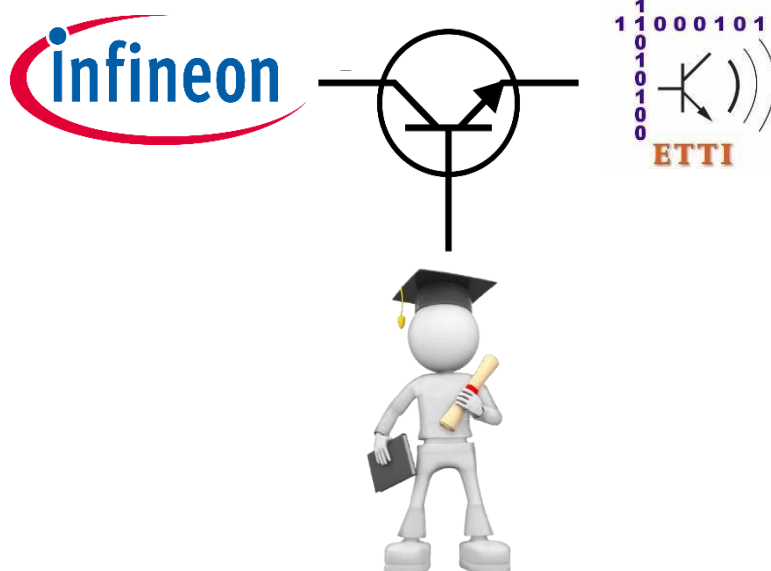


Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Facultatea E.T.T.I.
Anul universitar 2023-2024

Proiect 1

Proiectarea și realizarea unui generator de semnal de joasă frecvență



Coordonator științific:
Prof. dr. ing. Dragoș Dobrescu

Enache Silviu-Marian
grupa 434 B

Cuprins

1.Introducere	3
2.Date inițiale de proiectare	4
2.1 Descrierea temei	4
2.2 Schema bloc a montajului electric	4
3. Conținutul tehnic al proiectului	6
3.1 Schema electronică a montajului electric	6
3.2 Simularea generatorului de semnal de joasă frecvență	6
3.3 Punctul static de funcționare	7
3.4 Simularea generatorului la setarea potențioimetrelor	9
4. Bill of materials	11
5. Asamblare	15
5.1 Plan de perfo-board	15
5.2 Mod de realizare	15
6. Bibliografie	18

1. Introducere

Generatoarele de semnal sunt dispozitive electronice folosite în laboratoarele de măsurări electronice pentru a genera surse de tensiune variabile în timp, cu forme de undă, frecvențe și nivele reglabile. Termenul "generator de semnal" derivă din accentul pus pe calitatea formei de undă a semnalului de curent alternativ, mai degrabă decât pe randamentul conversiei energetice.

Un **generator de semnal de joasă frecvență** este un dispozitiv electronic care produce unde sinusoidale, dreptunghiulare și triunghiulare la frecvențe mai reduse, în general până la 1 MHz. Acesta găsește aplicații în testarea echipamentelor audio, experimente școlare și producția de semnale de testare.

Generatorul de semnal sinusoidal generează unde sinusoidale, utile în teste audio și alte aplicații unde se cere un semnal neted și armonios.

Generatorul de semnal dreptunghiular furnizează unde dreptunghiulare, folosite în testarea răspunsului la impuls în electronica digitală.

Generatorul de semnal triunghiular produce unde triunghiulare cu o variație liniară între nivelele minime și maxime, fiind utilizat în industrie și diverse aplicații.

Astfel, generatoarele de semnal sunt esențiale în crearea și manipularea semnalelor electronice, facilitând testarea și dezvoltarea echipamentelor electronice, iar în cadrul acestui proiect, ne propunem să generăm atât un semnal sinusoidal, cât și unul dreptunghiular și triunghiular la frecvență joasă.

