

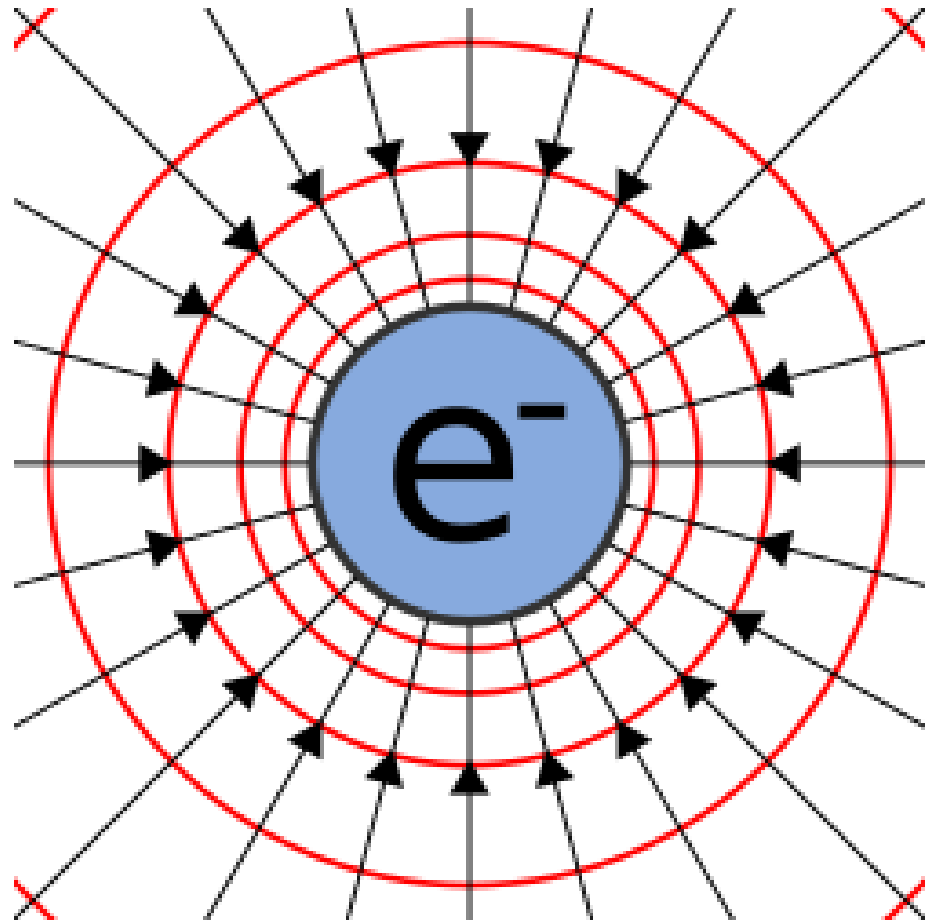


BAB 5 ELEKTRONIK

Fizik Tingkatan 5 KSSM
Oleh Cikgu Norazila Khalid
Smk Ulu Tiram, Johor

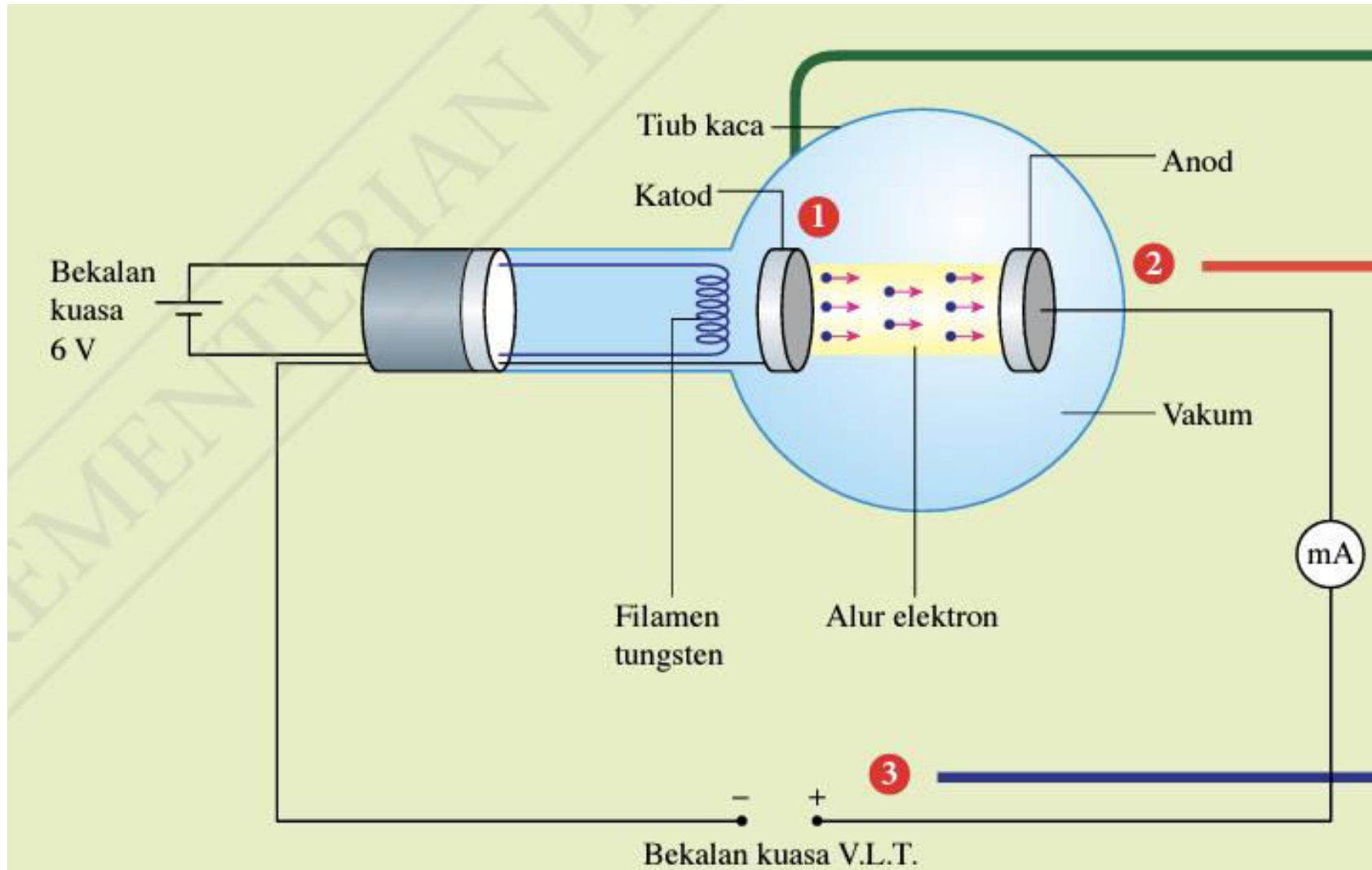


5.1 Elektron



Pancaran Termion dan Sinar Katod

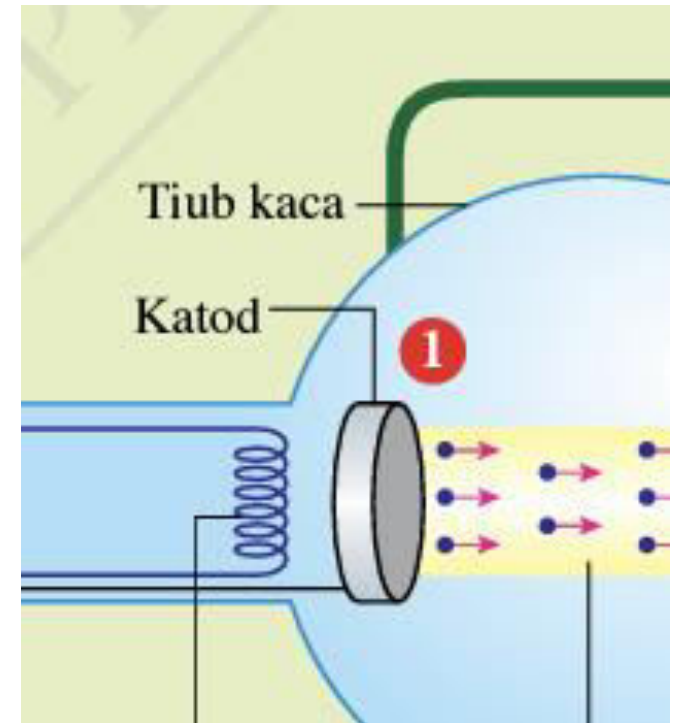
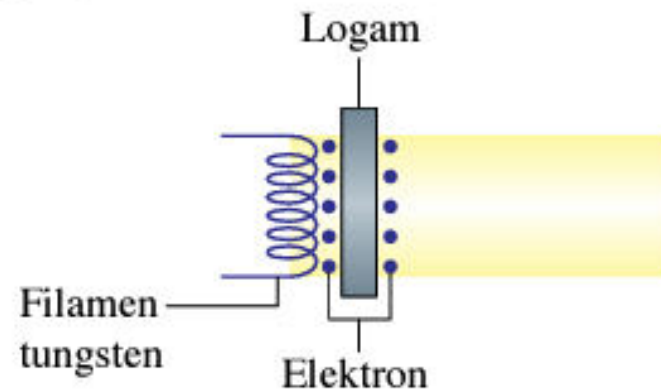
Arus elektrik terhasil apabila zarah bercas (elektron) mengalir dalam suatu konduktor.

