

Paristokäyttöinen tauluvalaisin

Markku Kauppinen

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

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 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 optimoitu 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.

Varjostimena 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. Varjostin pingotetaan kaarelle esim. alumiinista tehtyjen pitimien väliin. Messingistä tehdyt pitimet ovat myös hyvän näköiset (melkein kuin kullan hohtoa).

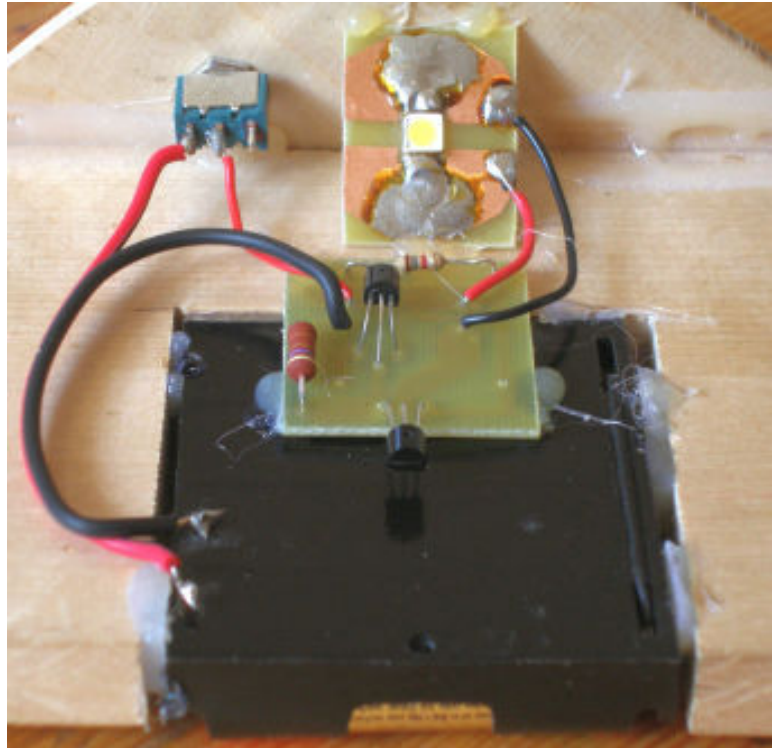
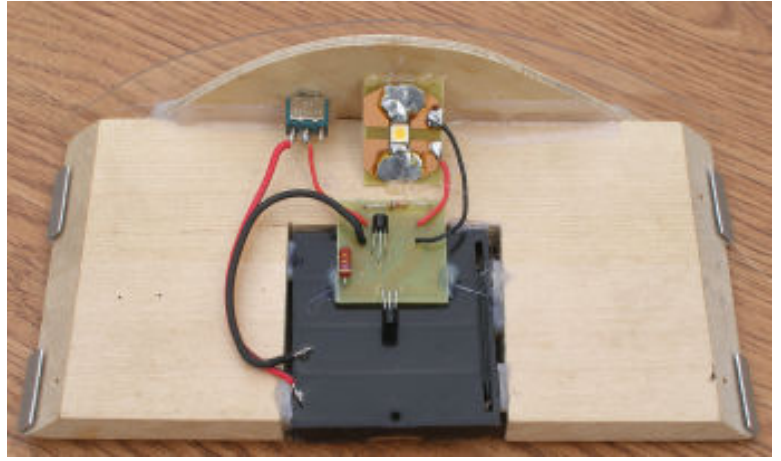
Kun pitimet on laitettu taittumaan aina valaisimen takapinnalta asti eteen 45° sivujen kautta, niin varjostin kaareutuu täysin koko puupohjan ylle ja on siistin näköinen.

Valaisimen yläreunaan tehdään joko kokonaan puinen tai osittain puinen ja kaareva valaisimen ylälippa. Kuvissa lippa on vain osittainen puinen ja sen päälle on laitettu polykarbonaattiosa. Lipan puosuuteen tulevat kiinni ledin piirilevy ja kytkin.

Lipan kaari piirretään vasta kun varjostin on paikallaan. Eli kaari lippaan piirretään kevyesti varjostimen kaaren pintaa seuraten ja kaareen pitää jättää muutamia millimetrejä ylimenevää osaa varjostimen yläreunan peittämiseksi.

Kuvien varjostinaihe on tehty sillä yksinkertaisimmalla tavalla eli jättämällä siihen jo tehtaalta tuleva vaalea suojamuovi sisäpinnalle paikalleen. Näin varjostin on kuvien opaali.

Ledin piirilevy on valaisimessa 45° kulmassa alaspäin. Tarkoitus tällä on se että valoa ei lankeaisi niin paljon suoraan silmään ja jotta valaisimella näkisi hyvin matalemmalla 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" heittelyyn. Samoin kodassa grillattujen eväitten valmistelu sujui valon alla mainiosti ja piti tunnelman kodikkaampana kuin ylös viritettu voimakkaampi valo, jota ei tullut sitten enää käytettyäkään.



