

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

<b>CAPITOLUL 1. MODELAREA CIRCUITELOR .....</b>	<b>1</b>
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
<b>CAPITOLUL 2. SIMULAREA CIRCUITELOR .....</b>	<b>4</b>
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
<b>CAPITOLUL 3. ALEGAREA COMPONENTELOR.....</b>	<b>13</b>
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
<b>LISTA FIGURILOR .....</b>	<b>22</b>
<b>LISTA TABELELOR .....</b>	<b>23</b>

## **BIBLIOGRAFIE 24**

### **ANEXE 25**

ANEXA 1	25
ANEXA 2	25
ANEXA 3	26
ANEXA 4	27
ANEXA 5	28
ANEXA 6	29
ANEXA 7	30
ANEXA 8	31
ANEXA 9	31
ANEXA 10	32
ANEXA 11	33
ANEXA 12	34
ANEXA 13	35
ANEXA 14	35

# 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.

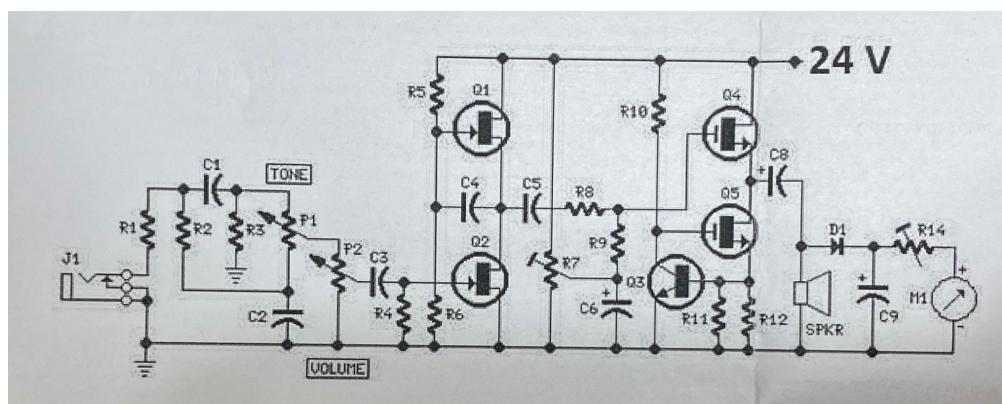


Figura 1. Schema inițială a circuitului

## 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.

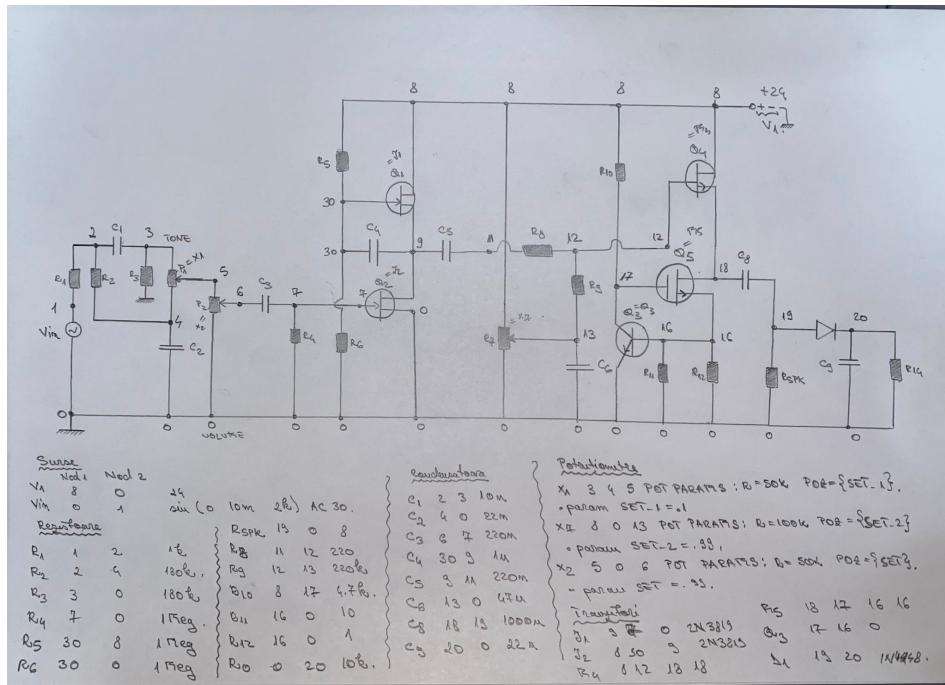


Figura 2. Schema cu nodurile marcate în clar

### 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

R<sub>o</sub> 0 20 10k

R<sub>spk</sub> 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

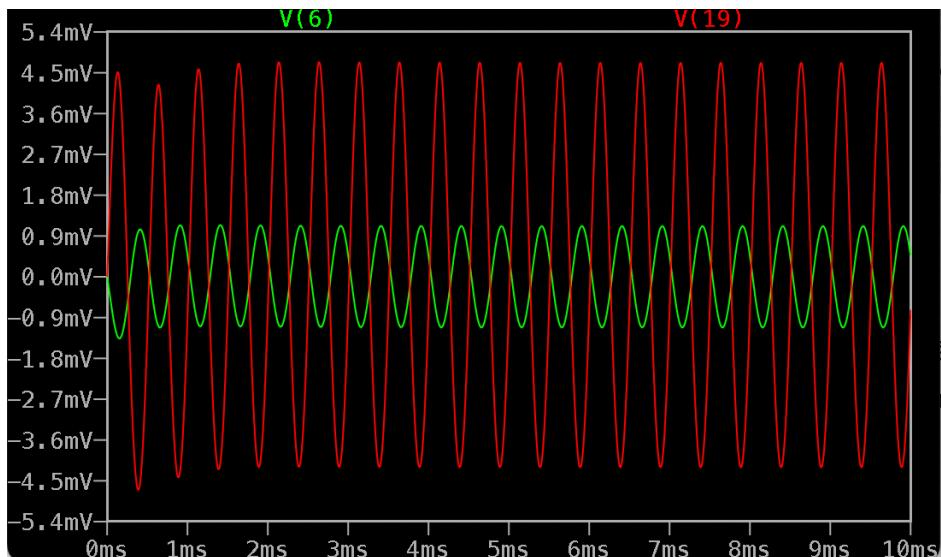


Figura 3. Analiza în domeniul timp

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

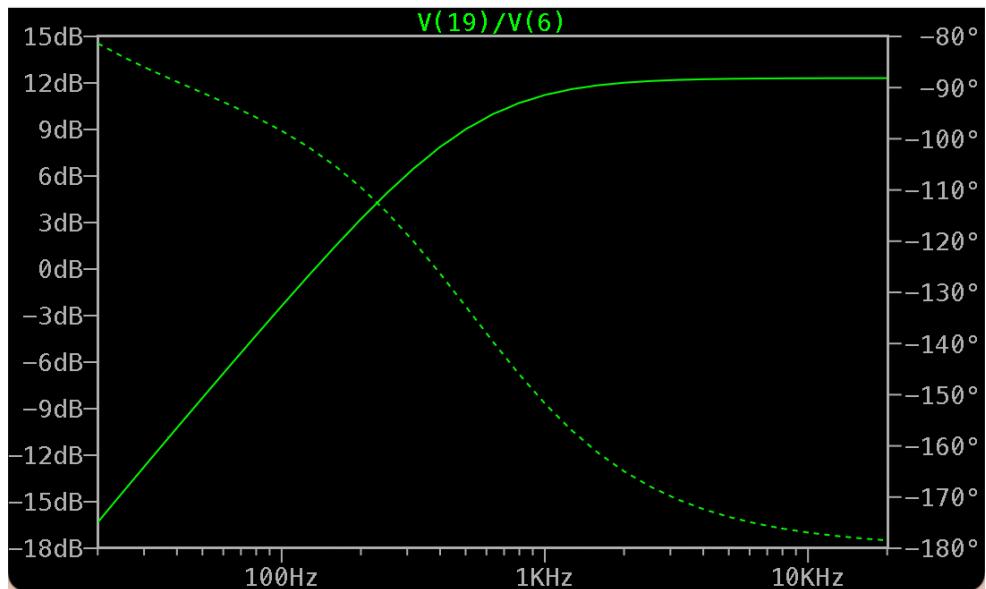


Figura 4. Analiza în curent alternativ

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

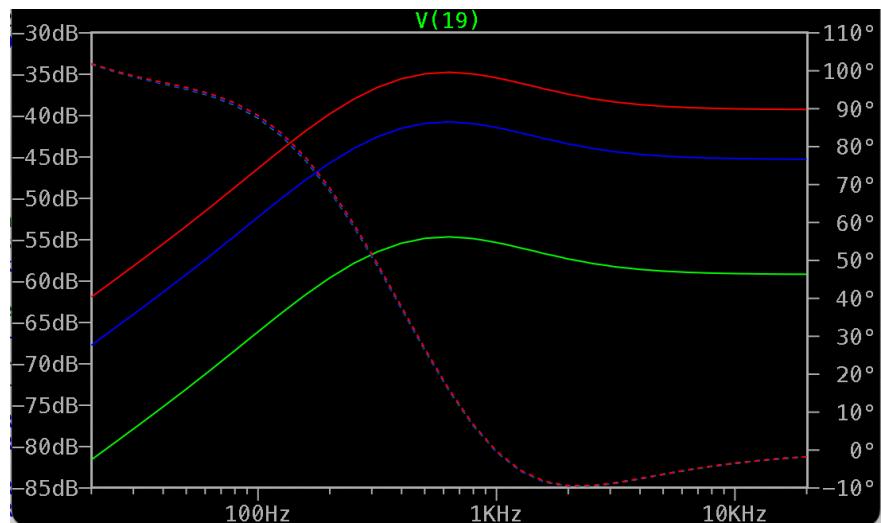


Figura 5. Analiză parametrică potențiometru X2

