

Redresor trifazat cu punct median comandat

1. Introducere

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

La puteri de peste 10 KVA se folosesc aproape exclusiv redresoarele comandate polifazate deoarece furnizează o tensiune redresată mai netedă, asigură încărcarea simetrică a rețelei trifazate industriale, cu un factor de utilizare a transformatorului mai redus.

În laborator se va studia un redresor trifazat cu punct median comandat, alimentat la rețeaua trifazată industrială, de joasă tensiune. ($U_{\text{linie-linie}} = 380\text{V}$)

2. Circuitul de forță al redresorului

În figura 1 este reprezentat circuitul de forță al redresorului trifazat cu punct median, în care R S T sunt fazele sistemului trifazat industrial, iar N este nulul rețelei. În figura 2 sunt reprezentate formele de undă ale unora dintre mărimile care intervin în funcționarea redresorului.

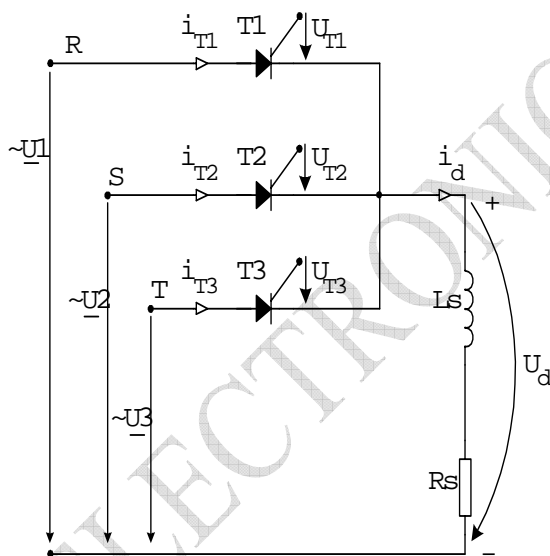


Fig 1

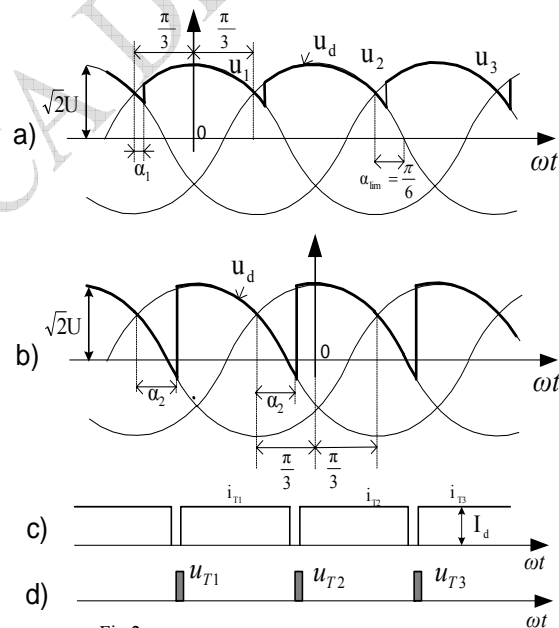


Fig 2

Dacă în locul tiristoarelor s-ar conecta diode, s-ar obține un redresor trifazat cu punct median necomandat. La un moment dat ar conduce o singură diodă și anume aceea care are potențialul anodic cel mai pozitiv, întrucât odată intrată în conducție, celelalte diode ar fi polarizate invers. În cazul redresoarelor comandate intrarea în conducție a unui tiristor se produce în momentul aplicării unui impuls de comandă pozitiv între poartă și catod, dacă potențialul anodului este mai pozitiv decât cel al catodului.

Se numește **unghi de comandă**, unghiul electric măsurat din momentul în care un tiristor ar intra în conducție dacă ar fi diodă și până în momentul în care i se aplică impulsul de comandă.

Dacă unghiul de comandă $\alpha < \alpha_{\text{lim}} = \frac{\pi}{6}$, forma de undă a tensiunii redresate u_d este cea din figura 2.a. indiferent dacă sarcina este pur rezistivă ($L_s=0$) sau inductivă. Valoarea medie a acesteia se calculează cu relația:

$$(1) \quad U_d = \frac{3}{2\pi} \cdot \int_{-\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{\pi}{3}+\alpha} \sqrt{2} \cdot U \cdot \cos \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{2} \cdot U}{2\pi} \cdot \left[\sin\left(\frac{\pi}{3} + \alpha\right) - \sin\left(\frac{\pi}{3} + \alpha\right) \right] =$$

$$\frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin \frac{\pi}{3} \cdot \cos \alpha = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot U \cdot \cos \alpha$$

în care U este valoarea efectivă a tensiunii de fază a rețelei.

