

# Paristokäyttöinen tauluvalaisin

Markku Kauppinen

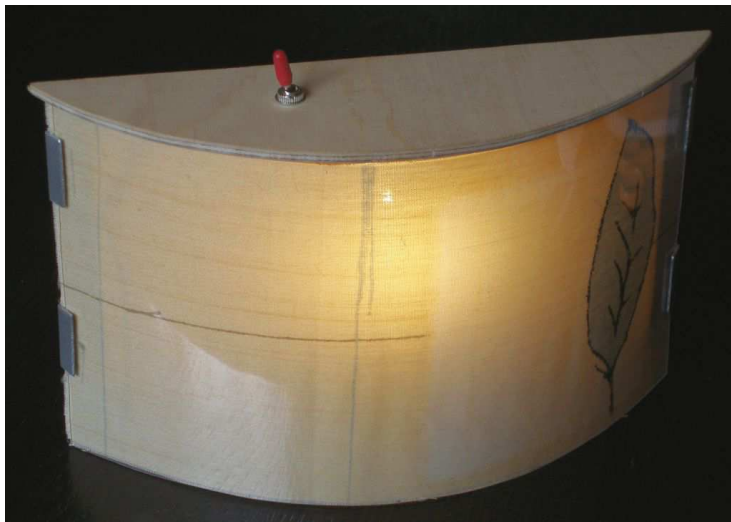
**Tehokas ja vähävirtainen tauluvalaisin, jonka valonlähteenä toimii 1/2W laajakulmainen led. Valaisin toimii neljällä AA-paristolla ja se käyttää hyväksi vakiovirtaregulaattoria jatkuvan taseisen tehon ylläpitämiseksi, vaikka paristojen tai akkujen jännite jatkuvasti alenisi.**

## Ominaisuudet

Tämä projekti sai alkunsa nimellä "huussivalo". Tarkoitus oli siis tehdä esimerkiksi huussikäyttöön valaisin, joka toimisi tarvittaessa kylmälläkin ilmalla. Kylmyys ei tee hyvää paristojen- tai akkujen kyvyille antaa virtaa, joten valaisimen virrankulutus piti saada pieneksi. Käyttöön pitikin valjastaa tehokas valaisuun tarkoitettu smd-led ja tuunata kytkentä sellaiseksi että led saisi koko paristojen käyttöajan ajan saman (maksimi-) virran. Näin valoa riittäisi yhdelläkin ledillä tarpeeksi "asioimiseen".

Jotta led saisi osakseen koko ajan saman virran vaikka paristojen jännite tippuu, on kytkennässä käytettävä jonkinlaista vakiovirtasäädintä. Asian hoitamiseen tuli taas katseltua uusimpia erilaisia "pikku lutikalla" toteutettavissa olevia hakkurisovelluksia. Nämä parantaisivat hyötysuhdetta, mutta päädyin silti taas perus lineaariregulaattoriin. Mielekkyyttä parantaa hyötysuhdetta hakkuritekniikalla heikentää se että valaisimessa käytettävä led on jo sellaisenaan noin kymmenen kertaa energiatehokkaampi kuin hehkulamput, joista on juuri päästy eroon. Tiheään vierekkään sijaitsevat pinnit jossain lutikassa ovat myös turhaa ongelmien kerjäämistä, jos valaisin on käytössä pitkään kylmässä- ja kosteassa ilmanalassa.

Vakiovirtaregulaattori onkin tehty tavallisilla NPN transistoreilla ja optimoituna tarvittavaa virtaa- ja käytössä olevaa matalaa käyttöjännitettä varten. Tällä on saavutettu se, että paristot saa kulutettua täysin loppuun. Vasta 3.75V jännitteellä alkaa virran hiipuminen. Tällöin virta ledille tipahtaa 10%. Kun jännite on 3.5V, virta on tipahtanut kolmanneksen. Koska silmä on logaritminen valon määrän suhteen, ei eroa vielä tällöinkään juuri huomaa.



