



Cuprins

Introducere	
1. Funcționare	2
2. Schema	3
3. PCB	4
4. Lista de componente	4
5. Tutorial – Tiristorul	5 - 12

VARIATOR DE TURAȚIE CU MAA436

- Avantaj Pret/Calitate
- Livrare rapida
- Design Industrial
- Proiecte Modificabile
- Adaptabile cu alte module
- Module usor de asamblat
- Idei Interesante

Idei pentru afaceri

Hobby & Proiecte Educationale

MAA436, un circuit pe cât de simplu pe atât de îndrăgit de electroniști. De ce ? Simplu : având o structură internă minimală "cu exact ceea ce trebuie" și necesitând un număr redus de componente externe, este cel mai la îndemână circuit pentru o serie largă de aplicații. Are o fiabilitate ridicată chiar și pe sarcini inductive, la puteri relativ mari.

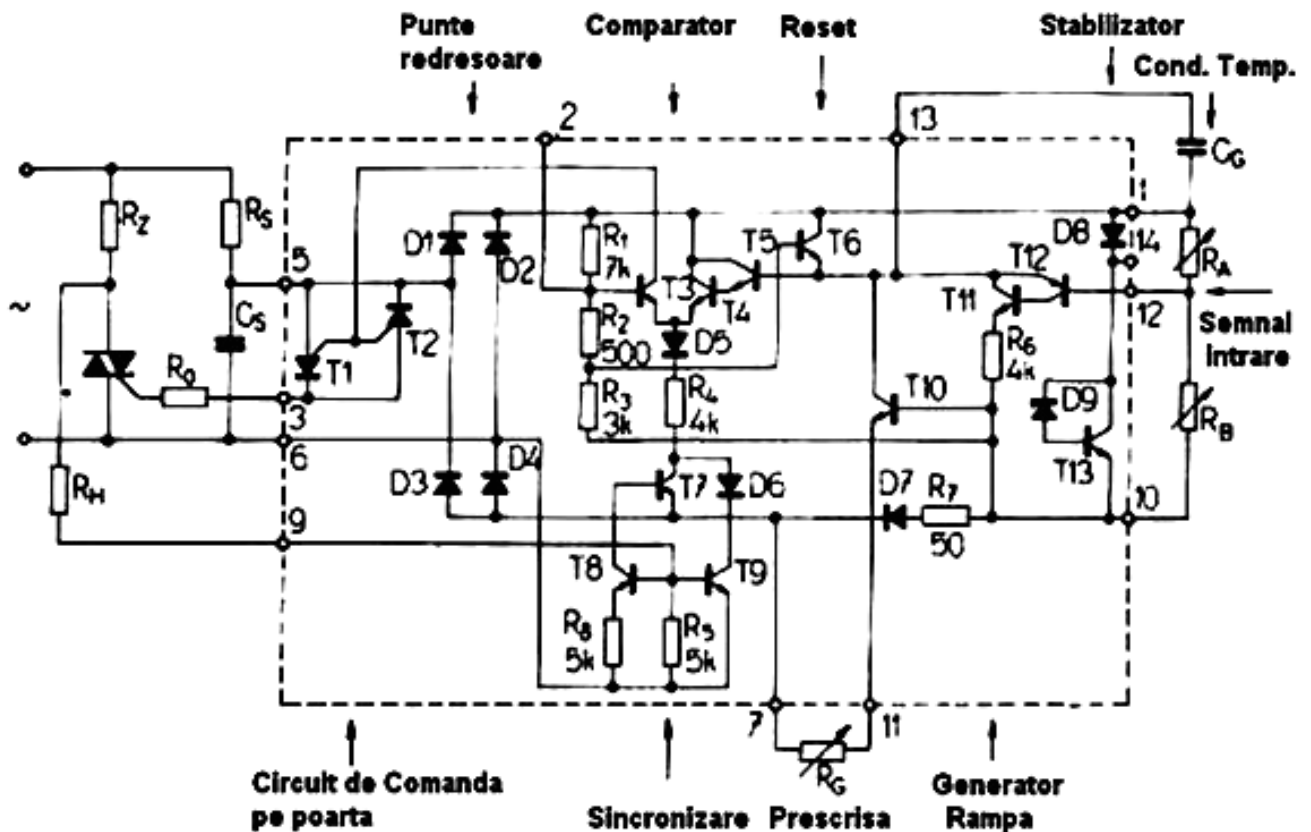
Caracteristici:

