

# Temporizatorul Hybrid 555

— Platformă educațională —



Modul analiză  
Analiza circuitelor

Alimentare 4,50... 15V c.c  
Alimentare sursa tensiune

Puncte de test pe fiecare bloc  
Puncte de măsură semnale

Testare în Lucrări de Laborator  
Performanțe circuit

Conectivitate  
Lab-Test

# Clienților noștri pasionați

Încercăm prin această Colecție de produse să satisfacem cerințele d-voastră plecând de la dorința noastră de a materializa orice idee utilă, valoroasă și imediat aplicabilă.

Fiecare proiect din această colecție a fost selectat cu grijă din multimea de idei, pentru a îmbunătăți modalitatea de înțelegere rapidă a circuitelor electronice, a fost îndelung testat și am abordat o prezentare pe înțelesul tuturor.

Încă de la începuturi, noi cei de la EPSICOM ne-am propus cele mai înalte obiective posibile în căutarea excelenței și mai mult decât atât, am pus un accent important pe formarea profesional vocațională a noii generații ce va continua activitatea, adică voi.

S-a născut astfel ideea dezvoltării acestor platforme, am depus toată energia, creativitatea pentru a sprijini noua generație de specialiști. Permanent am considerat că drumul spre cunoaștere trebuie străbătut îmbinând teoria cu practica imediată pentru aprofundarea și înțelegerea deplină a noțiunilor.

Am testat sute de scheme, zeci de versiuni care să aducă bucuria cunoașterii.

Aceasta este generația de produse educaționale care aduce multe noutăți și completează zonele identificate de noi ca fiind esențiale în aprofundarea cunoștințelor teoretice.

Sperăm că vă vor plăcea la fel de mult precum nouă. Utilizați-le cu înțelepciune și bucurați-vă !

Jan Gîlcescu,  
Manager EPSICOM

|   |           |  |           |
|---|-----------|--|-----------|
| <b>Introducere</b>                                | <b>2</b>  | Oglinda de curent.....                         | 11        |
| Prezentare.....                                   | 2         | Generatorul de curent constant tip Widlar..... | 12        |
| Important de știut.....                           | 3         | Amplificatorul diferențial.....                | 12        |
| <b>Noțiuni introductive</b>                       | <b>4</b>  | Comparatoarele.....                            | 13        |
| Ce sunt timerele, temporizatoarele ?.....         | 4         | Bistabilul.....                                | 14        |
| Din ce este compus acest circuit ?.....           | 5         | Etajul de ieșire.....                          | 15        |
| Definirea funcțiilor pinilor.....                 | 6         | Circuitul de Reset.....                        | 16        |
| <b>Platforma Hybrid 555</b>                       | <b>5</b>  | <b>Funcționarea circuitului 555</b>            | <b>17</b> |
| Din ce este compus acest circuit ?.....           | 5         | Modul monostabil.....                          | 18        |
| <b>Recapitularea elementelor din circuit</b>      | <b>7</b>  | Modul astabil.....                             | 19        |
| Componentele pasive.....                          | 7         | <b>Lucrări de laborator</b>                    | <b>20</b> |
| Rezistorul.....                                   | 7         | Tema Nr.1 - Monostabilul.....                  | 21        |
| Condensatorul.....                                | 9         | Tema Nr.2 - Astabilul.....                     | 22        |
| Componente active.....                            | 12        | <b>Ce urmează?</b>                             | <b>23</b> |
| Tranzistorul.....                                 | 12        | Bibliografie.....                              | 23        |
| <b>Tipuri de circuite utilizate în Hybrid 555</b> | <b>10</b> |  |           |
| Divizorul de tensiune.....                        | 10        |  |           |

# Introducere

## Prezentare

Timerul NE555, este un cip integrat multifuncțional cu aplicații în circuitele de temporizare, oscilatoare și generatoare de impulsuri. Este una dintre invențiile proeminente și populare ale lumii electronice.

Realizat prima oară în anul 1972 de firma Signetics este încă utilizat pe scară largă datorită prețului său scăzut, ușurinței de utilizare și stabilității la variația tensiunii de alimentare și temperatură.

Este fabricat de 12 companii în 1972 și a devenit cel mai popular și mai bine vândut circuit integrat fabricat vreodată, cca. 1 miliard de bucăți anual. A făcut istorie și este utilizat încă în industrie într-o varietate de aplicații precum

temporizatoare, generatoare de impulsuri, bistabile comandate, oscilatoare.

Este faimos și studiat în continuare de milioane de studenți, pasionați de electronică, entuziaști și profesioniști, în școli și universități din întreaga lume.

Ne-am întrebat ce am putea face pentru o înțelegere deplină a acestui "personaj". Așa a apărut ideea de a îmbina teoria cu practica autentică, studiul "anatomic" al circuitului.

Pe zona de aplicații am dezvoltat un set de scheme, fundamentale, care vor completa studiul.

EPSICOM Design

*Echipe de proiectare-dezvoltare*

Conectare pe fiecare port

## Conectivitate

Modulul Hybrid 555, asemenea versiunii integrate și permite conectarea în circuite electronice specifice aplicațiilor. Timerele sunt mai ușor de studiat acum decât oricând.

Totul este deja pregătit

## Modul Timer cu componente discrete

Indiferent că sunteți profesionist sau începător, analiza semnalelor în diverse puncte de măsură pe modulele oscilatoare va crea o emoție deosebită și va incita la noi decoperiri.

4,5 ... 15Vcc

## Alimentare

Hybrid 555 se numără printre puținele platforme pe care studiul se poate face la diverse tensiuni de alimentare astfel încât se poate observa variația parametrilor de funcționare.

Documentație

## Suport de laborator

Se cuplează modulul în suport și este gata de lucru. Avem la dispoziție pentru studiu mai multe scheme de aplicație precum și pinii de măsură pe elementele de circuit.

## Important de știut

### De ce studiem aceste circuite ?

Dacă privim cu atenție circuitul, vom avea o revelație. De ce a avut acest circuit un așa de mare succes ?

Deși în 1971 apăruseră circuitele integrate numerice, circuitele basculante RS, D, JK, ... ca celule de memorare, toate erau comandate cu nivele fixe de tensiune, nivele logice „0” și „1”. Noutatea absolută a acestui circuit constă în faptul că un circuit basculant poate fi comandat analogic, prin nivele de tensiune. Felul în care a fost conceput, prin intermediul celor două comparatoare (patru intrări analogice), o intrare de fixare prag de tensiune și o comandă Reset, să permită bascularea circuitului basculat JK, realizând astfel primul circuit integrat cu celulă de memorie comandată cu tensiuni analogice.

Să reținem, nu asta a fost intenția proiectantului sau a producătorului, se dorea realizarea unui circuit PLL, pentru receptoarele radio fără bobine. Succesul a rezultat însă din utilizarea acestuia ca temporizator și generator în industrie, cu o mare stabilitate la tensiune și temperatură, dimensiuni mici, ieftin, simplu de utilizat grație configurațiilor inteligente, realizate cu minimum de componente. Încă o întâmplare fericită în paradisul electronicii !!!

Este un circuit care a făcut istorie în industria electronică. A fost proiectat în anul 1971 de Hans Camenzind, fabricat pentru prima dată în 1972 de firma Signetics și este utilizat masiv în industrie.

În loc să fie abandonat, este continuu îmbunătățit, fabricându-se și în tehnologie CMOS.

Soluțiile tehnice alese în proiectarea acestor circuite sunt fascinante, adevărate lecții de profesionalism.

### Specificații



#### Alimentare

4,50... 15V c.c.



#### Consum

~15 mA



#### Dimensiuni modul

266 x 220mm



#### Greutate

~500 g

### Completul de lucru conține:



Cutie

1



Modulul Hybrid 555

2



Documentatie

3

# Noțiuni introductive

## Ce sunt timererele, temporizatoarele?

Așa cum ne sugerează cuvântul, timerul este un circuit electronic capabil să genereze la ieșirea sa un semnal după scurgerea unui anumit interval de timp, precis calculat, în scopul semnalizării, pornirii/oprii sau pentru întârzierea pentru o perioadă de timp a pornirii automate a unui proces, are așadar de-a face cu măsurarea timpului.

Realizat în forma unui circuit integrat, ieftin, mic, temporizatorul a surprins mereu prin aplicațiile concepute de designeri pentru sute de produse, de la aparate electrocasnice, automatizări industriale, jucării, console de jocuri, PC-uri până la automatizări pe sateliți în spațiu.

Să analizăm schema bloc a circuitului NE555, elementele componente.

Observăm că circuitul este relativ simplu, compus dintr-un număr redus de blocuri funcționale:

- Un divizor de tensiune,
- Două comparatoare de tensiune
- Un circuit logic de tip bistabil RS

Este completat de un amplificator de putere sau "driver de ieșire" care furnizează curentul de ieșire și un driver separat pentru pinul de descărcare.