Paristojen valmistajat ilmoittavat 1.5V pariston kapasiteetin loppujännitteeksi 0.9 - 1.0V (neljän pariston satsille 3.6 - 4.0V).

## Valaisimen rakenne

Pohjana valaisimessa on 100x200mm puulevy, jonka vahvuus voi olla 12-15mm. Pitkät päät (valaisimen sivut) viistetään 45° kulmaan. Paristopidin integroidaan puupohjan keskelle tehtyyn koloon siten että paristot voidaan vaihtaa valaisimen takaa, kun valaisin nostetaan pois seinältä. Paristopitimen upottamisessa pohjaan on myös ajatus varmistaa se, ettei paristoja mahdollisesti pakkasella vaihdettaessa paristopitimen päädyt murtuisi, koska kaikkiaan neljän jousen työntövoima on varsin suuri. Valaisimen alaosa on avoin ja puupohjasta saa sitä kautta tukevan otteen paristojen vaihtoa varten, eikä varjostimeen (mahdollisesti herkästi likaantuvaan tms.) tarvitse koskea olenkaan.

Varjostimen tukimateriaalina on käytetty 0.75mm polykarbonaattimuovia, jota on helppo leikata saksilla. Varjostimen koko on 125x235mm, eli varjostimen alahelma peittää puista pohjaa näkymästä, vaikka valaisinta katsoisi hieman alaviistosta. Muovi pingotetaan kaarelle esim. alumiinista tehtyjen pitimien väliin. Messingistä tehtyt pitimet ovat myös hyvän näköiset (melkein kuin kullan hohtoa).