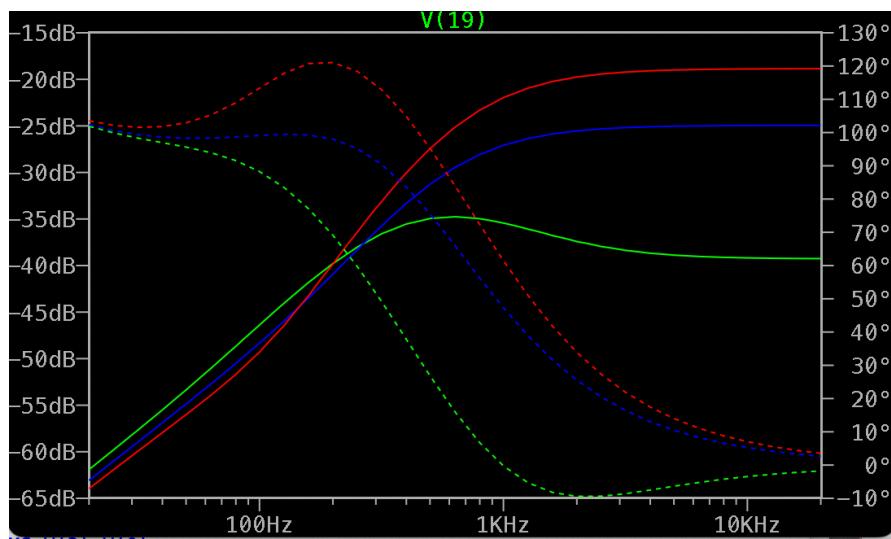


Figura 6. Analiză parametrică potențiometru X1

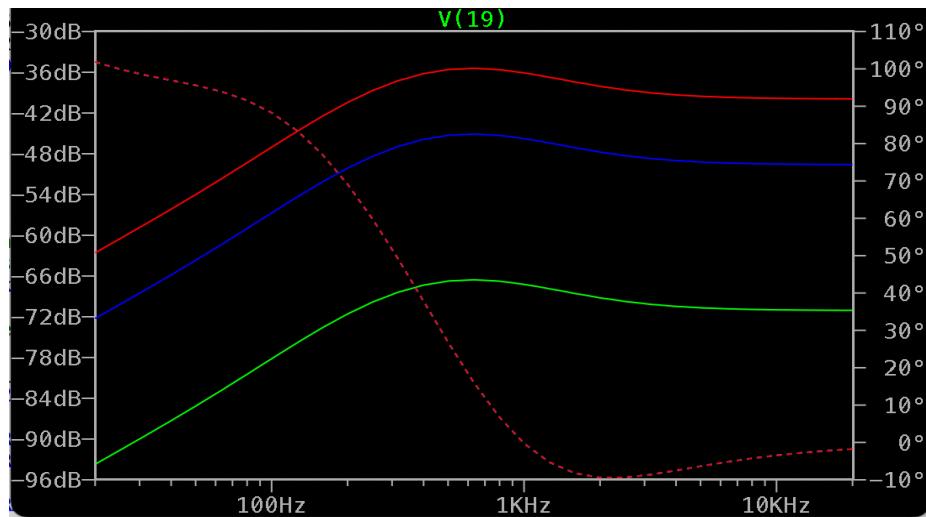


Figura 7. Analiză parametrică potențiometru X7

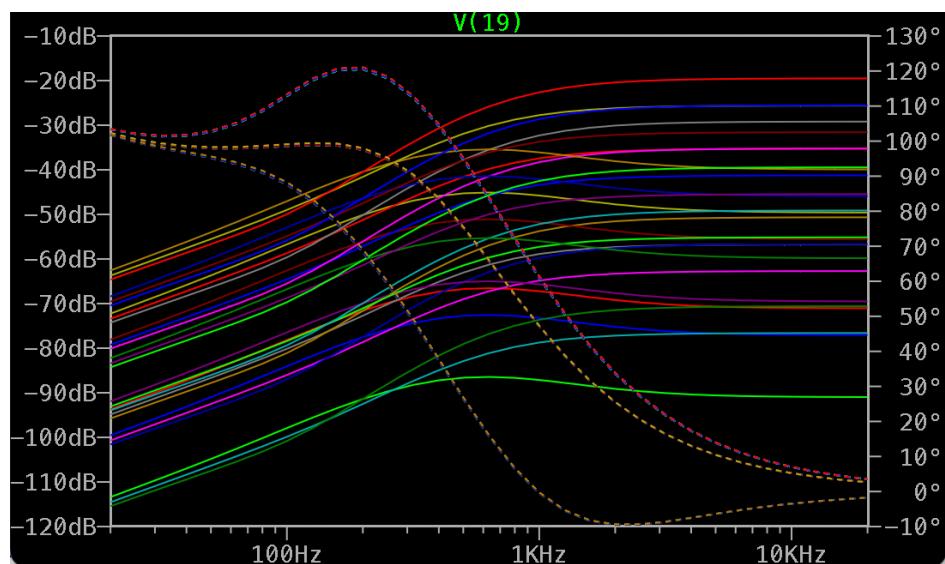


Figura 8. Analiză parametrică a celor 3 potențiometre

//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

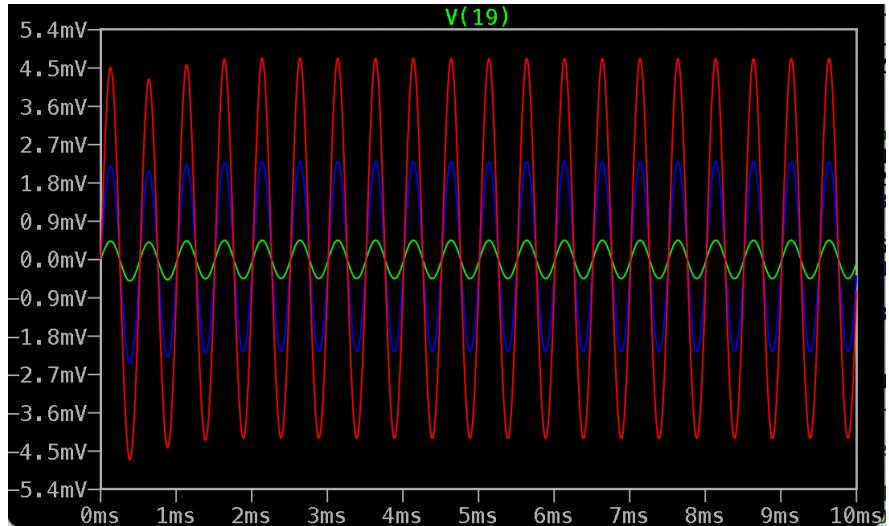


Figura 9. Analiza parametrică potențiometru X2

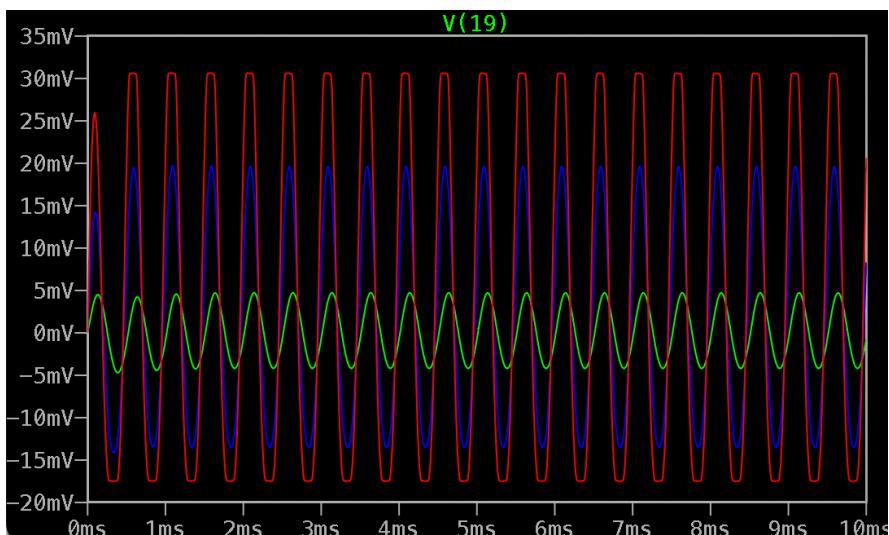


Figura 10. Analiza parametrică potențiometru X1

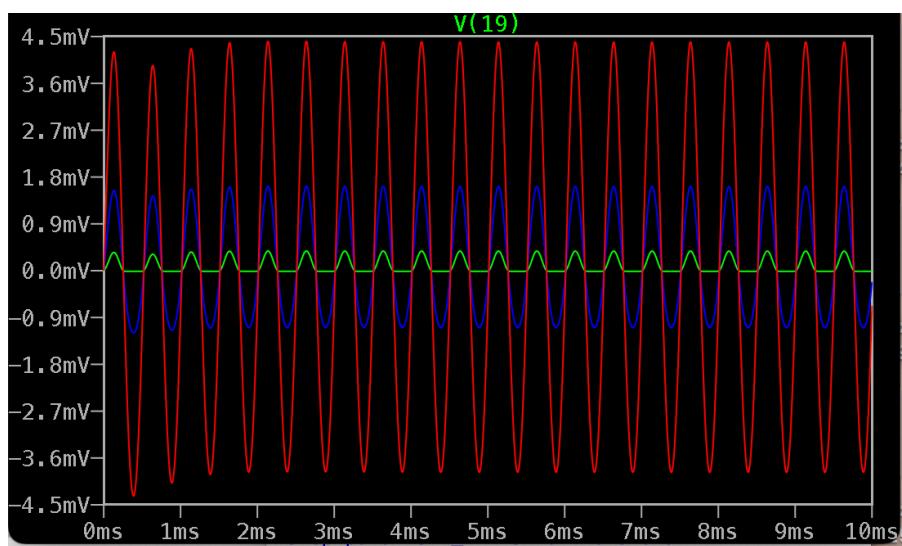


Figura 11. Analiza parametrică potențiometru X7

## 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

Componentă	Model	L [mm]	W [mm.]	T [mm.]	e [mm.]	g [mm.]	Pret, unitar [r/b]
C1	GRM022C80G103ME01L	0.4	0.2	0.3	0.13	0.13	1.2
C2	C0402X5R0G223M020B C	0.4	0.2	0.2	0.07	0.14	1.75
C3	GRM022D80E224ME14L	0.4	0.2	0.2	0.07	0.13	0.50
C4	C0510X7S0E105M030BC	0.52	1.0	0.3	0.10	0.20	1.3
C5	GRM022D80E224ME14L	0.4	0.2	0.2	0.07	0.07	0.50

Tabel 4. Selecția condensatoarelor electrolitice

Componență	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

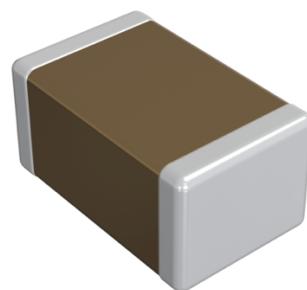


Figura 20. GRM022C80G103ME01L – C1 ([ANEXA 3](#))

**C0402X5R0G223M020BC** 

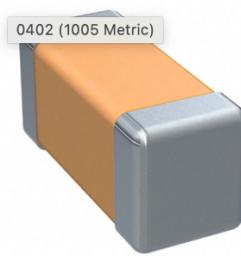


Figura 21. C0402X5R0G223M020BC – C2 ([ANEXA 4](#))

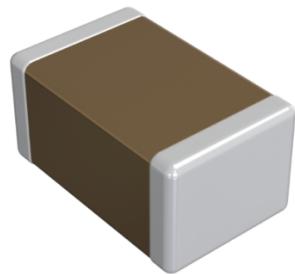


Figura 22. GRM022D80E224ME14L – C3 și C5 ([ANEXA 5](#))



Figura 23. C0510X7S0E105M030BC – 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