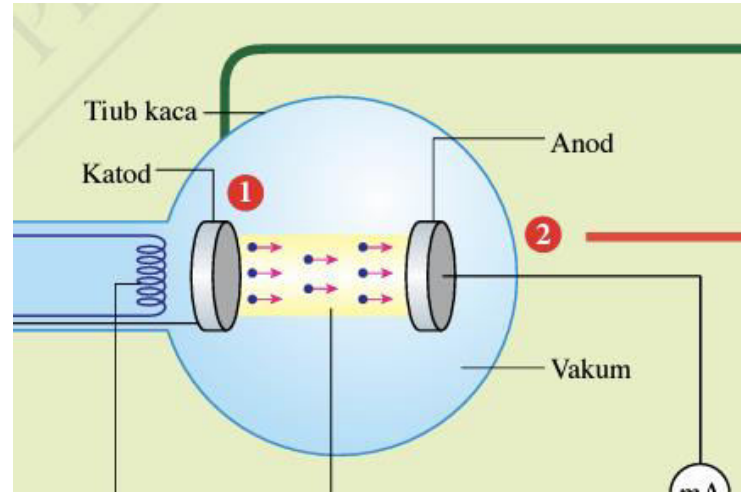


Rajah 5.1 Pancaran termion dan penghasilan sinar katod dalam tiub vakum

1

Terdapat banyak elektron bebas dalam seutas dawai logam seperti filamen tungsten. Apabila bekalan kuasa a.t. 6 V dihidupkan, suhu filamen tungsten akan meningkat dan elektron bebas itu akan memperoleh tenaga kinetik yang cukup untuk terpancar keluar daripada permukaan logam. **Pancaran termion** ialah **pemancaran elektron bebas daripada permukaan logam yang dipanaskan.**



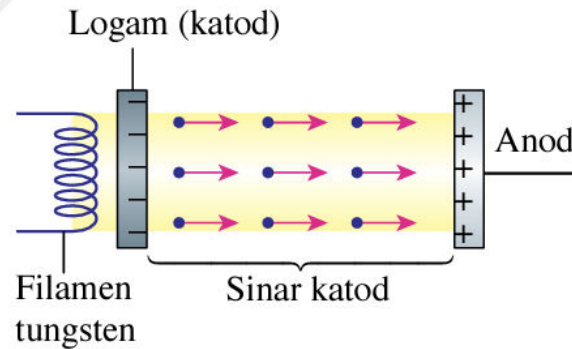


2

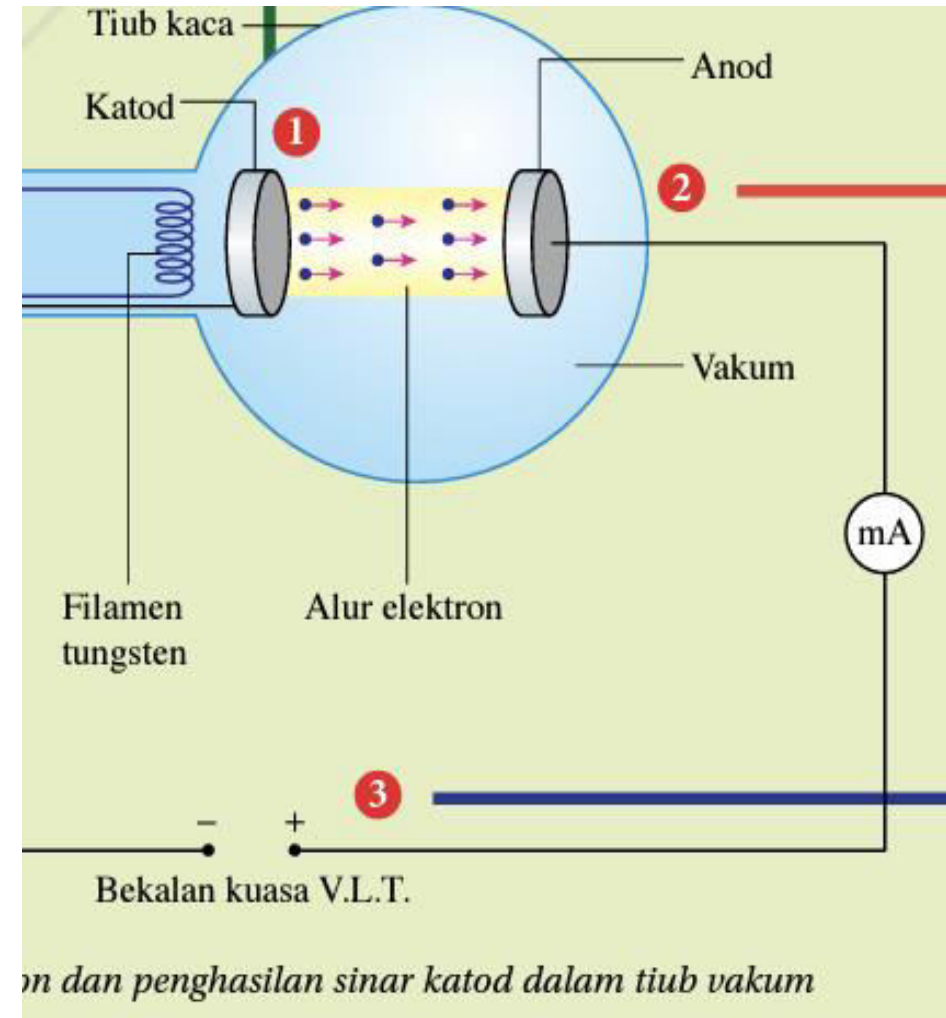
Dalam tiub kaca yang vakum, elektron-elektron dapat memecut ke anod tanpa berlanggar dengan molekul-molekul udara. Maka, tiada kehilangan tenaga dan elektron bergerak dengan halaju maksimum.

3

- Apabila tiub vakum disambungkan kepada suatu bekalan kuasa V.L.T., elektron-elektron yang terpancar di katod akan tertarik ke anod pada kelajuan yang tinggi dan membentuk alur elektron. **Alur elektron yang berkelajuan tinggi** ini dikenali sebagai **sinar katod**. Alur elektron tersebut melengkapkan litar bekalan kuasa V.L.T. dan bacaan miliammeter menunjukkan pengaliran arus berlaku.



- Jika sambungan ke bekalan kuasa V.L.T. disongsangkan, miliammeter tidak menunjukkan sebarang bacaan.



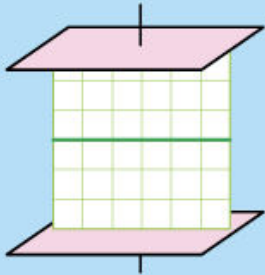
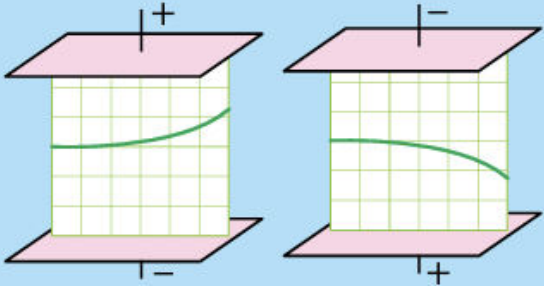
... dan penghasilan sinar katod dalam tiub vakum



Kesan Sinar Katod di Bawah Pengaruh Medan Elektrik dan Medan Magnet

- ▶ Sinar katod ialah alur elektron yang bergerak dengan kelajuan tinggi dalam vakum.
- ▶ Ciri-ciri sinar katod boleh dikaji menggunakan tiub pemesongan dan tiub palang Maltese.

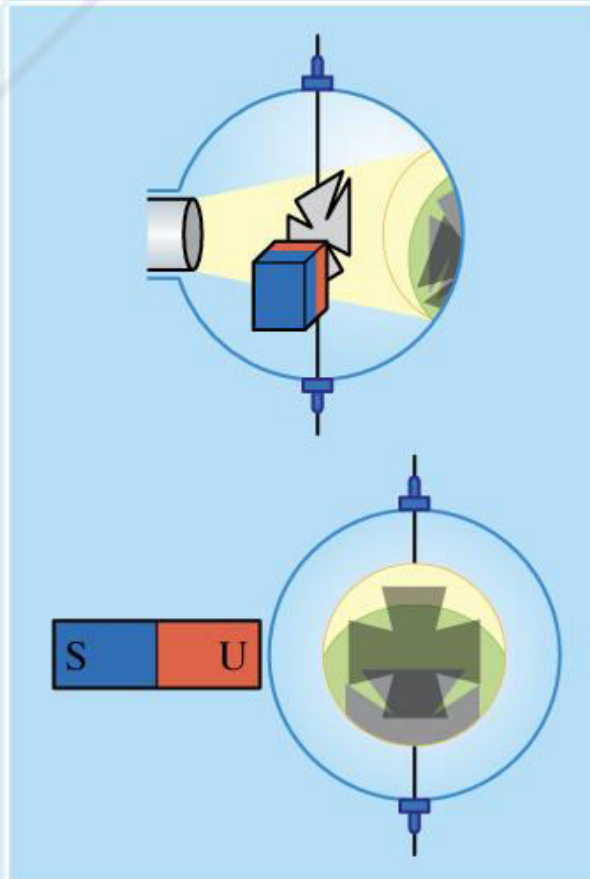


Jadual 5.1 Rumusan kesan medan elektrik dan medan magnet ke atas sinar katod

Radas	Keadaan suis	Pemerhatian	Penerangan
Tiub pemesongan	S_1 dan S_2 dihidupkan		<ul style="list-style-type: none"> Sinar katod bergerak secara lurus.
	S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan		<ul style="list-style-type: none"> Sinar katod boleh dipesongkan oleh medan elektrik dan terpesong ke plat bercas positif membentuk laluan jenis parabola. Sinar katod bercas negatif.

