

Redresor trifazat în punte semicomandată

Funcționarea pe sarcină puternic inductivă

În cazul conexiunii în punte, curentul redresat circulă prin două dispozitive redresoare înseriate. A apărut astfel ideea ca doar unul din cele două dispozitive să fie comandat. S-a ajuns la puntea semicomandată, mai economică, echipată cu trei tiristoare și trei diode, care permite totuși modificarea tensiunii redresate.

Schema redresorului trifazat în punte semicomandată cu sarcină puternic inductivă se dă în Fig. 1, iar formele de undă corespunzătoare funcționării cu unghiul de comandă $\alpha < \pi/3$ rad se dau în Fig. 2. Formele de undă se înțeleg imediat dacă se ține cont de faptul că un tiristor intră în conducție atunci când este comandat, iar o diodă atunci când devine polarizată direct. În momentul t_1 , se comandă să conducă T_1 și, după aprinderea acestuia se vor găsi în conducție T_1 și D_2 , deci $v_d = v_{12}$. În momentul t_2 , dioda D_3 începe să conducă, iar dioda D_2 se blochează, fiind polarizată invers. Deci, pe intervalul $t \in [t_2, t_3]$ conduc T_1 și D_3 ,

rezultând $v_d = -v_{31}$.

În momentul t_3 , se comandă T_2 și, după aprinderea acestuia tiristorul T_1 se va stinge fiind polarizat invers de tensiunea de rețea v_{12} . Deci, pe intervalul $t \in [t_3, t_4]$, conduc T_2 și D_3 și $v_d = v_{23}$. În momentul t_4 , intră în conducție D_1 și se blochează D_3 ș. a. m. d., rezultând formele de undă din Fig. 2.. Se observă că perioada tensiunii redresate este acum $T_d = T/3 = 20/3 = 6,66$ ms.

Cu originea de timp aleasă, valoarea medie a tensiunii redresate se va calcula cu relația :

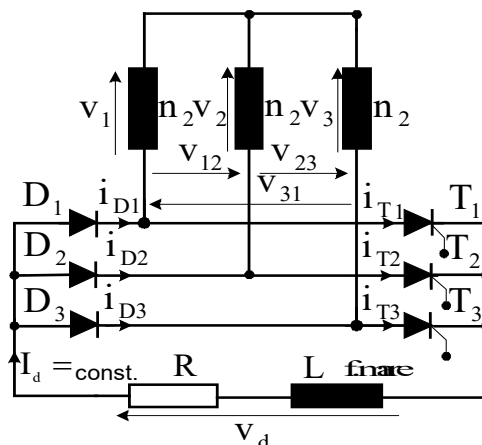


Fig. 1. Puntea trifazată semicomandată cu sarcină puternic inductivă.

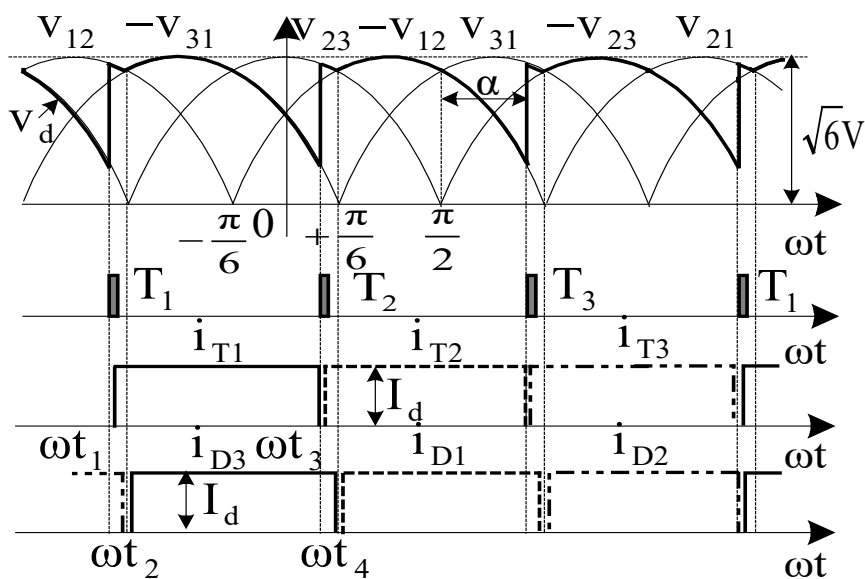


Fig. 2.. Formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii redresate și curenților prin tiristoare și diode pentru $\alpha < \pi/3$ rad

$$V_{davr\alpha PS} = \frac{3}{2\pi} \left[\int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{6}} \sqrt{6}V \cos \omega t d\omega t + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} \sqrt{6}V \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{3} \right) d\omega t \right] = \frac{3\sqrt{6}V}{\pi} \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