Maximul acestei tensiuni, în cazul rețelei trifazate industriale ($U=220$ V), $\alpha = 0$, va fi:

$$U_{d \text{ max}} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot 220 = 257V$$

Dacă unghiul de comandă $\alpha > \alpha_{\text{lim}}$ forma de undă a tensiunii redresate depinde de natura sarcinii. În figura 2.b. cu linie plină este reprezentată tensiunea u_d pentru cazul unei sarcini pur rezistive. Valoarea medie a acesteia este:

$$(2) \quad U_d = \frac{3}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{2} \cdot U \cdot \cos \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{2} \cdot U}{2\pi} \cdot \left[1 - \sin\left(\alpha - \frac{\pi}{3}\right) \right]$$

Dacă sarcina este puternic inductivă, forma de undă a tensiunii u_d este cea din figura 2.b., reprezentată punctat, în care apar pulsuri de tensiune negativă. Deși în momentul t_2 tensiunea u_1 se anulează, tiristorul T_1 continuă să fie străbătut de curent în continuare datorită inductanței L_s care menține circulația curentului i_d . În acest caz valoarea medie a tensiunii redresate este dată tot de relația (1).

În figura 2.c. sunt date formele de undă ale curenților ce străbat tiristoarele în cazul unei sarcini puternic inductive, la care se poate considera $i_d = I_d = \text{const.}$ În figura 2.d. sunt date impulsurile de comandă ale tiristoarelor.

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 3 în care:

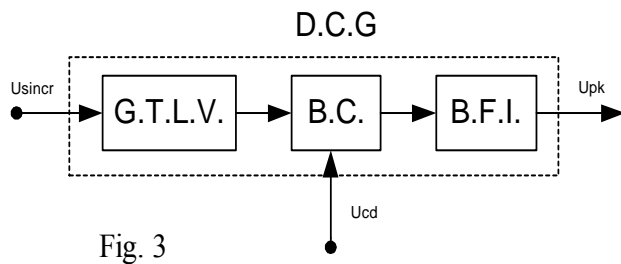


Fig. 3

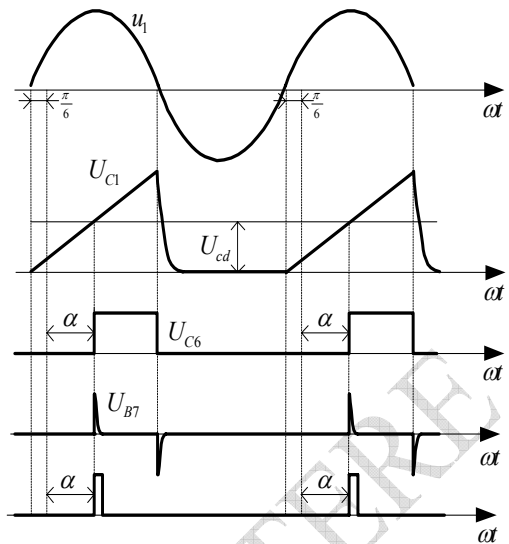


Fig. 5

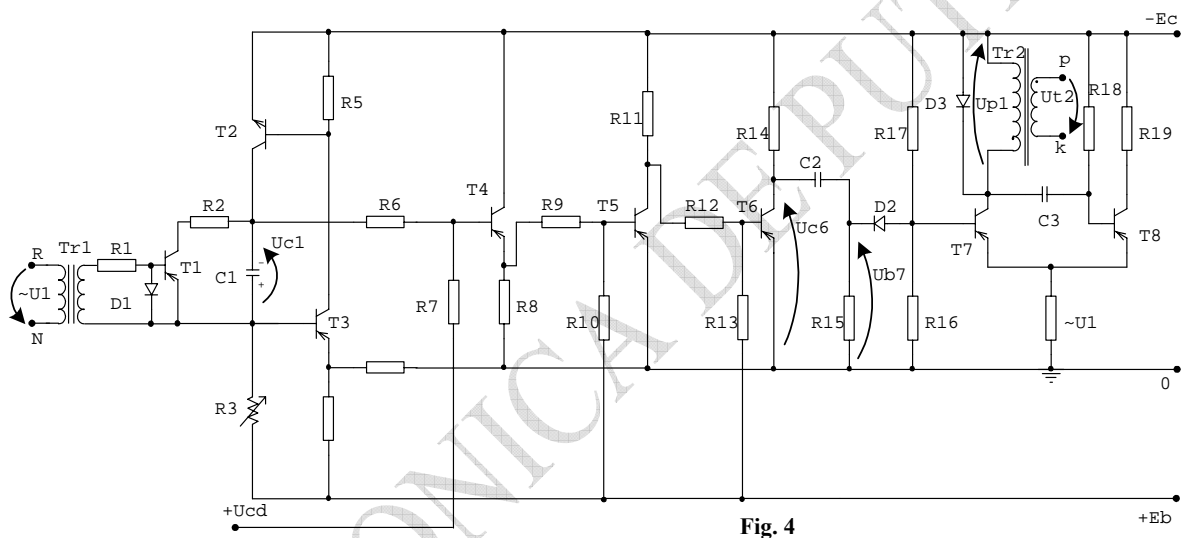


Fig. 4

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 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.

4. Desfășurarea lucrării în laborator

În laborator se găsesc 3 D.C.G., realizate după schema din figura 4 și 3 tiristoarele care trebuie conectate ca în figura 6.

