

BAB

5

Elektronik

Apakah pancaran termion dan sinar katod?

Apakah fungsi dan kegunaan diod semikonduktor?

Apakah fungsi dan kegunaan transistor npn dan pnp?

Bagaimanakah transistor berfungsi dalam litar amplifier?

Bagaimanakah litar transistor berfungsi sebagai suis automatik peka cahaya dan penggera semasa kebakaran?

Anda akan mempelajari:

5.1 Elektron

5.2 Diod Semikonduktor

5.3 Transistor



Portal Informasi

Penciptaan diod semikonduktor dan transistor telah membawa kepada Revolusi Digital. Perkembangan teknologi daripada mekanikal dan analog kepada digital telah membawa perubahan dalam kehidupan kita. Diod dan transistor dalam bentuk mikrochip telah menjadi komponen utama dalam peralatan elektronik kerana mudah didapati dan mempunyai banyak kelebihan. Diod pemancar cahaya atau LED digunakan sebagai sumber cahaya. LED juga digunakan sebagai lampu penunjuk dalam mesin industri.

Pada masa kini, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*, AI) semakin mendominasi kehidupan kita. Banyak peralatan pada masa kini boleh berfungsi secara automatik seperti robot dan kereta tanpa pemandu. Kebanyakan cip elektronik pada hari ini direka dengan saiz yang semakin kecil. Saiz yang kecil bukan sahaja dapat menjimatkan ruang dan penggunaan kuasa elektrik malah dapat meningkatkan kecekapan keseluruhan sistem tersebut.



<http://bit.ly/2tLq4aG>

Kepentingan Bab Ini

Dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0), kefahaman sifat elektron, aplikasi diod bersama transistor, kecerdasan buatan (AI) dan Internet 5G membolehkan para jurutera elektronik dan pakar algoritma mereka bentuk peralatan elektronik pintar dan sistem automasi yang semakin canggih. Kemajuan ini dapat meningkatkan produktiviti industri dan hasil pendapatan negara.

Lensa Futuristik

Kecerdasan buatan (AI) membolehkan kajian yang mendalam dijalankan untuk mencipta robot dan kereta tanpa pemandu. Perkembangan kajian ini turut menyumbang kepada pembangunan kota raya pintar (*smart cities*) yang lebih mesra alam demi kelestarian hidup masyarakat.



<http://bit.ly/2NcA2ZC>

5.1 Elektron

Pancaran Termion dan Sinar Katod

Anda telah mengetahui definisi arus, I ialah kadar pengaliran cas dalam suatu konduktor. Arus elektrik terhasil apabila zarah bercas (elektron) mengalir dalam suatu konduktor. Bolehkah elektron bergerak melalui vakum tanpa konduktor?



Aktiviti

5.1

KIAK / KMK

Tujuan: Menjana idea tentang pancaran termion dan sinar katod

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR untuk menonton video berkaitan pancaran termion dan sinar katod.
3. Berdasarkan tontonan video tersebut, bincangkan perkara yang berikut.
 - (a) Apakah maksud pancaran termion?
 - (b) Apakah fungsi bekalan kuasa 6 V dan bekalan kuasa voltan lampau tinggi (V.L.T.)?
 - (c) Mengapakah tiub itu mesti dalam keadaan vakum?
 - (d) Bagaimanakah sinar katod dapat dihasilkan dalam sebuah tiub vakum?
4. Bentangkan hasil dapatan anda.

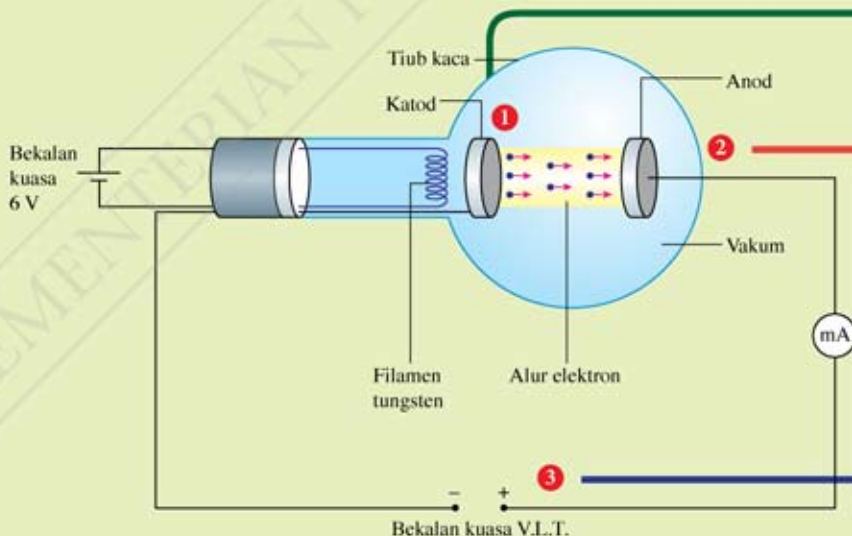


IMBAS SAYA

EduwebTV:
Pancaran termion
dan sinar katod

<http://bit.ly/37vog4r>

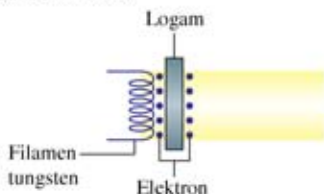
Rajah 5.1 menerangkan pancaran termion dan penghasilan sinar katod dalam tiub vakum menggunakan bekalan kuasa voltan lampau tinggi (V.L.T.).



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**.



Galeri MAKLUMAT

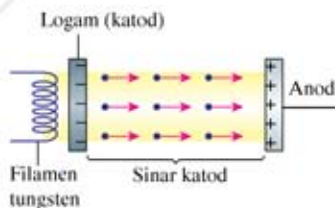
Jika satu lapisan oksida logam seperti barium oksida dan strontium oksida disalut ke atas permukaan logam katod dalam tiub vakum, suhu yang diperlukan untuk pembebasan elektron akan berkurang.

