

LABORATOR 2 Electronică digitală

Circuite basculante cu tranzistoare : CBB ; CBA

1. Introducere teoretică

1.1. Modelul general și clasificarea circuitelor basculante

Un circuit basculant este format din doua amplificatoare conectate în cascada cu o reactie pozitiva puternica de la iesire la intrare conform schemei din figura 1. Elementele de cuplaj sunt impedantele Z_1 si Z_2 care pot fi si de alta natura decat rezistiva. Schema se deseneaza obisnuit ca în figurile următoare pentru a pune în evidenta simetria schemei. Exista in cele mai multe situatii o simetrie completa care apare si n valoarea elementelor schemei, elementele simetrice pe schema sunt egale, dar nu este intotdeauna asa.

In cazul cel mai general circuitele basculante au doua iesiri, între masa si cele doua colectoare ale tranzistoarelor si doua intrari, de comandă, in majoritatea cazurilor între bazele tranzistoarelor si masa (comandă pe bază). Există însă și comandă pe colector.

Din cauza reactiei pozitive puternice tranzistoarele sunt in zonele limita ale caracteristicilor de transfer si anume unul este in zona de saturatie iar al doile in zona de blocare. Cele doua tensiuni de iesire sunt prin urmare, una aproximativ zero, corespunzatoare tranzistorului in saturatie, a doua ridicata, aroape de valoarea tensiunii de alimentare.

Exista doua stari:

- S_1 cu tranzistorul T_1 deschis la saturatie ($U_{CE1} \approx 0$)
tranzistorul T_2 blocat ($U_{CE1} \approx E_{CC}$)
- S_2 cu tranzistorul T_1 blocat
tranzistorul T_2 deschis la saturatie

Cele doua stari sunt complementare.

Circuitul poate trece, fie singur in unele situatii, fie fortat de o comanda exterioară in altele, in starea complementara. Trecerea se face intotdeauna intr-un timp scurt, care se neglijeaza de cele mai multe ori si se numeste basculare. Desi tehnic este posibil ca ambele tranzistoare sa fie aduse in aceeasi stare, cele doua stari trebuie sa fie permanent complementare, astfel ca intotdeauna tensiunile de iesire fie in opozitie. In orice moment de timp, neglijand tranzitiile, una din iesiri e la nivel ridicat si a doua la nivel coborat.

Un circuit basculant are intotdeauna doua stari distincte, S_1 si S_2 .

Cele doua stari pot fi la randul lor de doua feluri:

- stare stabila;

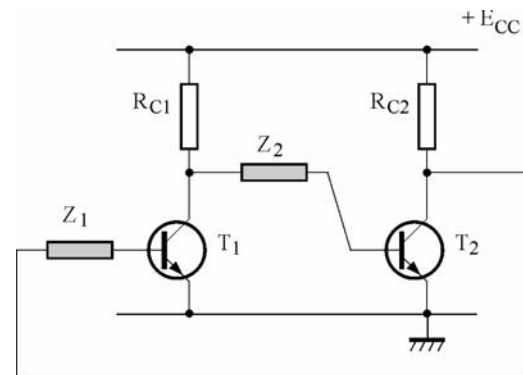


Fig. 1. Circuitul basculant ca amplificator cu reacție

- cvasi-stabila.

Stare stabila este atunci cand circuitul basculant nu poate trece in starea complementara (nu poate bascula) decat in urma unei interventii exterioare, care este obisnuit un impuls de comanda pe una din intrarile circuitului. De fapt prin comanda trebuie scos unul dintre cele doua tranzistoare din starea de saturatie sau blocare. Din acest moment, datorita reactiei pozitive puternice se produce bascularea. In lipsa comenzii starea nu se schimba, iesirile raman nemodificate un timp indefinit.

Stare cvasi-stabila este atunci cand circuitul basculant va trece trece in starea complementara (basculaeaza) fara interventie exterioara, dupa trecerea unui interval de timp care depinde de elementele circuitului.

In functie de natura celor doua stari S1, S2 circuitele basculante se impart in trei mari categorii:

- Circuite basculante bistabile, **CBB**, au ambele stari stabile, circuitul este intr-una din stari si trece in starea complementara doar in urma unei comenzi potrivite; pentru aceste circuite Z1 si Z2 sunt rezistente.
- Circuite basculante monostabile, **CBM**, au o stare stabila, si una cvasi-stabila. Circuitul este normal in starea stabila, trece in starea complementara, cvasistabila doar in urma unei comenzi potrivite dar revine singur, dupa un timp, la starea stabila; pentru aceste circuite Z1 si Z2 sunt una rezistenta, a doua condensator
- circuite basculante astabile, **CBA**, au ambele stari cvasi-stabile, circuitul trece in starea complementara fara comanda si dupa un timp revine, tot fara comanda, la prima stare apoi din nou trece in starea complementara s.a.m.d.; pentru aceste circuite Z1 si Z2 sunt condensatoare.