- Tensiune: 24 – 60 – 120 - 220Vca
- Curent: max 6A

Funcționare

Așa cum se poate observa în schema internă a circuitului integrat, alimentarea se face direct de pe linia de 220Vca, tensiunea fiind redresată cu puntea realizată cu diodele D1÷D4, semnalul de sincronizare obținându-se cu blocul realizat cu tranzistoarele T7, T8, T9. Generatorul rampă utilizează tranzistoarele T10, T11 și T12 pentru încărcarea condensatorului CG cu un curent constant dat de valoarea

prescisei stabilite de Rg, limitat de R6, iar la trecerea prin zero, sesizată de circuitul de sincronizare, T6 se deschide și descarcă condensatorul CG. Semnalul dinte de fierăstrău este aplicat unui comparator cut-off ce va transmite semnalul de amorsare al tiristoarelor interne T1 și T2 prin tranzistorul T3.



Schema internă a circuitului MAA436

Curent de alimentare	$\pm I_{5/6}$	max	36 mA
Curent de ieșire	$\pm I_3$	max	150 mA
Curent intr. sincronizare	$\pm I_9$	max	2 mA

Valori recomandate pentru rezistențele Rs și RH pentru diferite tensiuni de alimentare

Tensiune alimentare a.c. [V]	Rs [KΩ]	Rh [KΩ]
24	1.2	47
60	4.7	120
120	10	220
220	18	470

Tensiunea vârf de alimentare $\pm I_{5/6}=36\text{mA}$	$\pm U_{5,6}$	13.5...19.5	V
Curent de ieșire $R_0=91\Omega$ $\alpha=90^\circ$	$\pm I_3$	100... 150	mA
Curent intr. Sincronizare	$\pm I_9$	100 ... 230	μA
Tensiunea de vârf la alimentare	$U_{14,10}$	6 ... 9,5	V

Curentul pe bază Darlington

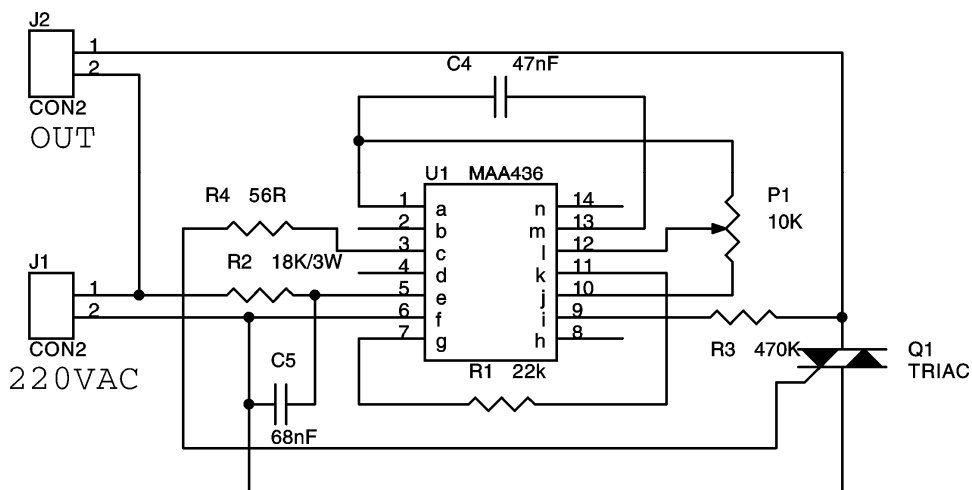
$R_G=\infty$, $I_{5/6}=15\text{mA}$	I_{13G}	<3	μA
Referință	$Kr=U_{2,10}/U_{1,10}$	0.33	0.3...0.36
dezechilibru ***	$B=U_0/U_{ef} \times 100$	<7	%

