භෞතික විද්‍යාව 11

ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව

11.1 හැඳින්වීම

ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව එදිනෙදා ජීවිතය කෙරෙහි විශාල බලපෑමක් ඇති කර ඇත. එදිනෙදා කටයුතුවල දී අප බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ භාවිත කරනු ලැබේ. ජංගම දුරකථන, පරිගණක, රූපවාහිනී යන්ත්‍ර, ගුවන් විදුලි යන්ත්‍ර ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ සඳහා නිදසුන් කිහිපයකි.

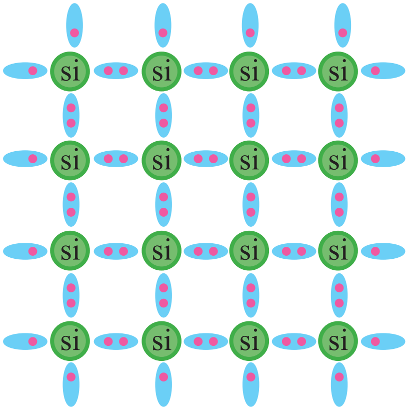
විද්‍යුතය සන්නයනය කරන ද්‍රව්‍ය විද්‍යුත් **සන්නායක** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ලෝහ (තඹ, ඇලුමිනියම්, යකඩ, ඊයම් ආදිය) සහ මිශ්‍ර ලෝහ (පිත්තල, නික්‍රෝම්, මැන්ගනීන්) මේ සඳහා උදාහරණ වේ. විදුලිය සන්නයනය නොකරන ද්‍රව්‍ය (එබනයිට්, පොලිතීන්, ප්ලාස්ටික්, වියළි ලී, ඇස්බැස්ටස්, වීදුරු ආදිය) විද්‍යුත් **පරිවාරක** ලෙස හැඳින්වේ.

යම් ද්‍රව්‍යයක විදුලි සන්නයනයට හේතු වන්නේ එම ද්‍රව්‍යයේ පරමාණුවල ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සමහරකට නිදහසේ ගමන් කිරීමට ඇති හැකියාවයි. ලෝහවල පරමාණුවල බාහිර කවචවල ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන පරමාණුවේ න්‍යෂ්ටියට තදින් බැඳී නොපවතින හෙයින් නිදහසේ හැසිරෙයි. පරිවාරක ද්‍රව්‍යවල පරමාණු අතර ඇති බන්ධන (සහසංයුජ) ප්‍රබල වීම හේතු කොටගෙන නිදහසේ හැසිරිය හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇත්තේ ඉතාම අල්ප ප්‍රමාණයකි.

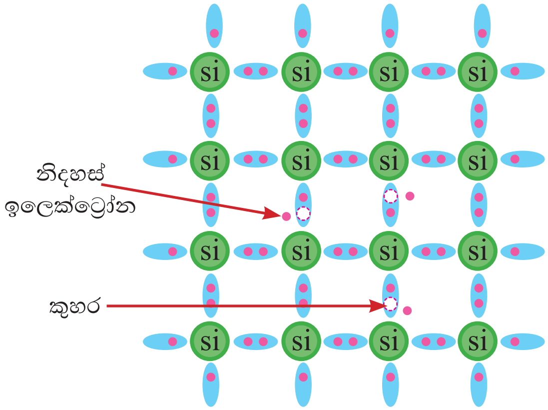
මේ අතර සමහර ද්‍රව්‍ය විදුලිය සුළු ප්‍රමාණයක් සන්නයනය කරයි. එවැනි ද්‍රව්‍ය **අර්ධ සන්නායක** (Semiconductors) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ස්ඵටික ආකාරයෙන් පවතින සිලිකන් (Si), ජර්මේනියම් (Ge) වැනි ද්‍රව්‍ය මෙවැනි ගුණ දක්වයි. මේවා ආවර්තිතා වගුවේ හතර වන කාණ්ඩයට අයත් වන අතර පරමාණුවේ බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් ඇති මූලද්‍රව්‍ය වේ. එවැනි ද්‍රව්‍යවල ස්ඵටික සෑදෙන්නේ එක් එක් පරමාණුව තමා වටා ඇති අනෙක් පරමාණු හතරක් සමඟ ඉලෙක්ට්‍රෝන පොදුවේ තබා ගනිමින් තම බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව අටක් කොටගෙන ස්ථායි සහසංයුජ බන්ධන සෑදීමෙනි.

නමුත් මෙම බන්ධන, අනෙකුත් පරිවාරක ද්‍රව්‍යවල එවැනි බන්ධනවලට සාපේක්ෂව දුර්වල ඒවා හෙයින් කාමර උෂ්ණත්වයේ දී පවා තාපය ලෙස ලැබෙන ශක්තියෙන් සමහර බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් වේ.

11.1 රූපයේ දැක්වෙන්නේ 0 K උෂ්ණත්වයේ දී සිලිකන් දැලිසේ සහසංයුජ බන්ධන සෑදී ඇති ආකාරයයි. එහි සියලු බන්ධන සම්පූර්ණ ව පවතියි. 11.2 රූපයෙන් පෙනෙන්නේ 0 K ට වැඩි උෂ්ණත්වයක දී සමහර බන්ධන කැඩී ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස්ව ඇති ආකාරයයි. බන්ධනයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන තිබූ ස්ථානයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌනතාවක් ඇති වේ. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌන ස්ථානය **කුහරයක්** (hole) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. න්‍යෂ්ටියේ ඇති ධන ආරෝපිත ප්‍රෝටෝන නිසා (උදාසීන පරමාණුවක න්‍යෂ්ටියට බාහිරව ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවට සමාන ප්‍රෝටෝන සංඛ්‍යාවක් න්‍යෂ්ටිය තුළ ඇත) මෙහි උදාසීන නොවූ ධන ආරෝපණයක් ඇති වේ. මේ නිසා කුහරයක් ධන ආරෝපණයකට අනුරූප වේ.



11.1 රූපය - 0 K උෂ්ණත්වයේ දී Si දැලිසක්



11.2 රූපය - 0 K ට වැඩි උෂ්ණත්වයක දී Si දැලිසක්

අර්ධ සන්නායකවල විද්‍යුතය සන්නයනය සඳහා දායක වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පමණක් නොවේ. ධන ආරෝපණ සහිත කුහරයකට යාබද පරමාණුවක ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් පැනීම නිසා කුහරය පිහිටන ස්ථානය වෙනස් විය හැකි ය. මෙලෙස පරමාණුවෙන් පරමාණුවට මාරුවෙමින් දැලිස පුරා ගමන් කිරීම මගින් කුහරවලට ද ධාරාවක් ගෙන යෑමට දායක විය හැකි ය. දැලිස තුළ ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන, **සෘණ ආරෝපිත ධාරා වාහක** ලෙස ක්‍රියා කරන අතර කුහර, **ධන ආරෝපිත ධාරා වාහක** ලෙස ක්‍රියා කරයි.

මේ නිසා අර්ධ සන්නායකයක් හරහා විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් ඇති කළ විට ධන විභවයේ සිට සෘණ විභවය දෙසට කුහරත්, සෘණ විභවයේ සිට ධන විභවයට ඉලෙක්ට්‍රෝනත් ගමන් කරන අතර (සම්මත) ධාරාව ධන විභවයේ සිට සෘණ විභවයට ගලා යයි.

- ලෝහ සන්නායකවල විද්‍යුත් සන්නයනය සිදු කරන ආරෝපණ වාහක නිදහස් සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝනයන් ය.
- අර්ධ සන්නායකවල විද්‍යුත් සන්නයනයට සහභාගී වන ආරෝපණ වාහක ලෙස නිදහස් සෘණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝනත් ධන ආරෝපණයන්ට අනුරූප කුහරත් ක්‍රියා කරයි.
- බන්ධනයක් කැඩී ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් නිදහස්වත්ම කුහරයක් ඇති වන හෙයින් සංශුද්ධ අර්ධ සන්නායකයක පවතින නිදහස් වාහක ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව එහි පවතින කුහර සංඛ්‍යාවට සමාන වේ.
- මේ නිසා අර්ධ සන්නායක දැලිස විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීන වේ.

11.1.1 නිසග අර්ධ සන්නායක (intrinsic smiconductors)

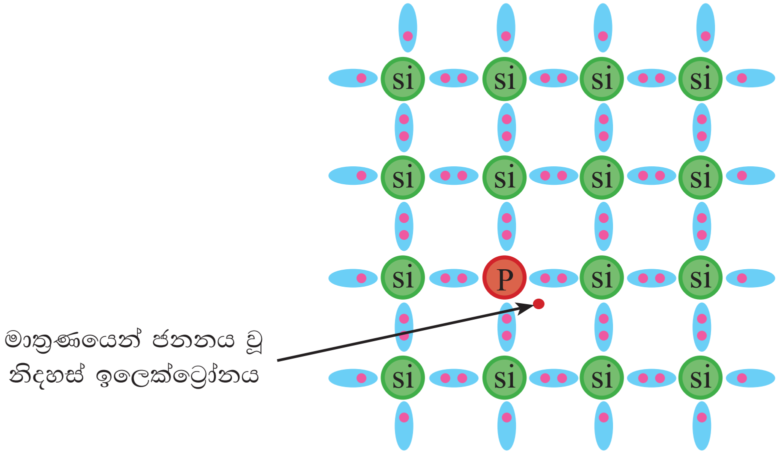
ඉහත සඳහන් කරන ලද ආකාරයේ ස්ඵටික ලෙස පවතින සංශුද්ධ සිලිකන් (Si) සහ ජර්මේනියම් (Ge) වැනි අර්ධ සන්නායක **නිසග අර්ධ සන්නායක** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

- **විද්‍යුත් සන්නයනයට උෂ්ණත්වයේ බලපෑම**

සන්නායකයක උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනවල අහඹු චලිතය වැඩි වන හෙයින් කිසියම් දිශාවක් ඔස්සේ ධාරාවක් ගැලීමට බාධා ඇති කරයි. මේ නිසා සන්නායකවල උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට සන්නායකතාව අඩු වේ (ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩි වේ). මෙම තත්ත්වය යටතේ වුවද අර්ධ සන්නායකවල උෂ්ණත්වය වැඩි කරන විට බන්ධන වැඩිපුර බිඳී කුහර සහ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩි වන හෙයින් විද්‍යුත් සන්නායකතාව වැඩි වේ (ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු වේ).

11.1.2 බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක (extrinsic semiconductors)

Si වැනි නිසග අර්ධ සන්නායකයකට පොස්පරස් (P) මූලද්‍රව්‍යය ඉතා ස්වල්පයක් එනම් සිලිකන් පරමාණු මිලියනයකට පොස්පරස් පරමාණු එකක් පමණ මිශ්‍ර කළහොත් (මාත්‍රණය (doping) කළහොත්) සිදු වන දෑ සලකා බලමු. පොස්පරස් ආවර්තිතා වගුවේ V වන කාණ්ඩයට අයිති මූලද්‍රව්‍යයක් වන අතර එහි බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පහක් පවතී. පොස්පරස් පරමාණුව වටා ඇති සිලිකන් පරමාණු හතරකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් ලබා ගෙන එහි බාහිර කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව අටක් කර ගනී. මෙහි දී පොස්පරස් පරමාණුවේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පහෙන් එකක් බන්ධනයකට සහභාගී නොවී ඉතිරි වේ. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝනයට දැලිස තුළ නිදහසේ චලනය වීමට අවස්ථාව ලැබේ.

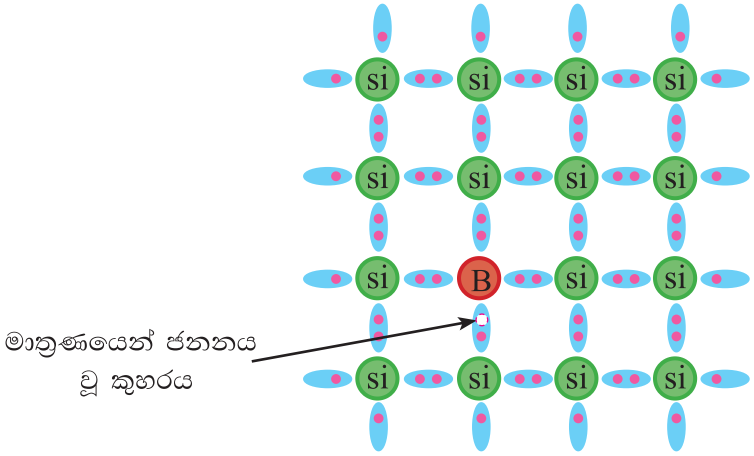


11.3 රූපය - P වලින් මාත්‍රණය කළ Si දැලිසක්

11.3 රූපයේ දැක්වෙන්නේ පොස්පරස් පරමාණුවක් සිලිකන් පරමාණු සමඟ බන්ධන සාදන ආකාරයයි. ඉතිරි වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනය නිසා දැලිසේ සන්නායකතාව වැඩි වේ. මෙහි දී සෘණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන, ආරෝපණ වාහක ලෙස දැලිසට එකතු වන හෙයින් මෙලෙස මාත්‍රණය කළ Si, සෘණ වර්ගයේ (negative type) හෙවත් n- වර්ගයේ (n-type) අර්ධ සන්නායකයක් ලෙස හැඳින්වේ. නිසග අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යයකට වෙනත් මූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් වාහක සංඛ්‍යාව වැඩි වූ මෙවැනි අර්ධ සන්නායක බාහ්‍ය

අර්ධ සන්නායක ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පොස්පරස් වෙනුවට V වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය වන ආසනික් (As), ඇන්ටිමනිවලින් (Sb) ද නිසග අර්ධ සන්නායකයක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් ද n- වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක සාදා ගත හැකි ය. පස් වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය මගින් දැලිසට නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රදානය කෙරෙන නිසා ඒවා **දායක පරමාණු** ලෙස හැඳින්වේ.

