

**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” din BUCUREŞTI**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației**

**Proiect  
Componente și Circuite Pasive**

**Circuit rezistiv alimentat printr-un transformator de mică putere**

**Coca Alin Petru**

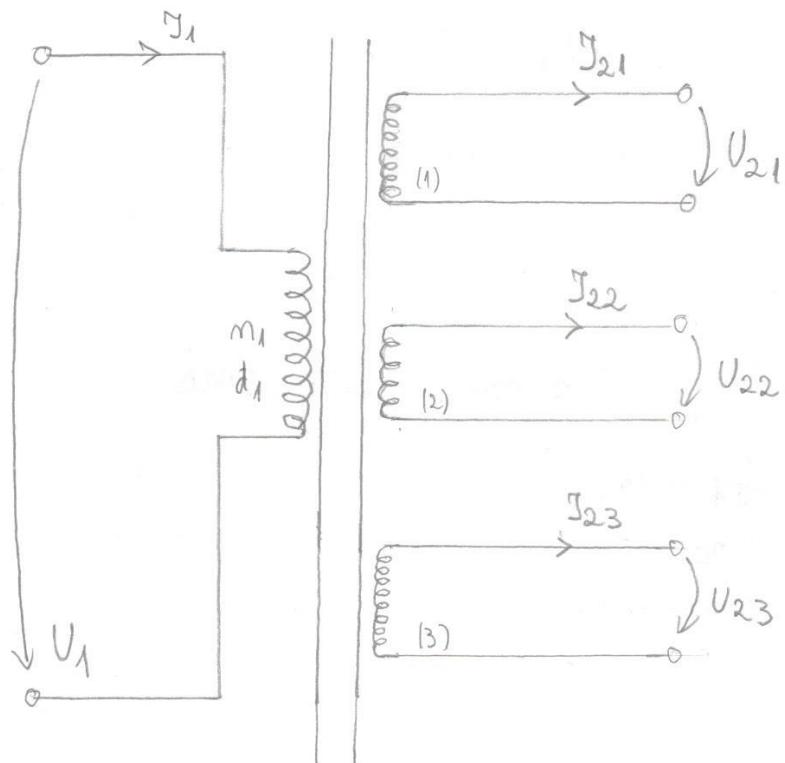
**Grupa 422A**

**Bucureşti 2024**

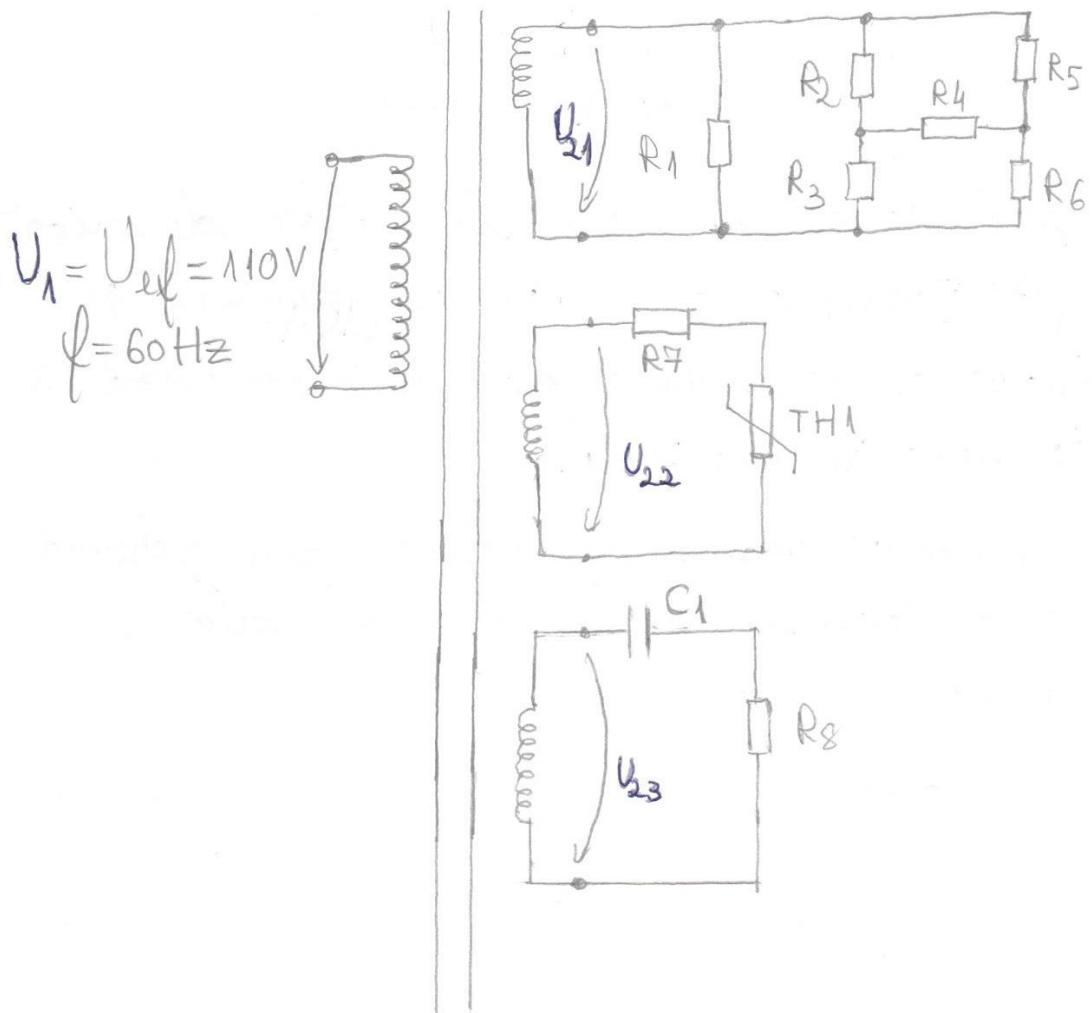
## Date initiale de proiectare

Se proiectează un transformator cu mică putere ( $P \leq 500W$ ) cu o înfăzurare primară și 3 înfăzuri secundare care alimentează 3 circuite rezistive distincte.

Pentru proiectare vom avea următoarea schema electrică a transformatorului și ale celor 3 circuite consumatoare:



Schema electrică  
a transformatorului de rețea.



$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = U_{\text{eff}} = 110 \text{ V}, f = 60 \text{ Hz}, \text{ Tip componente: SMD} \\ R_1 = 7,5 \Omega \\ R_2 = 12 \Omega \\ R_3 = 10 \Omega \\ R_4 = 22 \Omega \\ R_5 = 8,2 \Omega \\ R_6 = 22 \Omega \\ R_7 = 43 \Omega \\ R_8 = 150 \Omega \\ C_1 = 3,3 \mu\text{F} \\ R_{\text{th}} = 22 \Omega \text{ (NTC)} \end{array} \right.$$

$U_{21} = 10 \text{ V}$   
 $U_{22} = 15 \text{ V}$   
 $U_{23} = 120 \text{ V}$

## Rezumat

Obiectivul proiectului este proiectarea unui transformator menit să alimenteze 3 circuite rezistive diferite prin antelegerarea pasilor de realizare a acestei mașini electrice.

Transformatorul este o componentă statică prezintă în toate aparatele și sursele ~~alimentare~~ de alimentare, datorită proprietății de creștere sau redusore a tensiunii aplicate pe înfășurarea primară, tensiunea modificată fiind regăsită pe înfășurarea secundară.

Transformatorul se bazează pe legea inducției electro-magnetică, ce implica apariția unei tensiuni la bornile unei bobine aflată într-un câmp magnetic variabil. Această componentă este alcătuită dintr-o înfășurare primară, una secundară (sau mai multe) și dintr-un miez fiero-magnetic care suportă (concentrarea) transferul câmpului magnetic generat de către înfășurarea primară la cea secundară.

În teorie, transformatorul conservă puterea electrică întărită în înfășurarea primară, însă în practică apar multe pierderi prin Efect Joule, curenti turbionari și prin magnetizare (Histeresis), astfel puterea regăsită în circuitul secundar este de 85-90% din puterea în primar.

