

Studiul unui inverter trifazat cu circuite de comutație inversă individuale pentru fiecare tiristor principal, folosit în acționări reversibile cu motoare asincrone trifazate.

1.Introducere.

Motoarele asincrone trifazate sînt cele mai folosite în acționările electronice deoarece sînt robuste, sigure în funcționare, nu necesită întreținere complicată, iar prețul lor de cost este redus. Pentru modificarea turației acestor motoare se pot folosi convertizoarele statice de frecvență (invertoarele) cu care se poate modifica frecvența tensiunilor statorice în limitele dorite. Dacă acționarea este reversibilă, inverterul folosit trebuie să permită și schimbarea sensului de rotație al motorului.

2.Descrierea circuitului de forță.

În Fig.1 este dată schema circuitului de forță al inverterului. Circuitul conține 6 tiristoare principale T1...T6, 6 tiristoare auxiliare de comutație T11...T16, condensatoarele de comutație Cc1 și Cc2, inductanțele de comutație L'c, L''c, sursa principală de curent continuu E_A și două surse de curent continuu U₁ și U₂ de la care se încarcă, cu polaritatea fără paranteze, condensatoarele Cc1 și Cc2.

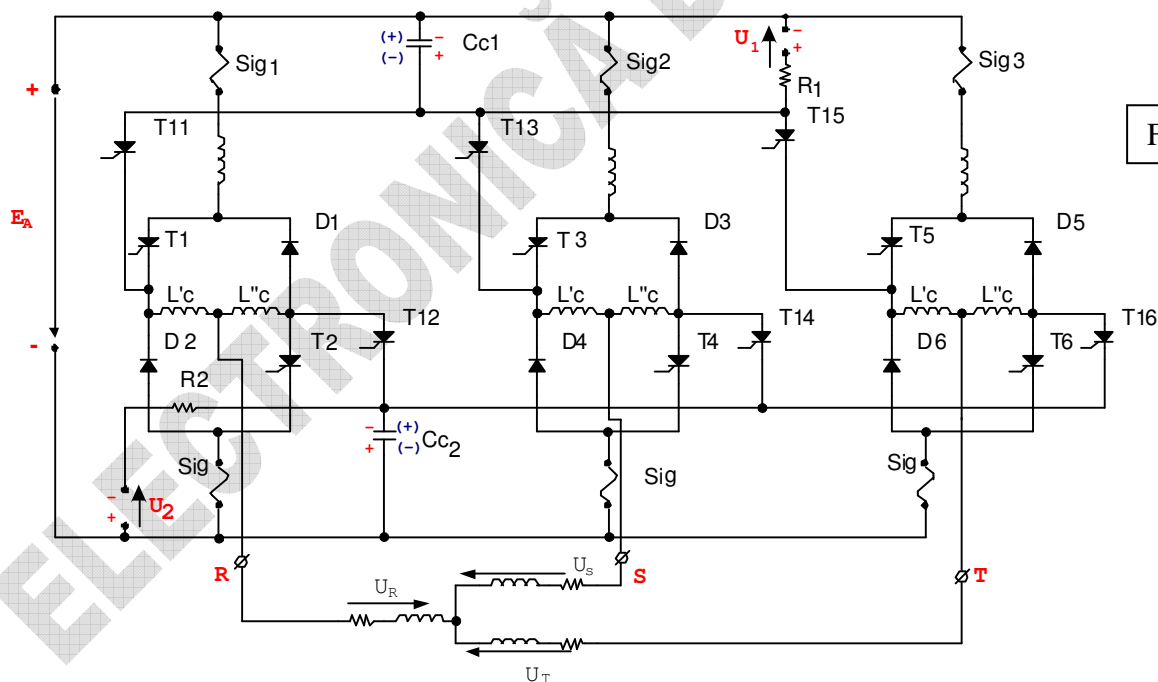


Fig. 1

S-a adoptat o asemenea soluție pentru circuitul de forță deoarece inverterul a fost conceput să lucreze la frecvențe joase, când și tensiunea E_A este redusă. Dacă condensatoarele de comutație s-ar încărca de la sursa E_A cu tensiune redusă, în special la frecvențe mici, valorile capacitațiilor de comutație ar rezulta prea mari.

