

# Laboratorul 5.

## Circuite basculante:

- circuitul bistabil,
- circuitul monostabil,
- circuitul astabil.

## 1 Scopul lucrării

Lucrarea de laborator își propune familiarizarea studentului cu noțiunile de bază despre circuitele basculante: definiție, tipuri, exemple de implementări. În cadrul acesteia studentul va realiza implementări cu porti logice și cu tranzistoare ale circuitelor basculante astabile, monostabile și bistabile.

## 2 Notiuni teoretice

### 2.1 Circuite basculante

Circuitele basculante<sup>1</sup> sunt ansable electronice caracterizate din punct de vedere funcțional prin prezența a două stări, în care acestea se pot afla și între care pot bascula (comuta).

### 2.2 Stările circuitelor basculante

#### 2.2.1 Starea stabilă

Spunem că un circuit basculant se află într-o stare stabilă dacă pentru un interval de timp oricât de mare acesta nu își modifică starea (de obicei o tensiune de ieșire sau o stare logică a ieșirii) în lipsa oricărora semnale de declanșare. Altfel spus, starea stabilă este starea unui circuit basculant în care acesta rămâne pe termen nedeterminat în lipsa impulsurilor (stimulilor) de declanșare.

#### 2.2.2 Starea instabilă

O stare instabilă (uneori numită cvasistabilă sau metastabilă) este starea în care rămâne un circuit pentru o perioadă de timp bine determinată, după care comută într-o altă stare în lipsa oricărora impulsuri de declanșare.

Durata unei stări instabile (numită uneori perioadă de metastabilitate sau cvasistabilitate) reprezintă diferența de timp dintre momentul în care circuitul a

---

<sup>1</sup>en. - "multivibrator circuit"

comutat în starea metastabilă și momentul în care circuitul a comutat din starea metastabilă în altă stare (fără impulsuri de declanșare aplicate din exterior).

**Atenție!** Un circuit poate ajunge într-o stare cvasistabilă fie prin aplicarea unor impulsuri de declanșare când acesta se află într-o stare stabilă, fie prin comutare nedelestanată (dintr-o altă stare instabilă).

### 2.3 Declanșarea circuitelor basculante

Circuitele basculante comută dintr-o stare stabilă într-o altă stare la aplicarea unor impulsuri de declanșare. Impulsurile de declanșare sunt, de obicei, impulsuri scurte, de durată mult mai mică decât perioada de metastabilitate.

Declanșarea poate fi realizată fie folosind impulsuri pozitive sau negative.

Un impuls pozitiv de declanșare (Figura 1) se referă la generarea unui puls de "1" logic pentru un scurt moment de timp (în starea inactivă semnalul se află în starea logică "0"), fie sub forma unui semnal dreptunghiular, fie sub forma unui vârf de tensiune - ieșire a unui circuit derivator.

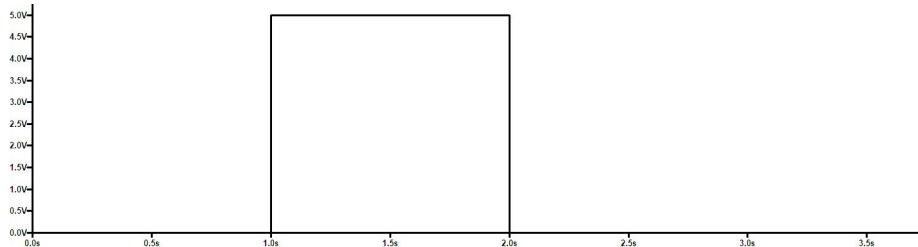


Figura 1: Impuls pozitiv de declanșare

Un impuls negativ de declanșare (Figura 2) se referă la generarea unui puls de "0" logic de durată scurtă (în starea inactivă semnalul de declanșare se află în starea logică "1"), fie sub forma unui semnal dreptunghiular, fie sub forma unui vârf de tensiune care comută către "0" - ieșire a unui circuit derivator.

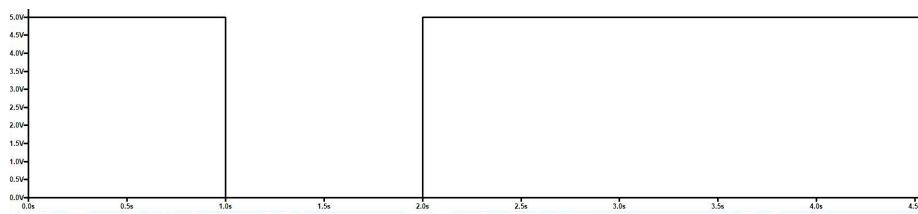


Figura 2: Impuls negativ de declanșare

Impulsul negativ de declanșare se referă strict la un impuls de "0" logic.

**Atenție!** În cadrul lucrării de laborator, dacă este nevoie de un impuls de declanșare cu tensiune negativă acest lucru va fi exprimat explicit.

În funcție de stările unui circuit basculant, acestea pot fi de 3 tipuri:

- Circuite Basculante Bistabile (CBB) - 2 stări stable;
- Circuite Basculante Monostabile (CBM) - o stare stabilă și o stare instabilă;
- Circuite Basculante Astabile (CBA) - 2 stări instabile.

## 2.4 Circuitele Basculante Bistabile

CBB au două stări stabile în care pot rămâne pentru oricât de mult timp în lipsa impulsurilor de declanșare din exterior.

În funcție de modul de construire a circuitelor bistabile acestea pot fi:

- Simetrice
- Asimetrice

În funcție de modul de declanșare al circuitelor bistabile acestea pot fi clasificate în:

- Circuite cu cale comună de declanșare pentru ambele comutații
- Circuite cu cale separată de declanșare pentru comutații

### 2.4.1 Circuitul bistabil Set-Reset (RS) realizat cu tranzistoare bipolare

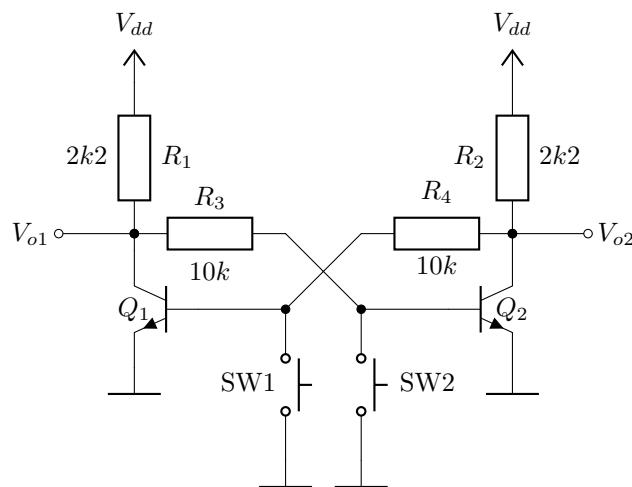


Figura 3: Implementarea circuitului bistabil cu tranzistoare bipolare

Circuitul basculant bistabil realizat cu tranzistoare bipolare prezentat în Figura 3 este un circuit simetric. El utilizează regimurile de blocaj respectiv saturatie ale tranzistoarelor. La alimentarea circuitului, un tranzistor va comuta mai repede decât celălalt (din cauza variațiilor din producție) și circuitul va converge către o stare stabilă (presupunem  $Q_1$  saturat) - **prima stare de stabilitate**.