O altă proprietate este transferul de energie de la primar la secundar, ~~asigurat~~ efectuat prin câmpul magnetic creat de un curent alternativ ce străbate înfășurarea primară, astfel transformatorul lucrează doar în curenț alternativ / cu semnale variabile (SMPS) ( $I \neq 0$ )

- Transformatorul oferă izolare galvanică datorită construcției sale.

## Summary

The goal of the project is to design a transformer intended to supply power to three different resistive circuits by understanding the steps involved in developing this type of electrical machine.

The transformer is a static component found in every device and power supply in all devices and power supplies due to its ability to step up or step down the voltage applied across a primary winding, the modified voltage being found on the secondary winding.

The transformer operates based on the electromagnetic induction law, which involves the appearance/generation of a voltage across the terminals of a coil winding placed in a variable magnetic field. This component consists of a primary winding, a secondary winding, and a ferromagnetic core that facilitates the transfer of the magnetic field generated by the primary winding to the secondary winding.

In theory, the transformer conserves the electrical power existing in the primary winding. However, in practice, losses occur due to Joule heating, Eddy currents and magnetization, resulting in the power delivered to the secondary circuit being approximately 85-90% of the power in the primary circuit.

Another notable attribute is the transfer of energy from the primary to the secondary winding via the magnetic field created by an alternating current passing through the primary winding. Consequently, the transformer operates exclusively with alternating current (AC) or variable signals.

Additionally, the transformer provides galvanic isolation due to its construction.

## Cuprins

Capitolul I. Introducere	7
Capitolul II. Calculul și dimensionarea ansamblului	10
II.1. Calculul curentilor și al puterilor dissipate în rezistențele rutajei	12-19
II.2. Alegerea rezistențelor, pe baza valorii nominale și a puterii dissipate afectată de derating; justificare	20
II.3. Realizarea tabelului de componentă (listă de materiale,BOM)	23
II.4. Calculul puterii transformatorului și dimensionarea acestuia	26
Capitolul III. Instrucțiuni, desene, schite și detalii tehnologice de execuție	29
Capitolul IV. Bibliografie	32
Concluzii	33

## Capitolul I

### Notiuni generale

Transformatorul este un aparat electric (masina statică) electric care transformă energia electrică de anumiti parametri în energie electrică de alti parametri, prin modificarea tensiunilor și curenților între circuitul primar și cel secundar. Funcționarea se bazează pe principiul legii inducției electromagnetice, ce indică faptul că transformatorul poate schimba/modifica parametrii energiei electrice doar în curant alternativ, datorită existenței unui flux magnetic variabil în timp. De altfel, transformatorul nu modifică frecvența tensiunii sau a curentului alternativ.

În esență, un transformator constă dintr-un miez de fier pe care sunt plasate două înfășurări izolate electric una față de alta. Înfășurarea care primește energie de la surse (regim de receptor) se numește înfășurare primară, iar a doua înfășurare (afărat în regim de generator), furnizează energie unui consumator / unei rețele electrice, denumită înfășurare secundară. Cele două înfășurări (bobinaje) între care are loc transformul de putere are în general un număr diferit de spire. Componentile puterii – tensiunea și curentul suferă prin transformare ~~schimb~~ modificări, creșterea tensiunii duce la scăderea curentului.

Transformatoarele sunt folosite pentru a transporta energia electrică produsă de centralele electrice către consumatori pe linii electrice, fiind pe urmă distribuită la stațiile de transformare.

Prin creșterea tensiunii electrice și micșorarea curentului în secundar, pierderile de energie pe liniile de transport sunt minime.

Pe lângă cele menționate anterior, transformatorul oferă în plus și izolare galvanică față de rețeaua de curenț alternativ, a acestuiui aparatului electronic în care este incorporat, asigurând electrosecuritatea persoanelor care îl manipulează.

În general, un transformator de rețea de mică putere, este compus dintr-o sarcină electroizolantă, bobinaj și miez feromagnetic și un sistem de strângere a miezelui magnetic și de fixare al întregului ansamblu.

### Clasificarea transformatorilor:

- După destinație:
  - Transformatoare de mică putere. (de alimentare, izolare)
  - Transformatoare de mare putere. (rotale de transport)
  - Transformatoare de măsurat. (conectarea aparatelor de măsură)
  - Autotransformatoare.
  - Transformatoare cu utilizare specială (sudură, cuplare etc.)
- După numărul de faze:
  - Transformatoare monofazate. (~~sau polifazate~~)
  - Transformatoare trifazate. (polifazate)
- După sensul / tipul transformării:
  - Transformatoare ridicătoare de tensiune;
  - Transformatoare coborătoare de tensiune;
- După menirea transformată:
  - Transformatoare de tensiune.
  - Transformatoare de curenț.
- După modul de răcire:
  - Transformatorul cu dielectric solid de răcire (gaz, aer, <sup>metip</sup>)
  - Transformator cu răcire în ulei (dielectric lichid)

Răcirea în ulei a transformatorilor este cea mai utilizată, miezul feromagnetic și înfășurările sunt fundate în ulei specific de transformator, într-o cură de tabă datată cu elemente de răcire.

Transformatorul monofazat (funcționează cu o singură fază de curent alternativ) este printre cele mai întâlnite tipuri în sursele de alimentare, montaje de alimentare, încărcatoare și adaptoare pentru diferite echipamente datorită că rețeaua electrică a consumatorilor casnici este usual monofazată, iar transformatorul reduce tensiunea alternativă de 220 V (pentru Europa) la o valoare mai mică necesară alimentării corespunzătoare a aparatelor electronice / electrice, (cum ar fi 12 V, 9 V, 5 V, 3.3 V, 1.8 V).

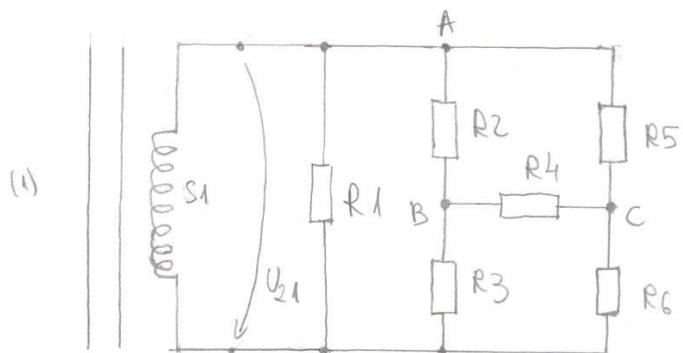
Acsta este întâlnit în sursele liniare, unde transformatorul nu este controlat din exterior și se poate observa comportamente ca cel explicit anterior și mai poate fi întâlnit în sursele de comutare (SMPS), unde transformatorul este ~~acționat~~ în funcție la comanda unui tranzistor controlat de un circuit complex.

## Capitolul II

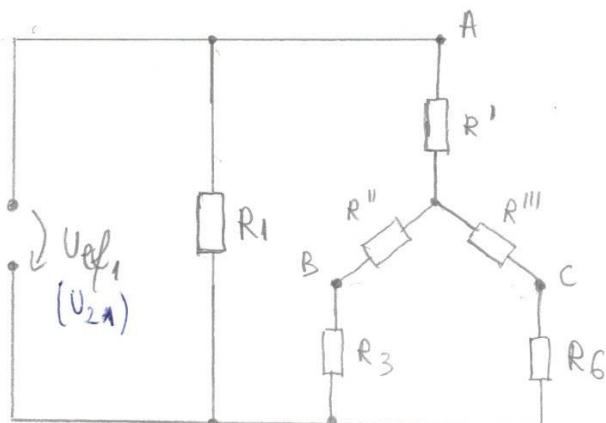
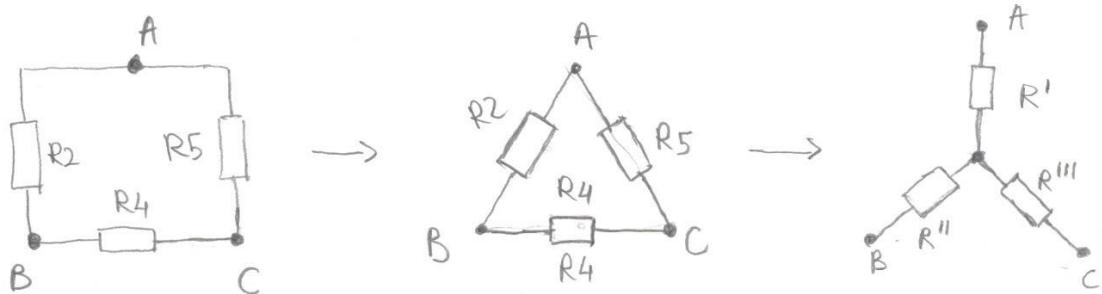
### Calculul și dimensionarea ansamblului

II.1. Calculul curentilor și al puterilor dissipate în rezistențele rețelei.