Si නිසග අර්ධ සන්නායකයක්, බොරෝන් (B) වැනි III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයකින් මාත්‍රණය කළහොත් බෝරෝන් පරමාණුව අසළ ඇති සිලිකන් පරමාණු සමඟ බන්ධන සාදා ගනී. මෙහි දී බන්ධන හතර සාදා ගැනීමට බොරෝන් පරමාණුවේ බාහිර කවචයේ ඇත්තේ ඉලෙක්ට්‍රෝන තුනක් හෙයින් එක් බන්ධනයක් සෑදීමට ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඌන වේ. එවැනි අවස්ථාවක සිලිකන් දැලිසේ පරමාණු හා බන්ධන පිහිටන ආකාරය 11.4 රූපයෙන් දැක්වේ.



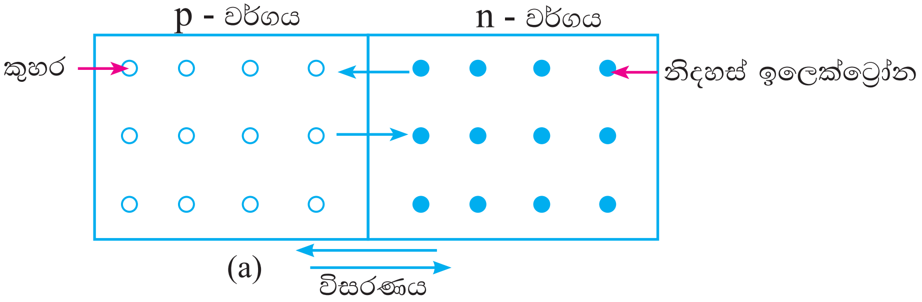
11.4 රූපය - බෝරෝන්වලින් මාත්‍රණය කළ සිලිකන් දැලිස

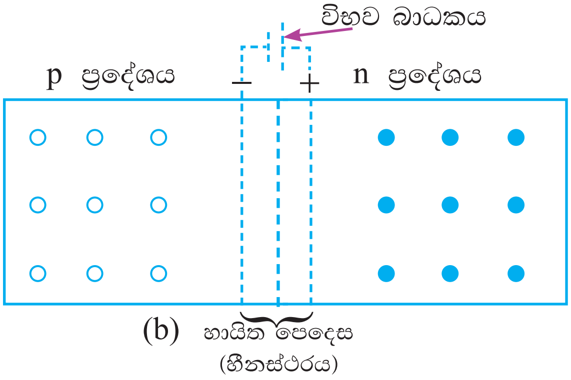
බෝරෝන් පරමාණුවේ බන්ධනය සෑදීමට ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඌන වූ ස්ථානයේ කුහරයක් පිහිටයි. කුහරවලට ධන ආරෝපණ ලෙස විදුලිය සන්නයනය කළ හැකි හෙයින් මෙහි සන්නායකතාව වැඩි වේ. කුහර, ධන ආරෝපණයකට අනුරූප හෙයින් මෙම බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක ධන වර්ගයේ (positive type) හෙවත් p - වර්ගයේ (p-type) බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ. p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් තුළ කුහර සාන්ද්‍රණය, එය තුළ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණයට වඩා බොහෝසෙයින් වැඩි නිසා කුහර බහුතර වාහක ලෙස හැඳින්වෙන අතර නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන අල්පතර වාහක ලෙස හැඳින්වේ. බෝරෝන් වෙනුවට III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය වූ ඇලුමිනියම් (Al), ගැලියම් (Ga), ඉන්ඩියම් (In) ද p - වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක සෑදීම සඳහා මාත්‍රණයට භාවිත කළ හැකි ය. බෝරෝන් වැනි III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍ය මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලබාගත හැකි කුහර නිර්මාණය කෙරෙන නිසා ඒවා **ප්‍රතිග්‍රාහක** පරමාණු ලෙස හැඳින්වේ.

11.2 p - n සන්ධිය (p -n junction)

සිලිකන් හෝ ජර්මේනියම් නිසග අර්ධ සන්නායකයක එක් පැත්තක් III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයකින් මාත්‍රණය කොට p - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකුත් අනෙක් පැත්ත V වන කාණ්ඩයේ අර්ධ සන්නායකයකින් මාත්‍රණය කොට n - වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකුත්

සෑදූ විට එහි මැද p - n සන්ධියක් සෑදෙයි. මෙවැනි සන්ධියක් සාමාන්‍ය සන්නායකයකට වෙනස් ලෙස විද්‍යුත් වශයෙන් හැසිරෙයි.





11.5 රූපය - p - n සන්ධිය

11.5(a) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි p - n සන්ධිය සෑදුණු වහාම n - ප්‍රදේශයේ ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සන්ධිය හරහා p - ප්‍රදේශය දෙසට විසරණය වන අතර p - ප්‍රදේශයේ ඇති කුහර n - ප්‍රදේශය දෙසට විසරණය වේ. මෙම විසරණය නිසා කුහරවලට ඉලෙක්ට්‍රෝන සංයෝජනය වී වාහක මුක්ත කලාපයක් සන්ධිය අසළ නිර්මාණය වේ. මෙම කලාපය **හීන ස්තරය** හෙවත් **හායිත පෙදෙස** (depletion region) ලෙස හැඳින්වේ. 11.5(b) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ඇති වන හායිත පෙදෙසේ, p - ප්‍රදේශයට අයත් කොටසට අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇතුළු වී ඇති හෙයින් එම ප්‍රදේශය සෘණ ලෙසත් හායිත පෙදෙසේ n ප්‍රදේශයට අයත් කොටසට අමතර ධන ආරෝපණ ඇතුළු වී ඇති හෙයින් එම ප්‍රදේශය ධන ලෙසත් පිහිටන පරිදි p - n සන්ධිය හරහා විභව අන්තරයක් ඇති වේ. මෙම විභව අන්තරය මගින් වාහක විකර්ෂණය වීම හේතු කොටගෙන සන්ධිය හරහා වාහක විසරණය නවතී. එබැවින් මෙම අවස්ථාවේ ඇතිව තිබෙන විභව අන්තරය "විභව බාධකයක්" ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම විභව බාධකය කල්පිත බැටරියකට සමානව ඉහත රූපයේ දක්වා ඇත.

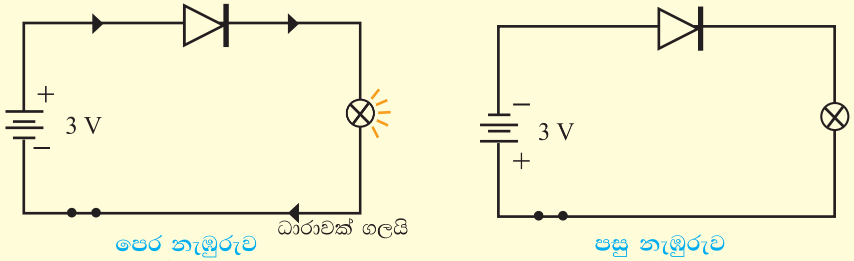
Siවලින් සාදන ලද p - n සන්ධියක මෙම විභව බාධකයේ විශාලත්වය 0.7 V පමණ වන අතර Geවලින් සාදන ලද සන්ධියක එය 0.3 V පමණ වේ.

11.2.1 p - n සන්ධියක් නැඹුරු කිරීම

p - n සන්ධියක් හරහා බාහිර විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් මගින් විභව අන්තරයක් ඇති කිරීම නැඹුරු කිරීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. සන්ධිය හරහා ඇති කරන විභව අන්තරයේ දිශාව අනුව සන්ධිය දෙයාකාරයකට හැසිරේ. මෙය ආදර්ශනය කිරීමට 11.1 ක්‍රියාකාරකමෙහි යෙදෙමු.

11.1 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : 1N 4001 ඩයෝඩයක්, 2.5 V විදුලි පන්දම් බල්බයක්, 1.5 V වියළි කෝෂ දෙකක්, ස්විච්චයක් සහ සම්බන්ධක කම්බි



පෙර නැඹුරුව
1 රූපය

පසු නැඹුරුව
2 රූපය

- රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට පරිපථ පුවරුවේ (Project board/bread board එකක් මේ සඳහා වඩා පහසුය), ඩයෝඩය 1 රූපයේ දැක්වෙන ලෙස සම්බන්ධ කරන්න.
- ස්විච්චය සංවෘත (ON) කොට බල්බය නිරීක්ෂණය කරන්න.
- දෙවනුව බැටරිය පමණක් විසන්ධි කොට ඩයෝඩය අග්‍ර මාරු වන ලෙස 2 රූපයේ ආකාරයට බැටරිය ප්‍රතිවිරුද්ධ ලෙස නැවත සවි කරන්න.
- නැවත ස්විච්චය සංවෘත (ON) කර බල්බය නිරීක්ෂණය කරන්න.

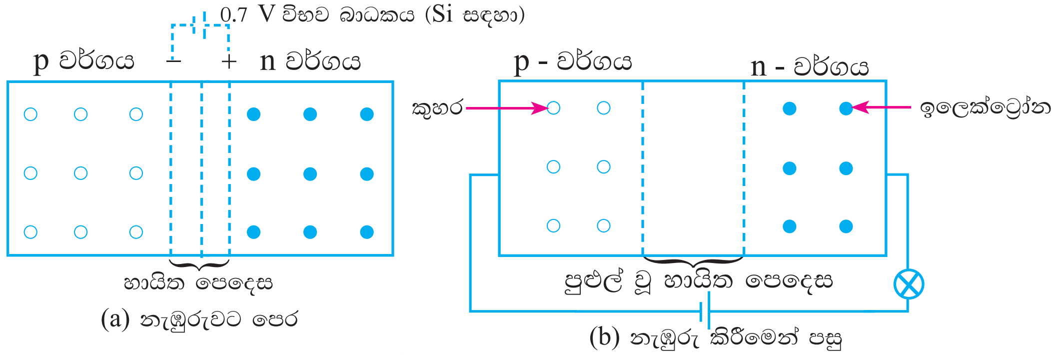
ඩයෝඩය විදුලි ධාරාවේ ගැලීමට ඉඩ දෙන්නේ එය කුමන ආකාරයට නැඹුරු කළ විට දැයි නිගමනය කරන්න. බල්බය දැල්වෙන්නේ 1 රූපයේ ලෙස ඩයෝඩය සම්බන්ධ කළ අවස්ථාවේ දී පමණක් බව ඔබට නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. මේ අනුව පරිපථයක එක් දිශාවකට පමණක් ධාරාවක් ගැලීමට ඉඩ දිය යුතු අවස්ථාවක සන්ධි ඩයෝඩයක් භාවිත කොට එම අවශ්‍යතාව ඉටු කර ගත හැකි ය.

අමතර දැනුමට

- p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරු වී ධාරාව ගැලීමට ඇනෝඩයට ධන විභවය සම්බන්ධ කළ යුතු අතර විභව බාධකය ඉක්ම වන තරම් විභව අන්තරයක් එය හරහා ඇති කළ යුතු ය. මෙම විභව බාධකයේ අගය Si ඩයෝඩ සඳහා 0.7 V වන අතර Ge ඩයෝඩ සඳහා 0.3 V වෙයි.

• p - n සන්ධියක් පසු නැඹුරු කිරීම (reverse biasing)

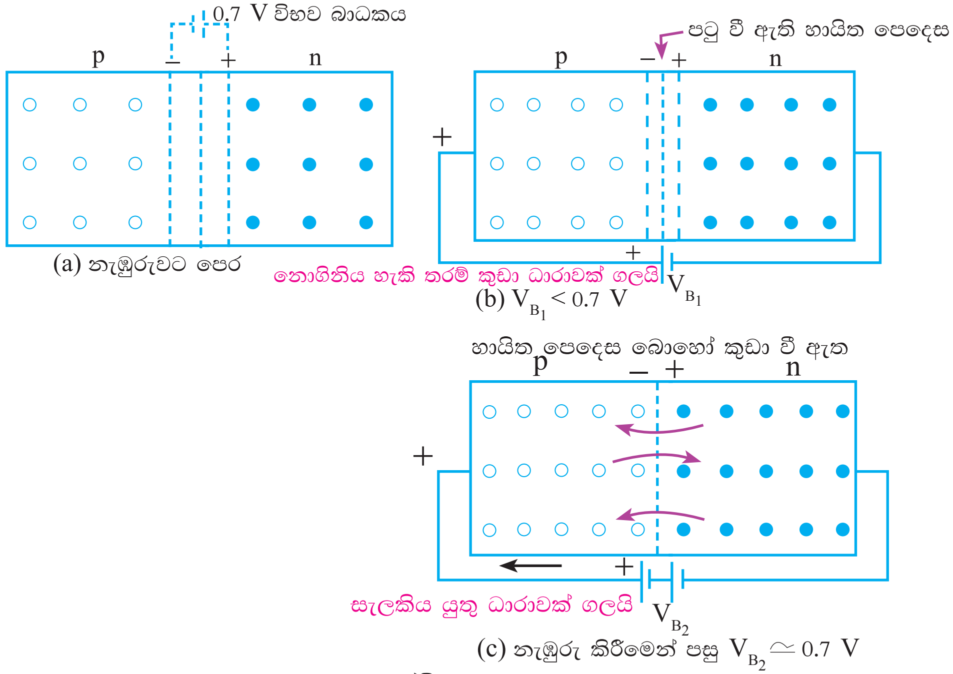
p - n සන්ධිය හරහා p - අර්ධ සන්නායකයට ඍණ විභවය සහ n - අර්ධ සන්නායකයට ධන විභවය සිටින සේ බාහිර බැටරියක් සම්බන්ධ කළ විට සිදුවන දෑ සලකා බලමු.



