

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA BUCUREȘTI
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul
Telecomenzi și Electronică în Transporturi

PROIECT – PAC
Proiectare asistată de
calculator

Coordonator științific
[As. Ing. Florin BĂDĂU]

Student
[Mara-Alexandra CHIOSEA]

București
2024

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA BUCUREȘTI
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul
Telecomenzi și Electronică în Transporturi

Amplificator Chitară

Coordonator științific
[As. Ing. Florin BĂDĂU]

Student
[Mara-Alexandra CHIOSEA]

București
2024

Cuprins

CAPITOLUL 1. MODELAREA CIRCUITELOR	1
1.1 SCHEMA INITIALĂ ȘI DESCRIEREA CIRCUITULUI.....	1
1.2 SCHEMA INITIALĂ CU NODURILE MARcate ÎN CLAR	1
1.3 MODELAREA CIRCUITULUI SUB FORMĂ DE PROGRAM SPICE ÎN CLAR.....	2
CAPITOLUL 2. SIMULAREA CIRCUITELOR	4
2.1 ANALIZĂ ÎN DOMENIUL TIMP	4
2.2 ANALIZĂ ÎN CURENT ALTERNATIV	5
2.3 JUSTIFICAREA MĂRIMILOR ALESE PENTRU VIZUALIZAREA GRAFICELOR	5
2.4 ANALIZA PARAMETRICĂ.....	6
2.4.1 Analiza parametrică – combinată cu analiza AC	6
2.4.2 Analiza parametrică – combinată cu analiza în domeniul timp	8
2.5 CALCULARE PUTERE DISIPATĂ	9
CAPITOLUL 3. ALEGAREA COMPONENTELOR.....	13
3.1 REZISTORI	13
3.1.1 Alegerea componentelor – Rezistori.....	13
3.1.2 Lista figurilor – Rezistori.....	14
3.2 CONDENSATOARE.....	16
3.2.1 Alegerea componentelor – Condensatoare	16
3.2.2 Lista figurilor – Condensatoare.....	16
3.3 COMPONENTE ACTIVE – TRANZISTORI ȘI DIODĂ	18
3.3.1 Alegerea componentelor – Tranzistor/ Diodă.....	18
3.3.2 Lista figurilor – Tranzistori/ Diodă.....	19
3.4 POTENȚIOMETRE	20
3.4.1 Alegerea componentelor – Potențiometre	20
3.4.2 Lista figurilor – Potențiometre	20
3.5 CONECTOR – JACK.....	21
3.6 SPEAKER	21
CAPITOLUL 4. PROIECTAREA SCHEMEI ELECTRONICE	22

CAPITOLUL 5. PROIECTAREA CABLAJULUI IMPRIMAT	23
5.1 REALIZAREA CABLAJULUI IMPRIMAT.....	23
5.2 STRATURILE INDIVIDUALE.....	25
CAPITOLUL 6. PROIECTAREA CARCASEI 3D.....	27
LISTA FIGURIOR	30
LISTA TEBELELOR	32
BIBLIOGRAFIE	33
ANEXE	34
ANEXA 1	34
ANEXA 2	34
ANEXA 3	35
ANEXA 4	35
ANEXA 5	36
ANEXA 6	36
ANEXA 7	37
ANEXA 8	38
ANEXA 9	38
ANEXA 10	39
ANEXA 11	40
ANEXA 12	41
ANEXA 13	42
ANEXA 14	42
ANEXA 15	43
ANEXA 16	43
ANEXA 17	44

Capitolul 1. Modelarea circuitelor

1.1 Schema inițială și descrierea circuitului

Acesta este un amplificator de chitară compact care a fost conceput pentru a oferi oricărui pasionat de DIY un circuit capabil să reproducă sunetul specific al multor "amplificatoare de tip Pawn Shop" disponibile pe piață. De obicei, aceste amplificatoare cu tuburi oferă câțiva W de putere și se laudă cu un sunet "vintage" deosebit. Amplificatorul Clara Guitar Amp este capabil să ofere un sunet clar, aşa cum sugerează și numele său, folosind doar tranzistoare FET și MOSFET și furnizând peste 2W în clasa A pură.

Stadiul de ieșire este format dintr-un MOSFET (Q4) configuraț în mod Source-follower, cu o sarcină activă (Q5 și Q3). Deoarece acest stadiu are un câștig în curent alternativ (AC) ușor mai mic decât unitatea, necesită un stadiu de preamplificare capabil să furnizeze întreaga amplitudine a semnalului de ieșire, adică aproximativ 11,5V vârf-la-vârf pentru 2W RMS la o sarcină de 8 Ohmi.

Această sarcină poate fi realizată cu ușurință printr-un stadiu Cascode cu două tranzistoare FET, similar celui utilizat în preamplificatorul Fender Blackface cu tehnologie solid-state, cunoscut pentru succesul său. Înaintea stadiului de preamplificare se află un control de volum și un control de ton simplu, similar cu cel găsit la amplificatoarele de chitară vintage.

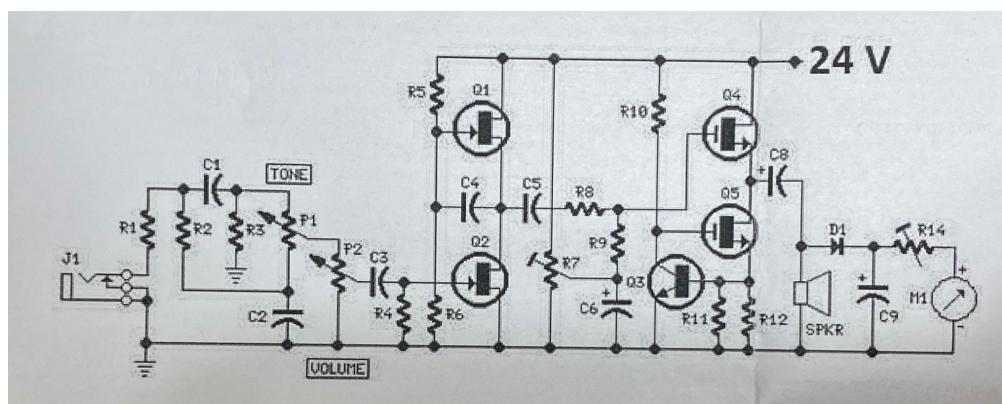


Figura 1. Schema inițială a circuitului

1.2 Schema inițială cu nodurile marcate în clar

Am realizat schema circuitului în creion, iar nodurile au fost marcate clar conform modelului de referință – realizând **Schema cu nodurile marcate în clar**, care reflectă structura circuitului și identificarea precisă a conexiunilor. Această etapă este esențială pentru înțelegerea interconectării componentelor și pentru facilitarea analizelor ulterioare, cum ar fi măsurările și simulările.

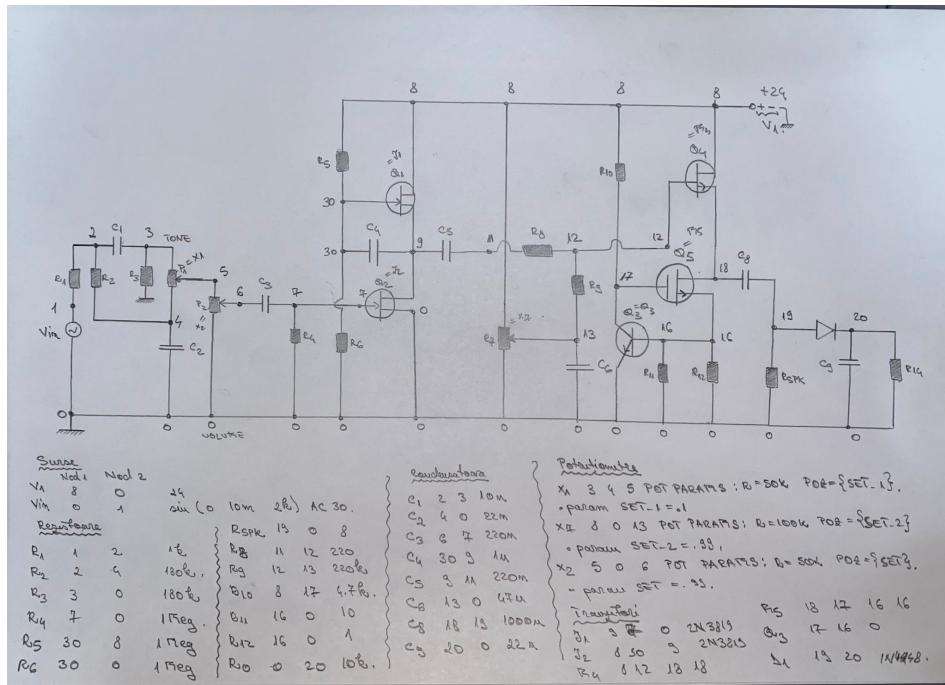


Figura 2. Schema cu nodurile marcate în clar

1.3 Modelarea circuitului sub formă de program SPICE în clar

PAC Proiect

*/Surse

V1 8 0 24

Vin 0 1 sin(0 10m 2k) AC 30m

*/Rezistoare

R1 1 2 1k

R2 2 4 180k

R3 3 0 180k

R4 7 0 1Meg

R5 30 8 1Meg

R6 30 0 1Meg

R8 11 12 220R

R9 12 13 220k

R10 8 17 4.7k

R11 16 0 10R

R12 16 0 1R

R0 0 20 10k

Rspk 19 0 8

*/Condensatoare

C1 2 3 10n

C2 4 0 22n

C3 6 7 220n

```

C4 30 9 1u
C5 9 11 220n
C6 13 0 47u
C8 18 19 1000u
C9 20 0 22u
*/Potentiometre
X1 3 4 5 POT PARAMS: R=50k POZ={SET_1}
.param SET_1=.1
X7 8 0 13 POT PARAMS: R=100k POZ={SET_2}
.param SET_2=.99
X2 5 0 6 POT PARAMS: R=50k POZ={SET}
.param SET=.99
.subckt POT 5 0 6 PARAMS: R POZ
RC 5 6 {(1-POZ)*R}
RD 6 0 {POZ*R}
.ends
*/Tranzistoare
J2 9 7 0 2N3819
J1 8 30 9 2N3819
.model 2N3819 NJF (Vto=-1 Beta=5.5m)
M4 8 12 18 18 P25N06
M5 18 17 16 16 P25N06
.model P25N06 NMOS (Vto=2 Vds=60)
Q3 17 16 0 BC337
.model BC337 NPN (Bf=600 BVbe=1.2)
*/Dioda
D1 19 20 1N4148
.model 1N4148 D (Ilimit=300m Vfwd=1V)

```

Capitolul 2. Simularea circuitelor

2.1 Analiză în domeniul timp

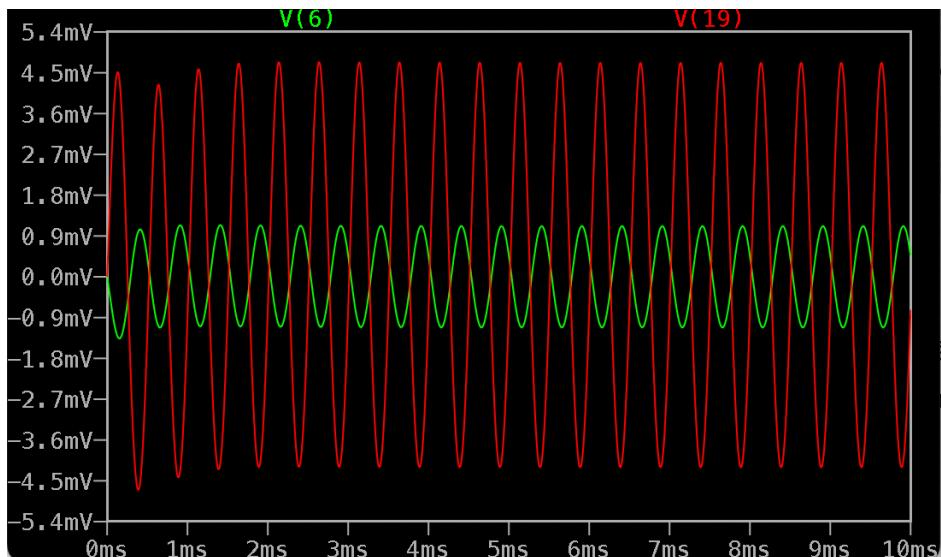


Figura 3. Analiza în domeniul timp

Analiza în domeniul timp urmărește evoluția tensiunilor și curenților din circuit pe măsură ce semnalele aplicate se propagă prin componente. Analiza se concentrează pe **variația tensiunilor între nodurile de intrare și ieșire**, pentru a determina: factorul de amplificare (raportul dintre tensiunea de ieșire și cea de intrare), precum și integritatea semnalului (păstrarea formei de undă și evitarea distorsiunilor)

Astfel am folosit comanda „**.tran 10m**” pentru a observa comportamentul circuitului pe durata de 10ms. Am considerat după cum urmează:

- V6 tensiunea la intrarea circuitului
- V19 tensiunea la ieșirea circuitului

Am ales să expun V6 și V19 pentru a vizualiza amplificarea, mai precis diferența dintre semnalul la intrare și cel la ieșire.

2.2 Analiză în curent alternativ

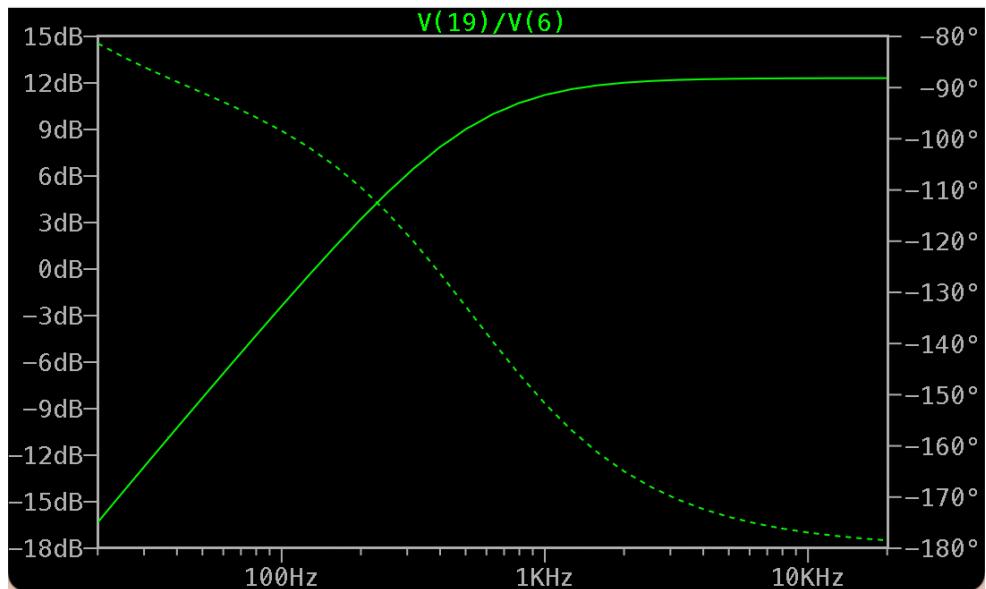


Figura 4. Analiza în curent alternativ

Am ales să folosesc analiza în curent alternativ deoarece acest circuit este destinat amplificării semnalelor (cum ar fi o chitară electrică), ceea ce implică frecvențe variabile în domeniul audio. Analiza .ac ne va permite să observăm răspunsul circuitului pe o gamă de frecvențe și să evaluăm caracteristica de amplificare. Am folosit comanda “.ac dec 10 20 20k” pentru a efectua o analiză zecimală cu 10 puncte între 20Hz și 20kHz.

