

Jouluvalot, koekytkentälevytyö

Jouluvalot vilkkuvilla Led valoketjuilla. Käyttöjännite 9 - 18V

Led-lampuilla voi toteuttaa halvan, näyttävän ja turvallisen jouluvalosarjan, josta lamput eivät pala.

Kytkenässä on käytetty elektroniikkakytkentöjen peruskomponenttia - multivibraattoria - aikaansaamaan vilkkuefekti. Multivibraattori on kaksitransistorinen kytkentä jossa kondensaattoreiden avulla pidetään transistorit jatkuvasti tasapainottomassa tilassa ja transistorit kytkeytyvät vuorotain johtavaan tilaan. Tätä käytetään jouluvaloissa vilkuttamaan lamppuketjuja joissa on käytetty eri värisiä ledejä.

Koska kytkentä on hyvin yksinkertainen, voidaan se toteuttaa helposti koekytkentälevyllä jossa on pitkittäisku-parifoliot. Koekytkentälevy ei ole mikään erikoisuus vaan sitä käyttävät niin harrastajat kuin monet ammattilaisetkin pienten protojen valmistamisessa. Ja on paljon kouluja joissa valotus- ja syövytyslaitteet eivät ole vielä tätä päivää.

Koekytkentälevy on myös riittoisa jouluvalojen tekemiseen. Yhdestä 100x160mm levystä voi valmistaa 12kpl yksittäistä multivibraattorisolua, joihin siis kuhunkin tulee kaksi valoketjua. Soluja on hyvä tehdä ainakin kaksi tai kolme jotta valoketjujen vilkuntaan saataisiin kahden itsenäisen solun eri ajoituksesta johtuvaa satunnaisuutta.

Toiminta

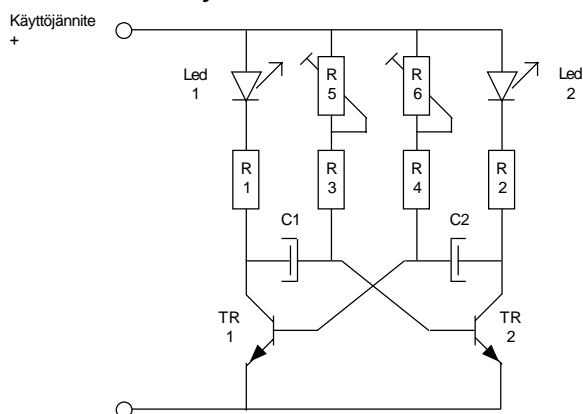
Multivibraattorin toiminta perustuu kahden transistorin ristikkäiseen kytkentään kollektoreilta kannoille kondensaattoreiden kautta. Seuraavassa selostuksessa viitataan oheiseen kytkentäkaavioon.

Oletetaan että transistori TR1 kytkeytyy ensimmäisenä johtavaan tilaan kun virrat kytketään päälle. Tällöin kondensaattorin C1 vasen puoli kytkeytyy nopeasti lähes nolajännitteeseen. TR1 ryöstääkin kaiken jännitteen C1:n kautta transistorin TR2 kannalta. TR2 jää johtamattomaan tilaan. Kondensaattorin C2 kautta tulee vielä positiivinen virtapulssi TR1:n kannalle, koska TR2:n kollektorijännite nousee samaan aikaan. Myös tämä auttaa TR1:n kytkeytymistä.

Edellinen tila ei voi jatkua kauan, koska hiljalleen vastuksen R3 ja R5 kautta tuleva virta nostaa kondensaattorin C1 oikean puolen jännitteen ylös. Myöskään C2:n kautta ei tule enää virtaa TR1:n kannalle. Jännitteiden noustessa tasapainoon transistorien kannoilla, tapahtuu niiden kollektoreilla myös muutos kohti tasapainoa. Koska TR1:n kollektorijännite on nousussa, syntyvä positiivinen pulssi kulkee nyt C1:n kautta TR2:n kannalle. Pulssin voimistuessa TR2 kytkeytyy lopulta johtavaksi ja nyt C2 riistää nopeasti TR1:n kannalta jännitteen (negatiivinen pulssi, menee käytännössäkin alle käyttöjännitteen miinus).

Edellinen sykli toistuu ja toistuu ja sopivia komponenttiarvoja käyttäen saadaan aikaan rauhallisesti vilkkuvat jouluvalot taikka äänitaajuuksille ulottuva sireeni.

