
PROIECTAREA UNUI INSTRUMENT AUDIO ELECTRONIC REALIZAT CU CIRCUITE INTEGRATE 555

AUTOR: ILIE OCTAVIAN

Rezumat:

În această lucrare se prezintă proiectarea și realizarea unui instrument audio realizat cu circuite integrate 555 și un amplificator operațional LM471. Funcționarea consta în generarea unui semnal cu formă, amplitudine și modulație reglabilă prin intermediul a 5 potențiometre de 50k ohmi. Proiectarea este realizată în programul Sprint Layout 6 în care a fost creat cablajul pe care vor fi lipite componentele.

1. Introducere

Acest montaj electronic analogic este un sintetizator monofonic alcătuit dintr-un generator de semnal cu proprietăți de modulare a frecvenței, amplitudinii și forme de undă prin intermediul potențioamelor rotative. Aceste instrumente au fost folosite frecvent începând din anii 60 în genurile de muzică Ragga și Dub, de aici primind numele de Dub Siren. Mai târziu au redevenit populare în anii 97-99 în UK, perioade în care s-a început mixarea experimentală a diferitelor genuri de muzică cu scopul de a crea noi genuri muzicale. Deoarece componentele responsabile pentru generarea sunetului sunt analogice, nu există 2 instrumente care să sune identic. Montajul este compus din 2 circuite integrate 555 și un circuit de tip integrat amplificator operațional LM471 împreună cu componentele care alcătuiesc configurația. Alimentarea se face de la orice sursă de curent continuu cu tensiune cuprinsă între 7 și 12 volți, având stabilizator de tensiune la 9V și anume un circuit integrat 7809 cu 3 pini. Se poate alimenta și de la baterii având un consum de 3-5W.

2. Componente

În lucrare se vor prezenta componentele care vor fi folosite în realizarea montajului generatorului de semnal.

2.1 Circuit integrat NE 555

Circuitul integrat NE 555 (LM 555) este un temporizator universal, care poate fi utilizat și ca generator. Poate fi folosit ca oscilator sau cu rol de element flip-flop (circuit basculant astabil). Este cel mai popular circuit integrat estimat la un miliard de bucăți fabricate pe an. Când i se aplică un semnal acesta produce un puls a cărui durată este determinată de timpul necesar încărcării și descărcării condensatorului conectat la bornele integratului [5]. Este integrat în capsula dual in-line package (DIP-8), integratul NE 555 este utilizabil în intervalul de temperatură 0 °C - +70 °C, iar integratul SE 555 a fost fabricat să funcționeze în intervalul -55 °C - +125 °C [6].

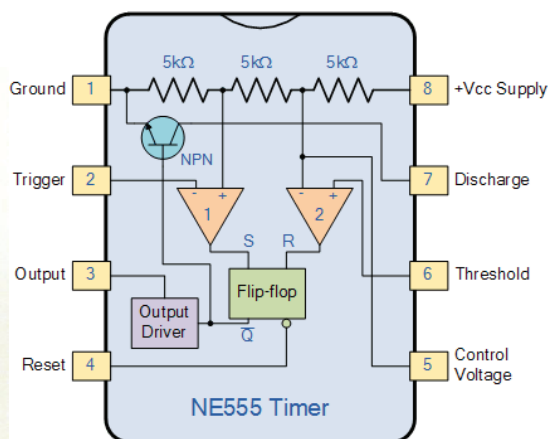
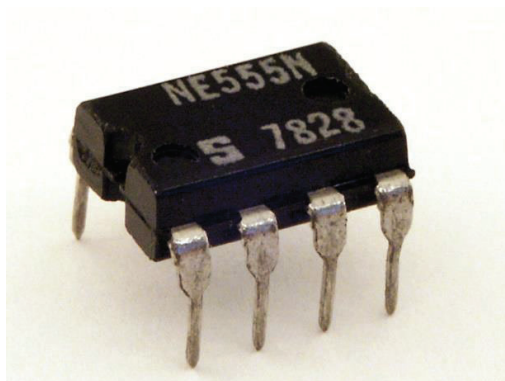


Figura 1. Circuit integrat NE555 și schema internă

În funcție de configurația aleasă circuitul integrat NE555 (fig.1) poate fi folosit ca:

- Astabil: operând ca și oscilator, poate fi utilizat la alarme de securitate, ceasuri, generator de ton, conversie de semnal analog.
- Monostabil: funcționând precum un generator de puls, poate fi utilizat la aplicații precum detecție de pulsuri lipsă, comutator, divizor de frecvență, măsurători de capacitate, semnale PWM, etc.
- Bistabil: cu funcție flip-flop, dacă nu există un condensator la pinul 7 va avea rol de comparator, această aplicație se numește poartă trigger Schmitt [7].

