

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE  
POLITEHNICA BUCUREȘTI  
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul  
**Telecomenzi și Electronică în Transporturi**

# Proiect – Proiectare asistată de calculator

Coordonator științific  
**As. Dr. Ing. Florin Bădău**

Student  
**Barbu Andrei Cristian**

București  
2024

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE  
POLITEHNICA BUCUREȘTI  
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul  
Telecomenzi și Electronică în Transporturi

# Amplificator de 2W

Coordonator științific  
**As. Dr. Ing. Florin Bădău**

Absolvent  
**Barbu Andrei Cristian**

București  
2024

# Cuprins

<b>CAPITOLUL 1. ETAPA I.....</b>	<b>1</b>
1.1 SCHEMA INITIALĂ.....	1
1.2 SCHEMA INITIALĂ CU NODURILE MARcate ÎN CLAR.....	2
1.3 MODELAREA CIRCUITULUI SUB FORMĂ DE PROGRAM SPICE .....	3
1.4 ANALIZELE EFECTUATE ASUPRA CIRCUITULUI.....	5
1.5 EXTRAGEREA MĂSURĂTORILOR .....	8
1.6 ALEGAREA COMPONENTELOR .....	9
<b>CAPITOLUL 2. ETAPA II .....</b>	<b>15</b>
2.1 SCHEMA REDESENATĂ.....	15
2.2 SCHEMA PCB .....	16
<b>ANEXA 1.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXA 2.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXA 3.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXA 4.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXA 5.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXA 6.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXA 7.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXA 8.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXA 9.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXA 10.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXA 11.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXA 12.....</b>	<b>50</b>

# Capitolul 1. Etapa I

## 1.1 Schema inițială

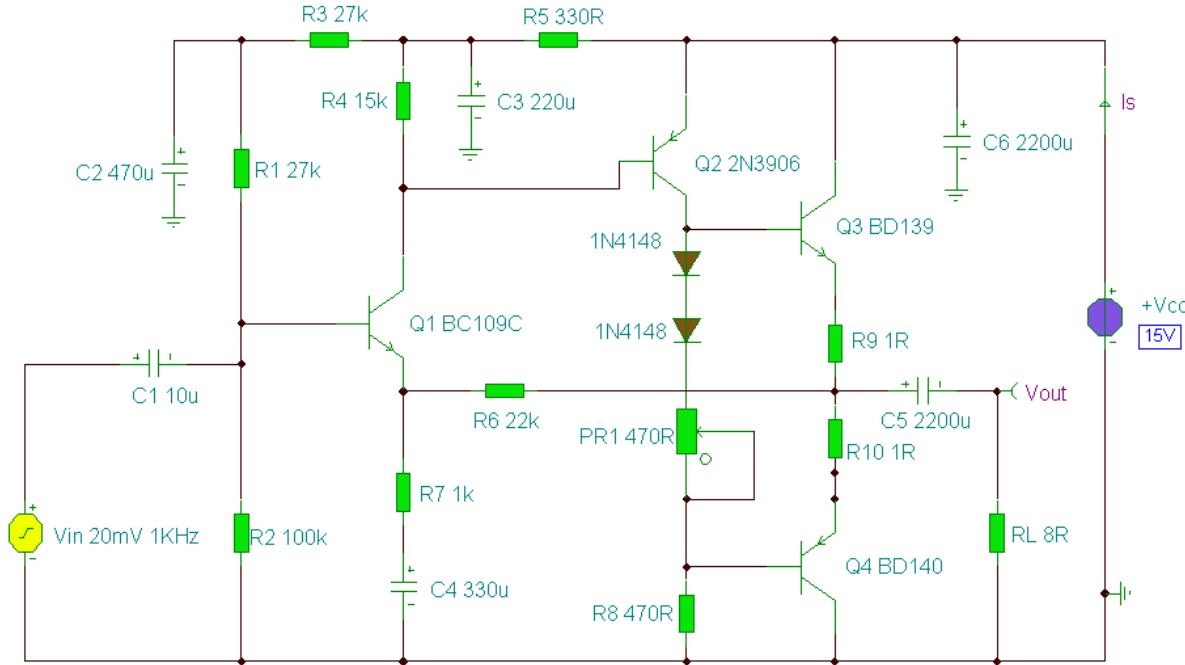


Figura 1. Schema inițială

Descriere circuit:

Un amplificator audio de 2 W realizat din componente discrete. Proiectul utilizează un etaj de ieșire clasic în configurație push-pull, cu două etaje de preamplificare. Răspunsul în frecvență este excelent, iar circuitul are o distorsiune redusă.

Deși nu este perfect, acest amplificator are un răspuns larg în frecvență, o distorsiune armonică redusă de aproximativ 3% și este capabil să alimenteze o boxă de 8 ohmi cu un nivel de ieșire de aproximativ 5 wați, deși cu o distorsiune ușor mai mare. Se poate utiliza orice sursă de alimentare cu o tensiune între 12 și 18 volți DC.

Amplificatorul funcționează în modul de clasă AB; rezistența presetată de 470 ohmi, PR1, controlează curentul de repaus care trece prin tranzistoarele complementare de ieșire BD139/140. Reglajul aici implică un compromis între distorsiunea redusă și un curent de repaus scăzut. În mod tipic, în condiții de repaus, curentul este de aproximativ 15 mA, crescând la 150 mA cu un semnal de intrare de 50 mV.

Circuitul este polarizat în curent continuu (DC) astfel încât emitoarele tranzistoarelor BD139 și BD140 să se afle la aproximativ jumătate din tensiunea de alimentare, pentru a permite o oscilație maximă a tensiunii de ieșire. R9 și R10 oferă un anumit grad de stabilizare termică, care funcționează astfel: dacă tranzistoarele de ieșire se încălzesc, curenții emițătorilor vor crește. Acest lucru determină o cădere mai mare de tensiune pe R9 și R10, reducând curentul de polarizare disponibil.

Toate cele patru tranzistoare sunt cuplate direct, ceea ce asigură:

- (i) Un răspuns bun la frecvențe joase
  - (ii) Stabilitate la variațiile de temperatură și schimbările de polarizare.

## 1.2 Schema inițială cu nodurile marcate în clar

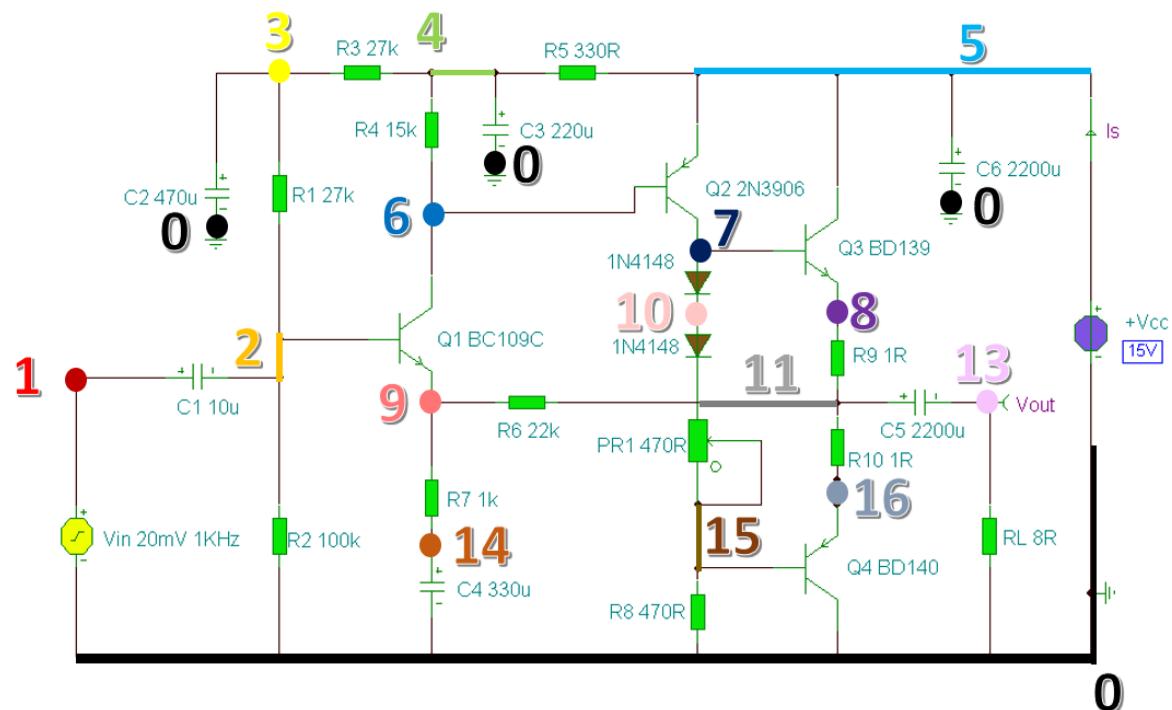


Figura 2. Schema inițială cu nodurile marcate în clar

**IMPORTANT:** Este de menționat faptul că nu există nodul 12 întrucât acesta a fost eliminat în urma corecturii făcută după ce programul în SPICE a fost deja scris. De asemenea motivul pentru care o REZistență DE SARCINĂ este absentă, este pentru că circuitul dispune deja de una, anume RL ce simulează un difuzor de 8 Ohmi.

### 1.3 Modelarea circuitului sub formă de program SPICE

```
*Program
R1 2 3 27k
R2 2 0 100K
R3 3 4 27K
R4 4 6 15K
R5 4 5 330
R6 9 11 22K
R7 9 14 1K
R8 15 0 470
R9 8 11 1
R10 11 16 1
RL 13 0 8
RS 13 0 300

C1 1 2 10u
C2 3 0 470u
C3 14 0 220u
C4 14 0 330u
C5 11 13 2200u
C6 5 0 2200u

X1 11 15 15 POT PARAMS: R=470 POZ={SET}
.param SET=.5
D710 7 10 didi
.MODEL didi D
+ IS = 4.352E-9
+ VJ = 0.869
.ENDS

D1011 10 11 didi

Q1 6 2 9 BC109C
.model BC109C NPN(Bf=677 Vje=.5)
Q2 5 6 7 2N3906
.MODEL 2N3906 PNP (BF=180 VJE=1.0)
Q3 5 7 8 BD139
.MODEL BD139 npn (BF=260 VJE=0.67)
Q4 16 15 0 BD140
.MODEL BD140 pnp (BF=113 VJE=0.7)

Vin 1 0 sin(0 200m 1k) AC 20m
Vcc 5 0 15

.subckt POT A B C params: R POZ
R1 A C { (1-POZ)*R}
R2 C B { (POZ*R) }
```

```

.ENDS

;.ac dec 1000 1 1g
.tran 10m
;.step param SET list .1 .5 .9

.meas TRAN V_R1 RMS V(2)-V(3)
.meas TRAN I_R1 RMS I(R1)
.meas TRAN V_R2 RMS V(2)
.meas TRAN I_R2 RMS I(R2)
.meas TRAN V_R3 RMS V(4)-V(3)
.meas TRAN I_R3 RMS I(R3)
.meas TRAN V_R4 RMS V(4)-V(6)
.meas TRAN I_R4 RMS I(R4)
.meas TRAN V_R5 RMS V(4)-V(5)
.meas TRAN I_R5 RMS I(R5)
.meas TRAN V_R6 RMS V(9)-V(11)
.meas TRAN I_R6 RMS I(R6)
.meas TRAN V_R7 RMS V(14)-V(9)
.meas TRAN I_R7 RMS I(R7)
.meas TRAN V_R8 RMS V(15)
.meas TRAN I_R8 RMS I(R8)
.meas TRAN V_R9 RMS V(8)-V(11)
.meas TRAN I_R9 RMS I(R9)
.meas TRAN V_R10 RMS V(11)-V(16)
.meas TRAN I_R10 RMS I(R10)
.meas TRAN V_RL RMS V(13)
.meas TRAN I_RL RMS I(RL)
.meas TRAN V_C1 RMS V(2)-V(1)
.meas TRAN I_C1 RMS I(C1)
.meas TRAN V_C2 RMS V(3)
.meas TRAN I_C2 RMS I(C2)
.meas TRAN V_C3 RMS V(4)
.meas TRAN I_C3 RMS I(C3)
.meas TRAN V_C4 RMS V(14)
.meas TRAN I_C4 RMS I(C4)
.meas TRAN V_C5 RMS V(13)-V(11)
.meas TRAN I_C5 RMS I(C5)
.meas TRAN V_C6 RMS V(5)
.meas TRAN I_C6 RMS I(C6)
.meas TRAN V_D RMS V(7)-V(10) ; măsoară tensiunea pe diodă
.meas TRAN I_D RMS I(D710) ; măsoară curentul prin diodă
.meas TRAN Vce_Q1 RMS V(6)-V(9)
.meas TRAN Ic_Q1 RMS Ic(Q1)
.meas TRAN Vce_Q2 RMS V(5)-V(7)
.meas TRAN Ic_Q2 RMS Ic(Q2)
.meas TRAN Vce_Q3 RMS V(5)-V(8)
.meas TRAN Ic_Q3 RMS Ic(Q3)
.meas TRAN Vce_Q4 RMS V(16)-V(0)

```

```
.meas TRAN IC_Q4 RMS IC(Q4)
```

```
.end
```

## 1.4 Analizele efectuate asupra circuitului

Asupra amplificatorului de 2W am efectuat diverse măsurători pentru a determina diverse parametrii precum și comportamentul acestuia atât în timp, cât și în curent alternativ.

Măsurările în curent alternativ: cu ajutorul comenzi .ac dec 1000 1 1g , am efectuat o analiză în frecvență pe scară logaritmică, începând de la 1 HZ până la 1GHZ. Aceasta ne-a ajutat să aflăm frecvența de tăiere, cu ajutorul căreia putem determina lărgimea de bandă.

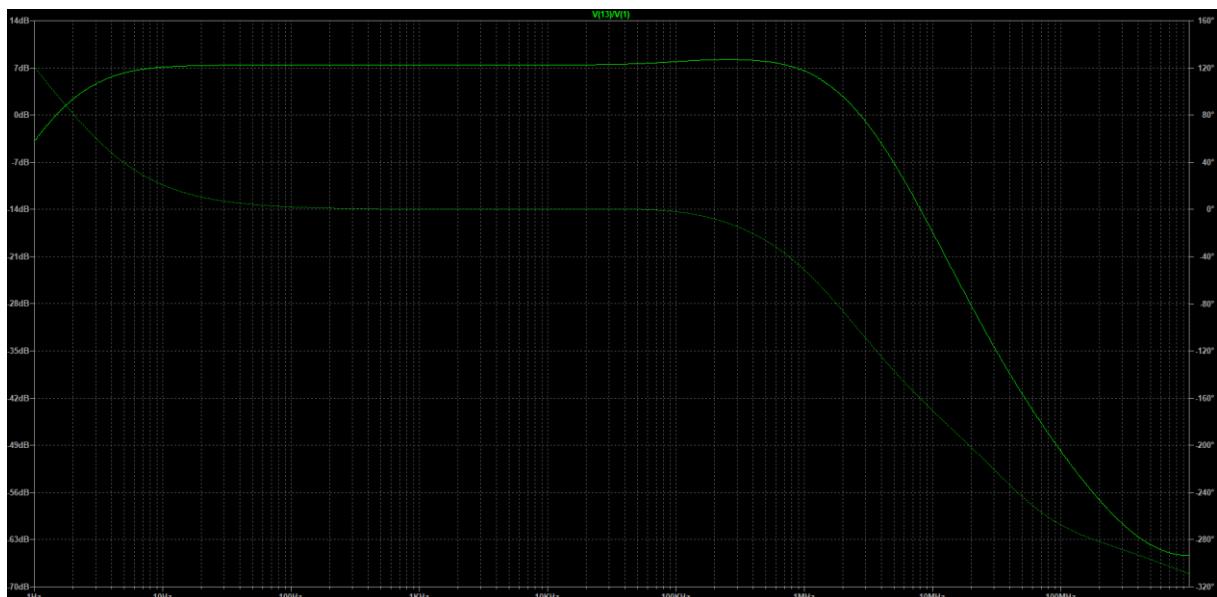


Figura 3. Analiza în curent alternativ

Dreapta din graficul din figura 3 reprezintă raportul dintre tensiunea de ieșire și cea de intrare măsurată în dB. Măsurarea tensiunii s-a efectuat în nodul 1 ( $V(1)$ ) pentru intrare și în nodul 13 ( $V(13)$ ) pentru ieșire.

Măsurările în timp: cu ajutorul comenzi .tran 10m , am efectuat o analiză în timp pe scară liniară. Cu ajutorul aceste măsurători putem observa diferența între semnalul de intrare și cel de ieșire. În figura 4 dreapta verde reprezintă semnalul de intrare (măsurată în nodul 1), iar cea albastră semnalul de ieșire (măsurată în nodul 13).

