

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

Ghilință Liviu-Gabriel

Grupa 422E

București 2024

Date inițiale ale proiectare

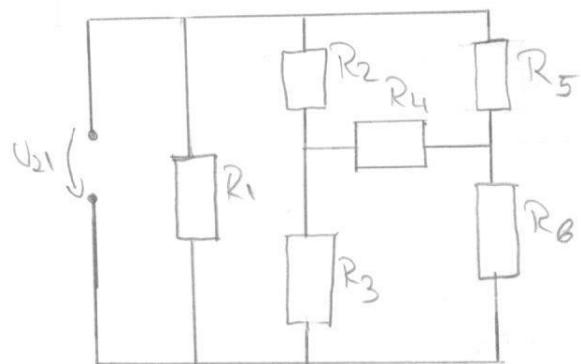
Să se proiecteze transformatorul monofazat de mică putere care alimentează cele trei ecrante și să se alegă rezistoarele R_1-R_8 , termistorul R_{th} și condensatorul C_1 .

Temperatura mediului ambient este de $10 - 80^{\circ}\text{C}$. Termistorul este de tip NTC cu porometrul $B = 3000 \text{ K}$ iar rezistența termistorului la temperatură de 25°C (R_{th}) este dată în tabel.

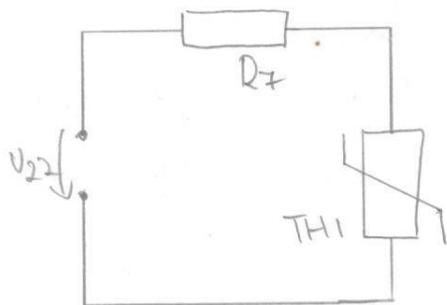
U_1 , f	Tip comp	U_{21}	U_{22}	U_{23}	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_{th}	C_1
230V 50Hz	SMD	10	18	110	5,6	7,5	12	22	33	10	47	220	75	2,2 MF

Acest transformator are următoarele trei secundare ce vor alimenta trei rețele rezistive diferențiate:

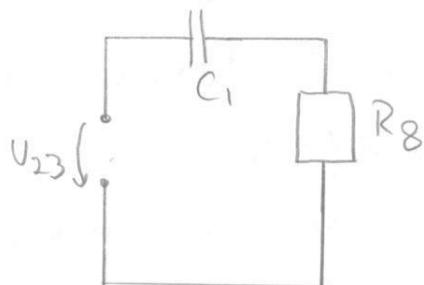
a) Secundarul 1 cu tensiunea de 10V alimentează rețea cu următoarea configurație la o temperatură de $10 - 80^{\circ}\text{C}$



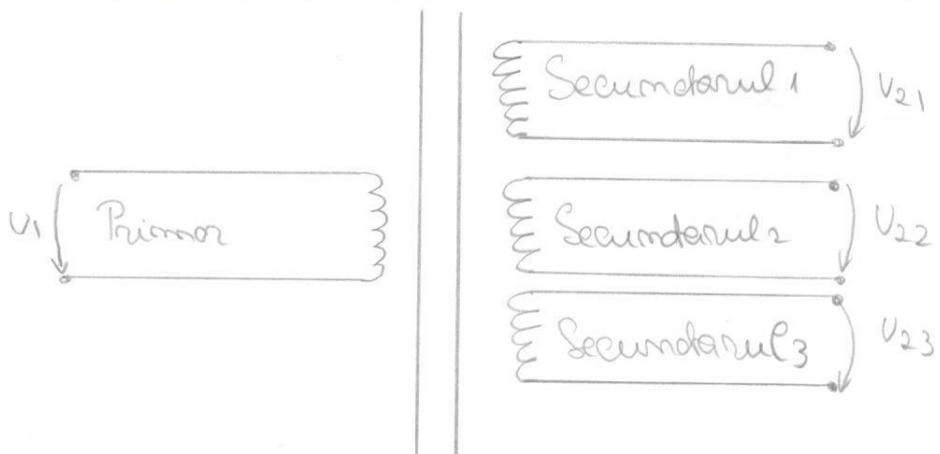
b) Secundarul 2 cu tensiunea de 18 V alimentează o rețea rezistivă formată dintr-un rezistor și un element rezistiv melanior (termistor) la temperatură ambientă de 20°C .