Modificând valoarea condensatorului C1 din figura 2 se reglează frecvența la care comută circuitul integrat [8].

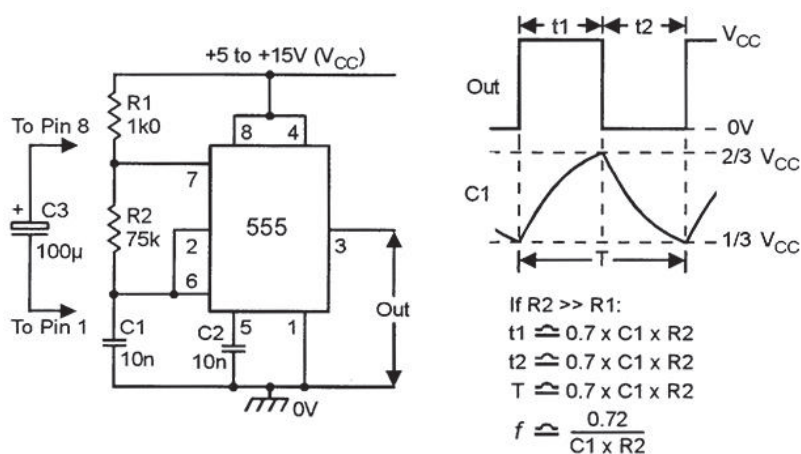
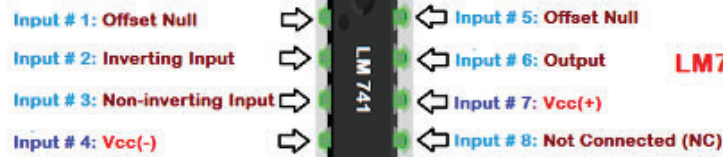


Figura 2. Ansamblul și funcționarea circuitului integrat NE555

2.2 Circuit integrat LM741

Un amplificator operațional este un amplificator cuplat în curent continuu care amplifică puternic tensiuni aplicate diferențial la două intrări și are uzual o singură ieșire. Este alimentat de la 2 tensiuni, negativă și pozitivă. Intrarea inversoare este notată cu semnul (-) iar cea ne inversoare cu semnul (+). Aceste semne nu au nici o legătură cu polaritatea tensiunilor individuale, u_+ și u_- , care se pot aplica pe aceste terminale, deoarece ambele semnale pot fi, în raport cu masa, atât pozitive cât și negative. Aceste semne au în schimb legătură cu relația de fază dintre semnalele de intrare și cel de ieșire. Astfel, dacă intrarea ne inversoare se leagă la masă iar pe intrarea inversoare se aplică un semnal cu variație crescătoare, la ieșire se obține un semnal cu variație descrescătoare.

LM 741 Pinout



LM741 Animation

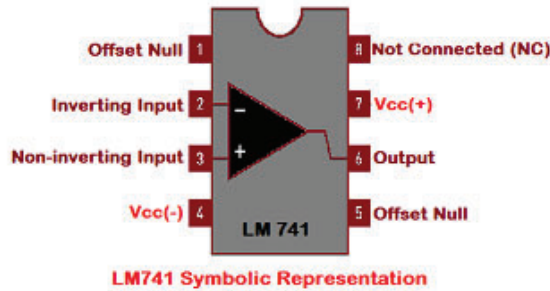


Figura 3. Schema generică a unui amplificator operațional

Circuitul integrat a fost proiectat în anul 1960 de către David Fullgar la Fairchild Semiconductors după modelul circuitului integrat LM301 a lui Bob Widlar. Ținând cont de arhitectura sa (detaliată în figura 4) se poate folosi în 3 modalități și anume: amplificator diferențiat, amplificator de tensiune și amplificator de ieșire.