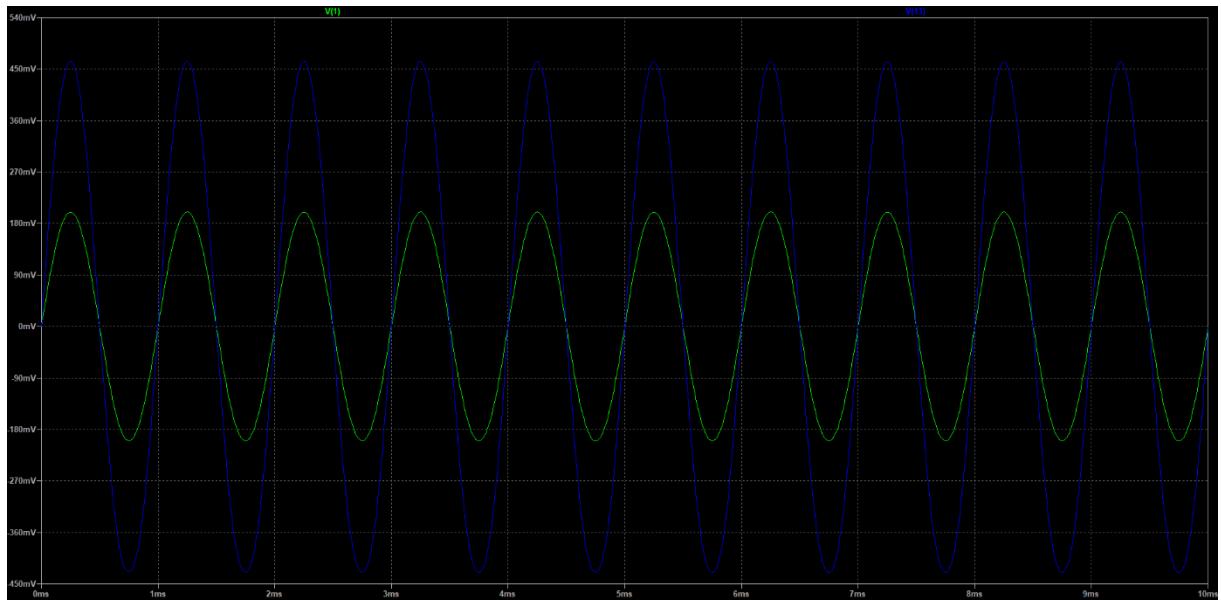


Figura 4. Analiza în timp (sl de intrare de 200mV)

Din figura 4 reiese ca semnalul de intrare are o valoare de 200mV, iar cel de ieșire ajunge, în acest caz până la 460mV. Amplificatorul este capabil să preia și un semnal de 20mV pe care poate să-l amplifice până la 46mV (figura 5)

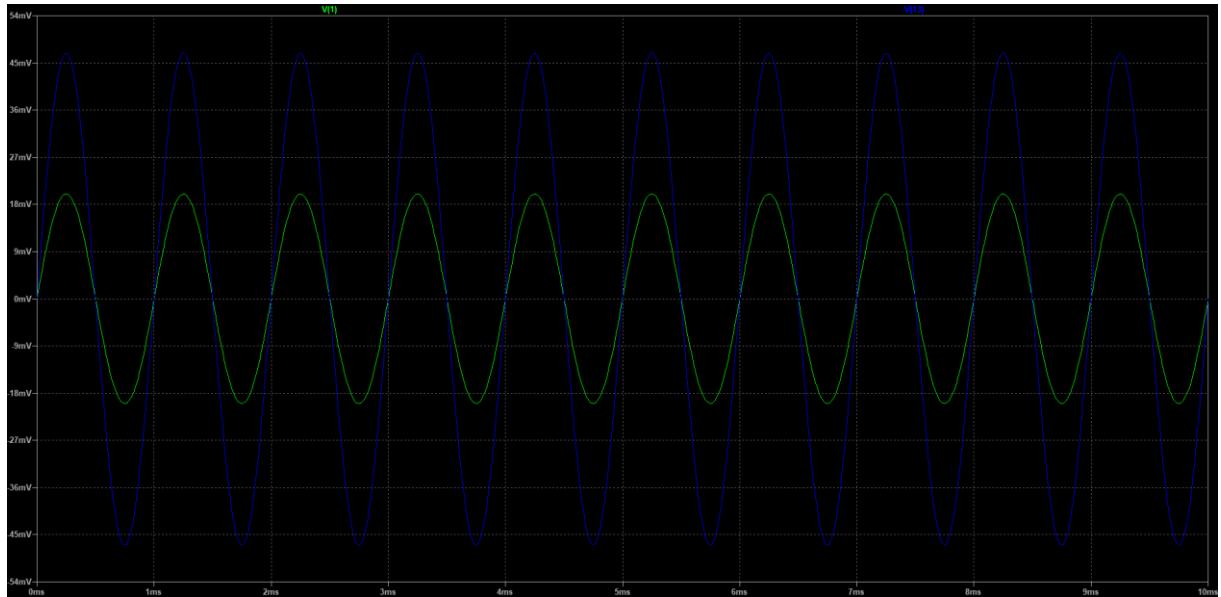


Figura 5. Analiza în timp (sl de intrare de 20mV)

Prin modificarea sursei Vcc de la 15V la 18V putem crește aceste semnale până la aprox 50mV în cazul semnalului de 20mV, dar în cazul semnalului de 200mV nu obținem o amplificare mai mare.

Măsurările în timp cu modificarea parametrului SET al potențiometrului: cu comanda .step param SET list .2 .6 .9 variem parametrul menționat anterior cu valorile 0.2 ; 0.6 respectiv 0.9 ,iar cu ajutorul măsurării în timp observăm impactul acestor valori asupra semnalului de ieșire.

Potențiometrul de 470 ohmi, PR1, controlează curentul de repaus care trece prin tranzistoarele complementare de ieșire BD139/140. Reglajul aici implică un compromis între distorsiunea redusă și un curent de repaus scăzut. În mod tipic, în condiții de repaus, curentul este de aproximativ 15 mA, crescând la 150 mA cu un semnal de intrare de 50 mV.

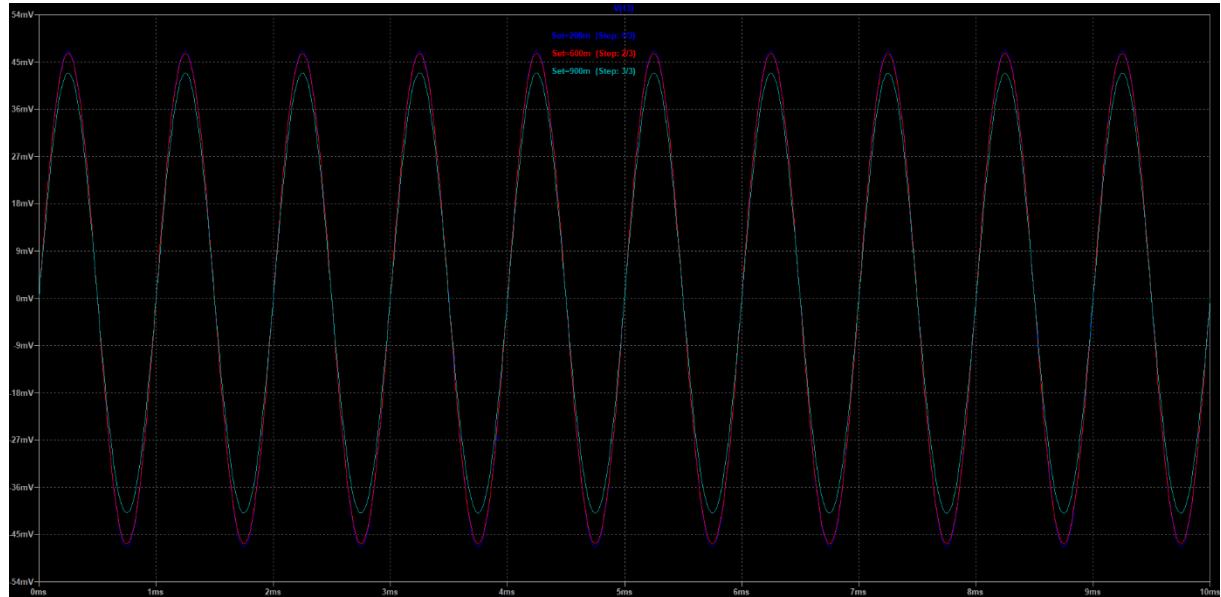


Figura 6. Analiză în timp (cu sl de intrare 20mV)

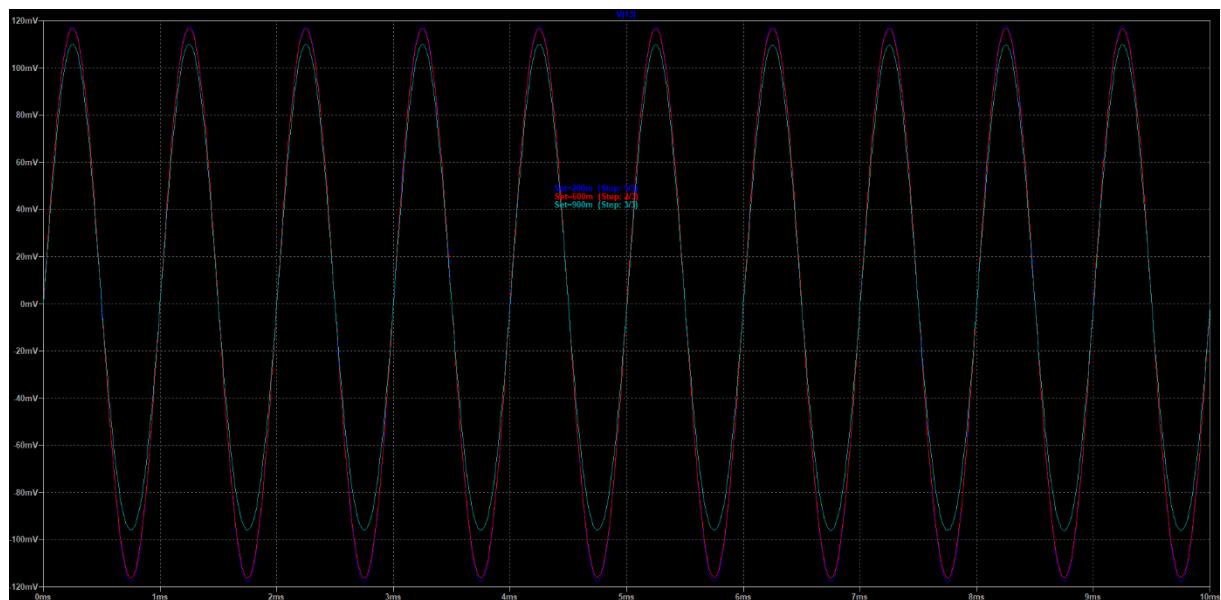


Figura 7. Analiză în timp (cu sl de intrare 50mV)

## 1.5 Extragerea măsurătorilor

Tabel 1. Măsurătorile

Componenta	Valoara nominala	Tensiunea (V)	Curent (mA)	Puete (mW)
R1	27K	2.634	0.0975	0.256815
R2	100K	9.693	0.0969	0.9392517
R3	27K	2.63	0.0974	0.256162
R4	15K	0.598	0.0399	0.0238602
R5	330	0.045	0.137	0.006165
R6	22K	4.606	0.209	0.962654
R7	1K	0.124	0.124	0.015376
R8	470	3.7	7.872	29.1264
R9	1	0.091	91.997	8.371727
R10	1	0.073	73.327	5.352871
RL	8	0.32	40.063	12.82016
C1	10uF	9.692	6.888(μ)	0.0667 (μ)
C2	470uF	12.323	5.207(μ)	0.0641 (μ)
C3	220uF	14.954	0.0497	0.7432138
C4	330uF	9.073	0.0746	0.6768458
C5	2200uF	4.469	41.131	183.814439
C6	2200uF	15	0.0909(μ)	1.363 (μ)
D	1N4148	0.389	0.0189	0.0073521
Q1 (Vce,Ic)	BC109C	5.281	0.242	1.278002
Q2 (Vce,Ic)	2N3906	9.758	1.092	10.655736
Q3 (Vce,Ic)	BD139	10.455	91.13	952.76415
Q4 (Vce,Ic)	BD1340	4.413	73.327	323.592051

Măsurătorile din tabelul 1 au fost efectuate cu comanda .meas TRAN V\_R7 RMS V(14)-V(9) pentru tensiune și .meas TRAN I\_R7 RMS I(R7) pentru cunreți.

Formula cu care a fost calculată puterea este

$$(1) W = A \times V$$

## 1.6 Alegerea componentelor

### REZISTOARE

Tabel 2. Rezistoare

Componentă	Model	Dimensiune A (mm)	Dimensiune B (mm)	Dimensiune C (mm)	Pret unitar
R1	<a href="#">RN50C2702FRSL</a>	3.81	1.65	0.41	3,74
R2	<a href="#">RN50C1003FRE6</a>	3.81	1.65	0.41	6,01
R3	RN50C2702FRSL	3.81	1.65	0.41	3,74
R4	<a href="#">RN50C1502FR36</a>	3.81	1.65	0.41	1,13
R5	<a href="#">MFR-25JR-52-0R33</a>	6.3	2.4	0.55	0,92
R6	<a href="#">RN50C2202FB14</a>	3.81	1.65	0.41	1,51
R7	<a href="#">RN50C1001FRE6</a>	3.81	1.65	0.41	6,52
R8	<a href="#">MFR-25JR-52-0R47</a>	6.3	2.4	0.55	0,92
R9	<a href="#">CF18JT1R00</a>	3.3	1.7	0.45	0,46
R10	CF18JT1R00	3.3	1.7	0.45	0,46
RL	<a href="#">RN60D8R10FR36</a>	3.81	1.65	0.41	2,92

Dimensiunea A = lungimea capsulei

Dimensiunea B = diametrul capsulei

Dimensiunea C = diametrul piciorușelor

**R1 R2 R3 R4 R6 R7 RL**



Figura 8. Rezistoarele R1,- nr RN50C2702FRSL R2 - RN50C1003FRE6 R3 - RN50C2702FRSL R4 - RN50C1502FR36 R6 - RN50C2202FB14 R7 - RN50C1001FRE6 RL - RN60D8R10FR36 (Anexa 1)

**R5 R8**

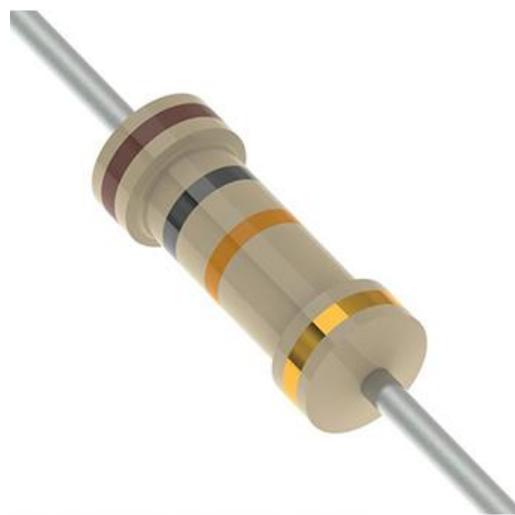


Figura 9. Rezistorul R5 - MFR-25JR-52-0R33 (Anexa 2) R8 - MFR-25JR-52-0R47 (Anexa 3)

**R9 R10**

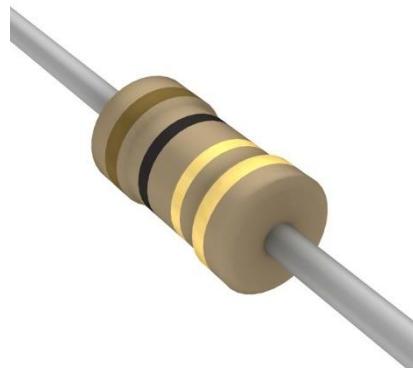


Figura 10. Rezistorul R9 - CF18JT1R00 R10 - CF18JT1R00 (Anexa 4)

## CONDENSATOARE

Tabel 3. Condensatoare

Componenta	Model	dimensiunea A (mm)	Dimensiunea B (mm)	Dimensiunea C (mm)	Pret unitate
C1	<a href="#">ECA1CEN100</a>	4	7	0.45	<b>0.84</b>
C2	<a href="#">ECA1CHG471</a>	8	11.5	0.6	<b>2.28</b>
C3	ECA1CHG221	6.3	11.2	0.5	<b>1.46</b>
C4	<a href="#">ECA1CHG331</a>	8	11.5	0.6	<b>1.23</b>
C5	<a href="#">ECA0JHG222</a>	10	16	0.6	<b>1.42</b>
C6	<a href="#">EEUFC1C222B</a>	12.5	25	0.6	<b>3.09</b>

Dimensiunea A = diametrul capsulei

Dimensiunea B = lungimea capsulei

Dimensiunea C = diametru piciorus

### **C1 C3 C5 C6**



Figura 11. Condensatoarele C1 - ECA1CEN100 (Anexa 5) C3 - ECA1CHG221 (Anexa 5) C5 - ECA0JHG222 (Anexa 6) C6 - EEUFC1C222B (Anexa 7)

## C2 C4



Figura 12. Condensatoarele C2 - ECA1CHG471 C4 - ECA1CHG331 (Anexa 5)

## Dioda 1N4148



Figura 13. Dioda 1N4148 (Anexa 8)

## TRANZISOTARE

Tabel 4. Tranzistoare

Componentă	Model	Dim a	Dim b	Dim c	Pret
Q1	BC109C	5.24	4.31	0.4	3.88
Q2	2N3906	5.2	5.33	0.4	0.15
Q3	BD139	7.4	10.5	0.64	1.7
Q4	BD140	7.4	10.5	0.64	1.88

Dim a = diametru carcasa

Dim b = lungime carcasa

Dim c = diametru piciorușe

### **BC109C**



Figura 14. Tranzistorul BC109C (Anexa 9)

### **2N3906**



Figura 15. Tranzistorul 2N3906 (Anexa 10)

**BD139 BD140**

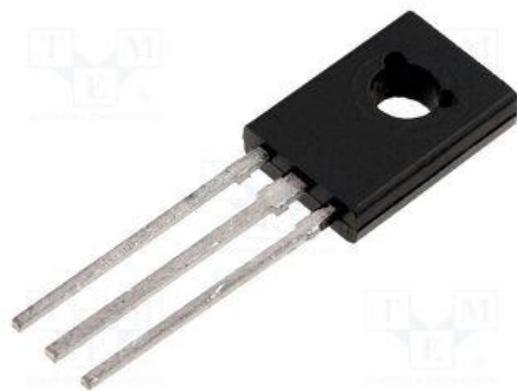


Figura 16. Tranzistoarele BD139 și BD140 (Anexa 11)

**POTENȚIOMETRU**

**PR1** Diametru: 6.3 mm ; Lungime: 6 mm ; Diametru picioruse: 0.3 mm



# Capitolul 2. Etapa II

## 2.1 Schema redesenată

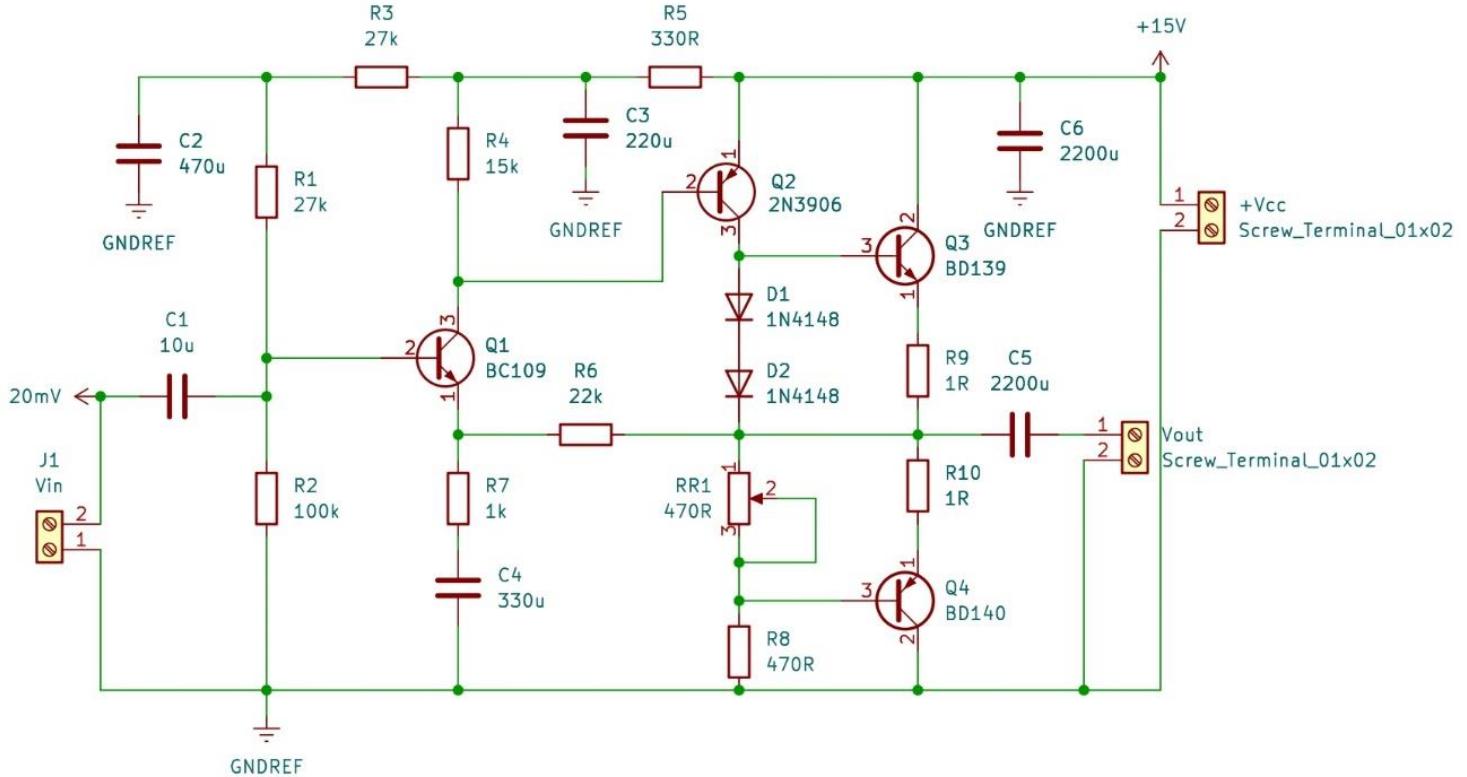


Figura 17. Schema redesenată în KiKad

Inițial schema primită drept cerință nu dispunea de conectori pentru niciunul dintre terminale. Având “mână liberă” am decis că utilizarea terminalelor cu șurub este cel mai optim întrucât pot folosi circuitul pentru diverse aplicații fără a fi nevoie de modificări majore.