Rezistența R_0 și potențiometrul P sunt deconectate

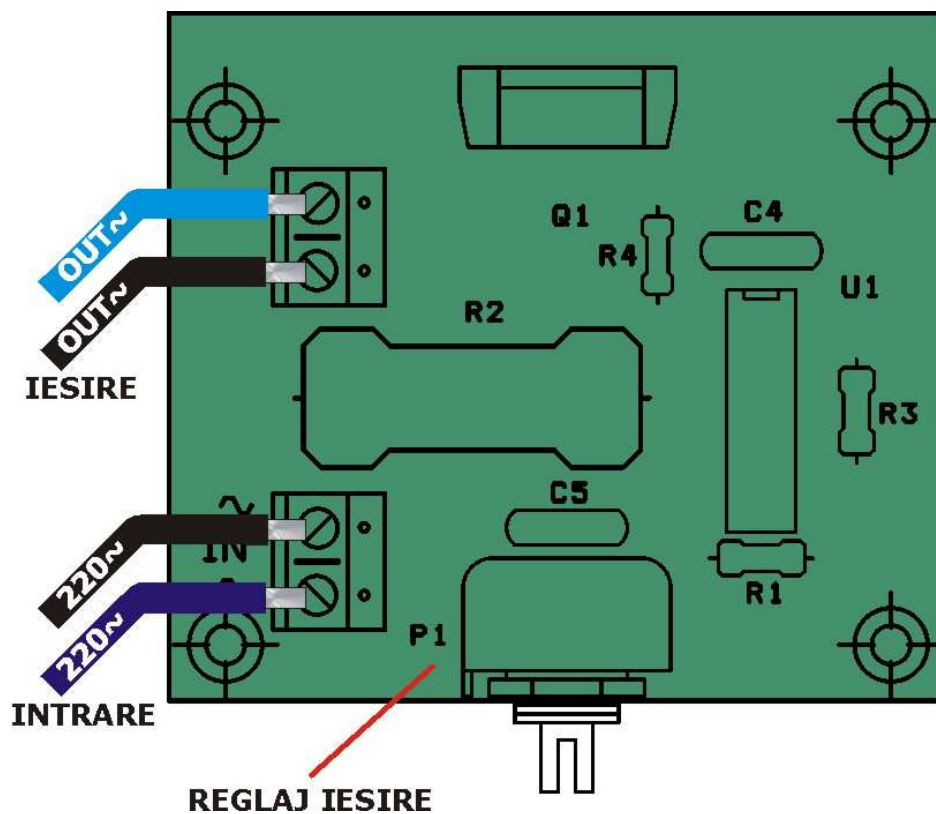
*** dezechilibrul este definit ca raportul dintre tensiunea de curent continuu pe sarcină și alimentarea în curent alternativ

Între pinii 10 și 14 se conectează R_f , C_f

Condensatorul C se conectează la alimentare



Schema electrică



Amplasarea componentelor

Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C4	Condensator n.p.	47nF	1
2	C5	Condensator n.p.	68nF	1
3	R1	Rezistență	22K Ω	1
4	R2	Rezistență	18K Ω /5W	1
5	R3	Rezistență	470K Ω	1
6	R4	Rezistență	56 Ω	1
7	J1,J2	Conector	CON2	2
8	U1	C.I.	MAA436	1
9	P1	Potențiometru	10K Ω	1
10	Q1	Triac	Triac	2

Acest produs se livrează în varianta circuit imprimat, circuit imprimat + componente sau în varianta asamblată în scopuri educaționale.