11.6 රූපය - p - n සන්ධිය පසු නැඹුරුවට පෙර හා පසු

මෙහිදී n - ප්‍රදේශයේ ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ධන විභවය දෙසටත් p - ප්‍රදේශයේ ඇති කුහර ඍණ විභවය දෙසටත් ආකර්ෂණය වී හායිත පෙදෙස තවත් පුළුල් වේ. p - n සන්ධිය හරහා වාහක ගැලීමක් හෙවත් ධාරාව ගැලීමක් සිදු නොවේ. බාහිර විද්‍යුත් විභවයේ විශාලත්වයට අනුරූපව හායිත පෙදෙස පුළුල් වීම පමණක් සිදු වේ. p - n සන්ධිය හරහා ධාරාවක් නොගලන නිසා මෙලෙස බාහිර විභවය සම්බන්ධ කිරීම **පසු නැඹුරුව** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. 11.6(a) හා (b) රූපවලින් පසු නැඹුරුව වන විට හායිත පෙදෙස හැසිරෙන ආකාරය දැක්වේ.

• p - n සන්ධිය ඉදිරි (පෙර) නැඹුරු කිරීම (forward biasing)

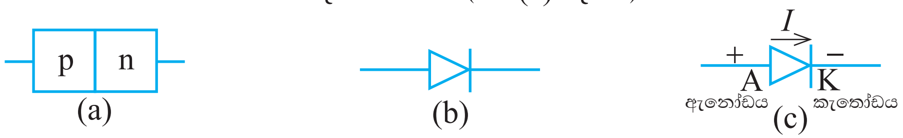


11.7 රූපය - p - n සන්ධිය පෙර නැඹුරුවට පෙර හා පසු

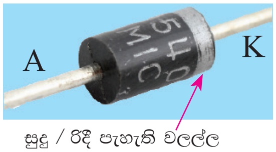
මෙහි දී p ප්‍රදේශයට ධන විභවයක් සහ n ප්‍රදේශයට ඍණ විභවයක් ඇති වන සේ බාහිර විභව අන්තරය ඇති කරනු ලැබේ. p ප්‍රදේශයේ ඇති කුහර ධන විභවයෙන් විකර්ෂණය වී සන්ධිය දෙසට තල්ලු වන අතර n - ප්‍රදේශයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ඍණ විභවය මගින් සන්ධිය දෙසට විකර්ෂණය කෙරේ. මේ නිසා හායිත පෙදෙස කුඩා වෙයි. එසේ වුවද, 11.7(b) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට බාහිර විභවය විභව බාධකයේ විශාලත්වයට වඩා අඩු නම්, ඉතා කුඩා (නොගිනිය හැකි තරම්) ධාරාවක් සන්ධිය හරහා ගලා යයි. බාහිරින්, විභව බාධකයට (Si සඳහා 0.7 V) වඩා වැඩි විභවයක් යොදා ඇති විට හායිත පෙදෙස බොහෝ කුඩා වී p - n සන්ධිය හරහා සැලකිය යුතු ධාරාවක් ගලා යයි. එබැවින් මෙලෙස බාහිර විභවය සම්බන්ධ කිරීම **පෙර නැඹුරු කිරීම** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. 11.7(c) රූපයෙන් මෙම අවස්ථාව දැක් වේ.

11.3 p - n සන්ධි ඩයෝඩය

ඉහත දැක්වූ පරිදි p - n සන්ධියක් හරහා ධාරාවක් ගලන්නේ එය පෙර නැඹුරු කළ විට දී පමණක් බව අපි දනිමු. මෙවැනි p - n සන්ධියකින් පමණක් සෑදූ උපාංගය **සන්ධි ඩයෝඩයක්** ලෙස අපි හඳුන්වමු. සන්ධි ඩයෝඩයක අභ්‍යන්තරයේ p සහ n අර්ධ සන්නායක සකසා ඇති ආකාරය 11.8(a) රූපයෙනුත්, ඩයෝඩයක අනුරූප සංකේතය 11.8(b) රූපයෙනුත් දැක්වේ. මෙහි + අග්‍රය ඇනෝඩය (A) ලෙසත් − අග්‍රය කැතෝඩය (K) ලෙසත් හැඳින්වේ. ඇනෝඩය ධන වන ලෙස බාහිර විභව අන්තරයක් සම්බන්ධ කළ විට පමණක් ඩයෝඩය හරහා විදුලිය සන්නයනය කරන අතර එය තුළින් ධාරාව ගලන දිශාව සංකේතයේ ඊ හිසෙන් නිරූපණය වේ (11.8(c) රූපය).



11.8 රූපය - සන්ධි ඩයෝඩය



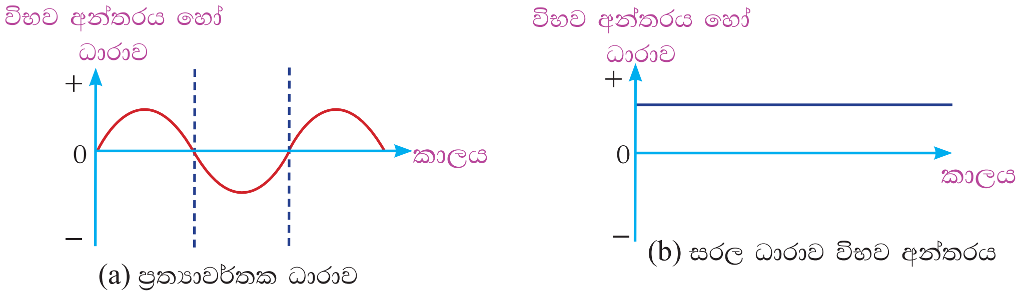
11.9 රූපය - සන්ධි ඩයෝඩයක සාමාන්‍ය බාහිර ස්වරූපය

සන්ධි ඩයෝඩයක සාමාන්‍ය බාහිර ස්වරූපය 11.9 රූපයෙන් දැක්වේ. මෙය කලු පැහැති සිලින්ඩරාකාර හැඩයක් දක්වයි. මෙහි ඇති සුදු හෝ රිදී පැහැති වළල්ල (රේඛාව) කැතෝඩ අග්‍රය දක්වයි. විවිධ ගුණ ඇති ඩයෝඩ විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති අතර ඒවා හඳුනා ගැනීමට අංකයක් ඩයෝඩයේ මුද්‍රණය කොට ඇත. නමුත් සෑම සන්ධි ඩයෝඩයක ම බාහිර ස්වරූපය මෙය ම නොවන බව මතක තබා ගත යුතු ය.

11.4 ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ඍජුකරණය

සරල ධාරාවක් යනු පරිපථය තුළ එක් දිශාවකට පමණක් ගලා යන ධාරාවක් බව අපි දනිමු. එමෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් යනු ආවර්තීයව දිශාව මාරු කරමින් පරිපථයක ගලන ධාරාවක් බව ද අපි දනිමු. සරල ධාරා සහ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ගලන අවස්ථාවල ධාරාව හෝ විභව අන්තරය, කාලය සමඟ විචලනය වන ආකාරය 11.10 රූපයේ දැක්වේ. බොහෝ විට විද්‍යුතය ජනනය කිරීමේ දී ඩයිනමෝ මගින් ජනනය කරනු ලබන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්තක

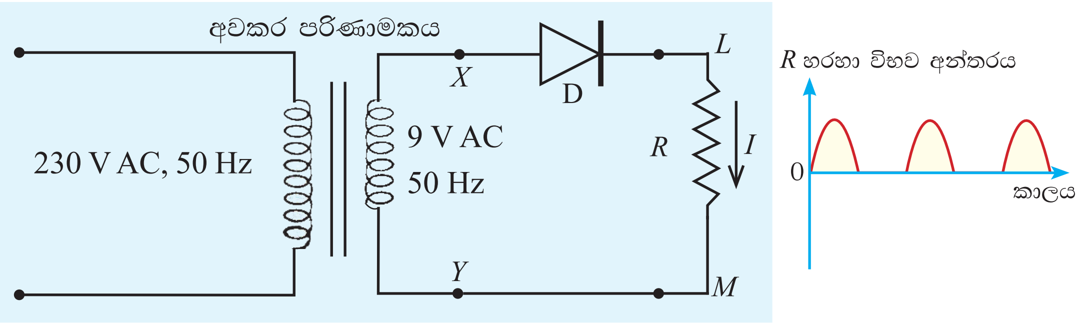
ධාරා වේ. නමුත් ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ක්‍රියාකරවීම සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ සරල ධාරා වේ. එක් දිශාවකට පමණක් ධාරාව ගැලීමට ඉඩ දෙන සන්ධි ඩයෝඩ, ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් සරල ධාරාවක් බවට පත් කර ගැනීමට භාවිත කළ හැකි ය. ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් හෝ විභව අන්තරයක්, එක් දිශාවකට පමණක් ගලන ධාරාවක් හෝ සරල විභව අන්තරයක් බවට හැරවීමේ ක්‍රියාව **සෘජුකරණය** (wave rectification) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



11.10 රූපය - ප්‍රත්‍යාවර්තක සහ සරල ධාරාවල ප්‍රස්තාරික නිරූපණය

11.4.1 අර්ධ තරංග සෘජුකරණය (half wave rectification)

සෘජුකරණය සඳහා ප්‍රායෝගික ව භාවිත කරන පරිපථයක් 11.11 රූපයේ දැක්වේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම භාවිත කරනු ලැබේ.



11.11 රූපය - අර්ධ තරංග සෘජුකරණය

පළමු ව අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට ප්‍රත්‍යාවර්තක විභවය අඩු කර ගැනීම අවකර පරිණාමකය භාවිත කර සිදු කරනු ලැබේ. පරිණාමකයේ *X* සහ *Y* අග්‍රවලින් විභවය අඩු කළ ප්‍රත්‍යාවර්තක විභව අන්තරයක් ලැබේ.

ඩයෝඩය හරහා ධාරාව ගමන් කරන්නේ *XL* දිශාවට පමණක් බැවින් *R* ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාව ගලන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්තකක විභව අන්තරයේ ධන අර්ධය තුළ දී පමණකි. එහි සෘණ අර්ධය තුළ දී ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාව ශූන්‍ය වේ (11.1 ක්‍රියාකාරකමේ බැටරි සවි කළ විට ඩයෝඩය ක්‍රියා කළ ආකාරය සමග සසඳා බලන්න).

සෑම විට ම ප්‍රත්‍යාවර්තක විභව අන්තරයේ අර්ධයක් පමණක් ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙන හෙයින් මෙය **අර්ධ තරංග සෘජුකරණය** ලෙස හැඳින්වේ.

11.1 අභ්‍යාසය

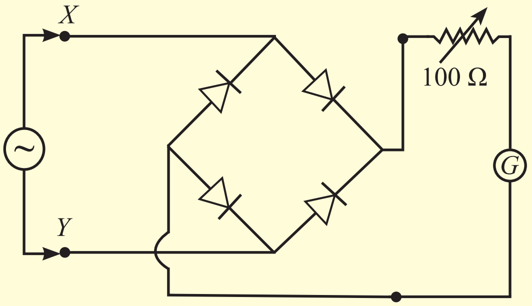
11.11 රූපයේ ඇති පරිපථයේ ඉතිරි සියලු කොටස් එලෙසම තිබිය දී ඩයෝඩය පමණක් පැති මාරු කොට (*X* ට කැතෝඩය සවි වන සේ) සවි කළහොත් *R* හරහා ගලන ධාරාව කාලය සමඟ වෙනස් වන ආකාරය ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කරන්න.

