



**Faculty of Electronics,
Telecommunications and
Information Technology**



TECHNICAL UNIVERSITY
OF CLUJ-NAPOCA
ROMANIA

PROIECT SCIA

Generatoare validate in lant

-“sunet de greire”-

Student: Alistar Vladut

Grupa: 2231, seria TST

Profesor coordonator: Prof. Albert Fazakas

CERINTA PROIECTULUI

Sa se realizeze o serie de generatoare validate in lant, care sa reproduca sunetele unui greiere, considerand frecventele specifice. In vederea proiectarii se vor folosi generatoare cu temporizatoare 555.

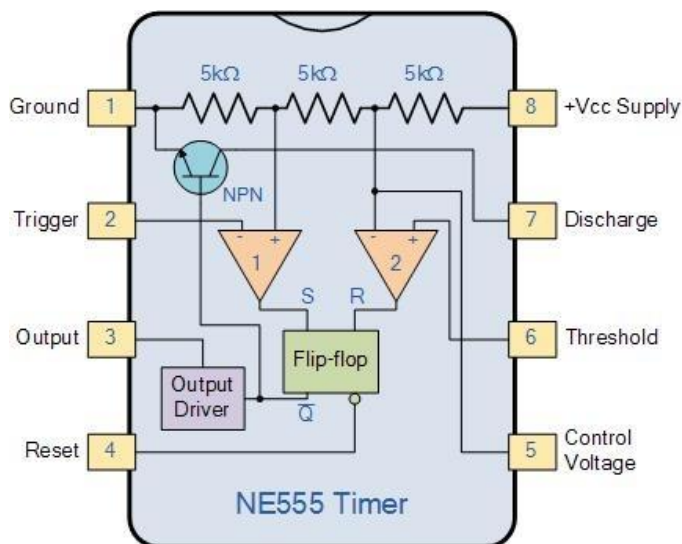
555 Timer

Temporizatorul de bază 555 se numește de la faptul că există trei rezistoare interne de $5\text{ k}\Omega$ pe care le utilizează pentru a genera cele două tensiuni de referință ale comparatoarelor. IC-ul 555 Timer este un dispozitiv de temporizare foarte ieftin, popular și util care poate acționa fie ca un cronometru simplu pentru a genera impulsuri singulare sau întârzieri mari de timp, fie ca un oscilator de relaxare care produce un șir de forme de undă stabilizate, cu cicluri diferite de sarcină de la 50 la 100%.

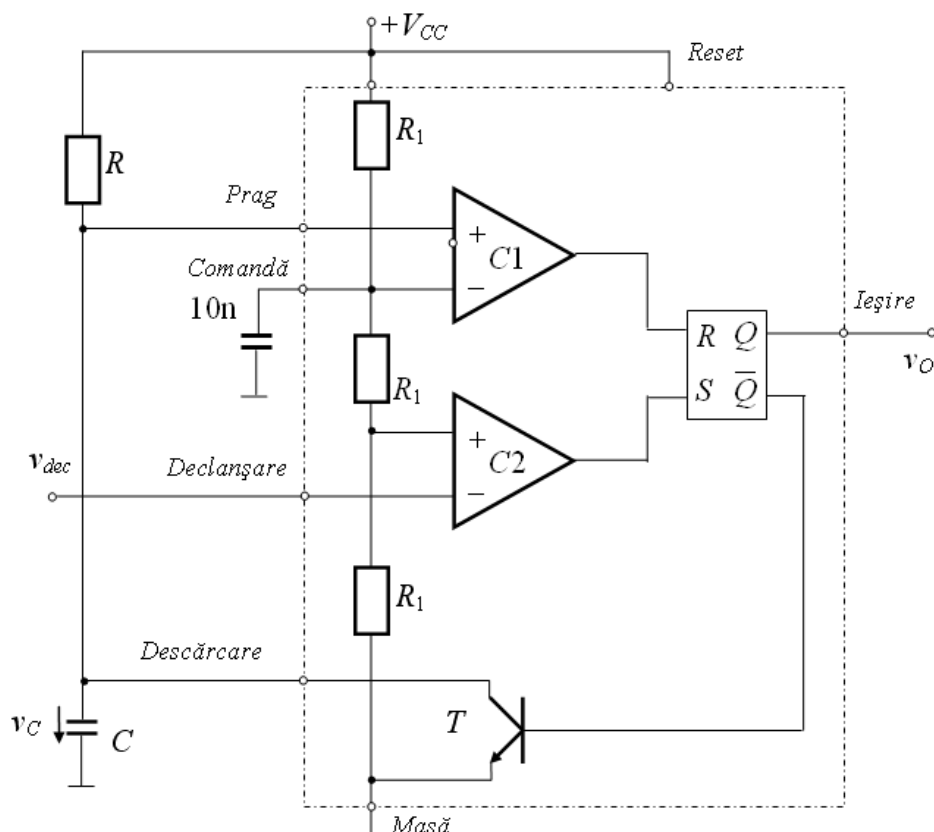
Cipul 555 Timer este un dispozitiv extrem de robust și stabil, cu 8 pini, care poate fi utilizat ca un multivibrator monostabil, bistabil sau astabil foarte precis, pentru a produce o varietate de aplicații, cum ar fi timer-e de un singur impuls sau de întârziere, generarea impulsurilor, generare de alarme și tonuri, ceasuri logice, împărțirea frecvențelor, surse de alimentare și convertoare etc., de fapt, orice circuit care necesită o formă de control al timpului, deoarece lista este nesfârșită.