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

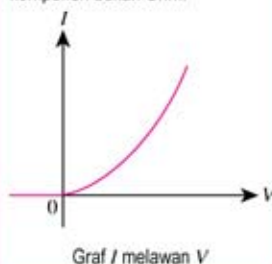
- Apabila tiub vakum disambungkan kepada suatu bekalan kuasa V.L.T., elektron-elektron yang terpancar di katod akan tertarik ke anod pada kelajuan yang tinggi dan membentuk alur elektron. **Alur elektron yang berkelajuan tinggi** ini dikenali sebagai **sinar katod**. Alur elektron tersebut melengkapkan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

Galeri MAKLUMAT

Graf di bawah menunjukkan graf arus melawan voltan bagi diod termion. Hal ini menunjukkan bahawa diod termion ialah komponen bukan Ohm.



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 pemesanan dan tiub palang Maltese.

Mari kita jalankan Aktiviti 5.2 dan Aktiviti 5.3 untuk mengkaji kesan medan elektrik dan medan magnet terhadap arah sinar katod.



Aktiviti

5.2

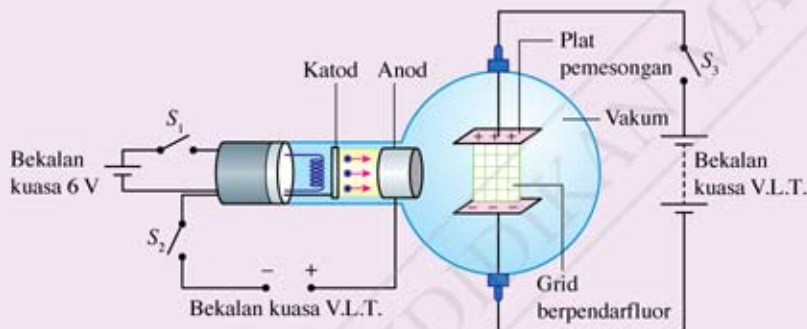
Demonstrasi guru

Tujuan: Mengkaji kesan medan elektrik ke atas sinar katod menggunakan tiub pemesanan

Radas: Tiub pemesanan, bekalan kuasa 6 V, bekalan kuasa V.L.T. dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.2.



Rajah 5.2 Tiub pemesanan

2. Hidupkan suis S_1 pada bekalan kuasa 6 V dan suis S_2 pada bekalan kuasa V.L.T. Catatkan pemerhatian anda.
3. Hidupkan suis S_3 pada bekalan kuasa V.L.T. yang disambungkan ke plat pemesanan. Perhatikan pesongan sinar katod pada grid berpendarfluor.
4. Songsangkan sambungan pada bekalan kuasa V.L.T. yang disambungkan ke plat pemesanan dan ulangi langkah 3.
5. Catatkan pemerhatian anda.

Perbincangan:

Nyatakan pemerhatian anda pada grid berpendarfluor apabila;

- (a) suis S_1 dan S_2 dihidupkan,
- (b) suis S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan, dan
- (c) suis S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan dengan beza keupayaan di plat pemesanan disongsangkan.



IMBAS SAYA

Video demonstrasi
tiub pemesanan

<http://bit.ly/36crOYM>

Langkah Berjaga-jaga



- Jangan sentuh mana-mana bahagian logam tiub pemesanan apabila bekalan kuasa V.L.T. sedang digunakan.
- Pastikan suis bekalan kuasa V.L.T. dimatikan apabila tiada pemerhatian direkodkan.

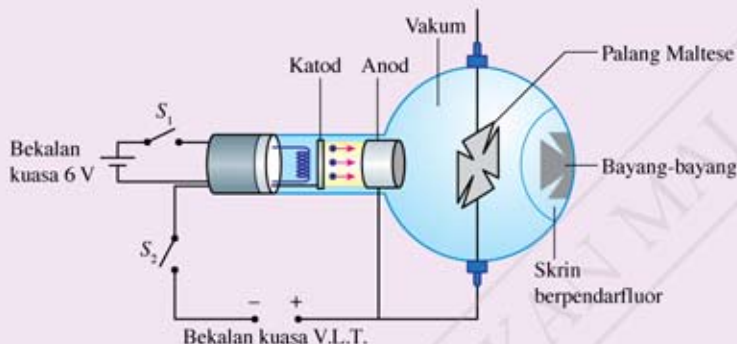
Aktiviti 5.3

Tujuan: Mengkaji kesan medan magnet ke atas sinar katod menggunakan tiub palang Maltese

Radas: Tiub palang Maltese, bekalan kuasa 6 V, bekalan kuasa V.L.T., magnet bar dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.3.



Rajah 5.3 Tiub palang Maltese

2. Hidupkan suis S_1 pada bekalan kuasa 6 V. Perhatikan bayang-bayang yang dihasilkan pada skrin berpendarfluor. Catatkan pemerhatian anda.
3. Hidupkan suis S_2 dan perhatikan semula bayang-bayang yang dihasilkan pada skrin berpendarfluor.
4. Dekatkan kutub utara magnet ke sisi kanan tiub palang Maltese dan perhatikan perubahan pada bayang-bayang.
5. Catatkan semua pemerhatian anda.

Perbincangan:

1. Nyatakan pemerhatian anda berkaitan dengan bayang-bayang yang terbentuk pada skrin berpendarfluor apabila:
 - (a) suis S_1 dihidupkan, dan
 - (b) suis S_1 dan S_2 dihidupkan.
 - (c) suis S_2 dan S_2 dihidupkan dan kutub utara magnet didekatkan pada sisi tiub palang Maltese
2. Terangkan pemerhatian anda apabila kutub utara magnet didekatkan pada sisi kanan tiub palang Maltese.



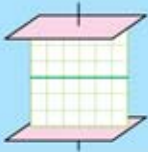
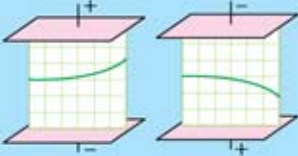
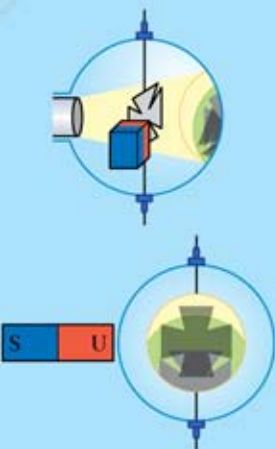
Langkah Berjaga-jaga

- Jangan sentuh mana-mana bahagian logam tiub palang Maltese apabila bekalan kuasa V.L.T. sedang digunakan.
- Pastikan suis bekalan kuasa V.L.T. dimatikan apabila tiada pemerhatian direkodkan.