Acest circuit poate fi folosit pentru într-un sistem audio de dimensiuni reduse precum o pereche de boxe de birou sau o boxă portabilă.

## 2.2 Schema PCB

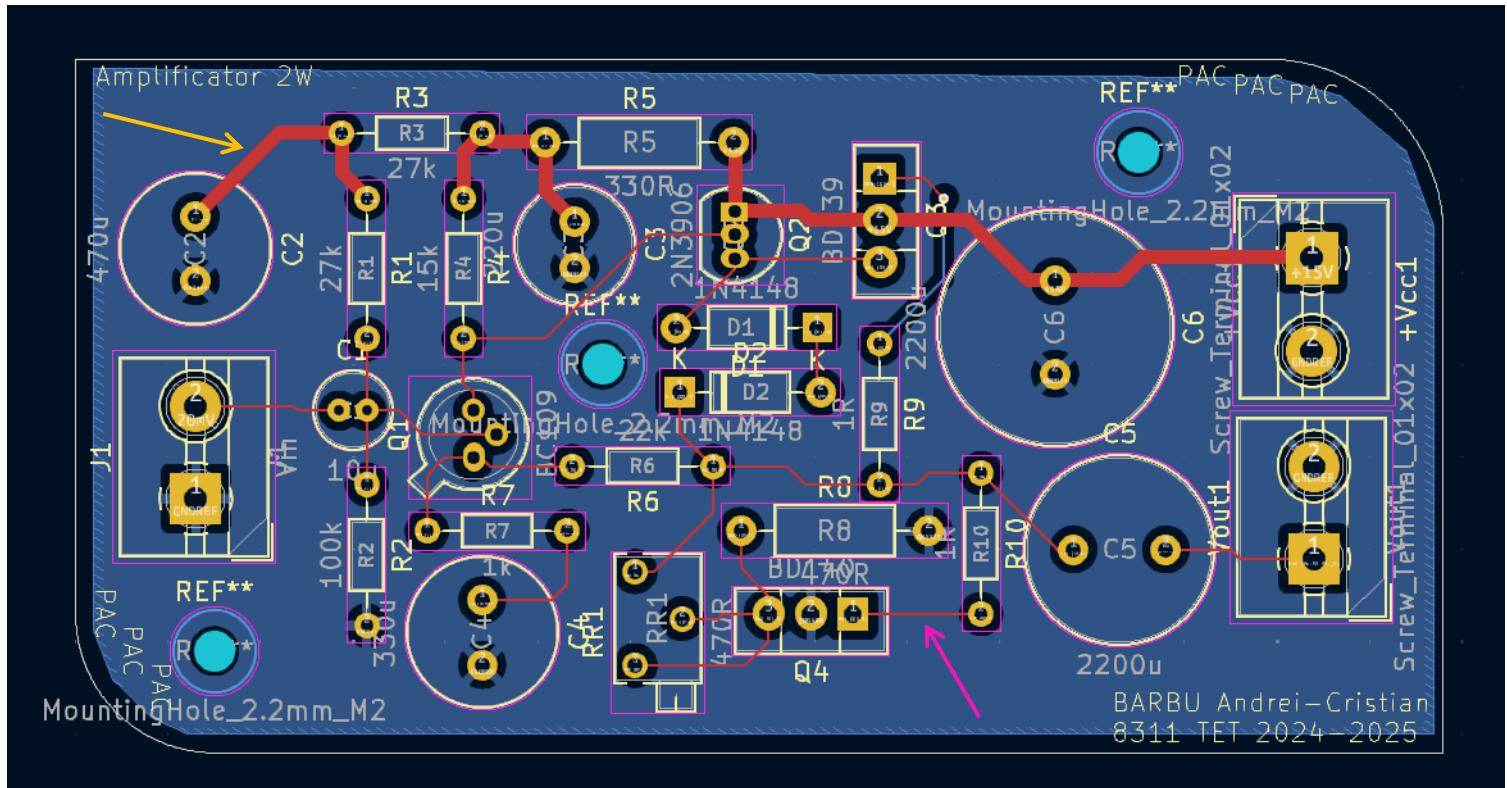


Figura 18. Schema generală din KiKad

Din figura 18 putem discuta mai multe aspecte legate de PCB-ul creat din circuitul prezentat anterior (figura 17):

➤ Cablajul imprimat

Sunt de două dimensiuni sunt alese pe baza curentilor calculați în tabelul 1.

Lățimea de trasă de 0.115 mm poate susține un curent maxim de 500 mA și este folosit pentru semnalul pe care ni-l dorim amplificat. (exemplu săgeata roz)

Lățimea de trasă de 0.781 mm poate susține un curent maxim de 2A ceea ce este destul pentru trasele de alimentare. (exemplu săgeata portocalie)

➤ Zona umplută cu cupru

Aceasă zonă acționează drept referință pentru componentele de pe PCB. Un aspect important al acestei zone îl reprezintă una din restricții, întrucât este de evitat pe cât posibil să punem alimentarea (sägeata portocalie) pe același strat de cupru cu referința (dreptunghiul mare albastru).

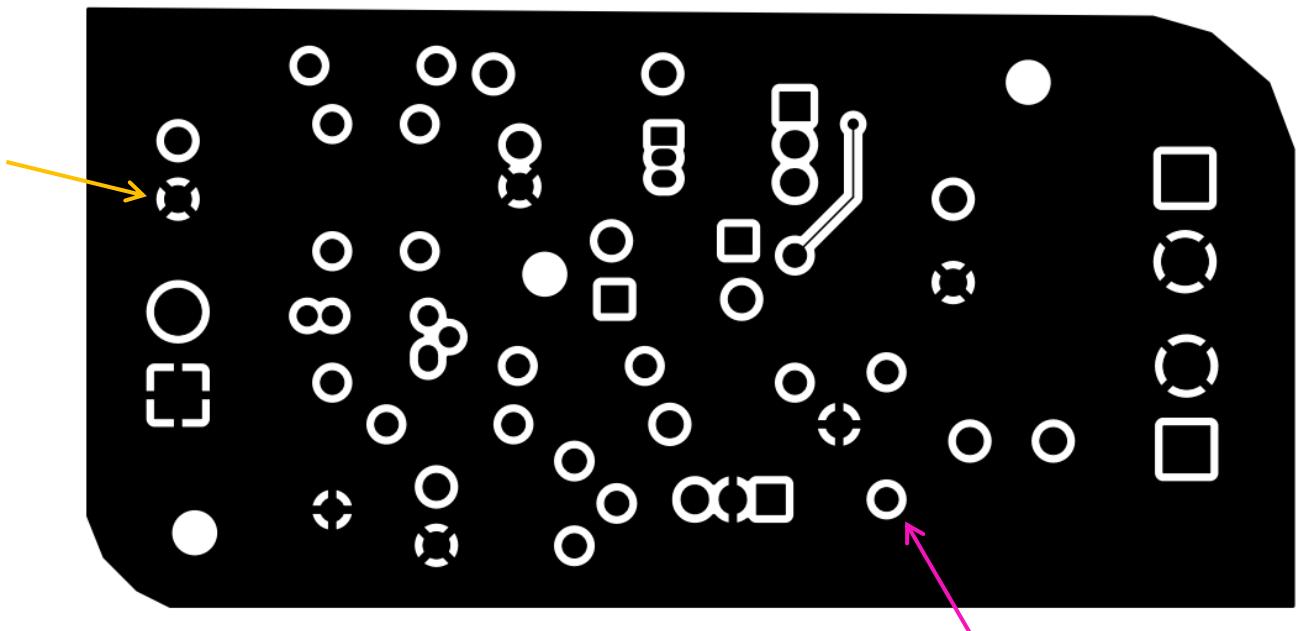


Figura 19. Cablajul spate cupru (B\_Cu)

Figura 19 ne ajută să vizualizăm mai bine cum se leagă componentele la referință. Săgeata roz este îndreptată spre unul dintre terminalele nelegate la masă, iar săgeata portocalie la un terminal legat la masă. Practic atunci când ne legăm la masă, ducem una sau mai multe trase de la terminal la stratul de cupru pe care l-am ales drept referință.



Figura 20. Forma plăcuței (Edge\_cuts)

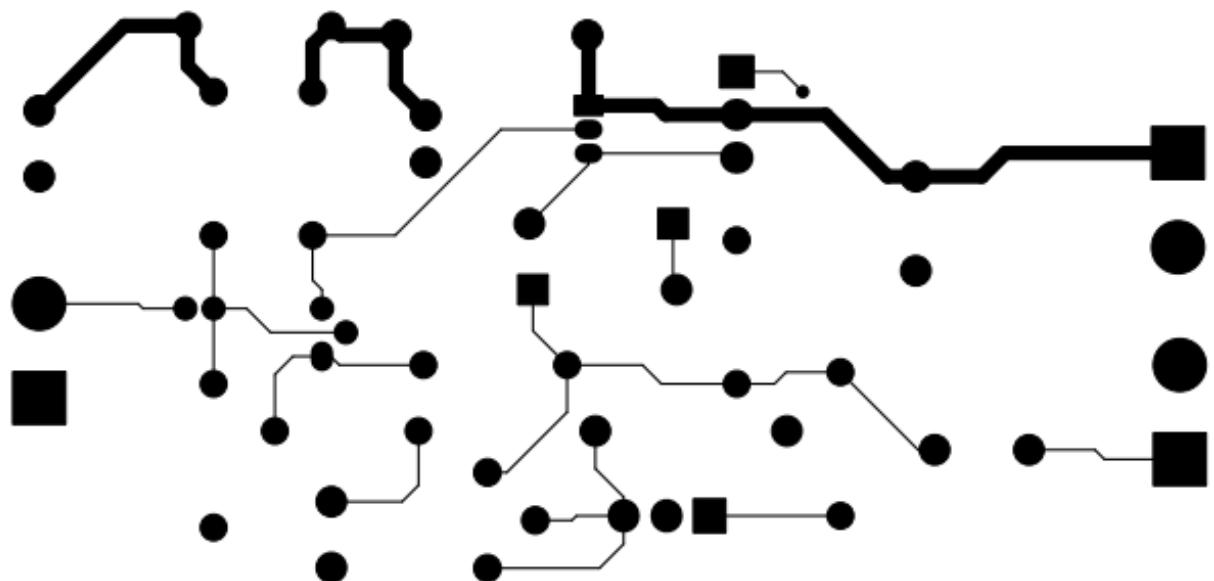


Figura 21. Cablajul față cupru (F\_Cu)

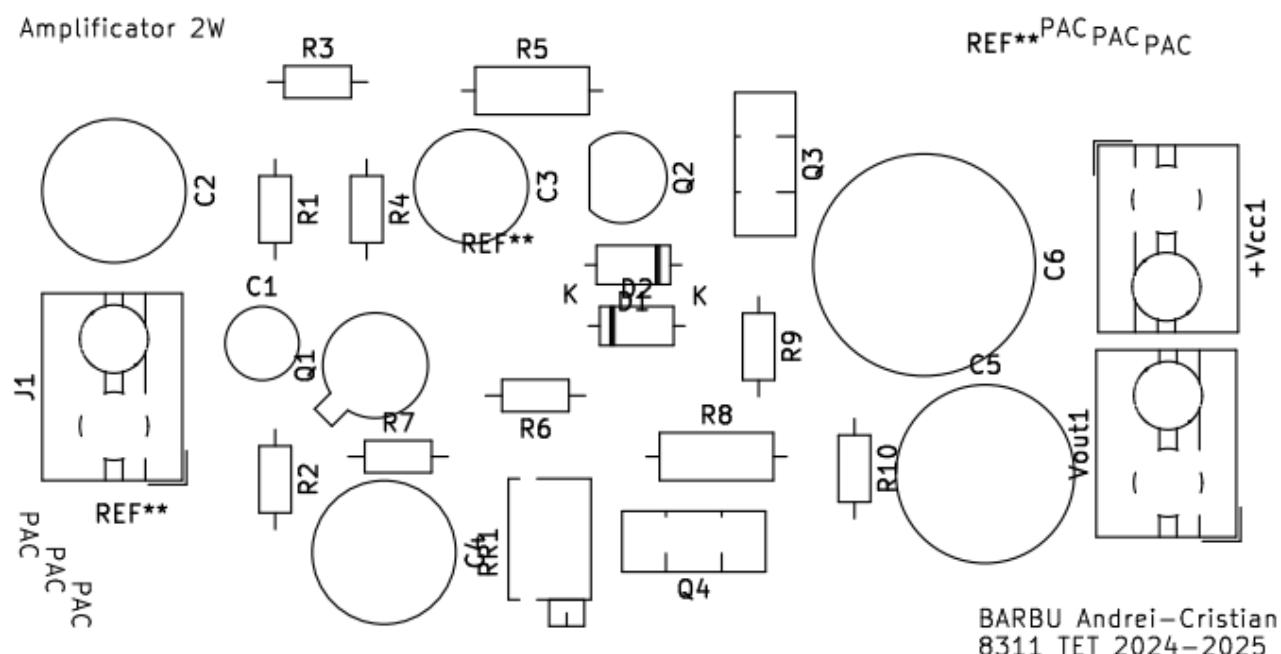


Figura 22. Front Silkscreen

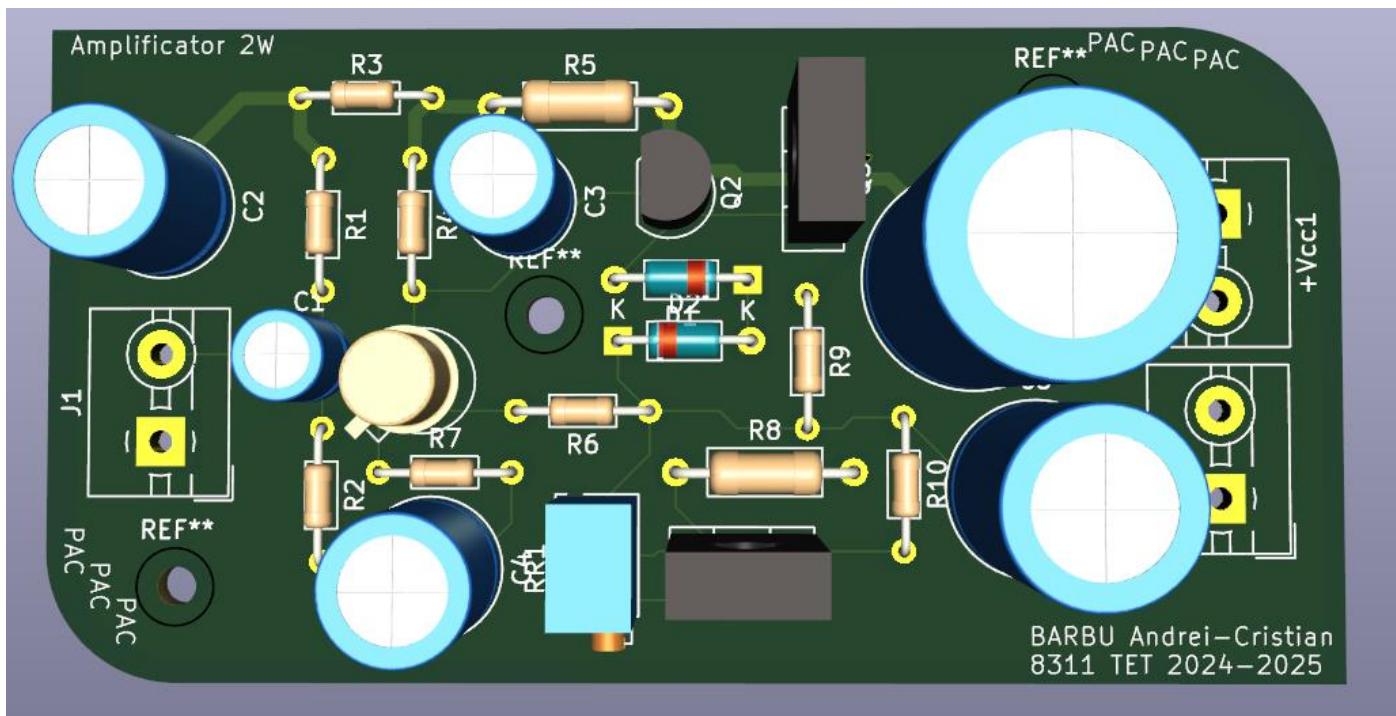


Figura 23. PCB-ul în format 3D văzut de sus

Una din dorințele noastre ca și proiectanți este să putem vizualiza produsul înainte ca acesta să fie asamblat, astfel încât orice eventuală greșală să poată fi depistată înainte ca produsul să fie asamblat pentru a scuti bani. Analizând PCB-ul în formatul 3D putem depista eventuale greșeli precum: un consensator prea apropiat de un conector precum un jack de 3.5 mm. Jack-ul fiind conectat și deconectat, pe perioare de timp lungi poate impinge un condensator din poziția lui provocând o întrerupere.