În momentul în care aplicăm un impuls negativ în baza tranzistorului saturat (apăsând butonul SW1), acesta se va bloca, potențialul  $V_{o1}$  va crește și va satură tranzistorul  $Q_2$ . Tranzistorul  $Q_2$  saturat va menține baza tranzistorului  $Q_1$  la masă prin  $R_4$ ,  $Q_1$  fiind blocat - **a două stare de stabilitate**. Aplicând un impuls negativ în baza lui  $Q_2$  saturat (apăsând pe butonul SW2) îl vom bloca, acest lucru ducând la saturarea lui  $Q_1$  și revenind la starea inițială.

Aceasta este implementarea bistabilului RS cu intrări active în logică negată, unde SET-ul este SW1, RESET-ul este SW2,  $Q$  este  $V_{o1}$  iar  $\bar{Q}$  este  $V_{o2}$ .

#### 2.4.2 Circuitul bistabil Set-Reset (RS) realizat cu porti logice

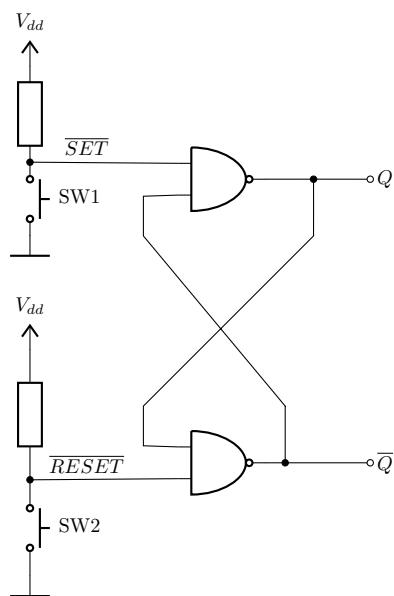


Figura 4: Implementarea bistabilului RS cu porti NAND

Generarea unui impuls negativ pe SET prin apăsarea lui SW1 va duce la generarea valorii logice "1" pe  $Q$  și menținerea lui  $\bar{Q}$  la 0 logic.

Generarea unui impuls negativ pe RESET prin apăsarea lui SW2 va duce la generarea valorii logice "0" pe  $Q$  și menținerea lui  $\bar{Q}$  la 1 logic.

**Atenție!** Activarea simultană a intrărilor SET și RESET va duce circuitul într-o stare în care  $Q$  și  $\bar{Q}$  sunt ambele în starea HIGH (hazard funcțional).

#### 2.4.3 Latch-ul cu reacție și intrări forțate

Un alt exemplu de circuit cu două stări stabile este celula de memorare de tip latch cu reacție. Ea este realizată cu două inversoare ce utilizează o rezistență

de reacție. Pentru a comuta starea circuitului intrarea trebuie forțată la 0 sau la 1 logic prin cele două întrerupătoare.

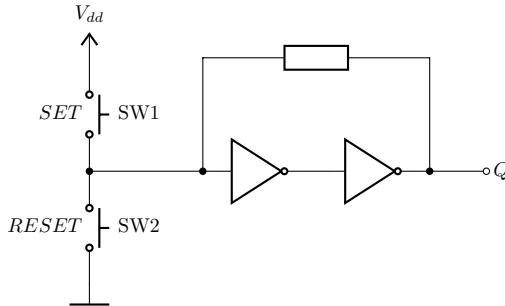


Figura 5: Schema conceptuală a latch-ului cu reacție

Apăsând SW2 circuitul este resetat, intrarea este trasă la 0, ieșirea devenind și ea 0. La eliberarea butonului ieșirea menține intrarea în aceeași stare prin rezistența de reacție.

Similar se întâmplă când se apasă pe butonul SW1 și circuitul este setat. Putem spune, la nivel conceptual faptul că rezistența ”amintește” intrării nivelul logic pe care trebuie să-l mențină pe ieșire.

**Atenție!** Apăsarea concomitentă a lui SET și RESET ar realiza scurtcircuit pe sursa de alimentare. În montajele practice butoanele sunt inseriate cu rezistențe de valori mai mici decât cea din reacție. Rolul acestora este de a limita curentul dacă ambele butoane sunt apăsate concomitent.

## 2.5 Circuite Basculante Monostabile

Circuitele basculante monostabile au o stare stabilă în care pot rămâne pe perioadă nedeterminată și una cvasistabilă în care rămân o perioadă de timp finită și bine determinată.

Ele pot fi comutate (declanșate) în starea instabilă fie prin impuls (menținerea unei valori logice pentru o anumită perioadă de timp), fie prin intermediul frontului (ex: comutarea din ”0” în ”1”).

### 2.5.1 Circuitul monostabil realizat cu tranzistoare bipolare

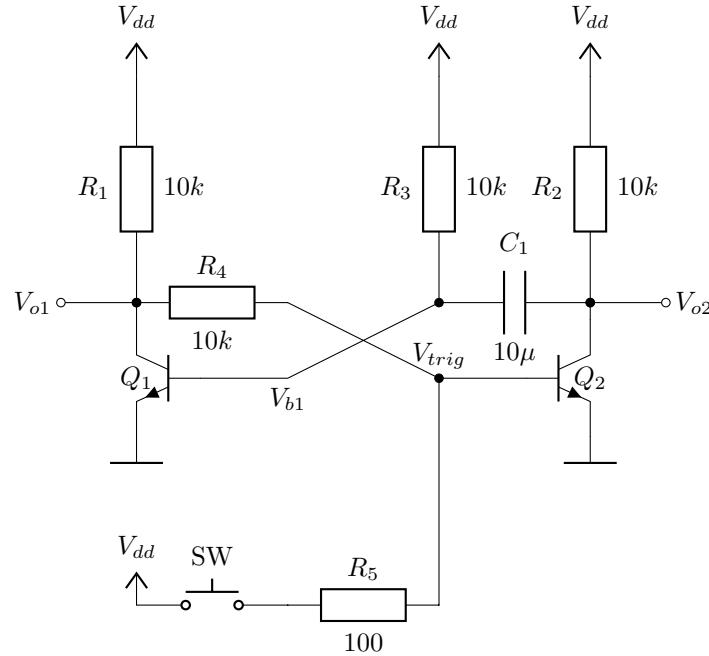


Figura 6: Circuitul monostabil cu tranzistoare bipolare

Circuitul basculant monostabil realizat cu tranzistoare bipolare este declanșat printr-un impuls pozitiv, dat prin butonul SW și prin rezistența  $R_5$  în baza lui  $Q_2$  (înital blocat).