Dacă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre, vizitați situl www.epsicom.com

Dacă ați întâmpinat probleme cu oricare dintre produsele noastre sau dacă doriți informații suplimentare, contactați-ne prin e-mail office@epsicom.com

Pentru orice întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri nu ezitați să ne contactați pe adresa office@epsicom.com

31 Sararilor Street | 200570 Craiova, Dolj, Romania | 0723.377.426, 0743.377.426

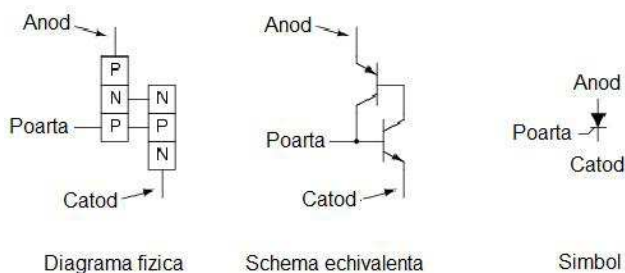
Tiristorul

Tiristoarele sau **SCR** (Silicon Controlled Rectifiers) au utilizări în electronică în special pentru controlul puterii, este calul de bataie al electronicii de mare putere.



Tiristorul este o structură **pnpn** prevăzută cu electrod de comandă prin conectarea zonei **p** adiacente catodului. Tiristorul a fost descris pentru prima dată de Shockley în 1950. Acesta a fost menționat ca un tranzistor bipolar cu o zonă adiacentă catodului (hook-collector). Mecanismul de funcționare al tiristorului a fost analizat apoi de către Ebers în 1952 iar în 1956 Moll a investigat mecanismul de comutare al tiristorului.

Elementele de bază



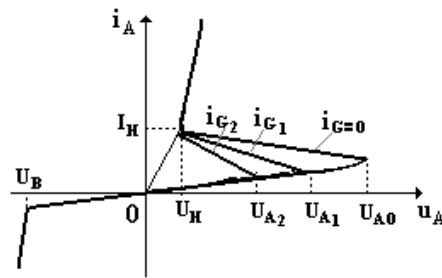
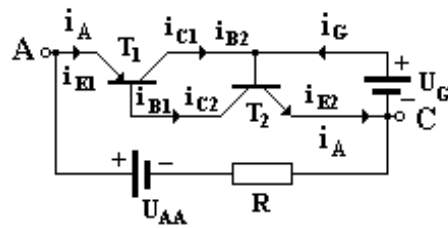
Este un dispozitiv multijoncțiune (trei sau mai multe joncțiuni), ce are la bază structura pnpn, care are patru straturi și trei joncțiuni și care, datorită caracteristicii sale statice curent-tensiune cu două stări stabile, se folosește în circuitele de comutație. Din aceasta categorie cele mai utilizate sunt: tiristorul, diacul, triacul.

Cele trei joncțiuni sunt notate ca J1, J2, și J3 (J1 este cel mai apropiat de anod).

Tiristorul are trei terminale: anod, catod și poartă, este o structură **pnpn** prevăzută cu electrod de comandă prin conectarea zonei **p** adiacente catodului, așa cum se observă în diagrama fizică. După cum se poate imagina din simbolul tiristorului de mai sus, este "un dispozitiv unisens",

adică diodă redresoare controlată; atunci când este utilizat în curent alternativ, va conduce doar pentru maximum o jumătate de ciclu. Amorsarea acestuia se realizează prin injectarea unui curent pe poartă.

Analiza fenomenelor fizice ce au loc la amorsarea tiristorului prin injectarea unui curent de poartă se poate face echivalând structura cu două tranzistoare complementare, după cum se vede în schema echivalentă de mai jos.