Nota

Pastikan palang Maltese dibumikan dengan betul semasa aktiviti dijalankan.

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		Sinar katod bergerak secara lurus.
	S_1 , S_2 dan S_3 dihidupkan		- 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		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		- 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 pemesongan sinar katod apabila magnet bar didekatkan pada tiub. - Arah pemesongan sinar katod boleh ditentukan oleh petua tangan kiri Fleming.

Halaju Elektron dalam Tiub Sinar Katod

Rajah 5.4 menunjukkan penghasilan sinar katod dalam sebuah tiub vakum. Tenaga keupayaan elektrik, E pada elektron boleh ditentukan sebagai:

$$E = eV$$

iaitu E = tenaga keupayaan elektrik

e = cas satu elektron

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

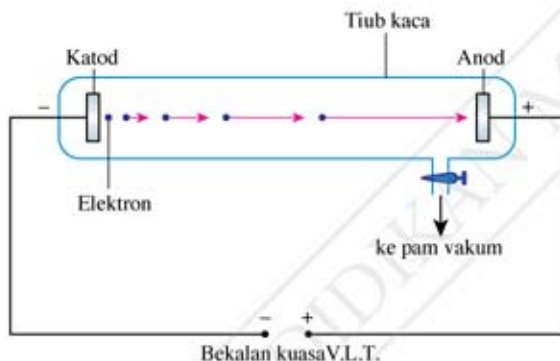
Cas satu elektron ialah $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$



IMBAS SAYA

Video demonstrasi
tiub sinar katod

<http://bit.ly/355gI6M>



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 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ dan

jisim elektron ialah $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$



Cetus Minda

Sebelum penciptaan televisyen plasma dan LCD, televisyen lama adalah berbentuk kotak dan bersaiz besar kerana televisyen tersebut menggunakan tiub sinar katod. Apakah inovasi yang membawa kepada penciptaan televisyen plasma dan LCD?

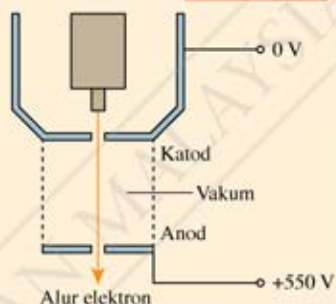


<http://bit.ly/35dRqU8>

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?



Rajah 5.5

Penyelesaian

Beza keupayaan merentasi katod dengan anod, $V = 550$ V

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

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

- Tenaga keupayaan elektrik bagi satu elektron
 $= eV$
 $= 1.6 \times 10^{-19} \times 550$
 $= 8.8 \times 10^{-17}$ J
- Menurut prinsip keabadian tenaga:
 Tenaga kinetik yang diperoleh elektron
 $=$ Tenaga keupayaan elektrik elektron
 $= 8.8 \times 10^{-17}$ J

$$\begin{aligned} \text{(c)} \quad \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 &= eV \\ v_{\text{maks}} &= \sqrt{\frac{2eV}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 8.8 \times 10^{-17}}{9.1 \times 10^{-31}}} \\ &= 1.39 \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

Praktis Formatif 5.1

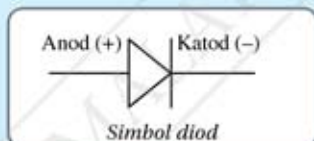
- Apakah maksud pancaran termion dan sinar katod?
 - Nyatakan ciri-ciri sinar katod.
- Nyatakan fungsi komponen tiub sinar katod yang berikut:

(i) filamen pemanas	(iii) anod
(ii) katod	(iv) skrin berpendarfluor
 - Mengapakah sebuah tiub sinar katod perlu dalam keadaan vakum?
- Apabila alur elektron bergerak dari katod ke anod di dalam sebuah tiub sinar katod, nyatakan:
 - jenis gerakan alur elektron,
 - penukaran jenis-jenis tenaga yang berlaku, dan
 - hubungan antara voltan bekalan kuasa V.L.T. dengan halaju elektron.
- Apabila bekalan kuasa V.L.T. 800 V disambungkan merentasi katod dan anod, berapakah halaju elektron itu? Apakah kesan ke atas halaju elektron jika beza keupayaan digandakan sebanyak empat kali? 🍷

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

5.2 Diod Semikonduktor

Anda telah mempelajari bahawa penghantaran tenaga elektrik kepada pengguna melalui rangkaian adalah dalam bentuk arus ulang-alik (a.u.). 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 menunjukkan diod semikonduktor yang berfungsi untuk mengubah arus ulang-alik kepada arus terus.



Gambar foto 5.1 Diod semikonduktor

Aktiviti 5.4

Tujuan: Membincangkan fungsi diod semikonduktor

Radas: Diod, sel kering, pemegang sel, mentol dan dawai penyambung

Arahan:

1. Sambungkan diod dalam keadaan pincang depan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.6, iaitu terminal positif sel kering disambungkan kepada anod dan terminal negatif disambungkan kepada katod.
2. Perhatikan mentol dan catatkan pemerhatian anda.
3. Songsangkan sambungan sel kering supaya diod dalam keadaan pincang songsang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.7, iaitu terminal positif sel kering disambungkan kepada katod dan terminal negatif disambungkan kepada anod.
4. Perhatikan mentol dan catatkan pemerhatian anda.

Perbincangan:

1. Apakah fungsi diod dalam aktiviti ini?
2. Tentukan keadaan apabila diod membenarkan arus mengalir melaluinya.
3. Jika sel kering ditukarkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik, apakah yang akan berlaku kepada mentol tersebut?



Rajah 5.6 Litar A



Rajah 5.7 Litar B

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 menerangkan tentang sambungan diod.

Jadual 5.2 Sambungan diod dalam litar ringkas

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

Galeri MAKLUMAT

Semikonduktor jenis-p dan semikonduktor jenis-n terhasil menerusi proses pendopan, iaitu atom bendasing dicampurkan ke dalam struktur kekisi hablur semikonduktor tulen. Pembawa cas majoriti bagi semikonduktor jenis-p ialah lohong manakala bagi semikonduktor jenis-n ialah elektron. Lohong bertindak sebagai pembawa cas positif.

Kegunaan Diod Semikonduktor dan Kapasitor dalam Rektifikasi Arus Ulang-alik

Gambar foto 5.2 menunjukkan sebuah telefon pintar yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik di rumah. Namun begitu, telefon pintar hanya dapat dicas dengan arus terus. Bagaimanakah diod semikonduktor dapat menukarkan arus ulang-alik kepada arus terus?