Cipul unic 555 Timer, în forma sa de bază, este un dispozitiv bipolar cu 8 pini mini **Dual-in-Line Package (DIP)** compus din circa 25 de tranzistoare, 2 diode și aproximativ 16 rezistoare aranjate pentru a forma două comparatoare, un flip-flop și un etaj de ieșire de curent ridicat, după cum se arată mai jos. Pe lângă 555 Timer, există disponibil și **NE556 Timer Oscillator** care combină două 555 Timer individuale într-un singur pachet DIP cu 14 pini și versiuni CMOS cu putere redusă ale 555 Timer precum 7555 și LMC55 care utilizează în schimb tranzistoare MOSFET.

O diagramă bloc simplificată reprezentând schema internă a **timer-ului 555** este prezentată mai jos, cu o scurtă explicație a fiecărui pin de conectare, pentru a ajuta la o înțelegere mai clară a modului în care funcționează.



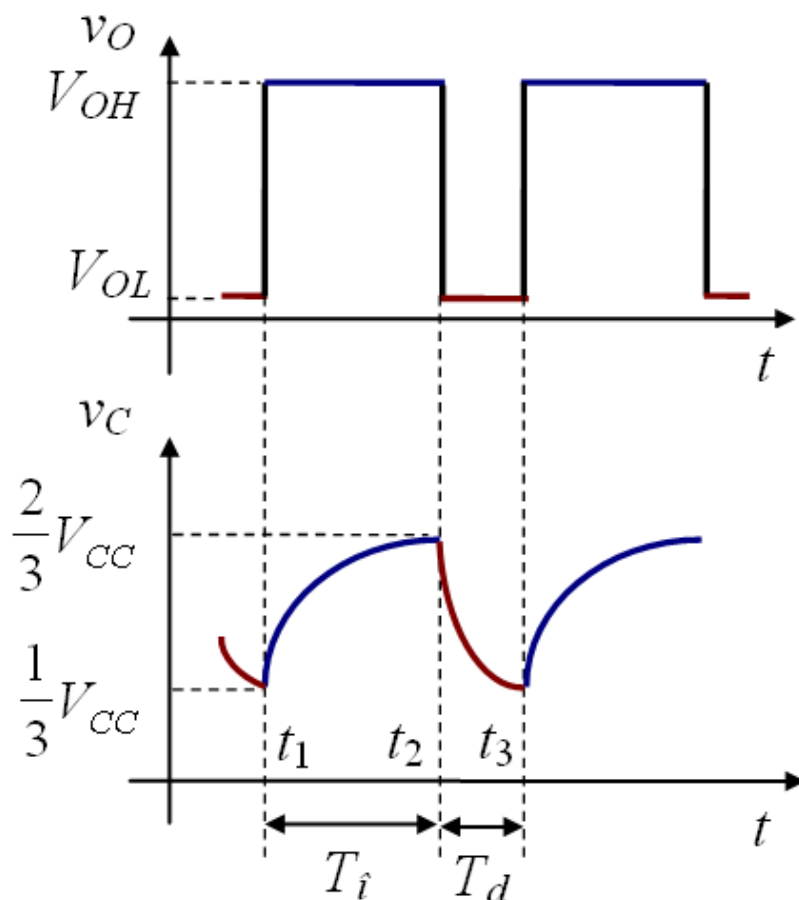
- Pin 1 - **Masă**, PIN-ul de masă conectează 555 Timer la ground.
- Pin 2 - **Trigger**, intrarea negativă la comparatorul nr. 1. Un impuls negativ pe acest pin "stabilește" oscilația internă când tensiunea scade sub $1/3 V_{cc}$, determinând ieșirea să treacă de la o stare "LOW" la una "HIGH".
- Pin 3 - **Ieșire**, pinul de ieșire poate comanda orice circuit TTL(Transistor Transistor Logic) și poate avea difuzoare mici, LED-uri sau motoare ce pot fi conectate direct.
- Pin 4 - **Resetare**. Acest pin este utilizat pentru a "reseta" oscilația internă, controlând starea ieșirii, pinul 3. Acesta este o intrare low-activă și este, în general, conectat la un nivel "1" logic când nu este utilizat pentru a preveni resetarea nedorită a ieșirii.
- Pin 5 - **Tensiune de control**. Acest pin controlează temporizarea lui 555 prin depășirea nivelului de $2/3 V_{cc}$ a rețelei de divizare a tensiunii. Prin aplicarea unei tensiuni la acest pin, lățimea semnalului de ieșire poate fi variată independent de rețeaua RC de temporizare. Când nu este utilizat, acesta este conectat la masă printr-un condensator de 10 nF pentru a elimina orice zgomot.
- Pin 6 - **Pragul**, intrarea pozitivă la comparatorul nr. 2. Acest pin este utilizat pentru a reseta oscilațiile atunci când tensiunea aplicată la el depășește $2/3 V_{cc}$, determinând ieșirea să treacă de la starea "HIGH" la "LOW". Acest pin se conectează direct la circuitul de temporizare RC.
- Pin 7 - **Descărcare**, pinul de descărcare este conectat direct la colectorul unui tranzistor NPN intern, care este folosit pentru a "descărca" condensatorul de temporizare la masă atunci când ieșirea la pinul 3 comută "LOW".
- Pin 8 - **Alimentare + Vcc**, Acesta este pinul sursei de alimentare și pentru temporizatoarele generale TTL 555 este între 4,5V și 15V.