Chiar dacă suntem familiarizați cu elementele de bază, să le analizăm pe rând.

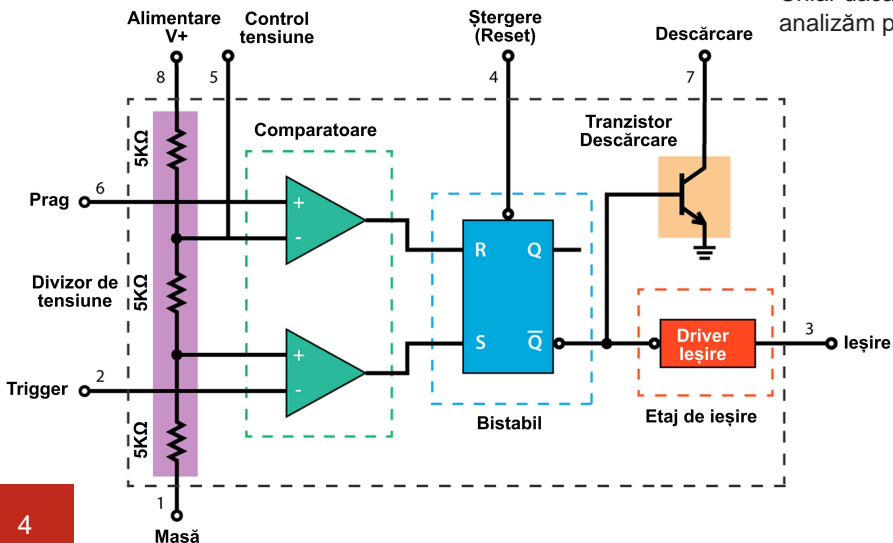


Figura 1 – Schema bloc a circuitului NE555

## Caracteristici

Tensiunea de alimentare(VCC): 4,5 la 15 V  
Curent de alimentare: 3 la 6 mA la VCC =5V și 10-15 mA la VCC =15 V  
Curent de ieșire: max. 200 mA  
Disipație de putere: max. 600 mW  
Temperatura de lucru: 0 la 75°

## Din ce este compus acest circuit ?

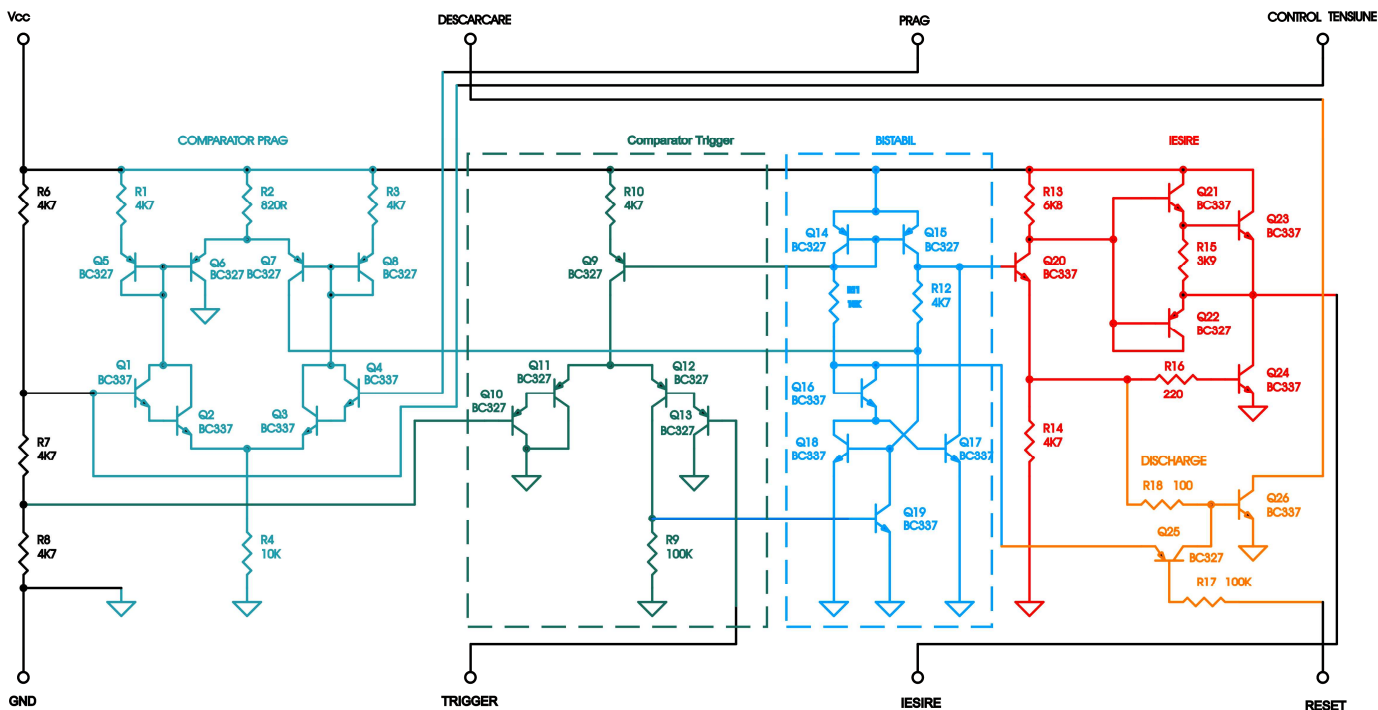


Figura 2 – Schema electrică a circuitului Hybrid 555

## Definirea funcțiilor pinilor

**Pinul 1 (Masa) GND:** Pinul de masă este conectat la cel mai mic potențial de alimentare, potențialul de referință numit masă, față de care se raportează toate celelalte potențiale.

**Pinul 2 (Trigger) TR:** Acesta este pinul de intrare al comparatorului inferior (trigger) și este folosit pentru a seta bistabilul, determinând ieșirea să treacă la nivel ridicat de tensiune (1 logic). Acest moment este începutul secvenței de temporizare în regimul de monostabil. Declanșarea (triggering) este realizată prin modificarea tensiunii pe pin de la o valoare mai mare de  $1/3 V_{CC}$  la o valoare mai mică de  $2/3 V_{CC}$  adică între cele două potențiale ale divizorului de intrare, putând fi utilizate diverse forme de undă sau un impuls pe post de semnal de declanșare.

**Pinul 3 (Ieșire) OUT:** Ieșirea timerului 555. Starea lui va fi întotdeauna inversul stării logice a bistabilului.

**Pin 4 (Reset, Ștergere) RES:** este folosit pentru a reseta bistabilul și pentru a reduce ieșirea la valoarea minimă (0 logic). Nivelul de prag al tensiunii de reset este 0.7 V, independent de valoarea tensiunii de alimentare  $V_{CC}$ , indiferent de nivelele logice ale celorlalte intrări. Poate fi folosit pentru a întrerupe oricând un puls de ieșire, resetează circuitul basculant care controlează starea pinului de ieșire (pin 3). Când nu este folosit, se va conecta la tensiunea  $V_{CC}$  pentru a se evita o resetare aleatorie.

**Pinul 5 (Control Voltage) CV:** opțional. Aplicând o tensiune pe pinul CV, putem varia durata de temporizare a circuitului independent de rețeaua RC externă. Tensiunea de control poate varia între 45% și 90%  $V_{CC}$  în modul monostabil. În cazul în care acest pin nu este folosit, se recomandă conectarea sa la masă prin intermediul unui condensator (recomandat de 10nF) pentru îmbunătățirea imunității la zgomote.

**Pinul 6 (Threshold, prag) THR:** Tensiunea de reglare a pragului se aplică pe intrarea (+) a comparatorului superior (cealaltă intrare fiind pinul 5) și este folosit pentru a reseta bistabilul. Resetarea bistabilului prin acest terminal se realizează ridicând tensiunea peste valoarea de  $2/3 V_{CC}$  (tensiunea normală pe pinul 5). Valoarea tensiunii care poate fi aplicate în siguranță pe acest pin este între 0V (masă) și tensiunea de alimentare.

**Pinul 7 (Discharge, Descărcare) DIS:** Acest pin este conectat la colectorul unui tranzistor Q26 (npn) al cărui emitor este conectat la masă, astfel că atunci când tranzistorul este în saturație, pinul 7 are un potențial apropiat de cel al masei. De obicei condensatorul de temporizare se conectează între acest pin și masă și este descărcat atunci când tranzistorul trece în conducție. Când ieșirea e în 0 logic tranzistorul este în conducție iar când ieșirea este pe 1 logic tranzistorul este blocat. Tensiunea de saturație este de obicei mai mică de 100 mV. Curentul maxim de pe colector este limitat intern de producător eliminând restricțiile impuse de curentul maxim de descărcare a condensatorului. În unele aplicații acest pin poate fi folosit ca un terminal de ieșire, la fel ca pinul 3.