Gambar foto 5.2 Telefon pintar yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik

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

Aktiviti 5.5

Tujuan: Membina litar rektifikasi

Radas: Kit rektifikasi, osiloskop sinar katod, perintang 100 Ω , bekalan kuasa dan dawai penyambung

Arahan:



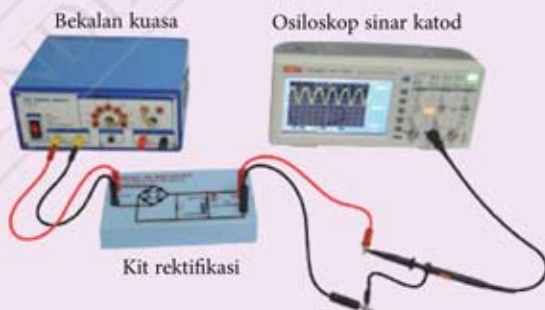
Pandangan kit rektifikasi dari atas



Gambar foto 5.3 Kit Rektifikasi gelombang separuh



Pandangan kit rektifikasi dari atas



Gambar foto 5.4 Kit rektifikasi gelombang penuh

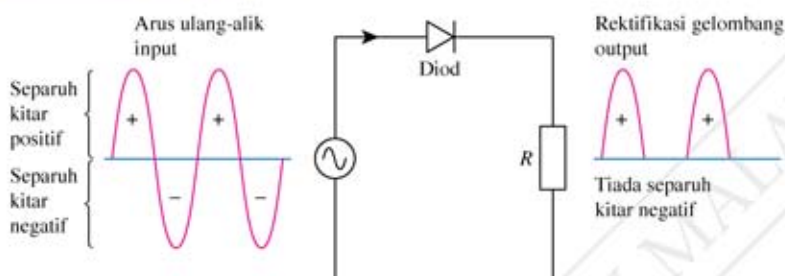
1. Sambungkan perintang 100 Ω pada bekalan kuasa arus ulang-alik 2 V. Laraskan osiloskop sinar katod sehingga bentuk gelombang sinusoid yang jelas muncul pada paparan skrin. Perhatikan bentuk gelombang sinusoid dan rekodkan pemerhatian.
2. Sambungkan kit rektifikasi gelombang separuh seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.3. Perhatikan paparan pada skrin dan rekodkan pemerhatian.
3. Ulangi langkah 2 menggunakan kit rektifikasi gelombang penuh seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.4.

Perbincangan:

Nyatakan kegunaan diod semikonduktor dalam litar rektifikasi.

Rektifikasi Gelombang Separuh

Satu kitaran lengkap arus ulang-alik terdiri daripada dua separuh kitar, iaitu separuh kitar positif dan separuh kitar negatif. Semasa separuh kitar positif, diod semikonduktor adalah **pincang depan** dan membenarkan arus mengalir melaluinya. Semasa separuh kitar negatif, diod semikonduktor adalah **pincang songsang** dan tiada pengaliran arus. Proses rektifikasi separuh kitar ini dinamakan **rektifikasi gelombang separuh** seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.8.



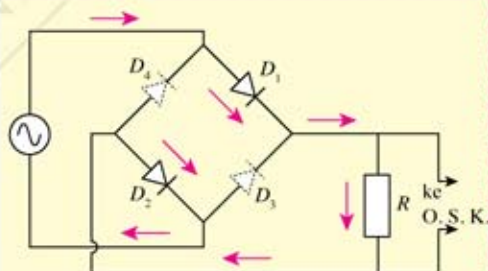
Rajah 5.8 Rektifikasi gelombang separuh

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

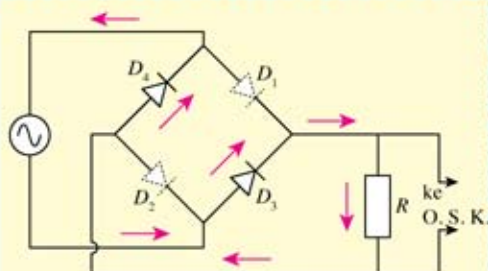
- Diod, D_1 dan D_2 adalah pincang depan manakala diod, D_3 dan D_4 adalah pincang songsang.
- Oleh itu, D_1 dan D_2 mengalirkan arus manakala D_3 dan D_4 menghalang arus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.9.



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.



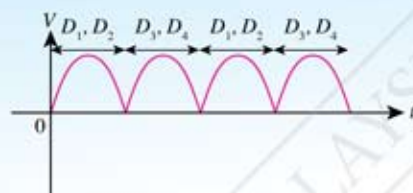
Rajah 5.10

Proses rektifikasi yang membenarkan arus mengalir dalam satu litar lengkap pada satu arah yang sama dikenali sebagai **rektifikasi gelombang penuh**. Paparan rektifikasi gelombang penuh pada skrin osiloskop sinar katod ditunjukkan dalam Rajah 5.11.

Bentuk gelombang input



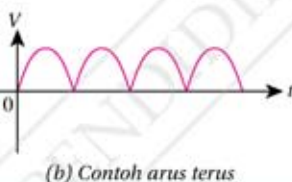
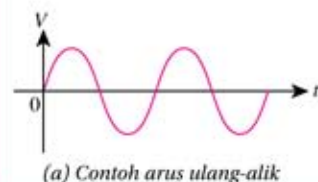
Bentuk gelombang output



Rajah 5.11 Paparan rektifikasi gelombang penuh pada osiloskop sinar katod

Galeri MAKLUMAT

Berikut adalah beberapa jenis arus lazim yang diperolehi dalam kajian elektronik. Arus terus yang rata adalah penting untuk litar berfungsi dengan baik.



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.