Tiub palang Maltese	S_1 dihidupkan	 A circular diagram representing a Maltese cross shadow experiment. It features a central grey Maltese cross on a yellow circular background, which is surrounded by a grey ring. This represents the shadow cast by the cross when only the cathode ray tube (S1) is active.	<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya dari filamen tungsten yang panas dihalang oleh objek legap (palang Maltese) untuk menghasilkan bayang-bayang. Cahaya bergerak secara lurus.
	S_1 dan S_2 dihidupkan	 A circular diagram representing a Maltese cross shadow experiment. It features a central grey Maltese cross on a green circular background, which is surrounded by a grey ring. This represents the shadow cast by the cross when both the cathode ray tube (S1) and the fluorescent screen (S2) are active, showing the characteristic glow of the screen.	<ul style="list-style-type: none"> • Sinar katod dihalang oleh palang Maltese untuk menghasilkan bayang-bayang. Sinar katod bergerak secara lurus. • Sinar katod juga menghasilkan kesan berpendarflour pada skrin di sekeliling bayang-bayang. Hal ini menunjukkan sinar katod mempunyai momentum dan tenaga kinetik.

S_1 dan S_2
dihidupkan
dan magnet
didekatkan
pada tiub



- Satu bayang-bayang akan dihasilkan oleh cahaya filamen tungsten yang panas.
- Satu bayang-bayang lagi akan dihasilkan oleh pemesanan sinar katod apabila magnet bar didekatkan pada tiub.
- Arah pemesanan sinar katod boleh ditentukan oleh petua tangan kiri Fleming.

$$E = eV$$

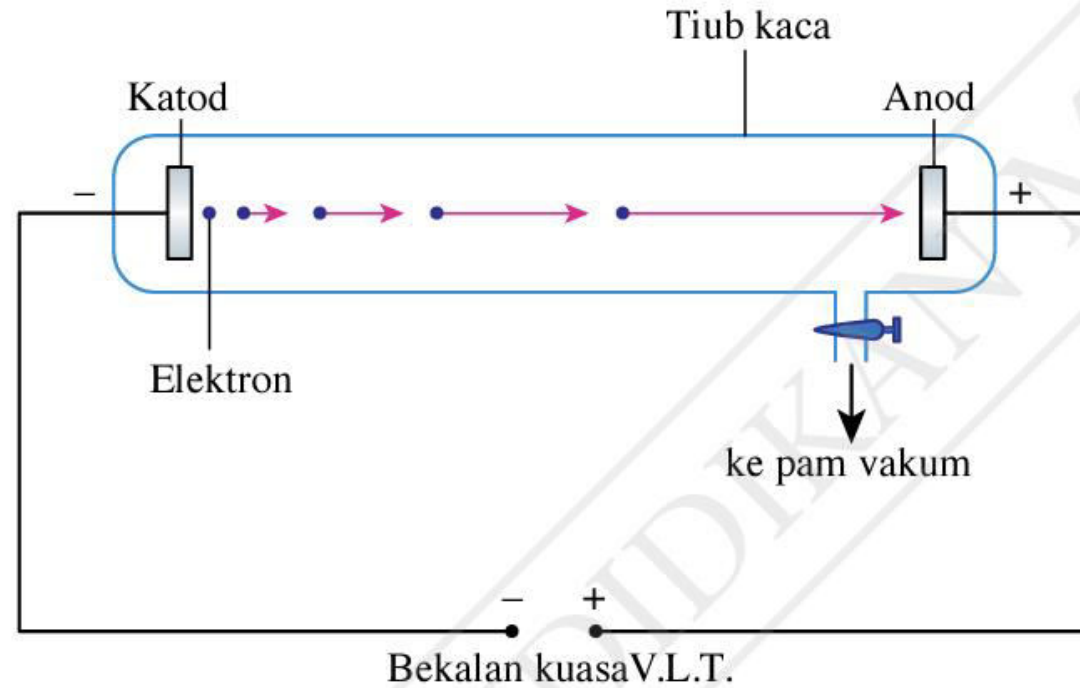
iaitu E = tenaga keupayaan elektrik

e = cas satu elektron

V = beza keupayaan antara katod dengan anod pada bekalan kuasa V.L.T.

Cas satu elektron ialah 1.6×10^{-19} C

Halaju Elektron dalam Tiub Sinar Katod



Rajah 5.4 Tiub sinar katod

Apabila bekalan kuasa V.L.T. dihidupkan, elektron akan ditarik oleh anod yang berkeupayaan positif. Oleh sebab tiada molekul udara dalam tiub vakum, elektron akan memecut ke anod tanpa sebarang perlanggaran. Elektron-elektron ini akan memperoleh halaju maksimum, v_{maks} apabila tiba di anod.

Menurut prinsip keabadian tenaga,

Tenaga keupayaan elektrik = Tenaga kinetik maksimum

$$eV = \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2$$

iaitu e = cas satu elektron

V = beza keupayaan antara katod dengan anod

m = jisim elektron

v_{maks} = halaju maksimum elektron

Cas satu elektron ialah 1.6×10^{-19} C dan

jisim elektron ialah 9.11×10^{-31} kg

Contoh 1

Rajah 5.5 menunjukkan alur elektron dari katod yang dipecut ke arah anod dalam ruang vakum. Beza keupayaan merentasi katod dengan anod ialah 550 V.

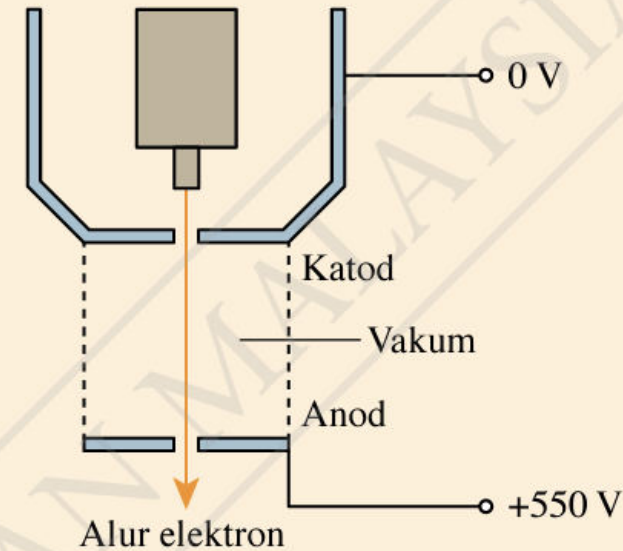
[Jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C]

- Berapakah tenaga keupayaan elektrik bagi satu elektron?
- Berapakah tenaga kinetik yang diperoleh elektron apabila tiba di anod?
- Berapakah halaju maksimum elektron ketika sampai di anod?

CUBA JAWAB



<http://bit.ly/35dRqU8>



Rajah 5.5

Penyelesaian

Beza keupayaan merentasi katod dengan anod, $V = 550 \text{ V}$

Cas satu elektron, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Jisim elektron, $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

(a) Tenaga keupayaan elektrik bagi

satu elektron $= eV$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 550$$

$$= 8.8 \times 10^{-17} \text{ J}$$

(b) Menurut prinsip keabadian tenaga:

Tenaga kinetik yang diperolehi elektron

= Tenaga keupayaan elektrik elektron

$$= 8.8 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$(c) \quad \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = eV$$

$$v_{\text{maks}} = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 8.8 \times 10^{-17}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$= 1.39 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$



5.2 Diod Semikonduktor

Diod Semikonduktor

- ▶ Namun dalam kehidupan harian, banyak peralatan elektrik hanya dapat berfungsi menggunakan arus terus (a.t.).
- ▶ Oleh itu, bekalan arus ulang-alik perlu ditukarkan kepada arus terus.



Gambar foto 5.1 Diod semikonduktor

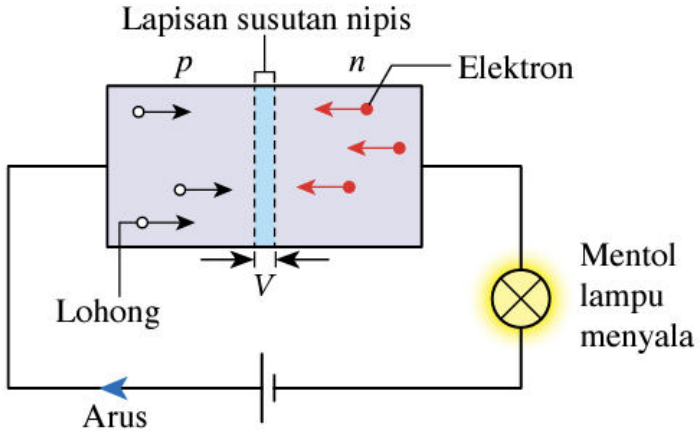
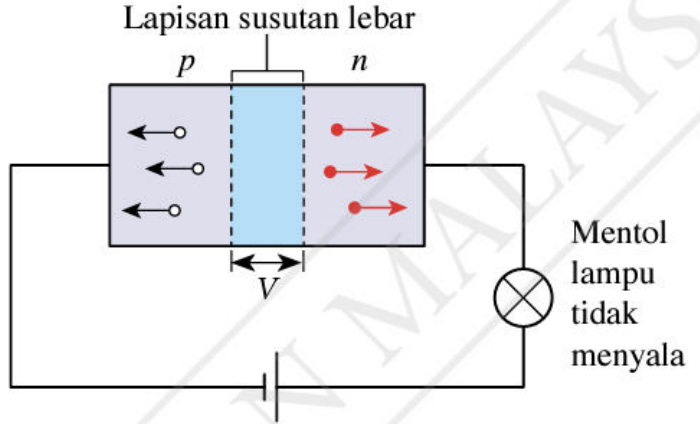
What is a Diode?




Fungsi Diod Semikonduktor

- ▶ Diod semikonduktor ialah komponen elektronik yang membenarkan arus elektrik mengalir dalam satu arah tertentu sahaja.
- ▶ Diod semikonduktor dihasilkan dengan menggabungkan semikonduktor jenis-p dan semikonduktor jenis-n untuk membentuk satu simpang p-n.

