

# **Circuite cu reactie pozitiva**

## **Circuite basculante**

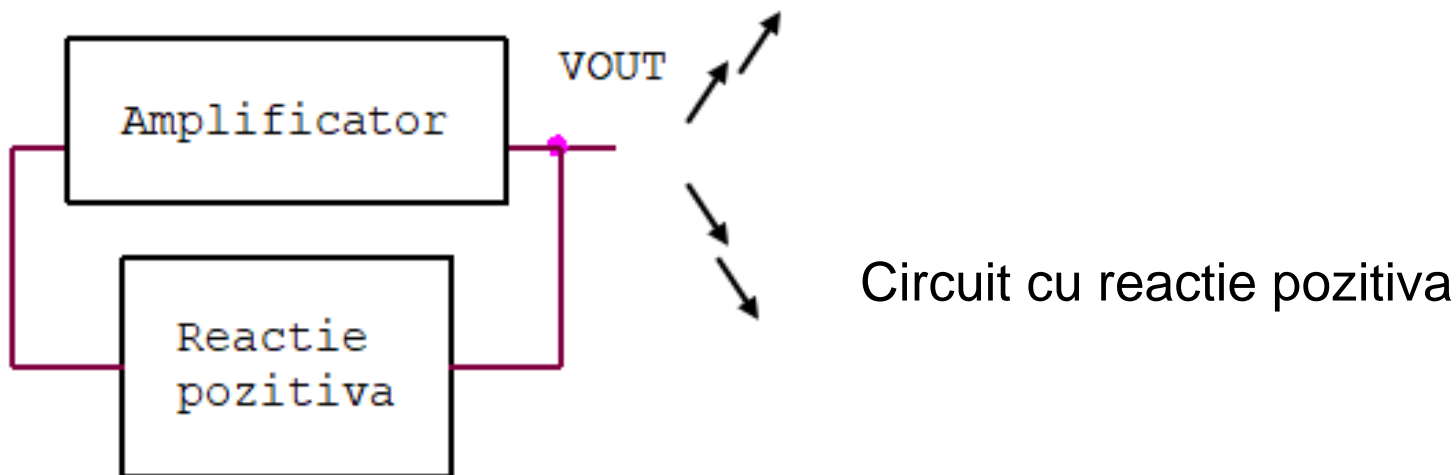
Circuite basculante bistabile

Circuite basculante monostabile

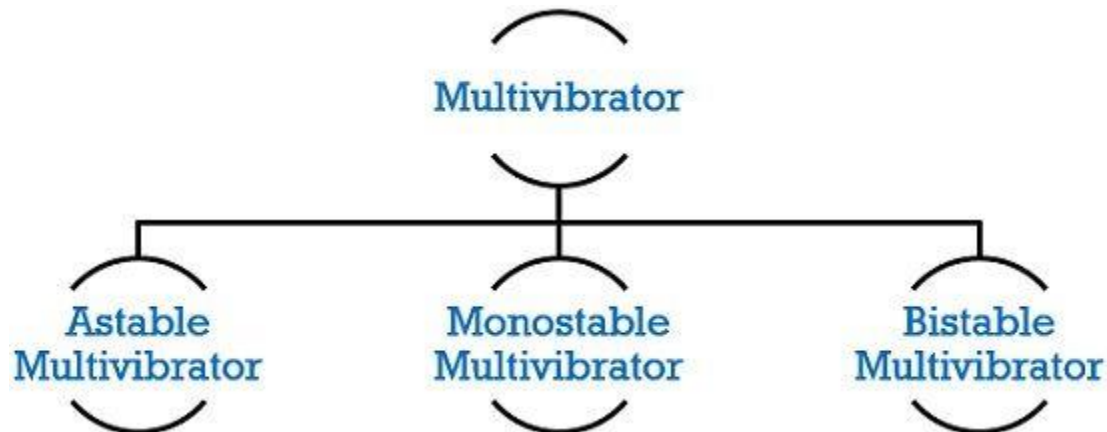
Circuite basculante astabile

# Circuite basculante

- **Stări bine determinate**, între care au loc **tranziții rapide**, numite **proces de basculare**
- Un **proces de basculare** constă din modificarea rapidă a unor curenți sau tensiuni, procesul rapid implicând existența unor **bucle de reacție pozitivă** sau a unor rezistențe negative
- **Declanșarea basculării** se poate face din **exterior**, prin intermediul unor semnale de comandă, sau din **interior**, prin acumularea lentă și atingerea unui stadiu critic de către anumite mărimi electrice din circuit.

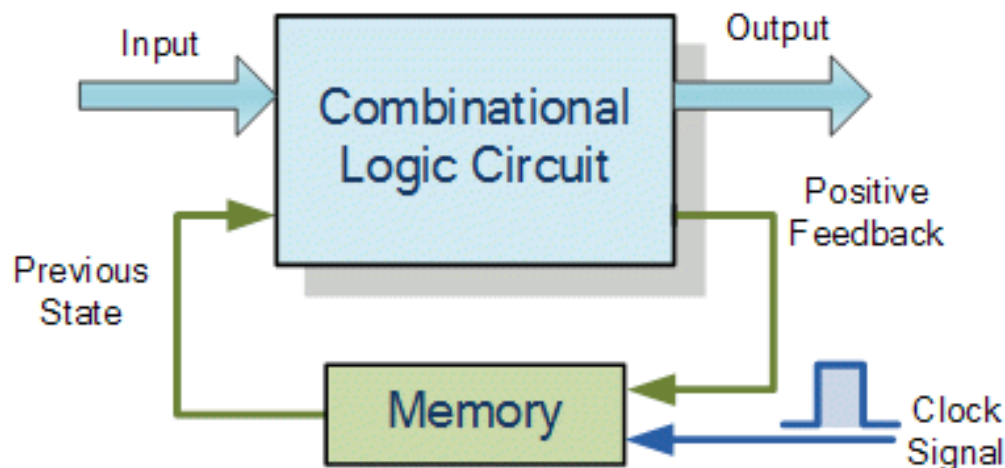


- Circuitele basculante prezintă două stări bine determinate, fie stabile, fie instabile.
- O **stare stabilă** este o stare în care circuitul poate rămâne o perioadă de timp nelimitată în lipsa unui semnal de comandă
- Intr-o **stare instabilă** circuitul rămâne un timp limitat, după care basculează în cealaltă stare, fără a interveni vreun semnal de comandă de basculare extern
- Circuitele basculante se pot grupa, după numărul stărilor stabile, în:
  - **circuite basculante bistabile**
  - **circuite basculante monostabile**
  - **circuitele basculante astabile**



# Circuite basculante bistabile

- Existența a două stări stabile, în care pot rămâne un timp oricât de lung
- Bascularea dintr-o stare în alta declansata cu ajutorul unor impulsuri de comanda.
- Circuit bistabil: **circuit secvențial** (circuit definit prin faptul că ieșirile sale au valori logice ce depind de o anumită secvență a semnalelor care s-au manifestat anterior în circuit). Circuitele secvențiale prezintă deci posibilitatea stocării informației (memorării)
- Spre deosebire de circuitele secvențiale, **circuitele combinaționale**, constând din combinații de porți logice, au ieșiri care depind doar de intrările prezente în acel moment.
- Circuitele bistabile pot fi clasificate în **circuite simetrice** și **circuite nesimetrice**.