- Înțepurarea secundară I.(ii)



Vom folosi transformările triunghi (delta) - stea.



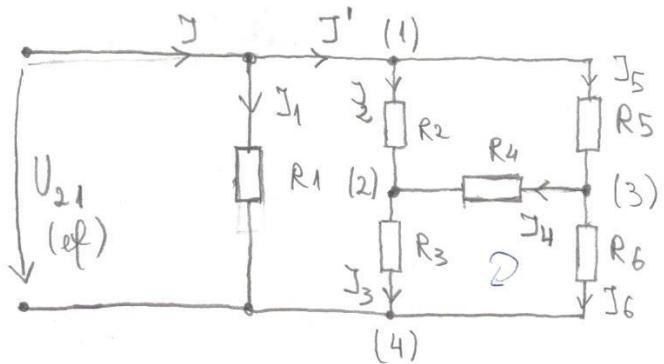
$$R_{echivalent} = R_1 \parallel \left( R' + \frac{(R'' + R_3) \cdot (R''' + R_6)}{R'' + R_3 + R''' + R_6} \right)$$

$$R' = \frac{R_2 R_5}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{8,2 \cdot 12}{42,2} = 2,331 \Omega \quad R'' = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{22 \cdot 12}{42,2} = 6,255 \Omega$$

$$R''' = \frac{R_4 R_5}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{180,4}{42,2} = 4,274 \Omega$$

$$\text{Rechivalent} = \left( \frac{(6,255+10)(4,274+22)}{6,255+10+4,274+22} + 2,331 \right) \parallel R_1$$

$$R_{\text{rechivalent}} = 4,6695 \Omega$$



$$(1) \quad I' = I_2 + I_5$$

$$I = \frac{U_{21}}{\text{Rechnwert}} = 2,1417 \text{ A}$$

$$(2) \quad I_2 + I_4 = I_3$$

$$I' = I - I_1$$

$$(3) \quad I_6 = I_5 - I_4$$

$$I_1 = \frac{U_{21}}{R_1} = 1,333 \text{ A} \quad \Rightarrow \quad I' = 0,808 \text{ A}$$

$$(4) \quad I' = I_3 + I_6$$

$$\bullet \quad U_{21} = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

$$\bullet \quad I_6 R_6 - I_3 R_3 - I_4 R_4 = 0$$

$$12 I_2 + 10 I_3 = 10$$

$$\begin{aligned} & 22 I_6 - 10 I_3 - 22 I_4 = 0 \\ & I_4 = I_3 - I_2 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} & 22 I_6 - 10 I_3 - 22 I_3 + 22 I_2 = 0 \\ & I_6 = I_1 - I_3 \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 22 I' - 22 I_3 - 10 I_3 - 22 I_3 + 22 I_2 = 0$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 54 I_3 - 22 I_2 = 17,776 \quad (1) \\ 10 I_3 + 12 I_2 = 10 \cdot 1,54 \quad (2) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \Rightarrow \\ (2) - (1) \end{array}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 54 I_3 - 22 I_2 = 17,776 \quad (1.) \\ 54 I_3 + 6,8 I_2 = 54 \quad (2.) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (2.) - (1.) \\ \hline \end{array}$$

$$\Rightarrow 86,8 I_2 = 36,224 \Rightarrow I_2 = 0,4173 \text{ A}$$

$$I' = I_2 + I_5 \Rightarrow I_5 = I' - I_2 = 0,808 - 0,4173 = 0,390 \text{ A}$$

$$12J_2 + 10J_3 = 10 \Rightarrow J_3 = \frac{10 - 12J_2}{10} \Rightarrow J_3 = 0,4992 \text{ A}$$

$$J_4 = J_3 - J_2 = 0,4992 - 0,4173 = 0,08194 \text{ A} (\cong 81,94 \text{ mA})$$

$$J_6 = J^1 - J_3 = 0,808 - 0,4992 = 0,3088 \text{ A}$$

$$U_1 = U_{21} = 10 \text{ V}$$

$$U_2 = R_2 J_2 = 12 \cdot 0,4173 = 5,0076 \text{ V}$$

$$U_3 = R_3 J_3 = 10 \cdot 0,4992 = 4,992 \text{ V}$$

$$U_4 = R_4 J_4 = 22 \cdot 0,08194 = 1,8026 \text{ V}$$

$$U_5 = R_5 J_5 = 8,2 \cdot 0,3088 = 3,198 \text{ V}$$

$$U_6 = R_6 J_6 = 22 \cdot 0,3088 = 6,7936 \text{ V}$$

$$P_1 = R_1 J_1^2 = U_1 \cdot J_1 \approx 13,33 \text{ W}$$

$$P_2 = R_2 J_2^2 = U_2 \cdot J_2 = 5,0896 \text{ W}$$

$$P_3 = U_3 J_3 = 4,992 \cdot 0,4992 = 2,4920 \text{ W}$$

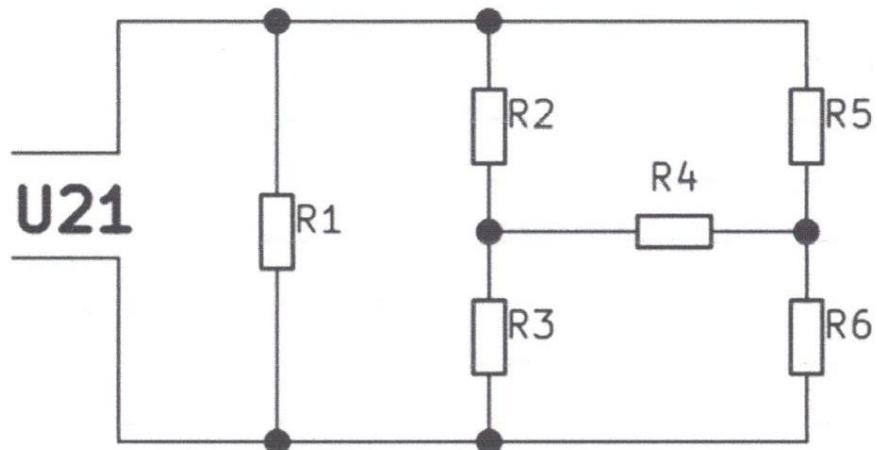
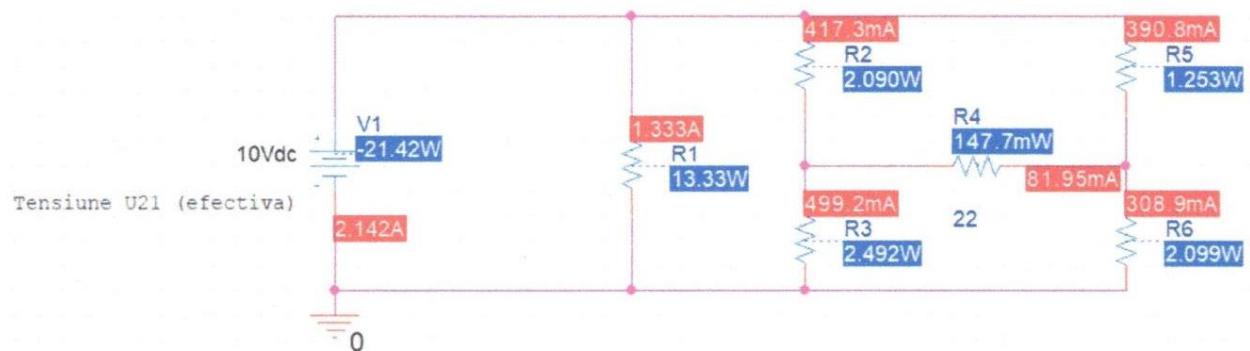
$$P_4 = U_4 J_4 = 1,8026 \text{ W}$$