Tiristoarele principale și cele auxiliare se comandă astfel încât tensiunile pe fazele R,S,T să aibă formele de undă u_R, u_S, u_T din Fig. 2. Intervalele de conducție ale tiristoarelor principale și impulsurile de comandă ale tiristoarelor auxiliare sînt date în Fig. 3.

În Fig. 3 mai apare semnalul A, care se obține de la ieșirea unui C.B.A ce pilotează schema de comandă. Frecvența acestuia este de 6 ori mai mare decât cea a tensiunilor u_R , u_S , u_T . Cu ajutorul semnalului C, provenit de la un alt C.B.A., se eșantionează semnalele de comandă ale tiristoarelor principale, deoarece comanda acestora se face prin intermediul transformatoarelor de impuls, prin care nu pot fi transmise impulsuri de lățime prea mare.

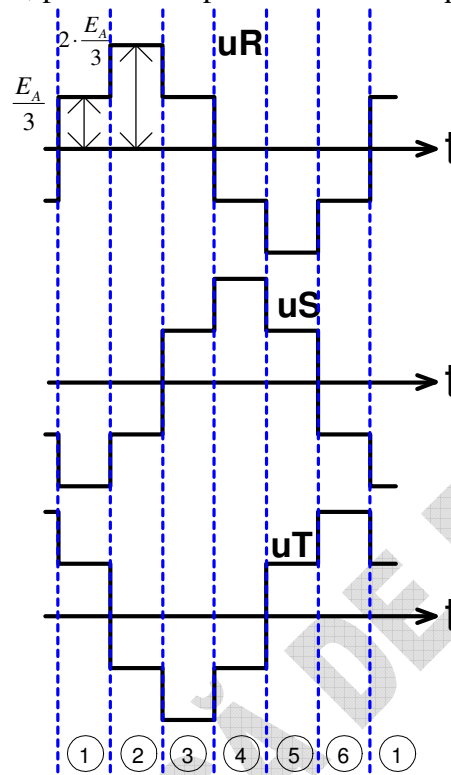


Fig.2

La un moment dat se găsesc în conducție trei tiristoare principale: două de sus și unul de jos, sau doua de jos și unul de sus. La sfârșitul unui interval de conducție al unui tiristor principal se comandă tiristorul auxiliar corespunzător. Presupunem, de exemplu, că ne găsim la sfârșitul intervalului de conducție al tiristorului T1 (Fig.1). Condensatorul C_{C1} este încărcat la tensiunea U_1 , cu polaritatea fără paranteze, încărcarea făcându-se prin rezistorul R1. Dacă se comandă tiristorul de comutație T11, acesta comută direct și ca urmare tensiunea de la bornele condensatorului C_{C1} va polariza invers pe T1 pe care îl va bloca.

Condensatorul se va descărca rezonant pe circuitul T11, L'_c , L''_c , D1 și siguranța Sig1 și se va reîncărca cu polaritatea din paranteze. Apoi, anulându-se curentul prin T11, acesta se va bloca, iar condensatorul se va descărca și reîncărca cu polaritatea fără paranteze prin rezistorul R1 și sursa U_1 . În continuare se comandă tiristorul principal T2, apoi un alt tiristor auxiliar ș.a.m.d.

Diodele D1, D2, . . . , D6 au un dublu rol: participă la formarea circuitului oscilant de comutație inversă și asigură închiderea curenților reactivi în cazul sarcinilor inductive.

Pentru stingerea tiristoarelor de jos: T2, T4 și T6 se folosește sursa U_2 și condensatorul C_{C2} .

3.Prescripții impuse schemelor de comandă a inverterului.

