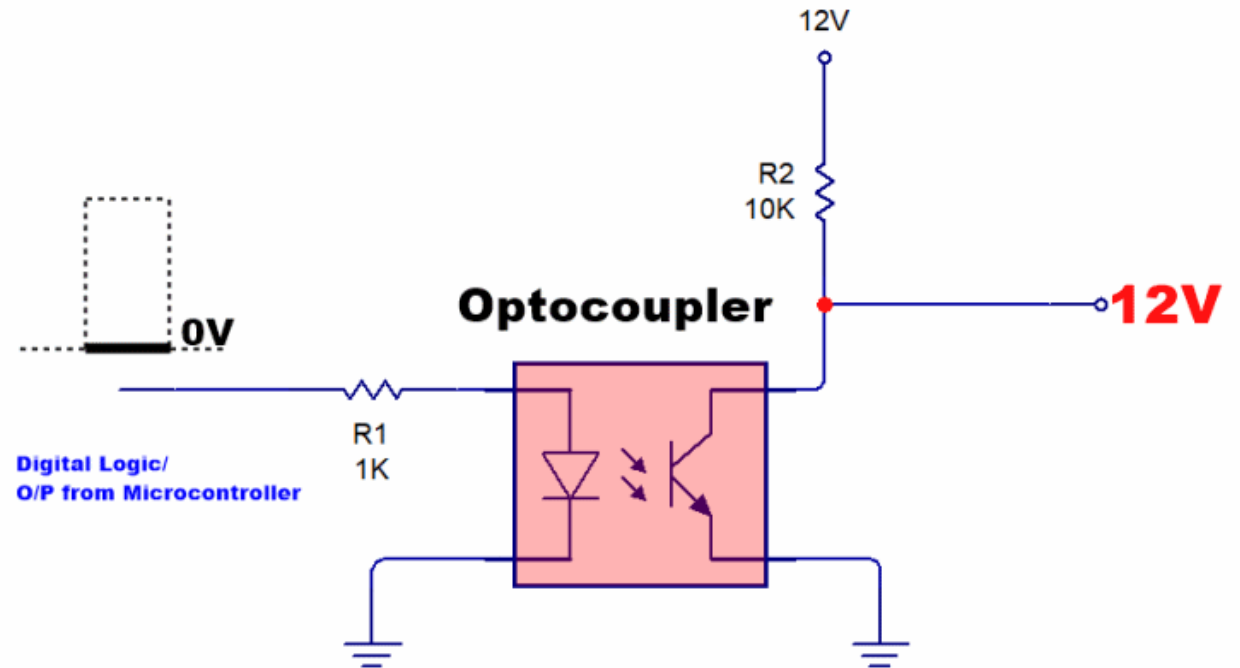


DISPOZITIVE ELECTRONICE ÎN ELECTRONICA APLICATĂ

Tema 12: OPTOCUPLOARE



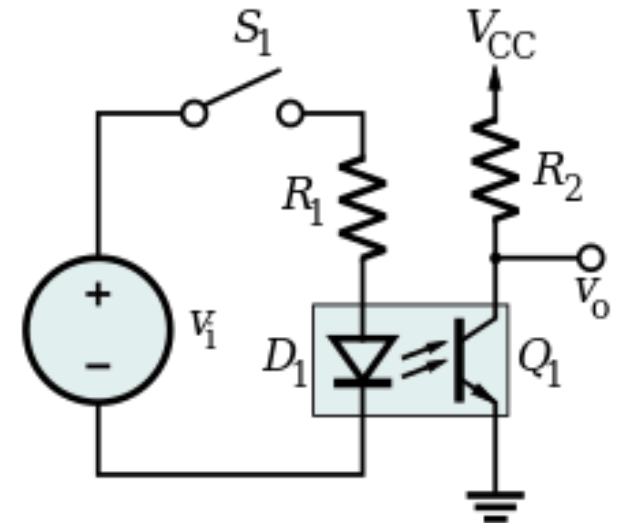
Optocuplor

Un **optocuplor** este o componentă electronică care interconectează două circuite electrice separate prin intermediul unei interfețe optice sensibile la lumină.

Din teoria Transformatoarelor cunoaștem că ele nu pot oferi doar o tensiune mai mică, ci și o "izolare electrică" între tensiunea mai mare pe partea primară și tensiunea mai mică pe partea secundară.

Cu alte cuvinte, transformatoarele izolează tensiunea de intrare din primar de tensiunea de ieșire din secundar folosind cuplarea electromagnetică și acest lucru se realizează utilizând fluxul magnetic care circulă în interiorul miezului lor laminat din fier.