Functionarea circuitului basculant astabil

În momentul în care tensiunea de ieșire este egală cu alimentarea (V_{OH}), atunci tranzistorul T este blocat. Condensatorul C se încarcă exponențial de la V_{CC} prin R, respectând relația $t_1 = R \cdot C$. Când tensiunea de pe condensator ajunge la $(\frac{2}{3} \cdot V_{CC})$, atunci C_1 va comuta punând intrarea R(Reset) a bistabilului RS în starea “1” logic, iar bistabilul este resetat la “0”, adică ieșirea $Q = 0$. În urma acestui fapt, ieșirea comută la V_{OL} , iar tranzistorul ajunge să se satureze. Condensatorul se descarcă în mod similar încărcării, exponențial, prin R, respectând relația $t_2 = R \cdot C$. Când tensiunea de pe condensator ajunge la $(\frac{1}{3} \cdot V_{CC})$, atunci C_2 va comuta punând intrarea S(Set) a bistabilului RS în starea “1” logic, iar bistabilul va avea ieșirea $Q = 1$. Ieșirea comută la V_{OH} , T se blochează, C începe să se încarce (t_1), menținându-se acest ciclu.

Cronograme:



In figura de mai sus sunt reprezentate tensiunea de iesire(v_o), cat si tensiunea de pe condensator (v_c).

Forma tensiunii de pe condensator este data de relatia generala:

$$v_c = V_{CC}(1-e^{-t/RC})$$

Astfel ca incarcarea de la 0 la $\frac{2}{3}V_{CC}$ se poate scrie sub forma

$$\frac{2}{3}V_{CC} = V_{CC}(1-e^{-t_1/RC}), \text{ iar incarcarea de la 0 la } \frac{1}{3}V_{CC} \text{ este}$$

$$\frac{1}{3}V_{CC} = V_{CC}(1-e^{-t_2/RC}).$$

De aici rezulta ca timpul de incarcare de la $\frac{1}{3}V_{CC}$ la $\frac{2}{3}V_{CC}$ este dat de ecuatie: $t_{HIGH} = t_1 - t_2$, unde, in urma calculelor, $t_1 = 1.09 * R * C$ si $t_2 = 0.405 * R * C$.

$$\text{Rezulta: } t_{HIGH} = 0.69 * R * C$$

Pentru ceea ce priveste descarcarea C de la $\frac{2}{3}V_{CC}$ la $\frac{1}{3}V_{CC}$ avem relatia:

$$\frac{1}{3}V_{CC} = \frac{2}{3}V_{CC} * e^{-t/RC}, \text{ iar } t_{HIGH} = 0.69 * R * C.$$

Acum ca avem timpii de incarcare si descarcare putem calcula si perioada, cat si frecventa($\frac{1}{T}$):

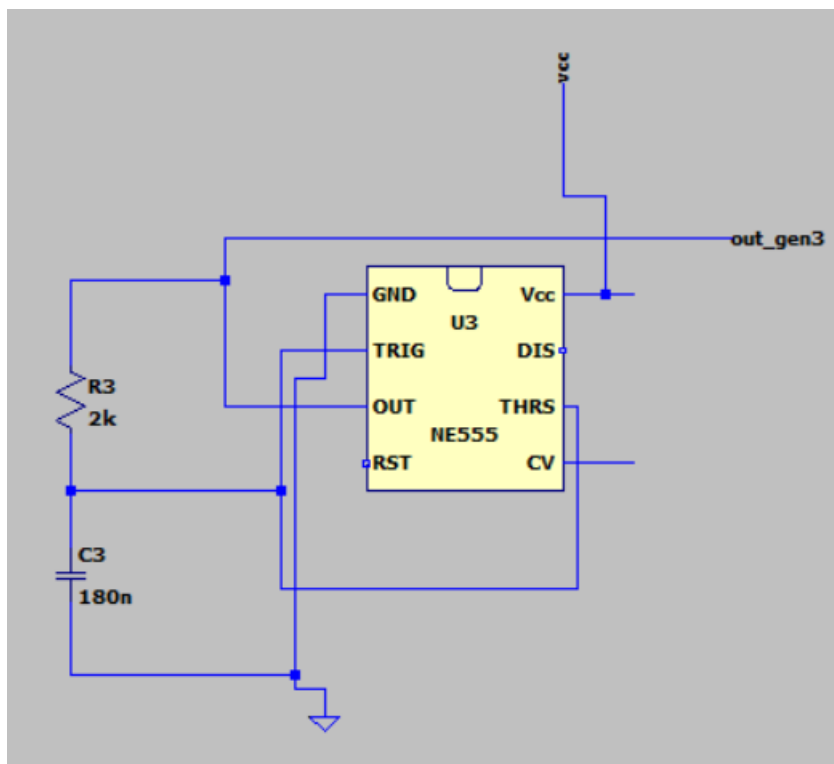
$$T = t_{HIGH} + t_{LOW}; \quad T = 1.38 * R * C$$

In ceea ce priveste factorul de umplere($f_u, D\% - duty\ cycle$) acesta este de aproximativ 50%, deoarece configuratia utilizata foloseste o singura rezistenta si un singur capacitor.

Schema de functionare-LTspice

Pentru implementarea circuitului se pot folosi 3 generatoare. O metoda de implementare a proiectului este de a utiliza 2 generatoare cu temporizatoare 555, cat si un generator de semnal dreptunghiular astabil cu AO.

