

1. Studiul unui contactor static de curent continuu cu circuit de comutație R-C.

2. Circuit basculant bistabil cu tiristoare pilotat cu un semnal de frecvență constantă.

1.Introducere.

Contactoarele statice de curent continuu au rolul de a conecta sau deconecta circuite alimentare în curent continuu. Ele se realizează cu tiristoare și cu tiristoare cu revenire cu una sau două porți.

Dacă contactoarele sunt realizate cu tiristoare, este necesară introducerea circuitelor de comutație, cu care să se realizeze comutația inversă, deoarece curentul nu se mai anulează natural ca în cazul circuitelor de curent alternativ.

Schema de comandă a tiristoarelor principal și de comutație rezultă mai simplă decât la contactoarele statice de curent alternativ. De fapt când se dorește conectarea contactorului se aplică un impuls de comandă în circuitul poartă catod al tiristorului principal, iar pentru deconectare se trimite un impuls porții tiristoarului auxiliar de comutație.

Schema de forță a contactorului de c.c. realizat cu tiristoare cu revenire este mai simplă deoarece nu mai este necesar circuitul de comutație inversă. Blocarea tiristoarelor se realizează printr-o tensiune de polaritate inversă aplicată joncțiunii poartă-catod. În afara prețului ridicat al tiristoarelor cu revenire acestea mai au neajunsul că se fabrică numai pentru curenți mici și ca sensibilitatea comenzii de blocare este foarte redusă (curentul de poartă la blocare poate atinge 20% din curentul anodic al tiristorului).

2.Contactor static de c.c cu circuit de comutație R-C.

Schema acestui contactor este reprezentată în fig.1, iar formele de undă ale mărimilor care intervin în funcționare sunt reprezentate în fig.2.

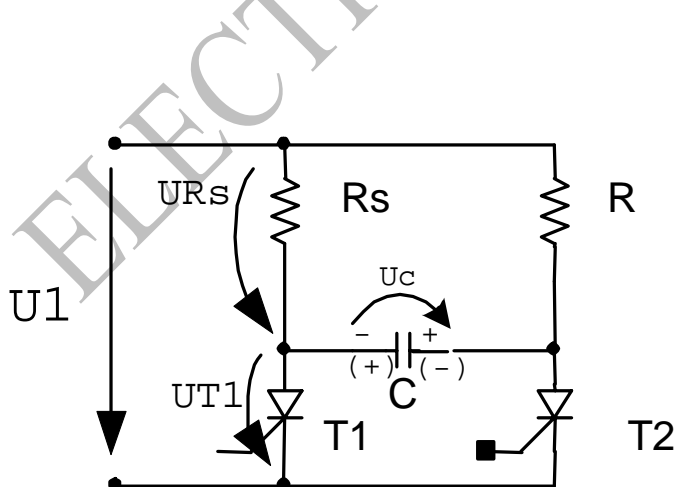


Fig.1

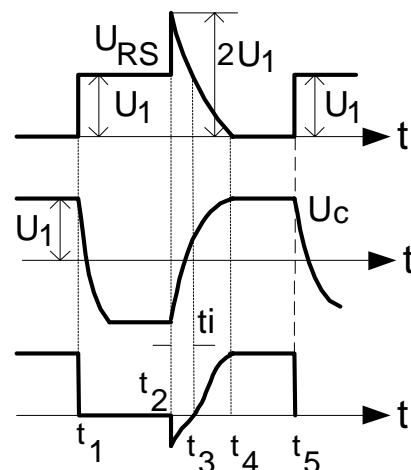


Fig.2

Pentru conectarea sarcinii R_S la tensiunea U_1 , în momentul t_1 se comandă să conducă tiristorul T_1 și R_S va fi parcurs de curent. Tensiunea pe tiristorul T_1 devine $U_{T1}=0$, iar pe sarcină $u_{RS}=U_1$. Condensatorul C se încarcă prin R și T_1 la tensiunea U_1 cu polaritatea fără paranteze.