Jadual 5.2 Sambungan diod dalam litar ringkas

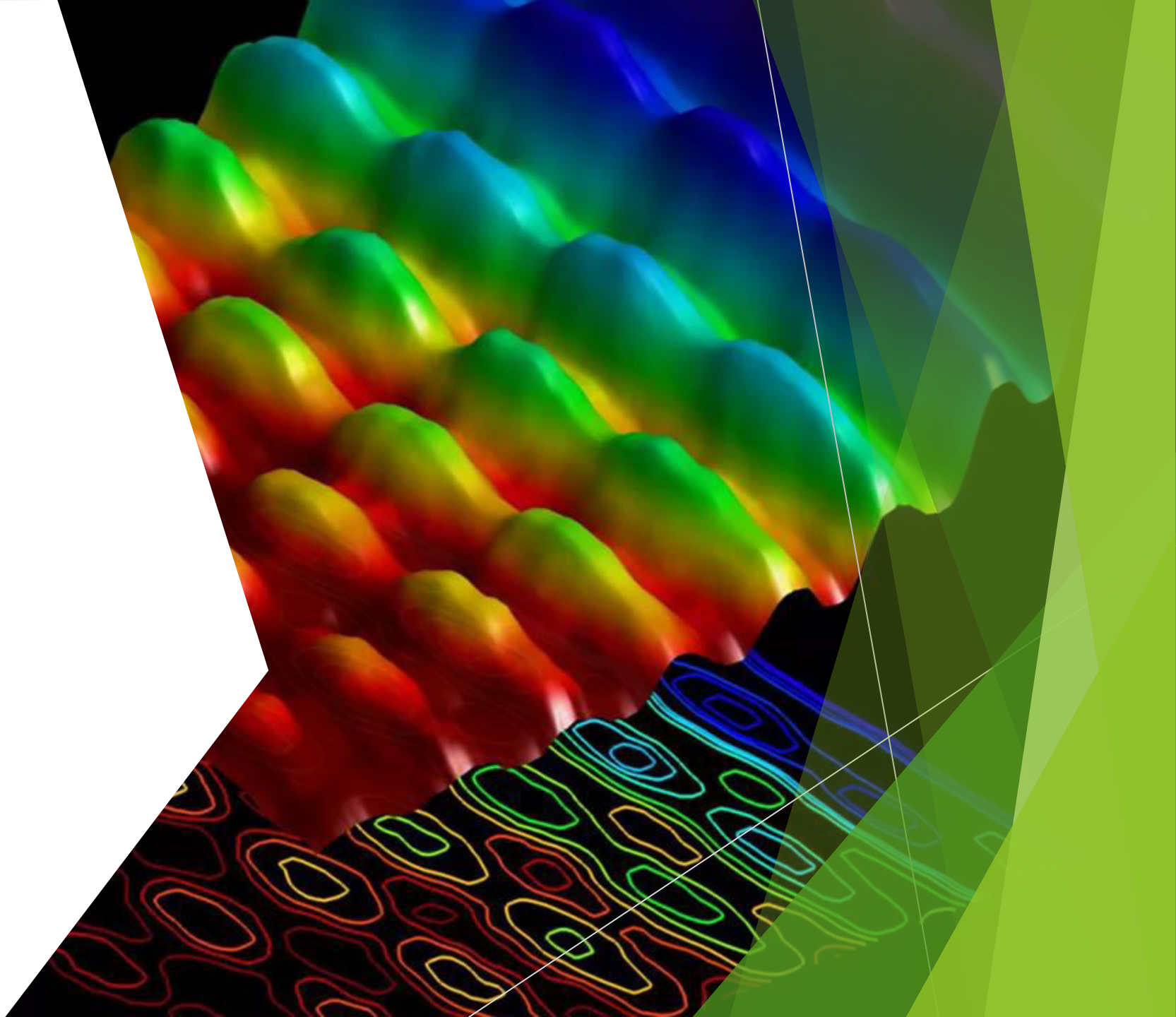
Litar Pincang Depan	Litar Pincang Songsang
	
<p>Apabila diod dipincang depan, lohong akan bergerak ke arah semikonduktor jenis-n manakala elektron akan bergerak ke arah semikonduktor jenis-p.</p>	<p>Apabila diod dipincang songsang, lohong dan elektron masing-masing akan bergerak menjauhi lapisan susutan.</p>
<p>Lapisan susutan menjadi nipis.</p>	<p>Lapisan susutan menjadi lebar.</p>
<p>Voltan simpang, V merentasi lapisan susutan berkurang dan rintangan diod menjadi sangat kecil.</p>	<p>Voltan simpang, V merentasi lapisan susutan meningkat sehingga mencapai beza keupayaan bateri. Rintangan diod menjadi sangat besar.</p>
<p>Arus boleh mengalir melalui diod dan mentol akan menyala.</p>	<p>Arus akan berhenti mengalir dan mentol tidak menyala.</p>



Kegunaan Diod
Semikonduktor dan
Kapasitor dalam
Rektifikasi Arus Ulang-
alik

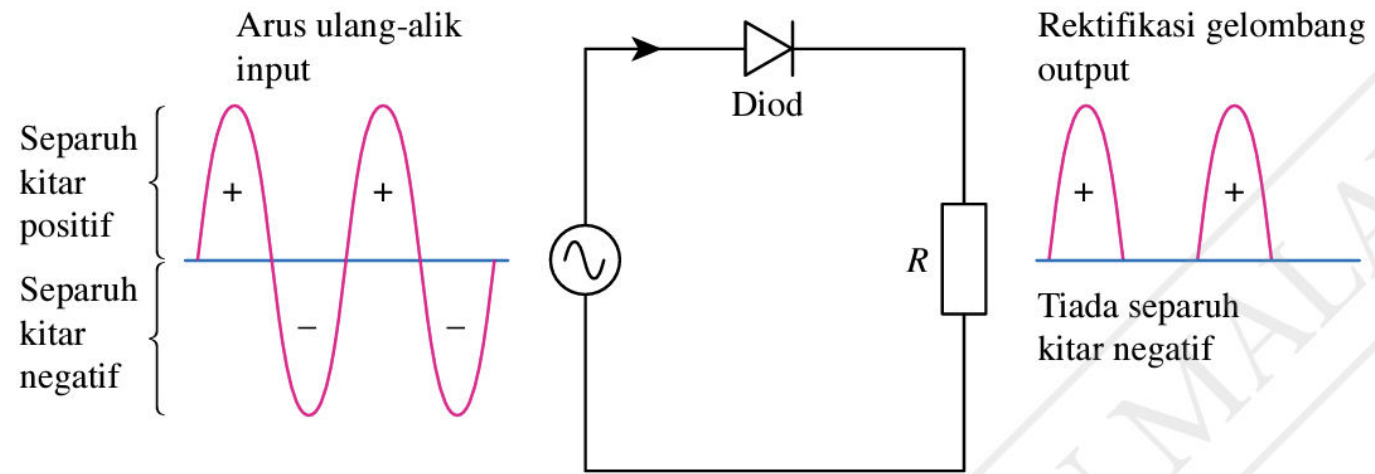
telepon pintar hanya dapat
dicas dengan arus terus.

- ▶ Proses penukaran arus ulang-alik kepada arus terus dikenali sebagai rektifikasi.
- ▶ Terdapat dua jenis rektifikasi, iaitu rektifikasi gelombang separuh dan rektifikasi gelombang penuh



Rektifikasi Gelombang Separuh

- ▶ Satu kitaran lengkap arus ulang-alik terdiri daripada dua separuh kitar, iaitu separuh kitar positif dan separuh kitar negatif.



Rajah 5.8 Rektifikasi gelombang separuh

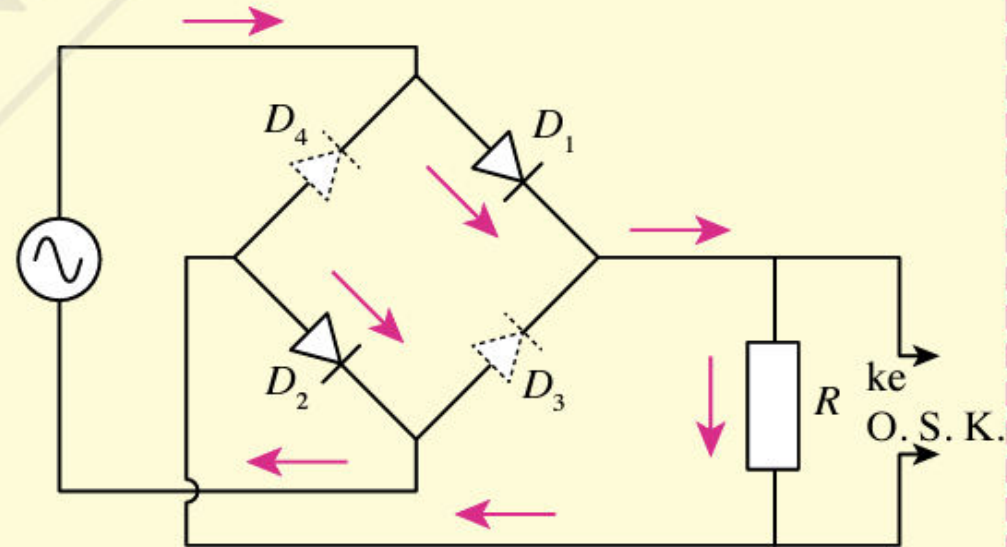


Rektifikasi Gelombang Penuh

- ▶ Susunan empat diod seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.9 dan Rajah 5.10 dinamakan rektifier tetimbang.
- ▶ Susunan ini membenarkan arus mengalir dalam satu kitar lengkap pada arah yang sama melalui beban, R .