**Pin 8 (Alimentare) Vcc:** Pinul de alimentare al circuitului integrat. Domeniul permis pentru tensiunea de alimentare în cazul circuitului 555 este între +4,5 V (minim) și +16 V (maxim). Circuitul va funcționa în principiu la fel în tot acest domeniu de tensiuni fără a se observa o variație a perioadei de temporizare.

Circuitul Hybrid 555 funcționează pe plaja de tensiuni de la 2,7 V până la 18V. La tensiunea de 5V, circuitul va disipa aproximativ 900  $\mu W$ , ideal pentru alimentarea cu baterii.

În circuitul echivalent din Figura 2 sunt notate funcțiile de control, semnalul trigger, comparatoarele de nivel, circuitul basculant bistabil RS și etajul tampon de ieșire care inversează faza semnalului de la ieșirea complementară  $\bar{Q}$  a circuitului basculant bistabil.

# Recapitulare asupra componentelor din circuit

## Rezistorul

Rezistorul electric este o componentă electrică iar ca element de circuit proprietatea principală este rezistența electrică.

Valoarea rezistenței electrice se calculează cu ajutorul legii lui Ohm, este raportul dintre tensiunea electrică  $U$  aplicată la bornele rezistorului și intensitatea curentului  $I$  care circulă prin rezistor; această valoare exprimă proprietatea unui conductor electric de a se opune trecerii curentului electric prin el:

$$R = \frac{U}{I}$$

Caracteristica tensiune-curent este liniară, adică tensiunea la bornele rezistorului variază proporțional cu variația curentului prin rezistor.

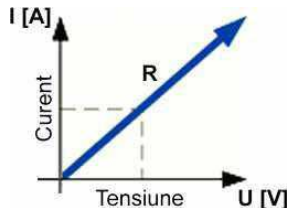


Figura 3 – Caracteristica tensiune-curent

Unitatea de măsură a rezistenței electrice în sistemul internațional este ohm-ul ( $\Omega$ )

$I$  - intensitatea curentului prin rezistor, măsurată în amperi (A);

$U$  - tensiunea aplicată pe terminalele rezistorului, măsurată în volți (V);

$R$  - rezistența electrică a rezistorului, măsurată în ohmi ( $\Omega$ );

## Condensatorul

Prin construcție, un condensator este format din două plăci conductoare poziționate paralel, numite armături, care sunt separate electric printr-un material dielectric (aer, hârtie cerată, mică, ceramică, plastic). Materialele dielectrice își modifică starea electrică sub acțiunea câmpurilor electrice și apare efectul de polarizare sub acțiunea câmpului electric.

Putem acum să definim condensatorul: este o componentă care are „capacitatea” de a stoca energie sub formă de sarcini electrice care produc o diferență de potențial (tensiune statică) pe armăturile sale, asemenea unei mici baterii reîncărcabile. Cele două armături cu încărcate cu o sarcină electrică egală, dar de semn opus.

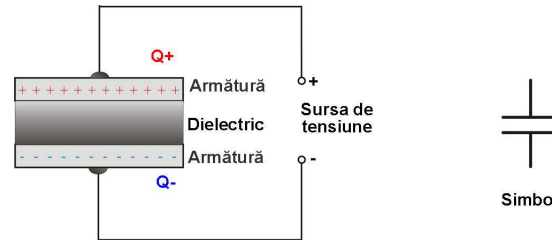


Figura 4 – Condensatorul electric

Cum se realizează aceasta ?

Astfel, dacă aplicăm o tensiune electrică la bornele condensatorului, acesta acumulează o cantitate de sarcini electrice ( $Q$ ) proporțională cu tensiunea aplicată ( $U$ ) și capacitatea condensatorului ( $C$ ) conform relației:

$$Q = CU$$

Pe măsura formării câmpului electric datorită aplicării tensiunii, electronii liberi se vor aduna la terminalul negativ fiind luați de la terminalul pozitiv. Această diferență de sarcină se traduce prin apariția unui stoc de energie electrică în capacitor și reprezintă sarcina potențială a electronilor dintre cele două armături. Cu cât diferența numerică a electronilor dintre cele două armături este mai mare cu atât mai mare este fluxul câmpului electric și stocul de energie din capacitor ( condensator ).

Energia câmpului electric din capacitor ( condensator ) este :

$$E = \frac{CU^2}{2}$$

Energia stocată într-un capacitor depinde de tensiunea dintre armături.

Abilitatea capacitorilor de a stoca energie în funcție de tensiune se traduce printr-o tendință de menținere a tensiunii la un nivel constant. Cu alte cuvinte condensatoarele tind să se opună variației căderii de tensiune, folosind curent de la sau generând curent spre sursa de variație a tensiunii, în opoziție cu variația.

Pentru a stoca mai multă energie într-un capacitor, trebuie mărită valoarea tensiunii la bornele sale cu alte cuvinte se majorează numărul electronilor pe armătura negativă și se diminuează numărul acestora pe armătura pozitivă.

Prin eliberarea energiei dintr-un capacitor, valoarea tensiunii la bornele sale scade odată cu câmpul electric, numărul electronilor pe armătura negativă scade prin deplasarea lor

spre armătura pozitivă dând naștere unui curent în aceeași direcție.

Unitatea de măsură, în sistemul internațional, pentru capacitatea electrică este faradul (notat F)

Capacitatea unui condensator plan se calculează cu formula:

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

$S$  - suprafața dintre cele două plăci conductoare care alcătuiesc condensatorul. Cu cât suprafața este mai mare cu atât este mai mare capacitatea.

$d$  - distanța,  $d$  între cele două plăci, cu cât distanța este mai mică, cu atât capacitatea este mai mare.

$\epsilon$  - constanta dielectrică - tipul de material care separă cele două plăci numite „dielectric”, cu cât este mai mare permitivitatea dielectricului cu atât capacitatea este mai mare.

Dielectricul oferă următoarele avantaje:

- Constanta dielectrică este proprietatea materialului dielectric și variază de la un material la altul crescând capacitatea cu un factor de  $k$ .

Permitivitatea dielectricului crește valoarea capacității.

Dielectricul crește tensiunea de funcționare maximă comparativ cu aerul.

## Tranzistorul

Deși există mai multe tipuri de tranzistoare, vom face doar o descriere sumară numai a tranzistoarelor bipolare cu care sunt realizate circuitele noastre, punând un accent mai mare pe funcționarea lor decât asupra fizicii semiconductorului.

Tranzistorul bipolar este un dispozitiv electronic, ce funcționează ca un regulator de curent comandat de un curent mic, de control.

Este realizat dintr-un „sandwich” cu trei straturi de materiale semiconductoare dopate, adică impurificate, separate prin

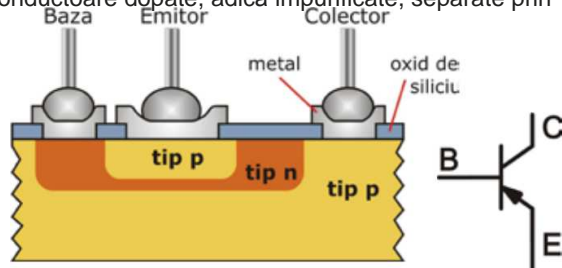


Figura 5a – Structura și simbolul tranzistorului bipolar tip pnp

două joncțiuni pn formate între cele două regiuni semiconductoare învecinate. Tranzistorul poate fi echivalat cu două diode: una polarizată direct (BE) și cealaltă polarizată invers în raport cu tensiunea de alimentare, după cum vom vedea mai departe.

Regiunea bazei este mai subțire și mai slab dopată în comparație cu regiunea emitorului (puternic dopată) și cu regiunea colectorului (dopată moderat).

În funcție de tipul de tranzistor (nnp sau pnp), curentul de bază trece de la bază către emitor sau de la emitor către bază astfel că săgeata simbolului indică întotdeauna direcția fluxului de electroni.

Avem așadar joncțiunea bază-emitor între bază și emitor și joncțiunea bază-colector între bază și colector. Fiecare strat care formează tranzistorul este conectat la câte un terminal al capsulei, adică vom avea 3 terminale denumite Emitor, Bază, Colector.

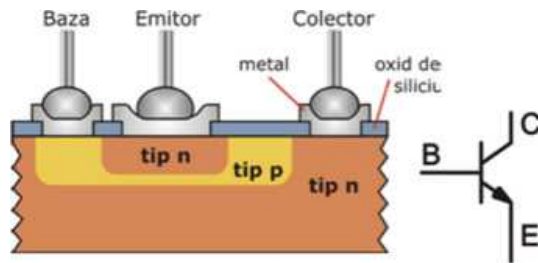


Figura 5b – Structura și simbolul tranzistorului bipolar tip nnp

## Cum funcționează tranzistorul?

Joncțiunea BE este polarizată direct ( $V_{BE} > 0$  la nnp și  $V_{BE} < 0$  la pnp), având tensiune de deschidere de 0.6 V iar joncțiunea BC este polarizată invers ( $V_{BC} < 0$  la nnp și  $V_{BC} > 0$  la pnp).