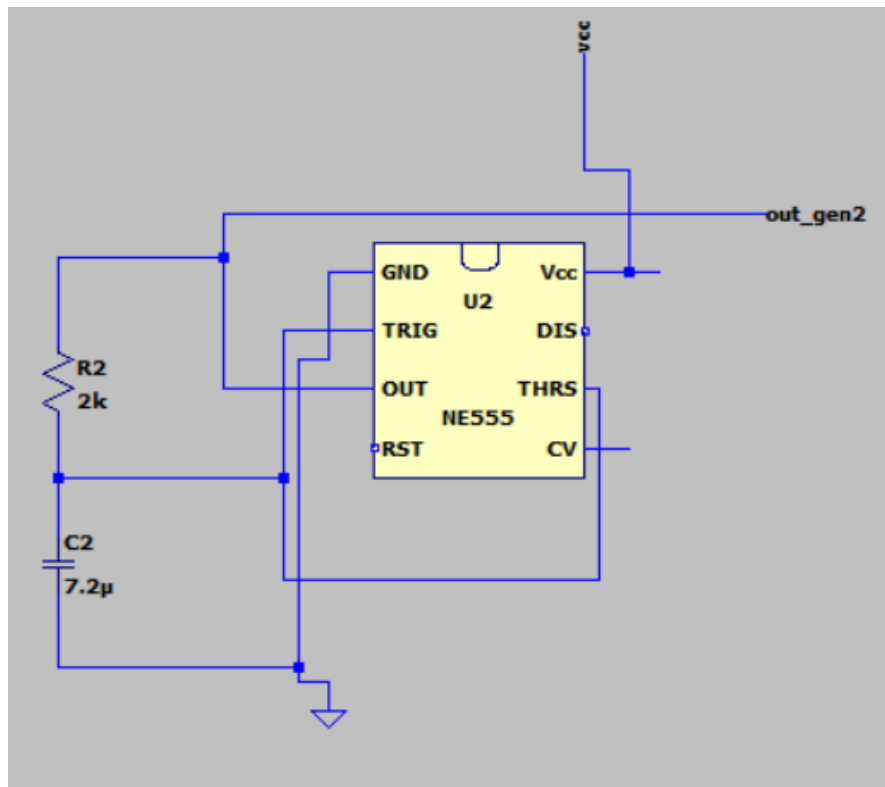
Generator 1:



Teoretic, acest oscilator ar fi trebuit sa functioneze la frecventa de 2 KHz. Pentru a calcula perioada vom folosi relatia de mai sus: $T = 1.38 * R * C$.

$$\begin{aligned} f &= \frac{0.722}{RC} \Rightarrow 2\text{kHz} = \frac{0.722}{RC} \\ 2 \cdot 10^3 &= \frac{0.722}{R \cdot C} \end{aligned} \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 10^3 = \frac{0.722}{2 \cdot 10^3 \cdot C} \Rightarrow \frac{4 \cdot 10^6}{0.722} = \frac{1}{C} \\ R = 2 \cdot 10^3 \Omega \quad C = 180\text{nF} \end{array} \right.$$

Generator 2:



Cel de al doilea generator va fi proiectat astfel incat sa functioneze cu o frecventa de 50Hz.

$$50 = \frac{0,722}{RC} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0,0144 = RC \\ R = 2k\Omega \end{array} \right\} C = 7,2\mu F$$

A.O. Multivibrator

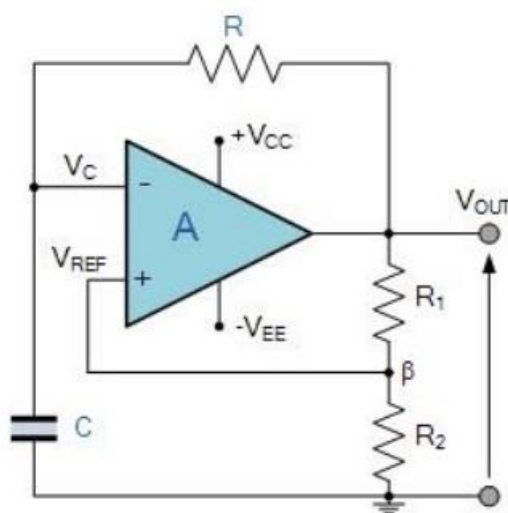
A.O. multivibrator este un circuit oscilator astabil care generează o formă de undă de ieșire dreptunghiulară, folosind o rețea de temporizare RC conectată la intrarea inversoare a A.O. și o rețea divizor de tensiune conectată la intrarea neinversoare.

Spre deosebire de monostabile sau bistabile, multivibratorul astabil are două stări, nici una dintre ele nefiind stabilă, deoarece comută constant între aceste două stări cu timpul petrecut în fiecare stare controlat prin încărcarea sau descărcarea condensatorului printr-un rezistor.

În circuitul A.O. multivibrator, A.O. funcționează ca un comparator analogic. Un A.O. comparator compară tensiunile pe cele două intrări și dă o ieșire pozitivă sau negativă, în funcție de faptul dacă intrarea este mai mare sau mai mică decât o anumită valoare de referință, V_{REF} .