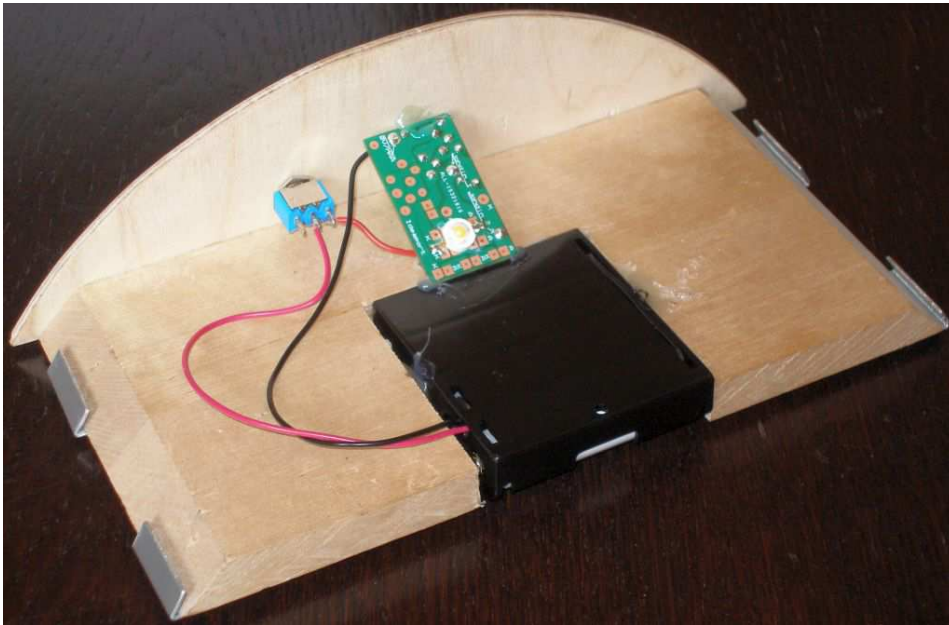
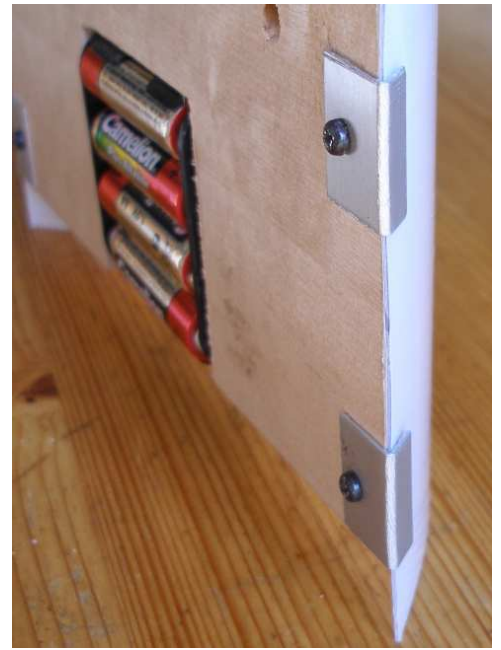
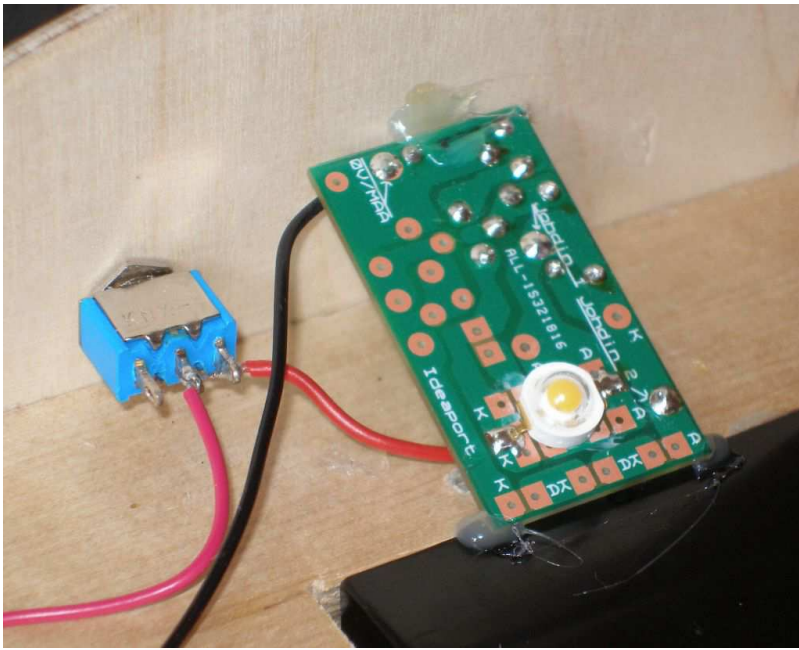
Kun pitimet on laitettu taittumaan aina valaisimen takapinnalta asti eteen 45° sivujen kautta, niin varjostin kaareutuu täysin koko puupohjan ylle ja on siistin näköinen.

Ylläolevan kuvan varjostinaihe on tehty käyttämällä kahta polykarbonaattikaistaletta, joiden välissä on varjostinkangas. Varjostin voisi olla myös silkkipaperista tehty aihe tai ihan vaan sisäpuolelta opaaliksi tasohiomakoneella hiottu polykarbonaatti.

Valaisimen yläreunaan tehdään joko kokonaan puinen tai osittain puinen ja kaareva valaisimen ylälippa. Lipan puosuuteen tulevat kiinni piirilevy ja kytkin.

Lipan kaari piirretään vasta kun varjostinta mallataan paikoilleen. Eli kaari lippaan piirretään kevyesti varjostimen kaaren pintaa seuraten ja kaareen pitää jättää muutamia millimetrejä ylimenevää osaa varjostimen yläreunan peittämiseksi.