Dar putem oferi izolație electrică între o sursă de intrare și o sarcină de ieșire utilizând doar lumina, utilizând o componentă electronică foarte comună și valoroasă numită **Optocuplor**.



Izolare electrică

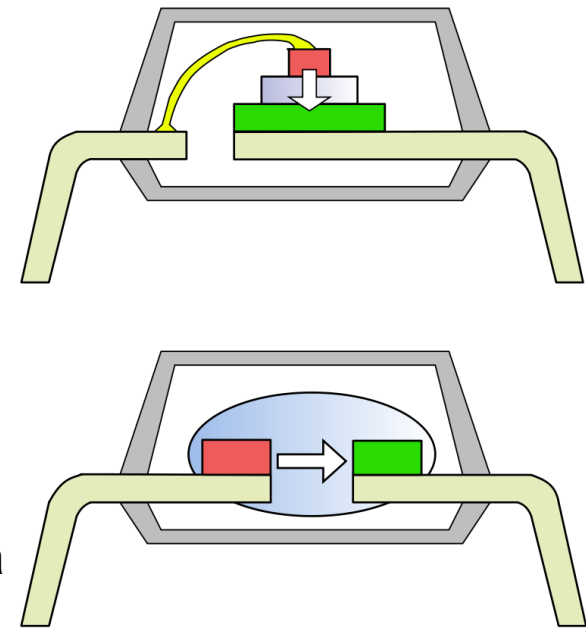
- Echipamentul electronic și de semnal și puterea liniilor de transmisie pot fi supuse unor supratensiuni induse de fulgere, de descărcări electrostatice, transmisii de radio-frecvență, tranziții de impulsuri (vârfuri) și/sau perturbări ale alimentării. Loviturile de trăsnet pot induce suprasarcini de până la 10 kV, adică de o mie de ori mai mult decât limitele tensiunii de lucru ale componentelor electronice.
- Un circuit poate să fie expus unor tensiuni ridicate, caz în care are nevoie de siguranță de funcționare, mijloace fiabile de interfațare a componentelor sale de înaltă tensiune cu cele de joasă tensiune. Funcția principală a unui optoizolator este de a bloca aceste tensiuni înalte și tranziții de tensiune, astfel încât un val într-o parte a sistemului nu va perturba sau distruge alte părți. În trecut, aceasta funcție a fost delegată transformatoarelor de izolare, care folosesc cuplaj inductiv între intrare și ieșire (izolare galvanică).
- Transformatoarele și optoizolatoarele sunt singurele clase de dispozitive electronice, care oferă protecție solidă — acestea protejează atât echipamentul cât și utilizatorul uman ce operează la acest echipament. Ele conțin o barieră unică de izolare fizică, dar asigură protecția echivalentă cu dubla izolare.

Izolare electrică

- Un optoizolator leagă intrarea și ieșirea printr-un fascicul de lumină modulată de curentul de intrare. Acesta transformă semnalul util în lumină, trimițându-l peste canalul dielectric, captând lumina pe partea de ieșire și transformând-o înapoi în semnal electric. Spre deosebire de transformatoare, care permit trecerea de energie în ambele direcții cu pierderi foarte mici, optoizolatoarele sunt unidirecționale și nu pot transmite putere.

Optoizolatorii tipici pot modula doar fluxul de energie deja prezent pe partea de ieșire. Spre deosebire de transformatoare, optoizolatoarele pot trec semnale lente sau de DC și nu necesită impedanțe asemănătoare dintre părțile de intrare și de ieșire.

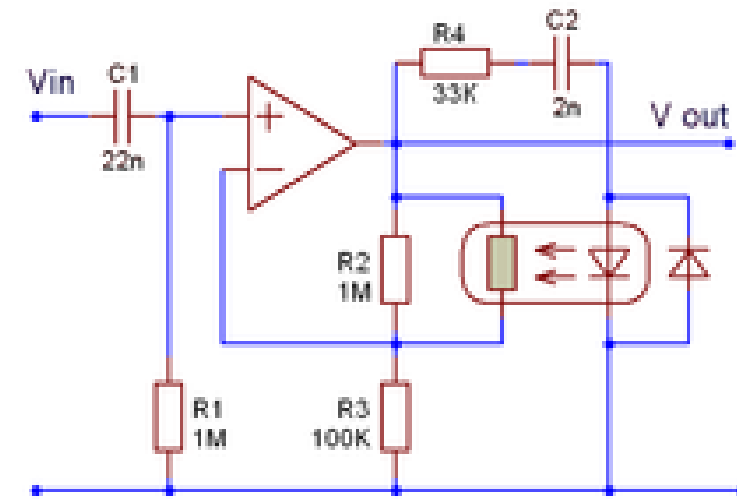
Comparație între aspectul optoizolatorului plan (sus) și cupolă din silicon (jos) (ambele în pachetul DIP pentru confort).



