවධානය යොමු කෙරෙනුයේ විද්‍යුත් හා තාක්ෂණවේදයේ දී භාවිත කෙරෙන සංඥා පිළිබඳ ව ය. **සංඥාව** (signal) යන පදය මූලික වශයෙන් යොදා ගනු ලබන්නේ, යම් භෞතික ප්‍රමාණයක් නිරූපණය (represent) කිරීමට හෝ හැඳින්වීමට (signify) භාවිත කරනු ලබන වෝල්ටීයතා, ධාරා වැනි විද්‍යුත් ප්‍රමාණයන් සම්බන්ධ ව යි. විද්‍යුත් සංඥා, ප්‍රතිසම සංඥා සහ සංඛ්‍යාංක සංඥා නම් වූ ප්‍රධාන කොටස් දෙකකි.

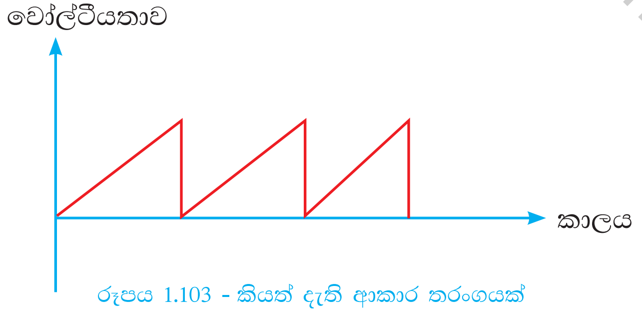
Educational Publications Department

● ප්‍රතිසම සංඥා

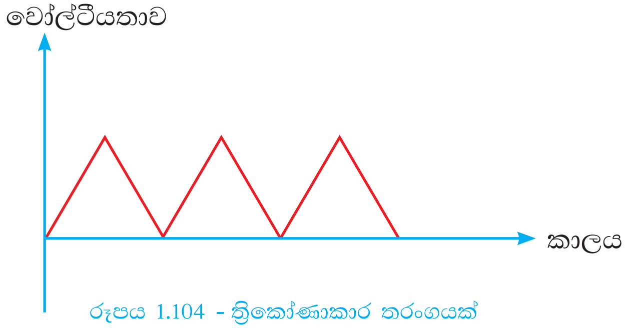
ප්‍රතිසම සංඥාවක අගය කාලය සමඟ සන්තතික ව විචලනයකට ලක් වන අතර, සංඥාවේ ඕනෑම අගයන් දෙකක් අතර තවත් අගයයන් රාශියක් පැවතිය හැකි ය. තාක්ෂණික ක්ෂේත්‍රයේ විවිධාකාර තරංග හැඩ භාවිත කෙරේ. ඒවා සයිනාකාර තරංග මෙන් ම සයිනාකාර නොවන තරංග ලෙස ද වර්ග කළ හැකි ය.



රූපය 1.102 - සයිනාකාර තරංගයක්



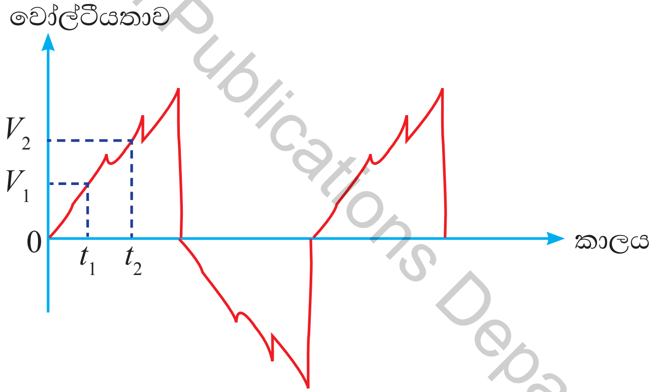
රූපය 1.103 - කියත් දැති ආකාර තරංගයක්



රූපය 1.104 - ත්‍රිකෝණාකාර තරංගයක්

1.102, 1.103 හා 1.104 රූපවල දක්වා ඇති තරංග පරීක්ෂා කළ විට කාලය අනුව වෝල්ටීයතාව වෙනස් වන බව පැහැදිලි වේ.

මෙලෙස අඛණ්ඩ ව, එනම්: කාලයත් සමඟ සන්තතික ව වෙනස් වන සංඥාවක් **ප්‍රතිසම සංඥාවක් (analogue signal)** ලෙස හැඳින්වේ. එහි අගය මොහොතින් මොහොත වෙනස් වේ. එනම් ප්‍රතිසම සංඥාවේ අගයන් දෙකක් අතර තවත් අගයන් විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇත.



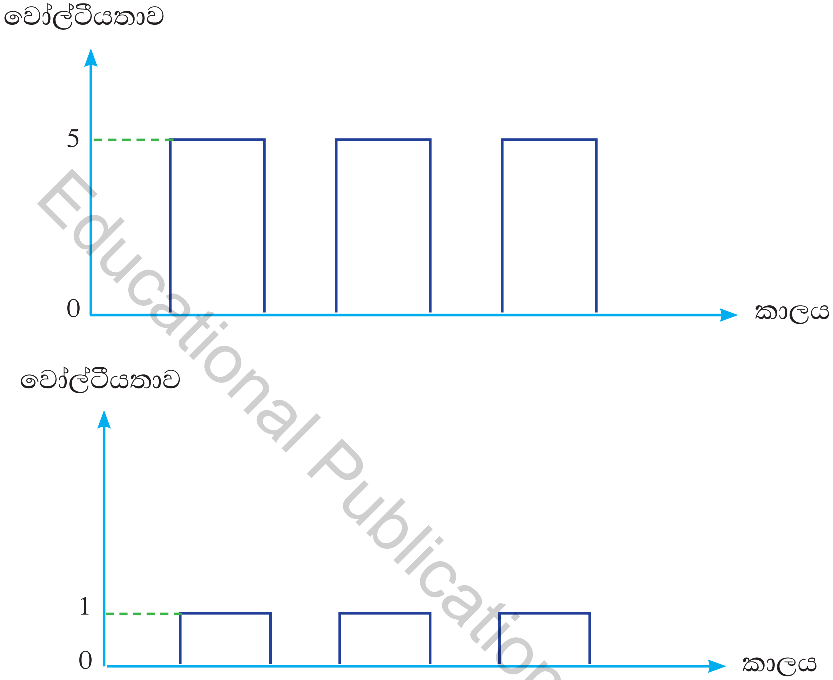
රූපය 1.105 - ප්‍රතිසම සංඥාවක්

1.105 රූපයේ දක්වා ඇති ප්‍රතිසම සංඥාවේ t_1 හා t_2 කාලය තුළ වෝල්ටීයතා අගයන් විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇත. මෝටර් රථයක වේගමානයේ කාලය අනුව වේගය වෙනස් වීම ප්‍රතිසම නිරූපණයකි. එහි අගය පරිමාණයක් මත දර්ශකයක් ගමන් කර වේගය දක්වයි. කාලය අනුව වේගයේ වෙනස් වීම ප්‍රස්තාරගත කළ හොත් එය ප්‍රතිසම සංඥාවකට උදාහරණයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. දුනු සහිත ඔරලෝසුවේ තත්පර කටුව අඛණ්ඩ ව ගමන් කරනු දැකිය හැකි ය. ඉලෙක්ට්‍රොනික ඔරලෝසුවේ තත්පර කටුව දක්වන්නේ සන්තතිකව වෙනස් වන සංඥුවක් නො වේ. එසේ ම උෂ්ණත්වය, ආර්ද්‍රතාව වැනි සන්තතික ව වෙනස් වන භෞතික රාශීන් මනිනු ලබන සංවේදක මගින් නිපදවන විද්‍යුත් සංඥා, ප්‍රතිසම සංඥා සඳහා උදාහරණ වේ.

Educational Publications Department

- ## සංඛ්‍යාංක සංඥා

1.106 රූපයෙහි දක්වා ඇත්තේ හතරැස් තරංගයකි. මෙම තරංගය මට්ටම් දෙකක් අතර පමණක් වෙනස් වේ.



රූපය 1.106 - සංඛ්‍යාංක සංඥා කිහිපයක්

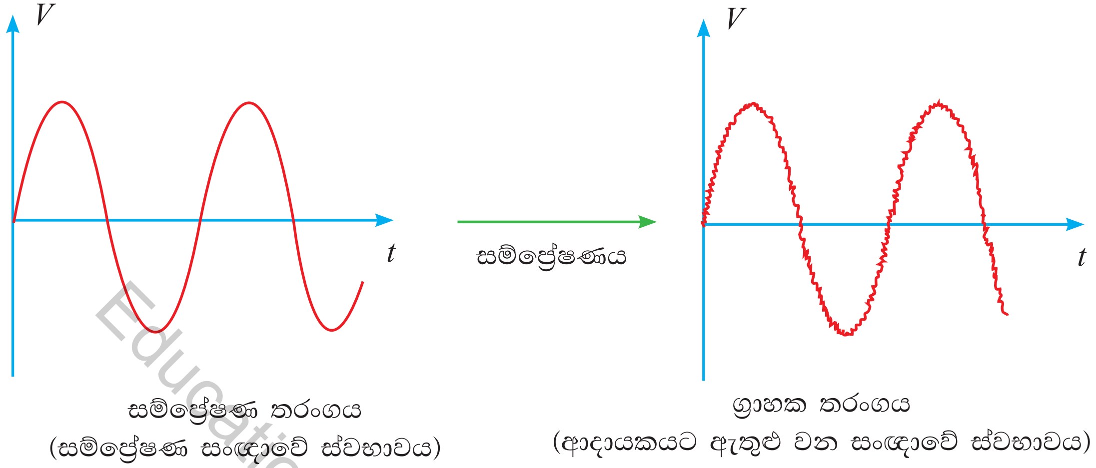
මෙලෙස නියමිත අගයන් දෙකක් පමණක් ඇති සංඥා සංඛ්‍යාංක සංඥා (**digital signals**) ලෙස හැඳින්වේ. සංඛ්‍යාංක සංඥාවේ එම නියමිත අගයන් දෙක අතර වෙනත් අගයන් නො පවතී. එනම් එම සංඥාව විවික්ත සංඥාවකි. සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් සන්තතික සංඥාවක් නො වේ.

1.12.1 තොරතුරු සම්ප්‍රේෂණයේ දී සංඛ්‍යාංක සංඥා යොදාගැනීමේ වාසිය

පරිසරයේ පවතින විද්‍යුත් ඝෝෂාව (electronic noise) එකතු වීම නිසා ඕනෑ ම විද්‍යුත් සංඥාවක් දුරස්ථ ස්ථානයකට (ග්‍රාහකයකුට) සම්ප්‍රේෂණය කිරීමේ දී ඒ සංඥා විකෘති වීමට ඉඩ ඇත. එහෙත් සංඛ්‍යාංක සංඥා සම්ප්‍රේෂණයේ දී මේ බලපෑම අවම කරගත හැකි ය.

Educational Publications Department

ප්‍රතිසම සංඥාවක් විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා විකෘති වන ආකාරය

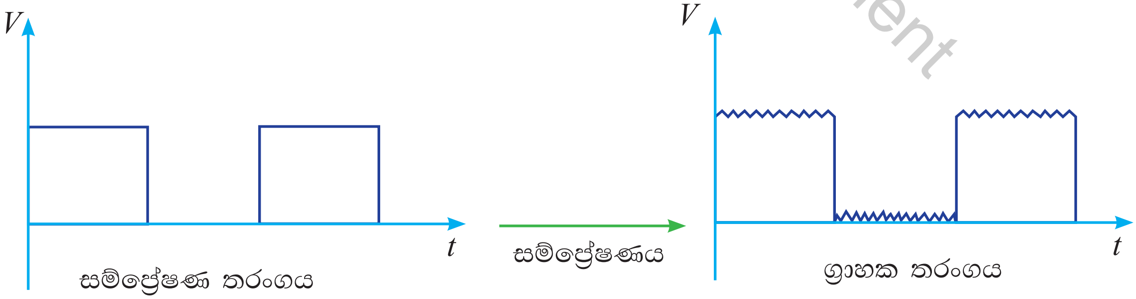


රූපය 1.107 - ප්‍රතිසම සංඥාවක් විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා විකෘති වන ආකාරය

1.107 රූපයේ පරිදි ග්‍රාහකයා වෙත ප්‍රතිසම සංඥාවක් ළඟා වන විට පරිසරයේ පවතින විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා එහි ගෙන යන තොරතුරු විකෘති වීමට බඳුන් වේ. ඊට හේතුව එම සංඥාවේ සෑම ලක්ෂ්‍යයක් ම තොරතුරු සඳහා දායක වීම යි. එවිට එහි හැඩයේ සුළු වෙනසක් වූ විට ද තොරතුරු විකෘති වීමේ හැකියාව ඇත.

සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා විකෘති වන ආකාරය

සංඛ්‍යාංක සංඥුවක් සම්ප්‍රේෂණයේ දී ද විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා විකෘති වන ආකාරය 1.108 රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙහි දී සංඥාව සුළු වශයෙන් විකෘති වුවත් එහි මූලික ගතිගුණය නොවෙනස් ව පවතියි. සංඛ්‍යාංක සංඥාවක තොරතුරු පවතින්නේ එහි හැඩය මත නො ව සංඥාවේ උස් සහ පහත් අවස්ථා දෙක වෙන් වෙන් ව හඳුනා ගැනීමේ හැකියාව මත යි.



රූපය 1.108 - සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් විද්‍යුත් ඝෝෂාව නිසා විකෘති වන ආකාරය

Educational Publications Department

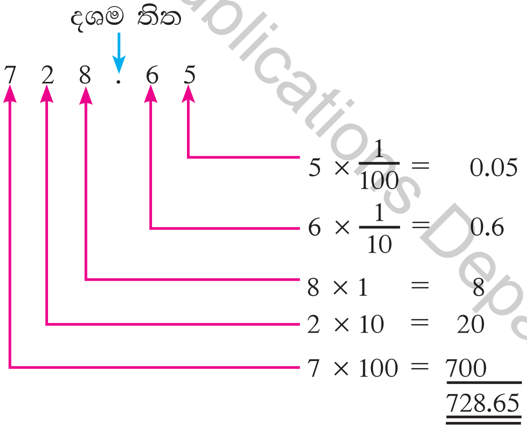
● තොරතුරු ගබඩා කිරීම (storage of information)

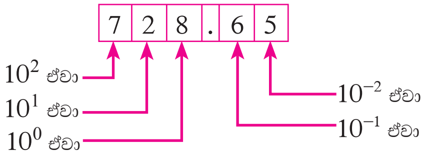
පරිගණකවල RAM, ROM වැනි මතක ඒකක තුළ සංඛ්‍යාංක ආකාරයෙන් තොරතුරු ගබඩා කරනු ලැබේ. එසේ ම චුම්බක පටිවල ද සංඛ්‍යාංක ආකාරයට තොරතුරු ගබඩා කළ හැකි ය. චුම්බක පටියේ චුම්බකත්වය ඇති ස්ථාන සහ නැති ස්ථාන ලෙස සංඛ්‍යාංක ආකාරයට තොරතුරු ගබඩා කළ විට, යම් හේතුවක් මත ඒ ස්ථානවල චුම්බකත්වය සුළු වශයෙන් වෙනස් වුවත් ගබඩා කර ඇති තොරතුරු විනාශ නොවී පවතියි. එනිසා තොරතුරු ගබඩා කිරීම සඳහා සංඛ්‍යාංක ක්‍රමය භාවිත කිරීම වඩා නිරවද්‍ය ක්‍රමයකි.

1.12.2 සංඛ්‍යාංක නිරූපණයේ දී භාවිත වන සංඛ්‍යා පද්ධති

Educational Publications Department

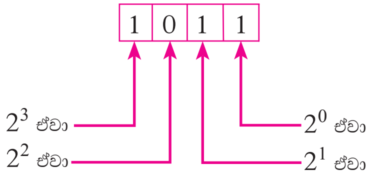
විවිධ සංඛ්‍යා පද්ධති ඇත. උදාහරණ ලෙස දශම සංඛ්‍යා පද්ධතිය, අෂ්ටක සංඛ්‍යා පද්ධතිය, ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතිය හැඳින්විය හැකි ය. සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතිය ඉතා වැදගත් අංගයක් වේ. දශම සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 යන ඕනෑ ම ඉලක්කමක් ලියනු ලැබේ. උදාහරණයක් ලෙස හත්සිය විසිඅටයි දශම හයයි පහ ඉලක්කම් භාවිත කර ලියනු ලබන්නේ 728.65 ලෙසිනි. මෙහි 7න් නිරූපණය කරන අගය 700කි. 5න් නිරූපණය කරන අගය $\frac{5}{100}$ කි.





● ද්විමය සංඛ්‍යාවක් දශම සංඛ්‍යාවක් ලෙස දැක්වීම

දශම සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී මෙන් නොව ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී භාවිත වන්නේ 0, 1 යන ඉලක්කම් දෙක පමණි. ද්විමය සංඛ්‍යා පද්ධතියේ දී දෙකේ ඒවායින් අගය සොයනු ලැබේ. 0 සහ 1 යන ඉලක්කම් දෙකෙන් දශම සංඛ්‍යාවක් නිරූපණය කළ හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස 1011 ද්විමය සංඛ්‍යාවකි.



1011 දශම සංඛ්‍යාවක් ලෙස දක්වමු.

$1011_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

$= 8 + 0 + 2 + 1$

$= 11_{10}$

● දශම සංඛ්‍යාවක් ද්විමය සංඛ්‍යාවක් ලෙස දැක්වීම

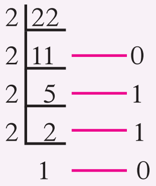
දශම සංඛ්‍යාවක් ද්විමය සංඛ්‍යාවක් ලෙස දැක්වීමට පහත දක්වා ඇති පියවර අනුගමනය කරනු ලැබේ.

- දශම සංඛ්‍යාව, ලබ්ධිය 0 වන තෙක් පියවරෙන් පියවර දෙකෙන් බෙදීම
- එම බෙදෙන සෑම පියවරක දී ම ශේෂය දැක්වීම
- එම පියවරවල දී ලැබුණු ශේෂයන් අග සිට මුලට සකස් කිරීම

එවිට දශම සංඛ්‍යාවට අනුරූප ද්විමය සංඛ්‍යාව ලැබේ.

නිදසුන 1

විසිදෙක දශම සංඛ්‍යාව ද්විමය සංඛ්‍යාවක් ලෙස දක්වන්න.



22, ද්විමය සංඛ්‍යාවක් ලෙස දැක්වූ විට 10110 වේ.

$22_{10} = 10110_2$

Educational Publications Department

නිදසුන 2

1 සිට 16 තෙක් දක්වා ඇති එක් එක් දශම සංඛ්‍යා ද්විමය සංඛ්‍යා ලෙස දක්වන්න.

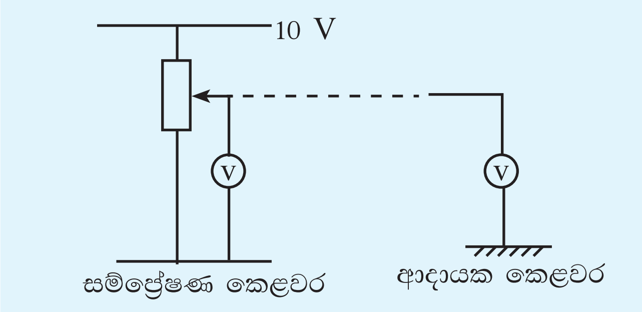
දශම සංඛ්‍යාව	ද්විමය සංඛ්‍යාව	දශම සංඛ්‍යාව	ද්විමය සංඛ්‍යාව
1	0001	9	1001
2	0010	10	1010
3	0011	11	1011
4	0100	12	1100
5	0101	13	1101
6	0110	14	1110
7	0111	15	1111
8	1000	16	10000

Educational Publications Department

1.12.3 ද්විමය නිරූපණයේ වැදගත්කම සහ වාසි

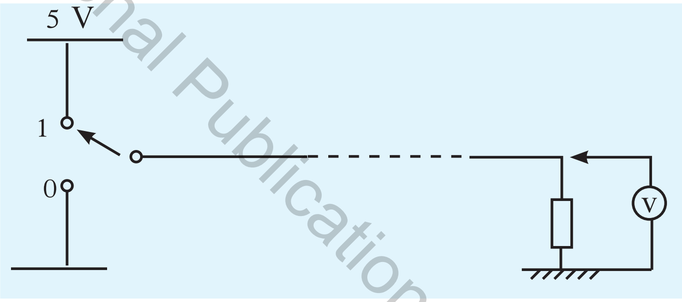
යම් අගයක් දැක්වීම සඳහා ද්විමය සංඛ්‍යාංක නොවන සංඛ්‍යාංක ක්‍රමයක් භාවිත කරන්නේ නම් ඊට අදාළ ව එකිනෙකට වෙනස් වූ වටිනාකම්වලට සංකේත (ඉලක්කම්) දෙකකට වැඩි ප්‍රමාණයක් භාවිත කිරීමට සිදු වේ. උදාහරණයක් වශයෙන්: දශම සංඛ්‍යා භාවිත කරන්නේ නම් එකිනෙකට වෙනස් වූ ඉලක්කම් 10ක් භාවිත වේ. මෙසේ භාවිත කර වටිනාකමක් හෝ සංඥාවක් හෝ එක් ස්ථානයක සිට තවත් ස්ථානයකට සම්ප්‍රේෂණය කිරීමේ දී එකිනෙකට වෙනස් වූ වෝල්ටීයතා 10ක් භාවිත කිරීමට සිදුවේ. උදාහරණ ලෙස 1, 2, 3, 4... ආදිය සඳහා 1 V, 2 V, 3 V, 4 V... යෙදිය හැකි ය. සංඥාවක් තැන්පත් කිරීම සඳහා ද ඉහත ක්‍රමය භාවිත කළ විට එකිනෙකට වෙනස් වෝල්ටීයතා 10ක් අවශ්‍ය වේ. උදාහරණයක් ලෙස විවිධ ශේෂ චුම්බකත්වයන් දැක්විය හැකි ය.

දශම සංඛ්‍යා භාවිත කර 76 යන වටිනාකම මාර්ගයක් දිගේ සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට අවශ්‍ය නම් ඒ සඳහා 1.109 රූපයේ දැක්වෙන පරිපථයේ පරිදි විභවමානයකට 10 Vක් ලබා දී එය වෙනස් කරමින් පළමු ව 6 Vක් ද දෙවනු ව 7 Vක් ද ලබාදිය හැකි ය. එහෙත් මේ අගයන්, පද්ධතිය දිගේ ගමන් කළ යුත්තේ ධාරාවන් ලෙසිනි. මෙහි දී මාර්ගයේ වෝල්ටීයතා බැස්ම හේතුවෙන් ආදායක කෙළවරට වෝල්ට්මීටරයක් සම්බන්ධ කළ විට ලැබෙන අගය 7 V සහ 6 Vවලට වඩා අඩු වේ. මේ අගයන් තැන්පත් කිරීමේ දී සහ ලබා ගැනීමේ දී මුල් අගය වෙනස් විය හැකි බව මේ අනුව පැහැදිලි වේ.



රූපය 1.109 - දශමය සංඥා භාවිතයෙන් සම්ප්‍රේෂණය

එහෙත් 76 සම්ප්‍රේෂණය කිරීමේ දී ද්විමය සංඛ්‍යා භාවිත කළ හොත් 1001100 යන සංඥාව සම්ප්‍රේෂණය කළ යුතු වේ. මෙහි දී 1 ලෙස ඕනෑ ම ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් (+ 5 V පමණ) යෙදිය හැකි වන අතර, ආදායක කෙළවරට ලැබෙන වෝල්ටීයතාවේ ප්‍රමාණය වැදගත් නො වේ. අවශ්‍ය වන්නේ වෝල්ටීයතාවක් තිබේ ද නොතිබේ ද යන්න ය.



රූපය 1.110 - ද්විමය සංඥා භාවිතයෙන් සම්ප්‍රේෂණය

අප අවට සිදු වන හෝ සිදු කරන තත්ත්වයන් වැඩි ප්‍රමාණයක් විකල්ප දෙකකින් යුක්ත වේ. උදාහරණ පහත දක්වා ඇත.

0	1
OFF	ON
පහත්	උස්
හිස්	පිරුණු
සංවෘත	විවෘත
✗	✓

යම් සිදුවීමක පැවතිය හැකි තත්ත්ව දෙකකට වඩා ඇති විට සීමාන්තයන් තීරණය කිරීමෙන් තත්ත්ව දෙකක් බවට පරිවර්තනය කළ හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස: ටැංකියක් ජලයෙන් පිරුණු අවස්ථාව සහ හිස් අවස්ථාව අතර තත්ත්ව අනන්ත සංඛ්‍යාවක් පවතී. එහෙත් ටැංකියේ යම් මට්ටමක් තීරණය කළ පසු එම මට්ටමෙන් ඉහළ 1 සහ පහළ 0 ලෙස සැලකිය හැකි ය.

Educational Publications Department

මෙසේ සිදු වන සහ සිදු කරන තත්ත්ව මත ප්‍රතිඵලයක් ලබා ගැනීමේ දී ඒ සඳහා 0 සහ 1 යොදා ඒවායේ සම්බන්ධතාවක් සිදු වන අන්දම අනුව තර්ක තත්ත්ව සම්බන්ධ කිරීමෙන් ප්‍රතිඵලය ලබා ගැනීම පහසු වේ. මේ තර්ක තත්ත්ව සම්බන්ධ කරන ආකාර පහත විස්තර වේ.

1.12.4 ද්විමය සංඛ්‍යා නිරූපණය හා සම්බන්ධතා තර්ක පරිපථ

යම් යම් තර්ක තත්ත්ව ගොඩනැගීම හා ඒ තර්ක මත තීරණ ගැනීම සඳහා ද්විමය සංඛ්‍යා භාවිත කෙරෙයි. ප්‍රායෝගික ජීවිතයේ දී අවස්ථා දෙකක් නිරූපණය සඳහා ද්විමය 0 හා 1 යොදාගත හැකි ය. නිදසුනක් ලෙස යමක් අපේක්ෂිත තත්ත්වයක තිබීම හෝ නොතිබීම දැක්විය හැකි ය. එනම් අපේක්ෂිත මට්ටමක පැවතීම ද්විමය '1' ලෙසත් අපේක්ෂිත මට්ටමක නොපැවතීම ද්විමය '0' ලෙසත් සැලකිය හැකි ය. එමෙන් ම ඇතැම් අවස්ථාවල මෙහි ප්‍රතිවර්තය ද භාවිත වෙයි. පහත නිදසුන් සලකා බලමු.

යම් ආයතනයක සේප්පුව සඳහා යතුරු දෙකක් යොදා ඇත. එක් යතුරක් කළමනාකරු (A) ළඟ ඇති අතර, අනෙක් යතුර අයකැමි (B) ළඟ ඇත. සේප්පුව විවෘත කිරීමට නම් කළමනාකරු හා අයකැමි යන දෙදෙනා ම සිටිය යුතු ය. කළමනාකරු හෝ අයකැමි හෝ පමණක් සිටියහොත් සේප්පුව විවෘත කළ නොහැකි ය. මේ තත්ත්වය 1.7 වගුව මගින් තහවුරු කර ගත හැකි වෙයි.

