ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාව

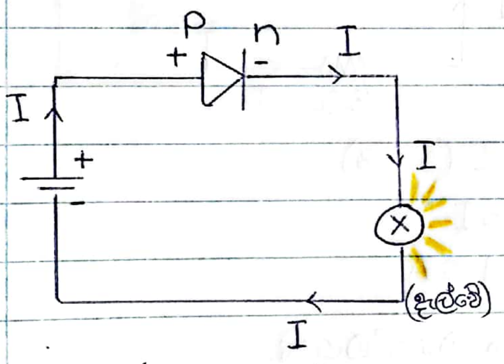
සන්ධි ඩයෝඩ

* ධාරාව එක් දිශාවකට පමණක් ගමන් කිරීමට අවසර දෙන ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංගයක් ලෙස ඩයෝඩය හැඳින්විය හැක.

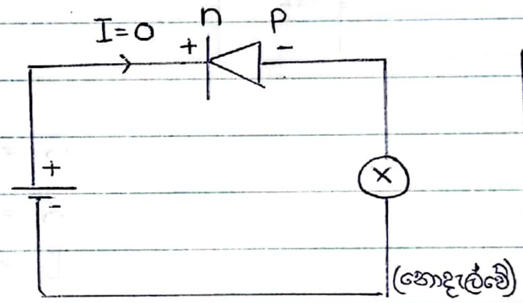
* ඩයෝඩ ආකාර ගණනාවකටම නිර්මාණය කරන අතර, අප විසින් සන්ධි ඩයෝඩ පිළිබඳව අධ්‍යනය කරනු ලබයි. අධ්‍යනය කිරීමේ පහසුව සඳහා ඩයෝඩ තාත්වික හා පරිපූර්ණ ලෙස කොටස් 2කට බෙදා දක්වනු ලබයි.

* ඩයෝඩයක විශේෂත්වය වන්නේ, එහි n අග්‍රයට වඩා P අග්‍රයට (+) විභවයක් ලබා දුන් විටදී පමණක් ඒ තුළින් ධාරාවක් ගැලීමයි.

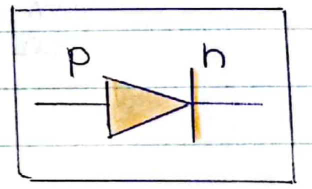
- මෙහිදී ධාරාව P සිට n දක්වා ගලන අතර, මෙය පෙරනැඹුරු අවස්ථාව වේ.
- P අග්‍රයට වඩා n අග්‍රයට (+) විභවයක් ලබා දුන් විට ඩයෝඩය තුළින් ධාරාවක් නොගලන අතර එය පසුනැඹුරු අවස්ථාව ලෙස හඳුන්වයි.



(පෙරනැඹුරු)



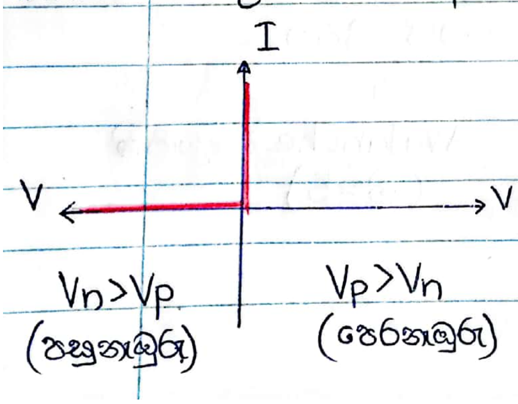
(පසුනැඹුරු)



පරිපූර්ණ ඩයෝඩ හා තාත්වික ඩයෝඩ

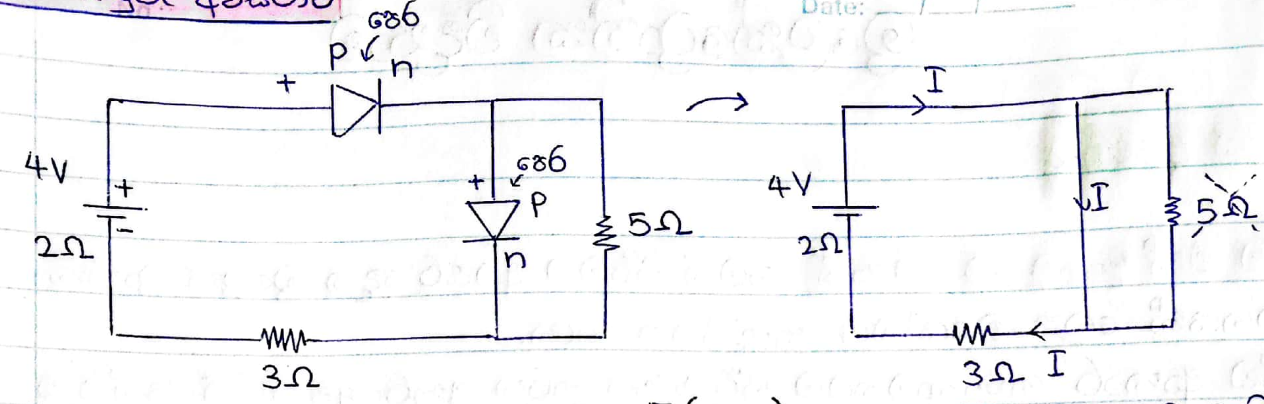
* පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් යනු, පෙරනැඹුරු අවස්ථාවේදී ඩයෝඩය හරහා කිසිදු විභව අන්තරයක් නොමැතිව ඕනෑම ධාරාවක් ගැලීමට ඉඩ සලසන, පසුනැඹුරු අවස්ථාවේදී p ට වඩා n හි විභවය කෙතරම් විශාල වැඩි කළද ඩයෝඩය හරහා ධාරාවක් ගැලීමට ඉඩ නොදෙන අවස් - ඩයෝඩයකි.

* මෙය සෛද්ධාන්තික අවස්ථාවක් වේ.



* පරිපථයක පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් පෙරනැඹුරු අවස්ථාවේ පවතින විට එය සන්නායක කම්බියක් මගින් ප්‍රතිස්ථාපන - යෙන්ද, පසුනැඹුරු අවස්ථාවේ පවතින විට විසන්ධි කිරීමක් මගින් ප්‍රතිස්ථාපනයෙන්ද ගැටලුව විසඳිය හැක.

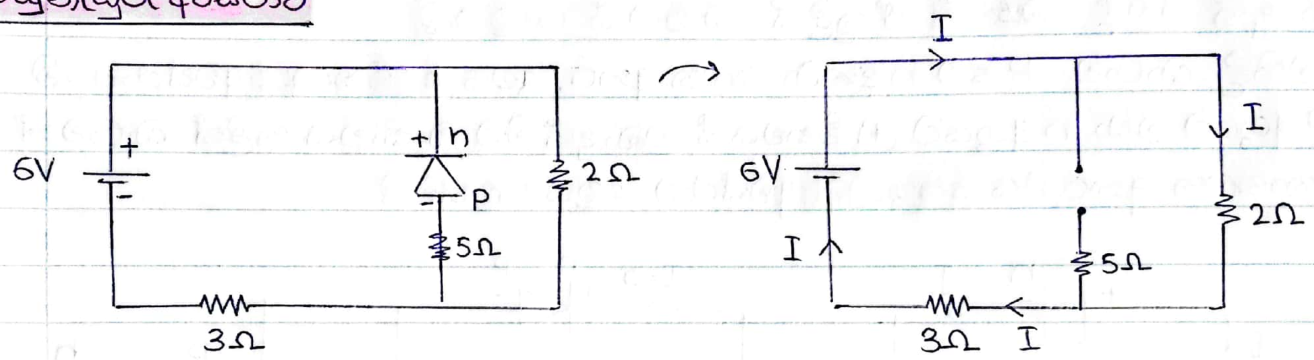
පෙරනැඹුරු අවස්ථාව



$$4 = I(3+2)$$
$$5I = 4$$
$$I = 0.8A$$

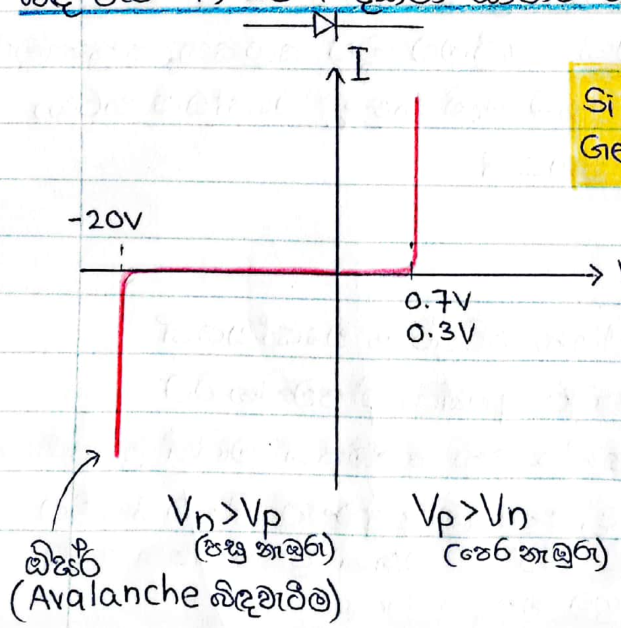
* 5Ω ප්‍රතිරෝධය ලුහුවත් වේ.

පසුනැඹුරු අවස්ථාව



$$6 = I(2+3)$$
$$6 = 5I$$
$$I = 1.2A$$

* තාත්වික ඩයෝඩයක් යනු ප්‍රායෝගිකව පවතින ඩයෝඩයකි.
* මෙය මෙහි පවතින විශේෂත්වය වන්නේ, පෙරනැඹුරු අවස්ථාවේදී ඩයෝඩය හරහා ධාරාව ගමන් කරවා ගැනීමට යම් පරිමිත විභව අන්තරයක් අවශ්‍ය වීම හා පසු නැඹුරු අවස්ථාවේදී විභව අන්තරය වැඩි කරගෙන යන විට යම් අගයකදී ඩයෝඩය බිඳ වැටී n සිට P දක්වා ධාරාව ගැලීමකි.