2. Date inițiale de proiectare

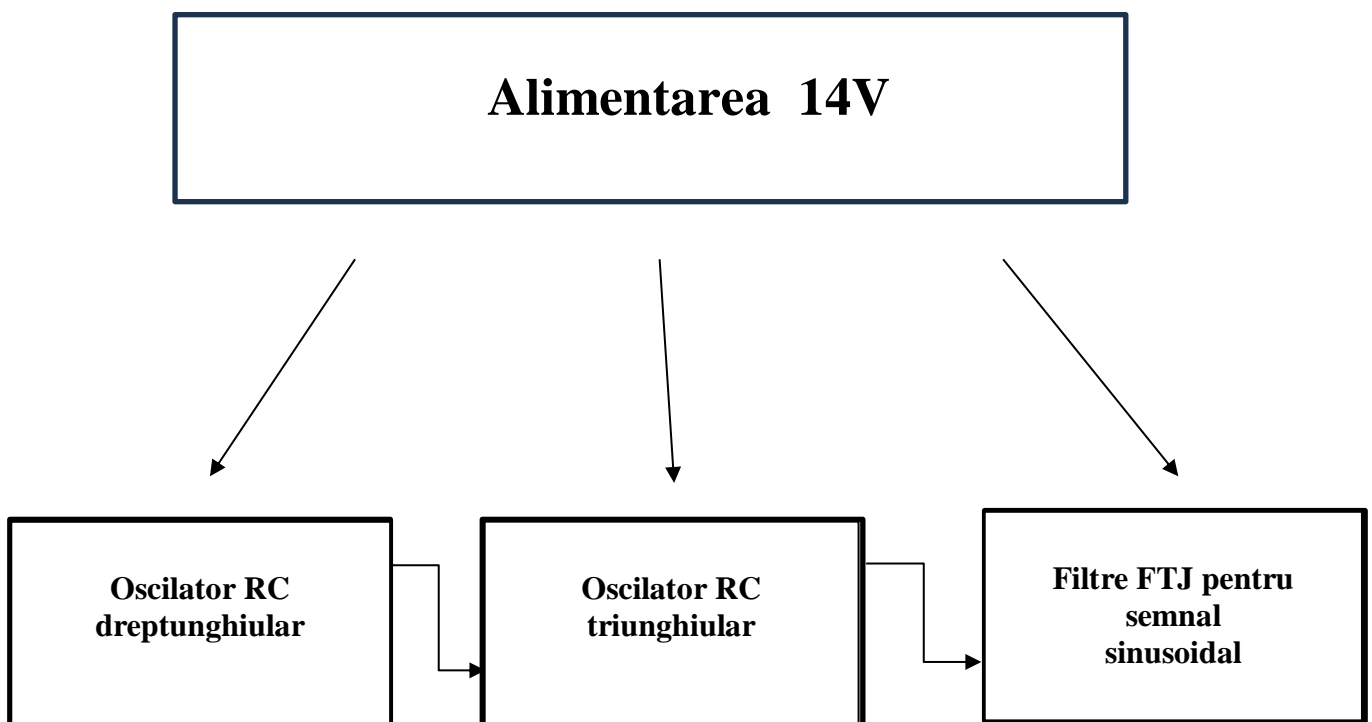
2.1 Descrierea temei

Numărul de proiect este $N=5$.

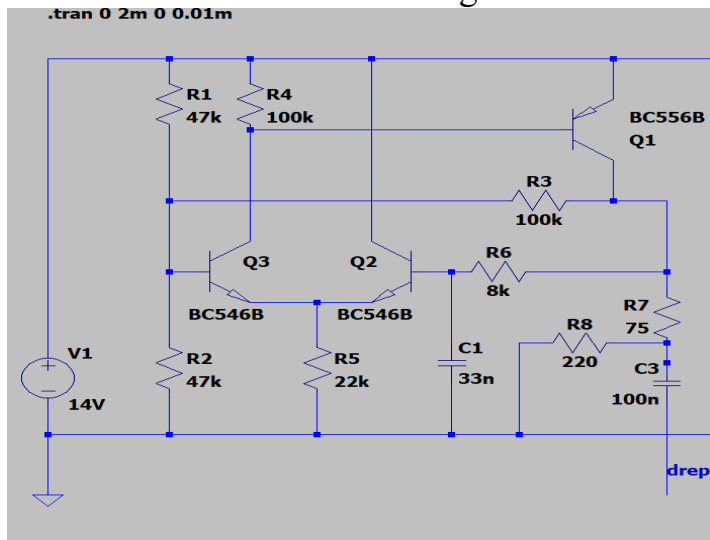
Să se proiecteze și să se realizeze practic un **generator de semnal de joasă frecvență** având următoarele caracteristici:

- ◆ Tensiunea de alimentare: 14 V;
- ◆ Impedanța de sarcină pur rezistivă având valoarea $1\text{ k}\Omega$;
- ◆ Forma de undă: dreptunghiulară, triunghiulară și sinusoidală;
- ◆ Frecvență reglabilă: $f_{\min} = 250\text{ Hz}$; $f_{\max} = 10\text{ kHz}$;
- ◆ Amplitudinea semnalului reglabilă 10 mV - 5 V ;
- ◆ Se va utiliza minimum o sursă de curent constant pentru polarizarea tranzistoarelor ce amplifică;

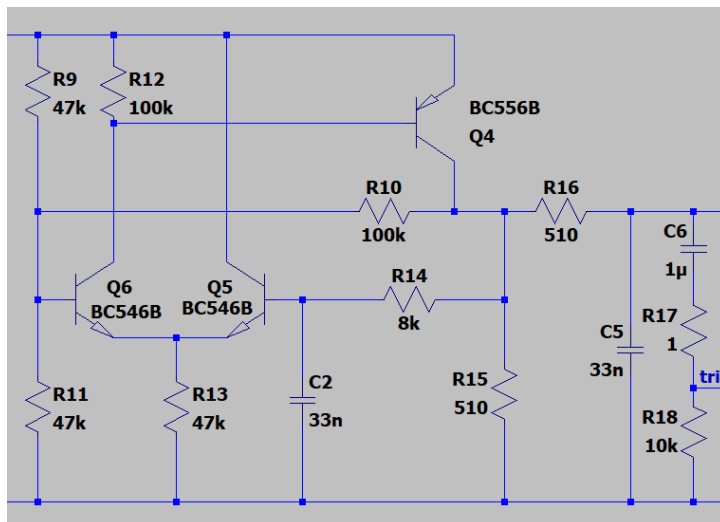
2.2 Schema bloc a montajului electric



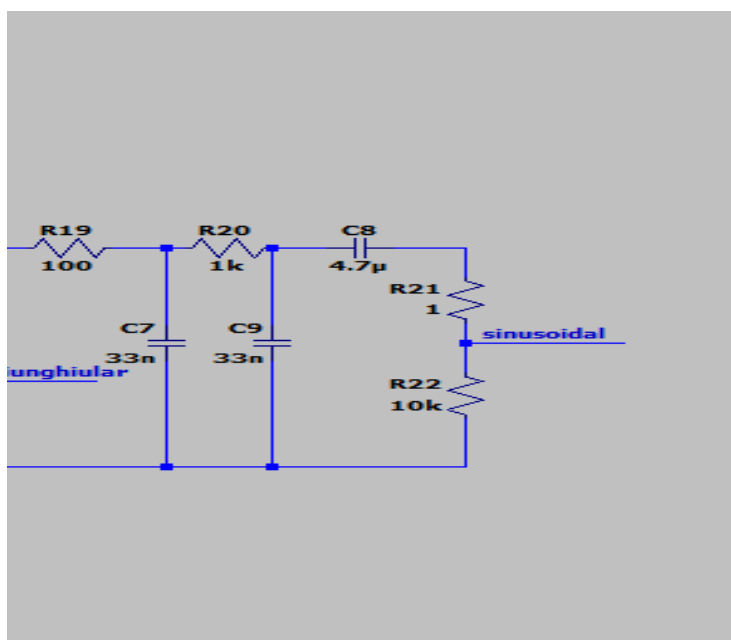
În schema de mai sus se disting următoarele blocuri :