Tipuri de optoizolatori

Tipul componentei	Sursa de lumină	Tipul senzorului	Viteză	Rata de transfer curentă
Optoizolator rezistiv (Vactrol)	Bec incandescent	Foto-rezistor(LDR)	Foarte mică	<100%
	Neon		Mică	
	Dioda infraroșu		Mică	
Dioda optoizolatoare	Dioda infraroșu	Fotodiodă cu siliciu	Maximă	0.1% - 0.2%
Tranzistor optoizolator	Dioda infraroșu	Fototranzistor siliciu bipolar	Medie	2% - 120%
		Fototranzistor Darlington	Medie	100% - 600%
SCR optoizolat	Dioda infraroșu	Redresor	Mică spre medie	>100%
Triac optoizolat	Dioda infraroșu	Triac	Mică spre medie	Foarte mare
Releu	Grup de diode infraroșu	Grup de fotodiode ce comandă o pereche de MOSFET-uri sau un IGBT	Mică spre mare	Practic nelimitată

Optoizolatori rezistivi

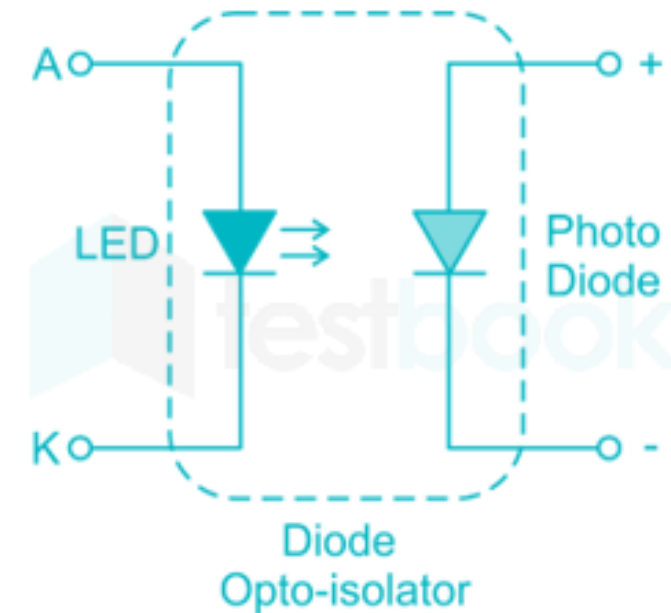


- Cele mai timpuri optoizolatoare, original comercializate ca celule de lumină , au apărut în anii 1960.
- Fotorezistențele utilizate în optoizolatoare se bazează pe efectele bulk într-o film uniform de semiconductoare; nu există joncțiuni p-n. Unic printre fotosenzori, fotorezistențele sunt dispozitive nepolarizate potrivite pentru circuite de AC(curent alternativ) sau DC(curent continuu). Rezistența lor scade invers proportional cu intensitatea de intrare a luminii, practic de la infinit la un prag rezidual, care poate fi mai mic de o sută de ohmi. Fotorezistențele au rezistat cu ușurință tensiunilor de până la 400 v, proprietate ce le-a făcut ideale pentru comandarea afisajelor fluorescente. Alte aplicații industriale au inclus fotocopiatoare, automatizări industriale, aparate de măsurare profesională de lumină și auto-expunere. Cele mai multe dintre aceste aplicații sunt acum învechite, dar optoizolatoarele rezistive au păstrat o nișă în audio, în special la amplificatoare pentru chitară.

Dioda optoizolatoare

- Dioda optoizolatoare folosesc LED-uri ca surse de lumina si fotodiodele cu siliciu ca senzori. Când fotodioda este inversă-polarizata cu o sursa de tensiune externa, lumina pe care o primește crește curentul invers care curge prin dioda. Dioda în sine nu generează energie; modulează fluxul de energie de la o sursă externă. Acest mod de operare este numit modul de fotoconducție. Alternativ, în absența polarizării externe dioda convertește energia luminii în energie electrică prin perceperea la bornele sale o tensiune de până la 0,7 V. Rata de incarcare este proporțională cu intensitatea de intrare a luminii. Energia se colectează prin drenarea sarcinii printr-o cale de înaltă impedanță externe; raportul de curent de transfer poate ajunge la 0,2%. Acest mod de operare este numit modul fotovoltaic. Fotodioda optoizolatoare poate fi folosita pentru interfațarea semnalelor analogice, deși ne-liniaritate lor invariabil denaturează semnalul.