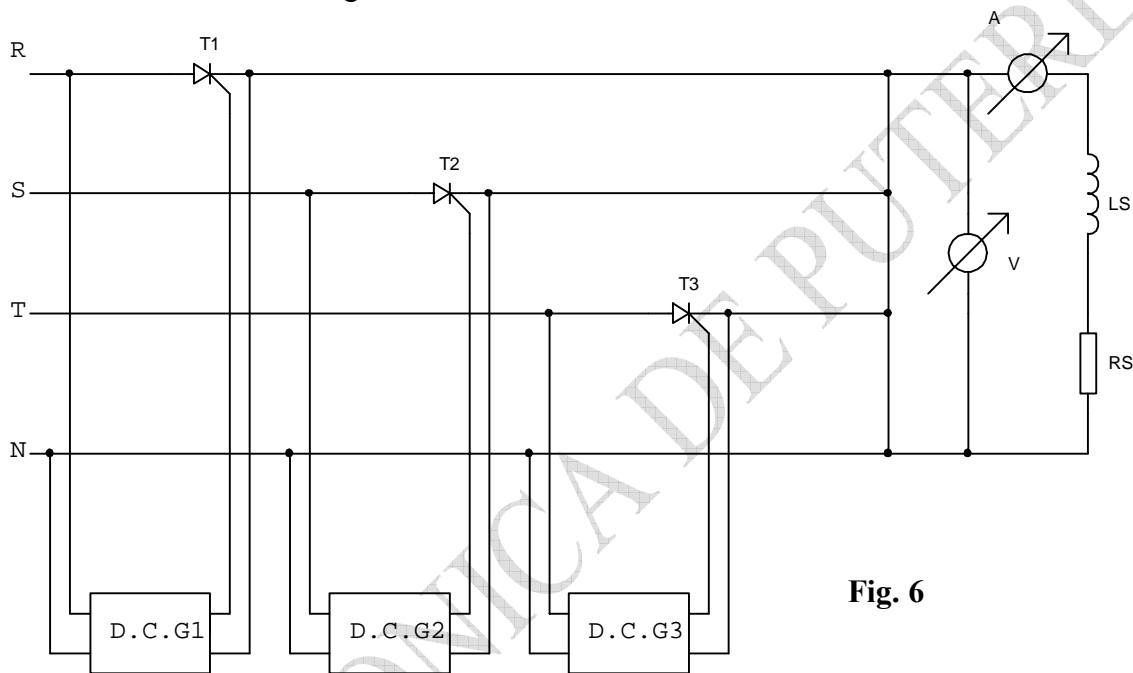


Fig. 6

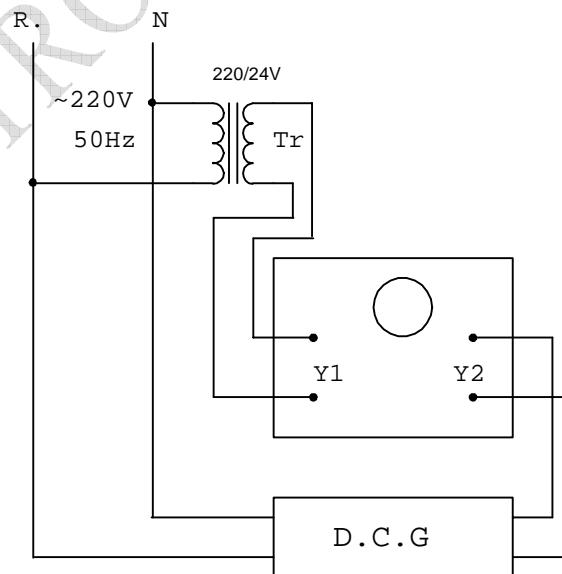


Fig. 7

Încercările experimentale vor decurge în următoarea succesiune:

- a) Se determină, cu ajutorul unui voltmetru de c.a. sau cu un încercător de tensiune cu bec de neon, care este nulul la priza monofazată cea mai apropiată de priza trifazată lângă care se găsește lucrarea de laborator;
- b) Se realizează montajul redresorului trifazat cu punct median și se folosește drept impedanță de sarcină un reostat în serie cu un autotransformator ATR-8;
- c) Pentru sarcină pur rezistivă se trasează caracteristica $U_d(\alpha)$, unghiul α determinându-se cu un osciloscop cu două canale conform montajului din figura 7. Se va oscilografia tensiunea u_d ;
- 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 $R_2 * C_1$?
- 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?

Referatul va conține schemele montajelor încercate în laborator, tabelele cu date și curbele corespunzătoare, formele de undă vizualizate și interpretarea acestora precum și răspunsul la problemele teoretice.

Important pentru protecția muncii

Nu se va conecta lucrarea la rețea până nu va fi verificat montajul de cadrul didactic îndrumător.

După conectarea la rețea nu se vor atinge părțile metalice întrucât apar tensiuni de 380V.

Nu se va efectua nici o legătură și nici o modificare a montajului după ce acesta a fost pus sub tensiune.