

TYÖ 11.

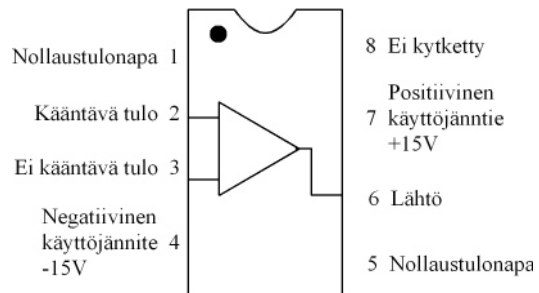
Operaatiovahvistin

Operaatiovahvistin on mikropiiri (koostuu useista transistoreista, vastuksista ja kondensaattoreista juotettuna pienelle piipalassel), jota voidaan käyttää useisiin eri kytkentöihin. Operaatiovahvistimen nimitys johtuu siitä, että sillä voidaan suorittaa matemaattisia operaatioita (laskea yhteen, vähentää, vertailla tai kertoa) analogisia jännitteitä.

Tässä työssä käytettävä operaatiovahvistin on tyypiltään 741. Yleensä sitä myydään ns. DIP-kotelossa. Työssä käytettävä vahvistin on liitetty kytkentäalustaan sopivaan mikropiirikantaan.

Operaatiovahvistin toimii yleensä kaksipuoleisella jännitelähteellä, josta saadaan maapotentiaaliin (0 V) verrattuna

sekä positiivinen että negatiivinen jännite, töissä +9 V ja -9 V (paristot). Lisää informaatiota työssä käytettävästä operaatiovahvistimesta saat kirjasta Lukion sähkö ja elektroniikka (Lavonen-Blinikka-Antila WSOY) s.119-134.



Töissä huomioitavaa:

Mikropiirit voivat tuhoutua ylijännitteestä / suurista sähkövirroista, jotka johtuvat virheellisistä kytkennöistä. **Tee siis kytkennät huolella!**

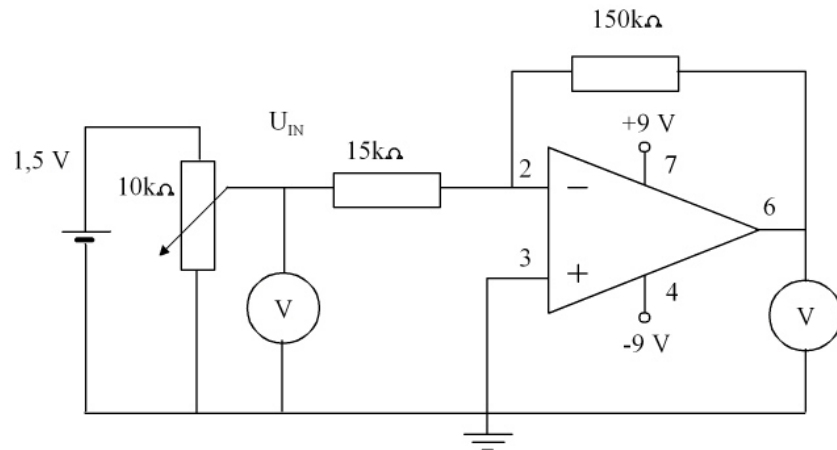
- 1) Tee kytkennät siten, että operaatiovahvistimen jännitelähteet eivät ole kytkettyinä. Paristoja ei ole kytketty.
- 2) Tarkista kytkentä ennen paristojen kytkemistä.
- 3) Kytke paristot oikein päin.
- 4) Älä oikosulje operaatiovahvistimen lähtönapoja.

Takaisinkytkentä, käntävä vahvistin

Operaatiovahvistimen vahvistus on hyvin suuri, jolloin jo pieni tulojännite voi aiheuttaa ns. kyllästystilan eli lähtöjännite on tulojännitteen suuruinen.

Operaatiovahvistimen vahvistus voidaan säätää halutun suuruiseksi käyttämällä takaisinkytkentävastusta.

Rakenna alla olevan kuvan mukainen kytkentä. Tulojännite otetaan 1,5 V:n paristosta. Mittaa vahvistimen tulo- ja lähtöjännitteen arvot potentiometrin ollessa kolmessa eri asennossa. Pidä tulojännite U_{in} sellaisena, että lähtöjännite U_{out} pysyy välillä -8 V ... +8 V, näin vältetään kyllästystila.



Käännä 1,5 V:n paristo ja toista mittaukset tulojännitteen ollessa negatiivinen.