Semnalul produs de chitară este o combinație de frecvențe specifice fiecărei note și armonicilor acestora. Analiza AC permite evaluarea amplificării acestor semnale. Un amplificator de chitară trebuie să păstreze și să amplifice armonicele semnalului fără a introduce distorsiuni majore. Analiza AC arată cum diferite frecvențe sunt amplificate sau atenuate de circuit. Amplificatoarele de chitară includ frecvențe circuite de ton pentru ajustarea sunetului. Analiza AC este esențială pentru a verifica efectul acestor filtre asupra semnalului în funcție de frecvență.

Condensatoarele din circuit joacă un rol crucial în cuplarea sau decuplarea semnalului AC. Analiza AC permite observarea modului în care aceste componente afectează răspunsul de frecvență.

2.3 Justificarea mărimilor alese pentru vizualizarea graficelor

Amplificatorul de semnal, cum este și acest circuit, sunt de obicei concepuți pentru a amplifica tensiunea semnalului de intrare. Tensiunea de ieșire este un parametru foarte important pentru evaluarea performanței amplificatorului, în special în domeniul audio, unde amplificarea tensiunii influențează puterea sunetului.

Într-un amplificator de semnal mic ca cel pe care îl analizez, curenții implicați sunt mici. Așadar acesta este motivul pentru care am ales tensiuni în detrimentul curenților în cele două tipuri de analiză.

Așadar pentru graficul prezentat la analiza .tran am ales să folosesc tensiune de intrare V6, așa cum am stabilit și tensiunea de ieșire V19 pentru a vedea amplificarea semnalului.

Răspunsul în frecvență al căstigului (V19/V6) l-am folosit în analiza în curenț alternativ pentru a verifica cum sunt amplificate diferențele frecvențe din semnalul chitarei.

2.4 Analiza parametrică

2.4.1 Analiza parametrică – combinată cu analiza AC

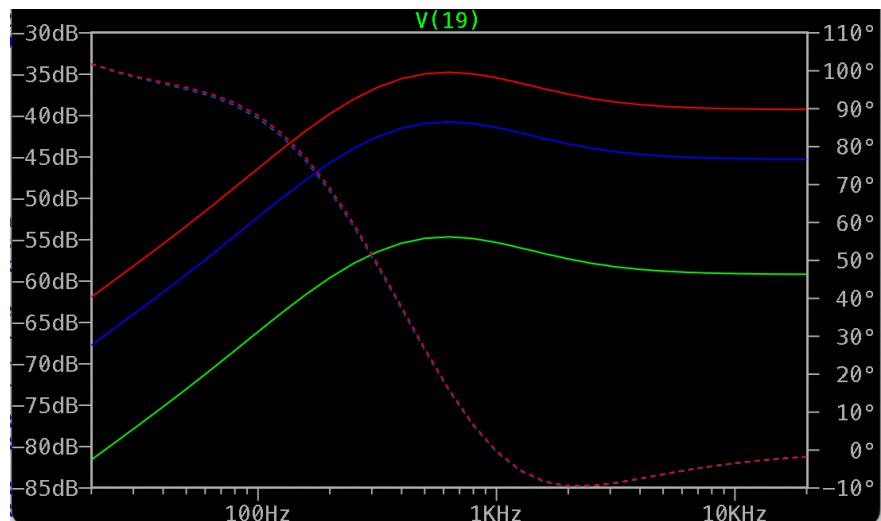


Figura 5. Analiză parametrică potențiometru X2

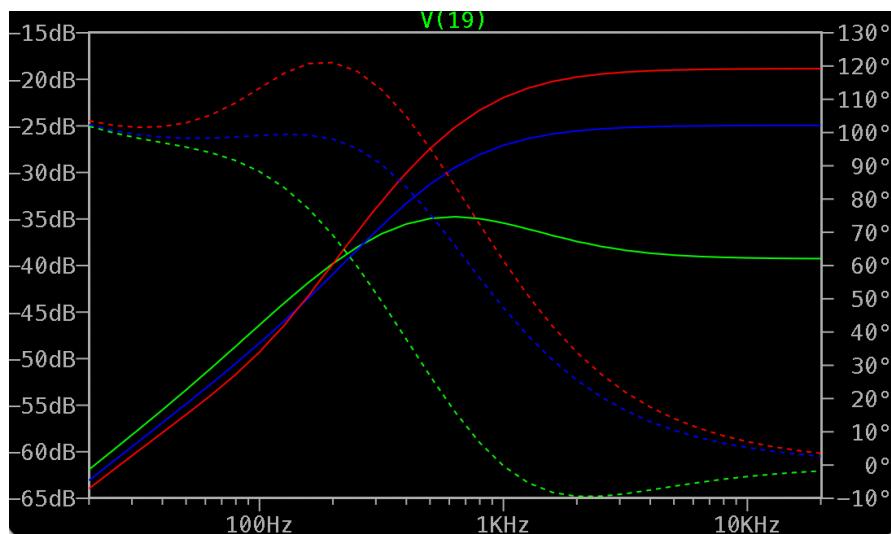


Figura 6. Analiză parametrică potențiometru X1

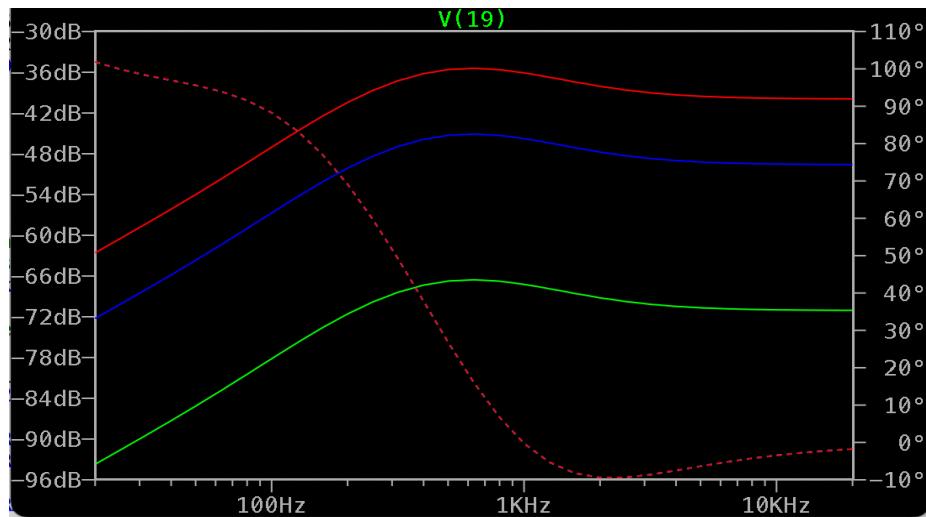


Figura 7. Analiză parametrică potențiometru X7

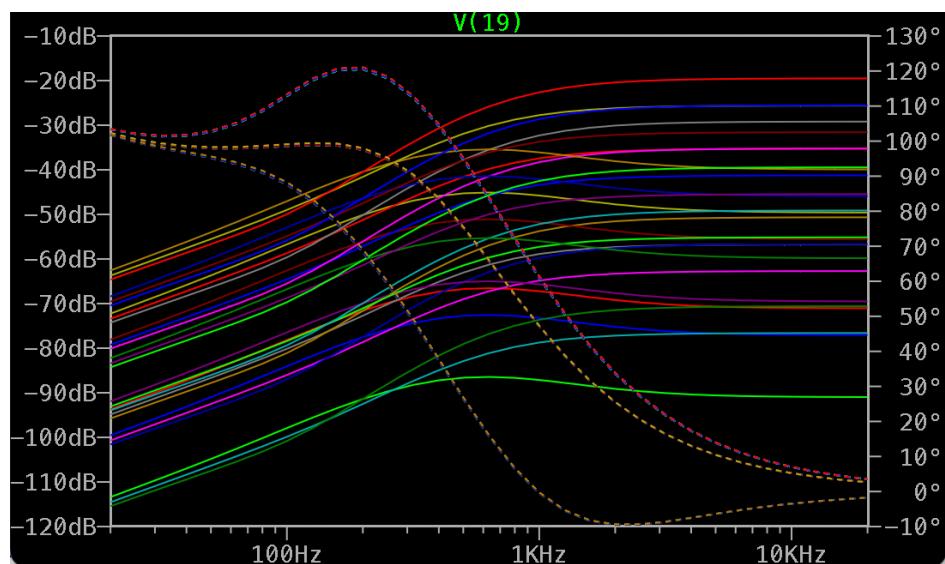


Figura 8. Analiză parametrică a celor 3 potențiometre

//Nu am putut adauga Legenda, deoarece LT-Spice nu are optiunea de legendă pe versiunea mac pe care am lucrat, însă am observat că prima culoare introdusă de spice este verde, a doua – albastru, a treia – roșu,

2.4.2 Analiza parametrică – combinată cu analiza în domeniul timp

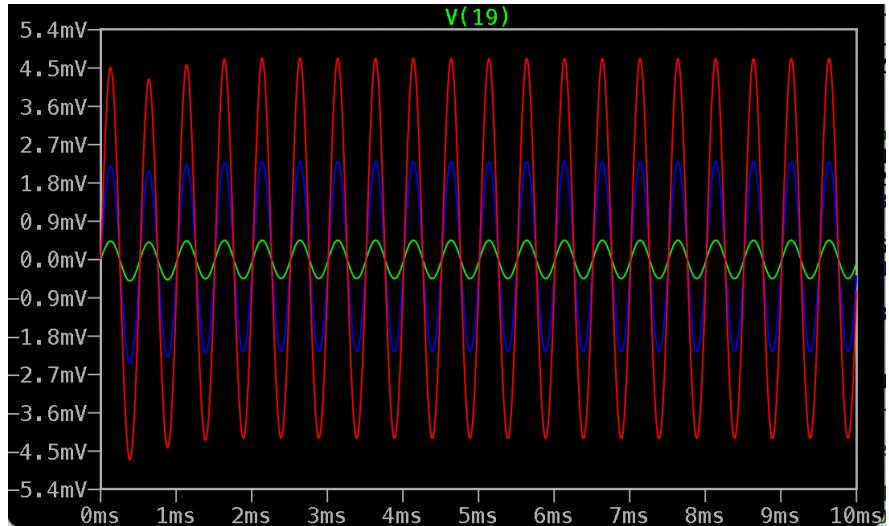


Figura 9. Analiza parametrică potențiometru X2

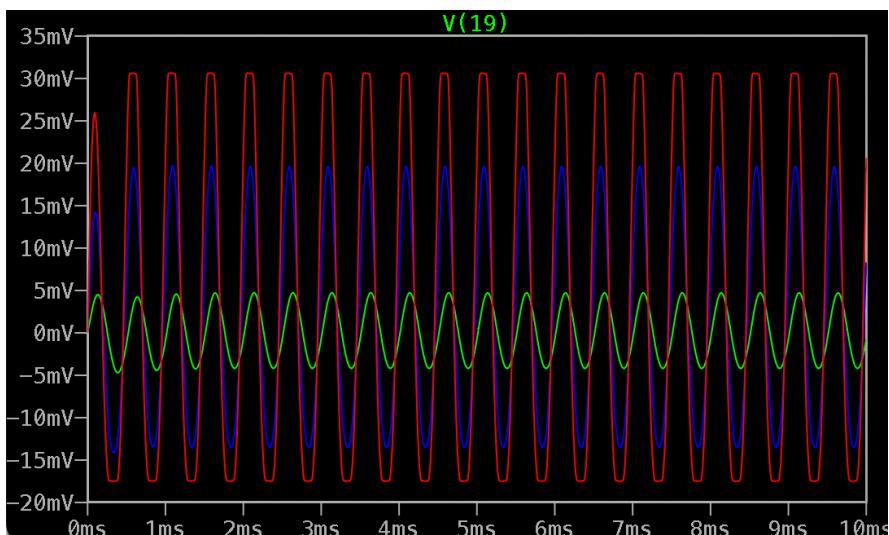


Figura 10. Analiza parametrică potențiometru X1

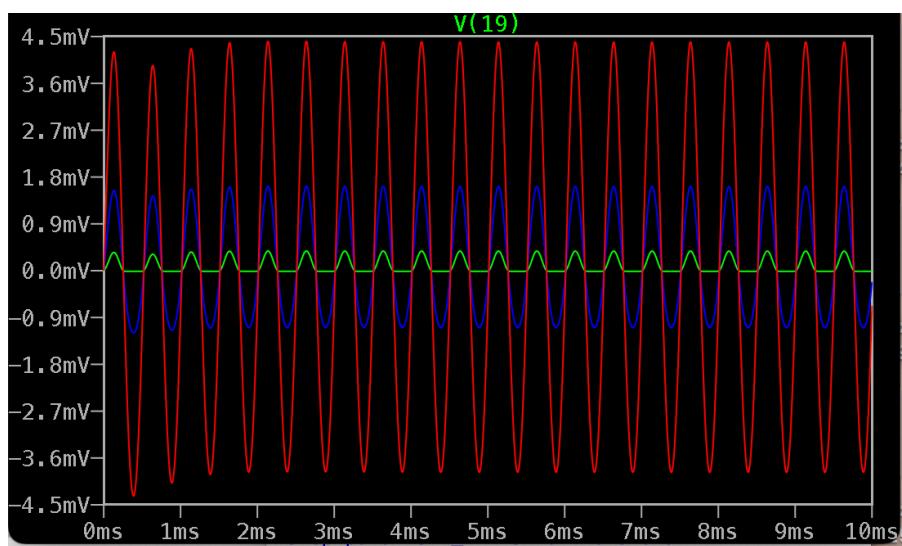


Figura 11. Analiza parametrică potențiometru X7

2.5 Calculare Putere Disipată

Am utilizat comenzi bazate pe **.meas TRAN**, deoarece permit calculul valorilor **RMS (Root Mean Square)** ale tensiunilor și curenților în circuit, pe durata simulării tranzitorii (**TRAN**). Astfel am măsurat:

1. **Tensiuni RMS**: Diferența de potențial între două noduri ale unei componente (ex: rezistențe, condensatoare, tranzistoare).
2. **Curenți RMS**: Curentul care trece printr-o componentă specifică.