Frecvența dorită a tensiunii de ieșire a inverterului se fixează prin frecvența unui circuit basculant astabil CBA1. Din analiza figurilor 2 și 3 se constată că o perioadă a tensiunii de ieșire a inverterului este divizată în 6 intervale de timp, pe fiecare interval conducând alte trei tiristoare principale. La sfârșitul fiecărui interval de timp se comandă câte un tiristor auxiliar. Intervalele de timp sînt obținute de la un Registru de Deplasare cu Reacție

(RDR), care conține 6 circuite basculante bistabile CBB1...CBB6, având ieșirile $Q1, \overline{Q1} \dots Q6, \overline{Q6}$. Prin registru se recirculă un singur bit, deci la un moment dat ieșirea unui singur CBB este în starea "1" logic.

Schema de comandă a fost astfel concepută încât să asigure realizarea următoarelor condiții:

a) – conducția tiristoarelor principale să se facă în conformitate cu diagramele din figura 3;

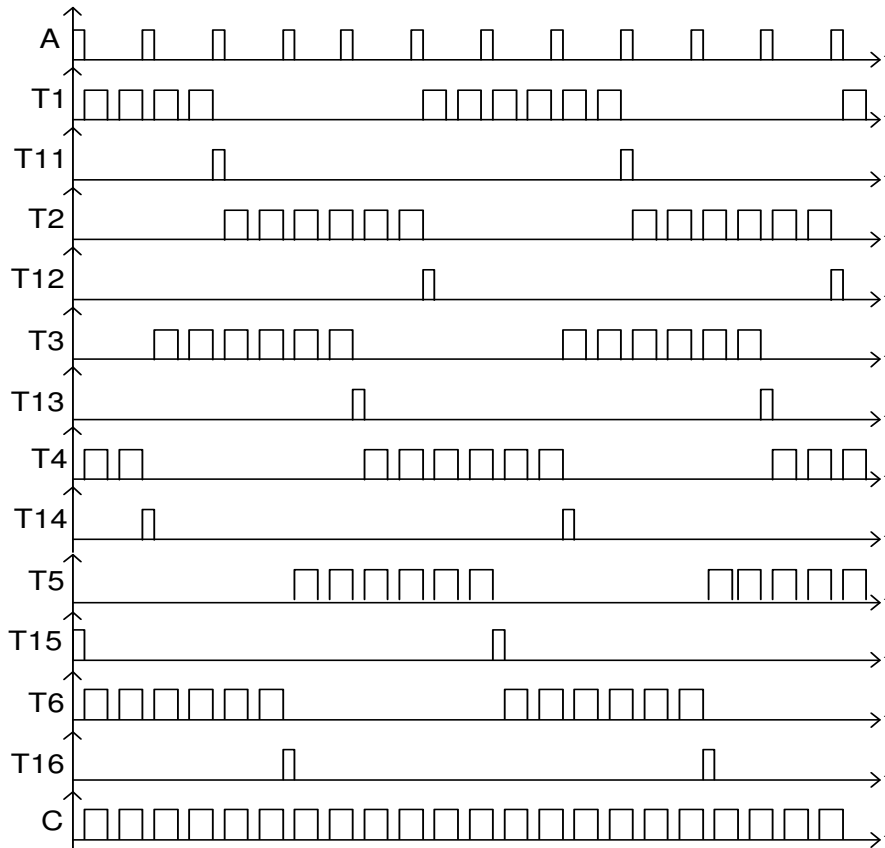


Fig. 3

b) – la sfârșitul fiecărui interval de conducție al unui tiristor principal să se comande tiristorul auxiliar, de comutație, corespunzător.

De exemplu la sfârșitul intervalului de conducție a tiristorului T1 se comandă tiristorul T11 etc);

c) – durata impulsului de comandă a unui tiristor auxiliar trebuie să fie mai mare decât timpul necesar comutării inverse a unui tiristor principal. Pe această durată nu trebuie să fie permisă comanda tiristoarelor principale;

d) – dacă registru conține mai multe CBB în starea "1" logic, ceea ce ar putea determina conducția a două tiristoare de pe aceeași ramură a punții și respectiv scurtcircuitarea sursei E_A , să se inhibe impulsurile de comandă a tuturor tiristoarelor;

e) – schema de comandă trebuie să permită inversarea sensului de rotație al motoarelor alimentate de la invertor;

f) – funcționarea schemei de comandă să nu fie afectată de perturbațiile industriale. Numărul condițiilor impuse schemei poate fi mărit dar prin aceasta crește complexitatea circuitului fără ca performanțele obținute să o justifice.