Piirilevyksi tähän 2019 uudistettuun malliin on otettu putkimallisen taskulampun piirilevy, jossa käytetään 1W lediä 1/2W teholla. Piirilevy on valaisimessa n. 30 asteen kulmassa alas-päin. Tarkoitus tällä on se että valoa ei lankeaisi niin paljon suoraan silmään ja jotta valaisimella näkisi hyvin matalammalla olevat asiat ja lattian. Valaisinta on käytetty sekä huussissa että kodassa, joissa kummassakin paras paikka valaisimelle on reilusti katseen alapuolella. Huussissa valo ei pistä yölläkään ärsyttävästi silmään, mutta miellyttävää epäsuoraa valoa riittää runsaasti lattialle ja "purujen" heitteilyyn. Samoin kodassa grillattujen eväitten valmistelu sujui valon alla mainiosti ja piti tunnelman kodikkaampana, kuin ylös viritetty voimakkaampi valo, jota ei tullut sitten enää käytettyäkään.

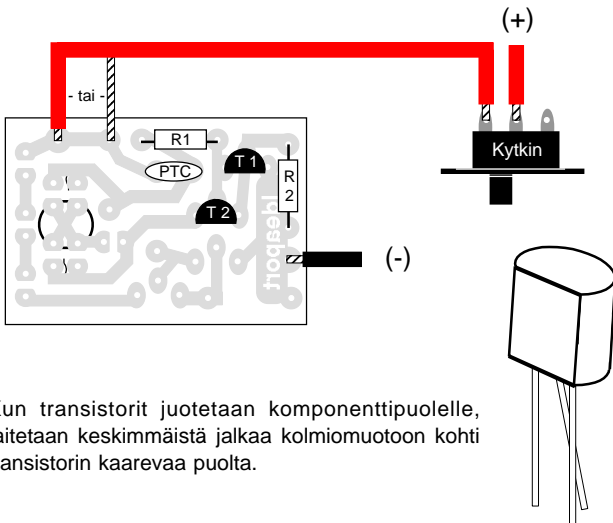




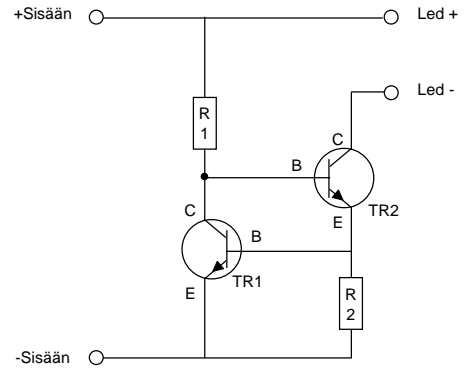
## Osaluettelo

R 1 ----- 10k Ohm 1/4W  
R 2 ----- 3,9 Ohm 1/4W  
T 1 ----- BC547C NPN transistori  
T 2 ----- BC337-40 NPN transistori  
Led ----- 1W emitter valkoinen  
PTC ----- RXE010 / 100mA  
Paristopidin esim. johdoilla 4 x AA