- **Oscilator RC dreptunghiular** ce are drept rol prelucrarea semnalelor de la intrare și realizarea unui semnal dreptunghiular, alcătuit din rezistoarele R1, R2, R3, R4, R5, R8, potențiometrele R6, R7, condensatoarele C1, C3, etajul diferențial Q3, Q2 și amplificatorul Q1;



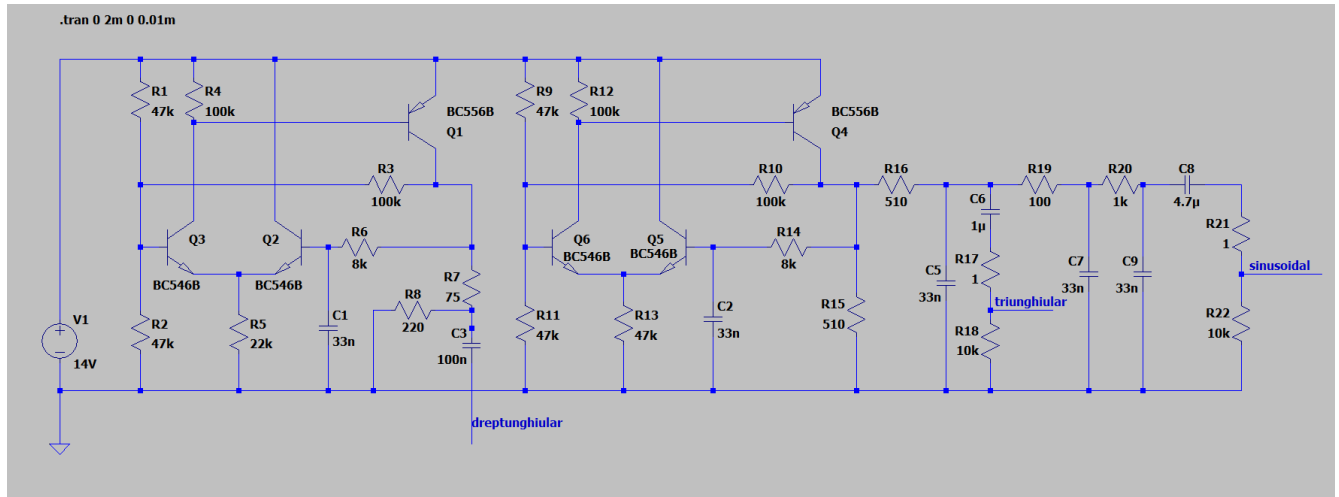
- **Oscilator RC triunghiular** ce are drept rol prelucrarea semnalelor de la intrare și realizarea unui semnal triunghiular, alcătuit din rezistoarele R9, R11, R13, R10, R15, R16, R18, potențiometrele R14, R17, condensatoarele C2, C5, C9, etajul diferențial Q5, Q6 și amplificatorul Q4;



- **Filtre FTJ** ce au ca rol prelucrarea semnalului de la ieșirea oscilatorului triunghiular într-un semnal sinusoidal, acestea sunt formate din rezistoarele R19, R20, R22, potențiometrul R21 și condensatoarele C7, C8, C9;

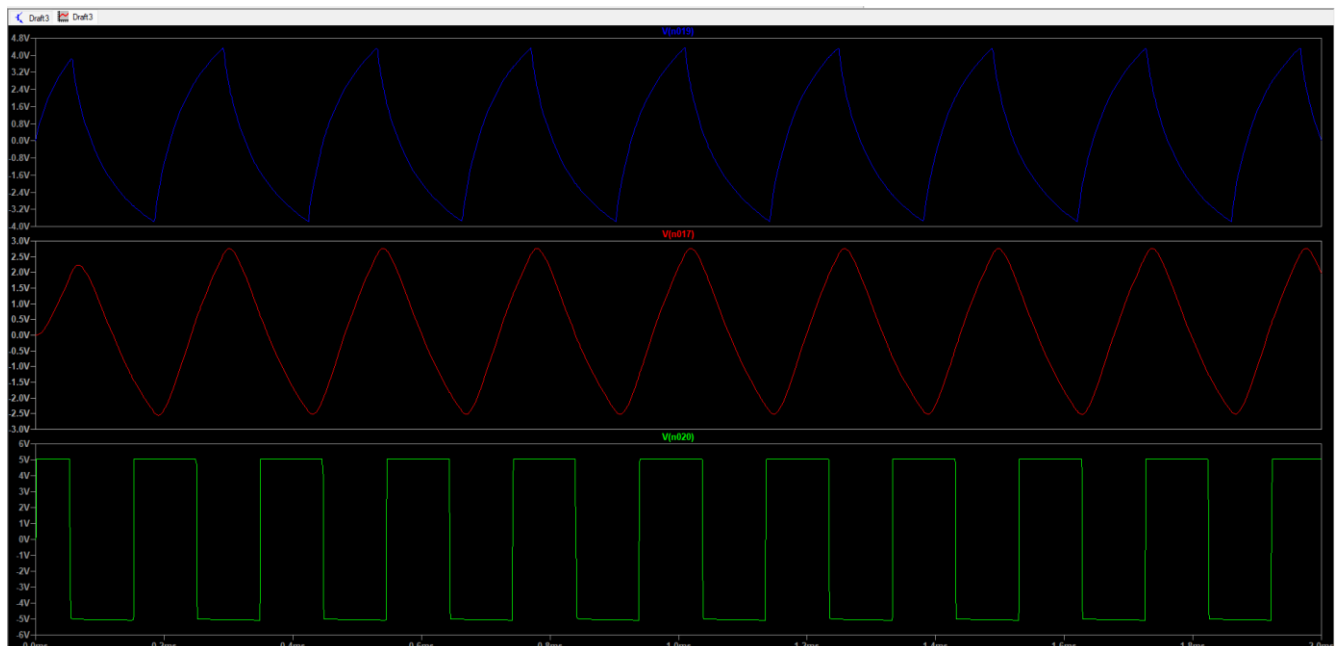
3. Conținutul tehnic al proiectului

3.1 Schema electronică a montajului electric



Observație: Se vor înlocui rezistoarele R6 și R7 cu potențiometre pentru implementarea pe plăcuță.