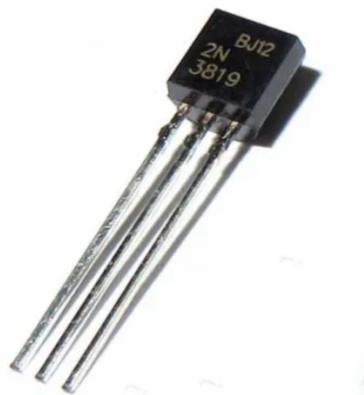


Figura 27. 2N3819 – TO92 ([ANEXA 10](#))



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

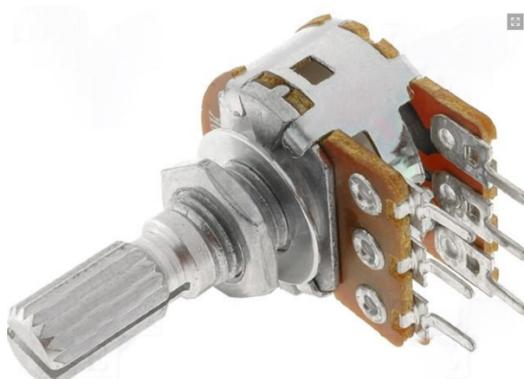


Figura 31. Potențiometru 50 kΩ – X1 și X7 ([ANEXA 14](#))



Figura 32. PTD902 100 kΩ – X2

### 3.5 Conector – Jack



Figura 33. Conector Jack mama - 15

## **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.	GRM022C80G103ME01L – C1 (ANEXA 3).....	16
Figura 21.	C0402X5R0G223M020BC – C2 (ANEXA 4).....	17
Figura 22.	GRM022D80E224ME14L – C3 și C5 (ANEXA 5).....	17
Figura 23.	C0510X7S0E105M030BC – 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 k $\Omega$ – X1 și X7 (ANEXA 14).....	20
Figura 32.	<b>PTD902</b> 100 k $\Omega$ – X2 .....	21
Figura 33.	Conector Jack mama - <b>15</b> .....	21

## **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](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](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](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>

# 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 <sup>(1)</sup> V	RESISTANCE RANGE $\Omega$ MIL-R-10509 $\pm 100 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (D)	RESISTANCE RANGE $\Omega$ MIL-R-10509 $\pm 50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (C)	RESISTANCE RANGE $\Omega$ MIL-R-10509 $\pm 25 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (E)	RESISTANCE RANGE $\Omega$ MIL-PRF-22684	TOL. <sup>(3)</sup> $\pm \%$	DIELECTRIC STRENGTH V <sub>AC</sub>
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 <sup>(2)</sup>	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	$0.150 \pm 0.020$ $(3.81 \pm 0.51)$	$0.065 \pm 0.015$ $(1.65 \pm 0.38)$	0.244 (6.20)	$0.016 \pm 0.002$ $(0.41 \pm 0.05)$
CMF55	$0.240 \pm 0.020$ $(6.10 \pm 0.51)$	$0.090 \pm 0.008$ $(2.29 \pm 0.20)$	0.290 (7.37)	$0.025 \pm 0.002$ $(0.64 \pm 0.05)$
CMF60	$0.344 \pm 0.031$ $(8.74 \pm 0.79)$	$0.145 \pm 0.015$ $(3.68 \pm 0.38)$	0.425 (10.80)	$0.025 \pm 0.002$ $(0.64 \pm 0.05)$
CMF65	$0.562 \pm 0.031$ $(14.27 \pm 0.79)$	$0.180 \pm 0.015$ $(4.57 \pm 0.38)$	0.687 (17.45)	$0.025 \pm 0.002$ $(0.64 \pm 0.05)$
CMF70	$0.562 \pm 0.031$ $(14.27 \pm 0.79)$	$0.180 \pm 0.015$ $(4.57 \pm 0.38)$	0.687 (17.45)	$0.032 \pm 0.002$ $(0.81 \pm 0.05)$
CMF07	$0.240 \pm 0.020$ $(6.10 \pm 0.51)$	$0.090 \pm 0.008$ $(2.29 \pm 0.20)$	0.290 (7.37)	$0.025 \pm 0.002$ $(0.64 \pm 0.05)$
CMF20	$0.375 \pm 0.040$ $(9.53 \pm 1.02)$	$0.145 \pm 0.015$ $(3.68 \pm 0.38)$	0.425 (10.80)	$0.032 \pm 0.002$ $(0.81 \pm 0.05)$

## Anexa 2

Rezistorul R12

### SPECIFICATION

Manufacturer	ROYALOHM
Type of resistor	carbon film
Mounting	THT
Resistance <sup>(1)</sup>	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

### GRM022C80G103ME01L – C1

Product specifications in this catalog are as of Oct.23,2021, and are subject to change or obsolescence without notice.  
Please consult the approval sheet before ordering. Please read rating and Cautions first.