Aktiviti 5.6

Tujuan: Mengumpul maklumat fungsi kapasitor dalam litar rektifikasi

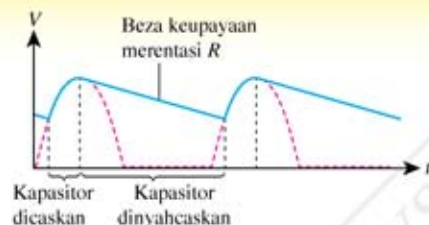
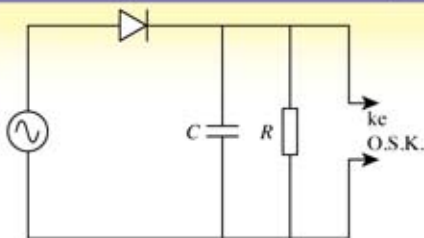
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Kumpulkan maklumat tentang:
 - (a) fungsi kapasitor dalam litar rektifikasi
 - (b) faktor-faktor yang mempengaruhi kesan perataan arus seperti nilai kapasitans dan jenis kapasitor
3. Anda boleh dapatkan maklumat tersebut daripada laman sesawang atau sumber bacaan di pusat sumber sekolah.
4. Bentangkan hasil dapatan anda.

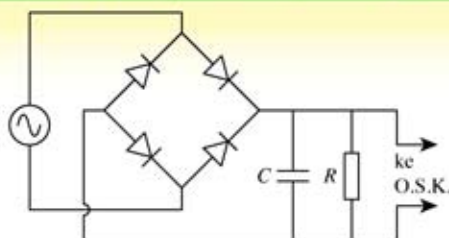


IMBAS SAYA
Video kapasitor

<http://bit.ly/36csRba>



Perataan Output Rectifikasi Gelombang Penuh



Rajah 5.12 Perataan output rectifikasi 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.

Praktis Formatif 5.2

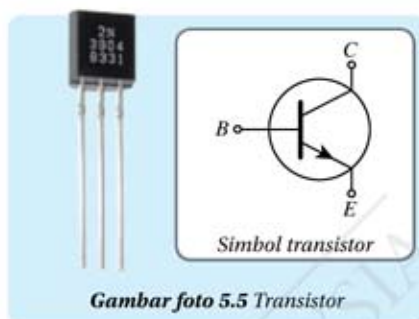
- Apakah maksud istilah yang berikut?
 - Diod semikonduktor
 - Keadaan pincang depan
 - Rectifikasi
- Lukiskan satu litar rectifikasi gelombang penuh menggunakan empat diod semikonduktor. Kemudian, lakarkan paparan skrin voltan output pada osiloskop sinar katod jika satu diod semikonduktor itu terbakar. 💡
- Namakan komponen elektronik yang digunakan untuk meratakan arus output litar rectifikasi gelombang penuh.
 - Terangkan prinsip kerja komponen elektronik di 3(a).

5.3 Transistor

Gambar foto 5.5 menunjukkan transistor. **Transistor** merupakan satu komponen elektronik yang mempunyai tiga terminal, iaitu pengeluar, *E*, tapak, *B* dan pengumpul, *C*. Apakah fungsi transistor?

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 seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5.3.



Gambar foto 5.5 Transistor



IMBAS SAYA

EduWebTV:
Transistor

<http://bit.ly/2Q7DHJV>

Jadual 5.3 Transistor npn dan transistor pnp

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



Aktiviti 5.1

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat tentang:

- Transistor npn dan transistor pnp
- Litar yang menggunakan transistor npn dan transistor pnp

Arahan:

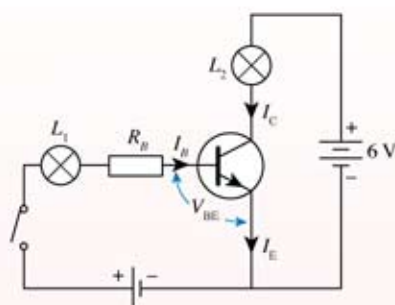
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat daripada pelbagai sumber bacaan dan carian di laman sesawang tentang:
 - (a) terminal-terminal dalam transistor
 - (b) transistor npn dan transistor pnp
3. Bincangkan litar bertransistor tentang:
 - (a) litar tapak dan litar pengumpul
 - (b) voltan minimum yang perlu dicapai oleh litar tapak untuk menghidupkan litar pengumpul
 - (c) rintangan litar tapak untuk mengehadkan arus tapak
4. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

Transistor banyak digunakan dalam litar digital seperti komputer. Apakah ciri-ciri litar bertransistor? Bagaimanakah transistor npn dan transistor pnp disambungkan dalam litar?

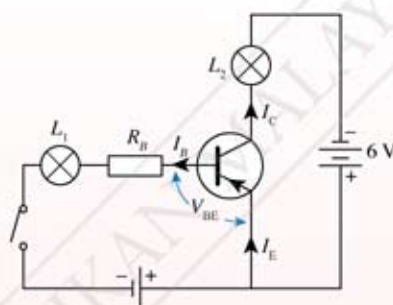
Satu litar bertransistor mengandungi dua bahagian utama, iaitu litar tapak dan litar pengumpul. Rajah 5.13 menunjukkan litar transistor npn dan litar transistor pnp.

INFO Celik

Bagi transistor pnp, kekutuban bateri bagi kedua-dua litar tapak dan litar pengumpul perlu diterbalikkan. Dengan ini, arah pengaliran arus tapak, I_B , arus pengeluar, I_E dan arus pengumpul, I_C juga disongsangkan.



(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 berintangangan 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 menghadkan arus tapak, I_B supaya transistor tidak menjadi panas dan terbakar.

Fungsi Transistor sebagai Amplifier Arus

Transistor mampu menggandakan arus elektrik. Dalam Rajah 5.14, suara penyanyi dapat diamplifikasikan melalui sistem pembesar suara.



Rajah 5.14

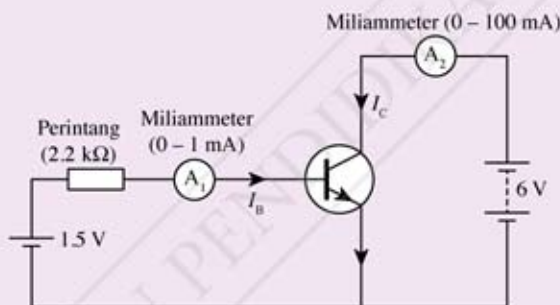
Aktiviti 5.8

Tujuan: Mengkaji kegunaan transistor sebagai amplifier arus

Radas: Kit litar transistor, perintang ($2.2\text{ k}\Omega$, $3.9\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $6.8\text{ k}\Omega$ dan $8.2\text{ k}\Omega$), miliameter ($0 - 1\text{ mA}$), miliameter ($0 - 100\text{ mA}$), bekalan kuasa 6 V , sel kering 1.5 V , pemegang sel dan dawai penyambung

Arahan:

1. Susun litar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.15 menggunakan perintang $2.2\text{ k}\Omega$.



Rajah 5.15

2. Catat bacaan A_1 sebagai I_B dan A_2 sebagai I_C dalam Jadual 5.4.
3. Gantikan perintang $2.2\text{ k}\Omega$ kepada perintang $3.9\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $6.8\text{ k}\Omega$ dan $8.2\text{ k}\Omega$ dan ulangi langkah 3.