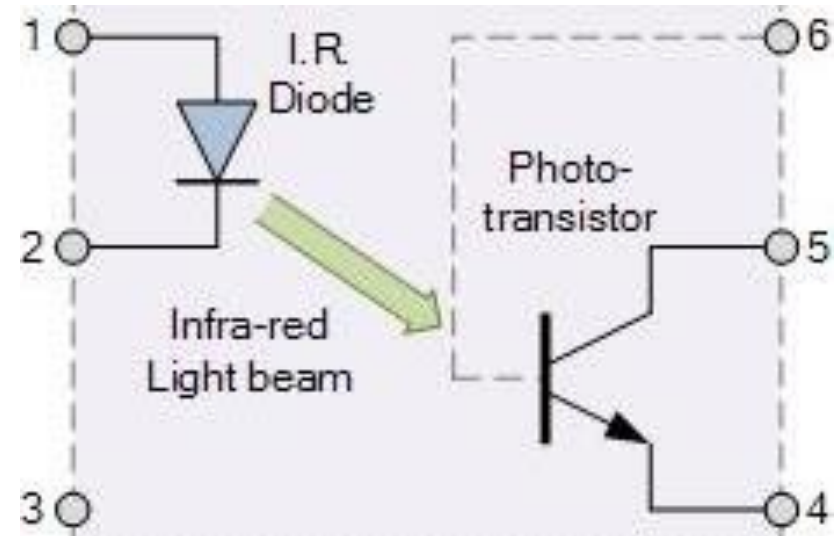
O clasă specială de optoizolatoare analogice introduse de Burr-Brown folosește două fotodiode și un amplificator operațional pe partea de intrare pentru a compensa ne-liniaritatea diodei. Una dintre cele două diode identice este legată în bucla de feedback a amplificatorului, care menține curentul total de transfer de la un nivel constant indiferent de ne-liniaritatea din a doua dioda.



Optocuplor cu fototranzistor

Schema de bază a unui optocuplor, cunoscut și ca **opto-izolator**, constă într-un LED care produce o lumină infraroșie și un dispozitiv foto-sensibil semiconductor care este utilizat pentru a detecta fasciculusul infraroșu emis. Atât LED-ul, cât și dispozitivul foto-sensibil sunt închise într-un corp sau un ambalaj ușor etanș, cu picioare metalice pentru conexiuni, electrice așa cum se arată.

Un optocuplor sau un opto-izolator constă dintr-un emițător de lumină, LED și un receptor sensibil la lumină, care poate fi o fotodiodă, foto-tranzistor, fotorezistor, foto-SCR sau un foto-TRIAC, funcționarea de bază a unui optocuplor fiind foarte simplu de înțeles.



Optocuplor cu fototranzistor

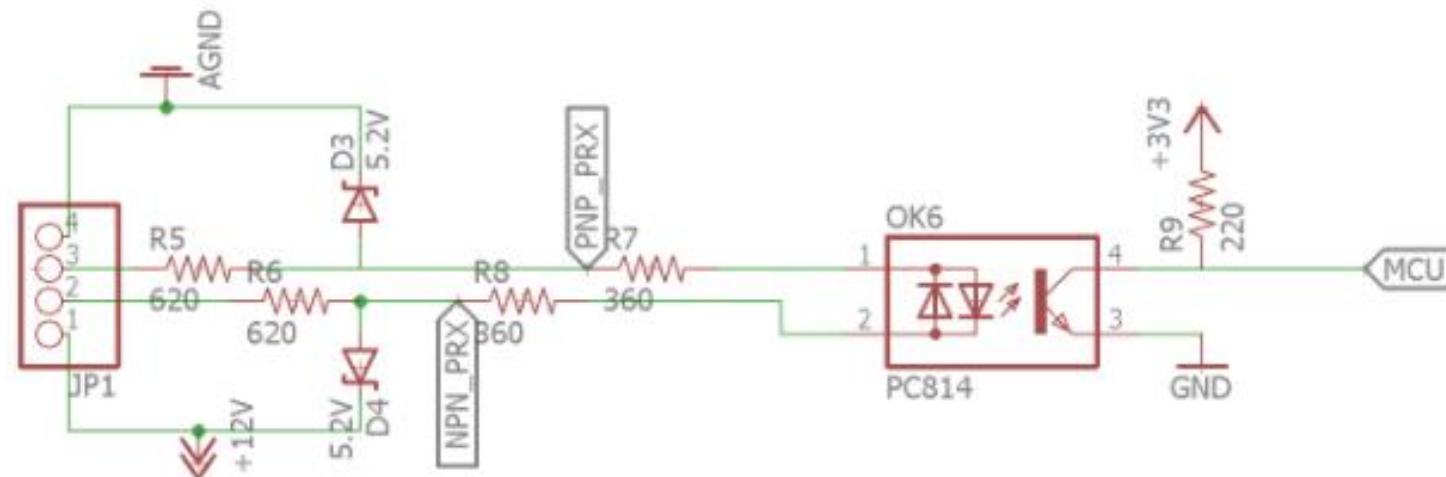
Să presupunem un dispozitiv foto-tranzistor, așa cum este arătat. Curentul de la semnalul sursă trece prin LED-ul de intrare care emite o lumină infraroșie a cărei intensitate este proporțională cu semnalul electric. Această lumină emisă cade pe baza foto-tranzistorului, determinându-l să comute ON și să conducă în mod similar cu un tranzistor bipolar normal.

