

4.3. Circuite basculante monostabile, CBM

Un circuit basculant monostabil în cea mai simplă variantă are schema din figura 4.10. R_B din schema CBB este înlocuită cu un grup R_1, C_1 . Circuitul are în mod obișnuit o intrare de comandă, în figura este pe baza tranzistorului 1 dar poate fi pusă atât pe baza tranzistorului 2 cât și pe colectoare. Poate exista deasemenea și o a doua intrare de comandă, sensibilă la impulsuri de polaritate opusă.

Fără o intervenție exterioară, CBM, se află într-o stare stabilă, T_1 blocat și T_2 în conducție. T_2 este în conducție prin efectul rezistenței R_1 ce polarizează baza direct de la sursa de tensiune continuă, E_{CC} .

4.3.1 Mecanismul de basculare

Dacă înlocuim tranzistoarele cu schemele echivalente simplificate circuitul este cel din figura 4.11. Curentul prin T_1 și R_C este zero. Ieșirea 1, careia îi corespunde tensiunea U_1 este la nivel ridicat, ieșirea 2 la nivel coborât. Condensatorul C_1 este încărcat cu o tensiune egală cu E_{CC} , cu semnul din figura.

Dacă se comandă CBM cu un impuls pozitiv pe baza T_1 , pentru a-l scoate din blocare, prin mecanismul de basculare similar cu cel de la CBB se trece, într-un interval de timp foarte mic, neglijabil, în starea a doua, T_1 deschis, T_2 blocat, iar la începutul acestei stări schema echivalentă a CBM este aceea din figura 4.12. Deoarece timpul de basculare este foarte scurt, condensatorul rămâne încărcat cu aceeași tensiune, ca în figura. Dar în același timp condensatorul începe un proces de încărcare de la sursă prin rezistența R_1 , cu un curent care tinde să descarce condensatorul și să-l reîncarce cu semn opus. Procesul poate fi

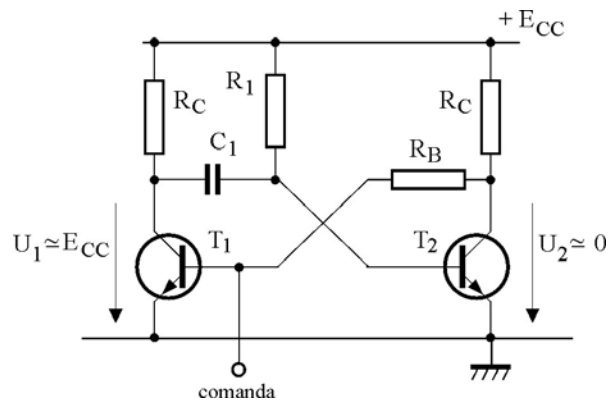


Fig. 4.10. Circuitul basculant monostabil

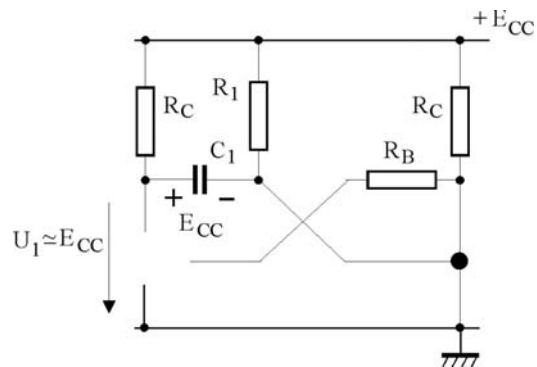


Fig. 4.11. Schema simplificată în starea stabilă.

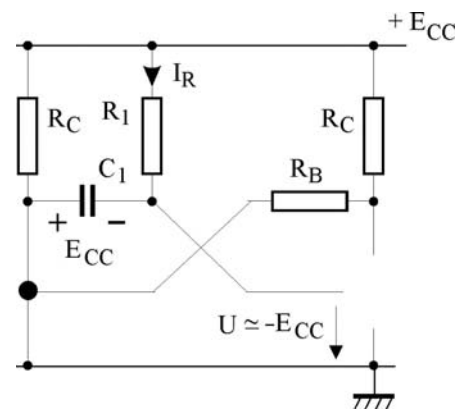


Fig. 4.12. Schema simplificată la începutul stării cvasi-stabile

urmarit pe figura 4.13 unde sunt prezentate principalele forme de unda. Dupa basculare tensiunea de baza a T_2 , U_{B2} , urmareste evolutia tensiunii pe condensator. In starea stabila, pana la momentul t_1 , T_2 era deschis si tensiunea U_{B2} era egala cu aproximativ 0,7V. La iesiri tensiunile erau la nivel coborat, U_2 , ridicat, U_1 .