Keputusan:

Jadual 5.4

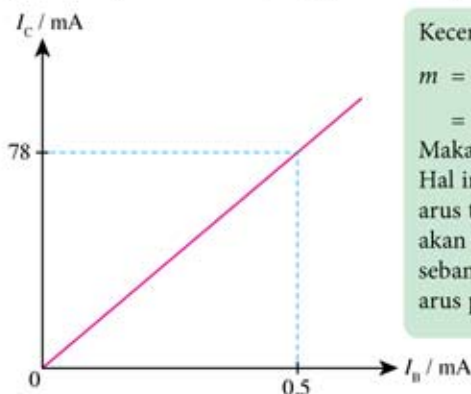
Rintangan / $\text{k}\Omega$	2.2	3.9	4.7	6.8	8.2
I_B / mA					
I_C / mA					

Perbincangan:

1. Berdasarkan keputusan dalam Jadual 5.4, plotkan graf I_C melawan I_B .
2. Tentukan kecerunan graf anda dan hitungkan faktor penggandaan amplifier, β .

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

Berdasarkan Aktiviti 5.8, anda akan memperoleh graf I_C melawan I_B yang menunjukkan satu garis lurus melalui titik asalan dengan kecerunan positif seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.16. Hal ini membuktikan bahawa apabila tiada arus tapak mengalir ($I_B = 0$), maka tiada arus pengumpul ($I_C = 0$). Semakin bertambah arus tapak, semakin bertambah arus pengumpul, I_C . Nilai kecerunan graf merupakan faktor penggandaan amplifier, β .



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.

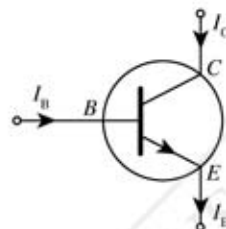
Dalam kaedah pembahagi voltan, dua perintang dengan rintangan, R_1 dan R_2 perlu disambungkan secara bersiri dengan bekalan kuasa, V_{in} seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.17. Disebabkan arus yang sama mengalir melalui kedua-dua perintang, maka hubungan antara voltan dengan rintangan adalah seperti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

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

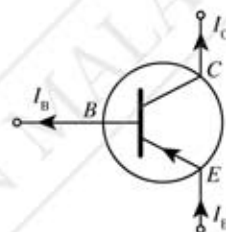
Kegunaan Transistor sebagai Suis Automatik

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.

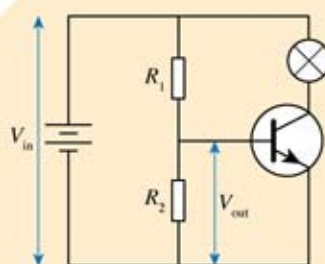
Transistor npn



Transistor pnp



- Jika $I_B = 0$, maka $I_C = 0$
- $I_B < I_C < I_E$
- $\beta = \frac{I_C}{I_B}$



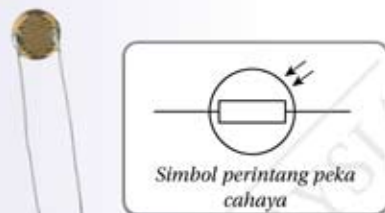
Rajah 5.17 Pembahagi voltan

Galeri MAKLUMAT

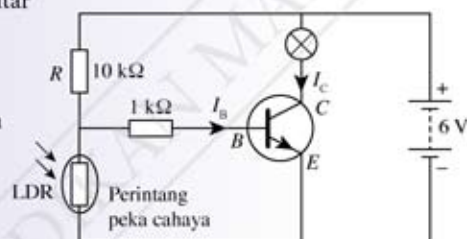
V_{BE} yang minimum untuk menghidupkan transistor silikon dan transistor germanium ialah 0.7 V dan 0.3 V masing-masing.

Perintang peka cahaya dalam suis kawalan cahaya

- 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.
- 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.



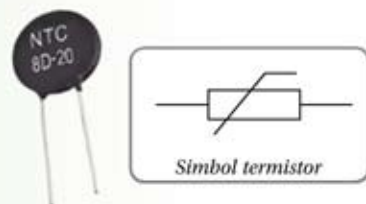
Gambar foto 5.6 Perintang peka cahaya



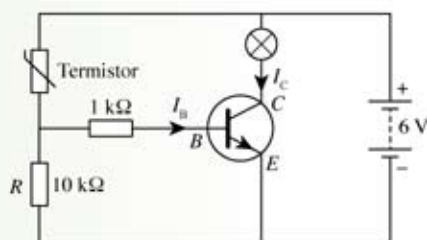
Rajah 5.18 Litar suis kawalan cahaya

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 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.



Gambar foto 5.7 Termistor



Rajah 5.19 Litar penggera kawalan suhu

Tujuan: Mengkaji fungsi transistor sebagai suis automatik menggunakan kit transistor

A Suis Kawalan Cahaya

Radas: Kit transistor suis kawalan cahaya, bekalan kuasa dan dawai penyambung

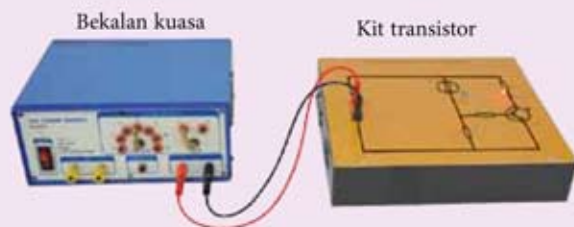
Arahan:



IMBAS SAYA

Cara menjalankan Aktiviti 5.9 tanpa kit transistor

<https://bit.ly/3aiNWE0>



Pandangan kit transistor dari atas

Gambar foto 5.8 Kit transistor suis kawalan cahaya

1. Sambungkan kit transistor suis kawalan cahaya kepada bekalan kuasa a.t. 6 V.
2. Hidupkan suis bekalan kuasa dan perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.
3. Kemudian, tutup LDR dengan satu jari. Perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.