3.2 Simularea generatorului de semnal de joasă frecvență



3.3 Punctul static de funcționare

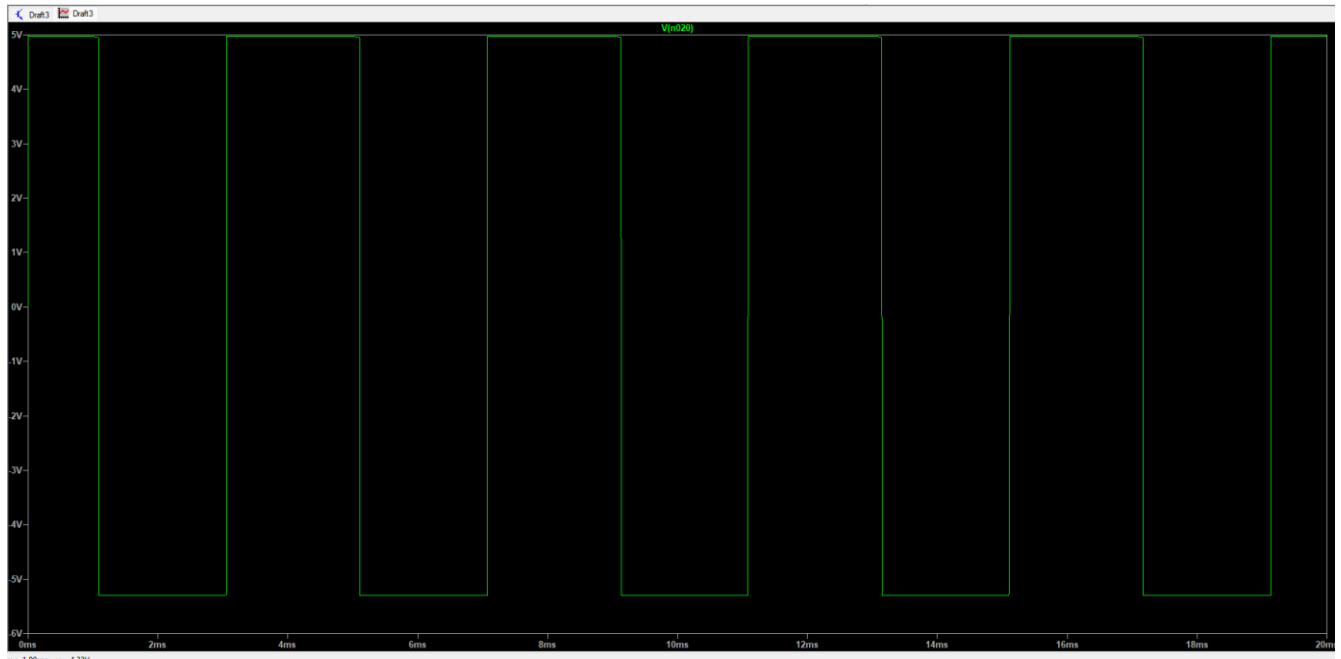
--- Operating Point ---

V(n001):	14	voltage
V(n004):	7.00206	voltage
V(n005):	7.03506	voltage
V(n002):	13.2779	voltage
V(n012):	7.02955	voltage
V(n015):	6.43384	voltage
V(n018):	5.24648	voltage
V(n020):	5.24648e-07	voltage
V(n006):	7.002	voltage
V(n007):	7.02444	voltage
V(n003):	13.3007	voltage
V(n013):	7.02205	voltage
V(n016):	6.44828	voltage
V(n008):	7.02444	voltage
V(n014):	7.02515e-14	voltage
V(n019):	7.02444e-14	voltage
V(n009):	7.02444	voltage
V(n010):	7.02444	voltage
V(n011):	3.30182e-13	voltage
V(n017):	3.30149e-13	voltage
Ic(Q1):	-0.0238487	device_current
Ib(Q1):	-6.7794e-05	device_current
Ie(Q1):	0.0239165	device_current
Ic(Q4):	-0.0137739	device_current
Ib(Q4):	-3.60458e-05	device_current
Ie(Q4):	0.01381	device_current
Ic(Q2):	0.000216501	device_current
Ib(Q2):	6.88538e-07	device_current
Ie(Q2):	-0.00021719	device_current
Ic(Q3):	7.50152e-05	device_current
Ib(Q3):	2.42217e-07	device_current
Ie(Q3):	-7.52574e-05	device_current