Astfel, această opțiunea de a vizualiza PCB-ul în format 3D poate deveni un tool important pentru proiectanți și un mod bun pentru a le arăta părinților ce am învățat la facultate.



Figura 24. PCB-ul în format 3D văzut din lateral

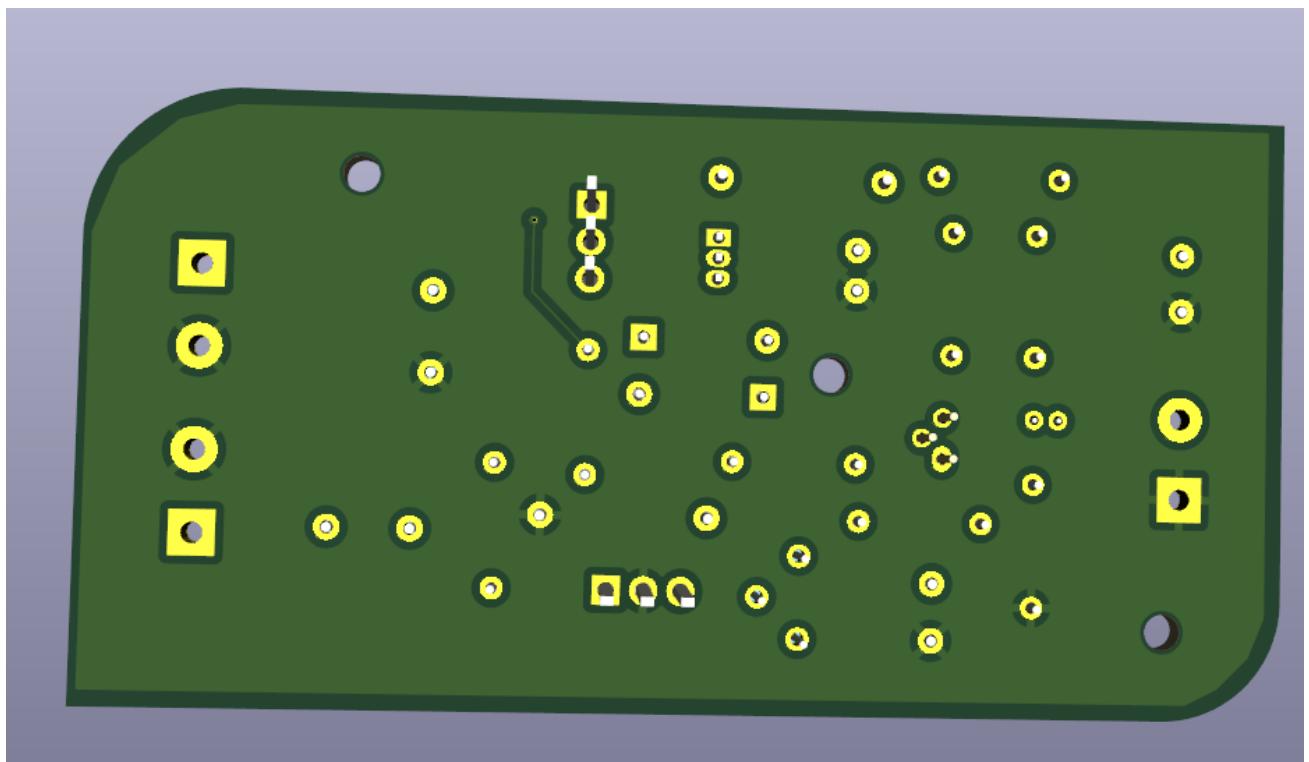


Figura 25. PCB-ul în format 3D văzut de jos

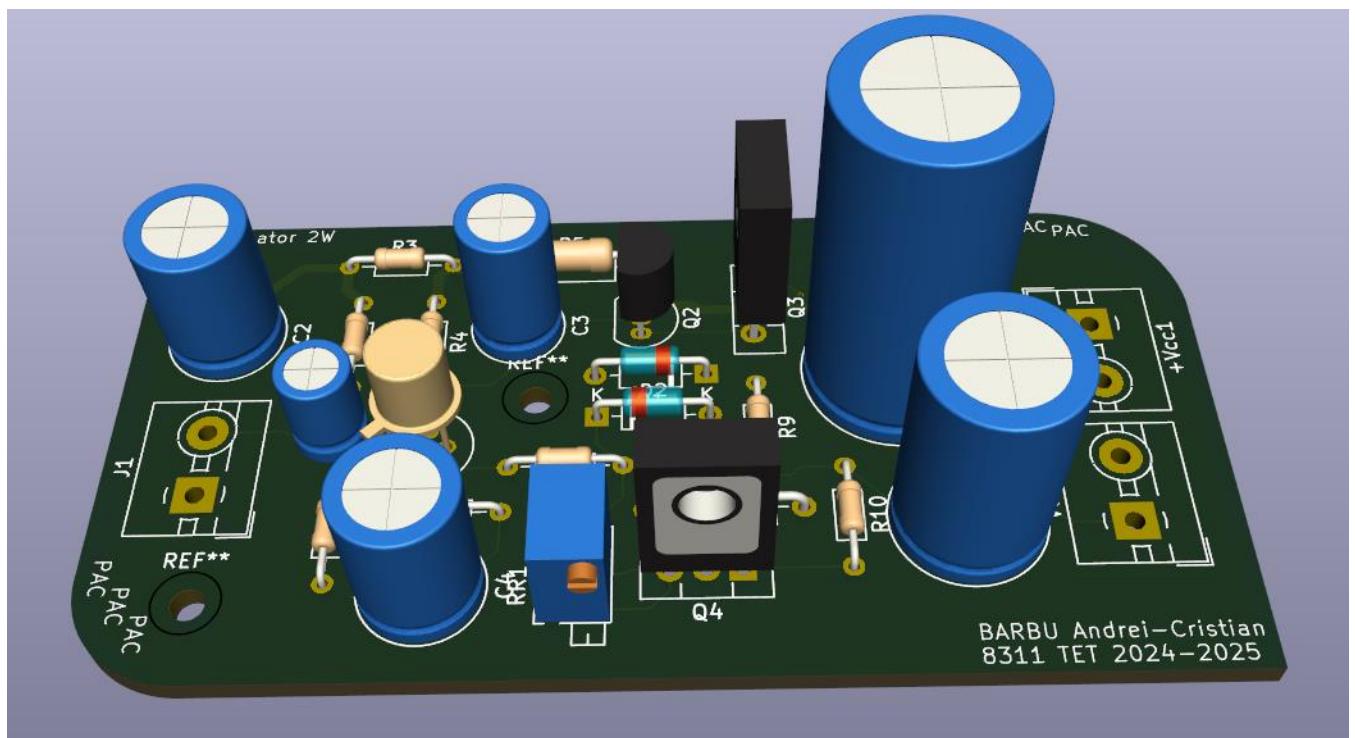


Figura 26. PCB-ul văzut din față

## 2.3 Carcasa PCB-ului

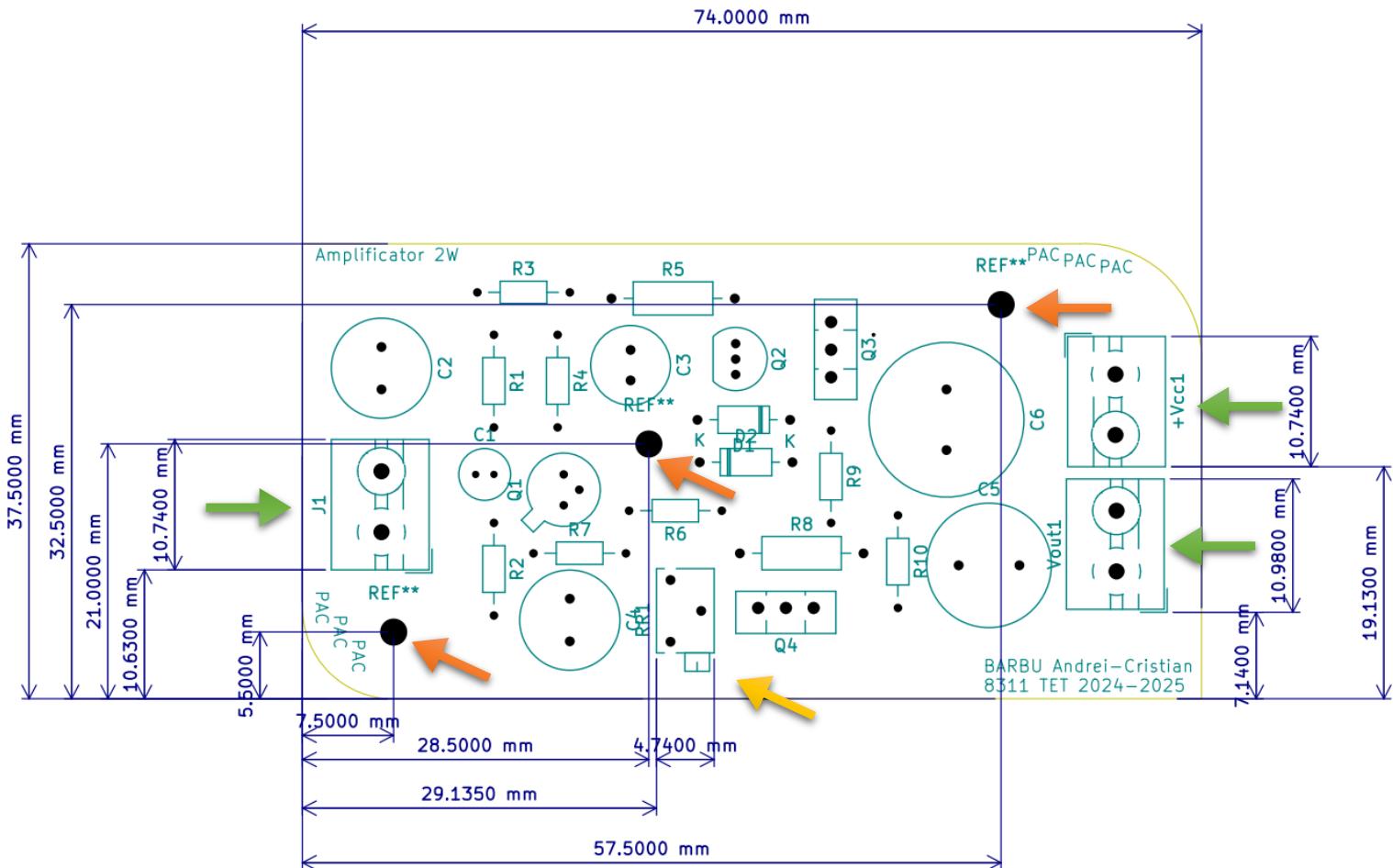


Figura 27. Dimensiunile PCB-ului

În figura 27 sunt notate diverse dimensiuni ale PCB-ului precum lungimea și lățimea plăcuței, la ce distanță față de punctul de referință (în acest caz stânga jos) se află găurile pentru montare etc. Aceste dimensiuni sunt necesare pentru a include diferite spații libere în carcăsa pentru găurile de montare, accesul la terminale și accesul la potențiometru.

Cu săgețile verzi sunt marcate sunt terminalele folosite pentru semnalul de intrare, alimentare și semnalul de ieșire, săgețile portocalii marchează găurile de montare M2 de 2.2 mm fiecare, iar săgeata galbenă potențiometrul.

În următoarele figuri este prezentată carcasa realizată în ThinkerCad. Baza este de culoare verde, pereții cu roșu, iar capacul este albastru. Pentru o înțelegere mai bună a perspectivei (unghiului) din care este făcută poza, este prezent cubul în colțul din stânga sus.