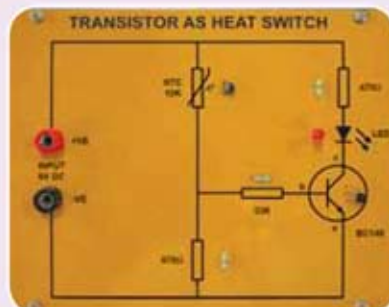
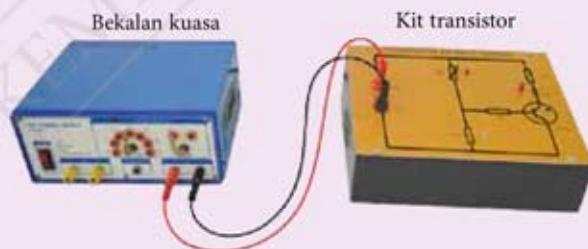
Perbincangan:

1. Terangkan pemerhatian anda;
 - (a) selepas bekalan kuasa dihidupkan, dan
 - (b) semasa LDR ditutup dengan satu jari.
2. Bagaimanakah transistor berfungsi sebagai suis automatik kawalan cahaya?

B Penggera Kawalan Suhu

Radas: Kit transistor penggera kawalan suhu, bekalan kuasa dan dawai penyambung

Arahan:



Pandangan kit transistor dari atas

Gambar foto 5.9 Kit transistor penggera kawalan suhu

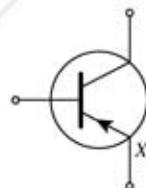
1. Sambungkan kit transistor penggera kawalan suhu kepada bekalan kuasa a.t. 6 V.
2. Hidupkan suis bekalan kuasa dan perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.
3. Gosokkan tangan anda sehingga panas dan sentuh termistor. Perhatikan sama ada lampu LED menyala atau sebaliknya.

Perbincangan:

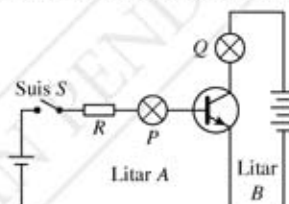
1. Terangkan pemerhatian anda;
 - (a) selepas bekalan kuasa dihidupkan, dan
 - (b) semasa termistor disentuh dengan jari yang panas.
2. Bagaimanakah transistor berfungsi sebagai suis automatik penggera kawalan suhu?
3. Apakah pengubahsuaian yang perlu dilakukan supaya lampu LED boleh digantikan dengan satu loceng elektrik?

Praktis Formatif 5.3

1. Rajah 5.20 menunjukkan simbol bagi satu peranti elektronik.
 - (a) Apakah nama peranti elektronik tersebut?
 - (b) Apakah fungsi terminal X pada peranti elektronik tersebut?
2. Rajah 5.21 menunjukkan litar bertransistor yang terdiri daripada dua litar, iaitu litar A dan litar B. Apabila suis S ditutup, mentol P menyala dengan malap manakala mentol Q menyala dengan terang.

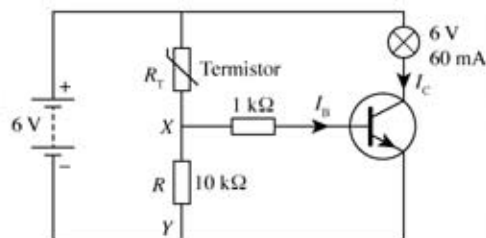


Rajah 5.20

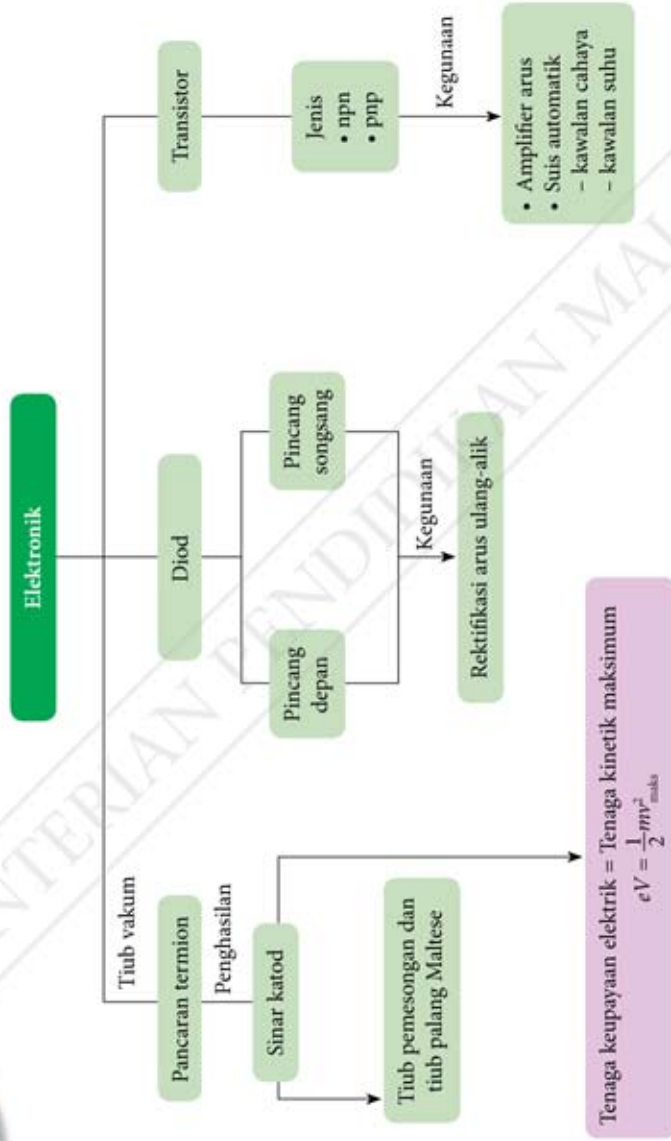


Rajah 5.21

- (a) Namakan litar A dan litar B.
 - (b) Mengapakah mentol P menyala dengan malap apabila suis, S ditutup?
 - (c) Lukiskan pengubahsuaian litar bertransistor tersebut jika transistor npn digantikan dengan transistor pnp.
3. Rajah 5.22 menunjukkan litar penggera kawalan suhu. Perintang, R mempunyai rintangan $10\text{ k}\Omega$. Beza keupayaan merentasi XY mestilah sekurang-kurangnya 5.5 V untuk menyalakan mentol 6 V , 60 mA . Berapakah rintangan termistor, R_T apabila mentol itu menyala?



