

Redresor trifazat în punte complet comandată

Functionarea pe sarcina inductiva

Redresoarele comandate sunt frecvent folosite în alimentarea motoarelor de curent continuu cu turație variabilă precum și în alte aplicații care necesită tensiuni continue reglabile.

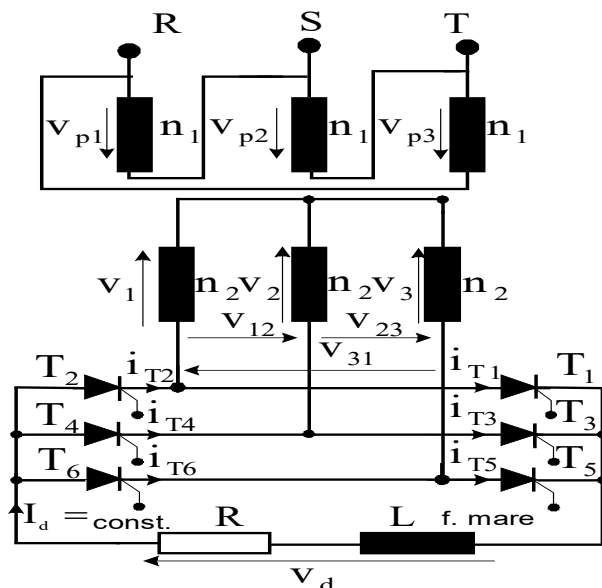


Fig. 1. Puntea trifazată complet comandată cu sarcină puternic inductivă.

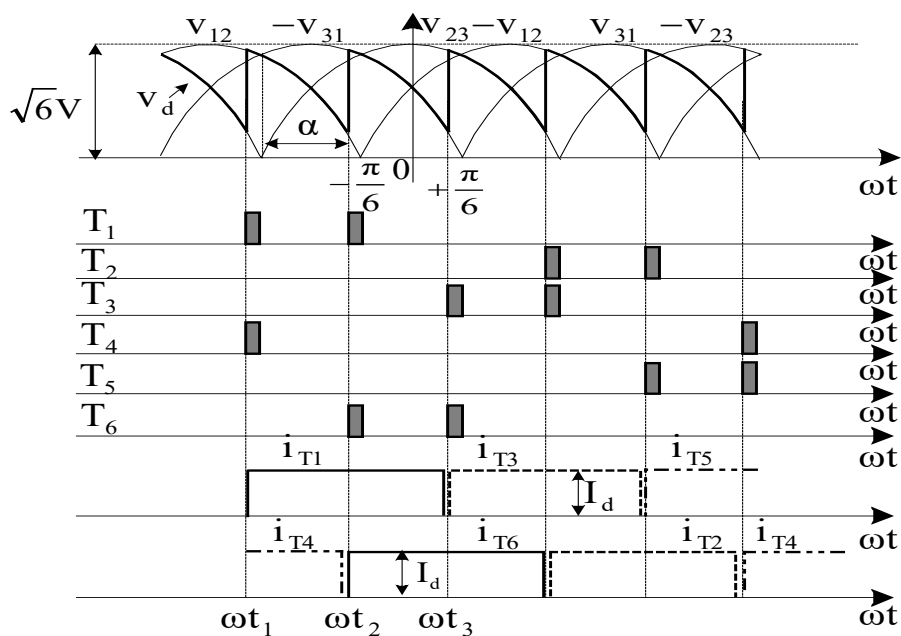


Fig. 2.. Formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii redresate și curenților prin tiristoare.

Schema redresorului este dată în Fig. 1 și este aceeași ca în cazul redresorului necomandat, doar că diodele sunt înlocuite cu tiristoare. Formele de undă ale tensiunii

redresate și ale curenților prin tiristoare, împreună cu impulsurile de comandă, sunt date în Fig. 2.

Deoarece curentul de sarcină se închide în cazul conexiunii în punte, prin două tiristoare, de câte ori se trimit impulsuri de comandă trebuie comandate ambele tiristoare care trebuie să conducă. Din acest motiv, fiecare tiristor trebuie comandat cu două impulsuri decalate între ele cu $\pi/3$ rad, așa cum se vede în

Fig. 2. În momentul t_1 , corespunzător unghiului de comandă α , se trimit impulsuri în circuitul poartă – catod al tiristoarelor T_1 și T_4 și, după aprinderea acestora, $v_d = v_{12}$. În momentul t_2 se comandă T_1 și T_6 . Aprinderea lui T_6 face ca T_4 să fie polarizat invers de tensiunea de rețea v_{23} și să se stingă, în continuare rămânând în conducție T_1 și T_6 , iar $v_d = -v_{31}$. S-ar crede că, în momentul t_2 n-ar mai trebui comandat și T_1 , el fiind deja în conducție.