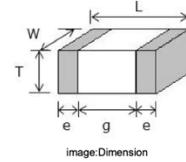
#### ■ Scope

This product specification is applied to Chip Multilayer Ceramic Capacitors used for General Electronic equipment.

#### ■ MURATA Part No. System

(Ex.)	GRM	02	2	C8	0G	103	M	E01	L
	①Series	②Dimension (L×W)	③Dimension (T)	④Temperature Characteristics	⑤Rated Voltage	⑥Capacitance	⑦Capacitance Tolerance	⑧Individual Specification	⑨Package

#### ■ Type & Dimension



Size Code : 0402M(01005) (in mm)				
① L	② W	③ T	e	g
0.44±0.02	0.24±0.02	0.24±0.02	0.07 to 0.14	0.13 min.

#### ■ Rated Value

④Temperature Characteristics [C8] (Public STD Code : [X6S(EIA)])			⑤Rated Voltage	⑥Capacitance	⑦Capacitance Tolerance	Operating Temp. Range	Mounting Method
Temp. coeff. or Cap. Change	Temp. Range	Ref.Temp.					
-22 to 22 %	-55 to 105°C	25°C	DC 4V	10000pF	+/-20%	-55 to 105°C	Reflow

⑧Individual Specification : This denotes Murata control code.

#### ■ Package

①Package	Packaging	Standard Packing Quantity
L	φ180mm Reel Plastic Tape W4P1	40000 pcs/Reel

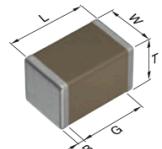
#### ■ Specifications and Test Methods

No	Item	Specification	Test Method(Ref. Standard:JIS C 5101, IEC60384)												
1	Rated Voltage	Shown in Rated value.	The rated voltage is defined as the maximum voltage which may be applied continuously to the capacitor. When AC voltage is superimposed on DC voltage, V(peak to peak) or V(zero to peak), whichever is larger, should be maintained within the rated voltage range.												
2	Appearance	No defects or abnormalities.	Visual inspection												
3	Dimension	Shown in Dimension.	Using Measuring instrument of dimension.												
4	Voltage proof	No defects or abnormalities.	Measurement Point Between the terminations Test Voltage 250% of the rated voltage Applied Time 1s to 5s Charge/discharge current 50mA max.												
5	Insulation Resistance(I.R.) (Room Temperature)	More than 2000MQ	Measurement Temperature Room Temperature Measurement Point Between the terminations Measurement Voltage Rated Voltage Charging Time 1min Charge/discharge current 50mA max.												
6	Capacitance	Shown in Rated value.	Measurement Temperature Room Temperature Measurement Frequency 1.0+/-0.1kHz Measurement Voltage 0.5+/-0.1Vrms												
7	Q or Dissipation Factor (D.F.)	DF≤0.1	Measurement Temperature Room Temperature Measurement Frequency 1.0+/-0.1kHz Measurement Voltage 0.5+/-0.1Vrms												
8	Temperature Characteristics of Capacitance	No bias Shown in Rated value.	The capacitance change should be measured after 5 min at each specified temp. stage. Capacitance value as a reference is the value in *** marked step. Measurement Voltage Less than 1.0Vrms (Refer to the individual data sheet) Pre-treatment Heat treatment:Perform a heat treatment at 150+/-10°C for 1hour and then let sit for 24+/-2hours at room temperature, then measure. Temperature Step <table border="1"><tr><th>Step</th><th>Temperature(°C)</th></tr><tr><td>1</td><td>Reference Temp. +/-2</td></tr><tr><td>2</td><td>Min. Operating Temp. +/-3</td></tr><tr><td>3 *</td><td>Reference Temp. +/-2</td></tr><tr><td>4</td><td>Max. Operating Temp. +/-3</td></tr><tr><td>5</td><td>Reference Temp. +/-2</td></tr></table>	Step	Temperature(°C)	1	Reference Temp. +/-2	2	Min. Operating Temp. +/-3	3 *	Reference Temp. +/-2	4	Max. Operating Temp. +/-3	5	Reference Temp. +/-2
Step	Temperature(°C)														
1	Reference Temp. +/-2														
2	Min. Operating Temp. +/-3														
3 *	Reference Temp. +/-2														
4	Max. Operating Temp. +/-3														
5	Reference Temp. +/-2														
9	Adhesive Strength of Termination	No removal of the terminations or other defect should occur.	Mounting method Solder the capacitor on the test substrate Applied Force 1N Holding Time 10+/-1s Applied Direction In parallel with the test substrate and vertical with the capacitor side												

## Anexa 4

### C0402X5R0G223M020BC – C2

#### ■ SHAPE & DIMENSIONS



L	Body length
W	Body width
T	Body height
B	Terminal width
G	Terminal spacing

Type	Dimensions in mm				
	L	W	T	B	G
C0402	0.40±0.02	0.20±0.02	0.20±0.02	0.07 min.	0.14 min.
C0603	0.60±0.03	0.30±0.03	0.30±0.03	0.10 min.	0.20 min.
C1005	1.00±0.05	0.50±0.05	0.50±0.05	0.10 min.	0.30 min.
C1608	1.60±0.10	0.80±0.10	0.80±0.10	0.20 min.	0.30 min.
C2012	2.00±0.20	1.25±0.20	1.25±0.20	0.20 min.	0.50 min.
C3216	3.20±0.20	1.60±0.20	1.60±0.20	0.20 min.	1.00 min.
C3225	3.20±0.40	2.50±0.30	2.50±0.30	0.20 min.	—
C4532	4.50±0.40	3.20±0.40	3.20±0.40	0.20 min.	—
C5750	5.70±0.40	5.00±0.40	2.80±0.30	0.20 min.	—

\*Dimensional tolerances are typical values.