Si - 0.7V
Ge - 0.3V

* n සිට P දක්වා ධාරාව ගමන් කිරීම.

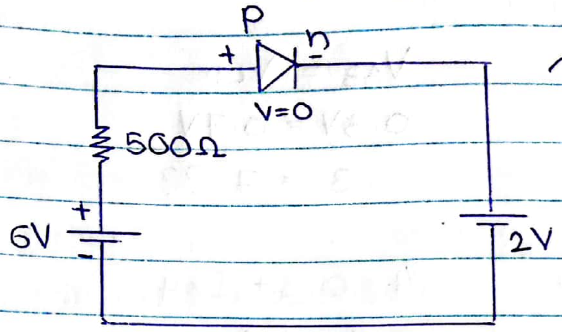
||

Avalanche බිඳවැටීම
(බිඳීම)

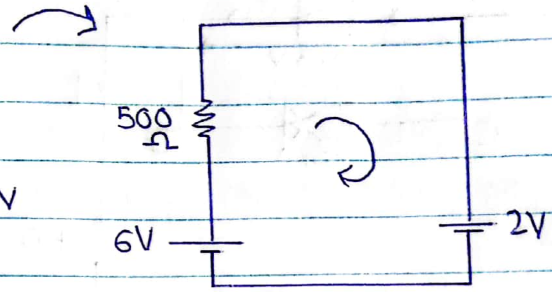
Pg 2

No : ______ පෙරහුරුව. Date: __/__/____

(01)



(ඩයෝඩය පරිපූර්ණ වේ)



$6-2 = I \times 500$

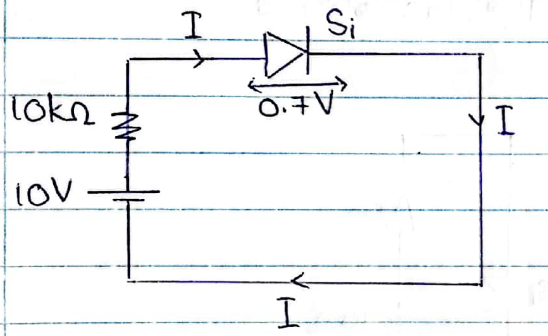
$4 = I \times 500$

$I = 8 \times 10^{-3} A = \underline{\underline{8 mA}}$

---

(02) (ඩයෝඩ පරිපූර්ණ නැත)

(i)

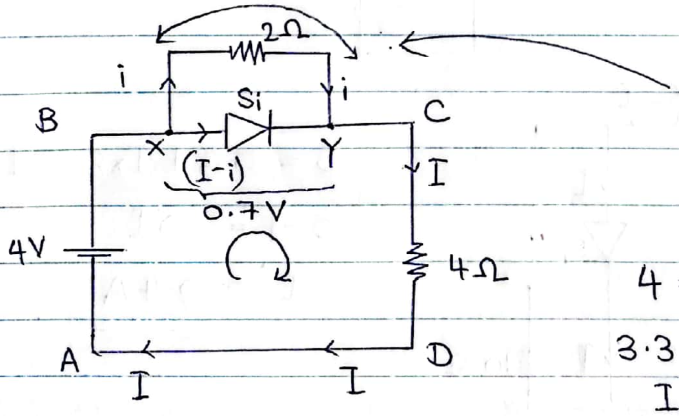


$10 = 0.7 + 10 \times I$

$10I = 9.3$

$I = \underline{\underline{0.93 mA}}$

(ii)



$V = IR$

$0.7 = i \times 2$

$i = 0.35A$

$4 = 0.7 + I \times 4$

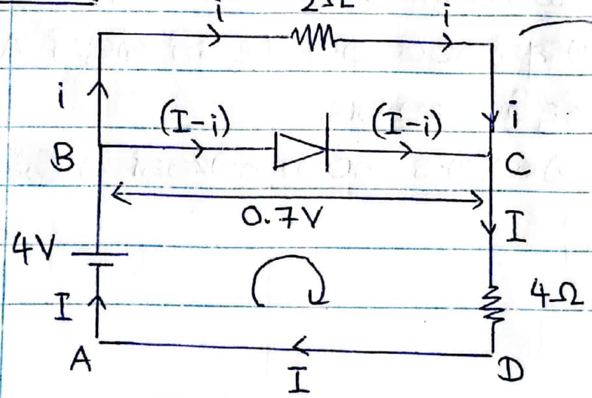
$3.3 = 4I$

$I = 0.825 A$

∴ ඩයෝඩය හරහා ගලන ධාරාව $\} = I - i$

$= 0.825A - 0.35A = \underline{\underline{0.475 A}}$

2 ක්‍රමය



$V = IR$

$0.7 = i \times 2$

$i = 0.35A$

$\overrightarrow{ABCDA}$

$4 = 0.7 + 4I$

$4I = 3.3$

$I = 0.825A$

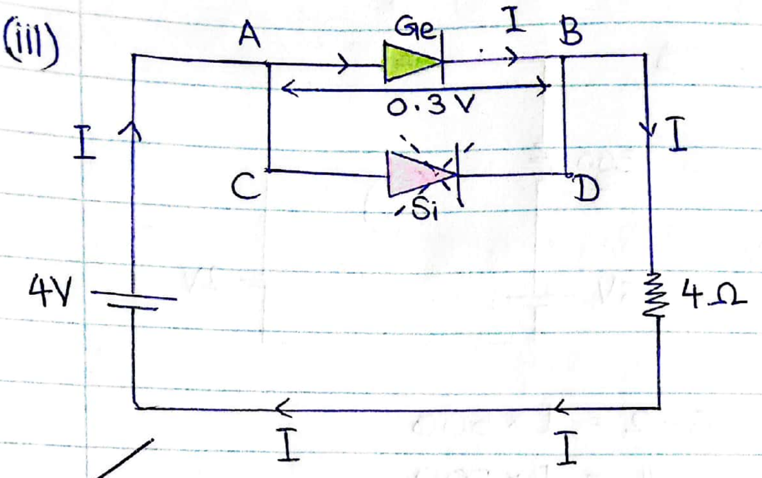
ඩයෝඩ හරහා,

$0.825A$

$-0.350A$

$\underline{\underline{0.475 A}}$

(iii)



$V_{AB} = V_{CD}$

$0.3V = 0.7V$

$3 = 7$??

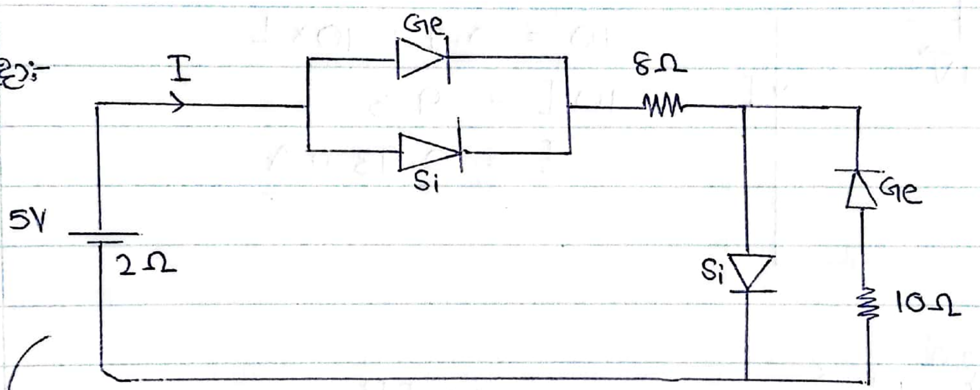
$4 = 0.3 + I \times 4$

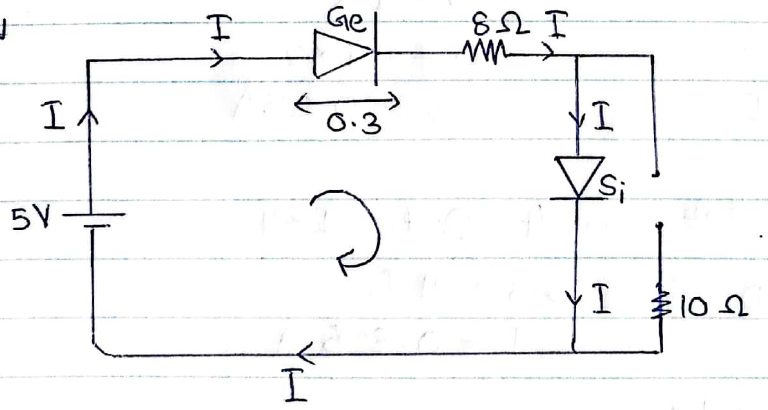
$3.7 = 4I$

$I = 0.925A$

Si වල විභව අන්තරය 0.7V වේ. Ge වල විභව අන්තරය 0.3V වේ.
$V_{AB} = V_{CD}$ විය යුතුය. ඩයෝඩ දෙකෙහි විභව බැස්මවල් අසමාන බැවින්,
$V_{AB} = V_{CD}$ වීමට නම්, එක් ඩයෝඩයක් හරහා පමණක් ධාරාව ගලයි.
∴ ධාරාව ගලන්නේ අඩු විභව බැස්මක් ඇති Ge හරහාය.