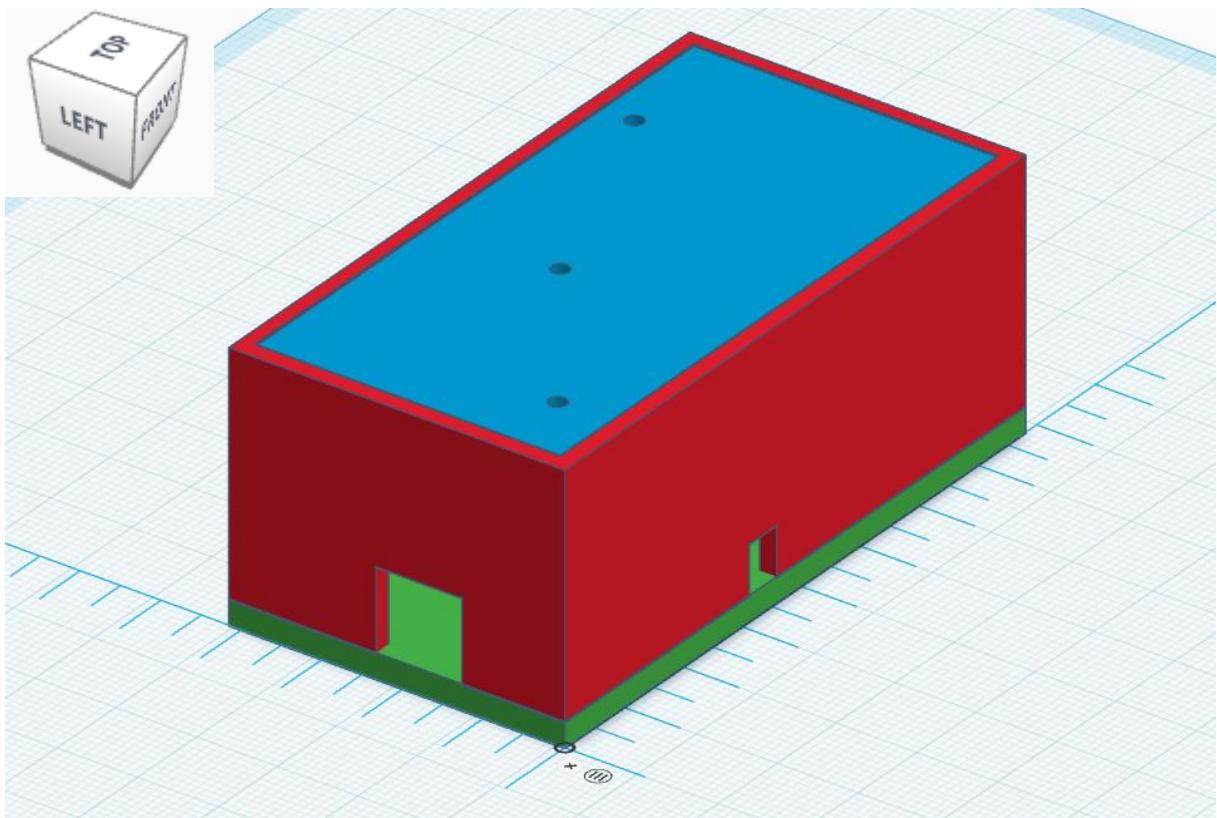


Figura 28. Carcasa realizată în ThinkerCad vizualizată în modul Flat View

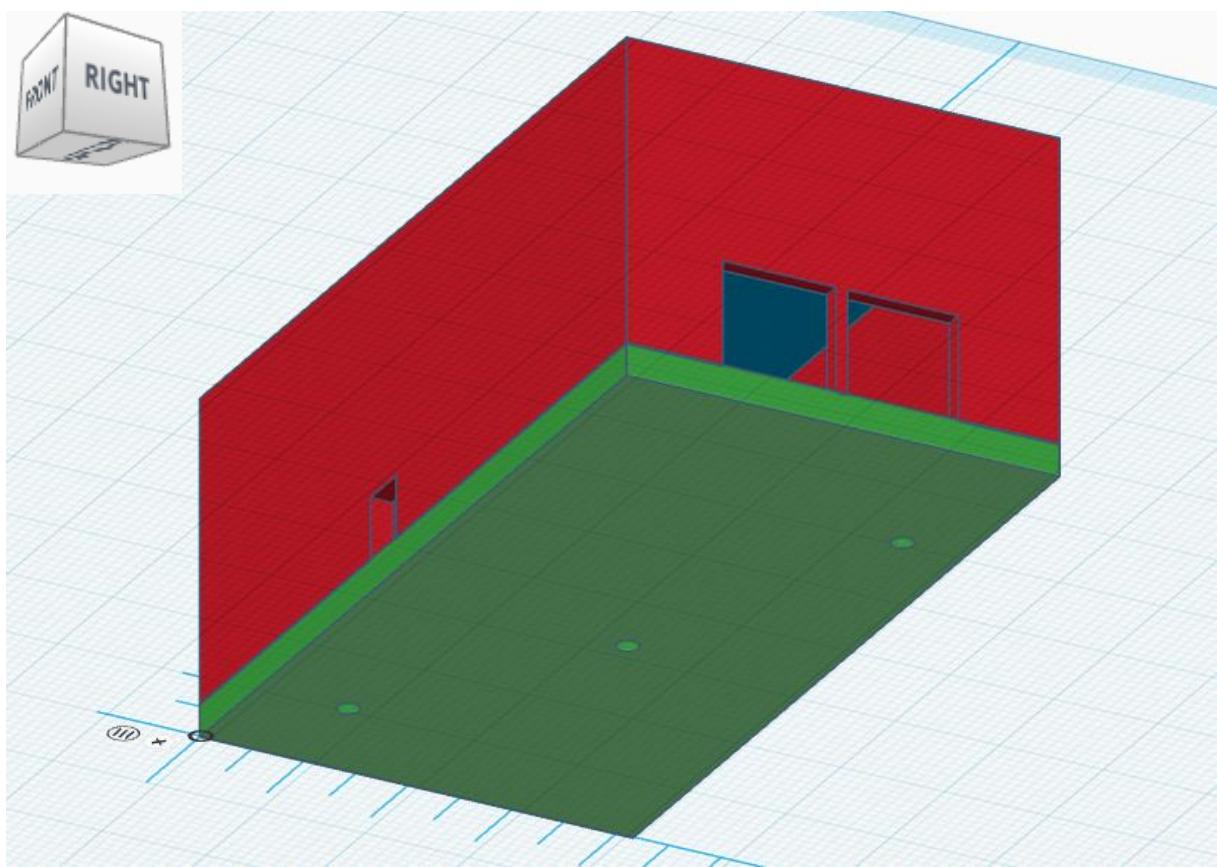


Figura 29. Carcasa realizată în ThinkerCad vizualizată în modul Flat View

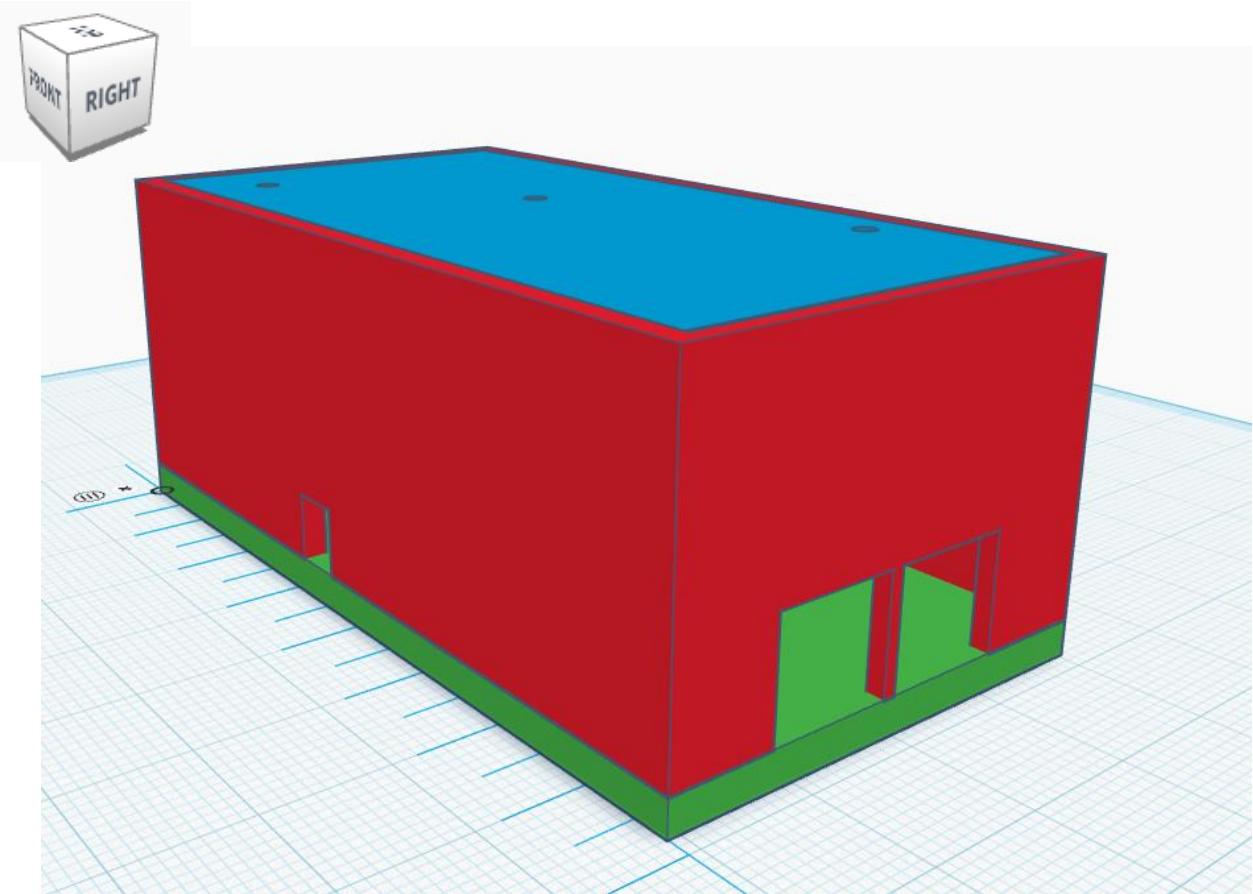


Figura 30. Carcasa în modul Perspective View

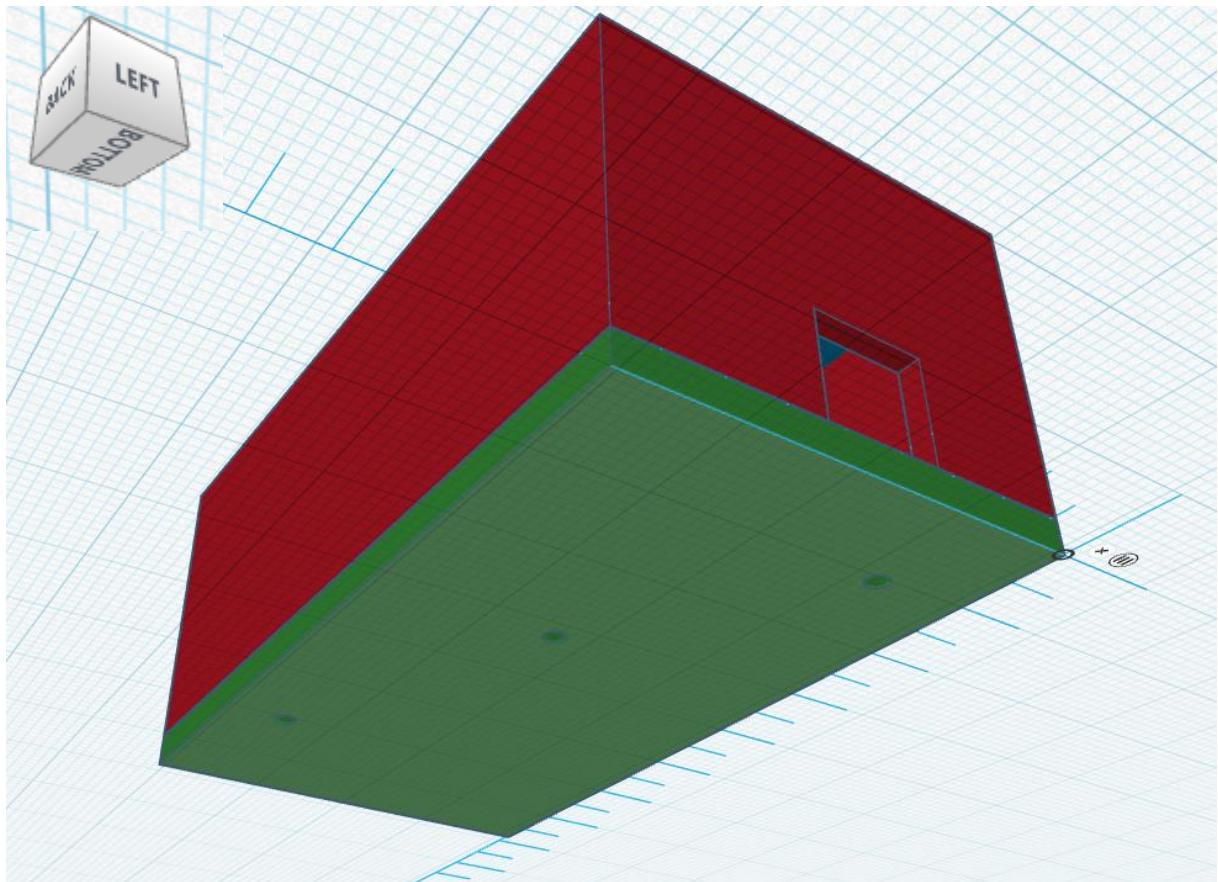
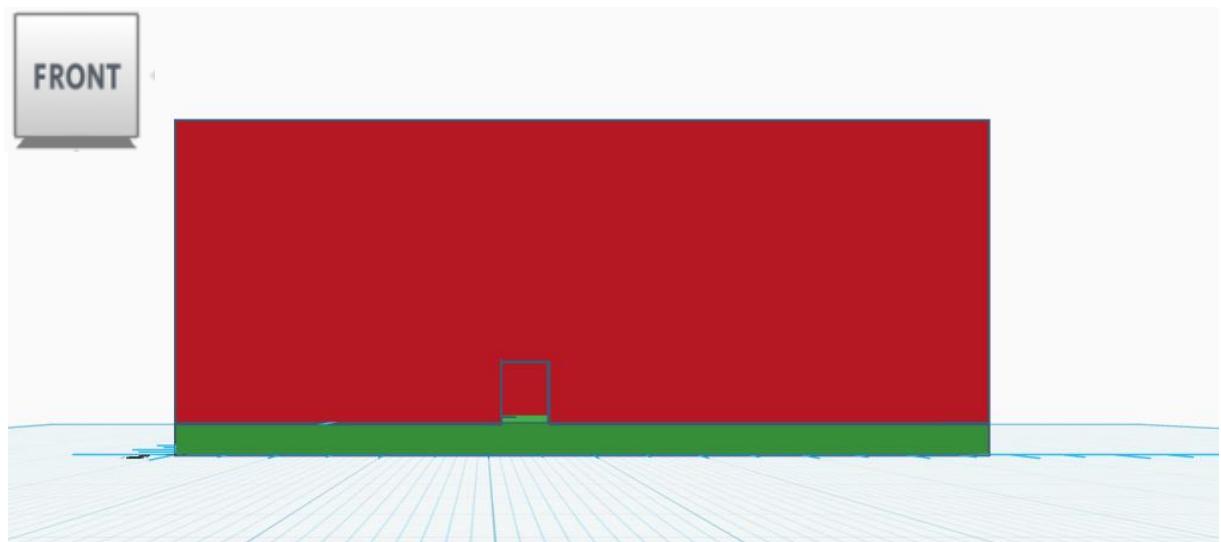
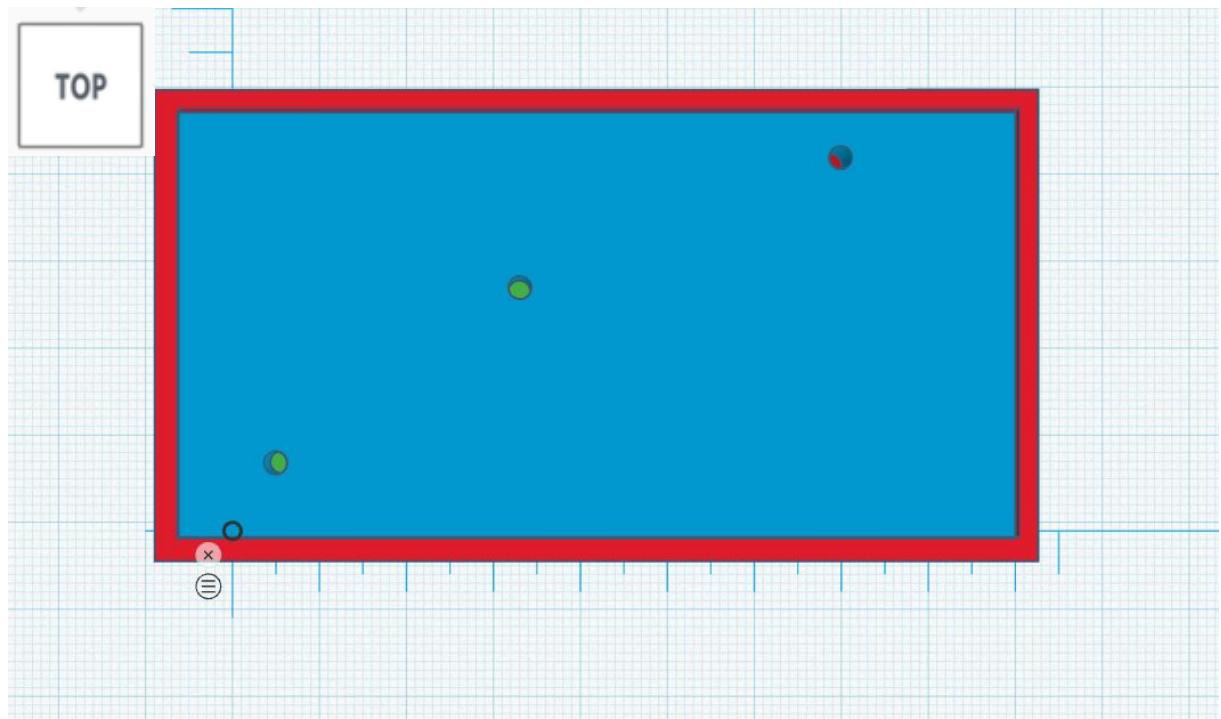