Conexiunea bază a foto-tranzistorului poate fi lăsată deschisă (neconectată) pentru o sensibilitate maximă la energia luminii infraroșii a LED-ului sau conectată la masă printr-un rezistor de înaltă valoare extern adecvat pentru a controla sensibilitatea la comutare, făcându-l mai stabil și rezistent la declanșare falsă de către zgomote electrice externe sau tranziții de tensiune.

Când curentul care circulă prin LED-ul este întrerupt, lumina emisă în infraroșu este întreruptă, provocând încetarea conductiei foto-tranzistorului. Foto-tranzistorul poate fi utilizat pentru comutarea curentului în circuitul de ieșire. Răspunsul spectral al LED-ului și al dispozitivului fotosensibil sunt foarte apropiate, fiind separate de un mediu transparent, cum ar fi sticla, plasticul sau aerul. Deoarece nu există o conexiune electrică directă între intrarea și ieșirea unui optocuplor, se realizează o izolație electrică de până la 10 kV.

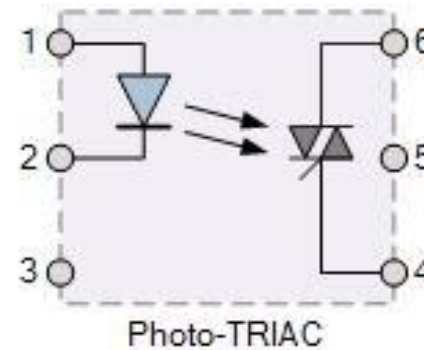
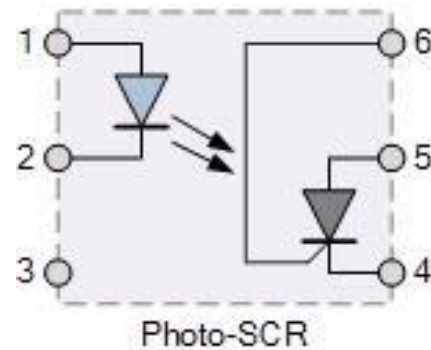
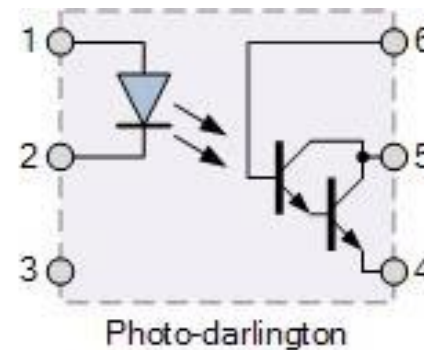
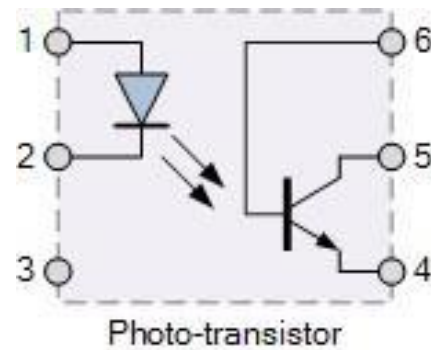
Optoizolatori bidirecționali

- Toți optoizolatorii descriși până acum sunt uni-direcționali. Canalul optic funcționează întotdeauna într-o singură direcție, de la sursă (LED) către senzor. Sensorii, fie fotorezistențe, fotodiode sau fototranzistori, nu pot emite lumina. Dar LED-urile, precum toate diodele semiconductoare, sunt capabile să detecteze lumina primită, lucru care face posibilă construirea unui optoizolator bidirecțional plecând de la o pereche de LED-uri. Cel mai simplu optoizolator bidirecțional este doar o pereche de LED-uri puse față în față și ținute împreună cu tuburi contractoare la căldură. Dacă este necesar, distanța dintre cele două LED-uri poate fi prelungită cu o inserție de fibră de sticlă. LED-urile de spectru vizibil au eficiență de transfer relativ slabă, prin urmare LED-uri de GaAs, GaAs:Si și AlGaAs:Si având spectrul aproape infraroșu sunt alegerea preferată pentru dispozitivele bidirecționale. Optoizolatorii bidirecționali construiți în jurul perechilor de LED-uri GaAs:Si au rata curentului de transfer în jurul valorii de 0.06% în modurile fotovoltaic sau fotoconductiv - mai puțin decât fotodiodele bazate pe izolatori, dar suficiente pentru aplicații practice reale.