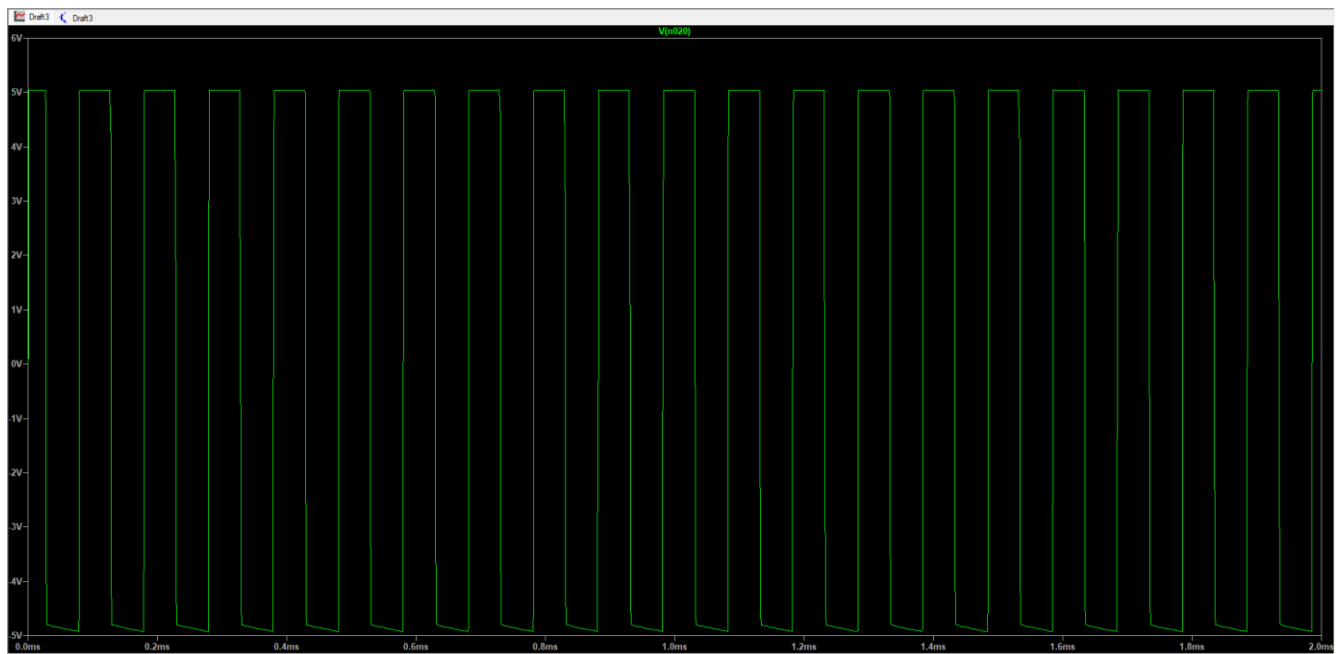
Ic(Q5):	9.37201e-05	device_current
Ib(Q5):	2.99137e-07	device_current
Ie(Q5):	-9.40193e-05	device_current
Ic(Q6):	4.30386e-05	device_current
Ib(Q6):	1.39487e-07	device_current
Ie(Q6):	-4.31781e-05	device_current
I(C1):	2.31975e-19	device_current
I(C3):	-5.24648e-19	device_current
I(C2):	2.31728e-19	device_current
I(C5):	-2.31807e-19	device_current
I(C6):	-7.02444e-18	device_current
I(C7):	-2.31807e-19	device_current
I(C8):	3.30149e-17	device_current
I(C9):	-2.31807e-19	device_current
I(R1):	0.000148892	device_current
I(R3):	3.29938e-07	device_current
I(R2):	0.00014898	device_current
I(R4):	7.22111e-06	device_current
I(R5):	0.000292447	device_current
I(R6):	6.88538e-07	device_current
I(R7):	-0.0238476	device_current
I(R8):	0.0238476	device_current
I(R9):	0.000148894	device_current
I(R10):	2.24467e-07	device_current
I(R11):	0.000148979	device_current
I(R12):	6.99275e-06	device_current
I(R13):	0.000137197	device_current
I(R14):	2.99137e-07	device_current
I(R15):	-0.0137734	device_current
I(R16):	-4.87627e-17	device_current
I(R17):	-7.02444e-18	device_current
I(R18):	-7.02444e-18	device_current
I(R19):	-3.55271e-17	device_current
I(R20):	-3.37508e-17	device_current
I(R21):	-3.30149e-17	device_current
I(R22):	-3.30149e-17	device_current
I(V1):	-0.0383487	device_current

3.4 Simularea generatorului la setarea potențimetrelor

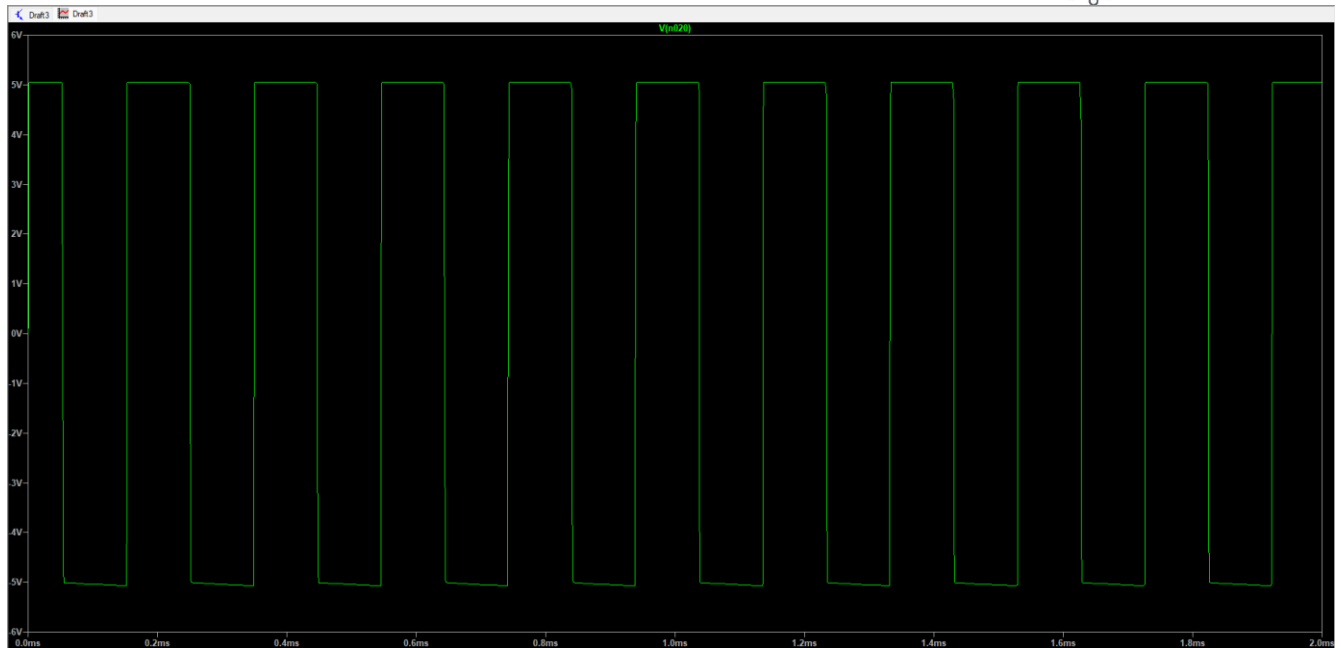
- Setarea potențimetrului R6 pentru a avea frecvența minimă 250Hz