$$P_5 = U_5 J_5 = 1,247 \text{ W}$$

$$P_6 = U_6 J_6 = 2,0948 \text{ W}$$

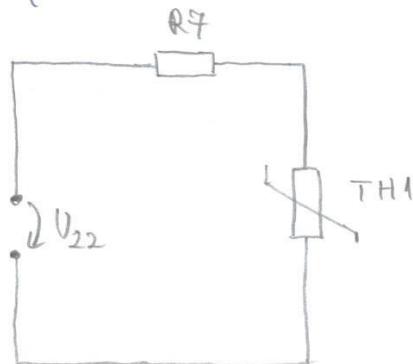
$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 = U_{21} \cdot J = 21,417 \text{ W} (P_{21})$$

Circuit rezistiv - infasurare secundara 1 - (21)



Student	U1, f	Tip comp.	U21 [V]	U22 [V]	U23 [V]	R1 [ $\Omega$ ]	R2 [ $\Omega$ ]	R3 [ $\Omega$ ]	R4 [ $\Omega$ ]	R5 [ $\Omega$ ]	R6 [ $\Omega$ ]	R7 [ $\Omega$ ]	R8 [ $\Omega$ ]	<u>R<sub>th</sub></u> [ $\Omega$ ]	C1
5	110V 60Hz	SMD	10	15	120	7.5	12	10	22	8.2	22	43	150	22	3u3

## Înțelegerea secundară II (22)



Termistor NTC

$$B = 3000 \text{ K}$$

$$R = R_{th} (T = 25^\circ \text{C}) = 22 \Omega$$

$$\text{Pt. termistor NTC : } R = A \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

Vom avea 3 situații, când  $T = 10^\circ \text{C}$ ,  $T = 25^\circ \text{C}$ ,  $T = 80^\circ \text{C}$ , pentru aceste valori, ~~rezis~~ a temperaturii termistorul NTC va avea valori din ce în ce mai mici.

$$\text{I. } T = 10^\circ \text{C}$$

$$R_{TH1} = R_{th} \cdot e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}, \quad T_0 = 25^\circ \text{C}$$

$$T = 10^\circ \text{C} = 283,15 \text{ K}$$

$$T_0 = 25^\circ \text{C} = 298,15 \text{ K}$$

$$R_{TH1} = 22 \cdot e^{3000 \left( \frac{1}{283,15} - \frac{1}{298,15} \right)} = 22 \cdot 1,7041 = 37,49 \Omega$$

$$\text{II } T = 25^\circ \text{C}$$

$$R_{TH1} = R_{th} = 22 \Omega$$

$$\text{III } T = 80^\circ \text{C} = 353,15 \text{ K} = 353,15 \text{ K}$$

$$R_{TH1} = 22 \cdot e^{3000 \left( \frac{1}{353,15} - \frac{1}{298,15} \right)} = 22 \cdot 0,2086 = 4,59 \Omega$$

$$\text{I } T = 10^\circ \text{C}$$

$$R_{thiv_1} = 37,49 \Omega$$

$$R_{thiv_1} = R_{TH1} + R_f = 37,49 + 43 = 80,49 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U_{22}}{R_{thiv_1}} = \frac{15}{80,49} = 0,18635 \text{ A}$$

$$P_1 = U_{22} \cdot I_1 = 2,795 \text{ W}$$

II  $T = 25^\circ C$

$$R_{TH1} = 22 \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{\text{echiv}_2} &= R_f + R_{TH1} = 65 \Omega \\ I_2 &= \frac{U_{22}}{R_{\text{echiv}_2}} = \frac{15}{65} = 0,2307 A \end{aligned} \quad \left| \Rightarrow P_2 = U_{22} \cdot I_2 = 3,4605 W \right.$$

III  $T = 80^\circ C$

$$R_{TH1} = 4,590 \Omega$$

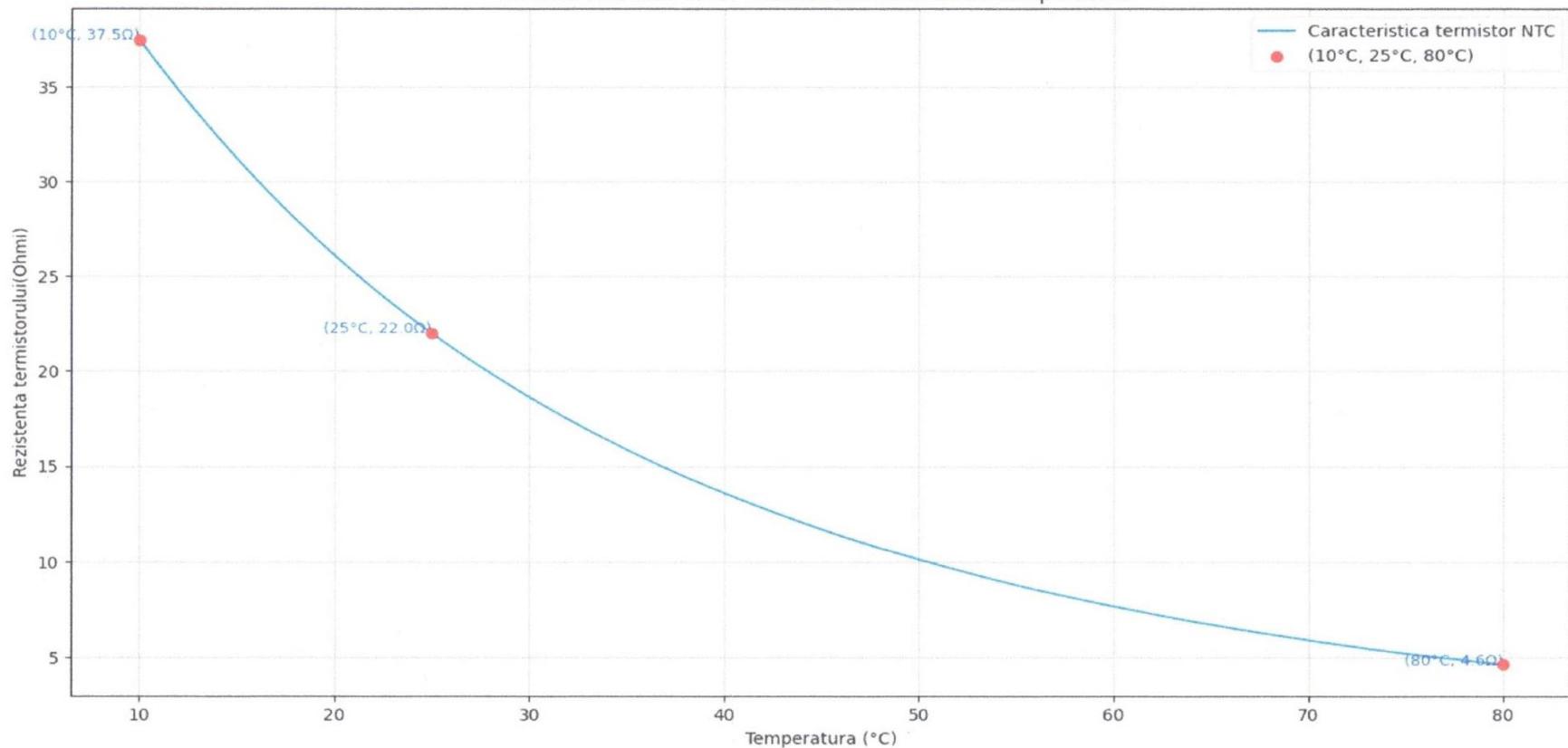
$$\begin{aligned} R_{\text{echiv}_3} &= 47,590 \Omega \\ I_3 &= \frac{U_{22}}{R_{\text{echiv}_3}} = \frac{15}{47,590} = 0,3151 A \end{aligned} \quad \left| \Rightarrow P_3 = U_{22} \cdot I_3 = 4,7265 W \right.$$

$$\Rightarrow P_3 > P_2 > P_1 \Rightarrow P_{\max} (\text{Influsswirarea II}) = 4,7265 W (P_{22})$$

