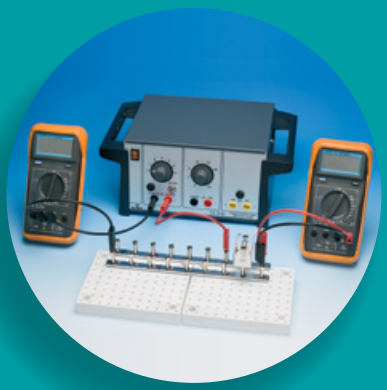
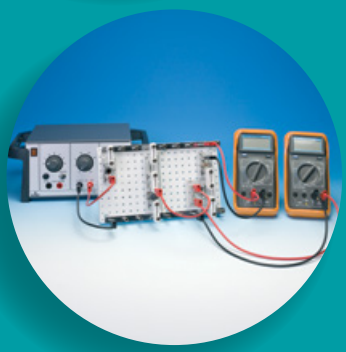
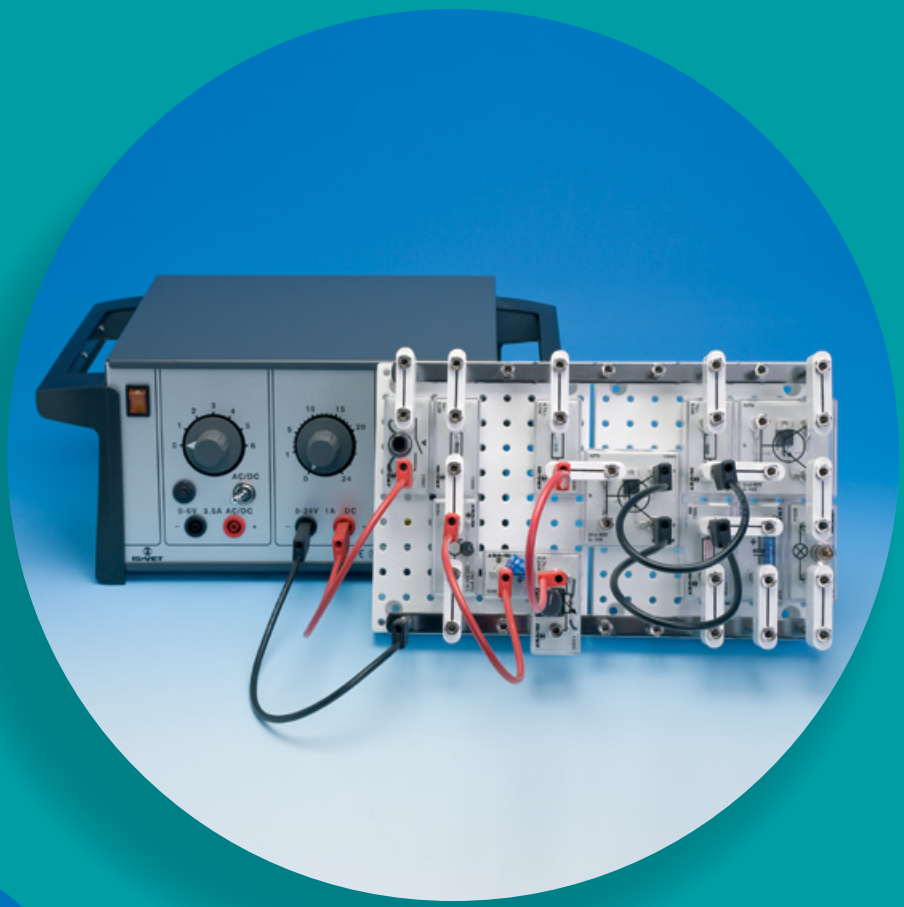
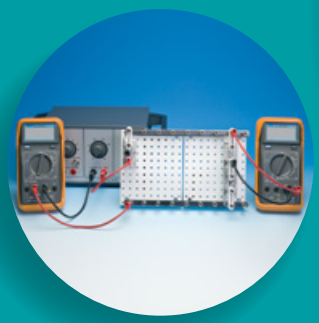
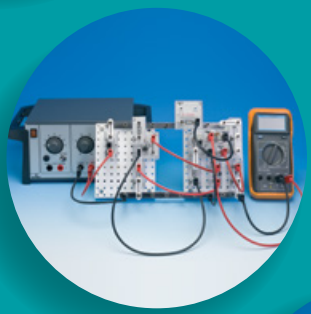


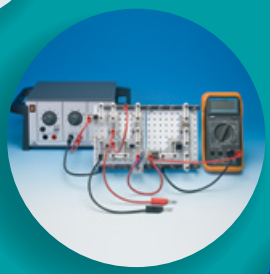
10005
Elektroniikan työopas











IS·VET

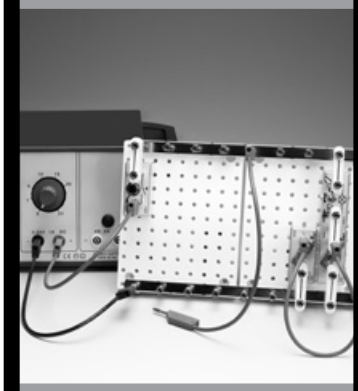
OPPILAAN MATERIAALI

Tommi Tuovinen

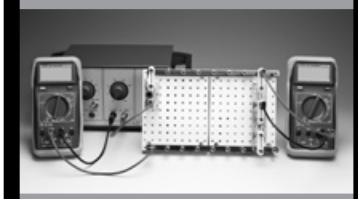
IS•VET

Elektroniikka
Oppilaan aineisto

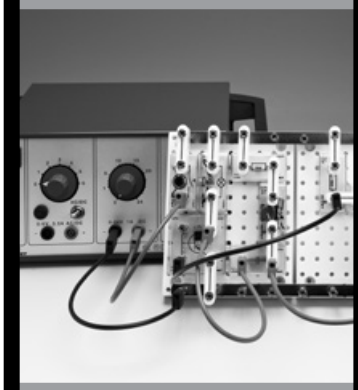
1. Vastuksen tutkiminen
2. Muuttuvat vastukset
3. Vastusten sarjaankytkentä
4. Vastusten rinnankytkentä



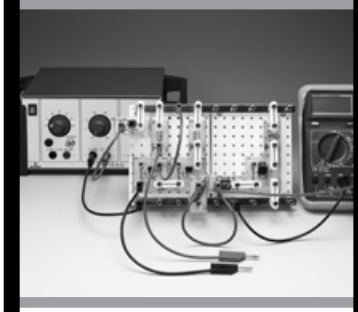
5. Jännitteenjakaja
6. Kondensaattorin tutkiminen
7. Kondensaattorien sarjaankytkentä
8. Kondensaattorien rinnankytkentä



9. Diodin tutkiminen
10. LED:n tutkiminen

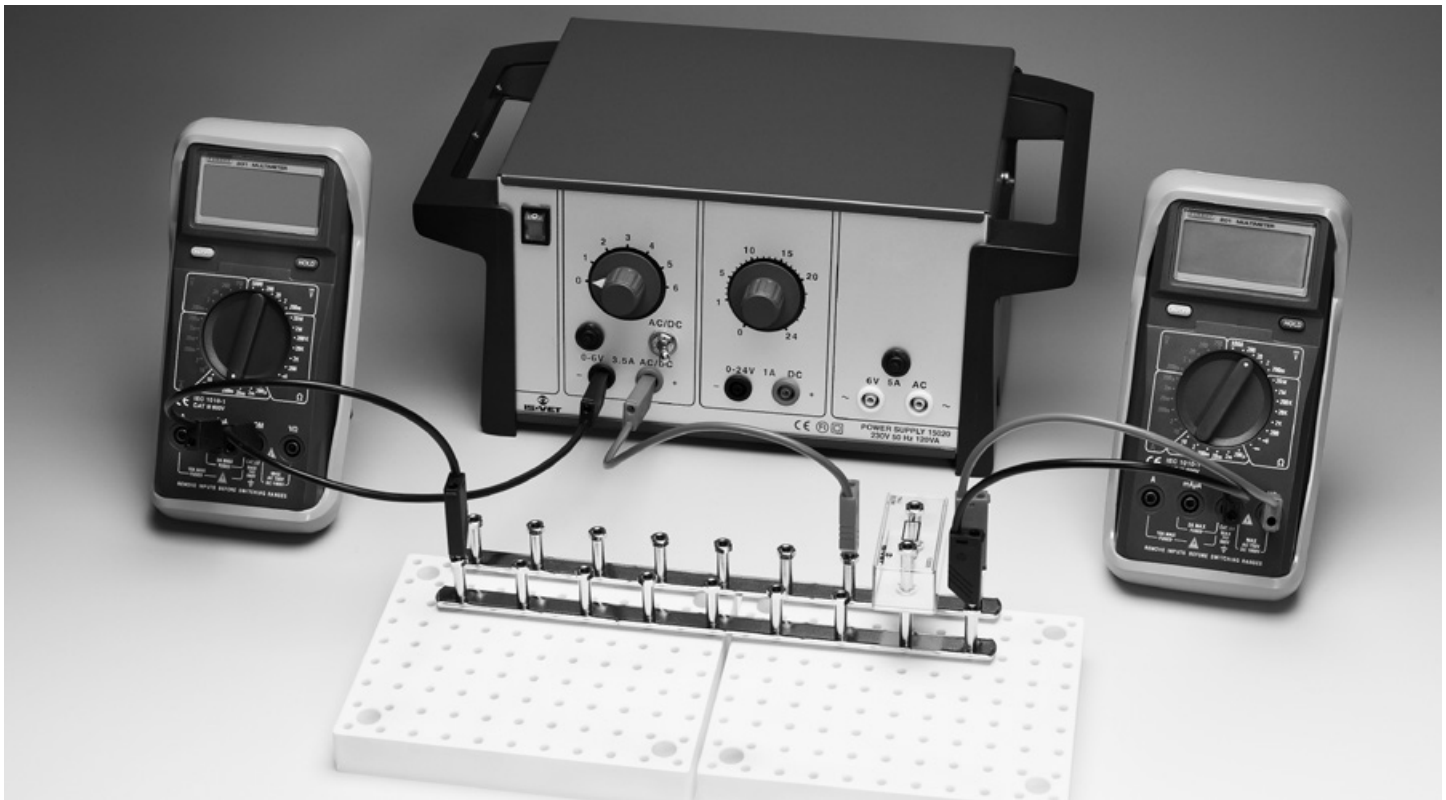


11. Transistorin toiminnan tutkiminen
12. Transistorin toiminta vahvistimena
13. Transistorin toiminta kytkimenä (hämäräkytkin)
14. Transistorin toiminta värähtelijänä



15. Tyristorin toiminnan tutkiminen
16. Palohälytin
17. Hipaisukytkin

IS•VET



Työssä tutkitaan virran ja jännitteen suhdetta sekä tutustutaan vastukseen sähkövirtaa rajoittavana komponenttina.

Miten vastus vaikuttaa virtapiirissä kulkevaan virtaan?

Välineet

Elektroniikka sarjasta

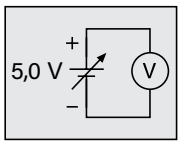
13155	Vastus 100 Ω 4 W
13160	Vastus 220 Ω 4 W
13205	Vastus 1 kΩ 0,5 W
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

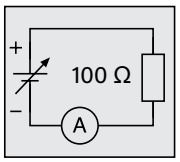
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

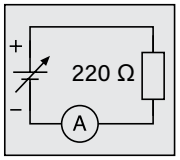
1. Säädä jännitelähteen jännitteeksi 5,0 V



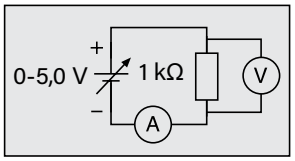
2. Mittaa, kuinka suuri sähkövirta kulkee 100 Ω vastuksen kautta.



3. Vaihda piirissä olevan vastuksen paikalle ensin 220 Ω ja sitten 1 kΩ vastus. Mittaa vastusten läpi kulkevat sähkövirrat. Mitä virralle tapahtuu, kun resistanssi kasvaa?



4. Lisää kytkentään jännitemittari.



Mittaa 1 kΩ läpi kulkeva sähkövirta viidellä eri jännitteellä. Kirjoita tulokset taulukkoon ja piirrä havainnot koordinaatistoon. Mitä huomaat?
Laske vastuksen resistanssi kaavasta R=U/I. Vertaa sitä vastuksen nimellisarvoon.

5. Mitä sähköenergialle tapahtuu vastuksessa?

Havainnot ja päätelmät

3.

Resistanssi	*Sähkövirta*
100 Ω	
220 Ω	
1 kΩ	

Vastuksen resistanssin kasvaminen _____

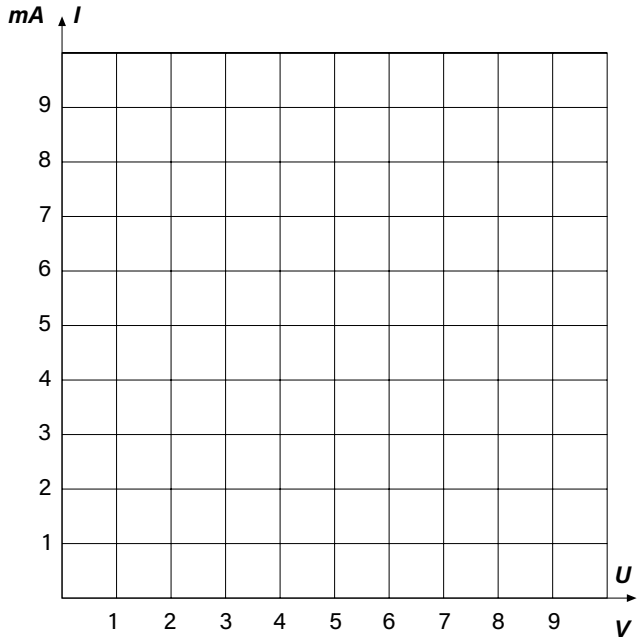
_____

_____

_____

4.

U (V)	*I* (mA)	*I* (A)	$R = \frac{U}{I}$ $(\frac{V}{A} = \Omega)$
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		



Sähkövirta ja jännite _____

_____

_____

_____

Resistanssin ja jännitteen ja sähkövirran suhde

5. Sähköenergia _____

_____

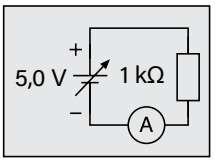
_____

_____

Tehtäviä

1. Mikä on vastuksen tehtävä virtapiirissä?

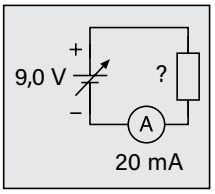
2. Kuinka suuri sähkövirta kulkee oheisessa virtapiirissä? Entä jos jännite kaksinkertaistetaan?

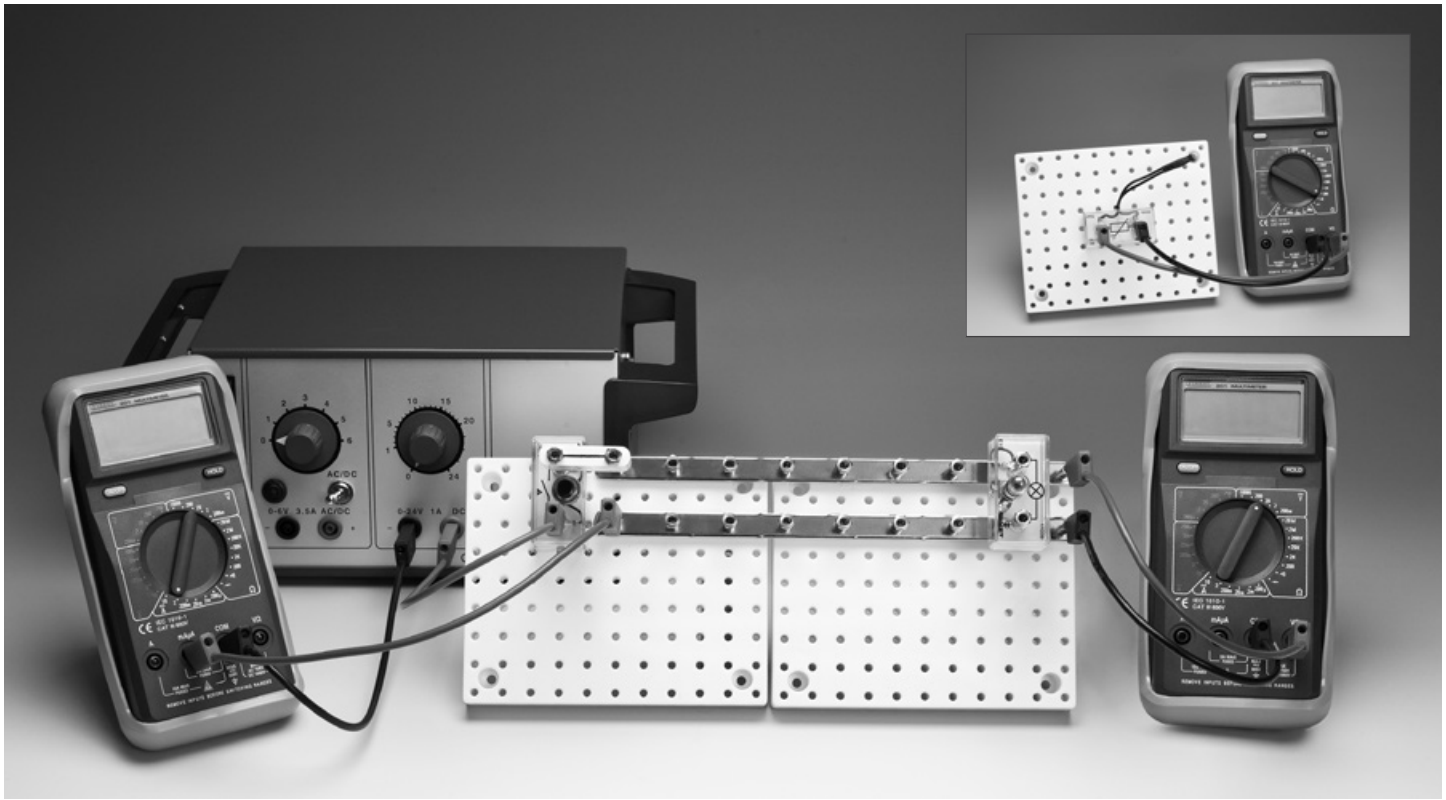


3. Mitä tapahtuu edellisessä tehtävässä sähkövirralle, jos vastuksen resistanssi muutetaan 500 ohmiksi? Entä jos se muutetaan 100 ohmiksi?