Scopul acestor masurări este de a determina **puterea disipată** pentru fiecare componentă utilizând formula: $P = V_{RMS} \cdot I_{RMS}$, unde P este puterea disipată (în W), V_{RMS} este tensiunea eficace și I_{RMS} este curentul eficace.

Acstea măsurători sunt esențiale pentru analiza comportamentului circuitului, verificarea dimensiunii componentelor, prevenirea supraîncălzirii, precum și optimizarea designului.

Cod LT_Spice:

```
.meas TRAN V_R1 RMS V(2)-V(1)
.meas TRAN I_R1 RMS I(R1)

.meas TRAN V_R2 RMS V(2)-V(4)
.meas TRAN I_R2 RMS I(R2)

.meas TRAN V_R3 RMS V(3)-V(0)
.meas TRAN I_R3 RMS I(R3)

.meas TRAN V_R4 RMS V(0)-V(7)
.meas TRAN I_R4 RMS I(R4)

.meas TRAN V_R5 RMS V(30)-V(8)
.meas TRAN I_R5 RMS I(R5)

.meas TRAN V_R6 RMS V(30)-V(0)
.meas TRAN I_R6 RMS I(R6)

.meas TRAN V_R8 RMS V(11)-V(12)
.meas TRAN I_R8 RMS I(R8)

.meas TRAN V_R9 RMS V(12)-V(13)
.meas TRAN I_R9 RMS I(R9)

.meas TRAN V_R10 RMS V(17)-V(8)
.meas TRAN I_R10 RMS I(R10)

.meas TRAN V_R11 RMS V(16)-V(0)
.meas TRAN I_R11 RMS I(R11)
```

```

.meas TRAN V_R12 RMS V(16)-V(0)
.meas TRAN I_R12 RMS I(R12)

.meas TRAN V_Ro RMS V(0)-V(20)
.meas TRAN I_Ro RMS I(Ro)

.meas TRAN V_Rspk RMS V(19)-V(0)
.meas TRAN I_Rspk RMS I(Rspk)
.meas TRAN V_C1 RMS V(2)-V(3)
.meas TRAN I_C1 RMS I(C1)

.meas TRAN V_C2 RMS V(4)-V(0)
.meas TRAN I_C2 RMS I(C2)

.meas TRAN V_C3 RMS V(6)-V(7)
.meas TRAN I_C3 RMS I(C3)

.meas TRAN V_C4 RMS V(30)-V(9)
.meas TRAN I_C4 RMS I(C4)

.meas TRAN V_C5 RMS V(9)-V(11)
.meas TRAN I_C5 RMS I(C5)

.meas TRAN V_C6 RMS V(13)-V(0)
.meas TRAN I_C6 RMS I(C6)

.meas TRAN V_C8 RMS V(18)-V(19)
.meas TRAN I_C8 RMS I(C8)

.meas TRAN V_C9 RMS V(20)-V(0)
.meas TRAN I_C9 RMS I(C9)

.meas TRAN V_X1 RMS V(5)-V(3)
.meas TRAN I_X1 RMS Ix(1:5)

.meas TRAN V_X2 RMS V(5)
.meas TRAN I_X2 RMS Ix(2:5)

.meas TRAN V_X7 RMS V(8)
.meas TRAN I_X7 RMS Ix(7:5)

.meas TRAN V_D1 RMS V(19)-V(20)
.meas TRAN I_D1 RMS I(D1)

.meas TRAN V_J1 RMS V(8)-V(9)
.meas TRAN Ig_J1 RMS Ig(J1)

.meas TRAN V_J2 RMS V(9)-V(0)
.meas TRAN Ig_J2 RMS Ig(J2)

```

```

.meas TRAN V_Q3 RMS V(17)-V(0)
.meas TRAN Ic_Q3 RMS Ic(Q3)

.meas TRAN V_M4 RMS V(8)-V(18)
.meas TRAN Id_M4 RMS Id(M4)

.meas TRAN V_M5 RMS V(18)-V(16)
.meas TRAN Id_M5 RMS Id(M5)

```

Tabel 1. Măsurători componente circuit

Componentă	Valoare nominală	Tensiune (V)	Curent (mA)	Putere (mW)
R1	1kΩ	0.000231023	0.000205857	$4.7557 \cdot 10^{-8}$
R2	180 kΩ	0.00668393	0.0000371229	$2.4819 \cdot 10^{-7}$
R3	180 kΩ	0.00660406	0.0000366892	$2.4229 \cdot 10^{-7}$
R4	1MΩ	0.000796192	$7.96192 \cdot 10^{-7}$	$6.3392 \cdot 10^{-10}$
R5	1MΩ	12.0831	0.0120831	0.1446
R6	1MΩ	12.0546	0.0120546	0.1453
R8	220 Ω	0.00128631	0.00584701	$7.5210 \cdot 10^{-6}$
R9	220 kΩ	1.28634	0.00584701	0.0075
R10	4.7 kΩ	0.0	2.39989e-08	0.0
R11	10 Ω	0.00216568	0.216568	0.0046
R12	1Ω	0.00216568	2.16568	0.0046
Ro	10 kΩ	$3.5958 \cdot 10^{-14}$	$3.5958 \cdot 10^{-15}$	$1.2929 \cdot 10^{-28}$
Rspk	8 Ω	0.00316004	0.395005	0.0012
C1	10 nF	0.00136891	0.0001692	$2.3164 \cdot 10^{-7}$
C2	22 nF	0.000572495	0.00015615	$8.9395 \cdot 10^{-8}$
C3	220 nF	0.0000126541	$7.97419 \cdot 10^{-7}$	$1.0090 \cdot 10^{-11}$
C4	1μF	0.000213117	0.00257529	$5.4883 \cdot 10^{-7}$
C5	220 nF	11.7599	0.00584701	0.0687
C6	47 μF	23.76	0.00584693	0.1389
C8	1000 μF	6.32573	0.395005	2.4986
C9	22 μF	$3.5958 \cdot 10^{-14}$	$3.163139 \cdot 10^{-12}$	$1.1374 \cdot 10^{-25}$
X1	50 kΩ	0.00596794	0.0001326	$7.9147 \cdot 10^{-7}$
X2	100 kΩ	0.000804619	$1.68818 \cdot 10^{-5}$	$1.3583 \cdot 10^{-8}$
X7	50 kΩ	24	0.2400	5.7600
J1	2N3819	12.0831	$1.20931 \cdot 10^{-8}$	$1.4612 \cdot 10^{-7}$
J2	2N3819	12.0546	$1.20647 \cdot 10^{-8}$	$1.4543 \cdot 10^{-7}$
Q3	BC337	24	2.3998e-08	$5.7595 \cdot 10^{-7}$

M4	P25N06	17.6742	2.42681	42.891
M5	P25N06	6.32366	2.38225	15.064
D1	1N4148	0.00316004	$3.16319 \cdot 10^{-12}$	$9.9958 \cdot 10^{-15}$

Capitolul 3. Alegerea componentelor

3.1 Rezistori

3.1.1 Alegerea componentelor – Rezistori

Pentru cele 14 rezistoare din Tabelul 1, selecția componentelor a fost realizată pe baza valorii lor nominale și a puterii disipate, asigurând compatibilitatea acestora cu cerințele circuitului. Alegerea rezistorilor potriviti este esențială pentru funcționarea optimă a schemei, iar parametrii specificați m-au ghidat în identificarea componentelor adecvate.

Pentru a transpune fizic schema circuitului pe un **breadboard** am selectat rezistoare de tip **THT (Through-Hole Technology)**, datorită ușurinței de montaj și compatibilității cu configurațiile propuse. Am consultat foile de catalog (datasheet-uri) ale fiecărei componente disponibile pe platforma DigiKey și TME, extrăgând informații despre dimensiunile fizice ale acestora. Pentru o organizare clară și standardizată, am introdus în tabel dimensiunile fizice ale rezistorilor, utilizând următoarele notății, în mm:

- **A:** Lungimea totală a corpului componentei;
- **B:** Lungimea terminalului (piciorului);
- **C:** Diametrul terminalului (piciorului);
- **D:** Diametrul corpului componentei.

Tabel 2. Selecția rezistorilor

Componentă	Model	Dimensiunea A [mm.]	Dimensiunea B[mm.]	Dimensiunea C[mm.]	Dimensiunea D[mm.]	Prețul unitar [ron/buc]
R1	RN50C1001FRE6	3.81	1.65	6.20	0.41	6.5
R2	RN50C1803BRE6	6.10	2.29	7.37	0.64	4.19
R3	RN50C1803BRE6	6.10	2.29	7.37	0.64	4.19
R4	RN50C1004FB14	8.74	3.68	10.80	0.64	38.46
R5	RN50C1004FB14	8.74	3.68	10.80	0.64	38.46
R6	RN50C1004FB14	8.74	3.68	10.80	0.64	38.46
R8	RN50C2200FRSL	3.81	1.65	6.20	0.41	3.74
R9	RN50C2203FRE6	6.10	2.29	7.37	0.64	2,367
R10	RN50C4701BB14	3.81	1.65	6.20	0.41	1.46
R11	RN50C10R0FB14	3.81	1.65	6.20	0.41	7.4
R12	CFR0W8J010JA50	3.50	1.85	7.34	0.41	3.14
Ro	RN50C1002DRE6	3.81	1.65	6.20	0.41	19,2
Rspk	MBA02040C8068FC100	3.60	1.6	6.78	0.29	1.75

3.1.2 *Lista figurilor – Rezistori*



Figura 12. RN50C1001FRE6 – R1 ([ANEXA 1](#))



Figura 13. RN50C1803BRE6 – R2, R3 ([ANEXA 1](#))



Figura 14. RN50C1004FB14 – R4, R5, R6 ([ANEXA 1](#))



Figura 15. RN50C2200FRSL – R8 ([ANEXA 1](#))



Figura 16. RN50C2203FRE6 – R9 ([ANEXA 1](#))



Figura 17. RN50C4701BB14 – R10 ([ANEXA 1](#))



Figura 18. RN50C10R0FB14 – R11 ([ANEXA 1](#))

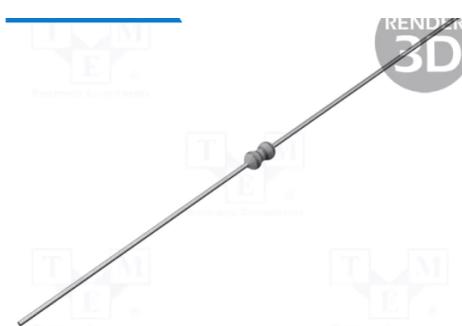


Figura 19. MBA02040C8068FC100 – Rspk ([ANEXA 2](#))

3.2 Condensatoare

3.2.1 Alegerea componentelor – Condensatoare

Condensatoarele sunt componente esențiale în circuitele electrice, utilizate pentru stocarea energiei electrice, filtrare, cuplaj sau decuplaj. În circuitul analizat, avem atât **condensatoare ceramice**, cât și **condensatoare electrolitice**, după cum urmează:

Tabel 3. Selecția condensatoarelor ceramice

Componenta	Model	L [mm]	W [mm.]	T [mm.]	Preț unitar [r/b]
C1	GRM022C80G103ME01L	4.2	3.8	3.8	3.2
C2	FG28X7R1H223KNT00	4	2.5	2.3	3.3
C3	CM-220N	5	3.1	2.8	0.80
C4	C0510X7S0E105M030BC	4.2	3.8	3.8	1.8
C5	CM-220N	5	3.1	2.8	0.80

Tabel 4. Selecția condensatoarelor electrolitice

Componenta	Model	D [mm.]	p [mm.]	d [mm.]	Preț unitar [ron/buc.]
C6	GRM022C80G103ME01L	5.0	2.0	0.50	0.52
C8	C0402X5R0G223M020BC	5.0	0.2	0.50	2.15
C9	GRM022D80E224ME14L	4.0	1.5	0.45	1.87

3.2.2 Lista figurilor – Condensatoare



Figura 20. CT40805B103K101F3R– C1 ([ANEXA 3](#))



Figura 21. **FG28X7R1H223KNT00** – C2 ([ANEXA 4](#))



Figura 22. **CM-220N** – C3 și C5 ([ANEXA 5](#))



Figura 23. **CT40805Y105M500F1R** – C4 ([ANEXA 6](#))



Figura 24. **860020472006** – C6 ([ANEXA 7](#))



Figura 25. ECA-0JHG102 – C8 ([ANEXA 8](#))



Figura 26. UMV0G220MFD1TP – C9 ([ANEXA 9](#))

3.3 Componente active – Tranzistori și Diodă

3.3.1 Alegerea componentelor – Tranzistor/ Diodă

Tabel 5. Alegerea tranzistorilor/ diodă

Componentă	Model	Cod Capsulă	Preț unitar [ron/b]
J1	2N3819	TO92	2.56
J2	2N3819	TO92	2.56
Q3	BC337	TO-92	1.92
M4	P25N06	TO-220	11.20
M5	P25N06	TO-220	11.20
D1	1N4148	DO-35	1.32

3.3.2 Lista figurilor – Tranzistori/ Diodă

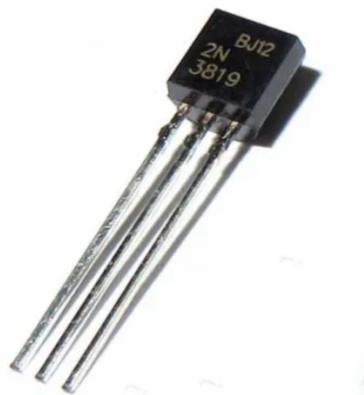


Figura 27. 2N3819 – TO92 ([ANEXA 10](#))



Figura 28. BC337 – TO92 ([ANEXA 11](#))



Figura 29. P25N06 – TO220 ([ANEXA 12](#))



Figura 30. 1N4148 – DO35 ([ANEXA 13](#))

3.4 Potențiometre

3.4.1 Alegerea componentelor – Potențiometre

Tabel 6. Selectia potențiometrelor

Componenta	Model	L [mm.]	P[mm.]	Preț unitar
X1	R0141-2-50K	10	0.3	1.93
X2	PTD902	9.65	0.4	2.4
X7	R0141-2-50K	10	0.3	1.93

3.4.2 Lista figurilor – Potențiometre

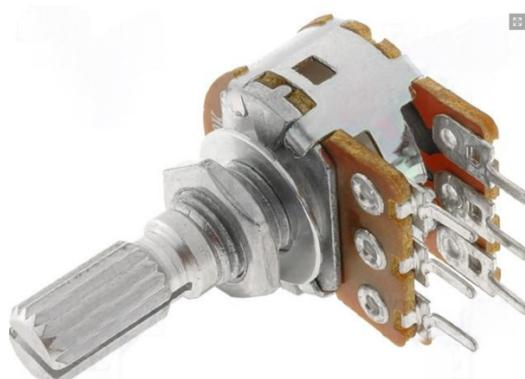


Figura 31. Potențiometru 50 kΩ – X1 și X7 ([ANEXA 14](#))



Figura 32. **PTD902** 100 kΩ – X2 (ANEXA 15)

3.5 Conector – Jack



Figura 33. Conector Jack mama - 15

3.6 Speaker



Figura 34. Speaker CMR-12062S-67

Capitolul 4. Proiectarea Schemei Electronice

Pornind de la schema electrică inițială din Figura 1., am realizat circuitului cu ajutorul unui soft specializat de proiectare – KiCad.