A = කළමනාකරු
A = 1 - කළමනාකරු ඇත
A = 0 - කළමනාකරු නැත
B = අයකැමි
B = 1 - අයකැමි ඇත
B = 0 - අයකැමි නැත
Z = සේප්පුව
Z = 1- විවෘත කළ හැකි ය
Z = 0 - විවෘත කළ නොහැකි ය

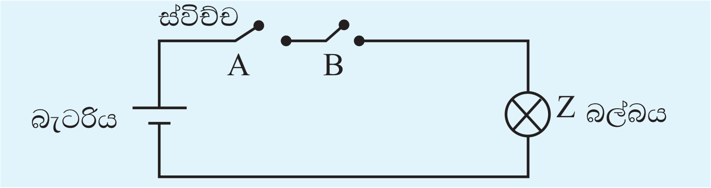
වගුව 1.7

ප්‍රදානයන් Input		ප්‍රතිදාන Output
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

මේ වගුව අනුව සේප්පුව විවෘත කිරීමට A හා B යන දෙදෙනා ම සිටිය යුතු බව තහවුරු වෙයි. මෙහි දී පුද්ගලයන් සිටීම ද්විමය 1 මඟින් ද නොසිටීම ද්විමය 0 මඟින් ද නිරූපණය කර ඇත. තව ද: සේප්පුව විවෘත වීම ද්විමය '1' මඟින් ද විවෘත නොවීම ද්විමය '0' මඟින් ද නිරූපණය කොට ඇත.

මේ සිදු වීම තුල්‍ය විදුලි පරිපථයක් යොදා ගෙන පැහැදිලි කර ගත හැකි ය.

Educational Publications Department



රූපය 1.111 - සෙප්පුව විවෘත කිරීම සඳහා වූ විදුලි පරිපථයක්

ප්‍රායෝගික සිදු වීමක් උදාහරණයක් ලෙස භාවිත කොට තර්කමය අවස්ථාවක ප්‍රතිඵලය සකස් කෙරෙන ආකාරය පිළිබඳ අවබෝධයක් ලබා ගැනීමෙන් පසු ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ භාවිත කෙරෙන තර්ක ද්වාර (Logic gates) පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට විමසා බලමු.

1.12.5 මූලික තර්ක ද්වාර (basic logic gates)

ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ තර්ක පරිපථ ක්‍රියා කරවනුයේ ඒවාට ලබාදෙන ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා පදනම් කර ගෙන ය. නිදසුනක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රොනික ද්වාර පරිපථ සඳහා ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව + 5 V හා 0 V වේ. එය ද්විමය සංඛ්‍යා ලෙස පිළිවෙළින් නිරූපණය කෙරෙනුයේ '1' හා '0' ලෙසිනි. ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ භාවිත කෙරෙන ද්වාර පරිපථ සංගෘහිත පරිපථ ලෙස නිපදවා ඇති අතර එක් සංගෘහිත පරිපථයක ද්වාර කිහිපයක් අන්තර්ගත වේ. සෑම ද්වාරයක් සඳහා ම ප්‍රදාන අග්‍ර, ප්‍රතිදාන අග්‍ර සහ සැපයුම් වෝල්ටීයතාව ලබා දීම සඳහා අග්‍ර හා පොදු අග්‍රයක් බැගින් සමන්විත වේ.

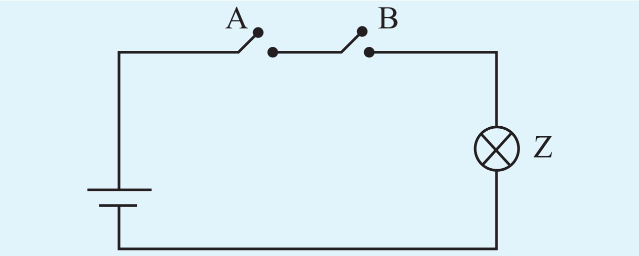
මූලික ද්වාර පරිපථ පිළිබඳ සාකච්ඡා කිරීමේ දී, ප්‍රදාන අග්‍ර හා ප්‍රතිදාන අග්‍රය පමණක් පිළිබිඹු කරමින් සංකේතය යෙදූ ද්වාර සංකේත කෙරෙහි පමණක් අවධානය යොමු කරමු. මූලික තර්ක ද්වාර තුනකි. ඒවා නම්,

(i) AND ද්වාරය
(ii) OR ද්වාරය සහ
(iii) NOT ද්වාරය වේ.

මෙතැන් සිට එක් එක් ද්වාරය පිළිබඳ ව විමසා බලමු.

• AND ද්වාරය (තර්කමය ගුණ කිරීම)

1.112 රූපයේ දක්වා ඇත්තේ ශ්‍රේණිගත ව ස්විච්ච දෙකක් යොදා පහනක් දල්වීමට එකලස් කරන ලද සරල විදුලි පරිපථයකි. මෙහි ස්විච්ච දෙකක් ඇති නිසා පැවතිය හැකි සම්බන්ධතා



රූපය 1.112 - ස්විච්චයට ශ්‍රේණිගත කළ සරල විදුලි පරිපථයක්

Educational Publications Department

ගණන හතරකි. එය දෙකේ පාදයේ දර්ශකයක් ලෙස දැක්වුව හොත් 2^n වේ. n යනු ප්‍රදානයන් සංඛ්‍යාව යි. ප්‍රදානයන් තුනක් ඇති විට ඒම ප්‍රදාන හැසිරවිය හැකි ආකාර ගණන (2 × 2 × 2) 8කි. 1.112 පරිපථයේ ස්විච්චය සංවෘත කිරීම ද්විමය '1' ලෙසත් පරිපථයේ ස්විච්චය විවෘත ව පැවතීම ද්විමය '0' ලෙසත් පහන දැල්වීම ද්විමය '1' ලෙසත් පහන නොදැල්වීම ද්විමය '0' ලෙසත් දක්වා වගුගත කරමු.

මේ සටහන සංඛ්‍යාංක වගුවක් හෙවත් සත්‍ය සටහනක් ලෙස හඳුන්වයි. ප්‍රදානයන් හා ප්‍රතිදානය සලකා බැලූ විට ප්‍රදානයන්හි ගුණිතය ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබී ඇති බව පැහැදිලි ය.

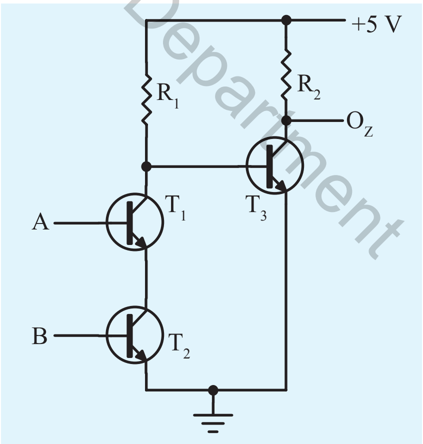
වගුව 1.8

ප්‍රදානයන් Input		ප්‍රතිදානය Output
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

එය A x B = Z ලෙස දැක්විය හැකි වුව ද බූලියානු වීජ ගණිතයේ දී Z = A.B ලෙස සඳහන් කෙරෙයි. එය ප්‍රකාශ කෙරෙනුයේ A AND B යනුවෙනි. එම ප්‍රකාශය බූලියානු ප්‍රකාශය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

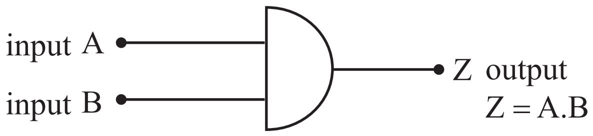
මෙවැනි තර්කමය තත්ත්වයන් සැසඳීම සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ භාවිත කර තර්ක 1 සඳහා ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් සහ 0 සඳහා ශූන්‍ය වෝල්ටීයතාවක් භාවිත කර ප්‍රතිඵල ලබා ගත හැකි ය. මෙවැනි පරිපථ තර්ක ද්වාර ලෙස (Logic gate) හැඳින්වේ. එවැනි ද්වාර කිහිපයක් සංගෘහිත පරිපථ තුළ අන්තර්ගත වේ. තර්ක ක්‍රියාවන් ලබා ගැනීම සඳහා භාවිත කරන ද්වාර සඳහා ද්විධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර් හෝ ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර් භාවිත කර පරිපථ සකස් කරනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටර් භාවිත කර AND ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම සඳහා 1.113 රූපය ආකාරයේ පරිපථයක් භාවිත කළ හැකි ය.

Educational Publications Department



රූපය 1.113 - AND ද්වාරය සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටර පරිපථය

මේ පරිපථයේ ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකක් ඇති අතර ඒවා A හා B ලෙස නම් කර ඇත. A වෙතට හා B වෙතට වෝල්ටීයතාවක් සැපයූ විට පමණක් T_1 හා T_2 ට්‍රාන්සිස්ටරවල BE සන්ධිය පෙර නැඹුරු වීම නිසා ට්‍රාන්සිස්ටර් දෙක ම සන්නයනය කරයි. එවිට T_3 ට්‍රාන්සිස්ටරය කැපී ගිය අවස්ථාවට පත් වන නිසා Z හි ප්‍රතිදානය + වෝල්ටීයතාවක් ගනී. මෙලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝනික තාක්ෂණය මගින් නිපදවන ලද AND ද්වාරයක සංකේතය 1.114 රූපය මගින් ද සත්‍යතා වගුව හෙවත් සත්‍ය සටහන 1.9 වගුවෙන් ද දැක්වේ. ඒ සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශනය ද දක්වා ඇත.



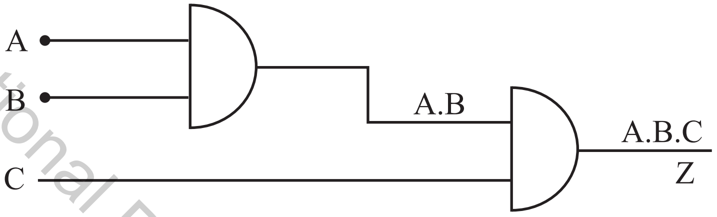
රූපය 1.114 - AND ද්වාරයේ සංකේතය

වගුව 1.9 - AND ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා වගුව

input		output
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ප්‍රදාන දෙකක් සහිත AND ද්වාර දෙකක් යොදා ගෙන ප්‍රදානයන් තුනක් සහිත ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

Educational Publications Department

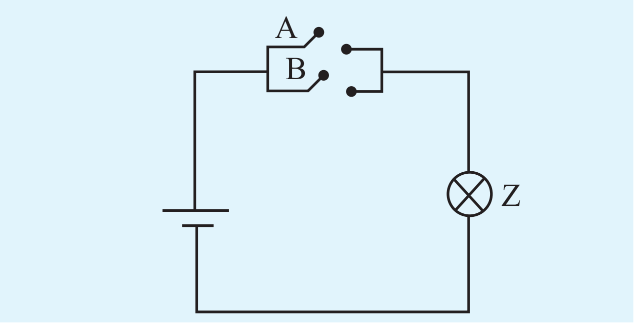


රූපය 1.115 - ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකක් සහිත AND ද්වාර දෙකක් මඟින් ප්‍රදාන අග්‍ර 3ක් සහිත AND ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

1.115 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එක් AND ද්වාරයක් සඳහා A හා B ප්‍රදානයන් ලබා දුන් විට එහි ප්‍රතිදානය A.B වේ. අනෙක් ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් ලෙස ඒ ප්‍රතිදානය ලබාදෙන අතර, ඉතිරි ප්‍රදානය (C) ද ඒ AND ද්වාරයට ලබා දෙයි.

• OR ද්වාරය (තර්කමය එකතු කිරීම)

1.116 රූපයේ දක්වා ඇත්තේ ස්විච්ච දෙකක් සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කළ සරල විදුලි පරිපථයකි. මේ පරිපථයේ ස්විච්චය සංවෘත කිරීම තර්කමය '1' ලෙසත් ස්විච්චය විවෘත කිරීම තර්කමය '0' ලෙසත්, පහන දැල්වීම තර්කමය '1' ලෙසත්, පහන නොදැල්වීම තර්කමය '0' ලෙසත් දක්වා පරිපථය හැසිරවිය හැකි ආකාර සියල්ල හා පහනේ තර්කමය තත්ත්වය සත්‍ය සටහනක දක්වමු.

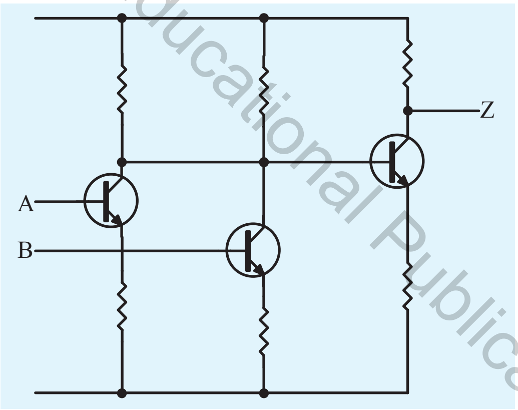


රූපය 1.116 - ස්විච්ච සමාන්තරගත කළ සරල විදුලි පරිපථය

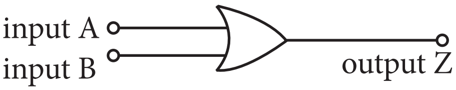
වගුව 1.10 - OR ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා සටහන

ප්‍රදානයන් input		ප්‍රතිදානය output
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

මේ වගුවේ ප්‍රදාන අනුව ප්‍රතිදානය හැසිරෙන ආකාරය තර්කමය එකතු කිරීමකි. ඒ අනුව තර්කමය එකතු කිරීම සිදු කෙරෙන ද්වාරය OR ද්වාරය ලෙස හඳුන්වයි. වගුව 1.10 මගින් OR ද්වාරයක් සඳහා සත්‍ය සටහන ඉදිරිපත් කර ඇත. මෙවැනි තර්කමය එකතු කිරීම් සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික ක්ෂේත්‍රයේ OR ද්වාර භාවිත කෙරෙන අතර 1.117 (a) රූපය මගින් එහි ට්‍රාන්සිස්ටර් පරිපථය ද සංකේතය 1.117 (b) රූපයෙන් ද දක්වා ඇත.



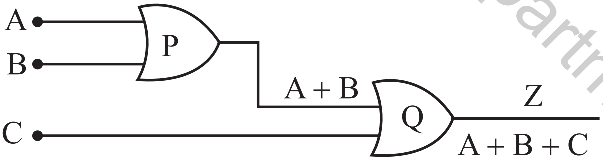
රූපය 1.117 (a) - OR ද්වාරය සඳහා පරිපථය



රූපය 1.117 (b) - OR ද්වාරය සඳහා සංකේතය

Educational Publications Department

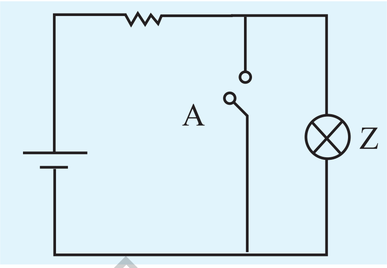
ප්‍රදාන දෙකේ OR ද්වාරයක් මගින් ප්‍රදාන තුනේ OR ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම



රූපය 1.118 - ප්‍රදාන දෙකේ OR ද්වාරයක් මගින් ප්‍රදාන තුනේ OR ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

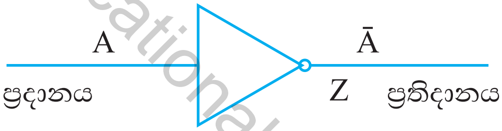
1.118 රූපයේ දැක්වෙන OR ද්වාර සඳහා සත්‍ය සටහන සකස් කෙරෙනුයේ තර්කමය එකතු කිරීමක් ලෙස නිසා මෙහි බූලියානු ප්‍රකාශය $Z = A + B + C$ වේ. රූපයේ පරිදි එක් OR ද්වාර ප්‍රදාන අග්‍ර දෙකට Aහා B ප්‍රදානයන් ලබා දී එහි ප්‍රතිදානය අනෙක් OR ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් ලෙස සම්බන්ධ කෙරේ. ඉතිරි (C) ප්‍රදානය Q ද්වාරයේ අනෙක් ප්‍රදානය ලෙස ලබා දෙයි.

• NOT ද්වාරය (තර්කමය අපවර්තකය)



රූපය 1.119 - NOT ද්වාරය සඳහා සමක විදුලි පරිපථය

1.119 රූපයේ දක්වා ඇති සරල විදුලි පරිපථයේ පහනකට සමාන්තරගත ව ස්විචයක් යොදා ඇත. එබැවින් ස්විචය විවෘතව ඇති විට පහන දැල්වෙන අතර, ස්විච්චය සංවෘත කළ විට පහන නිවේ. මෙය අපවර්තයක් (inverter) ලෙස හඳුන්වයි. ස්විච්චයේ හැසිරවීම හා පහනේ තත්ත්වය සත්‍ය සටහනක් මගින් දක්වමු. මෙහි විශේෂත්වය වනුයේ ප්‍රදාන අග්‍ර එකක් පමණක් තිබීම ය. එමෙන්ම ප්‍රතිදානය ප්‍රදානයේ අපවර්තනය ලෙස ලැබෙයි.

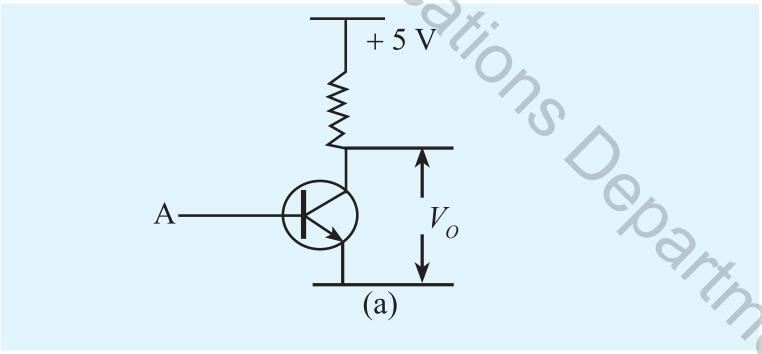


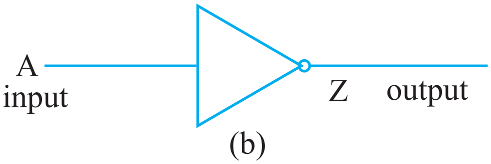
$Z = \bar{A}$

වගුව 1.11 - NOT ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා වගුව

A	Z
0	1
1	0

මෙවැනි පරිපථයක් ට්‍රාන්සිස්ටර් භාවිතයෙන් නිපදවා ඇති ආකාරය සහ NOT ද්වාරයේ සංකේතය 1.120 (a) හා (b) රූප මගින් දක්වා ඇත.





රූපය 1.120 - (a) ට්‍රාන්සිස්ටරයක් යොදා ගෙන NOT ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම (b) NOT ද්වාරයේ සංකේතය

අපවර්තකය සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශනය $Z = \bar{A}$ ලෙස දක්වනු ලැබේ.

ඉහත ද්වාර ක්‍රියා ලබා ගැනීමට භාවිත කරන ද්වාර ප්‍රාථමික ද්වාර ලෙස හැඳින්වේ. මේ ද්වාර එකිනෙක සම්බන්ධ කර ද්විතීයික ද්වාර ක්‍රියා ලබා ගත හැකි ය.

Educational Publications Department

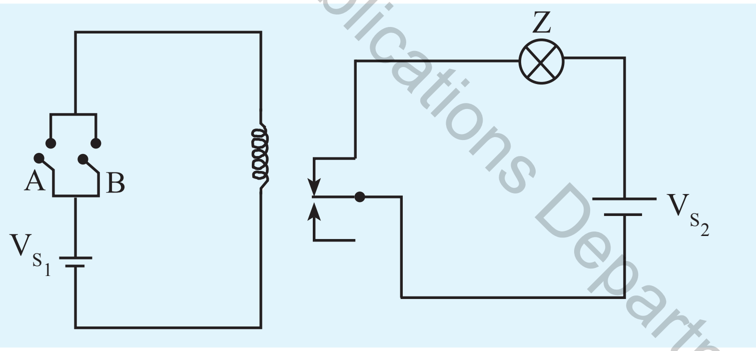
1.12.6 ද්විතීයික තර්ක ද්වාර

ප්‍රාථමික තර්ක ද්වාර කිහිපයක් සංයෝජනය කිරීමෙන් ලබා ගත හැකි ප්‍රතිදානය තනි ද්වාරයකින් ලබා ගැනීම සඳහා සකස් කළ ද්වාර ද්විතීයික ද්වාර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඒ අනුව ද්විතීයික ද්වාර කිහිපයකි. එනම්

- NOR ද්වාරය
- NAND ද්වාරය
- X- OR ද්වාරය
- X-NOR ද්වාරය

● NOR ද්වාරය (NOT OR ද්වාරය)

1.121 රූපය මගින් දක්වා ඇත්තේ පිළියවන මගින් පාලනය වන විදුලි පරිපථයකි. එහි සාමාන්‍ය සංවෘත අග්‍රය සමඟ පහනක් හා විදුලි සැපයුමක් සහිත සංවෘත පරිපථයක් ඇති අතර, පිළියවන දඟරයට ස්විච්ච දෙකක් සමාන්තරගත ව, සැපයුමක් හරහා සම්බන්ධ කර ඇත. ස්විච්ච දෙක A හා B ලෙස ද, පහන Z ලෙස ද සලකා පරිපථය සඳහා ද්විමය සංඛ්‍යා යොදා සත්‍ය සටහන ගොඩනගමු.



රූපය 1.121 (a) - NOR ද්වාරය සඳහා පිළියවන මගින් පාලන විදුලි පරිපථය

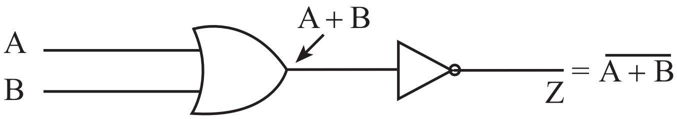
ස්විච සංවෘත කිරීම "1" ලෙස ද විවෘත කිරීම "0" ලෙස ද සලකන අතර, පහන දැල්වීම "1"ලෙස ද නිවීම "0" ලෙස ද සලකනු ලැබේ.

වගුව 1.12 - NOR ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා වගුව

A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

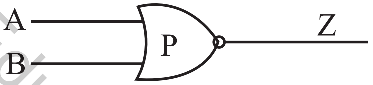
මෙම සත්‍ය සටහන OR ද්වාරයේ අපවර්තකය බව පැහැදිලි ව පෙනේ. ඒ අනුව මේ ක්‍රියාවලිය මූලික ද්වාර භාවිතයෙන් මෙලෙස දැක්විය හැකි ය.

Educational Publications Department



රූපය 1.121 (b) - OR හා NOT ද්වාර මගින් NOR ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

මේ ද්වාර පරිපථය සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශය ද OR ද්වාරයේ අපවර්තනය බව පැහැදිලි ය. ඒ අනුව බූලියානු ප්‍රකාශය $Z = \overline{A+B}$ වේ. මෙවැනි ද්වාර දෙකක ප්‍රතිඵලය ලබා ගත හැකි තනි ද්වාරයක් ලෙස NOR ද්වාරය හඳුන්වනු ලබන අතර, NOR ද්වාරයෙහි සංකේතය 1.121 (c) රූපයෙන් දැක්වේ.



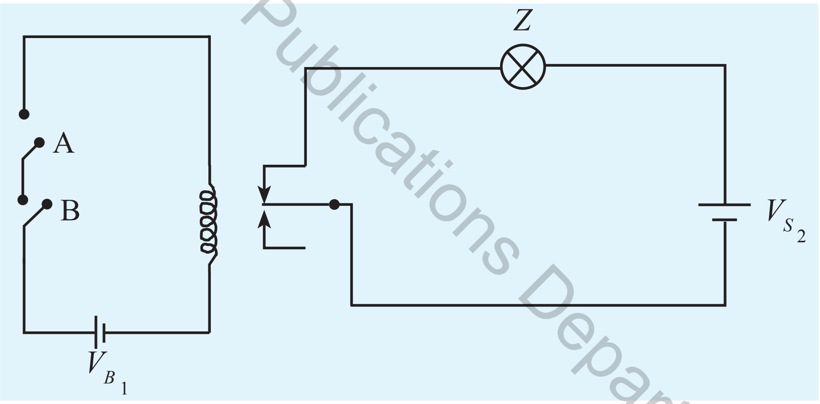
$Z = \overline{A+B}$ - බූලියානු ප්‍රකාශය

රූපය 1.121 (c) -NOR ද්වාරයෙහි සංකේතය

• NAND ද්වාරය (NOT AND ද්වාරය)

Educational Publications Department

1.122 රූපය මගින් දක්වා ඇත්තේ NAND ක්‍රියාව ලබා ගැනීමට භාවිත කරන පරිපථයකි. එහි එක ම වෙනස ස්විච්ච දෙක ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කර තිබීම යි.

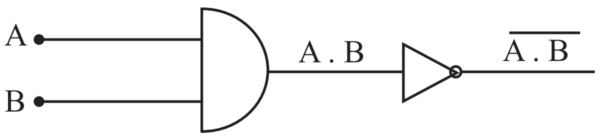


රූපය 1.122 - පිළියවන මගින් පාලක විදුලි පරිපථයක්

වගුව 1.13 - NAND ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා වගුව

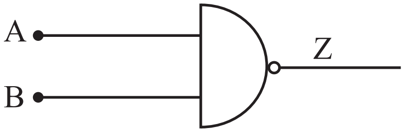
ප්‍රදානයන් input		ප්‍රතිදානය output
A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1.122 රූපය මගින් දැක්වෙන පරිපථය සඳහා ද්විමය සංඛ්‍යා යොදා සත්‍ය සටහන ගොඩනගමු. මේ සත්‍යතා සටහන අනුව එහි ප්‍රතිඵලය AND ද්වාරයේ ක්‍රියාවේ අපවර්තනය බව පැහැදිලි වේ. එහි බූලියානු ප්‍රකාශනය ද ප්‍රදාන දෙකේ AND ක්‍රියාවේ අපවර්තනය ලෙස දැක්විය හැකි ය. ඒ අනුව බූලියානු ප්‍රකාශය $Z = \overline{A.B}$ ලෙස සඳහන් කළ හැකි ය. NAND ද්වාරය මූලික ද්වාර භාවිතයෙන් ලබාගත හැකි ආකාරය 1.123 රූපයෙන් දක්වා ඇත.