În momentul declanșării,  $Q_2$  se saturează și generează un impuls negativ în baza lui  $Q_1$ . Tensiunea din baza lui  $Q_1$  crește treptat până când acesta comută înapoi în regimul de conducție și îl blochează pe  $Q_1$  (starea de metastabilitate).

Starea stabilă a circuitului se atinge când  $C_1$  este încărcat,  $V_{b1}$  este suficient pentru a satura tranzistorul  $Q_1$  care ține baza lui  $Q_2$  la masă.

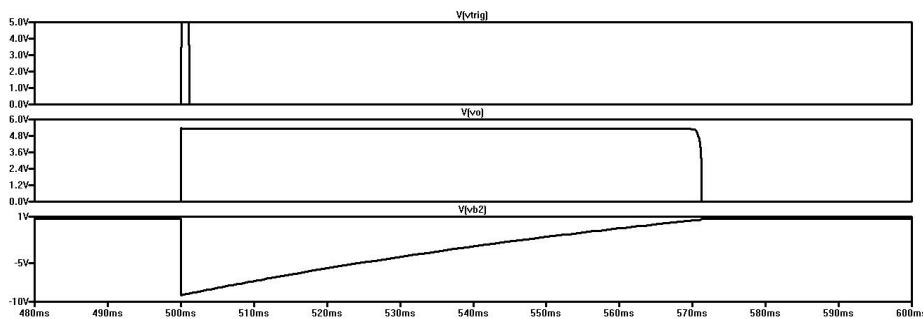


Figura 7: Comportamentul circuitului CBM cu tranzistoare bipolare

### 2.5.2 Circuitul monostabil realizat cu porti logice NAND

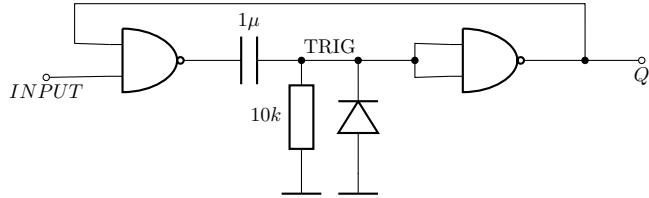


Figura 8: Schema monostabilului cu porti NAND

Implementarea CBM folosind porti NAND genereaza ieșirea în logică negată. Starea de metastabilitate este reprezentata de durata palierului negativ al lui  $V_o$ .

Monostabilul realizat cu porti NAND este declanșat de un front descrescător al intrării. În figura de mai jos aveți reprezentate formele semnalelor de intrare (primul), de ieșire (al doilea) și forma semnalului din ieșirea derivatorului CR (al treilea). La apariția unui front descrescător al intrării (la comutarea din 1 în 0) prima poartă generează un impuls pozitiv în borna de ieșire. Prin circuitul derivator se propaga frontul crescător al impulsului dat de prima poartă, iar  $Q$  comută în 0 (a doua poartă acționează ca un simplu NOT).

Din acest moment circuitul este în starea metastabilă care va dura aprox. 6.5ms. Aceasta va dura până când tensiunea din ieșirea derivatorului (semnal notat în schema anterioară cu TRIG) va scădea sub pragul logic. După acest moment ieșirea va comuta în 1 logic, fapt ce va permite redeclanșarea circuitului cu un alt impuls negativ.



Figura 9: Impulsurile din diferite puncte ale circuitului CMB implementat cu porti NAND (bază de timp de 10ms/div)

În cazul în care încercăm să redeclanșăm circuitul reaplicând stimulul de declanșare în perioada de metastabilitate, circuitul va ignora aceste impulsuri și perioada de metastabilitate nu se va modifica.

În analiza semnalelor din captura de ecran următoare aveți în vedere că declanșarea se face pe frontul descrescător al intrării (primul semnal), durata de metastabilitate este durata palierului negativ al celui de-al doilea semnal iar forma semnalului din circuitul derivator este semnalul al treilea.



Figura 10: Formele impulsurilor în cazul repetării declanșării în perioada metastabilă (bază de timp de 2ms/div)

Dacă impuls de declanșare este mai mic decât perioada de metastabilitate, durata stării metastabile rămâne neschimbată.

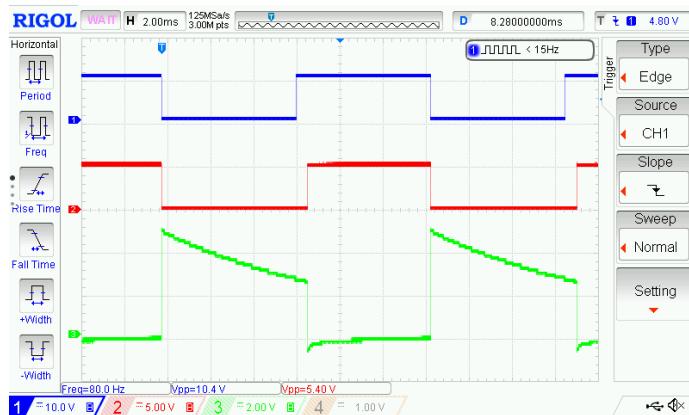


Figura 11: Formele semnalelor în cazul aplicării unui semnal de declanșare mai scurt decât perioada de metastabilitate

Circuitele prezentate anterior au o durată de metastabilitate fixă neinfluențată de durata impulsului de declanșare și nici de repetarea stimулului pe perioada metastabilității. Aceste circuite se numesc circuite monostabile **neresetabile / neredeclanșabile**<sup>1</sup>.

Există implementări de circuite monostabile care permit resetarea stării de metastabilitate. Dacă este re-aplicat stimулul de declanșare în timp ce circuitul se află în perioada metastabilă, circuitul de temporizare (de obicei un RC) este

<sup>1</sup>en. - non-retriggerable

reinitializat și determinarea stării de metastabilitate se prelungesc de la ultimul impuls primit.

În figura următoare este prezentată schema de principiu a unui circuit monostabil redeclanșabil. El este declansat prin aplicarea unui impuls pozitiv (frontul crescător produce declansarea). În momentul aplicării unui front crescător pe intrare, prin derivator este activat tranzistorul care descarcă capacitatea de temporizare ( $C_1$ ), după care tranzistorul se blochează.  $C_1$  se încarcă prin  $R_1$  treptat. În momentul în care tensiunea pe condensatorul  $C_1$  depășește pragul logic,  $V_o$  comută direct spre 1 logic (Figura 13a). Durata de metastabilitate ( $0.69 * RC$ ) este dată de circuitul  $C_1R_1$ . Dacă în perioada de metastabilitate este reaplicat impulsul de declansare condensatorul este descărcat și perioada de metastabilitate este prelungită (Figura 13b).