c) Secundarul 3 cu o tensiune de 110 V va alimenta un consumator de tip rezistiv ($R_{\max} = 560\ \Omega$) cu reducerea tensiunii prin intermediul unui alt element pasiv. ($C_1 = 2,2\ \mu\text{F}$).



d) Tensiuni de intrare în circuitul primar: $U_1 = 230\text{V}$
 $f_1 = 50\text{Hz}$



Resumatul proiectului

Scopul proiectului constă în cunoașterea structurii, tehnologiei de fabricație și a metodelor de proiectare de unui transformator de rețea de mică putere.

Transformatorul de rețea monofazie, de mică putere, este o componentă prezentă în multe scheme de alimentare a aparaturii electrotecnicii de tip stacionar. El este destinat să modifice valoarea tensiunii și curentului, de la nivelul oferit de rețea circuitului primar, la nivelul sau micii măsură în circuitul seu circuitelor secundare.

Dispozitivul este alcătuit din: concasă electroizolantă, bobinaj, miez feromagnetic și sistem de strângere a miezelui magnetic și de fixare a transformatorului de la sasiul aparatului electric.

Etapile de realizare ale acestuia sunt următoarele: obținerea tablilor, tratamentul termic al tablilor stăngăte, realizarea concasei, bobinarea înfășurărilor, introducerea tablilor în concasă, strângerea miezelui magnetic, impregnarea transformatorului și controlul tehnici.

Proiectarea unui transformator de rețea exprimă următoarele etape de bază: se calculează puterea totală absorbită din secundar, $P_2[VW]$; se calculează puterea absorbită din primar, $P_1[VW]$; se dimensiunează secțiunea în primar și primar, $S_{Fe} [cm^2]$; se calculează numărul de spire pe volt mă; se calculază numărul de spire din înfășurare primară, n_1 ; se determină numărul de spire din secundarul K ; se determină maximă mărimea curentului din primar, I_1 ; se dimensiunează diametrul conductorilor din bobinaj.

Project Summary

The purpose of the project is to know the structure, manufacturing technology and design methods of a low-power network transformer.

The single-phase, low-power mains transformer is a component present in many power supply schemes for stationary electronic equipment. It is intended to change the value of voltage and current, from the level provided by primary circuit network, at the level or levels required in the circuit or circuits secondary.

The device is made of: electroinsulating casing, winding, ferromagnetic core, magnetic core tightening system.

Its realization stages are the following: achieving the sheets, the thermal treatment of the stamped sheets, the making of the housing, the winding of the winding, inserting the sheets into housing, tightening the magnetic core, the transformer impregnation and the technical quality control.

The design of a section transformer following this calculation steps: evaluate the total power from the secondary $P_2 [W]$; calculate the power from the primary $P_1 [W]$; calculate the iron cross section; calculate the number of windings per volt, n_0 ; calculate the number of windings from primary, n_1 ; calculate the number of windings from secondary n_2, \max ; calculate the value of primary current, I_1 .

Cuprins

Date imitate de proiectare - - - - -	2
Rezumatul proiectului - - - - -	4
Project summary - - - - -	5
Capitolul I	
Introducere - - - - -	7
Capitolul II	
Colecțul și dimensionarea ansamblului	
2.1. Colecțul curentelor și al puterilor dissipate în rezistențele reale - - - - -	9
2.2. Alegerea rez. pe baza valorii nominale și a puterii dissipate efectuate de derating - - - - -	13
2.3 Realizarea tabelului de componentă (BOM) - - - - -	14
2.4. Colecțul puterii transformatorului și dimensionarea acestuia - - - - -	15
Capitolul III	
Instrucțiuni, desene, schițe și detalii tehnologice de execuție - - - - -	18
Concluzii - - - - -	23
Bibliografie - - - - -	24

