

## Ledien kytkeminen halpis virtalähteeseen



Ledien valovoiman kasvu ja samanaikaisen voimakkaan hintojen lasku on innostuttanut monia rakentamaan erilaisia leditauluja. Tarkoitin niillä erilaista muoveista tehtyjä kuvilla ja tekstillä varustettuja tauluja, jotka on valaistu ledeillä. Kouluissa virtalähteeksi valitaan kustannussyistä yleensä paristo(t).

Valmis taulu on hieno. Sitä kelpaa näyttellä muillekin. Kun mummi ja pappa tulevat viikonloppuna kylään, on monesti itku silmässä kun pitäisi esitellä ylpeänä työtään – laite on lähes ”lakannut toimimasta”.

Ratkaisu ongelmaan on tietysti käyttää kyltin kanssa virtalähdettä. Sehän taas maksaa. Jos on

valmis tinkimään laadusta eli käyttämään halpis virtalähteitä, ei hinta ole aivan hirveä. Kysellessäni hintoja valaisimen komponenttien hintoja, sain suuntaa-antavia tietoja (tiedot 20.2.2008, Boreas Electronics Oy):

Virtalähde n. 3€ (määrissä)

Valkoinen ledi 0,7€	18 000mcd/22°
Sininen ledi 0,3€	2500mcd/15°
Punainen ledi 0,25€	4500mcd/30°
Vihreä ledi 0,5€	5500mcd/20°
Sinivihreä ledi 1,2€	2200mcd/30°

Halvan virtalähteen hankintakustannukset ovat siis käytännössä lähes samat tai alemmat kuin laadukkaiden paristojen.

Seuraava auttaa ehkä suhteuttamaan asiaa paremmin:

Jos valotauluun sijoittaa 4 superkirkasta valkoista lediä, ne maksavat suunnilleen yhtä paljon kuin virtalähde.

Kalleinta kaikessa on kuitenkin muovi, josta varsinainen taulu tehdään – yleensä akryylimuovi. Hintaa sille kertyykin sen verran, että työtä tuskin kannattaa teetättää koko ikäluokalla 7 luokalla.

Halpisisvirtalähteiden huono puoli on ulostulevan jännitteen riippuvuus kuormasta. Nimellisjännite on todellinen jännite vain lähellä virtalähteen maksimikuormaa. Pienemmillä kuormilla virtalähteen jännite nousee 1,4 kertaiseksi. Kerroin ( $=\sqrt{2}$ ) vastaa tasasuunnatun siniaallon huipun jännitettä suhteessa keskiarvoon.

**Esim. Virtalähde MW883GS (300mA 3-12V) säädettynä 12V asentoon**

Kuorma / mitattu jännite

0mA= 16,7V..... todellinen jännite on siis n. 1,4 x nimellisjännite

25mA= 16,2V..... todellinen jännite on siis n. 1,35 x nimellisjännite  
 50mA= 15,7V..... todellinen jännite on siis n. 1,3 x nimellisjännite  
 100mA= 14,7V..... todellinen jännite on siis n. 1,2 x nimellisjännite  
 150mA= 14,0V..... todellinen jännite on siis n. 1,16 x nimellisjännite  
 200mA= 13,2V..... todellinen jännite on siis n. 1,1 x nimellisjännite  
 250mA= 12,5V..... todellinen jännite on siis n. 1,04 x nimellisjännite  
 300mA= 11,9V..... todellinen jännite on siis n. 0,99 x nimellisjännite

Käytännössä kertoimet ovat riittävän tarkat muillakin jännitealueilla. Kun esim. valitaan virtalähteen jännitteeksi 9V ja kuormaa on vain 25mA, onkin todellinen käytössä oleva jännite n. 12V (1,35 x 9V=12,15V).

Ledejä sarjaan kytkettäessä niiden yhteenlaskettu kynnyksjännite saisi olla korkeintaan 0,7 x käyttöjännite. Eli jos kuvitteellinen ledien kynnyksjännite olisi yhteen laskettuna 7V, niin käyttöjännitteen olisi hyvä olla n. 10V.