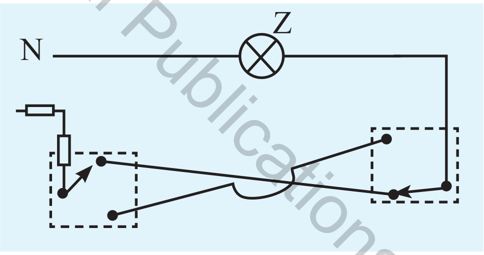
රූපය 1.123 - AND හා NOT ද්වාර යොදා NAND ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

මේ ද්වාර සංයුක්තයේ ප්‍රතිඵලය ලබාගත හැකි තනි ද්වාරය NAND ද්වාරය ලෙස හඳුන්වමු. NAND ද්වාරයේ සංකේතය 1.124 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.124 - NAND ද්වාරයේ සංකේත

• X - OR ද්වාරය (EXCLUSIVE OR)



රූපය 1.125 - දෙමං ස්විච්ච පරිපථය

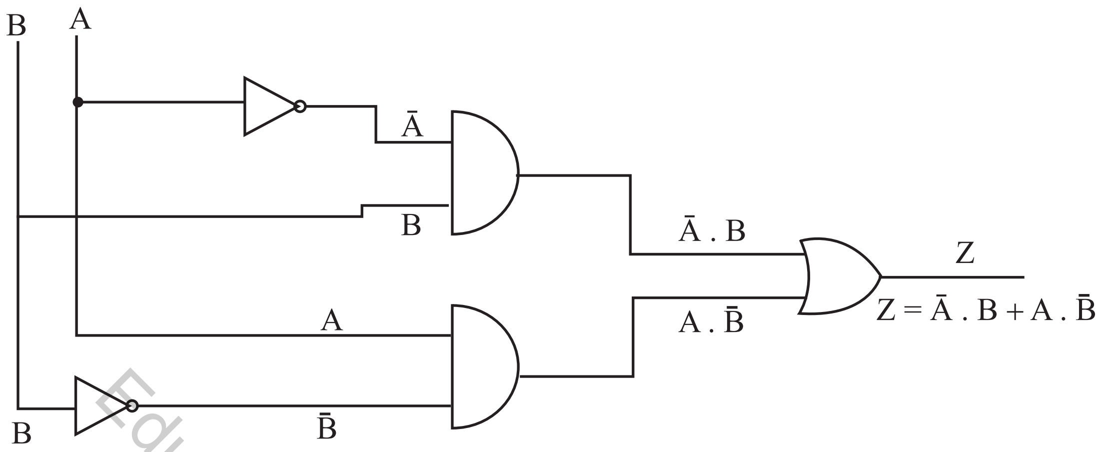
Educational Publications Department

1.125 රූපය මඟින් දෙමං ස්විච්චයක් යෙදූ පරිපථයක් දක්වා ඇත. එහි ස්විච්චය ඉහළට යෙදූ විට ද්විමය '1' ද පහළට යෙදූ විට ද්විමය '0' ද ලෙසත්, පහන දැල්වීම ද්විමය 1 ලෙසත් නො දැල්වීම ද්විමය '0' ලෙසත් දක්වා සත්‍ය සටහන ගොඩනඟමු.

වගුව 1.14 - XOR ද්වාරය සඳහා සත්‍යතා වගුව

ප්‍රදානයන් input		ප්‍රතිදානය output
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

මේ සත්‍ය සටහන අනුව ප්‍රදානයන්ගේ අගයන් ප්‍රතිවිරුද්ධ වන විට ප්‍රතිදානය 1 වන බව පෙනේ. මේ ක්‍රියාවලිය සඳහා මූලික තර්ක ද්වාර යොදාගෙන මෙහි ප්‍රතිඵලය ලබා ගන්නා ආකාරය විමසා බලමු.



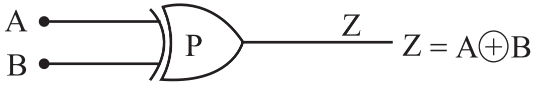
රූපය 1.126 - X - OR ද්වාරය සඳහා වූ මූලික ද්වාර යෙදූ පරිපථය

මේ ද්වාර පරිපථය සඳහා සත්‍ය සටහන ගොඩනගමු.

වගුව 1.15 - 1.126 රූපයෙහි වූ පරිපථය සඳහා සත්‍යතා වගුව

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A}.B$	$A.\bar{B}$	$\bar{A}.B + A.\bar{B}$
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

මේ ද්වාර සංයුක්තයේ ප්‍රතිඵලය තනි ද්වාරයක ප්‍රතිඵලය ලෙස සැකසූ ද්වාරය X - OR ද්වාරය ලෙස හඳුන්වන අතර, එහි සංකේතය 1.127 රූපය මඟින් දක්වා ඇත.



බූලියානු ප්‍රමේයයන් අනුව,
$\bar{A}.B + A.\bar{B} = A\oplus B$

රූපය 1.127 - X - OR ද්වාරයේ සංකේතය

Educational Publications Department

1.12.7 සංයෝජන තර්ක පරිපථ (combinational logic circuits)

කිසියම් ක්‍රියාවලියක් පාලනය සඳහා තර්ක ද්වාර කිහිපයක් යොදා ගැනීම සඳහා භාවිත කෙරෙන පරිපථ සංයෝජන තර්ක ද්වාර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එවැනි පරිපථ යොදා ගත හැකි උදාහරණයක් පහත දැක්වේ. මේ පරිපථයේ තැනුම් ඒකකය ද්වාර වේ.

රාත්‍රී කාලයේ ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම විසන්ධි වූ අවස්ථාවක බැටරියක් මඟින් විදුලි පහනක් දැල්වීම සඳහා වූ පරිපථයක් ගොඩ නැඟීම සලකා බලමු. මෙහි දී රාත්‍රී කාලයේ ද්විමය "1" ලෙස සංඥාවක් ලබාගත හැකි පරිපථයක් භාවිත වන්නේ යැයි සිතමු. පරිපථය ගොඩ නැඟීමට පෙර ඒ සඳහා වූ සත්‍ය සටහන ගොඩ නගමු.

A - ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම

A = 1 - ප්‍රධාන සැපයුම ඇති විට, A = 0 - ප්‍රධාන සැපයුම නැති විට

B = 1 - රාත්‍රි කාලය B = 0 - දිවා කාලය

ලෙස සලකමු.

මේ පරිපථයේ බැටරියක් මගින් පහන දැල්විය යුතු වන්නේ ප්‍රධාන සැපයුම විසන්ධි ව ඇති රාත්‍රි කාලයේ දී පමණක් නිසා ප්‍රතිදාන 1 විය යුත්තේ ඒ තර්ක තත්ත්වය යටතේ පමණකි. ඒ අනුව එම අවස්ථාව සඳහා බූලියානු ප්‍රකාශය සටහන් කරමු.

Educational Publications Department

වගුව 1.16

ප්‍රදානයන් input		ප්‍රතිදානය output
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

$Z = \bar{A}.B$

NAND ද්වාර පමණක් භාවිත කොට වෙනත් ද්වාර ක්‍රියා ලබා ගැනීම

NAND ද්වාරයේ ප්‍රදාන අග්‍ර දෙක එකට සම්බන්ධ කර ප්‍රදානයක් ලබා දුන් විට ප්‍රතිදානය NOT ද්වාර ක්‍රියාවට සමාන වෙයි.

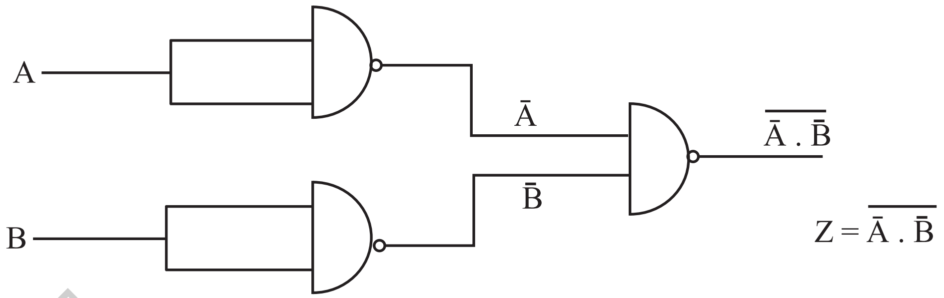
වගුව 1.17

ප්‍රදානයන් input	ප්‍රතිදායන් output
A	Z
0	1
1	0

$A.A = A$ නිසා

$Z = \bar{A}$

• NAND ද්වාර මගින් OR ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

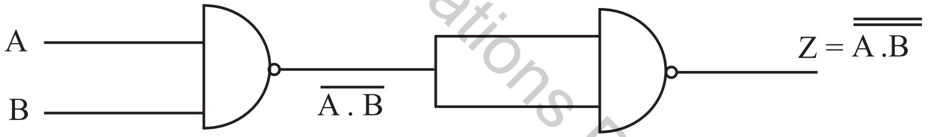


වගුව 1.18

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A}\,.\,\bar{B}$	$\overline{\bar{A}\,.\,\bar{B}}$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1

$\overline{\bar{A}\,.\,\bar{B}} = A + B$

• NAND ද්වාර භාවිතයෙන් AND ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම



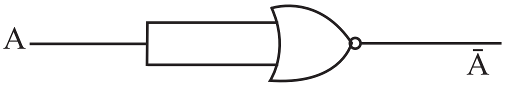
වගුව 1.19

A	B	A.B	$\overline{A.B}$	$\overline{\overline{A.B}}$
0	0	0	1	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	1	0	1

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

• NOR ද්වාර පමණක් භවිතයෙන් වෙනත් ද්වාර ක්‍රියා ලබා ගැනීම

NOT ක්‍රියාව



NOR ද්වාරයේ ප්‍රදානයන් එකට සම්බන්ධ කොට ප්‍රදානයක් ලබා දුන් විට ප්‍රතිදානය OT ද්වාර ක්‍රියාවට සමාන වේ.

Educational Publications Department

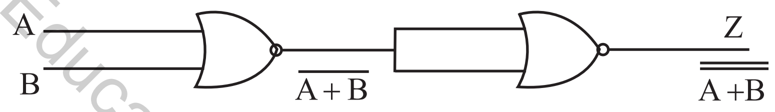
වගුව 1.20 - NOR ද්වාර මගින් NOT ක්‍රියාව ලබා ගැනීම

ප්‍රදානයන් input	ප්‍රතිදායන් output
A	Z
0	1
1	0

$A + A = A$ නිසා

$Z = \bar{A}$

• NOR ද්වාර මගින් OR ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම



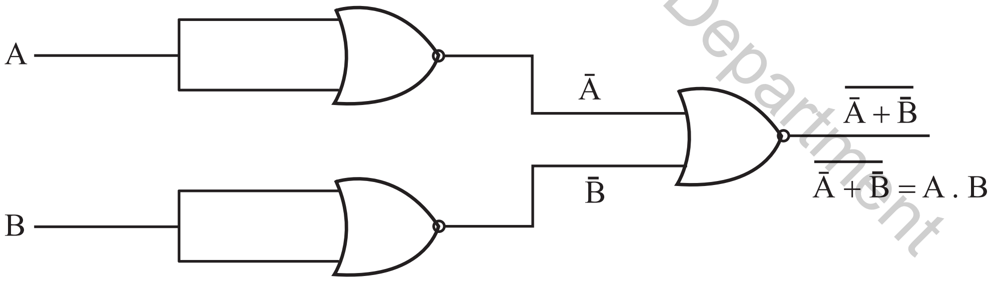
Educational Publications Department

වගුව 1.21

A	B	A+B	$\overline{A+B}$	$\overline{\overline{A+B}}$
0	0	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	0	1

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

• NOR ද්වාර මගින් AND ද්වාර ක්‍රියාව ලබා ගැනීම



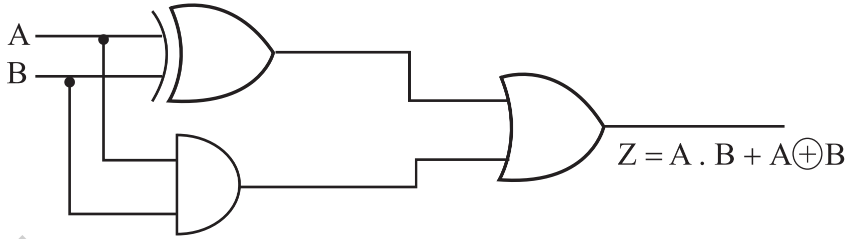
වගුව 1.22

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A}+\bar{B}$	$\overline{\bar{A}+\bar{B}}$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1

$\overline{\bar{A}+\bar{B}} = A . B$

$Z = A . B$

- පහත පරිපථයේ ප්‍රතිදානය OR ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයට සමාන ය. එබැවින් මේ පරිපථය වෙනුවට OR ද්වාරයක් පමණක් යොදා ගත හැකි වේ.



වගුව 1.23

A	B	A.B	A⊕B	A . B + A⊕B
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	0	1

ද්වාර පරිපථයකට ප්‍රදානයක් ලබා දී, ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට යම් කාල ප්‍රමාදයක් ඇති වේ. ද්වාර ප්‍රමාණය වැඩි වන විට කාල ප්‍රමාදය වැඩි වේ. එනම් ප්‍රචාරණ පමා කාලය (Propagation delay) වැඩි වන නිසා හැකි තාක් ද්වාර ප්‍රමාණය අඩු කිරීම අවශ්‍ය වේ.

Educational Publications Department

නිදසුන

මෝටර් රථයක ගියර නිදහස් ව (neutral) හා අත් තිරිංග යොදා ඇති විට පමණක් පණ ගැන්වුම් මෝටර්ය ක්‍රියා කර වීමට හැකි වන පරිදි ද්වාර පරිපථයක් ගොඩ නගන්න.

G = 1 - ගියරය යොදා ඇති අවස්ථාව
G = 0 - ගියරය නිදහස් ව ඇති අවස්ථාව
B = 1 - අත් තිරිංග යොදා ඇති අවස්ථාව
B = 0 - අත් තිරිංග නිදහස් ව ඇති අවස්ථාව

S = 1 - යතුර ක්‍රියා කරවීම
S = 0 - යතුර ක්‍රියා නො කරවීම

Z = 1 - මෝටරය ක්‍රියා කිරීම
Z = 0 - මෝටරය ක්‍රියා නො කිරීම

ඉහත දත්ත උපයෝගී කර ගෙන සත්‍යතා වගුව ගොඩ නගමු.

වගුව 1.24

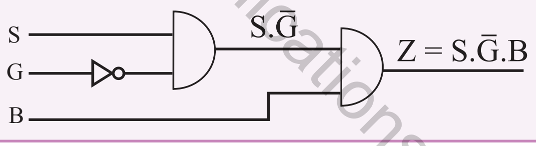
S	G	B	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

ස්විච්චය ක්‍රියා නොකරන නිසා මේ අවස්ථාව නොසලකා හැරේ. (පළමු පේළි හතර)

← මෝටරය ක්‍රියාත්මක විය යුත්තේ මෙම අවස්ථාවේ දී නිසා බූලියානු ප්‍රකාශය ලිවීමේ දී ප්‍රදානයන්හි ස්වරූප ද්විමය '1' බවට පත් කළ යුතු ය. G = 0 වන අවස්ථාව සැලකූ විට එය ද්විමය 1 බවට පත් කිරීමට G හි ප්‍රදානය අපවර්තනය කළ යුතු ය. ඒ අනුව බූලියානු ප්‍රකාශනය මෙලෙස දැක්විය හැකි ය.

$$Z = S.\bar{G}.B$$

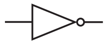
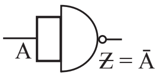
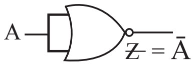
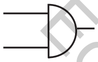
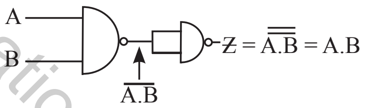
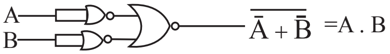
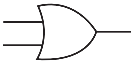
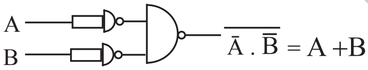
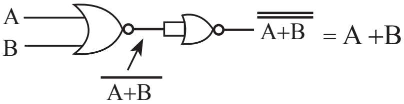
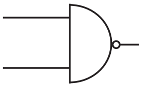
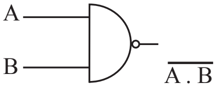
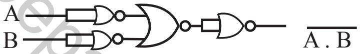
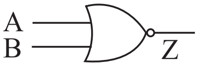
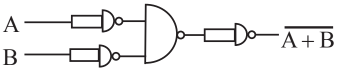
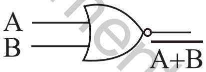
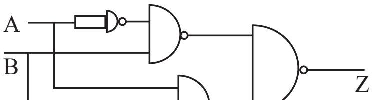
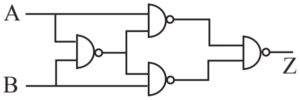
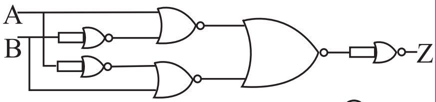
ඉහත බූලියානු ප්‍රකාශනයට අදාළ ද්වාර පරිපථය පහත පරිදි ගොඩනැගිය හැකි ය.



Educational Publications Department

• NAND ද්වාර සහ NOR ද්වාර පමණක් භාවිත කර වෙනත් ද්වාර ක්‍රියා ලබා ගැනීම

වගුව 1.25

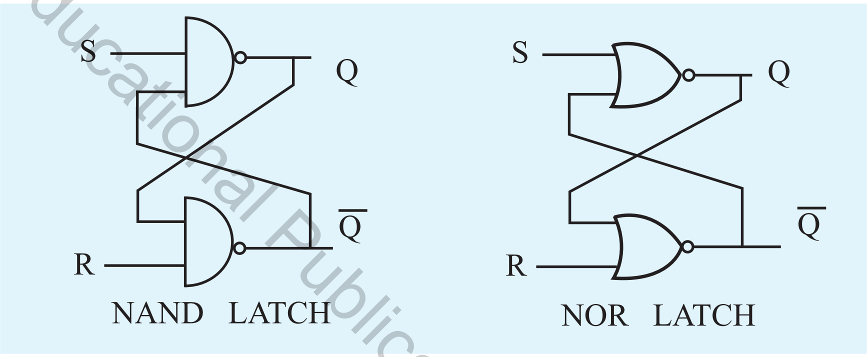
<table>
<tr><th>ද්වාර ක්‍රියාව</th><th>NAND ද්වාර භාවිතයෙන්</th><th>NOR ද්වාර භාවිතයෙන්</th></tr>
<tr>
<td>
අපවර්තක ක්‍රියාව</td>
<td>
<table><tr><th>A</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table></td>
<td>
<table><tr><th>A</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table></td>
</tr>
<tr>
<td>
AND ක්‍රියාව</td>
<td></td>
<td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>$\bar{A}$</th><th>$\bar{B}$</th><th>$\bar{A}+\bar{B}$</th><th>$\overline{\bar{A}+\bar{B}} = A.B$</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
OR ක්‍රියාව</td>
<td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>$\bar{A}$</th><th>$\bar{B}$</th><th>$\bar{A}.\bar{B}$</th><th>$\overline{\bar{A}.\bar{B}} = A+B$</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>NAND ක්‍රියාව
</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>NOR ක්‍රියාව
</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>X - OR ක්‍රියාව
 </td>
<td>

$Z = A \oplus B$</td>
<td>
$Z = A \oplus B$</td>
</tr>
</table>

Educational Publications Department

1.12.8 අනුක්‍රමික තර්ක පරිපථ

අනුක්‍රමික තර්ක පරිපථවල තැනුම් ඒකක පිළිපොළ (flip-flop) වේ. පිළිපොළවල විශේෂ ලක්ෂණයක් නම් තර්ක තත්ත්වයක් මතක තබා ගැනීමේ හැකියාව යි. එබැවින් යම් තර්ක තත්ත්වයක් ප්‍රතිදානයට යොමු කළ විට ඒ අනුව ප්‍රතිදානය ලබා දීමේ දී ඊට පෙර තත්ත්වය ද සැලකිල්ලට ගත යුතු වේ. පිළිපොළ පරිපථ NAND සහ NOR ද්වාර භාවිතයෙන් එකලස් කළ හැකි ය.

• S - R පිළිපොළ (Set - Reset flip flop)



Educational Publications Department

S = Set ප්‍රදානය

S = 1 වන විට Q ප්‍රතිදානය 1 විය යුතු ය.

R = Reset ප්‍රදානය

R = 1 වන විට Q ප්‍රතිදානය 0 විය යුතු ය. (ප්‍රතිදානය මුල් අවස්ථාවට පත් වීම).

$\overline{Q}$ යනු විකල්ප ප්‍රතිදානය යි. එය අවශ්‍ය අවස්ථාවල දී පමණක් භාවිත කරනු ලැබේ. S - R පිළිපොළ පරිපථය නිවැරදි ව ක්‍රියාකරන විට,

Q = 1 විට, $\overline{Q}$ = 0 විය යුතු ය. Q = 0 වන විට $\overline{Q}$ = 1 විය යුතු ය.

SR ප්‍රදානයන් අනුපිළිවෙළින් ලබා දෙන විට පහත 1.26 වගුව අනුගමනය කළ යුතු වේ.

වගුව 1.26

	S	R
1 අවස්ථාව	0	0
2 අවස්ථාව	0	1
3 අවස්ථාව	1	0
4 අවස්ථාව	1	1

විශේෂයෙන් ප්‍රදාන දෙකක තර්ක තත්ත්වය එක්වරම වෙනස් කිරීමේ දී කුමන ප්‍රදානය ප්‍රමුඛ වන්නේ දැයි නිශ්චිත ව තීරණය කළ නොහැකි ය. එම නිසා එක් ප්‍රදානයක් පමණක් එක් වරක දී වෙනස් කළ හැකි වන පරිදි සත්‍ය සටහන සකස් කළ යුතු ය.

- S සහ Rවලට ලබා දෙන තර්ක අවස්ථා සැලකූ විට පළමු වන අවස්ථාව (0,0) සිට දෙවන අවස්ථාව (0,1) ලබා දීමේ දී වෙනස් කළ යුත්තේ R පමණක් නිසා ගැටලුවක් ඇති නො වේ. එහෙත් (0, 1) සිට (1, 0) වෙතට මාරු වීමේ දී එක්වරම ප්‍රදානයන් දෙකම වෙනස් කිරීමට සිදු වේ. මෙසේ වෙනස් කිරීමේ දී,
- R පෙරටු වුව හොත් 0, 1 ⟶ 0, 0 ⟶ 1, 0 වේ.
- S පෙරටු වුව හොත් 0, 1 ⟶ 1, 1 ⟶ 1, 0 වේ.

එම නිසා තෙවන අවස්ථාවට පෙර අතරමැදි අවස්ථා දෙකක් පසු කරයි. ඒ අනුව ප්‍රතිදානය වෙනස් විය හැකි ය.

එනිසා මෙම තත්ත්වය වැළැක්වීමට ප්‍රායෝගික ව ප්‍රදානයන් ලබා දීමේ දී එක්වරකට එක් ප්‍රදානයක් පමණක් වෙනස් වන ලෙස පහත ආකාරයට සත්‍ය සටහන් නිර්මාණය කරනු ලැබේ.

වගුව 1.27 - NAND සඳහා සත්‍යතා වගුව

S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1

වගුව 1.28 NOR සඳහා සත්‍යතා වගුව

S	R	Q	$\overline{Q}$
1	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	0
1	0	0	1
0	0	0	1

ඉහත සත්‍ය සටහන භාවිත කර පියවර හතරක් සඳහා වූ සත්‍ය සටහන සම්පූර්ණ කළ හැකි ය.

වගුව 1.29 - NAND සඳහා

S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	නොතකා හරී	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	පෙර තත්ත්වය	

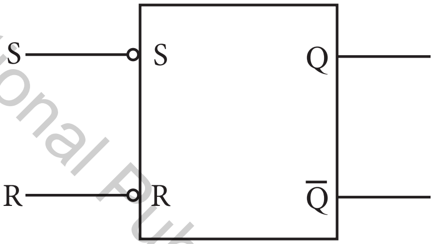
වගුව 1.30 - NOR සඳහා

S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	පෙර තත්ත්වය	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	නොතකා හරී	

Educational Publications Department

ඉහත සත්‍ය සටහන් භාවිත කර පහත නිගමනවලට එළඹිය හැකි ය.

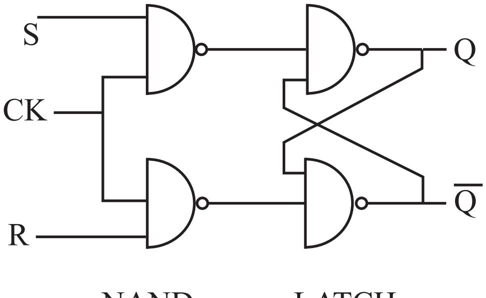
1. NAND පිළිපොළ 0, 0 අවස්ථාවේ දී සහ NOR පිළිපොළහි 1, 1 අවස්ථාවේ දී Q සහ $\overline{Q}$ ප්‍රතිදානයන් සමාන වන නිසා ඒ අවස්ථාව නොතකා හරී.
2. NAND පිළිපොළ 1, 1 අවස්ථාවේ දී සහ NOR පිළිපොළහි 0, 0 අවස්ථාවේ දී ඊට පෙර ප්‍රතිදාන තර්ක තත්ත්වය නොවෙනස් ව පවත්වා ගෙන යන හෙයින් ඒ අවස්ථාව මතක තබා ගැනීමේ අවස්ථාව ලෙස සැලකේ.
3. පිළිපොළ දෙකේ ම S = 1 වන විට Q = 0 සහ R = 1 වන විට Q = 1 වේ. එහි මෙවැනි පිළිපොළක විය යුත්තේ S = 1 වන විට Q = 1 වීමත් R = 1 වන විට Q = 0 වීම ය. එම නිසා ඉහත තර්ක තත්ත්වය ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රදානයන් දෙක අපවර්තක කරනු ලැබේ. පහත කැටි සටහන NOR හා NAND ද්වාරවලින් තැනූ පිළිපොළ වර්ග දෙකට ම පොදු වේ.



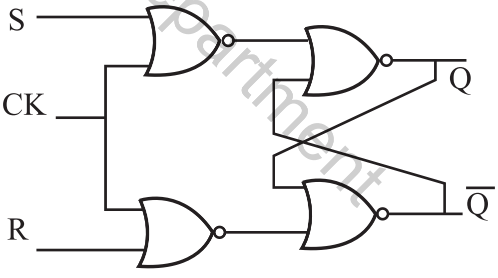
SR පිළිපොළක්

● සටිකා සහිත පිළිපොළ (clocked S - R flip flop)

ඉහත සඳහන් SR පිළිපොළවලට ප්‍රදානයන් ලබා දුන් වහා ම ප්‍රතිදානය ලැබේ. අපට අවශ්‍ය අවස්ථාවල දී පමණක් ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීම සඳහා සටිකා සහිත S-R පිළිපොළ භාවිත කෙරෙයි.



NAND LATCH



NOR LATCH

Educational Publications Department

වගුව 1.31 - NAND සඳහා

CK	S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	0	පෙර තත්ත්වය	
0	0	1	පෙර තත්ත්වය	
0	1	0	පෙර තත්ත්වය	
0	1	1	පෙර තත්ත්වය	
1	0	0	නොතකා හරී	
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	පෙර තත්ත්වය	

වගුව 1.32 - NOR සඳහා

CK	S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	0	පෙර තත්ත්වය	
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	නොතකා හරී	
1	0	0	පෙර තත්ත්වය	
1	0	1	පෙර තත්ත්වය	
1	0	0	පෙර තත්ත්වය	
1	1	1	පෙර තත්ත්වය	

ඉහත සත්‍යතා සටහන් භාවිත කර පහත නිගමනවලට එළඹිය හැකි ය.

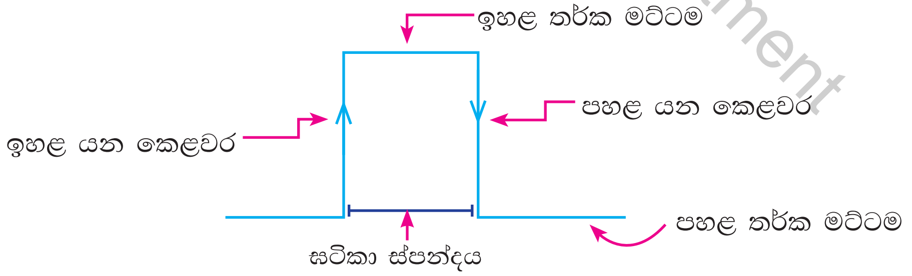
1. NAND ද්වාර භාවිත කරන ලද පිළිපොළවලින් ප්‍රතිදානය ලබා ගත හැක්කේ ඝටිකා ස්පන්දය ඉහළ තර්ක තත්ත්වයේ පවතින විට දී ය.

2. NOR ද්වාර භාවිත කරන ලද පිළිපොළවලින් ප්‍රතිදානය ලබා ගත හැක්කේ ඝටිකා ස්පන්දය පහළ තර්ක තත්ත්වයේ පවතින විටදී ය.

3. පිළිපොළ වර්ග දෙකෙහි ම Set ප්‍රදානය 1 වන විට Q ප්‍රතිදානය 1 වන අතර Reset ප්‍රදානය 1 වන විට Q ප්‍රතිදානය O වේ.