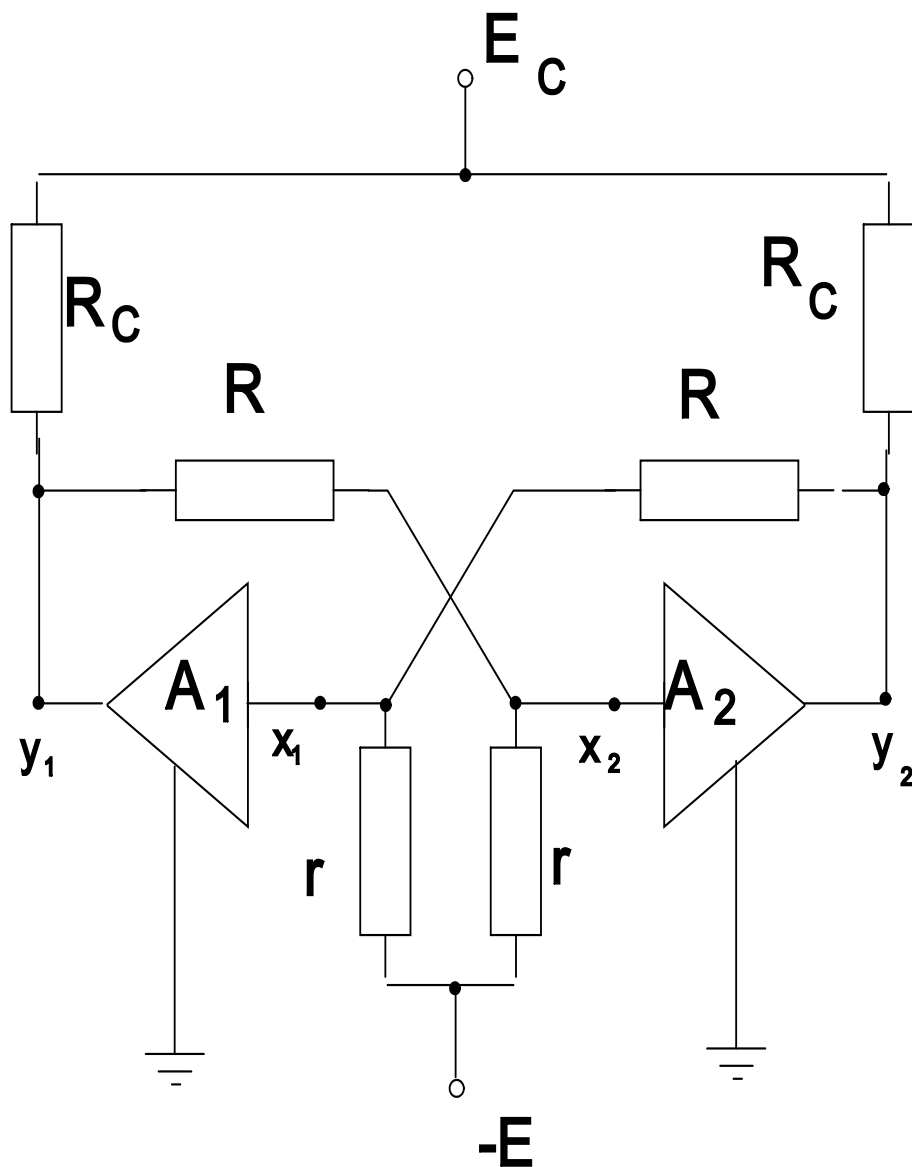
Sequential  
Logic Circuits

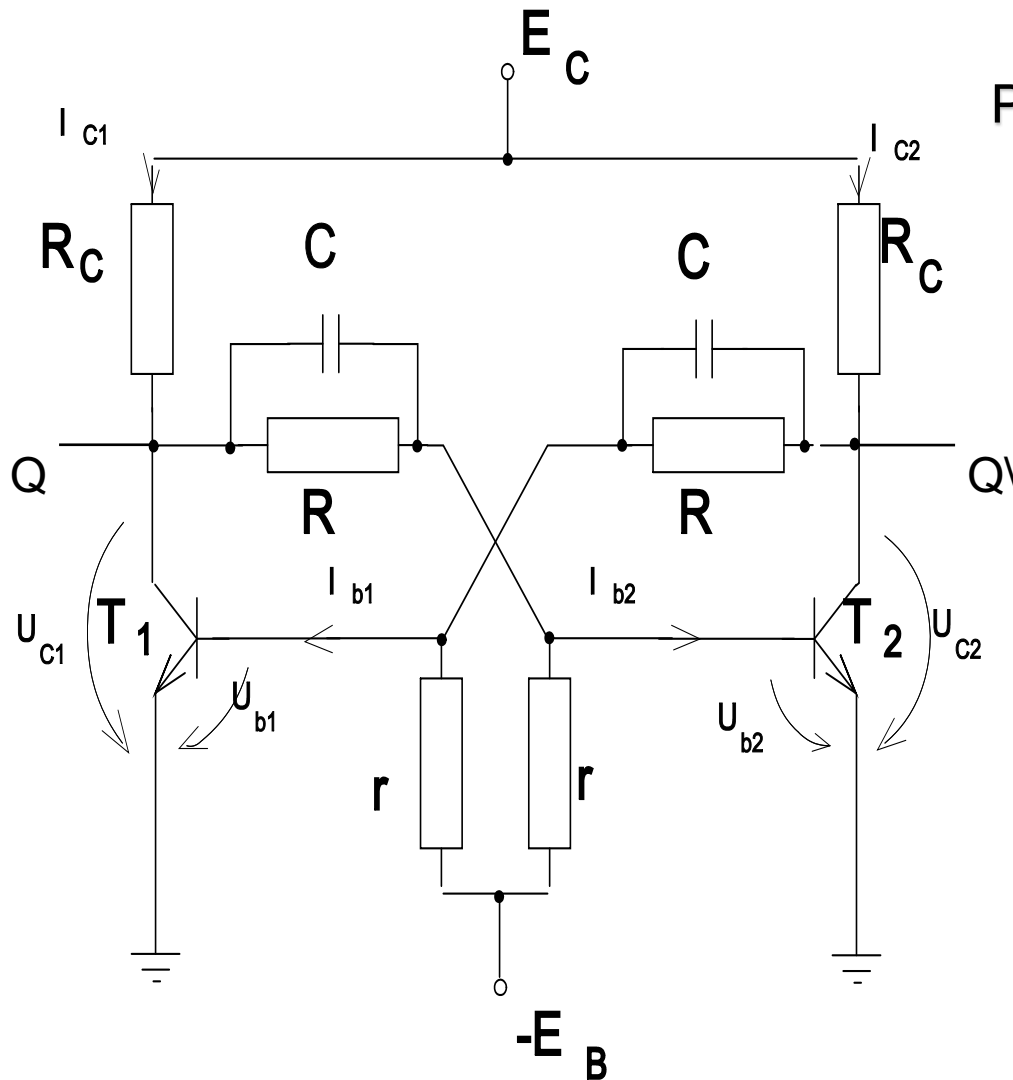
[www.electronics-tutorials.ws](http://www.electronics-tutorials.ws)

# Circuite Basculante Bistabile Simetrice Cu Componente Discrete

Schema de principiu se prezintă în figura alaturată

A1 și A2 sunt două amplificatoare legate în reacție pozitivă, prin divizorul format de rezistențele  $R$  și  $r$