\* III  $T = 80^\circ C$

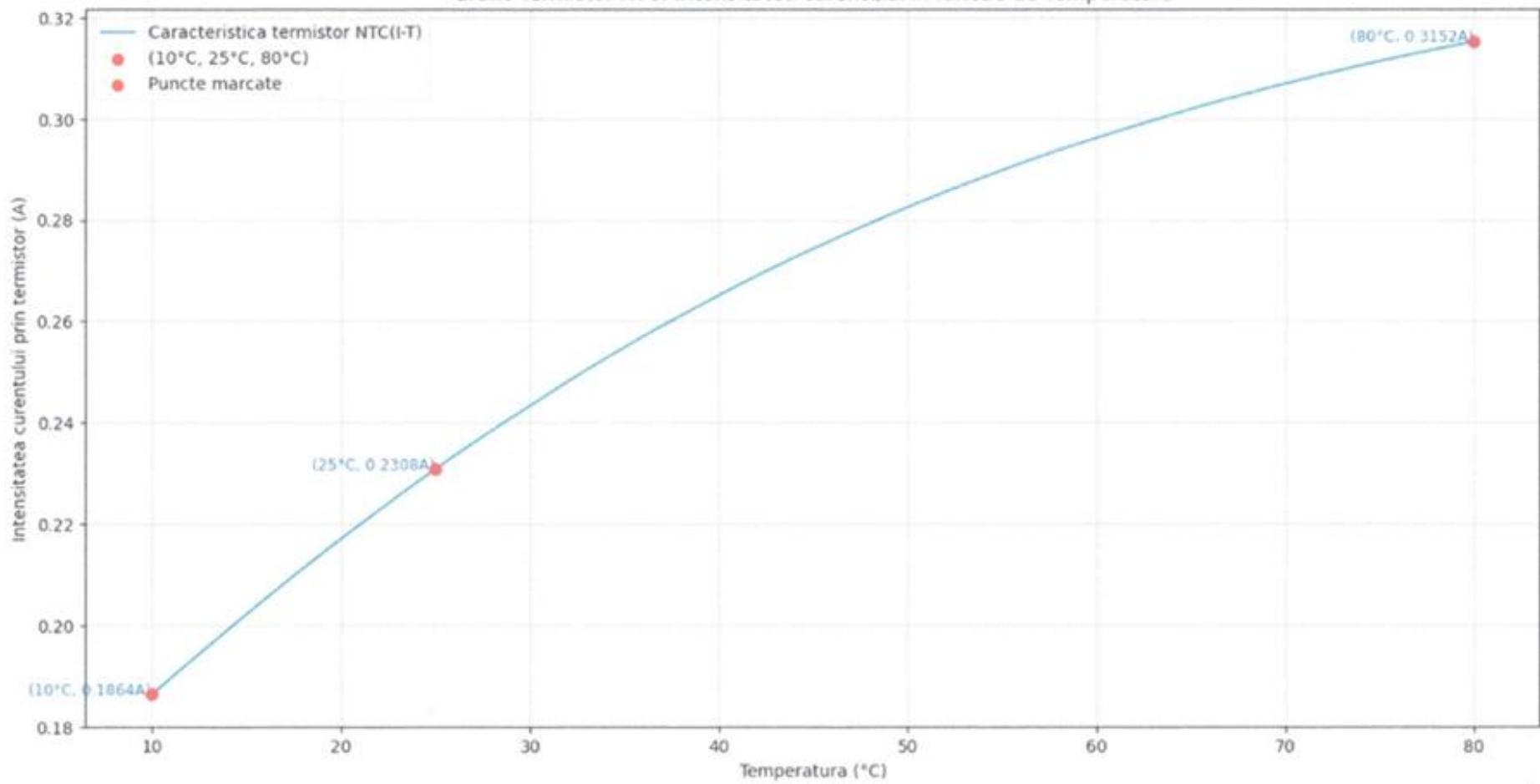
$$\begin{aligned} R_{TH1} &= 4,590 \Omega \\ R_f &= 43 \Omega \\ I_3 &= 0,3151 A \end{aligned} \quad \left| \Rightarrow \begin{aligned} P_{R_{TH1}} &= R_{TH1} \cdot I_3^2 = 0,4557 W \cancel{= 0,44109 W} \\ P_f &= R_f \cdot I_3^2 = 4,269 W \\ P_{R_{TH1}} &= R_{TH1} \cdot I_3^2 = 0,45 W \end{aligned} \right.$$

Grafic Termistor NTC: Rezistenta in functie de Temperatura



Pagina 17

Grafic Termistor NTC: Intensitatea curentului in functie de Temperatura



Pagina 18

### Înășurarea secundară III. (23)

$C_1 \rightarrow$  în curent alternativ va permite traversarea curentului, acesta având o reactanță în acest regim.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 60 \text{ Hz} \cdot 3,3 \mu\text{F}} = 804,220 \Omega$$

$Z = \sqrt{R_g^2 + (X_L - X_C)^2}$  (formula pentru impedanța circuitului RLC serie) - circuitul nostru este un circuit RC serie, fără bobină / inductor. (bobina de cupru fiind înășurarea 23 secundară)

$$Z = \sqrt{R_g^2 + X_C^2} = \sqrt{150^2 + 804,220^2} = 818,089 \Omega$$

$$I = \frac{U_{23}}{Z} = \frac{120}{818,089} = 0,14668 \text{ A} \quad (\text{ef } I \text{ efectiv}), U_{23} - \text{tensiune efectivă}$$

$$P = U_{23} \cdot I = 17,6016 \text{ W}$$

$$P = I^2 R_g = U_{21} (\text{efectiv}) \cdot I \cos \varphi$$

$$\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{150}{818,089} = 0,1833$$

(condensatorul nu consumă putere)

$$\Rightarrow P = 120 \cdot 0,14668 \cdot 0,1833 \text{ W}$$

$$P = 3,2273 \text{ W}$$

(puterea de pe rezistorul  $R_g$ )

$\Rightarrow$  Puterea totală consumată de secundar este

$$P_2 = P_{21} + P_{22} + P_{23} = 21,417 + 4,7265 + 3,2273 = \cancel{29,3708} \overset{\text{W}}{=} 30 \text{ W}$$

$$= 29,3708 \text{ W} \quad (\approx 30 \text{ W})$$

II.2. Alegerea rezistoarelor, pe baza valoii nominale si a puterii dissipate afectata de derating;

Tehnologie utilizata → SMD.