#### (1) Series

#### (2) Dimensions L x W (mm)

Code	EIA	Length	Width	Terminal width
0402	CC01005	0.40	0.20	0.07
0603	CC0201	0.60	0.30	0.10
1005	CC0402	1.00	0.50	0.10
1608	CC0603	1.60	0.80	0.20
2012	CC0805	2.00	1.25	0.20
3216	CC1206	3.20	1.60	0.20
3225	CC1210	3.20	2.50	0.20
4532	CC1812	4.50	3.20	0.20
5750	CC2220	5.70	5.00	0.20

#### (3) Temperature characteristics

Temperature characteristics	Temperature coefficient or capacitance change	Temperature range
CH	0±60 ppm/°C	-25 to +85°C
C0G	0±30 ppm/°C	-55 to +125°C
JB	±10%	-25 to +85°C
X5R	±15%	-55 to +85°C
X6S	±22%	-55 to +105°C
X7R	±15%	-55 to +125°C
X7S	±22%	-55 to +125°C

#### (4) Rated voltage (DC)

Code	Voltage (DC)
0G	4V
0J	6.3V
1A	10V
1C	16V
1E	25V
1V	35V
1H	50V
1N	75V

#### (5) Nominal capacitance (pF)

The capacitance is expressed in three digit codes and in units of pico Farads (pF). The first and second digits identify the first and second significant figures of the capacitance. The third digit identifies the multiplier. R designates a decimal point.

(Example) 0R5 = 0.5pF

101 = 100pF

225 = 2,200,000pF = 2.2μF

#### (6) Capacitance tolerance

Code	Tolerance
B	±0.10pF
C	±0.25pF
D	±0.50pF
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%

#### (7) Thickness

Code	Thickness
020	0.20 mm
030	0.30 mm
050	0.50 mm
060	0.60 mm
080	0.80 mm
085	0.85 mm
115	1.15 mm
125	1.25 mm
130	1.30 mm
160	1.60 mm
200	2.00 mm
230	2.30 mm
250	2.50 mm
280	2.80 mm
320	3.20 mm

#### (8) Packaging style

Code	Style
A	178mm reel, 4mm pitch
B	178mm reel, 2mm pitch
K	178mm reel, 8mm pitch

Captură de ecran din 2024-11-16 la 14.24.37

#### (9) Special reserved code

Code	Description
A, B, C	TDK internal code

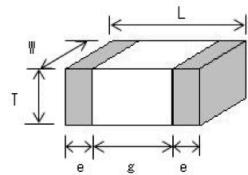
## Anexa 5

GRM022D80E224ME14L – C3 și C5

### 2.MURATA Part NO. System

(Ex.)	GRM	02	2	D8	0E	224	M	E14	L
	(1)LW Dimensions	(2)T Dimensions	(3)Temperature Characteristics	(4)Rated Voltage	(5)Nominal Capacitance	(6)Capacitance Tolerance	(7)Murata's Control Code	(8)Packaging Code	

### 3. Type & Dimensions



(Unit:mm)				
(1)-1 L	(1)-2 W	(2) T	e	g
0.4±0.02	0.2±0.02	0.2±0.02	0.07 to 0.14	0.13 min.

### 4.Rated value

(3) Temperature Characteristics (Public STD Code):X6T(EIA)		(4) Rated Voltage	(5) Nominal Capacitance	(6) Capacitance Tolerance	Specifications and Test Methods (Operating Temp. Range)
Temp. coeff or Cap. Change	Temp. Range (Ref.Temp.)				
-33 to 22 %	-55 to 105 °C (25 °C)	DC 2.5 V	0.22 uF	±20 %	-55 to 105 °C

### 5.Package

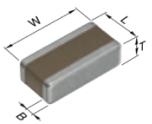
mark	(8) Packaging	Packaging Unit
L	φ180mm Reel EMBOSSED W4P1	40000 pcs./Reel

Product specifications in this catalog are as of Nov.10,2016, and are subject to change or obsolescence without notice.  
Please consult the approval sheet before ordering.  
Please read rating and !Cautions first.

## Anexa 6

### C0510X7S0E105M030BC – C4

#### ■ SHAPE & DIMENSIONS

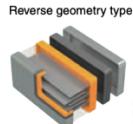


L	Body length
W	Body width
T	Body height
B	Terminal width

#### ■ PRODUCT STRUCTURE



The structure which multiple sheets of dielectric and conductive material are stacked alternately.



The current route becomes wider and shorter due to the reverse geometry structure which the electrode direction rotated 90 degrees compared to general type.

Type	L	W	T	Dimensions in mm	
				B	
C0510	0.52±0.05	1.00±0.05	0.30±0.05	0.10 min.	
CGBD	0.52±0.05	1.00±0.05	0.22 max.	0.10 min.	

\* Dimensional tolerances are typical values.

#### MULTILAYER CERAMIC CHIP CAPACITORS



#### Capacitance range table

#### Temperature characteristic: X5R (-55 to +85°C, ±15%)

Capacitance	Dimensions	Thickness (mm)	Capacitance tolerance	Catalog number			
				Rated voltage Edc: 16V	Rated voltage Edc: 10V	Rated voltage Edc: 6.3V	Rated voltage Edc: 4V
100nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X5R1C104M030BC			
470nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X5R1C474M030BC	C0510X5R1A474M030BC		
1μF	0510	0.30±0.05	±20%			C0510X5R0J105M030BC	
		0.22max.	±20%				CGBDT1X5R0G105M022BC

Click the part numbers for details.

#### Capacitance range table

#### Temperature characteristic: X6S (-55 to +105°C, ±22%)

Capacitance	Dimensions	Thickness (mm)	Capacitance tolerance	Catalog number	
				Rated voltage Edc: 6.3V	Rated voltage Edc: 4V
100 nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X6S0G104M030BC	
220 nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X6S0G224M030BC	
470 nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X6S0J474M030BC	C0510X6S0G474M030BC
1 μF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X6S0G105M030BC	
		0.22max.	±20%		CGBDT1X6S0G105M022BC

Click the part numbers for details.

#### Capacitance range table

#### Temperature characteristic: X7R (-55 to +125°C, ±15%)

Capacitance	Dimensions	Thickness (mm)	Capacitance tolerance	Catalog number	
				Rated voltage Edc: 50V	Rated voltage Edc: 25V
47nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X7R1H473M030BC	C0510X7R1E473M030BA

Click the part numbers for details.