Tipuri de optocuploare

Optocuploarele sunt disponibile în patru tipuri generale, fiecare având o sursă LED cu infraroșu, dar cu dispozitive foto-sensibile diferite. Cele patru optocuploare sunt numite: *Foto-tranzistor*, *Foto-darlington*, *Foto-SCR* și *Foto-triac*, după cum se arată mai jos.

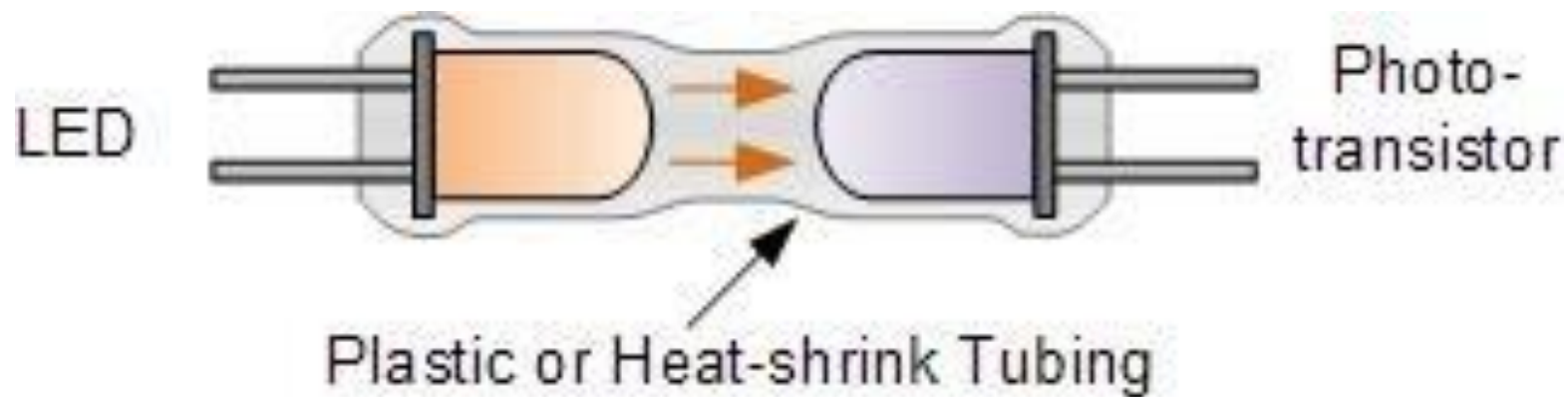


Tipuri de optocuploare

Dispozitivele foto-tranzistor și foto-darlington sunt utilizate în principal în circuitele DC, în timp ce foto-SCR și foto-triac permit să fie controlate circuitele de alimentare AC. Există multe alte tipuri de combinații sursă-senzor, cum ar fi perechi LED-fotodiodă, LED-LASER, lampă-fotorezistor, optocuploare reflectorizante și cu fantă.

Optocuploare simple realizate manual pot fi construite folosind componente individuale. Un LED și un foto-tranzistor sunt introduse într-un tub din plastic rigid sau sunt încastrate în tuburi termocontractabile așa cum se arată. Avantajul acestui optocuplor realizat acasă este acela că tuburile pot fi tăiate la orice lungime dorită și chiar îndoite la colțuri. Evident, tuburile cu un interior reflexiv ar fi mai eficiente decât tuburile negre întunecate.