4. Mitkä ovat keinot, joilla virtapiirissä kulkevaa sähkövirtaa voi säätää?

5. Laske, kuinka suuri vastus rajoittaisi sähkövirran 20 milliampeeriin.





Työssä tutkitaan vastuksen resistanssin muuttumista lämmön tai valon vaikutuksesta sekä tutustutaan säätövastukseen.

Voiko vastusten resistanssi muuttua?

Välineet

Elektroniikka sarjasta

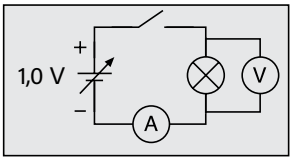
16033	Vastus, PTC
16032	Valovastus
13355	Säätövastus 4,7 kΩ
11039	Lampun alusta
23013	Hehkulamppu 3,8 V
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

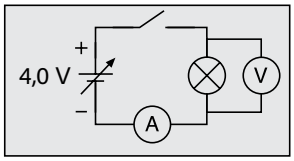
Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Rakenna oheinen virtapiiri ja säädä jännitteeksi 1,0 V. Kuinka suuri sähkövirta lampun läpi kulkee?



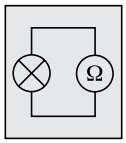
Laske Ohmin lailla lampun hehkulangan resistanssi.

Säädä jännitteeksi 4,0 V. Mittaa sähkövirta ja laske hehkulangan resistanssi. Mitä havaitset?



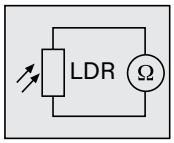
2. Irrota lamppu virtapiiristä. Irrota jännitemittari virtapiiristä ja vaihda sen mittausalueeksi 'resistanssimittaus'.

   Kytke mittarin johdot lampun napoihin. Mitä havaitset?

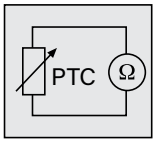


3. Vaihda lampun tilalle LDR-vastus. Mittaa resistanssia pimeässä ja valoisassa. Mitä sille tapahtuu vastuksen joutuessa kirkkaaseen valoon. Entä pimeään?

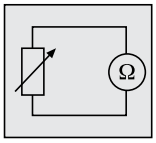
   Mikä on vastuksen suurin ja pienin resistanssi?



4. Tutki vastaavalla tavalla PTC-vastusta. Lämmitä sitä hankaamalla sormien välissä. Miten lämpötilan kasvaminen vaikuttaa resistanssiin?



5. Tutki vastaavalla tavalla, mikä on säätövastuksen pienin ja suurin resistanssi.



Havainnot ja päätelmät

1. Lampun jännite U_1 = 1,0 V

   virta I_1 = _____

   resistanssi R_1 = _____

   jännite U_2 = 4,0 V

   virta I_2 = _____

   resistanssi R_2 = _____

2. Resistanssimittarilla mitattuna lampun resistanssi on _____
3. Pimeässä LDR-vastuksen resistanssi _____

   Valoisassa LDR-vastuksen resistanssi _____

   Resistanssi kirkkaassa valossa $R_{valoisa}$ = _____

   Resistanssi pimeässä $R_{pimeä}$ = _____

4. Huoneenlämmössä PCT vastuksen resistanssi R = _____

   Kylmässä PTC-vastuksen resistanssi _____ on pienempi kuin huoneenlämmössä.

   Kuumassa PTC-vastuksen resistanssi ____ on suurempi kuin huoneenlämmössä.

5. Säätövastuksen pienin resistanssi on _____

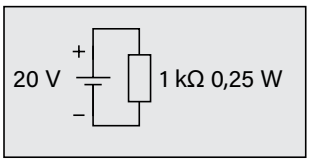
   Säätövastuksen suurin resistanssi on _____

Tehtäviä

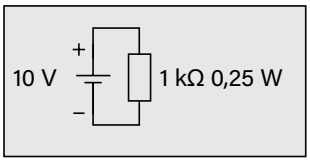
1. Tutki, paljonko vastusten tehonkesto on?
   a) Säätövastus 4,7 kΩ
   b) Vastus 100 Ω
   c) Vastus 1 kΩ
   d) LDR-vastus
   e) PTC-vastus

2. Kestääkö vastus?
   Vastuksen tehonkulutus lasketaan kaavasta $P = \frac{U^2}{R}$

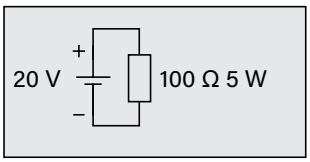
a)



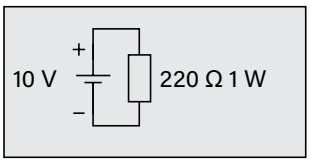
b)



c)



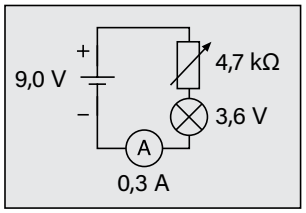
d)

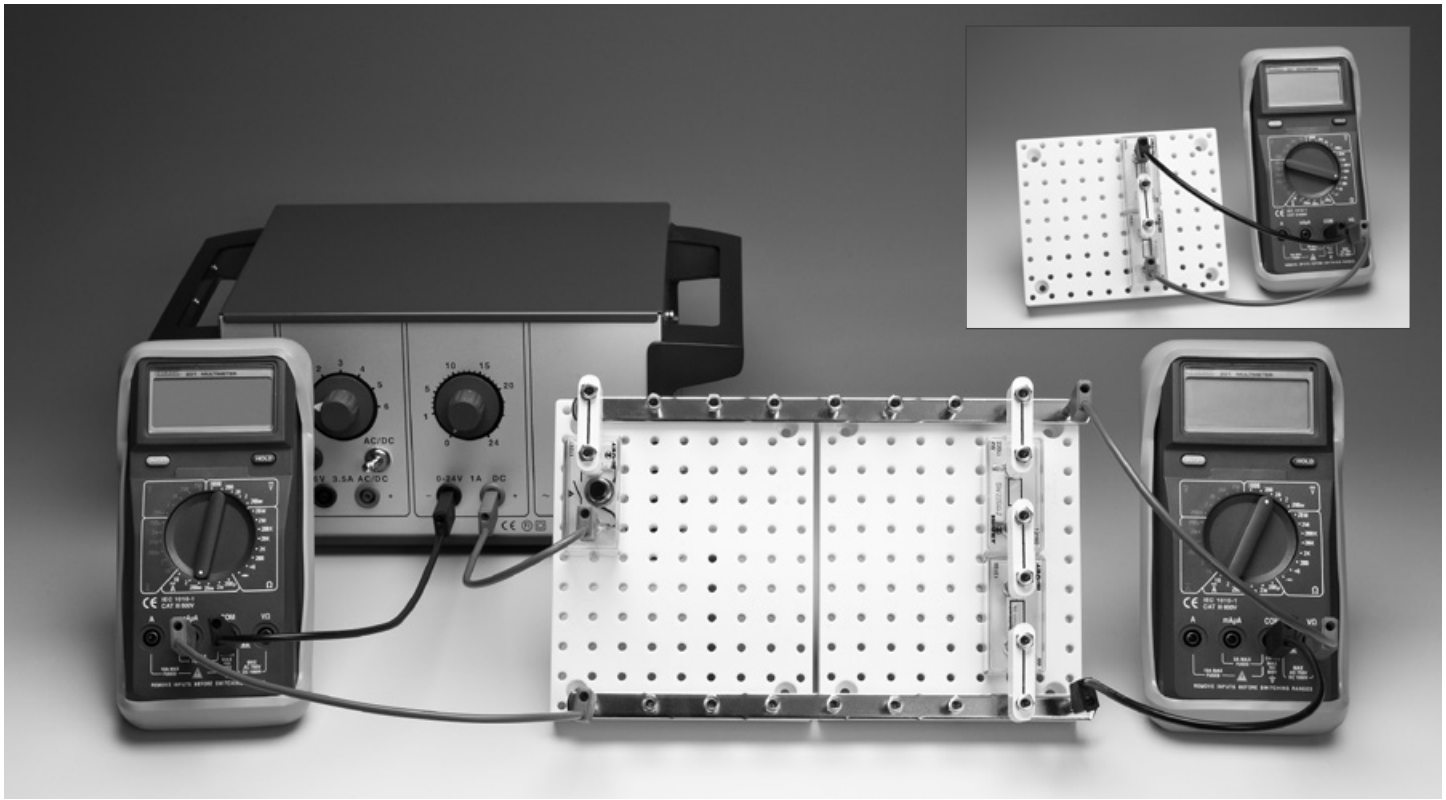


3. Kirkkaassa auringonvalossa LDR-vastuksen jännitehäviö on 5 V. Kestääkö vastus?

4. Kuinka suuri jännitehäviö LDR-vastuksessa saa olla kirkkaassa auringonpaisteessa?

5. Voiko 4,7 kΩ säätövastusta, jonka tehonkesto on 0,25 W, käyttää rajoittamaan lampulle tulevaa sähkövirtaa kuvan virtapiirissä? Lampun käyttöjännite on 3,6 V, jolloin sen läpi kulkee 0,3 A:n sähkövirta.





Työssä tutkitaan, miten vastusten sarjaankytkentä vaikuttaa resistanssiin.

Kuinka suurella vastuksella kaksi sarjaankytkettyä vastusta voisi korvata?

Välineet

Elektroniikka sarjasta

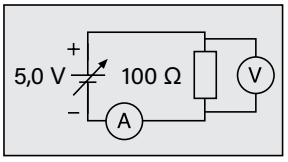
13155 Vastus 100 Ω 4 W
13160 Vastus 220 Ω 4 W 2 kpl
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

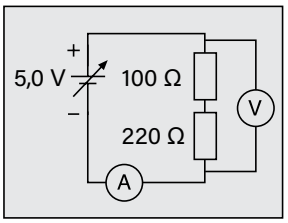
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari 2 kpl
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Säädä virtalähteen jännitteeksi 5 V. Kuinka suuri sähkövirta virtapiirissä kulkee?

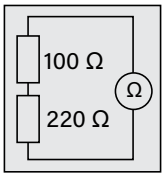


2. Kytke 100 Ω vastuksen kanssa sarjaan 220 Ω vastus. Kuinka suuri sähkövirta on nyt? Onko vastusten resistanssi yhdessä suurempi vai pienempi kuin 100 Ω vastuksen resistanssi?

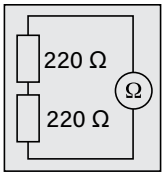


3. Laske ohmin lailla, kuinka suuri vastusten yhteinen resistanssi on. Vertaa tulosta ja vastusten resistansseja. Mitä havaitset?

4. Irrota jännitettä mittaava yleismittari virtapiiristä ja aseta se vastusmittaukselle. Kuinka suurella vastuksella voidaan korvata sarjaankytketyt 100 Ω ja 220 Ω vastukset?



Entä sarjaankytketyt 220 Ω ja 220 Ω vastukset?



Havainnot ja päätelmät

1. Piirissä kulkeva sähkövirta on _____
2. Sarjaankytkettyjen 100 Ω ja 220 Ω läpi kulkeva

   sähkövirta on _____

   Koska sähkövirta _____ , vastusten

   resistanssi yhdessä oli _____

   kuin yhden 100 Ω vastuksen. _____
3. Jännitemittarista luetun jännite *U* on. _____

   ja piirissä kulkeva sähkövirta *I* on _____

   Ohmin lailla ratkaistaan sarjaankytkettyjen vastusten yhteinen

   resistanssi.

   $R = \frac{U}{I} =$

   Vastusten resistanssien summa _____

   Sarjaankytkennässä vastusten resistanssit _____

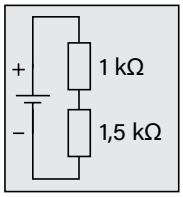
4.

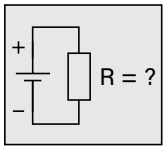
R1 (Ω)	*R2(Ω)*	*R (Ω)*
100	220	
220	220	

Tehtäviä

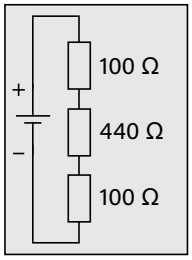
1. Kuinka suurella vastuksella voidaan kuvan vastukset korvata?

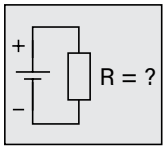
   1. R =





   2. R =

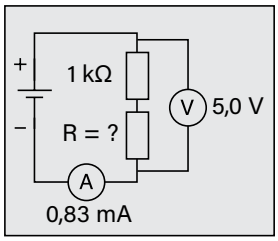




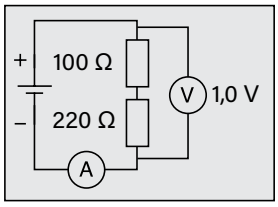
2. Käytössäsi on 100 Ω, 100 Ω, 440 Ω, 1 kΩ ja 2 kΩ vastukset.

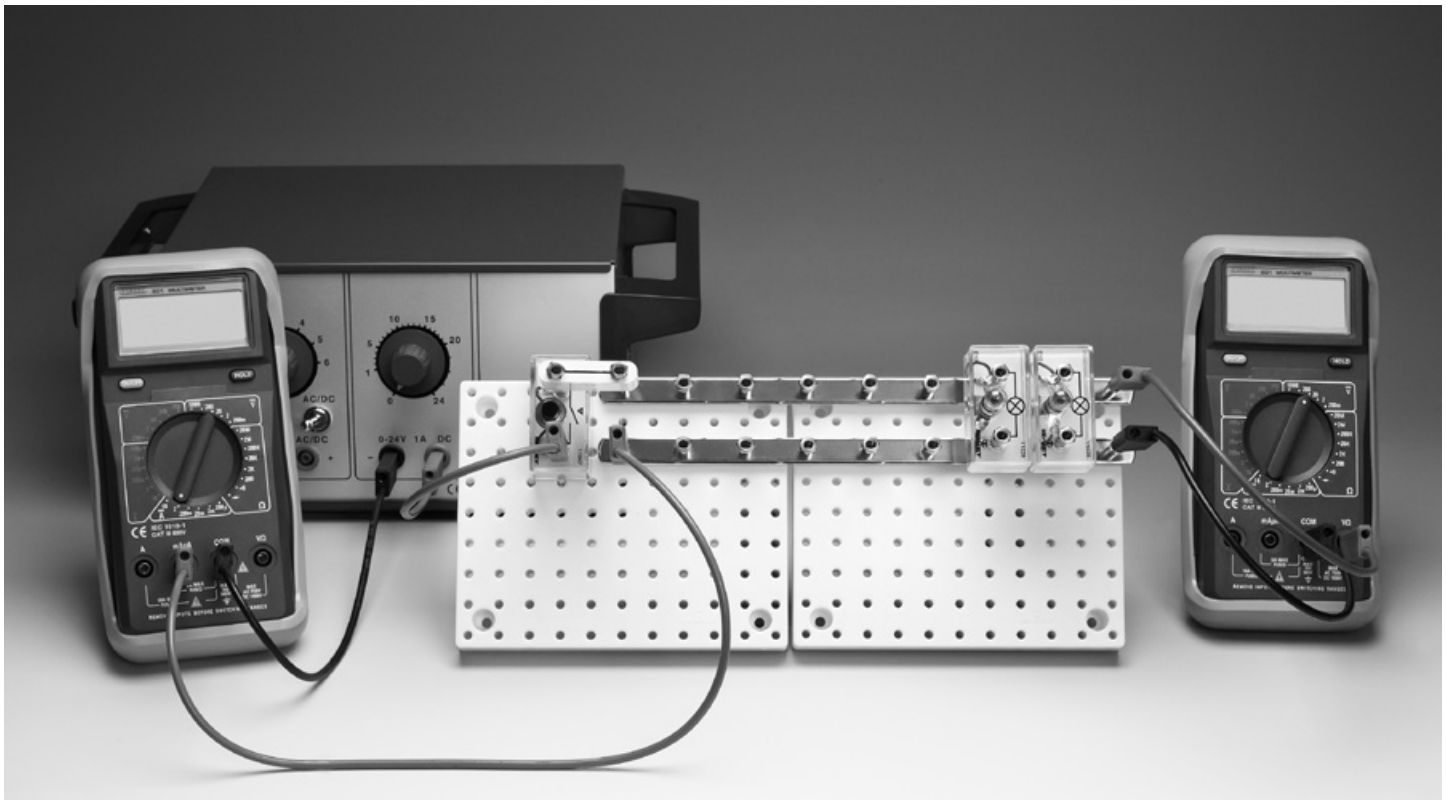
   1. Millä kahdella sarjaankytketyllä vastuksella on pienin resistanssi?
   2. Millä kahdella sarjaankytketyllä vastuksella on suurin resistanssi?
   3. Kuinka suuri resistanssi on, jos kaikki vastukset kytketään sarjaan?

3. Mikä on vastuksen R resistanssi?



4. Kuinka suuri virta virtapiirissä kulkee?





Työssä tutkitaan, miten vastusten rinnankytkentä vaikuttaa resistanssiin.

Kuinka suurella vastuksella voidaan korvata kaksi rinnankytkettyä vastusta?

Välineet

Elektroniikka sarjasta

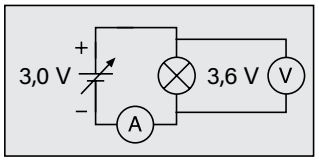
13100	Vastus 10 Ω 9 W
13105	Vastus 22 Ω 9 W
13155	Vastus 100 Ω 4 W
11039	Lampun alusta 2 kpl
23013	Hehkulamppu 3,8 V,300 mA 2 kpl
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

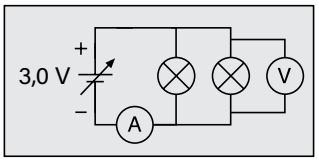
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Tee kytkentäkaavion mukainen virtapiiri.
   Mikä on jännite U_1 ja piirissä kulkeva virta I_1?
   Laske lampun resistanssi R_1.