Rajah 5.22





IMBAS SAYA

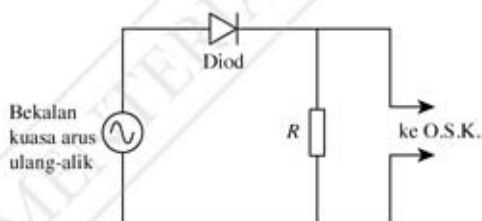
Muat turun dan
cetak Refleksi<http://bit.ly/39s5gg3>

- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Elektronik ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah _____.
- Prestasi saya dalam bab ini.
Kurang baik 😞 1 2 3 4 5 😊 Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

<http://bit.ly/37CN22u>

Praktis Sumatif

- (a) Lukiskan satu litar elektronik menggunakan simbol-simbol elektronik yang sesuai untuk menunjukkan diod semikonduktor berada dalam keadaan pincang depan.
(b) Apakah yang akan terjadi jika sambungan bateri di 1(a) disongsangkan?
- Rajah 1 menunjukkan litar rektifikasi gelombang separuh yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik dan osiloskop sinar katod (O.S.K.).

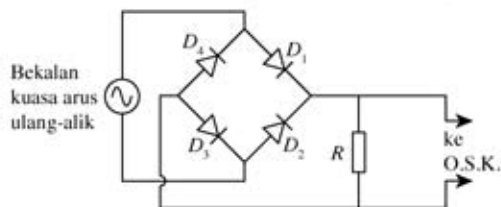


Rajah 1

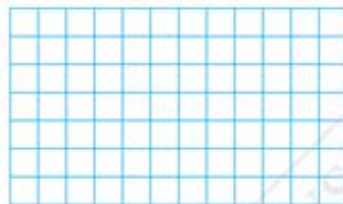


- Lakarkan paparan pada skrin osiloskop sinar katod.
- Jika satu kapasitor disambungkan secara selari dengan perintang R , lakarkan perubahan paparan pada skrin osiloskop sinar katod.

3. Rajah 2 menunjukkan satu litar rektifikasi gelombang penuh yang disambungkan kepada bekalan kuasa arus ulang-alik dan osiloskop sinar katod (O.S.K.).



Rajah 2



- (a) Lukiskan anak panah untuk menunjukkan pengaliran arus melalui diod semasa separuh kitar positif dan separuh kitar negatif.

Petunjuk:

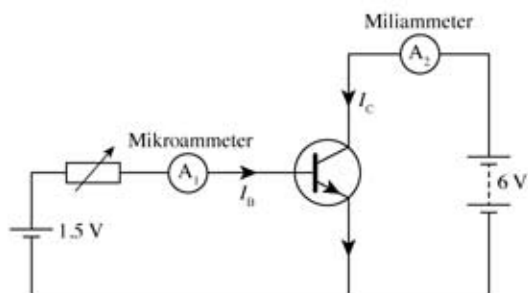
- Kitar positif
 - - - - - → Kitar negatif

- (b) Lakarkan paparan pada skrin osiloskop sinar katod jika sebuah kapasitor disambungkan selari dengan perintang, R . Apakah peranan kapasitor itu?
- (c) Apakah akan terjadi kepada arus output jika sambungan diod, D_1 disongsangkan? 🧠
4. Jadual 1 menunjukkan komponen-komponen utama yang diperlukan untuk membolehkan transistor berfungsi sebagai suis automatik kawalan cahaya.

Jadual 1

- (a) Lukiskan litar suis automatik transistor menggunakan komponen yang disediakan dalam jadual di atas. 🧠
- (b) Bincangkan sama ada LED itu menyala apabila LDR berada dalam keadaan cerah. 🧠
- (c) Nyatakan pengubahsuaian litar suis automatik transistor tersebut kepada litar penggera kawalan suhu supaya penggera akan berbunyi apabila suhu di sekitarnya menjadi terlalu panas. 🧠

5. Rajah 3 menunjukkan satu litar elektronik untuk mengkaji peranan transistor npn dalam litar tersebut. Bacaan I_B dan I_C diambil daripada kedua-dua mikroammeter, A_1 dan miliammeter, A_2 . Reostat dilaraskan untuk mendapatkan nilai I_B dan I_C yang berbeza seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.



Rajah 3

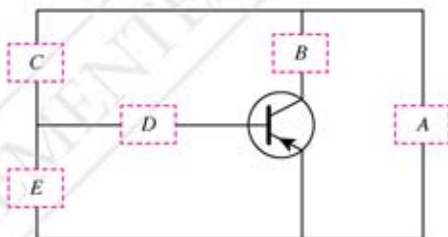
Jadual 2

$I_B / \mu A$	I_C / mA
0	0
20	2.1
40	4.2
60	6.3
80	8.4

- Plotkan graf I_C melawan I_B .
- Berdasarkan graf anda di 5(a):
 - nyatakan hubungan antara I_B dengan I_C dan jelaskan jawapan anda 🧠
 - jelaskan peranan transistor dalam litar tersebut 🧠
- Lukiskan litar elektronik yang baharu jika transistor npn digantikan dengan transistor pnp. 🧠

Cabaran Abad ke-21

6. Amar menjalankan satu projek elektronik untuk mereka cipta litar suis automatik bagi sistem penggera kebakaran. Rajah 4 menunjukkan satu litar elektronik yang belum lengkap. Jadual 3 menunjukkan sembilan komponen yang mungkin boleh digunakan untuk melengkapkan litar tersebut.



Rajah 4

Jadual 3

Kapasitor	Diod	Termistor
Reostat	Loceng elektrik	Bateri
Perintang	Transformer	Bekalan kuasa a.u.

- Berdasarkan pengetahuan anda tentang elektronik, pilih mana-mana komponen yang sesuai dalam Jadual 3 untuk melengkapkan litar transistor sebagai suis automatik bagi sistem penggera kebakaran. 🧠
- Nyatakan kewajaran bagi setiap pilihan anda. 🧠