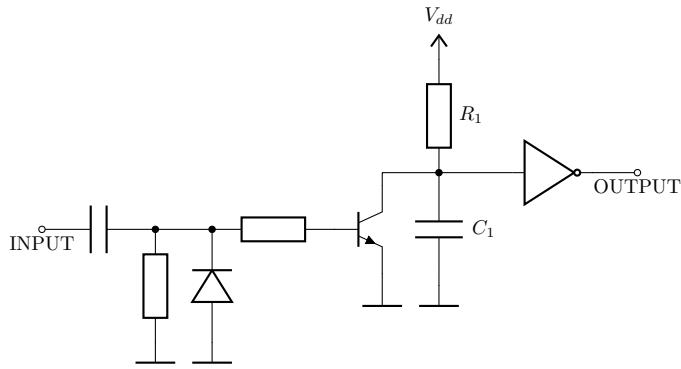


Figura 12: Circuit monostabil redeclanșabil

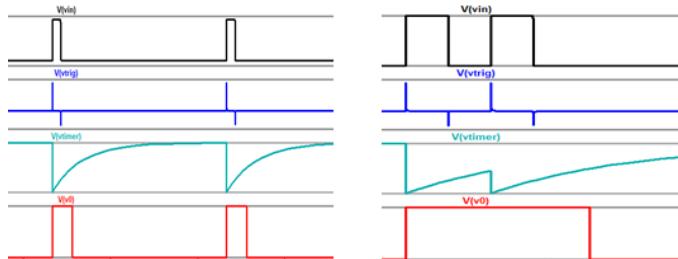


Figura 13: Declansarea simplă (stânga) și redeclansarea în perioada metastabilă (dreapta)

## 2.6 Circuite Basculante Astabile

Circuitele basculante astabile sunt circuite care au două stări cvasistabile, fiecare stare având o durată bine determinată. Circuitele astabile nu au nevoie de impulsuri de declansare, ele comutând singure dintr-o stare în alta pe toată perioada alimentării în limitele nominale de funcționare. Acestea sunt folosite ca generatoare de semnal pentru diferite aplicații (surse în comutație, numărătoare, generatoare de semnal de comandă pentru circuite de putere de acționare a motoarelor sau a LED-urilor, etc.).

### 2.6.1 Circuitul basculant astabil construit cu tranzistoare bipolare

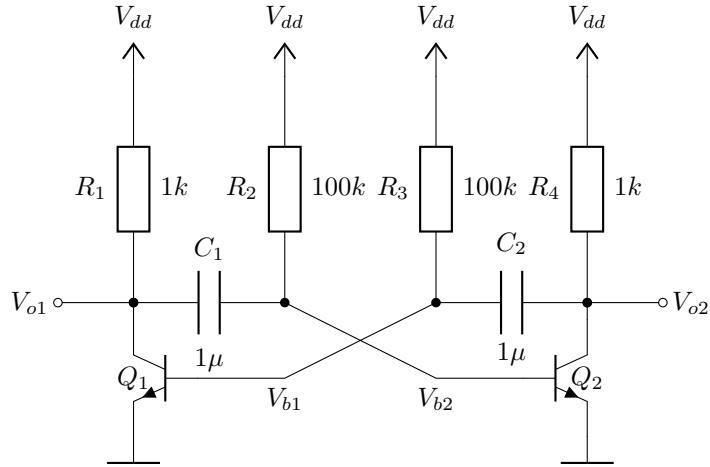


Figura 14: Schema de implementare a circuitului astabil cu tranzistoare bipolare

Schema de circuit basculant astabil implementat cu tranzistoare bipolare se bazează pe neidealitatea componentelor. La momentul alimentării un tranzistor va comuta mai repede decât celălalt. Presupunem că  $Q_2$  comută primul, aflându-se în saturatie. Inițial acesta trage  $V_{o2}$  la masa și generează un impuls negativ în baza lui  $Q_1$ . Condensatorul  $C_2$  se încarcă (polul negativ fiind  $V_{o2}$ , cel pozitiv fiind  $V_{b1}$ ) de la alimentare prin  $R_3$ , tensiunea în baza lui  $Q_1$  crește treptat. Când tensiunea din baza lui  $Q_1$  este suficient de mare, acesta va intra în saturatie, va trage  $V_{o1}$  la masa și va genera un impuls negativ în baza lui  $Q_2$  ca să se va bloca - comută din prima stare cvasistabilă în a două. Condensatorul  $C_1$  se încarcă, până când tensiunea din baza lui  $Q_2$  este suficient de mare.  $V_{b2}$  va determina comutarea lui  $Q_2$  care generează un impuls negativ în baza lui  $Q_1$  - comută din a două stare cvasistabilă în prima. După care, ciclul se reia.

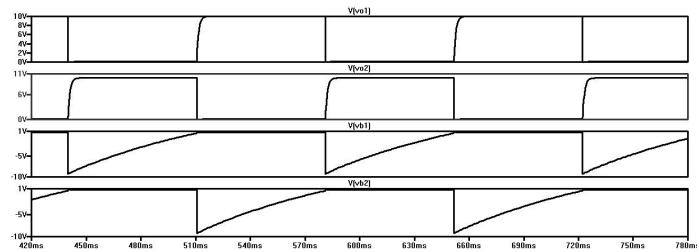


Figura 15: Semnale generate în colectoarele și bazele tranzistoarelor

## 2.7 Circuitul integrat 555

Circuitul integrat 555 este unul din cele mai vechi modele de circuite integrate ce se află încă în uz și, în același timp, unul din cele mai populare și mai bine vândute circuite integrate. A fost proiectat de Hans R. Camenzind în anul 1970. După unele estimări, în fiecare an sunt produse, la nivel mondial, câteva sute de milioane de exemplare.

În ultimii 50 de ani, tehnologia de fabricație s-a îmbunătățit, ducând astfel la îmbunătățiri în performanțe, dar schema de principiu a rămas aceeași, astfel încât, cel mai probabil, un 555 nou produs poate înlocui un 555 de pe o placă de acum 40 de ani fără probleme.