Proiectarea cu componente discrete

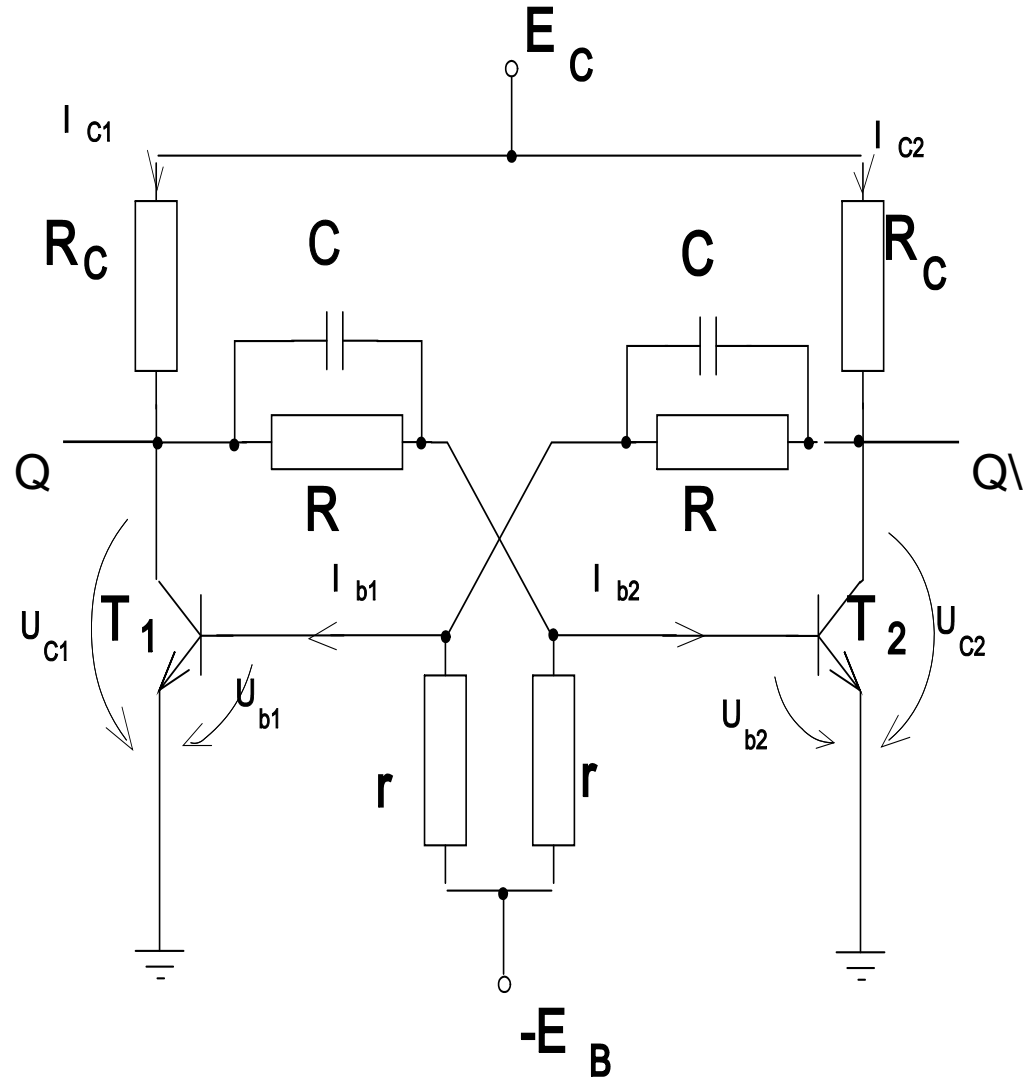
Etajele amplificatoare formate din tranzistoarele  $T_1$  și  $T_2$

Cuplate între ele prin elementele de reacție pozitivă constituite din divizoarele de tensiune  $R$  și  $r$

O parte din tensiunea colector-emitor a unui tranzistor este transmisă în baza celui alt tranzistor

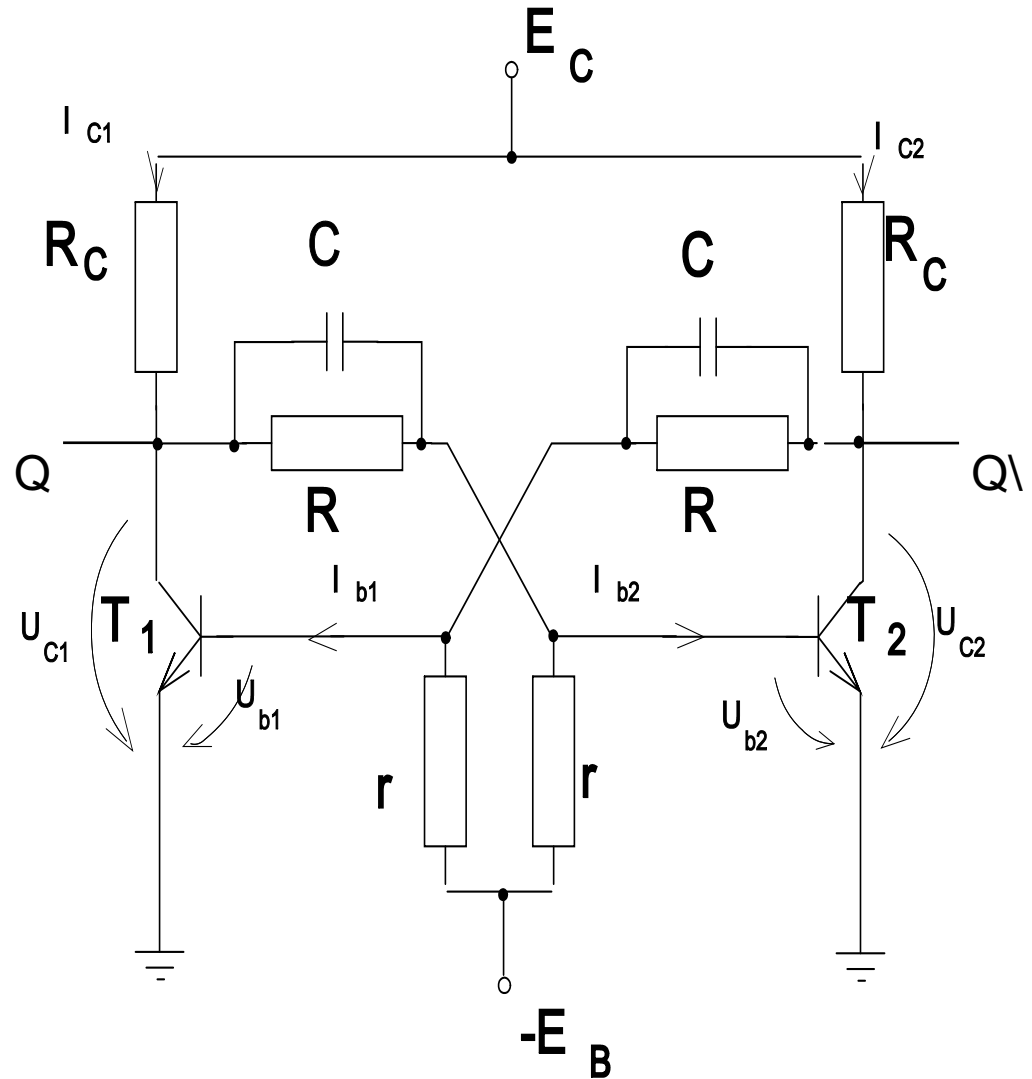
# Functionarea circuitului

- $I_{C1}$  crește,  $U_{C1}$  scade,  $U_{B2}$  scade,  $I_{C2}$  scade,  $U_{C2}$  crește,  $U_{B1}$  crește,  $I_{C1}$  crește
- Proces de basculare, care se dezvoltă în avalanșă:  $I_{C1}$  crește  $I_{C2}$  scade, până când  $T_1$  devine saturat, iar  $T_2$  blocat.
- Starea este stabilă, deoarece bucla de reacție pozitivă este întreruptă datorită stării de blocare a tranzistorului  $T_2$
- Două stări stabile:
  - $T_1$  - conducție (saturat),  $T_2$  - blocat
  - $T_1$  - blocat,  $T_2$  - conducție (saturat)



- Pentru ca CBB să funcționeze așa cum s-a arătat mai sus, elementele sale trebuie dimensionate astfel încât să fie satisfacute următoarele condiții:

- când T1 este blocat, T2 trebuie să fie saturat
- când T1 este saturat, T2 trebuie să fie blocat
- când T1 și T2 se găsesc în stare activă, amplificarea pe bucla de reacție pozitivă trebuie să fie supraunitară