In momentul t_1 se produce bascularea. La iesiri tensiunile se inverseaza. Tensiunea pe baza tranzistorului T_2 are un salt de la +0,7 V la o valoare negativa, egala cu tensiunea pe condensator, aproximativ $-E_A$. Din acest moment incepe incarcarea C prin R (curentul i_R) si tensiunea pe condensator ca si pe baza T_2 incepe sa creasca spre zero dupa o curba exponentiala tipica. Fara prezenta tranzistorului T_2 tensiunea pe condensator ar trece de zero si ar ajunge in final la valoarea E_{CC} (linia punctata). Dar prezenta tranzistorului face ca o data ce tensiunea pe condensator si pe baza T_2 ajunge la valoarea de deschidere a T_2 (aproximativ 0,7 V), momentul t_2 , tranzistorul sa se deschida si schema sa basculeze înapoi în starea inițială. Intr-adevar starea este cvas-stabila deoarece circuitul basculeaza singur din această stare.

Schema echivalenta in acest moment este iarasi aceea din figura 5.31. Tensiunea U_2 trece brusc, prin deschiderea T_2 , la valoare scazuta iar aceea din colectorul T_1 la valoare ridicata. O particularitate este ca U_1 nu are o evolutie prin salt, ci ea urmareste procesul de incarcare al condensatorului, de data aceasta prin R_C si deci are o forma exponentiala, dar mult mai rapida decat in cazul incarcarii prin R_1 (starea cvasi-stabila) fiindca R_C este mult mai mica decat R_1 .

Timpul in care CBM ramane in starea cvsi-stabila depinde de constanta de timp a circuitului de incarcare, R_1C_1 . Acest timp este dat de formula aproximativa:

$$T_i = 0,7 R_1 C_1 \quad (4.1)$$

4.3.2. Utilizarea CBM

Circuitul are utilizari diverse, cateva fiind amintite in continuare.

-Formator de impulsuri de o latime data (figura 4.14)

-Circuit de intarziere a impulsurilor.

Impulsul ce trebuie intarziat se foloseste ca impuls de comanda. Dupa un interval egal cu $0,7 RC$, la bascularea inversa acesta este refacut, dar cu intarzierea amintita.

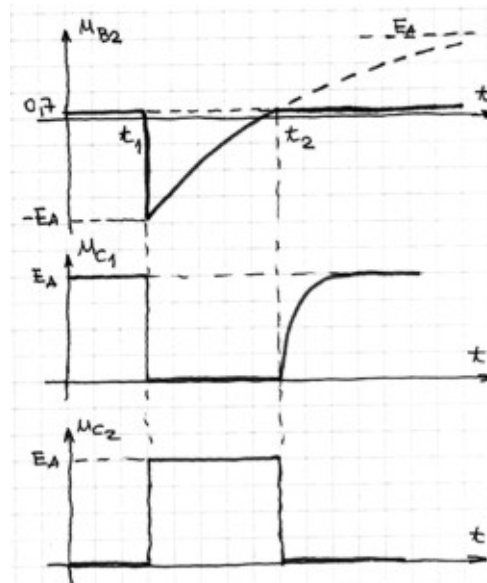


Fig. 4.13. Forma tensiunilor CBM

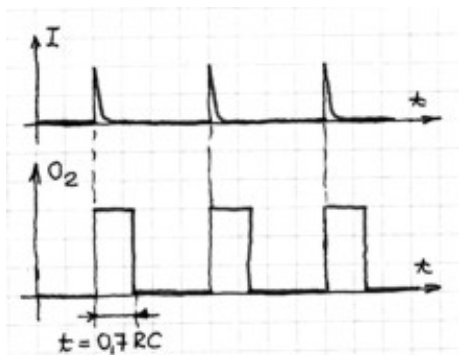


Fig. 4.14. Formator de impulsuri cu CBM

-Circuit de temporizare (releu de timp), mecanismul fiind identic cu cel de intarziere.