Separuh kitar positif

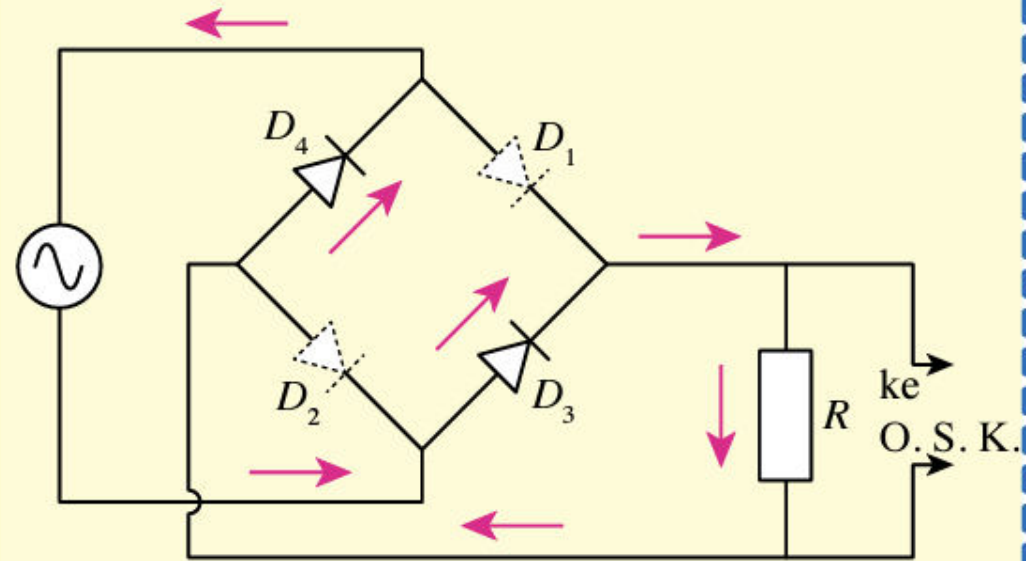
- Diod, D_1 dan D_2 adalah pincang depan manakala diod, D_3 dan D_4 adalah pincang songsang.
- Oleh itu, D_1 dan D_2 mengalirkan arus manakala D_3 dan D_4 menghalang arus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.9.



Rajah 5.9

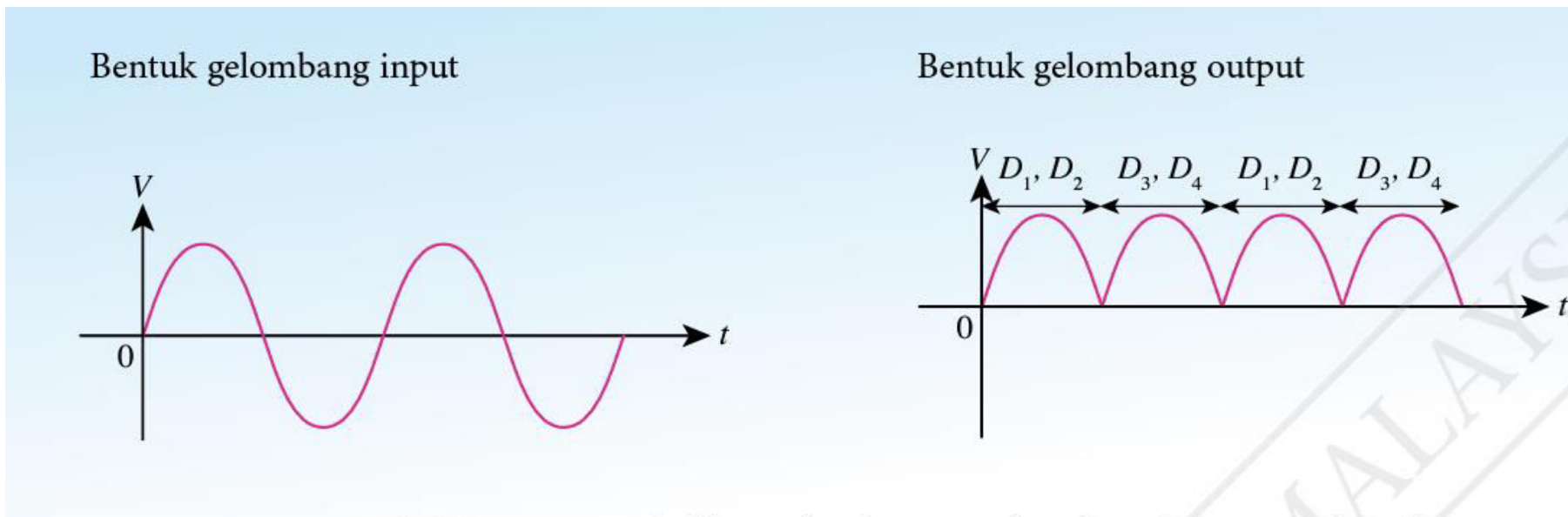
Separuh kitar negatif

- Diod, D_3 dan D_4 adalah pincang depan manakala diod, D_1 dan D_2 adalah pincang songsang.
- Oleh itu, D_3 dan D_4 mengalirkan arus manakala D_1 dan D_2 menghalang arus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.10.



Rajah 5.10

- Proses rektifikasi yang membenarkan arus mengalir dalam satu litar lengkap pada satu arah yang sama dikenali sebagai rektifikasi gelombang penuh.



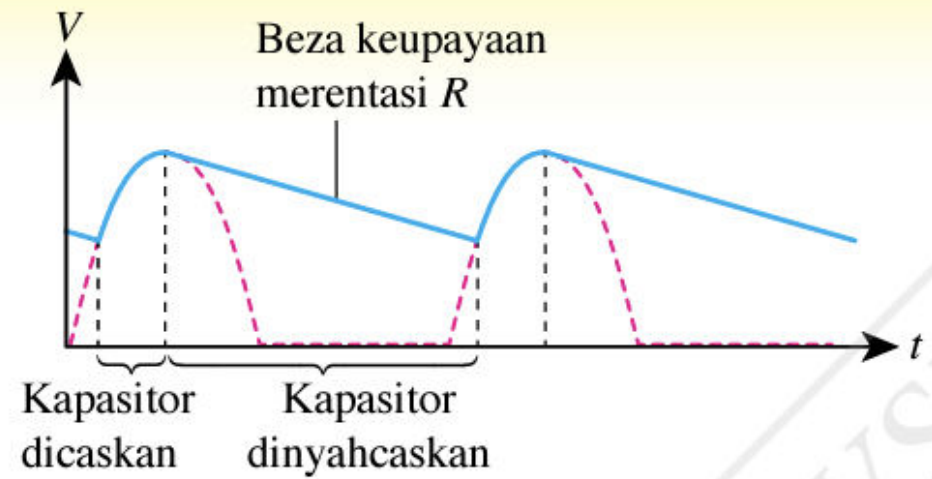
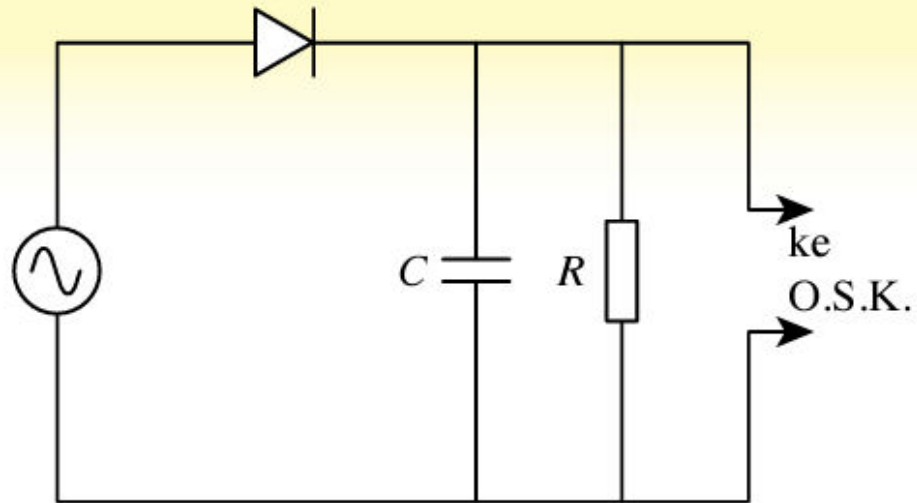
Rajah 5.11 Paparan rektifikasi gelombang penuh pada osiloskop sinar katod

Kapasitor sebagai Perata Arus

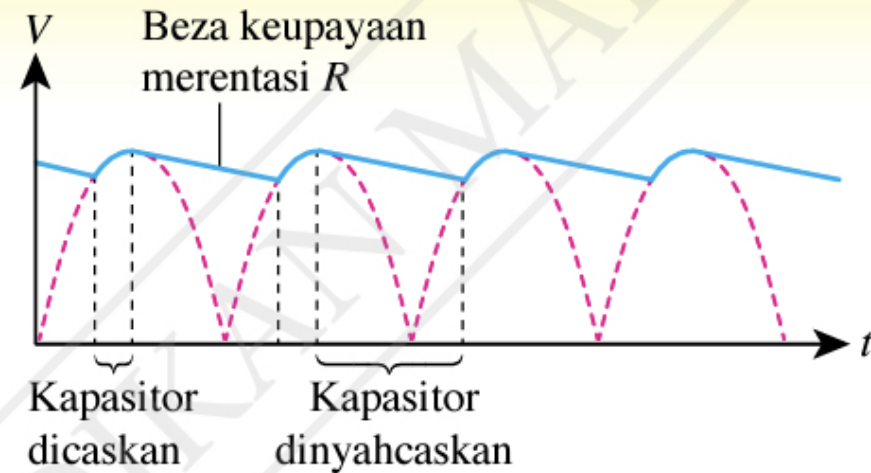
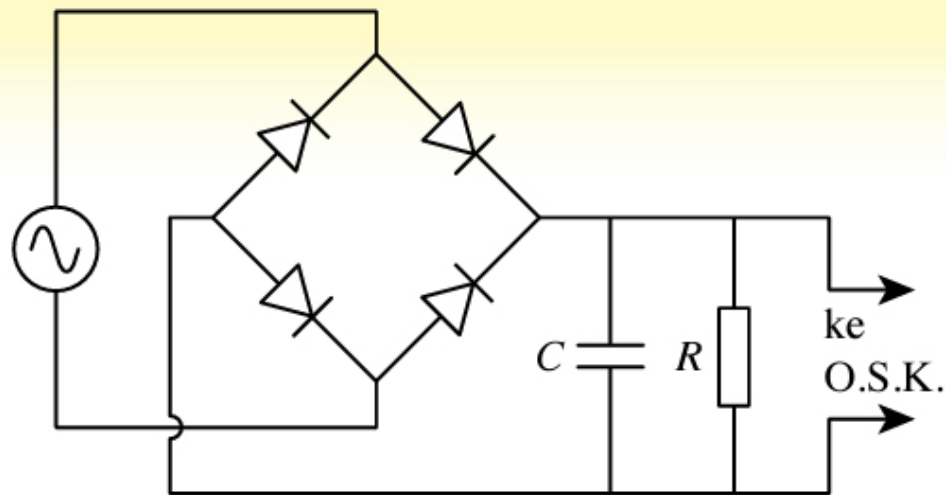
- ▶ Rektifikasi gelombang separuh dan gelombang penuh menghasilkan arus output yang tidak rata.
- ▶ Oleh itu, kapasitor sebagai perata arus perlu digunakan dalam litar rektifikasi.