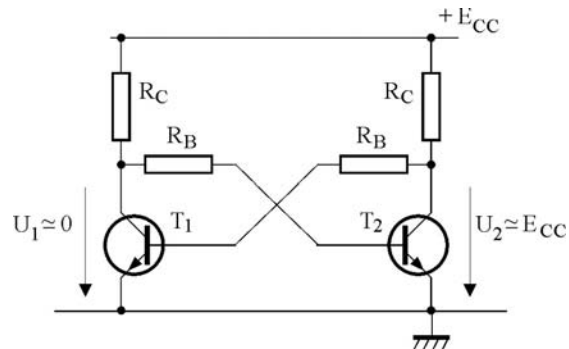


Fig. 2. Circuitul basculant bistabil

1.2. Circuitul basculant bistabil CBB

Un circuit basculant bistabil in cea mai simpla varianta are schema din figura 2 si este de obicei perfect simetric, tranzistoarele sunt identice, rezistentele din colectoare egale, $R_{C1}=R_{C2}=R_C$, la fel rezistentele din bazele tranzistoarelor, $R_{B1}=R_{B2}=R_B$.

Bascularea circuitului se face prin comandă, cum s-a precizat mai înainte.

1.3. Circuitul basculant astabil CBA

Un circuit basculant astabil in cea mai simpla varianta are schema din figura 3. Rezistentele R_B din schema CBB sunt inlocuite cu grupuri RC. Circuitul are doua iesiri si nu are mod obisnuit intrari dar exista variante mai complexa cu intrari de sincronizare.

Ambele stări fiind cvasi-stabile circuitul trece, printr-un mecanism similar cu cel descris la CBM, dintr-o stare în alta, fara interventie exterioara. Forma tensiunilor de iesire este prezentata în figura 5.33.b. Circuitul este în fond un oscilator. Alimentat, el produce la iesire o succesiune de impulsuri. Perioadele specifice, impuls, pauză, T_i și T_p depind de constantele de timp ale grupurilor RC fiind conforme relațiilor :

$$T_i \approx 0,7 R_1 C_1$$

$$T_p \approx 0,7 R_2 C_2.$$

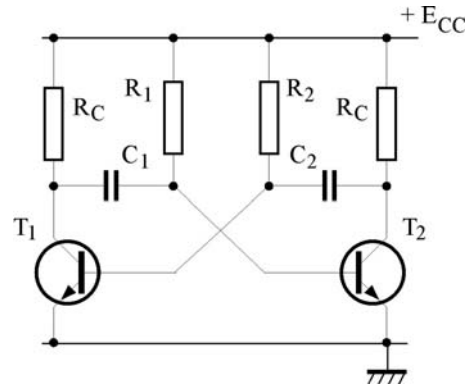


Fig. 3. Circuitul basculant astabil

1.4. Calcul simplificat al circuitelor basculante

Problema principală ce trebuie rezolvată atunci când se calculează elementele unui circuit basculant este ca tranzistorul deschis să fie în zona de saturație. La schemele prezentate elementul amplificator este un tranzistor într-o schemă simplă în conexiune EC (figura 4).

Condiția ca tranzistorul să fie la limita de intrare în saturație este ca tensiunea U_{CE} să fie mai mică decât tensiunea $U_{BE} \approx 0,7V$. Se va neglija această tensiune de $0,7V$ cât și tensiunea U_{CE} atunci când tranzistorul este în saturație și se va considera condiția de saturație îndeplinită dacă curentul de colector provoacă o cădere de tensiune pe R_C egală cu tensiunea de alimentare. Vom nota acest curent I_{Csat} și rezultă relația:

$$I_{Csat} R_C = E_{CC} \quad (1)$$

Atingerea curentului de saturație depinde de nivelul curentului de bază. Neglijând $U_{BE} \approx 0,7V$ avem :

$$I_B R_B = E_{CC} \quad (2)$$

La limita de intrare în saturație există relația principală dintre curenții unui tranzistor :

$$I_{Csat} = \beta I_{Bsat} \quad (3)$$

Pentru saturație sigură trebuie să avem îndeplinită condiția :

$$I_B > I_{Bsat} \quad (4)$$

Calculul simplificat se face astfel :

- Se alege un curent de saturație, I_{Csat} de ordinul mA (1 – 10 mA) ;
- Se calculează R_C din (1) ;
- Se alege o rezistență de valoare apropiată celei rezultate din calcul ;
- Se recalculează eventual I_{Csat} cu (1) ;
- Se determină I_{Bsat} cu (3)
- Se alege I_B conform (4)
- Se calculează R_B din (2)