ඝටිකා ස්පන්දනයක (Clock Pulse) ලක්ෂණ

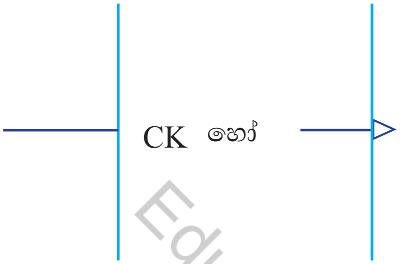
පටු කාර්යය චක්‍රයක් (Duty Cycle) සහිත හතරැස් තරංගයක් ඝටිකා ස්පන්දනයක් ලෙස හඳුන්වයි. මේ ස්පන්දයක ප්‍රදේශ හතරක් අන්තර්ගතය.



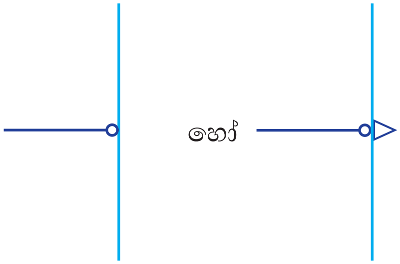
යම් පරිපථයක් සක්‍රිය කිරීමට බලාපොරොත්තු වන අවස්ථාව තීරණය කිරීම සඳහා ඝටිකා ස්පන්දනයක් භාවිත කිරීමේ දී, එහි ඉහළ තර්ක මට්ටම හෝ පහළ තර්ක මට්ටම යම් කාල සීමාවක් තුළ පවතින නිසා එකී කාල සීමාව ඕනෑ ම අවස්ථාවක භාවිත කළ නොහැකි ය. අවස්ථාව තීරණය කෙරෙන්නේ එහි ඉහළ යන කෙළවර හෝ පහළ යන කෙළවර

Educational Publications Department

හෝ වේ. ඉහළ තර්ක මට්ටමේ දී ක්‍රියාත්මක වන පරිපථ ඉහළ යන කෙළවරේ දී සක්‍රීය වේ. එමෙන් ම පහළ තර්ක මට්ටමේ දී ක්‍රියාත්මක වන පරිපථ පහළ යන කෙළවරේ දී සක්‍රීය වේ. පරිපථ සටහන්වල ඉහළ යන කෙළවර සහ පහළ යන කෙළවර පහත සඳහන් සංකේතවලින් දක්වා ඇත.



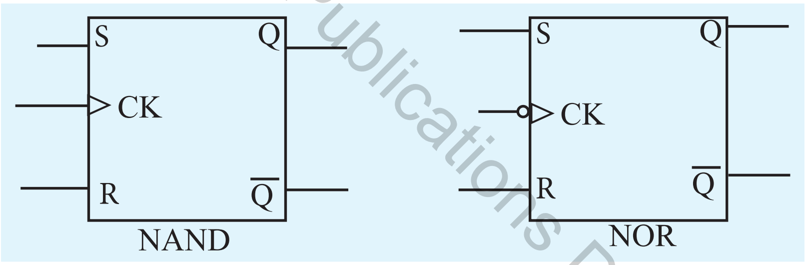
රූපය 1.128 (a) - ඉහළ යන කෙළවරේ දී (rising edge) සක්‍රීය වන පරිපථ



රූපය 1.128 (b) - පහළ යන කෙළවරේ දී (talling edge) සක්‍රීය වන පරිපථ

Educational Publications Department

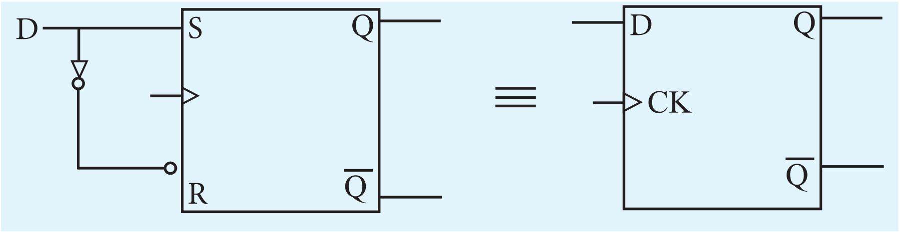
මේ අනුව NAND සහ NOR ද්වාර යෙදූ පිළිපොළවල කැටි සටහන් පහත දැක්වේ.



රූපය 1.129 - ඝටිකා ස්පන්ද සහිත SR පිළිපොළ

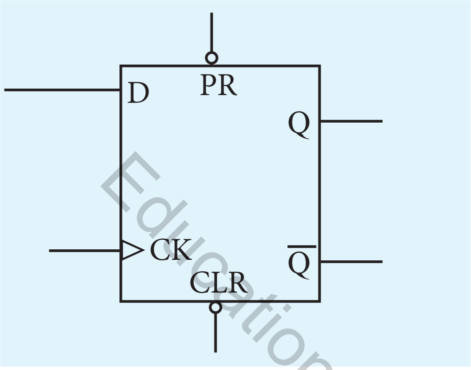
● DATA වර්ගයේ පිළිපොළ (D type flip - flop)

S සහ R ප්‍රදානයන් අපවර්තකයකින් සම්බන්ධ කළ විට එම ප්‍රදානයන් දෙකට එකිනෙක වෙනස් තර්ක තත්වයන් ප්‍රදානය වේ. කිසි විටෙකත් සමාන තර්ක තත්ත්වයන් ප්‍රදානය නො වේ.



රූපය 1.130 - DATA පිළිපොළ

D වර්ගයේ පිළිපොළවල ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන අග්‍රවලට අමතර ව තවත් ප්‍රදානයන් දෙකක් යොදා ඇත. එම ප්‍රදානයන් අනිත් ප්‍රදානයන්ට ස්වාධීන ව ක්‍රියාත්මක වන පරිදි සකසා ඇත. Preset අග්‍රය O කළ විට ප්‍රතිදානය 1 වන අතර, Clear අග්‍රය O වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ. මේ අග්‍ර දෙක සක්‍රීය වන්නේ පහළ තර්ක තත්ත්වයේ දී ය. D වර්ගයේ පිළිපොළක කැටි සටහන සහ සත්‍ය සටහන පහත 1.131 රූපයේ දැක්වේ.

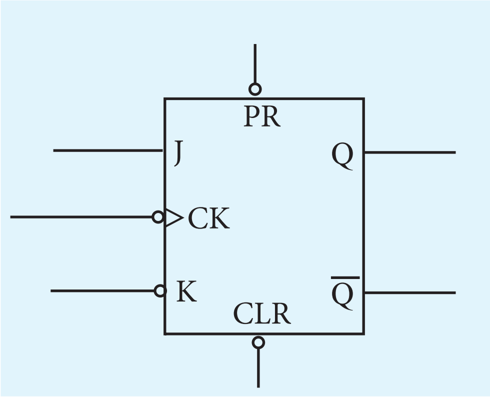


PR	CLR	CK	D	Q	$\overline{Q}$
0	0	↑	×	×	×
0	1	↑	×	1	0
1	0	↑	×	0	1
1	1	↑	0	0	1
1	1	↑	1	1	0

රූපය 1.131 - D වර්ගයේ පිළි පොළක්

- ## J-k පිළිපොළ

NAND ද්වාර යෙදූ S - R පිළිපොළවල ප්‍රදානයන් දෙක ම 1 වන විට නොතකා හරින අවස්ථාවක් ලැබේ. J - R පිළිපොළ එම අවස්ථාව ද ප්‍රයෝජනයට ගෙන ඇත. ප්‍රදානයන් දෙක ම 1 වන විට ඝටික ස්පන්දන ලබා දීමේ දී වරින් වර ප්‍රතිදානය මාරු වේ. මෙය ON - OFF ස්විචයක් ලෙස ක්‍රියාකරන බැවින් Toggle අවස්ථාව ලෙස සැලකේ. J - K පිළිපොළවල ද පාලක තර්ක මට්ටමේ දී සක්‍රීය වන Preset සහ clear යනුවෙන් අග්‍ර දෙකක් ඇත. මේ අනුව J - K පිළිපොළ කැටි සටහනක් සහ සංඛ්‍යා සටහන පහත 1.132 රූපයේ දක්වේ. J - K පිළිපොළ ඝටිකා ස්පන්දනය සක්‍රීය වන්නේ පහළ යන කෙළවරේ දී ය.



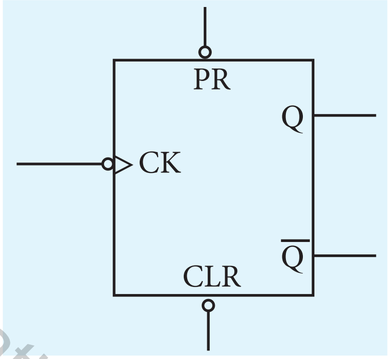
CK	PR	CL	J	K	Q	$\overline{Q}$
↓	0	0	×	×	×	×
↓	0	1	×	×	1	0
↓	1	0	×	×	0	1
↓	1	1	0	0	පෙර තත්වය	
↓	1	1	0	1	0	1
↓	1	1	1	0	1	0
↓	1	1	1	1	Toggle	

රූපය 1.132 - JK වර්ගයේ පිළිපොළ

Educational Publications Department

● Toggle වර්ගයේ පිළිපොළ

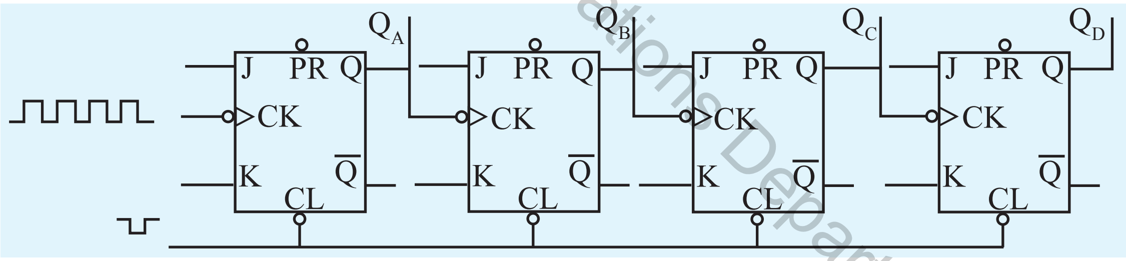
J - K පිළිපොළක ප්‍රදානයන් දෙක විවෘත පරිපථ ව ඇති විට ඒ ප්‍රදානයන් ඉහළ තර්ක තත්ත්වයේ පවතී. එවිට ඝටිකා ස්පන්ද මඟින් ප්‍රතිදානයන් වෙනස් වේ.



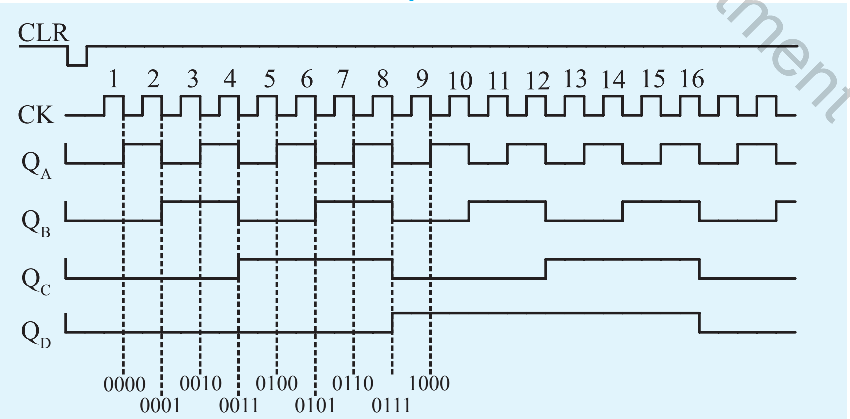
රූපය 1.133 - J-K වර්ගයේ පිළිපොළක ප්‍රදානයන් දෙක විවෘත පරිපථ ලෙස ඇති විට

අනුක්‍රමික තර්ක පරිපථයේ ඉහළට ගණිනය

J - K පිළිපොළ ශ්‍රේණියක් T වර්ගයේ පිළිපොළ ලෙස යොදා ගනිමින් ප්‍රදානයට ස්පන්ද ශ්‍රේණියක් ලබා දුන් විට ද්විමය සංඛ්‍යාවලින් ඉහළට ගණන් කිරීම කළ හැකි ය.



රූපය 1.134 -



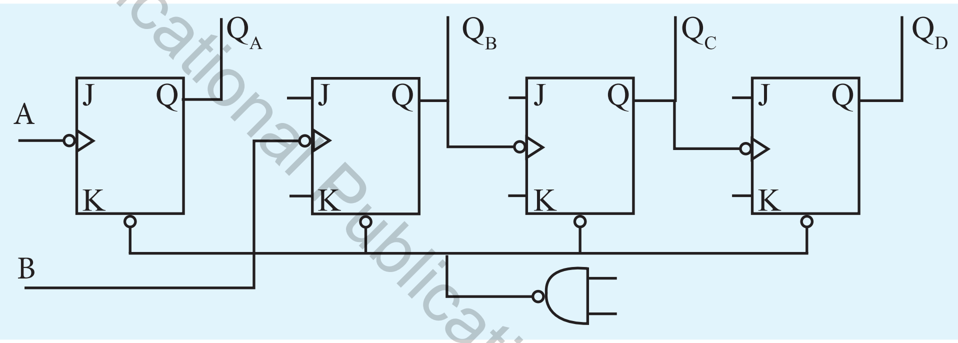
රූපය 1.135 (a) - JK පිළිපොළ 4ක් යෙදූ ඉහළට ගණිනය

Educational Publications Department

එක් එක් ඝටිකා ස්පන්දය අවසානයේ Q_A, Q_B, Q_C සහ Q_D, ප්‍රතිදාන නිරීක්ෂණය කළ විට එම අගය ද ද්විමය සංඛ්‍යා ආරෝහණ ක්‍රමයට වැඩි වන බව පෙනේ. ඒ අනුව J - K පිළිපොළ 4ක් භාවිත කර 1111 හෙවත් 15 දක්වා ඉහළට ගණන් කිරීම කර ඊළඟ ඝටිකා ස්පන්දනයේ දී (16 වන ස්පන්දනයේ දී) ශුන්‍ය වේ. එහෙත් 16 ගණන් කරන අතර එය ප්‍රදර්ශණය නො වේ.

එනම් පිළිපොළ සංඛ්‍යාව 4න් ගණන් කළ හැකි උපරිම සංඛ්‍යාව $2^4 = 16$ වේ.

මේ සඳහා 7493 සංගෘහිත පරිපථය භාවිත කළ හැකි ය. එහි J - K පිළිපොළ 4ක් ඇති අතර 3ක් සංගෘහිත පරිපථ තුළ දී සම්බන්ධ කර ඇත. තව ද CLR අග්‍ර එකට සම්බන්ධ කර NAND ද්වාරයක ප්‍රතිදානය එයට සම්බන්ධ කර ඇත. එය පහත රූපයෙන් නිරූපණය වේ.



රූපය 1.135 (b) - NAND ද්වාරයක් යෙදූ ඉහළට ගණිතය

එසේ NAND ද්වාරයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් 16 දක්වා ඕනෑම අගයක් දක්වා ගණන් කිරීමට මේ පරිපථය යොදා ගැනීමට හැකි ය.

1.12.9 කේතක සහ විකේතක (encoder and decoder)

කේතකරණය යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ තොරතුරු එක් ආකාරයක සිට තවත් ආකාරයට හැරවීම යි. මෝරෝස් සංඥා ක්‍රමය කේතකරණ ක්‍රමයට එක් උදාහරණයකි. මෝරෝස් සංඥා ක්‍රමයේ දී (morse code) ඉංග්‍රීසි හෝඩියේ එක් එක් අකුර තිත් (.) සහ (-) කිහිපයක එකතුවක් ලෙස ලියනු ලැබේ. උදාහරණ ලෙස A, B, C සහ D අකුරු මෝරෝස් සංඥා ක්‍රමයෙන් ලියන ආකාරය 1.136 (a) රූපයේ පෙන්වා ඇත. බ්‍රේල් ක්‍රමය සහ හස්ත මුද්‍රාව කේතකරණයට තවත් උදාහරණයකි.

A	•▬
B	▬•••
C	▬•▬
D	▬••

රූපය 1.136 (a) - මෝර්රෝස් සංඥා ක්‍රමය

Educational Publications Department

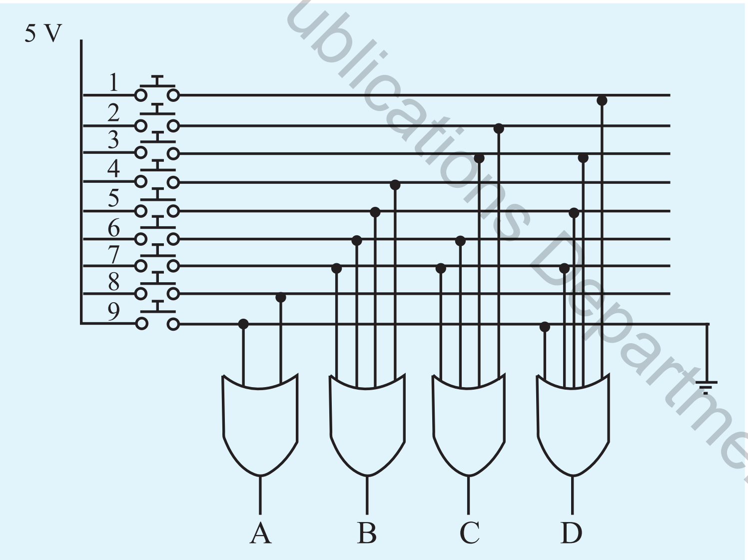
කේතකයක් (encoder) යනු කේතකරණය සඳහා භාවිත කෙරෙන ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයකි. කේතකරණය කරන ලද තොරතුරු නැවත මුල් ආකාරයට හැරවීම සඳහා භාවිත කෙරෙන පරිපථයක් විකේතකයක් (decoder) ලෙස හැඳින්වෙයි.

සංඛ්‍යා පරිගණකවල තොරතුරු හැසිරවීමේ දී සියලු තොරතුරු ද්විමය සංඛ්‍යා බවට හැරවිය යුතු ය. මේ සඳහා නොයෙකුත් කේත ක්‍රම භාවිත වේ. දශම සංඛ්‍යා ද්විමය සංඛ්‍යා බවට හැරවීම සහ ද්විමය සංඛ්‍යා දශම සංඛ්‍යා බවට හැරවීම සඳහා භාවිත කළ හැකි පරිපථ දෙකක් පිළිබඳ ව අප මෙහි දී සාකච්ඡා කරමු.

- ## දශම සංඛ්‍යා ද්විමය සංඛ්‍යා බවට හැරවීම

0 සිට 9 දක්වා දශම සංඛ්‍යා 0 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 1, 0 1 1 0, 1 0 0 0, සහ 1 0 0 1 යන ද්විමය සංඛ්‍යා ලෙස කේතකරණය කරන පරිපථයක් 1.136 (b) රූපයේ පෙන්වා ඇත.

එහි 0 සිට 9 දක්වා සංඛ්‍යා නිරූපණය කරන බොත්තම් පෙළක් ඇත. ඒ එක් එක් බොත්තම එබූ විට පරිපථයේ A, B, C සහ D යන ප්‍රතිදානවලින් අදාළ ද්විමය කේත ලැබේ.



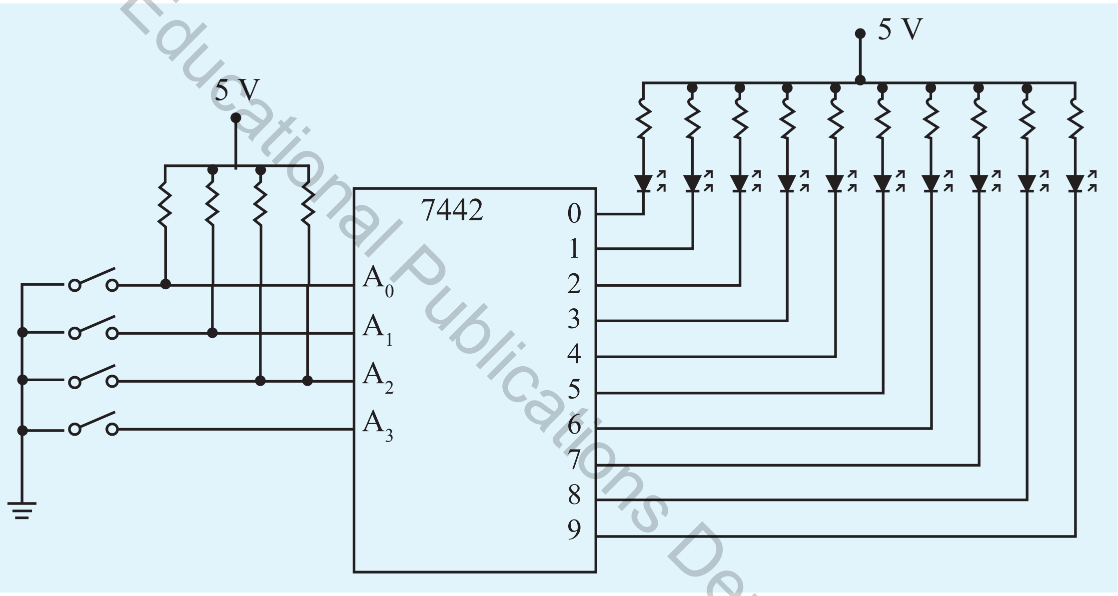
රූපය 1.136 (b) - දශම සංඛ්‍යා ද්විමය සංඛ්‍යා බවට හරවන කේතකයක්

Educational Publications Department

මෙම පරිපථයේ කිසිම බොත්තමක් ඔබා නැති විට එහි ඇති සියලුම OR ද්වාරවල සියලුම ප්‍රදාන 0 තර්කමය අවස්ථාවේ පවතියි. එවිට A B C D ප්‍රතිදානවල අගය 0 0 0 0 වෙයි. 1 නිරූපණය කරන බොත්තම එබූ විට D ප්‍රතිදානය සහිත O R ද්වාරයේ එක් ප්‍රදානයක් පමණක් 1 තර්කමය අවස්ථාවට පත්වන අතර අනෙක් සියලු ප්‍රදාන 0 අවස්ථාවේ පවතියි. එම නිසා A B C D ප්‍රතිදානවල අගය 0 0 0 1 වෙයි. මෙම ආකාරයට අනෙක් බොත්තම් එබූ විට ලැබෙන ප්‍රතිදාන ද ඔබට නිර්ණය කරගත හැකි ය.

● ද්විමය සංඛ්‍යා දශම සංඛ්‍යා බවට හැරවීම

1.136 (c) රූපයේ පෙන්වා ඇත්තේ 7442 සංගෘහිත පරිපථය භාවිතයෙන් සාදන ලද ද්විමය සංඛ්‍යා දශම සංඛ්‍යා බවට හරවන විකේතකයකි. එයට A_0, A_1, A_2 සහ A_3 යන ප්‍රදානවලට සම්බන්ධ ස්විච්ච මගින් 0 0 0 0, 0 0 0 1 ආදි ද්විමය සංඛ්‍යා ප්‍රදානය කළ හැකි ය. ස්විච්ච සියල්ල වසා ඇති විට ප්‍රදානය 0 0 0 0 වන අතර, එවිට 0 ප්‍රතිදානයට සම්බන්ධ ප්‍රකාශ විමෝචක ඩයෝඩය පමණක් දැල්වේ. ප්‍රදානය 0 0 0 1 වන විට 1 ප්‍රතිදානයට සම්බන්ධ ප්‍රකාශ විමෝචක ඩයෝඩය පමණක් දැල්වේ. මෙම ආකාරයට එක් එක් ද්විමය කේතයට අනුරූප වන දශම සංඛ්‍යා පෙන්විය හැකි ය.



රූපය 1.136 (c) - ද්විමය සංඛ්‍යා දශම සංඛ්‍යා බවට හරවන විකේතකයක්

Educational Publications Department

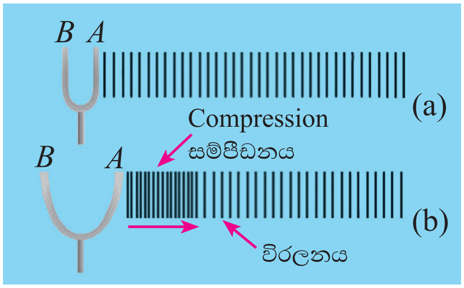
අභ්‍යාසය 3

(01) 7493 සංගෘහිත පරිපථය භාවිත කර 16ට ගණිනයක් සහ 10ට ගණිනයක් එකලස් කරන්න.

1.13 දෝලක

ජල තටාකයකට හෝ නිසල ව පවතින ජලයට යමක් විසි කළ විට ජල අංශුවල කම්පනයෙන් හෙවත් කැලඹීමකින් ජල තරංග ඇති වන බවට අත්දැකීම් ඇත. අචල ලක්ෂ්‍යයක් හරහා රිද්මයානුකූල ව දෙපසට සිදු වන චලිතය කම්පන ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එමෙන් ම එය නැවත නැවත සිදු වන හෙවත් ආවර්තීය (Periodic) චලිතයකි. තදින් ඇදි කම්බියක් හෝ නූලක් මත එක් කෙළවරකින් බලයක් යොදා අතහැරිය විට ද තරංග උත්පාදනය වේ.

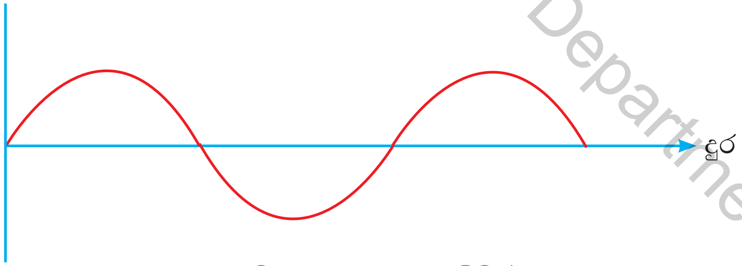
රූපය 1.137 - ජල පෘෂ්ඨයක වෘත්තාකාර රළිති ඇති වීම



රූපය 1.138 - වාතයේ ඇතිවන සම්පීඩන හා විරලන මගින් කම්පනයක් පැතිරී යෑම

Educational Publications Department

ජලය කැලඹීමකට ලක් කළ විට ජල පෘෂ්ඨය දිගේ තරංගය ප්‍රචාරණය වන නමුත් ඒ මත තබා ඇති යමක් ඉදිරියට තල්ලු කළ නොහැකි ය. ඒ අනුව ජල තරංග ප්‍රචාරණයේ දී ජල අංශු ඊට ලම්බක ව ඉහළට හා පහළට චලිත වන බව පැහැදිලි ය. අපේ කනට ඇසෙන ශබ්දය ගමන් කරනුයේ ද තරංගාකාර ව ය. තරංගයක් සතු ලක්ෂණ අතර පහත සඳහන් සාධකවලට ප්‍රමුඛත්වයක් ලැබේ. මෙම ලක්ෂණ පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට අවධානය යොමු කරමු.