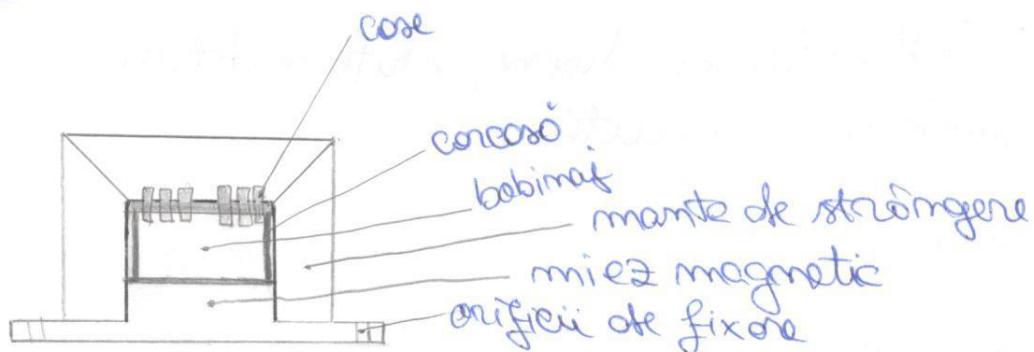
Capitolul I

Introducere - Noțiuni generale

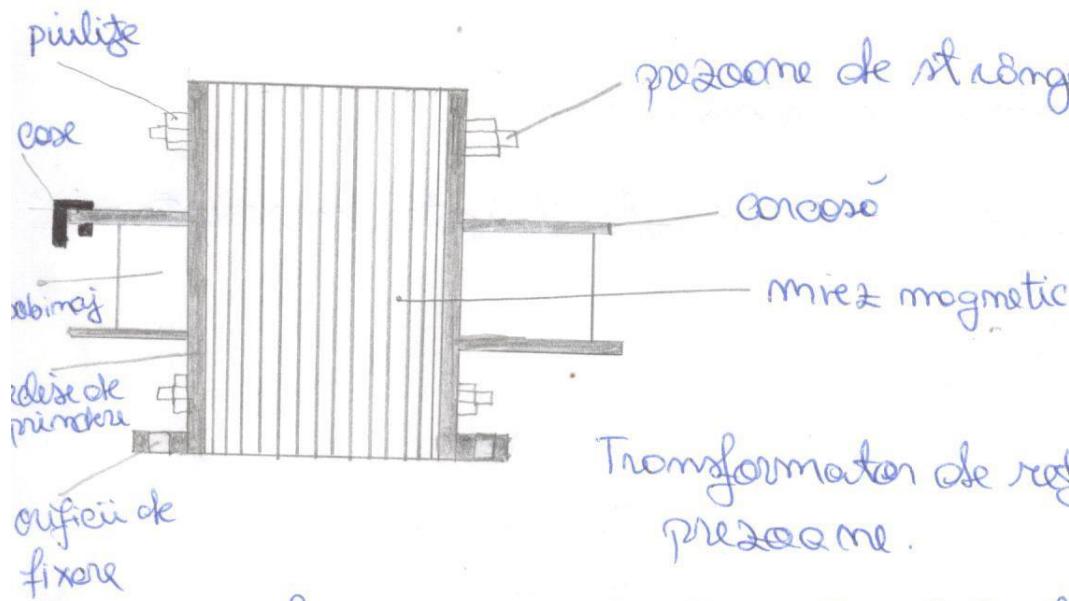
Transformatorul de rețea monofazie, de mică putere, este o componentă prezentă în multe scheme de alimentare a aparaturii electrice de tip statoric.

Scopul său este să modifice valoarea tensiunii și curentului, de la nivelul oferit de rețea circuitului primar, la nivelul sau micii măsură în circuitul său circuitelor secundare. În plus, acesta oferă împreună cu izolația galvanică față de rețea de curent alternativ, a sasiului aparatului electric în care este îm昌pat, asigurând electrosecuritatea persoanelor care îl manipulează.

Din punct de vedere constructiv, un transformator de rețea de mică putere, prezintă următoarele părți componente principale: core sau electroizolată, bobinaj, miez feromagnetic și sistem de strângere a miezelui magnetic și de fixare a transformatorului de sasiul aparatului electric.



Transformator de rețea aranjat
pe mante



Transformator de rețea asamblat cu prezeme.