În realitate, la pornire sau în cazul regimului de curent întrerupt, la unghiuri mari de comandă α , în momentul t_2 , tiristorul T_1 poate fi găsit blocat. În momentul t_3 , se trimit impulsuri de comandă către T_2 și T_6 ș. a. m. d.

Alegând originea de timp ca în Fig. 2., valoarea medie a tensiunii redresate se va calcula cu relația :

$$V_{davr\alpha P} = \frac{3}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{6}+\alpha} \sqrt{6}V \cos \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{6}V}{\pi} \cos \alpha = V_{davrP} \cos \alpha$$

(Ca și la redresorul cu punct median, și la redresorul în punte, în cazul sarcinii puternic inductive, domeniul de variație al unghiului de comandă este $\alpha = 0 \dots \pi/2$ rad.

Valoarea efectivă a tensiunii redresate va fi :

$$V_{drms\alpha P} = \sqrt{\frac{3}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{6}+\alpha} (\sqrt{6}V \cos \omega t)^2 d\omega t} = 3V \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \cos 2\alpha}$$

Din Fig. 2. se observă că, dacă $\alpha > \pi/3 \text{ rad} = \alpha_{limP}$, în forma de undă a tensiunii redresate vor apărea și pulsuri de tensiune negativă, dar valorile medii și efectivă ale tensiunii redresate se vor calcula cu aceleași relații.

Curentul în circuitul de sarcină este :

$$I_d = \frac{V_{davr\alpha P}}{R} = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \frac{V}{R} \cos \alpha$$

iar valorile medii, efectivă și maximă repetitivă ale curentului printr-un tiristor sunt :

$$I_{Tavr\alpha P} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \frac{V}{R} \cos \alpha \quad I_{Trms\alpha P} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} \frac{V}{R} \cos \alpha \quad I_{TRM\alpha P} = I_d$$

Pentru alegerea tiristoarelor, mărimile de mai sus se calculează pentru cel mai mic unghi de comandă care apare în timpul funcționării.

Funcționând pe sarcină pur rezistivă

În Fig. 3, este dată schema punții trifazate complet comandate având sarcină pur rezistivă. În acest caz, trebuie analizată funcționarea și deduse relațiile de interes separat pentru $\alpha \leq \pi/3$ și $\alpha \geq \pi/3$. În primul caz, formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii și curentului redresat și ale curenților prin tiristoare, sunt date în Fig. 4. Se observă că forma de undă a tensiunii redresate rămâne la fel ca în cazul funcționării pe sarcină puternic inductivă. Curentul redresat repetă la scara de $1/R$ forma de undă a tensiunii redresate, iar formele de undă ale curenților prin tiristoare vor fi identice cu cele ale curentului redresat, doar pe intervalele de timp în care se găsesc în conducție. Plecând de la aceste forme

de undă, se vor folosi următoarele relații pentru calculul valorilor medie și efectivă ale curentului printr-un tiristor :

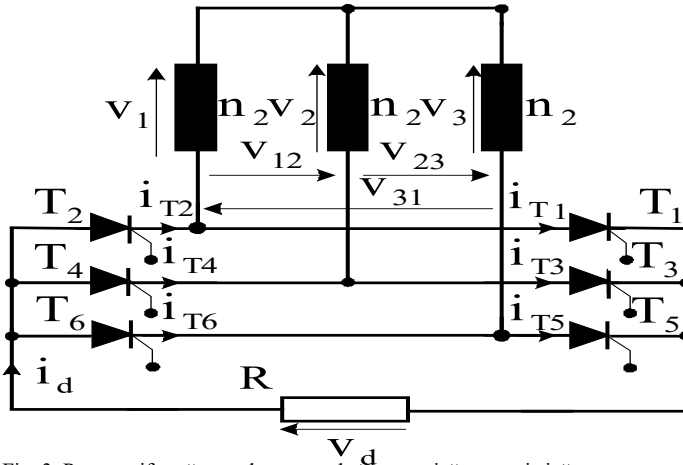


Fig. 3. Puntea trifazăată complet comandată cu sarcină pur rezistivă.