- Tee mittaustuloksista taulukko.
- Laske mittaustuloksista vahvistimen vahvistuskerroin

$$A = \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}$$

- Vertaa vahvistusta 150 kΩ:n takaisinkytkentävastuksen ja tuloavassa olevan 15 kΩ:n vastuksen suhteeseen.

Vaihda 15 kΩ:n vastus 1 kΩ:n vastukseen. Toista mittaukset.

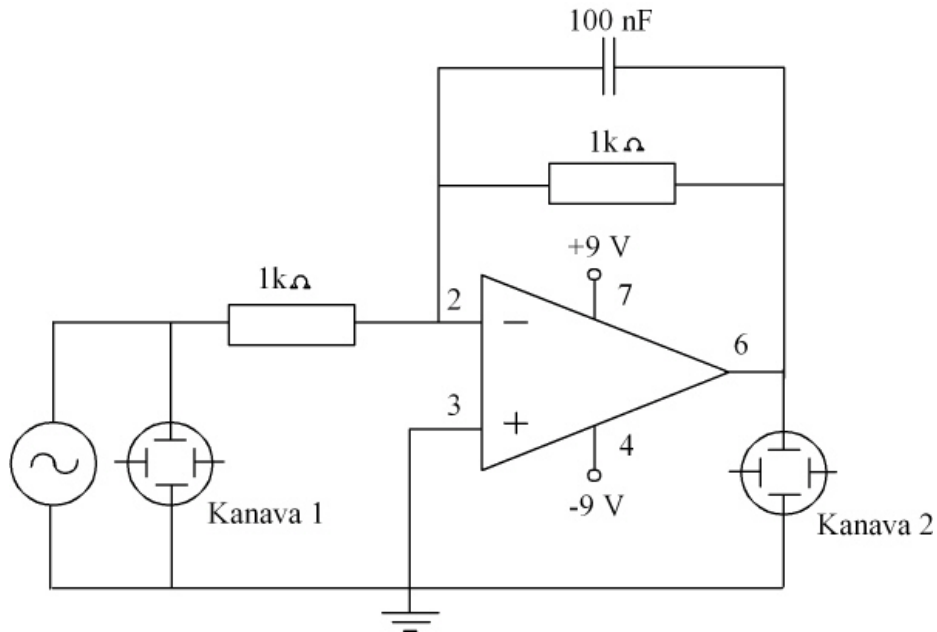
- Mitä tapahtuu vahvistimen vahvistuskertoimelle?
- Vertaa vahvistusta 150 kΩ:n takaisinkytkentävastuksen ja tuloavassa olevan 1 kΩ:n vastuksen suhteeseen.

Suodatinpiireistä

Tutkitaan miten vahvistimen vahvistuskerroin riippuu tulosignaalista (tulojännitteen taajuudesta). Säädä funktiogeneraattorista saatava lähtöjännite sellaiseksi, että vahvistimesta ulostuleva jännite pysyy välillä -9 V...+9 V.

Alipäästösuodatin

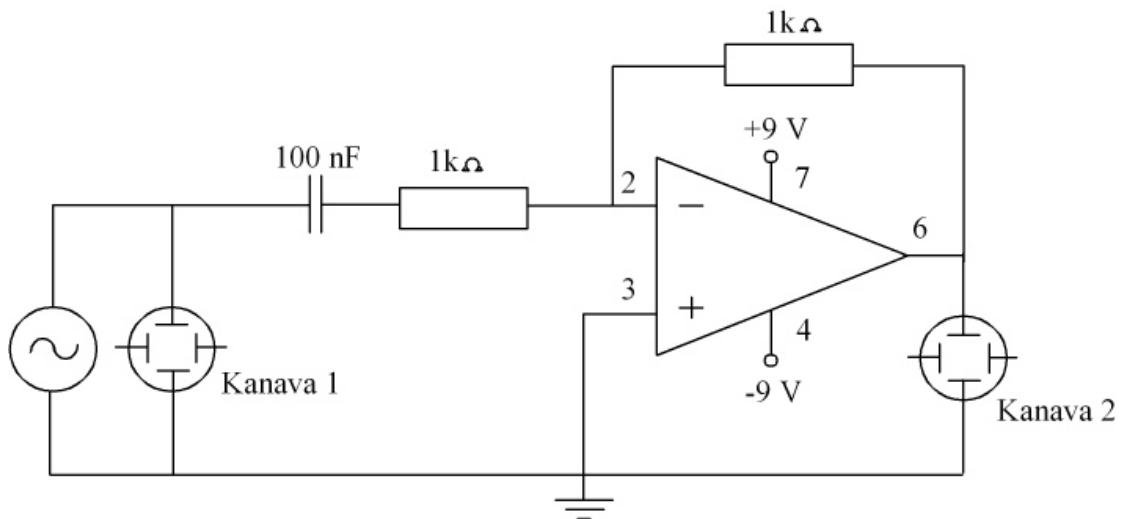
Tutkitaan seuraavan kytkennän taajuuskaistaa eli vahvistuskertoimen riippuvuutta taajuudesta.