1. Listu cu rezistoarele din infasurarea secundara I:

Rezistor  $R_1 = 7,5 \Omega$ ,  $P_1 = 13,33 \text{ W}$

• Producator = BOURNS,  $P = 20 \text{ W}$ ,  $t = \pm 5\%$ , cod: PNR263S-20-7R50,

Rezistor  $R_2 = 12 \Omega$ ,  $P_2 = 2,09 \text{ W}$

• Producator = MULTICOMP PRO, cod: MP001050  
 $P = 3 \text{ W}$ ,  $t = \pm 1\%$

Rezistor  $R_3 = 10 \Omega$ ,  $P_3 = 2,492 \text{ W}$

• Producator = VITROHM, cod: CRS300FK-ZB-10RAA  
 $P = 3 \text{ W}$ ,  $t = \pm 1\%$

Rezistor  $R_4 = 22 \Omega$ ,  $P_4 = 147,7 \text{ mW}$

• Producator = VISHAY, cod: CRCW040222R0FKEDHP  
 $P = 200 \text{ mW}$ ,  $t = \pm 1\%$

Rezistor  $R_5 = 8,2 \Omega$ ,  $P_5 = 1,253 \text{ W}$

• Producator = PANASONIC, cod: ERJB1BFSR2U  
 $P = 2 \text{ W}$ ,  $t = \pm 1\%$

Rezistor  $R_6 = 22 \Omega$ ,  $P_6 = 2,1 \text{ W}$

• Producator = VITROHM, cod: RW1502YK-13-22RAA  
 $P = 3 \text{ W}$ ,  $t = \pm 5\%$

\* Lista cu componente pentru înfățurarea secundară III (23)

Rezistorul  $R_8$ ,  $P_8 = 3,22 \text{ W}$ ? ( $R_8 = 150 \Omega$ )

• Producător = CGS-TE CONNECTIVITY, cod: 3540150RFT

$$P = 4 \text{ W}, t = \pm 1\% \quad U_C = I \cdot K_C = 117,96 \text{ V}$$

~~Condensator C1,  $C_1 = 3,3 \mu F$   $I = U_C / R = 0$~~

În procesul realizării listelor de rezistorare din cadrul fiecărei înfățurări secundare am luat în considerare rezistența nominală și puterea dissipată de rezistente, astfel încât circuitele să contină valoriile corespunzătoare și ca componente să funcționeze în condiții normale.

Selectia rezistorilor de o anumită putere s-a făcut pe baza unei valori de putere dissipată mult mai apropiată de valoarea impusă din circuit, valoarea acestei puteri fiind ~~către~~ mai mare (a rezistorului ales) decât valoarea puterii dissipată de rezistor în circuit pentru că dorim ca rezistorale să nu se distruge în urma dissipării unei cantități de căldură ridicata, data de puterea dissipată de rezistor.

\* Lista cu rezistorile din înfășurarea secundară II:

Rezistor  $R_f = 43\Omega$ ,  $P = 4,269 \text{ W}$

$\left\{ \begin{array}{l} P = 5 \text{ W}, t = \pm 1\% \\ \text{Producător: CGS-TE CONNECTIVITY, cod: } 355043RFT \end{array} \right.$  manufacturer part number

Termistor NTC (SMD)  $R_{th} = 22\Omega$  ( $25^\circ\text{C}$ ),  $P_{R-th} = 0,455 \text{ W}$  0,45 W  
( $B = 3000\text{K}$ )

Găsirea unui astfel de termistor cu parametrii de mai sus este destul de dificilă, astfel încât am găsit o varianță apropiată de cerințe, doar că prezintă o lipă, și puterea de dissipare maximă mai mică decât cea necesară, ce reprezintă o problemă pentru circuit și pentru termistor în sine.

Producător: PANASONIC (SMD), cod: ERTJ0EA220Y

$P = 33 \text{ mW}$  (0201),  ~~$66 \text{ mW}$  (0402)~~,  
 $66 \text{ mW}$  (0402),  
 $100 \text{ mW}$  (0603)

$t = \pm 5\%$  (j) ←

$0402 \rightarrow P = 66 \text{ mW}, B = 2750\text{K} (\pm 3\%)$

O alternativă care ~~operă~~ îndeplinește toate condițiile, mai puțin tehnologia SMD căutată este componenta cu următoarele cod: BT5716#K0220K000: NTC thermistor,  $R_{th} = 22\Omega$ ,  $t = \pm 10\%$ ,  $B = 2900\text{K}$  (foarte aproape de  $B = 3000\text{K}$ ), și o putere maximă de 0,45 W, care însă nu încă suntem la limita funcționării componentei în mod corespunzător. Această opțiune folosește tehnologia THT care nu corespunde cu tehnologia impresa.

Nr. Crt.	Reference Designator, RefDes (referință componentă în schemă, nume PCB)	Nume/cod/număr/valoare componentă în schemă (part name/code/number/value)	Clasă	Descriere	Catalog, pagină sau link Internet	Distribuitor (in Romania)
1	R1	7.5	rezistor	SMD Resistor, chip, TO-263, 7.5, ±5%, 20W	<a href="https://ro.mouser.com/ProductDetail/184-1000">https://ro.mouser.com/Prod...</a>	Mouser Electronics Romania <a href="https://ro.mouser.com/">https://ro.mouser.com/</a>
2	R2	12	rezistor	SMD Resistor, chip, 2512 , 12, ±1%, 3W	<a href="https://ro.farnell.com/multispecification/355043rft/res-12r-3w">https://ro.farnell.com/multi...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
3	R3	10	rezistor	SMD Resistor, chip, Axial, 10, ±1%, 3W	<a href="https://ro.farnell.com/multispecification/355043rft/res-10r-3w">https://ro.farnell.com/multi...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
4	R4	22	rezistor	SMD Resistor, chip, 0402, 22, ±1%, 0.2W	<a href="https://ro.farnell.com/vishay-multispecification/355043rft/res-22r-0-2w">https://ro.farnell.com/visha...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
5	R5	8.2	rezistor	SMD Resistor, chip, 1020 wide, 8.2, ±1%, 2W	<a href="https://ro.farnell.com/panasonic-multispecification/355043rft/res-8-2r-2w">https://ro.farnell.com/panasi...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
6	R6	22	rezistor	SMD Resistor, chip, 5020, 22, ±5%, 3W	<a href="https://ro.farnell.com/vitrigold-multispecification/355043rft/res-22r-3w">https://ro.farnell.com/vitrig...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
7	R7	43	rezistor	SMD Resistor, chip, 4320, 43, ±1%, 5W	<a href="https://ro.farnell.com/vitrigold-multispecification/355043rft/res-43r-5w">https://ro.farnell.com/vitrig...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
8	R8	150	rezistor	SMD Resistor, chip, 2817, 150, ±1%, 4W	<a href="https://ro.farnell.com/vitrigold-multispecification/3540150rft/res-150r-4w">https://ro.farnell.com/vitrig...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
9	Rth (TH1)	22	termistor	SMD NTC Thermistor, 0402, 2750K, 66mW	<a href="https://ro.farnell.com/panasonic-multispecification/3540150rft/res-22r-66mw">https://ro.farnell.com/panasi...</a>	Farnell Romania <a href="https://ro.farnell.com/">https://ro.farnell.com/</a>
10	C1	3.3	condensator	SMD cer. capacitor, MLCC 2 J-Lead, 3.3, 250, ±20%	<a href="https://www.digikey.com/en/products/filter/ceramic-capacitors/100?k=mlcc">https://www.digikey.com/...</a>	DigiKey <a href="https://www.digikey.com/">https://www.digikey.com/</a>

Pagina 23

Pagina 23

Cod componentă (din catalog sau din pagina distributorului-lui din RO)	Nume componentă (la producător)	Producător	Cantitate	Cantitate minima	Pret unitar (Lei fără TVA)	Pret articol (Lei fără TVA)
652-PWR263S-20-7R50J	PWR263S-20-7R50J	BOURNS	1	1	14,60 RON	14,60 RON
3235654	MP001050	MULTICOMP PRO	1	5	4,45 RON	22,25 RON
3766313	CRS300FK-ZB-10RAA	VITROHM	1	1	2,65 RON	2,65 RON
1738828	CRCW040222R0FKEDHP	VISHAY	1	10	0,21 RON	2,10 RON
2294027	ERJB1BF8R2U	PANASONIC	1	10	3,52 RON	35,2 RON
3766432	RWI502JK-13-22RAA	VITROHM	1	1	3,94 RON	3,94 RON
3230873	355043RFT	CGS-TE CONNECTIVITY	1	5	6,710 RON	33,55 RON
3230606	3540150RFT	CGS-TE CONNECTIVITY	1	10	2,580 RON	25,80 RON
1892582	ERTJ0EA220J	PANASONIC	1	10	1,130 RON	11,30 RON
445-7108-2-ND	CKG57NX7T2E335M500JH	TDK Corporation	1	1	24,67 RON	24,67 RON