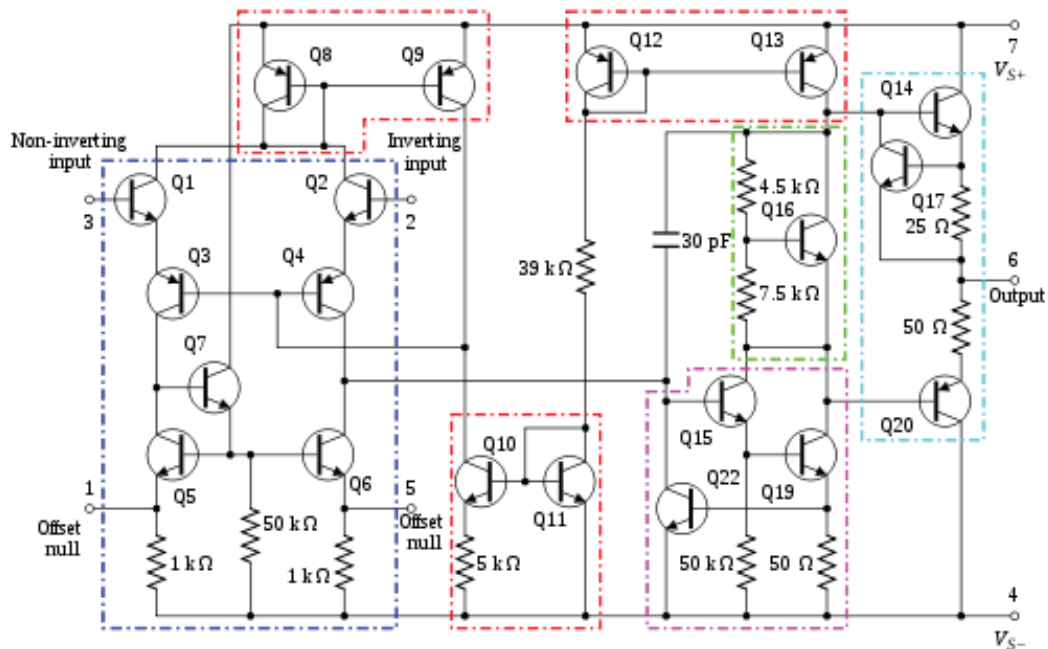


Figura 4. Schemă la nivel de componente a etajelor amplificatorului operațional 741

Este folosit la diverse aplicații precum: comparatoare, amplificatoare, sumatoare, integratoare, diferențiatoare, filtre active, și multe altele. Dispune de protecție la suprasarcină atât la ieșire cât și la intrare. Este fabricat în capsulă cu 8 pini din metal TO-99, CDIP (Ceramic Dual In-line Package) și PDIP (Plastic Dual In-line Package). Este funcțional la temperaturi de 55°C până la +125°C totuși funcționarea lui este garantată în intervalul 0°C până la +70°C. [11]

Pentru tensiuni de alimentare mai mici de ± 15 V, tensiunea de intrare maximă este egală cu tensiunea de alimentare.

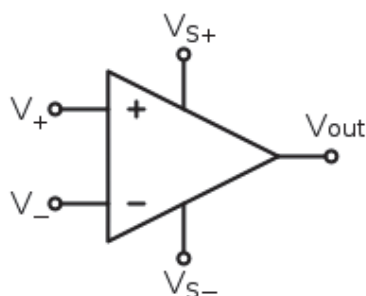


Figura 5. Schema de principiu a unui amplificator operațional

V+: intrare
V-: intrare inversata
Vout: ieșire
VS+: alimentare pozitiva
VS-: alimentare negativa

2.3 Componente pasive

La realizarea montajului sunt necesare rezistențe și condensatoare (fig.6) pentru configurația integratelor NE 555 și pentru alcătuirea filtrului care generează semnalul. Se folosește un potențiomtru cu valoare de 50 k Ω pentru reglarea amplitudinii la fiecare din cele 2 integrate. Aceste componente sunt ușor accesibile atât la magazine precum și din recuperarea dispozitivelor vechi ori defecte.