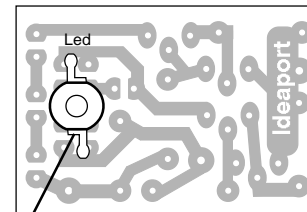
## Osien sijoittelupiirros



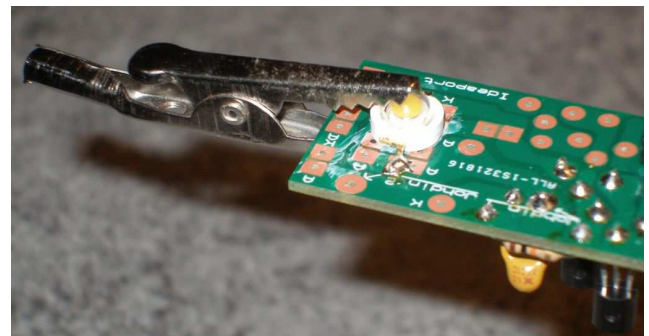
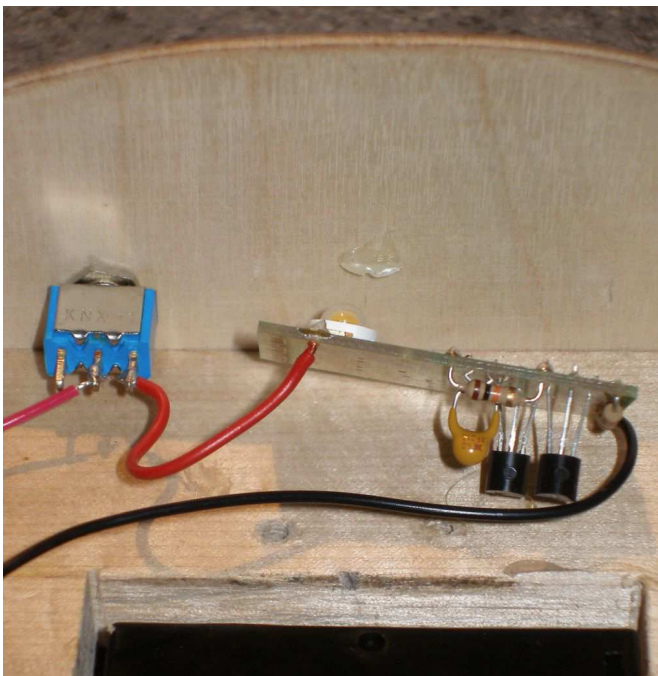
## Vakiovirtaregulaattorin kytkentäkaavio



Led juotetaan kuparipuolelle



Reikä jalassa  
= Anodi (+)



## Ledin juottaminen

Juotostäpliin piirilevyllä kannattaa ensin laittaa ohuet tinakerrokset. Sitten sijoitetaan led kohdalleen ja laitetaan kiinni vaikka kuten oikealla kuvassa hauenleualla, mutta varovasti. Yritä olla siirtämättä lediä kovassa puristuksessa, koska kupu voi vaurioitua. Kun led on täsmätty paikalleen ja napaisuus vielä tarkistettu, painetaan juottimella ledin jalkaa hetki ja heti kohta lisätään tinaa jalkaan.

## Toiminnan selostus

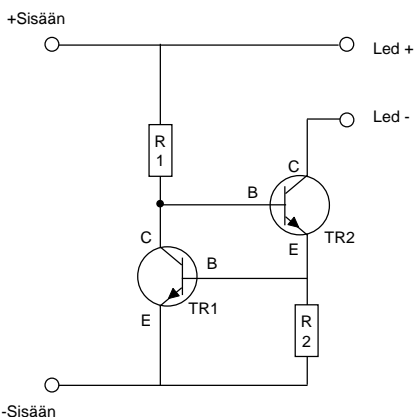
Kytkenäkaavion transistori T2 johtaa silloin kun se saa kannalleen plusjännitteen. Sen se saa kytkennässä vastuksen R1 kautta. Heti kun virrat kytketään, alkaa T2 johtamaan ja ledit sytyvät.

Sama virta kulkee R2:n läpi, jonka yli syntyy jännitehäviö. Piirroksessa R2:n yläpuolelta lähtee linja transistorin T1 kannalle. T1 ei heti alussa johda, koska se tarvitsisi johtakseen n. 0.6V jännitteen kannalleen (B) emitteriinsä (E) nähden. Vain R2:n yli syntyvä jännite voi tuottaa tämän ohjauksen.

Oletamme nyt että virta vain kasvaa ja jännite R2:n yli kasvaa yhdessä ledin läpi kulkevan virran kanssa. Tiettyllä virralla jännite R2:n yli nousee yli 0.6 voltin. Tällöin T1 saa tarvittavan ohjauksen ja menee johtavaan tilaan.

Nyt käy niin että T1:n kytkeytyminen johtavaan tilaan ryöstää jännitettä T2:n kannalta. Tämä johtaa siihen että T2 alkaakin sulkeutumaan ja hillitsemään virran nousua. Virran suuruus ei myöskään tipu, koska tämä aiheuttaisi R2:n häviöjännitteen laskun ja T1:n kytkeytymisen johtamattomaksi.