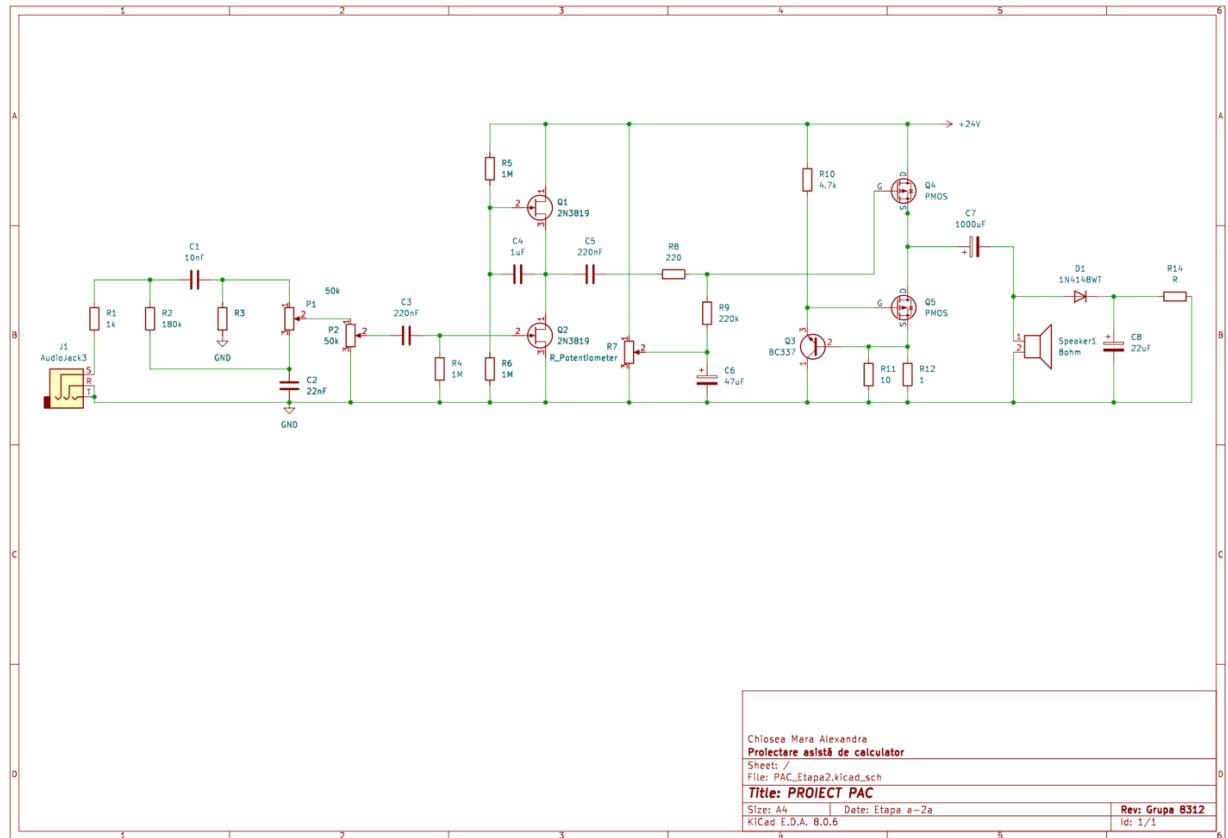


Figura 35. Schema electrică în KiCad

Pentru această schemă am utilizat componente identice sau similare celor din schema inițială. Pentru tranzistoarele PMOS, am folosit tranzistorul general de acest tip MOS găsit în libraria aplicatiei KiCad, încrât nu am găsit exact modelul utilizat în proiect.

În ceea ce privește amprente, am ales toate componente de tip THT, iar pentru tranzistori am ales în funcție de familia din care fac parte fiecare, folosind foaia de catalog.

De asemenea, în urma orelor de consultații am decis să înlocuiesc M1 cu R14.

Capitolul 5. Proiectarea cablajului imprimat

5.1 Realizarea cablajului imprimat

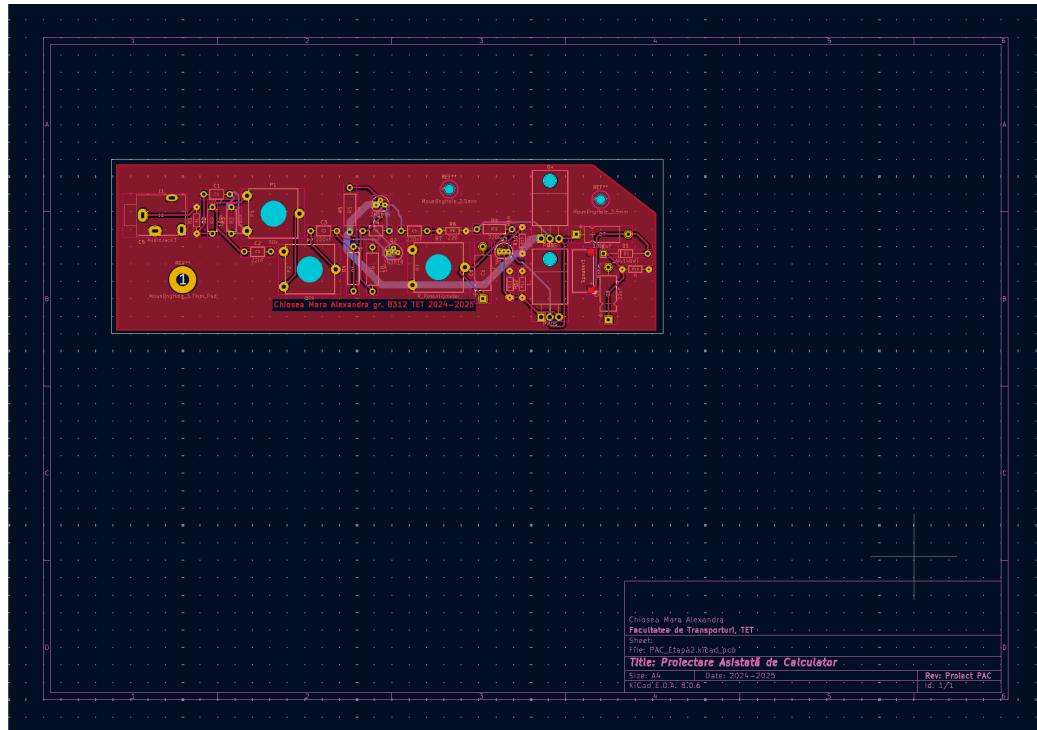


Figura 36. Cablajul imprimat al schemei inițiale

Aceasta este schema electrică exportată în PCB. Inițial am aranjat componentele ergonomic, însă astfel încât să respecte poziționarea inițială a componentelor. Am încercat să poziționez potențiometrele periferice, astfel pentru realizarea practică a proiectului să fie facilă folosirea acestor componente. Am ales amprentele astfel încât reglajul să fie din modul vertical.

Apoi am poziționat găurile, 2 identice cu diametrul de 2.5mm poziționate în partea superioară a PCB-ului din dreapta și o gaură cu diametrul de 3.7mm în partea inferioară din stânga.

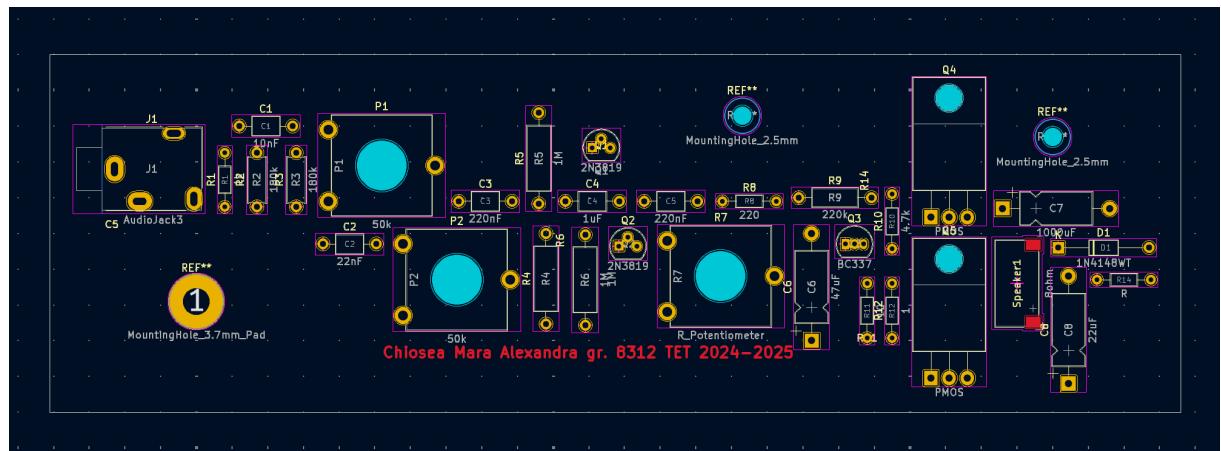


Figura 37. Poziționarea elementelor și găurilor pe PCB

După ce am plasat toate componentele, am trasat forma plăcii, pe care am ales să o fac cât mai simplist, pentru a facilita realizarea acesteia, ulterior, în aplicația de modelare 3D. Astfel, am realizat un dreptunghi utilizând layer-ul de Edge Cuts.

Apoi, am definit trasele utilizate, după cum urmează, pentru trasele de semnal am folosit trasa de 500mA – cea subțire, iar pentru trasele de alimentare am folosit trase de 2A. Apoi, apăsând pe fiecare orificiu al componentelor, le-am unit după sugestiile programului. Am avut în vedere de a avea pe una dintre fețe trasele pentru masă – ground, separat pe celalătă față a plăcii trasele pentru alimentare. De asemenea, am ținut cont ca trasele să nu formeze unghi drept, și unde a fost nevoie (2 cazuri), am trecut de pe o parte pe celalătă a tresei folosind – Via.

Pentru realizarea traselor de masă, am folosit unealta – Add Filled Zone pentru care am trasat un dreptunghi mai mic decât cel realizat pentru dimensionarea plăcii, cu un colț teșit în zona găurii de 2.5mm din stânga sus și astfel am umplut zona definită cu aliajul de cupru. În acest mod am legat la stratul de cupru toate orificiile de ground.