Analizând figura de mai sus, observăm ca pentru a permite deschiderea circuitului colector-emitor trebuie să aplicăm o tensiune de deschidere de aproximativ 0.6 V între bază și emitor.

Datorită polarizării directe a joncțiunii BE, în conducție și unilaterial, curentul prin joncțiune este dominat de fluxul de purtători majoritari caracteristici emitorului injectați în bază.

Întrucât stratul bazei este foarte subțire, cea mai mare parte a fluxului de purtători ajunge prin difuzie la joncțiunea BC unde câmpul existent în regiunea de barieră permite trecerea electronilor în regiunea de colector, determinând un curent important prin joncțiunea BC, chiar dacă aceasta este polarizată invers. Tensiunea de 0.6 V aplicată pe joncțiunea BE, numită și tensiune de prag pentru bariera de potențial, permite trecerea unui curent de bază prin joncțiunea BE și în consecință trecerea curentului între colector și emitor.

De la acest nivel de tensiune aplicată pe bază putem controla curentul între colector și emitor, prin curentul injectat în bază.

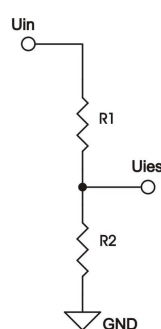
Rezumând, cu un curent mic injectat în baza tranzistorului bipolar, peste o tensiune de 0.6 V, se pot controla curenți mari în circuitul emitor-colector care se comportă ca o rezistență variabilă **TRANSfer reZISTOR**.

Să începem să lucrăm acum cu aceste componente.

# Tipuri de circuite utilizate în Hybrid 555

## Divizorul de tensiune

Divizorul de tensiune este un circuit liniar pasiv care produce o tensiune de ieșire  $V_{out}$ , ce reprezintă o fracțiune din tensiunea de intrare ( $V_{in}$ ). Divizarea tensiunii reprezintă rezultatul distribuirii tensiunii de intrare între componentele divizorului, în cazul nostru pe rezistoare conectate în serie.

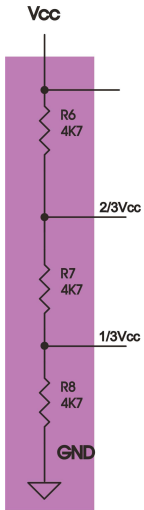


Tensiunea de ieșire se calculează astfel:

$$U_{ies} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{in}$$

Figura 6 – Schema de principiu a divizorului de tensiune

În schema modulului Hybrid 555, divizorul este alcătuit din trei rezistențe de 5KΩ conectate între tensiunea de alimentare  $V+$  (pinul 8) și masă (pinul 1). Deoarece cele trei rezistențe sunt în conectate în serie și au valoare egală, tensiunea este egal distribuită pe fiecare dintre acestea,  $\frac{2}{3} V_{cc}$  respectiv  $\frac{1}{3}$  din tensiunea de alimentare  $V_{cc}$ .



Tensiunile pe cele două ieșiri din divizor se calculează astfel :

$$U_{01} = \frac{R_7 + R_8}{R_6 + R_7 + R_8} V_{cc} = \frac{2R}{3R} V_{cc} = \frac{2}{3} V_{cc}$$

$$U_{02} = \frac{R_8}{R_6 + R_7 + R_8} V_{cc} = \frac{R}{3R} V_{cc} = \frac{1}{3} V_{cc}$$

Figura 7 – Schema electrică a divizorului de tensiune

## Oglinda de curent

Dintr-o structură de tip tranzistor se poate obține o structură de tip diodă dacă se șuntează joncțiunea bază-colector.

Conectând această structură cu un tranzistor identic cu primul așa cum se arată în Figura 8 se obține o **oglină de curent**, adică prin tranzistorul conectat va trece un curent identic cu cel din primul tranzistor, curentul este „oglitit”.

Dacă joncțiunea diodei este polarizată direct atunci joncțiunea emitor-bază a tranzistorului va fi polarizată tot direct, cu aceeași tensiune:

$$u_{eb} = u_d$$

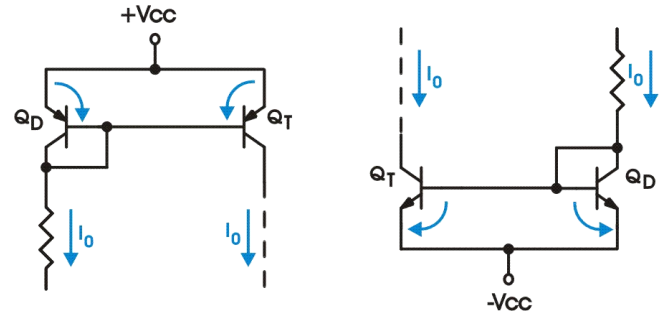


Figura 8 – Schema de principiu pentru oglinda de curent

Deoarece și tensiunile pe cele două joncțiuni sunt identice, cei doi curenți de bază sunt egali între ei, atunci curentul  $i_d$  prin dioda polarizată direct și curentul de emitor  $IE$  al tranzistorului pot fi foarte bine aproximați cu relația:

$$i_d = IE$$

Pentru un factor de amplificare foarte mare al tranzistorului, se poate neglija curentul său de bază și rezultă în final că:

$$I_c = IE, \text{ adică } I_c = I_d$$

Concluzie:

Curentul de colector al tranzistorului este oglinda curentului prin dioda realizată din structura de tranzistor. Valoarea curentului prin diodă se stabilește prin polarizarea directă a ei printr-o rezistență:

$$I_0 = \frac{2V_{cc} - u_d}{R}$$

Pentru  $2V_{cc} \gg u_d$  valoarea curentului va depinde doar de mărimi constante. Aceste structuri le întâlnim în schema

noastră, realizate cu componentele Q5, Q6, R1 și R2, a doua realizată cu componentele Q7, Q8, R2 și R3 în blocul de intrare și ultima realizată cu componentele Q14, Q15, R11 și R12 în blocul circuitului basculant.

## Generatorul de curent constant tip Widlar

Sursa de curent Widlar este realizată cu tranzistoarele Q10, Q11 și rezistorul R4.

Este o circuit similar cu oglinda de curent clasică, cu două tranzistoare, care conține în plus un rezistor de limitare a curentului pe emitor, numai pentru tranzistorul de ieșire.

În acest fel sursa de curent este capabilă să genereze curenți se mică intensitate. Circuitul rezultat se numește oglindă de curent sau referință Widlar.

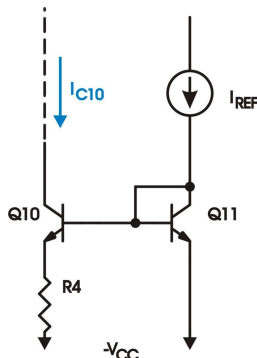


Figura 9 – Schema de principiu a oglinzii de curent

Curentul de ieșire al sursei Widlar este curentul de referință diminuat la o valoare determinată de valoarea rezistorului R4. Doar o mică parte a curentului de referință trece prin colectorul

Q10, iar acest curent de referință influențează etajul de intrare și este utilizat de buclele de comandă a modului comun.

Tranzistorul Q11 este polarizat de  $i_{ref}$ , iar tensiunea generată de acesta este folosită pentru polarizarea tranzistorului Q10 care are o rezistență R4 în emitor.

Astfel:

$$V_{BE11} - V_{BE10} = I_{C10} \times R_4$$

## Amplificatorul diferențial

Amplificatorul diferențial Este un circuit analogic cu două intrări și o ieșire. Una dintre intrări este numită intrare inversoare, inversează semnalul la ieșire iar cealaltă intrare este numită neinversoare, amplifică semnalul la ieșire este în fază, este neinversat. Avantajul folosirii acestui tip de amplificator este că putem aplica tensiuni electrice simultan pe cele două intrări, obținând la ieșire o tensiune proporțională cu „diferența” dintre cele două tensiuni de intrare de la  $U_1$  și  $U_2$ .

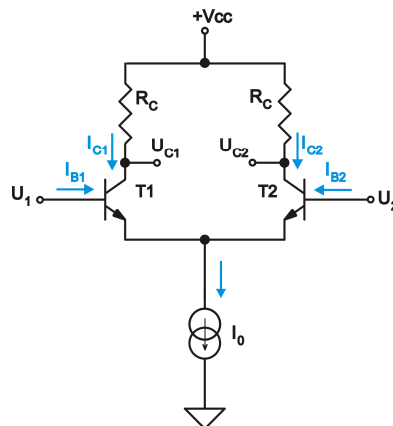


Figura 10 – Schema de principiu a amplificatorului diferențial

Este elementul esențial al unui amplificator operațional. Principiul de funcționare al amplificatorului diferențial poate fi înțeles pe baza schemei din Figura 10.