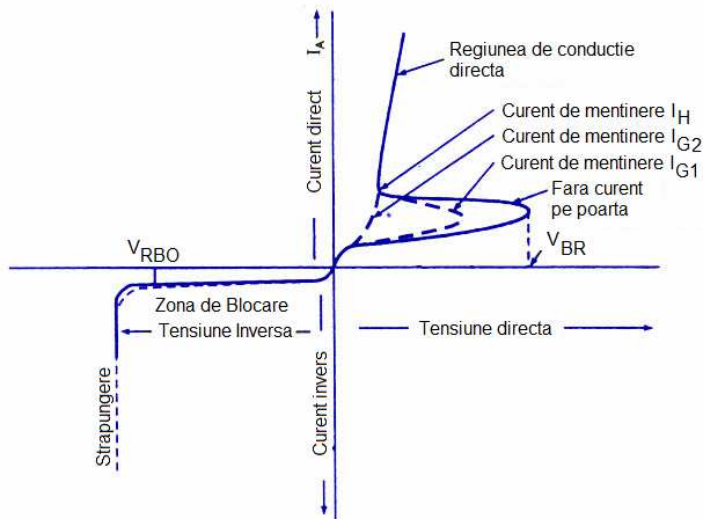


Din caracteristicile statice curent – tensiune ale tiristorului se observă posibilitatea creșterii nelimitate a curentului prin structură, dacă este îndeplinită condiția de amorsare, amorsarea poate avea loc la o tensiune anodică mai mică decât tensiunea de autoamorsare. Inițierea amorsării este provocată prin injectarea unui curent i_G prin joncțiunea J3 și nu prin creșterea tensiunii anodice. Dependența factorilor de curent pe poarta de curentul prin dispozitiv stă la baza procesului de amorsare a tiristorului. Se observă că la curenții de poartă mai mari tensiunea de amorsare este mică, peste o anumită valoare a curentului de poartă, amorsarea are loc pe curba punctată, ca la o joncțiune pn (tiristorul este de fapt o diodă comandată).

În funcționare normală, tensiunea anodică trebuie să fie mai mică decât tensiunea de autoaprindere U_{BO} . Pentru comutare directă se aplică un curent de poartă care îi corespunde o tensiune de aprindere $U_A < U_{BO}$.

În polarizare inversă, tiristorul se comportă ca o diodă **pnpn**, prin el trecând un curent mic, iar la tensiunea U_B are loc străpungerea tiristorului.

Caracteristica de funcționare a tiristorului real este:



CARACTERISTICA CURENT-TENSIUNE A TIRISTORULUI

Principalii parametri electrici ai tiristorului sunt:

- Tensiunea directă de străpungere, $V_{BR}[V]$ ($V_{DRM}[V]$);
- Tensiunea de poartă, de amorsare, $V_{GT}[V]$;
- Tensiunea inversă continuă: V_R , V_{RM} sau $V_{RRM}[V]$;
- Curentul continuu direct de poartă, de amorsare, $I_{GT}[A]$;
- Curentul anodic direct mediu, $I_{FAV}[A]$.

În practică se urmăresc și următorii parametri:

- Curentul continuu direct de menținere, $I_H(I_{HOLD})[A]$;
- Curentul de acroșaj, $I_L(I_{LATCH})[A]$;
- Viteza critică de creștere a curentului anodic, $di/dt[A/\mu s]$;
- Viteza de creștere a tensiunii anodice, $dv/dt[V/\mu s]$;
- Timp de dezamorsare prin comutarea circuitului, $t_q[s]$.

Parametrul I_H caracterizează trecerea tiristorului din starea de conducție în starea de blocare. Dacă se micșorează curentul anodic printr-un tiristor amorsat, există o valoare critică a acestuia pentru care tiristorul iese din conducție și se blochează. Valoarea critică a curentului anodic sub care tiristorul dezamorsează se numește curent de menținere.

Dacă tensiunea aplicată între anod și catod este alternativă, iar poarta este atacată în impulsuri sincrone cu frecvența tensiunii anodice, atunci tiristorul amorsează pentru fiecare semialternanță pozitivă a tensiunii anod-catod și dezamorsează pentru semialternanțele negative; după amorsare, poarta își pierde rolul de electrod de comandă, în sensul că nu poate acționa și pentru blocarea tiristorului, totuși acest rol va fi reluat dar numai după blocarea tiristorului.

Cunoscând I_H se poate determina momentul din semialternanța pozitivă în care tiristorul dezamorsează.

Parametrul I_L caracterizează trecerea tiristorului din starea

de blocare în starea de conducție. La aplicarea unui impuls pozitiv pe poartă, curentul anodic începe să crească de la 0 la valoarea maximă pe care i-o îngăduie rezistența circuitului exterior. Dacă impulsul pe poartă se întrerupe înainte de a ajunge curentul anodic la o valoare critică, atunci tiristorul nu amorsează. Valoarea critică a curentului anodic pentru care tiristorul amorsează chiar dacă se întrerupe semnalul pe poartă se numește curent de acroșaj. Cunoașterea lui I_L este necesară pentru determinarea duratei minime a impulsului pe poartă.