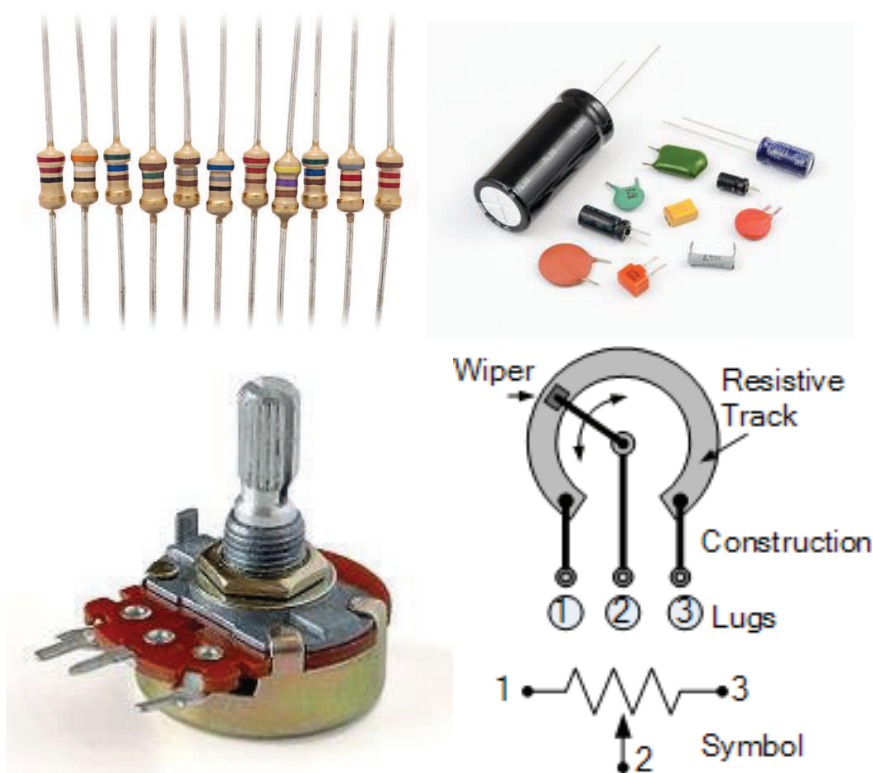


Figura 6. Componente electronice, rezistențe, condensatoare și potențiometre

3. Software

Schema circuitului și montajul au fost realizate în software-ul Sprint-Layout 6, este un software pentru proiectarea și tipărirea PCB-ului. Dispune de o librărie cu componentele de bază.

Pentru început se deschide programul, după care din meniul „New” se alege „Create Circuit”, acesta va deschide o filă pe care se poate lucra cu componente. Pentru adăugarea componentelor diagrame în circuit se dă click pe tab-ul „Macros” unde vor fi afișate toate componentele din librăria programului. Din librărie se vor muta componentele cu ajutorul mouse-ului în spațiul de lucru.