Figura 31. Carcasa în modul Perspective View



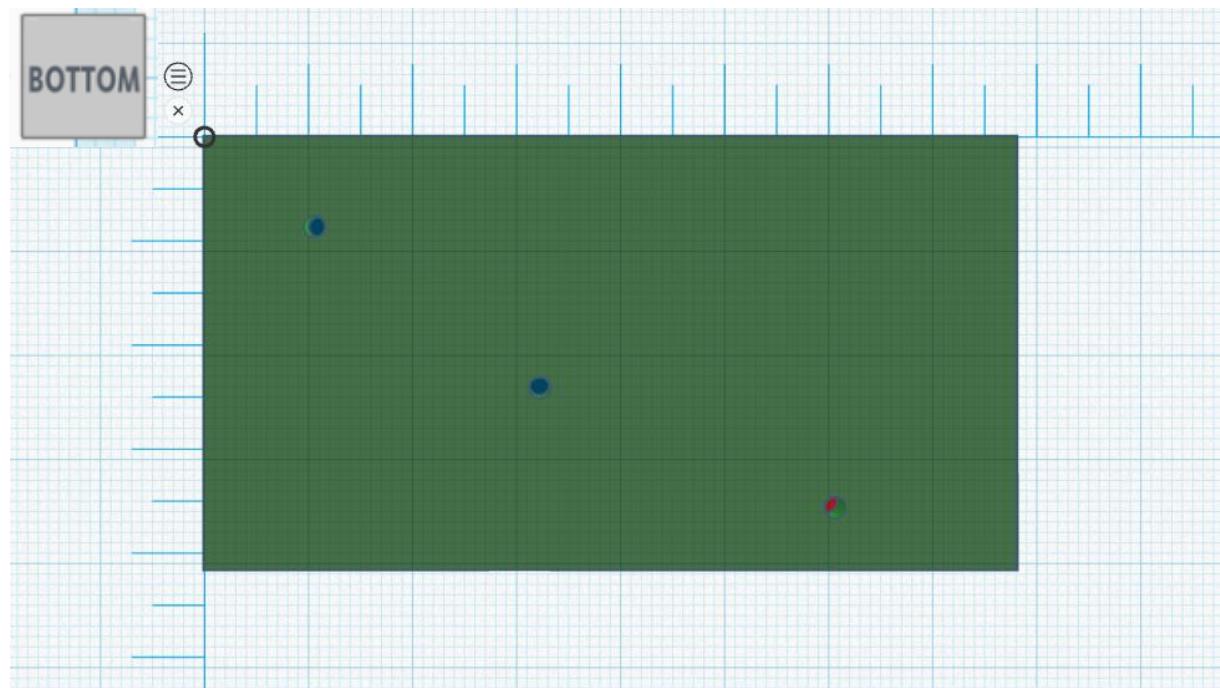


Figura 34. Carcasa din perspectiva BOTTOM

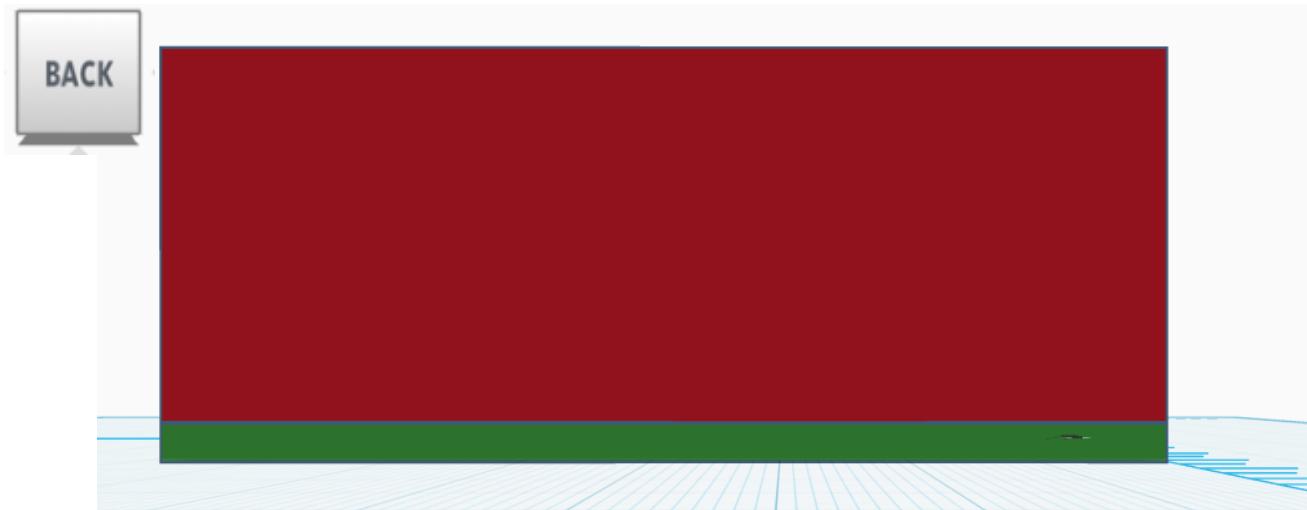


Figura 35. Carcasa din perspectiva BACK

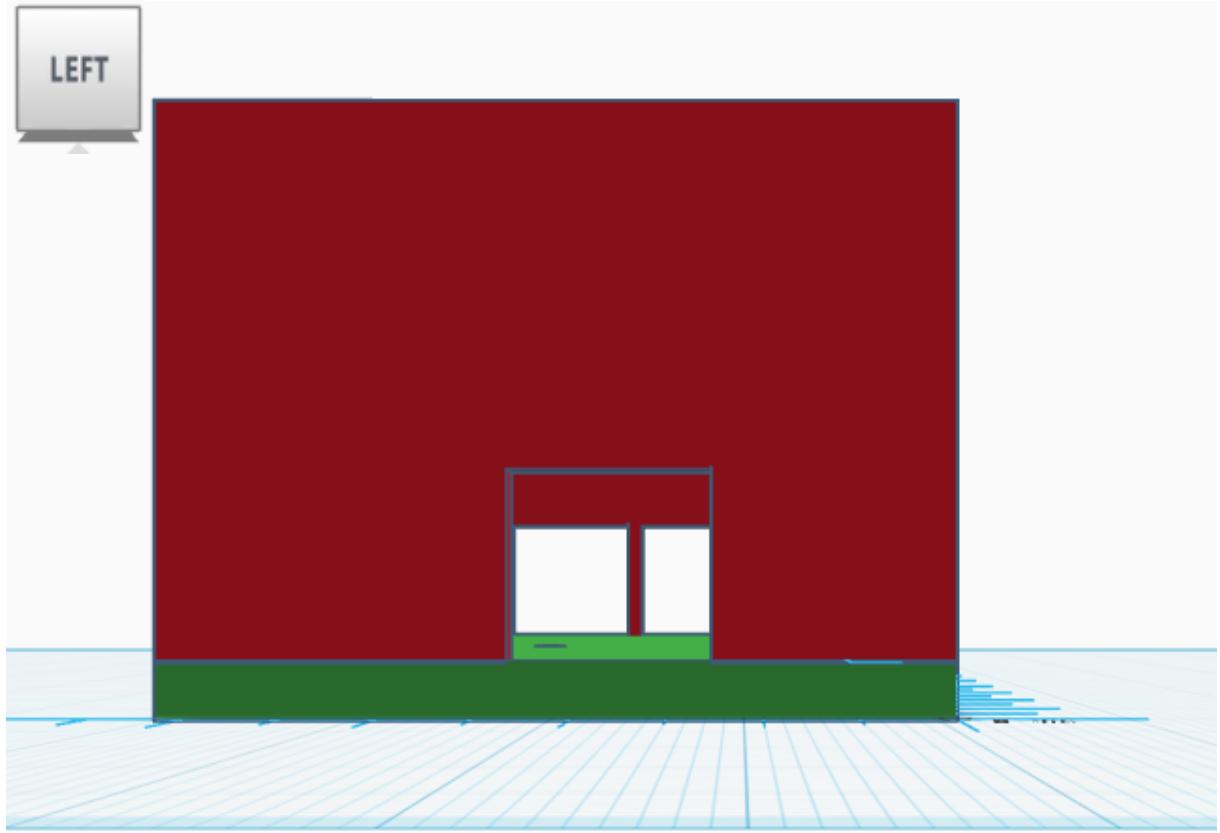


Figura 36. Carcasă din perspectiva LEFT

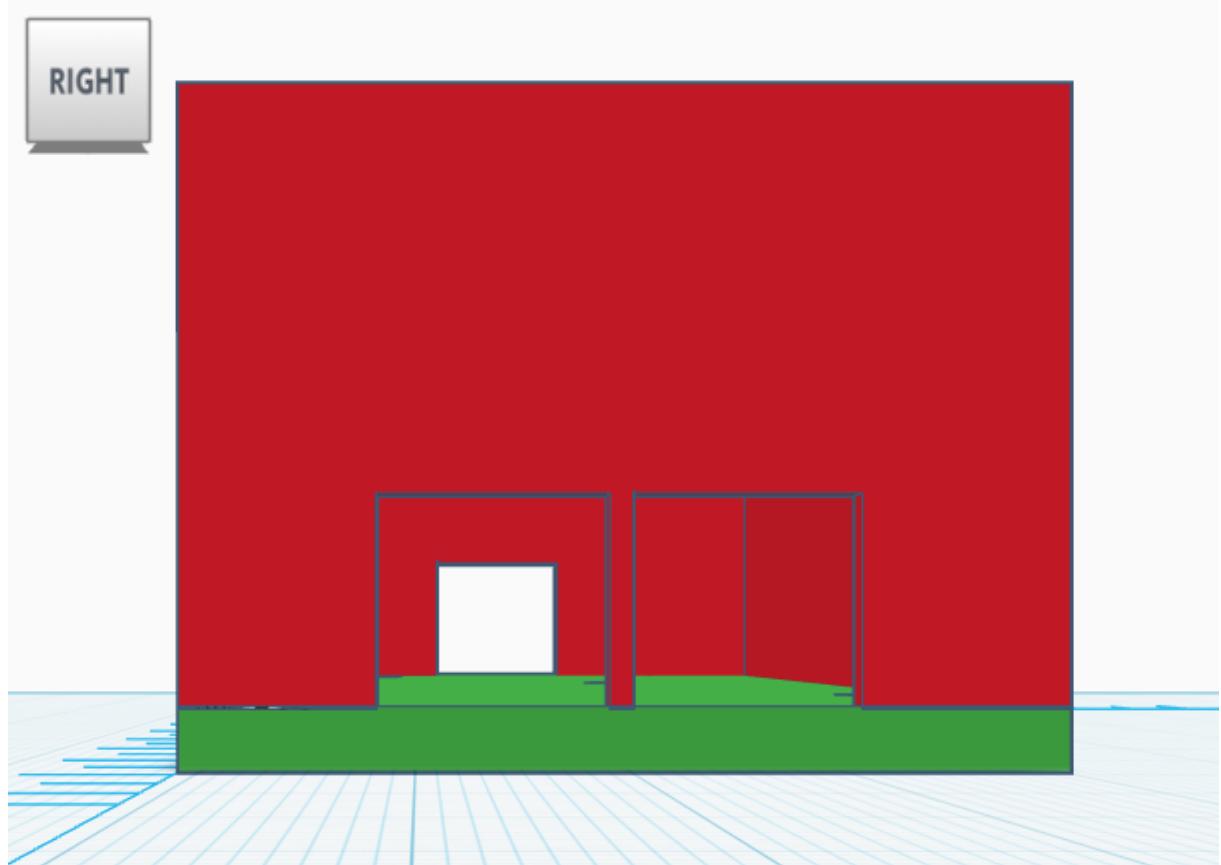


Figura 37. Carcasă din perspectiva RIGHT

Înainte de a discuta despre carcăsa, doresc să reamintesc dimensiunile PCB-ului pentru a ne servi drept referință:

- 74 mm lungime
- 37.5 mm lățime

Dimensiunile carcasei:

- 78 mm lungime
- 41.5 mm lățime
- 32 mm înălțime

În procesul de fabricare al plăcuței există o marjă de eroare în dimensionarea acesteia, întrucât este posibil ca PCB-ul să iasă cu niște milimetrii în plus sau în minus. În designul carcasei acest lucru a fost luat în considerare și au fost făcute ajustări pentru a ne asigura că plăcuța va avea loc în carcăsa indiferent de eventualele erori.

Baza, cu o înălțime/grosime de 3 mm, este mai lungă, față de PCB, cu 4 mm în toate direcțiile pentru a acomoda atât marja de eroare în cazul în care plăcuța este mai mare, căt și pereții ce au o grosime de 3.5 mm.

Pentru a ne asigura că plăcuța va încăpea în carcăsa, am lăsat un spațiu în interior cu 0.5 mm mai mare decât PCB-ul. Astfel eliminăm posibilitatea unei nepotriviri în cazul în care după procesul de fabricare plăcuța ieșe puțin mai lată sau mai lungă.

Găurile de montare, cu un diametru de 2.2 mm au spații goale în carcăsa, iar cel mai eficient mod de a fi folosite este cu câte un șurub împreună cu o șaibă M2, introdus din partea de jos a carcasei întâmpinate pe partea cealaltă de o piuliță M2.

Fiecare port de asemenea are câte un spațiu liber în carcăsa pe dimensiunile fiecărui în parte. Inclusiv potențiometrul are un spațiu, poate puțin mai mare decât necesar, pentru fi ușor accesibil. Și de data aceasta s-a ținut cont de posibilele erori de dimensionare, astfel fiecare spațiu, atât pentru porturi cât și pentru potențiometru, au o înălțime suplimentară de 2 mm.



# Anexa 1

R1,R2,R3,R4,R6,R7,RL



**CMF (Military RN and RL)**

Vishay Dale

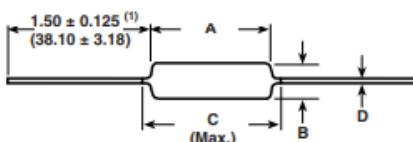
**Metal Film Resistors, Axial, Military, MIL-R-10509 Qualified, Precision, Type RN and MIL-PRF-22684 Qualified, Type RL**

**FEATURES**

- Very low noise (-40 dB)
- Very low voltage coefficient (5 ppm/V)
- Controlled temperature coefficient
- Flame retardant epoxy coating
- Commercial alternatives to military styles are available with higher power ratings. See CMF Industrial data sheet: ([www.vishay.com/doc?31018](http://www.vishay.com/doc?31018))

<b>STANDARD ELECTRICAL SPECIFICATIONS</b>											
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 $\text{V}_{\text{AC}}$
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 <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

## DIMENSIONS in inches (millimeters)



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

R5



## APPLICATIONS

- All general purpose applications
- Power applications

## FEATURES

- AEC-Q200 qualified
- Wide resistance range
- PPAP ready  
(MFR-25/MFR50S/MFR-50)
- High stability
- RoHS compliant & halogen-free

## ORDERING INFORMATION

Part number of the general purpose metal film resistor are identified by the series, power rating, tolerance, packing, temperature coefficient, forming and resistance value.

### PART NUMBER

MFR	200	F	T	F	73-	100R
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

#### **(1) SERIES**

MFR Series

#### **(2) POWER RATING**

-12 = 1/6W	-50 = 1/2W	200 = 2W
25S = 1/4W	100 = 1W	3WS = 3W
-25 = 1/4W	2WS = 2W	1WS = 1W
50S = 1/2W		

#### **(3) TOLERANCE**

D = ±0.5%	F = ±1%	G = ±2%
J = ±5%		

#### **(4) PACKAGING**

R = Reel Pack      T = Box Pack      B = Bulk

#### **(5) TEMPERATURE COEFFICIENT OF RESISTANCE**

E=±50ppm/°C      F=±100ppm/°C      - = Based on spec

#### **(6) FORMING**

26- = 26mm	F = F Type
52- = 52.4mm	FK = FK Type
73- = 73mm	FFK = F-form Kink
M = M-Type Forming	FKK = FKK Type
MB = M-form W/fla	MT = MT Type Forming
52A=52.4mm, ϕd 0.4±0.02mm	FT = FT Type Forming
52B=52.4mm, ϕd 0.45±0.02mm	PN = PANAsert
52C=52.4mm, ϕd 0.5±0.02mm	AV = AVInsert
52G=52.4mm, ϕd ≥ 0.6mm	FB= FB- Type (for -25&50S)
52H=52.4mm , non-painting on soldering spots	

Note: 26mm, 52.4mm and 73mm represent dimension A of the axial type, please refer to the category of AXIAL/REEL TAPE SPECIFICATION for the detail.

#### **(7) RESISTANCE VALUE**

E24 & E96 & E192 Series

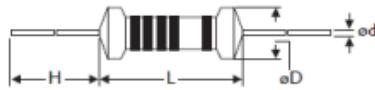
Example:

100R = 100Ω, 10K = 10,000Ω, 1M = 1,000,000Ω

### DIMENSIONS

Unit: mm

Normal	Miniature	L	$\varphi D$	H	$\varphi d$
MFR-12	MFR25S	$3.4 \pm 0.3$	$1.9 \pm 0.2$	$28 \pm 2.0$	$0.45 \pm 0.05$
MFR-25	MFR50S	$6.3 \pm 0.5$	$2.4 \pm 0.2$	$28 \pm 2.0$	$0.55 \pm 0.05$
MFR-50	MFR1WS	$9.0 \pm 0.5$	$3.3 \pm 0.3$	$26 \pm 2.0$	$0.55 \pm 0.05$
MFR100	MFR2WS	$11.5 \pm 1.0$	$4.5 \pm 0.5$	$35 \pm 2.0$	$0.8 \pm 0.05$
MFR200	MFR3WS	$15.5 \pm 1.0$	$5.0 \pm 0.5$	$33 \pm 2.0$	$0.8 \pm 0.05$



# Anexa 3

R8



## ORDERING INFORMATION

Part number of the general purpose metal film resistor are identified by the series, power rating, tolerance, packing, temperature coefficient, forming and resistance value.

### PART NUMBER

MFR	200	F	T	F	73-	100R
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

#### (1) SERIES

MFR Series

#### (2) POWER RATING

-12 = 1/6W	-50 = 1/2W	200 = 2W
25S = 1/4W	100 = 1W	3WS = 3W
-25 = 1/4W	2WS = 2W	1WS = 1W
50S = 1/2W		

#### (3) TOLERANCE

D = ±0.5%	F = ±1%	G = ±2%
J = ±5%		

#### (4) PACKAGING

R = Reel Pack      T = Box Pack      B = Bulk

#### (5) TEMPERATURE COEFFICIENT OF RESISTANCE

E=±50ppm/°C      F=±100ppm/°C      - = Based on spec

#### (6) FORMING

26- = 26mm	F = F Type
52- = 52.4mm	FK = FK Type
73- = 73mm	FFK = F-form Kink
M = M-Type Forming	FKK = FKK Type
MB = M-form W/fla	MT = MT Type Forming
52A=52.4mm, ϕd 0.4±0.02mm	FT = FT Type Forming
52B=52.4mm, ϕd 0.45±0.02mm	PN = PANAsert
52C=52.4mm, ϕd 0.5±0.02mm	AV = AVInsert
52G=52.4mm, ϕd ≥ 0.6mm	FB= FB- Type (for -25&50S)
52H=52.4mm , non-painting on soldering spots	

Note: 26mm, 52.4mm and 73mm represent dimension A of the axial type, please refer to the category of AXIAL/REEL TAPE SPECIFICATION for the detail.

#### (7) RESISTANCE VALUE

E24 & E96 & E192 Series

Example:

100R = 100Ω, 10K = 10,000Ω, 1M = 1,000,000Ω

## DIMENSIONS

Unit: mm

	Normal	Miniature	L	$\psi D$	H	$\psi d$
	MFR-12	MFR25S	$3.4 \pm 0.3$	$1.9 \pm 0.2$	$28 \pm 2.0$	$0.45 \pm 0.05$
	MFR-25	MFR50S	$6.3 \pm 0.5$	$2.4 \pm 0.2$	$28 \pm 2.0$	$0.55 \pm 0.05$
	MFR-50	MFR1WS	$9.0 \pm 0.5$	$3.3 \pm 0.3$	$26 \pm 2.0$	$0.55 \pm 0.05$
	MFR100	MFR2WS	$11.5 \pm 1.0$	$4.5 \pm 0.5$	$35 \pm 2.0$	$0.8 \pm 0.05$
	MFR200	MFR3WS	$15.5 \pm 1.0$	$5.0 \pm 0.5$	$33 \pm 2.0$	$0.8 \pm 0.05$

## Anexa 4

R9,R10

### CF / CFM Series

Carbon Film Resistor

Stackpole Electronics, Inc.

Resistive Product Solutions

#### Features:

- General purpose resistor ideal for commercial/industrial applications
- Flame retardant coatings standard
- Flameproof version available as CFF and CFFM
- Panasert available on selected sizes - contact Stackpole
- Auto sequencing/insertion compatible
- CFM (mini) ideal choice when size constraints apply
- Cut and formed product is available on select sizes - contact Stackpole
- Standard lead wire for CF and CFM is copper plated steel, with 100% tin over plate
- 100% tin plate on copper wire is available as type CFQ and CFQM
- RoHS compliant, REACH compliant, lead free and halogen free



#### Electrical Specifications – CF, CFQ, PCF

Type/Code	Size	Power Rating (W) @ 70°C	Maximum Working Voltage (V) <sup>(1)</sup>	Maximum Overload Voltage (V)	Dielectric Withstanding Voltage (V)	TCR (ppm/°C) per Ohmic Range	Ohmic Range (Ω) and Tolerance	
							2%	5%
CF, CFQ	18	0.125	250	500	350	< 10Ω = ± 400 ppm/°C	10 - 1M	1 - 22M
CF, CFQ, PCF	14	0.25	350	600	350	10Ω to 9.99KΩ = 0 ~ -400 ppm/°C	1 - 1M	1 - 22M
CF, CFQ	12	0.5	350	700	600	10KΩ to 99KΩ = 0 ~ -500 ppm/°C	10 - 1M	1 - 22M
CF, CFQ	1	1	500	1000	600	100KΩ to 999KΩ = 0 ~ -850 ppm/°C	1 - 1M	1 - 10M
CF, CFQ	2	2	500	1000	600	1MΩ and above = 0 ~ -1500 ppm/°C	1 - 1M	1 - 10M

(1) Lesser of √(P\*R) or maximum working voltage.

#### Electrical Specifications – CFM, CFQM, PCFM

Type/Code	Size	Power Rating (W) @ 70°C	Maximum Working Voltage (V) <sup>(1)</sup>	Maximum Overload Voltage (V)	Dielectric Withstanding Voltage (V)	TCR (ppm/°C) per Ohmic Range	Ohmic Range (Ω) and Tolerance	
							2%	5%
CFM, CFQM	14	0.25	250	500	350	< 10Ω = ± 400 ppm/°C	1 - 1M	1 - 10M
CFM, CFQM, PCFM	12	0.5	350	600	350	10Ω to 9.99KΩ = 0 ~ -400 ppm/°C	1 - 1M	1 - 10M
CFM, CFQM	1	1	600	1000	600	10KΩ to 99KΩ = 0 ~ -500 ppm/°C 100KΩ to 999KΩ = 0 ~ -850 ppm/°C 1MΩ and above = 0 ~ -1500 ppm/°C	1 - 1M	1 - 10M

(1) Lesser of √(P\*R) or maximum working voltage.

#### Electrical Specifications – CFF/CFFM

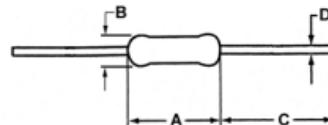
Type/Code	Size	Power Rating (W) @ 70°C	Maximum Working Voltage (V) <sup>(1)</sup>	Maximum Overload Voltage (V)	Dielectric Withstanding Voltage (V)	TCR (ppm/°C) per Ohmic Range	Ohmic Range (Ω) and Tolerance	
							2%, 5%	1 - 2.2M
CFF	18	0.166	200	400	300	< 10Ω = ± 400 ppm/°C 10Ω to 9.99KΩ = 0 ~ -400 ppm/°C 10KΩ to 99KΩ = 0 ~ -500 ppm/°C 100KΩ to 999KΩ = 0 ~ -850 ppm/°C 1MΩ and above = 0 ~ -1500 ppm/°C	1 - 2.2M	1 - 5.1M
	14	0.25	300	600	500			
CFFM	12	0.5	350	700	500			
	14	0.25	250	500	300			
	12	0.5	300	600	500			

(1) Lesser of √(P\*R) or maximum working voltage.