උදා:-





$5 = 0.3 + I \times 8 + I \times 2 + I \times 8$

$5 - 1 = 10I$

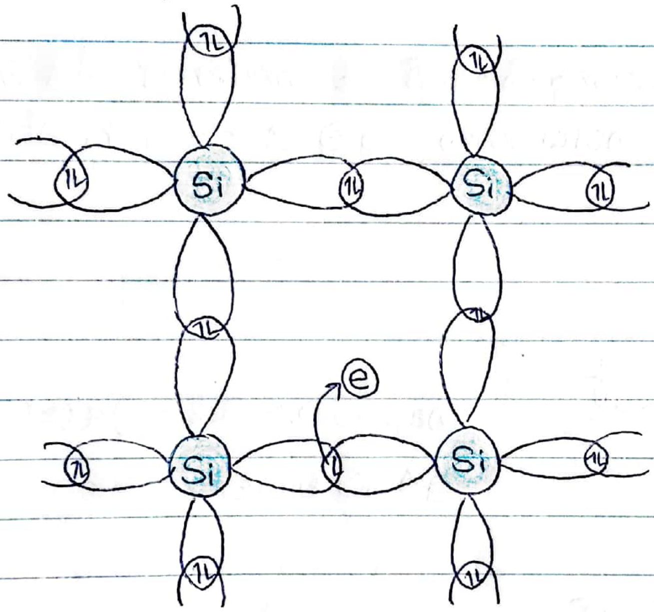
$I = 0.4A$

* මෙහි Ge හා Si ඩයෝඩ දෙකම හරහා ධාරාව ගමන් කරන්නේ නම්, AB හරහා විභව අන්තරය 0.3V ද, CD හරහා විභව අන්තරය 0.7 V ද වේ. නමුත් AB හා CD සමාන්තරගත වන නිසා මෙය සිදු විය නොහැක.

∴ ධාරාව, අඩු විභව බැස්මක් සහිත Ge ඩයෝඩය හරහා පමණක් ධාරාව ගමන් කරයි.

අර්ධ සන්නායක

* විද්‍යුත් සන්නායක තරම් නිදහස් ආරෝපණ වාහක ඝනත්වයක් නොමැති නමුත් පරිවාරකවලට වඩා නිදහස් ආරෝපණ වාහක ඝනත්වයක් සහිත පදාර්ථ මෙලෙස වර්ගීකරණය කළ හැක.
* ආවර්තිතා වගුවේ 14 කාණ්ඩයේ Si, Ge වැනි මූලද්‍රව්‍යවල දැලිස්වල නිදහස් ආරෝපණ නොමැති නමුත් තරමක් ඉහළ උෂ්ණත්වවලදී බන්ධන e ඉවතට පැනීම නිසා නිදහස් ආරෝපණ ඝනත්වය තරමක් ඉහළ ගොස් මේවා අර්ධ සන්නායක ලෙස හැසිරේ.
* මේවා හරහා μA පරිමාණයේ ධාරා ගැලිය හැක.

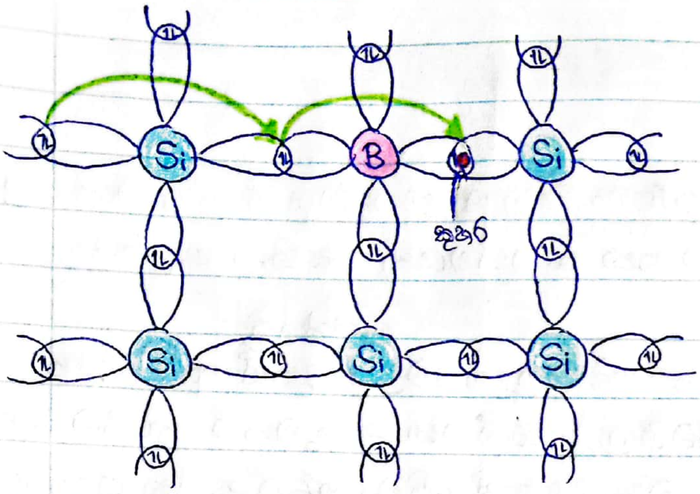


P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

* සංශුද්ධ Si, Ge වැනි මූලද්‍රව්‍ය නිසග අර්ධ සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ.
* මේවාට වෙනත් මූලද්‍රව්‍ය මිශ්‍ර කිරීම, මාත්‍රණය ලෙස හඳුන්වන අතර මාත්‍රණය හේතුවෙන් නිදහස් වාහක ඝනත්වය ඉහළ යයි.

* මාත්‍රණය කරන ලද අර්ධ සන්නායක බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක වේ.

* Si හෝ Ge දැලිසක පරමාණු කිහිපයක් අවසන් ශක්ති මට්ටමේ e 3ක් සහිත B වැනි මූලද්‍රව්‍ය පරමාණු කිපයකින් ප්‍රතිස්ථාපනයෙන් P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක නිපදවේ.

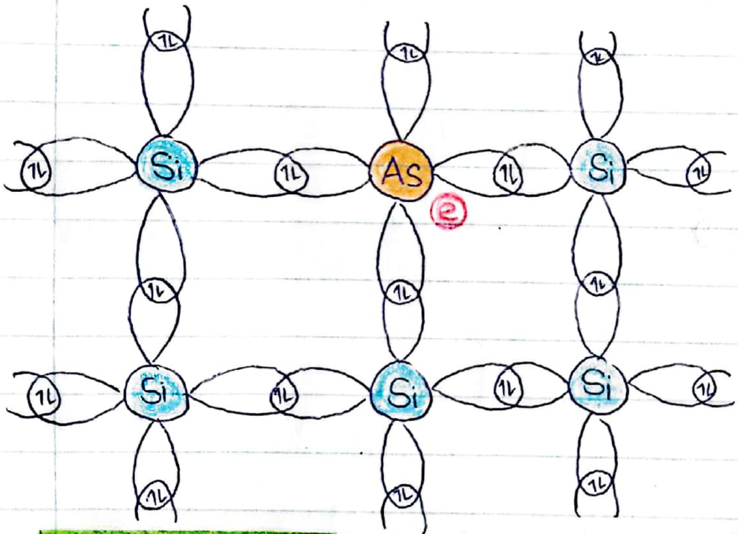


බහුතර වාහකය = කුහර (•)

සුළුතර වාහකය = ඉලෙක්ට්‍රෝන

n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක

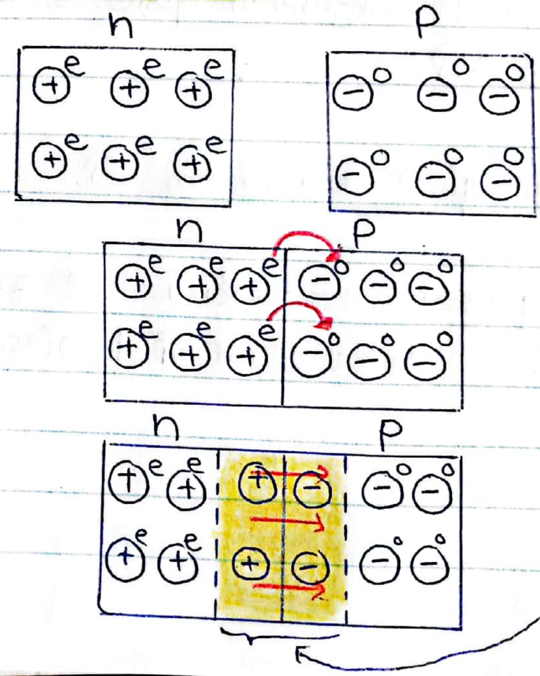
* 14 කාණ්ඩයේ Si හෝ Ge දැලිසක පරමාණු කීපයක් 15 කාණ්ඩයේ As වැනි මූලද්‍රව්‍යයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය කිරීමෙන් බන්ධනගත නොවූ e සහිත n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක නිපදවා ගත හැක.

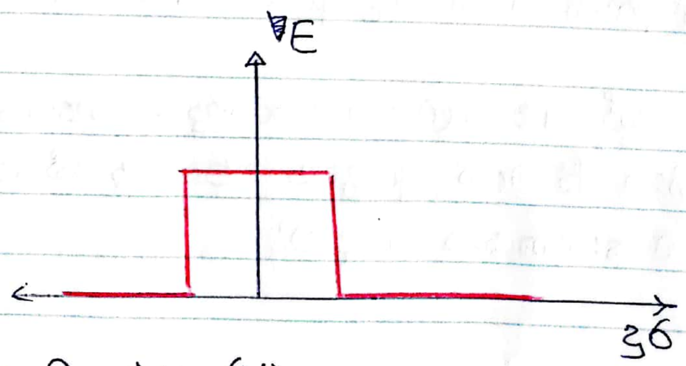


බහුතර වාහකය = ඉලෙක්ට්‍රෝන

සුළුතර වාහකය = කුහර

p-n සන්ධිය





හායිත ස්ථරය (V_b)
(0.7 V හෝ 0.3 V)

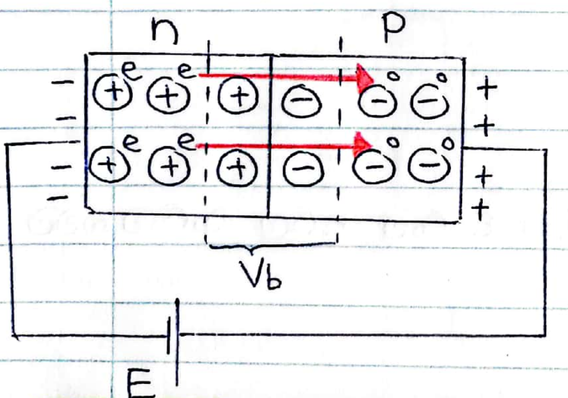
* p-n සන්ධියේදී n සිට p දක්වා පවතින විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය නිසා තවදුරටත් e, n සිට p දක්වා ගැලීම වළකෙන අතර මෙහිදී ඇති වන විභව බාධකය, ජය ගැනීමට ප්‍රමාණවත් විභව අන්තරයක් ලබා දුන් විට මෙතෙක් ඉලෙක්ට්‍රෝන n සිට p වෙතට ගැලීමෙන් ඩයෝඩය හරහා ධාරාවක් ඇති වේ.

ඩයෝඩයක් නැඹුරු කිරීම.