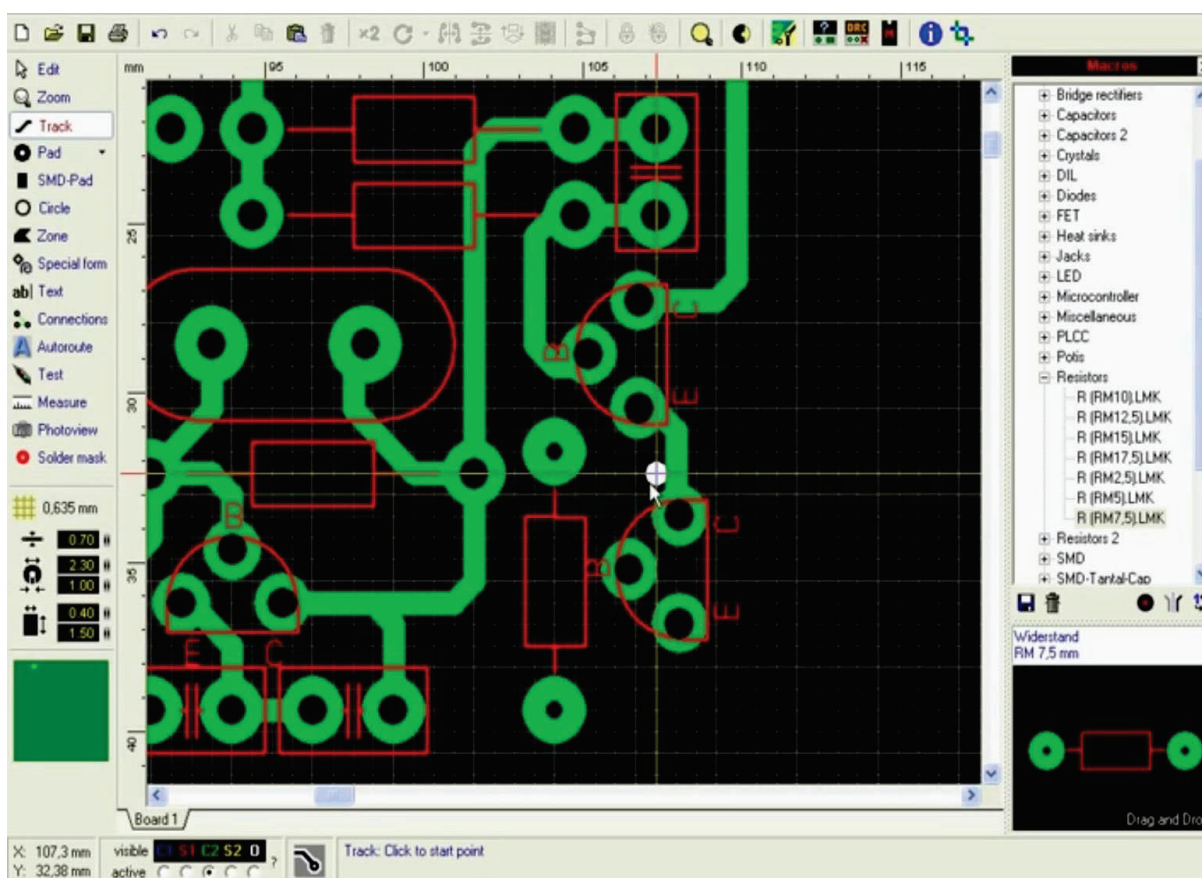


Figura 7. Programul Sprint-Layout 6

Componentele din spațiul de lucru se pot aranja într-un mod ușor de interpretat după care se pot interconecta între ele folosind butonul „Track”. Dacă totul este conectat corespunzător putem face o simulare a circuitului folosind butonul „Test”, acesta va semnala dacă nu există greșeli de legătură cum ar fi scurt circuit sau trasee incomplete. După ce am stabilit că diagrama este conectată corespunzător putem apela funcția de generare a cablajului apăsând pe butonul „Print” [10].

Poate exporta cablajul final în format BMP, JPG, GIF, EMF, și de asemenea suportă formate Gerber, Excellon, și HPGL.

Dispune de un sistem de auto trasare a componentelor, dar funcționând doar după reguli de bază este recomandat să facem mici modificări asupra circuitului generat în funcție de preferințe. După finalizarea cablajului rămâne să printăm pe o foaie fotografică modelul final folosind. Versiunea demo a programului nu dispune de opțiunea de printare.

În circuitul se pot lega componente cu date de intrare cum sunt: senzori optici, senzori termici, comutatoare mecanice, potențiometre analogice sau digitale dar și componente de ieșire cum sunt motoarele pas cu pas, ecranele cu segmente, relee sau solenoidale.