Multivibraattorin kytkentäkaavio



Jos trimmerivastuksia R5, R6 säätää arvoltaan pienemmäksi, nopeutuu vilkkuminen kunnes vilkkumista ei enää näe. Samoin mitä pienempiä kondensaattoreita käytetään, sitä nopeammin valot vilkkuvat.

Kytkenän vastukset R3 ja R4 ovat suojavastuksia. Ne estävät transistoreita tuhoutumasta kun trimmerit käännetään aivan nolaohmiseksi. Ilman niitä virta kulkisi plusjännitteestä transistorin kannan kautta suoraan miinusnapaan, joka tuhoaa varmasti transistorin. Led 1 ja 2 tilalle tulevat lediketjut. Käytännössä kytkentä on jouluvaloissa sellainen että plusjännite haaroitetaan yhdellä johdolla led-ketjujen alkupäähän, josta virta led-ketjujen kautta kuljettuaan palaa piirilevylle R1 ja R2 yläpuolisiin pisteisiin.

Projektin alkumäärittelyt

Ensin pitäisi päättää montako multivibraattorisolua aikoo tehdä ja montako lediä aikoo juottaa sarjaan per ketju. Itse olen tehnyt jouluvalot kolmella solulla - eli ketjuja tulee tällöin 6kpl - ja laittanut kuhunkin ketjuun kuusi lediä. Kolmen solun käyttö on perusteltua siksi että koekytkentälevy tulee leveyssuunnassa käytetyksi mahdollisimman tehokkaasti. Jos soluja ensin rakentaakin vain kaksi, voi kolmannen rakentaa myöhemmin lisäykseksi. Kahdeksan lediä per ketju on maksimi ledien määrä käytettäessä kahta yhdeksän voltin paristoa (18V). Yhtä 9V paristoa käytettäessä maksimi on 4kpl. Muita jännitteitä vastaavat maksimi ledimäärät sekä ledimääriä vastaavat kollektorivastusten R1 ja R2 arvot näet seuraavan sivun taulukosta.

Paristokäyttö

Transistorin kollektoreilla, ledien kanssa sarjassa olevien vastusten arvo määräytyy käyttöjännitteen ja ledien määrän mukaan. Optimoidakseni paristonsäästöä olen määrittänyt ledien virtaa säättävät vastukset R1 ja R2 rajaamaan ledien virran alle 5mA tason. Ledien tulisikin olla hieman parempilaatuisia, jotta niistä saisi tarvittavan kirkkauden pienelläkin virralla. Tunteuttomien halpaledien valoteho saattaa olla vain muutama millicandela, kun taas useimpien merkkiledien valoteho tavallisessa vakioledisarjassa on näihin verrattuna kymmenkertainen.

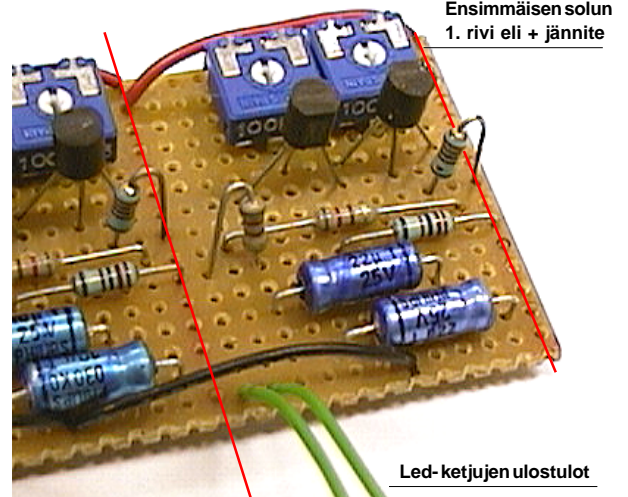
Ledien kirkkaus putoaa jyrkästi virran mukana. Esim. Kingbrightin ledien kirkkaus tippuu 30mcd - 80mcd tasosta 5mcd-12mcd tasolle kun virta tippuu 20mA --> 5mA, mutta tämä on edelleenkin kirkkaampi taso kuin mitä ns. halpaledit yleensä antavat 20mA virralla. Ja jos taas jälkimmäisten ledien virtamäärän tiputtaa vastaavasti, ei kirkkaudesta jää mitään jäljelle, mikä voi osoittautua pettymykseksi.