### **Kun valotaulussa on peräkkäin 3 valkoista lediä**

Valkoisen ledin kynnyksjännite on noin 3,1V ja ledejä ollaan laittamassa kolme sarjaan. Ledien läpi kulkevaksi virraksi halutaan 10mA.

Kolmen ledin yhteinen kynnyksjännite on siis  $3 \times 3,1V = 9,3V$  ( $U_{ledi}$ )

Lasketaan edellisen perusteella ”noin arvo” sopivalle käyttöjännitteelle  $= \frac{9,3V}{0,7} \approx 13,3V$

Jos halpisvirtalähde säädettäisiin 12V asentoon, jännite olisi 25mA virralla jo 16,2V. Valitaankin alhaisempi jännite eli säädetään virtalähde 9V:n asentoon. Taulukon mukaan tämä antaa 12,15V jännitteen 25mA virralla (1,35 x 9V). Ledien kynnyksjännitteen yli jäävä jännite on tällöin 12,15-9,3V eli 2,85V.

Virtalähteen jännitteessä tapahtuu tuskin koskaan edes  $\pm 5\%$  vaihtelua, joka voi olla seurausta verkkojännitteen vaihtelusta ja käyttöpaikasta. Ulostulevan 12V jännitteen vaihtelu on siis maksimissaan 0,6V. Ylijännite 2,85V ja sille laskettu etuvastus pitävät virran muutokset selvästi 20% alapuolella. Mutta jos ylimenevä jännite on jätetty esim. puoleen edellisestä, on myös vaihtelu tuplasti suurempaa ja voi jo aiheuttaa tiukasti lasketulla ledivirralla vaikeuksia.

Ledien sarjavastus lasketaan 10mA (0,01A) mukaan seuraavasti:

$$R = \frac{U - U_{ledi}}{I_{ledi}} \Leftrightarrow R = \frac{12,15V - 9,3V}{0,01A} = 285\Omega$$

Koska tällaista vastusta ei ole, valitaan lähin vastusarvo. Tässä tapauksessa **270 $\Omega$ -330 $\Omega$** . Suuremmalla vastusarvolla valo loistaa himmeämmin. Pienemmällä kirkkaammin.

### Kun valotaulussa on peräkkäin 3 punaista lediä

Punaisen ledin kynnyksjännite on noin 1,85 V

Kolmen ledin yhteinen kynnyksjännite on siis  $1,85V \times 3 \approx 5,55V$  ( $U_{\text{ledi}}$ )

$$\frac{5,55V}{0,7} \approx 7,9V$$

Virtalähde kannattaa säätää asentoon, jossa sen ulostulojännite on n. 8V ( $6V \times 1,35$ ). Valitaan siis 6V:n asento.

Ledien sarjavastus lasketaan seuraavasti:

$$R = \frac{U - U_{\text{ledi}}}{I_{\text{ledi}}} \Leftrightarrow R = \frac{8V - 5,55V}{0,01A} = 245\Omega$$

Koska tällaista vastusta ei ole, valitaan lähin vastusarvo. Tässä tapauksessa **220Ω-270Ω**. Suuremmalla vastusarvolla valo loistaa himmeämmin. Pienemmällä kirkkaammin.

Miksei sitten pidä virtalähdettä aina 12V:n asennossa? Kytetään kolme punaista lediä sarjaan.

### **Lasketaan sarjavastus oheisella laskukaavalla:**

$$R = \frac{U - U_{\text{ledi}}}{I_{\text{ledi}}}$$

**Jossa:**

R on ledien sarjavastus

U on käyttöjännite

$U_{\text{ledi}}$  on ledien yhteenlaskettu kynnyksjännite.

$$R = \frac{16,2V - 5,55V}{0,025A} \Leftrightarrow R = 426\Omega$$

Valitaan lähin suurempi vastusarvo eli 470Ω.

### **Lasketaan vastuksessa R lämmöksi muuttuva teho**

$$P = U \otimes I$$

**Jossa:**

P = vastuksessa R lämmöksi muuttuva teho

U = Vastuksessa R lämmöksi muuttuva jännite.