Principalele domenii de folosire:

- Cronometrarea precisă
- Generarea de impulsuri
- Cronometrare secvențială
- Generarea de delay-uri
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Generator de impulsuri în rampă

### 2.7.1 Schema de principiu

O schemă simplificată, de principiu, este prezentată mai jos:

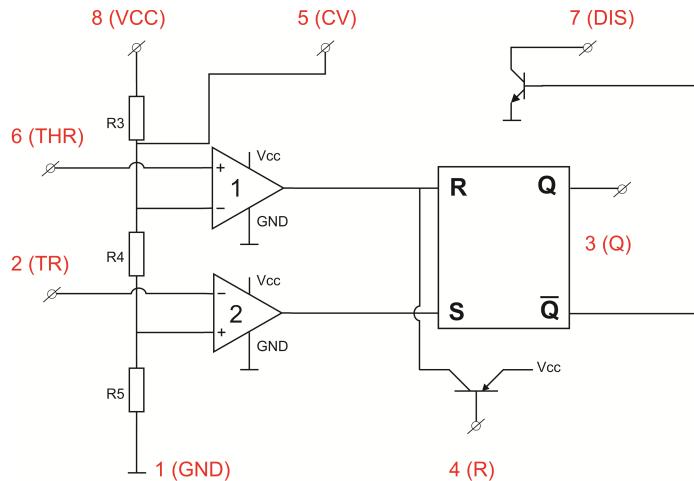


Figura 16: Schema de principiu

În schema de mai sus se pot observa:

- Ieșirea ( $Q$ ) este dependentă de starea unui latch.
- Latch-ul este controlat de:
  - Un comparator, pe pin-ul de Reset
  - Un comparator, pe pin-ul de Set

- Un pin extern, pe pin-ul de Reset

(Reamintim faptul că, la primirea unui puls cu valoarea logică 1 pe pin-ul de Set, ieșirea va trece pe 1 logic, și va rămâne pe 1 logic până la primirea unui 1 logic pe pin-ul de Reset. În mod similar, la primirea unui 1 logic pe pin-ul de Reset, ieșirea va trece și va rămâne pe 0 până la primirea unui 1 logic pe pin-ul de Set.)

- În momentul în care nu este aplicată nici o tensiune pe pin-ul 5 (Control Voltage) divizorul de tensiune (cu  $R_3 = R_4 = R_5$ ) prezintă o tensiune de  $2/3V_{cc}$  pe intrarea de (-) a comparatorului 1, respectiv de  $1/3V_{cc}$  pe intrarea de (+) a comparatorului 2.
- În momentul în care ieșirea trece pe 0, ieșirea negată trece pe 1, pinul 7 (DIS) fiind dus la masă.

### 2.7.2 Aplicații folosind circuitul 555

#### Montaj bistabil

Circuitul bistabil, după cum îi spune și numele, are două stări stabile. Observăm în descrierea anterioară a circuitului 555 prezența unui circuit bistabil de tip RS. Realizarea unui montaj bistabil folosind integratul 555 implică utilizarea funcțiilor circuitului RS conținut de acesta.

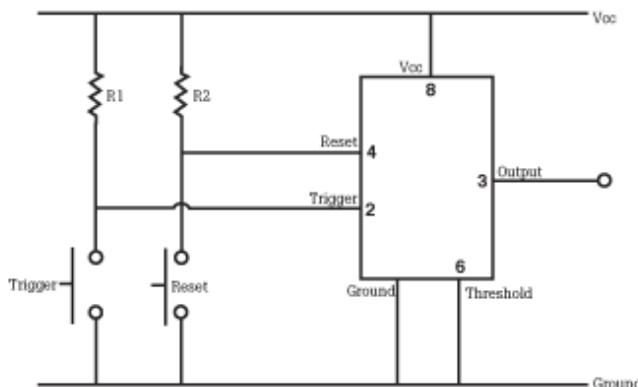


Figura 17: Montajul de circuit bistabil cu 555

Declanșarea circuitului bistabil (operăția de SET) se face activând intrarea de Trigger printr-un puls negativ. În schemă aceasta este realizată folosind un buton. La apăsarea butonului (pe frontalul descrescător al semnalului de trigger) bistabilul RS comută iar ieșirea (3) va avea starea logică "1". După eliberarea butonului circuitul va rămâne în aceeași stare stabilă (prima stare de stabilitate).

Resetarea bistabilului (aducerea la 0) se face printr-un impuls negativ pe pinul de reset (4). În momentul activării pinului de reset (apăsarea butonului), bistabilul este adus în stare inițială iar ieșirea (3) va avea starea logică "0". La eliberarea butonului circuitul va rămâne în aceeași stare (a doua stare de stabilitate).

## Montaj monostabil

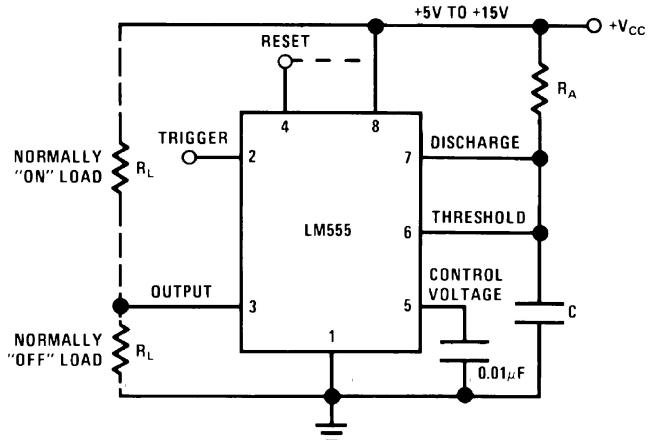


Figura 18: Structura de monostabil

Schema de mai jos prezintă unificate schema de principiu și schema standard pentru un montaj monoastabil. Cu albastru sunt desenate piesele și linile de legătură din exteriorul integratului.

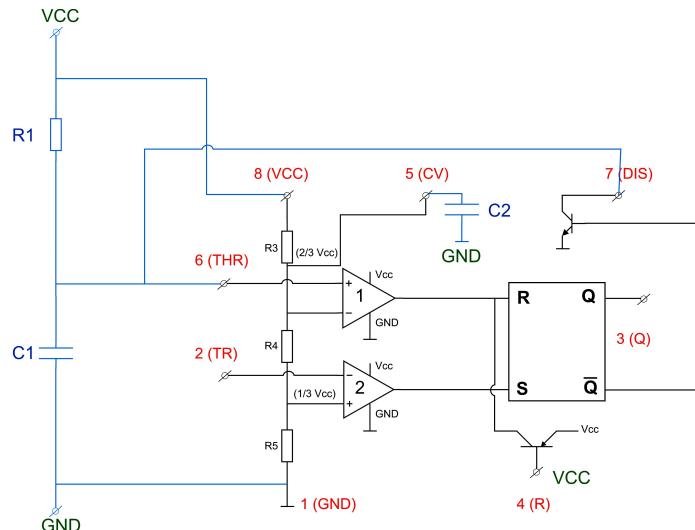


Figura 19: Schema de principiu a structurii de monostabil

Circuitul de mai sus va furniza în mod normal 0 logic, iar, la apariția unui semnal negativ, un 1 logic pentru o perioadă de timp clar determinată.