Sijoittelukuva koekytkentälevystä

Koekytkentälevy jaetaan ensin pitkittäin neljään osaan, siten että joka levyllä jää 15 ehjää kytkentäpistettä. Poikittain piirilevy jaetaan 12 pistettä sisältäviin osiin ja merkitään sijoittelua helpoittavin merkinnöin kuten kuvassa.

Merkintä kannattaa tehdä vettä pelkäämättömällä tussilla. Kun kolme solua rakennetaan aivan vierekkäin, jää piirilevyn päähän kolme vapaata riviä kytkentäpisteitä, joita itse olen käyttänyt 9V paristojen sarjankytkentään eli antamaan 18V jännite.

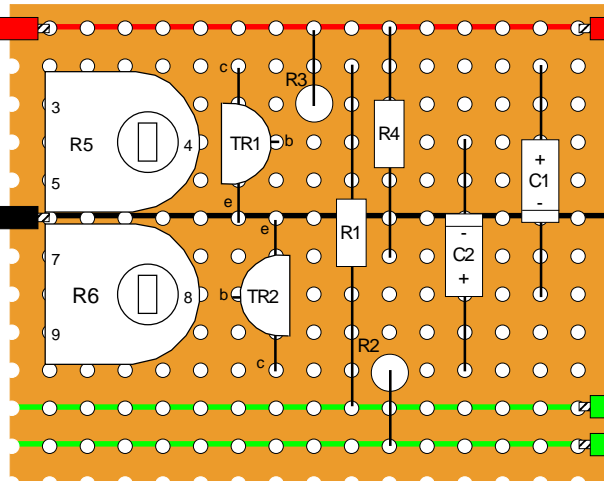
Jännitteet kannattaa solujen välillä kytkeä hyppylangoiin, aina edellisestä seuraavaan (sekä plus että miinus) ja tuoda jännite vain ensimmäiseen soluun.



Toisen solun 1. rivi eli + jännite

Kytkentäpisteet folioriveittäin

- | | | |
|----|---------------------------------|-------|
| 1 | +Jännite, R3, R4 | ..... |
| 2 | TR1 Kollektori, R1, C1+ | ..... |
| 3 | R5, R3 | ..... |
| 4 | TR1 Kanta, R5, C2- | ..... |
| 5 | R5 | ..... |
| 6 | - Jännite, TR1 ja TR2 emitterit | ..... |
| 7 | R6, R4 | ..... |
| 8 | TR2 Kanta, R6, C1- | ..... |
| 9 | R6 | ..... |
| 10 | TR2 Kollektori, R2, C2+ | ..... |
| 11 | Led ketju 1, R1 | ..... |
| 12 | Led ketju 2, R2 | ..... |



Yhteinen lediketjujen plusjännitteen lähtö (otetaan jonkun solun kautta)

Lediketjujen "nielut" eli plusjännite palaa ketjujen kautta näihin

Osaluettelo

- | | |
|--------|--------------------------------|
| C 1, 2 | 22µF 25V Elko |
| R 1, 2 | Katso alla olevasta taulukosta |
| R 3, 4 | 22k Ohm 1/4W |
| R 5, 6 | 100k Ohm Trimmerivastus |
| TR1, 2 | BC 547, 548 yms. |