În momentul t_2 , când se dorește conectarea sarcinii de la tensiunea U_1 , se comandă să conducă tiristorul T_2 . Tensiunea U_c polarizează invers tiristorul T_1 pe care-l blochează. În primul moment tensiunea la bornele sarcinii este:

$$(1) \quad u_{RS}=U_1+U_C(t_2)=2U_1.$$

În continuare condensatorul C se descarcă și reîncarcă către tensiunea U_1 , cu polaritatea din paranteze, pe circuitul R_S, T_2 , tensiunea la bornele sale variind după legea:

$$(2) \quad u_c(t) = U_1 + (U_F - U_1) \cdot e^{-\frac{t}{R_S \cdot C}} = -U_1 + 2U_1 \cdot e^{-\frac{t}{R_S \cdot C}}$$

$$u_c(t) = -U_1(1 - 2 \cdot e^{-\frac{t}{R_S \cdot C}}).$$

Timpul de polarizare inversă a tiristorului principal, t_i , se va determina din condiția $u_c(t_i) = 0$. Deci:

$$(3) \quad 1 - 2 \cdot e^{-\frac{t_i}{R_S \cdot C}} = 0, \quad t_i = R_S \cdot C \cdot \ln 2 = 0,69 \cdot R_S \cdot C$$

Pentru comutarea inversă sigură a tiristorului principal timpul t_i trebuie să fie mai mare decât timpul de revenire al tiristorului.

După cum se constată, contactorul cu circuit de comutație R-C este simplu. Dezavantajul său esențial îl constituie faptul că la un moment dat tensiunea la bornele sarcinii este egală cu de două ori tensiunea U_1 . Contactorul nu se poate folosi deci decât la sarcini care acceptă această supratensiune.

3.Circuit basculant bistabil realizat cu două tiristoare, pilotat cu un semnal de frecvență constantă.

Circuitul din fig.1 poate fi folosit și ca circuit basculant bistabil de putere. Spre deosebire de C.B.B. realizat cu tranzistore, C.B.B.cu tiristoare poate ocupa patru stări și anume:

1. T_1 și T_2 blocate; este starea de așteptere.
2. T_1 conduce, T_2 blocat; stare de funcționare.
3. T_1 blocat, T_2 conduce; stare de funcționare.

4. T_1 conduce, T_2 conduce; aceasta este o stare de avarie pe care montajul nu o poate părăsi decât prin întreruperea tensiunii de alimentare.

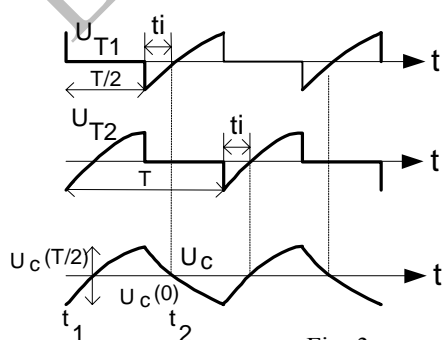


Fig. 3

Trecerea dintr-o stare de funcționare în alta se face aplicând un impuls de comandă tiristorului corespunzător. Dacă impulsurile de comandă se aplică periodic celor două tiristoare, C.B.B. va bascula periodic dintr-o stare în alta. Se spune că circuitul este pilotat cu un semnal de frecvență constantă, iar formele de undă sunt cele reprezentate în fig.3.

Considerând terminat regimul tranzitoriu, precum și egalitatea rezistențelor în serie cu cele două tiristoare ($R_S=R$), rezultă că tensiunea la bornele

condensatorului în momentul t_1 trebuie să fie egală și de semn contrar cu cea din momentul t_2 , întrucât formele de undă trebuie să fie identice pentru cele două tiristoare.

Așadar $u_c(0) = -u_c(T/2)$, în care T este perioada impulsurilor de comandă ale celor două tiristoare.