Mod de funcționare:

- Presupunem ieșirea pe 0 logic  $\Rightarrow$

- $\bar{Q} = 1 \Rightarrow$  pin-ul 7 este la masă  $\Rightarrow$  condensatorul  $C_1$  în scurt între masă și masă  $\Rightarrow$  pinii 2 și 6 rămân la tensiuni constante  $\Rightarrow$  circuitul nu își poate schimba singur starea și rămâne într-o stare stabilă, pe 0
- Dacă aplicăm la borna 2 un impuls negativ (tensiunea, de fapt, trebuie să fie mai mică decât  $1/3$  din  $V_{cc}$ )  $\Rightarrow$  Set = 1  $\Rightarrow$ 
  - $\bar{Q} = 0 \Rightarrow$  7 nu mai este la masă  $\Rightarrow C_1$  se încarcă prin  $R_1$  la  $V_{cc}$
- După un timp bine determinat, tensiunea de pe borna 6 depășește pragul  $2/3V_{cc} \Rightarrow$  Reset = 1  $\Rightarrow$ 
  - $Q = 0$
  - $\bar{Q} = 1 \Rightarrow$  circuitul revine în starea sa stabilă

Durata impulsului (perioadă de metastabilitate) este calculată folosind formula:  
 $t_1 = 1.1 \cdot R_1 C_1$

### Montajul astabil

Montajul astabil, aşa cum este prezentat el în notele de aplicație (și cum este cunoscut ca un montaj standard):

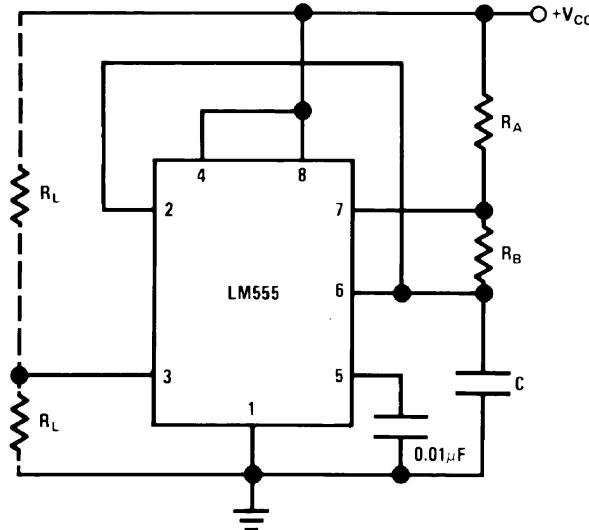


Figura 20: Structura de astabil

Schema de mai jos prezintă unificate schema de principiu și schema standard pentru un montaj astabil. Cu albastru sunt desenate piesele și liniile de legătură din exteriorul integratului.

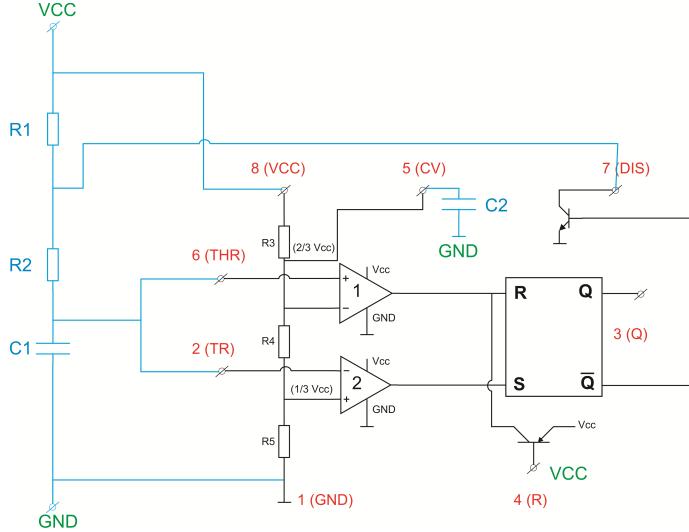


Figura 21: Schema de principiu a structurii de astabil

Mod de funcționare:

- Presupunem ieșirea pe 1 logic  $\Rightarrow$ 
  - $\bar{Q} = 0 \Rightarrow$  pin-ul 7 nu este la masă  $\Rightarrow$  condensatorul  $C_1$  se încarcă la  $V_{cc}$  prin  $R_1$  și  $R_2$ .
  - Reset este pe 0 (nu contează valoarea de pe intrarea de Set)
- La un moment dat, tensiunea de la borna 6 va crește peste  $2/3V_{cc} \Rightarrow$  Reset = 1  $\Rightarrow$ 
  - $Q = 0 \Rightarrow$  s-a realizat trecerea la 0 logic la ieșire
  - $\bar{Q} = 1 \Rightarrow$  pin-ul 7 la masă  $\Rightarrow$  condensatorul  $C_1$  se descarcă la masă prin  $R_2$
- La un moment dat, tensiunea de la borna 2 va scădea sub  $1/3V_{cc} \Rightarrow$  Set = 1  $\Rightarrow$ 
  - $Q = 1, \bar{Q} = 0$ , ciclul se repetă

Duratele de mai sus pot fi calculate astfel:

- Timpul de încărcare (durata impulsului)

$$t_1 = 0.693 \cdot (R_1 + R_2)C_1 \quad (1)$$

- Timpul de descărcare (intervalul dintre impulsuri)

$$t_2 = 0.693 \cdot R_2 C_1 \quad (2)$$

- Perioada impulsurilor

$$T = 0.693 \cdot (R_1 + 2R_2)C_1 \quad (3)$$

- Factorul de umplere al impulsurilor generate este

$$D = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \quad (4)$$

În mod evident, dacă se dorește un factor de umplere de  $\approx 50\%$  este necesar ca  $R_2 \gg R_1$ .

## 2.8 Generatoare de ceas

Generatoarele de ceas sunt montaje a căror ieșire generează un semnal periodic de frecvență fixă. Acest semnal este utilizat de circuitele secvențiale (numărătoare, bistabile, circuite ce implementează automate cu număr finit de stări, procesoare, memorii, etc.).

Un exemplu simplu de generator de ceas poate fi circuitul astabil realizat cu poartă Schmitt sau cu tranzistoare sau cu 555. Având în vedere faptul că circuitele enunțate anterior nu au o stabilitate bună a frecvenței și pot fi influențate de temperatură și de factorii de îmbătrânire a componentelor, în circuitele moderne se folosesc oscilatoare dedicate care prezintă o stabilitate mult mai bună a parametrilor semnalelor de ieșire.

### 2.8.1 Oscillatorul Pierce cu cristal de quart

Oscillatorul Pierce numit și oscillator în 3 puncte utilizează o topologie cu reacție în antifază cu intrarea și este folosit în majoritatea circuitelor digitale (microcontrollere, circuite de ceas, etc.).

El folosește rezistența  $R_f$  ca rezistență de feedback pentru menținerea fenomenului de oscilație.