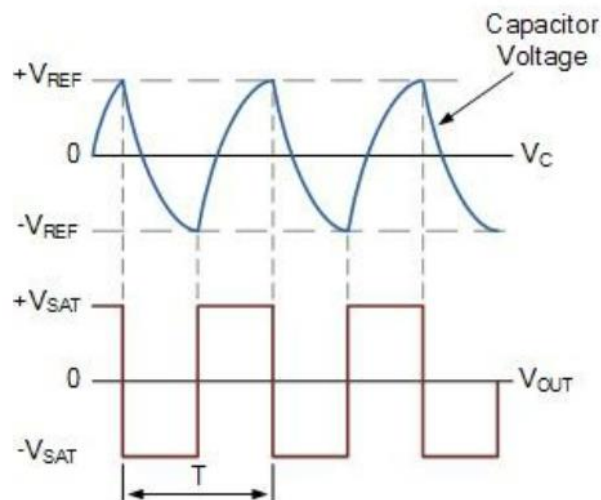
Dar, deoarece A.O. comparator în buclă deschisă este foarte sensibil la variațiile de tensiune de pe intrările sale, ieșirea poate comuta necontrolat.

Pentru a elimina orice operațiuni de comutare neregulate sau necontrolate, A.O. utilizat în circuitul multivibrator este configurat ca circuit *Trigger-Schmitt* în buclă închisă.

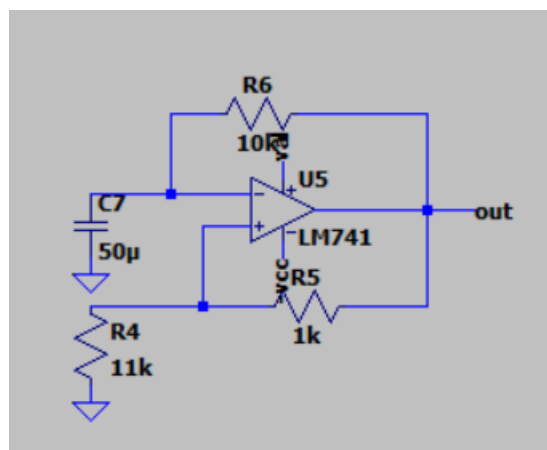


$$T = 2 * R * C * \ln\left(1 + 2 * \frac{R_2}{R_2 + R_1}\right)$$

Cronograma:



Generator 3:



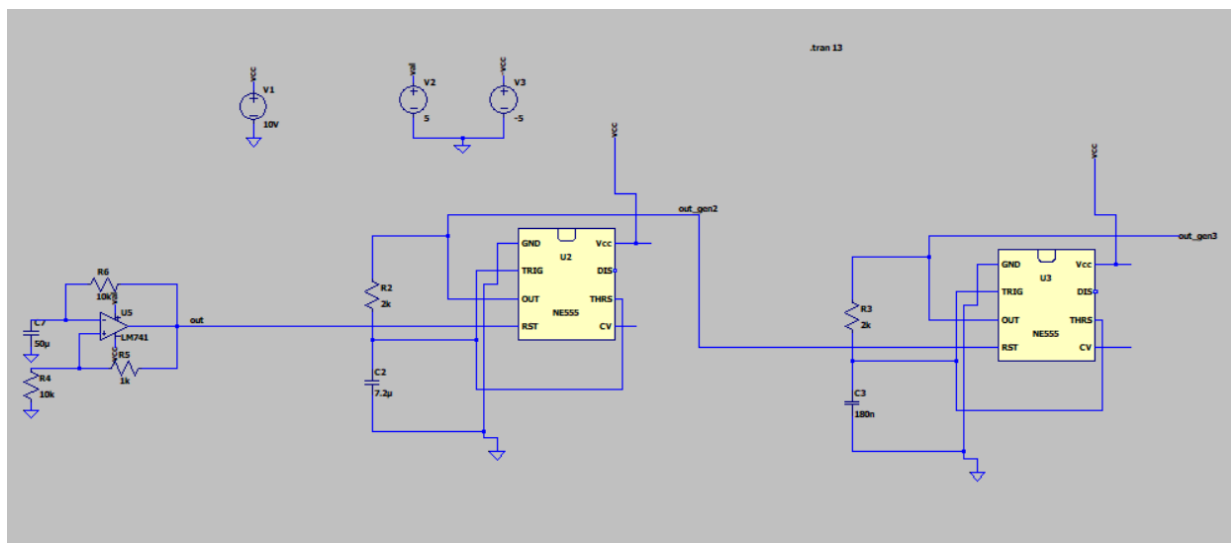
Cel de al treilea generator va fi proiectat astfel incat sa functioneze la o frecventa de 0.33Hz.

$$T = 2RC \ln\left(1 + 2 \cdot \frac{R_4}{R_5}\right)$$

$$\left. \begin{array}{l} R = 10k\Omega \\ C = 50\mu F \\ R_4 = 11k\Omega \\ R_5 = 1k\Omega \end{array} \right\} T = 2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot \ln(23)$$