Viteza critică de creștere a curentului anodic (di/dt). La amorsarea unui tiristor, tensiunea la bornele sale nu cade instantaneu la zero și curentul crește după o lege care depinde de impedanța circuitului exterior. Puterea disipată de tiristor este cu atât mai mare cu cât curentul anodic crește mai repede. În momentul amorsării, conducția se face într-o zonă mică în jurul porții. Ca urmare, densitatea de curent e mare. Dacă puterea necesară disipată (sarcinii) depășește puterea disipată maximă a dispozitivului, acesta se distruge.

Viteza de creștere a tensiunii (dv/dt). O viteză excesivă de creștere a tensiunii anodice poate duce la deschiderea tiristorului în absența semnalului de poartă la o valoare mai mică decât V_{BO} . Acest fenomen se datorează capacității interne a tiristorului, care se încarcă la un curent $i=c \cdot dv/dt$. Acest curent poate fi suficient pentru a declanșa amorsarea, dacă dv/dt e mare.

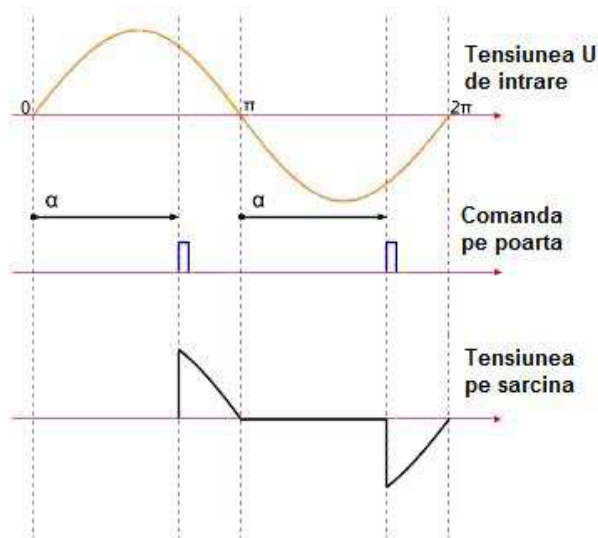
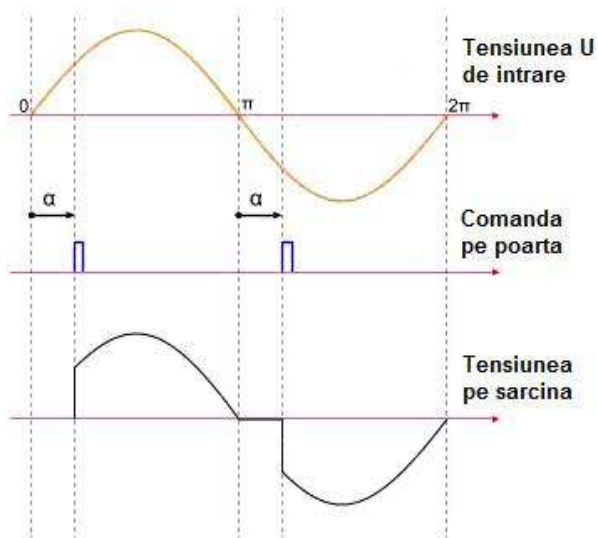
Aplicații pentru tiristoare

- Controlul puterii în curent alternativ (redresoare comandate, variatoare).
- Element de protecție la supratensiune pentru sursele de alimentare.
- Comutator de putere în curent alternativ.
- Element de control comandat în unghi de fază.