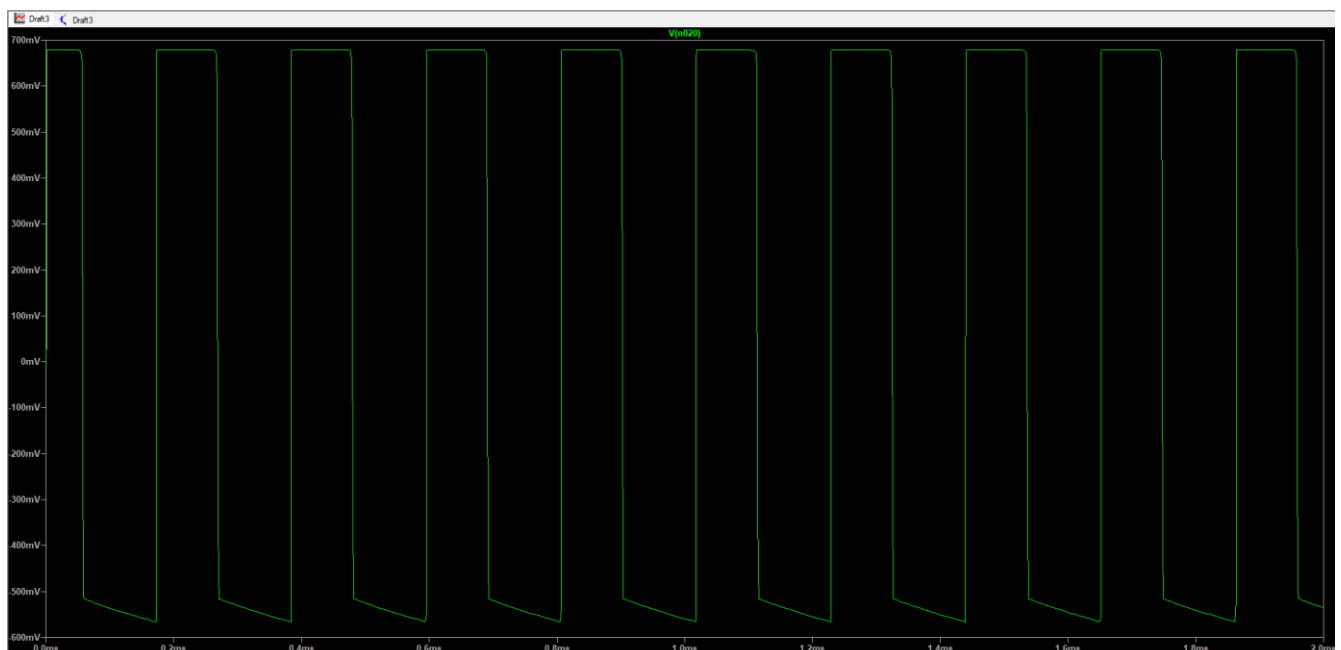
- Setarea potențimetrului R6 pentru a avea frecvența maximă 10kHz



- Setarea potențimetrului R7 pentru a avea amplitudine 5V



- **Setarea potențiometrului R7 pentru a avea amplitudine 10mV**



Din cauza limitărilor date de numărul mic de componente disponibile cu valori fixe și pentru a evita atenuările, nu putem obține o amplitudine minimă fără să afectăm semnificativ calitatea. La amplitudinea actuală de aproximativ 700mV, semnalul arată bine, dar dacă încercăm să o scădem, astfel dacă vom continua să scădem, intensitatea semnalului va fi redusă semnificativ, iar forma de undă va fi mai puțin distinsă, astfel calitatea semnalului se va degrada și vor apărea diferite distorsiuni.

4. Bill of materials

Bill of Materials

Componente THD disponibile pentru realizarea proiectului P1 - tehnologie THT/Perfo-board - AU 2023-2024

Nr. Crt.	Nume	Catalog	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Descriere	Distribuitor	Cantitate
1	22nF	(LINK)	CCK-22N	CCK-22N	SR PASSIVES	condensator	Condensator: ceramic; 22nF; 100V; Y5V; - 20÷+80%; THT; 5mm	TME România	5
2	100nF	(LINK)	CCK-100N	CCK-100N	SR PASSIVES	condensator	Condensator: ceramic; 100nF; 100V; Y5V; - 20÷+80%; THT; 5mm	TME România	1
3	4.7uF	(LINK)	SS1H475M04007PA18P	SS1H475M04007PA18P	SAMWHA	condensator	Condensator: electrolitic; THT; 4,7uF; 50VDC; Ø4x7mm; Raster: 1,5mm	TME România	1
4	1uF	(LINK)	CM-1U-Y5V	CM-1U-Y5V	SR PASSIVES	condensator	Condensator: ceramic; MLCC, monolithic; 1uF; 50V; Y5V; - 80÷+22%; THT	TME România	1