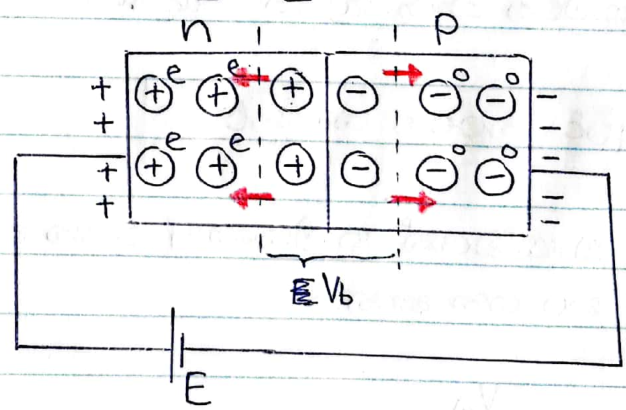
* ඉහත පරිදි සාදාගන්නා ලද p-n සන්ධියකට n ට සාපේක්ෂව p ට විභව බාධකය ජය ගත හැකි වන (+) විභවයක් ලබා දුන් විට හායිත ස්ථරයේ බාධාව පරදවමින් e, n සිට p දක්වා ගමන් කරයි.
* එවිට ඩයෝඩය හරහා p සිට n දක්වා ධාරාවක් ඇති වේ.
* මෙය පෙරනැඹුරු අවස්ථාව ලෙස හඳුන්වයි.

* මෙවැනි p-n සන්ධියක p ට වඩා n ට (+) විභවයක් ලබා දුන් විට n කොටසේ e, කෙළවරකට එකතුවන අතර p කොටසේ කුහරද අනෙක් කෙළවරට එකතු වීම සිදු වේ.
* එවිට හායිත ස්ථරය තවදුරටත් ප්‍රබල වන අතර ඩයෝඩය හරහා ධාරා ගැලීමක් ඇති නොවේ.
* මෙය පසු නැඹුරු අවස්ථාව ලෙස හැඳින්වේ.

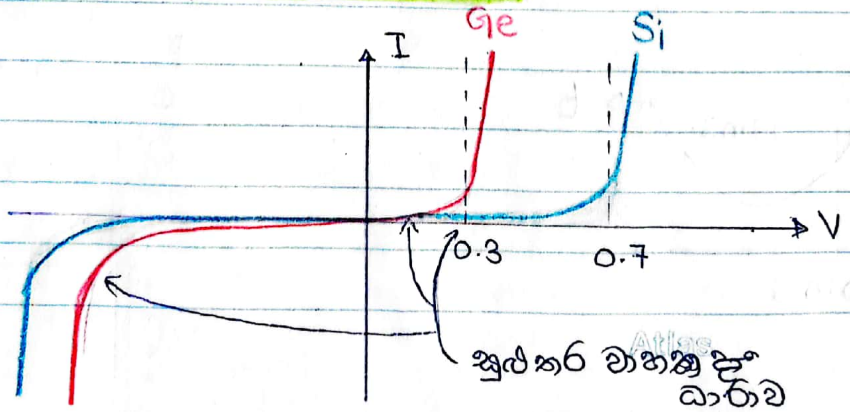
පෙරනැඹුරු



පසු නැඹුරු



ඩයෝඩයක් සඳහා VI ලාක්ෂණිකය



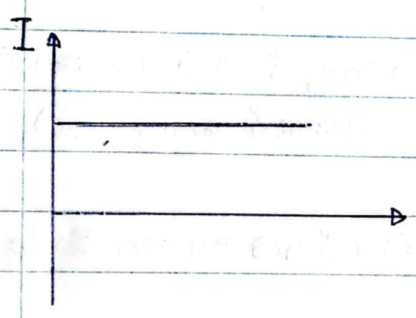
Diode
* ඕමික නොවන උපාංගයකි.
* රේඛීය නොවන උපාංගයකි.

සන්ධි ඩයෝඩවල භාවිත

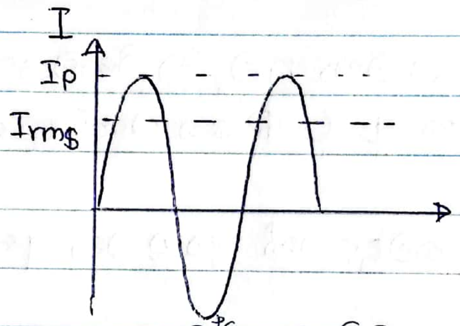
* සන්ධි ඩයෝඩ භාවිතා කර සිදු කෙරෙන ප්‍රධානතම ක්‍රියාවලිය වන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව, සරල ධාරාව බවට පත් කර ගැනීමේ ක්‍රියාවලියයි.
  මෙය තරංග සෘජුකරණය ලෙස හැඳින්වේ.

* මීට අමතරව ඩයෝඩ ආශ්‍රිතව පහත භාවිත පවතී.
  * LED (ආලෝක විමෝචක ඩයෝඩ)
  * ප්‍රකාශ ඩයෝඩ – සූර්යය පැනල සඳහා.

ඩයෝඩයක් සෘජුකාරකයක් ලෙස යොදා ගැනීම



සරල ධාරාව



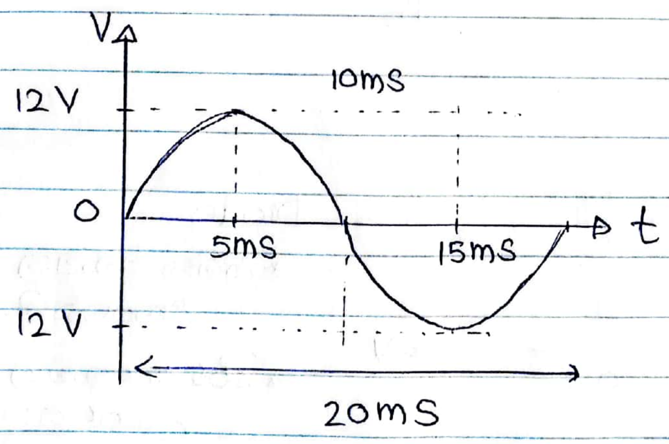
ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව

$$I_{rms} = \frac{I_p}{\sqrt{2}}$$

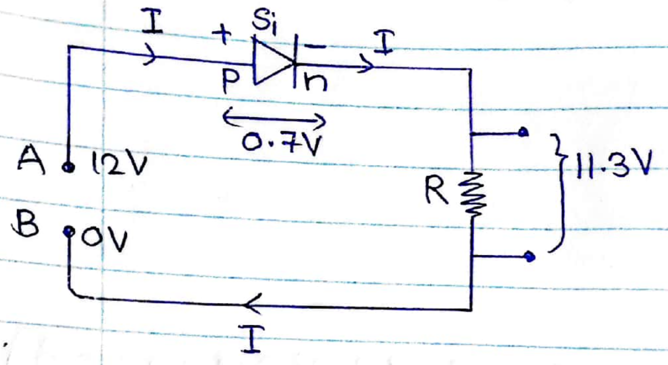
* කාලයත් සමඟ දිශාව වෙනස් නොවන ධාරා සරල ධාරා ලෙසත්, වෙනස් වන ධාරා ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ලෙසත් හැඳින්වේ.

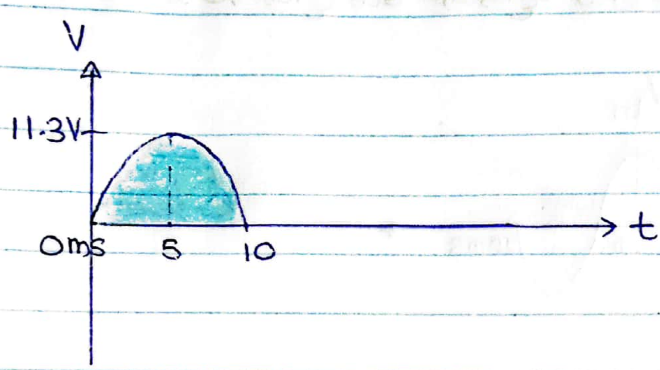
අර්ධ තරංග සෘජුකරණය

එක් ඩයෝඩයක් භාවිතයෙන් පහත පරිදි ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව, සරල ධාරාව බවට පත් කර ගත හැක.

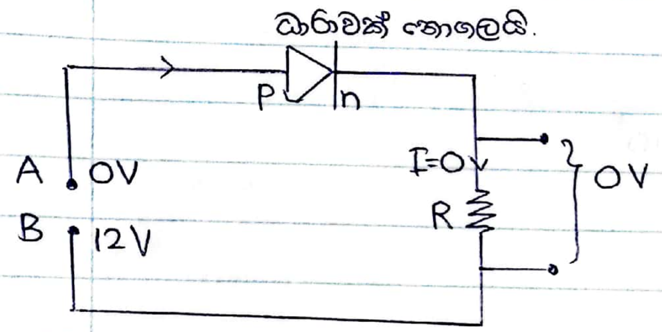


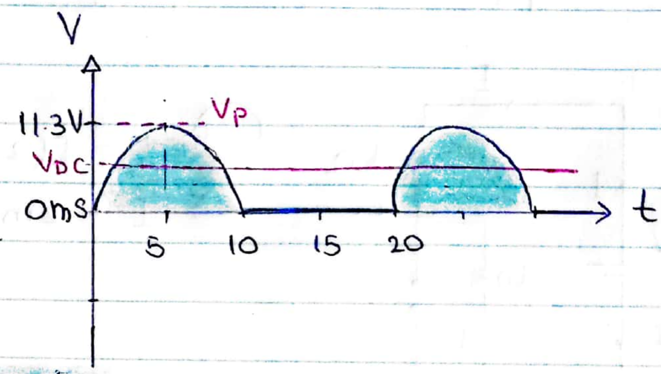
t = 5ms වන ක්ෂණික මොහොත:-





t = 15ms වන ක්ෂණික මොහොත

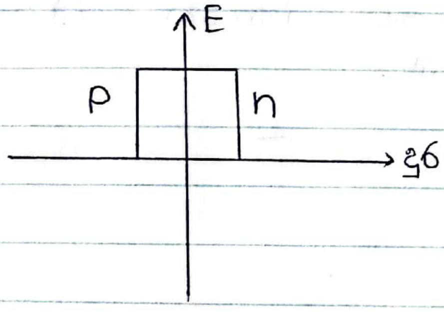




$$V_{rms} = V_{DC} = \frac{V_P}{\pi}$$

Pg 10

(01) P-n සන්ධියක් හරහා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



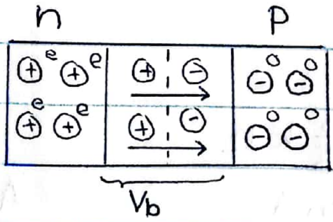
Ans. (3)

---

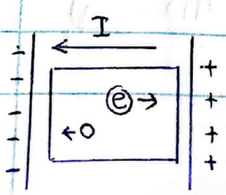
(02) ඩයෝඩයක් ඕමික නොවන, රේඛීය නොවන උපාංගයකි.