4.4. Circuite basculante astabile, CBA

Un circuit basculant astabil in cea mai simpla varianta are schema din figura 4.15.a. Rezistentele R_B din schema CBB sunt inlocuite cu grupuri RC. Circuitul are doua iesiri si nu are în mod obisnuit intrari dar exista variante mai complexa cu intrari de sincronizare.

Ambele stari fiind cvasi-stabile circuitul trece, printr-un mecanism similar cu cel descris la CBM, dintr-o stare in alta, fara interventie exterioara. Forma tensiunilor de iesire este prezentata in figura 4.15.b. Circuitul este in fond un oscilator. Alimentat, el produce la iesire o succesiune de impulsuri. Perioadele specifice, T_i si T_p depind de constantele de timp ale grupurilor RC fiind conforme formulei (4.1), $0,7 R_1 C_1$ si $0,7 R_2 C_2$.

Circuitul este folosit îndeosebi ca generator de impulsuri.

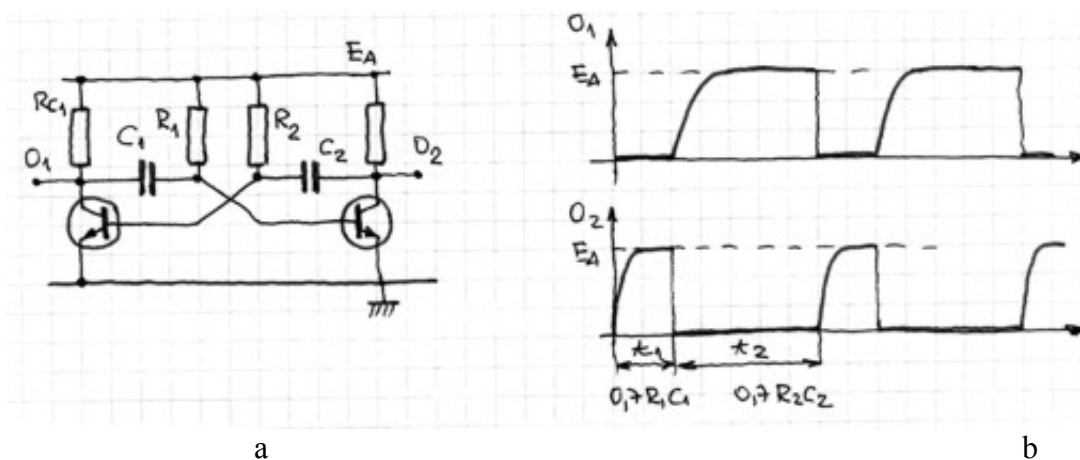


Fig. 4.15. Circuit basculant astabil (a) si forma tensiunilor (b)

4.5. Circuite basculante Schmitt, CBS

4.5.1 Schema și funcționarea CBS

Un circuit basculant Schmitt in cea mai simpla varianta are schema din figura 4.16.a. Cele doua tranzistoare au o rezistenta comuna de emitor. Circuitul are o intrare, baza primului tranzistor si doua iesiri care sunt in colectoarele tranzistoarelor si care sunt complementare ca la toate circuitele basculante. O deosebire este aceea ca tensiunile de iesire au un nivel coborat net mai mare decat nivelul de zero.

Modul de functionare al circuitului poate fi inteles urmarind formele principalelor marimi din figura 4.16.b.

La intrare se presupune o tensiune de o forma oarecare. Pana cand tensiunea de intrare este sub un prag, denumit prag superior, circuitul este in starea 1, T_1 blocat, T_2 deschis. La atingerea pragului superior circuitul basculeaza (exista o reactie pozitiva