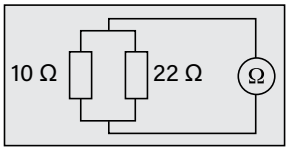


2. Lisää toinen lamppu edellisen rinnalle.
   Mittaa jännite U_2 ja virta I_2.
   Kuinka paljon sähkövirta kasvoi?
   Laske rinnankytkettyjen lamppujen resistanssi.



3. Käytössäsi on 10, 22 ja 100 ohmin vastukset. Päättele miten ne tulisi kytkeä, jotta systeemin resistanssi olisi mahdollisimman pieni.

4. Irrota virtalähde kytkennästä. Tarkasta tulokset mittaamalla yleismittarilla eri kytkentöjen resistanssit.



Havainnot ja päätelmät

1. U_1 = _____

   I_1 = _____

   R_1 = _____

2. U_2 = _____

   I_2 = _____

   Sähkövirta _____

   R_2 = _____

3. Resistanssi on pienin kun 10, 22 ja 100 vastukset kytketään

   _____

   Korvaavan vastuksen resistanssi voidaan laskea ohmin lakia soveltaen seuraavasti. Lasketaan kunkin vastuksen läpi kulkeva sähkövirta.

   I_{10} =

   I_{22} =

   I_{100} =

   Yhteensä sähkövirta I = _____

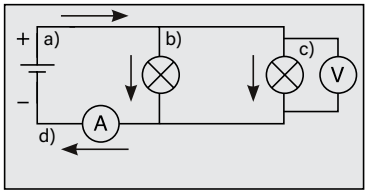
   R = _____

   Rinnankytkettyjen vastusten

   laskusääntöä käyttäen _____

Tehtäviä

1. Merkitse tekemäsi työn perusteella kytkentään, kuinka suuri sähkövirta kulkee kohdissa a, b, c ja d.



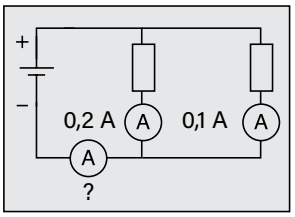
   a) I_1

   b) I_2

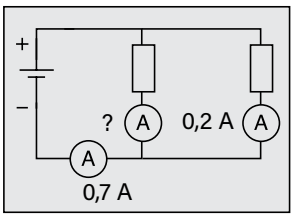
   c) I_3

   d) I_4

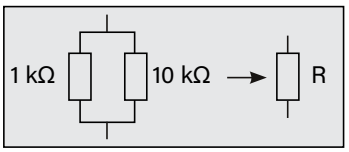
2. Merkitse piirikaavioon tuntemattoman sähkövirran suuruus ja kulkusuunta.



3. Merkitse piirikaavioon tuntemattoman sähkövirran suuruus ja kulkusuunta.



4. Päättele, kuinka suuri resistanssi rinnankytketyt vastukset korvaavalla vastuksella R pitäisi olla.

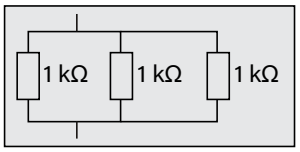


   a) R = _____

5. Laske edellisen tehtävän korvaavien vastusten resistanssit.

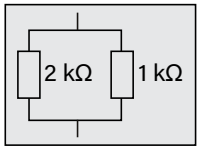
   a) R = _____

6. Päättele korvaavan vastuksen resistanssi.

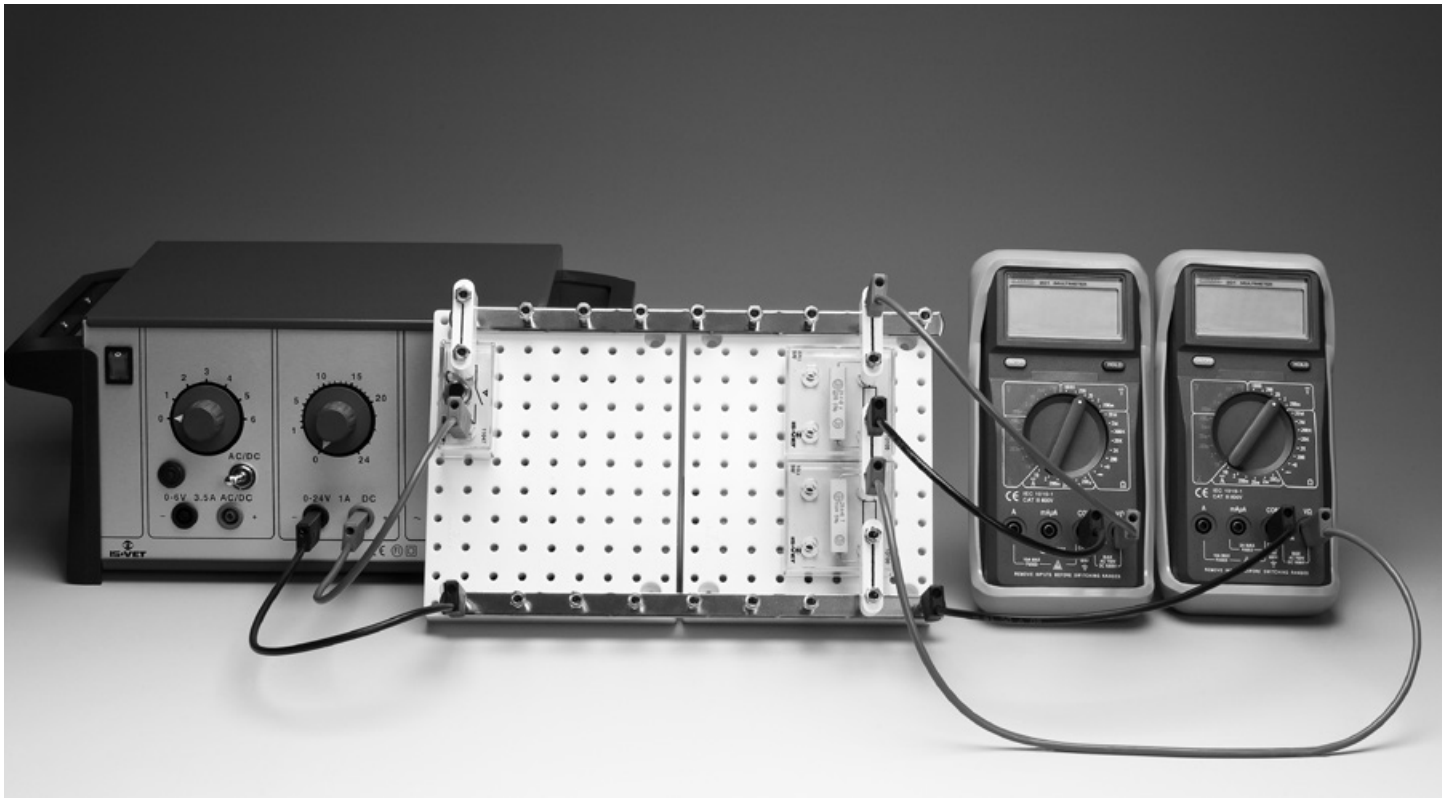


7. Laske tehtävän 6 korvaavan vastuksen arvo.

8. Päättele korvaavan vastuksen resistanssi.



9. Laske tehtävän 8 korvaavan vastuksen resistanssi.



Työssä tutkitaan jännitteen jakautumista sarjaankytketyissä vastuksissa.

Tutki jännitteen jakautumista ja resistanssia sarjaankytkettyjen lamppujen ja vastusten muodostamassa virtapiirissä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

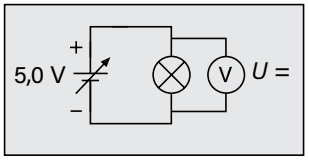
13100	Vastus 10 Ω 9 W
13105	Vastus 22 Ω 9 W
11039	Lampun alusta 2 kpl
23013	Hehkulamppu 3,8 V,300 mA 2 kpl
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

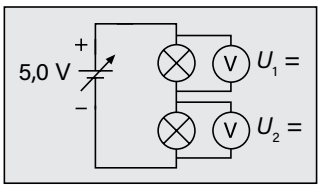
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Säädä jännitteeksi U = 5 V.



2. Kytke sarjaan toinen lamppu. Mittaa lamppujen yli vaikuttava jännite U_1 ja U_2. Mitä havaitset?

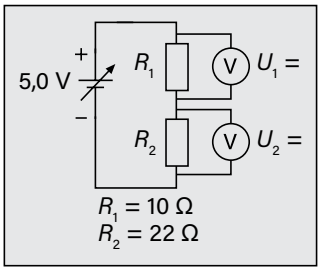


3. Kytke lamppujen paikalle 10 Ω ja 22 Ω vastukset.

   Mittaa jännite U_1 ja U_2 . Mitä havaitset?

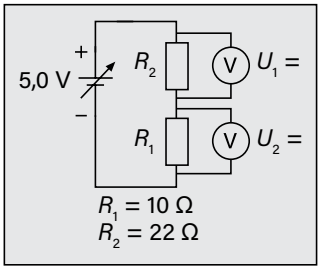
   Vertaa suhteita $\frac{U_1}{U}$ ja $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$, mitä havaitset?

   Vertaa suhteita $\frac{U_2}{U}$ ja $\frac{R_1}{R_2 + R_2}$, mitä havaitset?



4. Muuta vastusten järjestys kytkennässä.

   Mittaa jännite U_1 ja U_2. Mitä havaitset? Vertaa suhteita kuten edellisessä kohdassa.



Havainnot ja päätelmät

1. U = _____

2. U_1 = _____

   U_2 = _____

   Jännite U on jakautunut _____

3. U_1 = _____

   U_2 = _____

   Jännite U on jakautunut _____

   Resistanssiltaan suuremman

   vastuksen yli vaikuttaa _____

   Suhteet ovat _____

4. U_1 = _____

   U_2 = _____

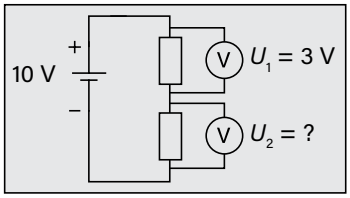
   Jännite U on jakautunut _____

   Resistanssiltaan suuremman

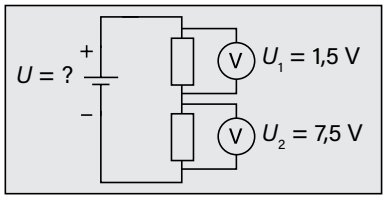
   vastuksen yli vaikuttaa _____

Tehtäviä

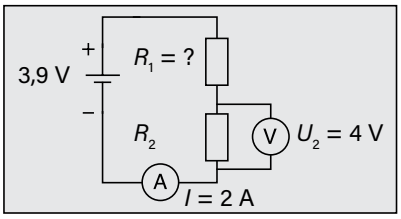
1. Päättele jännitteen U_2 suuruus.



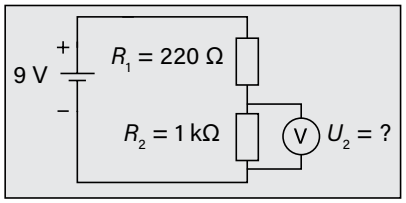
2. Päättele jännitteen U suuruus.



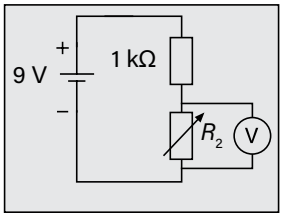
3. Laske vastusten R_1 ja R_2 resistanssi.

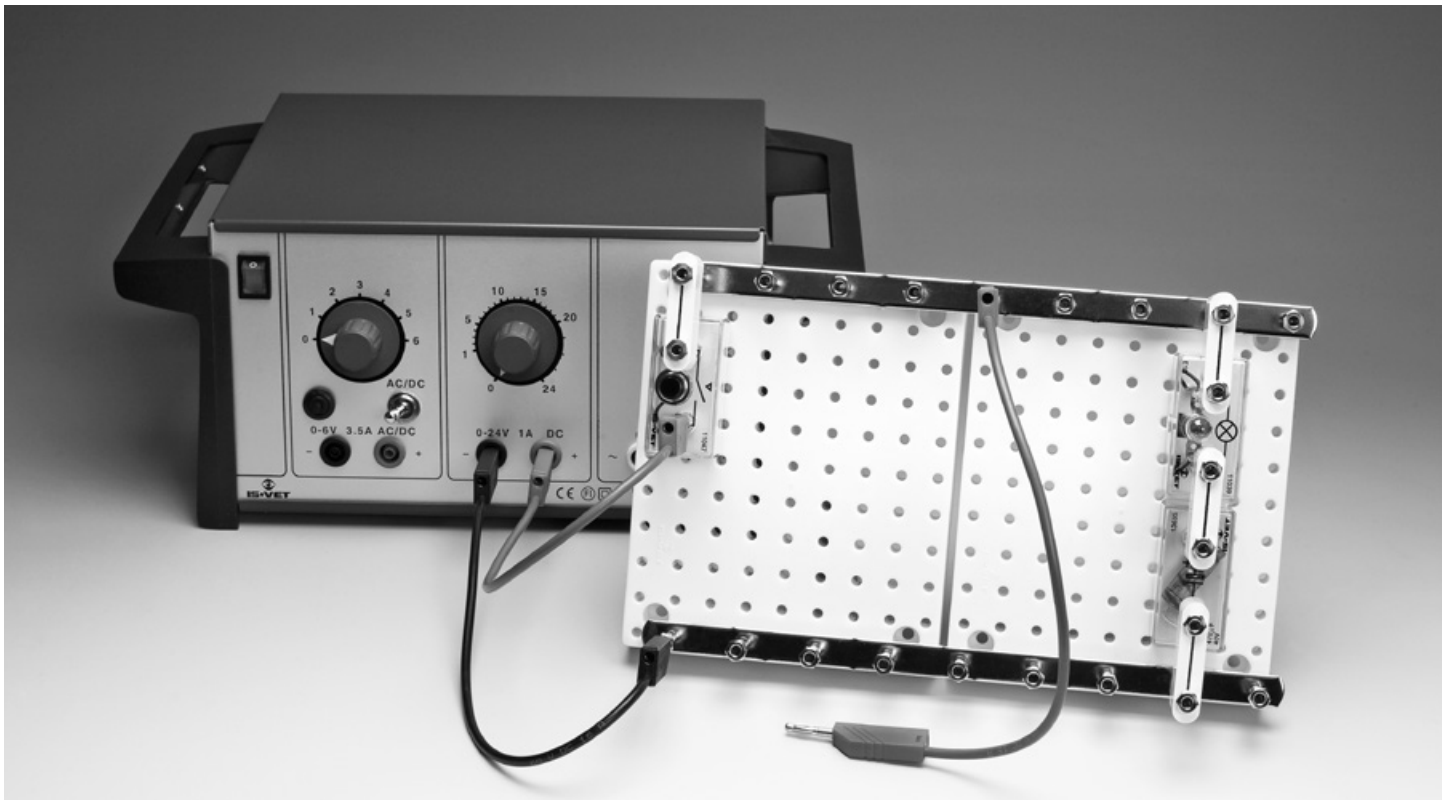


4. Mikä on jännite U_2?



5. Mikä resistanssiarvo pitää säätää vastukseen R_2, jotta sen yli vaikuttava jännite olisi 3 V?





Työssä tutkitaan kondensaattorin latautumista ja purkautumista virtapiirissä. Lataus- ja purkuvirran osoittajana käytetään hehkulamppua.

Päättele kokeen avulla, mikä tehtävä kondensaattorilla on virtapiirissä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

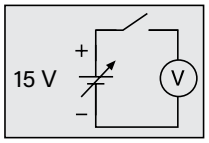
13635 Elektrolyyttikondensaattori 470 µF
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

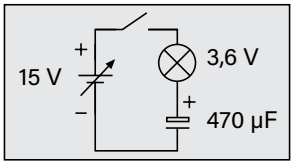
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Säädä virtalähteen jännitteeksi +15 V.

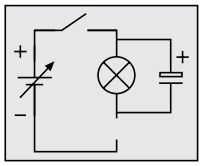


2. Tee kuvan mukainen virtapiiri. HUOMIOI kondensaattorin napaisuus.

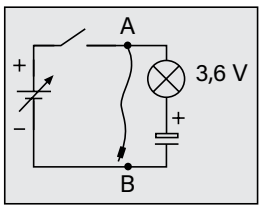


3. Varaa kondensaattori painamalla painonappikytkimestä hetken aikaa. Tarkkaile lamppua.

   Irrota kondensaattori ja kosketa sen pistokkeilla lampun kytkinnapoja. Mitä huomaat?



4. Lisää virtapiiriin johdin kohtaan A. Varaa kondensaattori painamalla kytkintä. Vapauta kytkin ja kosketa johtimen vapaalla päällä välittömästi pistettä B. Mitä havaitset? Miten selität ilmiön?