I = virtapiirissä kulkeva virta

$$P = 10,7V \otimes 0,025A \Leftrightarrow P \approx 0,3W$$

Tavallisimmat käytetyt vastukset ovat tehonkestoltaan 0.25W. Vastusten tehonkesto tulisi olla mielellään 50% laskettua tehoa korkeampi. Tässä tapauksessa tulisi siis käyttää 1W:n vastusta.

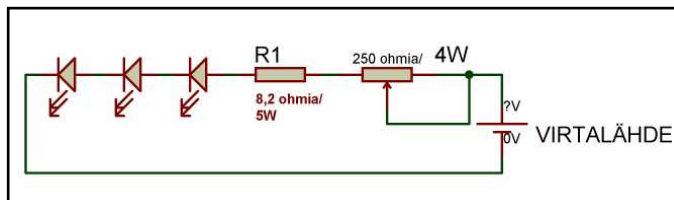
## Ledin kestoikään vaikuttavat tekijät

Ledin kestoikään vaikuttaa ratkaisevasti kaksi asiaa; **virta ja lämpö**. Nykyisten (2008) superkirkkaiden ledien speksit ilmoitetaan 10mA:n virralla. Ledin läpi kulkevaa virtaa voidaan nostaa jopa 30mA saakka, mutta tällöin ledien kestoikä lyhenee huomattavasti. Korkeassa lämpötilassa esim. 80 °C saunassa ledin käyttöikä saattaa olla vain joitakin tunteja – varsinkin jos ledin läpi kulkeva virta on korkea. Jos halutaan suurta valotehoa, ei siis kannata lisätä virtaa, vaan ledien lukumäärää.

### Yleistä

- Kannattaa lukea ensin **Valotaulu akryylistä (wellcome.to/ideaport)**.
- Erivärisiä ledejä voidaan kytkeä sarjaan edellyttäen, ettei niiden yhteenlaskettujen kynnysjännitteiden summa ylitä 0,7 x käyttöjännitettä (ilmoitetulla virralla)
- useampia ”ledipylväitä” voidaan kytkeä rinnakkain. Olisi suositeltavaa, että joka pylväällä olisi oma sarjavastus (ryömintäilmiö). Tämä on erityisen tärkeää jos eri pylväissä on erilaisia ledejä.

### Ledin etuvastuksen määrittäminen potentiometrin avulla

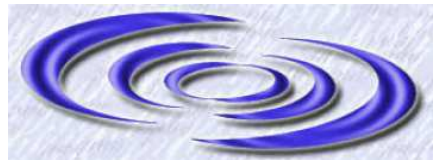


250Ω /4W:n (t. 500Ω) potentiometrin kanssa sarjaan kytketään 8,2Ω/5W vastus. Em. yhdistelmä säädetään suurimpaan arvoon eli n. 260 Ω. Kytkeä varmistetaan ohmimittarilla. Ledipylväs ja em. kytkentä yhdistetään virtalähteeseen siten että välissä

on virtamittari. Jos virtalähde on monijännitteinen, jännitettä nostetaan pienimmästä ylöspäin kunnes mittari alkaa näyttämään milliampeereita. Tällöin kokeillaan potentiometrillä hitaasti ja varoen säätää virta haluttuun esim. 10mA ja katkaistaan virta kytkennästä kun virta on kohdallaan. Sitten mitataan yhdistelmän potentiometri + vastus kokonaisvastus. Sarjavastukseksi valitaan lähin mittausta vastaava arvo.

### Ledien käyttö silloin kun jännite vaihtelee

Kuten ensimmäisestä laskentaesimerkistä kävi selville, on pelkän vastuksen käyttö perusteltua vain silloin kun jännitteen vaihtelu on pientä. Paristo- ja akkuvalaisimissa on aina syytä käyttää vakiovirtaregulaattoria, joka pitää virran aina samana jännitteestä riippumatta. Jos halutaan käyttää erilaisia ledipylväitä rinnan eri kynnysjännitteellä, tarvitsevat pylväät omat regulaattorinsa. Samanlaisia pylväitä käytettäessä riittää yksi vakiovirtaregulaattori.



[veikko.poyhonen@kapy.edu.hel.fi](mailto:veikko.poyhonen@kapy.edu.hel.fi)