și indicele PS semnifică faptul că relația aparține punții trifazate semicomandate. Se mai observă din (2.61) că, la puntea semicomandată, gama de variație a unghiului de comandă este $\alpha = 0 \dots \pi$. Valoarea efectivă a tensiunii redresate este :

$$V_{drms\alpha PS} = \sqrt{\frac{3}{2\pi} \left[\int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{6}} 6V^2 \cos^2 \omega t d\omega t + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} 6V^2 \cos^2 \left(\omega t - \frac{\pi}{3} \right) d\omega t \right]} =$$

$$= V \sqrt{3 + \frac{9\sqrt{3}}{4\pi} (1 + \cos 2\alpha)}$$

$$\alpha < \pi/3$$

Valorile medie, efectivă și maximă repetitivă ale curenților prin diode și tiristoare se calculează cu relația :

$$I_{Tavr\alpha PS} = I_{Davr\alpha PS} = \frac{V_{davr\alpha PS}}{3R} = \frac{\sqrt{6}}{2\pi} \frac{V}{R} (1 + \cos \alpha)$$

$$I_{Trms\alpha PS} = I_{Drms\alpha PS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{V_{davr\alpha PS}}{\sqrt{3}R} = \frac{3\sqrt{2}}{2\pi} \frac{V}{R} (1 + \cos \alpha)$$

$$I_{TRM\alpha PS} = I_{DRM\alpha PS} = I_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \frac{V}{R} (1 + \cos \alpha)$$

În Fig. 3 sunt date aceleași forme de undă ca în Fig. 2, dar pentru un unghi de comandă $\alpha > \pi/3$.

Astfel, în momentul t_1 , se comandă T_1 și, după aprinderea acestuia vor conduce T_1 și D_3 , iar $v_d = -v_{31}$. În momentul t_2 , devine polarizată direct dioda D_1 , și intră în conducție, astfel că pe intervalul $t \in [t_2, t_3]$, conduc T_1 și D_1 și, ca urmare, $v_d = 0$. În momentul t_3 , se comandă T_2 și, după aprinderea sa, T_1 se va stinge fiind polarizat invers de tensiunea v_{12} , pe intervalul $t \in [t_3, t_4]$ conduc T_2 și D_1 și $v_d = -v_{12}$ ș. a. m. d. Valoarea medie a tensiunii redresate este:

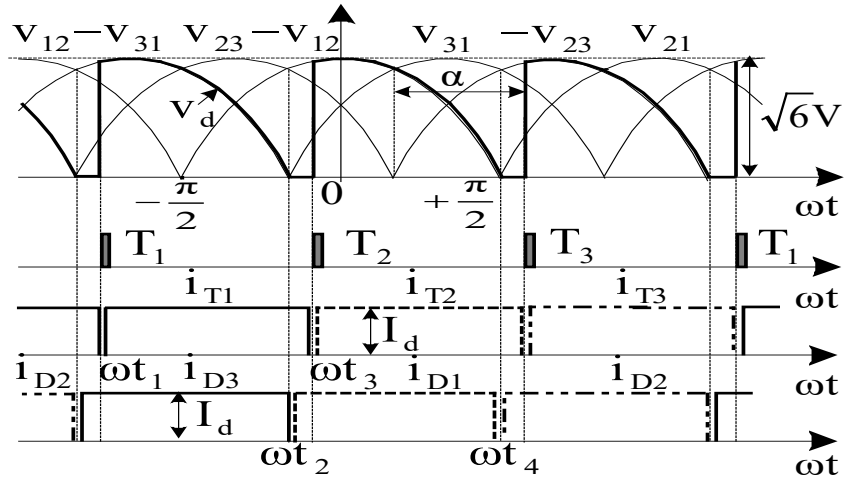


Fig. 3. Formele de undă ale impulsurilor de comandă, tensiunii redresate și curenților prin tiristoare și diode pentru $\alpha > \pi/3$ rad.