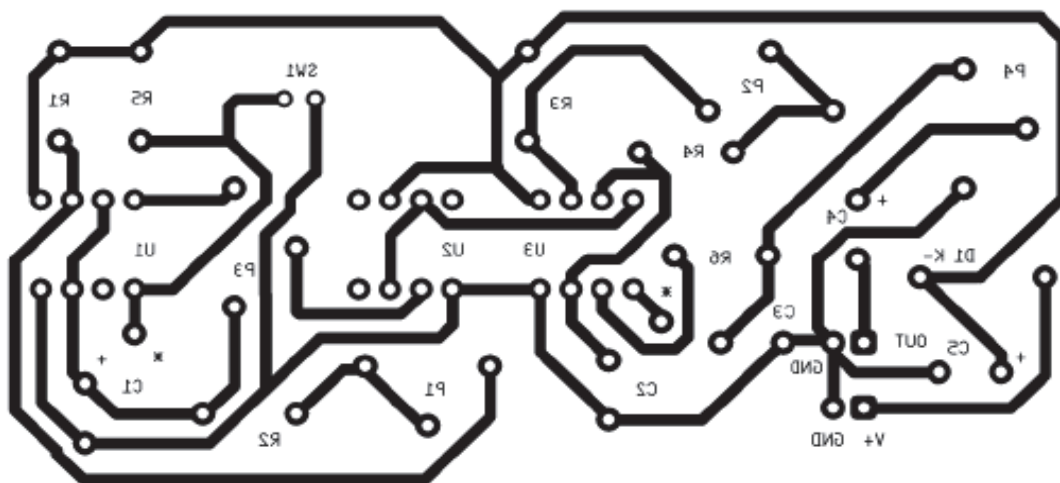


Figura 9. Cablajul printabil realizat în Sprint Layout

În figura 10 sunt prezentate posibilitățile formelor de undă și a proprietăților care pot fi aplicate semnalului prin intermediul potențiometrelor. Se alege caracteristica semnalului care poate varia de la semnal dreptunghiular, la exponențial coborât, la triunghiular, după care la exponențial crescător ultimul fiind semnal sinusoidal. Activarea sau mai precis generarea semnalului sonor se face de la butonul „Push” pe perioada apăsării sau de la comutatorul „switch” care va menține permanent sunetul pe tot parcursul intervalului în care se află pe poziția „On”. Pentru anvelopa de „LFO” (Low Frequency Oscillator) există un comutator care activează al doilea oscilator, ale căror proprietăți se pot controla din potențiometru într-o plajă de aproximativ 5-17Hz. Folosind potențiometrul „Time” se poate obține o variație a oscilației pentru crearea efectului de întârziere. Pentru reglarea amplitudinii respectiv a intensității sunetului se folosește potențiometrul de „Volum”. Potențiometrul „Pitch” reglează „înălțimea” tonalității de la tonalități joase (Low) până la înalte (Hi).