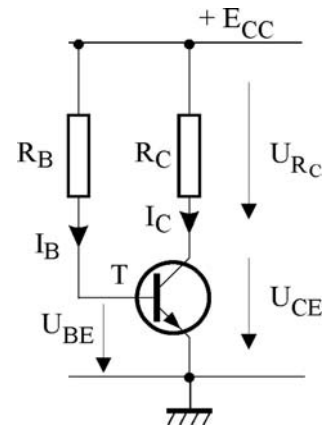


Fig. 4. Amplificator conexiune EC

2. Modul de lucru

1. Se va realiza montajul experimental din figura 6. Inițial se vor calcula rezistențele conform paragrafului 1.4. Tensiunea E_{CC} se alege (între 5-15V). Prezența diodelor luminescente, conectate pentru a furniza informații rapide asupra stării circuitului, face ca în calcule să fie luată, în locul tensiunii sursei, E_{CC} , o tensiune de alimentare echivalentă:

$$E_{Ccech} = E_{CC} - 2 \quad (5)$$

2. Se va conecta un fir cu un vârfuri ascuțite, la borna de masă. Cu celalalt vârf se va face pe rând contact la bazele și colectoarele tranzistoarelor, simulând astfel comenzi pe baza sau colector. Se vor face și conectări repetate la același punct.

Se va deduce modul de acțiune al comenzilor. Se va stabili legătura între starea la un moment dat a tranzistorului și basculare atât prin comandă pe bază cât și pe colector și se vor scrie observațiile în referat.

3. Se va realiza montajul experimental simetric din figura 7 cu $C_B = 10\mu F$ Se păstrează valorile rezistentelor calculate la CBB și pentru rezistențele R_B se schimbă doar poziția. Condensatoarele sunt electrolitice și sensul de conectare trebuie respectat (armatura cu linie scurtă, groasă este plusul).

4. Se va calcula perioada cu formulele din paragraful 1.3. Se verifica experimental, cu aproximație, corectitudinea calculului. Se trec datele în tabelul 1.

5. Se schimbă unul dintre condensatoare cu un altul de o valoare de 10 ori mai mare, apoi ambele. Se calculează și se verifica perioada și în acest ultim caz

5. Se pun condensatoare de 10 nF, apoi se vizualizează cu osciloscopul. Se măsura perioada și se desenează forma tensiunilor U_{CE} , U_{BE} pentru un același tranzistor.

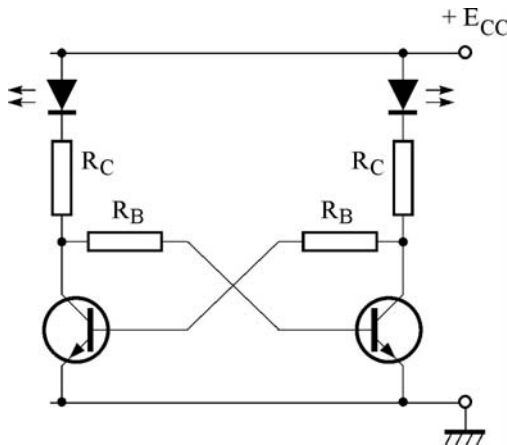


Fig. 6. Montaj experimental CBB

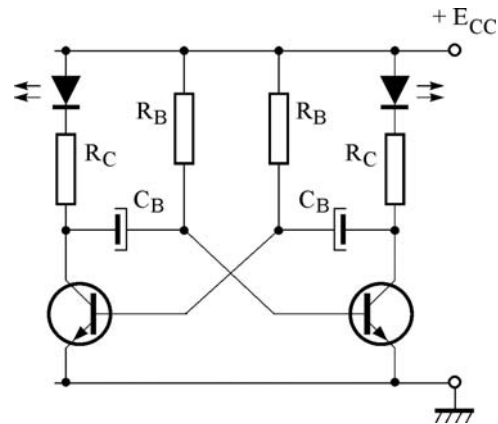


Fig. 7. Montaj experimental CBA

3. Referat

Circuite basculante cu tranzistoare : CBB ; CBA

$I_{C_{sat}} =$

$E_{CC} =$

Calcul R_C :

Calcul R_B :

Modul de actiune al comenzilor:

Calcul T:

Tabel 1

C	10 μ F	100 μ F	10nF
Tcalculat			
Tmasurat			

Observatii:

4. Continutul referatului

- 4.1. Nume, prenume, data, grupa.
- 4.2. Valorile alese
- 4.3. Calculul rezistentelor
- 4.4. Descrierea modului de actionare a semnalelor de comanda
- 4.5. Tabelul 1 si calculul perioadelor
- 4.6. Formele de unda ale tensiunilor pe un tranzistor la CBA