Osaluettelo

Led ----- 1/2W (150mA) led, Samsung MP52 sarja

Vakiovirtaregulaattoriin tulevat osat

R 1 ----- 1.8k Ohm 1/4W

R 2 ----- 4.7 Ohm 1/4W

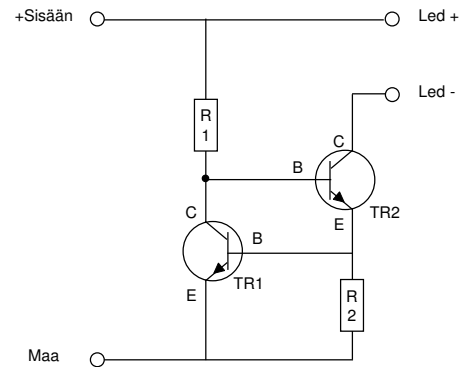
TR1 ----- BC547C

TR2 ----- BC639

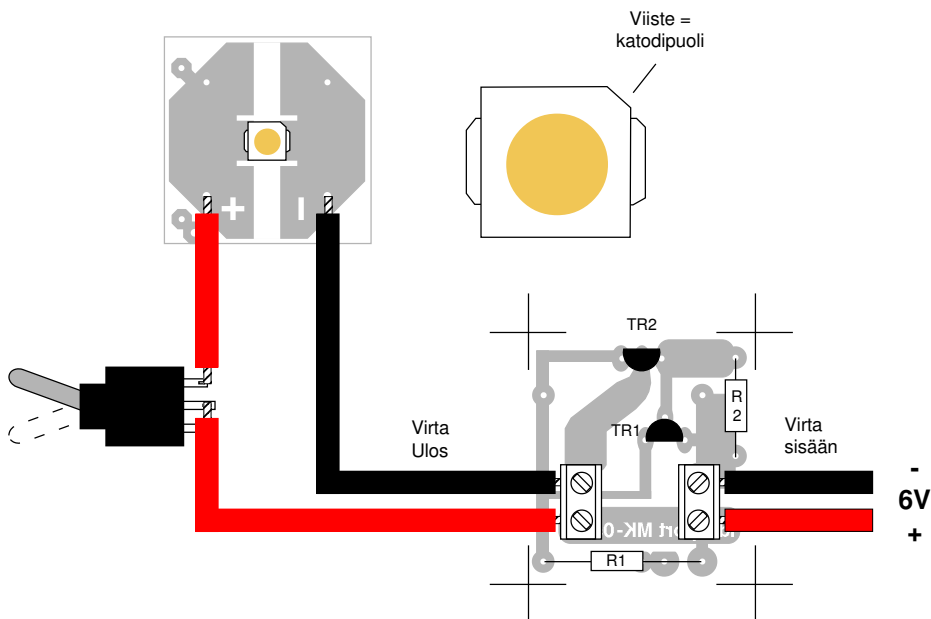
KT ----- Vipukytkin1-nap. on-off-on

Led ----- 1/2W (150mA) led, Samsung MP52 sarja

Vakiovirtaregulaattorin kytkentäkaavio

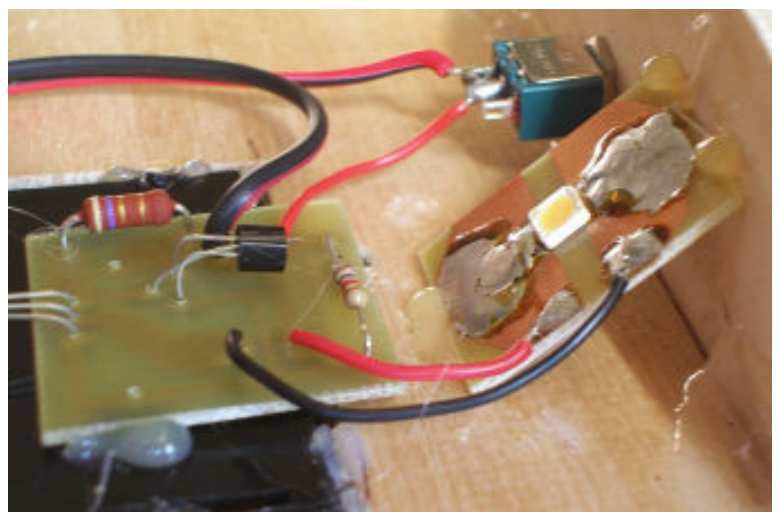


Osien sijoittelupiirros



Koska 1/2W lediä käytetään lähes maksimivirralla, tulee sen piirilevyn juotosalueet tinaata laajemmin jäähtytyksen parantamiseksi. Tinaaminen aloitetaan reunoilta ja edetään kohti ledin keskellä sijaitsevaa varsinaista juotoskohtaa, ledin alle tulevaa aluetta kuitenkin tinaamatta. Lediä ei kuitenkaan pidetä piirilevyllä tinaamisen aikana paikallaan kuumenemassa. Kun arvioidaan että ollaan varsin lähellä ledin jalkojen juotospisteitä, tuodaan led paikalleen ja juotetaan se kiinni.