Comanda în fază (Redresor comandat cu tiristoare)

Funcționarea se bazează pe faptul că, în timpul unui ciclu complet al unei unde în curent alternativ, un tiristor va permite trecerea doar a unei părți din curent prin sarcină. Vom lua ca exemplu redresorul comandat monofazat cu punct median cu sarcină rezistivă din figura de mai jos:

Blocul de comandă furnizează tensiunile de comandă $Up1$ și $Up2$ pentru aprinderea tiristoarelor. Unghiul α , cu care este întârziată aprinderea tiristoarelor față de trecerea prin 0 a tensiunii, este reglabil și se numește unghi de comandă. Sa analizăm următoarele forme de undă:

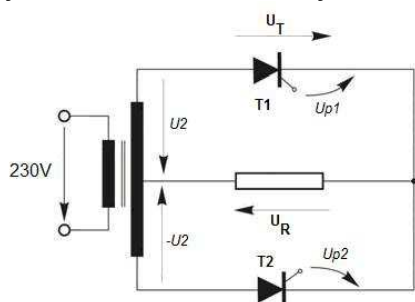


Ambele forme de undă de mai sus provin de la același circuit, singura diferență este că la forma de undă din stânga se observă că comanda pe poartă apare la un unghi α mai mic (măsoară unghiul de la punctul zero al formei de undă) decât la cel din dreapta, curentul prin sarcină trecând apoi tot timpul semiperioadei.

O perioadă completă de undă este de $180^\circ (2\pi)$. Datorită faptului că pe o perioadă completă se trece prin zero de două ori, α poate lua valori de la 0° la $90^\circ (0 - \pi)$. Când $\alpha=0^\circ$, este livrată puterea maximă pe sarcină iar când $\alpha = \pi$, tiristorul (triacul) rămâne blocat, nu trece curent prin sarcină.

Redresor comandat cu tiristoare

În numeroase aplicații apare nevoia reglajului nivelului tensiunii redresate. Printre soluții putem numi: introducerea unor rezistențe sau reactanțe reglabile în circuitul primar sau secundar, utilizarea unui autotransformator sau a unui regulator de inducție. Cea mai bună soluție din punct de vedere al randamentului și în unele cazuri și al prețului, este utilizarea redresoarelor comandate. Schemele redresoarelor comandate au configurații identice cu cele ale redresoarelor necomandate, cu deosebirea că, în locul diodelor sunt folosite tiristoare. În plus, mai este nevoie de un bloc de comandă pentru tiristoare care, în prezentarea schemelor de forță, se consideră subînțeles și nu este figurat.



Redresor comandat.

Blocul de comandă furnizează tensiunile de comandă U_{p1} și U_{p2} pentru aprinderea tiristoarelor. Unghiul α , cu care este întârziată aprinderea tiristoarelor față de trecerea prin 0 a tensiunii, este reglabil și se numește unghi de comandă.

$$U_m = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_{2m} \sin \omega t \times d(\omega t) = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Stingerea tiristoarelor se face atunci când tensiunea pe înfășurarea corespunzătoare trece la valori negative. Este o stingere naturală, de la rețea. Tensiunea medie U_0 poate fi modificată între o valoare maximă corespunzătoare unghiului de comandă=0 și o valoare minimă egală cu 0 (lipsa comenzii sau unghi de comandă între π și 2π). Într-adevăr, unghiul (în curent alternativ), la care poarta este declanșată este cunoscut ca "unghiul de aprindere". Acest circuit va urmări forme de undă a tensiunii de intrare și va detecta momentul când aceasta formă de undă trece prin punctul 0 și devine 0 volți. Sunt utilizate în principal în cazurile în care variatoarele trebuie să fie controlate de un microcontroler. În acest caz, microcontrollerul trebuie să cunoască punctul de zero, detectarea cruce a formei de undă, astfel încât să poată calcula unghiul offset pentru a trimite pulsul de declanșare la poarta triac.

Aici este un exemplu de calcul. Să presupunem că frecvența este de 50 Hz. Aceasta înseamnă că fiecare ciclu va lua $1/50\text{Hz} = 20\text{ms}$ să fie finalizată. În timpul acestor 20ms, forma de undă va trece prin punctul de zero de două ori, odată la începutul și odată în mijlocul ciclului, care va fi după $20 / 2 = 10\text{mSec}$.

Data Notes