**CF / CFM Series**  
Carbon Film Resistor

Stackpole Electronics, Inc.  
Resistive Product Solutions

Mechanical Specifications



Type/Code	Size	A Body Length	B Body Diameter	C Lead Length (ref.)	D - Lead Diameter	Unit
CF	18	0.130 ± 0.012	0.067 ± 0.012	1.102 ± 0.118	0.016 ± 0.003	inches
CFQ		3.30 ± 0.30	1.70 ± 0.30		0.40 ± 0.08	mm
CFF	18	0.126 ± 0.008	0.073 ± 0.008	28.00 ± 3.00	0.018 ± 0.003	inches
		3.20 ± 0.20	1.85 ± 0.20		0.45 ± 0.08	mm
CF, CFF, CFQ, PCF	14	0.236 ± 0.012	0.091 ± 0.012	1.102 ± 0.118	0.018 ± 0.002	inches
		6.00 ± 0.30	2.30 ± 0.30		0.45 ± 0.05	mm
CFFM		0.126 ± 0.008	0.073 ± 0.008		0.022 ± 0.003	inches
		3.20 ± 0.20	1.85 ± 0.20		0.55 ± 0.08	mm
CFM	14	0.130 ± 0.012	0.067 ± 0.012	1.102 ± 0.118	0.018 ± 0.002	inches
		3.30 ± 0.30	1.70 ± 0.30		0.45 ± 0.08	mm
CFQM					0.016 ± 0.003	inches
CF	12	0.335 ± 0.039	0.106 ± 0.020	30.00 ± 3.00	0.022 ± 0.003	inches
CFF, CFQ		8.50 ± 1.00	2.70 ± 0.50		0.55 ± 0.08	mm
CFFM, CFQM, CFFM		0.236 ± 0.012	0.091 ± 0.012		0.028 ± 0.004	inches
	1	6.00 ± 0.30	2.30 ± 0.30		0.70 ± 0.10	mm
CF, CFQ		0.433 ± 0.039	0.177 ± 0.020	1.181 ± 0.118	0.031 ± 0.004	inches
		11.00 ± 1.00	4.50 ± 0.50		0.80 ± 0.10	mm
CFM, CFQM		0.354 ± 0.020	0.138 ± 0.020	1.102 ± 0.118	0.028 ± 0.002	inches
		9.00 ± 0.50	3.50 ± 0.50	28.00 ± 3.00	0.70 ± 0.05	mm
CF, CFQ	2	0.591 ± 0.039	0.197 ± 0.020	1.339 ± 0.157	0.031 ± 0.004	inches
		15.00 ± 1.00	5.00 ± 0.50	34.00 ± 4.00	0.80 ± 0.10	mm

## Anexa 5

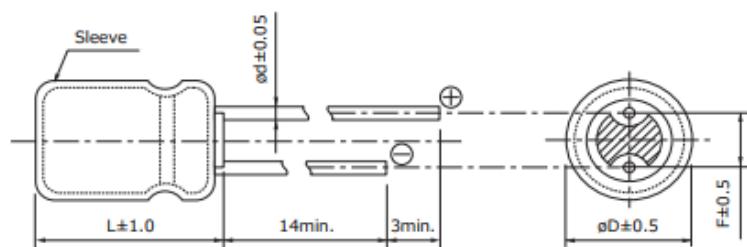
C1,C2,C3,C4



**Radial Lead Type**  
GA series A type

### Aluminum Electrolytic Capacitors



Features																
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Endurance : 105 °C 1000 h</li> <li>● RoHS compliant</li> </ul>																
Specifications																
Category temp. range	-55 °C to +105 °C															
Rated voltage range	10 V to 50 V															
Capacitance range	1.5 µF to 220 µF															
Capacitance tolerance	±20 % (120 Hz / +20°C)															
Leakage current	I ≤ 0.01 CV or 3 (µA) After 2 minutes (Whichever is greater)															
Dissipation factor (tan δ)	Please see the attached characteristics list															
Endurance	After following life test with DC voltage and +105 °C±2 °C ripple current value applied (The sum of DC and ripple peak voltage shall not exceed the rated working voltage), for 1000 hours, when the capacitors are restored to 20 °C, the capacitors shall meet the limits specified below. Capacitance change   Within ±20 % of the initial value Dissipation factor (tan δ)   ≤ 200 % of the initial limit DC leakage current   Within the initial limit															
Shelf life	After storage for 1000 h at +105 °C±2 °C with no voltage applied and then being stabilized at +20 °C, capacitors shall meet the limits specified in endurance. (With voltage treatment)															
Frequency correction factor for ripple current																
Freq. (Hz)	60	120	1 k	10 k	100 k to											
Cap. (µF)	1.5 to 220	0.85	1.00	1.30	1.40											
					1.55											
Dimensions																
 <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ØD</td> <td style="text-align: center;">4.0</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td style="text-align: center;">6.3</td> <td style="text-align: center;">8.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ød</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> </tr> </table>		ØD	4.0	5.0	6.3	8.0	Ød	0.45	0.45	0.45	0.45	F	1.5	2.0	2.5	2.5
ØD	4.0	5.0	6.3	8.0												
Ød	0.45	0.45	0.45	0.45												
F	1.5	2.0	2.5	2.5												

## Characteristics list

Endurance : 105 °C 1000 h

Rated voltage (V)	Capacitance ( $\pm 20\%$ ) ( $\mu F$ )	Case size (mm)		Specification			Lead length (mm)			Part No.	Min. Packaging Q'ty (PCS)	
		$\phi D$	L	Ripple current <sup>*1</sup> (mA rms)	$\tan \delta^{*2}$	Endurance (h)	Lead dia. ( $\phi d$ )	Straight	Taping *B		Straight leads	Taping
10	22	4.0	7.0	30	0.22	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1A220( )	200 2000
	33	5.0	7.0	50	0.22	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1A330( )	200 2000
	47	6.3	7.0	65	0.22	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1A470( )	200 2000
	68	6.3	7.0	75	0.22	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1A680( )	200 2000
	100	6.3	7.0	110	0.22	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1A101( )	200 2000
	220	8.0	7.0	160	0.22	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1A221( )	200 1000
16	10	4.0	7.0	30	0.18	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1C100( )	200 2000
	15	4.0	7.0	33	0.18	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1C150( )	200 2000
	22	5.0	7.0	50	0.18	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1C220( )	200 2000
	33	6.3	7.0	65	0.18	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1C330( )	200 2000
	47	6.3	7.0	77	0.18	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1C470( )	200 2000
	100	8.0	7.0	120	0.18	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1C101( )	200 1000
25	10	4.0	7.0	33	0.16	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1E100( )	200 2000
	15	5.0	7.0	45	0.16	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1E150( )	200 2000
	22	5.0	7.0	50	0.16	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1E220( )	200 2000
	33	6.3	7.0	75	0.16	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1E330( )	200 2000
	68	8.0	7.0	100	0.16	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1E680( )	200 1000
	6.8	4.0	7.0	33	0.13	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1V6R8( )	200 2000
35	10	5.0	7.0	35	0.13	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1V100( )	200 2000
	15	6.3	7.0	50	0.13	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1V150( )	200 2000
	22	6.3	7.0	70	0.13	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1V220( )	200 2000
	47	8.0	7.0	96	0.13	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1V470( )	200 1000
	1.5	4.0	7.0	16	0.10	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1H1R5( )	200 2000
50	2.2	4.0	7.0	18	0.10	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1H2R2( )	200 2000
	3.3	4.0	7.0	22	0.10	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1H3R3( )	200 2000
	4.7	4.0	7.0	26	0.10	1000	0.45	1.5	5.0	2.5	EEAGA1H4R7( )	200 2000
	6.8	5.0	7.0	35	0.10	1000	0.45	2.0	5.0	2.5	EEAGA1H6R8( )	200 2000
	10	6.3	7.0	39	0.10	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1H100( )	200 2000
	15	6.3	7.0	55	0.10	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1H150( )	200 2000
	22	8.0	7.0	70	0.10	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1H220( )	200 1000
	33	8.0	7.0	91	0.10	1000	0.45	2.5	5.0	2.5	EEAGA1H330( )	200 1000

\*1: Ripple current (120 Hz / +105 °C)

\*2:  $\tan \delta$  (120 Hz / +20 °C)

• When requesting taped product, please put the letter "B" or "H" between the "( )".

• Lead wire pitch \*B=5 mm, H=2.5 mm. Suffix "BQ" for ø8x7, 5 mm pitch products

• Please refer to the page of "Taping dimensions".

# Anexa 6

## C5

### Characteristics list

Endurance : 105 °C 1000 h to 2000 h

Rated voltage (V)	Capacitance ( $\pm 20\%$ ) ( $\mu F$ )	Case size (mm)		Specification			Lead length (mm)				Part No.	Min. Packaging Q'ty (PCS)		
		$\phi D$	L	Ripple current* <sup>1</sup> (mA rms)	$\tan \delta^{*2}$	Endu- rance (h)	Lead dia. ( $\phi d$ )	Lead space				Straight leads	Taping	
								Straight	Taping *B	Taping *i				
6.3	100	5.0	11.0	91	0.28	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA0JHG101( )	200	2000	
	220	5.0	11.0	140	0.28	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA0JHG221( )	200	2000	
	470	6.3	11.2	230	0.28	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA0JHG471( )	200	2000	
	1000	8.0	11.5	380	0.28	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA0JHG102( )	200	1000	
	2200	10.0	16.0	710	0.30	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG222( )	200	500	
	3300	10.0	20.0	840	0.32	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG332( )	200	500	
	4700	12.5	20.0	1090	0.34	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG472( )	200	500	
	6800	12.5	25.0	1350	0.38	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG682( )	200	500	
	10000	16.0	25.0	1650	0.46	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA0JHG103( )	100	250	
	15000	16.0	31.5	2010	0.56	2000	0.8	7.5	—	—	ECA0JHG153	100	—	
	22000	18.0	35.5	2350	0.70	2000	0.8	7.5	—	—	ECA0JHG223	50	—	
10	330	6.3	11.2	200	0.24	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1AHG331( )	200	2000	
	470	8.0	11.5	250	0.24	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1AHG471( )	200	1000	
	1000	10.0	12.5	460	0.24	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG102( )	200	500	
	2200	10.0	20.0	760	0.26	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG222( )	200	500	
	3300	12.5	20.0	1000	0.28	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG332( )	200	500	
	4700	12.5	25.0	1260	0.30	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG472( )	200	500	
	6800	16.0	25.0	1570	0.34	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1AHG682( )	100	250	
	10000	16.0	31.5	1890	0.42	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1AHG103	100	—	
	15000	18.0	35.5	2180	0.52	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1AHG153	50	—	
16	100	5.0	11.0	110	0.20	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1CHG101( )	200	2000	
	220	6.3	11.2	180	0.20	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1CHG221( )	200	2000	
	330	8.0	11.5	260	0.20	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1CHG331( )	200	1000	
	470	8.0	11.5	310	0.20	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1CHG471( )	200	1000	
	1000	10.0	16.0	560	0.20	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG102( )	200	500	
	2200	12.5	20.0	920	0.22	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG222( )	200	500	
	3300	12.5	25.0	1170	0.24	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG332( )	200	500	
	4700	16.0	25.0	1480	0.26	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1CHG472( )	100	250	
	6800	16.0	31.5	1780	0.30	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1CHG682	100	—	
	10000	18.0	35.5	2060	0.38	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1CHG103	50	—	
25	47	5.0	11.0	91	0.16	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1EHG470( )	200	2000	
	100	6.3	11.2	130	0.16	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1EHG101( )	200	2000	
	220	8.0	11.5	230	0.16	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1EHG221( )	200	1000	
	330	8.0	11.5	310	0.16	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1EHG331( )	200	1000	
	470	10.0	12.5	380	0.16	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG471( )	200	500	
	1000	10.0	20.0	680	0.16	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG102( )	200	500	
	2200	12.5	25.0	1090	0.18	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG222( )	200	500	
	3300	16.0	25.0	1400	0.20	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1EHG332( )	100	250	
	4700	16.0	31.5	1750	0.22	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1EHG472	100	—	
	6800	18.0	35.5	2040	0.26	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1EHG682	50	—	
	47	5.0	11.0	90	0.14	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1VHG470( )	200	2000	
35	100	6.3	11.2	150	0.14	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1VHG101( )	200	2000	
	220	8.0	11.5	270	0.14	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1VHG221( )	200	1000	
	330	10.0	12.5	350	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG331( )	200	500	
	470	10.0	16.0	460	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG471( )	200	500	
	1000	12.5	20.0	810	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG102( )	200	500	
	2200	16.0	25.0	1260	0.16	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1VHG222( )	100	250	
	3300	16.0	31.5	1610	0.18	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1VHG332	100	—	
4700	18.0	35.5	1910	0.20	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1VHG472	50	—		

# Anexa 7

## C6

### Characteristics list

INIG SERIES

Endurance : 105 °C 1000 h to 2000 h

Rated voltage (V)	Capacitance ( $\pm 20\%$ ) ( $\mu F$ )	Case size (mm)		Specification			Lead length (mm)			Part No.	Min. Packaging Q'ty (PCS)		
		$\phi D$	L	Ripple current <sup>*1</sup> (mA rms)	$\tan \delta^{*2}$	Endurance (h)	Lead dia. (ød)	Lead space			Straight leads	Taping	
6.3	100	5.0	11.0	91	0.28	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA0JHG101( )	200	2000
	220	5.0	11.0	140	0.28	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA0JHG221( )	200	2000
	470	6.3	11.2	230	0.28	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA0JHG471( )	200	2000
	1000	8.0	11.5	380	0.28	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA0JHG102( )	200	1000
	2200	10.0	16.0	710	0.30	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG222( )	200	500
	3300	10.0	20.0	840	0.32	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG332( )	200	500
	4700	12.5	20.0	1090	0.34	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG472( )	200	500
	6800	12.5	25.0	1350	0.38	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA0JHG682( )	200	500
	10000	16.0	25.0	1650	0.46	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA0JHG103( )	100	250
	15000	16.0	31.5	2010	0.56	2000	0.8	7.5	—	—	ECA0JHG153	100	—
10	22000	18.0	35.5	2350	0.70	2000	0.8	7.5	—	—	ECA0JHG223	50	—
	330	6.3	11.2	200	0.24	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1AHG331( )	200	2000
	470	8.0	11.5	250	0.24	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1AHG471( )	200	1000
	1000	10.0	12.5	460	0.24	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG102( )	200	500
	2200	10.0	20.0	760	0.26	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG222( )	200	500
	3300	12.5	20.0	1000	0.28	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG332( )	200	500
	4700	12.5	25.0	1260	0.30	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1AHG472( )	200	500
	6800	16.0	25.0	1570	0.34	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1AHG682( )	100	250
	10000	16.0	31.5	1890	0.42	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1AHG103	100	—
	15000	18.0	35.5	2180	0.52	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1AHG153	50	—
16	100	5.0	11.0	110	0.20	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1CHG101( )	200	2000
	220	6.3	11.2	180	0.20	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1CHG221( )	200	2000
	330	8.0	11.5	260	0.20	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1CHG331( )	200	1000
	470	8.0	11.5	310	0.20	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1CHG471( )	200	1000
	1000	10.0	16.0	560	0.20	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG102( )	200	500
	2200	12.5	20.0	920	0.22	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG222( )	200	500
	3300	12.5	25.0	1170	0.24	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1CHG332( )	200	500
	4700	16.0	25.0	1480	0.26	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1CHG472( )	100	250
	6800	16.0	31.5	1780	0.30	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1CHG682	100	—
	10000	18.0	35.5	2060	0.38	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1CHG103	50	—
25	47	5.0	11.0	91	0.16	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1EHG470( )	200	2000
	100	6.3	11.2	130	0.16	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1EHG101( )	200	2000
	220	8.0	11.5	230	0.16	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1EHG221( )	200	1000
	330	8.0	11.5	310	0.16	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1EHG331( )	200	1000
	470	10.0	12.5	380	0.16	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG471( )	200	500
	1000	10.0	20.0	680	0.16	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG102( )	200	500
	2200	12.5	25.0	1090	0.18	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1EHG222( )	200	500
	3300	16.0	25.0	1400	0.20	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1EHG332( )	100	250
	4700	16.0	31.5	1750	0.22	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1EHG472	100	—
	6800	18.0	35.5	2040	0.26	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1EHG682	50	—
35	47	5.0	11.0	90	0.14	1000	0.5	2.0	5.0	2.5	ECA1VHG470( )	200	2000
	100	6.3	11.2	150	0.14	1000	0.5	2.5	5.0	2.5	ECA1VHG101( )	200	2000
	220	8.0	11.5	270	0.14	1000	0.6	3.5	5.0	—	ECA1VHG221( )	200	1000
	330	10.0	12.5	350	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG331( )	200	500
	470	10.0	16.0	460	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG471( )	200	500
	1000	12.5	20.0	810	0.14	2000	0.6	5.0	5.0	—	ECA1VHG102( )	200	500
	2200	16.0	25.0	1260	0.16	2000	0.8	7.5	7.5	—	ECA1VHG222( )	100	250
	3300	16.0	31.5	1610	0.18	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1VHG332	100	—
	4700	18.0	35.5	1910	0.20	2000	0.8	7.5	—	—	ECA1VHG472	50	—

## Anexa 8

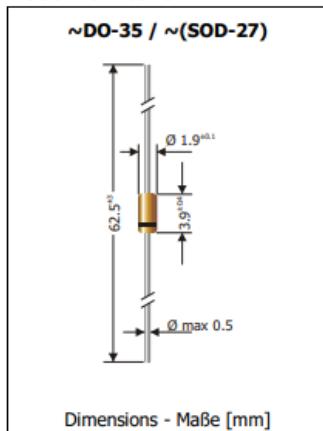
DIODA 1N4148	Lung. carcasa	D. carcasa	D. piciorușe	Pret unitate
D	3.9 mm	1.9mm	0.5mm	0.34lei

1N4148, 1N4150, 1N4151, 1N4448



**1N4148, 1N4150, 1N4151, 1N4448**  
Small Signal Switching Diodes  
Kleinsignal-Schaltdioden

Version 2017-08-25



**Typical Applications**

Signal processing,  
High-speed switching  
Commercial grade <sup>1)</sup>

**Typische Anwendungen**

Signalverarbeitung,  
Schnelles Schalten  
Standardausführung <sup>1)</sup>

**Features**

Very high switching speed  
Low junction capacitance  
Low leakage current  
Compliant to RoHS, REACH,  
Conflict Minerals <sup>1)</sup>



**Mechanical Data <sup>1)</sup>**

Taped in ammo pack	5000	Gegurtet in Ammo-Pack
Weight approx.	0.17 g	Gewicht ca.
Solder & assembly conditions	260°C/10s MSL N/A	Löt- und Einbaubedingungen

**Besonderheiten**

Extrem schnelles Schalten  
Niedrige Sperrschichtkapazität  
Niedriger Sperrstrom  
Konform zu RoHS, REACH,  
Konfliktmineralien <sup>1)</sup>

**Mechanische Daten <sup>1)</sup>**

**Maximum ratings <sup>2)</sup>**

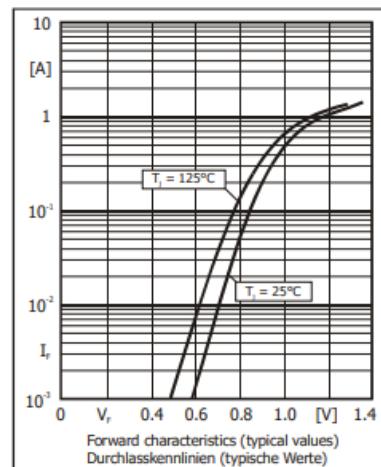
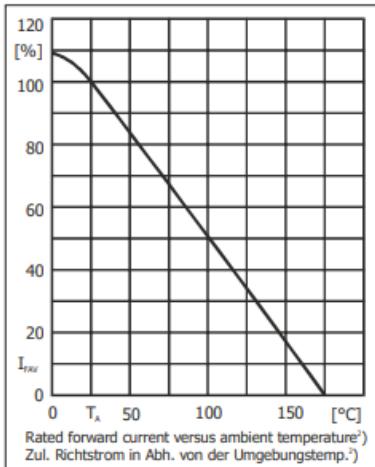
**Grenzwerte <sup>2)</sup>**