11.4.2 පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය (full wave rectification)

11.2 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : බයිසිකල් ඩයිනමෝවක් හෝ විද්‍යාගාරයේ ඇති ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකයක්, 1N 4001 ඩයෝඩ 4ක් (හෝ එම ශ්‍රේණියේ ඕනෑම වර්ගයක ඩයෝඩ 4ක්), මැද බින්දු ගැල්වනෝමීටරයක්, 100 Ω ධාරා නියාමකයක්, ඊයම් සහ විදුලි පාහනයක් සහ සම්බන්ධක කම්බි

- ඩයෝඩ හතර ඇනෝඩ කැතෝඩ නිවැරදිව සිටින සේ සේතුවක ආකාරයට පාස්සන්න.
- රූපයේ දැක්වෙන ලෙස සේතුවට ධාරා නියාමකයක් සහ මැද බින්දු ගැල්වනෝමීටරයක් සම්බන්ධ කරන්න.
- දැන් බයිසිකල් ඩයිනමෝවේ හෝ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකයේ අග්‍ර *X* සහ *Y* අග්‍රවලට සම්බන්ධ කොට ජනකය හෙමින් කරකවන්න.



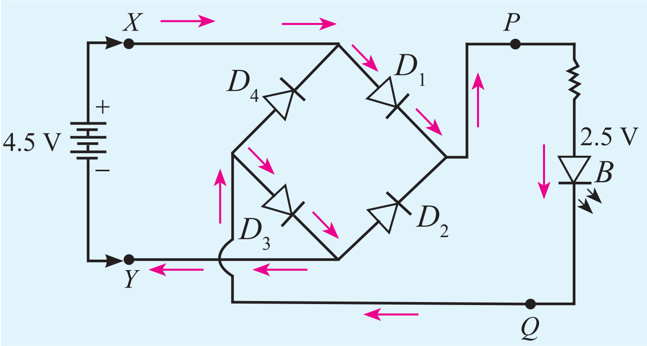
- ගැල්වනෝමීටරයේ උත්ක්‍රමය නිරීක්ෂණය කරන්න. උත්ක්‍රමය විශාල නම් ධාරා නියාමකය සුදුසු ලෙස සකස් කිරීමෙන් එය අඩු කර ගන්න.

මෙම ක්‍රියාකාරකම සිදු කළ විට ගැල්වනෝමීටරයේ උත්ක්‍රමය එක් දිශාවකට පමණක් පිහිටන බව ඔබට නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. එනම් ධාරාව සරල ධාරාවක් බවට පරිවර්තනය වී ඇත.

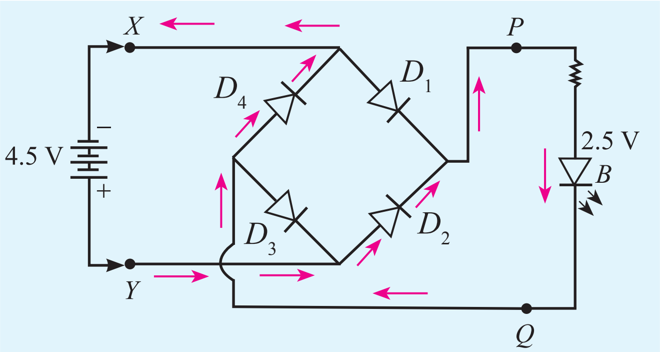
තනි ඩයෝඩය වෙනුවට ඩයෝඩ හතරක් සේතුවක ආකාරයට සකස් කොට ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව ඒ තුළින් ගැලීමට සැලසූ විට ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවේ අර්ධ දෙක ම එකම දිශාවට ගැලීමට සැලසිය හැකි ය. මෙවැනි සේතු පරිපථයක් 11.12 රූපයේ දැක්වේ.

4.5 V බැටරියක් සහ ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් (LED) 11.12(a) රූපයේ ඇති ආකාරයට සවි කළ විට LED ය දීප්තියෙන් දැල්වේ. මෙහි දී LED භාවිත කරනු ලබන්නේ එක් දිශාවකට පමණක් ධාරාව යැවූ විට ක්‍රියාත්මක වන විදුලි පහනක් ලෙස ය. මෙහි දී *Y* ලක්ෂ්‍යයට සාපේක්ෂව *X* ධන නිසා D_1 සහ D_3 ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වන අතර D_2

සහ D_4 ඩයෝඩ පසු නැඹුරු වේ. එවිට D_1 හරහා ගලන ධාරාව LED හරහා ගලා ගොස් නැවත D_3 ඩයෝඩය හරහා බැටරියේ ඍණ අග්‍රය වෙත ගලයි.



(a)

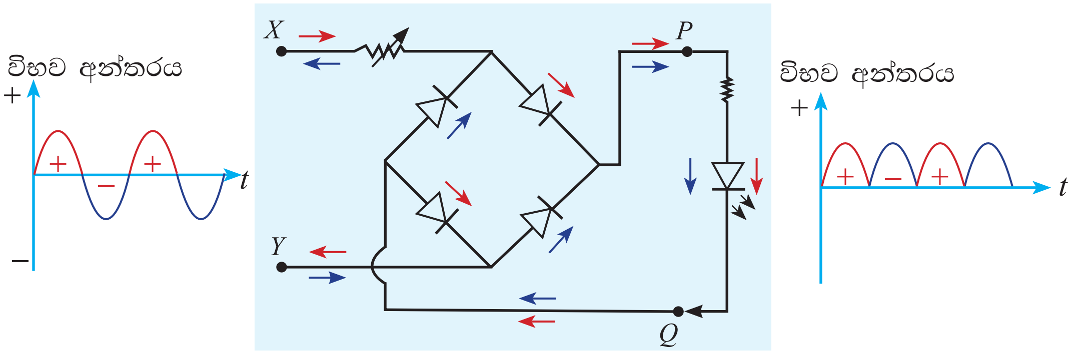


(b)

11.12 රූපය - සේතු පරිපථයක්

දැන් 11.12(b) රූපයේ දැක්වෙන ලෙස X ලක්ෂ්‍යයට බැටරියේ ඍණ අග්‍රය ද, Y ලක්ෂ්‍යයට බැටරියේ ධන අග්‍රය ද සම්බන්ධ වන සේ පරිපථය වෙනස් කළ හොත් LED පෙර දීප්තියෙන් ම දැල්වෙන බව පෙනේ. මෙහි දී D_2 සහ D_4 ඩයෝඩ පෙර නැඹුරු වී පවතින අතර D_1 සහ D_3 ඩයෝඩ පසු නැඹුරු වී පවතියි. එම නිසා බැටරියේ ධන අග්‍රයේ සිට එන ධාරාව D_2 ඩයෝඩය, LED සහ D_4 ඩයෝඩය හරහා බැටරියේ ඍණ අග්‍රයට ගලයි. LEDය අවස්ථා දෙකෙහි දී ම දැල්වෙන නිසා එය හරහා ධාරාව ගලා යන්නේ අවස්ථා දෙකෙහි දී ම එකම අතට බව පෙනේ.

දැන් මෙම සේතුවේ බැටරිය වෙනුවට ප්‍රත්‍යාවර්තක විභවයක් සම්බන්ධ කළහොත් එවිට ද LED හරහා ධාරාව එකම දිශාවට (P සිට Q දක්වා) ගලා යයි.



11.13 රූපය - සේතු පරිපථයෙන් සිදුවන පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය

ප්‍රදානයේ ධන සහ සෘණ අර්ධ දෙක තුළ දී ඩයෝඩ හරහා ධාරාව ගලා යන ආකාරය 11.13 රූපයේ දක්වා ඇත. මෙහි දී ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවේ අර්ධ දෙක ම LED හරහා (ප්‍රතිදානයේ දී) එකම දිශාවට ගලන ධාරාවක් බවට ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව පත් කර ඇති හෙයින් මෙම ක්‍රියාව **පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

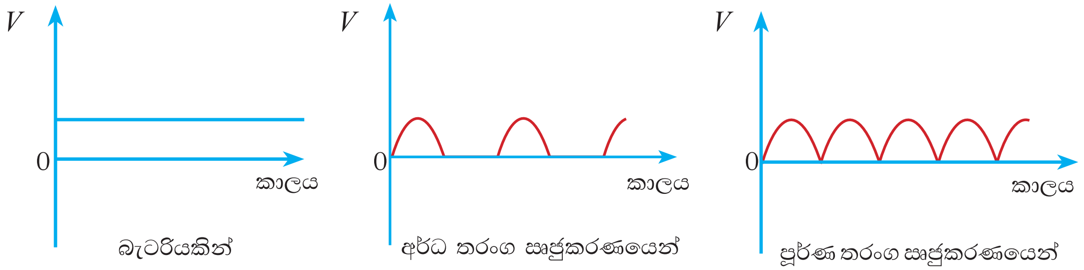
11.2 අභ්‍යාසය

11.2 ක්‍රියාකාරකමෙහි සඳහන් අවස්ථාවේ දී ඔබට ගැල්වනෝමීටරයෙන් දක්නට ලැබුණ නිරීක්ෂණවලට හේතුව පැහැදිලි කොට එම අවස්ථාවේ දී ගැල්වනෝමීටරය හරහා ගලන ධාරාව, කාලය සමග විචලනය වන ආකාරය ප්‍රස්තාරයකින් දක්වන්න.

11.4.3 සුමටනය (smoothing)

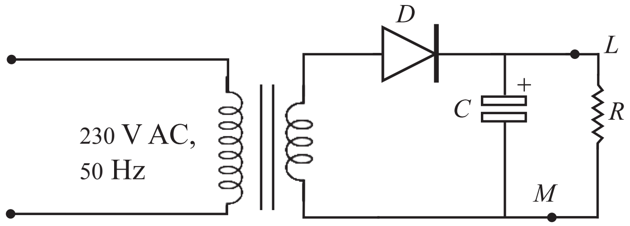
අර්ධ තරංග හෝ පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයකින් ලැබෙන්නේ එක් දිශාවකට පමණක් ගලන ධාරාවකි. නමුත් එහි අගය (විභව අන්තරය හෝ ධාරාව) ශුන්‍යයත් උපරිමයත් අතර විචලනය වන එකකි.

බැටරියකින්, අර්ධ තරංග සෘජුකරණයෙන් සහ පූර්ණ තරංග සෘජුකරණයෙන් ලැබෙන විභවයන් කාලය සමග විචලනය වන ආකාරය 11.14 රූපයෙන් දැක්වේ. බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණ ක්‍රියා කරවීම සඳහා සුදුසු වන්නේ බැටරියකින් ලැබෙන ආකාරයේ නියත වෝල්ටීයතාවයක් හෝ නියත සරල ධාරාවකි.

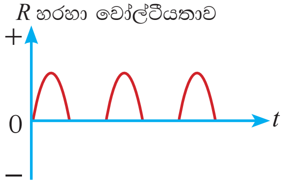


11.14 රූපය - බැටරියකින් සහ සෘජුකරණයෙන් ලැබෙන වෝල්ටීයතා අතර වෙනස

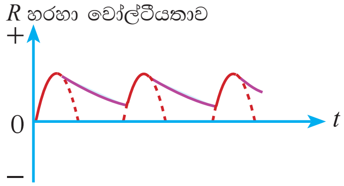
සෘජුකාරක පරිපථයකින් ලැබෙන විභව අන්තරයේ හෝ ධාරාවේ විචලනය, ප්‍රතිදානයේ අග්‍රවලට, සමාන්තරගත ව විශාල ධාරිතාවක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් සවි කිරීමෙන් අඩු කළ හැකි ය. මෙම ක්‍රියාව **සුමටනය** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයකට ධාරිත්‍රකයක් භාවිත කොට සුමටනය සිදු කර ගත හැකි ආකාරය 11.15 රූපයෙන් දැක්වේ. මෙහි (a) රූපයෙන් සෘජු කාරක පරිපථයත්, (b) රූපයෙන් ධාරිත්‍රකය නොමැති විට ප්‍රතිදානයත් (c) රූපයෙන් ධාරිත්‍රකය සහිත විට ප්‍රතිදානයත් දැක්වේ.



(a) අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක්



(b) සුමටනය රහිතව ප්‍රතිදානය

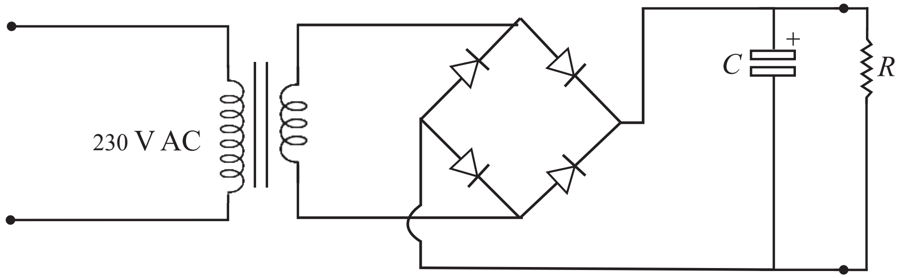


(c) සුමටනය සහිත ව ප්‍රතිදානය

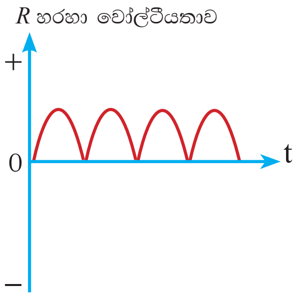
11.15 රූපය - අර්ධ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක සුමටනය

ඩයෝඩයෙන් සැපයෙන වෝල්ටීයතාව ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි වන විට ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වේ. වෝල්ටීයතාව උපරිම අගයට ළඟා වීමෙන් පසු නැවත අඩු වන විට ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වූ ආරෝපණ මුදා හැරේ. එම නිසා ඩයෝඩයෙන් සැපයෙන වෝල්ටීයතාව ශුන්‍ය වුව ද ධාරිත්‍රකය හරහා විභව අන්තරය යම් ප්‍රමාණයකට අඩු වන නමුත් එය ශුන්‍ය නොවේ. එසේම ඩයෝඩය හරහා ධාරාව ගමන් කරන්නේ එක් දිශාවකට පමණක් බැවින් මෙම අවස්ථාවේ දී ධාරිත්‍රකයෙන් විසර්ජනය වන ආරෝහණ ඩයෝඩය හරහා ගමන් නොකරයි. මෙසේ සුමටනය කරන ලද ප්‍රතිදානයේ වෝල්ටීයතාව කාලය සමඟ විචලනය වන ආකාය 11.15(c) රූපයේ පෙන්වා ඇත.