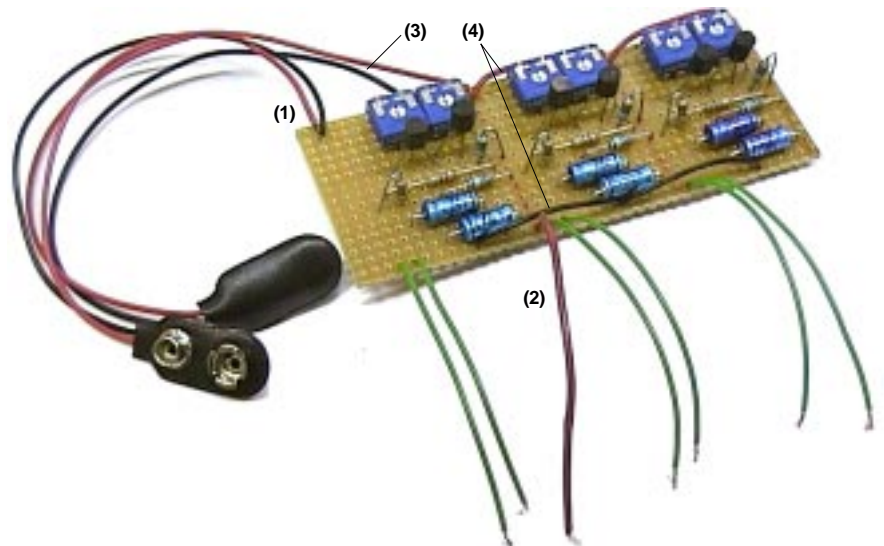
Taulukko vastusten R1 ja R2 laskemiseen

Käyttöjännite	Ledejä ketjussa	R1 ja R2 arvo
9V	3kpl	560 Ohm
9V	4kpl	220 Ohm
12V	3kpl	1k Ohm
12V	4kpl	680 Ohm
12V	5kpl	470 Ohm
12V	6kpl	120 Ohm
18V	4kpl	1,8k Ohm
18V	5kpl	1,5k Ohm
18V	6kpl	1,2k Ohm
18V	7kpl	820 Ohm
18V	8kpl	470 Ohm

- huom. tämä taulukko pätee sekaväriselle lediketjulle, jossa on käytetty peräkkäin punaisia, keltaisia ja vihreitä ledejä, jolloin kynnyksjännitteiden keskiarvoksi tulee 1,85V.

Verkkolaitteikäyttö

Mikäli jouluvaloja käytetään verkkolaitteella ja kirkkautta halutaan samalla hieman enemmän, voidaan ylläolevat vastusarvot puolittaa (jolloin kirkkaus kolminkertaistuu).



Selvitys ylläolevan kuvan johdotuksista

- 1) Esimerkki ylijäävien folioiden käyttämiseksi paristojen sarjaan kytkentää varten
- 2) Valoketjujen yhteisen plusjännitteen lähtö
- 3) Kohta johon virtakytkin tulee väliin
- 4) Plusjännitteen ja miinusjännitteen hyppylangat solusta soluun. Jännite paristojohtimista tulee vain ensimmäiseen soluun.

Lediketjut

Lediketjujen teko on yksi työläimpiä osia. Ensin lediketjuja varten on pätkittävä ja kuorittava varsin paljon johtoa. Vihreä on varsin hyvä johtimien väri, koska se sopii joulukuuseen tai vaikka vain havujen päälle parvekkeen kaiteelle tai havupalloon. Omat lediketjuni tein n. 30cm jaolla. Ketjun aloittaa keskusyksikön eli miinusnavan puolelta kuitenkin 70cm pitkä alkupätkä joka tulee (banaaniliittimellä yms.) kiinni keskusyksikköön. Alkupätkä saa olla hieman pitempi, jotta keskusyksikön voi piilottaa paremmin ja jotta ledit saadaan esim. kuusen alaosissa paremmin hajaantumaan eri suuntiin ja yhdistettyä kuitenkin keskusyksikköön. Kaikki led-ketjujen plussanpuoleiset päät yhdistetään samaan pisteeseen esim. kuusen latvassa. Samaan pisteeseen yhdistetään myös keskusyksiköltä tuleva plusjohdin. Pluspäiden yhdistämiseen voi käyttää yksittäistä ruuviliitosrimasta katkaistua liittintä.

Ledit juotetaan johtimiin mahdollisimman läheltä ledin kupua varmalla ja nopealla tempolla jotta ledit eivät tuhoudu kuumuudesta. Juotoksen tulisi syntyä alle viiden sekunnin, joten kolvin kärjen tulisi olla kunnossa ja juotosharjoitukset hanskassa. On oltava tarkka siitä että jokainen ledi tulee johtoon oikein päin. Jos johtimeen tulee yksikin ledi väärin päin, ei yksikään ledi ketjussa loista.

Juotostyötä helpottaa ns. apukäden käyttö, jossa on kaksi hauenleukaa. Toiseen hauenlaukaan lukitaan ledi. Sen jälkeen kun johtimeen tekemäsi pieni koukku pysyy ledin jalassa kiinni, lukitset johtimen toiseen hauenleukaan ja teet juotoksen. Kun juotos on hetken jäähtynyt, katkaistaan ledin yli pitkät jalat heti juotoksen vierestä. Ei kestä kauaa kun veloketjua syntyy kuin liukuhihnalta.

Ledien jalat leikataan lyhyiksi jotta ne eivät takertuisi mihinkään, eivät menisi oikosulkuun ja jotta johto ei jaksaisi vääntää ja väsyttää ledin jalkaa poikki. Aivan juuressa ledien jalat ovat vahvimmillaan. Kannattaa kuitenkin käsitellä varovasti näitä ketjuja, koska mitään kovin kovaa kiskomista ne eivät kestä.