Tranzistorii T1 și T2 trebuie să fie foarte bine împerecheați astfel încât să aibă parametri identici.

U1 și U2 sunt tensiunile de intrare aplicate între cele două baze și masă, iar U<sub>c1</sub> și U<sub>c2</sub> sunt tensiunile de ieșire de pe cei doi colectori. Între emitorii comuni ai tranzistorilor și masă este conectată o sursă de curent constant ceea ce va face ca suma celor doi curenți de emitor să fie constantă.

Întrucât factorii de amplificare ai tranzistorilor sunt foarte mari, curenții de bază pot fi neglijați, suma celor doi curenți de colector este constantă

$$I_{c1} + I_{c2} = \text{const.}$$

Aceasta înseamnă că o variație a unuia dintre cei doi curenți într-un sens va fi imediat compensată de variația celuilalt curent cu aceeași cantitate dar în sens opus:

$$\Delta I_{c1} = - \Delta I_{c2}$$

Deoarece rezistențele din colectoriile tranzistorilor și variațiile curenților de colector sunt identice, variațiile potențialelor colectorilor vor fi și ele identice dar complementare. În cazul precedent U<sub>c1</sub> se va micșora și U<sub>c2</sub> va crește (să ne amintim de caracterul inversor al tranzistorului).

## Comparatoarele

Un comparator este un amplificator diferențial cu două intrări, care are rolul de a compara două tensiuni aplicate la bornele sale de intrare (+ intrare neinversoare) și (- intrare inversoare). Comparatoarele sunt amplificatoare în buclă deschisă, au amplificare maximă.

Comparatorul de tensiune compară valoarea unui semnal cu valoarea unei tensiuni de referință și furnizează la ieșirea sa rezultatul comparației, adică un nivel de tensiune informând

care din mărimile electrice comparate este mai mare. Astfel, dacă tensiunea pe intrarea (+) este mai mare decât cea la intrarea (-) vom obține la ieșire un nivel ridicat de tensiune

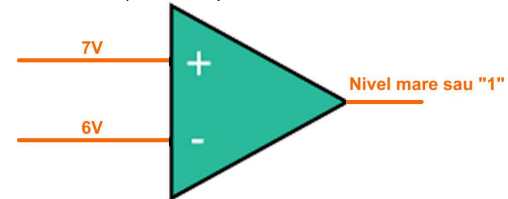


Figura 11 – Compararea cu rezultat "1"

și invers, dacă tensiunea pe intrarea (+) este mai mică decât cea la intrarea (-) sau un nivel de tensiune scăzut (0V)

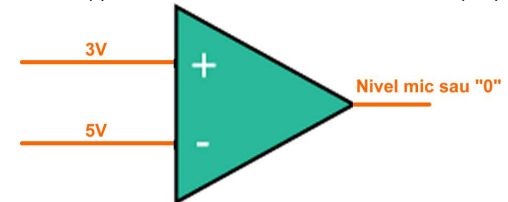


Figura 12 – Compararea cu rezultat "0"

Rolul celor două comparatoare din circuitul 555 este de verificare a nivelelor de tensiune ale semnalelor de intrare de la declanșatorul (pinul 2) și de prag (pinul 6) față de tensiunile de referință de pe divizorul de tensiune, respectiv  $\frac{1}{3} V_{cc}$  și  $\frac{2}{3} V_{cc}$ .

Atunci când tensiunea pe pinul de declanșare este sub  $\frac{1}{3} V_{cc}$ , ieșirea comparatorului inferior "Trigger" este mare, iar atunci când este peste  $\frac{1}{3} V_{cc}$ , ieșirea este scăzută.

Similar, ieșirea comparatorului superior "Threshold" (prag) este foarte mare atunci când tensiunea pe pinul "Threshold" este mai mare de  $\frac{2}{3} V_{cc}$ .

La comparatorul de prag, tensiunea  $U_{be}$  este  $\frac{2}{3} V_{cc}$  pe tranzistorul Q1, tranzistorul este polarizat, potentialul este ridicat de tensiunea de pe R4

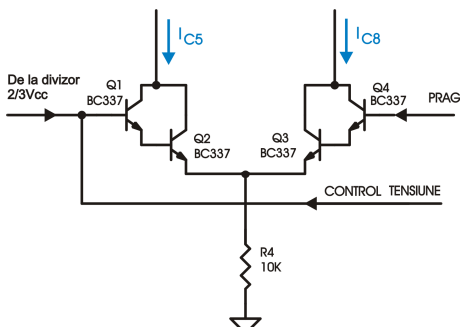


Figura 13 – Schema electrică a comparatorului de Prag

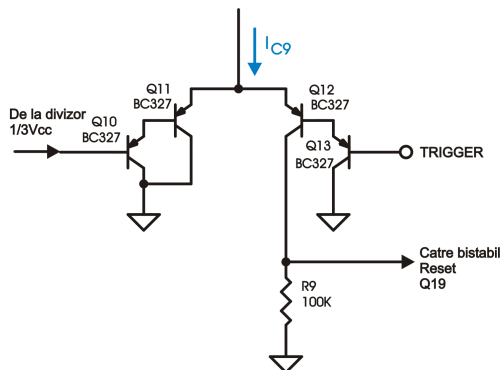


Figura 14 – Schema electrică a comparatorului Trigger

## Bistabilul

În general, un circuit basculant bistabil este un element de circuit care schimbă starea de ieșire (logic scăzut sau înalt) în funcție de valorile intrărilor sale, dar și de starea de ieșire anterioară. Acest circuit digital este un element de memorare a unei stări, o celulă de memorie încorporată pe un singur bit.

Circuitul basculant bistabil din 555 are două intrări principale, numite "S" (de la Set, înscriere) și "R" (sau Reset, ștergere).

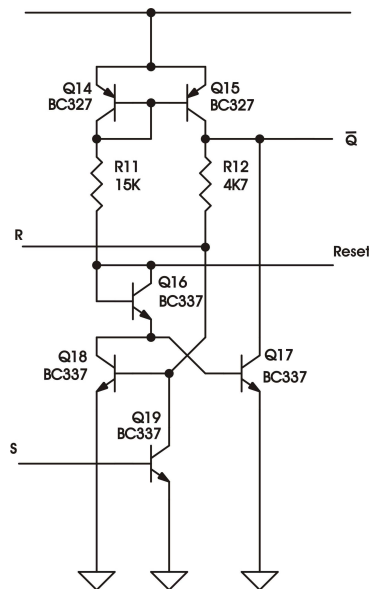


Figura 15 – Schema electrica a circuitului basculant bistabil

Aceste intrări sunt comandate de ieșirile celor două comparatoare. Când pinul de declanșare scade sub  $\frac{1}{3} V_{cc}$ , intrarea "S" este ridicată. Aceasta face ca tensiunea de la ieșirea bistabilului să crească și va rămâne în această stare, chiar dacă pinul de declanșare va crește ulterior peste  $\frac{1}{3} V_{cc}$ . Intrarea "R" (ștergere) are efectul opus: Când tensiunea pe pinul Threshold (prag) crește peste  $\frac{2}{3} V_{cc}$ , tensiunea pe intrarea "R" este ridicată, determinând tensiunea pe ieșirea bistabilului să scadă și să rămână scăzută chiar dacă tensiunea pragului scade apoi sub  $\frac{2}{3} V_{cc}$ . În situația în care ambele intrări "S" și "R" sunt la un nivel de tensiune scăzut, tensiunea pe ieșirea bistabilului rămâne în ultima stare, ridicată sau scăzută. Dispunem și de o intrare separată de ștergere a stării bistabilului Reset (pinul 4), care determină revenirea bistabilului la starea de tensiune de ieșire scăzută, atunci când aceasta este adusă la tensiune scăzută, zero.

## Etajul de ieșire

Este un amplificator este compus dintr-un etaj driver realizat cu tranzistorul Q20 care preia semnalul de pe ieșirea circuitului basculant și aplică două semnale, unul inversat și unul neinversat, către tranzistorul compus realizat cu Q21, Q22 în conexiune Darlington și Q24.

Funcționare:

- dacă ieșirea bistabilului este la nivel mic, tranzistorul Q20 este blocat, prin rezistorul R14 nu va trece curent, tranzistorul Q24 este blocat. Pe colectorul tranzistorului Q20 vom regăsi tensiunea maximă, prin rezistența R13 va trece un curent către baza tranzistorului compus Q21, Q22 ceea ce va permite deschiderea acestora și obținerea unei tensiuni de ieșire, apropiată de tensiunea de alimentare.