Optocuploare făcute manual



Aplicații ale optocuploarelor

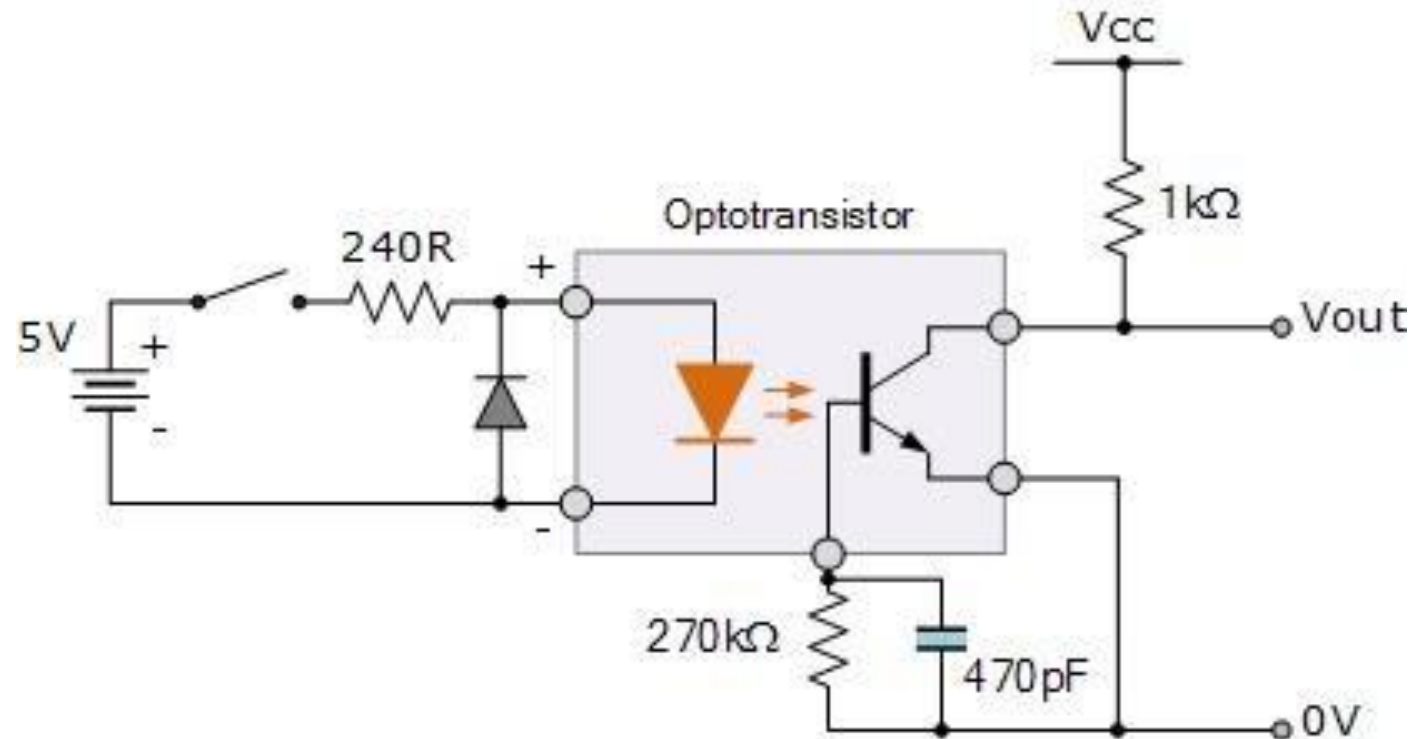
Optocuploarele și opto-izolatoarele pot fi utilizate singure sau pot comuta o serie de alte dispozitive electronice mai mari, cum ar fi tranzistoarele și triacurile, realizând izolarea electrică necesară între un semnal de control al tensiunii mai mic, de exemplu unul de la un Arduino sau un microcontroler, și un semnal de ieșire de curent mult mai mare sau de rețea.

Aplicațiile obișnuite pentru optocuploare includ comutarea intrare/ieșire a microprocesorului, controlul puterii DC și AC, comunicațiile PC, izolarea semnalului și reglarea sursei de alimentare care suferă de bucle de masă de curent etc. Semnalul electric transmis poate fi fie analogic (liniar) sau digital (impulsuri).

În această aplicație, optocuplorul este utilizat pentru a detecta funcționarea comutatorului sau alt tip de semnal digital de intrare. Acest lucru este util dacă comutatorul sau semnalul detectat se află într-un mediu cu zgomot electric. Ieșirea poate fi utilizată pentru a opera un circuit extern, lumina sau ca intrare la un PC sau la un microprocesor.