Considerând originea timpului în momentul t_1 din fig.3 și știind că $U_1 = -u_c(T/2)$, iar $U_F = U_1$, tensiunea la bornele condensatorului C va varia după legea:

$$(4) \quad u_c = U_1 - [u_c(\frac{T}{2}) + U_1] \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Din această relație se obține:

$$(5) \quad u_c(\frac{T}{2}) = U_1 - u_c(\frac{T}{2}) \cdot e^{-\frac{T}{2RC}} - U_1 \cdot e^{-\frac{T}{2RC}}$$

$$(6) \quad u_c(\frac{T}{2}) = \frac{1 - e^{-\frac{T}{2RC}}}{1 + e^{-\frac{T}{2RC}}} \cdot U_1$$

Introducând această ultimă relație în expresia tensiunii la bornele condensatorului rezultă:

$$(7) \quad i.$$

Timpul de polarizare inversă a unui tiristor rezultă din condiția $u_c(t_i) = 0$, deci:

$$(8) \quad 1 - e^{-\frac{t_i}{RC}} - \frac{1 - e^{-\frac{T}{2RC}}}{1 + e^{-\frac{T}{2RC}}} \cdot e^{-\frac{t_i}{RC}} = 0$$

$$(9) \quad t_i = RC \ln \frac{2}{1 + e^{-\frac{T}{2RC}}}$$

Cu ajutorul relației (9) se poate determina timpul de revenire al unui tiristor. Pentru această se realizează circuitul din figura (9) în care unul din tiristoare este rapid iar celălalt este tiristorul de probă. Se micșorează apoi perioada impulsurilor de comandă până când cele două tiristoare rămân ambele în conducție. Acest moment se determină prin oscilografierea tensiunii la bornele uneia din rezistențele din circuitul anodic al tiristoarelor. Folosind relația (9) se determină $t_i = t_q$.

4.Schema electronică folosită în laborator.

În fig.4 este reprezentată schema bloc folosită pentru comanda tiristoarelor circuitului din figura C.B.A. reprezintă un circuit basculant astabil, C.B.B.1....C.B.B.4 sunt patru circuite basculante bistabile folosite pentru divizarea frecvenței de la C.B.A., C.D.1 și C.D.2 sunt două circuite de diferențiere, iar A.I.1 și A.I.2 constituie două amplificatoare de impulsuri care asigură parametrii necesari semnalului de comandă poartă catod.

Dacă comutatorul K este pe poziția 1 perioada impulsurilor de comandă va fi:

$$(10) \quad T = 2T_1,$$

în care T_1 este perioada impulsurilor produse de C.B.A. Dacă comutatorul este pe poziția ($p=1...4$) atunci:

$$(11) \quad T = 2^p T_1.$$

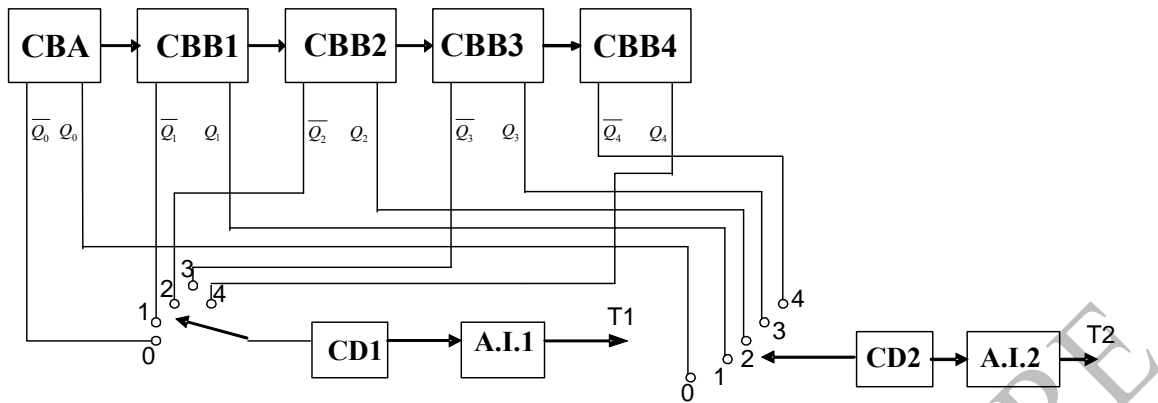


fig.4

În fig.5 este reprezentată schema electronică a C.B.A., a două C.B.B. și a celor două amplificatoare de impuls. Astfel cu T_1, T_2 s-a realizat C.B.A. a cărei frecvență se poate modifica cu ajutorul potențimetrului P . Tranzistorele T_3, T_4 și T_5, T_6 echează două C.B.B., iar T_7, T_8 și T_9, T_{10} constituie cele două amplificatoare de impuls. Circuitele de diferențiere sunt realizate cu C_1, R_1 și respectiv cu C_2, R_2 .