Deoarece comanda tuturor tiristoarelor se face prin intermediul transformatoarelor de impuls, iar intervalele de timp pe care trebuie comandate tiristoarele principale sînt mari, este

necesar să se eșantioneze (prin intermediul porților ȘI) semnalul aplicat în primarul transformatorului.

Eșantionarea se face printr-un semnal (notat cu C în Fig.3), provenit de la un CBA.

4.Descrierea schemei de comandă propuse.

În Fig. 4 este reprezentată schema de comandă (schema logică) folosită pentru comanda tiristoarelor inverterului din Fig. 1. Semnalele T1. . . T6 și T11. . . T16 sunt amplificate cu ajutorul unor amplificatoare de impuls clasice având drept sarcină transformatorul de impuls.

Supravegherea stărilor corecte ale registrului se face cu ajutorul a șase porți SI la a căror ieșiri se obțin mărimile:

$$X_1 = Q1.\bar{Q}2.\bar{Q}3.\bar{Q}4.\bar{Q}5.\bar{Q}6,$$

$$X_2 = \bar{Q}1.Q2.\bar{Q}3.\bar{Q}4.\bar{Q}5.\bar{Q}6,$$

.....

$$X_6 = \bar{Q}1.\bar{Q}2.\bar{Q}3.\bar{Q}4.\bar{Q}5.Q6$$

Dacă la un moment dat doar un singur CBB din registru este în starea "1" logic atunci se obține $X_1 = Q1$, $X_2 = Q2$, . . . , $X_6 = Q6$. În oricare altă stare s-ar găsi registrul, se obține $X_1 = X_2 = . . . = X_6 = "0"$ logic. Aceasta implică dispariția tuturor impulsurilor de comandă ale tiristoarelor precum și apariția unui semnal la ieșirea B, denumită «de avarie», care inhibă impulsurile de comanda ale tiristoarelor redresorului comandat ce alimentează circuitul de forță al inverterului.

Inversarea sensului de rotație al motoarelor alimentate de la inverter se realizează schimbând între ele tensiunea de pe faza R cu cea de pe faza T. Pentru aceasta se folosesc patru comutatoare electronice care comută între ele semnalele T1 cu T3, T2 cu T4, T11 cu T13 și T12 cu T14. Comanda de inversare se dă prin comutatorul K, care pe poziția 1 se conectează la $+E_A$, deci furnizează semnalul "1" logic, iar pe poziția 2 se conectează la masă, deci furnizează "0" logic.

Eșantionarea semnalelor de comandă a tiristoarelor principale se realizează cu ajutorul circuitului CBA2, care lucrează cu frecvența de 200 Hz și cu durata impulsului de 5ms.

Durata impulsului de comandă a tiristoarelor auxiliare de comutație este de 0,5 ms și este dictată de durata impulsurilor de la circuitul CBA1. Prin aceasta s-a evitat folosirea circuitelor de temporizare foarte sensibile la perturbațiile industriale.

5.Desfășurarea practică a lucrării.

Drept sarcină a inverterului trifazat studiat în laborator se va folosi un motor asincron trifazat. Alimentarea inverterului se va face de la o sursă de c.c. de 40 V și 5A.

În laborator se vor efectua următoarele operații:



- se va porni circuitul de comandă și apoi circuitul de forță al inverterului și se va modifica frecvența tensiunii de ieșire, urmărindu-se modificarea turației motorului;
- manevrând comutatorul de sens de rotație, se va urmări inversarea sensului de rotație al motorului;
- se vor oscilografia tensiunile în diverse puncte ale schemei de comandă și se vor interpreta rezultatele obținute.

În partea a doua a ședinței de laborator se va sintetiza comutatorul electronic folosit și se vor deduce teoretic tensiunile la bornele sarcinii pentru sensul invers de rotație al motorului.