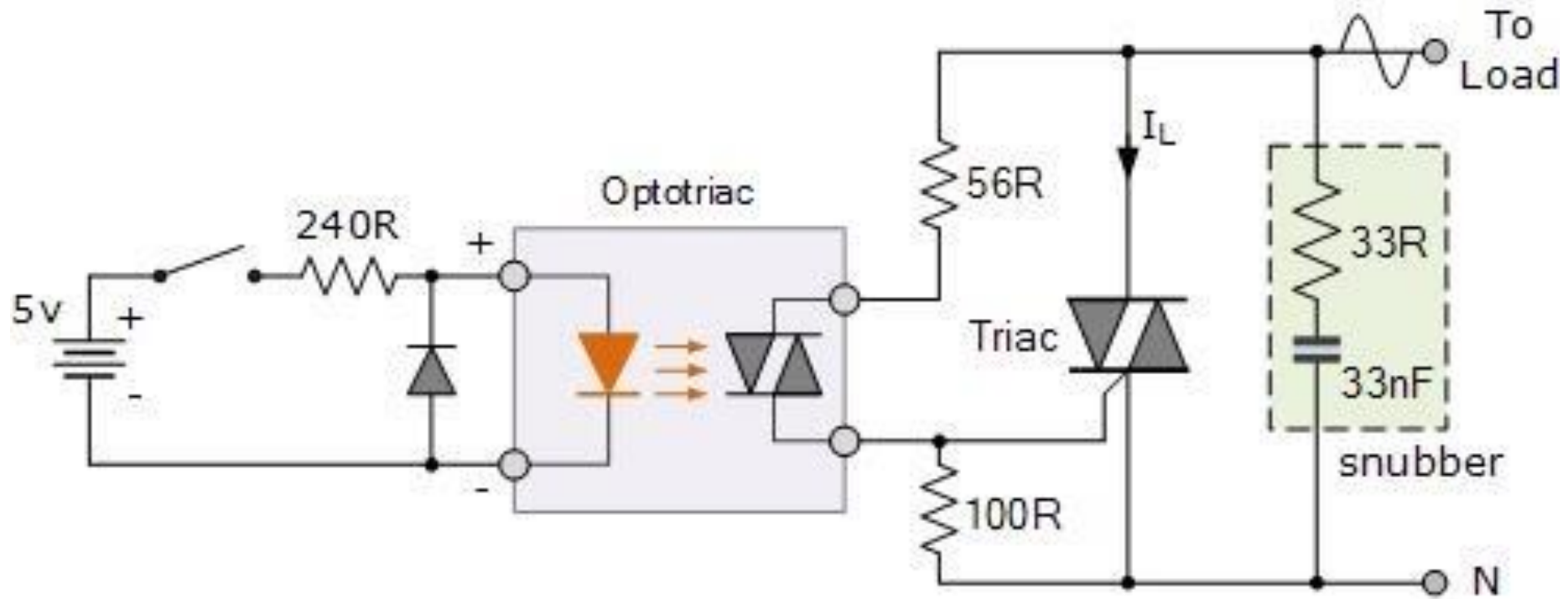
Un comutator DC opto-tranzistor

Pe lângă detectarea semnalelor și datelor DC, sunt disponibili și izolatorii opto-triac care permit controlul echipamentelor alimentate AC și al lămpilor de rețea. Triacurile opto-cuplate, cum ar fi MOC 3020, au valori de tensiune nominală de aproximativ 400 de volți, făcându-le ideale pentru conectarea directă la rețea și un curent maxim de aproximativ 100 mA. Pentru sarcini cu putere mai mare, opto-triac-ul poate fi utilizat pentru a furniza pulsul de poartă la un alt triac mai mare printr-un rezistor de limitare a curentului, așa cum se arată.



Aplicație *Optocuplor pentru triac*

- Acest tip de configurație a optocuplorului formează baza unei aplicații foarte simple de releu solid-state care poate fi utilizată pentru a controla orice sarcină alimentată de la rețeaua AC, cum ar fi lămpile și motoarele. De asemenea, spre deosebire de un tiristor (SCR), un triac este capabil să conducă în ambele alternanțe ale ciclului AC de rețea cu detecția trecerii prin zero, permițând sarcinii să primească întreaga putere fără curenții mari de aprindere atunci când comută sarcini inductive.



Optocuploarele

Optocuploarele și opto-izolatoarele sunt dispozitive electronice mari care permit ca dispozitive precum tranzistoarele de putere și triacurile să fie controlate de la un port de ieșire al PC-ului, un comutator digital sau de la un semnal de date de joasă tensiune cum ar fi cel de la o poartă logică. Principalul avantaj al optocuploarelor este izolarea lor electrică ridicată între bornele de intrare și ieșire, permițând semnalelor digitale relativ mici să controleze tensiuni, curenți și putere AC mult mai mari.

Un optocuplor poate fi utilizat atât cu semnale DC cât și AC, cu optocuploare care folosesc un SCR (tiristor) sau un triac deoarece dispozitivul de foto-detectie este proiectat în principal pentru aplicații de control al puterii AC. Principalul avantaj al foto-SCR și al foto-triacelor este izolarea completă de orice zgomot sau vârfuri de tensiune prezente pe linia de alimentare AC, precum și detectia trecerii prin zero a formei de undă sinusoidale, care reduce curenții de comutare și de aprindere, protejând orice semiconductori de putere utilizați de stres termic și șoc.