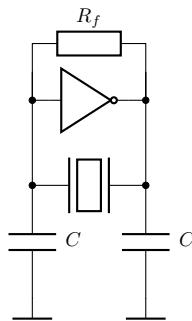


Figura 22: Oscillatorul Pierce realizat cu poartă inversoare



Figura 23: Forma semnalelor înainte de poartă (sinusoidal) și după poarta inversoare (dreptunghiular)

### 3 Desfășurarea lucrării

Valorile utilizate pentru vor fi cele din explicații.

- Identificați montajul de laborator. Platforma se alimentează în regim continuu la bornele marcate cu + și - de la tensiune de 12V polarizată corespunzător.
- Placa este dotată cu un stabilizator de tensiune de 5V. Ieșirea acestuia este utilizată pentru alimentarea portilor logice utilizate pentru implementarea diferitor circuite.
- Circuitele cu tranzistoare bipolare și circuitul 555 sunt alimentate direct de la bornele de alimentare ale plăcii (+ și -).
- După ce alimentați platforma de laborator, măsurăți folosind un voltmetru setat pe DC tensiunea din punctul de test din zona alimentării și asigurați-vă că este de aproximativ 5V.

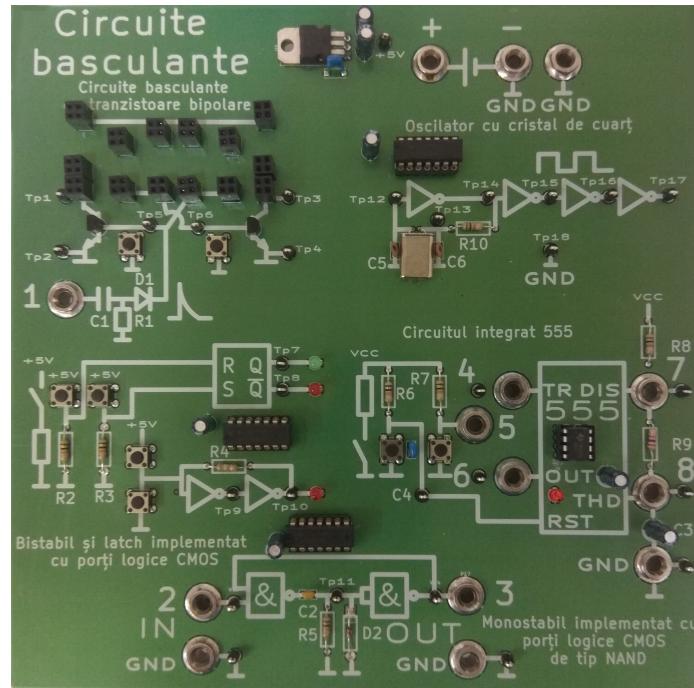


Figura 24: Platforma de laborator

### 3.1 Circuite basculante bistabile

#### 3.1.1 Bistabil cu porți inversoare

Studiați comportamentul circuitului bistabil implementat cu porți logice CMOS de tip NOT.

Apăsați și apoi eliberați butonul de Reset. Observați starea circuitului. În ce stare se află LED-ul? Cât este tensiunea dintre cele două porți (măsurată în punctul Tp9 față de GND)? Dar tensiunea de ieșire (măsurată în punctul Tp10 față de GND)?

Apăsați și apoi eliberați butonul de SET care leagă intrarea bistabilului de alimentare. Observați starea circuitului. În ce stare se află LED-ul? Cât este tensiunea dintre cele două porți (măsurată în punctul Tp9 față de GND)? Dar tensiunea de ieșire (măsurată în punctul Tp10 față de GND)? Explicați pe scurt ce ati observat.

#### 3.1.2 Bistabil cu porți NAND

**ATENȚIE:** În circuitul prezentat în secțiunea de teorie, apăsarea unui buton va lega intrarea corespunzătoare a montajului la masă. În cazul plăcii din laborator, apăsarea unui buton va lega intrarea la  $V_{dd}$ . De aceea, butoanele trebuie apăsate respectând o logică inversă:

Implicit trebuie apăsate ambele butoane.

Pentru a transmite un semnal (de SET sau RESET), butonul respectiv trebuie eliberat temporar.

Tineți apăsate ambele butoane concomitent. Eliberați butonul de SET și apoi reăpăsați-l. În tot acest timp mențineți apăsat butonul de RESET. Notați starea ieșirilor.

Tineți apăsate ambele butoane concomitent. Eliberați butonul de RESET și apoi reăpăsați-l. În tot acest timp mențineți apăsat butonul de SET. Notați starea ieșirilor.

#### 3.1.3 Bistabil cu tranzistoare bipolare

Implementați circuitul bistabil cu tranzistoare bipolare în zona din stânga sus a platformei. Urmăriți schema din Figura 3.

Insulele de conexiuni permit introducerea de componente discrete pentru realizarea diferierilor montaje. Conexiunile preexistente ale conectorilor negri cu tranzistoarele sunt marcate cu linii albe. Prima linie de 4 conectori este conectată implicit la alimentarea plăcii.

Aveți la dispoziție și 2 conectori opționali pentru a realiza legături serie între diferite componente la nevoie. Au legați pinii interni între ei, dar nu sunt

conectați la nicio componentă.

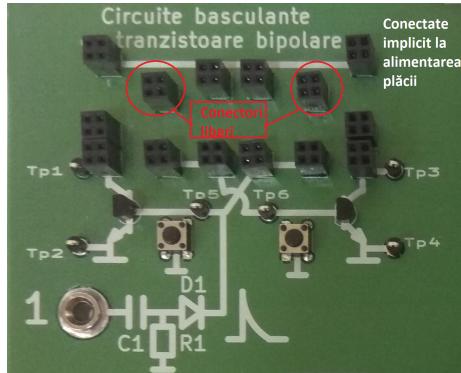


Figura 25

Măsurați tensiunile de ieșire din punctele Tp1 și Tp3. Apăsați pe butonul din stânga, apoi eliberați-l și observați cum se modifică ieșirile. Apăsați pe butonul din dreapta, apoi eliberați-l și observați cum se modifică ieșirile. Cum se modifică? Pot fi ambele în aceeași stare? Explicați.

### 3.1.4 Bistabil cu 555

Implementați circuitul bistabil folosind integratul 555 conform schemei din Figura 17. Reset-ul este legat deja prin butonul din stanga. Legați la masă pinul Threshold (8). Legați pinul Trigger (4) la butonul conectat la borna 5. Acționați pe rand butonul legat la SET și la RESET și observați stările circuitului. Măsurați tensiunea din borna OUT (6) în ambele cazuri. Comparați-o cu tensiunea de alimentare. Ce observați?

După ce terminați această cerință deconectați pinul 8 de la masă și pinul 4 de la pinul 5.

## 3.2 Circuitul Basculant Monostabil

### 3.2.1 Monostabil cu porti NAND

Studiați comportamentul circuitului basculant monostabil implementat cu porti NAND.