රූපය 1.139 - ප්‍රතිසම සංඥාවක පරාමිතීන්

1.139 රූපයේ දක්වා ඇති තරංගයේ ධන හා සෘණ වශයෙන් අර්ධ දෙකක් පවතී. අනුයාත ධන හා සෘණ අර්ධ දෙකක් අතර දුර චක්‍රයක් ලෙස ද, සම්පූර්ණ චක්‍රයකට අයත් දුර තරංග ආයාමය ලෙස ද හඳුන්වනු ලැබේ. එක් චක්‍රයක් සම්පූර්ණය වීමට ගත වන කාලය ආවර්ත කාලය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

- තරංගයක ප්‍රවේගය (Velocity of a Wave) [v]

තරංගයක් තත්පරයක් තුළ දී ගමන් කරන දුර තරංගයක ප්‍රවේගය වේ. තරංගයක ප්‍රවේගයෙහි ඒකකය $m\ s^{-1}$ වේ.

- සංඛ්‍යාතය (Frequency) [f]

තත්පරයක දී ඇති කෙරෙන චක්‍ර සංඛ්‍යාව හෝ කම්පන ගණන සංඛ්‍යාතය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙය තත්පරයට චක්‍රවලින් (Hz) ප්‍රකාශ කෙරෙයි.

- තරංග ආයාමය (Wave Length) [λ]

මෙය තරංගයක් සඳහා වූ චක්‍රයක් මඟින් නිරූපණය කෙරෙයි. නැත හොත් එක ම පිහිටීම හා චලිත දිශාව දක්වන අනුයාත අංශු දෙකක් අතර පරතරය යි. තරංග ආයාමය මීටරවලින් (m) ප්‍රකාශ කෙරෙයි.

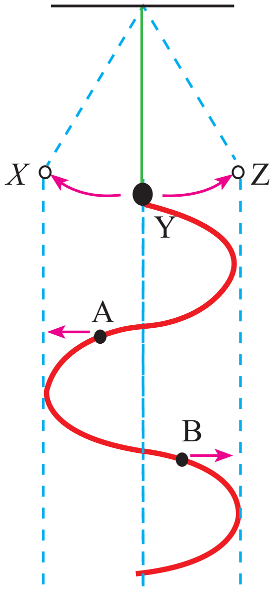
ඉහත සාකච්ඡා කරන ලද ලාක්ෂණික අතර සබඳතාව පහත ප්‍රකාශයෙන් දැක්වේ.

$v = f\lambda$

v - ප්‍රවේගය
f - සංඛ්‍යාතය
λ - තරංග ආයාමය

ඕනෑ ම වස්තුවක් පොළොවේ හෝ පිහිටුමෙන් ඉහළින් පිහිටන විට එම වස්තුවේ විභව ශක්තිය වැඩි වේ (විභව ශක්තිය = mgh).

සරල අවලම්බයක් දෝලනය කළ පසු එය දෙපසට දෝලනය වී අනුක්‍රමයෙන් නිශ්චල වේ. නිශ්චල අවස්ථාවේ සිට දෙපසට ගමන් කරන දුර විස්තාරය ලෙස සැලකුව හොත් අනුක්‍රමයෙන් විස්තාරය අඩු වී නිශ්චල තත්ත්වයකට පත් වේ. දෝලනය වීම ආරම්භක විස්තාරයෙන් ම පවත්වා ගැනීමට 1.140 රූපයේ දැක්වෙන තරංගාකාරයෙහි A හෝ B ස්ථානවල දී දක්වා ඇති දිශාවට ඉතා කුඩා බලයක් යෙදීමෙන් සිදු කළ හැකි ය.



X - අවලම්බයේ වම්පස උපරිම පිහිටුම
Y - අවලම්බයේ මධ්‍ය උපරිම පිහිටුම
Z - අවලම්බයේ දකුණත්පස උපරිම පිහිටුම

රූපය 1.140 - සරල අවලම්බයක ක්‍රියාව

Educational Publications Department

සෑම දෝලනයක දී ම මෙසේ අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට ජවයක් යෙදිය හැකි නම් පළමු විස්තාරයෙන් ම නොකඩවා දෝලනයක් ලබා ගත හැකි ය. මෙසේ නියත විස්තාරයකින් නොකඩවා දෝලනයක් ලබා ගත හැකි උපක්‍රමය **දෝලකය** ලෙස හැඳින්වේ.

ඉහත අවලම්බයේ එක් දෝලනයක් යනු Y සිට Z දක්වා ගමන් කර නැවත Z සිට X දක්වා දෝලනය වී නැවත Y කරා පැමිණීම යි.

පළමු දෝලනය සඳහා Y හි දී ලබා දෙන ශක්තිය Zවලට ගමන් කරන විට විභව ශක්තිය ලෙස ගබඩා වේ. Z සිට Y හරහා Xවලට ගමන් කරන විට Z හි දී තිබූ විභව ශක්තිය Yවල දී සම්පූර්ණයෙන් චාලක ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වී, නැවත Xහි දී විභව ශක්තිය ලෙස ගබඩා වේ. නැවත Xවල සිට Y කරා ගමන් කිරීමේ දී Xහි දී තිබූ විභව ශක්තිය චාලක ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ. මේ ශක්තිය පරිවර්තනය සිදු වීමේ දී වායුවේ ප්‍රතිරෝධය, අවලම්බය රඳවා ඇති විවර්තනියේ ඝර්ෂණය ආදිය නිසා ක්‍රමයෙන් ශක්තිය හානි වන නිසා විස්තාරය අඩු වී යයි. මෙහි දී විභව ශක්තිය, චාලක ශක්තිය ලෙසත්, චාලක ශක්තිය විභව ශක්තිය ලෙසත් නොකඩවා විචලනයකට ලක් වේ. එලෙස ශක්තිය විභව හා චාලක ශක්තිය ලෙස හුවමාරු වීම දෝලනයක් ලෙස දැක්විය හැකි ය. එමෙන් ම දෝලනයෙන් විස්තාරය නියත ව තබා ගැනීමට හානි වන ශක්තියට සමාන ශක්තියක් යෙදිය යුතු බවත් පැහැදිලි වේ.

විදුලි බලය උපයෝගි කර ගනිමින් විවිධ රටාවලට රශ්මාලා නිකුත් කරන පරිපථ නිර්මාණය කොට ඇත්තේ දෝලක පරිපථ යොදා ගැනීමෙනි. එමෙන් ම ගුවන්විදුලි රූපවාහිනී යන්ත්‍රවල මෙන් ම වෙනත් සංකීර්ණ පරිපථවල ද දෝලක යොදා ගැනෙයි.

ඔරලෝසු (clock), කාල යන්ත්‍ර (timers), සංඥා උත්පාදක (alarms), ඉලෙක්ට්‍රොනික සංගීත උපකරණවල ද (electronic musical instrument) සංඥා ජනකය (signal generator) දෝලනේක්ෂය වැනි මිනුම් උපකරණවල ද ක්‍රියාකාරීත්වය පදනම් ව ඇත්තේ දෝලක ක්‍රියාව පදනම් කරගෙන ය.

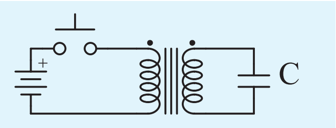
මේ අනුව දෝලක මඟින් විවිධ හැඩයෙන් යුත් තරංග නිපදවා ගත හැකි වෙයි. උදාහරණ ලෙස,

- සයිනාකාර තරංග - (Sine wave)
- ත්‍රිකෝණාකාර තරංග - (Triangle wave)
- කියත් දැති ආකාරයේ තරංග - (Sawtooth wave)
- ස්පන්ද ආකාර තරංග - (Pulse wave)

විද්‍යුත් පරිපථ භාවිතයෙන් ද මෙසේ ශක්තිය හුවමාරුවක් සිදු කරමින් දෝලනය ඇති කළ හැකි ය. මේ දෝලනය හේතුවෙන් වෝල්ටීයතා තරංග ජනනය වේ. මේ සඳහා සරල උදාහරණයක් සලකා බලමු.

Educational Publications Department

ධාරිත්‍රක, ප්‍රේරක සමාන්තරගත පද්ධතියකට, මොහොතක කාලයක් විදුලිය සපයන අවස්ථාවක් ගනිමු. මෙම කාලය තුළ දී ධාරිත්‍රකය සහ ප්‍රේරකය හරහා ධාරාවක් ගමන් කිරීමට උත්සාහ දරන අතර, එහි දී ප්‍රේරකය වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් වර්ධනය වන අතර ධාරිත්‍රකයේ තහඩු ආරෝපණය වේ. ධාරිත්‍රකය දෙපස වෝල්ටීයතාව ක්ෂණයකින් වැඩි වන නිසා සැපයුම නතර වූ පසු ධාරිත්‍රකය විසර්ජනය කරමින් ප්‍රේරකය වටා චුම්බක ශ්‍රාවය තව දුරටත් වර්ධනය වේ. විසර්ජනය වී අවසන් වූ විට චුම්බක ක්ෂේත්‍රය පවත්වා ගැනීමට වෝල්ටීයතාවක් නැති නිසා ශ්‍රාවය බිඳ හෙළනු ලැබේ. බිඳ හෙළන ශ්‍රාවයෙන් නැවත ප්‍රේරිත වෝල්ටීයතාවක් සෑදේ. එමගින් ධාරාවක් නිපදවා එම ධාරාව මගින් ධාරිත්‍රකය විරුද්ධ දිශාවට ආරෝපණය කරයි. රූපය 1.141 මගින් එවැනි පරිපථයක් දැක්වේ.

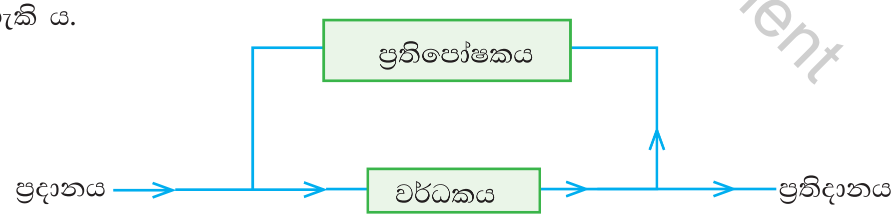


රූපය 1.141 -

මෙසේ ශක්තිය එක් වරෙක ධාරිත්‍රකයටත් තවත් වරෙක ප්‍රේරකයටත් හුවමාරු වන අතර ශ්‍රාවය කාන්දු වීම් සහ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධය නිසා සිදු වන ශක්ති හානි හේතුවෙන් ක්‍රම ක්‍රමයෙන් ගලා යන ධාරාව අඩු වී ශූන්‍ය වේ.

ප්‍රථමයෙන් විස්තර කරන ලද යාන්ත්‍රික දෝලකයක මෙන් තෝරා ගත් මොහොතක මෙම පරිපථයට අවශ්‍ය ප්‍රමාණයෙන් ජවයක් ලබා දුන හොත් දෝලනය නොකඩවා පවත්වා ගත හැකි ය. ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ස්විච්චිකරණය කිරීමෙන් මේ ජවය ලබා දිය හැකි ය.

මෙසේ ප්‍රතිදානයෙන් ප්‍රදානය වෙත වෝල්ටීයතාවක් හෝ ධාරාවක් හෝ ලබා දීම ප්‍රතිපෝෂණය ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී දෝලනය නොකඩවා සිදු කිරීමට ලබා දෙන ප්‍රතිපෝෂණය ධන ප්‍රතිපෝෂණයක් විය යුතු ය. ධන ප්‍රතිපෝෂණයක් යනු L, C අනුනාද පද්ධතිය තුළ ධාරාව ගමන් කරන දිසාවට ම ධාරාව ගමන් කළ හැකි වන පරිදි ප්‍රතිපෝෂණ ලබා දීම යි. එනම්: යම් ප්‍රතිදානයක් ලබා ගැනීමට ප්‍රතිදානය කරන ලද සංඥාවට සමාන සංඥාවක් ලබා දීම යි. ඉහත පරිපථය අනුව 1.142 රූපයේ පරිදි කැටි සටහනක් නිර්මාණය කළ හැකි ය.

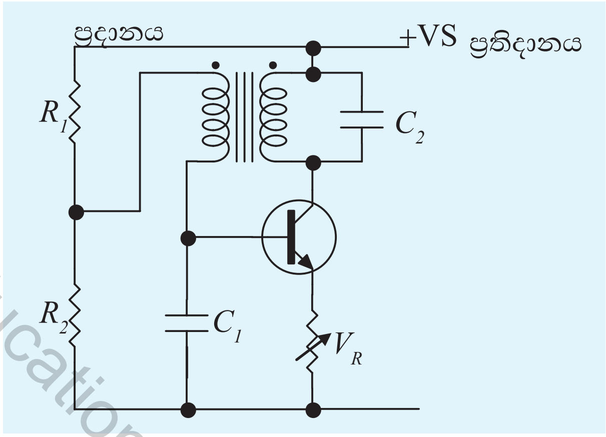


රූපය 1.142 - ප්‍රතිපෝෂණය යෙදූ වර්ධකයක කැටි සටහන

කැටි සටහන අනුව වර්ධක ප්‍රතිදානයෙන් කුඩා කොටසක් වර්ධකය වෙත ලබා දී වර්ධනය කර ගත් සංඥාවක් ලබා ගන්නා අතර, එයින් ඉතා සුළු කොටසක් නැවත ප්‍රදානය වෙත ලබා ගනී. මෙසේ ලබා දෙන කොටස පළමු ප්‍රතිදානය ම ලබා ගත හැකි වන ප්‍රතිදානයකි. 1.141 රූපයෙන් දැක්වෙන පරිපථයෙන් ප්‍රතිදානය වන්නේ සයිනාකාර තරංගයකි.

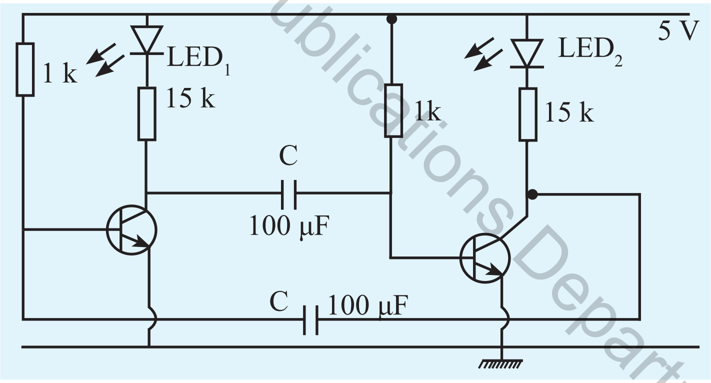
Educational Publications Department

ස්විච්චිකරණය කරන අවස්ථාව නිවැරදි ව ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රතිදානයෙන් ඉතා සුළු කොටසක් ප්‍රදානය වෙත ලබා දී එම ප්‍රදානය මගින් ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විචීකරණය කිරීම සාමාන්‍ය ක්‍රමය යි.



රූපය 1.143 (a) - ප්‍රතිපෝෂණය යෙදූ දෝලක පරිපථය

L.E.D භාවිතයෙන් ක්‍රියා කරන රැස් මාලා ක්‍රියා කෙරෙනුයේ දෝලක ක්‍රියාව ආධාරයෙනි.



රූපය 1.143 (b) - ට්‍රාන්සිස්ටර භාවිත පිළිපොළක්

1.143 (b) රූපයේ දක්වා ඇති පරිපථය එකලස් කොට 3 V සැපයුමක් ලබා දී S ස්විච්චය සංවෘත කරන්න. එහි දී LED_1 හා LED_2 වරින් වර දැල්වෙමින් හා නිවෙමින් මාරුවෙන් මාරුවට ආලෝකය නිකුත් කෙරෙන බව නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය.

මෙම පරිපථයේ C හි අගය වෙනස් කොට ප්‍රතිඵලය නිරීක්ෂණය කරන්න. C නමැති ධාරිත්‍රකයේ අගය වැඩි කළ විට LED දැල්වී ඇති හා නිවී ඇති කාල පරාසය වැඩි වන බව පෙනෙයි.

ඉන් පසු C අගය වෙනස් නොකර R ප්‍රතිරෝධකයේ අගය සුළු වශයෙන් වෙනස් කොට (18 kΩ) පරිපථයෙහි ක්‍රියාකාරීත්වය නිරීක්ෂණය කරන්න. නිරීක්ෂණ මත නිගමන ඉදිරිපත් කරන්න. R ප්‍රතිරෝධකයේ අගය අඩු කළ විට LED දැල්වී හා නිවී ඇති කාල සීමාව අඩුවන බව පෙනෙයි.

Educational Publications Department

ඉහත ඔබ විසින් අත්හදා බලනු ලැබූයේ දෝලක පරිපථයකි. එම පරිපථයේ ක්‍රියාකාරී කාලය R හෝ C හි අගය මත රඳා පවතින බව මෙ මගින් තහවුරු කරගත හැකි වෙයි. මෙය RC දෝලකයක් සඳහා සරල උදාහරණයකි.

1.13.1 අනුනාදය (Resonance)

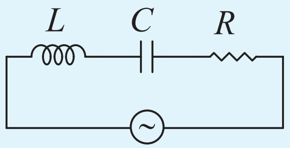
R - C දෝලකයක දෝලන සංඛ්‍යාතය එහි, අනුනාදී සංඛ්‍යාතයට සමාන වන බැවින් අනුනාදය පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට විමසා බලමු.

යම් කම්පන උත්පාදකයක ඇති කෙරෙන කම්පන සංඛ්‍යාතයට සමානව තවත් කම්පන සංඛ්‍යාතයක් ජනනය වීමේ ක්‍රියාවලිය **අනුනාදය** ලෙස දැක්විය හැකි ය. දෝලක පරිපථවල අනුනාදය ඇති කෙරෙනුයේ ධාරා හෝ වොල්ටීයතාවල සංඛ්‍යාතයන් එකම පරිපථයක් තුළ දී ශක්තීන් ලෙස හුවමාරු වීමේ ක්‍රියාවලියකින් බව මීට පෙර තහවුරු කර ඇත. මෙලෙස උප පරිපථයක ශක්ති හුවමාරුවේ දී දෝලනය උපරිම වනුයේ අනුනාදී අවස්ථාවේදී ය. මේ අනුව L - R - C අනුනාදී පරිපථ වර්ග දෙකක් භාවිත කෙරෙයි. එනම්,

විදුලි පරිපථයක ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය ධාරිතා ප්‍රතිබාධනයට සමාන වන විට එම පරිපථය අනුනාදි පරිපථයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

- ශ්‍රේණිගත අනුනාදී පරිපථ
- සමාන්තරගත අනුනාදී පරිපථ

ශ්‍රේණිගත අනුනාදී පරිපථ



L - ප්‍රේරකය
C - ධාරිත්‍රකය
R - ප්‍රතිරෝධකය

රූපය 1.144 - LRD ශ්‍රේණිගත පරිපථය

Educational Publications Department

මෙහි දී L, R, C උපාංග සම්බන්ධව පවතිනුයේ ශ්‍රේණිගතව ය. L, R, C පරිපථ සම්බන්ධයෙන් පහත කරුණු කිහිපයක් විමසා බලමු.

- ප්‍රතිරෝධකයක් වෙත ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට වෝල්ටීයතාව හා ධාරාව සමකලාවේ පිහිටයි.
- ධාරිත්‍රකයක් වෙත ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට වෝල්ටීයතාවට 90^0 ඉදිරියෙන් ධාරාව පිහිටයි.
- ප්‍රේරකයක් වෙත ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළ විට වෝල්ටීයතාවට 90^0 පිටුපසින් ධාරාව පිහිටයි.

ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය $(X_L) = 2\pi f L$

ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය $(X_C) = \dfrac{1}{2\pi f C}$

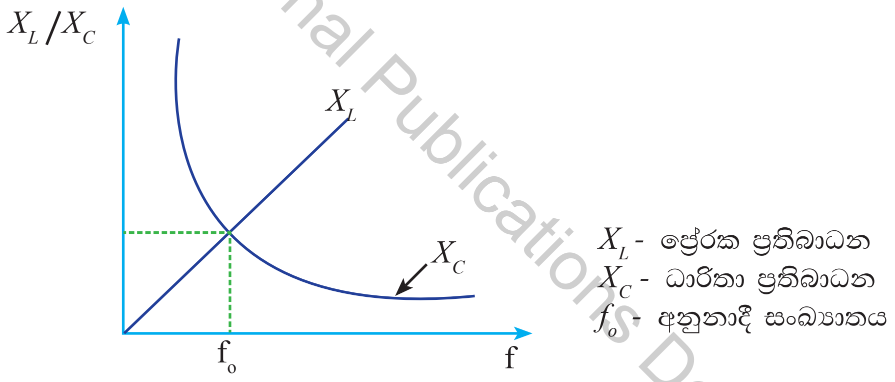
අනුනාදි සංඛ්‍යාතය f_o නම්, හා උපරිම අනුනාදි අවස්ථාවේ $X_L = X_c$ නිසා

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f_o^{\,2} = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

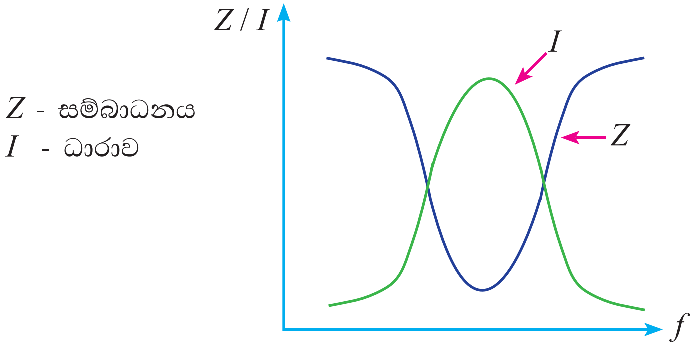
ප්‍රේරකයක ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය X_L ලෙසත්, ධාරිත්‍රකය ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය X_C ලෙසත් සංඛ්‍යාතයට එදිරි ව ප්‍රස්තාරගත කළ විට පහත ආකාර වෙයි.



රූපය 1.145 - ශ්‍රේණිගත අනුනාදී පරිපථයක ප්‍රේරක හා ධාරිතා ප්‍රතිබාධන සංඛ්‍යාතය සමඟ වෙනස් වන ආකාරය

අනුනාදි අවස්ථාවේ දී $X_L = X_C$ නිසා අනුනාදි සංඛ්‍යාතය X_L හා X_C ඡේදීය ලක්ෂ්‍යය මඟින් සොයා ගත හැකි වෙයි. එමෙන් ම $X_L = X_C$ නිසා ශ්‍රේණිගත අනුනාදී පරිපථයක එම අවස්ථාවේ සම්බාධනය Z අවම වන අතර, පරිපථයේ ගලන ධාරාව උපරිම වේ.

Educational Publications Department

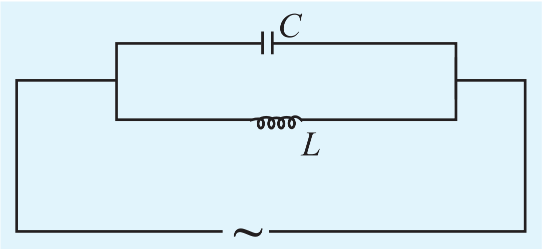


රූපය 1.146 - ශ්‍රේණිගත අනුනාදී පරිපථයක සම්බාධනය සහ ධාරාව සංඛ්‍යාතය සමඟ වෙනස් වන ආකාරය

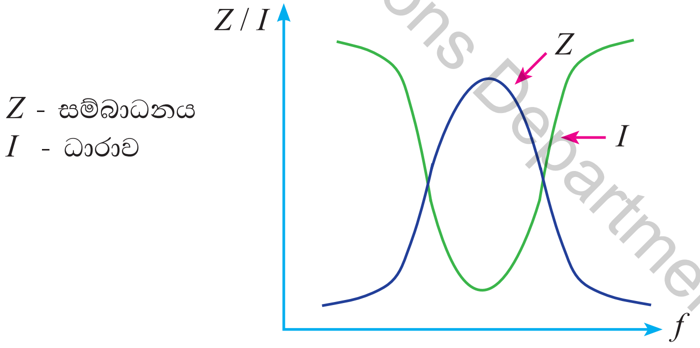
Educational Publications Department

• සමාන්තරගත අනුනාදි පරිපථ

1.147 රූපය මඟින් දක්වා ඇත්තේ සමාන්තරගත LC පරිපථයකි. මෙහි ප්‍රේරකය *L* හා ධාරිත්‍රකය *C*වල *V* ට එදිරි ව *I*වල පිහිටීම ප්‍රතිවිරුද්ධ ව ක්‍රියා කෙරෙයි. එමෙන් ම මෙවැනි පරිපථවල සම්බාධනය උපරිම නිසා ධාරාව අවම වේ. සංඛ්‍යාතයට එදිරි ව සම්බාධනය හා ධාරාව 1.147 රූපය මඟින් දක්වා ඇත.



රූපය 1.147 - LRC සමාන්තරගත පරිපථ



රූපය 1.148 - සමාන්තර අනුනාදී පරිපථයක සම්බාධනය සහ ධාරාව සංඛ්‍යාතය සමඟ වෙනස් වන ආකාරය

1.13.2 දෝලක වර්ග

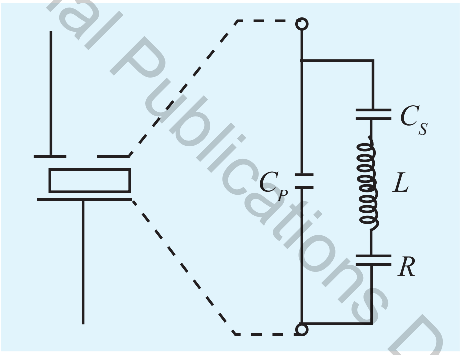
සයිනාකාර තරංග ලබා ගත හැකි දෝලක ප්‍රධාන වශයෙන් වර්ග තුනකට බෙදේ.

1. ප්‍රතිරෝධ - ධාරිත්‍රක දෝලක
2. ප්‍රේරක - ධාරිත්‍රක දෝලක
3. ක්‍රිස්ටල් - දෝලක

ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල දෝලන කාලාවර්තය නිරූපණය කරනු ලබන උපාංගය වනුයේ ප්‍රතිරෝධක - ධාරිත්‍රක සම්බන්ධතා (R - C), ප්‍රේරක - ධාරිත්‍රක සම්බන්ධතා (L - C) හෝ ක්‍රිස්ටල් ය.

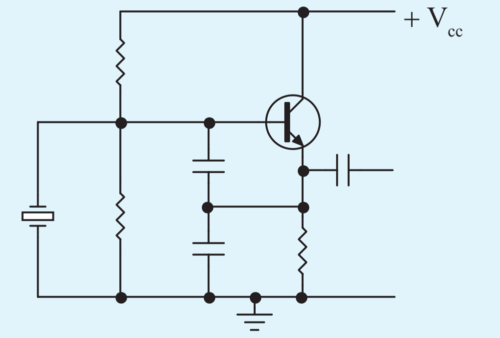
● ක්‍රිස්ටල් දෝලක

ස්වභාවයේ පවතින සමහර ස්ඵටිකවලින් ලබා ගත් තුනී පතුරක් පීසො විද්‍යුත් ක්‍රියාව (Piezo electic effect) දක්වන බැවින් එවැනි තුනී පතුරක් කම්පනය කළ විට වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගත හැකි වේ. ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ලබා දුන් විට එම පතුර කම්පනය වේ. ස්ඵටික පතුරේ ඝනකම මත එය කම්පනය වන සංඛ්‍යාතය රඳා පවතී. පතුරු සිහින් වන විට කම්පන සංඛ්‍යාතය වැඩි වන අතර පතුරේ ඝනකම වැඩි වන විට කම්පන සංඛ්‍යාතය අඩු වේ. මෙසේ කපාගත් ක්‍රිස්ටල් පතුරක ධාරිත්‍රක ගුණ, ප්‍රේරක සහ ප්‍රතිරෝධක ගුණ පවතී. එබැවින් ක්‍රිස්ටලයක් L, R, C උපාංග තුනක් (C_S, L, R) ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ වූ ලෙසට සැලකිය හැකි ය. එම ක්‍රිස්ටලයට සවි කිරීමට යොදා ගන්නා ලෝහ පතුරු දෙක ඉහත පද්ධතියට සමාන්තරගත වූ ධාරිත්‍රකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මෙවැනි ක්‍රිස්ටල් පතුරක් සංඛ්‍යාතය නිර්ණය කිරීම සඳහා භාවිත කළ හැකි ය.