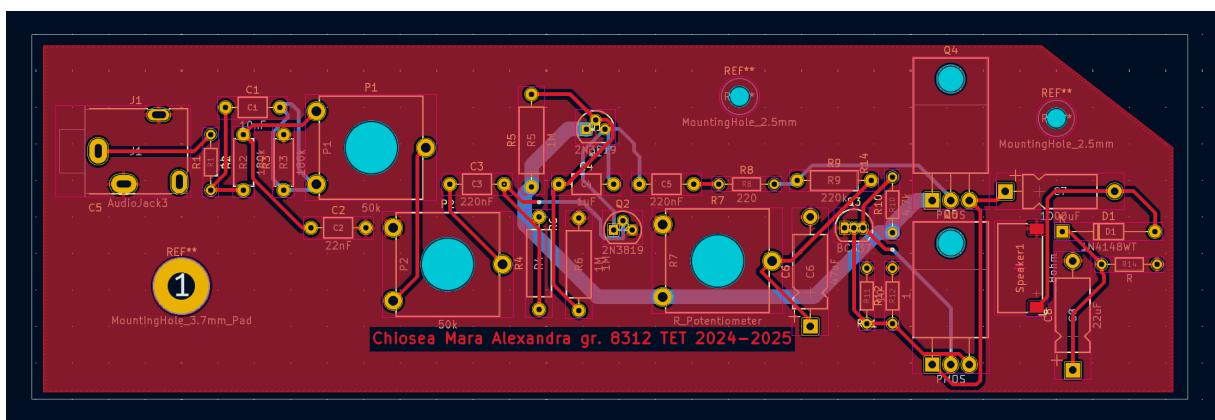


Figura 38. PCB cu trase de semnal și alimentare

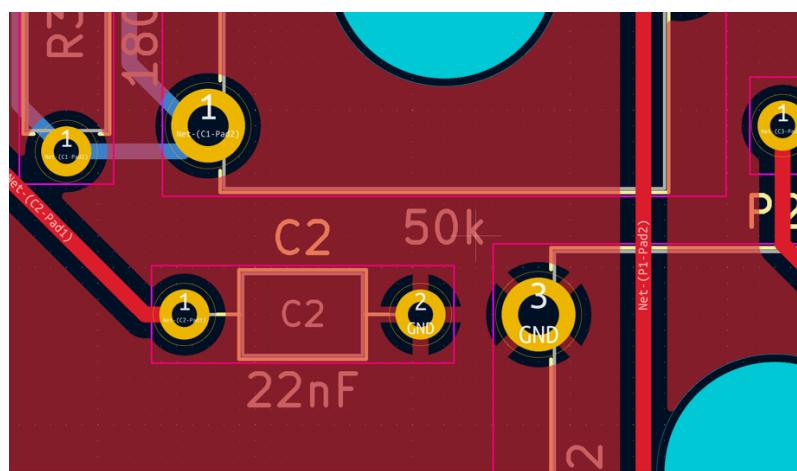


Figura 39. Zoom-in asupra orificiilor de ground

5.2 Straturile individuale

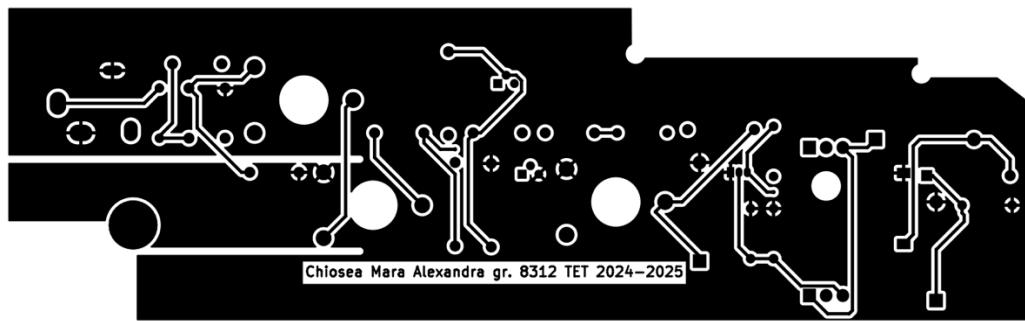


Figura 40. Strat față Cu

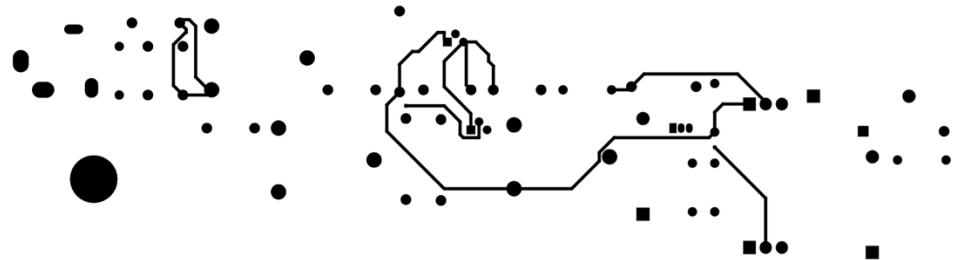


Figura 41. Strat spate Cu

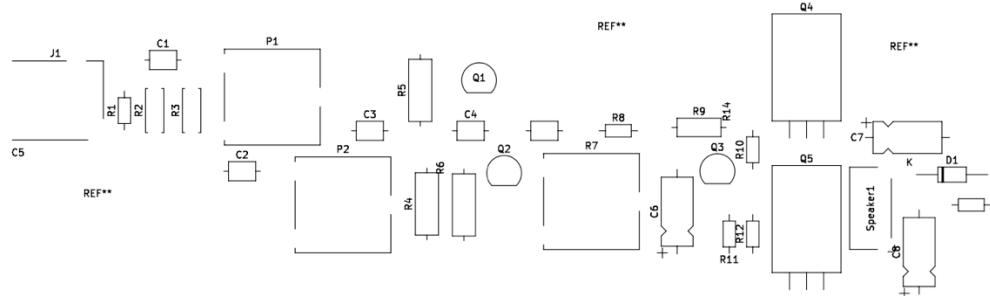


Figura 42. Strat față Silkscreen

*Stratul spate Silkscreen este gol



Figura 43. Strat Edge Cuts

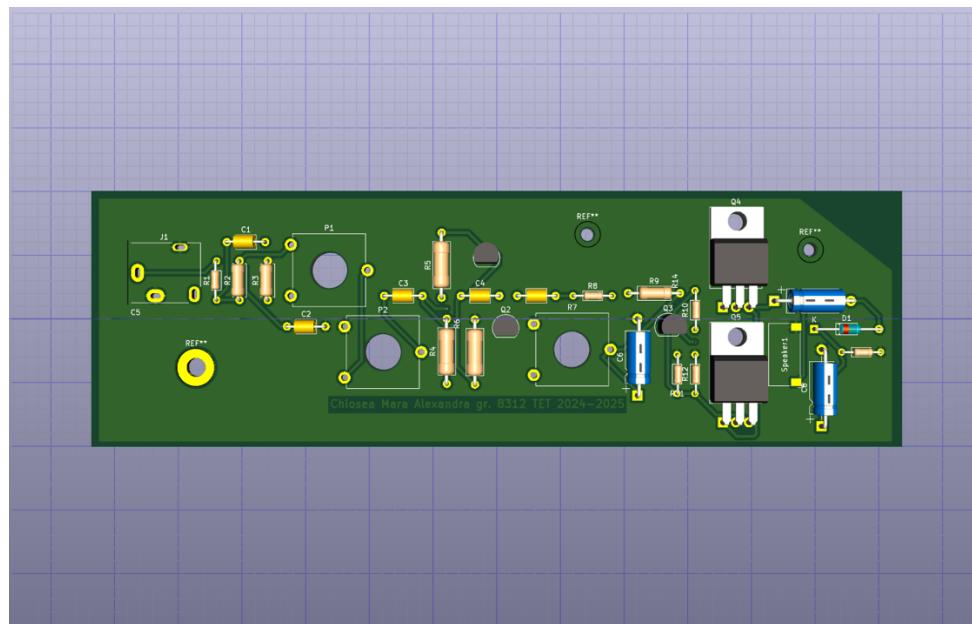


Figura 44. Vedere de sus a plăcii în format 3D

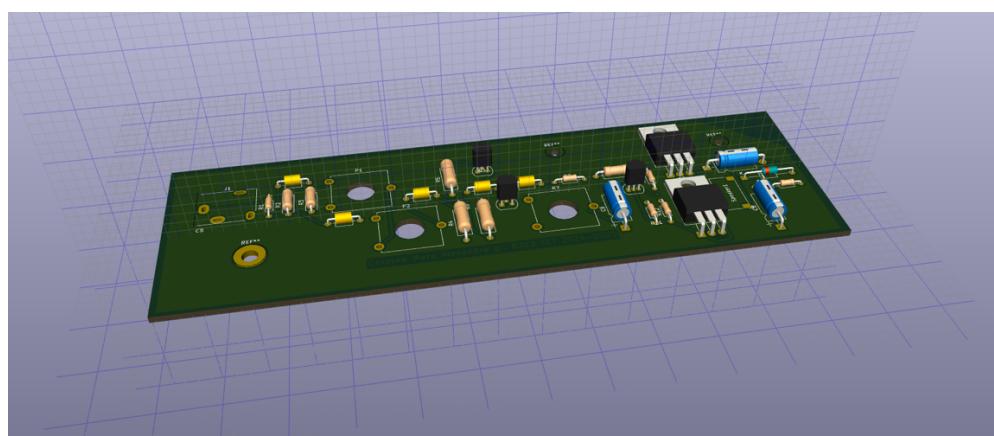


Figura 45. Vedere din lateral a plăcii în format 3D

Capitolul 6. Proiectarea Carcasei 3D

Inițial trasat dimensiunile având ca referință colțul din stânga jos. Am măsurat placa de PCB, plasarea găurilor, orificiul pentru Jack, cele trei potențiometre și Speaker-ul, pentru toate raportându-mă la referință, cu precizarea că pentru obiectele rotunde m-am raportat la centrul lor, iar pentru cele pătrate la colțul stânga jos.

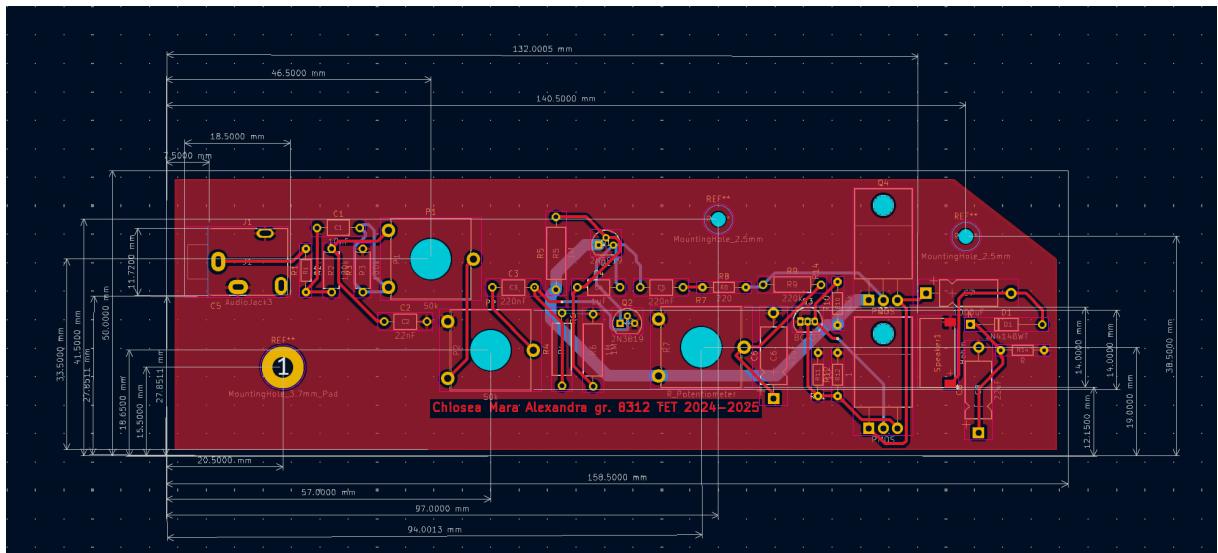


Figura 46. Dimensiuni pentru Tinkercad

Am lucrat în aplicația Tinkercad, unde am realizat mai întâi baza – placa de PCB, precum și o altă placă pe care am plasat-o sub cea inițială cu 2mm mai lată în toate direcțiile, apoi am realizat pereții cu ajutorul unui bloc identic cu cel cu 2mm mai lat, iar înăuntru am plasat alt bloc de tip gol cu dimensiunile plăcii inițiale. Am plasat găurile separat pe straturi, având grijă ca la contopirea tuturor blocurilor acestea să se potrivească perfect între straturi.

Pentru Jack, am consultat foaia de catalog, acesta fiind în lateralul din stânga. Pentru cele 3 potențiometre am plasat orificii în capacul carcasei, la fel și pentru speaker.

Pentru găurile din capac, aferente potențiometrelor, am folosit foaia de catalog oferită de amprenta din KiCad, pe cam am atașat-o în [Anexa 15](#), fiind o placă destul de lungă, am ales modelul 14015, având elementul de reglaj cu diametrul de aprox. 5mm.

Pentru speaker, am folosit [Anexa 16](#), realizând un decupaj în capac cu dimensiunile de 12mm lungime și 6mm lățime.

Pentru conectorul Jack, am realizat un decupaj în peretele carcasei, de forma dreptunghiulară, astfel am luat dimensiunile integrale din foaia de catalog, nu doar orificiul circular de tip mamă. [Anexa 17](#)