∴ VI ලාක්ෂණිකය රේඛීය නැත. (a) ×

සන්ධිය හරහා විද්‍යුත් දිශාව n සිට P දක්වා වේ. (b) ✓



Ans : (1)



e' න (+) දිශාවට චලනය වේ. කුහර (−) දිශාවට යන්නාක් සේ පෙනේ. (c) ×

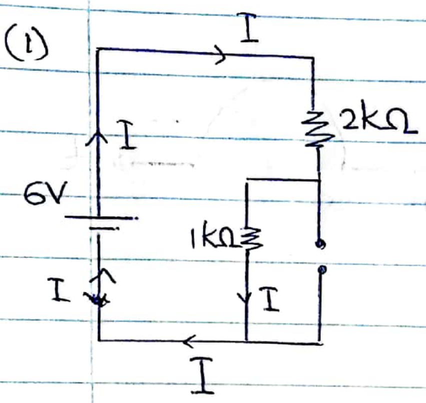
e' න ගමන් කරන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට ධාරාව (I) ගමන් කරයි. එනම් කුහර ගමන් කරන දිශාවට I ගලයි.

∴ I වල දිශාවට e' න හා කුහර යන දෙකම දායකත්වයක් දක්වයි.

(03) (+) අග්‍රයට n සම්බන්ධ කර ඇත්නම් → පසු නැඹුරු (විසන්ධි කිරීමක් ලෙස ගනී.)

(+) අග්‍රයට P සම්බන්ධ කර ඇත්නම් → පෙර නැඹුරු (සන්නායක කම්බියක් යෙදූ)

(1)



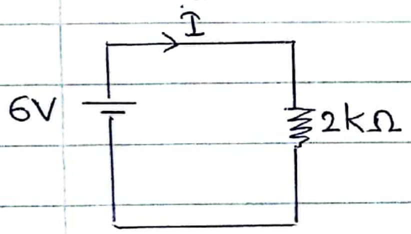
$6 = I(2+1)\times10^{3}$

$I = 2mA$ //

(2) ඩයෝඩය පසු නැඹුරුයි. විසන්ධි කළ විට ධාරාවක් ගමන් නොකරයි.

$I = 0mA$ //

(3) ඩයෝඩය පෙර නැඹුරුයි. ඩයෝඩය ඉවත් කර සන්නායක කම්බියක් යෙදූ විට 1kΩ ප්‍රතිරෝධය සහිත කොටස ලුහුවත් වේ.



$I \times 2\times10^{3} = 6$

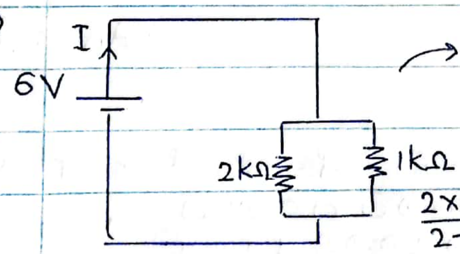
$I = 3mA$ //

(4) ඩයෝඩය පෙර නැඹුරුයි. සන්නායක කම්බියක් යෙදූ විට 1kΩ ලුහුවත් වේ.

$I \times 1\times10^{3} = 6$

$I = 6mA$ //

(5)



$\frac{2\times1}{2+1} = \frac{2}{3}k\Omega$

$6 = I\times\frac{2}{3}k\Omega$

$I = \frac{18}{2} mA$

$= 9mA$ //

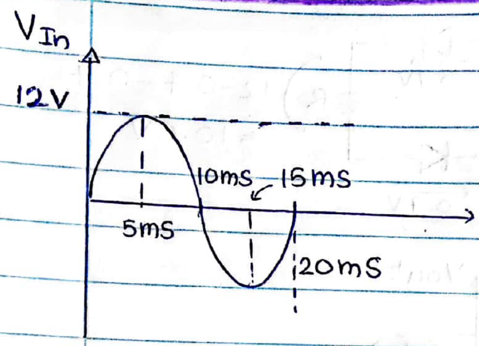
Ans: (5)

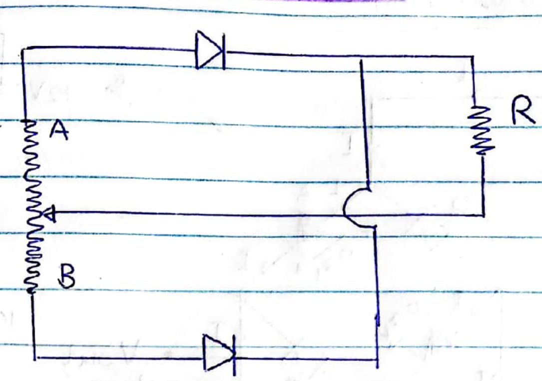
CamScanner

පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය

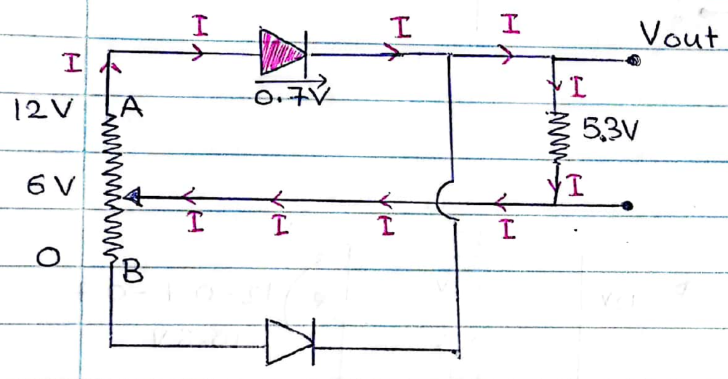
Date: __/__/____

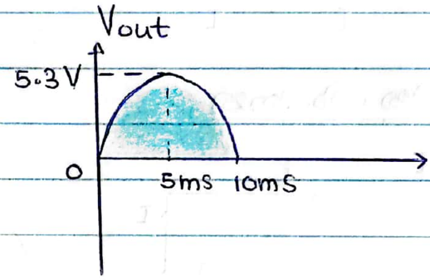
ඩයෝඩ දෙකක් යොදා ගනිමින් පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය



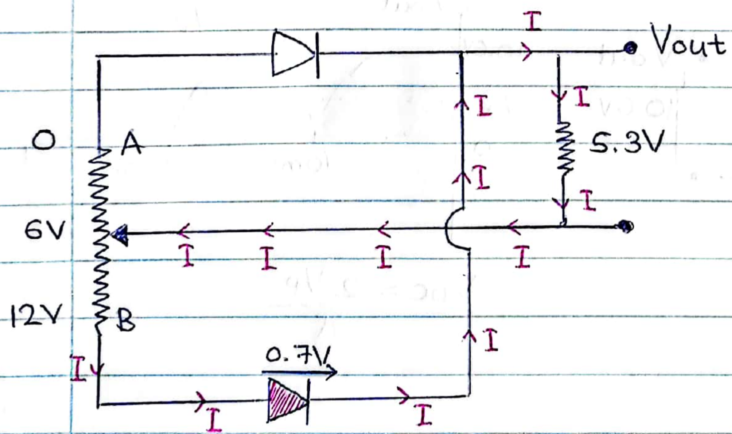


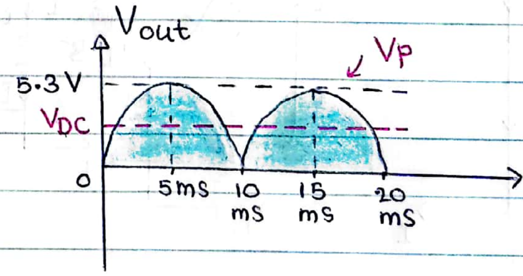
t = 5ms වන මොහොත.