În prezent, transformatorul de alimentare clasic este înlocuit în multe aplicații cu surse de alimentare în comutare (SMPS), care funcționează la frecvențe mari ($>20\text{ kHz}$) și care au la rândul lor un transformator cu mierz de ferită. Datorită eficienței mai mari, puterii speciale crescute, greutății reduse și prețului mai mic, aceste surse sunt folosite tot mai des.

Unul din avantajele pe care încă îl mai are transformatorul clasic este simplitatea și fiabilitatea ridicată. Un alt avantaj este legătura cu emisiile electromagnetice reduse, care pot fi suprăzduite la unele surse de alimentare în comutare. Dintre echipamentele electronice în care se utilizează transformatorul de rețea cu mierz feromagnetic amintim: amplificatoare de sunet și audio de înaltă performanță, unele echipamente de măsură etc.

De asemenea, aceste transformatoare sunt folosite în circuite care trebuie să funcționeze la frecvențe rezultate de alimentare, de exemplu transformatoare separatare de rețea sau inverseure pentru surse me-interuptibile (UPS).

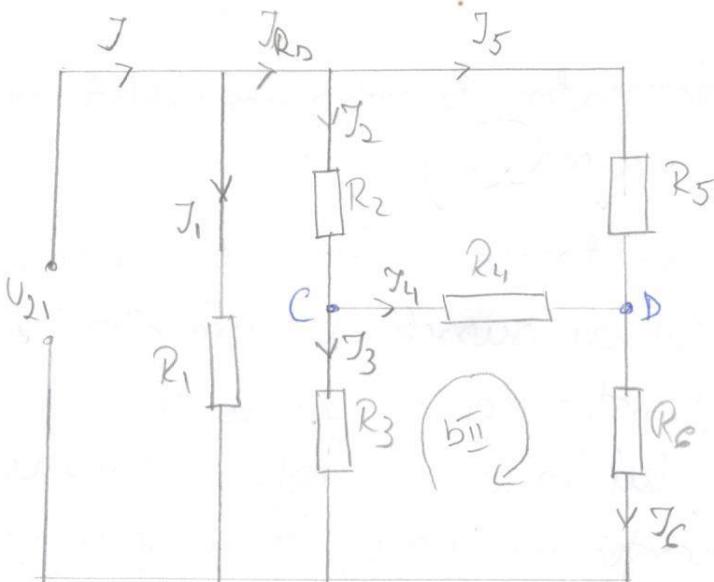
În cele ce urmează, toate referințile se vor face la mierzul feromagnetic cu tok de tip E+I.

Copitalul II

Copitalul și dimensiunile ansamblului

2. 1. Calculul curentilor și al puterilor dissipate în rezistențe

Secundarul 1.



$$U_{21} = 10V$$

$$R_1 = 5,6 \Omega$$

$$R_2 = 4,5 \Omega$$

$$R_3 = 12 \Omega$$

$$R_4 = 22 \Omega$$

$$R_5 = 33 \Omega$$

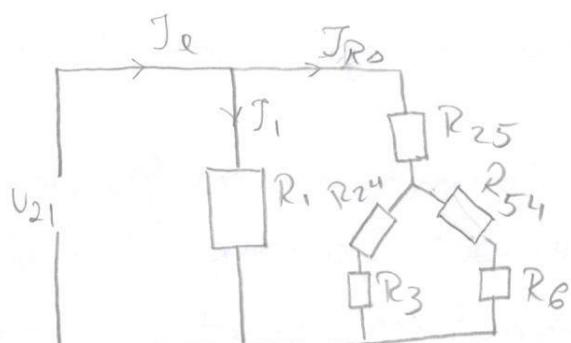
$$R_6 = 10 \Omega$$

Folosire transformare triunghi - stea pentru R_2, R_4, R_5

$$R_{25} = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5 + R_4} = \frac{4,5 \cdot 33}{4,5 + 33 + 22} = \frac{24,75}{62,5} = 0,396 \Omega$$