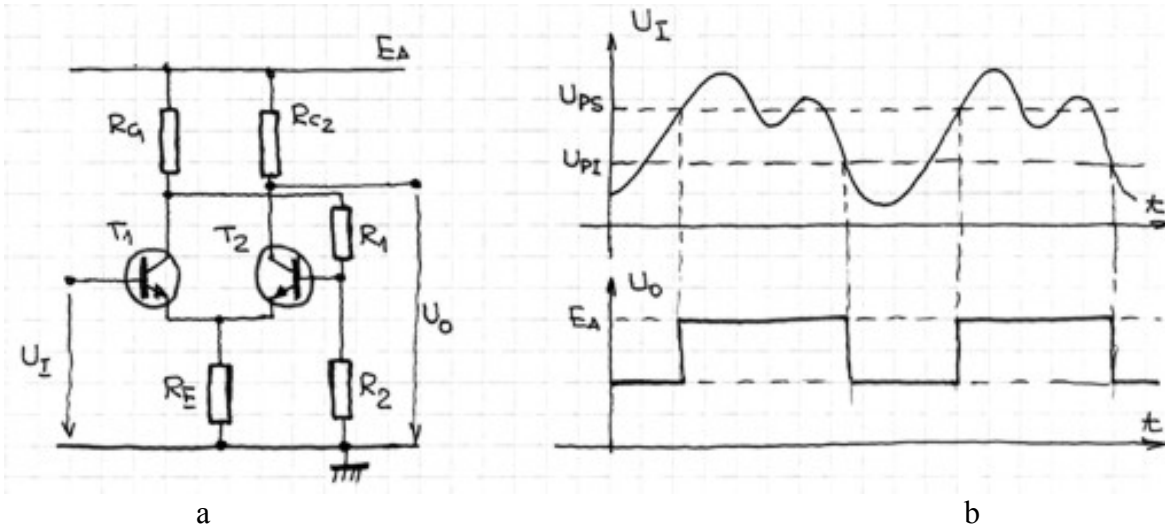


Fig. 4.16. Circuit basculant Schmitt (a) si forma tensiunilor (b)

puternica prin R_1) in starea 2, T_1 deschis, T_2 blocat. Daca tensiunea de intrare coboara sub pragul superior CBS nu basculeaza inapoi in starea 1. El va ramane in starea 2 pana cand tensiunea de intrare atinge un al doilea prag, mai mic, denumit pragul inferior. Doar cand tensiunea de intrare coboara sub acest prag inferior CBS basculeaza.

Pragurile pot fi alese din proiectare si se pastreaza cu precizie. Viteza de tranzitie si deci fronturile sunt mai rapide decat la alte variante de circuite basculante.

4.5.2 Utilizarea CBS

CBS are multiple utilizări. Două dintre cele mai importante sunt prezentate în paragraful de față.

Formator de impulsuri

O calitate a CBS este, cum am amintit, viteza mare de basculare si deci fronturi mai rapide decat la alte variante de circuite basculante. Aceasta calitate face ca CBS sa fie utilizat ca circuit de corectare a fronturilor impulsurilor (figura 4.17).

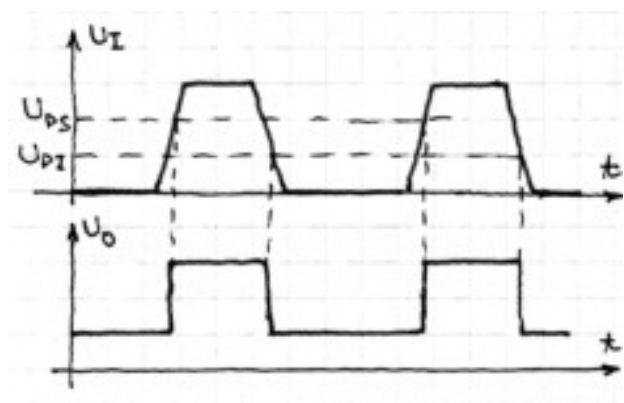


Fig. 4.17. Formator de impulsuri cu CBS

Selector de impulsuri

Faptul ca bascularea se produce la nivele precise ale tensiunii fac ca CBS sa fie utilizat ca detector de nivel. In figura 4.18 doar impulsurile mai inalte de nivelul pragului superior sunt selectate.

4.5.3 CBS cu amplificator operațional

Privind schema CBS din figura 4.16 a se poate observa că el este în esență un amplificator diferențial cu reacție pozitivă. Dar un AO nu este altceva decât un amplificator diferențial cu performanțe superioare realizat sub formă integrată. Din acest motiv CBS poate fi realizat și cu ajutorul AO.

Un CBS cu AO este are reacție pozitivă, realizată cu ajutorul unei rezistențe de reacție între ieseire si intrarea neinversoare.

Tensiunea de intrare poate fi aplicată pe oricare dintre cele două intrări și funcție de acest fapt circuitele CBS cu AO sunt de două feluri, ambele prezentate în continuare.