Folosiți un semnal de intrare dreptunghiulari. Setați generatorul de semnal pentru a genera semnale cuprinse între 0 și 5V (amplitudine vârf la vârf de 5V și tensiune de decalaj de 2.5V).

- Utilizând o frecvență de 10 – 20Hz a semnalului de declanșare urmăriți forma semnalului de la intrare și de la ieșire. Determinați durata de metastabilitate. Aveți în vedere faptul că acest circuit este declanșat de frontul descrescător al intrării iar starea metastabilă este caracterizată de palierul negativ al ieșirii (în perioada de metastabilitate ieșirea este 0 logic).

- Măsuраti și observаti folosind osciloscopul semnalul de la ieșirea derivatorului și semnalul din ieșirea circuitului. Până la ce valoare trebuie să scadă tensiunea de la ieșirea derivatorului ca circuitul să iasă din starea metastabilă? Sunt formele de undă similare cu cele prezentate în Figura 10? (semnalele 2 - ieșirea circuitului și 3 - tensiunea după derivator)
- Măriți frecvența semnalului de declanșare la  $250\text{Hz}$ . Măsuраti și observаti folosind osciloscopul semnalul de intrare și semnalul de pe ieșire. Măsuраti durata perioadei de metastabilitate (durata palierului negativ pentru semnalul de ieșire). Diferă față de durata perioadei de metastabilitate măsurate la subpunctul 1? Explicați.

### 3.3 Circuite astabile și oscilatoare cu quart

#### 3.3.1 Circuit astabil cu tranzistoare bipolare

Realizați schema de mai jos:

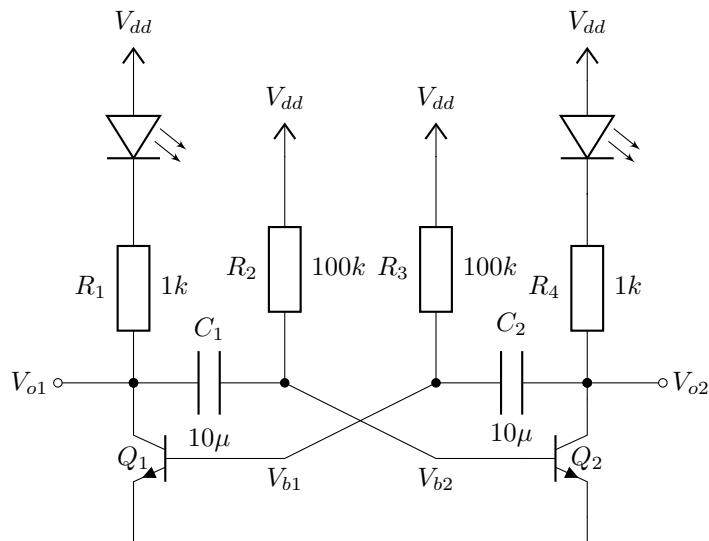


Figura 26

Măsuраti perioada semnalului de la  $V_{o1}$ .

#### 3.3.2 Circuit astabil cu 555

Realizați circuitul astabil folosind integratul 555. Conexiunile pentru Discharge și Threshold sunt deja realizate. Conectați pinul de Trigger împreună cu cel de Threshold. Circuitul va începe să oscileze. Măsuраti și observаti folosind osciloscopul semnalul din borna Out (5) și din borna Threshold (5 - tensiunea de pe condensator). Ce frecvență are semnalul de ieșire? Ce factor de umplere? Explicați legătura dintre variația tensiunii de pe condensator și comutarea semnalului de ieșire.

### **3.3.3 Oscilatorul Pierce**

Studiați comportamentul oscilatorului cu cuart

1. Studiați funcționarea oscilatorului cu cuart. Folosind osciloscopul măsurăți semnalul din punctul Tp12 (intrarea în poarta utilizată pentru realizarea oscilatorului). Ce formă de undă are semnalul din acel punct? Măsurăți amplitudinea vârf la vârf a semnalului din Tp12 precum și tensiunea de decalaj (DC Offset). Având în vedere că tensiunea de prag a portii este de aproximativ jumătate din tensiunea ei de alimentare (5V), ce corelație observați între tensiunea de decalaj și tensiunea de prag?
2. Măsurăți și observați semnalul de ieșire din punctul Tp14. Măsurăți frecvența semnalului și timpii de creștere și de descreștere. Observați în punctele Tp15 și Tp16 dacă semnalul are timpi de creștere, respectiv de descreștere mai mici față de punctul Tp14.
3. În serie cu punctul de test Tp17 este inserată o rezistență de  $1k\Omega$ . Folosiți pentru măsurătoarea curentă o sondă 1:1 pentru osciloscop și observați semnalul din punctul Tp17. Se observă vreo deformare sau vreo modificare a formei semnalului față de semnalele observate în punctele Tp15 sau Tp16? De ce credeți că se întâmplă acest lucru? Luați în considerare capacitatea de intrare a osciloscopului și capacitatea parazită a sondei de măsură.

# Anexa A Fragment din specificațiile integratului 555



SLFS022I – SEPTEMBER 1973 – REVISED SEPTEMBER 2014

## xx55 Precision Timers

### 1 Features

- Timing From Microseconds to Hours
- Astable or Monostable Operation
- Adjustable Duty Cycle
- TTL-Compatible Output Can Sink or Source Up to 200 mA
- On Products Compliant to MIL-PRF-38535, All Parameters Are Tested Unless Otherwise Noted. On All Other Products, Production Processing Does Not Necessarily Include Testing of All Parameters.

### 2 Applications

- Fingerprint Biometrics
- Iris Biometrics
- RFID Reader

### 3 Description

These devices are precision timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or mono-stable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the a-stable mode of operation, the frequency and duty cycle can be controlled independently with two external resistors and a single external capacitor.

The threshold and trigger levels normally are two-thirds and one-third, respectively, of  $V_{CC}$ . These levels can be altered by use of the control-voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set, and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the threshold level, the flip-flop is reset and the output is low. The reset (RESET) input can override all other inputs and can be used to initiate a new timing cycle. When RESET goes low, the flip-flop is reset, and the output goes low. When the output is low, a low-impedance path is provided between discharge (DISCH) and ground.

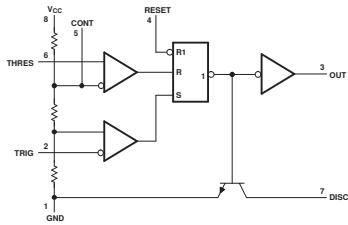
The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 mA. Operation is specified for supplies of 5 V to 15 V. With a 5-V supply, output levels are compatible with TTL inputs.

Device Information<sup>(1)</sup>

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM.)
xx55	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm
	SOP (8)	6.20 mm × 5.30 mm
	TSSOP (8)	3.00 mm × 4.40 mm
	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

### 4 Simplified Schematic



**⚠ An IMPORTANT NOTICE** at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.