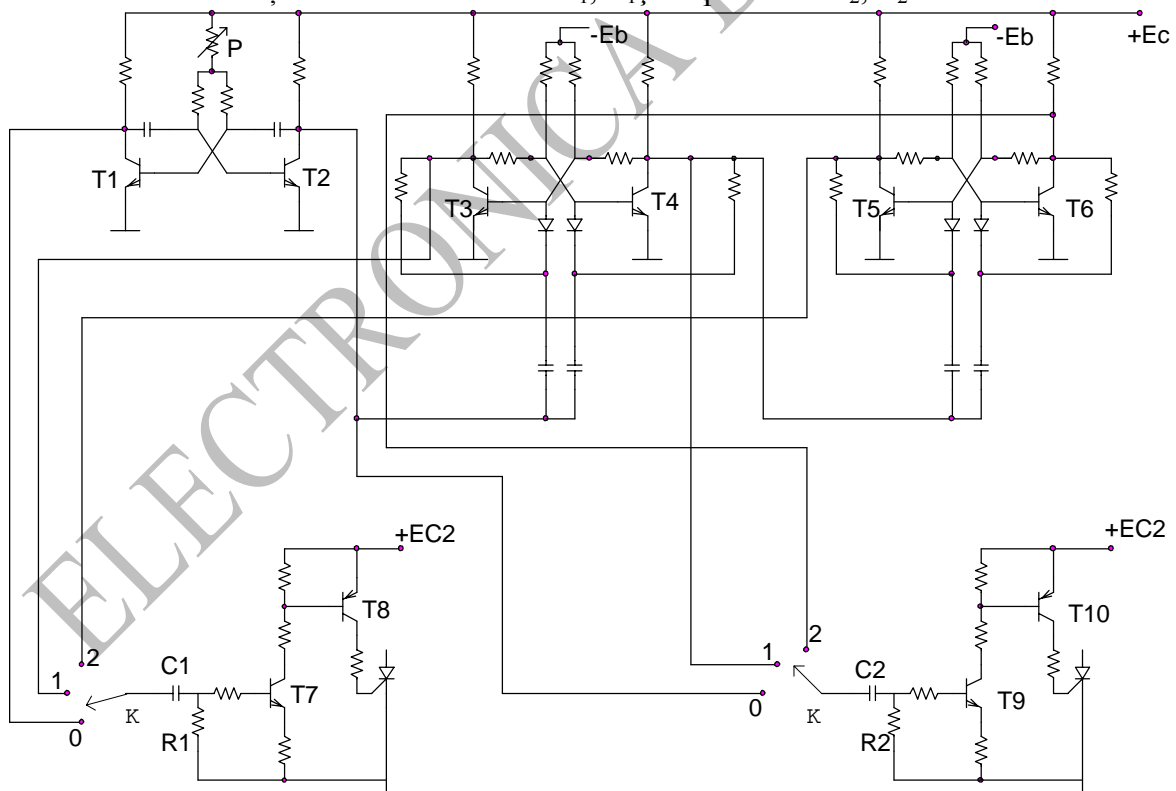


fig.5

5.Desfășurarea lucrării.

În laborator se vor efectua încercările în următoarea succesiune a operațiilor:

1. Folosind bornele de pe panoul lucrării și două reostate de sarcină se va realiza circuitul din fig.1. În serie cu unul din reostate se va introduce un ampermetru.
2. Se va conecta un condensator de comutație de 20 uF.
3. Se va conecta schema la rețea și se vor oscilografia formele de undă ale tensiunilor pe reostatele de sarcină, tiristoare și condensatorul de comutație, pentru o perioadă mare a impulsurilor de comandă.
4. Pentru un curent de sarcină de 1A se va determina timpul de comutație inversă a tiristorului prin procedeul menționat în referat. Se va repeta determinarea la un curent de sarcină de 5A.

În partea a doua a ședinței de laborator se va răspunde la următoarele probleme teoretice:

- să se deducă o relație între valorile R_1 , C_1 ale circuitului de diferențiere și lățimea impulsurilor de comandă obținute;
- să se deducă metodice de proiectare a amplificatorului de impuls;
- să se deducă metodica de proiectare a circuitului basculant astabil.