Havainnot ja päätelmät

3. Kondensaattorin varaaminen _____

_____

_____

_____

Kun kondensaattorilla kosketetaan lampun napoja _____

_____

_____

_____

Kytkintä painettaessa _____

_____

_____

_____

4. Kun johdin kytketään _____

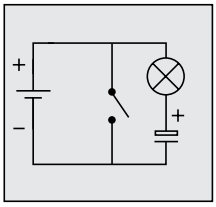
_____

_____

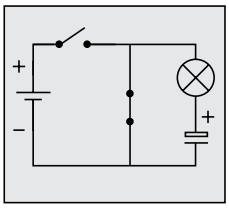
_____

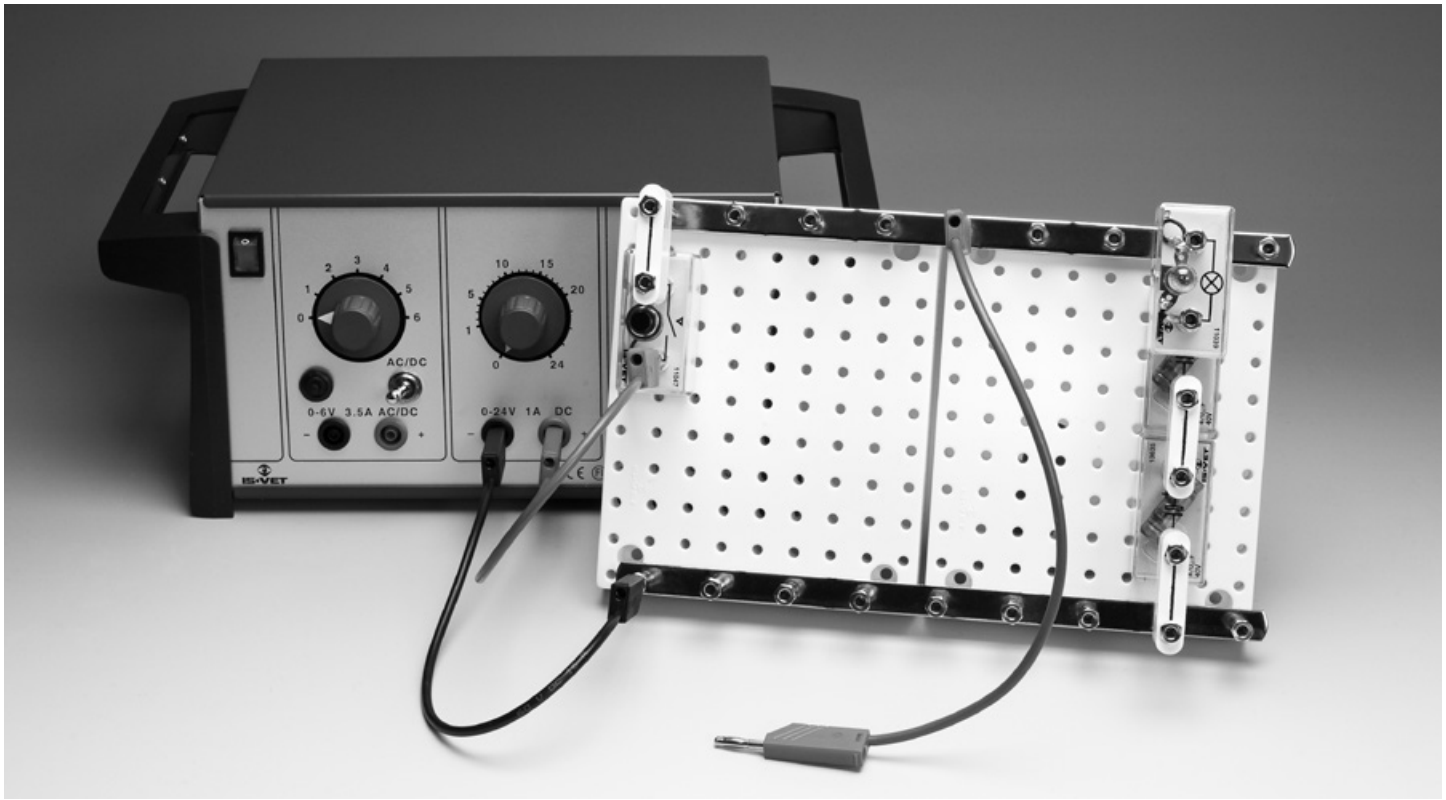
Tehtäviä

1. Mikä tehtävä kondensaattorilla on virtapiirissä?
2. Mikä on kondensaattorin varauskyvyn mittayksikkö?
3. Miksi elektrolyyttikondensaattoreihin on merkitty napaisuus?
4. Piirrä piirikaaviosymboli
   1. Kondensaattori
   2. Elektrolyyttikondensaattori
5. Miten napaisuus otetaan huomioon kondensaattoria kytkettäessä?
6. Mitä tarkoittaa kondensaattorin varautuminen?
7. Piirrä kytkentäkaavioon sähkövirran kulkusuunta
   1. Kondensaattorin varautuessa lampun läpi



   2. Kondensaattorin purkautuessa lampun läpi





Työssä tutkitaan kondensaattorien sarjaankytkennän vaikutusta jännitteen jakautumiseen niiden välillä sekä varautumista. Lataus- ja purkuvirran osoittajana käytetään hehkulamppua.

Selvitä kokeilemalla millainen on sarjaan kytkettyjen kondensaattoreiden kyky varastoida varausta verrattuna yhteen kondensaattoriin.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

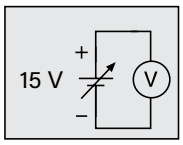
13550 Kondensaattori 0,1 µF
13635 Elektrolyyttikondensaattori 470 µF 2 kpl
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

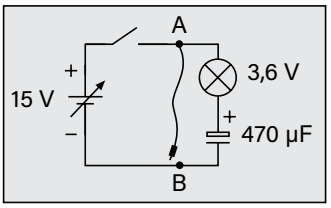
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Säädä virtalähteen jännitteeksi 15 V.

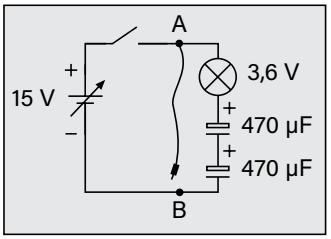


Tee kuvan mukainen kytkentä. Kytke johdin kohtaan A ja jätä sen toinen pää vapaaksi.



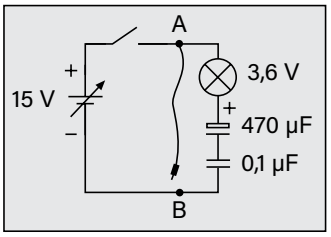
2. Varaa kondensaattori painamalla kytkintä. Vapauta kytkin ja kosketa johtimella pistettä B, jolloin kondensaattori purkautuu. Tarkkaile lamppua.

3. Kytke kaksi 470 µF kondensaattoria sarjaan. Varaa ja pura kondensaattorit kuten aiemmin. Mitä havaitset lampun kirkkaudesta. Mitä voisit päätellä kirkkauden perusteella purkautuneen varauksen suuruudesta?



Varaa kondensaattorit.
Mittaa niiden päiden väliset jännitteet U_1 ja U_2.
Mitä havaitset? Mitä voit jännitteiden perusteella päätellä kondensaattorien varauksesta?

4. Vaihda toinen 470 µF elektrolyyttikondensaattori 0,1 µF kondensaattoriin. Varaa ja pura kondensaattori. Mitä havaitset?



Varaa kondensaattorit ja mittaa jännitteet U_1 ja U_2. Mitä voit päätellä kondensaattorien varauksista?

Havainnot ja päätelmät

2. Kun kytkintä painettiin, lamppu _____

3. Valonvälähdys on _____

Jännite U_1 = _____ ja U_2 = _____

Virtalähteen jännite on ...

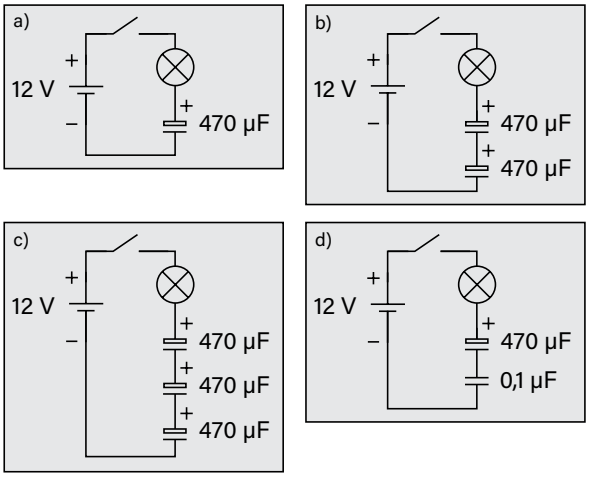
4. Varautumisen tai purkautumisen aikana lamppu _____

470 µF kondensaattorin jännite on _____

Sen sijaan 0,1 µF kondensaattorin jännite on _____

Tehtäviä

1. Missä kytkennässä lamppu välähtää kirkkaimmin, kun kytkin suljetaan?



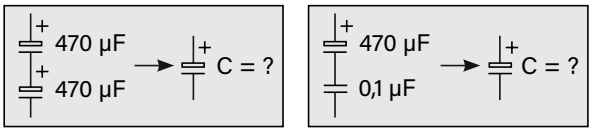
2. Missä edellisen tehtävän kytkennöistä varautuu kondensaattoreihin suurin sähkövaraus?

3. Kuinka suuri kondensaattorien jännite on tehtävän 1 kytkennöissä (b) ja (c)?

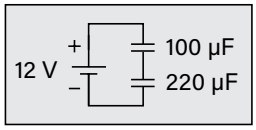
4. Missä tehtävän 1 kytkennässä kondensaattoreihin on varautunut suurin varaus?
Entä pienin?

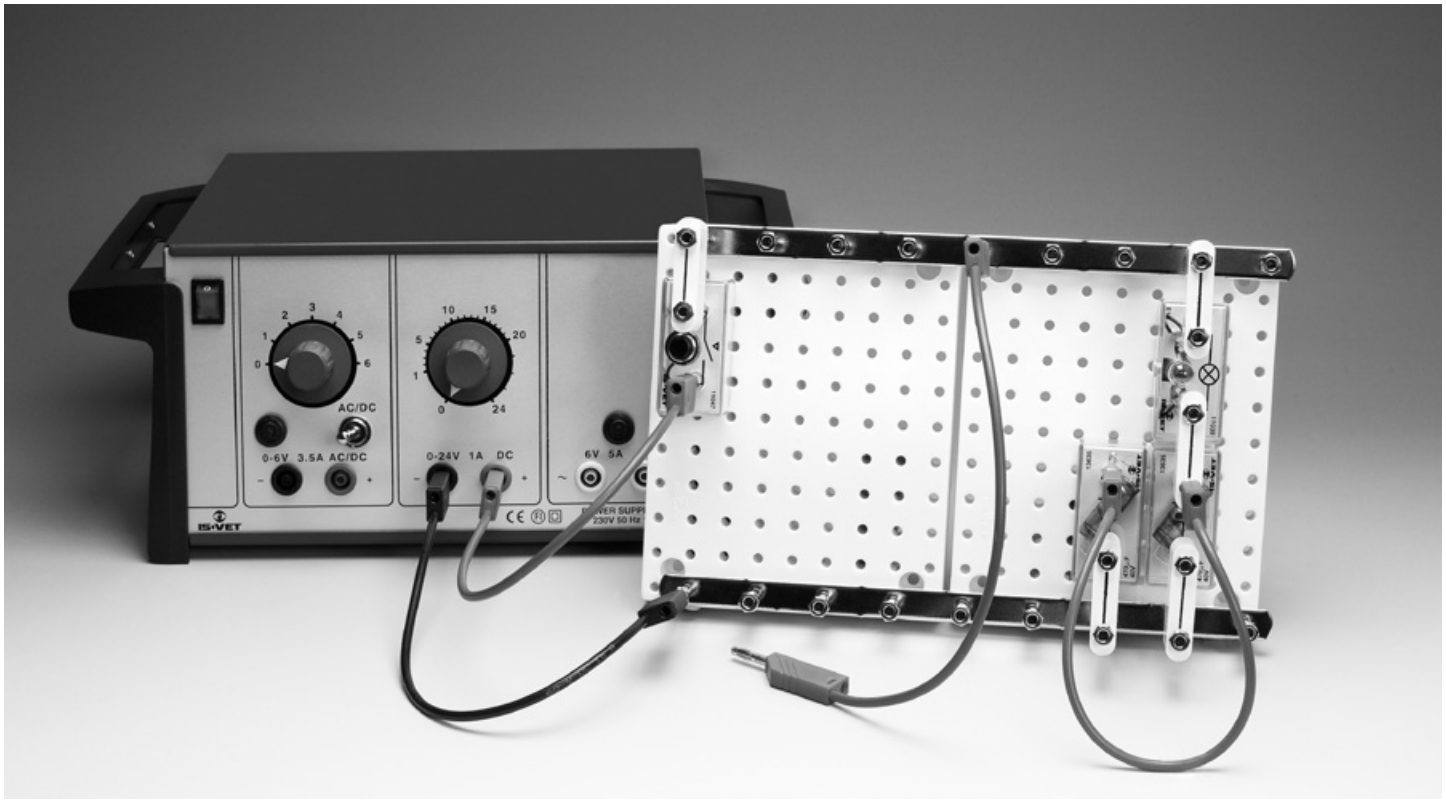
5. Kuinka suurella kondensaattorilla voitaisiin korvata tehtävän 1 kytkennöissä olevat kondensaattorit?

6. Päättele korvaavan kondensaattorin kapasitanssi



7. Laske kondensaattorien jännite.





Työssä tutkitaan kondensaattorien rinnankytkennän vaikutusta niiden kykyyn varautua. Lataus- ja purkuvirran osoittajana käytetään hehkulamppua.

Selvitä kokeilemalla, miten kapasitanssi muuttuu kondensaattorien rinnankytkennässä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

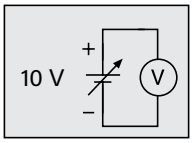
13635 Elektrolyyttikondensaattori 470 µF 2 kpl
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

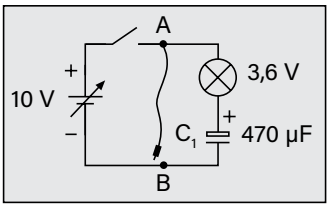
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Säädä virtalähteen jännitteeksi 10 V.

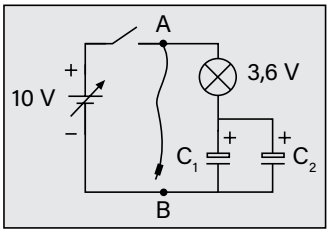


2. Tee kuvan 7 mukainen kytkentä. Kytke johdin kohtaan A ja jätä sen toinen pää vapaaksi.



Varaa kondensaattori painamalla kytkintä. Vapauta kytkin ja kosketa johtimella pistettä B, jolloin kondensaattori purkautuu. Tarkkaile lamppua.

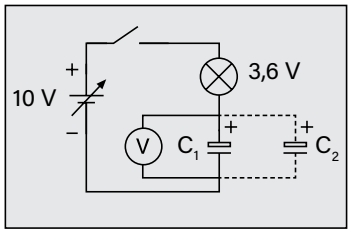
Kytke kondensaattorin rinnalle toinen samanlainen kondensaattori. Varaa ja pura kondensaattorit. Mitä havaitset lampun kirkkaudesta verrattuna edelliseen kokeeseen?



Mitä voisit päätellä kokeittesi perusteella purkautuneiden varausten suuruuksista?

3. Varaa kondensaattorit C_1 ja C_2. Irrota kondensaattori C_2 virtapiiristä. Pura kondensaattorin C1 varaus koskettamalla johtimella pistettä B. Mitä havaitset? Aseta kondensaattori C_2 takaisin paikalleen ja kosketa johtimella pistettä B. Mitä havaitset?

4. Mittaa kondensaattorin C_1 jännitettä ja varaa se. Pura kondensaattorin C_2 varaus koskettamalla sen navoilla metallikiskoa ja kytke se kuvan mukaisesti. Mitä havaitset?



Pura kondensaattori C_2 uudestaan koskettamalla sillä virtakiskoa ja kytke se takaisin C_1:n rinnalle. Mitä havaitset?

Havainnot ja päätelmät

2. Kun kondensaattorin C_1 rinnalle kytkettiin kondensaattori C_2, lamppu _____

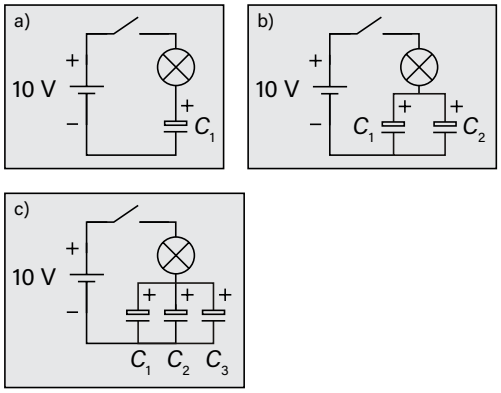
3. Kun kytkintä painettiin, lamppu _____.
   Kun C_2 oli irrotettu ja kondensaattorin C_1 varaus purettiin johtimella, lamppu _____.
   Kun C_2 asetettiin takaisin ja sen varaus purettiin johtimella

4. Kondensaattorin jännite oli varauksen jälkeen 10 V. Kun toinen samanlainen varautumaton kondensaattori kytkettiin sen rinnalle _____

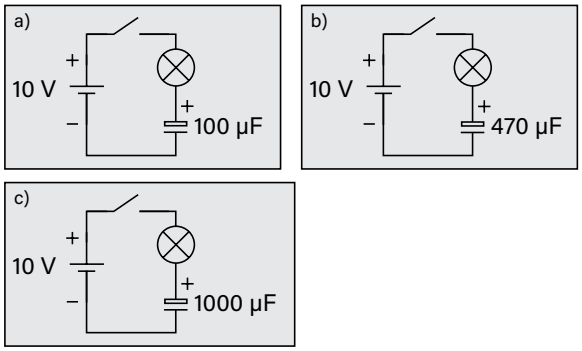
   Kun kondensaattori C_2 purettiin ja kytkettiin takaisin C_1: rinnalle _____

Tehtäviä

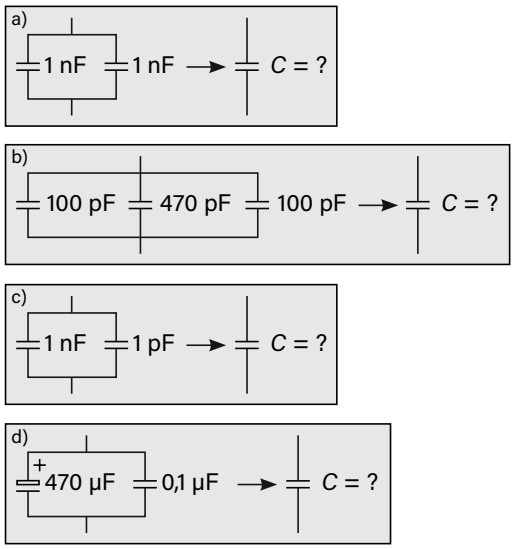
1. Missä kytkennässä lamppu välähtää kirkkaimmin kondensaattorin tai kondensaattorien varautuessa? Perustele vastaus.
   $C_1 = C_2 = C_3 = 470$ µF



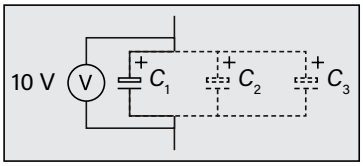
2. Missä kytkennässä lamppu välähtää kirkkaimmin kondensaattorin varautuessa?