රූපය 1.149 - ක්‍රිස්ටලයක සමක පරිපථය

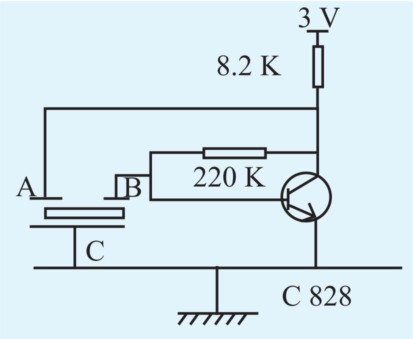
1.149 රූපයෙන් ක්‍රිස්ටලයක් සහ එහි හැසිරීම නිරූපනය කරන LCR පරිපථය ද, 1.150 (b) රූපයෙන් එවැනි ක්‍රිස්ටලයක් යෙදූ දෝලකයක් ද දැක්වේ. මෙම දෝලකවලින් 100 MHz දක්වා සංඛ්‍යාතයක් ලබා ගත හැකි අතර එය ඉතා ස්ථායී වේ. එබැවින් නියත සංඛ්‍යාතයක් අවශ්‍ය ඔරලෝසු, ස්පන්ද ජනක, කාලන පරිපථ වැනි පරිපථවල ක්‍රිස්ටල් දෝලක භාවිත වේ.



රූපය 1.150 - ක්‍රිස්ටලයක් යෙදූ දෝලක පරිපථය

Educational Publications Department

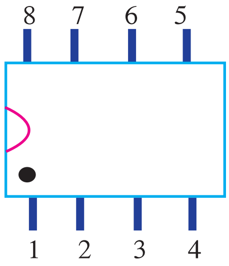
ක්‍රිස්ටල් යෙදූ මුමුවක පරිපථයක් 1.151 රූපයෙන් දැක්වේ.



රූපය 1.151 - ක්‍රිස්ටල් යෙදූ මුමුවක්

1.13.3 NE 555 සංගෘහිත පරිපථ

දෝලකවලින් තරංග හැඩ ජනනය කළ හැකි වේ. එමෙන් ම සංගෘහිත පරිපථය ආධාර කර ගෙන විවිධ තරංග හැඩ ජනනය කර ගත හැකි වේ. 555 සංගෘහිත පරිපථයක අග්‍ර හඳුනා ගැනීම හා අග්‍ර නම් කිරීම කර ඇති ආකාරය සඳහා බලමු.



රූපය 1.152 - සංගෘහිත පරිපථයක අග්‍ර හඳුනා ගැනීම

555 සංගෘහිත පරිපථයක අග්‍ර 8ක් තිබේ. 600 mW පමණ ජවයක් ඇති කෙරෙන අතර, 18 V උපරිම වෝල්ටීයතාවකට ඔරොත්තු දෙයි. සංගෘහිත පරිපථයේ බාහිර ආවරණය මත අංක 1 අග්‍රය හඳුනා ගැනීම සඳහා රූපයේ තිතක ආකාර සලකුණක් යොදා ඇත. ඒ අග්‍රය අග්‍ර 1 ලෙස නම් කොට වාමාවර්ත ව 2, 3, ... යනාදි ලෙස නම් කෙරෙයි.

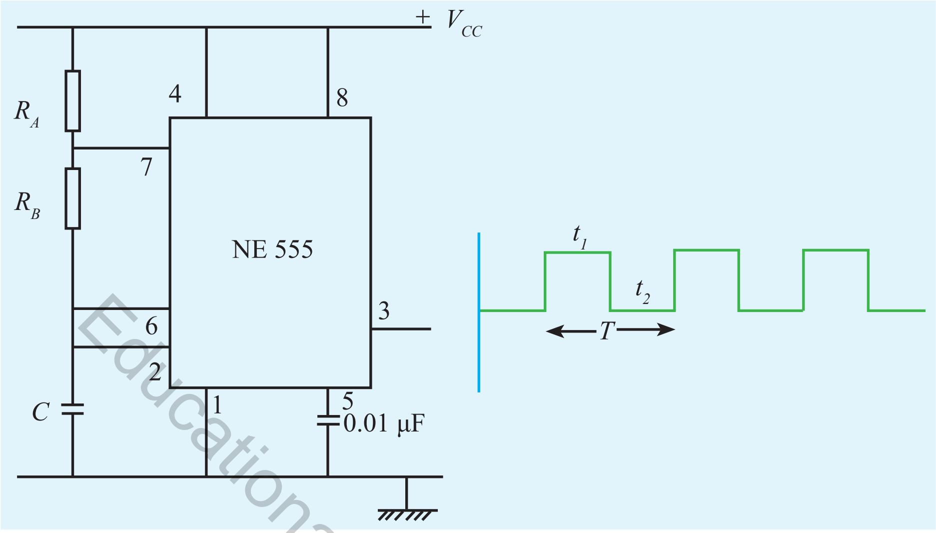
1 - භූගත අග්‍රය
2 - පූර්ණ සංඥා ප්‍රදානය
3 - ප්‍රතිදානය
4 - නැවත යථා තත්ත්වයට පත් කිරීම

5 - භූගත අග්‍රය
6 - පූර්ණ සංඥා ප්‍රදානය
7 - විසර්ජන අග්‍රය
8 - නැවත යථා තත්ත්වයට පත් කිරීම

NE555 සංගෘහිත පරිපථය සමග අවශ්‍ය අගයන්ගෙන් යුත් ප්‍රතිරෝධක හා ධාරිත්‍රකයක් 1.153 රූපය පරිදි සම්බන්ධ කිරීමෙන් දෝලකයක් සකසා ගත හැකි ය.

Educational Publications Department

● NE 555 යෙදූ අස්ථායි බහු කම්පකය



රූපය 1.153 - අස්ථායි බහු කම්පකය

මෙම පරිපථයේ R_A හා R_B හරහා ධාරිත්‍රකය (C) ආරෝපණය වෙයි. විසර්ජනය R_B හරහා සිදුවේ. මෙහි විසර්ජනය සැපයුම් විභවයෙන් $\frac{1}{3}$ ක් වන තෙක් ($\frac{1}{3} V_{CC}$) සිදු කෙරෙන අතර ආරෝපණය සැපයුම් විභවයෙන් $\frac{2}{3}$ වන තෙක් $\frac{2}{3} V_{CC}$ සිදු වේ.

ආරෝපණය R_A හා R_B හරහා සිදු වන නිසා එම කාලය t_1 නම්,

$t_1 \approx .693\ (R_A + R_B)\ C$ ද

විසර්ජනය R_B හරහා පමණක් සිදු වන නිසා එම කාලය t_2 නම්,

$t_2 \approx .693\ (R_B)\ C$

මුළු කාලය $T = t_1 + t_2$ නිසා

$= .693\ (R_A + R_B)\ C + .693\ (R_B)\ C$

$= .693\ C\ (R_A + 2R_B)\ C$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.69C\ (R_A + 2R_B)} = \frac{1.44}{C\ (R_A + 2R_B)}$$

මෙම සමීකරණය අනුව කාලාවර්තය, R - C කාල පරිපථයේ සංඛ්‍යාතය, ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වීම හා විසර්ජනය වීම මත ප්‍රතිදානය විචලනය වන බව පෙනෙයි. එනම්: අංක 3 ප්‍රතිදාන අගයේ ස්ථායී අගයක නො පැවතෙමින් නොනවත්වා උපරිම හා අවම අගයන් දෙක අතර දෝලනය වන බව පැහැදිලි වේ. එහි තරංගාකාරය රූපය 1.153 මගින් අංක 3 ප්‍රතිදාන අග්‍රය ඉදිරියෙන් පෙන්වා ඇත.

Educational Publications Department

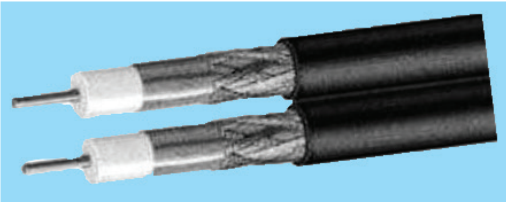
1.14 විදුලි සංදේශන අවශ්‍යතා සඳහා ප්‍රතිසම සංඥා සහ සංඛ්‍යාංක සංඥා යොදා ගැනීම

ස්ථාන දෙකක් අතර පණිවිඩ හා තොරතුරු සන්නිවේදනය සඳහා රැහැන් යොදා ගෙන සිදු කෙරෙන විදුලි සන්දේශනය හෙවත් මං සම්ප්‍රේෂණය (line transmisson) භාවිත කළ හැකි වුව ද ඒ ක්‍රමය වඩාත් යෝග්‍ය වන්නේ කෙටි දුරක් සඳහා තොරතුරු හුවමාරු කර ගැනීම සඳහා ය. එමෙන් ම මං සම්ප්‍රේෂණයේ දී විවිධ භූ විෂමතා හේතුවෙන් සන්නායක මාර්ග භාවිත කිරීම අසීරු වේ. තව ද සන්නායක මාර්ග භාවිත කොට තරංග සම්ප්‍රේෂණයේ දී විවිධ ආකාරයෙන් ජව හානි ඇති වේ.

ගුවන්විදුලි තරංග මගින් දුර පිහිටි ස්ථානයන් අතර ඉතා පහසුවෙන් තොරතුරු සම්ප්‍රේෂණය කළ හැකි වේ. ගුවන් විදුලි තරංග විසුරුවා හැරීම සඳහා ප්‍රභවයන් අවශ්‍ය වන අතර එවැනි ප්‍රභවයක් **සම්ප්‍රේෂකයක්** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. සම්ප්‍රේෂකය මගින් තොරතුරු විද්‍යුත් චුම්බක තරංග සමඟ මුසු කර විසුරුවා හැරීම සඳහා උස් කුලුනු මත සවි කෙරුණු ඇන්ටනා භාවිත කෙරෙයි. සම්ප්‍රේෂකයක් මගින් විසුරුවා හරිනු ලබන තරංග ප්‍රතිග්‍රහණය කර ගැනීම සඳහා **ආදායකයක්** ද අවශ්‍ය වේ. විදුලි සන්දේශන කාර්යයන් සඳහා භාවිත කෙරෙන දුරකථන වැනි උපාංගවල සම්ප්‍රේෂයක් හා ආදායකයක් අන්තර්ගත ව ඇත. විදුලි සන්දේශන අවශ්‍යතා භාවිත ක්‍රම දෙකක් වන මං සම්ප්‍රේෂණය සහ ගුවන්විදුලි සම්ප්‍රේෂණය (radio transmisson) පිළිබඳ ව මෙතැන් සිට සාකච්ඡා කෙරෙයි.

1.14.1 මං සම්ප්‍රේෂණය (line transmisson)

රැහැන් භාවිතයෙන් විදුලි සංඥා සම්ප්‍රේෂණය කිරීමේ දී පරිපථයක් සම්පූර්ණ කිරීම සඳහා සන්නායක කම්බි දෙකක් අවශ්‍ය වේ. සාමාන්‍යයෙන් මේ සඳහා භාවිත වන රැහැන් සාදා ඇත්තේ එකිනෙකට සමාන්තර ව ය. මේ හැරෙන්නට, සම අක්ෂක රැහැන් ලෙස හැඳින්වෙන එක් සන්නායකයක් සිලින්ඩරාකාර ව ද, අනෙක් සන්නායකය ඒ සිලින්ඩරයේ අක්ෂය දිගේ තැබූ කම්බියක් ලෙස ද සකස් කළ රැහැන් ද භාවිත වේ.



(a) සමාන්තර සන්නායක

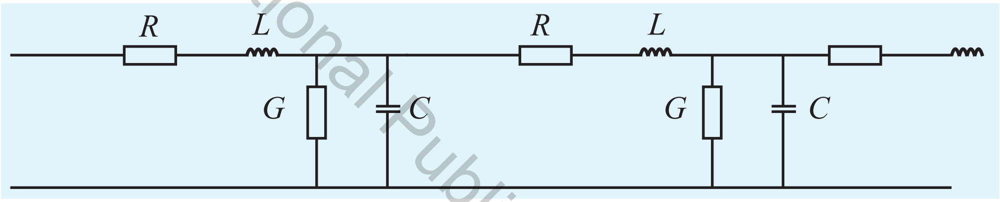
(b) සම අක්ෂක (coaxial)

රූපය 1.154 - සංඥා සම්ප්‍රේෂණය සඳහා භාවිත වන රැහැන් වර්ග

Educational Publications Department

මෙම ඕනෑ ම ආකාරයක රැහැනක් දිගේ සංඥාවක් ගමන් කිරීමේ දී සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය නිසා සංඥාවේ විස්තාරය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. මේ හැරෙන්නට සන්නායක දෙක එකිනෙකට ඉතා ආසන්නව පිහිටීම නිසා එක් සන්නායකයක සිට අනෙකට ඇති වන ඉතා සුළු විදුලිය කාන්දු වීම ද සංඥාවේ විස්තාරයට බලපායි. ඉහළ සංඛ්‍යාත සහිත සංඥා සම්ප්‍රේෂණයේ දී වැදගත් වන තවත් සාධක දෙකක් වන්නේ එක් එක් සන්නායකයේ ස්වයංප්‍රේරතාව සහ සන්නායක දෙක ධාරිත්‍රකයක තහඩු දෙකක් ආකාරයෙන් ක්‍රියා කිරීම නිසා ඇති වන ධාරණාව යි.

මේ සාධක සංඥා සම්ප්‍රේෂණය සඳහා බලපාන ආකාරය ගණනය කිරීම සඳහා භාවිත කරන රැහැනක කුඩා කොටසක ආකෘතියක් 1.154 රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙහි R මගින් සන්නායක කොටසේ ප්‍රතිරෝධය, L මගින් සන්නායක කොටසේ ස්වයංප්‍රේරතාව, G මගින් කාන්දු සන්නායකතාව සහ C මගින් ධාරාණාව නිරූපණය වේ. එය 1.154 රූපය මගින් දක්වා ඇත.



රූපය 1.154 - රැහැනක කුඩා කොටසක් නිරූපණය කරන ආකෘතියක්

Educational Publications Department

සංඥාවේ සංඛ්‍යාතය මත ප්‍රතිරෝධය සහ කාන්දු සන්නායකතාව නිසා ඇති වන බලපෑම රඳා නොපවතින නමුත් ප්‍රේරතාව සහ ධාරණාව නිසා ඇති වන ප්‍රතිබාධනය සංඛ්‍යාතය මත රඳා පවතී.

සංඛ්‍යාතය f වූ සංඥාවක් මත ප්‍රේරතාව L වූ ප්‍රේරකයක් නිසා ඇති වන ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය (X_L) පහත සමීකරණය මගින් දෙනු ලැබේ.

$$X_L = 2\pi f \mathrm{L}$$

සාමාන්‍ය රැහැනක, පහළ සංඛ්‍යාත සහිත සංඥා සඳහා මේ ප්‍රතිබාධනය ප්‍රතිරෝධයට සාපේක්ෂ ව නොසලකා හැරිය හැකි ය. එහෙත් ඉහළ සංඛ්‍යාතවල දී ප්‍රතිබාධනය ප්‍රතිරෝධයට සාපේක්ෂ ව විශාල අගයක් ගනු ලැබේ.

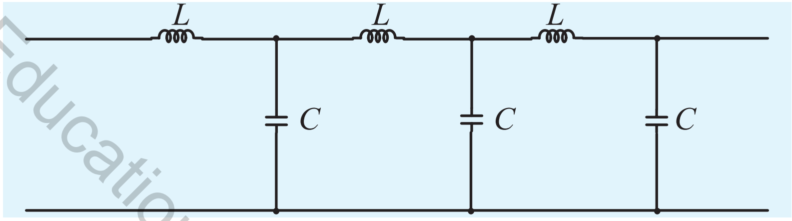
සංඛ්‍යාතය f වූ සංඥාවක් මත ධාරණාව C වූ ධාරිත්‍රකයක් නිසා ඇති වන ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය (X_C) පහත සමීකරණය මගින් දෙනු ලැබේ.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \mathrm{C}}$$

කුඩා සංඛ්‍යාත සහිත සංඥා සඳහා මේ ප්‍රතිබාධනය ඉතා විශාල අගයක් ගනු ලැබේ. ධාරිතාව පවතින්නේ සන්නායක දෙක අතර බැවින්, ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය ඉතා විශාල වන

විට එමගින් සංඥාවේ සම්ප්‍රේෂණයට ඇති වන බලපෑම නොගිණිය හැකි තරම් කුඩා වේ. ඉහළ සංඛ්‍යාතවල දී ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය අඩු වන අතර එමගින් එක් සන්නායකයකින් අනෙක් සන්නායකයට විදුලිය ගලා යෑමක් සිදු වේ. මේ නිසා ධාරිතා ප්‍රතිබාධනය මගින් සංඥාවේ සම්ප්‍රේෂණයට සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති කෙරෙයි.

ඉහළ සංධ්‍යාතවල දී R සාපේක්ෂ ව L හි ප්‍රතිබාධනය ද, G ට සාපේක්ෂ ව C හි ප්‍රතිබාධනය ද විශාල වන නිසා R සහ G නොසලකා හැරීමෙන් රැහැන් සඳහා වූ ආකෘතිය 1.155 රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට සරල කර ගත හැකි ය.



රූපය 1.155 - ඉහළ සංඛ්‍යාතවල දී රැහැනක කුඩා කොටසක් නිරූපණය කරන ආකෘතියක්

Educational Publications Department

මීළඟට මේ සමක පරිපථ ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමකට සම්බන්ධ කළ විට සිදු වන තත්ත්වයන් විමසා බලමු.

ශුද්ධ ප්‍රේරකයක් වෙතට ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් සැපයූ විට ප්‍රේරකය වටා ඇති වන චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ධන (+) හා ඍණ (−) අර්ධ චක්‍රවල දී වර්ධනය වීම හා හැකිලීම අඛණ්ඩ ව සිදු වේ. මෙහි දී චුම්බක ස්‍රාවය හානි නො වේ යැයි සැලකූ විට ප්‍රේරකය තුළ ශක්ති හානියක් සිදු නොවන බවට උපකල්පනය කළ හැකි ය.

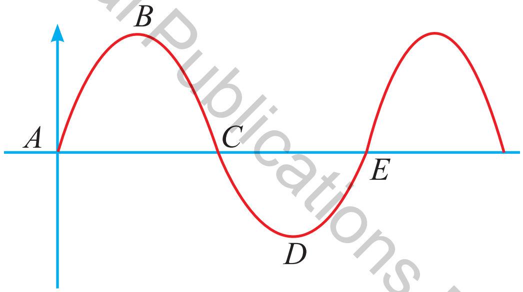
ධාරිත්‍රකයක් වෙත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ලබා දුන් විට ධන (+) හා ඍණ (—) අර්ධ චක්‍රවල දී ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වීම හා මාර්ගයට විසර්ජනය වීම නොකඩවා සිදු වේ. ධාරිත්‍රකය තුළින් කාන්දු වීමක් සිදු නො වේ නම් ශක්ති හානියක් ද ඇති නො වේ. මෙවැනි සම්ප්‍රේෂණ මාර්ග හානි රහිත සම්ප්‍රේෂණ මාර්ග (loss freeline) ලෙස හැඳින්වෙයි. ඒ අනුව අධි සම්ප්‍රේෂණ මාර්ගයක ශක්ති හානිය නොවන බව සෛද්ධාන්තික ව දැක්විය හැකි ය. මෙවැනි මාර්ගයක් දිගේ අධි සංඛ්‍යාත සංඥාවක් ගමන් කරන විට ප්‍රේරකය වටා ඇති වන චුම්බක ස්‍රාවයත් ධාරිත්‍රක තහඩු දෙක අතර ඇති වන විද්‍යුත් ස්‍රාවයත් ඉතිරි වේ. අධි සංඛ්‍යාත සම්ප්‍රේෂණ රැහැනක සංඥාවක් ගමන් කිරීමේ දී ජව හානියක් නොවන බැවින් රැහැනේ ආරම්භයේ සිට අවසානය දක්වා සම්පූර්ණ ජවය ම පැවතිය යුතු වුව ද ප්‍රායෝගික ව එවැනි තත්ත්වයක් දැකිය නොහැකි ය. එමෙන්ම සම්ප්‍රේෂණ මාර්ගයේ දිග වැඩිවන විට ප්‍රේරතාව මෙන් ම ධාරණාව ද වැඩි වේ.

1.14.2 විද්‍යුත් චුම්බක තරංග (electromagnetic waves) ජනනය

අප අවට ඇති අවකාශයේ ස්වාභාවික ව විද්‍යුත් චුම්බක තරංග පවතී. ආලෝකය ද විද්‍යුත් චුම්බක තරංග විශේෂයක් වන අතර, එහි සංඛ්‍යාතය විශාල වේ. විද්‍යුත් චුම්බක තරංග විවිධ සංඛ්‍යාත පරාසයන් තුළ නිපදවිය හැකි ය. එලෙස නිපදවා ගනු ලබන විද්‍යුත් චුම්බක තරංග විවිධ කාර්ය සඳහා යොදවා ගනු ලැබේ. ගුවන් විදුලි සහ රූපවාහිනී වැඩසටහන් සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට වාහකයක් ලෙස විද්‍යුත් චුම්බක තරංග භාවිත කරනු ලබන අතර ඒවායෙහි සංඛ්‍යාතය අලෝක තරංගවල සංඛ්‍යාතයට වඩා අඩු වේ. අවශ්‍ය සංඛ්‍යාතයකින් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග නිපදවා ගන්නා ආකාරය මෙතැන් සිට විස්තර කෙරේ.

Educational Publications Department

සන්නායක දෙකක් වටා ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ගලා යන විට ඒ සන්නායක දෙක වටා විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් වර්ධනය වේ. එමෙන් ම ඒ සන්නායක දෙක අතර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් වර්ධනය වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය, ගලා යන ධාරාවට සමානුපාතික වේ. එසේ ම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය සන්නායක දෙක අතර වෝල්ටීයතාවට සමානුපාතික වේ. 1.156 රූපයෙන් දක්වා ඇත්තේ සයිනාකාර තරංගාකාරයකි.



රූපය 1.156 - සයිනාකාර තරංගයක්

මේ තරංගය කෙරෙහි අවධානය යොමු කළ විට,

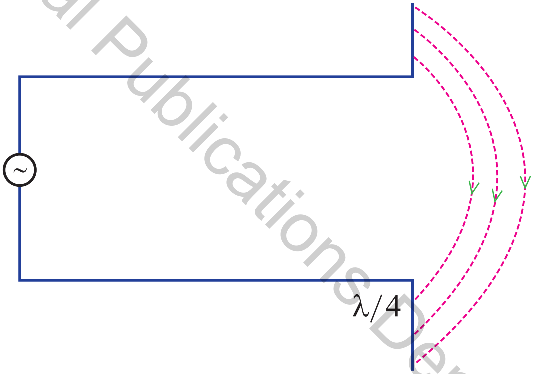
A සිට B දක්වා ධාරාව වර්ධනය වන විට සන්නායකය වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වර්ධනය වන අතර B සිට C දක්වා ධාරාව අඩු වන විට චුම්බක ක්ෂේත්‍රය හැකිළෙයි. එමෙන් ම A සිට B දක්වා වෝල්ටීයතාව වර්ධනය වන විට සන්නායක දෙක අතර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වර්ධනය වේ. B සිට C දක්වා වෝල්ටීයතාව අඩු වන විට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය හැකිළෙයි. C සිට D දක්වා ධාරාව විරුද්ධ දිශාවට වර්ධනය වන විට චුම්බක ක්ෂේත්‍රය විරුද්ධ දිශාවට වර්ධනය වේ. D සිට E දක්වා ධාරාව අඩු වන විට එම ක්ෂේත්‍රය හැකිළෙයි. වෝල්ටීයතාව ද විචලනය වීමේ දී විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වර්ධනය වී නැවත හැකිළෙනු ඇත.

මේ ප්‍රත්‍යාවර්ත තරංගයේ ධන අර්ධ චක්‍රයට සහ ඍණ අර්ධ චක්‍රයට ගත වන කාලය හෙවත් ආවර්ත කාලය අඩු වන විට එනම්, සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට වර්ධනය වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සහ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය සම්පූර්ණයෙන් හකුළා ගැනීමට නොහැකි ව ස්වල්පයක් ඉතිරි වේ. මෙසේ ඉතිරි වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සහ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය අනුක්‍රමයෙන් සන්නායකයෙන්

ඉවතට ගමන් කරයි. මේ ක්‍රියාවලිය **විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය (electromagnetic radiation)** ලෙස හැඳින්වේ. මෙසේ විකිරණය වන ශක්තිය තරංගාකාර ව ගමන් කරන අතර, ඒ තරංග විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ආකාරයෙන් අවකාශයට විකිරණය වෙයි.

- ## විවෘත සන්නායක මඟින් සිදු කෙරෙන විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය (electromagnetic radiation)

දෙකෙළවර විවෘත ව ඇති සන්නායකයක් වෙත අධි සංඛ්‍යාත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් යොමු කළ විට විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ලෙස යම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් විකිරණය වේ. උපරිම ශක්ති ප්‍රමාණයක් විකිරණය සඳහා සන්නායක දෙකෙළවර අදාළ ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතයට අදාළ තරංග ආයාමයෙන් $\frac{1}{4}$ ක දුරක් දුරස් කළ යුතු වෙයි. එසේ සන්නායක දෙක ඇත් කිරීමෙන් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග විකිරණය කළ හැකි වෙයි. මෙලෙස සකස් කළ ඇටවුමක් සම්ප්‍රේෂණ ඇන්ටෙනාවක් ලෙස හඳුන්වනු ලබයි. සම්ප්‍රේෂණ ඇන්ටෙනාවක දළ සැකැස්මක් 1.157 රූපය මඟින් දක්වා ඇත.



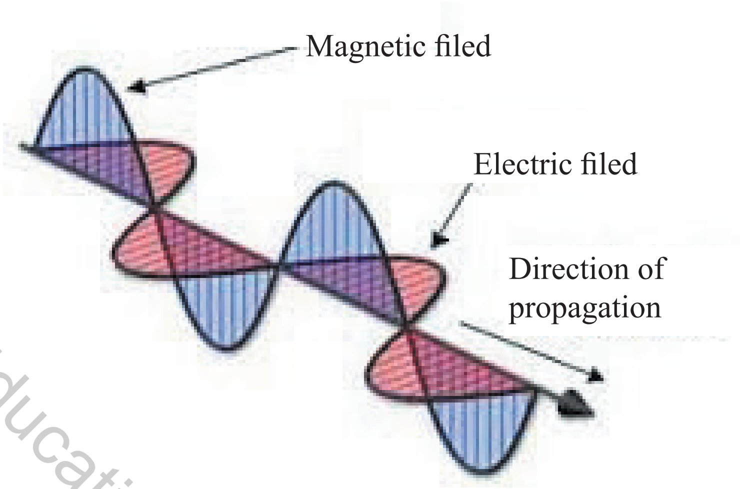
රූපය 1.157 - සම්ප්‍රේෂණ ඇන්ටෙනාවක (transmitting antenna) දළ සැකැස්ම

මෙලෙස මුදා හරිනු ලබන තරංග, අවකාශය තුළ ආලෝකයේ ප්‍රවේගයෙන් බොහෝ දුරක් ප්‍රචාරණය කළ හැකි ය. සංඛ්‍යාතය වැඩි කරන විට විකිරණ ශක්තිය වැඩි කළ හැකි නිසා ඉහළ සංඛ්‍යාතයන්ට අයත් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ප්‍රචාරණය කිරීමට අවශ්‍ය වන්නේ අඩු ජව ප්‍රමාණයකි.

- ## විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක විද්‍යුත් සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල රටාව

අධිසංඛ්‍යාත තරංගයක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය දුරස් කරන ලද සන්නායක දෙක අතර පිහිටන නිසා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය, දුරස්කරන ලද බාහු දෙකට සමාන්තර වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සන්නායකය වටා පිහිටන බැවින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය, විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයට ලම්බක පිහිටයි.

Educational Publications Department



රූපය 1.158 - විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල පිහිටීම

Educational Publications Department

1.158 රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ දුරස් කරන ලද සන්නායක දෙකෙළවරින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය විකිරණය වන රටාව යි. මේ අනුව λ /2ක සම්පූර්ණ දිගක් ලැබෙන ලෙස දුරස් කරන ලද සන්නායක දෙකෙළවරකින් විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ ලෙස ශක්තිය මුදා හැරිය හැකි අතර සන්නායක අක්ෂයට ලම්බක ව චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ද අක්ෂයට සමාන්තර ව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ද පිහිටයි. එබැවින් මෙවැනි සන්නායක කෙළවරක් විකාශන ඇන්ටෙනාවක් ලෙස භාවිත කළ හැකි අතර, එහි දෙපසට විහිදුණු ධ්‍රැව දෙකක් ඇති බැවින් ද්විධ්‍රැව ඇන්ටෙනාවක් (dipole antenna) ලෙස හැඳින්වේ.

1.14.3 විද්‍යුත් චුම්බක තරංග මගින් විකිරණය වන ශක්තිය ලබා ගැනීම

සම්ප්‍රේෂණ ඇන්ටෙනාවක් මගින් විකිරණය වන ශක්තිය ආවරණය කෙරෙන සීමාව දළ දුරස් කරන ලද සන්නායක යුගලයක් තැබීමෙන් යම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් ඒ සන්නායක දෙකෙළවර ප්‍රේරණය කර ගත හැකි ය. ඒ සන්නායක යුගලයෙන් එකක් $\frac{1}{4}$ λ දිගකින් යුක්ත නම් ප්‍රේරණය කර ගත හැකි වෝල්ටීයතාව උපරිම කර ගත හැකි අතර එම සන්නායක යුගල පිහිටුවිය යුත්තේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර ව හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බකව ය. එවිට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් වෝල්ටීයතාව ද චුම්බක ක්ෂේත්‍රය මගින් ධාරාව ද ප්‍රේරණය වේ. එවැනි සන්නායක යුගලක් ආදායක ද්විධ්‍රැව ඇන්ටෙනාවක් ලෙස හැඳින්වේ. එබැවින් විකාශනය සඳහා භාවිත කරන ලද ද්විධ්‍රැව ඇන්ටෙනාව පිහිටුවූ දිශාවට ම ආදායක ඇන්ටෙනාව පිහිටුවනු ලැබේ. විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල සංඛ්‍යාත පරාසය අනුව පහත සඳහන් ලෙස නම් කර ඇත.

ආදායක ඇන්ටෙනාවක් (රූපවාහිනී ඇන්ටෙනාවක්) භාවිත කර උපරිම සංඥා ප්‍රබලතාවක් ලබා ගැනීමට, එය විකාශන ඇන්ටෙනාව පිහිටුවා ඇති දිශාවට ම යොමු කළ යුතු වේ. එනම්, විකාශන ඇන්ටෙනා සිරසට පිහිටුවා ඇති විට ආදායක ඇන්ටෙනාව ද සිරසට පිහිටුවිය යුතු ය.

වගුව 1.33 -

සංඛ්‍යාත පරාසය	හඳුන්වන නාමය	තරංග ආයාමය
0 - 30 KHz	ඉතා අඩු සංඛ්‍යාතය	(VLF) 10 km ට වැඩි
30 - 300 KHz	අඩු සංඛ්‍යාතය	(LF) 1 km - 10 km
300 - 3000 KHz	මධ්‍යම සංඛ්‍යාතය	(MF) 100 m - 1000 m
3 - 30 MHz	ඉහළ සංඛ්‍යාතය	(HF) 10 m - 100 m
30 - 300 MHz	ඉතා ඉහළ සංඛ්‍යාතය	(VHF) 1 m - 10 m
300 - 3000 MHz	උච්ච සංඛ්‍යාතය	(UHF) 10 cm - 100 cm
3 - 30 GHz	අති උච්ච සංඛ්‍යාතය	(SHF) 1 cm - 10 cm
30 - 300 GHz	අතිශය උච්ච සංඛ්‍යාතය	(EHF) 1 mm - 10 mm

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග එක් එක් කාර්යයන් සඳහා වෙන් කර ඇති අන්දම 1.9 වගුවේ දක්වා ඇත.

වගුව 1.34 - එක් එක් කාර්යය සඳහා චුම්භක තරංග වෙන් කර ඇති අන්දම

සංඛ්‍යාත පරාසය	වෙන් කර ඇති කාර්යය
25 - 515 kHz	සමුද්‍රාසන්න පණිවුඩ හුවමාරු සහ නාවික කටයුතු සඳහා
515 - 1605 kHz	මධ්‍යම තරංග විකාශන කලාපය
1605 kHz - 30 MHz	ආධුනික ගුවන්විදුලි සංඛ්‍යාත, ජාත්‍යන්තර කෙටි තරංග විකාශනය
30 - 41 MHz	රජයේ සහ රජයේ නොවන ස්ථිර සහ සංචාරක පණිවිඩ
41 - 68 MHz	රූපවාහිනී නාලිකා 1 - 4
68 - 88 MHz	රජයේ සහ රජයේ නොවන සේවා
88 - 108 MHz	සංඛ්‍යාත මූර්ජිත ගුවන්විදුලි (FM) කලාපය
108 - 122 MHz	ගුවන් සහ නාවික කටයුතු සඳහා පණිවිඩ
122 - 174 MHz	රජයේ සහ රජයේ නොවන සේවා
174 - 220 MHz	රූපවාහිනී නාලිකා 5 - 12
220 - 470 MHz	ආධුනික ගුවන්විදුලි ස්ථිර සහ සංචාරක පණිවිඩ
470 - 890 MHz	රූපවාහිනී නාලිකා UHF කලාපය
0.890 - 3 GHz	ගුවන් සහ නාවික කටයුතු, රේඩාර්
3 - 30 GHz	ක්ෂුද්‍ර තරංග

Educational Publications Department

ඉහත සටහනෙන් දක්වා ඇත්තේ විවිධ සේවාවන් සඳහා සංඛ්‍යාතයන් වෙන් කර ඇති ආකාරය යි. මධ්‍යම තරංග ගුවන්විදුලි ප්‍රචාරයන් සඳහා 515 kHz 1605 kHz දක්වා වෙන් කර ඇති අතර කෙටි තරංග 1 සඳහා 2.2 - 7 MHz දක්වා ද කෙටි තරංග 2 සඳහා 7 - 22 MHz දක්වා ද වෙන් කර ඇත. සංඛ්‍යාත මූර්ජක ගුවන්විදුලි සංඛ්‍යාත පරාසය සඳහා 88 - 108 MHz දක්වා වූ සංඛ්‍යාතයන් භාවිත වේ.

1.14.4 මූර්ජනය (modulation)

වාහක සංඥාවක් වෙනත් සංඥාවක් අනුව වෙනස් කිරීම මූර්ජනය **(modulation)** ලෙස ද එම වෙනස ආදායකය තුළ දී අනාවරණය කර හඳුනාගැනීම විමූර්ජනය **(demodulation)** ලෙස ද හැඳින්වේ. සංඥාවක් ස්ථාන දෙකක් අතර ප්‍රචාරණය කරවීමේ දී අනුගමනය කරන මූර්ජන ක්‍රියාවලියත් ආදායක කෙළවරේ දී සංඥාව හඳුනා ගැනීමට අනුගමනය කරන විමූර්ජන ක්‍රියාවලියත් පිළිබඳ ව මේ පාඩමේ දී විස්තර වේ.

සංඥාවක් මගින් විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක් මූර්ජනය කිරීමේ ක්‍රම සහ ඒවායේ ලක්ෂණ පිළිබඳ සලකා බලමු. දෘශ්‍ය සංඥා හෝ ශ්‍රව්‍ය සංඥා හෝ ඍජු ව ම වැඩි ඈතකට ගමන් කරවිය නොහැකි ය. එහෙත් විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවලට ඉතා දුර ගමන් කිරීමේ හැකියාව ඇත. එනිසා යම් තොරතුරක් හෝ සංඛ්‍යාවක් හෝ දුර ස්ථානයකට සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල අදාළ තොරතුරු හෝ සංඥාව හෝ ඇතුළත් කර ප්‍රචාරණය කෙරේ. සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට අවශ්‍ය සංඥාව අනුව, විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයේ යම් වෙනසක් ඇති කිරීමෙන් මේ කාර්යය කළ හැකි ය. ආදායක කෙළවරේ දී, අවශ්‍ය වන්නේ විද්‍යුත් චුම්බක තරංගය ලබා ගෙන එහි සිදු කර ඇති වෙනස හඳුනා ගැනීම වේ. එවිට නැවත රැගෙන යන්නේ විද්‍යුත් චුම්බක තරංගය වන බැවින් එයට වාහකය **(carrier)** යයි කියනු ලැබේ.

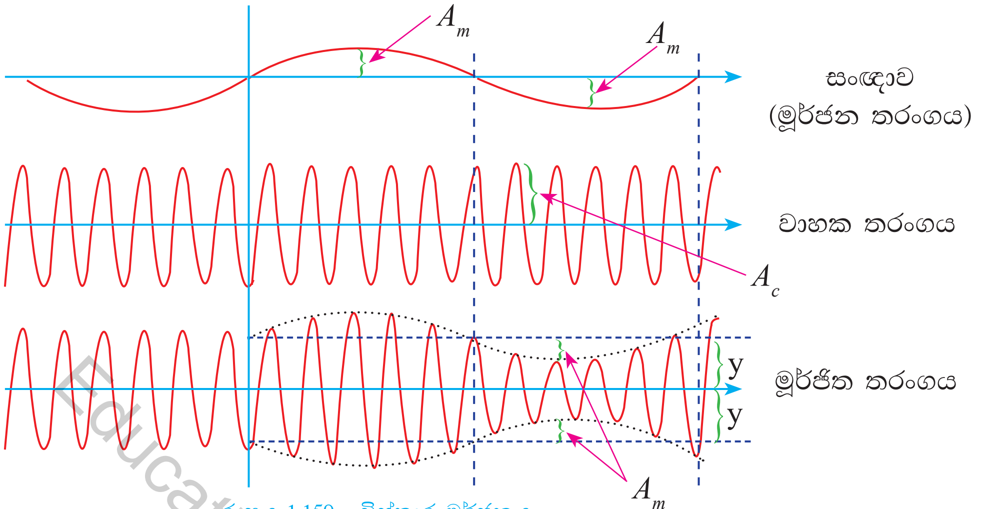
මූර්ජනය කිරීම මගින් සංඥාවේ විස්තාරය සහ සංඛ්‍යාතය යන ලක්ෂණ සම්ප්‍රේෂණය කළ යුතු වේ. බහුල ව භාවිත කරනු ලබන මූර්ජන වර්ග අතුරින් විස්තාර මූර්ජනය සහ සංඛ්‍යාත මූර්ජනය පිළිබඳ ව විමසා බලමු.

- ### විස්තාර මූර්ජනය (amplitude modulation)

විස්තාර මූර්ජනය යනු සංඥාවට අනුව වාහකයේ විස්තාරය වෙනස් කිරීම වේ. විස්තාර මූර්ජනයේ දී, සංඥාවේ විස්තාරයට වඩා වාහක සංඥාවේ විස්තාරය විශාල විය යුතු ය. $A_c > A_m$

A_m - සංඥාවේ විස්තාරය
f_m - සංඥා සංඛ්‍යාතය
A_c - වාහක විස්තාරය
f_c - වාහක සංඛ්‍යාතය

Educational Publications Department



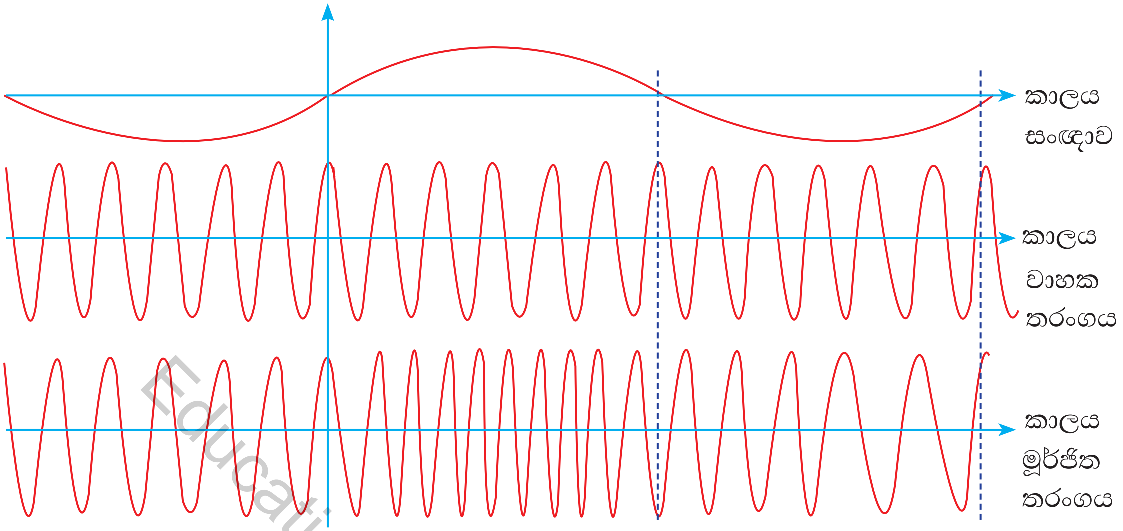
රූපය 1.159 - විස්තාර මූර්ජනය

1.159 රූපයේ මූර්ජන සංඥාව, වාහක තරංගය සහ මූර්ජිත තරංගය දක්වා ඇත. මෙහි සංඥාවේ හැඩය අනුව වාහකයේ විස්තාරය වෙනස් වී ඇත.

Educational Publications Department

• සංඛ්‍යාත මූර්ජනය (frequency modulation)

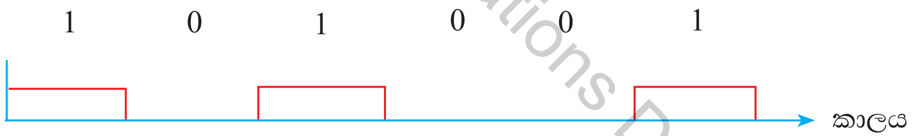
විස්තාර මූර්ජනයේ දී සංඥාවේ එක් එක් අවස්ථාවේ දී වෝල්ටීයතාවට අනුරූප ව වාහකයේ විස්තාරය වෙනස් කරනු ලැබේ. සංඥාවේ එක් එක් අවස්ථාවේ පවතින වෝල්ටීයතාවට අනුව වාහකයේ සංඛ්‍යාතය වෙනස් කිරීම සංඛ්‍යාත මූර්ජනයේ දී සිදු කරනු ලැබේ. සංඥාවේ විස්තාරය අනුව වාහකයේ සංඛ්‍යාතය වෙනස් කළ යුතු නිසා වාහක සංඛ්‍යාතය බෙහෙවින් වැඩි කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. එවිට සංඥාවේ අවම විස්තාරය සහ උපරිම විස්තාරය දැක්වීම සඳහා වන සංඛ්‍යාත වෙනස සංඛ්‍යාත අපගමනය (frequency deviation) ලෙස හැඳින්වේ. ඒ අනුව සංඥා විස්තාරයේ සියලු තොරතුරු වාහකය මගින් ප්‍රචාරණය කිරීම පහසු වේ. ශ්‍රව්‍ය තරංග මගින් සංඛ්‍යාත මූර්ජනය කරන විට සංඛ්‍යාත අපගමනය +75 kHzක් පමණ විය යුතු ය. මේ සංඛ්‍යාත අපගමනය සංඥා විස්තාරය අනුව සිදු වන්නක් නිසා යෙදිය හැකි සංඥා විස්තාරයේ සීමාවක් පවතියි.



රූපය 1.160 - සංඛ්‍යාත මූර්ජනය

- **සංඛ්‍යාංක සංඥාවක් මගින් සිදු කරනු ලබන විස්තාර මූර්ජනය**

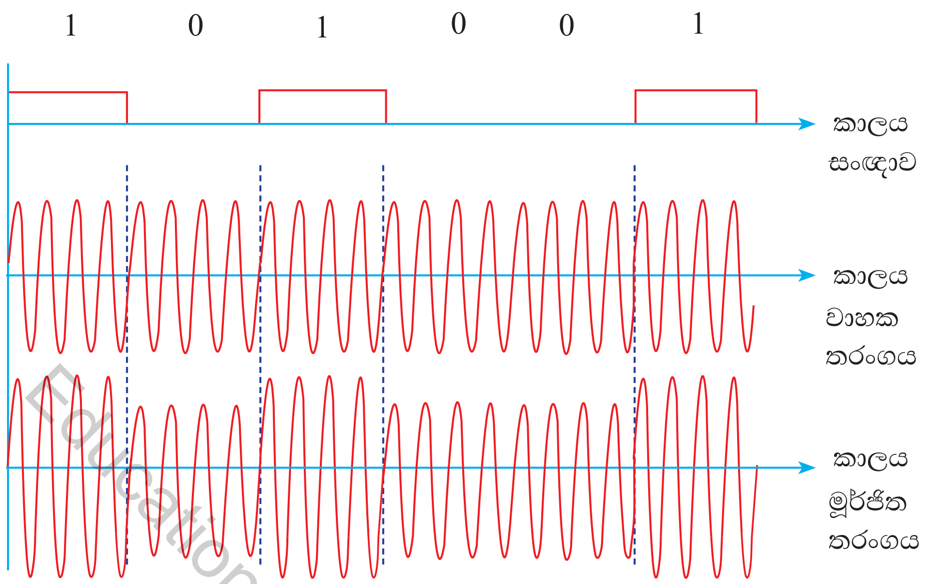
1011 යන සංඛ්‍යාංක සම්බන්ධතාව වෝල්ටීයතා සංඥාවක් බවට පත් කළ විට 1.161 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.



රූපය 1.161 - සංඛ්‍යාංක සංඥාව

ඉහත සංඥාව මගින් වාහකයක් විස්තාර මූර්ජනය කළ විට 1.162 රූපයේ දැක්වෙන තරංග ආකාරය ලැබේ.

Educational Publications Department



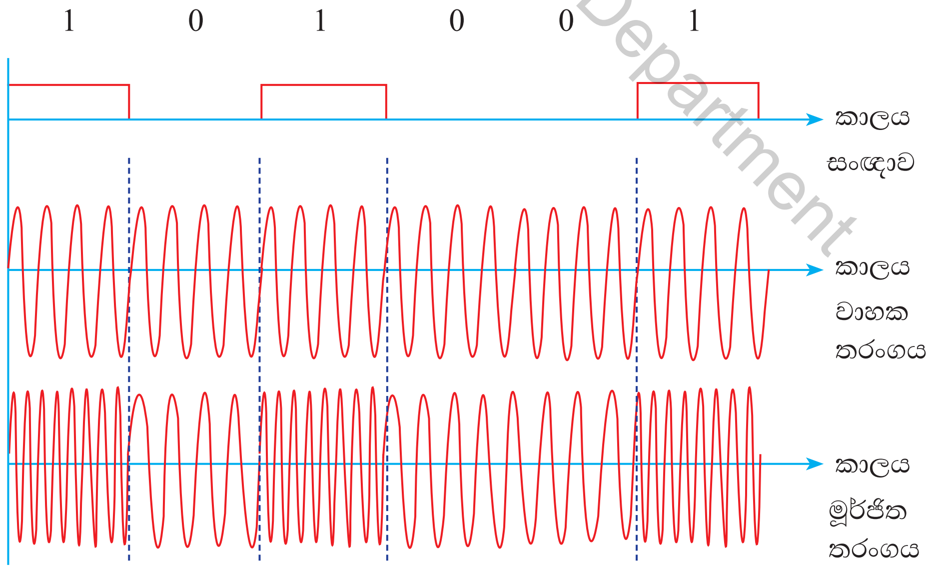
රූපය 1.162 - විස්තාර මූර්ජනය

Educational Publications Department

මේ තරංගාකාරයේ 1 පවතින ස්ථානවල විස්තාරය වැඩි වන අතර, 0 පවතින ස්ථානවල වාහකයේ විස්තාරයට සමාන විස්තාරයක් පවතී.

- **සංඛ්‍යාත සංඥාවක් මගින් සිදු කරනු ලබන සංඛ්‍යාත මූර්ජනය**

ඉහත සංඥාව මගින් වාහකයක් සංඛ්‍යාත මූර්ජනය කළ විට 1.163 රූපයේ දැක්වෙන තරංගාකාරය ලැබේ.



රූපය 1.163 - සංඛ්‍යාත මූර්ජනය

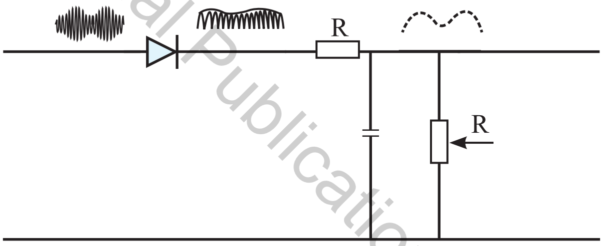
1.70 තරංගාකාරයේ 1 පවතින ස්ථානවල සංඛ්‍යාතය වාහක සංඛ්‍යාතයට වඩා වැඩි වන අතර, 0 පවතින ස්ථානවල සංඛ්‍යාතය වාහක තරංගයේ සංඛ්‍යාතයට සමාන වේ.

1.14.5 විමූර්ජනය (demodulation)

විමූර්ජනය යනු සංඥාවක් මගින් මූර්ජනය කරන ලද වාහකයක් ආදායකය වෙත පැමිණි විට මූර්ජිත වාහකයේ සංඥා ඉවත් කර ගැනීමේ ක්‍රියාවලිය යි. දැන් අපි විස්තාර විමූර්ජනය සහ සංඛ්‍යාත විමූර්ජනය ගැන සලකා බලමු.

• විස්තාර විමූර්ජනය (amplitude demodulation)

විදුලි පරිපථයක් භාවිත කළ පෙරහනක් භාවිත කරමින් විස්තාර මූර්ජනය කරන ලද වාහකයේ ගුවන් විදුලි සංඛ්‍යාතය පෙරීමෙන් සංඥාව නැවත ලබා ගැනේ. පෙරහනක් ලෙස සමාන්තරගත ධාරිත්‍රකයක් සහ ශ්‍රේණිගත කරන ලද ප්‍රතිරෝධකයක් භාවිත වේ.



රූපය 1.164 - විමූර්ජන පරිපථය

මෙහි දී පළමු ව දියෝඩයක් වෙත සංඥා යොමු කර මූර්ජිත වාහකයේ ධන හෝ ඍණ අර්ධ ඉවත් කරනු ලැබේ. එවිට ඉතිරි තරංගාකාරය අඩු සංඛ්‍යාත පෙරනයක් වෙත යොමු කරනු ලැබේ. එවිට ලැබෙන ප්‍රදානය හා ප්‍රතිදානය වාහකයේ ශීර්ෂ යා කර ලැබෙන තරංගාකාරයට සමාන බව 1.164 රූපයෙන් පෙන්නුම් කෙරේ.

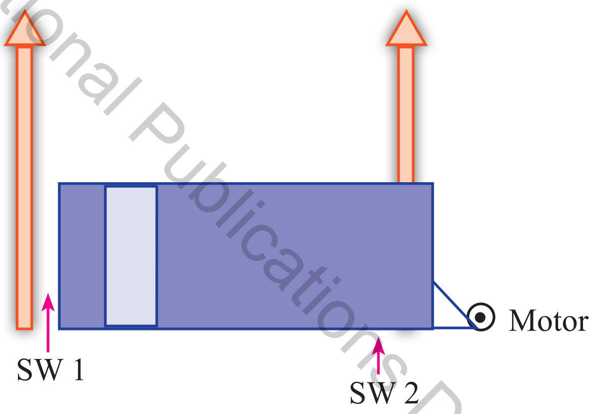
• සංඛ්‍යාත විමූර්ජනය (frequency demodulation)

ප්‍රතිග්‍රාහකය මගින් ලබා ගත් සංඥාව ශ්‍රවණය සඳහා වාහක සංඥාව හෙවත් ගුවන් විදුලි සංඥාව ඉවත් කිරීම විමූර්ජකයේ මූලික කාර්යය වේ.

Educational Publications Department

1.15 ක්‍රමලේඛිත තර්ක පාලන පද්ධති (Programmable logic control system)

කර්මාන්ත ස්වයංක්‍රීයකරණයේ දී භාවිත වන ක්‍රමලේඛිත තර්ක පාලන (Programmable logic control) පිළිබඳ ව සරල අධ්‍යයනයක් සඳහා අවශ්‍ය මඟ පෙන්වීම මේ කොටසින් සිදු කෙරේ. උදාහරණයක් ලෙස ගේට්ටුවක් ස්වයංක්‍රීය ව පාලනය කරන අවස්ථාවක් සලකා බලමු. ඔබ ගේට්ටුව ඇරීමට සංඥා කළ විට ගේට්ටුව පාලනය කරන මෝටරය ක්‍රියාත්මක වී ගේට්ටුව සම්පූර්ණයෙන් විවෘත වූ පසු ස්වයංක්‍රීය ව නතර විය යුතු ය. ගේට්ටුව වැසීමට සංඥා කළ විට ඒ මෝටරය ගේට්ටුව වැසෙන දිශාවට ක්‍රියාත්මක වී සම්පූර්ණයෙන් ගේට්ටුව වැසී ගිය විට ස්වයංක්‍රීය ව මෝටරය නතර විය යුතු ය. මෝටරය ස්වයංක්‍රීය ව නතර නොවුණොත් මෝටරයට හානි විය හැකි ය.



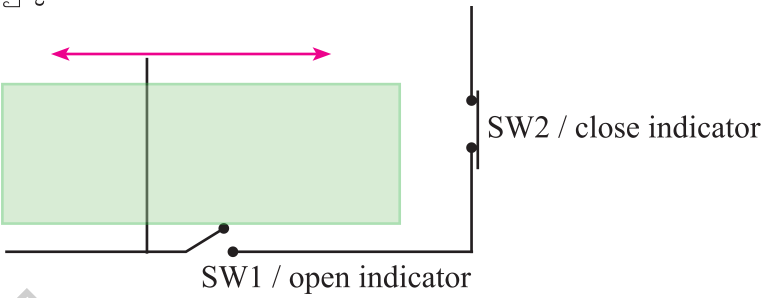
මෙම ක්‍රියාවලිය ප්‍රධාන වශයෙන් අදියර තුනක් යටතේ පැහැදිලි කළ හැකි ය.