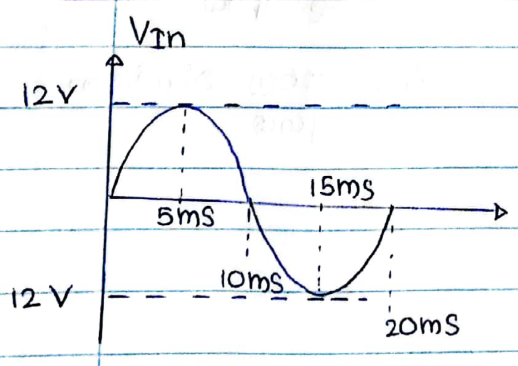
t = 15ms වන මොහොත

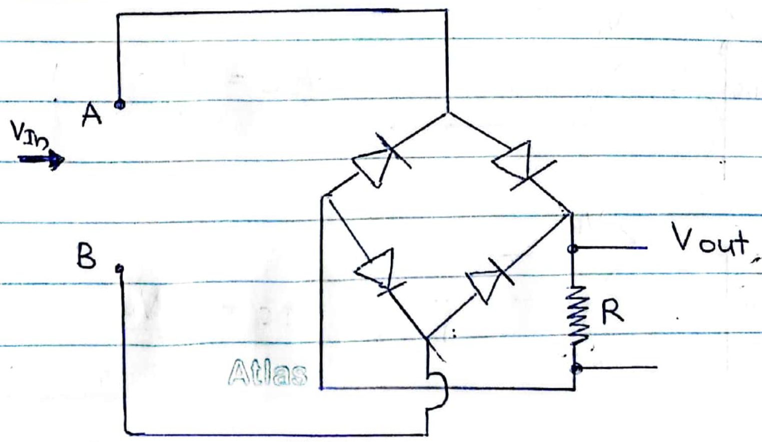




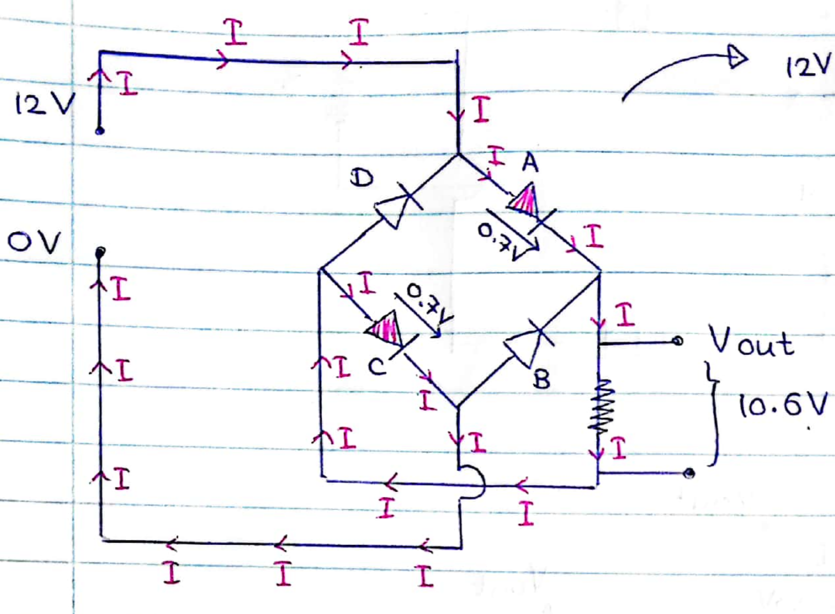
$$V_{DC} = \frac{2V_p}{\pi}$$

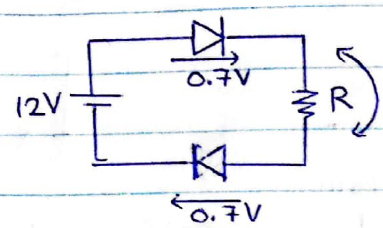
ඩයෝඩ හතරක් යොදා ගනිමින් පූර්ණ තරංග සෘජුකරණය.



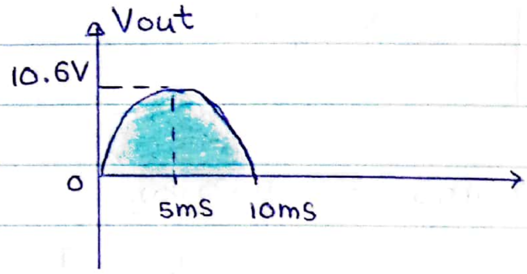


$t = 5ms$ වන මොහොත

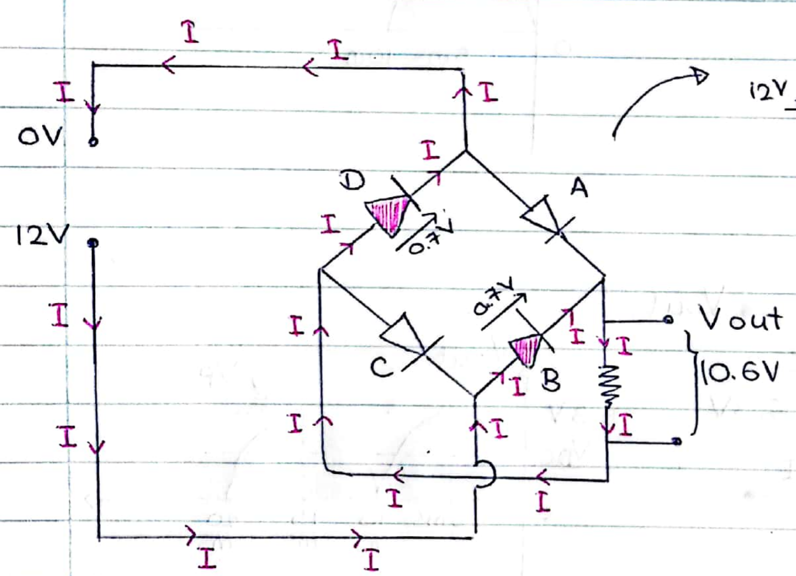


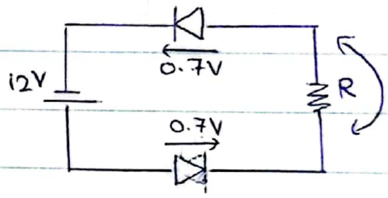


$12 - 0.7 - 0.7$
$= 10.6V$

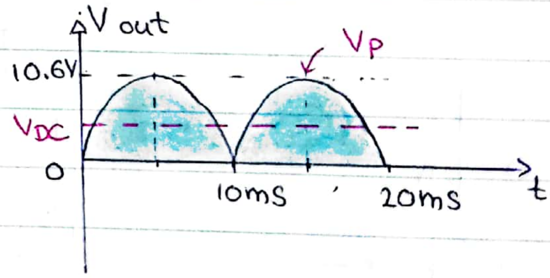


$t = 15ms$ වන මොහොත

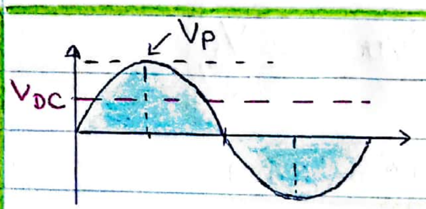




$12 - 0.7 - 0.7$
$= 10.6V$

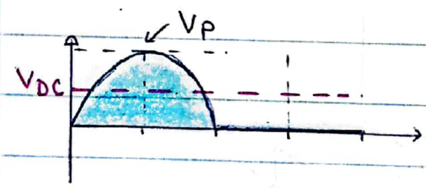


$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi}$$



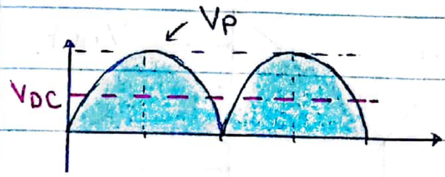
$$V_{DC} = V_{rms} = \frac{V_P}{\sqrt{2}}$$

$V_P =$ උච්ච අගය / කූට අගය



$$V_{DC} = \frac{V_P}{\pi}$$

$V_{DC} =$ සරල වෝල්ටීයතා අගය

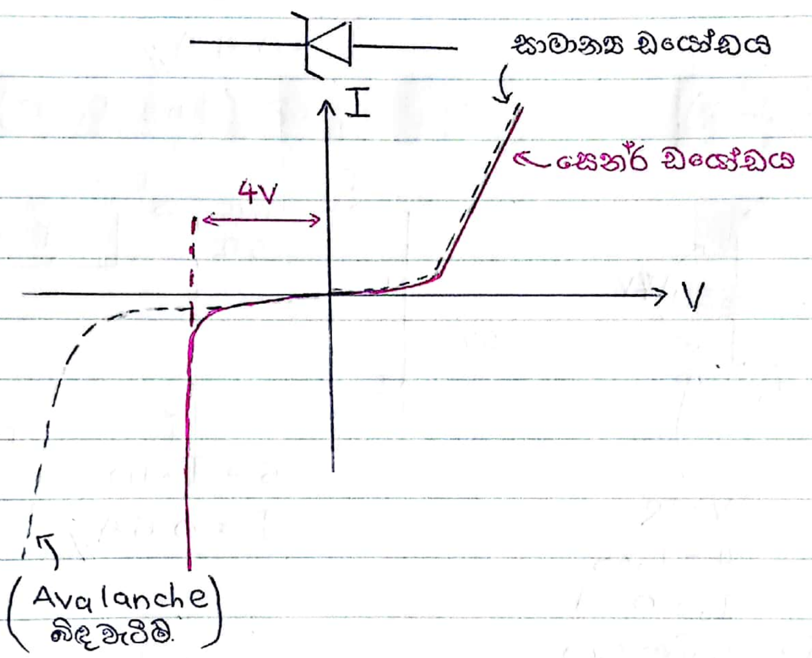


$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi}$$

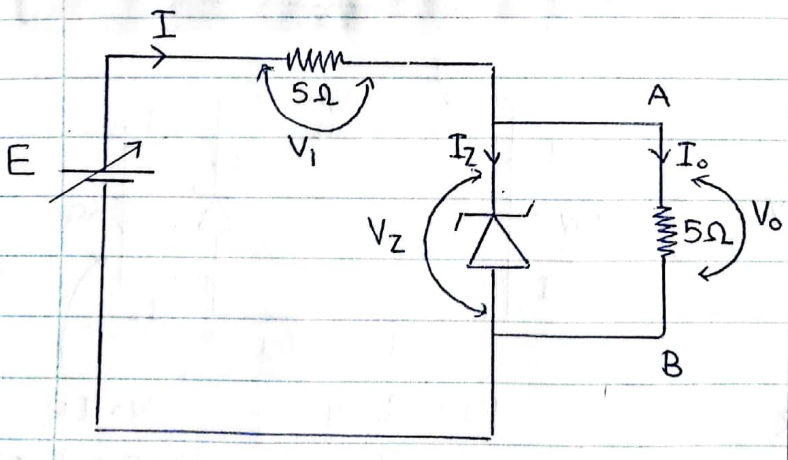
සෙනර් ඩයෝඩය

* පෙරනැඹුරු අවස්ථාවේදී සාමාන්‍ය ඩයෝඩයක් මෙන්ම හැසිරෙන නමුත් පසුනැඹු-රු අවස්ථාවේදී යම් විභව අන්තරයක් යටතේ ආරක්ෂිතව බිඳ වැටී ඕනෑම ධාරාවක් ගමන් කරවා ගත හැකි විශේෂ ඩයෝඩ වර්ගයක් ලෙස සෙනර් ඩයෝඩය හැසිරේ.

* එහි VI ලාක්ෂණික වක්‍රය පහත පරිදි නිරූපණය කළ හැක.