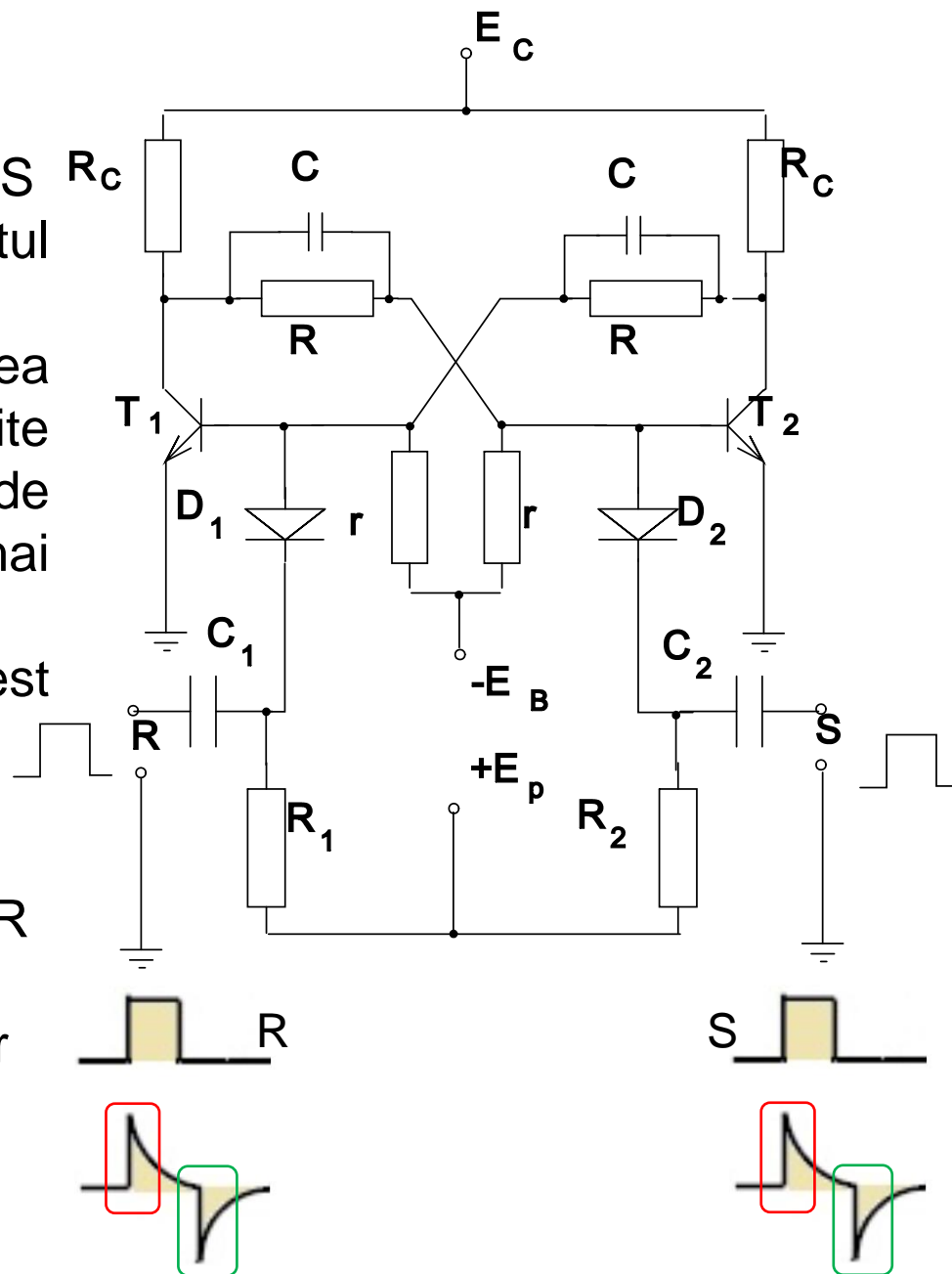


# Declanșarea Circuitelor Basculante Bistabile

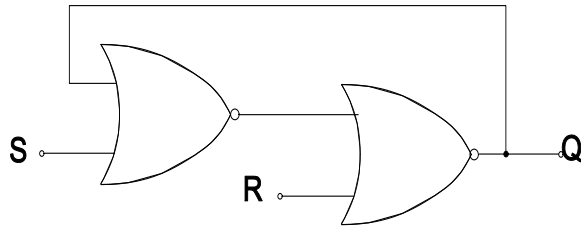
- Două metode fundamentale de declanșare a CBB:
  - declanșarea pe căi separate pentru fiecare tranzistor în parte (CBB de tip RS)
  - declanșarea pe o cale comună (CBB de tip T)
- CBB folosesc una din metodele de declanșare de mai sus, sau ambele metode (CBB de tip RST sau JK)
- Impulsurile de declanșare pot fi aplicate pe baza sau pe colectorul tranzistoarelor
- Polaritatea impulsurilor de declanșare poate fi atât pozitivă cât și negativă
- Semnalul de declanșare nu are rolul propriu-zis de a determina el singur bascularea CBB, el are rolul de a iniția un proces regenerativ prin care circuitul să comute singur
- Declanșarea cu impulsuri care comandă blocarea tranzistorului conductor prezintă anumite avantaje:
  - sensibilitatea CBB este mare
  - energia impulsului necesară pentru a produce bascularea este mai mică
- Un CBB realizat cu tranzistoare npn va bascula în condiții optime dacă se aplică un impuls negativ pe baza tranzistorului saturat

## Declanșarea pe căi separate pe bază

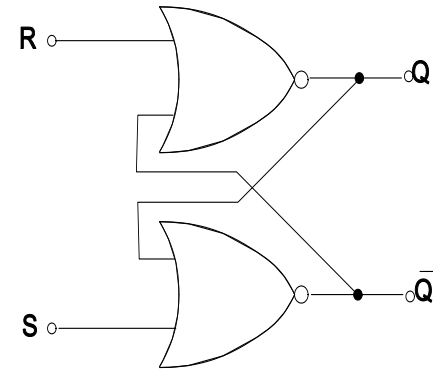
- $T_1$ -saturat și  $T_2$ -blocat
  - Impuls de declanșare la intrarea S
  - Acesta va fi diferențiat de circuitul de diferențiere  $R_2C_2$
  - Dioda  $D_2$  va împiedica trecerea vârfurilor pozitive și va permite trecerea vârfurilor negative de tensiune, care vor bloca și mai mult tranzistorul  $T_2$
  - Bascularea nu are loc în acest caz.
- 
- Impuls de declanșare la intrarea R
  - Vârfurile negative de tensiune ce ajung în baza tranzistorului  $T_1$  vor determina blocarea lui, deci bascularea CBB



# CBB de tip S-R asincron



CBB RS cu porți SAU-NU



CBB RS simetric cu porți SAU-NU

Un bistabil simplu poate fi construit, din punct de vedere logic, prin introducerea unei bucle de reacție într-o rețea de porți, fie porți SAU-NU, fie ȘI-NU.

Intrările bistabilului se numesc S (set) și R (reset).

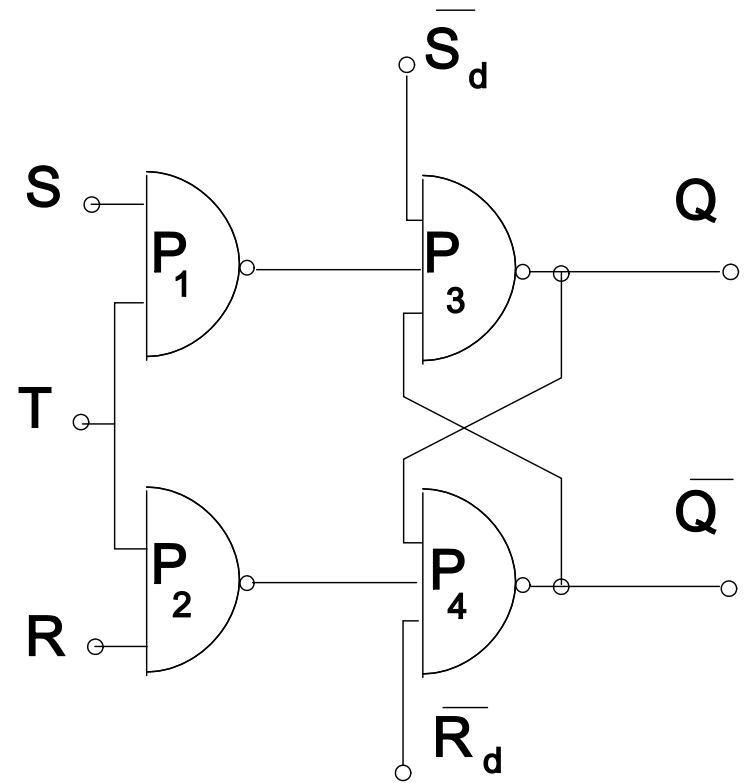
S	R	Q <sup>+</sup>
1	0	1
0	1	0
0	0	Q
1	1	Intrări nepermise

Tabela de adevăr a CBB RS

## CBB de tip SR sincrone

Circuitele bistabile RS sincrone au două intrări de date R și S, și o intrare de tact, T.