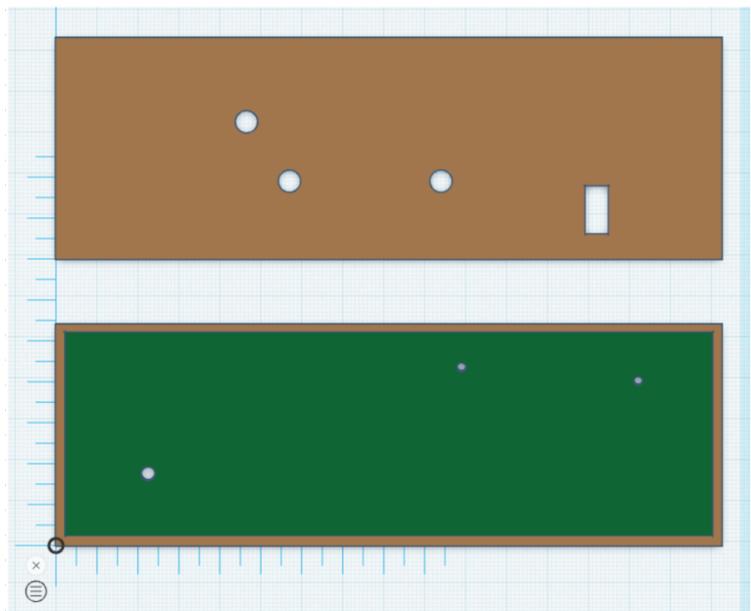


Figura 47. Vedere de sus

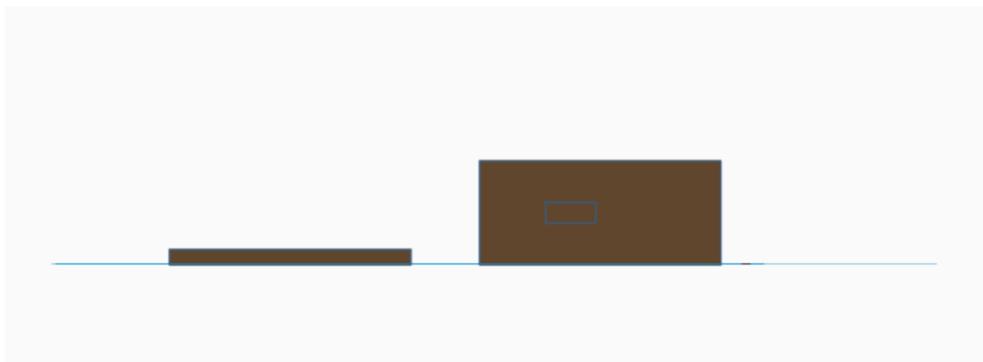


Figura 48. Vedere din lateral

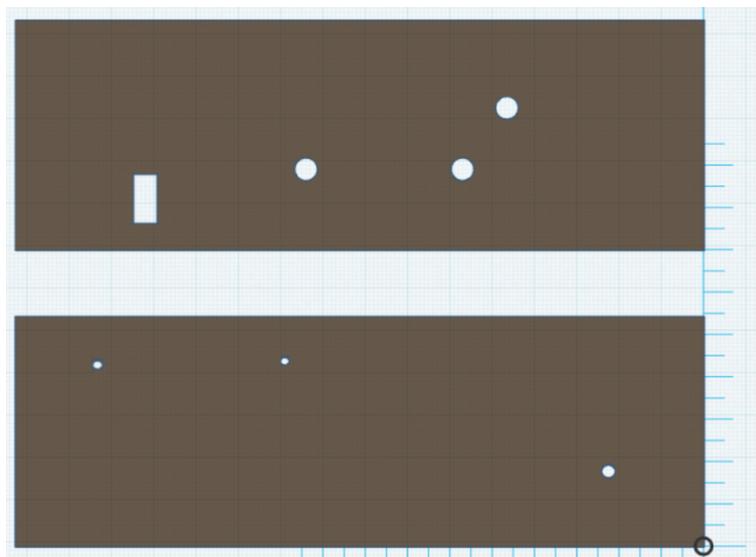


Figura 49. Vedere de jos

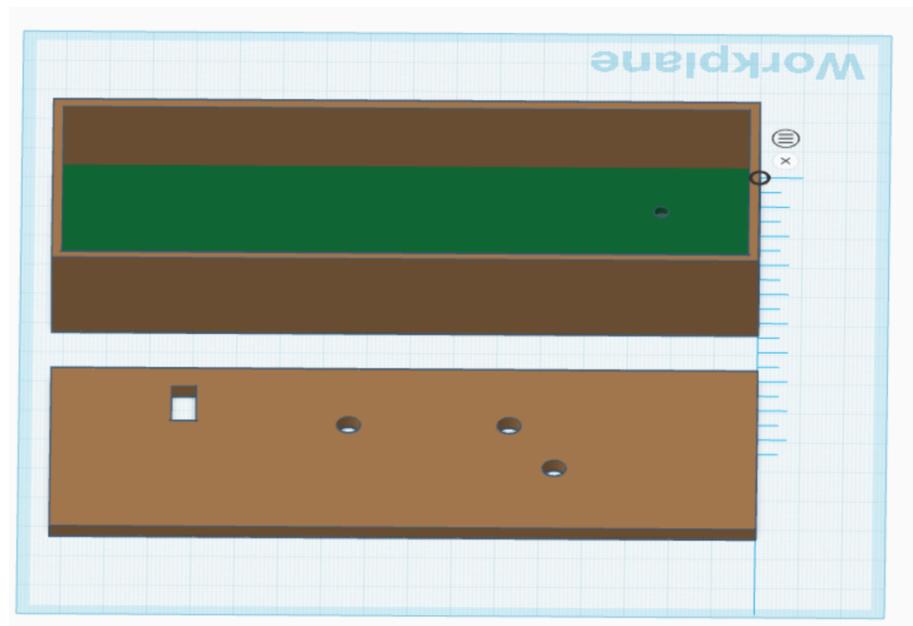


Figura 50. Vedere din spate oblic

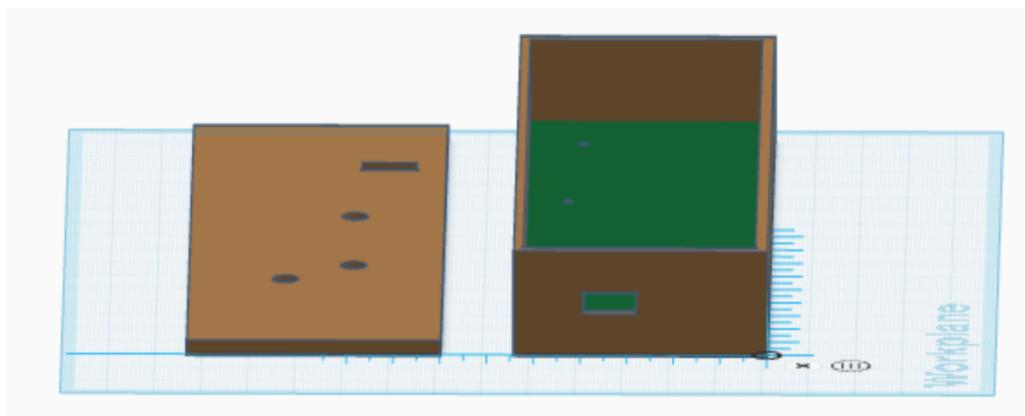


Figura 51. Vedere din lateral oblic

Lista figurilor

Figura 1.	Schema inițială a circuitului	1
Figura 2.	Schema cu nodurile marcate în clar.....	2
Figura 3.	Analiza în domeniul timp	4
Figura 4.	Analiza în curent alternativ.....	5
Figura 5.	Analiză parametrică potențiometru X2.....	6
Figura 6.	Analiză parametrică potențiometru X1.....	6
Figura 7.	Analiză parametrică potențiometru X7.....	7
Figura 8.	Analiză parametrică a celor 3 potențiometre.....	7
Figura 9.	Analiza parametrică potențiometru X2.....	8
Figura 10.	Analiza parametrică potențiometru X1.....	8
Figura 11.	Analiza parametrică potențiometru X7.....	8
Figura 12.	RN50C1001FRE6 – R1 (ANEXA 1)	14
Figura 13.	RN50C1803BRE6 – R2, R3 (ANEXA 1)	14
Figura 14.	RN50C1004FB14 – R4, R5, R6 (ANEXA 1)	14
Figura 15.	RN50C2200FRSL – R8 (ANEXA 1)	14
Figura 16.	RN50C2203FRE6 – R9 (ANEXA 1)	15
Figura 17.	RN50C4701BB14 – R10 (ANEXA 1)	15
Figura 18.	RN50C10R0FB14 – R11 (ANEXA 1)	15
Figura 19.	MBA02040C8068FC100 – Rspk (ANEXA 2).....	15
Figura 20.	CT40805B103K101F3R – C1 (ANEXA 3)	16
Figura 21.	FG28X7R1H223KNT00 – C2 (ANEXA 4).....	17
Figura 22.	CM-220N – C3 și C5 (ANEXA 5).....	17
Figura 23.	CT40805Y105M500F1R – C4 (ANEXA 6)	17
Figura 24.	860020472006 – C6 (ANEXA 7)	17
Figura 25.	ECA-0JHG102 – C8 (ANEXA 8)	18
Figura 26.	UMV0G220MFD1TP – C9 (ANEXA 9)	18
Figura 27.	2N3819 – TO92 (ANEXA 10)	19
Figura 28.	BC337 – TO92 (ANEXA 11).....	19
Figura 29.	P25N06 – TO220 (ANEXA 12)	19
Figura 30.	1N4148 – DO35 (ANEXA 13)	20
Figura 31.	Potențiometru 50 kΩ – X1 și X7 (ANEXA 14).....	20
Figura 32.	PTD902 100 kΩ – X2 (ANEXA 15).....	21
Figura 33.	Conector Jack mama - 15	21
Figura 34.	Speaker CMR-12062S-67.....	21
Figura 35.	Schema electrică în KiCad	22
Figura 36.	Cablajul imprimat al schemei inițiale.....	23
Figura 37.	Pozitionarea elementelor și găurilor pe PCB.....	23
Figura 38.	PCB cu trase de semnal și alimentare.....	24

Figura 39.	Zoom-in asupra orificiilor de ground	24
Figura 40.	Strat față Cu	25
Figura 41.	Strat spate Cu.....	25
Figura 42.	Strat față Silkscreen	25
Figura 43.	Strat Edge Cuts	26
Figura 44.	Vedere de sus a plăcii în format 3D	26
Figura 45.	Vedere din lateral a plăcii în format 3D	26
Figura 46.	Dimensiuni pentru Tinkercad	27
Figura 47.	Vedere de sus.....	28
Figura 48.	Vedere din lateral.....	28
Figura 49.	Vedere de jos	28
Figura 50.	Vedere din spate oblic	29
Figura 51.	Vedere din lateral oblic.....	29

Lista tabelelor

Tabel 1.	Măsurători componente circuit.....	11
Tabel 2.	Selectia rezistorilor	13
Tabel 3.	Selectia condensatoarelor ceramice.....	16
Tabel 4.	Selectia condensatoarelor electrolitice	16
Tabel 5.	Alegerea tranzistorilor/ diodă	18
Tabel 6.	Selectia potențiometrelor.....	20

Bibliografie

- [1] <https://www.digikey.ro/ro>
- [2] <https://www.tme.eu/ro/en/>
- [3] <https://www.vishay.com/docs/31027/cmfmil.pdf>
- [4] <https://www.tme.eu/ro/en/details/cfr0w8j010ja50/tht-resistors/royalohm/>
- [5] <https://www.tme.eu/ro/en/details/mba02040c8068fc100/tht-resistors/vishay/>
- [6] <https://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/A01X/G101/ENG/GRM022C80G103ME01-01A.pdf>
- [7] https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/692/mlcc_commercial_general_Rev2018.pdf
- [8] <https://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/A01X/G101/ENG/GRM022D80E224ME14-01.pdf>
- [9] https://product.tdk.com/en/system/files/dam/doc/product/capacitor/ceramic/mlcc/catalog/mlcc_commercial_lwreverse_en.pdf
- [10] <https://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/A01X/G101/ENG/GRM022D80E224ME14-01.pdf>
- [11] <https://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/A01X/G101/ENG/GRM022C80G103ME01-01A.pdf>
- [12] https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/692/mlcc_commercial_general_Rev2018.pdf
- [13] <https://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/A01X/G101/ENG/GRM022D80E224ME14-01.pdf>
- [14] <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/15075/PHILIPS/2N3819.html>
- [15] <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/643709/FAIRCHILD/BC337.html>
- [16] <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1066060/HARWIN/P25-0123.html>
- [17] <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/190208/WTE/1N4148.html>
- [18] <https://www.tme.eu/Document/48eb4fb11c5e0c9b1cd467745dfbcb98/R0141-2.pdf>
- [19] <https://www.tme.eu/Document/0dcf9d1ace163db92f6540f1be05c989/PTD90.pdf>
- [20] <https://www.acptechnologies.com/wp-content/uploads/2017/10/03-ACP-CA14-CE14.pdf>
- [21] <https://www.sameskydevices.com/product/resource/cmr-12062s-67.pdf>
- [22] <https://www.sameskydevices.com/product/resource/sj1-351xn.pdf>

Anexe

Anexa 1

Rezistorii 1-11 și Ro fac parte din aceeași familie de rezistori

STANDARD ELECTRICAL SPECIFICATIONS											
GLOBAL MODEL	MIL STYLE	MIL SPEC. SHEET	POWER RATING $P_{70^{\circ}\text{C}}$ W	POWER RATING $P_{125^{\circ}\text{C}}$ W	MAX. WORKING VOLTAGE ⁽¹⁾ V	RESISTANCE RANGE Ω MIL-R-10509 $\pm 100 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (D)	RESISTANCE RANGE Ω MIL-R-10509 $\pm 50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (C)	RESISTANCE RANGE Ω MIL-R-10509 $\pm 25 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (E)	RESISTANCE RANGE Ω MIL-PRF-22684	TOL. ⁽³⁾ $\pm \%$	DIELECTRIC STRENGTH V _{AC}
CMF50	RN50	08	-	0.05	200	-	10 to 100K	10 to 100K	-	0.1, 0.25, 0.5, 1	450
CMF55	RN55	07	0.125	0.10	200	10 to 301K	49.9 to 100K	49.9 to 100K	-	0.1, 0.25, 0.5, 1	450
CMF60	RN60	01	0.25	0.125	300	10 to 1M	49.9 to 499K	49.9 to 499K	-	0.1, 0.25, 0.5, 1	500
CMF65	RN65	02	0.50	0.25	350	10 to 2M	49.9 to 1M	49.9 to 1M	-	0.1, 0.25, 0.5, 1	900
CMF70	RN70	03	0.75 ⁽²⁾	0.50	500	10 to 2.49M	24.9 to 1M	24.9 to 1M	-	0.1, 0.25, 0.5, 1	900
CMF07	RL07	01	0.25	-	250	-	-	-	51 to 150K	2, 5	450
CMF20	RL20	02	0.50	-	350	-	-	-	4.3 to 470K	2, 5	700

VISHAY DALE MODEL	A	B	C (MAX.)	D
CMF50	0.150 ± 0.020 (3.81 ± 0.51)	0.065 ± 0.015 (1.65 ± 0.38)	0.244 (6.20)	0.016 ± 0.002 (0.41 ± 0.05)
CMF55	0.240 ± 0.020 (6.10 ± 0.51)	0.090 ± 0.008 (2.29 ± 0.20)	0.290 (7.37)	0.025 ± 0.002 (0.64 ± 0.05)
CMF60	0.344 ± 0.031 (8.74 ± 0.79)	0.145 ± 0.015 (3.68 ± 0.38)	0.425 (10.80)	0.025 ± 0.002 (0.64 ± 0.05)
CMF65	0.562 ± 0.031 (14.27 ± 0.79)	0.180 ± 0.015 (4.57 ± 0.38)	0.687 (17.45)	0.025 ± 0.002 (0.64 ± 0.05)
CMF70	0.562 ± 0.031 (14.27 ± 0.79)	0.180 ± 0.015 (4.57 ± 0.38)	0.687 (17.45)	0.032 ± 0.002 (0.81 ± 0.05)
CMF07	0.240 ± 0.020 (6.10 ± 0.51)	0.090 ± 0.008 (2.29 ± 0.20)	0.290 (7.37)	0.025 ± 0.002 (0.64 ± 0.05)
CMF20	0.375 ± 0.040 (9.53 ± 1.02)	0.145 ± 0.015 (3.68 ± 0.38)	0.425 (10.80)	0.032 ± 0.002 (0.81 ± 0.05)

Anexa 2

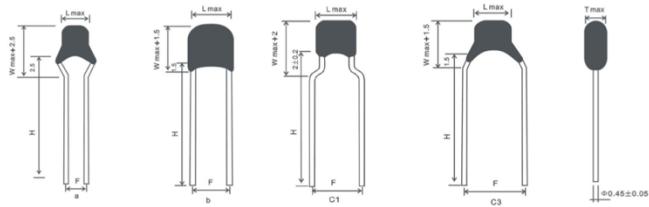
Rezistorul R12

SPECIFICATION

Manufacturer	ROYALOHM
Type of resistor	carbon film
Mounting	THT
Resistance ⁽¹⁾	1Ω
Power	0.125W
Tolerance	±5%
Max. operating voltage	200V
Max. overload voltage	400V
Leads dimensions	Ø0.45x28mm
Body dimensions	Ø1.85x3.5mm
Leads	axial
Gross weight	0.105 g
Certificates	RoHS

Anexa 3

CT40805B103K101F3R – C1



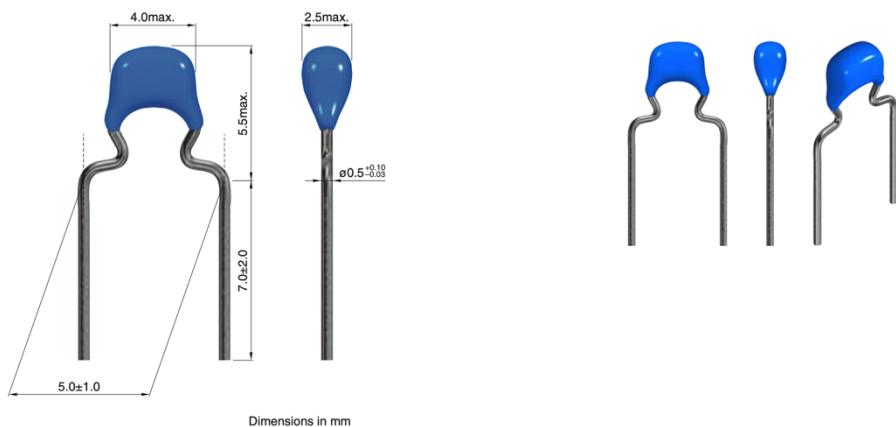
Size Code	Shape	Dimensions (mm)					voltage	Capacitance(pF)		
		F (±0.5)	Hmin (±1)	Lmax	Wmax	Tmax		NPO	X7R	Y5V
0805	a	2.54	5.0				25V	0R5~332	331~104	
	b	2.54	10.0				50V	0R5~222	331~104	
	C1	5.08	5.0/10.0	4.2	3.8	3.8	100V	0R5~102	331~104	103~105
	C2	5.08	5.0							103~684
1206	a	2.54					25V	0R5~682	102~224	
	b	3.50		10.0	5.0	4.5	50V	0R5~472	102~104	103~125
	C1	5.08		5.0/10.0			100V	0R5~392	102~105	103~105
1210	b	3.50	10.0	7.6	5.5	3.8	25V	0R5~103	102~334	
	C1	5.08					50V	0R5~472	102~224	104~155
							100V	0R5~392	102~105	
1812	b	4.57	10.0	8.5	8.5	3.8	25V	561~103	103~474	
							50V	561~682	103~334	154~335
							100V	561~472	103~105	
2225	b	5.50	10.0	10.5	9.5	4.2	25V	102~223	103~105	
							50V	102~223	103~474	684~475
							100V	102~103		
3035	b	7.50	10.0	12.5	10.5	4.2	25V	102~104	103~225	
							50V	102~473	103~205	105~106
							100V	102~333	103~105	105~685

*Lead spacing determined by customer requirements.