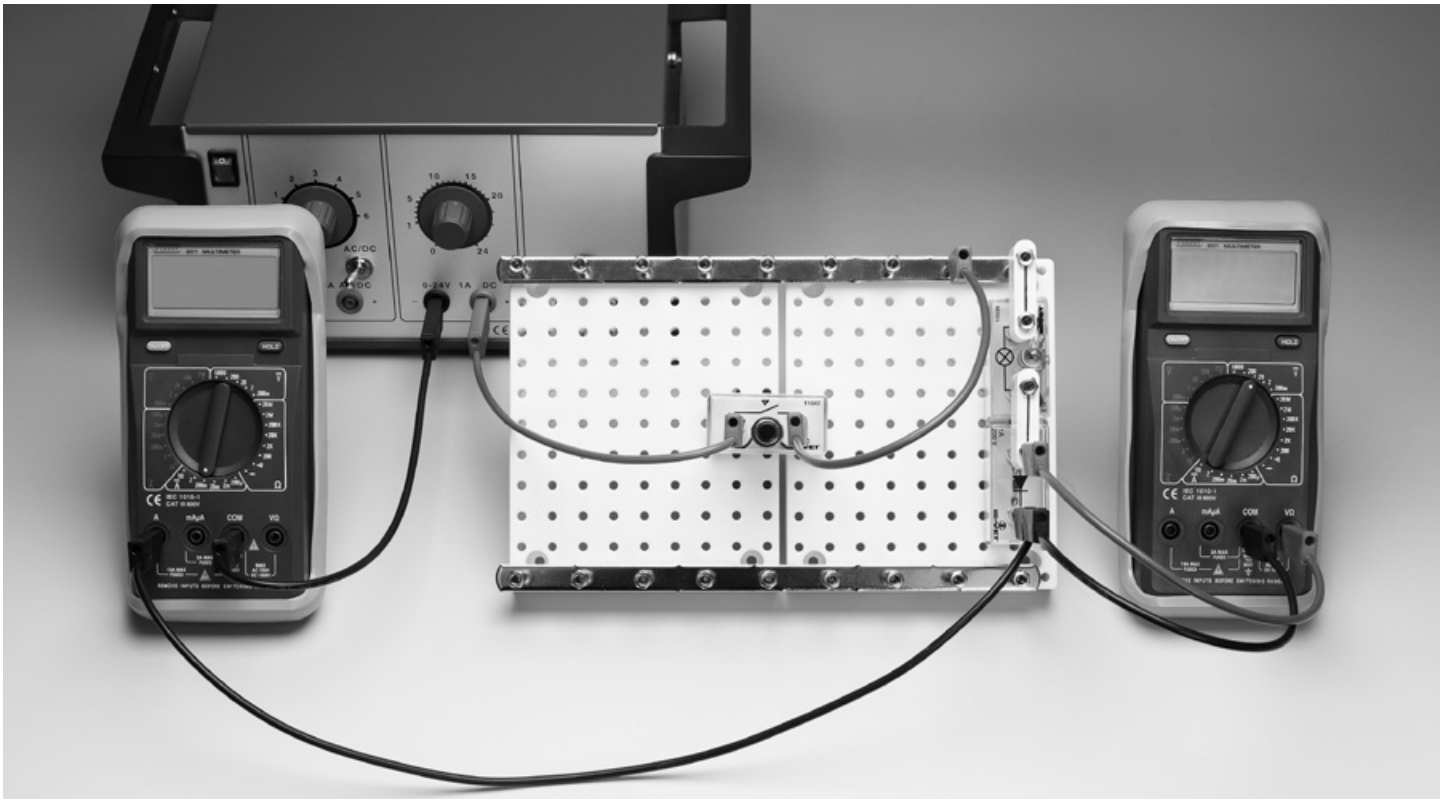


3. Kuinka suurella kondensaattorilla rinnankytketyt kondensaattorit voi korvata?



4. Varatun kondensaattorin C_1 rinnalle kytketään varautumaton samanlainen kondensaattori C_2. Kuinka suurta jännitettä mittari näyttää kytkennän jälkeen? Entä jos rinnalle kytketään kaksi varautumatonta kondensaattoria?





Työssä tutustutaan erilaisiin diodeihin tasasuuntaavana komponenttina.

Tutki kokeilemalla erilaisten diodien toimintaa.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

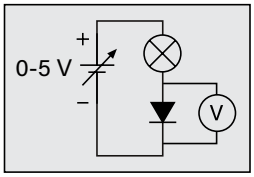
16037	Piidiodi 1 A, 200 V
16035	Zenerdiodi 3,6 V 5 W
12054	Hohtodiodi, punainen
13160	Vastus 220 Ω, 4 W
11039	Lampun alusta
23013	Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

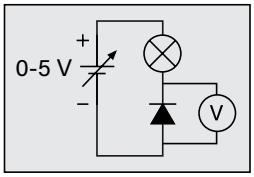
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

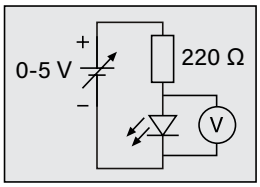
1. Rakenna oheinen virtapiiri. Säädä jännite nollasta viiteen volttiin. Kuinka suuri jännite tarvitaan, ennen kuin sähkövirta kulkee diodin läpi?



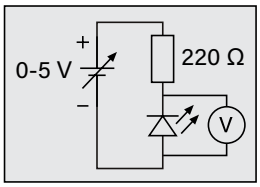
   Käännä diodi ja toista koe. Mitä havaitset?



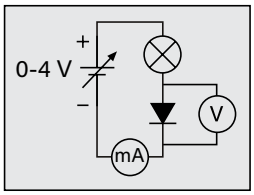
2. Rakenna virtapiiri, jossa etuvastus rajoittaa hohtodiodille menevää sähkövirtaa. Kuinka suuri jännite tarvitaan, jotta diodi johtaisi sähkövirtaa?



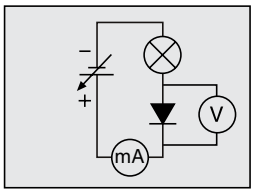
   Käännä diodi ja toista koe. Mitä havaitset?



3. Tutki diodin yli vaikuttavan jännitteen ja sen läpi kulkevan sähkövirran riippuvuutta. Mittaa aluksi myötäsuuntaisen jännitteen ja sähkövirran riippuvuus 0,1 V välein. Lopeta mittaus, kun virta on 300 mA.



   Vaihda virtalähteen navat ja tutki estosuuntaisen jännitteen ja sähkövirran riippuvuus.



   Piirrä havainnoista koordinaatistoon diodin jännite – virta -ominaiskäyrä.

4. Mittaa zenerdiodin ominaiskäyrä.

5. Mittaa diodin kynnysjännite yleismittarilla.

Havainnot ja päätelmät

1. Sähkövirta alkoi kulkea, kun diodin yli vaikuttava jännite oli

   _____

   _____

   _____

   Kun diodi käännettiin toisinpäin _____

   _____

   _____

   _____

2. Sähkövirta alkoi kulkea, kun diodin jännite oli _____

   _____

   _____

   _____

   Kun diodi käännettiin toisinpäin _____

   _____

   _____

   _____

Tehtäviä

1. Piirrä

   a) diodin

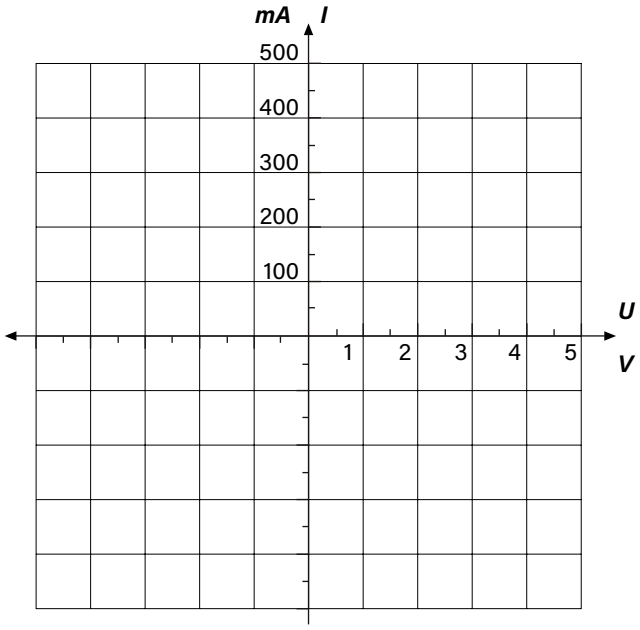
   b) hohtodiodin ja

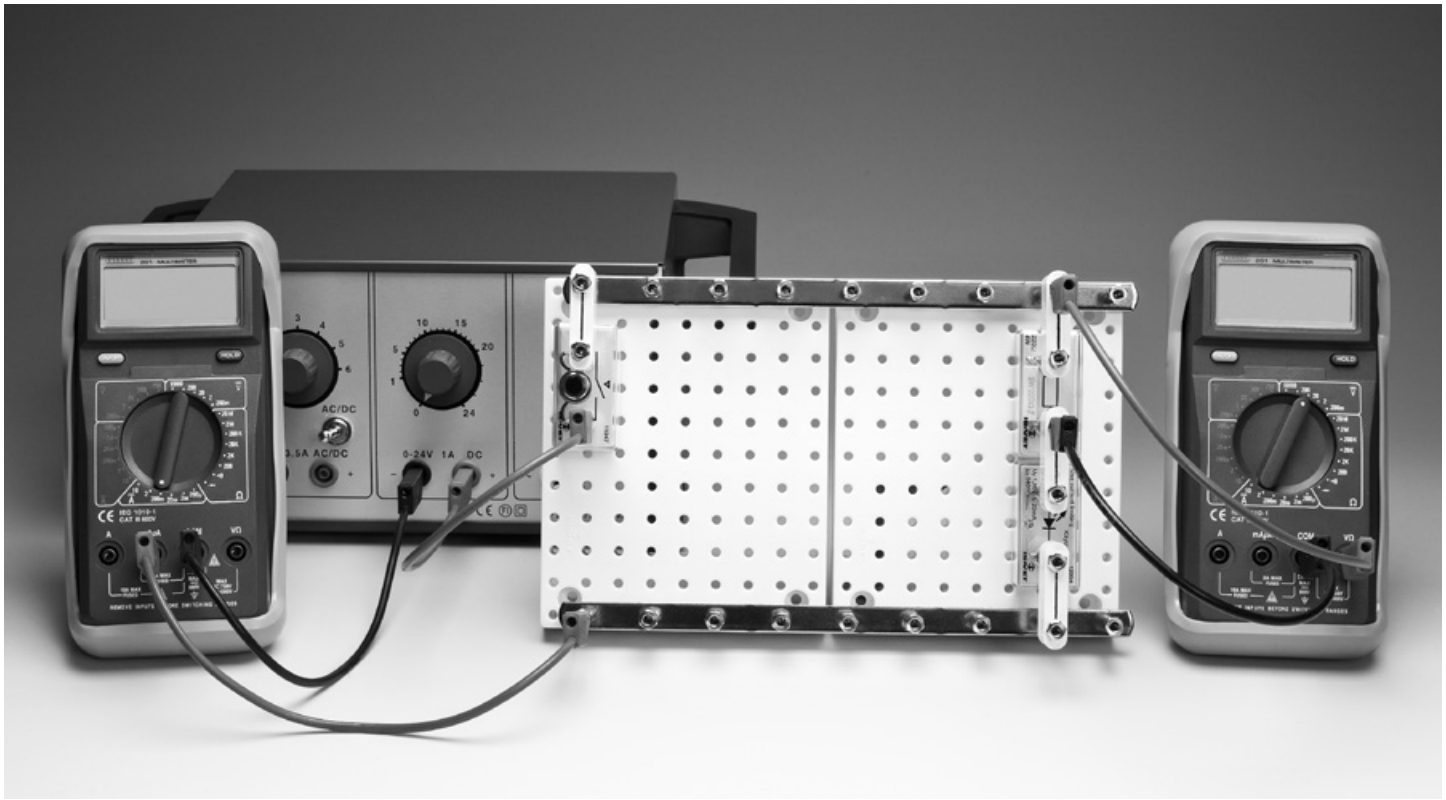
   c) zenerdiodin piirikaaviosymboli,

   ja merkitse, mihin suuntaa sähkövirta kulkee diodin läpi.

2. Mitä tarkoittaa kynnysjännite?

U (V)	I_{Diodi} (mA)	U (V)	I_{Zener} (mA)





Työssä mitoitetaan LED-valolle sopiva etuvastus.

Rakenna LED-valo ja mitoita tarvittava etuvastus.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

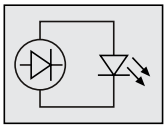
12054	Hohtodiodi, punainen
13160	Vastus 220 Ω, 4 W 2kpl
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari
	Johtimia

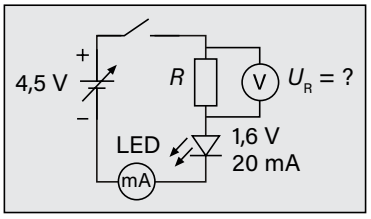
Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Mittaa yleismittarin diodimittausalueella, mikä on LED:n kynnysjännite, jota laskelmissa voidaan pitää samana kuin diodin jännitehäviötä.



2. LED kestää 20 mA:n sähkövirran. Sähkövirtaa rajoitetaan etuvastuksella.

   Päättele, kuinka suuri jännitehäviö kuvan vastuksessa tapahtuu.



   Laske virtapiirissä kulkevan sähkövirran ja vastuksen jännitehäviön perusteella etuvastuksen resistanssi. Käytä ohmin lakia.

3. Kokoa kytkentä ja vertaa todellisia jännitehäviöitä ja sähkövirtaa laskelmissa käytettyihin arvoihin.

Havainnot ja päätelmät

1. Diodin kynnysjännite on _____

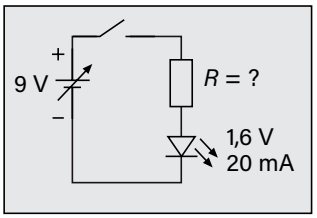
2. Etuvastuksen jännitehäviö on _____

3. Etuvastuksen resistanssi on _____

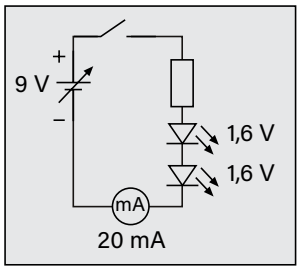
Tehtäviä

1. Laske etuvastuksen arvo, kun virtapiirissä on

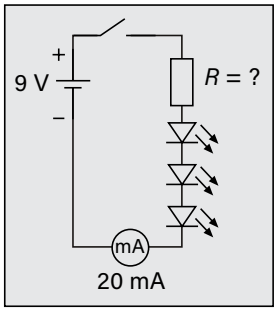
   1. Yksi hohtodiodi



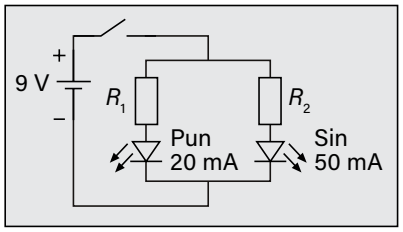
   2. Kaksi hohtodiodia

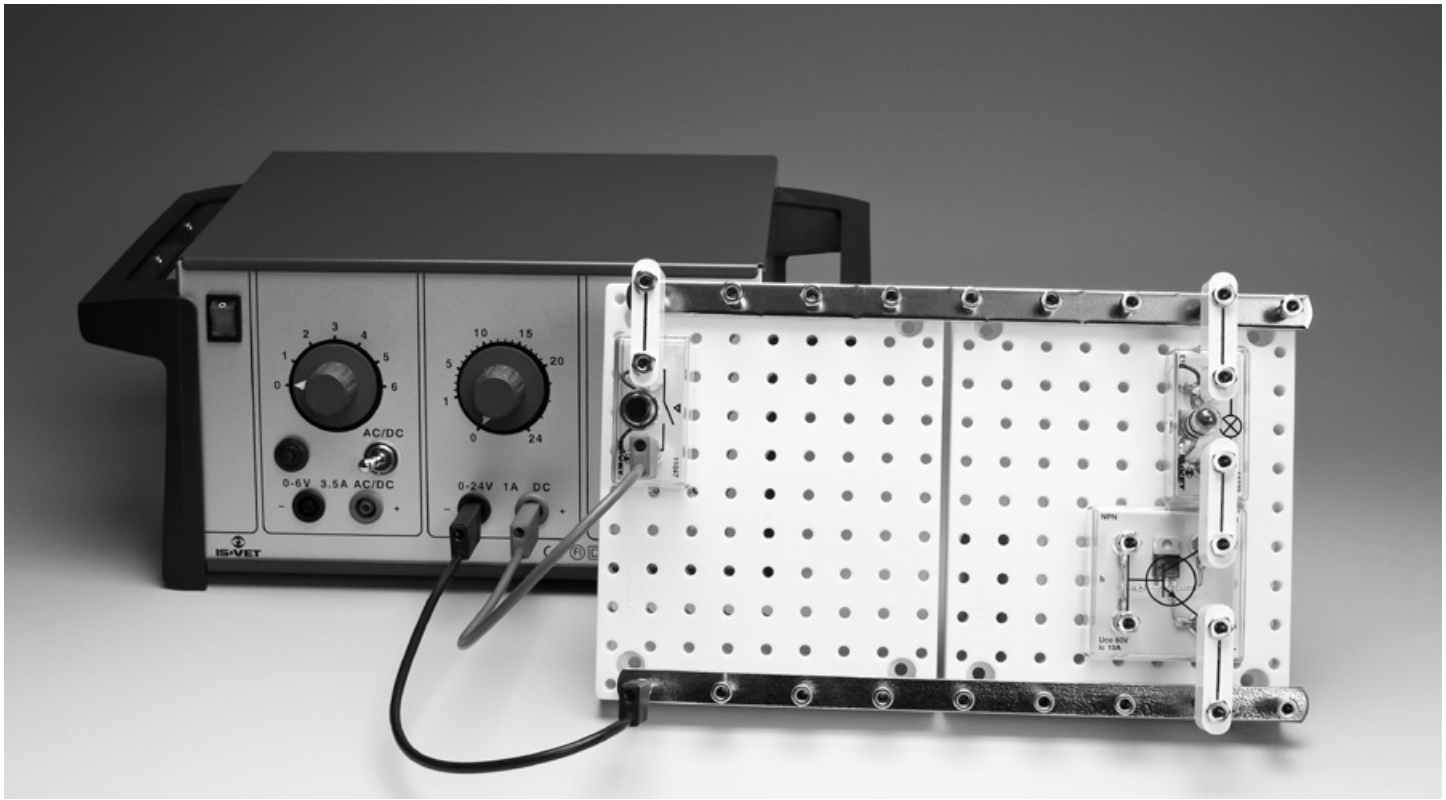


2. Punaisessa diodissa tapahtuu 1,6 V, sinisessä 3,2 V ja vihreässä 2,6 V jännitehäviö. Millainen etuvastus tarvitaan?



3. Laske etuvastusten R1 ja R2 arvot. Hohtodiodien jännitehäviöt ovat samat kuin edellisessä tehtävässä.





Työssä tutkitaan, mihin suuntaa transistorin kanta-emitteri-kollektori –liitokset johtavat sähkövirtaa ja opetellaan tutkimaan transistorin kunto yleismittarilla.