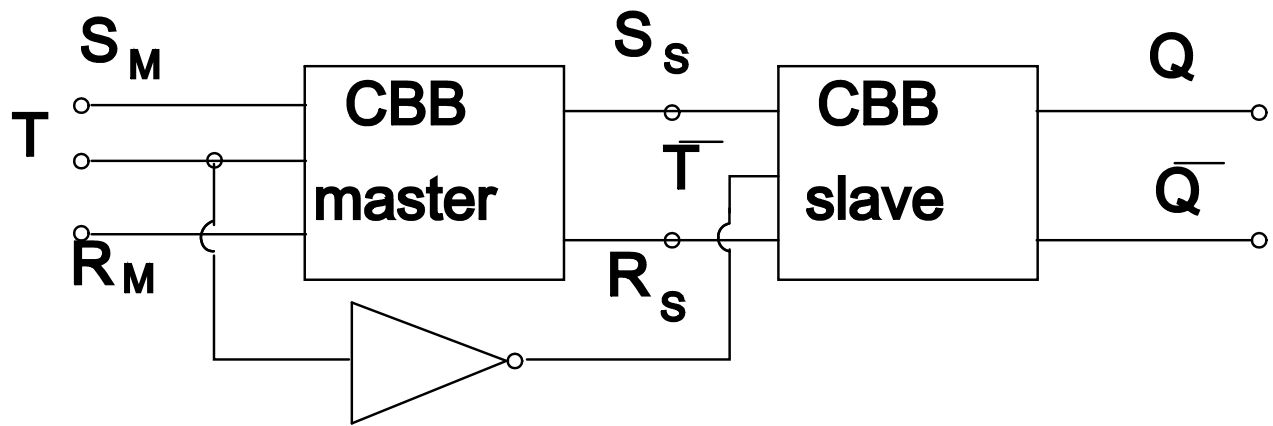
Informația de la intrările de date R și S poate fi transmisă spre bistabilul propriu-zis numai atunci când impulsului de tact are valoarea logica '1'.



Bistabilul RS sincron are un semnal de ceas (intrările R și S rămân asincrone), care controlează evoluția circuitului.

Deasemenea are alte două intrări, S<sub>d</sub>- și R<sub>d</sub>-, care acționează direct asupra ieșirilor Q și  $\overline{Q}$ - suprascriind intrările R și S.

## CBB RS master-slave



**CBB RS master-slave:** menit a elimina neajunsurile legării în cascadă a mai multor CBB de tip RS (posibila nedeterminare a stărilor fiecărui CBB)

Primul CBB, numit CBB master este comandat de intrările de date R și S, iar al doilea CBB din secvență se numește CBB slave și este comandat de ieșirile CBB master.

Scurta descriere:

- pe frontul pozitiv al impulsului de ceas, CBB master este deconectat de CBB slave, deoarece acestea nu pot comunica; pe acest front, intrările S și R acționează asupra CBB master, determinând bascularile corespunzătoare
- când semnalul de ceas trece din '1' în '0', pe frontul cazator, intrările RS slave sunt conectate la master; ieșirile master-ului comanda starea slave-ului

În acest fel, doar un singur CBB este activ la un anumit moment, ieșirile master-slave-ului fiind complet izolate de intrări.

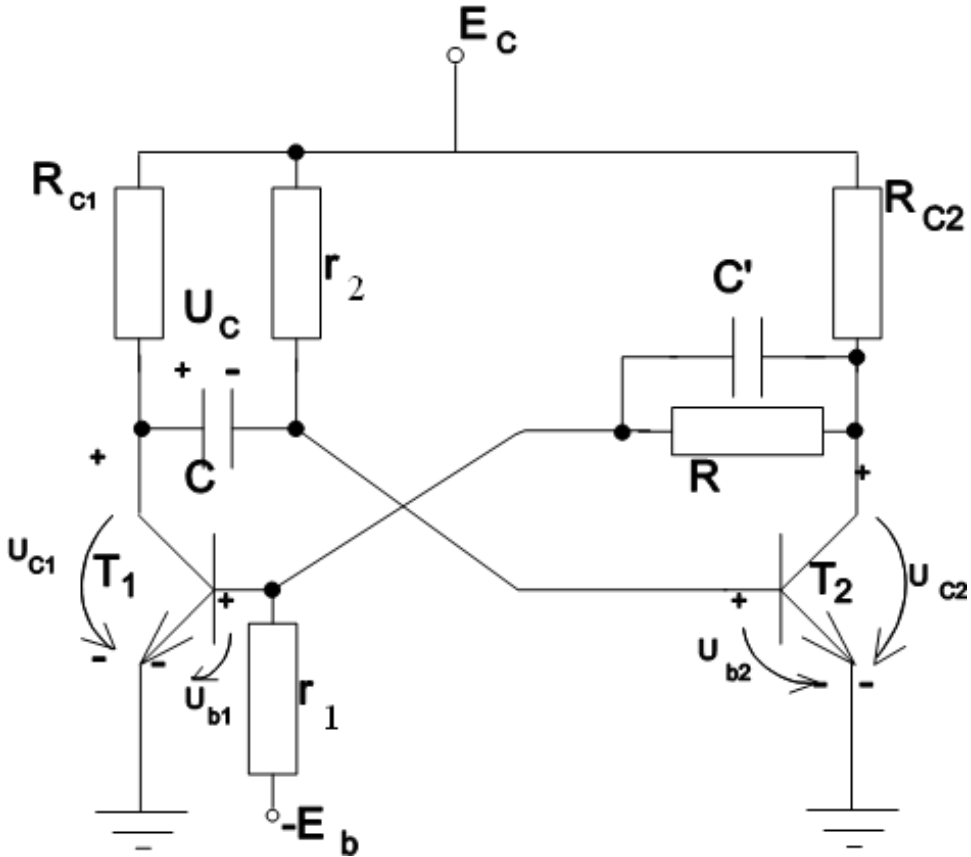
Folosind acest circuit, nedeterminarea logică pentru o secvență de CBB este evitată.

# Circuite basculante monostabile

Circuitele basculante monostabile, (CBM), prezinta o stare stabilă și una instabilă; se folosesc mai ales pentru obținerea unor intervale de timp fixe, marcate precis prin discontinuități (variații rapide) de tensiune. Condiția cea mai importantă pentru acest circuit este stabilitatea duratei stării instabile.

## CBM cu cuplaj colector - bază

Reacția pozitivă este asigurată cu ajutorul circuitelor de cuplaj, dar la CBM cuplajul rezistiv dintre colectorul tranzistorului  $T_1$  și baza tranzistorului  $T_2$  este înlocuit cu un cuplaj capacitiv. Caracterul diferit al celor două stări ale circuitului se datorează acestei nesimetrii a cuplajelor.

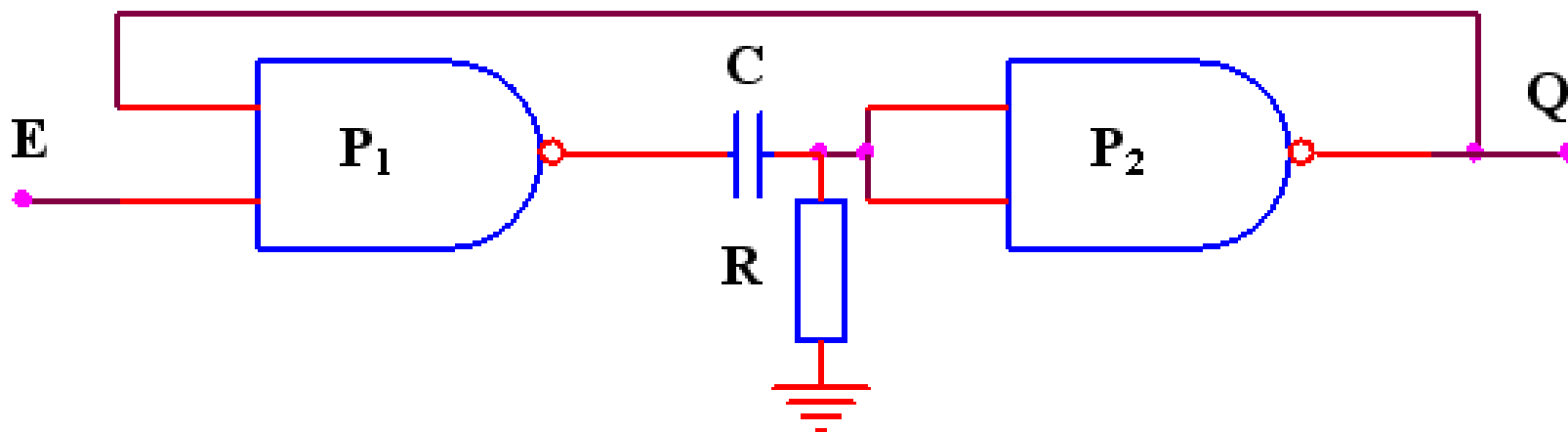


## CBM realizate cu porți TTL

Circuitul este realizat cu două porți TTL de tip ȘI-NU și un circuit RC

Comandat pe frontul negativ al semnalului de declanșare E  
Durata aproximativă a stării instabile este:

$$T_{si} \approx RC \ln \frac{V_{OH} + V_{IL} - V_{OL}}{V_T}$$



# CBM realizate cu porți CMOS

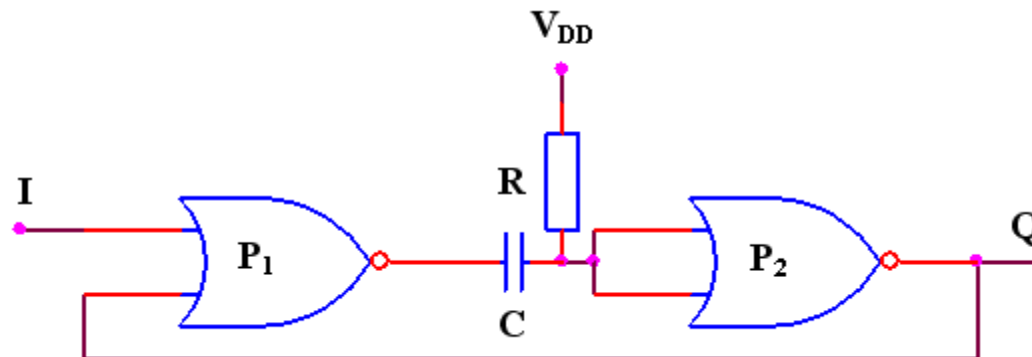
Circuitul este realizat cu două porți CMOS de tip SAU-NU și un circuit RC

Comandat pe frontul pozitiv al semnalului de declanșare I

Starea stabilă a circuitului este cea în care ieșirea Q este la '0' datorita rezistenței R legate la  $V_{DD}$

Durata stării instabile se determină cu formula:

$$T_{si} \approx RC \ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_T}$$





# Circuite basculante astabile (CBA)

## CBA cu componente discrete

Existența a două stări instabile

Comutarea se execută într-un timp foarte scurt și apare ca o variație bruscă a mărimilor electrice

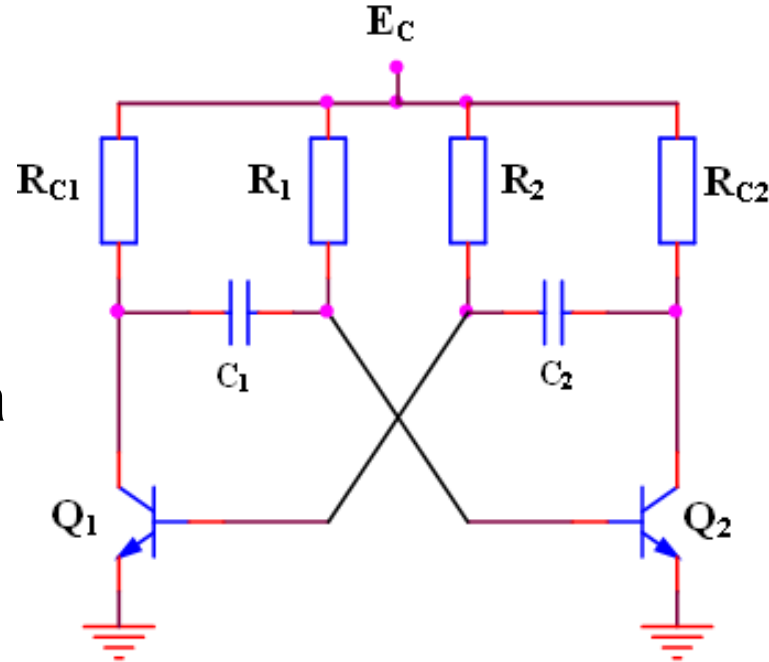
**Bascularea** se declanșează fără semnale aplicate din exterior

Duratele starilor determinate de parametri circuitului

CBA este de fapt un oscilator care produce semnal dreptunghiular la ieșirea sa

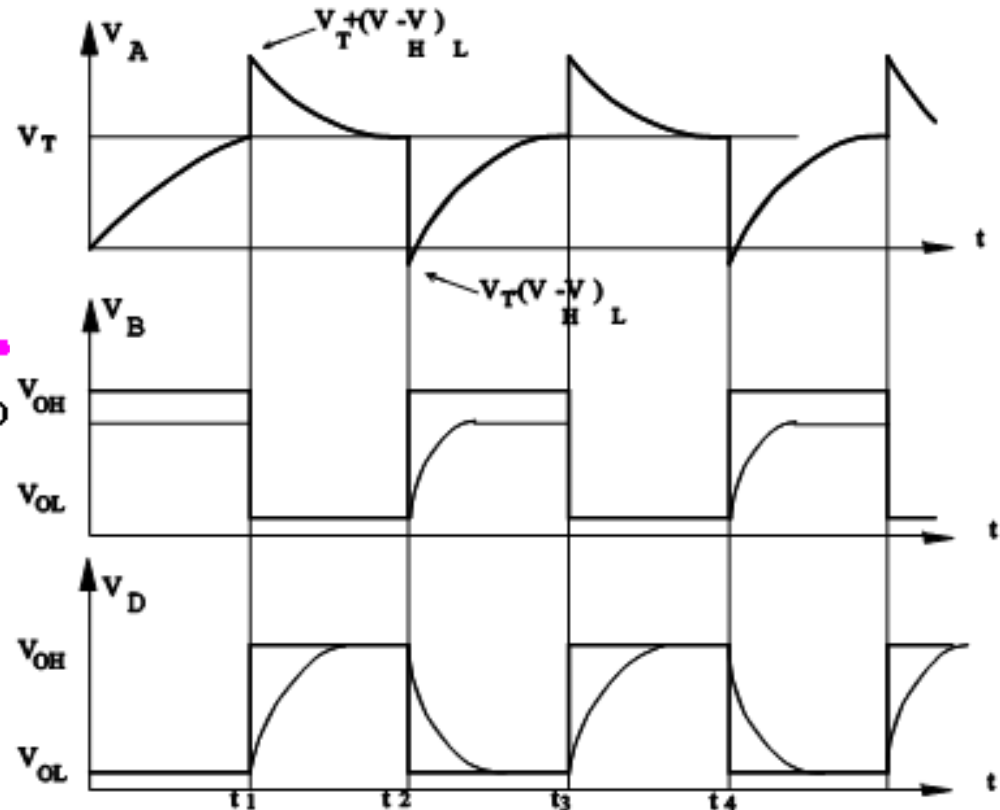
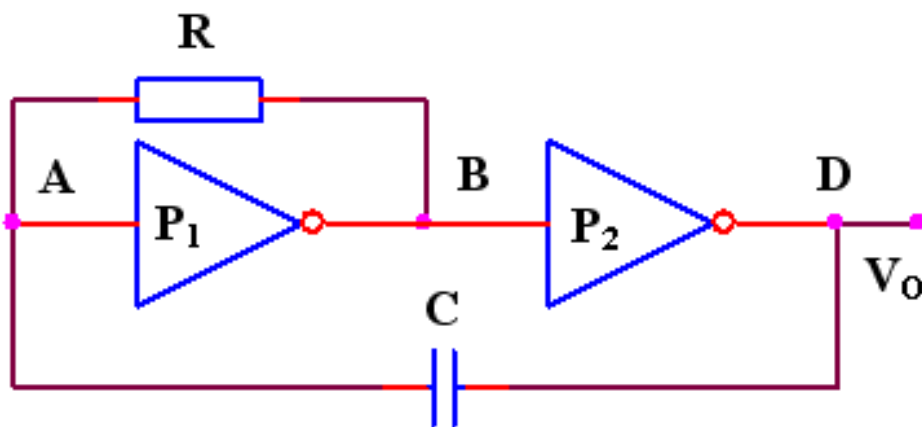
Durata impulsurilor și perioada de repetiție sunt determinate de valorile unor elemente de circuit