$$V_{davraPS} = \frac{3}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{6}V \cos \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{6}V}{\pi} \frac{1+\cos \alpha}{2} \quad \alpha > \pi/3$$

deci se obține aceeași relație (2.61). În schimb valoarea efectivă a tensiunii redresate va fi :

$$V_{drmsaPS} = \sqrt{\frac{3}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}} 6V^2 \cos^2 \omega t d\omega t} = 3V \sqrt{\frac{\pi-\alpha}{2\pi} + \frac{1}{4\pi} \sin 2\alpha} \quad \alpha > \pi/3$$

Funcționarea pe sarcină pur rezistivă

Schema redresorului și a circuitului de sarcină este dată în Fig. 4 iar formele de undă ale tensiunii redresate și curenților prin diode și tiristoare pentru cazurile $\alpha < \pi/3$ și $\alpha > \pi/3$ sunt date în Fig. 5. și respectiv Fig. 6.

Ca și la redresoarele anterioare, în cazul sarcinii pur rezistive, curentul redresat $i_d = v_d/R$, deci forma de undă repetă, la altă scară, forma de undă a tensiunii redresate. Domeniile în care conduc tiristoarele și diodele rămân aceleași ca în cazul sarcinii puternic inductive.

Și forma de undă a tensiunii redresate este aceeași ca în cazul sarcinii puternic inductive, atât pentru $\alpha < \pi/3$, cât și pentru $\alpha > \pi/3$. Valorile medie și efectivă ale tensiunii

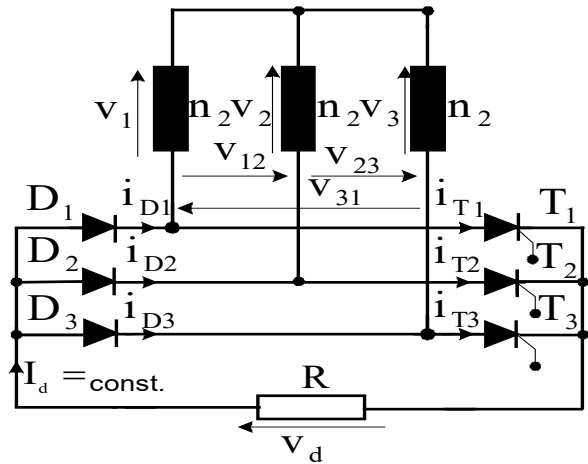


Fig. 4. Puntea trifazată semicomandată cu sarcină pur rezistivă.

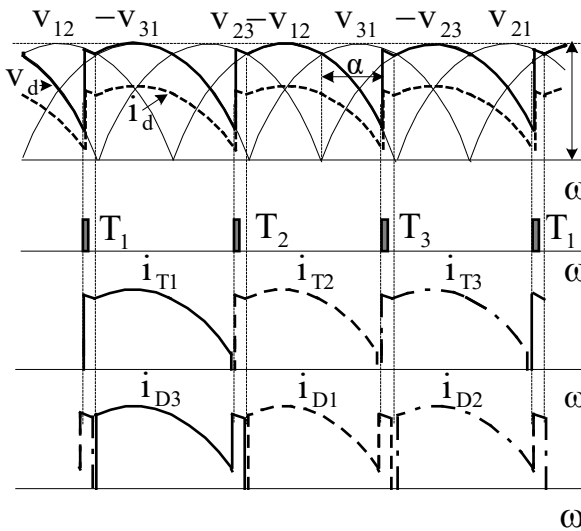


Fig. 5. Formele de undă ale tensiunii redresate și curenților prin diode și tiristoare pentru $\alpha < \pi/3$.

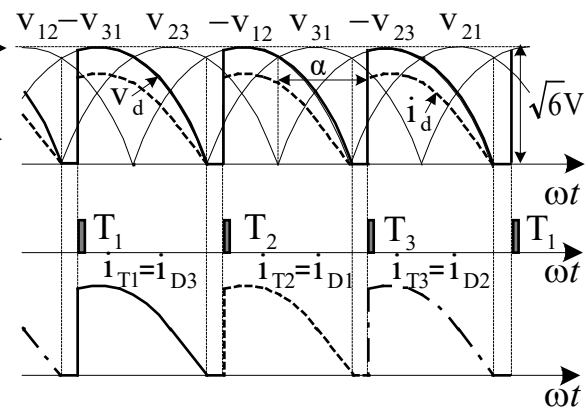


Fig. 6 Formele de undă ale tensiunii redresate și curenților prin diode și tiristoare pentru $\alpha > \pi/3$.