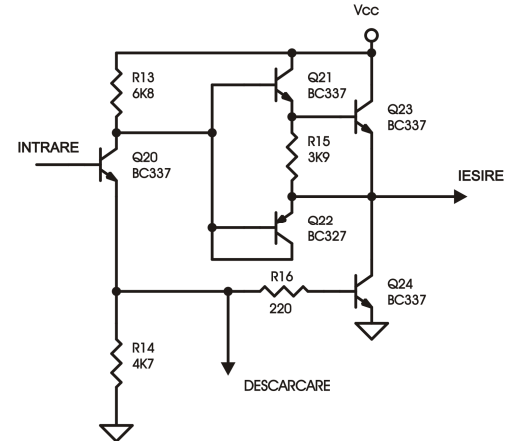


Figura 16 – Schema electrică a etajului de ieșire

- dacă ieșirea bistabilului este la nivel mare, tranzistorul Q20 este deschis, prin rezistorul R14 va trece curent, către baza tranzistorului Q24 care se va deschide. Pe colectorul tranzistorului Q20 vom regăsi tensiunea minimă, curentul prin rezistența R13 va fi direcționat către masă iar pe baza tranzistorului compus Q21, Q22 se aplică un potențial scăzut care va duce la blocarea acestora astfel că la ieșire vom obține un potențial scăzut, apropiat de potențialul de masă.

## Circuitul de Reset

Aplicarea unui nivel pe pinul de Reset va deschide tranzistorul Q25 prin care se va devia curentul de bază al lui Q17 al bistabilului, care va deschide prin Q20 tranzistoarele Q24 și Q26, pinul de ieșire și pinul de descărcare trec în nivel 0.

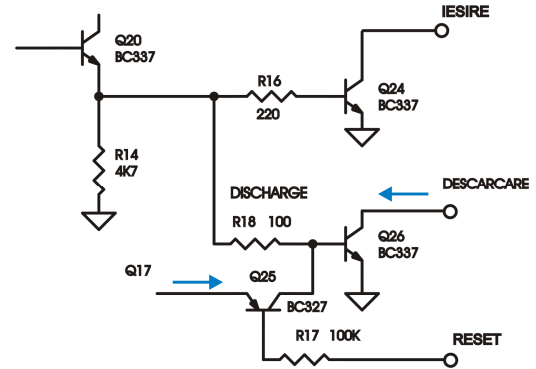


Figura 17 – Schema electrică a etajului de Reset (ștergere)

# Funcționarea circuitului 555

Așa cum am prezentat în introducere, pentru o înțelegere cât mai ușoară a funcționării acestui circuit, îl vom privi ca pe un circuit basculant RS la care comenzile Set și Reset sunt realizate prin aplicarea unor nivele de tensiune variabile pe intrările a două comparatoare, prin comenzi analogice și nu prin nivele fixe de tensiune, ca în cazul circuitelor digitale. Vom analiza funcționarea circuitului după schema bloc de mai jos

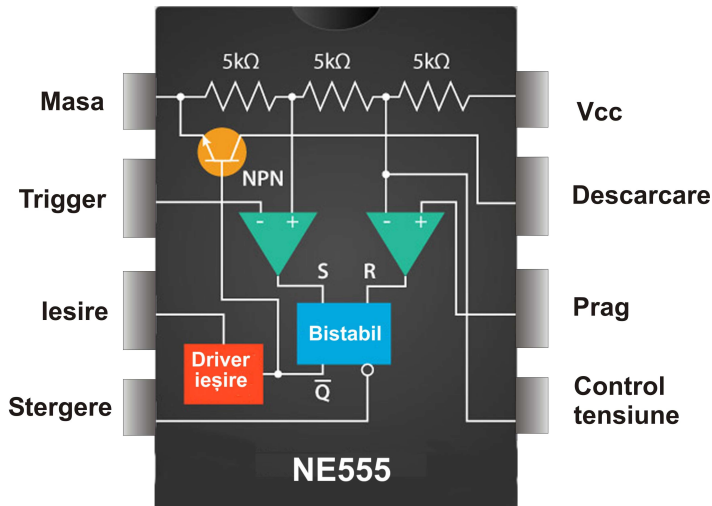


Figura 18 – Schema bloc a circuitului integrat NE555

- Nivelul logic al ieșirii circuitului basculant bistabil este determinat de combinația nivelelor logice ale ieșirilor celor două comparatoare.
- Rețeaua rezistivă formată din cele trei rezistențe R conectate între borna de alimentare și masă formează un divizor de tensiune de pe care se citesc tensiunile de referință pentru intrările comparatoarelor.
- Tensiunile la intrările de prag și trigger variază ca urmare a încărcării sau descărcării unui condensator conectat în exteriorul circuitului.
- Dacă dorim să modificăm parametrii de referință în timpul funcționării, putem realiza acest lucru prin aplicarea unei tensiuni continue sau modulate pe borna "tensiune de control".
- Ieșirea circuitului are întotdeauna nivelul logic al ieșirii complementare a circuitului basculant bistabil.
- La descreșterea tensiunii pe intrarea trigger (borna 2), sub  $1/3V_{cc}$  (tensiunea de referință de pe divizor), ieșirea comparatorului de nivel inferior (pragul de jos) va forța ieșirea Q spre starea 1 iar pe cea complementară a circuitului basculant bistabil în starea 0 (nivel coborât de tensiune), ieșirea circuitului va fi la un nivel ridicat de tensiune.
- La creșterea tensiunii pe intrarea de prag superior (borna 6), peste valoarea  $2/3V_{cc}$  (tensiunea de referință de pe divizor), ieșirea comparatorului de nivel superior va forța ieșirea Q spre starea 0 iar pe cea complementară complementară a circuitului basculant bistabil în starea 1 (nivel ridicat de tensiune), ieșirea circuitului va fi la un nivel coborât de tensiune.

- *Intrarea de ștergere*, RESET (borna 4), permite resetarea circuitului basculant bistabil în orice moment de timp, indiferent de stările ieșirilor comparatoarelor. Intrarea de ștergere devine activă ori de câte ori tensiunea ei scade sub 0,4V. Când nu se folosește, ea se conectează la tensiunea de alimentare.
- Atunci când între borna 7 (descărcare) și masă este conectat un condensator de temporizare, tranzistorul NPN (Q26) permite descărcarea prin el a acestuia, atunci când ieșirea complementară a circuitului basculant este la un nivel ridicat de tensiune, astfel încât tranzistorul să fie deschis. În caz contrar, condensatorul se poate încărca de la sursa de alimentare printr-o rezistență externă. Procesul de încărcare poate fi stopat în orice moment de timp prin aplicarea unui potențial de 0,4V pe intrarea de ștergere 4.

- Circuitul 555 are două moduri operaționale de bază: *modul monostabil* și *modul astabil*.

## Modul monostabil

În modul monostabil, circuitul 555 are o singură stare stabilă. Dacă se aplică un puls la intrarea trigger, monostabilul trece din starea stabilă într-una temporară, rămâne în acea stare un interval de timp, stabilit de valorile componentelor externe R și C, iar apoi revine în starea sa stabilă. La ieșire generează un singur puls de durată fixă, ori de câte ori primește un semnal trigger la intrare ("one-shot"). În acest mod de lucru, circuitele 555 sunt folosite ca temporizatoare, pentru a porni sau opri pentru o anumită perioadă de timp diverse circuite, pentru a genera întârzieri.

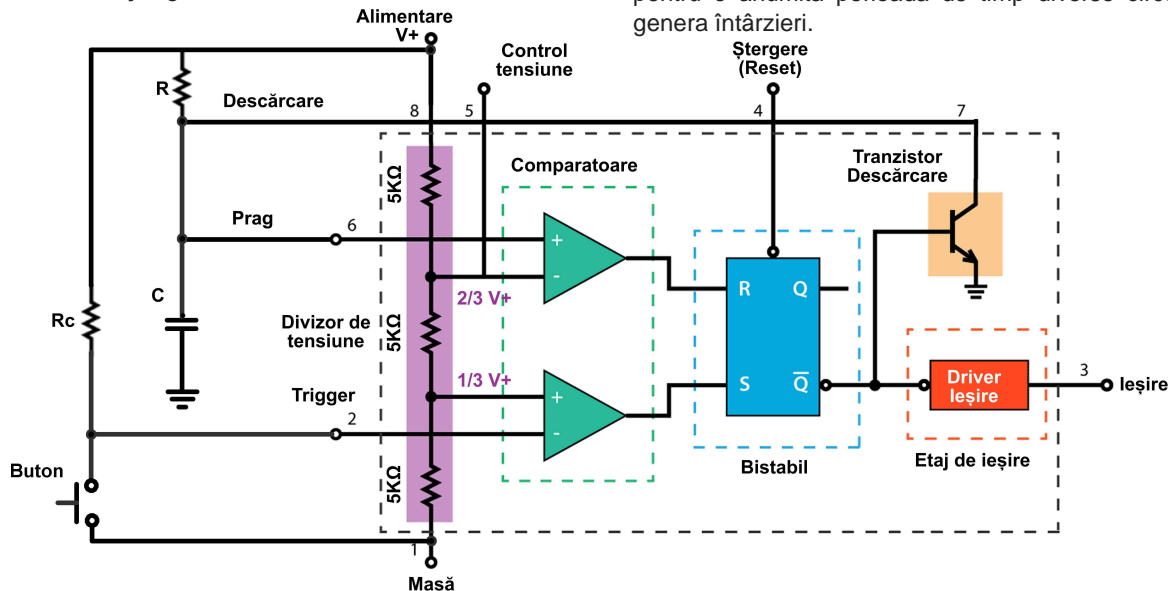


Figura 19 – Schema electrică modul monostabil 555

În stare inițială, tensiunea de ieșire pe pinul 3 este de aprox. 0 V. Pe pinul 2, conectat la intrarea comparatorului inferior, este aplicată o tensiune pozitivă prin Rc, mai mare decât 1/3V+ aplicata prin divizorul intern, semnalul de nivel logic 1 de la ieșirea complementară a circuitului basculant bistabil face ca tranzistorul de descărcare să fie în conducție și să scurtcircuiteze condensatorul extern C. Condensatorul nu se poate încărca.