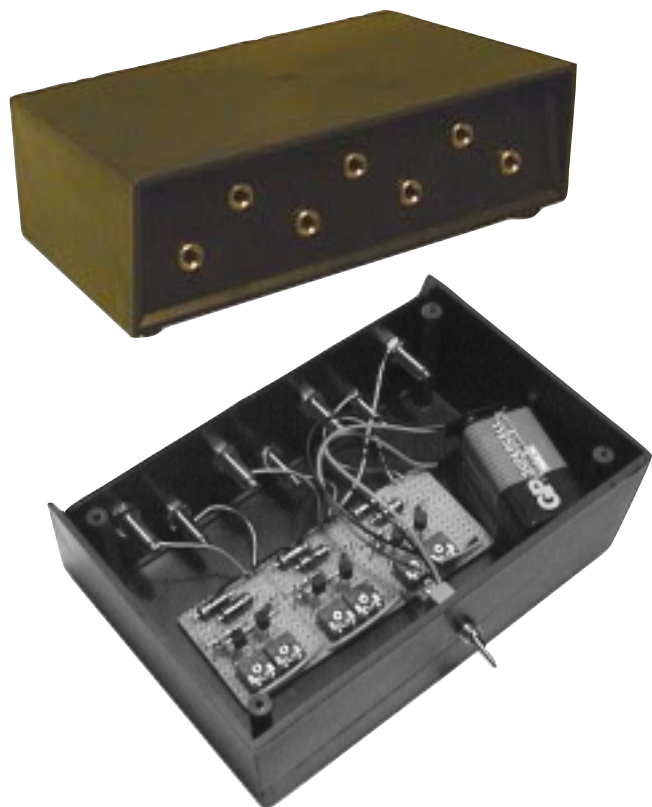
Ledien jalkoja ei tarvitse eristää millään. Vaikka valot olisivat lumen sisällä parvekkeen kaiteella, ei mitään häiriöitä tule, koska käytettävät jännitteet ovat niin pieniä ja vesi/lumi siihen nähden vielä hyviä eristeitä.

Kuva plusjännitejohdosta ja kahdesta lediketjusta



Keskusyksikön kotelo ja liittimet

Kuvan kotelo ja banaaniliittimet ovat yksi vaihtoehto monesta toteuttaa elektroniikan suojaus ja nopea ketjujen liittämistapa keskusyksikköön.



Ylläolevasta kuvasta näkyy johtojen kulku kotelon sisällä ja virtakytkin, joka tulee johonkin paristoneparilla tulevasta johdoista (plus- tai miinusjohtoon).

Valoketjujen liittämiseen voi käyttää monia liittimiä. Näistä halvin on ruuviliitosrima. Ruuviliitosrima on myös kompaktein tapa, jolloin kotelo voi olla kuvien koteloon verrattuna paljon pienempi.

Kuvien esimerkkitaupauksessa led-ketjujen liittämiseen on käytetty halpoja eristämättömiä banaanirunkoliittimiä ja banaanipistokkeita. Piirilevyllä banaaniliittimille kytkettävien johtojen kuoritut päät on jätettävä varsin pitkiksi, jotta ne saadaan jäämään banaanihylsyn varsin kapeiden muttereiden alle. Johtimet on kuorittava n. 3cm matkalta ja kuorituista päistä on muodostettava kunnan lenkit liitinrungon ympärille.

Juottaminen liittimen päähän on toinen vaihtoehto, mutta pitkän kuumentamisajan ja liittimen kovan kuumenemisen takia juottamista ei saa tehdä banaanihylsyt koteloon kiinnitettynä. Muuten kotelo sulaa. On tehtävä niin että ensin juotetaan banaanihylsyihin piirilevyllä ulottuvat johdonpätkät ja tämän jälkeen kiinnitetään banaanihylsyt koteloon (kuvan kotelossa irtonaiseen etupaneeliin). Vasta tämän jälkeen juotetaan johtimet piirilevyllä.

Malli kolmen solun kytkennästä

Allaolevaan piirroksessa on kuvattu kolmesoluihin ja kuusiketjuinen jouluvalosarja. Huomaa värien sommittelu ketjuissa. Jotta värit pomppisivat paikasta toiseen vierekkäin vilkkuvissa ketjuissa - esim. parvekkeen kaiteella - kannattaa ledien värejä sekoittaa eri paikkoihin ketjuissa, kuten piirroksessa on kuvattu.