#### Capacitance range table

#### Temperature characteristic: X7S (-55 to +125°C, ±22%)

Capacitance	Dimensions	Thickness (mm)	Capacitance tolerance	Catalog number	
				Rated voltage Edc: 4V	Rated voltage Edc: 2.5V
470nF	0510	0.30±0.05	±20%	C0510X7S0G474M030BC	
1μF	0510	0.30±0.05	±20%		C0510X7S0E105M030BC

Click the part numbers for details.

#### Capacitance range table

#### Temperature characteristic: X7T (-55 to +125°C, +22,-33%)

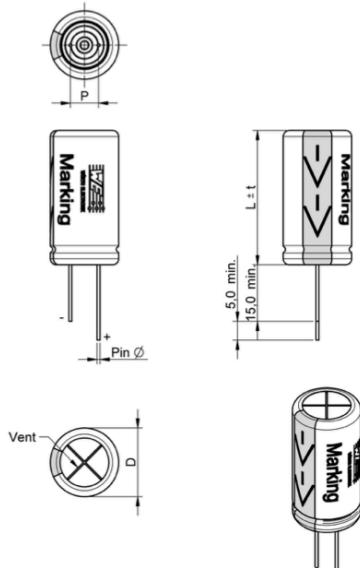
Capacitance	Dimensions	Thickness (mm)	Capacitance tolerance	Catalog number	
				Rated voltage Edc: 2.5V	
1μF	0510	0.22 max.	±20%	CGBDT1X7T0E105M022BC	

Click the part numbers for details.

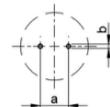
## Anexa 7

860020472006 – C6

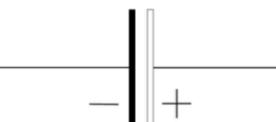
### A Dimensions: [mm]



### B Recommended hole pattern: [mm]

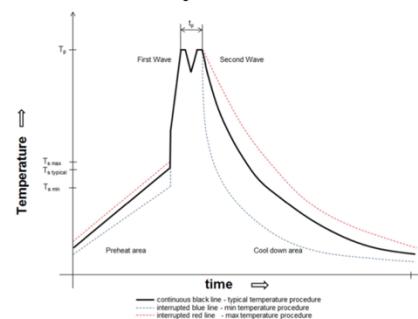


### C Schematic:



**WURTH ELEKTRONIK**

### H4: Classification Wave Soldering Profile:

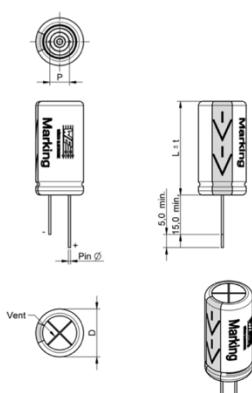


### H5: Classification Wave Profile

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:



**WE**  
**WÜRTH ELEKTRONIK**

### D1 Electrical Properties:

Properties	Test conditions	Value	Unit	Tol.
Capacitance	0.25V, 120Hz	C	$\mu\text{F}$	$\pm 20\%$
Rated voltage	$U_{\text{R}}$	25	V (DC)	max.
Leakage current	after 1 min.	$I_{\text{leak}}$	$\mu\text{A}$	max.
Dissipation factor	120 Hz	DF	%	typ.
Ripple current	120Hz @105°C	$I_{\text{ripple}}$	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. 860020472006  
Size A4  
Size: 5.0 x 11.0



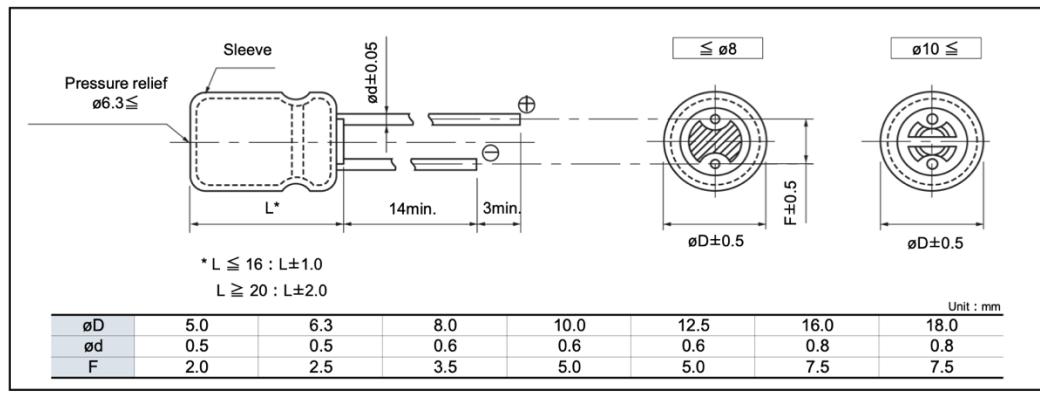
## Anexa 8

### ECA-0JHG102 – C8

#### Frequency correction factor for ripple current

Rated voltage (V)	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	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

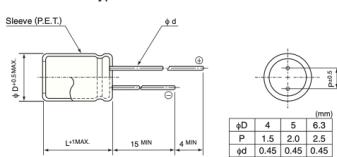
### UMV0G220MFD1TP – C9

UMV UMF

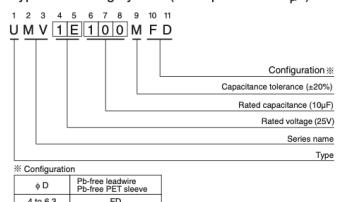
#### ■ Specifications

Item	Performance Characteristics																														
Category Temperature Range	-40 to +105°C																														
Rated Voltage Range	4 to 50V																														
Rated Capacitance Range	1 to 100 $\mu\text{F}$																														
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 ( $\mu\text{A}$ ), whichever is greater.																														
Tangent of loss angle ( $\tan \delta$ )	<table border="1"> <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><math>\tan \delta</math> (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"> <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><math>Z-25^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}</math></td> <td>8</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>Z-40^\circ\text{C} / Z+20^\circ\text{C}</math></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.																														
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 $\mu\text{F}$ )



#### ■ Dimensions

Cap. ( $\mu\text{F}$ )	Y	4	6.3	10	16	25	35	50
		Code	0G	0J	1A	1C	1E	1H
1	010							
2.2	2R2							
3.3	3R3							
4.7	4R7							
10	100							
22	220	4x5	22	4x5	22	5x5	18	4x5
33	330	5x5	30	5x5	30	5x5	30	4x5
47	470	5x5	36	5x5	36	6.3x5	46	4x5
100	101	6.3x5	60	6.3x5	60	6.3x5	50	5x5

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

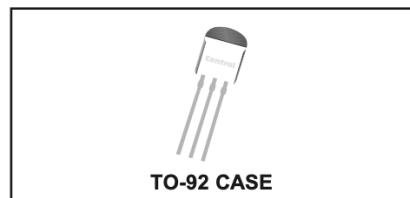
Please refer to page 20, 21, 22 about the formed or taped product spec.  
Please refer to page 4 for the minimum order quantity.