- Mittaa tulo- ja lähtöjännitteet oskilloskoopilla taajuusalueella 100 Hz - 100 kHz ja tee mittaustuloksista taulukko. Käytä ainakin kuutta eri taajuutta.
- Laske mittaustuloksista taulukkoon myös piirin vahvistuskerroin kullekin taajuudelle.
- Esitä graafisesti piirin vahvistuskerroin A taajuuden funktiona.

Ylipäästösuodatin

Tee kuvan mukainen kytkentä vaihtamalla kondensaattorin paikkaa piirissä.



- Toista edellä tehdyt mittaukset.
- Esitä graafisesti piirin vahvistuskerroin A taajuuden funktiona.

Jännitevertailija

Rakenna kuvan mukainen kytkentä. Ei kääntävän tulonavan jännite otetaan 1,5 V:n paristosta ja kääntävän tulonavan jännite säädettävästä jännitelähteestä.

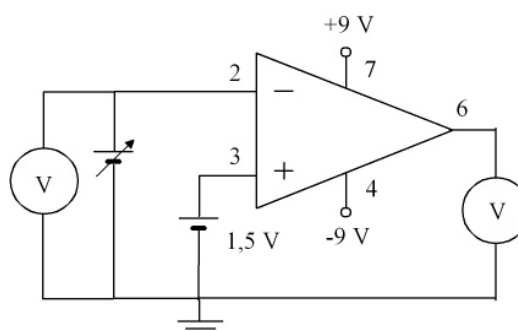
Aseta säädettävän jännitelähteen jännite 0 V:iin.

- Mittaa ei-kääntävässä tulonavassa olevan pariston tarkka jännite.

Kasvata kääntävän tulonavan jännitettä varovasti 3 V:iin saakka. Huom.

Koska jännitevertailijassa ei käytetä vahvistusta rajoittavaa

takaisinkytkentävästusta, kytkennän vahvistuskerroin on erittäin suuri. Pienikin jännite-ero tulonapojen välillä riittää muuttamaan lähtöjännitteen lähes käyttöjännitteen suuruisiksi.



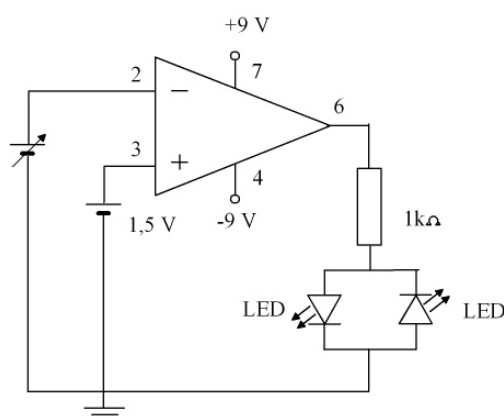
Mittaa sekä kääntävään tulonapaan menevä jännite että lähtöjännite.

- Miten lähtöjännite muuttuu, kun säädettävää tulojännitettä kasvatetaan nolasta kolmeen volttiin?
- Millä säädettävän jännitelähteen arvolla piirin lähtöjännite muuttuu?

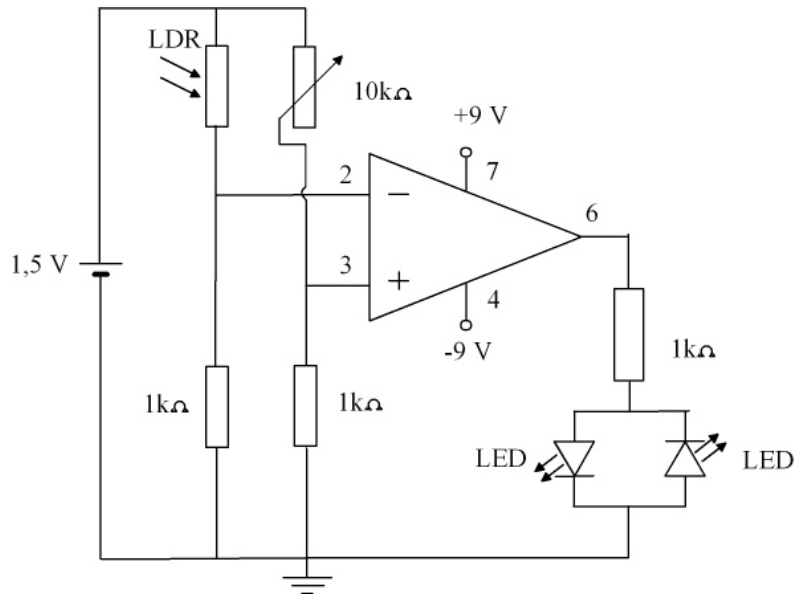
Muuta kytkentää niin, että kytket 1 k Ω :n vastuksen ja kaksi lediä edellisen operaatiovahvistinkytkennän lähtönapaan.