În același timp intrarea comparatorului superior are o valoare de aproape 0V ceea ce face ca ieșirea comparatorului să mențină bistabilul resetat.

La apăsarea butonului, pe intrarea 2 apare nivelul 0V, ieșirea comparatorului inferior va trece în 1 logic întrucât tensiunea pe intrarea neinversoare este 1/3Vcc, comparatorul inferior setează circuitul basculant, tranzistorul de descărcare se blochează, condensatorul C începe să se încarce prin rezistența R.

La momentul în care tensiunea pe condensator devine egală cu 2/3Vcc, comparatorul superior resetează circuitul basculant iar tensiunea la ieșire scade la 0 logic, tranzistorul de descărcare trece în conducție și permite descărcarea rapidă a condensatorului C.

Orcând, în timp ce nivelul de ieșire este la 1 logic și se aplică 0V pe intrarea de Reset, ciclul monostabil va fi oprit imediat.

Durata ciclului este determinată de valoarea rezistenței și a capacității externe și este aproximativ egală cu:

$$T = 1.1 \times R \times C$$

Teoretic, nu există nici o limită superioară a lui T (lărgimea pulsului de ieșire), există doar limitări practice, min. 10μs. Putem considera domeniul lui T ca fiind cuprins între 10μs și infinit, mărginit doar de limitele lui R și ale lui C, care permit obținerea unor perioade de temporizare de zile, săptămâni sau chiar luni. Există o mare flexibilitate în alegerea valorilor lui R și C. De obicei se alege mai întâi C pentru a minimiza dimensiunile (și prețul) iar apoi se alege și R.

## Modul astabil

În mod operațional astabil, oscilator, generează un șir continuu de pulsuri off-on rectangulare între două nivele de tensiune. Frecvența pulsului și ciclul de sarcină sunt dependente de valorile rețelei R1, R2 și C. Avem nevoie doar de 3 componente externe: două rezistențe și un condensator.

În figura 20 este ilustrat circuitul 555 conectat ca un multivibrator astabil.

- Intrările trigger și prag (2 și 6) ale celor două comparatoare sunt conectate împreună la condensatorul extern C.

- Condensatorul se încarcă de la tensiunea de alimentare prin intermediul celor două rezistențe R1 și R2.

- Pinul de descărcare este conectat între cele două rezistențe R1 și R2.

- Circuitul de încărcare este realizat așadar din rezistențele R1 și R2 iar circuitul de descărcare prin tranzistorul intern este realizat numai prin rezistența R2

La aplicarea tensiunii de alimentare, tensiunea pe condensatorul C este 0V, comparatorul Trigger va avea la ieșire nivel 1, deoarece tensiunea de intrare pe pinul 2 este încă mai mică decât 1/3Vcc. Se setează bistabilul, pe ieșirea  $\bar{Q}$  tensiunea este 0V și tranzistorul de descărcare este blocat. Începe încărcarea condensatorului prin rezistențele R1 și R2.

Când tensiunea pe condensator ajunge la 2/3Vcc, comparatorul superior va reseta bistabilul basculant. Asta face ca ieșirea  $Q$  să

treacă pe 0 logic, pe ieșirea  $\bar{Q}$  tensiunea este pe 1 logic, tranzistorul de descărcare va intra în conducție, prin rezistorul R2 condensatorul extern este conectat la masă și începe să se descarce. Când tensiunea pe condensator ajunge la 1/3Vcc, comparatorul inferior va avea la ieșire 1 logic și va seta bistabilul ieșirea  $Q$  să treacă pe 1 logic, pe ieșirea  $\bar{Q}$  tensiunea este pe 0 logic iar tranzistorul de descărcare se va bloca.

Ciclul se reia, starea condensatorului alternând (încărcat - descărcat) la nesfârșit între 2/3Vcc și 1/3Vcc iar comparatoarele

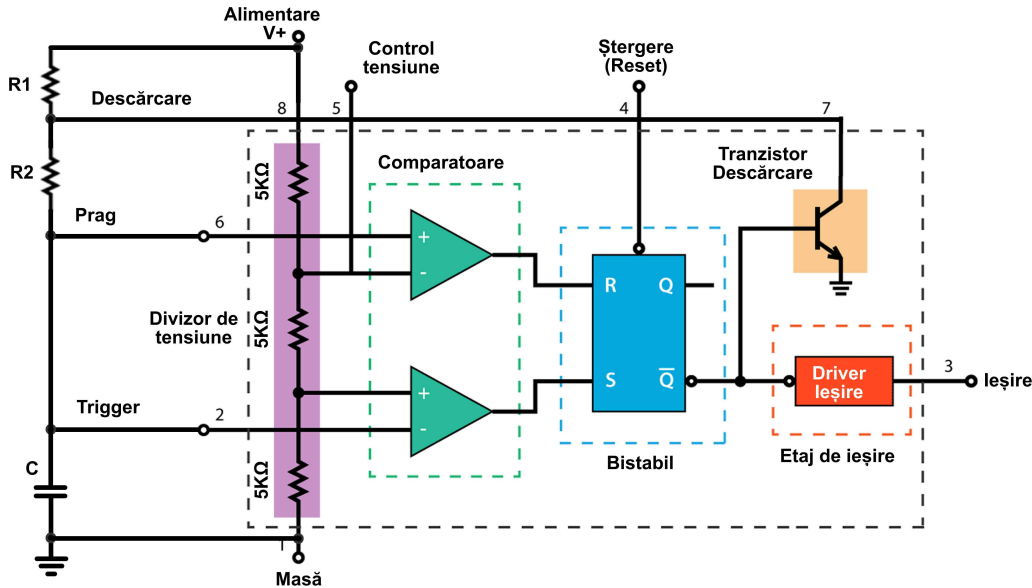


Figura 20 – Schema electrică modul astabil 555

trimit comenzi set/reset bistabilului astfel că la ieșire va apărea flux continuu de impulsuri dreptunghiulare.

Frecvența de operare a circuitului astabil este dependentă de valorile lui  $R_1$ ,  $R_2$  și  $C$ . Durata de încărcare a condensatorului, nivel logic 1 la ieșire, o notăm cu  $t_1$  și se calculează cu formula:

$$t_1 = 0.693(R_1 + R_2) \times C$$

Durata de decărcare a condensatorului, nivel logic 0 la ieșire, o notăm cu  $t_2$  și se calculează cu formula:

$$t_2 = 0.693 \times R_2 \times C$$

unde rezistențele sunt calculate în  $\Omega$ , capacitatea  $C$  în Farazi iar timpul în secunde.