Faptul că rezistențele  $R_1$  și  $R_2$  sunt legate la sursa  $+E_C$ , asigură ca niciunul dintre tranzistoarele  $T_1$  și  $T_2$ , în regim staționar, să nu rămână blocat pentru o perioadă de timp nedefinită

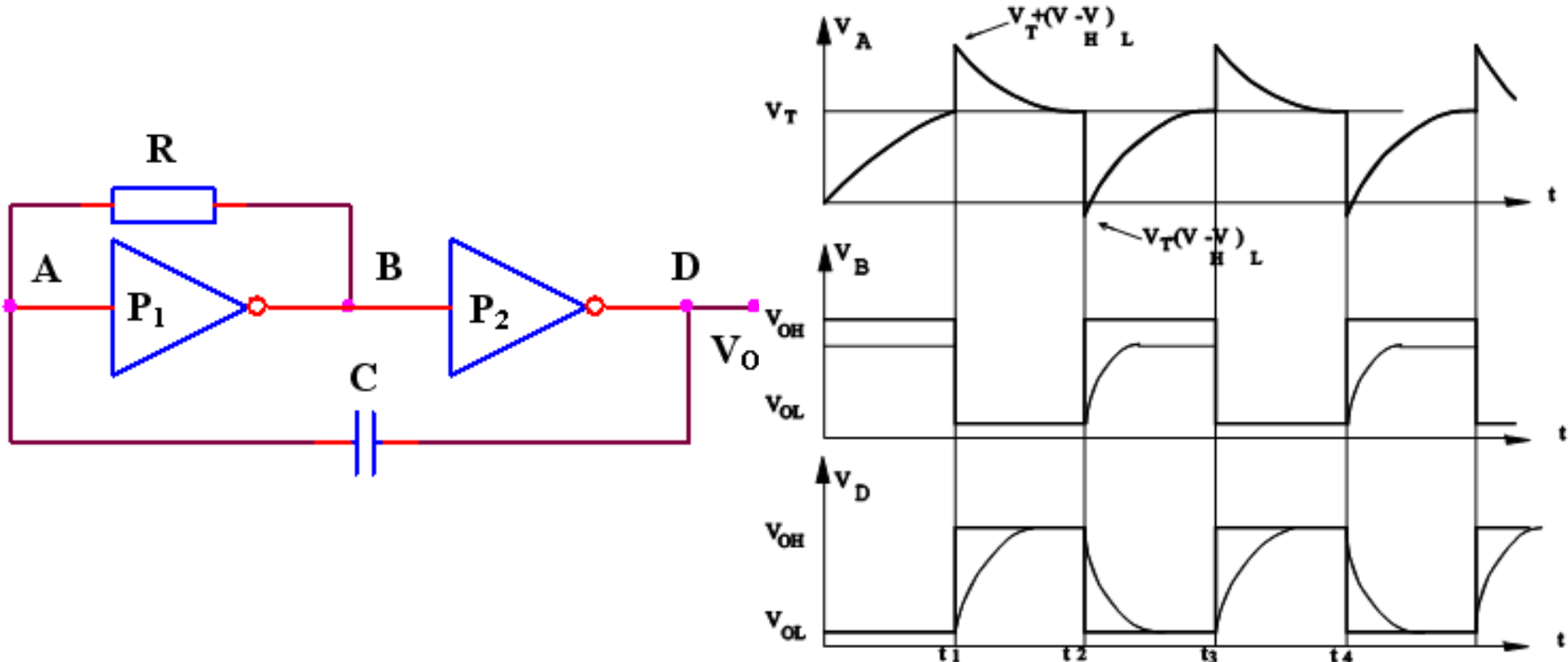


CBA cu cuplaj  
colector - bază

# CBA realizate cu circuite TTL



Funcționare: dacă la momentul  $t < t_1$  la intrarea porții  $P_1$  (punctul A) avem semnal logic '0', la ieșire (punctul B) vom avea '1' logic, iar la ieșirea porții  $P_2$  vom avea '0' logic. Asadar, potențialul punctului A tinde să crească spre  $V_H$ , condensatorul C încărcându-se prin rezistența R de la tensiunea din punctul B. La momentul  $t = t_1$  când  $V_A = V_T$ , (potentialul de prag al  $P_1$ ), ieșirea porții  $P_1$  comută din '1' în '0', ceea ce determină comutarea ieșirii porții  $P_2$ . Saltul de tensiune din D de la  $V_L$  la  $V_H$  se transmite prin capacitatea C în punctul A.



Tensiunea din punctul A scade exponențial spre valoarea tensiunii  $V_L$  de la ieșirea porții  $P_1$ , pe măsură ce are loc descărcarea capacității  $C$  prin  $R$  spre potentialul scăzut al punctului B. La momentul  $t=t_2$ ,  $V_A=V_T$  ceea ce determină din nou comutarea celor două porți. Saltul de tensiune din punctul D se transmite prin capacitatea  $C$  în A. În continuare capacitatea se va încărca prin rezistența  $R$ , iar potentialul din A va crește...

Fenomenul continuă atât timp cât circuitul este sub tensiune

# CBA realizat cu trigger Schmitt

Condensatorul C se încarcă și se descarcă prin rezistența R, tinzând spre nivelele tensiunii de ieșire, dar la atingerea pragurilor de basculare  $V_{T1}$  și  $V_{T2}$  circuitul comută dintr-o stare în alta.

Duratele stărilor sunt:

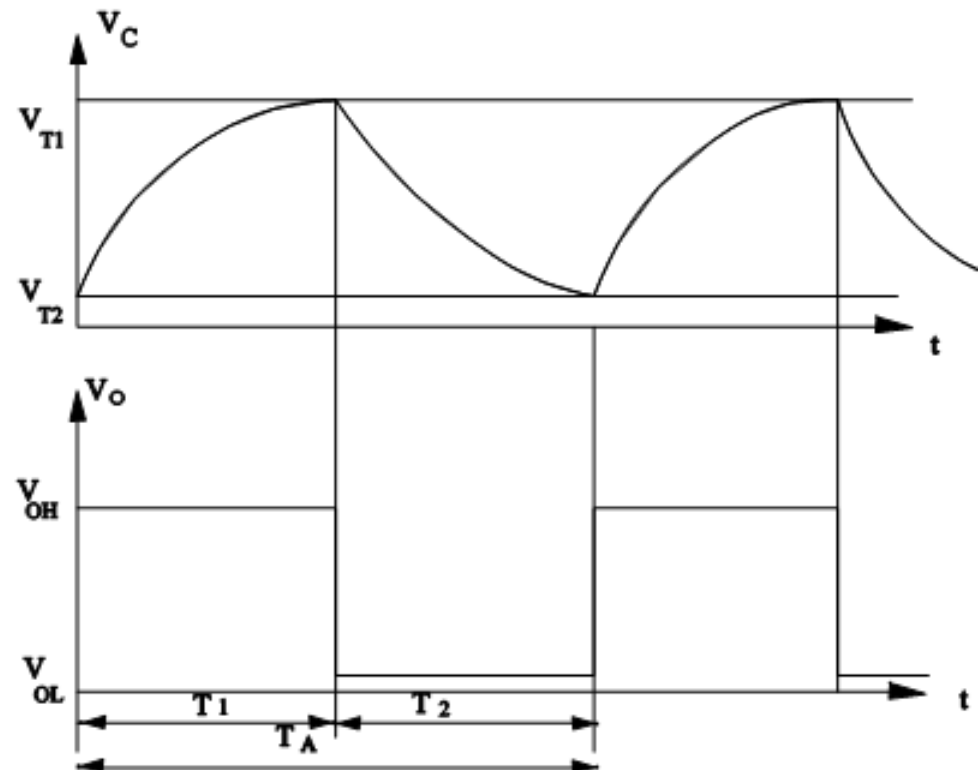
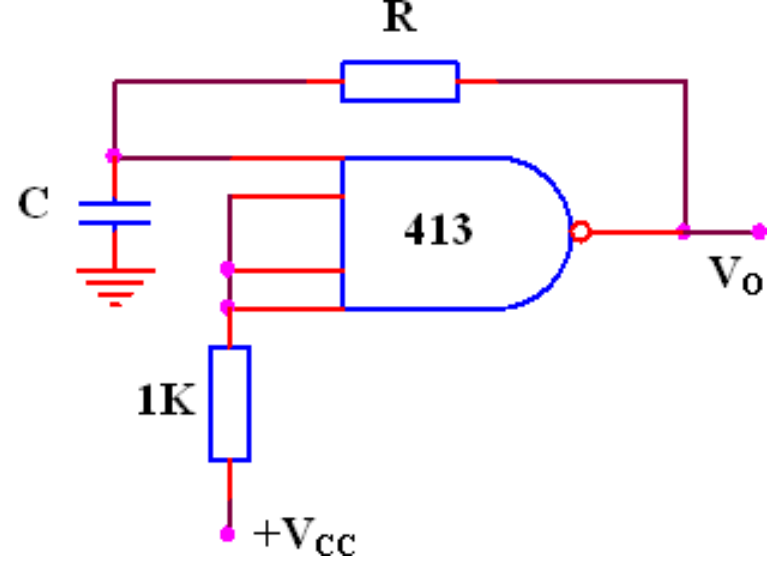
$$T_1 = RC \cdot \ln \frac{V_{OH} - V_{T2}}{V_{OH} - V_{T1}}$$