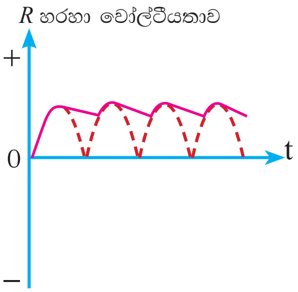
පූර්ණ තරංග සෘජුකාරකයක ප්‍රතිදානය ද මේ ආකාරයෙන් ම සුමටනය කරගත හැකි ය. ඒ සඳහා පරිපථ සටහන සහ ප්‍රතිදානයේ වෝල්ටීයතාව, කාලය සමග විචලනය වන ආකාරය 11.16 රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(a) පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථය



(b) සුමටනයට පෙර (ධාරිත්‍රකය නැති විට)



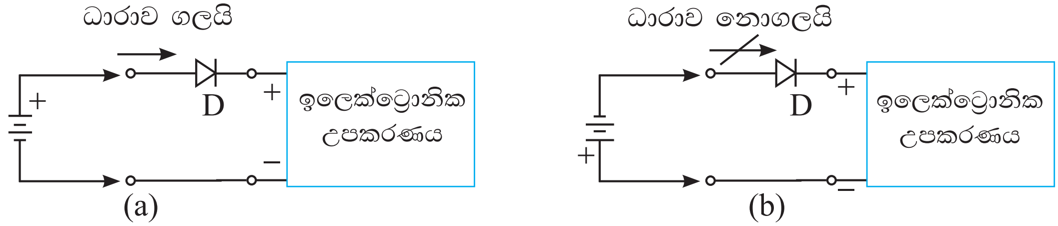
(c) සුමටනයට පසු (ධාරිත්‍රකය ඇති විට)

11.16 රූපය - පූර්ණ තරංග සෘජුකාරක පරිපථයක සුමටනය

මෙහි දී අර්ධ තරංග සෘජුකරණයටත් වඩා සුමට වූ ධාරාවක් ලබා ගත හැකි ය. සුමටනය සඳහා 1000 μF, 2000 μF වැනි විශාල ධාරිතාවක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් භාවිත කරනු ලැබේ. ධාරිතාව විශාල වූ විට සුමටනය වීම ද වැඩි වේ.

සරල ධාරා උපකරණයකට + හා – අග්‍ර මාරුකොට විදුලිය සැපයීමෙන් වන හානිය වැළකීමට ඩයෝඩයක භාවිතය

සරල ධාරා ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයකට + හා – අග්‍ර මාරුකොට විදුලිය සැපයුවහොත් සිදුවන හානිය වැළකීම සඳහා සෘජුකාරක ඩයෝඩයක් භාවිත කළ හැකි ය.



11.17 රූපය - උපකරණයක අග්‍ර මාරුකර විදුලිය සැපයීමෙන් ආරක්ෂා කර ගැනීම

11.17(a) රූපයේ දැක්වෙන්නේ ආරක්ෂකය ලෙස ඩයෝඩය සවි කොට නිවැරදි ව බැටරිය සවි කරන ආකාරය යි. 11.17(b) රූපයේ දැක්වෙන්නේ බැටරි අග්‍ර වැරදියට සවි කොට ඇති ආකාරය යි. මෙම අවස්ථාවේ දී ඩයෝඩය පසු නැඹුරු වන හෙයින් උපකරණය තුළට ධාරාව ගලා නොයයි. එබැවින් උපකරණයට හානි නොවන අතර එය ක්‍රියා කරන්නේ නිවැරදි ව බැටරිය සම්බන්ධ කර ඇති විට දී පමණි.

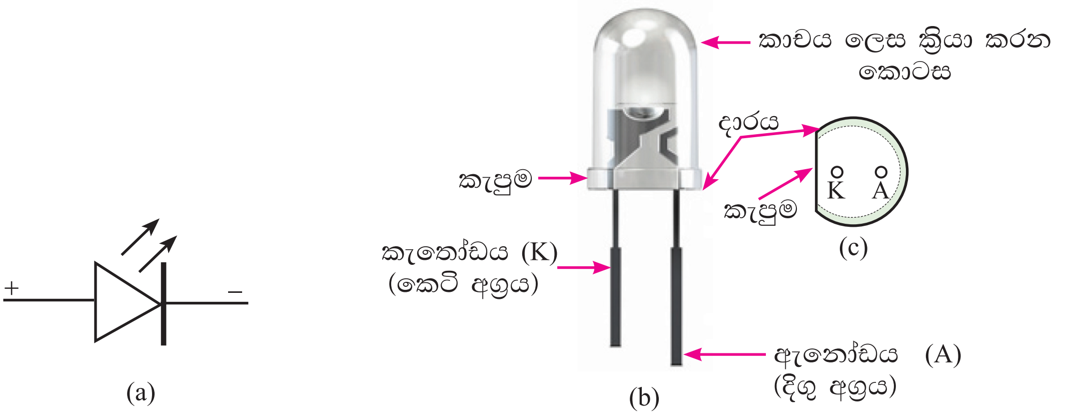
අමතර දැනුමට

සේතු ඍජුකාරක පරිපථයක් භාවිත කොට බැටරි කුමන ආකාරයට සවි කළ ද ඉලෙක්ට්‍රොනික උපකරණයට නිවැරදි ව විදුලිය සැපයීමට හැකි පරිපථයක් නිර්මාණය කරන්න.

11.4.5 ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ (light emiting diode - LED)

ගැලියම් ආසනයිඩ් (GaAs) වැනි සංයෝගයක් අර්ධ සන්නායකය ලෙස භාවිත කොට සාදන ලද p - n සන්ධියක් ඉදිරි නැඹුරු කළ විට p - n සන්ධිය අසල දී ආලෝකය විමෝචනය වේ. ආලෝකය විමෝචනය කළ හැකි මෙවැනි ඩයෝඩ, **ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ** (Light - Emiting Diode -LED) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

විවිධ හැඩයන් හා විශාලත්වයන් ඇති ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ වෙළෙඳපොළේ ඇති අතර වැඩියෙන් ම ප්‍රචලිතව ඇති 5 mm LED එකක, බාහිර පෙනුම සහ අග්‍ර හඳුනා ගන්නා ආකාරයත්, ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක සංකේතයත් 11.18 රූපයේ දැක්වේ. LED හි දිග අග්‍රය ඇනෝඩය වේ. එලෙසම LEDහි පාදය අප දෙසට අල්වා බැලූ විට එහි කැපුමට ආසන්න අග්‍රය කැතෝඩය වේ. රතු, කහ, කොළ සහ නිල් වර්ණ ද පාරජම්බුල (UV) සහ අධෝරක්ත (IR) කිරණ ද විමෝචනය කළ හැකි LED වෙළෙඳපොළේ ඇත.



11.18 රූපය - (a) ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක සංකේතය (b) බාහිර පෙනුම
(c) සම්මත පාදම සටහන (කැපුම ඇති පැත්තේ කැතෝඩය (–) පිහිටයි)

මුල් යුගයේ ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ වැඩි වශයෙන් ම භාවිත කරන ලද්දේ දර්ශක (indicators) ලෙසයි. නමුත් දැන් විශාල ප්‍රමාණයේ රූපවාහිනී තිර නිපදවීම සඳහා ද ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ භාවිත කරනු ලැබේ. සුදු වර්ණ LED නිපදවීමෙන් පසු නිවෙස් ආලෝකවත් කිරීම, පාරවල් ආලෝකවත් කිරීම, විදුලි පන්දම් නිපදවීම වැනි කටයුතු සඳහා ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ භාවිතය වැඩි වෙමින් පවතී. ශක්ති වැය වීම ඉතා අඩු වීමත් පැය 50,000ක පමණ ආයු කාලයක් තිබීමත් ඒවා භාවිතය ප්‍රචලිත වීමට හේතු වී ඇත.

අමතර දැනුමට

- විවිධ වර්ණ LED දැල්වීමට අවශ්‍ය විභවයන් වෙනස් වේ. මෙම අවම විභවයන් කිහිපයක් පහත දැක්වේ. මේවා දැල්වීමේ දී 10 ~ 20 mA පමණ ධාරාවක් ගලා යයි.

වර්ණය	අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය	අවම නැඹුරු වෝල්ටීයතාව
රතු	Ga As	1.8 V
තැඹිලි	Ga As P	2 V
කහ	Al In Ga P	1.8 V
කොළ	Ga P	2.2 V
නිල්	Ga N	5 V

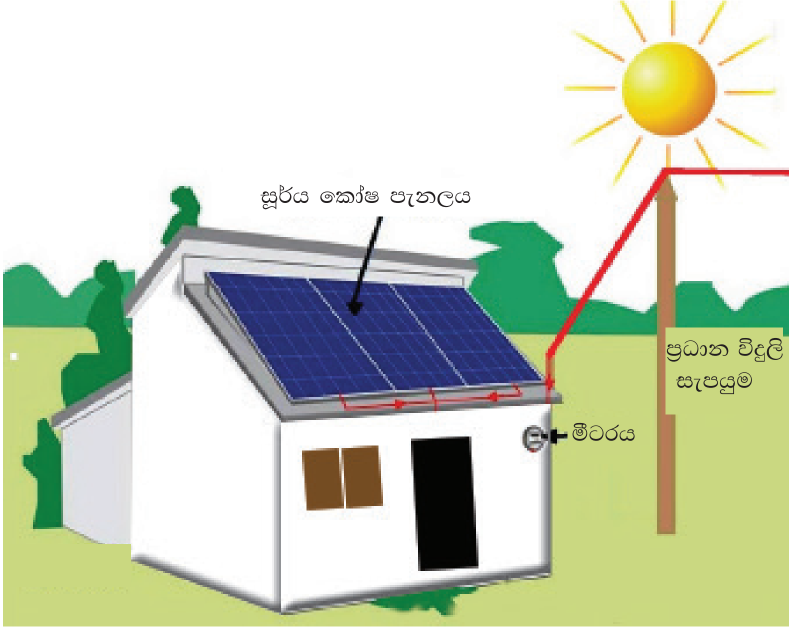
- LED වලින් විමෝචනය කරන්නේ ඒක වර්ණ ආලෝකයකි. ආවරණය වර්ණ ගන්වා ඇත්තේ නොදැල්වෙන විට එහි වර්ණය සොයා ගැනීමට ය.
- ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩයක් හරහා ගලන ධාරාව වැඩි වන විට එහි දීප්තිය වැඩි වේ. වැඩි දීප්තියකින් දැල්වූ විට එහි ආයු කාලය කෙටි වේ.

11.4.6 සූර්ය කෝෂ

සූර්ය කෝෂ සාදා ඇත්තේ ද p - n සන්ධිවලිනි. එබැවින් සූර්ය කෝෂ ද ඩයෝඩ වර්ගයට ගැනේ. මෙහි සන්ධි මතට ආලෝකය පතනය විය හැකි ලෙස ඒවා පිටතට විවෘත ව සාදා ඇත. මෙම සිලිකන් p - n සන්ධිය මතට සූර්ය කිරණ පතනය වූ විට සන්ධිය හරහා කුඩා විද්‍යුත්ගාමක බලයක් (විභව අන්තරයක්) ජනනය වේ. මෙවැනි p - n සන්ධියක් විද්‍යුත්ගාමක බල ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි හෙයින් එය සූර්ය කෝෂයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

එක් කෝෂයකින් 0.5 V පමණ විද්‍යුත්ගාමක බලයක් ජනනය වන නමුදු මෙවැනි කෝෂ ගණනාවක් ශ්‍රේණිගත ව සහ සමාන්තරගත ව සැකසීමෙන් 12 V හෝ 15 V වැනි වෝල්ටීයතාවක් සහ ඇම්පියර ගණනාවක් ලබා ගත හැකි ය. මෙවැනි ඇටවුමක් සූර්ය පැනලයක් (solar panel) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

මෙම සූර්ය පැනල පළමු ව නිපදවන ලද්දේ අභ්‍යවකාශ චන්ද්‍රිකාවල ප්‍රයෝජනය සඳහා ය. චන්ද්‍රිකාවට විදුලිය ලබා ගැනීම සඳහා බැටරි වෙනුවට මේවා යොදවන ලදි. එවකට ඒවායේ මිල ඉතා අධික වූ අතර නිෂ්පාදන තාක්ෂණය දියුණුවීම සහ අඩු මිලට නිපදවීමට හැකි වීම නිසා නිවෙස් සහ වීදි ආලෝක කිරීම සඳහා ද දැන් සූර්ය පැනල භාවිත කරනු ලැබේ.