Durata unui ciclu complet se numește perioadă și egală cu suma celor durate de timp  $t_1$  și  $t_2$  în care condensatorul se încarcă și se decarcă. Se notează cu  $T$  și poate fi calculată cu formula:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693(R_1 + 2R_2) \times C$$

Frecvența oscilațiilor la ieșire este inversul perioadei, se notează cu  $f$ , se măsoară în Hz și se calculează cu formula:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \times C}$$

Raportul dintre durata  $t_1$  față de durata totală  $T$  se numește factor de umplere și se calculează cu formula:

$$D = \frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \%$$

# Lucrări de laborator

## Tema Nr. 1

### Monostabilul

Fig. 5. Montajul de test și conexiunile sale:

1. Se conectează rețeaua  $R_A C$  între tensiunea de alimentare, pinul 8 și masă la care se conectează și pinul 1.
2. Punctul comun dintre rezistor și condensator este conectat la pinul 6 care este intrarea de prag, intrarea comparatorului superior.
3. Pinul 7, tranzistorul intern de descărcare este conectat deasemenea la punctul comun dintre rezistor și condensator.
4. Pentru a atenua zgomotul, se conectează un condensator între pinul 5 Control tensiune și masă.
5. La pinul 2 (Triger) se conectează un capăt al condensatorului C1 (cel marcat cu +, plus), iar celălalt capăt al lui C1 (cel marcat cu -, minus) se leagă la masă (minusul sursei de alimentare), acolo unde va fi legat pinul 1 (GND), borna marcată cu negru.
6. Starea logică a ieșirii (OUT) pe pinul 3 se poate vizualiza cu ajutorul unor leduri.
7. Pinul 4 care este intrarea de RESET se leagă la pinul 8, de alimentare ( $V_{cc}$ ).
8. Se conectează platforma Hybrid 555 la sursa de tensiune reglata la 12V (borna marcată cu roșu).
9. Dacă se verifică conexiunile și apoi se pornește sursa de alimentare.
10. Led-ul conectat pe ieșirea 3 ar trebui să clipească cu o frecvență de aproximativ 1s.
11. Cu ajutorul unui osciloscop cu două canale se vizualizează tensiunea pe pinul 2 (Triger) și pe pinul 3 la ieșire (OUT).

12. Se desenează pe caiet formele de undă astfel obținute. Cele două grafice trebuie desenate corelate temporal, adică exact cum sunt obținute pe ecranul osciloscopului.
13. Se verifică valoarea duratei monostabilului, cu formula:

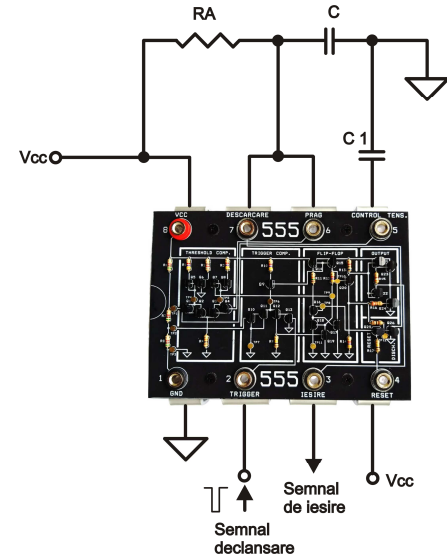


Figura 21 – Schema electrică a conexiunii monostabil

## Tema Nr. 2

### Astabilul

Fig. 5. Montajul de test si conexiunile sale

14. Se conectează împreună pinii 2, 6. Între 6 și 7 se conectează rezistența de RB. Rezistența de RA se conectează între Vcc și pinul 7.
15. La pinul 2 (Triger) se conectează un capăt al condensatorului C1 (cel marcat cu +, plus), iar celălalt capăt al lui C1 (cel marcat cu -, minus) se leagă la masă (minusul sursei de alimentare), acolo unde va fi legat pinul 1 (GND), borna marcată cu negru.
16. Starea logică a ieșirii (OUT) pe pinul 3 se poate vizualiza cu ajutorul unor leduri.
17. Pinul 4 care este intrarea de RESET se leagă la pinul 8, de alimentare (Vcc).
18. Se conectează platforma Hybrid 555 la sursa de tensiune reglata la 12V (borna marcată cu roșu).
19. Dacă se verifică conexiunile și apoi se pornește sursa de alimentare.
20. Led-ul conectat pe iesirea 3 ar trebui să clipească cu o frecvență de aproximativ 1s.
21. Cu ajutorul unui osciloscop cu două canale se vizualizează tensiunea pe pinul 2 (Triger) și pe pinul 3 la ieșire (OUT).
22. Se desenează pe caiet formele de undă astfel obținute. Cele două grafice trebuie desenate corelate temporal, adică exact cum sunt obținute pe ecranul osciloscopului.
23. Se verifică valoarea frecvenței astabilului, cu formula:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B) \times C_1}$$

folosind valorile rezistențelor și condensatorilor folosiți în circuit.

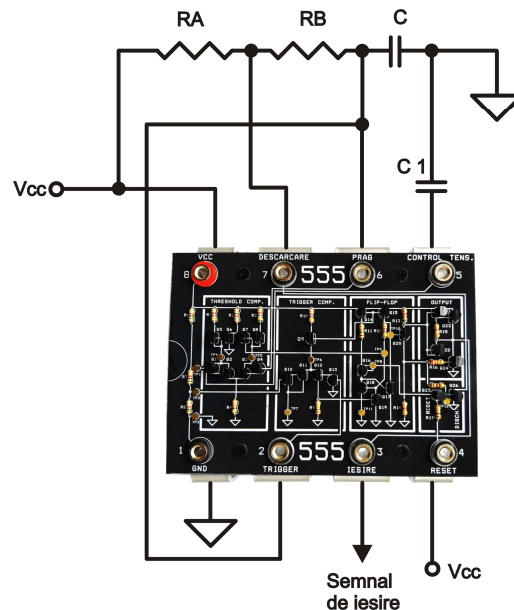


Figura 21 – Schema electrică a conexiunii astabil

# Ce urmează?

Ați finalizat călătoria prin lecturarea documentației platformei Hybrid555 Epsicom.

Acum sunteți familiarizați cu termenii, cunoașteți câteva tipuri de aplicații ale timerului 555 utilizate curent în electronică, componentele electronice, rolul și funcționarea lor. Ați aflat cum funcționează aceste circuite utilizate pe scară largă în industrie, automatizări,

Veti înțelege acum cum funcționează temporizatoarele, cum sunt acestea utilizate în aparatura și dispozitivele casnice și le veți aplica cu siguranță mult mai ușor în proiectele voastre viitoare.

Vă invităm să vă alăturați miilor de utilizatori ai produselor firmei Epsicom.

Veți găsi idei noi și tutoriale foarte utile ce pot completa propriile voastre proiecte.

*Bine ați venit!*

## **Bibliografie**

Laboratorul de Sisteme de Radiocomunicații, Universitatea Politehnică București,  
Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei Iasi,  
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale din Timișoara  
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia informației Cluj Napoca  
All About Circuits

## **Proiecte noi**

Clase de amplificatoare

Surse de tensiune în comutație

Surse de tensiune liniare

# ATENȚIONARE

Toate produsele Epsicom sunt protejate de legea dreptului de autor și tratatul internațional privind drepturile de autor. Prin urmare, acest manual trebuie tratat ca orice alt material copyright. Nici o parte a acestui manual, inclusiv produsul descris în prezentul document, nu trebuie să fie reprodusă, stocată într-un sistem de preluare, tradusă sau transmisă sub orice formă sau prin orice mijloace, fără permisiunea prealabilă scrisă a Epsicom. Ediția manuală PDF poate fi tipărită pentru uz local sau privat, dar nu pentru distribuție. Orice modificare a acestui manual este interzisă.

Epsicom furnizează acest manual tutorial „așa cum este” fără garanție, exprimată sau implicită, incluzând însă garanțiile sau condițiile implicite de comercializare în scop educațional.

Epsicom nu își asumă nicio responsabilitate sau răspundere pentru erorile, omisiunile și inexactitățile care pot apărea în acest manual. În niciun caz, Epsicom, directorii, angajații sau distribuitorii săi nu vor fi răspunzători pentru daune indirecte, specifice, incidentale sau consecințe (inclusiv daune pentru pierderea profitului și informațiilor comerciale, întreruperea afacerii sau orice altă pierdere pecuniară) care rezultă din utilizarea acestui manual sau produs, chiar dacă Epsicom a fost înștiințat cu privire la posibilitatea unor astfel de daune. Epsicom își rezervă dreptul de a schimba informațiile conținute în acest manual în orice moment, fără notificare prealabilă, dacă este necesar.

Produsele Epsicom nu sunt proiectate, fabricate sau destinate utilizării sau revânzării ca echipamente de control, în medii care necesită performanțe în condiții de siguranță, cum ar fi în exploatarea instalațiilor care ar putea duce la daune fizice sau de mediu grave.

Epsicom și furnizorii săi renunță în mod specific la orice garanție expresă sau implicită pentru activitățile cu risc ridicat.

Numele, sigla Epsicom și logo-ul Epsicom sunt mărci înregistrate ale Epsicom.

Toate celelalte mărci comerciale menționate aici sunt proprietatea companiilor respective.

Toate celelalte nume de produse și corporații care apar în acest manual pot sau nu să fie mărci înregistrate sau cu drepturi de autor ale companiilor respective și sunt utilizate numai pentru identificare sau explicație și în beneficiul proprietarilor, fără intenția de a încălca.

Copyright © EPSICOM 2020, All Rights Reserved.

Dacă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre,  
vizitați site-ul nostru [www.epsicom.com](http://www.epsicom.com)

Dacă aveți întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri,  
nu ezitați să ne contactați la [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)