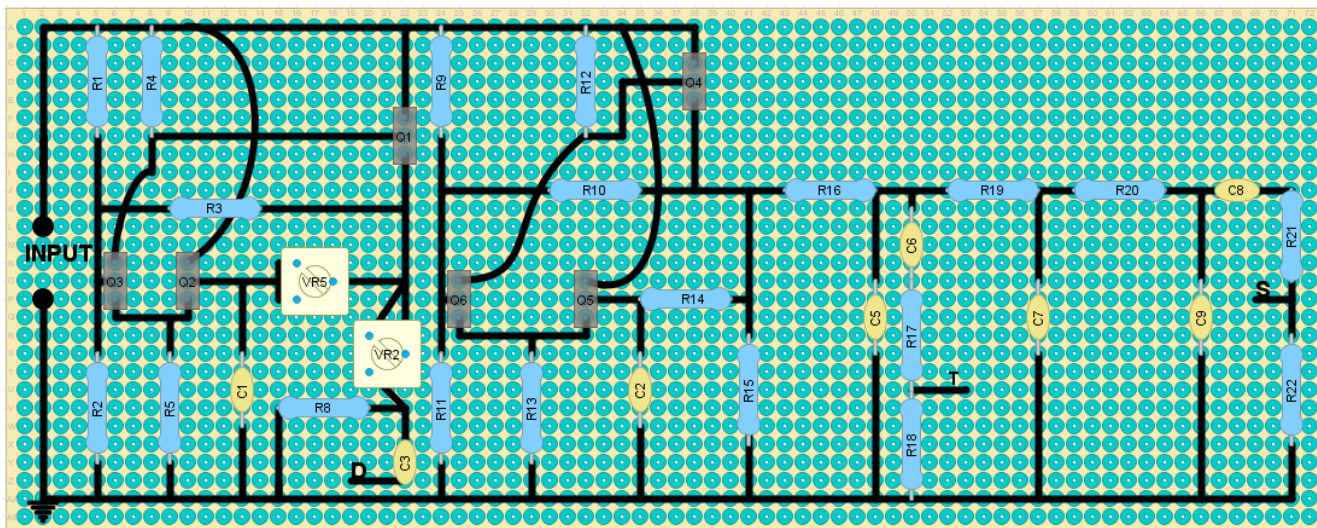
5	PNP	(LINK)	BC556BBK-DIO	BC556BBK	DIOTEC SEMICONDUCTOR	tranzistor bipolar	Tranzistor: PNP; bipolar; 65V; 100mA; 500mW; TO92	TME România	4
6	NPN	(LINK)	BC546BBK-DIO	BC546BBK	DIOTEC SEMICONDUCTOR	tranzistor bipolar	Tranzistor: NPN; bipolar; 65V; 100mA; 500mW; TO92	TME România	2
7	47k	(LINK)	THT; 47kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-47K	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 47kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	5
8	100k	(LINK)	THT; 100kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-100K	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 100kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	4
9	22k	(LINK)	THT; 22kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-22K	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 22kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	1

10	8.2k	(LINK)	THT; 8,2kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-8K2	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 8,2kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	1
11	10k	(LINK)	T75R-10K	T75R-10K	SR PASSIVES	potențiomtru	Potențiomtru: de montare; singură tură, orizontal; 10kΩ; 250mW	TME România	1
12	100ohm	(LINK)	3319P-1-101	3319P-1-101	BOURNS	potențiomtru	Potențiomtru: de montare; singură tură, orizontal; 100Ω; 200mW	TME România	1
13	220	(LINK)	THT; 220Ω; 0,25W; ±5%	CF1/4W-220R	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 220Ω; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	1
14	510	(LINK)	THT; 510Ω; 0,25W; ±5%	CF1/4W-510R	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 510Ω; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axia	TME România	2

15	1	(LINK)	THT; 1Ω; 0,25W; ±5%	CF1/4W-1R	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 1Ω; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	2
16	1k	(LINK)	THT; 1kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-1K	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 1kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	1
17	100	(LINK)	THT; 100Ω; 0,25W; ±5%	CF1/4W-100R	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 100Ω; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	1
18	10k	(LINK)	THT; 10kΩ; 0,25W; ±5%	CF1/4W-10K	SR PASSIVES	rezistor	Rezistor: de carbon; THT; 10kΩ; 0,25W; ±5%; Ø2,3x6mm; Term: axial	TME România	2

5. Asamblare

5.1 Plan de perfo-board



Planul de plantare a fost realizat în aplicația DIY Layout Creator (DIYLC pe scurt), un instrument de desen gratuit dezvoltat cu ajutorul unei mari comunități online de pasionați de electronice DIY.

Plantarea componentelor în aplicație s-a făcut ținând cont de valoarea și tipul acestora (de exemplu, pentru condensatoarele electrolitice s-a ținut cont de polarizarea acestora). Intrarea este marcată „IN”, iar punctele care ne interesează „D”, „S”, „T”.

5.2 Mod de realizare

Tehnica de asamblare THT este metoda convențională de asamblare a componentelor electrice, prin care componentele sunt inserate prin perforațiile din PCB.

THT este astfel o tehnologie mai tradițională de asamblare a PCB-ului, în care instalatorul introduce componente electronice, cum ar fi condensatoare, bobine, rezistențe mari, inductori în placa de circuit prin găuri. Comparativ cu SMD, montarea prin orificiu traversant permite asamblarea componentelor de dimensiuni mari, și oferă o legătură mecanică mai puternică, care este, de asemenea, mai potrivit pentru testare și prototipare.

După ce componentele THT sunt așezate manual pe placă, există în general trei tehnici diferite de lipire care sunt utilizate:

- Lipirea în val

În procesul de lipire în val al componentelor pe plăci, se urmează trei etape distincte. În prima fază, se aplică uniform fluxul de spumă pe partea inferioară a plăcii de circuit imprimat (PCB), asigurându-se că întreaga suprafață este acoperită. Apoi, materialul de flux este activat printr-o unitate preîncălzită și încălzit până la temperatura necesară pentru procesul de lipire. În mod tradițional, plăcile sunt apoi direcționate printr-un val de lipit turbulent.