Type Typ	Reverse voltage Sperrspannung $V_R$ [V]	Repetitive peak reverse voltage Periodische Spitzensperrspannung $V_{RRM}$ [V]
1N4148	75	100
1N4150	50	50
1N4151	50	75
1N4448	75	100

		<b>1N4148 1N4448</b>	<b>1N4150</b>	<b>1N4151</b>
Max. average forward current Dauergrenzstrom	$I_{FAV}$	200 mA <sup>3)</sup>	300 mA <sup>3)</sup>	200 mA <sup>3)</sup>
Repetitive peak forward current Periodischer Spitzenstrom	$I_{FRM}$	500 mA <sup>3)</sup>	600 mA <sup>3)</sup>	500 mA <sup>3)</sup>
Non-repetitive peak forward current Stoßstrom-Grenzwert	$t_p = 1 \mu s$ $T_j = 25^\circ C$	$I_{FSM}$	4000 mA	4000 mA
Max. power dissipation Max. Verlustleistung	$P_{tot}$	500 mW <sup>3)</sup>		
Junction temperature – Sperrschichttemperatur Storage temperature – Lagerungstemperatur	$T_j$ $T_s$	-50...+175°C -50...+175°C		

**Characteristics**
**Kennwerte**

			<b>1N4148</b>	<b>1N4150</b>	<b>1N4151</b>	<b>1N4448</b>	
Forward voltage Durchlass-Spannung							
$T_j = 25^\circ\text{C}$	$I_F =$	$V_F$	– $< 1.0 \text{ V}$ – – –	– – – $< 1.2 \text{ V}$	– – – –	0.62...0.72 V – – $< 1.0 \text{ V}$ $< 1.0 \text{ V}$	
Leakage current Sperrstrom	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$V_R =$	$I_R$	$< 25 \text{ nA}$ – $< 5 \mu\text{A}$	$< 100 \text{ nA}$ – –	$< 50 \text{ nA}$ – $< 5 \mu\text{A}$	
Leakage current Sperrstrom	$T_j = 150^\circ\text{C}$	$V_R =$	$I_R$	$< 50 \mu\text{A}$ –	$< 100 \mu\text{A}$ $< 50 \mu\text{A}$	$< 50 \mu\text{A}$ –	
Junction capacitance Sperrsichtkapazität	$V_R = 0 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ MHz}$		$C_T$	typ. 4 pF			
Reverse recovery time Sperrverzug			$t_{rr}$	$< 4 \text{ ns}^1)$			
Thermal resistance junction to ambient Wärmewiderstand Sperrsicht – Umgebung			$R_{thA}$	$< 300 \text{ K/W}^2)$			



## Anexa 9

### Tranzistor BC109C



Continental Device India Limited

An ISO/TS 16949, ISO 9001 and ISO 14001 Certified Company



#### NPN SILICON PLANAR TRANSISTORS



**BC107/A/B/C**

**BC108/A/B/C**

**BC109/A/B/C**

**TO-18**  
**Metal Can Package**

#### Low Noise General Purpose Audio Amplifiers

##### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

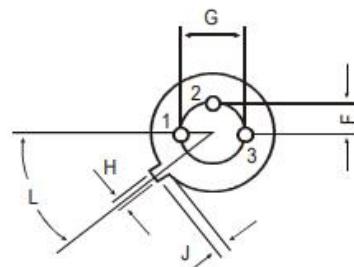
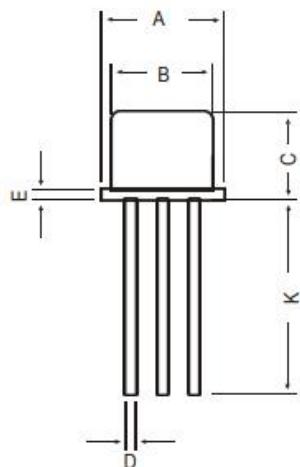
DESCRIPTION	SYMBOL	BC107	BC108	BC109	UNIT
Collector Emitter Voltage	$V_{CEO}$	45	25	25	V
Collector Base Voltage	$V_{CBO}$	50	30	30	V
Emitter Base Voltage	$V_{EBO}$	6.0	5.0	5.0	V
Collector Current Continuous	$I_C$		200		mA
Power Dissipation at $T_a=25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$		300		mW mW/ $^\circ\text{C}$
Power Dissipation at $T_c=25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$		1.72		
Operating And Storage Junction Temperature Range	$T_j, T_{stg}$		750		mW mW/ $^\circ\text{C}$
			4.29		
			- 65 to +200		$^\circ\text{C}$

##### THERMAL CHARACTERISTICS

Junction to Ambient in free air	$R_{th(j-a)}$	583	$^\circ\text{C/W}$
Junction to Case	$R_{th(j-c)}$	233	$^\circ\text{C/W}$

##### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a=25^\circ\text{C}$ unless specified otherwise )

DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	BC107	BC108	BC109	UNIT
Collector Emitter Voltage	$V_{CEO}$	$I_C=2\text{mA}, I_B=0$	>45	>25	>25	V
Emitter Base Voltage	$V_{EBO}$	$I_E=10\mu\text{A}, I_C=0$	>6	>5	>5	V
Collector Cut Off Current	$I_{CBO}$	$V_{CB}=45\text{V}, I_E=0$ $V_{CB}=25\text{V}, I_E=0$ $V_{CB}=45\text{V}, I_E=0, T_a=125^\circ\text{C}$ $V_{CB}=25\text{V}, I_E=0, T_a=125^\circ\text{C}$	<15    	<15    	<15    	nA nA μA μA
DC Current Gain	$h_{FE}$	$I_C=10\mu\text{A}, V_{CE}=5\text{V}$ <b>B Group</b> <b>C Group</b>		>40    		
		$I_C=2\text{mA}, V_{CE}=5\text{V}$ <b>BC107</b> <b>BC108</b> <b>BC109</b> <b>A Group</b> <b>B Group</b> <b>C Group</b>		110-450 110-800 200-800 110-220 200-450 420-800		

**TO-18**  
**Metal Can Package**
**TO-18 Metal Can Package**

All dimensions in mm.

DIM	MIN	MAX
A	5.24	5.84
B	4.52	4.97
C	4.31	5.33
D	0.40	0.53
E	—	0.76
F	—	1.27
G	—	2.97
H	0.91	1.17
J	0.71	1.21
K	12.70	—
L	45 DEG	


**PIN CONFIGURATION**  
 1. Emitter  
 2. Base  
 3. Collector
**Packing Detail**

PACKAGE	STANDARD PACK		INNER CARTON BOX		OUTER CARTON BOX		
	Details	Net Weight/Qty	Size	Qty	Size	Qty	Gr Wt
<b>TO-18</b>	1K/polybag	350 gm/1K pcs	3" x 7.5" x 7.5"	5K	17" x 15" x 13.5"	80K	34 kgs

## Anexa 10

### Tranzistor 2N3906

**FAIRCHILD™**

April 2014

**2N3906 / MMBT3906 / PZT3906  
PNP General-Purpose Amplifier**

**Description**

This device is designed for general-purpose amplifier and switching applications at collector currents of 10 mA to 100 mA.

**2N3906**  
TO-92  
EBC

**MMBT3906**  
SOT-23  
Mark:2A  
C E B

**PZT3906**  
SOT-223  
C E B

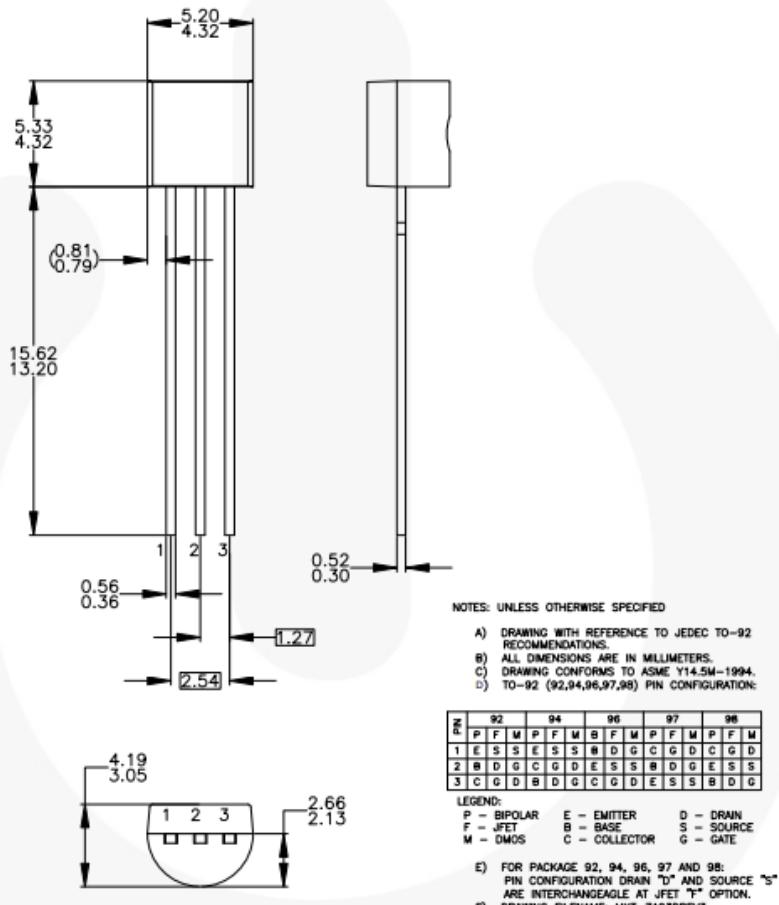
---

**Ordering Information**

Part Number	Marking	Package	Packing Method	Pack Quantity
2N3906BU	2N3906	TO-92 3L	Bulk	10000
2N3906TA	2N3906	TO-92 3L	Ammo	2000
2N3906TAR	2N3906	TO-92 3L	Ammo	2000
2N3906TF	2N3906	TO-92 3L	Tape and Reel	2000
2N3906TFR	2N3906	TO-92 3L	Tape and Reel	2000
MMBT3906	2A	SOT-23 3L	Tape and Reel	3000
PZT3906	3906	SOT-223 4L	Tape and Reel	2500

## Physical Dimensions

### TO-92 (Bulk)

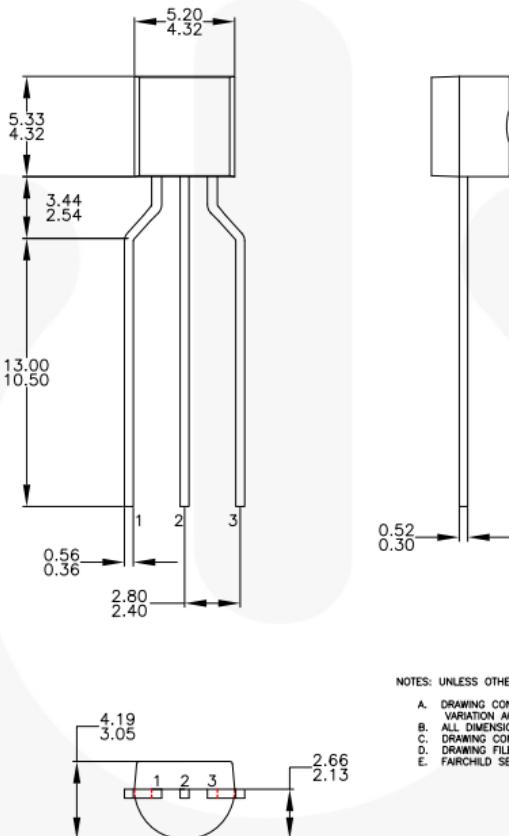


**Figure 16. 3-LEAD, TO92, JEDEC TO-92 COMPLIANT STRAIGHT LEAD CONFIGURATION (OLD TO92AM3)**

Package drawings are provided as a service to customers considering Fairchild components. Drawings may change in any manner without notice. Please note the revision and/or date on the drawing and contact a Fairchild Semiconductor representative to verify or obtain the most recent revision. Package specifications do not expand the terms of Fairchild's worldwide terms and conditions, specifically the warranty therein, which covers Fairchild products.

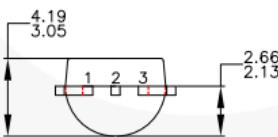
Always visit Fairchild Semiconductor's online packaging area for the most recent package drawings:  
<http://www.fairchildsemi.com/dwg/ZA/ZA03D.pdf>

For current tape and reel specifications, visit Fairchild Semiconductor's online packaging area:  
[http://www.fairchildsemi.com/packing\\_dwg/PKG-ZA03D\\_BK.pdf](http://www.fairchildsemi.com/packing_dwg/PKG-ZA03D_BK.pdf)

**Physical Dimensions (Continued)****TO-92 (Ammo, Tape and Reel)**

## NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

- A. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MS-013, VARIATION AC.
- B. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DRAWING CONFORMS TO ASME Y14.5M-2009.
- D. DRAWING FILENAME: MKT-ZA03FREV3.
- E. FAIRCHILD SEMICONDUCTOR.

**Figure 17. 3-LEAD, TO92, MOLDED 0.200 IN LINE SPACING LEAD FORM (J61Z OPTION)**

Package drawings are provided as a service to customers considering Fairchild components. Drawings may change in any manner without notice. Please note the revision and/or date on the drawing and contact a Fairchild Semiconductor representative to verify or obtain the most recent revision. Package specifications do not expand the terms of Fairchild's worldwide terms and conditions, specifically the warranty therein, which covers Fairchild products.

Always visit Fairchild Semiconductor's online packaging area for the most recent package drawings:  
<http://www.fairchildsemi.com/dwg/ZA/ZA03F.pdf>

# Anexa 11

## Tranzistor BD139 si Tranzistor BD140



**BD135 - BD136  
BD139 - BD140**

Complementary low voltage transistor

### Features

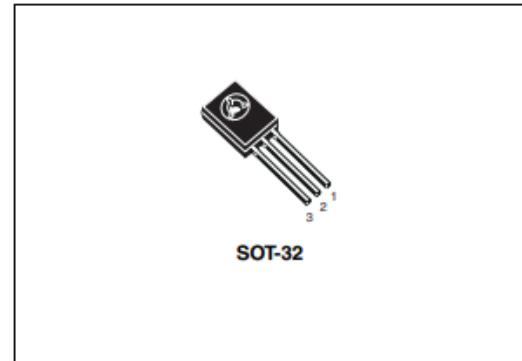
- Products are pre-selected in DC current gain

### Application

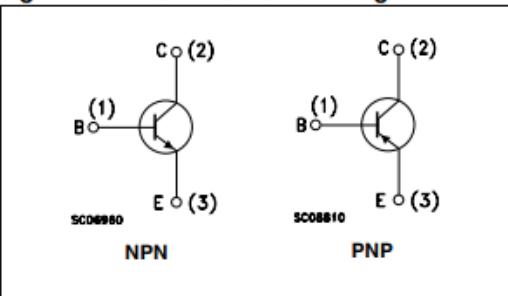
- General purpose

### Description

These epitaxial planar transistors are mounted in the SOT-32 plastic package. They are designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi-complementary circuits. The NPN types are the BD135 and BD139, and the complementary PNP types are the BD136 and BD140.



**Figure 1. Internal schematic diagram**

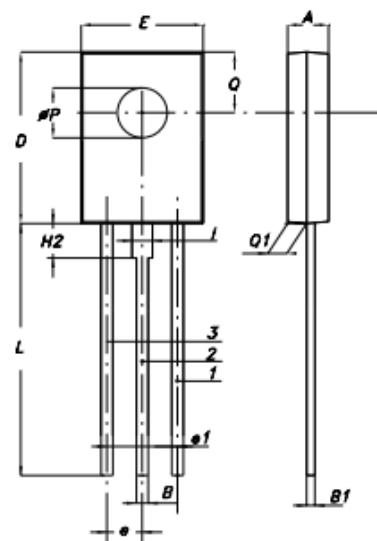


**Table 1. Device summary**

Order codes	Marking	Package	Packaging
BD135	BD135	SOT-32	Tube
BD135-16	BD135-16		
BD136	BD136		
BD136-16	BD136-16		
BD139	BD139		
BD139-10	BD139-10		
BD139-16	BD139-16		
BD140	BD140		
BD140-10	BD140-10		
BD140-16	BD140-16		

**SOT-32 (TO-126) MECHANICAL DATA**

DIM.	mm.		
	MIN.	TYP	MAX.
A	2.4		2.9
B	0.64		0.88
B1	0.39		0.63
D	10.5		11.05
E	7.4		7.8
e	2.04	2.29	2.54
e1	4.07	4.58	5.08
L	15.3		16
P	2.9		3.2
Q		3.8	
Q1	1		1.52
H2		2.15	
I		1.27	



1 = BASE  
2 = COLLECTOR  
3 = Emitter

0016114E

## Anexa 12

Enabling the Electronics Revolution

**PIHER sensing systems**  
an Amphenol® company

### PT-6

6-mm carbon through-hole trimmer potentiometer



**KEY FEATURES**

- Excellent performance
- Carbon resistive element
- Up to 10 mechanical detents
- Up to 10.000 life cycles
- IP54 protection
- Magazines packaging for automatic insertion
- Polyester substrate
- Wiper positioned at initial, 50% or fully clockwise
- Loose and assembled shaft and knobs
- Linear, logarithmic and antilogarithmic tapers
- SPDT switch function
- On request
- Embossed tape packaging



The only 6 mm miniature trimmer potentiometer with optional stop positions for haptic feedback.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS	
Taper*	Lin, Log, Alog
Range of values*	[Decad. 1.0 - 2.0 - 2.2 - 2.5 - 4.7 - 5.0] Lin $2200 \leq R_n \leq 5M\Omega$ Log, Alog $1K\Omega \leq R_n \leq 5M\Omega$
Tolerance*	$\pm 20\%$ $\pm 30\%$
Max. Voltage	
Lin	100 VDC
Log, Alog	50 VDC
Nominal power 50°C (122°F)	
Lin	0.1 W
Log, Alog	0.05 W
Residual resistance	$\leq 0.5\% R_n$ (50 min.)
Equivalent noise resistance	$\leq 3\% R_n$ (30 min.)
Operating temperature**	-25°C to +70°C (-13°F to +158°F)

\* Others available on request  
\*\* Up to 85°C depending on application.

**APPLICATIONS**

- Appliance program selection
- Thermostat adjustment
- Timer and control relays
- Consumer electronics
- Power tool controls
- Test and measurement equipment

PIHER sensing systems

[www.piher.net](http://www.piher.net)

Page 1 of 7

**Amphenol Sensors**