Perataan Output Rektifikasi Gelombang Separuh



Perataan Output Rektifikasi Gelombang Penuh

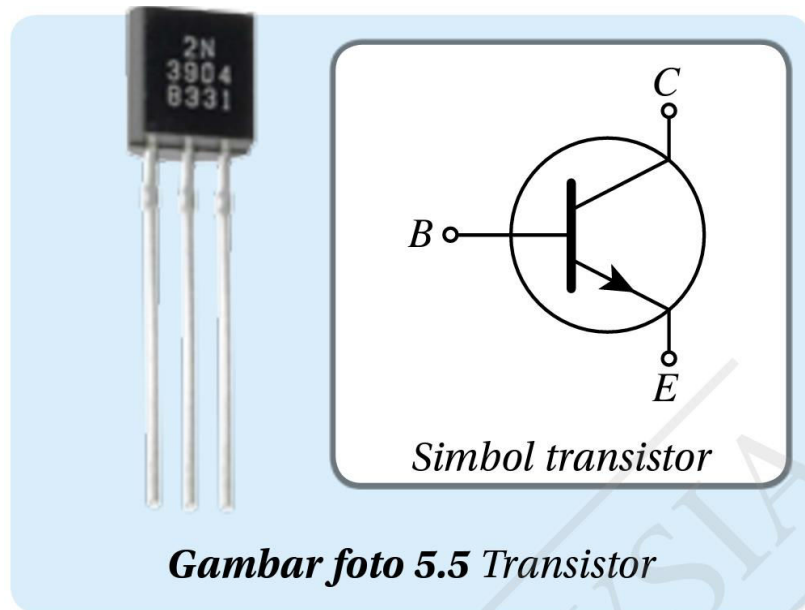


Rajah 5.12 Perataan output rektifikasi gelombang separuh dan gelombang penuh oleh kapasitor

- Kapasitor, C disambungkan selari dengan beban, R . Apabila bekalan kuasa dihidupkan, arus output boleh diratakan.
- Ketika beza keupayaan meningkat, kapasitor akan dicas dan tenaga disimpan dalam kapasitor tersebut.
- Ketika beza keupayaan menyusut, kapasitor akan dinyahcas agar arus output tidak menurun ke nilai sifar. Tenaga yang disimpan dalam kapasitor akan mengekalkan beza keupayaan merentasi perintang, R .
- Daripada bentuk gelombang output yang diratakan, maka kapasitor berfungsi sebagai perata arus.



5.3 Transistor

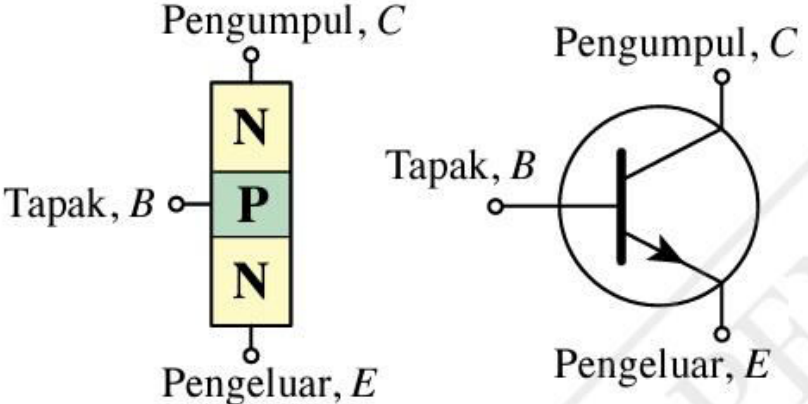
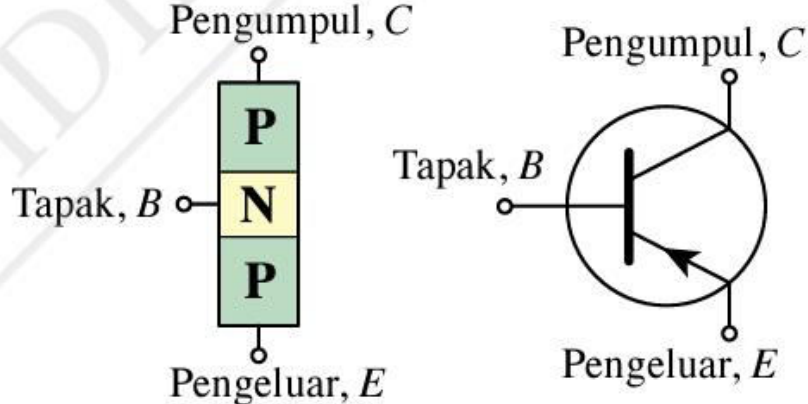


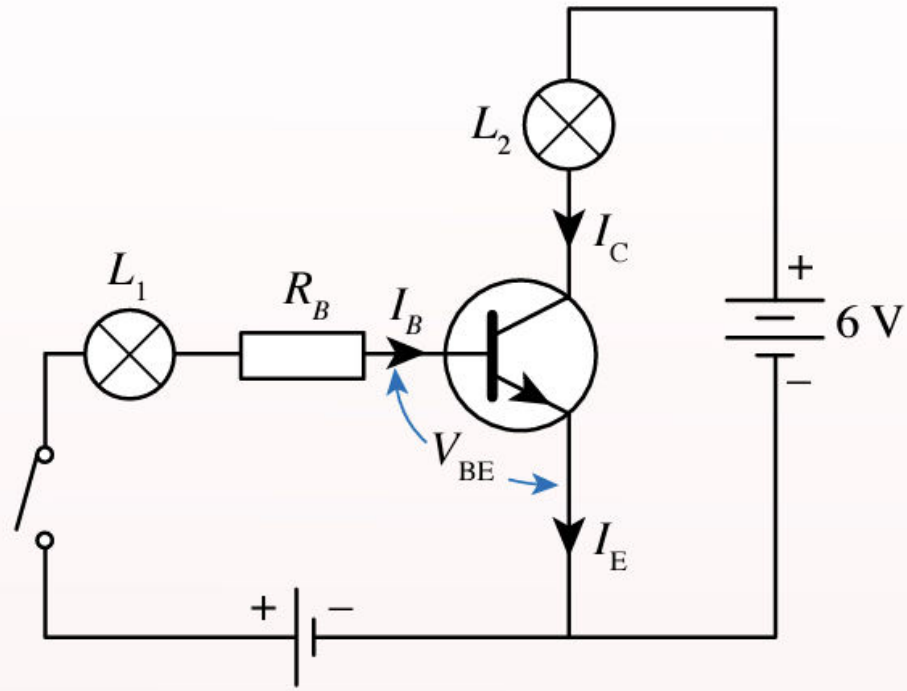
Gambar foto 5.5 Transistor

Transistor

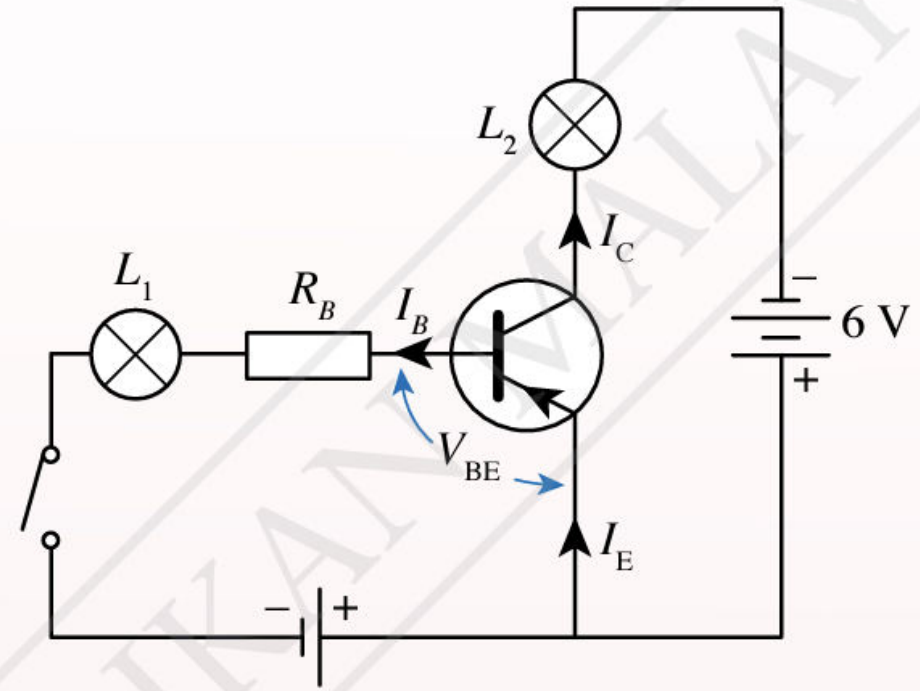
- ▶ Transistor merupakan satu komponen elektronik yang mempunyai tiga terminal, yaitu pengeluar, E, tapak, B dan pengumpul, C.
- ▶ Pengeluar, E berfungsi membekalkan pembawa cas kepada pengumpul
- ▶ Tapak, B merupakan lapisan nipis di bahagian tengah transistor untuk mengawal pengaliran pembawa cas daripada pengeluar ke pengumpul.
- ▶ Pengumpul, C pula berfungsi untuk menerima pembawa cas daripada pengeluar
- ▶ Terdapat dua jenis transistor, iaitu transistor npn dan transistor pnp