## 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:** ( $T_A=25^\circ\text{C}$ )

	<b>SYMBOL</b>		<b>UNITS</b>
Drain-Gate Voltage	$V_{DG}$	25	V
Drain-Source Voltage	$V_{DS}$	25	V
Gate-Source Voltage	$V_{GS}$	25	V
Continuous Gate Current	$I_G$	10	mA
Power Dissipation	$P_D$	360	mW
Operating and Storage Junction Temperature	$T_J, T_{stg}$	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

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

<b>SYMBOL</b>	<b>TEST CONDITIONS</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>UNITS</b>
$I_{GSS}$	$V_{GS}=15\text{V}$		2.0	nA
$I_{GSS}$	$V_{GS}=15\text{V}, T_A=100^\circ\text{C}$		2.0	$\mu\text{A}$
$I_{DSS}$	$V_{DS}=15\text{V}$	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	$\mu\text{s}$
$C_{iss}$	$V_{DS}=15\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{MHz}$		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
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	45 25
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage		5
$I_C$	Collector Current (DC)		800 mA
$T_J$	Junction Temperature		150 $^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature		-55 to 150 $^\circ\text{C}$

#### Physical Dimensions

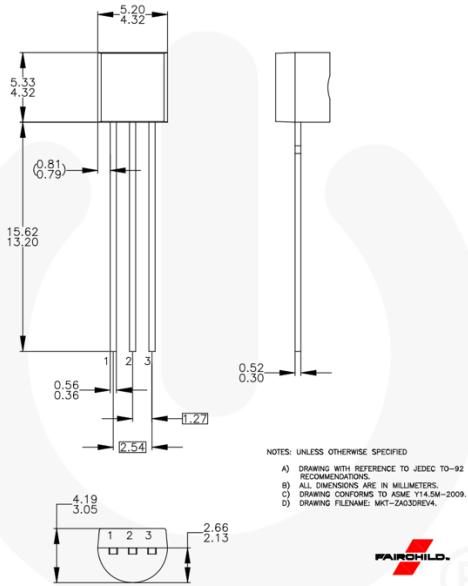
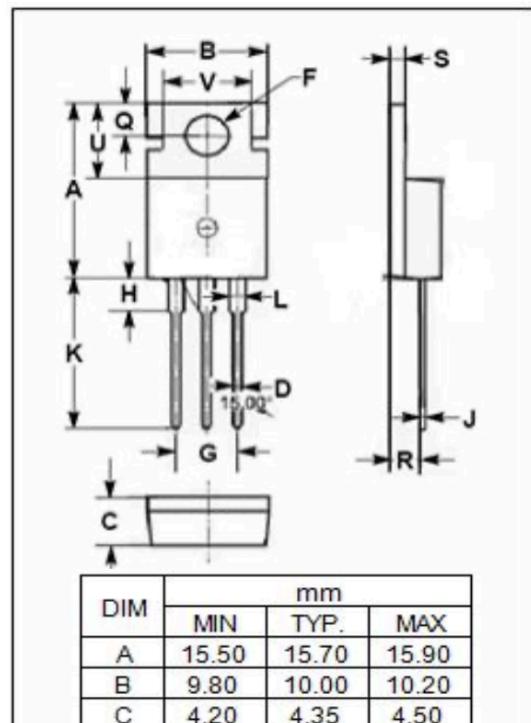
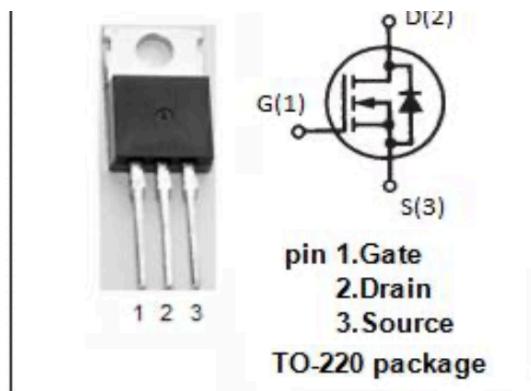


Figure 1. 3-Lead, TO-92, JEDEC TO-92 Compliant Straight Lead Configuration, Bulk Type

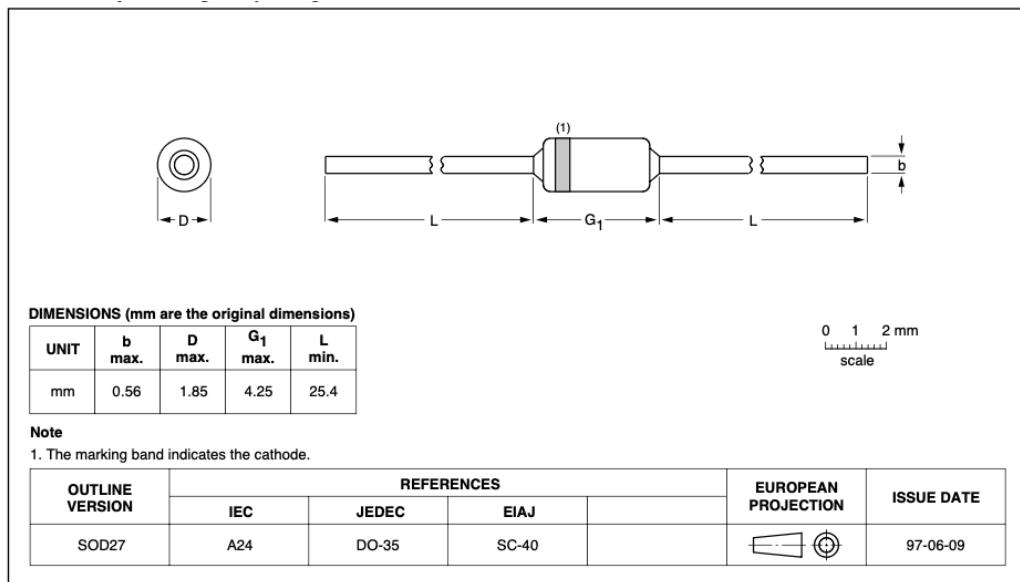
## Anexa 12

M4 și M5 P25N06 – TO220



## Anexa 13

D1 – 1N4148 – DO35



## Anexa 14

Potențiometru 50 kΩ – X1 și X7