Edellinen takaisinkytkentä reguloi kytkennän läpi menevää virtaa koko ajan ja R2:n arvon määräämä virta ei voi ylittyä.



## Vian etsintä

Lampun testauksessa olisi hyvä käyttää suojana 100mA PTC (polymeeri) ylivirtasuojaa. Sellaiselle löytyy paikka myös piirilevyiltä, vaikkakin kerran toimivaksi testatun vakiovirtasäätimen vikaantuminen siten että sitä tarvitaan on äärimmäisen harvinaista.

Kun käytetään ylivirtasuojaa ja lampu loistaa hetken hyvin kirkkaasti ja sitten himmenee, ota kytkentä irti paristoista ja tarkista juotokset. T1:n kohdalla saattaa olla tällöin kylmäjuotos, katkos tai se on tuhoutunut juottamisen aikana. Virtahuippu aiheutuu siitä että T1 ei aloitakaan rajoittamaan virtaa, vaikka jännite nousee 0.6 volttiin vastuksessa R2. Ylivirtasuojaa aiheuttaa kuitenkin sen, että valo himmenee varsin pian voimakkaan välähdyksen jälkeen. Mikäli lamppu palaa vakaasti ja virta on 140mA paikkeilla, on kaikki kunnossa.

Jos ylivirtasuojaa ei käytetä, vaan käytetään pelkästään yleismittaria, tulee testi lopettaa nopeasti jos virta kasvaa yli 150mA arvon. Testatessa ei tällöin kannatakaan käyttää (liian hyviä) alkaliparistoja - tai vielä pahempaa - akkuja, josta virtaa vasta riittääkin. Olisi paras jos käytössä olisi laboratoriovirtalähde, josta maksimi virran voi asettaa testejä varten.

Mikäli siis lamppu kuluttaa liikaa virtaa, on syynä joko transistorin T1 tuhoutuminen esim. juotettaessa tai kylmäjuotos. Myös liian pieni R2:n arvo aiheuttaa saman.

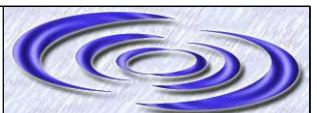
Sinkkikloridiparisto on testivaiheessa paras. Sinkkikloridipariston antama virta on ledin kuormittamana käytännössä maksimissaan. Sekin voi kuitenkin uutena polttaa transistorin T2 tai ledin, jos kytkennässä on jokin vialla. Sinkkihiiliparistoa (Zinc Carbon) eli ns. transistoriparistoa taas ei kannata käyttää ollenkaan, koska sellaisesta ei saa virtaa ulos kuin ehkä 50mA (AAA-koko).

Liian pieni virta (lamppu on selvästi himmeä muttei pimeä) voi johtua liian suuresta R2:n arvosta tai transistorin T2 tuhoutumisesta juotettaessa. Vika voi olla myös huonoissa paristoissa, joiden jännite pitää mitata paristoja kuormittamalla. Tämä kannattaa tehdä jo testatulla toimivalla lampulla. Vain kuormitettu jännite kertoo paristojen todellisen tilan.

Jos lamppu on täysin pimeä on T2 mennyt rikki esim. juotettaessa, tai jos vastuksessa R2 on kylmäjuotos. Myös hartaasti juotettu kytkin voi palaa toimimattomaksi. Tarkista myös onko led oikein päin. Se että ledin anodipuolen jalassa (+) on reikä on yksi merkintätapa, muttei ainoa. Tarkista tämä vielä valmistajan datatiedoista.



**Ideaport** - 07.5.2019  
www.ideaport.edu.hel.fi



Teksti ja kuvat: Markku Kauppinen  
Piirilevyn valotusmaski (pdf) on 7-ledin putkilampun jutun yhteydessä Ideaportissa