Pagina 24

Página 25

2.4. Calculul puterii transformatorului și dimensionarea acestuia.

a)  $P_2$  [W] - puterea absorbită de întregul secundar

$$P_2 = \sum_k P_{2k} = \sum_k U_{2k} I_{2k} = \sum_k U = U_{21} I_{21} + U_{22} I_{22} + U_{23} I_{23}; \\ (P_{21} + P_{22} + P_{23})$$

$$P_2 = 21,417 + 4,7265 + 3,2273 = 29,3708 \text{ W}$$

$$b) P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{P_2}{0,85} = 1,176 \cdot P_2 = 34,540 \text{ W}$$

$$c) S_{Fe} [\text{cm}^2] = 1,2 \cdot \sqrt{P_1} = 7,0524 \text{ cm}^2$$

$$d) m_0 = \frac{45 \div 48}{S_{Fe}} \quad \left( m_0 = \frac{1}{4,44 \cdot f \cdot B_{max} \cdot S_{Fe}} \right)$$

$$f = 60 \text{ Hz}, B_{max} = 1,2 \\ m_0 = \frac{10^4}{4,44 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot S_{Fe} (\text{cm}^2)} = \frac{10^4}{4,44 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 7,0524} =$$

$\therefore m_0 = \frac{10^4}{2254,5112} = 4,4355$ , însă trebuie magnerorul ca miezul magnetic să nu ajungă la saturatie la anumite tensiuni nominale.

$$m_0' = \frac{48}{S_{Fe}} = \frac{48 \cdot 10^4}{7,0524} = 6,8061 \text{ sp/V}$$

$$e) m_1 = m_0' \cdot U_1 \text{ (nr. spire - înfășurarea primară)}$$

$$m_1 = 6,8061 \cdot 110 \text{ V} = 748,681 \text{ spire} \approx 749$$

$m_1 = 749$  spire

f)  $m_{2k} = 1,1 \cdot m_0^1 \cdot U_{2k}$

$m_{21} = 1,1 \cdot m_0^1 \cdot U_{21}$

$m_{22} = 1,1 \cdot m_0^1 \cdot U_{22}$

$m_{23} = 1,1 \cdot m_0^1 \cdot U_{23}$

~ Pagina 27

$$\Rightarrow m_{21} = 1,1 \cdot 6,8061 \cdot 10 = 74,867 \approx 75$$

$$m_{22} = 1,1 \cdot 6,8061 \cdot 15 = 112,300 \approx 113$$

$$m_{23} = 1,1 \cdot 6,8061 \cdot 120 = 838,405 \approx 838$$

g)  $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{34,540 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 0,314 \text{ A}$

h)  $d_1 [\text{mm}]$  - diametrul bobinajului primar  
 $d_{2k} [\text{mm}]$  - diametrul bobinajului secundar k

$$d_{1,2k} [\text{mm}] = 0,65 \sqrt{I_{1,2k}}$$

$$d_1 = 0,65 \sqrt{I_1} = 0,65 \cdot 0,5603 = 0,3642 \text{ mm} \rightarrow 0,35 \text{ mm}$$

$$d_{21} = 0,65 \sqrt{I_{21}} = 1,3921 \text{ mm} \rightarrow 1,5 \text{ mm}$$

$$d_{22} = 0,65 \sqrt{I_{22}} = 0,3648 \text{ mm} \rightarrow 0,35 \text{ mm}$$

$$d_{23} = 0,65 \sqrt{I_{23}} = 0,2489 \text{ mm} \rightarrow 0,25 \text{ mm}$$

$$d_1 = 0,35 \text{ mm}$$

$$d_{21} = 1,5 \text{ mm}$$

$$d_{22} = 0,35 \text{ mm}$$

$$d_{23} = 0,25 \text{ mm}$$

i)  $A_1 = \frac{m_1}{C_1} = \frac{74,9}{580} = 0,129 \text{ cm}^2$

$$A_2 = \frac{m_{21}}{C_1} + \frac{m_{22}}{C_1} + \frac{m_{23}}{C_1} = \frac{75}{26,5} + \frac{113}{580} + \frac{838}{978} = 3,962$$

$$A_1' = \frac{m_1}{C_2} = \frac{74,9}{594} = 1,260 \text{ cm}^2$$

$$A_2' = \frac{m_{21}}{C_2} + \frac{m_{22}}{C_2} + \frac{m_{23}}{C_2} = \frac{75}{33,5} + \frac{113}{594} + \frac{838}{1140} = 3,2476 \text{ cm}^2$$

Pagina 24

$$g) \text{ Aria totală } A_t = A_1 + A_2 = 1,41 + 3,9626 = 5,3729 \text{ cm}^2$$

$$A_t' = A_1' + A_2' = 1,260 + 3,2176 \approx 4,4776 \text{ cm}^2$$

$$a = 6,9 \sqrt{A_t} = 15,993 \rightarrow E16 (\text{a standardizat})$$

$$a' = 6,9 \sqrt{A_t'} = 14,600 \rightarrow E14 (\text{a standardizat})$$

$$\gamma_{\text{standard}} = \frac{A_t}{0,03 \cdot a_{\text{stand}}^2} = \frac{5,3729}{0,03 \cdot 16^2} = 0,6995 \in [0,64 \div 0,76]$$

$$\gamma'_{\text{standard}} = \frac{A_t'}{0,03 \cdot a'_{\text{stand}}^2} = 0,7614 (\text{la limita intervalului}) \approx 0,76 \in [0,64 \div 0,76]$$

$$\gamma, \gamma' \in [0,64 \div 0,76]$$

$$l) b [\text{mm}] = \frac{S_{T2}}{0,02 \cdot a_{\text{stand}}} = \frac{7,0524}{0,02 \cdot 16} = 22,038 \text{ mm}$$

$$b' = \frac{S_{T2}}{0,02 \cdot a'_{\text{stand}}} = \frac{7,0524}{0,02 \cdot 14} = 25,1871 \text{ mm}$$

$$m) g_1 = 0,35 \text{ mm}$$

$$g_2 = 0,5 \text{ mm}$$

$$N_1 [\text{tale}] = \frac{b}{g_1} = \frac{22,038}{0,35} = 62,967 \approx 63 \text{ tale}$$

$$N_1' = \frac{b'}{g_1} = \frac{25,1871}{0,35} = 71,963 \approx 72 \text{ tale}$$

$$\left. \begin{aligned} N_2 &= \frac{b}{g_2} = 44,076 = 45 \text{ tale} \\ N_2' &= \frac{b'}{g_2} = 50,347 \approx 51 \text{ tale} \end{aligned} \right\}$$

Faciina 28

### Capitolul 3: Instrucțiuni, desene, schite și detaliu tehnologice de execuție

Procesul de realizare al unui transformator de rețea monofazic, de mică putere, în producția de serie presupune o împărțire de etape tehnologice, acestora fiind:

- a) Obținerea tabler, din tablă de fierosiliciu, prin stătură în matriță, conform unor standarde.
- b) Tratamentul termic al tabler stăurate - recocere la temperatură de circa  $850^{\circ}\text{C}$ , urmată de răcire lento pentru detensionare mecanică și refacerea proprietăților magnetice, afectate de procesul de prelucrare mecanică.
- c) Realizarea curcusei, prin injecție de material plastic în matriță sau prin montaj din elemente constitutive specifice obținute prin stătură. (textolit, polimax).
- d) Bobinarea inductorilor, pe cursa obținută anterior, cu ajutorul unor mașini de bobinat semi-automate/automate, utilizând conductori din cupru izolați cu email, realizati în conformitate cu anumite standarde, cum ar fi și cel pe care il vom folosi: STAS 685-58.
- e) Introducerea tabler în cursă - „lamelarea” transformator
- f) Strângerea miezului magnetic utilizând o mantă sau pricobă, prezăne și piulite pentru a impiedica vibrația tabler în timpul funcționării transformatorului
- g) Impregnarea transformatorului prin imersie în parafina lipită sau în lac polivinilic (3503 Ez) care polimerizează prin încălzire în cuptor, la o temp. de  $80-100^{\circ}\text{C}$ . timp de cca. 1 ora.

h) Controlul tehnic de calitate în cadrul căruia se verifică parametrii electrici: tensiunea / tensiunile din secundar, rezistența înfășurărilor, raportul de transformare, rezistența de izolație între înfășurări, respectiv între primar și miezul magnetic și mecanici ai produsului.