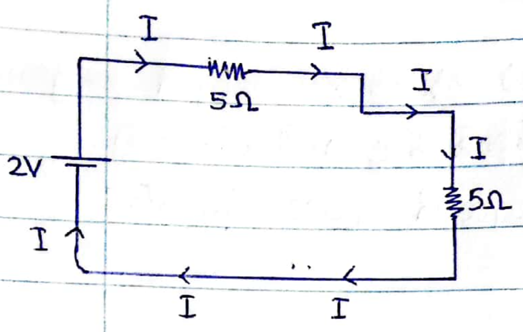


* පහත පරිදි පරිපථය ඇසුරින් සෙනර් ඩයෝඩයේ ක්‍රියාකාරීත්වය හඳුනාගත හැක.



E	I	V_1	I_Z	I_o	V_o	V_Z
2V	0.2A	1V	0	0.2A	1V	1V
4V	0.4A	2V	0	0.4A	2V	2V
6V	0.6A	3V	0	0.6A	3V	3V
8V	0.8A	4V	0	0.8A	4V	4V
10V	1.2A	6V	0.4A	0.8A	4V	4V
12V	1.6A	8V	0.8A	0.8A	4V	4V

(01) E = 2V වන විට (sure $I_z=0$)

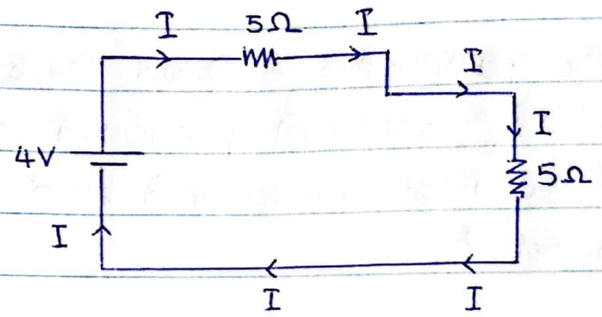


$2 = (5 \times I) + (5 \times I)$

$2 = 10I$

$I = 0.2A$ //

(02) E = 4V වන විට (sure $I_z=0$)

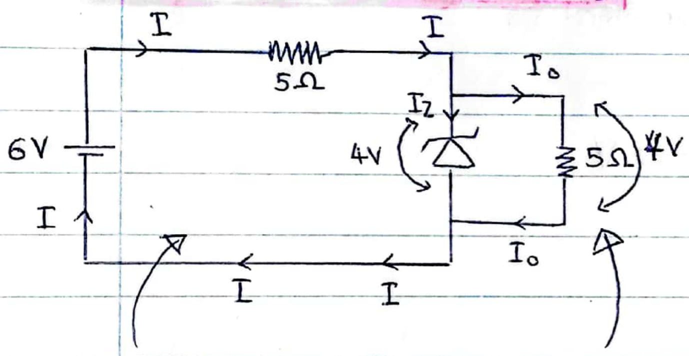


$4 = 5I + 5I$

$4 = 10I$

$I = 0.4A$ //

(02) E = 6V වන විට ($I_z \neq 0$ සිතමු)



$6 = I \times 5 + 4$

$2 = 5I$

$I = 0.4A$

$V = IR$

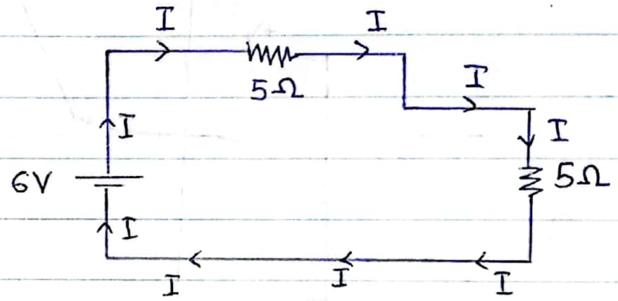
$4 = I_0 \times 5$

$I_0 = 0.8A$

පිළිතුර ප්‍රායෝගික නැත.

$I_z \neq 0$ සිතීම වැරදියි.

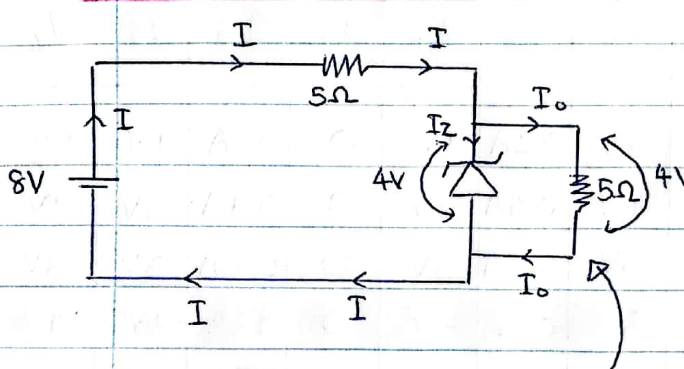
E = 6V විට (sure $I_z=0$)



$6 = I \times 10$

$I = 0.6A$ //

(04) E = 8V වන විට ($I_z \neq 0$ සිතමු)



$8 = 5I + 4$

$4 = 5I$

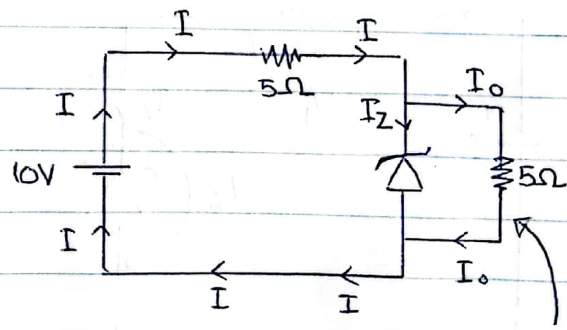
$I = 0.8A$

$V = IR$

$4 ~~8~~ = I_0 \times 5$

$I_0 = 0.8A$

(05) E = 10V වන විට (sure $I_z \neq 0$)



$10 = 5I - 4$

$6 = 5I$

$I = 1.2A$ //

$V = IR$

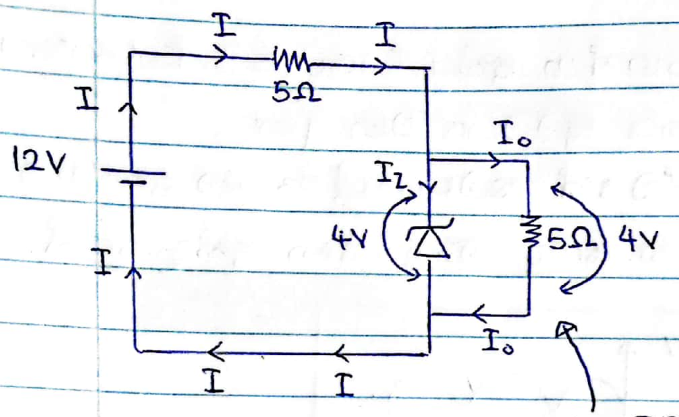
$4 ~~10~~ = I_0 \times 5$

$I_0 = 0.8A$

$I_z = 1.2 - 0.8$

$= 0.4A$

(06) $E = 12V$ විට (Sure $I_Z \neq 0$)



$12 = 5I + 4$

$8 = 5I$

$I = 1.6A$

$I_Z = 1.6 - 0.8$

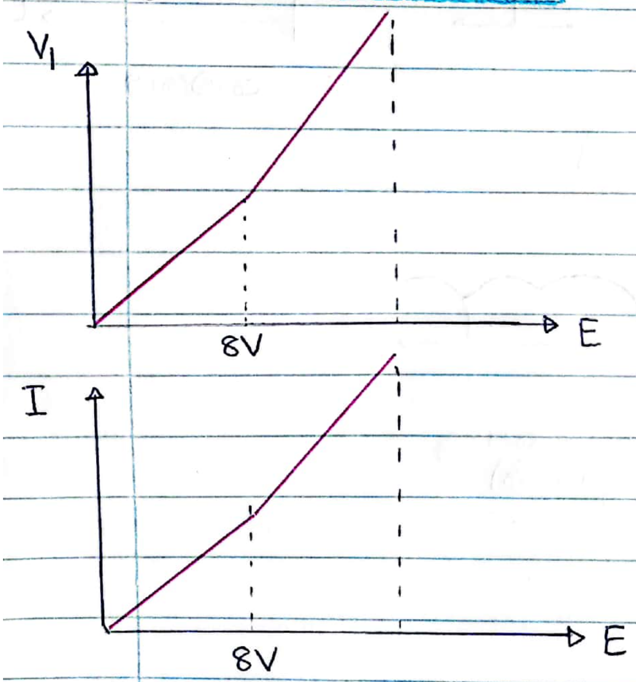
$I_Z = 0.8\,A$

$V = IR$

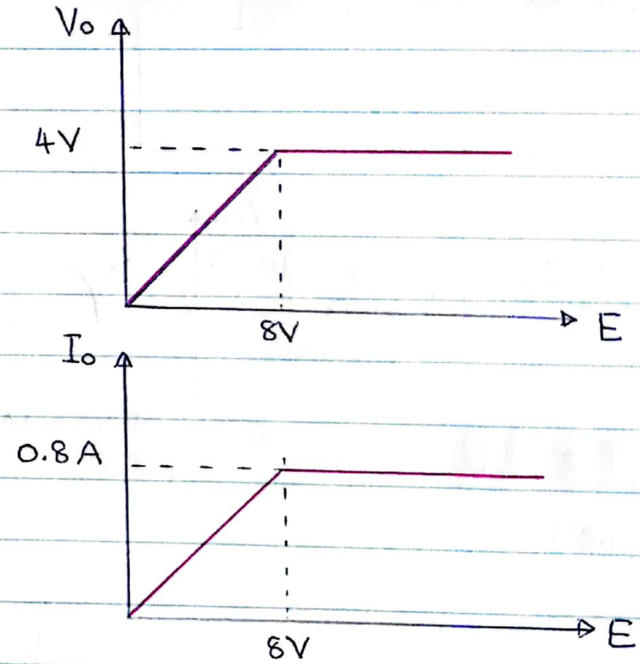
$4 = I_o \times 5$

$I_o = 0.8A$

සෙනර් සමග ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධය හරහා

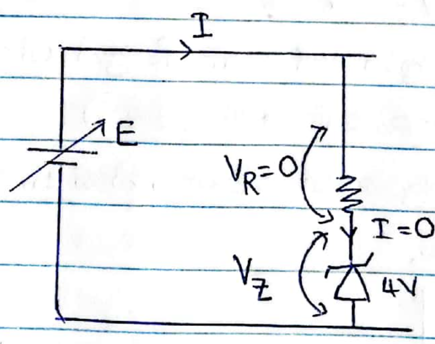


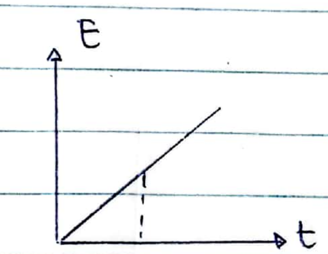
සෙනර් සමග සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධය හරහා,