Jadual 5.3 Transistor npn dan transistor pnp

Transistor npn	Transistor pnp
 <p>Anak panah dalam simbol menunjukkan arah aliran arus dari <i>B</i> ke <i>E</i>.</p>	 <p>Anak panah dalam simbol menunjukkan arah aliran arus dari <i>E</i> ke <i>B</i>.</p>



(a) *Transistor npn*



(b) *Transistor pnp*

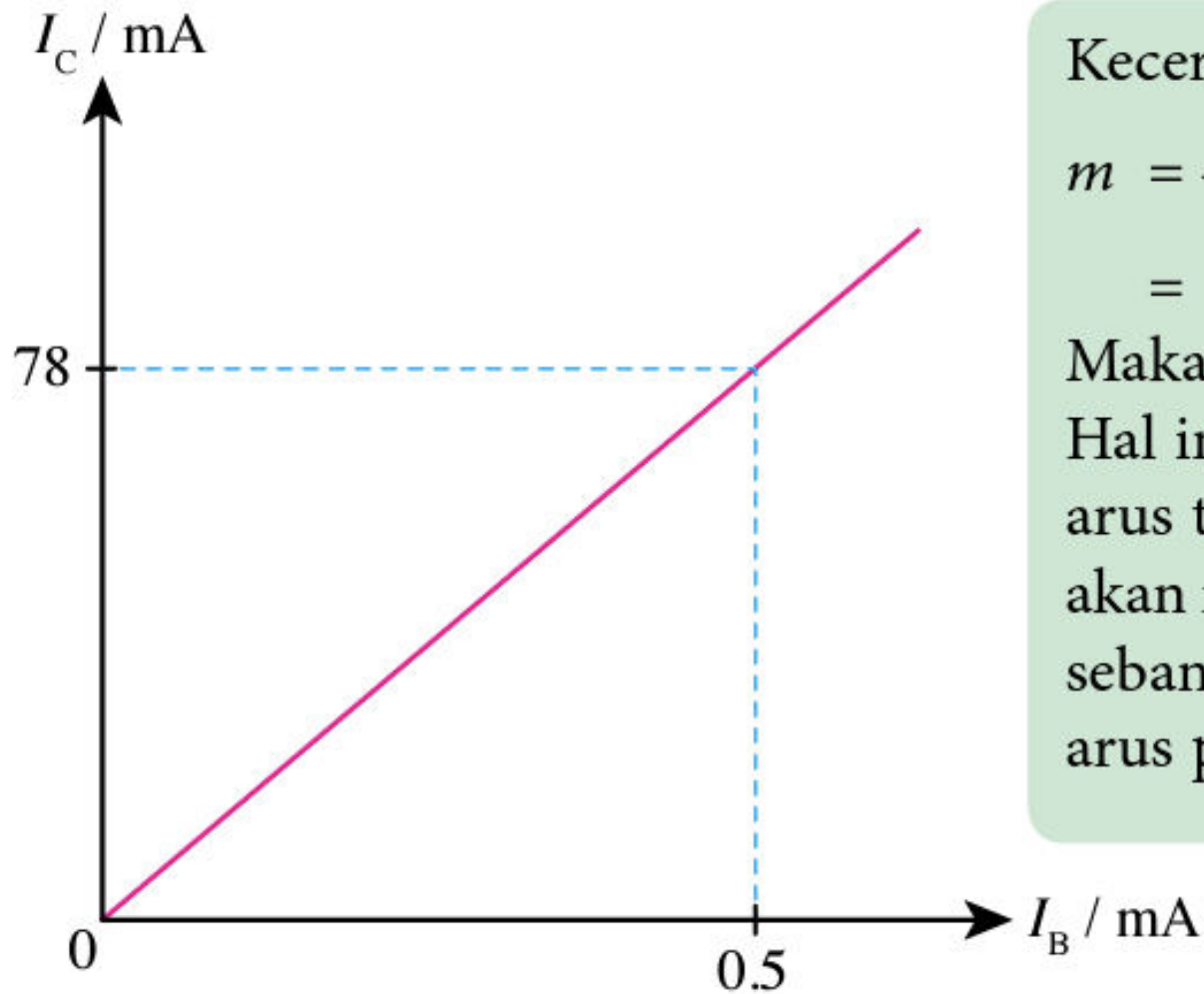
Rajah 5.13 Litar bertransistor

- Apabila suis terbuka, mentol L_1 tidak menyala kerana litar tapak tidak lengkap dan arus tapak, I_B ialah sifar.
- Mentol L_2 tidak menyala walaupun litar pengumpul adalah lengkap kerana transistor tidak dihidupkan dan arus pengumpul, I_C ialah sifar.
- Apabila suis tertutup, mentol L_1 menyala dengan malap kerana perintang, R_B berintangan tinggi dan arus tapak, I_B adalah sangat kecil. Mentol L_2 menyala dengan terang kerana arus pengumpul, I_C adalah besar berbanding dengan arus tapak, I_B .
- Arus tapak yang kecil menghasilkan suatu voltan, V_{BE} . Apabila V_{BE} mencapai satu nilai minimum, litar pengumpul akan dihidupkan.
- Arus tapak, I_B dapat mengawal pengaliran arus pengumpul, I_C . Keadaan ini membolehkan transistor bertindak sebagai suis.
- Rintangan, R_B adalah besar untuk mengehadkan arus tapak, I_B supaya transistor tidak menjadi panas dan terbakar.

Fungsi Transistor sebagai Amplifier Arus

- ▶ Transistor mampu menggandakan arus elektrik





Kecerunan graf,

$$m = \frac{78.0 - 0}{0.5 - 0} = 156$$

Maka, $\beta = 156$

Hal ini bermaksud perubahan arus tapak sebanyak 1 mA akan menghasilkan perubahan sebanyak 156 mA di arus pengumpul.

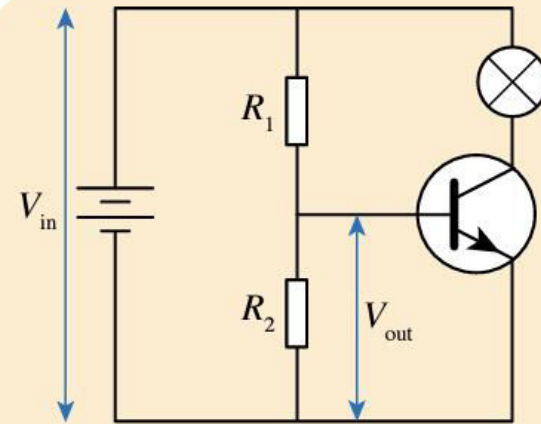
Rajah 5.16 Graf I_C melawan I_B

Pertambahan arus tapak, I_B yang kecil akan menghasilkan perubahan yang besar dalam arus pengumpul, I_C . Dengan ini, transistor berfungsi sebagai **amplifier arus**.

Dalam suatu litar bertransistor, bekalan kuasa atau bateri akan membekalkan beza keupayaan yang tetap. Transistor memerlukan suatu beza keupayaan, V_{BE} yang melebihi voltan minimum untuk berfungsi. Untuk memperoleh beza keupayaan yang kecil ini, suatu litar pembahagi voltan boleh digunakan.

Dalam kaedah pembahagi voltan, dua perintang dengan rintangan, R_1 dan R_2 perlu disambungkan secara bersiri dengan bekalan kuasa, V_{in} seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.17. Disebabkan arus yang sama mengalir melalui kedua-dua perintang, maka hubungan antara voltan dengan rintangan adalah seperti persamaan yang berikut:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$