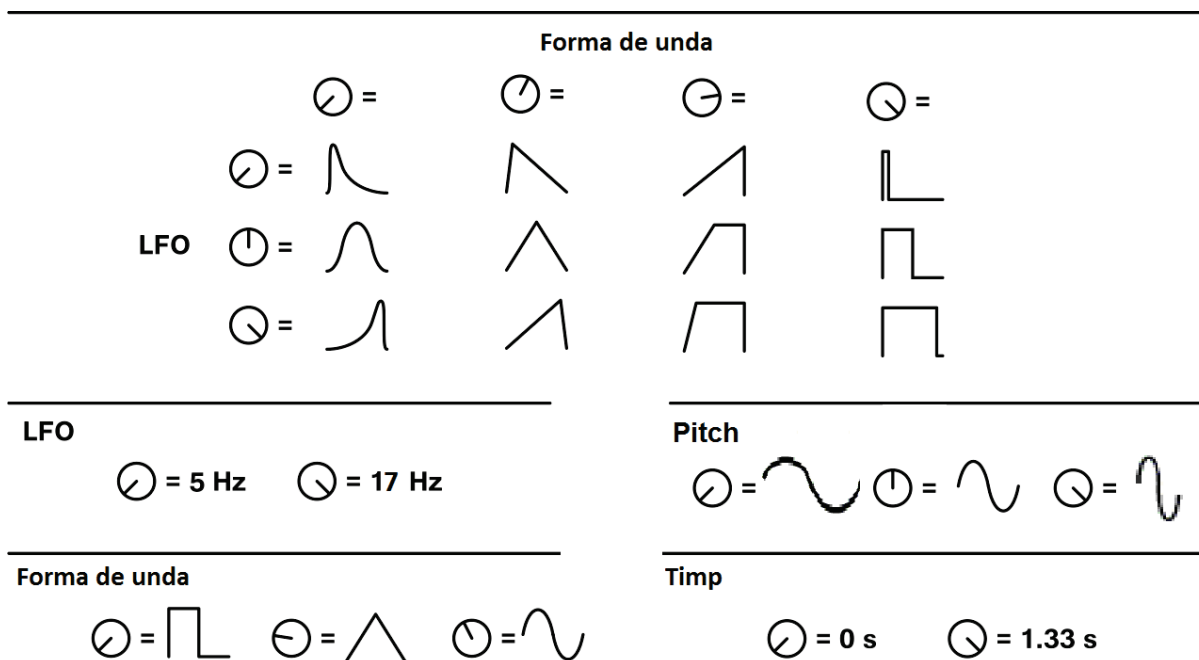


Figura 10. Posibilitățile de generare și modulare a semnalului analog

5. Rezultate și concluzii

În lucrare s-a prezentat proiectarea și realizarea unui instrument audio pentru efecte sonore cu frecvență și amplitudine reglabilă. S-a constatat calitatea semnalului audio, fiind redat fără interferențe sau anomalii. Acest montaj reprezintă o soluție simplă, ieftin de realizat, ușor de construit având o dimensiune mică ceea ce îl face foarte accesibil și portabil la concerte sau în studiouri de producție.

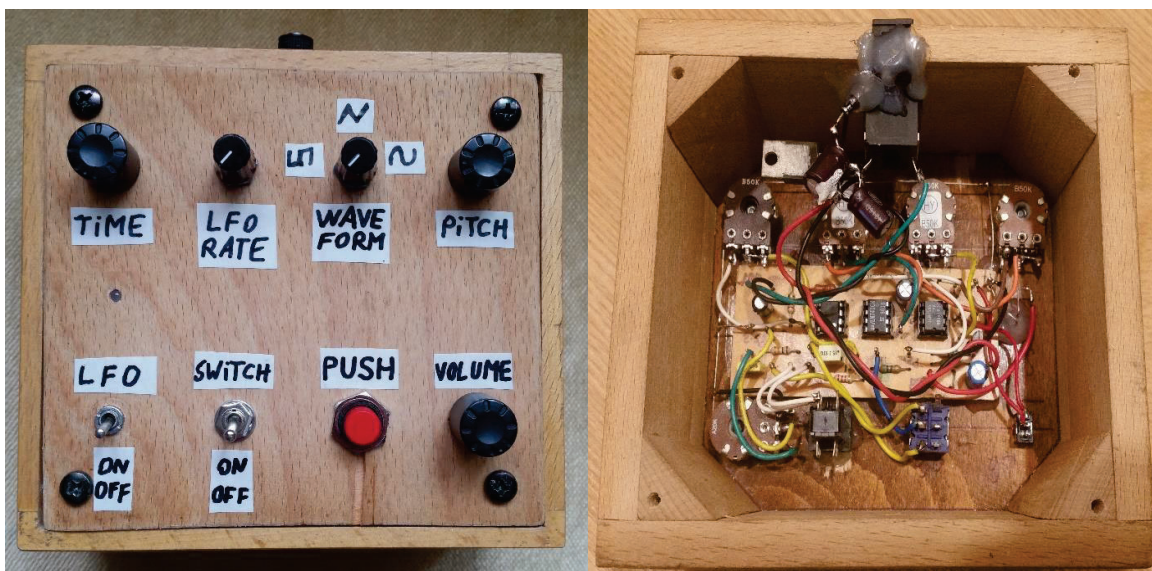


Figura 11. Instrumentul electronic, exterior și interior

Bibliografie

- [1] ***, Tektronix Service Manual, Signal Generator Fundamentals, 2008
- [2] D. Pengra, The Oscilloscope and the Function Generator, 2007;
- [3] Don Peterson, Function and Arbitrary Waveform Generator, Precision Guide;
- [4] Kenneth Young, Generating Common Waveforms Using LM555, Operational Amplifiers, and Transistors,, 2012;
- [5] I. Charles Ume, The 555 Timer and its Application, revise by Ali Alsaibie, Georgia Institute of Technology, 2004;
- [6] ***, Custom Silicon Solutions – Application circuit manual, 2009;
- [7] Fabian Winkler, 555 Holiday Fun – workshop;
- [8] Colin Mitchael, 50 555 Circuits, Colin Mitchell, 2017;
- [9] V Ryan, Circuit Wizard – Various views of circuits, , 2010;
- [10] ***, Sprint Layout User Manual, English.
- [11] ***, LM471 Datasheet