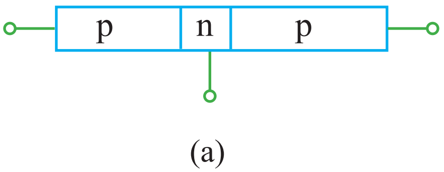
11.19 රූපය - ප්‍රධාන විදුලි ජාලයට සම්බන්ධ සූර්ය පැනල සහිත නිවසක්

නොමිලේ ලැබෙන සූර්ය ශක්තියෙන් ක්‍රියා කරන නිසාත්, කිසිදු පරිසර දූෂණයකට හේතු වන ද්‍රව්‍යයක් පිට නොකරන නිසාත් සහ ඉතා විශාල ආයු කාලයක් ඇති නිසාත් (ප්‍රථමයෙන් නිපදවන ලද සූර්ය කෝෂ දැනට ද සක්‍රියව ක්‍රියා කරයි) සූර්ය කෝෂ අනාගත බලශක්ති අර්බුදයට පිළියමක් ලෙස සැලකේ.

ඔරලෝසු, ගණක යන්ත්‍ර ආදිය සඳහා දැනට භාවිත කරන සූර්ය කෝෂ, සූර්ය බලයෙන් ක්‍රියාකරන මෝටර් රථ නිපදවීමට ද භාවිත කරනු ලැබේ.

11.5 ට්‍රාන්සිස්ටර

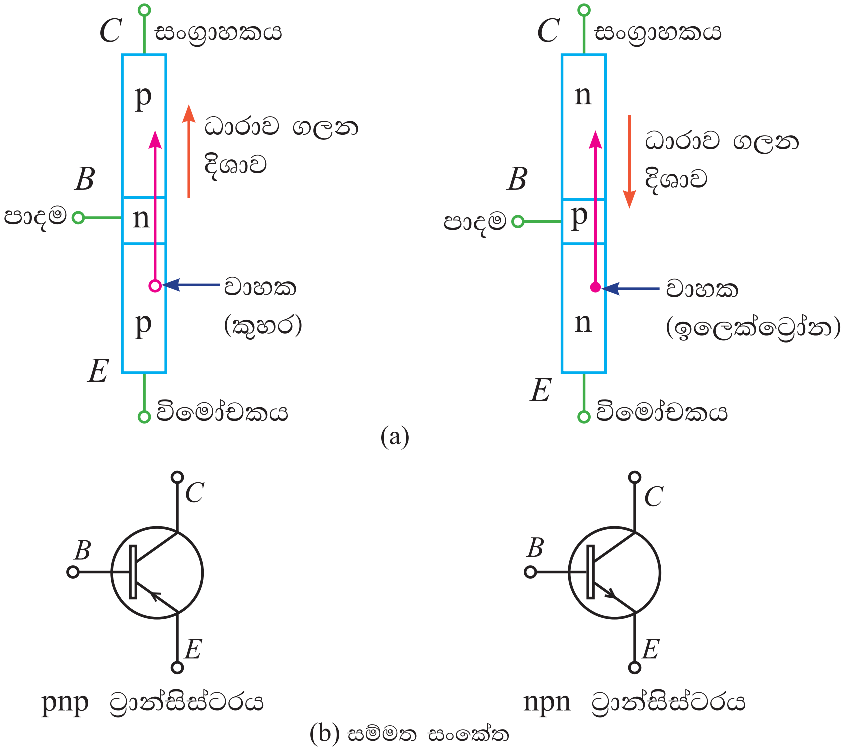
ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ විශාල දියුණුවකට හේතු වූ ට්‍රාන්සිස්ටරය p - n සන්ධි දෙකක් මගින් නිර්මාණය කරන ලද්දකි. මේ සඳහා p සහ n වර්ගවලට අයත් අර්ධ සන්නායක ප්‍රදේශ තුනක් එකිනෙකට යාබදව ඇති කළ යුතු ය. p - n සන්ධි දෙකක් සෑදීමට අර්ධ සන්නායක ප්‍රදේශ තුනක් ඇති කළ හැකි ආකාර ඇත්තේ දෙකක් පමණි. මෙලෙස සැකසිය හැකි ආකාර දෙක 11.20 රූපයේ දැක්වේ. මේවා pnp ට්‍රාන්සිස්ටර සහ npn ට්‍රාන්සිස්ටර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



11.20 රූපය - (a) pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ව්‍යුහය (b) npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ව්‍යුහය

එක් එක් අර්ධ සන්නායක ප්‍රදේශයෙන් එක් අග්‍රයක් බැගින් ට්‍රාන්සිස්ටරයෙන් පිටතට අග්‍ර තුනක් පැමිණේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියා කරන විට කෙළවර ඇති එක් අර්ධ සන්නායක ප්‍රදේශයකින් වාහක (ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ කුහර) විමෝචනය කරන අතර අනෙක් කෙළවර ඇති ප්‍රදේශයෙන් එම වාහක සංග්‍රහනය (එකතු කර ගැනීම) සිදු කරනු ලැබේ. මේ නිසා කෙළවරවල ඇති අග්‍ර දෙක පිළිවෙළින් **විමෝචකය** (emitter) සහ **සංග්‍රාහකය** (collector) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මැද ඇති අග්‍රය මගින් විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට ගමන් කරන වාහක පාලනය කළ හැකි අතර එම අග්‍රය **පාදම** (base) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

රූප සටහන්වල මෙම අග්‍ර දැක්වීමට ඉංග්‍රීසි වචනවල මුල් අකුරු වන E, C සහ B භාවිත කරනු ලැබේ. 11.21(a) රූපයෙන් ට්‍රාන්සිස්ටර ව්‍යුහයත්, වාහක සහ ධාරා ගලන දිශාවනුත් 11.21(b) රූපයෙන් ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල දී ට්‍රාන්සිස්ටර දැක්වීම සඳහා භාවිත වන සම්මත සංකේතයත් දැක්වේ.



11.21 රූපය - (a) ට්‍රාන්සිස්ටරවල අර්ධ සන්නායක සැකැස්ම (වාහක විමෝචනය හා ධාරාවේ දිශාව)
(b) සම්මත සංකේත

- ♦ විමෝචකය (E) හඳුනා ගැනීමට ඊ හිසක් යොදනු ලැබේ.
- ♦ ඊ හිසෙන් දැක්වෙන්නේ විමෝචකය සහ සංග්‍රාහකය අතර ට්‍රාන්සිස්ටරය තුළ ධාරාව ගලන දිශාව යි.

අමතර දැනුමට

- සෑම විටම විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට **වාහක** ගලයි.
- p - අර්ධ සන්නායකයේ වාහකය කුහර (+ ආරෝපණයකට අනුරූප) හෙයින් pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරාව විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට ගලයි (ඊ හිස ඇතුළට).
- n - අර්ධ සන්නායකයේ වාහකය ඉලෙක්ට්‍රෝන හෙයින් npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරාව සංග්‍රාහකයේ සිට විමෝචකයට ගලයි (ඊ හිස පිටතට).

ඕනෑම ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පරිපථයක භාවිත කරන විට එහි අග්‍රවලට නිවැරදි ලෙස විභවයන් ලබා දිය යුතු ය. මෙය **ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කිරීම** ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ට්‍රාන්සිස්ටරය වෝල්ටීයතා හෝ ධාරා වර්ධකයක් ලෙස භාවිත කරන විට විමෝචක - පාදම සන්ධිය පෙර නැඹුරු විය යුතු අතර වැඩි විභවයකින් පාදම - සංග්‍රාහක සන්ධිය පසු නැඹුරු කළ යුතු ය.

මේ සඳහා ට්‍රාන්සිස්ටර සංකේතයේ ඊ හිසෙන් ධාරාව ගලන දිශාවට, C සහ E අග්‍රවලට විභව සැපයිය යුතු ය.

මේ අනුව npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක C, ධන (+) අග්‍රයටත් E, සෘණ (−) අග්‍රයටත් සම්බන්ධ කළ යුතු ය (ධාරාව සෑමවිටම + සිට − ට ගලන හෙයින්). pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයක E, ධන (+) අග්‍රයටත් C, සෘණ (−) අග්‍රයටත් සම්බන්ධ කළ යුතු ය. සෑමවිටම B අග්‍රයට සැපයිය යුත්තේ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ C අග්‍රයට සපයන දිශාවට ම වූ විභව අන්තරයක් වන අතර එහි විශාලත්වය C අග්‍රයට සපයන ප්‍රමාණයට වඩා අඩු විය යුතුය. එවිට පාදම (B) - සංග්‍රාහක (C) සන්ධිය පසු නැඹුරු වේ.

වැදගත්

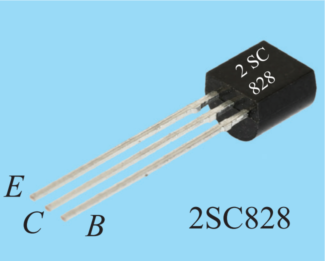
- සාමාන්‍ය පෙළ විෂය නිර්දේශයේ සියලු ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල දී අප සලකා බලන්නේ npn ට්‍රාන්සිස්ටර ගැන පමණි.

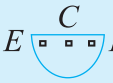
වෙළෙඳපොළේ ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග අති විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති අතර ඒවා විවිධ බාහිර ස්වරූපවලින් නිපදවනු ලැබේ. මෙම ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ග එකිනෙකින් වෙන්කොට හැඳිනගැනීමට අංකනය කොට තිබේ.

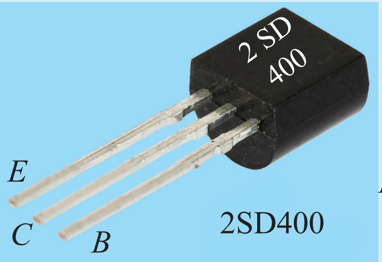
උදා:- 2SC828 (C828), 2SD400 (D400), 2SC1061 (C1061), 2SD313(D313).

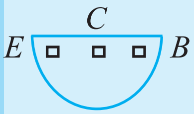
අමතර දැනුමට

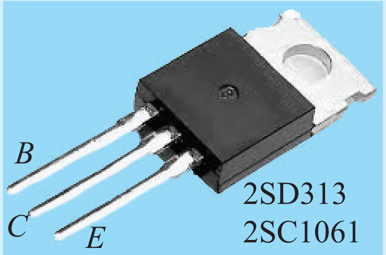
ට්‍රාන්සිස්ටරවල අග්‍ර බාහිර ව හැඳින ගැනීමට පොදු සම්මත ක්‍රමයක් නැත. සා. පෙළ විෂය නිර්දේශයේ සඳහන් පරීක්ෂණවලට භාවිත වන ට්‍රාන්සිස්ටර කිහිපයක අග්‍ර හඳුනා ගන්නා ආකාරය පහත දැක්වේ.

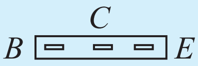












(මේවා සියල්ල npn, සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටර වේ).

දත්ත පොත්වල අග්‍ර දක්වා ඇත්තේ අග්‍රයන් අප දෙසට අල්වා බලන විට පාදයේ අග්‍ර සවි වී ඇති ආකාරයයි (ද්විමාන සටහන).

11.5.1 ට්‍රාන්සිස්ටරයක වර්ධක ක්‍රියාව

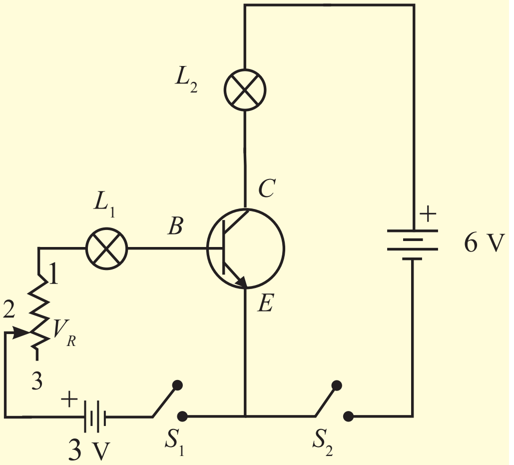
- ධාරා වර්ධකය

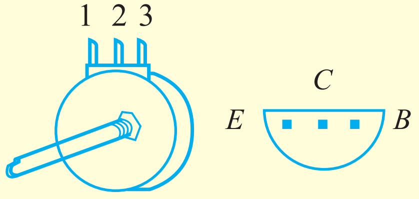
ට්‍රාන්සිස්ටරයක් මූලික වශයෙන් ප්‍රයෝජනයට ගැනෙනුයේ ධාරා වර්ධකයක් වශයෙනි. මෙහි දී ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයේ ප්‍රදානය (input) ලෙස කුඩා ධාරාවක් සැපයූ විට වර්ධකයේ ප්‍රතිදානයෙන් (output) විශාල ධාරාවක් ලබා ගත හැකි ය.