Tutki kokeilemalla, mihin suuntaan kanta-kollektori ja kanta-emitteri liitokset johtavat virtaa NPN- ja PNP transistoreissa.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

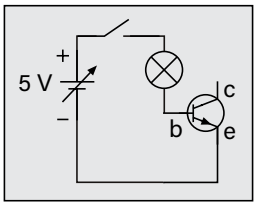
15043 Transistori NPN
15042 Transistori PNP
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

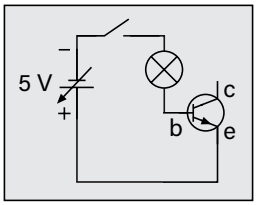
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

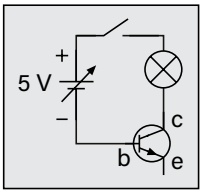
1. Tee kuvan mukainen virtapiiri. Tutki, kulkeeko sähkövirta transistorin kannalta b emitterille e.



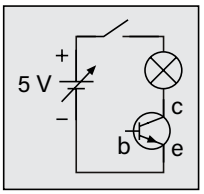
Vaihda virtalähteen navat toisinpäin. Kokeile kulkeeko sähkövirta emitteriltä e kannalle b.



2. Tutki vastaavalla tavalla, kulkeeko sähkövirta kannalta b kollektorille c tai päinvastoin.



3. Tutki vielä, kulkeeko sähkövirta kollektorilta c emitterille e tai päinvastoin.



4. Tee vastaavat tutkimukset PNP-transistorilla.

5. Irrota transistorit virtapiiristä ja tutki virran kulkusuunta yleismittarin dioditestauksella.

Havainnot ja päätelmät

NPN-transistori

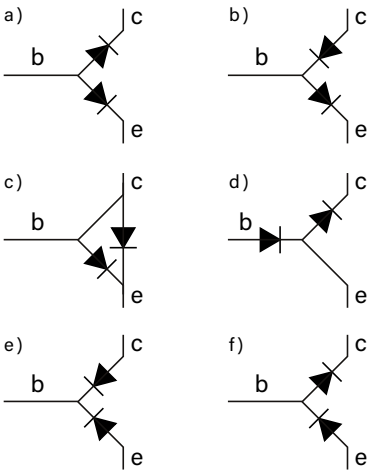
Sähkövirran kulkusuunta	***Johtaa / ei johda***	***Dioditestaus***
b -> e		
e -> b		
b -> c		
c -> b		
c -> e		
E -> c		

PNP-transistori

Sähkövirran kulkusuunta	***Johtaa / ei johda***	***Dioditestaus***
b -> e		
e -> b		
b -> c		
c -> b		
c -> e		
e -> c		

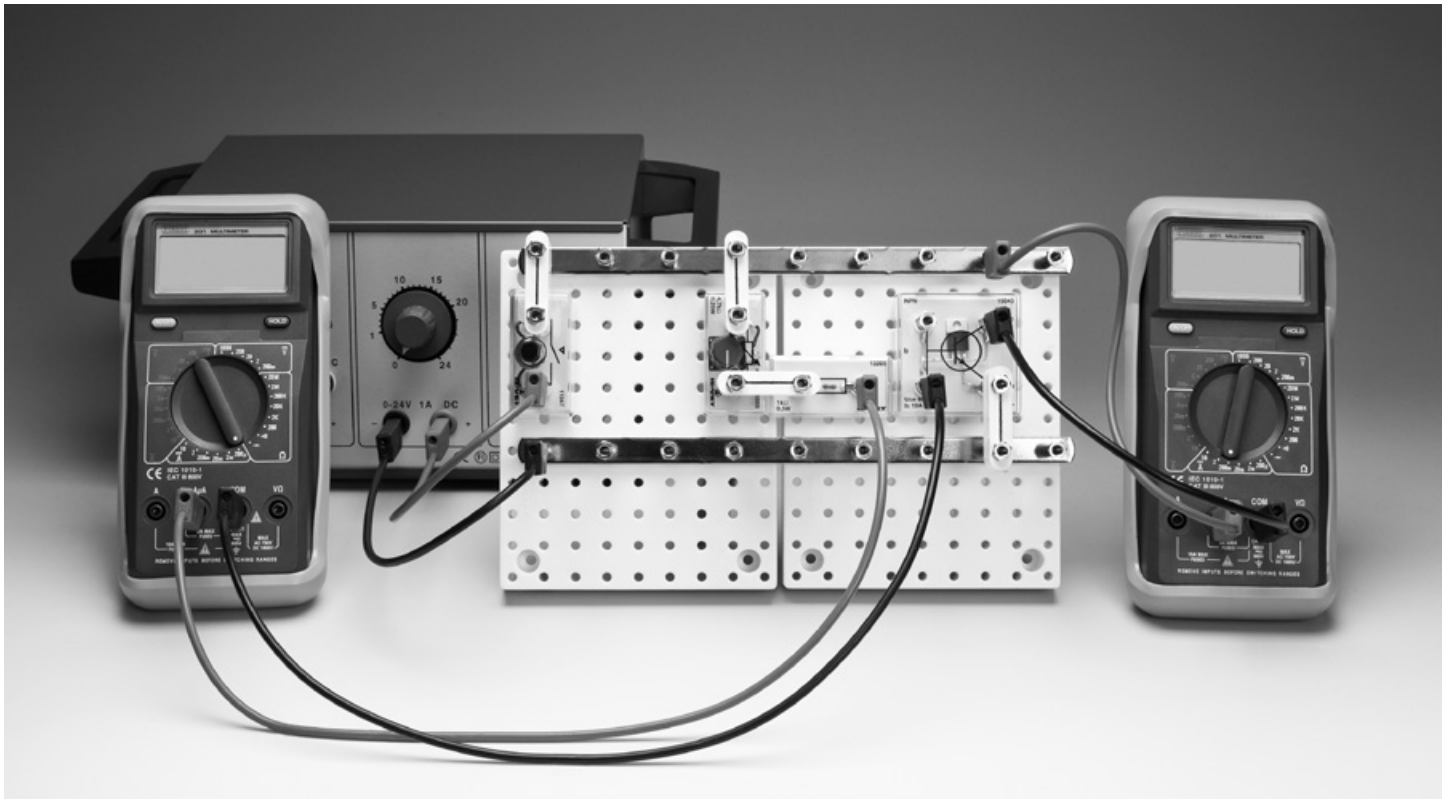
Tehtäviä

1. Mikä oheisista diodikytkennöistä vastaa sähkönjohtavuudeltaan NPN-transistoria? Perustele.
2. Mikä oheisista diodikytkennöistä vastaa toiminnaltaan PNP-transistoria? Perustele.



3. NPN-transistorin kuntoa tutkittiin dioditestausmittauksella ja saatiin taulukon mukaiset tulokset. Onko transistori kunnossa? Perustele.

Sähkövirran kulkusuunta	***Dioditestaus Johtaako?***
b -> e	
e -> b	
b -> c	
c -> b	
c -> e	
e -> c	



Työssä määritetään transistorin tasavirtavahvistuskerroin.

Tutki transistorin kannalle tulevan sähkövirran vaikutusta kollektorin ja emitterin väliseen sähkövirtaan.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

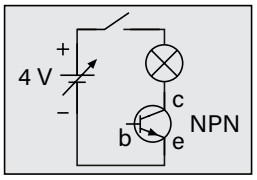
15043 Transistori NPN
15042 Transistori PNP
13205 Vastus 1 kΩ, 0,5 W
13160 Vastus 220 Ω
13355 Säätövastus 4,7 kΩ
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

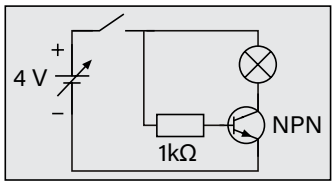
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari 2 kpl
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

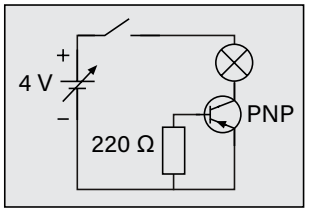
1. Tee oheinen kytkentä. Johtaako transistori sähköä kollektorilta emitterille?



Ohjaa heikko sähkövirta transistorin kannalle 1 kΩ vastuksen kautta. Mitä havaitset?



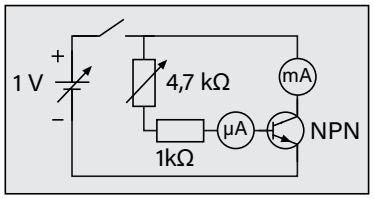
2. Vaihda transistorin tilalle PNP transistori. Mitä havaitset?



Muuta kytkentä oheisen kuvan mukaiseksi. Mitä havaitset?

Vaihda 220 Ω vastuksen tilalle 1 kΩ vastus. Vertaa transistorien kykyä vahvistaa sähkövirtaa?

3. Tutki transistorin kantavirrassa tapahtuvien muutosten vaikutusta kollektorivirtaan.



Kokoa oheinen kytkentä.

Säädä virtalähteen jännitteeksi 1,0 V.

Aseta kantavirtaa mittaavan mittarin alueeksi µA (mikroampeeri).

Aseta kollektorivirtaa mittaavan mittarin alueeksi mA (milliampeeri).

Säädä kantavirta 10µA:n välein. Mittaa vastaavat kollektorivirrat. Kirjoita havainnot taulukkoon. Päättele taulukosta, kuinka moninkertaisena kantavirran muutos näkyy kollektorivirrassa.

Havainnot ja päätelmät

1. Heikko kantavirta _____

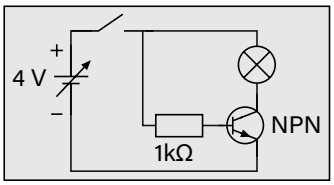
2. PNP-transistorin vaihtamisen _____

3.

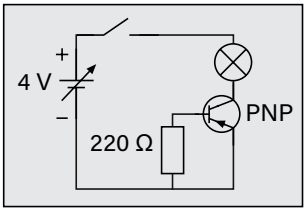
Kantavirta I_{BE} (µA)	*Kollektorivirta I_{CE} (mA)*	*Tasavirtavahvistuskerroin $h_{FE} = I_{CE} / I_{BE}$*

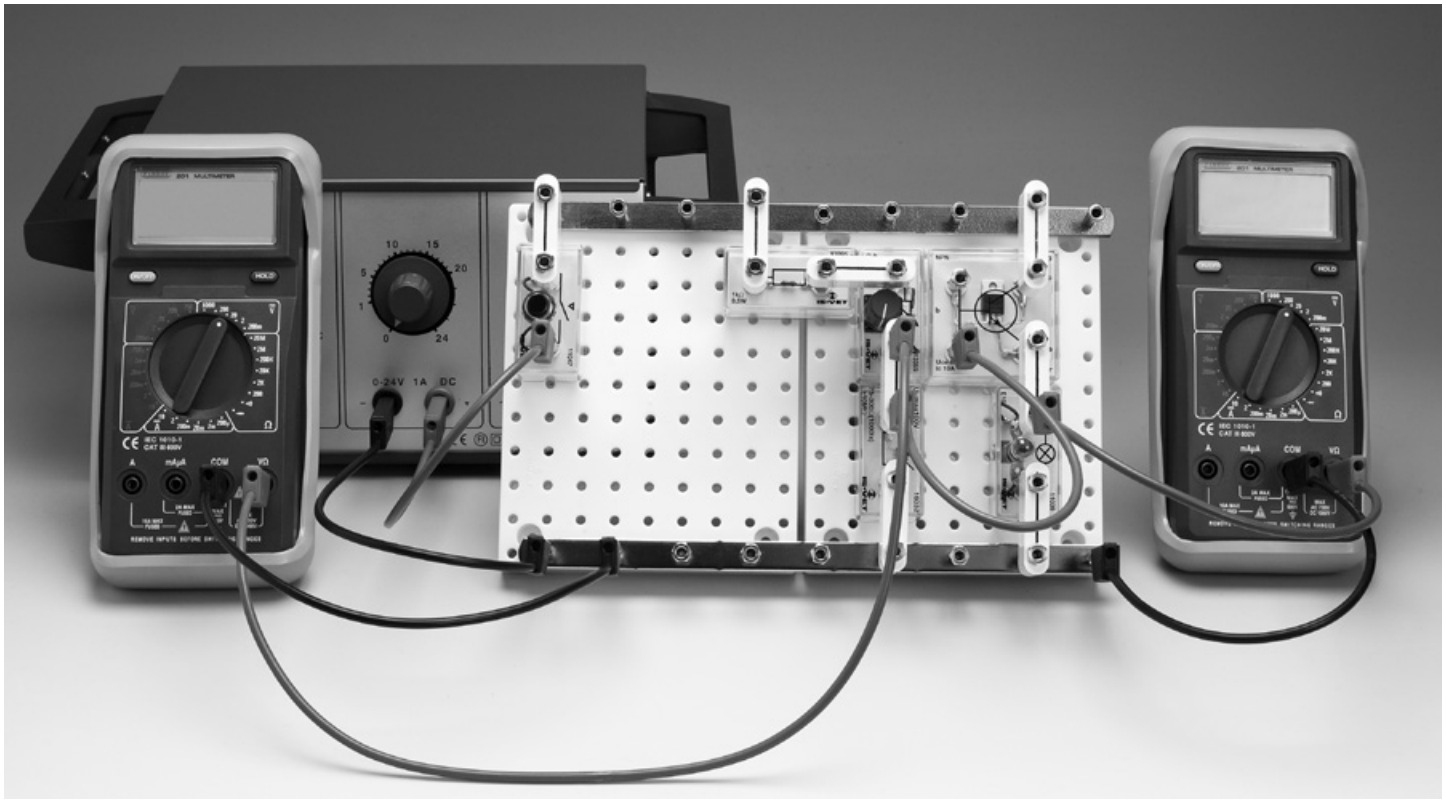
Tehtäviä

1. Piirrä kuvaan kantavirran ja kollektori-emitteri-virran suunnat.



2. Piirrä kuvaan kantavirrran ja kollektori-emitteri-virran suunnat.





Työssä rakennetaan LDR-vastuksesta ja transistorista valokytkin.

Rakenna NPN-transistoria ja LDR-vastusta käyttäen hämäräkytkin, joka sytyttää valon pimeässä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

15043 Transistori NPN
13205 Vastus 1 kΩ, 0,6 W
13355 Säätövastus 4,7 kΩ
16032 Valovastus, suojakotelossa
11039 Lampun alusta
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

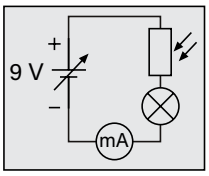
Lisäksi tarvitaan

15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari 2 kpl
Johtimia

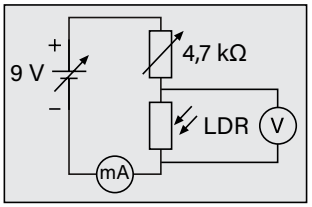
Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Kokoa kuvan mukainen virtapiiri.

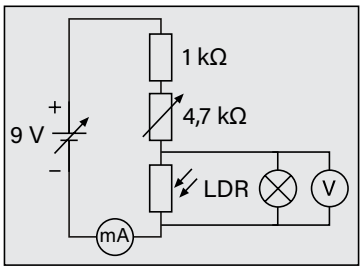
   Saatko lampun syttymään?
   Muuttuuko sähkövirta, kun valovastus peitetään.



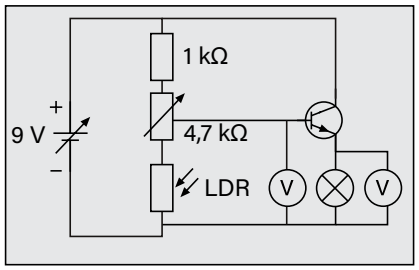
2. Muuta kytkentä kuvan mukaiseksi jännitteenjakajaksi. Tutki, miten valaistuksen muuttuminen vaikuttaa ulostulojännitteeseen.



   Säädä ulostulojännite huoneenvalaistuksessa 4,5 voltiksi.
   Kytke LDR-vastuksen rinnalle lamppu.
   Mitä havaitset? Selitä.



3. Muuta kytkentää. Kytke jännitteenjakajan ulostulo emitteriseuraajan kannalle kuvan mukaisesti. Viritä kytkin, siten että lamppu ei aivan syty huoneenvalossa. Pimennä LDR-vastus. Selitä, mitä tapahtuu?