- Scheme Tole E - i transformator.

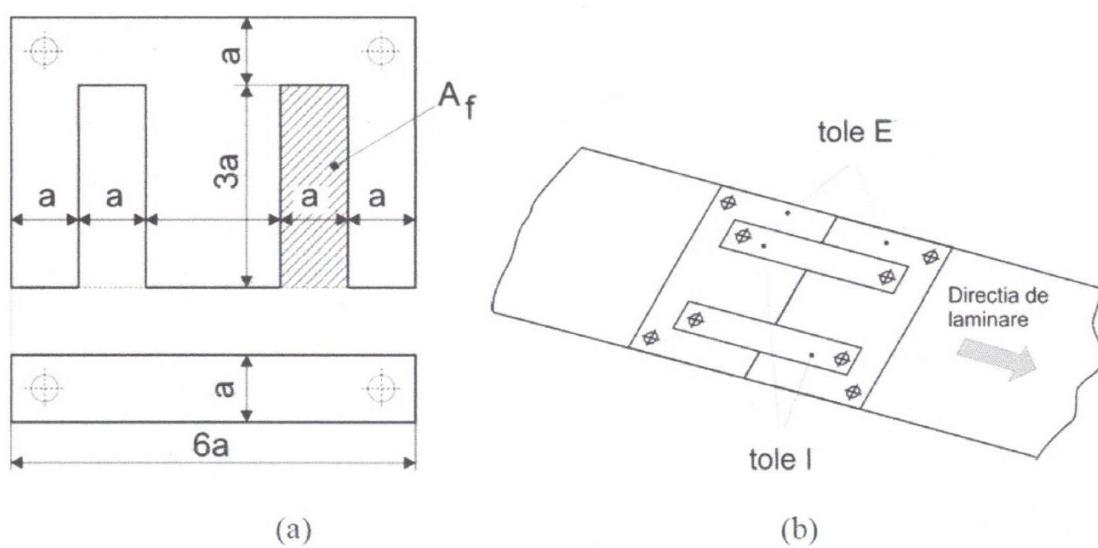
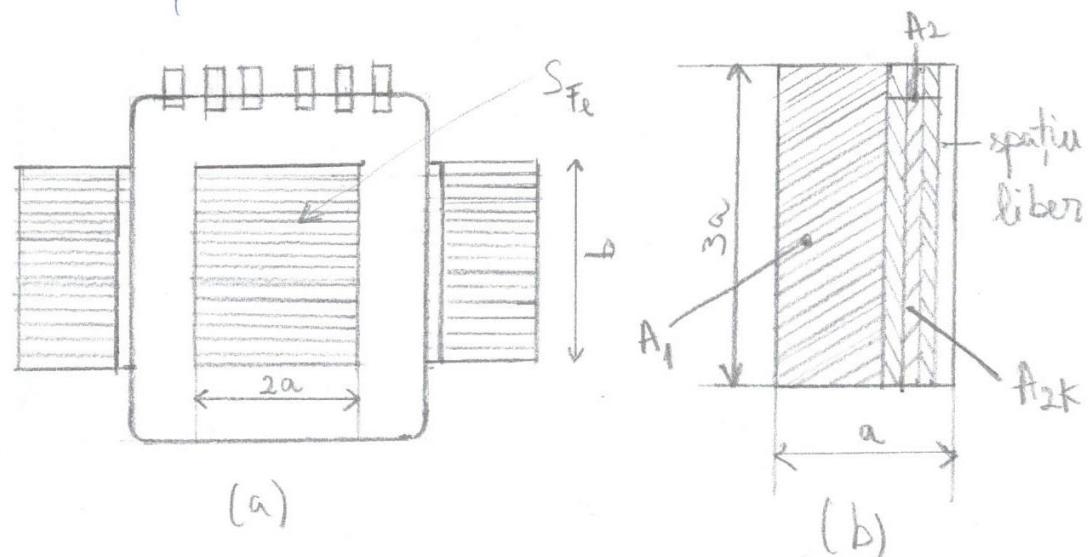


Fig. A6.2 (a) Dimensiunile caracteristice tolei standardizate de tip economic;  $A_f$  - aria ferestrelor tolei; (b) Obținerea tolelor economice.

- Scheme transformator (constructive)



Din punct de vedere constructiv, transformatorul de rețea de mică putere prezintă următoarele părți componente principale:

- carcasa electroizolantă
- bobinaj
- miez feromagnetic, din tabă de tabă silicioasă (format E+I, U+I, i), din benzi (cu coloane, în manta, toroidale)
- sistem de strângere a miezului magnetic și de fixare a transformatorului de susul aparatului electronic.

- Scheme transformator de rețea de mică putere

- Desene

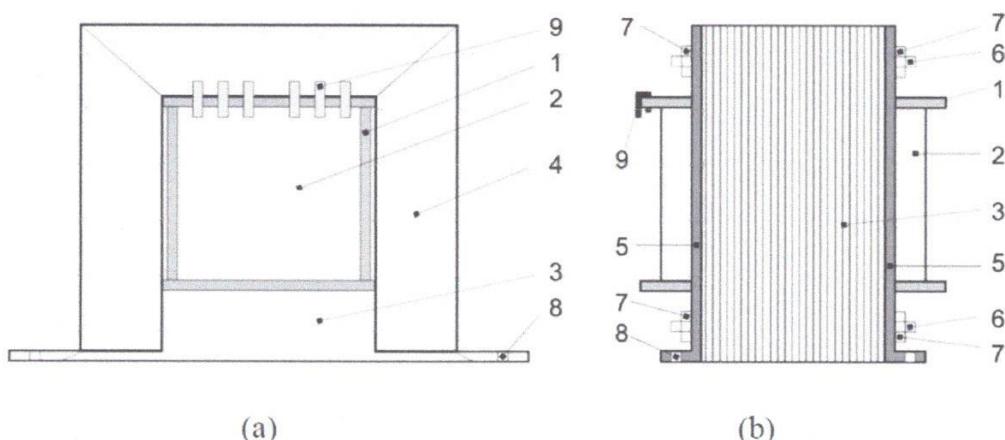


Fig. A6.1 (a) Transformator de rețea asamblat cu manta; (b) Transformator de rețea asamblat cu prezoane; 1- carcăsa, 2- bobinaj, 3- miez magnetic, 4- manta de strângere, 5- eclise de prindere, 6- prezoane de strângere, 7- piulițe, 8- orificii de fixare, 9- cose.

## Capitolul 4

Bibliografie:

- materiale CURS CCP - curs. upb.ro/2024
- www.mincu-gogu.ro - TRANSFORMATOARE ELECTRICE
- www.electro.ro - TRANSFORMATORUL ELECTRIC
- www.farnell.com, ro.farnell.com
- ro.mouser.com, tme.eu/ro/
- www.youtube.ro - "How Does a Transformer Work" - canal: The Engineering Mindset.

## Concluzii

Acost proiect dedicat proiectării unui transformator de rețea (de mică putere) reprezintă o modalitate de învățare și înțelegere a funcțiilor acestui aparat electromagnetic, necesar în pregătirea ingineriei din domeniul electronic și în domeniul electric, lucru fapt necesar deoarece transformatorul este întâlnit pre tutindină, de la rețelele electrice (de transport / de distribuție) până la aparatelor electronice / elecrtronomice care au în componentă și acest transformator.

Etapele acestui proiect însoțite de explicații m-au ajutat în realizarea întregului ansamblu, astfel încât pot spune că m-am familiarizat cu procesul ingineresc mecanic, și electric.

Datorită finalizării și parcurgerea proiectului de realizare a transformatorului pot spune că am pregătită necesară de a realiza în viitor și acest ansamblu în mod firesc, practic.