În timpul acestei etape, aliajul de lipire se atașează la pinii componentelor prin orificiile de contact ale PCB-ului. După această fază, se lasă componentele să se răcească, iar aliajul se întărește, asigurând fixarea permanentă a componentelor pe placă. În ultima etapă, plăcile sunt răcite și direcționate către o baie de spălare, unde se curăță orice reziduu de material de flux rămas.

- Lipirea manuală

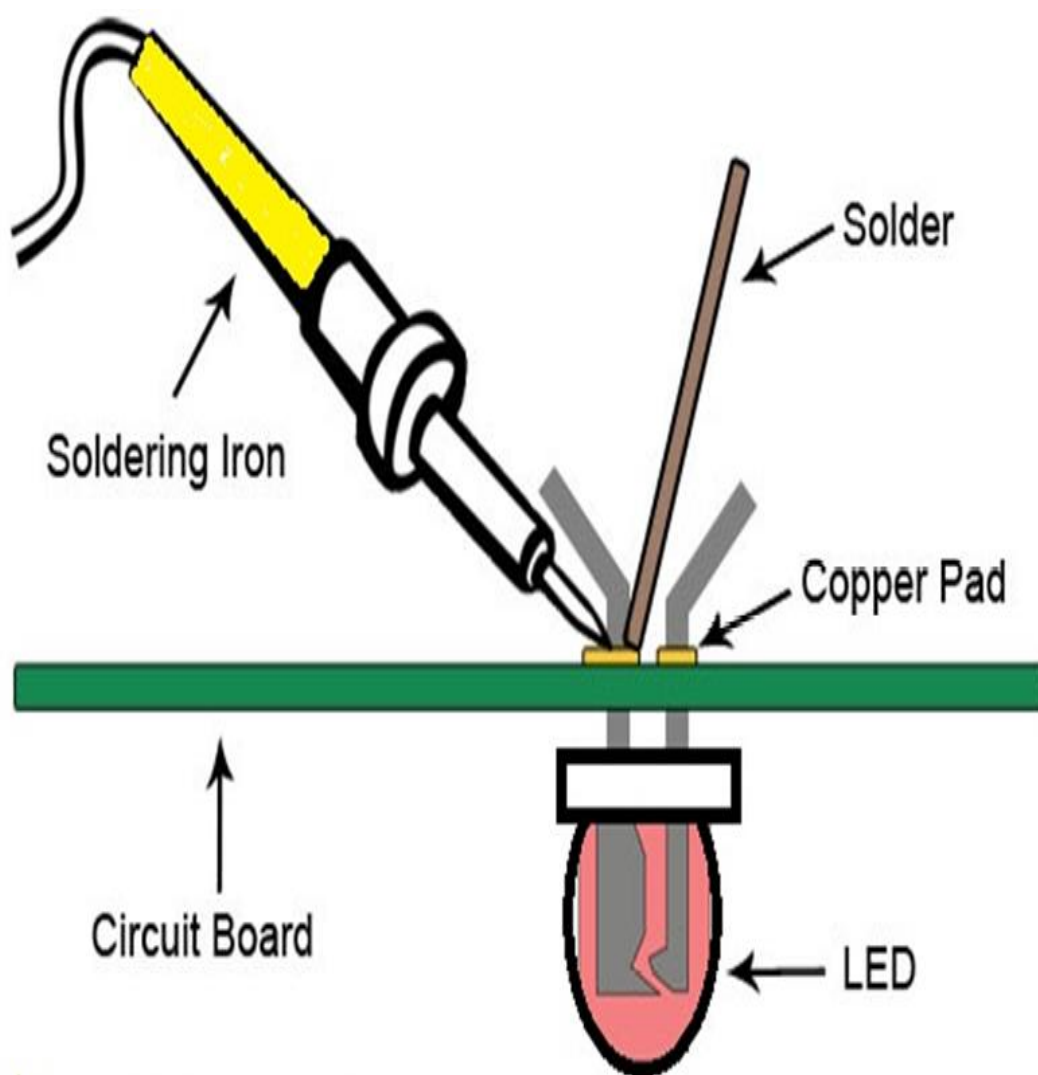
În cazul în care lipirea în val nu este posibilă, se utilizează asamblarea manuală. Asamblarea manuală este realizată de tehnicienii cu o mare experiență, care sunt instruiți folosind standardele MIL.

- Lipirea selectivă

În ceea ce privește comenzile de producție în serie, lipirea selectivă se dovedește a fi o soluție esențială pentru plasarea componentelor THT (Through-Hole Technology) pe plăci care nu ar îndeplini criteriile pentru lipirea în val. Acest lucru se datorează necesității asamblării și a componentelor SMT (Surface Mount Technology) pe aceleași plăci. În situațiile în care este crucial să se aplice o cantitate prestabilită de cositor sau să se mențină anumite zone ale plăcii fără material de flux, se recurge la procese de lipire selectivă, care pot fi parțial sau complet automate.

Aceste operațiuni de lipire selectivă sunt adesea esențiale pentru clienții din industria

auto, unde cerințele specifice de producție necesită un control precis și o adaptabilitate la variabilele de asamblare. Astfel de procese permit realizarea unor asamblaje complexe și fiabile, adaptate necesităților exacte ale producției în serie din această industrie dinamică și exigentă.



6. Bibliografie

- <https://wiki.dcae.pub.ro>
- Note de curs, Circuite electronice fundamentale, Prof. dr. ing. Dragoș Dobrescu, 2023
- https://www.tutorialspoint.com/amplifiers/transistor_as_an_amplifier.htm
- Proiect1_v4_2023_2024.pdf
- <https://testbook.com/electrical-engineering/transistor-as-an-amplifier-principles-and-working>
- <https://www.elprocus.com/transistor-as-an-amplifier-circuit-diagram-and-its-working/>
- <https://www.circuitbasics.com/what-are-square-wave-generators/>
- <https://www.techtarget.com/whatis/definition/transistor>