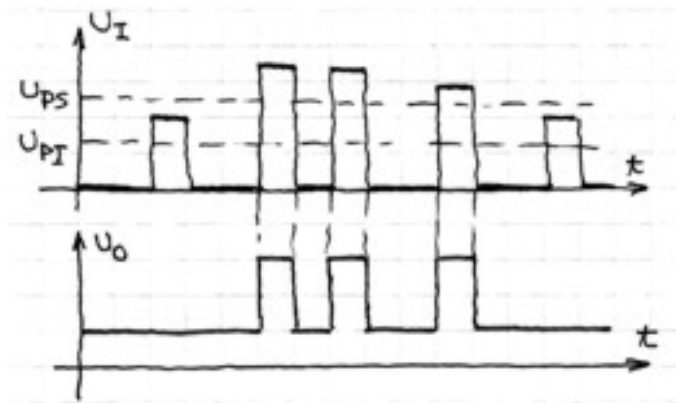


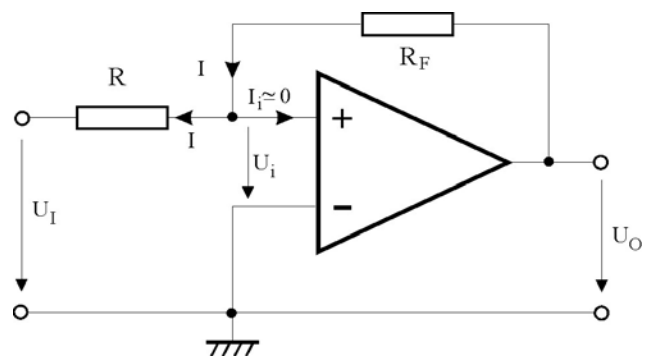
Fig. 4.18. Detector de nivel al impulsurilor cu CBS

CBS fără inversare

Tensiunea de intrare se aplică în acest caz, ca și tensiunea de reacție, pe intrarea neinversoare. Schema simplificată este prezentată în figura 4.19.

Observație : desi seamănă cu amplificatorul inversor cu AO aici reacția este pozitivă, rezistența de reacție leagă ieșirea cu intrarea neinversoare (+) !

Deoarece reacția este pozitivă, puternică, AO nu este în regim de amplificare, cu U_O între $+E_A$ și $-E_A$ (am presupus amplificatorul alimentat de la o



4.19. CBS cu AO fără inversare.

sursă dublă) ci în saturație, U_O fiind fie la valoarea de saturație superioară, o presupunem egală cu E_A , fie la valoarea de saturație inferioară, o presupunem egală cu $-E_A$.

Dacă presupunem U_I la nivel coborât, $-E_A$, atunci U_O este de asemenea $-E_A$. Situația se menține până când, prin creșterea U_I se atinge nivelul la care U_i depășește nivelul 0 V. Calcule simple arată că acest lucru se întâmplă când tensiunea de intrare devine pozitivă, egală cu :

$$U_I = E_A R/R_F,$$

moment în care circuitul basculează și U_O devine $+E_A$. Dacă intrarea se modifică între aceleași limite, $+E_A$ și $-E_A$ se observă că mai există o condiție de basculare :

$$R < R_F$$

Creșterea tensiunii de intrare nu mai influențează comportarea circuitului.

Dacă tensiunea de intrare scade, se poate arăta că bascularea inversă are loc la nivelul :

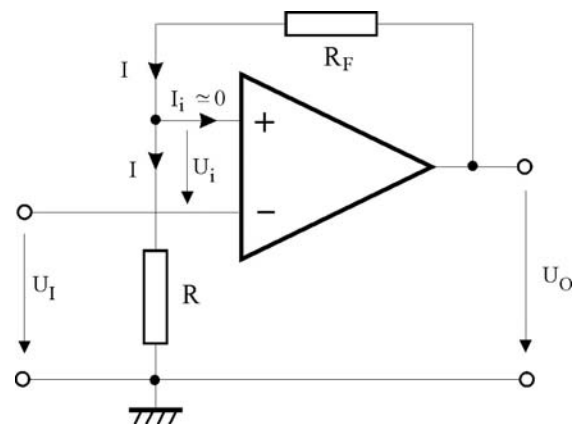
$$U_I = -E_A R/R_F,$$

CBS cu inversare

Tensiunea de intrare se aplică în acest caz pe intrarea neinversoare. Schema simplificată este prezentată în figura 4.20.

Observație : desi seamănă cu amplificatorul neinversor cu AO aici reacția este pozitivă, rezistența de reacție leagă ieșirea cu intrarea neinversoare (+) !

Funcționarea este similară și chiar și pragurile de basculare se păstrează.



4.20. CBS cu AO cu inversare.