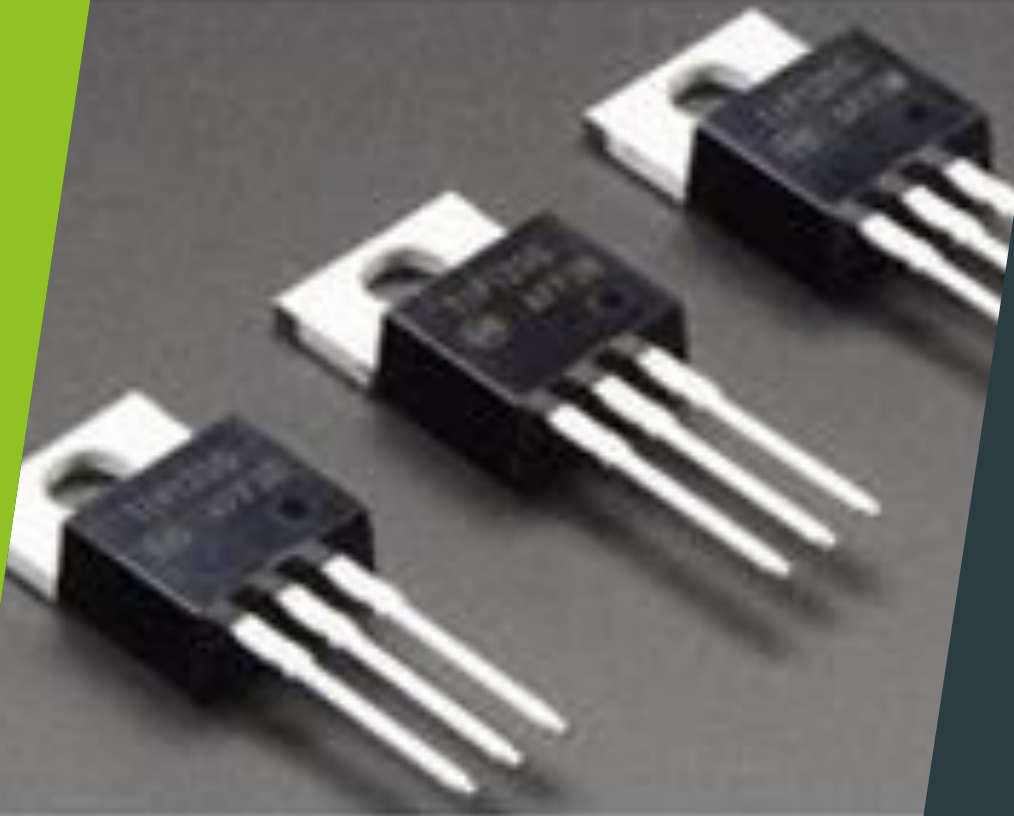
Rajah 5.17 Pembahagi voltan

Galeri MAKLUMAT

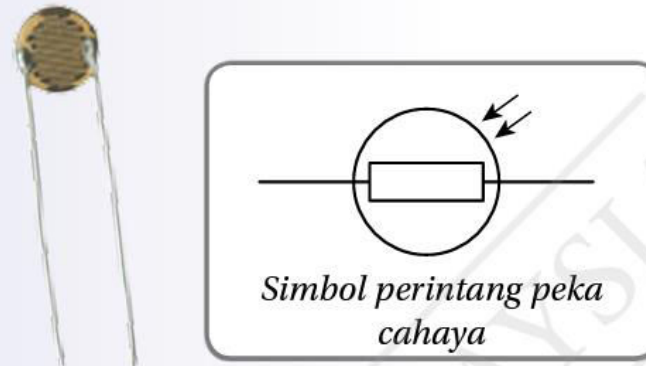
V_{BE} yang minimum untuk menghidupkan transistor silikon dan transistor germanium ialah 0.7 V dan 0.3 V masing-masing.

Kegunaan Transistor sebagai Suis Automatik

- ▶ Dalam suatu litar bertransistor, arus tidak mengalir dalam litar pengumpul kecuali jika terdapat arus mengalir dalam litar tapak
- ▶ Hal ini bermakna transistor boleh berfungsi sebagai suis dengan menghidupkan atau mematikan arus tapak
- ▶ Kaedah pembahagi voltan yang telah dipelajari boleh diguna pakai untuk mengawal arus tapak bagi menghidupkan atau mematikan transistor secara automatik.



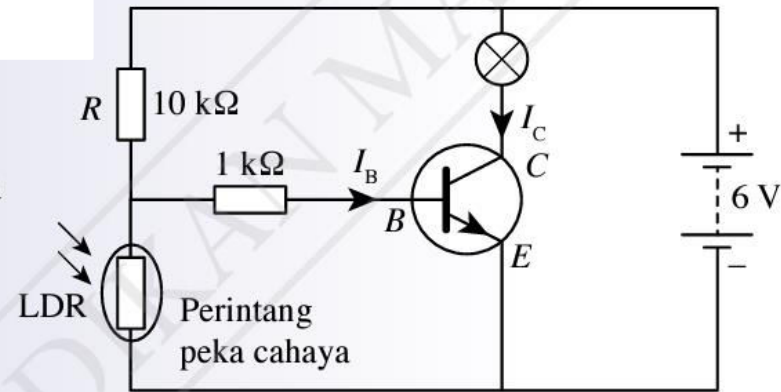
- Perintang peka cahaya (LDR) ialah sejenis perintang. Nilai rintangannya berubah dengan keamatan cahaya. Nilai rintangan LDR adalah tinggi apabila keamatan cahaya rendah dan sebaliknya.
- Dalam keadaan gelap, rintangan LDR adalah sangat tinggi. Berdasarkan konsep pembahagi voltan, nilai voltan merentasi LDR, V_{LDR} akan meningkat. Apabila nilai V_{LDR} melebihi voltan minimum merentasi B dan E , arus tapak I_B akan mengalir dan menghidupkan transistor. Keadaan ini menyebabkan arus pengumpul I_C yang tinggi mengalir dalam litar pengumpul dan mentol akan menyala.



Gambar foto 5.6 Perintang peka cahaya

Perintang peka cahaya dalam suis kawalan cahaya

- Dalam keadaan cerah, rintangan LDR adalah rendah. Maka, nilai V_{LDR} akan berkurang. Apabila nilai V_{LDR} adalah kurang daripada voltan minimum merentasi B dan E , maka tiada arus tapak, I_B yang mengalir untuk menghidupkan transistor. Keadaan ini menyebabkan arus pengumpul I_C tidak dapat mengalir dan mentol tidak menyala.
- Litar ini digunakan dalam lampu jalan automatik.

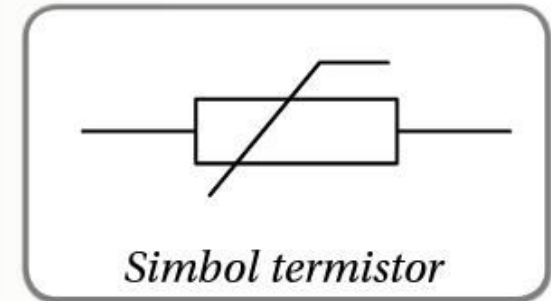


Rajah 5.18 Litar suis kawalan cahaya

Perintang peka cahaya dalam suis kawalan cahaya

Termistor dalam penggera kawalan suhu

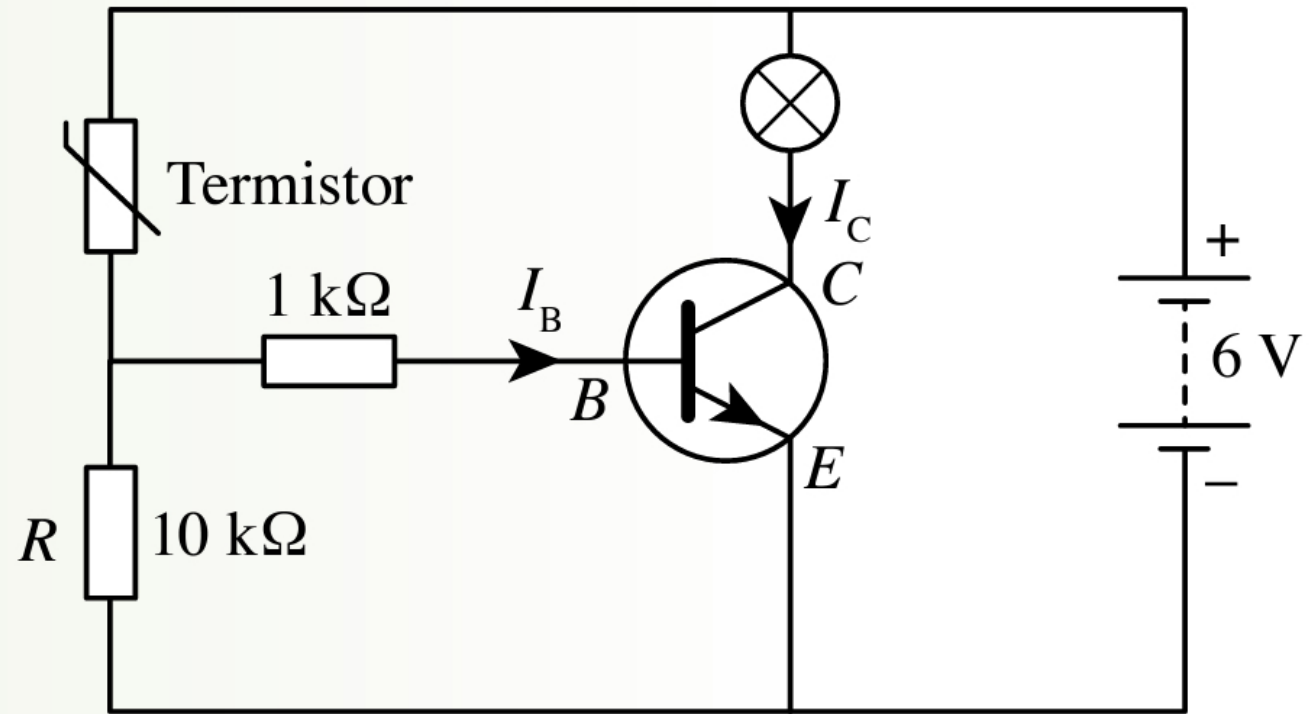
- Termistor ialah sejenis perintang. Nilai rintangannya berubah dengan mengikut suhu persekitaran. Rintangannya adalah tinggi dalam keadaan suhu bilik (suhu rendah).
- Apabila suhu di sekitar termistor meningkat, rintangannya menjadi rendah dan voltan merentasi termistor juga berkurang. Berdasarkan konsep pembahagi voltan, apabila voltan merentasi



Gambar foto 5.7 Termistor

- Apabila suhu di sekitar termistor meningkat, rintangannya menjadi rendah dan voltan merentasi termistor juga berkurang. Berdasarkan konsep pembahagi voltan, apabila voltan merentasi termistor berkurang, voltan merentasi perintang R , V_R akan meningkat. Apabila nilai V_R melebihi voltan minimum merentasi B dan E , arus tapak, I_B akan mengalir dan transistor dapat dihidupkan. Keadaan ini menghasilkan nilai arus pengumpul I_C yang tinggi mengalir dalam litar dan mentol akan bernyala.

- Litar ini sesuai sebagai suis automatik dalam sistem penggera kawalan suhu.



Rajah 5.19 Litar penggera kawalan suhu

TAMAT