Havainnot ja päätelmät

1. Lamppu _____

   _____

   Sähkövirta _____

   _____

2. LDR-vastuksen valaiseminen _____

   _____

   _____

   _____

   Kun lamppu kytketään LDR-vastuksen rinnale jännitteen-

   jakaja ulostuloon , _____

   _____

   _____

   _____

3. Kun jännitteenjakajan ulostuloon kytketään emitteriseuraaja,

   jonka kuormana lamppu on, _____

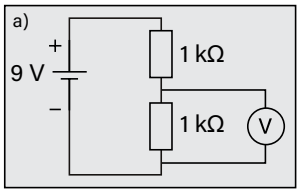
   _____

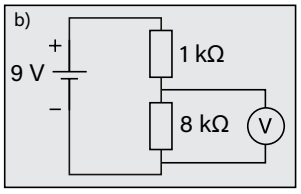
   _____

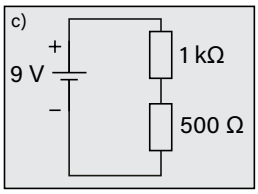
   _____

Tehtäviä

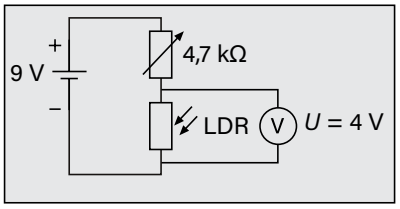
1. Mikä on jännitteenjakajan ulostulojännite?







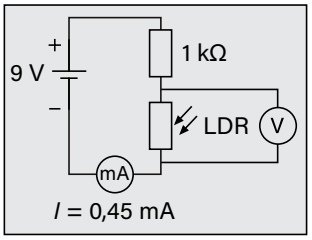
2. Mitä tapahtuu LDR-vastuksen resistanssille, kun sitä valaistaan?



3. Jännitteenjakajan ulostulojännite huoneenvalaistuksessa on 4V. Mitä jännitteelle tapahtuu, kun LDR-vastusta valaistaan?

4. Mitä tapahtuu LDR-vastuksen resistanssille, kun sitä pimennetään?

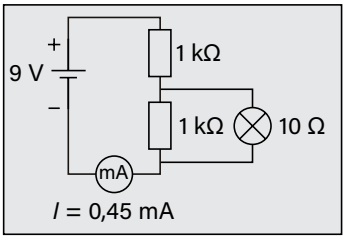
5. Jännitteenjakajan ulostulojännite huoneenvalaistuksessa on 4V. Mitä jännitteelle tapahtuu, kun LDR-vastusta pimennetään?



6. LDR-vastuksen resistanssi on n. 1kΩ. Virtapiirissä kulkee n. 4,5mA:n sähkövirta. Mikä on jännitteenjakajan ulostulojännite?

7. Kuinka suuren sähkövirran täytyy kulkea lampun läpi, jotta se hehkuisi?

8. Kuinka suuri sähkövirta lampun läpi enintään kulkee, kun se kytketään LDR-vastuksen rinnalle?



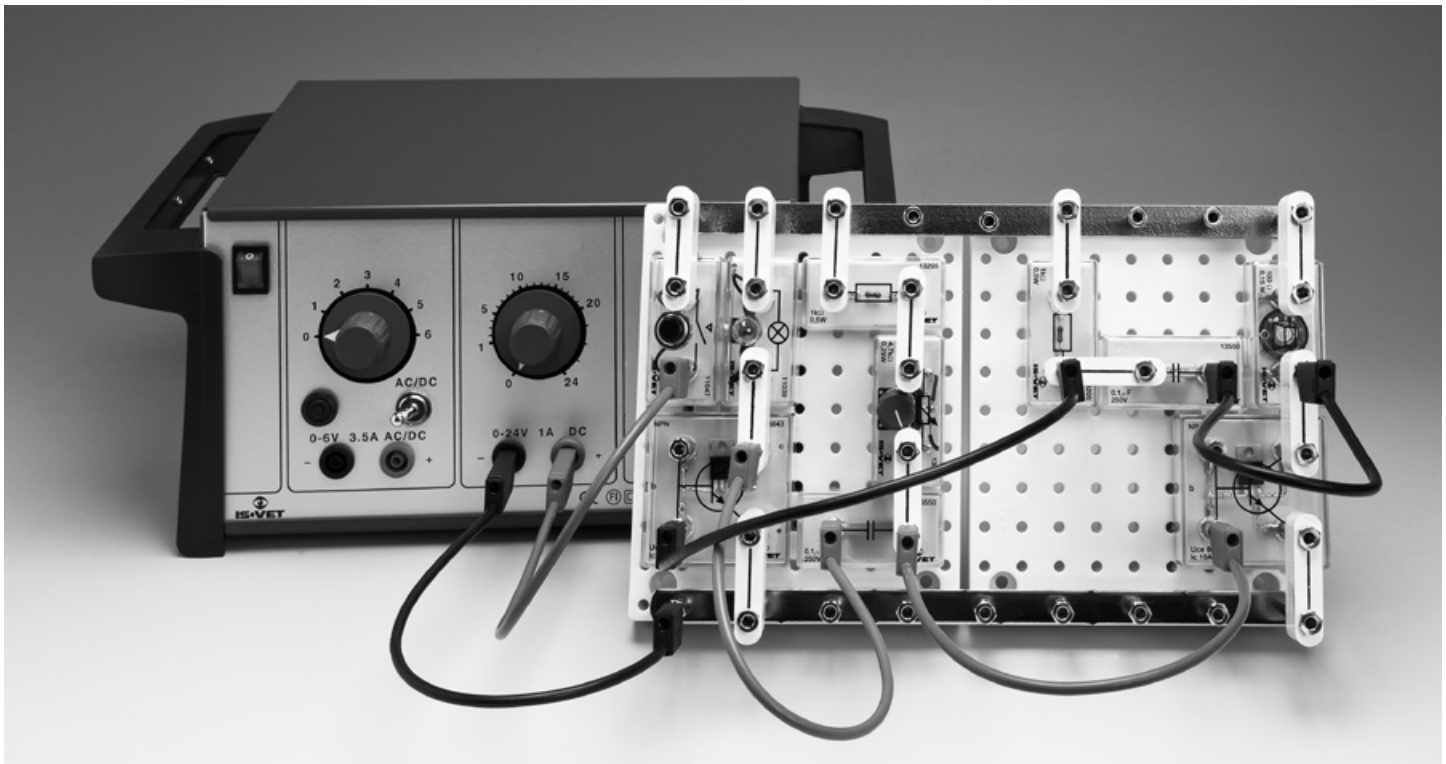
9. Miksi lamppu ei hehku?

10. Kuinka suuri jännitehäviö lampussa tapahtuu?

11. Mikä on jännitteenjakajan ulostulojännite lampulla kuormitettuna?

12. Miksi emitteriseuraaja ei kuormita jännitteenjakajaa liikaa?

13. Miksi lamppu sammuu, kun valaistus on tarpeeksi kirkas?



Työssä rakennetaan vilkkuvalo, jonka värähtelytaajuus nostetaan kuuluvaksi äänitaajuuksilla.

Rakenna vilkkuvalo ja selvitä sen toimintaa.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

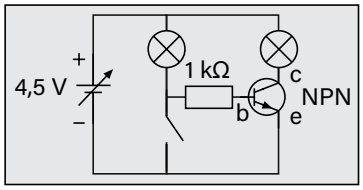
15043 Transistori NPN 2 kpl
13205 Vastus 1 kΩ, 0,6 W, 2 kpl
13355 Säätövastus 4,7 kΩ
13550 Kondensaattori 0,1 µF, 2 kpl
13635 Elektrolyyttikondensaattori 470 µF, 2 kpl
11039 Lampun alusta, 2 kpl
23013 Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA, 2 kpl
15044 Kaiutin
11047 Painonappikytkin
11061D Kytkentäalusta 2 kpl
11058 Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

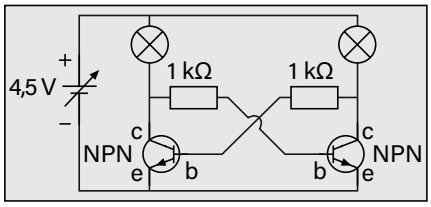
15020 Oppilasvirtalähde
19031 Yleismittari
Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

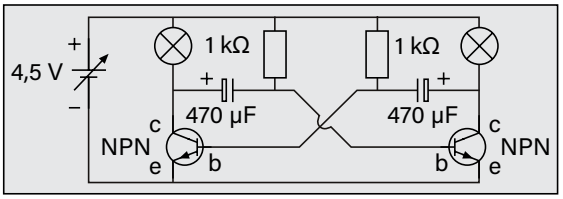
1. Rakenna oheinen transistorikytkimen virtapiiri. Mitä vaikutusta kytkimen sulkemisella on?
Selitä havaintosi.



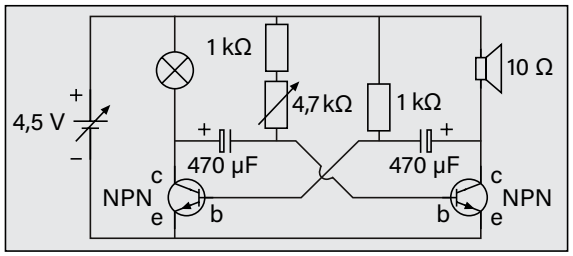
2. Rakenna toinen kytkin. Yhdistä kytkimet kuvan mukaiseksi virtapiiriksi. Mikä vaikutus kytkimien painamisella nyt on? Selitä.



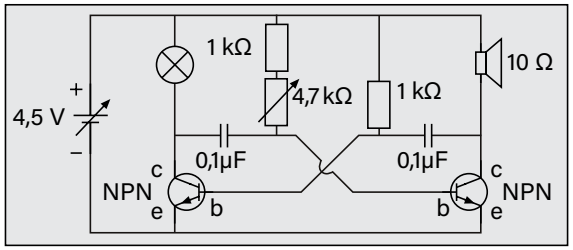
3. Muuta kytkentä kuvan mukaiseksi. Huomaa, että kollektorin ja kannan väliin kytketään kondensaattori, joka varautuu, kun transistori ei johda sähkövirtaa ja purkautuu vastuksen kautta transistorin johtaessa. Miksi kondensaattorin purkautuminen saa lamput vilkkumaan?



4. Kytke 1 kΩ vastuksen kanssa sarjaan säätövastus ja vaihda toisen lampun tilalle kaiutin. Mitä havaitset?



5. Vaihda kondensaattorit pienempiin. Selitä, miten ääni syntyy. Kokeile säätövastuksen vaikutusta värähtelytaajuuteen.



Havainnot ja päätelmät

1. Kun kytkin oli avoin, _____

   _____

   _____

   _____

   Kun kytkin suljettiin, _____

   _____

   _____

   _____

2. Transistorin kannan kytkeminen maan potentiaaliin _____

   _____

   _____

   _____

3. Kondensaattori varautuu vähitellen vastuksen läpi kulkevan sähkövirran vaikutuksesta. Varautumisen vaikutuksesta

   _____

   _____

   _____

4. Kaiutin _____

   _____

   _____

   _____

5. Kondensaattorien kapasitanssin pienentäminen _____

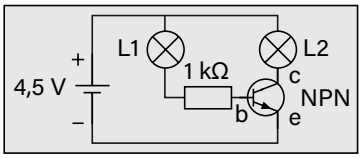
   _____

   _____

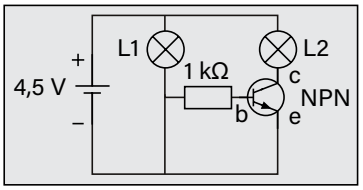
   _____

Tehtäviä

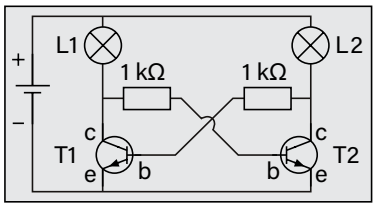
1. Mikä lamppu palaa? Perustele.



2. Mikä lamppu palaa? Perustele.



3. Mikä lamppu palaa? Perustele.



4. Valitse komponentit (1 kΩ, 5 kΩ, 10 kΩ, 470 µF, 1 µF, 0,1 µF), joilla

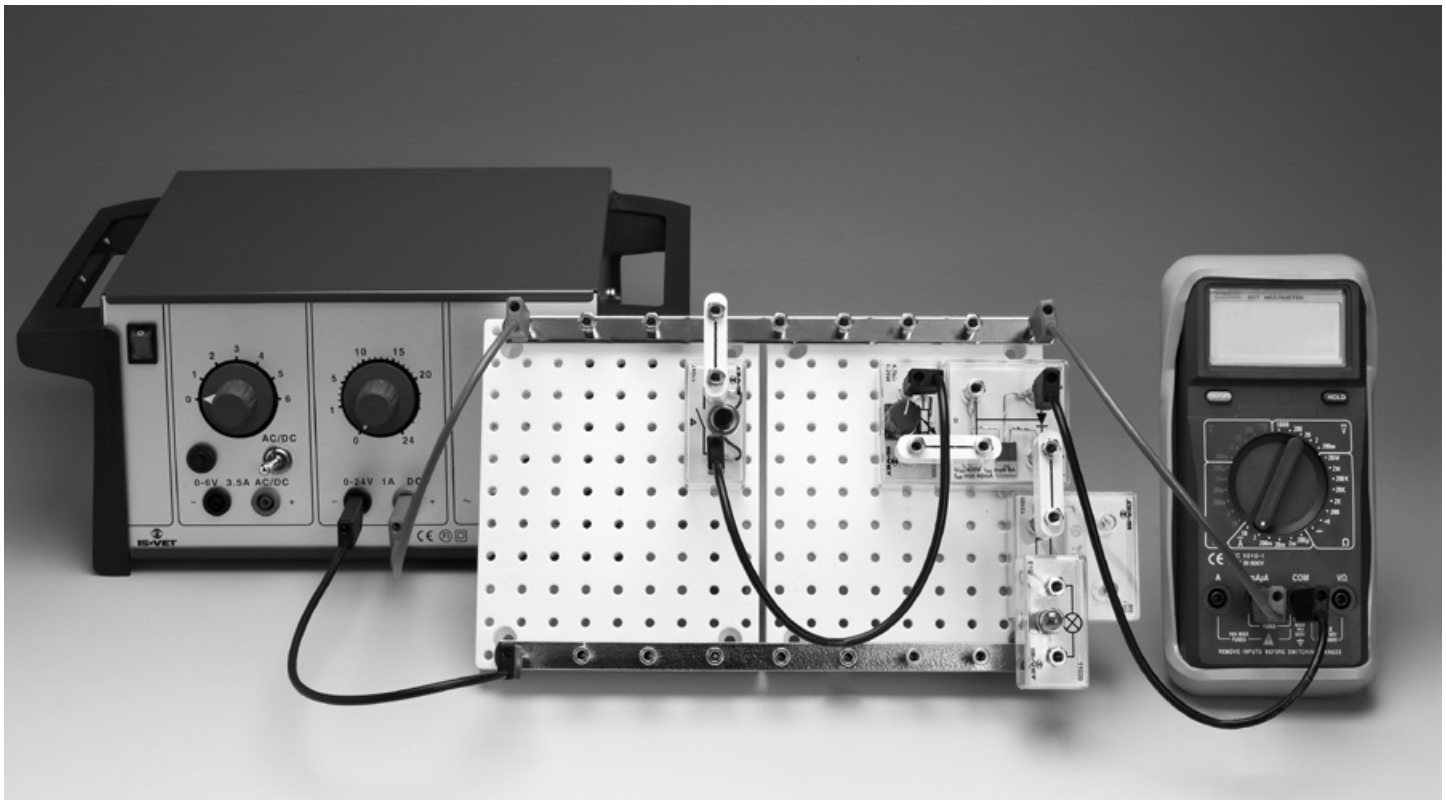
   a) Värähtely on nopeinta
   b) Värähtely on hitainta

5. Värähtelijän värähtelytaajuus voidaan laskea kaavalla $f = \frac{1}{0{,}963\,RC}$

6. Laske edellisen tehtävän perusteella värähtelijän

7. pienin värähtelytaajuus f_1 = _____

8. suurin värähtelytaajuus f_2 = _____



Työssä tutkitaan tyristorin toimintaa

Tutki, miten tyristori toimii virtakytkimenä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

16031	Tyristori
13155	Vastus 100 Ω
13220	Vastus 4,7 kΩ
13105	Vastus 22 Ω 9 W
16032	Valovastus
13355	Säätövastus 4,7 kΩ
11039	Lampun alusta
23013	Hehkulamppu 3,8V 300 mA
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

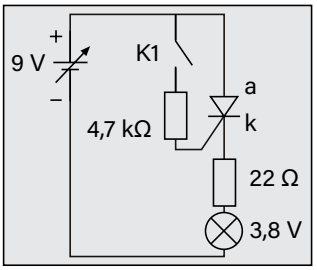
Lisäksi tarvitaan

15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari 2 kpl
	Johtimia

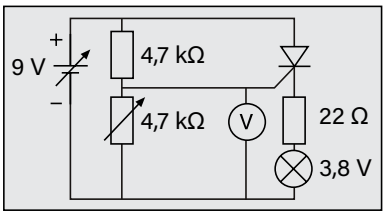
Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Kokoa oheinen virtapiiri. Kokeile mitä tapahtuu, kun tyristorin hilalle kytketään jännite kytkintä painamalla.

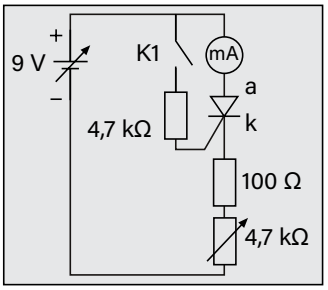
   Vapauta kytkin ja kytke tyristorin anodi ja katodi toisiinsa johtimella. Mitä havaitset?



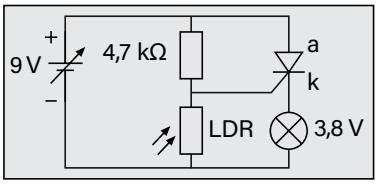
2. Muuta virtapiiri kuvan mukaiseksi, jolloin voit säätää hilalle tulevaa jännitettä jännitteenjakajalla. Tutki, kuinka suuri hilajännite liipaisee tyristorin johtavaan tilaan.