Anexa 4

FG28X7R1H223KNT00 – C2

■ SHAPE & DIMENSIONS

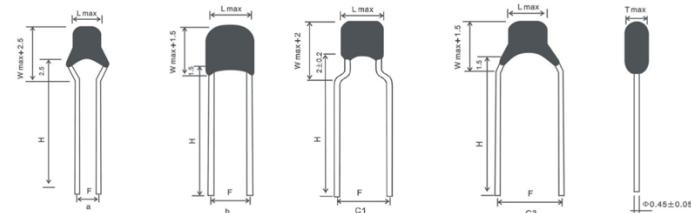


Anexa 5

– C3 și C5

Anexa 6

CT40805Y105M500F1R – C4

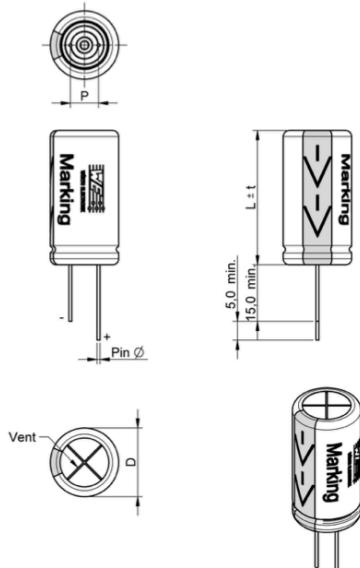


Size Code	Shape	Dimensions (mm)					voltage	Capacitance(pF)			
		F (±0.5)	Hmin (±1)	Lmax	Wmax	Tmax		NPO	X7R	Y5V	
0805	a	2.54	5.0				25V 50V 100V	0R5~332 0R5~222 0R5~102	331~104 331~104 331~104	103~105 103~684	
	b	2.54	10.0								
	C1	5.08	5.0/10.0	4.2	3.8	3.8					
	C2	5.08	5.0								
1206	a	2.54					25V 50V 100V	0R5~682 0R5~472 0R5~392	102~224 102~104 102~105	103~125 103~105	
	b	3.50		10.0	5.0	4.5					
	C1	5.08									
1210	b	3.50		10.0	7.6	5.5	3.8	25V 50V 100V	0R5~103 0R5~472 0R5~392	102~334 102~224 102~105	104~155
1812	b	4.57		10.0	8.5	8.5	3.8	25V 50V 100V	561~103 561~682 561~472	103~474 103~334 103~105	154~335
2225	b	5.50		10.0	10.5	9.5	4.2	25V 50V 100V	102~223 102~223 102~103	103~105 103~105 103~474	684~475
3035	b	7.50		10.0	12.5	10.5	4.2	25V 50V 100V	102~104 102~473 102~333	103~225 103~205 103~105	105~106 105~685

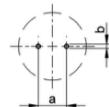
Anexa 7

860020472006 – C6

A Dimensions: [mm]



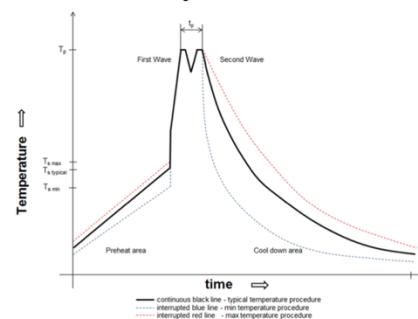
B Recommended hole pattern: [mm]



C Schematic:



H4: Classification Wave Soldering Profile:

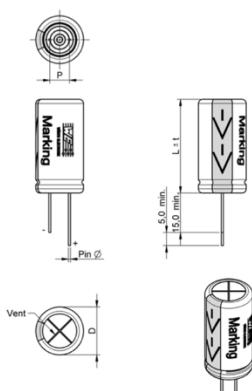


H5: Classification Wave Profile

Profile Feature	Pb-Free Assembly	Sn-Pb Assembly
Preheat	100°C 120°C 130°C 70 seconds	100°C 120°C 130°C 70 seconds
Δ preheat to max Temperature	150°C max.	150°C max.
Peak temperature (T_p)	250°C - 260°C	235°C - 260°C
Time of actual peak temperature (t_p)	max. 10 seconds max. 5 second each wave	max. 10 seconds max. 5 second each wave
Ramp-down rate	- N/A - Typical - Max	- 2 K/s - 2.5 K/s - 3 K/s - 5 K/s
Time 25°C to 25°C	4 minutes	4 minutes

refer to EN 61760-1:2006

A Dimensions: [mm]



B Recommended hole pattern: [mm]



C Schematic:



D1 Electrical Properties:

Properties	Test conditions	Value	Unit	Tol.
Capacitance	0.25V, 120Hz	C	μF	$\pm 20\%$
Rated voltage	U_{R}	25	V (DC)	max.
Leakage current	after 1 min.	I_{leak}	μA	max.
Dissipation factor	120 Hz	DF	%	typ.
Ripple current	120Hz @105°C	I_{ripple}	mA	max.

E General information:

Aluminum Electrolytic Capacitors
Storage Conditions: 35°C, <45% RH
Operating Temperature: -40 °C bis +105 °C
Load Life: 2000 h @ +105°C / 25 V (DQ)
Test conditions of Electrical Properties:
20°C, 33% RH, if not specified differently
Fit according to separate documentation

D ± 0.5	5.0
P ± 0.5	2.0
L ± t	11.0
t	1.5
Pin Ø ± 0.02	0.5
a	2.0
b	0.8

WCAP-ATG5 Aluminum Electrolytic Capacitors

Order - No.	WÜRTH ELEKTRONIK	SIZE
860020472006	✓ WURTH ELEKTRONIK	A4
	Size: 5.0 x 11.0	

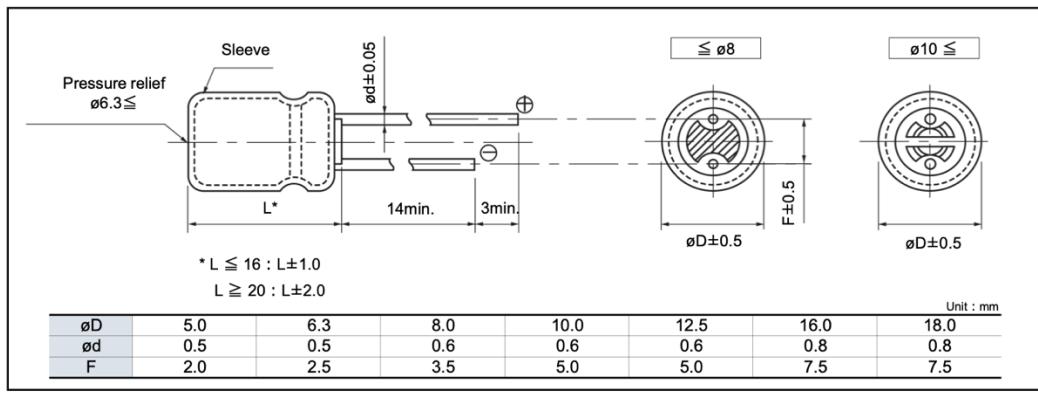
Anexa 8

ECA-0JHG102 – C8

Frequency correction factor for ripple current

Rated voltage (V)	Capacitance (μF)	Frequency (Hz)				
		60	120	1 k	10 k	100 k
6.3 to 100	2.2 to 33	0.75	1.00	1.55	1.80	2.00
	47 to 470	0.80	1.00	1.35	1.50	1.50
	1000 to 22000	0.85	1.00	1.10	1.15	1.15
160 to 450	2.2 to 330	0.80	1.00	1.35	1.50	1.50

Dimensions



Anexa 9

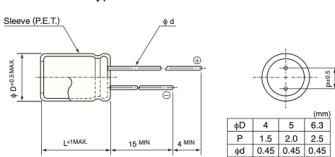
UMV0G220MFD1TP – C9

UMV0G220MFD1TP

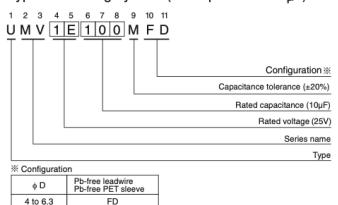
■ Specifications

Item	Performance Characteristics																														
Category Temperature Range	-40 to +105°C																														
Rated Voltage Range	4 to 50V																														
Rated Capacitance Range	1 to 100 μF																														
Capacitance Tolerance	$\pm 20\%$ at 120Hz, 20°C																														
Leakage Current	After 2 minutes' application of rated voltage at 20°C, leakage current is not more than 0.01CV or 3 (μA), whichever is greater.																														
Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	<table border="1"> <caption>Measurement frequency : 120Hz</caption> <thead> <tr> <th>Rated voltage (V)</th> <th>4</th> <th>6.3</th> <th>10</th> <th>16</th> <th>25</th> <th>35</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\tan \delta$ (MAX.)</td> <td>0.37</td> <td>0.28</td> <td>0.24</td> <td>0.20</td> <td>0.16</td> <td>0.13</td> <td>0.12</td> </tr> </tbody> </table>							Rated voltage (V)	4	6.3	10	16	25	35	50	$\tan \delta$ (MAX.)	0.37	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.12								
Rated voltage (V)	4	6.3	10	16	25	35	50																								
$\tan \delta$ (MAX.)	0.37	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.12																								
Stability at Low Temperature	<table border="1"> <caption>Measurement frequency : 120Hz</caption> <thead> <tr> <th>Rated voltage (V)</th> <th>4</th> <th>6.3</th> <th>10</th> <th>16</th> <th>25</th> <th>35</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Impedance ratio (MAX.)</td> <td>$Z-25^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>$Z-40^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>							Rated voltage (V)	4	6.3	10	16	25	35	50	Impedance ratio (MAX.)	$Z-25^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$	8	4	3	2	2	2	$Z-40^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$	14	10	7	5	3	3	3
Rated voltage (V)	4	6.3	10	16	25	35	50																								
Impedance ratio (MAX.)	$Z-25^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$	8	4	3	2	2	2																								
$Z-40^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}$	14	10	7	5	3	3	3																								
Endurance	The specifications listed at right shall be met when the capacitors are restored to 20°C after the rated voltage is applied for 5000 hours at 105°C.																														
Capacitance change	$\leq 30\%$ of the initial capacitance value																														
Leakage current	300 times or less than the initial specified value																														
Shelf Life	After storing the capacitors under no load at 105°C for 1000 hours and then performing voltage treatment based on JIS C 5101-4 clause 4.1 at 20°C, they shall meet the specified values for the endurance characteristics listed above.																														
Marking	Printed with silver color letter on dark brown sleeve.																														

■ Radial Lead Type



Type numbering system (Example : 25V 10 μF)



■ Dimensions

Cap. (μF)	Y	4		6.3		10		16		25		35		50	
		Code	0G	Code	0J	Code	1A	Code	1C	Code	1E	Code	1V	Code	1H
1	010														
2.2	2R2														
3.3	3R3														
4.7	4R7														
10	100														
22	220	4 x 5	22	4 x 5	22	5 x 5	27	5 x 5	30	6.3 x 5	38	6.3 x 5	42		
33	330	5 x 5	30	5 x 5	30	5 x 5	35	6.3 x 5	40	6.3 x 5	48				
47	470	5 x 5	36	5 x 5	36	6.3 x 5	46	6.3 x 5	50						
100	101	6.3 x 5	60	6.3 x 5	60										

Rated ripple current (mAmps) at 105°C 120Hz

Frequency	50 Hz	120 Hz	300 Hz	1 kHz	10 kHz or more
Coefficient	0.70	1.00	1.17	1.36	1.50

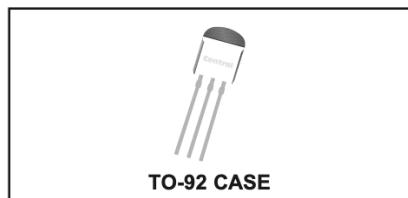
Please refer to page 20, 21, 22 about the formed or taped product spec.
Please refer to page 4 for the minimum order quantity.

Anexa 10

J1 și J2 2N3819 – TO92



The CENTRAL SEMICONDUCTOR 2N3819 is a silicon N-Channel JFET designed for RF amplifier and mixer applications.