$$I_{Tav\alpha P} = \frac{V_{dav\alpha P}}{3R} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \frac{V}{R} \cos \alpha$$

$$I_{Trms\alpha P} = \frac{V_{drms\alpha P}}{\sqrt{3}R} = \frac{V}{R} \sqrt{1 + \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cos 2\alpha} \quad \alpha < \pi/3$$

Puterea medie disipată în circuitul de sarcină este :

$$P_{dav\alpha P} = \frac{V_{drms\alpha P}^2}{R} = \frac{V^2}{R} \left(3 + \frac{9\sqrt{3}}{2\pi} \cos 2\alpha \right) \quad \alpha < \pi/3$$

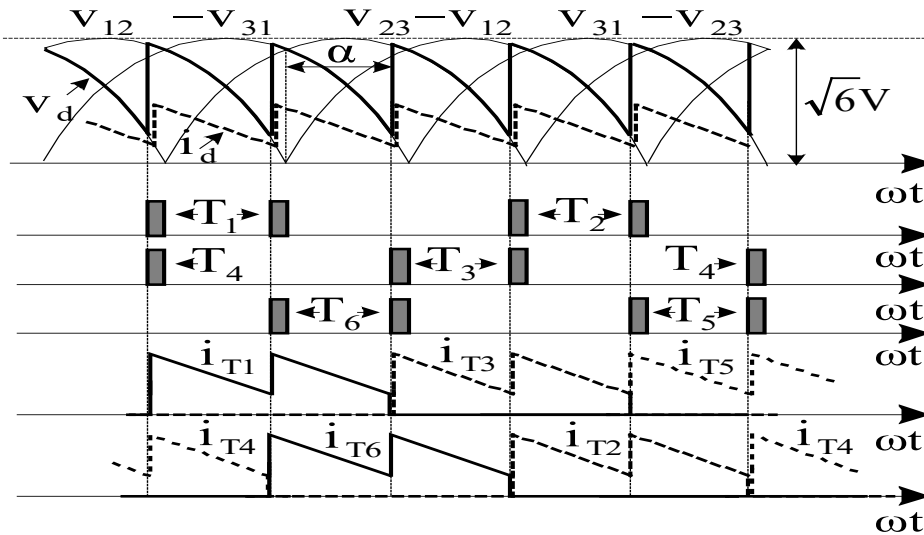


Fig. 4. Formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii, curentului redresat și curenților prin tiristoare pentru $\alpha < \pi/3$.

Dacă unghiul de comandă al tiristoarelor devine $\alpha > \pi/3$ rad, se trece la *regim de lucru de curent întrerupt*, căruia îi corespund formele de undă din Fig. 5. Astfel, în momentul t_1 , se comandă să conducă tiristoarele T_1 și T_4 și, după aprinderea lor, $v_d = v_{21}$, $i_{T1} = i_{T4} = i_d = v_{21}/R$

. În momentul t_2 , $v_{21} = 0$, deci $i_{T1} = i_{T4} = 0$ și cele două tiristoare se vor stinge natural. În continuare, $i_d = 0$ și $v_d = 0$. Este acum foarte clar de ce în momentul t_3 trebuie comandat T_1 împreună cu T_6 , deoarece T_1 rămânând stins n-ar avea pe unde să se închidă curentul redresat. Deoarece forma de undă a tensiunii redresate se modifică, relații pentru calculul valorilor medii și efectivă se modifică:

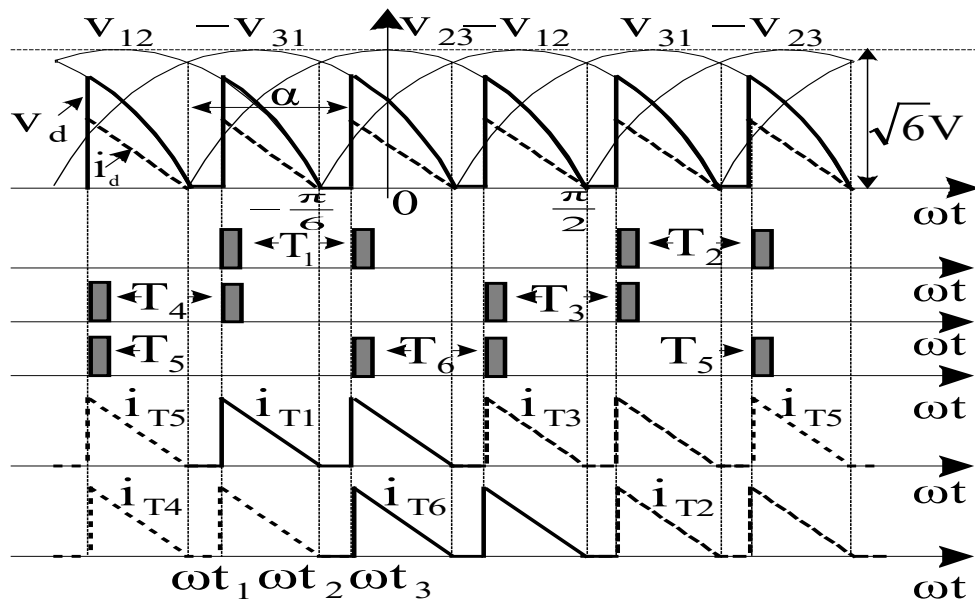


Fig. 5. Formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii, curentului redresat și curenților prin tiristoare pentru $\alpha > \pi/3$.

3. Descrierea circuitului de comandă a unui tiristor

Circuitul de comandă a unui tiristor se întâlnește în literatura de specialitate sub denumirea de „dispozitiv de comandă pe grilă” și se notează cu D.C.G.

În orice variantă, D.C.G. cu tranzistoare bipolare se realizează după schema bloc din figura 6 în care:

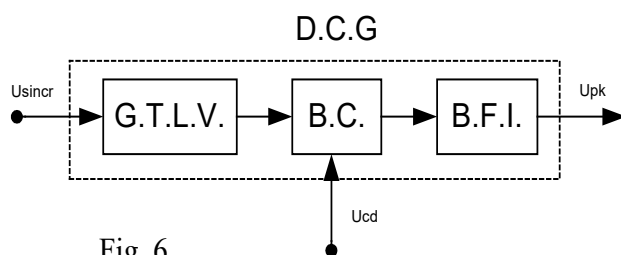


Fig. 6

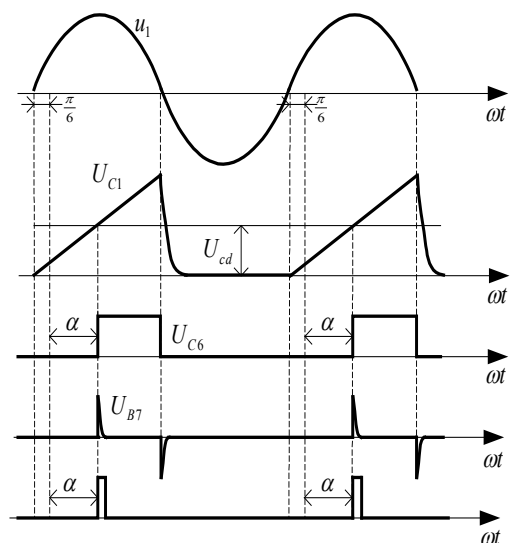


Fig. 7

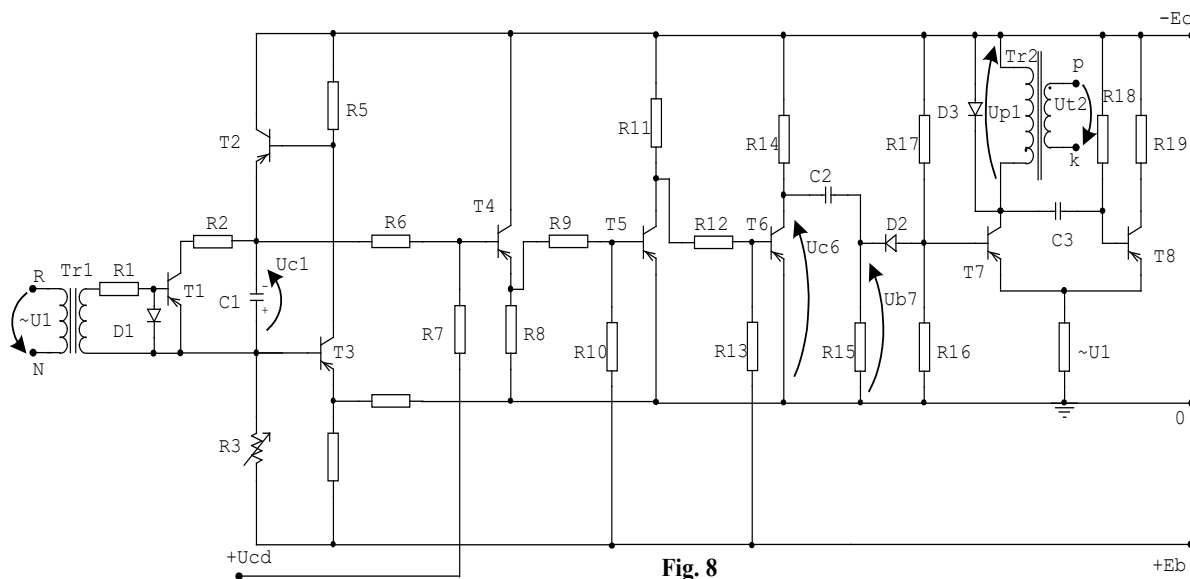


Fig. 8

G.T.L.V – este generator de tensiune liniar variabilă;

U_{sincr} - reprezintă tensiunea de sincronizare a G.T.L.V.;

B.C.- este blocul de comparare;

U_{cd} - reprezintă tensiunea de comandă prin intermediul căreia se modifică unghiul de comandă α ;

B.F.I.- este blocul de formare a impulsurilor care realizează durata și nivelul de tensiune necesar.

În figura 4 este reprezentată schema electronică a D.C.G. care va utilizat în laborator, iar în figura 5 sunt date formele de undă ale unora dintre tensiunile care intervin în funcționarea dispozitivului.

Tranzistoarele T_2 , T_3 , formează un G.T.L.V. care este sincronizat cu tensiunea rețelei $\underline{U}_1$ prin intermediul transformatorului de sincronizare Tr1. Tranzistorul T_4 se găsește într-un montaj repetor pe emitor și formează blocul de comparare, iar tranzistoarele T_5 , T_6 formează un lanț de amplificare.

Elementele $R_{15}C_2$ constituie un grup de diferențiere, iar T_7 și T_8 echipează un circuit basculant monostabil (C.B.M.), T_7 având ca sarcină primarul transformatorului de impuls Tr2.

În timpul semialternanței pozitive a tensiunii $\underline{U}_1$, când T_1 este blocat, tensiunea U_{cl} crește liniar în timp. În momentul în care $U_{cl} \geq U_{cd}$, T_4 și T_5 încep să conducă iar T_6 se va bloca. Ca urmare C.B.M. va bascula în starea cvasistabilă (T_7 saturat și T_8 blocat) asigurându-se astfel impulsul de comandă pentru un tiristor. Durata stării cvasistabile a C.B.M. se alege egală cu lățimea necesară pentru impulsul de comandă.

Se constată că dacă se modifică tensiunea de comandă U_{cd} , se modifică unghiul de comandă α al tiristorului corespunzător.

Desfășurarea lucrării în laborator

În laborator se găsește montajul COM3LAB., realizate după schema din figura 1 și 8

Încercările experimentale vor decurge în următoarea succesiune:

- a) Se realizează montajul redresorului trifazat urmărindu-se indicațiile afișate pe ecranul calculatorului;
- b) Pentru sarcină pur rezistivă se trasează caracteristica $U_d(\alpha)$, unghiul α determinându-se cu un osciloscopul marimile prezentate în conținutul teoretic. Se va oscilografia tensiunea u_d ;
- c) Se va ridica aceeași caracteristică pentru sarcina inductivă. Se vor observa modificările produse în formă de undă a tensiunii u_d .

În partea a doua a lucrării de laborator, pe baza înțelegerii funcționării montajului, se va răspunde la următoarele probleme teoretice:

- Care este rolul diodelor D_1 , D_2 , D_3 din figura 4 și cum se aleg acestea la proiectare?
- Ce condiții trebuie să îndeplinească constanta de timp $R_2 \cdot C_1$?
- Care este tensiunea de bază - emitor a tranzistorului T_4 în funcție de tensiunea U_{cl} și U_{cd} și rezistoarele din montaj, înainte ca T_4 să înceapă să conducă?
- Ce tip de G.T.L.V. formează T_2 și T_3 și care este rampa tensiunii U_{cl} în funcție de elementele montajului?
- Care este tensiunea inversă maximă ce se aplică unui tiristor?
- Care este valoarea efectivă a tensiunii redresate în cazul unei sarcini rezistive sau puternic inductive, pentru un anumit unghi de comandă?
- Care este valoarea medie și efectivă a curentului ce străbate un tiristor dacă sarcina redresorului este pur activă?