3. Tutki anodivirran vaikutusta tyristorin toimintaan. Liipaise tyristori johtavaan tilaan ja säädä säätövastuksella sen läpi kulkevaa sähkövirtaa. Kuinka suuri sähkövirran täytyy vähintään olla, jotta tyristori pysyisi johtavassa tilassa?



4. Kokeile ja selitä, kuinka tyristorilla toteutettu valokytkin toimii.



Havainnot ja päätelmät

1. Lamppu _____

_____

_____

_____

Kun tyristorin anodi ja katodi yhdistetään, _____

_____

_____

_____

2. Tyristori liipaisemiseksi tarvitaan _____

_____

_____

_____

3. Kun anodin ja katodin välinen sähkövirta on _____

_____

_____

_____

4. Tyristorin liipaisujännite _____

_____

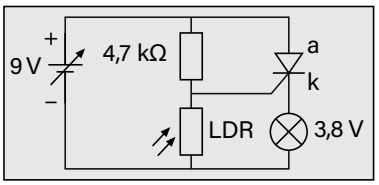
_____

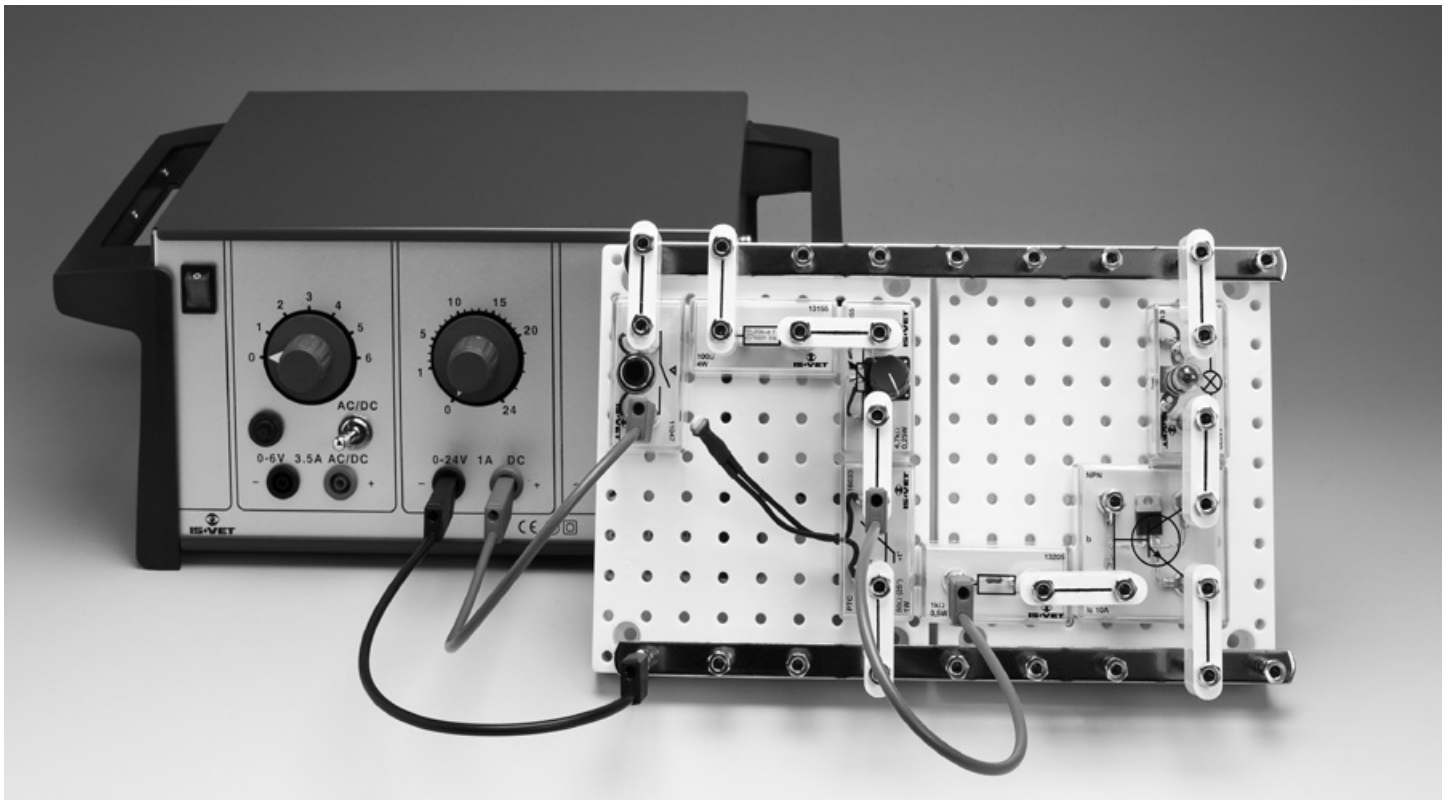
_____

Tehtäviä

1. Piirrä tyristorin piirikaaviosymboli.

2. Merkitse kuvaan tyristorin anodi, katodi ja hila.
3. Merkitse kuvaan, mihin suuntaa tyristori johtaa sähköä ollessaan johtavassa tilassa.
4. Mitä vikaa on viereisessä kytkennässä?
5. Miten edellisen tehtävän virtapiiriä pitää muuttaa, jotta liipaisupulssi ei riko tyristoria?
6. Muuta kuvan valohälytin sellaiseksi, että sen herkkyyttä voi säätää ja hälytyksen voi kuitata (lampun sammuttaa) kytkintä painamalla.





Työssä rakennetaan lämpötilaan reagoiva merkkivalo PTC-vastuksesta ja transistorista.

Rakenna laite, joka ilmoittaa kohoavasta lämpötilasta valomerkillä.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

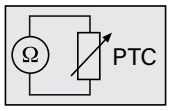
15043	Transistori NPN
16031	Tyristori
13100	Vastus 100 Ω
16033	Vastus, PTC 50 Ω
13205	Vastus 1 kΩ
13355	Säätövastus 4,7 Ω 0.25 W
11039	Lampun alusta E10
23013	Hehkulamppu 3,8 V, 300 A, E10
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

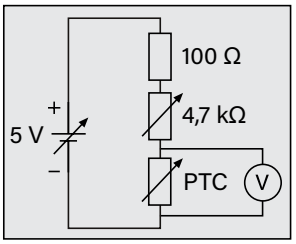
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

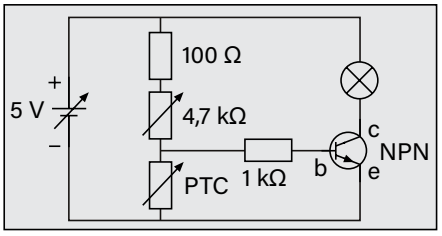
1. Mittaa PTC-vastuksen resistanssia yleismittarilla. Kokeile miten lämmittäminen vaikuttaa sen resistanssiin.



2. Rakenna kuvan mukainen jännitteenjakaja. Tutki, miten PTC-vastuksen lämmittäminen vaikuttaa sen yli mitattuun jännitteeseen.



3. Lisää kytkentään transistori kuvan mukaisesti. Rajoita kantavirtaa 1 kΩ vastuksella.



Viritä hälytin potentiometrillä siten, että lamppu ei juuri ja juuri syty.

Lämmitä termistoria kolvin kärjellä tai kuumalla vedellä. Selitä miksi lamppu syttyy.

Havainnot ja päätelmät

1. PTC vastuksen resistanssi _____

2. PTC-vastuksen yli vaikuttava jännite _____

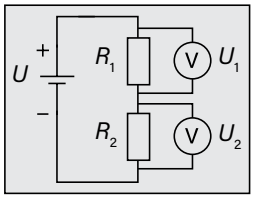
3. Lamppu syttyy, koska _____

Tehtäviä

1. Kuinka suuri kannan ja emitterin välisen jännitteen on oltava, jotta transistori saadaan johtavaan tilaan? _____

2. Miten jännitteenjakaja toimii? _____

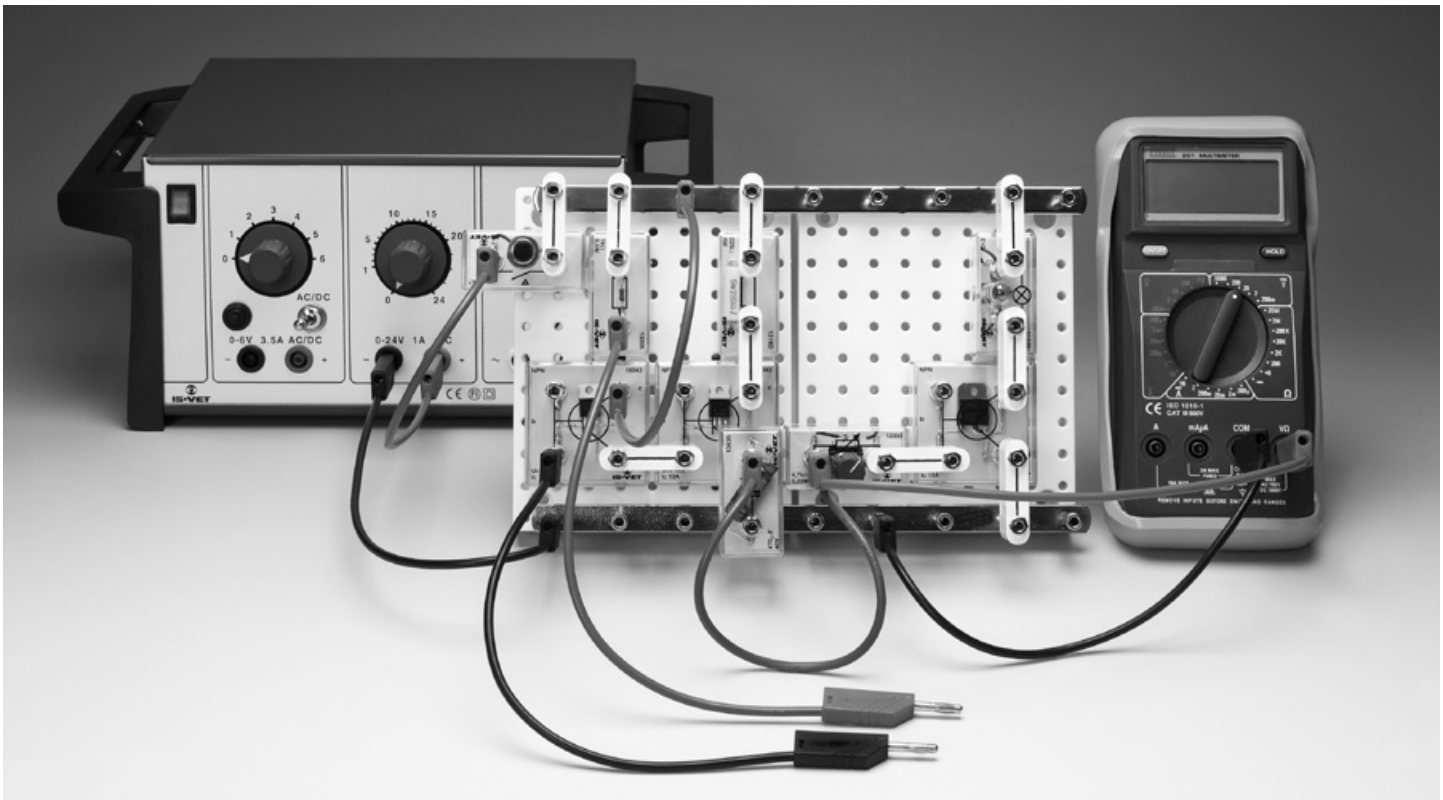
3. Mikä on kuvan jännitteenjakajan ulostulojännite U_2, kun U_1 = 5 V, R_1 = 1 kΩ ja R_2 = 2 kΩ ?



4. Mikä on jännitteenjakajan ulostulojännite, jos U = 9 V ja U_1 = 2 V? _____

5. Viiden voltin jännitteeseen on kytketty jännitteenjakaja. Jännitteenjakajan ulostulojännitteeksi halutaan 0,555 V, kun PTC-vastuksen resistanssi on 50 Ω. Kuinka suureksi jakajan etuvastuksen ja säätövastuksen yhteinen resistanssi pitää säätää? _____

6. Suunnittele kytkentä, jossa hälytysvalo syttyy, kun lämpötila laskee asetetun raja-arvon alapuolelle. Selitä virtapiirin toiminta.



Työssä tutkitaan, kuinka transistori toimii kytkimenä. Useita transistoriasteita yhteen liittämällä kytkin herkistetään reagoimaan heikkoon kosketukseen.

Rakenna valokytkin, joka sytyttää valon pelkällä kosketuksella.

Välineet

Elektroniikka sarjasta

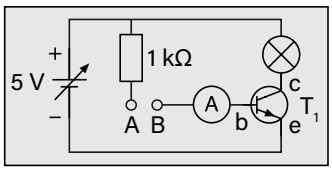
15043	Transistori NPN 2 kpl, T_1, T_2
13071	Transistori,Darlington, T_3
13205	Vastus 1 kΩ
13160	Vastus 220 Ω 4 W
13635	Elektrolyyttikondensaattori 470 µF
13355	Säätövastus 4.7 kΩ 0,25 W
11039	Lampun alusta E10
23013	Hehkulamppu 3,8 V, 300 mA,E10
11047	Painonappikytkin
11061D	Kytkentäalusta 2 kpl
11058	Virtakiskopari

Lisäksi tarvitaan

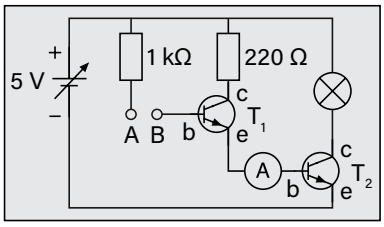
15020	Oppilasvirtalähde
19031	Yleismittari
	Johtimia

Suoritusohjeet ja kysymyksiä

1. Kokoa kuvan mukainen virtapiiri. Aseta virtamittari µA -alueelle. Kosketa sormilla napoja A ja B samanaikaisesti ja mittaa kannalle kulkeva sähkövirta.



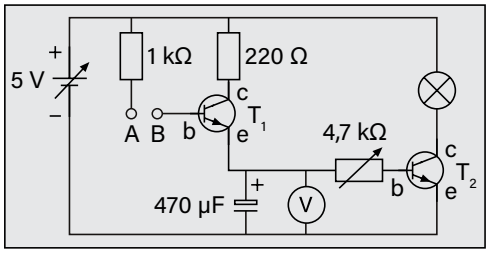
2. Muuta kytkentä kuvan mukaiseksi. Mittaa transistorien kantavirrat. Mitä havaitset?



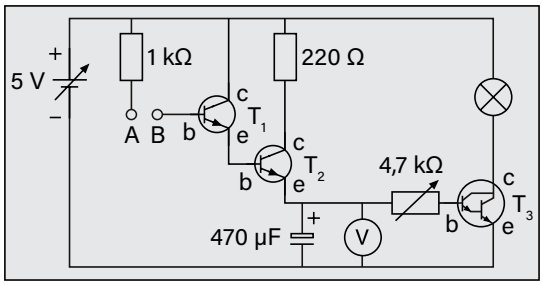
3. Lisää kytkentään kondensaattori ja kantavirtaa rajoittava vastus. Vaihda yleismittari jännitemittausalueelle.

   Kosketa napoja A ja B. Mitä tapahtuu kondensaattorin jännitteelle? Selitä, miksi lamppu jää palamaan hetkeksi.

   Kokeile, kuinka lampun palamisaikaa voi säätää säätövastuksella.



4. Muuta kytkentä (Darlington) entistä herkemmäksi lisäämällä kolmas transistori kuvan mukaisesti. Kokeile herkkyyttä muodostamalla 10 henkilön ketju, jonka päissä olevat koskettavat napoja A ja B.



Havainnot ja päätelmät

1. Kantavirta on _____

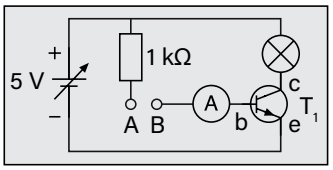
2. Transistorin T^1 kantavirta on _____

   Transistorin T^2 kantavirta on _____

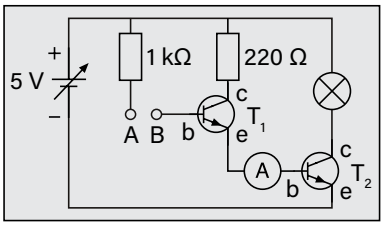
3. Kun kondensaattori kytketään virtapiiriin _____

Tehtäviä

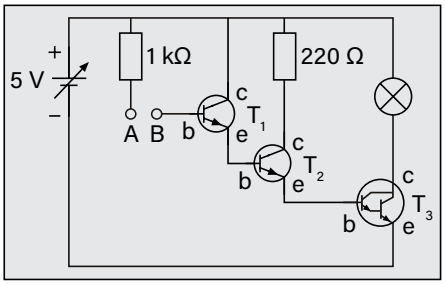
1. Miten kondensaattori toimii?
2. Miten vastus vaikuttaa kondensaattorin varautumiseen?
3. Miten vastus vaikuttaa kondensaattorin purkautumiseen?
4. Miten kondensaattorin jännitteen laskemista purkautumisen aikana voi hidastaa?
5. Syttyykö lamppu, kun navat A ja B yhdistetään metallijohtimella?



6. Syttyykö lamppu, jos napoja A ja B koskete-taan sormella?



7. Miksi lamppu syttyi?
8. Muuta oheinen kytkentä ajastetuksi valokytkimeksi.



Muistiinpanoja

Muistiinpanoja

Muistiinpanoja

Kilpivirrantie 7, 74120 Iisalmi, Puh. 017 - 832 31, Fax 017 - 832 3570 myynti@isvet.fi www.isvet.fi
Helsingintie 44 B, 04430 Järvenpää, Puh. 09 - 5655 4310, Fax 09 - 5655 4350 myynti@isvet.fi www.isvet.fi

T002.0510