MARKING: FULL PART NUMBER

MAXIMUM RATINGS: ($T_A=25^\circ\text{C}$)

	SYMBOL	UNITS
Drain-Gate Voltage	V_{DG}	V
Drain-Source Voltage	V_{DS}	V
Gate-Source Voltage	V_{GS}	V
Continuous Gate Current	I_G	mA
Power Dissipation	P_D	mW
Operating and Storage Junction Temperature	T_J, T_{stg}	${}^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS: ($T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
I_{GSS}	$V_{GS}=15\text{V}$	2.0		nA
I_{GSS}	$V_{GS}=15\text{V}, T_A=100^\circ\text{C}$	2.0		μA
I_{DSS}	$V_{DS}=15\text{V}$	2.0	20	mA
BV_{GSS}	$I_G=1.0\mu\text{A}$	25		V
$V_{GS(\text{OFF})}$	$V_{DS}=15\text{V}, I_D=2.0\text{nA}$		8.0	V
V_{GS}	$V_{DS}=15\text{V}, I_D=200\mu\text{A}$	0.5	7.5	V
$ Y_{fs} $	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{MHz}$	2.0	6.5	mS
$ Y_{fs} $	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=100\text{MHz}$	1.6		mS
$ Y_{os} $	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{kHz}$		50	μs
C_{iss}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{MHz}$	8.0		pF
C_{rss}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{MHz}$	4.0		pF

Anexa 11

Q3 - BC337 – TO92

FAIRCHILD.

September 2015

BC337 / BC338
NPN Epitaxial Silicon Transistor

Features

- Switching and Amplifier Applications
- Suitable for AF-Driver Stages and Low-Power Output Stages
- Complement to BC327 / BC328

TO-92

1. Collector
2. Base
3. Emitter

Straight Lead Bulk Packing

Bent Lead Tape & Reel Ammo Packing

Ordering Information

Part Number	Top Mark	Package	Packing Method
BC33716BU	BC33716	TO-92 3L	Bulk
BC33716TA	BC33716	TO-92 3L	Ammo
BC33716TFR	BC33716	TO-92 3L	Tape and Reel
BC33725BU	BC33725	TO-92 3L	Bulk
BC33725TA	BC33725	TO-92 3L	Ammo
BC33725TAR	BC33725	TO-92 3L	Ammo
BC33725TF	BC33725	TO-92 3L	Tape and Reel
BC33725TFR	BC33725	TO-92 3L	Tape and Reel
BC33740BU	BC33740	TO-92 3L	Bulk
BC33740TA	BC33740	TO-92 3L	Ammo
BC33825TA	BC33825	TO-92 3L	Ammo

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit	
V_{CES}	Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	50 30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	45 25	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage		5	V
I_C	Collector Current (DC)		800	mA
T_J	Junction Temperature		150	°C
T_{STG}	Storage Temperature		-55 to 150	°C

Physical Dimensions

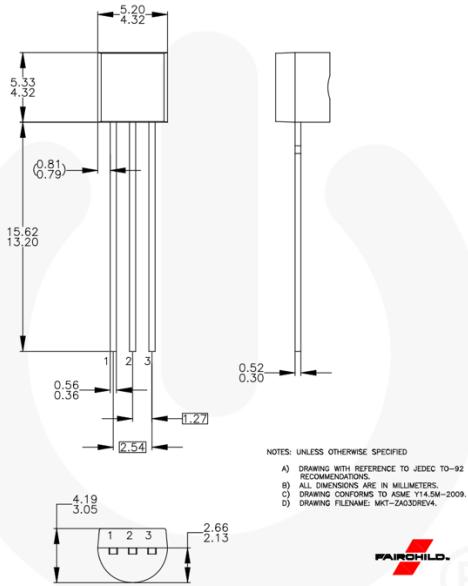
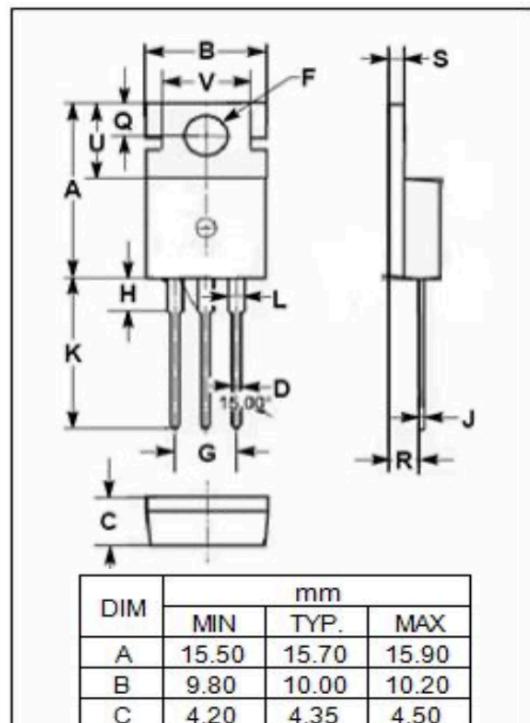
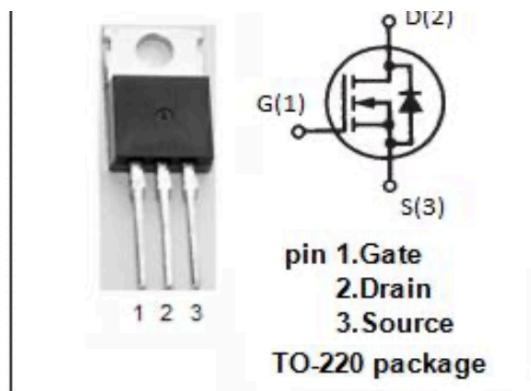


Figure 1. 3-Lead, TO-92, JEDEC TO-92 Compliant Straight Lead Configuration, Bulk Type

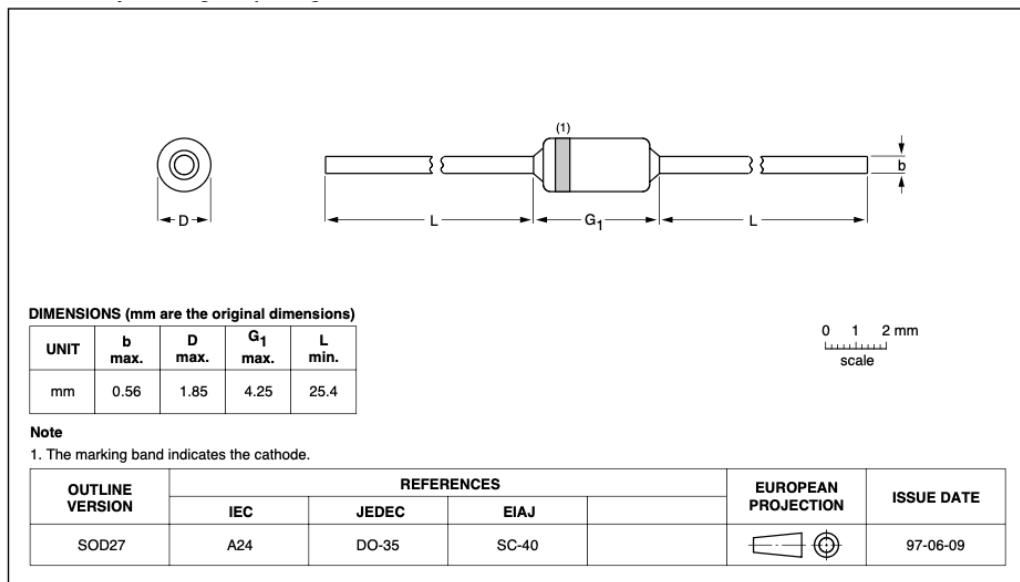
Anexa 12

M4 și M5 P25N06 – TO220



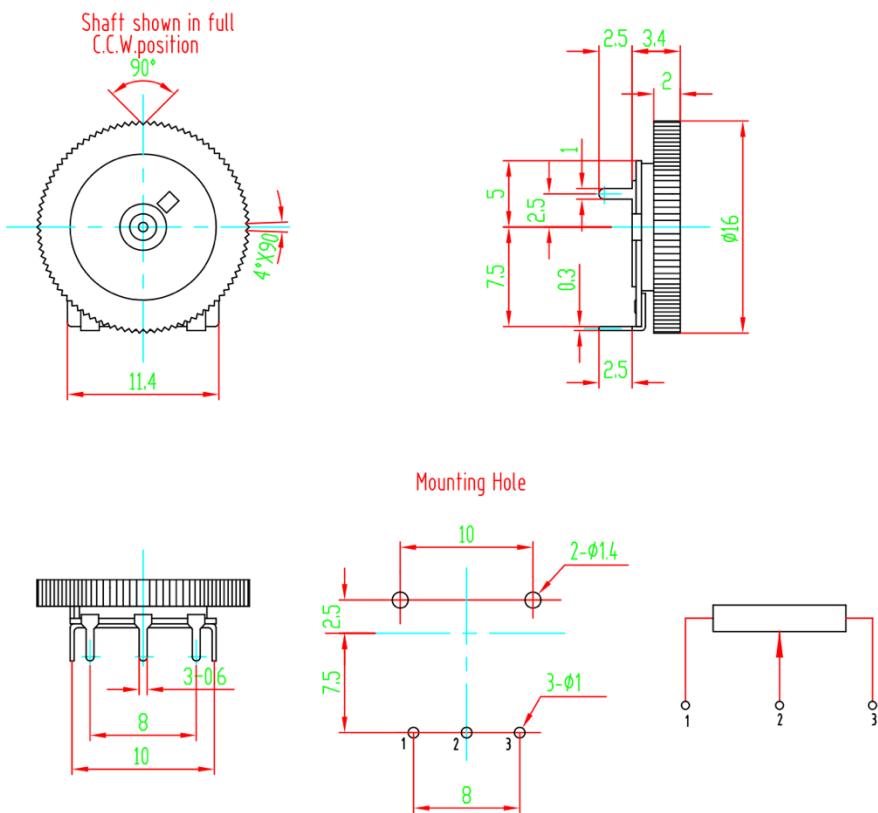
Anexa 13

D1 – 1N4148 – DO35



Anexa 14

Potențiometru 50 kΩ – X1 și X7



Anexa 15

Shafts

Shafts are available in different colors (color chart in "how to order" section) and with self-extinguishable property, according to UL 94 V-0, under request. ACP can study special shaft designs.

Shafts can be sold separately or delivered already mounted on the potentiometer at ACP.

When a shaft is mounted, the distance from the top of the potentiometer to the top of the shaft is marked with "L" in the table below, as shown in the drawings:

	H potentiometer + shaft			V potentiometer + shaft		
Shaft	14042	14065 (For E rotor)	14117	14056	14081	14187
L Dimension	7.05	11.50	11.70	12.25	18.25	18.75
Total Length	6.25	5.8				
H Dimension						
Shaft	14251	14067	14008	14015	14066	14084
L Dimension	18.75	27.75	23.25	23.25	23.50	23.50
Total Length						
H Dimension						
Shaft	14250	14072	14073			
L Dimension	25.00	31.75	38.50			
Total Length						
H Dimension						

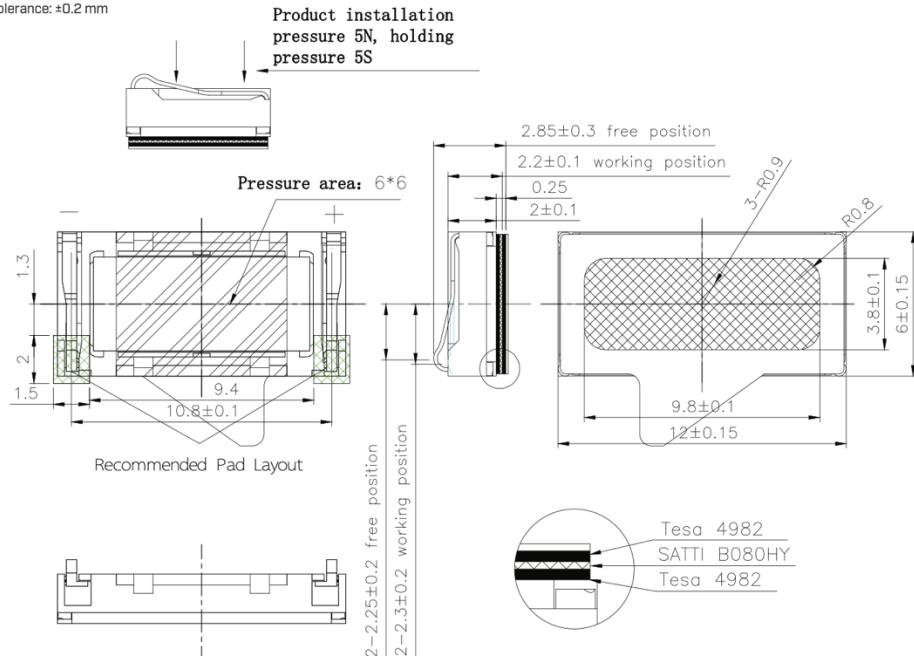
	14008	14015
Shaft		
Shaft		

CA14 CE14

Anexa 16

MECHANICAL DRAWING

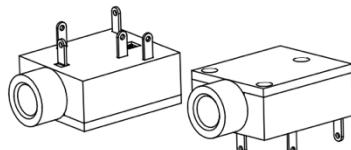
units: mm
tolerance: ± 0.2 mm



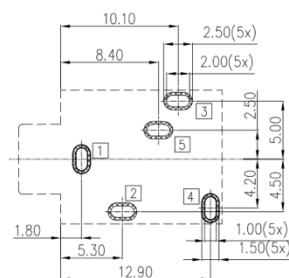
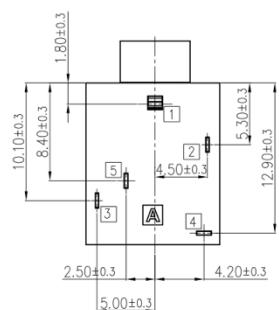
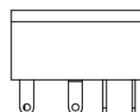
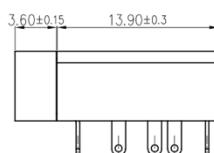
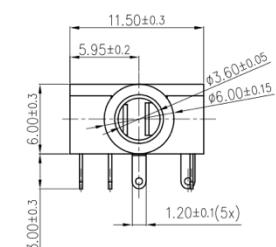
Anexa 17

MECHANICAL DRAWING

units: mm
tolerance:
 $X.X \pm 0.50$ mm
 $XXX \pm 0.30$ mm
 $XXXX \pm 0.15$ mm
PCB: ± 0.05 mm
unless otherwise specified



DESCRIPTION	MATERIAL	PLATING/COLOR
terminal 1	brass t=0.3	silver over nickel
terminal 2	copper alloy t=0.25	silver over nickel
terminal 3	copper alloy t=0.25	silver over nickel
terminal 4	brass t=0.3	silver over nickel
terminal 5	brass t=0.3	silver over nickel
bushing	brass	nickel
cover	PBT (UL94V-0)	black
housing	PBT (UL94V-0)	black



Recommended PCB Layout
Top View