11.3 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : 2SD400 (D400) ට්‍රාන්සිස්ටරයක්, 2.5 V විදුලි පන්දම් බල්බ දෙකක්, 3 V සහ 6 V බැටරි කවර දෙකක්, 1.5 V වියළි කෝෂ හයක්, ස්විච්ච දෙකක් (බොත්තම් ස්විච්ච වඩා යෝග්‍ය වේ), 10 kΩ පරිමා පාලකයක් (Volume controller) සහ පරිපථ පුවරුවක්

- රූපයේ දී ඇති පරිපථය, පරිපථ පුවරුවේ ගොඩ නගන්න.
- වියළි කෝෂ යුගලය බැගින් බැටරි කවරවලට සවි කොට පරිපථයට සම්බන්ධ කරන්න. පරිමා පාලකයේ (විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය) සහ ට්‍රාන්සිස්ටරයේ අග්‍ර සම්බන්ධ මෙහි දැක්වේ.





V_R D400

මෙහි S_1 ස්විච්චය, 3 V බැටරිය V_R පරිමා පාලකය හා L_1 බල්බය, ප්‍රදාන පරිපථයේ ඇති අතර 6 V බැටරිය, S_2 ස්විච්චය සහ L_2 බල්බය ප්‍රතිදාන පරිපථයේ පිහිටයි. බැටරි නිවැරදි ලෙස සවි කළ යුත්තේ S_1 හා S_2 ස්විච්ච විවෘතව (off) ඇති විටය.

- පළමුව S_1 සංවෘත (on) කොට L_1 බල්බය යන්තමින් දැල්වෙන සේ V_R හි ප්‍රතිරෝදය සීරුමාරු කරන්න. නැවත S_1 ස්විච්චය විවෘත (off) කරන්න.
- පහත වගුවේ දක්වෙන ආකාරයට S_1 හා S_2 ස්විච්ච විවෘත සහ සංවෘත කරමින් බල්බවල දීප්තිය නිරීක්ෂණය කොට වගුව පුරවන්න.

S_1	S_2	L_1 බල්බය		L_2 බල්බය	
		දැල්වීම	දීප්තිය	දැල්වීම	දීප්තිය
විවෘත (off)	විවෘත (off)	×	–	×	–
සංවෘත (on)	විවෘත (off)	✓	අඩුයි	×	–
විවෘත (off)	සංවෘත (on)				
සංවෘත (on)	සංවෘත (on)				

(ඔබගේ නිරීක්ෂණ වගුවේ සටහන් කරන ආකාරය පැහැදිලි වීම සඳහා පළවැනි සහ දෙවන තීරුවල ලැබිය යුතු නිරීක්ෂණවලින් සම්පූර්ණකොට ඇත). බල්බවල දීප්තිය අඩු නම් එහි ගලන ධාරාව කුඩා බවත් දීප්තිය වැඩි නම් ගලන ධාරාව විශාල බවත් උපකල්පනය කළ හැකි ය.

ඉහත ක්‍රියාකාරකමේ නිරීක්ෂණවලින් අපට පහත නිගමනයන්ට එළඹිය හැකි ය.

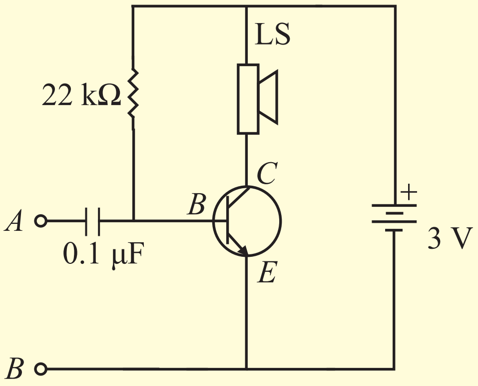
- ප්‍රදාන පරිපථයේ ධාරාවක් ගලන විට පමණක් ප්‍රතිදාන පරිපථයේ ධාරාවක් ගලයි.
- ප්‍රතිදාන පරිපථයට විභව අන්තරයක් සැපයුව ද ප්‍රදානයේ ධාරාවක් නොගලයි නම් ප්‍රතිදානයේ ධාරාවක් නොගලයි.
- ප්‍රදානයේ කුඩා ධාරාවක් ගලන විට (L_1 බල්බය අඩු දීප්තියකින් දැල්වෙන විට) ප්‍රතිදානයේ විශාල ධාරාවක් ගලයි (L_2 බල්බය වැඩි දීප්තියකින් දැල්වෙයි) ප්‍රදානයේ ධාරාව පාදම ධාරාව I_B ලෙස හඳුන්වන අතර ප්‍රතිදානයේ ධාරාව, සංග්‍රාහක ධාරාව I_C ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.
- ප්‍රදානයේ ගලන I_B කුඩා ධාරාවක් ප්‍රතිදානයේ දී විශාල I_C ධාරාවක් බවට ට්‍රාන්සිස්ටරය මගින් වර්ධනය කළ හැකි ය. ධාරා වර්ධනය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ මෙම ක්‍රියාවයි.

• සංඥා වර්ධකය

ට්‍රාන්සිස්ටරය සරල ධාරා වර්ධකයක් වශයෙන් පමණක් නොව සංඥා වර්ධකයක් (ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා වර්ධකයක්) ලෙස ද බහුල ව භාවිත වේ. ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත සංඥාවක් වර්ධනය කර ගැනීමට ට්‍රාන්සිස්ටරය භාවිත කළ හැකි ආකාරය ආදර්ශනය කිරීමට 11.4 ක්‍රියාකාරකමෙහි යෙදෙමු.

11.4 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : 2SD400 ට්‍රාන්සිස්ටරයක්, 22 kΩ කාබන් ප්‍රතිරෝධකයක්, 8 Ω ස්පීකරයක්, 0.1 μF ධාරිත්‍රකයක්, 3 V බැටරි කවරයක්, 1.5 V වියළි කෝෂ දෙකක්, පරිපථ පුවරුවක් හා සම්බන්ධක කම්බි සහ ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත ජනකයක් (විද්‍යාගාරයේ ඇති)

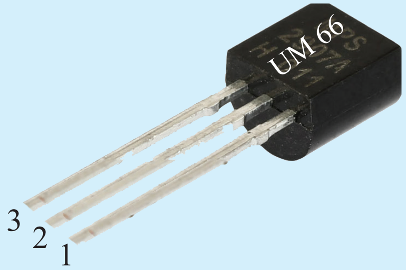


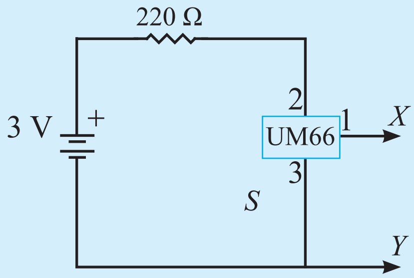
- පරිපථයේ දැක්වෙන ආකාරයට පරිපථ පුවරුවේ පරිපථය ගොඩ නගන්න.
- පළමු ව ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත සංඥා ජනකය ස්පීකරයට තනිව සම්බන්ධ කොට යන්තමින් ශබ්දය ඇසෙන තරමට සංඥා ජනකයේ ප්‍රතිදානය සකස් කරගන්න.
- *A* හා *B* අග්‍ර අතරට සම්බන්ධ කළ ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත සංඥා ජනකයෙන් (AF Signal generator) කුඩා සංඥාවක් ලබා දෙන්න.
- සංඥා ජනකයෙන් ලැබුණ ශබ්දය වර්ධනය වී ස්පීකරයෙන් ඇසීමට ලැබේ.
- 0.1 μF ධාරිත්‍රකය යොදවා ඇත්තේ පාදමට ප්‍රත්‍යාවර්තක සංඥාව පමණක් ලබාදීම සඳහා ය. පාදමට අවශ්‍ය නැඹුරු වෝල්ටීයතාව 0.7 V ලබා දෙනුයේ 22 kΩ ප්‍රතිරෝධකය හරහා ය.

අමතර දැනුමට

අවශ්‍ය උපකරණ : UM66 සංගෘහිත පරිපථයක්, 220 Ω කාබන් ප්‍රතිරෝධකයක්, 3 V බැටරි කවරයක්, 1.5 V වියළි කෝෂ දෙකක්, පරිපථ පුවරුවක් හා සම්බන්ධක කම්බි

සංගෘහිත පරිපථයක් භාවිත කොට පහසුවෙන් "සංගීතමය" ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත තරංගයක් නිපදවා ගත හැකි පරිපථයක් පහත දැක්වේ. මෙය පරිපථ පුවරුව මත ගොඩනගා ඉහත ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත සංඥා වර්ධකය සඳහා සංඥාවක් සැපයීමට භාවිත කළ හැකි ය.





1 - සංඥාව
2 - විභව සැපයුම් ධන අග්‍රය
3 - විභව සැපයුම් ඍණ අග්‍රය

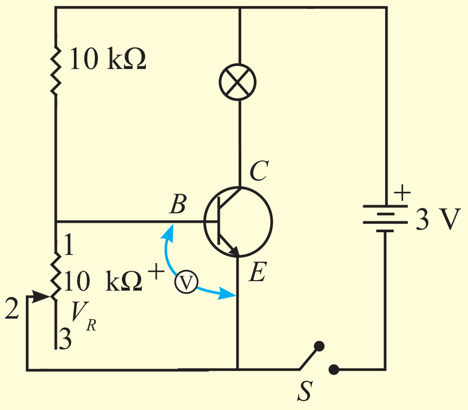
මෙහි *X* සහ *Y* අග්‍ර, වර්ධක පරිපථයේ *A* සහ *B* අග්‍රවලට සම්බන්ධ කිරීමෙන් සංඥාව වර්ධකයට ලබා දිය හැකි ය.

11.5.2 ට්‍රාන්සිස්ටරයක ස්විච්චයක් ලෙස ක්‍රියාව

යාන්ත්‍රික ස්විච්චයක් වෙනුවට යම් සංවේදනයකට අනුව ක්‍රියා කරන ඉලෙක්ට්‍රොනික ස්විච්චයක් ලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියා කරවිය හැකි ය. ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ සංඛ්‍යාංක පරිපථ ගොඩනැගීමේ දී ට්‍රාන්සිස්ටරය බොහෝ විට භාවිත වන්නේ ස්විච්චයක් ලෙස ය. ට්‍රාන්සිස්ටරය ස්විච්චයක් ලෙස ක්‍රියාකරීම ආදර්ශනය කිරීමට 11.5 ක්‍රියාකාරකමෙහි යෙදෙමු.

11.5 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : 2SD313 ට්‍රාන්සිස්ටරයක්, බහු මීටරයක්, 2.5 V බල්බයක්, 3 V බැටරි කවරයක්, 1.5 V වියළි කෝෂ දෙකක්, 10 kΩ පරිමා පාලකයක් (V_R), 10 kΩ ප්‍රතිරෝධකයක්, පරිපථ පුවරුවක්, සම්බන්ධක කම්බි සහ ස්විච්චයක් (S)



- මෙහි දැක්වෙන පරිපථය, පරිපථ පුවරුව මත ගොඩ නගන්න. පරිමා පාලකයේ ප්‍රතිරෝධය අඩුම අවස්ථාවේ පවතින සේ එය සම්පූර්ණයෙන් ම දක්ෂිණාවර්තව කරකවන්න.
- S ස්විච්චය විවෘතව (off) තබා පරිපථයට බැටරි සම්බන්ධ කරන්න.
- බහුමීටරයේ ස්විච්චය 2.5V (DC) වලට යොමුකොට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ පාදම හා විමෝචකය අතරට සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කරන්න (එහි ධන ඒෂණය (probe) පාදමට සම්බන්ධ විය යුතු ය).
- දැන් S ස්විච්චය සංවෘත (on) කරන්න. වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකයත් බල්බයේ දැල්වීමත් නිරීක්ෂණ කරන්න.
- ප්‍රතිරෝධය ක්‍රමයෙන් වැඩි වන සේ පරිමා පාලකය සෙමින් වාමාවර්තව වෝල්ට්මීටර පාඨාංකයත් බල්බයත් නිරීක්ෂණය කරමින් කරකවන්න.
- වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය 0.7 Vට ආසන්න වන විට බල්බය දැල්වීම ආරම්භ වන බවත් එහි අගය 0.8 V පමණ වන විට බල්බය වැඩිම දීප්තියෙන් දැල්වෙන බවත් නිරීක්ෂණය කරන්න.

ඉහත ක්‍රියාකාරකමෙන් පහත නිගමනවලට අපට එළඹිය හැකි ය.

- විමෝචකය සහ පාදම අතර විභව අන්තරය 0.7 Vට අඩු විට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහක ධාරාව I_C නොගලයි.
- විමෝචක - පාදම විභව අන්තරය 0.7 V පමණ වන විට සංග්‍රාහක ධාරාව ගැලීම ඇරඹේ.
- විමෝචක - පාදම විභව අන්තරය 0.7 Vට වැඩි විට (0.8 V පමණ) උපරිම සංග්‍රාහක ධාරාවක් ගලා යයි.
- මේ අනුව B - E අග්‍ර අතර විභවය 0.7 Vට අඩු විට ට්‍රාන්සිස්ටරය විවෘත ස්විච්චයක් (off) ලෙස ක්‍රියා කරයි. B - E අග්‍ර අතර විභවය 0.7 Vට වැඩි විට එය සංවෘත (on) ස්විච්චයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව නිගමනය කළ හැකි ය.