ප්‍රදාන සංඥා → සංස්කරණය → ප්‍රතිදාන සංඥා

මෙහි දී ප්‍රදාන සංඥා ලෙස ඔබ ගේට්ටුව ඇරීමට හෝ වැසීමට ලබා දෙන සංඥා සහ limit switchesවලින් පැමිණෙන සංඥා අයත් වේ. ප්‍රතිදාන සංඥාව ලෙස මෝටරය ක්‍රියාත්මක කිරීමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව හා එහි දිශාව ගත හැකි ය. මෙහි දී සැකසුම් ඒකකය මගින් ප්‍රදාන සංඥාව, ප්‍රතිදාන සංඥාව බවට පරිවර්තනය කෙරේ. ගේට්ටුව ඇරීමේ දී මෝටරය ගේට්ටුව ඇරීමේ දිශාවට ක්‍රියා කළ යුතු අතර, ඒ මෝටරය ගේට්ටුව සම්පූර්ණයෙන් ඇරී ඇති බව හඟවන limit switch සංඥාව ලැබෙන තෙක් ක්‍රියාත්මක කර මෝටරය ක්‍රියා විරහිත කළ යුතු ය. ගේට්ටුව වැසීමේ දී මෝටරය ගේට්ටුව වැසීමේ දිශාවට ක්‍රියා කළ යුතු අතර, ඒ මෝටරය ගේට්ටුව සම්පූර්ණයෙන්

Educational Publications Department

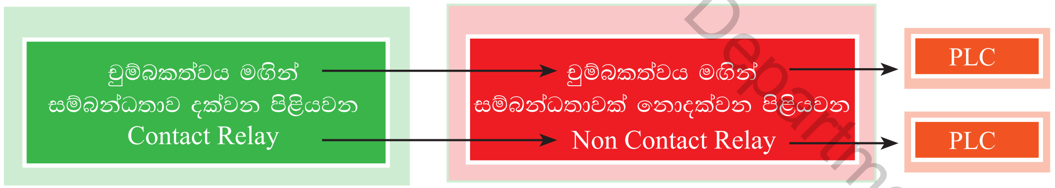
වැසී ඇති බව හඟවන limit switch සංඥාව එන තෙක් ක්‍රියාත්මක කර මෝටරය ක්‍රියා විරහිත කළ යුතු වේ.



මෙම අවශ්‍යතා සපුරා ගැනීම සඳහා සැකසුම් ඒකකය විවිධාකාරවලින් ආදේශ කළ හැකි වුවත් බහුල වශයෙන් ක්‍රමලේඛිත තර්ක පාලන ක්‍රමය භාවිත වේ.

ක්‍රමලේඛිත තර්ක පාලන ක්‍රමය (PLC) යනු රැහැන් භාවිතයෙන් තොර ව මතකයට ලබා දෙන ක්‍රමලේඛයකට අනුව තම අරමුණ දක්වා ක්‍රියාවලිය ගෙන යන උපක්‍රමයකි. ස්වයංක්‍රීයරණය එය භාවිත කරන්නාට වඩාත් සමීප උපක්‍රමයකි PLCවලට යොදන ප්‍රදානයන් සහ ප්‍රතිදානයන් අධීක්ෂණය කළ හැකි අතර, සැකසුම් ක්‍රියාවලිය සිදු වන අතරතුර ක්‍රමලේඛයේ යම් වෙනසක් සිදු කිරීමට අවශ්‍ය නම්, එය ද සිදු කළ හැකි වීම විශේෂත්වය කි.

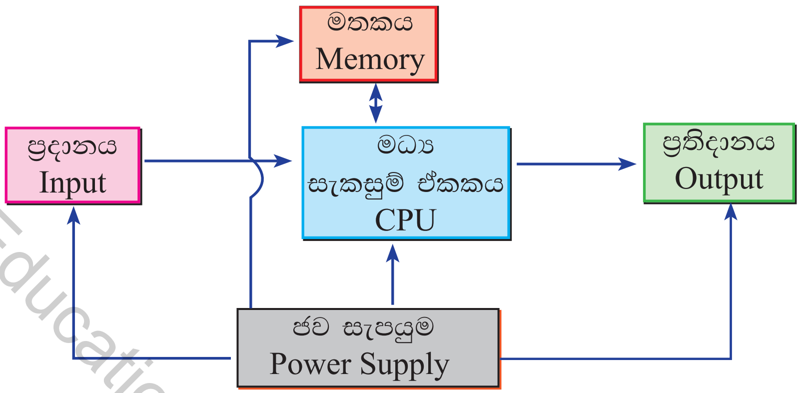
තාක්ෂණයේ දී පළමුවෙන් ම අනුක්‍රමික සම්බන්ධතාවක් දැක්වූයේ පිළියවන ශ්‍රේණියන් මඟිනි. ඉන් පසු ට්‍රාන්සිස්ටර්, ඩයෝඩ, වැනි අර්ධ සන්නායක ස්විච්ච භාවිත කරන ලදි. අවසාන වශයෙන් PLC භාවිතයට යොමු ව ඇත.



Educational Publications Department

1.15.1 PLCවල ප්‍රධාන කොටස්

ඕනෑම PLC පද්ධතියක් කොටස් පහකින් සමන්විත වේ.



- ### ප්‍රදානය

PLC වල ප්‍රදානයන් ලෙස භාවිත කරන එබුම් ස්විච, සංවේදක, සීමිත ස්විච (limit switch) ආදිය ප්‍රදානයට සම්බන්ධ කළ හැකි ය.

ප්‍රදාන සංඥාවල ප්‍රමාණය මැන ගැනීමෙන් පසු ඒ අගයන් සැකසුම් කිරීමේ අදියරයට සම්ප්‍රේෂණය කිරීම මෙම අදියරෙහි ප්‍රධාන කාර්ය යි. ප්‍රදානයන්ගේ භෞතික අගයන් විවිධ පාරනායක මඟින් විදුලි සංඥා බවට පත් කරනු ලබයි. මෙම පාරනායක සරල එබුම් ස්විච්ච, වෙනත් ස්විච්ච වර්ග, උෂ්ණත්ව සංවේදක, පීඩන සංවේදක ආදිය විය හැකි ය. භාවිත කරන පාරනායක අනුව ප්‍රදානය කරන තොරතුරු සංඛ්‍යාංක හෝ ප්‍රතිසම විය හැකි ය.

- ### ප්‍රතිදානය

PLCවල ප්‍රතිදානයන් ලෙස පිළියවන, පහන්, පරිනාලිකා, නියුමැටික් පාලන පද්ධතිවල දිශා පාලන කපාට (dinectional control value) සම්බන්ධ කළ හැකි ය.

ප්‍රදානයේ දී පාරනායක යොදන අතර මේ පාරනායකවලින් විදුලි සංඥා විවිධ භෞතික රාශී බවට පත් කිරීමට හැකියාව ඇත. විදුලි පහන්, මෝටර, පිළියවන සහ විවිධ පොම්ප වර්ග ආදිය ප්‍රතිදානවලට උදාහරණ වේ. ප්‍රතිදාන උපක්‍රම සංඛ්‍යාංක හෝ ප්‍රතිසම විය හැකි ය.

- ### ජව සැපයුම

PLCහි සෑම කොටසක් ම අර්ධ සන්නායකවලින් යුක්ත නිසා ඉතා නිවැරදි ජව සැපයුමක් අවශ්‍ය වේ. බොහෝ ජව සැපයුම් 100 V - 240 V දක්වා යෙදිය හැකි ය. ප්‍රතිදානය 12 V සිට 24 V දක්වා වෙනස් වේ. ලබාගත හැකි ධාරාව PLC වර්ගය අනුව වෙනස් වේ.

Educational Publications Department

- ## මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකය

PLC පද්ධතියක මොළය ලෙසින් හැඳින්විය හැකි කොටස මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකය (CPU) වෙයි. පද්ධතියේ සියළු කටයුතු පාලනය කෙරෙන්නේ එමගින් ය. වර්තමානයේ පවතින බොහෝ PLC පද්ධතිවල බිටු 16ක (16 bit) හෝ බිටු 32ක (32 bit) මධ්‍ය පාලක ඒකක ඇත. මෙම බිටු ගණනින් දැක්වෙන්නේ එහි ඇති අභ්‍යන්තර අනුලැකිවල (registers) විශාලත්වයයි.

බාහිර පරිගණක සමග සන්නිවේදනය කිරීම ද මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකයේ කාර්යයකි. මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකය ක්‍රියාත්මක වන්නේ එහි මතකයේ තැන්පත් කරන ලද ක්‍රමලේඛයකට අනුවය.

- ## මතකය

PLC පද්ධතිවල භාවිතවන මතකය (memory), පරිශීලක මතකය (user memory) සහ දත්ත මතකය (data memory) ලෙස කොටස් දෙකකට බෙදිය හැකි ය. මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකයේ ක්‍රියාකාරීත්වයට අවශ්‍ය වන ක්‍රමලේඛ තැන්පත් කරන්නේ පරිශීලක මතකයේ වන අතර, පද්ධතිය ක්‍රියාත්මක වීමේ දී අවශ්‍ය වන දත්ත, තැන්පත් කිරීමට දත්ත මතකය භාවිත වෙයි. මෙම මතක දෙවර්ගයම සඳහා භාවිත වන්නේ සසම්භාවී ප්‍රවේශ මතකය (RAM) ය. නමුත් පද්ධතියට ජවය සපයා නැති විට සසම්භාවී ප්‍රවේශ මතකයේ ඇති තොරතුරු මැකී යන පරිශීලක ක්‍රමලේඛ නැවත ලිවිය හැකි පඨන මාත්‍ර මතකයේ (EPROM) ද තැන්පත් කළ හැකි ය. මීට අමතරව PLC පද්ධතියේ මෙහෙයුම් පද්ධතිය පඨන මාත්‍ර මතකයක (ROM) ද තැන්පත් කරනු ලැබෙයි.

යම් කාර්යයක් සඳහා PLC තෝරා ගැනීමේ දී පහත සඳහන් කරුණු පිළිබඳ ව සැලකිල්ලට ගත යුතු ය.

(i) ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන අග්‍ර සංඛ්‍යාව
(ii) ක්‍රමලේඛ ධාරිතාව (Program Capacity)
(iii) මධ්‍ය සැකසුම් ඒකකයේ වේගය
(iv) සන්නිවේදන ක්‍රමවේදය

සන්නිවේදනය යනු පරිගණකයේ සිට PLC වලට සහ PLCවලින් වෙනත් PLCවලට දත්ත සහ ක්‍රම ලේඛ සම්ප්‍රේෂණය කිරීම සඳහා භාවිත කරන ක්‍රමවේදය යි. බොහෝ විට මේ සඳහා PLC වර්ගයට ආවේණික යොත් වර්ග භාවිත කෙරෙයි.

1.15.2 PLC ක්‍රමලේඛය සඳහා භාවිත කරන ක්‍රම

(i) ඉණිමං සටහන් (ladder diagrams)
(ii) උපදෙස් ශ්‍රේණියක් මගින් (instruction list)
(iii) කැටි සටහන් මගින් (functional block diagram)
(iv) අනුක්‍රමික ක්‍රියාකාරීත්ව සටහන් මගින් (sequantial function chart)

ගේට්ටුව විවෘත කිරීමේ සහ වැසීමේ පරිපථ සටහන සලකා බලමු.

Educational Publications Department

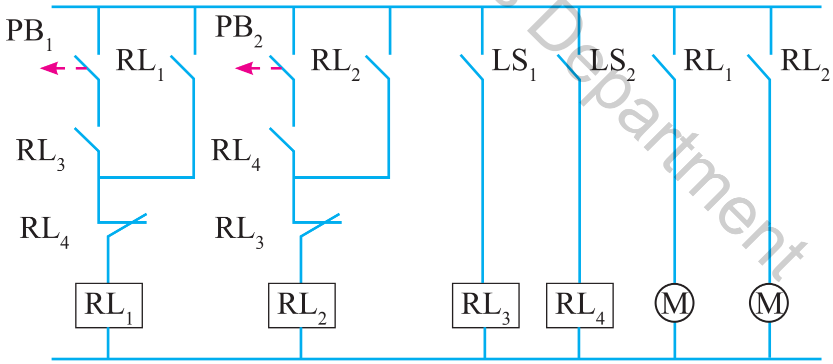
රූපය 1.165 - ගේට්ටුව

සීමා ස්විච 1 (Limit Switch LS1) - ගේට්ටුව වැසී ඇති බව හැඟවීම
සීමා ස්විච 2 (Limit Switch LS2) - ගේට්ටුව විවෘතව ඇති බව හැඟවීම

පිළියවන 1 (Relay RL1) - මෝටරය පෙරට භ්‍රමණය
පිළියවන 2 (Relay RL2) - මෝටරය පසුපසට භ්‍රමණය

එබුම් ස්විච 1 (Press button PB1) - ගේට්ටුව විවෘත කිරීමේ අණ නිකුත් කිරීම
එබුම් ස්විච 2 (Press button PB2) - ගේට්ටුව සංවෘත කිරීමේ අණ නිකුත් කිරීම

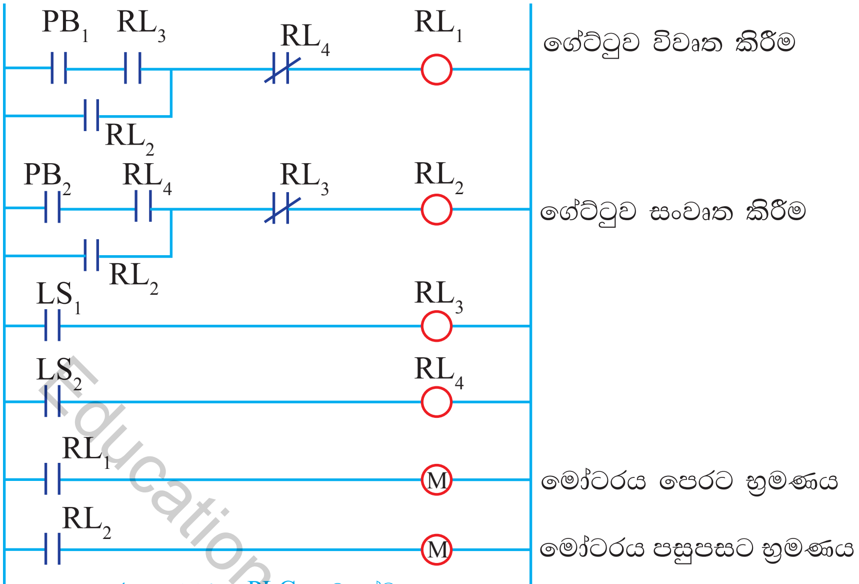
LS1 මගින් පිළියවන 3 (RL3) ක්‍රියාත්මක වේ.
LS2 මගින් පිළියවන 4 (RL4) ක්‍රියාත්මක වේ.



රූපය 1.166 - පරිපථ සටහන

ඉණිමං ආකාර PLC ක්‍රම ලේඛය 1.167 රූපයෙන් දක්වා ඇත.

Educational Publications Department



රූපය 1.167 - PLC ක්‍රමලේඛය

දැනට භාවිතයේ පවතින PLC වර්ග නිෂ්පාදන කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

(i) Siemans
(ii) Omron
(iii) Mitsubishi
(iv) Telemechanique

1.15.3 PLC භාවිත කිරීමට හේතු

- ආරක්ෂාව වැඩි දියුණු කරමින් නිෂ්පාදන ධාරිතාව ඉහළ නැංවිය හැකි ය.
- පරිගණක සමෝධානිත නිෂ්පාදන, කර්මාන්ත ස්වයංක්‍රීයකරණය සහ මෙකාට්‍රොනික් තාක්ෂණය ආදිය සඳහා යොදා ගත හැකි ය.
- කම්කරු ශ්‍රමය වෙනුවට යෙදිය හැකි ය (යම් පුද්ගලයකුට එක ම කාර්යයක් නොකඩවා සිදු කිරීමේ දී සිදු වන අපහසුතා, තීරණ ගැනීම්වල දී සිදු වන පමා වීම් ආදිය මෙහි දී සිදු නො වේ).
- කම්කරුවන් විසින් සිදු කරන පරිපාලනමය ගැටලු ඇති නො වේ.
- තරල යන්ත්‍ර (preumatics and hydraulics) පාලනය සඳහා යොදා ගත හැකි ය.
- ක්‍රමලේඛය වෙනස් කිරීම මගින් සැකසුම් ක්‍රියාවලියේ ඕනෑ ම වෙනසක් පහසුවෙන් සිදු කළ හැකි ය.
- දුර්වල පාරිසරික තත්ත්ව යටතේ ක්‍රියාත්මක වන (විෂ රසායන ද්‍රව්‍ය සහිත අධික උෂ්ණත්ව පරිසර, දූවිලි සහිත පරිසර) අධි වෝල්ටීයතා පාලනය සඳහා PLC භාවිත කළ හැකි ය.

Educational Publications Department

- කම්කරුවකු වැඩ කරන වේගයට වඩා වැඩි වේගයකින් ක්‍රියාත්මක කළ හැකි ය.
- සැකසුම් අනුපිළිවෙළ (process sequance) සැලසුම් කිරීම සඳහා ගත වන කාලය අවම කළ හැකි ය.
- නඩත්තුව, අධීක්ෂණ දෝෂ හඳුනා ගැනීම සහ අලුත්වැඩියාව ඉතා පහසු වේ.
- ප්‍රමාණයෙන් කුඩා උපකරණයකි.
- PLC තුළ ඇති ක්ෂුද්‍ර පාලකය සඳහා වන ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන බාහිර ප්‍රදානයන් සහ ප්‍රතිදානයන්ට ගැළපෙන ලෙස (inter face) සකස් කර ඇත.
- ක්‍රියාත්මක වීමේ දී සෝෂාව අවම තත්ත්වයක පවතී.

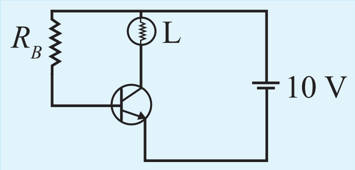
PLCවල එක ම අවාසිය වන්නේ එහි මිල අධික වීම යි. එහෙත් නිරවද්‍යතාව, වේගය සහ කල් පැවැත්ම නිසා ස්වයංක්‍රීයකරණය සඳහා වැඩි වශයෙන් භාවිතයට ගනී. PLCවල ප්‍රමාණය සහ ප්‍රදාන, ප්‍රතිදාන සාංඛ්‍යාව මත ඒවායින් ලබා ගත හැකි සේවා විවිධ වේ. ප්‍රධාන වශයෙන් පහත සඳහන් කාර්යයන් සිදු කර ගත හැකි වේ.

1. AND, OR, NOT වැනි මූලික තර්ක ක්‍රියා
2. පිළිපොළ (flip - Flop), කාලනය (timmer), ගණින (counter) වැනි අනුක්‍රමික තර්ක ක්‍රියා
3. යොදන ලද ක්‍රම ලේඛන අධීක්ෂණය
4. ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදාන අධීක්ෂණය
5. ප්‍රතිදානයන් ඕනෑ ම අවස්ථාවක පළමු තත්ත්වයට ගෙන ඒම (reset)
6. අධිවේගී ස්පන්ද ගණන් කිරීම
7. ස්වයංක්‍රීයව දෝෂ හඳුනා ගැනීම
8. ක්‍රමලේඛයේ අනුපිළිවෙළ අතරමැද දී වෙනත් ක්‍රම ලේඛයක් වෙතට මාරු වී ක්‍රියාත්මක කිරීම.
9. BCD දත්ත සංසන්දනය
10. සංඛ්‍යාංක 16 දත්ත පාලනය කිරීම
11. පියවර ලෙස සකස් කරන ක්‍රමලේඛ ඉණිමං (ladder) ආකාරයේ ක්‍රමලේඛ බවට පරිවර්තනය
12. සංඛ්‍යාංක ස්විච මඟින් ලබා දෙන දත්ත ලබා ගැනීම සහ විශ්ලේෂණය
13. ප්‍රතිසම දත්ත ප්‍රදානය සහ ප්‍රතිදානය
14. ක්‍රමලේඛය තැන්පත් කර තබා ගැනීම
15. PLC පරිගණක පද්ධති සමග සම්බන්ධ කළ හැකි වීම

Educational Publications Department

අභ්‍යාසය

(1) රූපයේ දැක්වෙන ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සැපයුම් වෝල්ටීයතාව 10 V කි. ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විචීකරණ අවස්ථාවේ $V_{BE} = 0.7$ V ලෙස සලකන්න.



(i) පාදම ධාරාව (I_B) 100 μA වන පරිදි පරිපථය සැලසුම් කිරීමට පාදම ප්‍රතිරෝධකයේ (R_B) අගය ගණනය කරන්න.

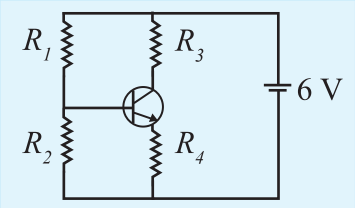
(ii) ට්‍රාන්සිස්ටරය සංතෘප්ත වූ විට L පහන දැල්වේ. එම අවස්ථාවේ දී සංග්‍රාහක - විමෝචක (V_{CE}) වෝල්ටීයතාව සොයන්න.

(iii) ට්‍රානිසිස්ටරයේ සරල ධාරා ලාභය (β) = 50ක් නම්, භාරයේ (L) ප්‍රතිරෝධය ගණනය කරන්න.

(iv) පිළියවනක් යොදා රාත්‍රී කාලයේ දී විදුලි පහනක් දල්වා ගැනීමටත්, ආලෝකය වැටෙන විට ස්වයංක්‍රීය පහන නිවීමටත් හැකි වන පරිදි ඉහත පරිපථය ප්‍රති නිර්මාණය කරන්න.

(v) මෙම පරිපථය සැලසුම් කිරීමේ දී සැලකිය යුතු ට්‍රාන්සිස්ටර පරාමිතික 4ක් ලියන්න.

(2)



රූපයේ දක්වා ඇත්තේ ට්‍රාන්සිස්ටරයක් කුඩා සංඥා වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කෙරෙන පරිපථයකි. මෙහි V_{BE}, 0.6 V හා R_1 හා R_2 පිළිවෙලින් 2 kΩ හා 1 kΩ වේ.

(i) R_2 හරහා විභව බැස්ම කොපමණ ද?

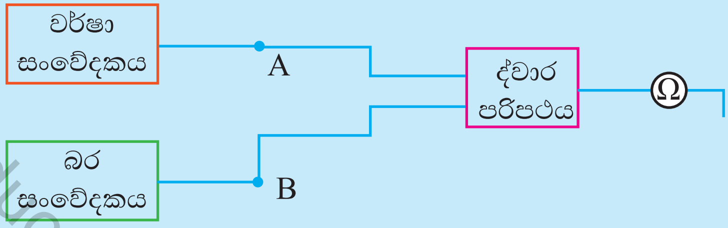
(ii) R_4 හරහා විභව බැස්ම කොපමණ ද?

(iii) R_1 හා R_2 විභව බෙදනය තුළින් ගලන ධාරාවෙන් $\frac{1}{20}$ ක් පාදම තුළින් ගලන්නේ නම් එම ධාරාව කොපමණ ද?

(iv) $\beta = 100$ නම් සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) ද R_3 ප්‍රතිරෝධී අගය ද සොයන්න.

Educational Publications Department

(3) පහත කැටි සටහනේ දැක්වෙනුයේ රෙදි වැලක දමා ඇති රෙදි, වර්ෂාවක දී ස්වයංක්‍රීයව කාමරයට ගමන් කර විය හැකි වන පරිදි සකස් කළ පරිපථයක කැටි සටහනකි. A මගින් වර්ෂාව වැටෙන විට තර්කමය "0" සංඥාවක් ලබා ගත හැකි සංවේදක පරිපථයක ප්‍රතිදානය යි. වැලේ රෙදි ඇති බව බර මගින් ක්‍රියාකරන සවේදකයක් මගින් වැලේ රෙදි දමා ඇති විට තර්කමය "1" සංඥාවක් ලබා දෙයි. එය B ලෙසට නම් කර ඇත.



(i) ඉහත දත්ත උපයෝගී කර ගෙන සත්‍ය සටහන ගොඩ නගන්න.
(ii) සත්‍ය සටහනට අනුව බූලියානු ප්‍රකාශය ලියන්න.
(iii) ඉහත පරිපථය ක්‍රියාකරවීම සඳහා වූ ද්වාර පරිපථය සකස් කරන්න.

(4) මෝටර් රථයක පණගැන්වුම් මෝටරය ක්‍රියාකරවීම පහත සඳහන් පරිදි සැලසුම් කිරීමට අදහස් කරයි.

(A) රියදුරා ආසන පට පැළඳ සිටීම.
(b) මෝටර් රථයේ සියළු ම දොරවල් වසා තිබීම යන තත්ත්ව පැවතීම අපේක්ෂා කරයි.

- ආසන පටි පැළඳ ඇති විට තර්කමය "1" සංඥාවක් ද ආසන පටි පැළඳ නැති විට තර්කමය "0" සංඥාවක් ද නිකුත් වේ.
- දොරවල් එකක් හෝ විවෘත ව ඇති නම් තර්කමය "1" සංඥාවක් නිකුත් වේ.
- දොරවල් හතරක් සහිත මෙම රථයේ දොරවල් විවෘත / වැසී ඇති බව තර්කමය ද්වාරයක් යොදා ප්‍රතිදානය කෙරේ.

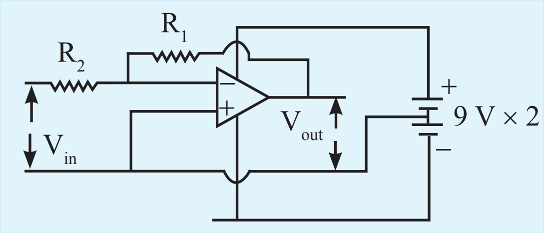
(i) දොරවල් හතර වැසී / විවෘත ව ඇති බව සංවේදකය සඳහා යොදා ගත හැකි ද්වාර පරිපථය ඇඳ එහි ප්‍රදානයන් D_1, D_2, D_3, D_4 ලෙස ද ප්‍රතිදානය B ලෙස ද දක්වන්න.

(ii) ආසන පටි පැළඳ ද ඇති / නැති බව දක්වන ප්‍රතිදානය A ලෙස දක්වා, A, B ප්‍රතිදානයේ මෝටරයේ ක්‍රියාව Z මගින් නිරූපණය කෙරෙන සත්‍යතා වගුව සකසන්න.

(iii) එහි ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා තර්ක පරිපථය ගොඩනගන්න.

Educational Publications Department

(5)



(i) මෙම පරිපථය කිනම් ආකාරයේ වර්ධකයක් ලෙස යොදා ගෙන තිබේ ද? පිළිතුර සාධාරණීකරණයට හේතු දක්වන්න.

(ii) මෙහි $R_1 = 10\ k\Omega$ හා $R_2 = 1\ k\Omega$ නම් වෝල්ටීයතා ලාභය සොයන්න.

(iii) මෙම වර්ධකයේ වෝල්ටීයතා ලාභය R_1 හා R_2 ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කරන්න.

(iv) මෙම පරිපථයේ V_{in} ලෙස 100 mV වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රදානය කළේ නම් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව කුමක් ද?

(v) මෙම පරිපථයේ R_1 හා R_2 සමාන ප්‍රතිරෝධී අගයයන් යොදා ප්‍රති නිර්මාණය කළේ නම් එවැනි පරිපථයක් හඳුන්වන නාමය සඳහන් කර ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයේ අගය සඳහන් කරන්න.

(vi) මෙහි R_2 භූගත කර අපවර්තක නොවන ප්‍රදානය වෙත 10 mV ප්‍රදානයක් ලබා දුන් විට ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව කොපමණ ද?

Educational Publications Department