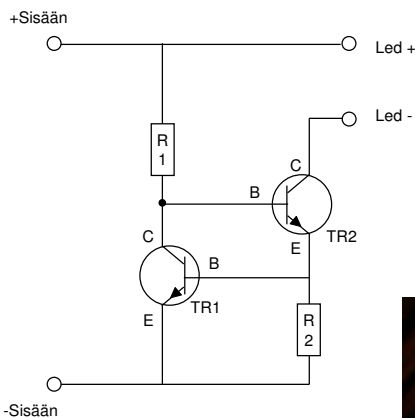
Kuvassa oikealla näkyy kuinka led-piirilevy on liimattu pohjalevyn ja lipan väliin kulmaan. Vakiovirtaregulaattorin piirilevy on liimattu paristopitiimen päälle keskelle ja transistorit on taitettu alas, jotta transistorit eivät aiheuttaisi varjoja varjostiimeen.



Toiminnan selostus

Vakiovirtaregulaattori reguloi DC-virtaa, eikä ota kantaa sen läpi menevään jännitteeseen. Regulaattori päästää lävitseen korkeintaan sen virran, joka siihen on ennalta asetettu. Virran maksimi asetetaan tietyn suuruisesta vastusta käyttämällä ja kytkentä reagoi kun jännitehäviö vastuksessa nousee liipaisurajan yli.

Oheisessa kytkennässä vastus on R2. Kun vastuksen läpi menevä virta kasvaa, kasvaa myös vastuksessa syntyvä jännitehäviö. Kun vastuksen yli vaikuttava jännite nousee transistorin TR1 tarvitseman ohjausjännitteen yli, alkaa TR1:n läpi kulkeva virta tiputtamaan transistorin TR2 kannalla vaikuttavaa ohjausjännitettä. Tämä kuristaa TR2:n läpi kulkevaa virtaa ja syntyy takaisinkytkentä.



Kytkenäkaavion NPN transistori TR2 johtaa silloin kun se saa kannalleen (B) plusjännitteen. Sen se saa kytkennässä vastuksen R1 kautta, joka on kytketty käyttöjännitteeseen. Heti kun virrat kytketään sisään, johtaa TR2 virran lävitseen ja pisteiden Led+ ja Led- väliin kytketty led alkaa loistamaan.

Piirroksessa R2:n yläpuolelta lähtee linja transistorin TR1 kannalle. TR1 on tavallinen NPN transistori, joka ei heti alussa johda, koska se tarvitsisi johtaakseen yli n. 0.6V jännitteen kannalleen (B) emitteriinsä (E) nähden. Vain R2:ssa syntyvä jännitehäviö voi tuottaa tämän ohjauksen.

Oletamme nyt että led on laitettu oikosulkuun (kuten voi tehdä) ja jännitehäviö R2:n yli kasvaa yhdessä virran kasvun kanssa. Tietyissä virrassa jännite R2:n yli on noussut yli 0.6 voltin ja tällöin TR1 saa tarvittavan ohjausjännitteen kannalleen ja menee johtavaan tilaan.

Nyt käy niin että TR1:n läpi kulkeva virta alkaa tiputtamaan TR2:n kannalta sen johtavaksi tekevää jännitettä ja TR2 alkaakin rajoittamaan virtaa joka sen läpi kulkee.

Virran suuruus ei myöskään tästä tipu, koska tämä aiheuttaisi R2:n häviöjännitteen laskun ja TR1:n kytketymisen johtamattomaksi. Tämä takaisinkytkentä reguloi kytkennän läpi menevää virtaa koko ajan ja R2:n määräämä virta ei voi ylittyä.

Testaaminen

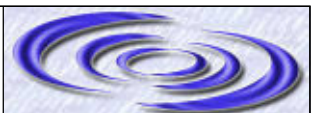
Kytkenästä ensimmäistä kertaa testattaessa kannattaa käyttää virtalähdettä joka näyttää virran. Tai sitten yleismittaria virta-alueella välissä. Ei kannata luottaa siihen että led toimii kun led loistaa, koska ledin läpi saattaa kulkea ylisuuri virta, joka tuhoaa sen varsin pian. Yksi pidempi valaisukerta voi tuhota ledin.

Käytä siksi ledin tilalla ensin varmuuden vuoksi esim. 18 ohmin tehovastusta, jonka läpi pitäisi mennä 6V jännitteellä (paristot uusia) korkeintaan noin 0.3A virta mikäli vakiovirtaregulaattori olisikin viallinen.

Jos sitten testatessa virta asettuu alle 0.15A virran, on varma että kytkentä toimii.



Ideaport - 5.8.2015
www.ideaport.edu.hel.fi



Teksti ja kuvat: Markku Kauppinen
Piirilevyn valotusmaski pdf-muodossa:
www.welcome.to/ideaport