redresate se vor calcula tot cu relațiile pentru cazul inductiv, $\alpha < \pi/3$ și (2.65) pentru $\alpha > \pi/3$. Modificări apar în formele de undă ale curentului redresat și curenților prin tiristoare și diode

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:

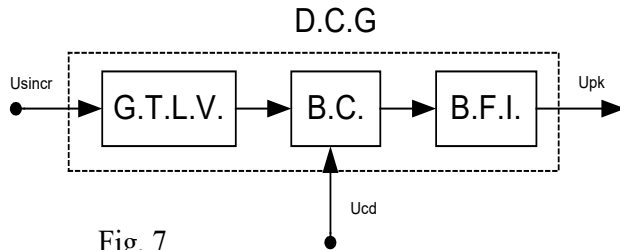


Fig. 7

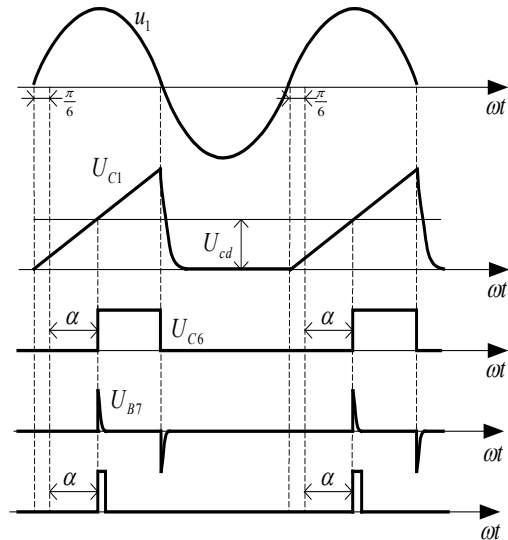


Fig. 8

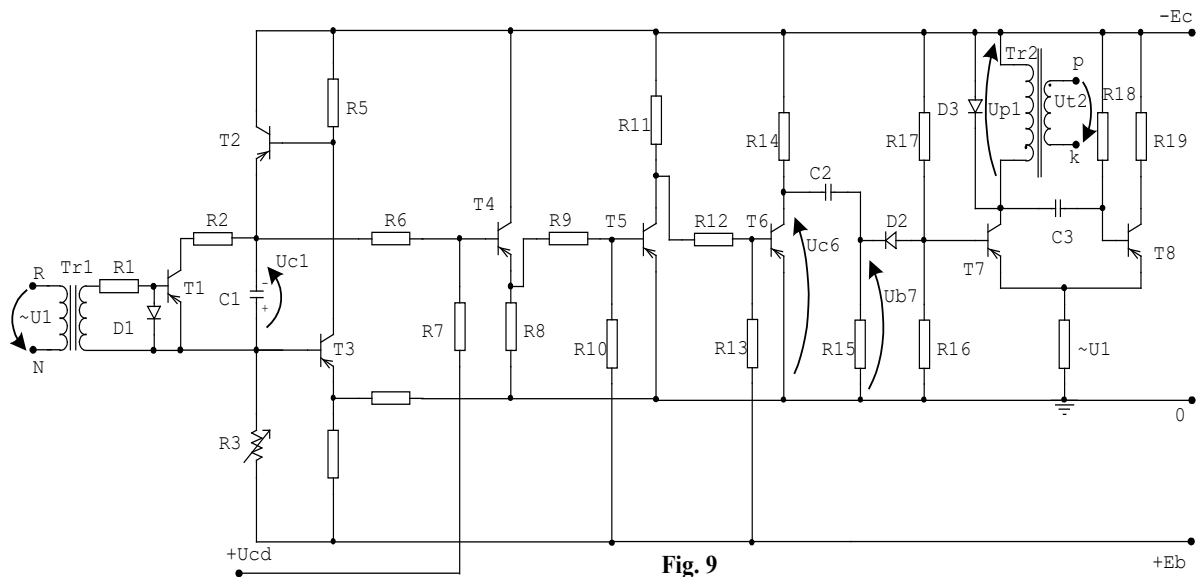


Fig. 9

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 comparație;

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 7 este reprezentată schema electronică a D.C.G. care va utilizat în laborator, iar în figura 8 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 9

Încercările experimentale vor decurge în următoarea succesiune:

- Se realizează montajul redresorului trifazat urmărindu-se indicațiile afisate pe ecranul calculatorului;
- 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 ;
- 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?