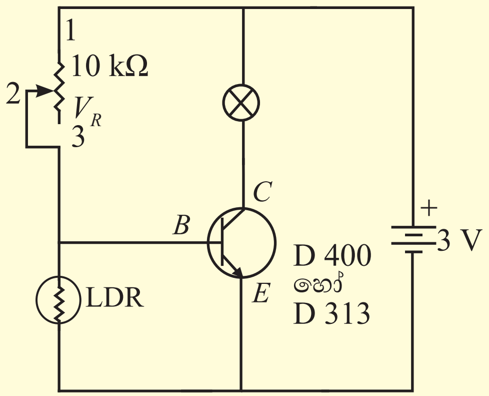
මෙම මූලධර්මය භාවිත කොට අඳුරු වැටෙන විට ස්වයංක්‍රීයව ක්‍රියා කරන ස්විච්ච පරිපථයක් නිර්මාණය කරන ආකාරය ආදර්ශනය කිරීමට 11.6 ක්‍රියාකාරකමෙහි යෙදෙමු.

මෙහි ආලෝකයට සංවේදී ප්‍රතිරෝධකයක් (LDR - Light-Dependent Resistor) ආලෝක සංවේදකය ලෙස යොදා ගෙන ඇත. මෙහි ඉදිරි පෘෂ්ඨයට ආලෝකය වැටුණු විට එහි ප්‍රතිරෝධය ඉතා අඩු වන අතර (Ω ගණයේ) අඳුරේ දී ප්‍රතිරෝධය ඉතා වැඩි (100 kΩ ගණයේ) වේ.

11.6 ක්‍රියාකාරකම

අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය : D400 හෝ D313 ට්‍රාන්සිස්ටරයක්, LDR එකක්, 10 KΩ පරිමා පාලකයක් (V_R), 2.5 V බල්බයක්, 3 V බැටරි කවරයක්, පරිපථ පුවරුවක් හා සම්බන්ධක කම්බි

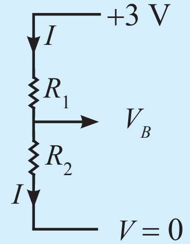
- LDRහි උඩ පෘෂ්ඨය ඇඟිලි තුඩින් වසා (අඳුරු කොට) බල්බය දැල්වෙන තෙක් V_R හි ප්‍රතිරෝධ සීරුමාරු කරන්න.
- ඇඟිලි තුඩ ඉවත් කොට LDR මතට ආලෝකය පතිත වීමට ඉඩ දෙන්න.



එවිට බල්බය නිවෙනු ඇත (අවශ්‍ය පමණට අඳුර වැටෙන විට බල්බය දැල්වෙන සේ V_R සකස් කර ගත හැකි ය).

අමතර දැනුමට

- 11.6 ක්‍රියාකාරකමෙහි V_R විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය හා LDR එක, විභව බෙදුමක් (potential divider) ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේවා 11.5 ක්‍රියාකාරකමේ 10 kΩ අචල ප්‍රතිරෝධකය සහ 10 kΩ විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකවලට අනුරූප වේ.
- මේ ප්‍රතිරෝධක දෙක හරහා මුළු විභව බැස්ම 3 V වේ.



$V = IR$ ඕම්ගේ නියමයෙන්

$$3 = I(R_1 + R_2)$$

$$\therefore I = \frac{3}{R_1 + R_2}$$

Bහි විභවය V_B නම්, R_2 හරහා විභව අන්තරය V_B වේ.

$$V_B = R_2 I$$

$$V_B = R_2 \times \frac{3}{R_1 + R_2}$$

- R_1 නියත ව තබා R_2 වෙනස් කිරීමෙන් 0 සිට 3 V දක්වා ඕනෑ ම විභවයක් එම ලක්ෂ්‍යයට ලබා දිය හැකි ය.
- $R_1 = 10\ \text{k}\Omega$ නම් $V_B = 0.7$ V වීමට R_2හි අගය සොයමු.

$$0.7 = \frac{3 \times R_2}{10{,}000 + R_2}$$

$$7000 + 0.7\ R_2 = 3 \times R_2$$

$$7000 = 3 \times R_2 - 0.7\ R_2 = 2.3\ R_2$$

$$\therefore R_2 = \frac{7000}{2.3} = 3043\ \Omega$$

$\therefore R_2$ හි අගය 3043 Ω වූ විට Bහි විභවය 0.7 V වේ.

- LDR මතට ලැබෙන ආලෝකය අඩු වීමෙන් එහි ප්‍රතිරෝධය 3043 Ω දක්වා වැඩි වූ විට බල්බය යන්තමින් දැල්වෙන අතර තවත් අඳුරු වූ විට විභවය 0.7 ට වැඩි වීමෙන් I_C ධාරාව උපරිම ලෙස වැඩි වේ (ස්විච්චය සංවෘත වේ).

සාරාංශය

- ලෝහ සන්නායකවල විද්‍යුත් සන්නයනය සිදු කරන ආරෝපණ වාහක සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝන වේ.
- අර්ධ සන්නායකවල විද්‍යුත් සන්නයනයට සහභාගී වන ආරෝපණ වාහක ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝනත් ධන ආරෝපණයකට අනුරූප කුහරත් ක්‍රියා කරයි.
- බන්ධනයක් කැඩී ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් නිදහස් වත්ම කුහරයක් ඇති වන හෙයින් අර්ධ සන්නායකයේ පවතින නිදහස් වාහක ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව එහි පවතින කුහර සංඛ්‍යාවට සමාන වේ.
- මේ නිසා අර්ධ සන්නායකයක් හරහා විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් ඇති කළ විට ධන විභවයේ සිට සෘණ විභවය දෙසට කුහරත්, සෘණ විභවයේ සිට ධන විභවයට ඉලෙක්ට්‍රෝනත් ගමන් කරන අතර (විද්‍යුත්) ධාරාව ධන විභවයේ සිට සෘණ විභවයට ගලා යයි.
- නිසග අර්ධ සන්නායකයකට V වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් n - වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක සාදා ගත හැකි ය.
- නිසග අර්ධ සන්නායකයකට III වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් මාත්‍රණය කිරීමෙන් p - වර්ගයේ බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකය සාදා ගත හැකි ය.
- p - n සන්ධියක p පෙදෙස ධන වන ලෙස බාහිර විභවයකට සම්බන්ධ කළ විට හායිත පෙදෙස අඩු වන අතර විභව බාධකය ඉතා කුඩා වන තරම් බාහිර විභවය විශාල වූ විට සන්ධිය හරහා ධාරාවක් ගලා යයි. මෙය එම සන්ධිය ඉදිරි නැඹුරු කිරීම ලෙස හැඳින්වේ.
- p - n සන්ධියක p පෙදෙස සෘණ වන පරිදි බාහිර විභව අන්තරයක් ඇති කළ විට හායිත පෙදෙස වැඩි වන අතර සන්ධිය හරහා ධාරාවක් නොගලයි. මෙය එම සන්ධිය පසුනැඹුරු කිරීම ලෙස හැඳින්වේ.
- ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් හෝ විභවයක් සෘජුකරණය සඳහා ඩයෝඩ භාවිත කළ හැකි ය.
- p - n සන්ධියක් හරහා ඇති වන විභව බාධකය Si සන්ධියක් සඳහා 0.7 V පමණ ද Ge සන්ධියක් සඳහා 0.2 V පමණ ද වේ.
- p - අර්ධ සන්නායකයේ වාහක කුහර (+ ආරෝපණයකට අනුරූප) හෙයින් pnp ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරාව විමෝචකයේ සිට පාදම හරහා සංග්‍රාහකයට ගලයි (ඊ හිස ඇතුළට).
- n - අර්ධ සන්නායකයේ වාහක ඉලෙක්ට්‍රෝන හෙයින් npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරාව සංග්‍රාහකයේ සිට පාදම හරහා විමෝචකයට ගලයි (ඊ හිස පිටතට).
- සෑම විටම විමෝචකයේ සිට සංග්‍රාහකයට වාහක ගලයි.
- ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සරල ධාරා වර්ධකයක්, සංඥා (ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා) වර්ධකයක් සහ ස්විච්චයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය.

11.1 අභ්‍යාසය

(1) (i) සාමාන්‍ය ලෝහ සහ අර්ධ සන්නායක විද්‍යුත් සන්නයනය සිදු කරන ආකාරය කෙටියෙන් විස්තර කරන්න.

(ii) උෂ්ණත්වය වැඩි වීම මෙම විදුලි සන්නයනයට බලපාන ආකාරය විස්තර කරන්න.

(2) (i) LED එකක් තනි වියළි කෝෂයකින් නොදැල්වෙන නමුදු කෝෂ දෙකක ශ්‍රේණිගත සැකසුමකින් දැල්වේ. මෙය ඔබ පැහැදිලි කරන්නේ කෙසේ ද?

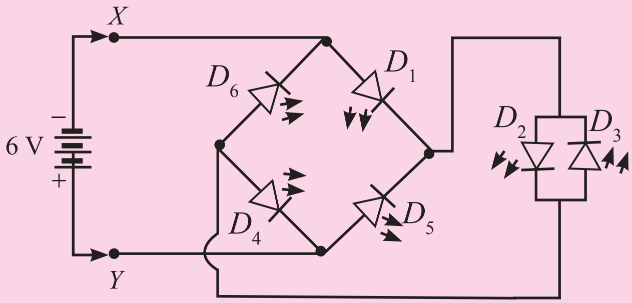
(ii) එදිනෙදා ජීවිතයේ දී LED භාවිත වන අවස්ථා 3ක් සඳහා උදාහරණ දෙන්න.

(iii) සුදු වර්ණය නිකුත් කරන LED, සූත්‍රිකා බල්බ වෙනුවට භාවිත කිරීම ශීඝ්‍රයෙන් වැඩි වෙමින් පවතී. මෙසේ වීමට හේතු විය හැකි කරුණු තුනක් දක්වන්න.

(3) ට්‍රාන්සිස්ටරයක් භාවිත කොට අඳුර වැටෙන විට දැල්වෙන බල්බ පරිපථයක් 11.6 ක්‍රියාකාරකමෙහි දක්වා ඇත. නිවසකට රාත්‍රියේ මෝටර් රථයක් පැමිණෙන විට එහි ප්‍රධාන ලාම්පුවේ එළිය වැටුණ විට ගරාජයේ දොර ස්වයංක්‍රීයව විවෘත වීම සඳහා මෙම පරිපථය වෙනස් කිරීමට සිසුවෙකු අදහස් කරයි.

පාසලේ විද්‍යා ප්‍රදර්ශනයට මෙහි කුඩා අනුරුවක් සෑදීම සඳහා අවශ්‍ය පරිපථයක් නිර්මාණය කරන්න. දොර විවෘත කිරීම සඳහා කුඩා 3 V සරල ධාරා මෝටරයක් ඔහු භාවිත කිරීමට අදහස් කරයි. මෝටරය එම පරිපථයේ කුමන ස්ථානයට සවි කළ යුතු දැයි පරිපථයේ ඇඳ දක්වන්න.

(4) විද්‍යා ප්‍රදර්ශනයක දී ඍජු කාරක සේතුවක ක්‍රියාව ආදර්ශනය කිරීම සඳහා නිර්මාණය කළ පරිපථයක් රූපයේ දැක්වේ. මෙහි ඇති ඩයෝඩ සියල්ලට ම 1.8 V නැඹුරු විභවයක් ඇති LED යොදවා ඇත.



(i) මෙහි X සහ Y අග්‍රවලට රූපයේ දැක්වෙන ලෙස 6 V බැටරියක් සවි කරනු ලැබේ. එවිට කුමන LED දැල්වෙන්නේ ද?

(ii) එවිට පරිපථය හරහා ධාරාව ගලායන මාර්ගය, LED අසළින් ඊතල මගින් ඇඳ දක්වන්න.

(iii) බැටරිය ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට X හා Y අග්‍රවලට සවි කළහොත් කුමක් සිදුවේ ද?

(iv) මෙහි 6 V බැටරිය වෙනුවට 3 V බැටරියක් යෙදුවහොත් කුමක් සිදුවේ ද? ඔබේ නිගමනයට හේතු දක්වන්න.

පාරිභාෂික ශබ්ද මාලාව

අර්ධ සන්නායක	- Semiconductors
නිසග අර්ධ සන්නායක	- Intrinsic semiconductors
බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක	- Extrinsic semiconductors
ආරෝපණ වාහක	- Charge carriers
කුහර	- Holes
මාත්‍රණය	- Doping
දායක පරමාණුව	- Donor atom
ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණුව	- Acceptor atom
හායිත පෙදෙස = හීන ස්ථරය	- Depletion layer
ඍජුකාරක ඩයෝඩය	- Rectifier diode
ඍජුකාරක සේතුව	- Bridge Rectifier
ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩය	- Light Emitting Diode
ට්‍රාන්සිස්ටරය	- Transistor
සංග්‍රාහකය	- Collector
විමෝචකය	- Emitter
පාදම	- Base
ධාරා වර්ධකය	- Current amplifier
සංඥා වර්ධකය	- Signal amplifier
පෙර නැඹුරුව	- Forward bias
පසු නැඹුරුව	- Reverse bias