Kasvata säädettävän jännitelähteen jännitettä 0 V:sta 3 V:iin.

Mitä havaitset?



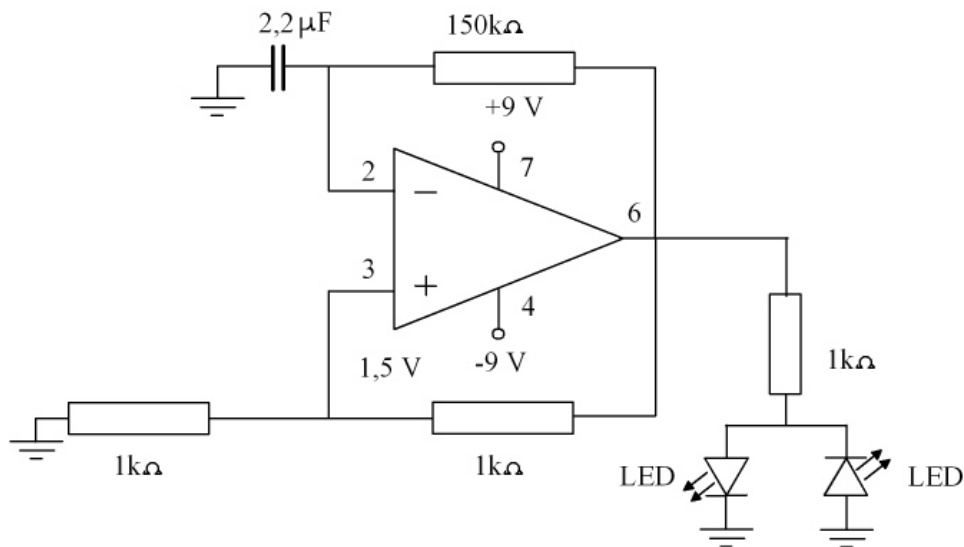
Rakenna seuraavaksi alla olevankuvan mukainen kytkentä. Etsi potentiometrillä "tasapainokohta" normaalivalaistuksessa. Miten valaistuksen muuttaminen vaikuttaa piirin toimintaa? Huom. Jos piiri värähtelee tasapainokohdassa, (kumpikin ledi valaisee yhtä aikaa) kierrä hieman potentiometriä.



Korvaa edellisessä kytkennässä LDR-vastus NTC-vastuksella. Säädä potentiometrillä tasapainokohta huoneenlämpötilassa. Mitä nyt tapahtuu, jos lämmität NTC-vastusta esim. sormillasi?

Oskillaattori

Rakenna oheinen kytkentä.



Kytke paristot paikoilleen ja tutki, mitä tapahtuu.

- Mittaa ledien vilkkumistaajuus. Laske välähdysten lukumäärä minuutissa ja tästä taajuus. Laske myös värähdysaika.
- Laske RC-piirin aikavakio ($150\text{ k}\Omega$:n vastus ja $2,2\text{ }\mu\text{F}$:n kondensaattori, $\tau = RC$) ja vertaa aikavakiota mittaamaasi oskillaattorin värähdysaikaan.
- Vaihda $150\text{ k}\Omega$:n vastuksen tilalle $15\text{ k}\Omega$:n vastus. Mitä huomaat?

Voit tutkia piirin toimintaa myös oskilloskoopilla. Vaihda RC-piirin $2,2 \mu\text{F}$:n kondensaattorin tilalle 100 nF :n kondensaattori. Kytke oskilloskoopin kanava 1 lähtönapaan ja kanava 2 kääntävään tulonapaan.

- Piirrä oskilloskooppikuva oskillaattorin lähtönavan ja maan välisestä jännitteestä. Merkitse kuvaan oikea asteikko. Piirrä samaan kuvaan myös kääntävän tulonavan ja maan välinen jännite.