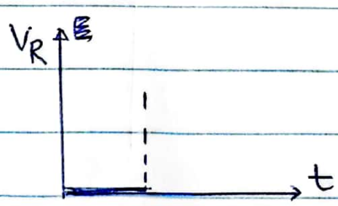
Pg 12

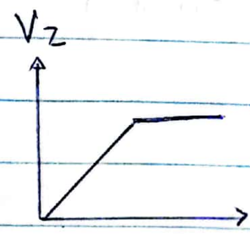
(09)





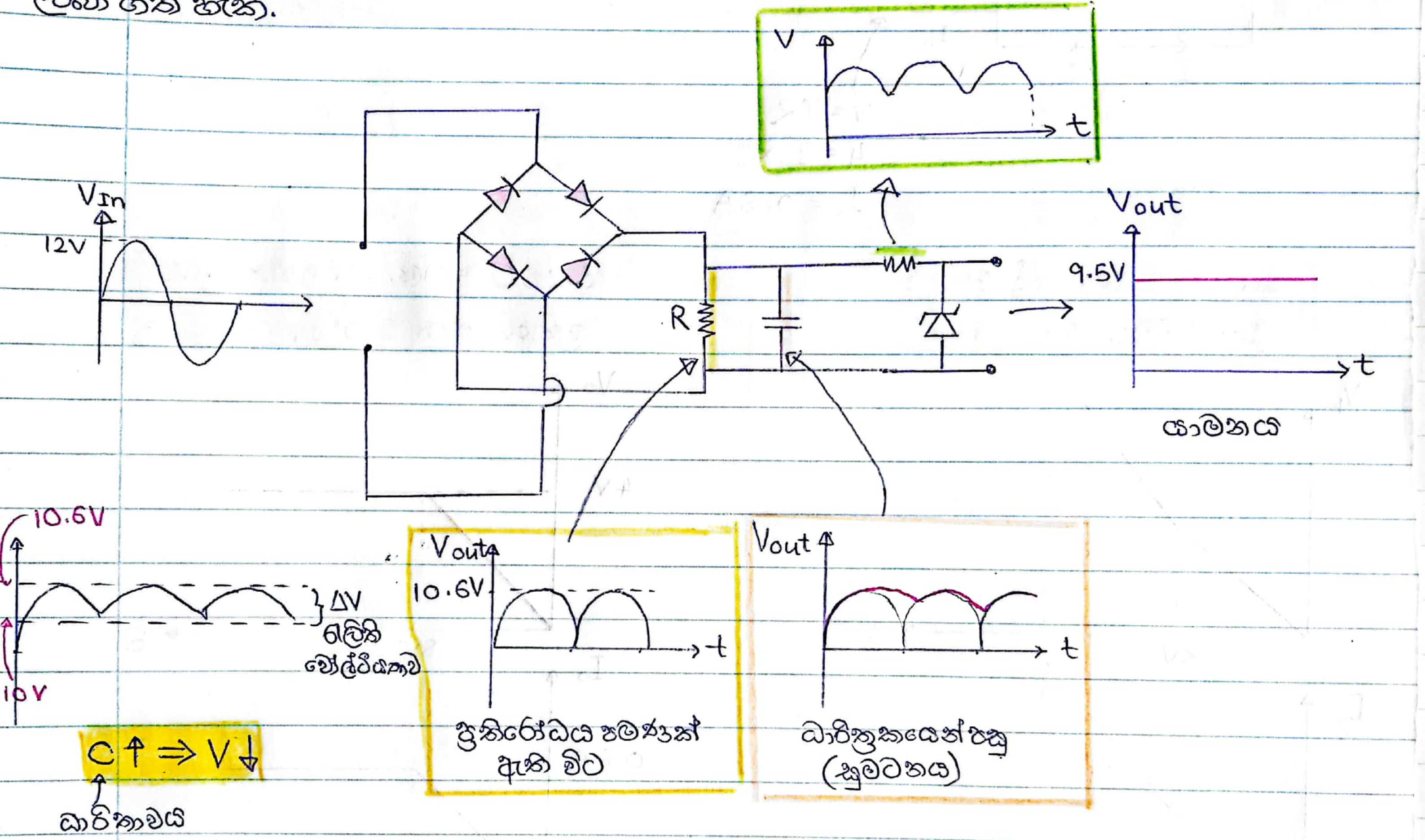
Ans : (2)





සෘජුකරණයෙන් පසු වෝල්ටීයතා සුමටනය

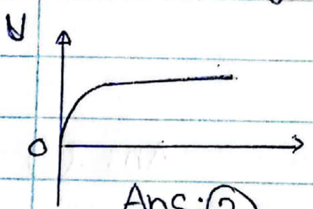
* ඩයෝඩ සේතුව සහිත පරිපථයේ ප්‍රතිදානය ලබාගන්නා ප්‍රතිරෝධයට සමාන්තරගතව ධාරිත්‍රකයක් යෙදීමෙන් පසු වෝල්ටීයතා ප්‍රතිදානය සුමටනය වන අතර, ඉන්පසු එයට සමාන්තරගතව සෙනර් ඩයෝඩයක් සමඟ ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධයක් යෙදීමෙන් වෝල්ටීයතාවය යාමනය කර නියත සරල වෝල්ටීයතා ප්‍රතිදානයක් ලබා ගත හැක.



Pg 13

(13) පරිපූර්ණ ඩයෝඩයක් නිසා,

↑C ⇒ ΔV↓



Ans: (2)

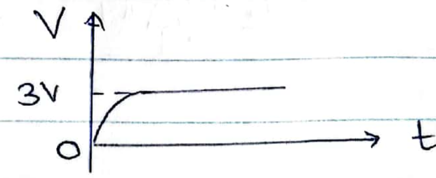
Pg14

(14) ඩයෝඩය හරහා 2V බසී.

∴ V = 3V වේ.

ධාරිත්‍රකයක් නොතිබී ප්‍රතිරෝධයක් පැවතුනි නම් පිළිතුර -(5)

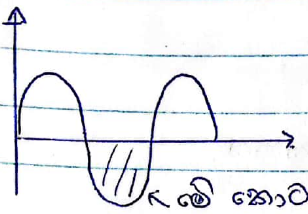
ධාරිත්‍රකයක් පවතින නිසා හා එය පරිපූර්ණ නිසා,

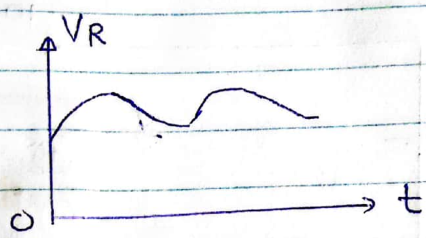


Ans: (3)

CamScanner

(15)



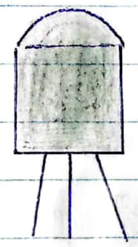


Ans: (2)

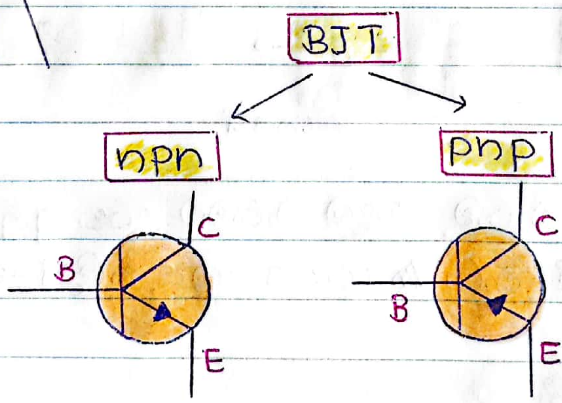
* ධාරිත්‍රකය පරිපූර්ණ නැත.

ට්‍රාන්සිස්ටර්

* බාහිරට විහිදුණු අග 3කින් සමන්විත ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංගයක් ලෙස ට්‍රාන්සිස්ටරය හැඳින්විය හැක.
* මෙහිදී මූලික වශයෙන් සිදුවන්නේ විශේෂ ක්‍රියාවක් මගින් විශාල ධාරා පාලනය කිරීමයි.
* ට්‍රාන්සිස්ටර් ප්‍රධාන ආකාර 2කට බෙදා දැක්විය හැකිය.
  (1) BJT → ද්විධ්‍රැව සන්ධි ට්‍රාන්සිස්ටර
  (2) FET → ක්ෂේත්‍ර ආචරණ ට්‍රාන්සිස්ටර



* අප විසින් මූලිකව BJT ට්‍රාන්සිස්ටර් පිළිබඳව අධ්‍යනය කරයි.



C → collector
සංග්‍රාහකය

B → Base
පාදම

E → Emitter
විමෝචකය

npn ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ක්‍රියාකාරීත්වය

* මෙහිදී n වර්ගයේ සන්නායක කොටස් 2ක් අතරට p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කොටසක් යොදා බාධක ස්ථරය ජය ගැනීමට ප්‍රමාණවත් විභව අන්තරයක් විමෝචකයට සාපේක්ෂව පාදම වෙත යොදනු ලබයි.
* එවිට විමෝචකයේ පවතින නිදහස් e⁻න පාදම වෙතට ගමන් කරන අතර, පාදමට සාපේක්ෂව සංග්‍රාහකයට කුඩා හෝ ධන විභවයක් ලබා දුන් විට දී පාදමට පැමිණෙන e වලින් බහුතරයක් සංග්‍රාහකය වෙතට ගමන් කරයි.

Atlas

CS CamScanner