$$T_2 = RC \cdot \ln \frac{V_{OL} - V_{T1}}{V_{OL} - V_{T2}}$$

Pentru circuitul integrat 413:

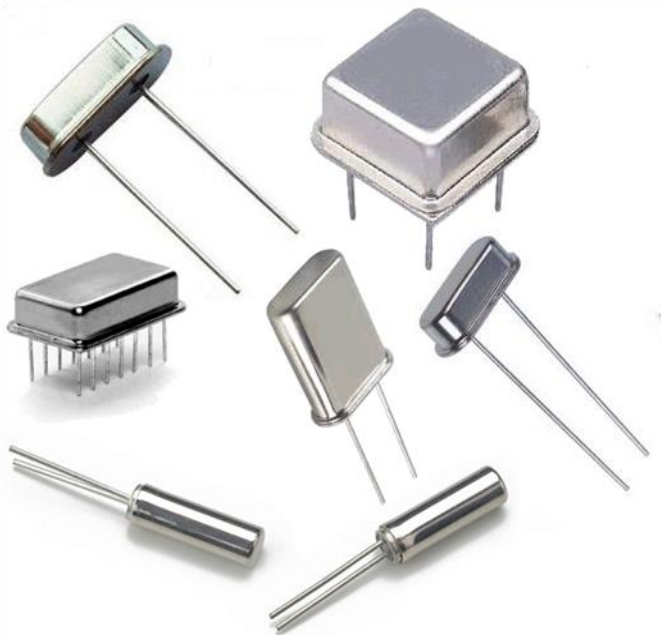
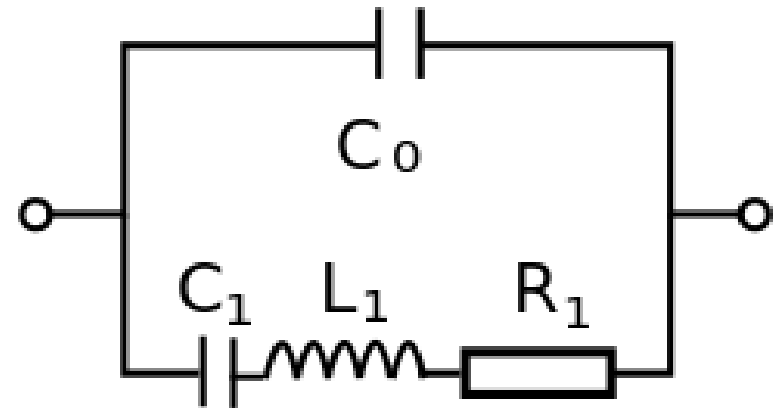
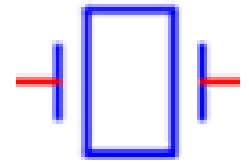
$$T_1 \approx 0,86 \cdot RC$$

$$T_2 \approx 0,83 \cdot RC$$

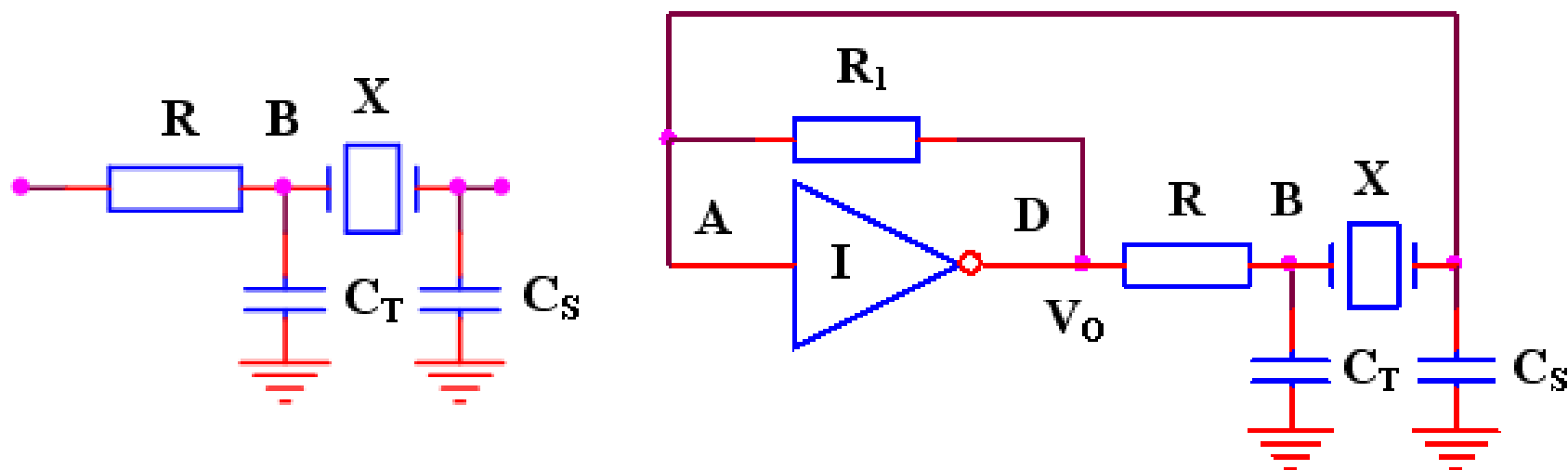


# CBA realizate cu cristale de cuarț și porți logice

Cuarțul este tăiat după anumite direcții cristalografice, este slefuit și i se depun electrozi metalici pe două fețe paralele. Din punct de vedere electric cristalul oferă o impedanță cu proprietăți de circuit rezonant.



Oscilatoarele cu cuarț realizate cu circuite CMOS asigură avantajul consumului de putere redus și a stabilității frecvenței pe o gamă largă a tensiunii de alimentare.



Oscilatorul fundamental conține un amplificator și o rețea de reacție. Circuitul prezentat în figura, denumit și rețea  $\pi$  cu cuarț, este indicat a fi utilizat împreună cu un amplificator, care asigură un defazaj de  $180^\circ$

# Probleme propuse

- Sa se proiecteze un circuit basculant monostabil cu porti CMOS avand perioada starii instabile egala cu 0,1ms.
- Sa se calculeze perioada starii instabile pentru un circuit monostabil cu porti TTL avand urmatoarele componente:  $R=220\Omega$  si  $C=47\text{nF}$ .