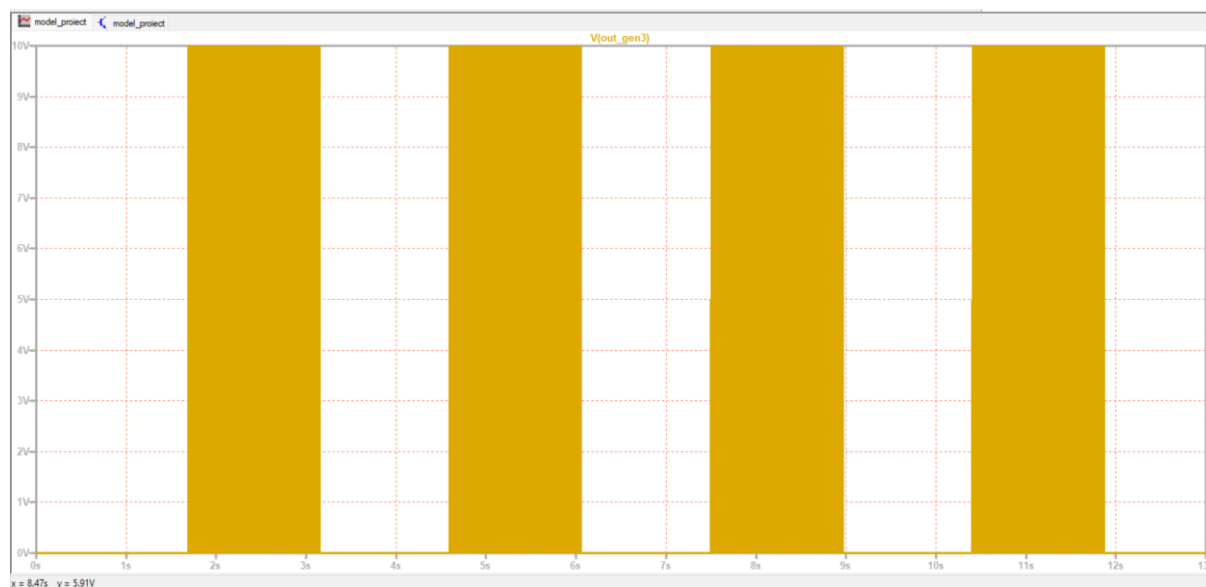
$$T = 3,13 \text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{3,13} = 0,32$$

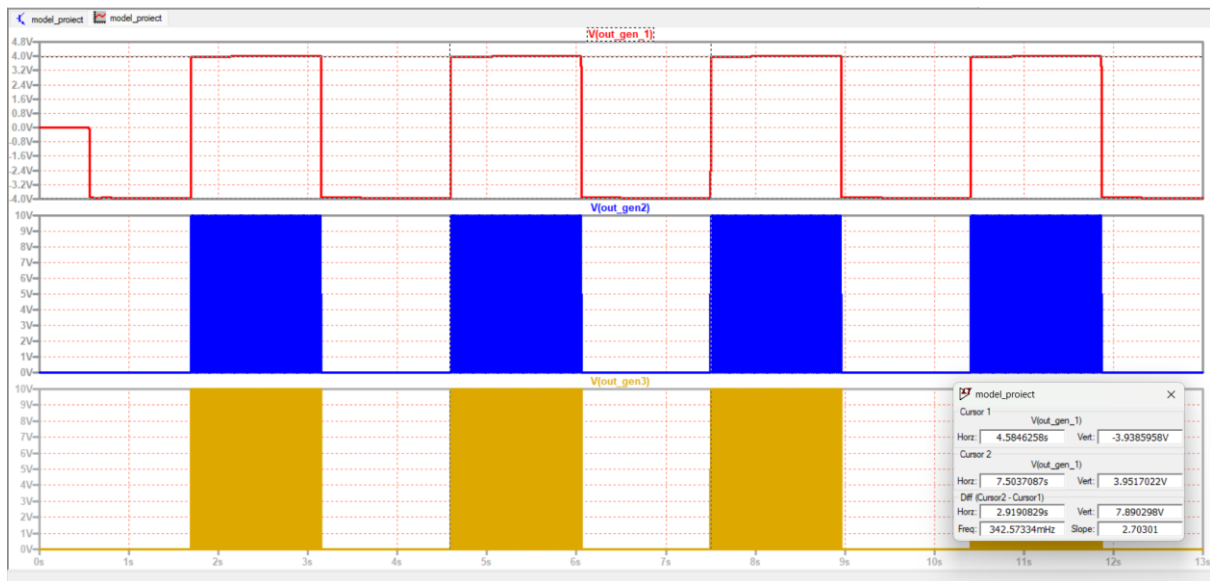
Circuit complet in LTspice:



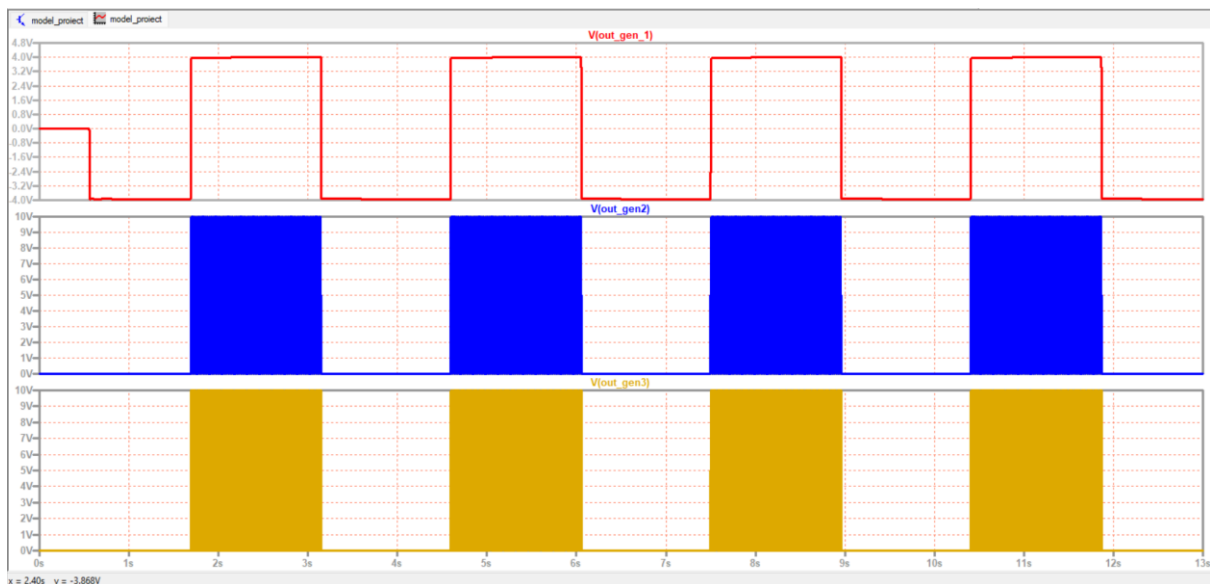
Am conectat cele 3 generatoare(2 temporizatoare 555 si un AO) astfel incat fiecare dintre acestea sa il limiteze pe urmatorul. Conectand iesirea amplificatorului la pinul 4(RESET) al timer-ului l-am facut pe cel din urma sa oscileze doar atunci cand primul generator se afla in starea “1” logic. In mod similar se intampla si cu cele din urma doua generatoare, respectand aceasta relatie de “dependenta” dintre ele.(Incercand sa fim creativi, avand o imaginatie bogata, cred ca putem asemui acest circuit cu principiul papusilor Matrioșka, celebrele papusi rusesti ☺)

Simulare si rezultate:



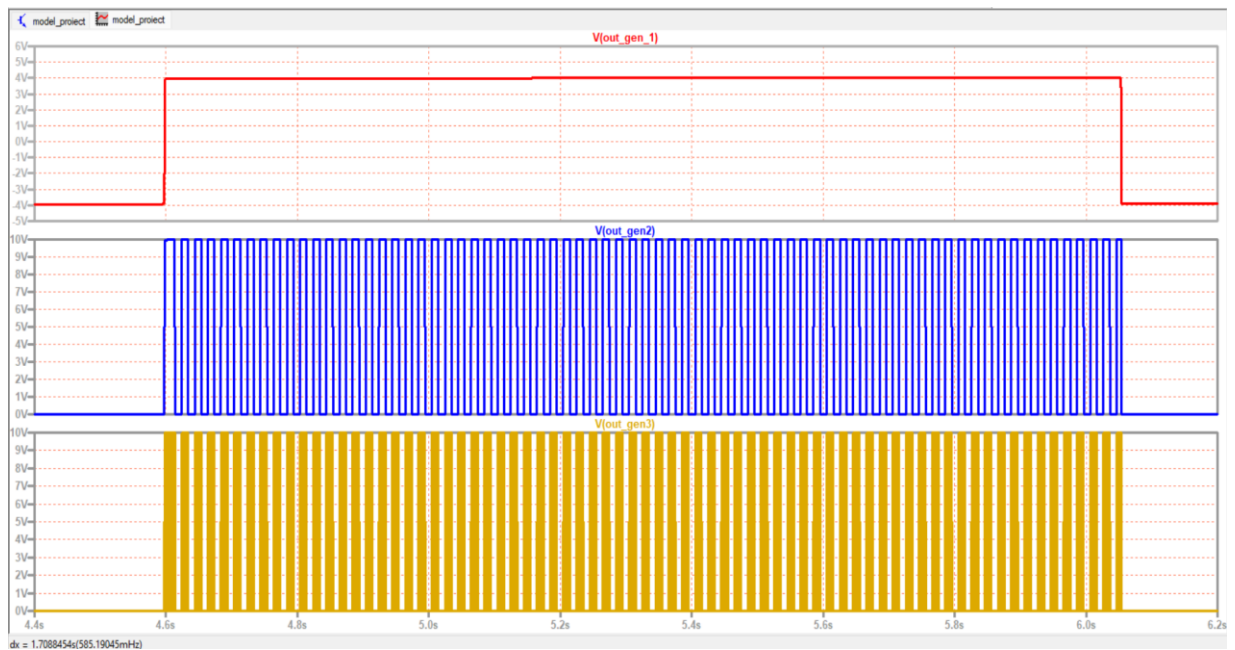


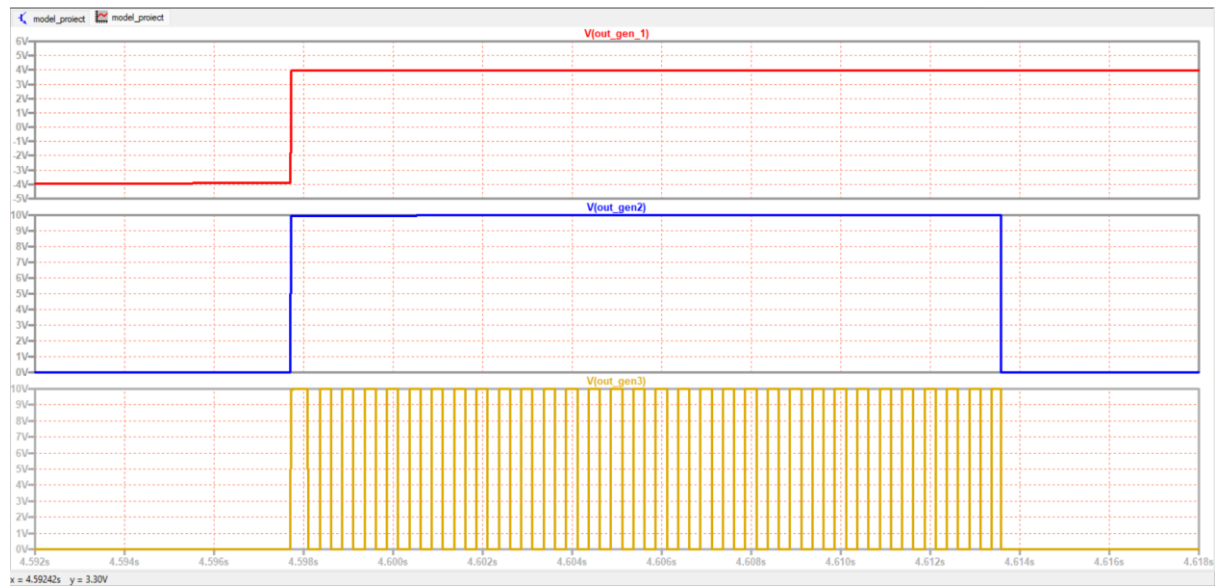
Dupa cum se observa, circuitul isi indeplineste rolul (in imagine este reprezentata oscilatia ultimului generator). Totusi, exista un mic defect, lucru care se poate observa la inceputul oscilatiilor. t_{LOW} al primei perioade este ceva mare decat al celorlalte perioade, insa acest lucru nu afecteaza functionalitatea de pe parcurs.





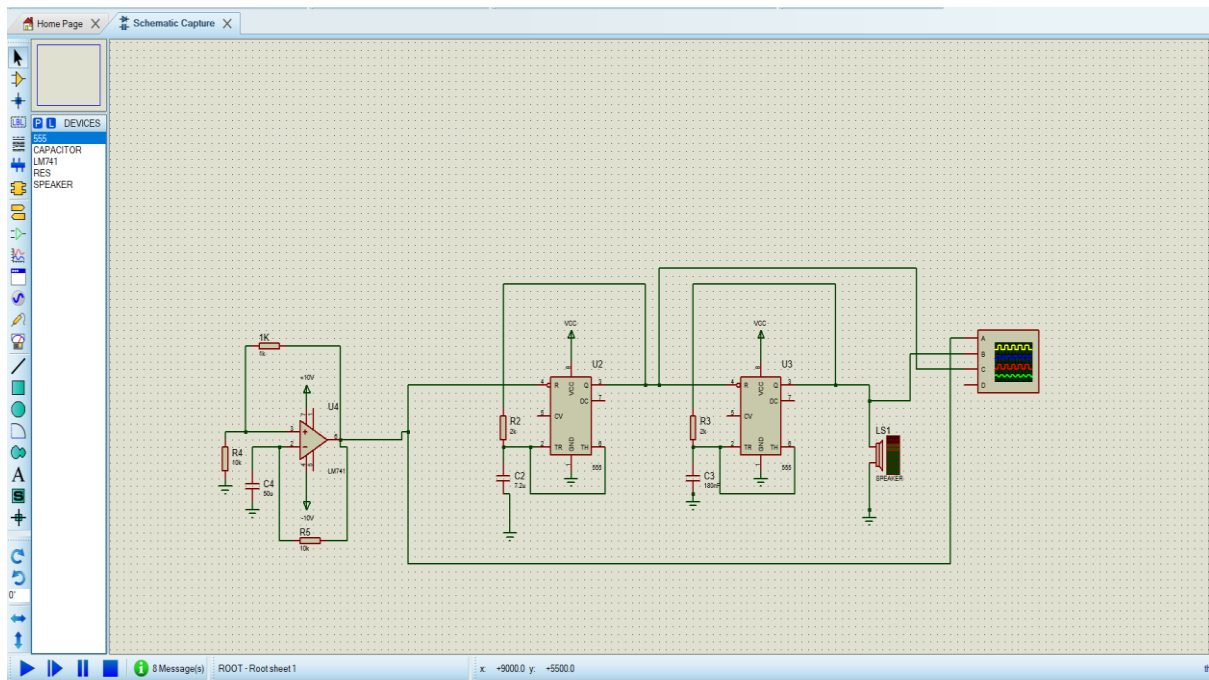
In aceasta captura de ecran apar cele 3 semnale, asa cum acestea oscileaza, pe parcurs.





Acum, in final, se poate observa mult mai bine oscilatia individuala a fiecarui generator. Rezultatul este cel dorit.

Circuit implementat in Proteus:



In esenta, circuitul este acelasi, cu mentiunea ca in Proteus putem obtine semnal audio, spre deosebire de LTspice.

BIBLIOGRAFIE

- http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/21_Temporizator555.pdf
- <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home/ceneratoare-si-multivibratoare/6-timer-555>
- https://www.electronics-tutorials.ws/sequential/seq_3.html
- <https://www.electronics-tutorials.ws/opamp/op-amp-multivibrator.html>
- Curs SCIA- Circuite Neliniare
- <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home/amplificatoare-operationale/10-multivibrator-amp-op>
- <https://www.instructables.com/Timer-555-Cricket-Chirping/>
- <https://thdcelectrical.files.wordpress.com/2014/11/timer555.pdf>