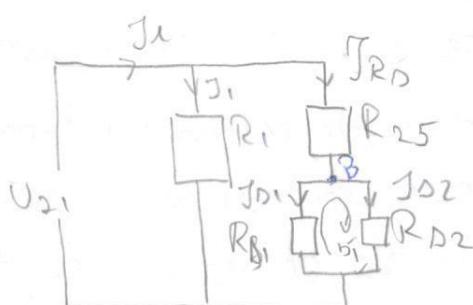
$$R_{24} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_5 + R_4} = \frac{4,5 \cdot 22}{62,5} = \frac{10,5}{62,5} = 0,168 \Omega$$

$$R_{54} = \frac{R_5 \cdot R_4}{R_5 + R_2 + R_4} = \frac{33 \cdot 22}{62,5} = 11,616 \Omega$$



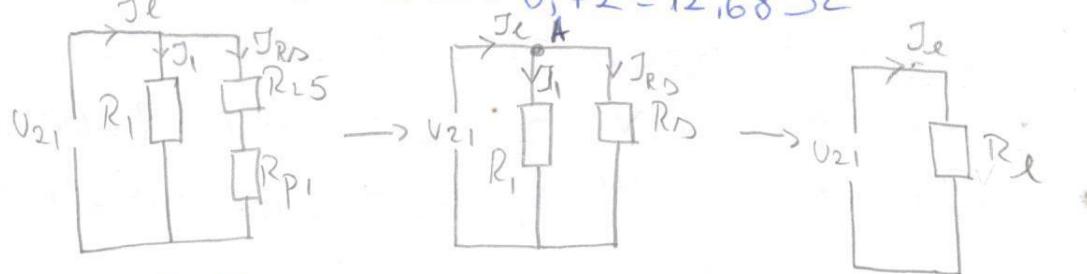
$$R_{D1} = R_3 + R_{24} = 12 + 0,168 = 14,168 \Omega$$

$$R_{D2} = R_6 + R_{54} = 10 + 11,616 = 21,616 \Omega$$



$$R_{P1} = \frac{R_{D1} \cdot R_{D2}}{R_{D1} + R_{D2}} = \frac{14,64 \cdot 21,616}{14,64 + 21,616} = \frac{316,458}{36,256} = 8,72 \Omega$$

$$R_D = R_{25} + R_{P1} = 3,96 + 8,72 = 12,68 \Omega$$



$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_D}{R_1 + R_D} = \frac{5,6 \cdot 12,68}{5,6 + 12,68} = \frac{71,008}{18,28} = 3,88 \Omega$$

$$J_e = \frac{U_{21}}{R_e} = \frac{10}{3,88} = 2,57 A$$

$$P = U \cdot i = R \cdot i \cdot i = R \cdot i_e^2 \Rightarrow R_e \cdot i_e^2 = 3,88 \cdot (2,57)^2 \Rightarrow P_e = 3,88 \cdot 6,623 = 25,7 W$$

$$\text{TK I A: } J_e = J_1 + J_{R_D}$$

$$J_1 = \frac{U_{21}}{R_1} = \frac{10}{5,6} = 1,78 A \quad \left| \Rightarrow J_{R_D} = J_e - J_1 = 2,57 - 1,78 = 0,79 A \right.$$

$$\text{TK II b: } R_{D1} \cdot J_{D1} = R_{D2} \cdot J_{D2} \Rightarrow J_{D1} = \frac{R_{D2}}{R_{D1}} \cdot J_{D2} = 1,47 J_{D2}$$

$$\text{TK III B: } J_{R_D} = J_{D1} + J_{D2} \Leftrightarrow 0,79 = 2,47 J_{D2} \Leftrightarrow J_{D2} = 0,32 A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow J_{D1} = 0,47 A = J_3 \quad J_6 = J_{D2} = 0,32 A$$

$$\text{TK III b: } J_3 \cdot R_3 = J_4 \cdot R_4 + J_6 \cdot R_6 \Leftrightarrow J_4 = \frac{J_3 R_3 - J_6 R_6}{R_4} =$$

$$= \frac{5,64 - 3,2}{22} = \frac{2,44}{22} = 0,11 A$$

$$\text{TK I C: } J_2 = J_4 + J_3 = 0,11 + 0,47 = 0,58 A$$

$$\text{TK I D: } J_6 = J_5 + J_4 \Leftrightarrow J_5 = J_6 - J_4 = 0,32 - 0,11 = 0,21 A$$

$$J_1 = 1,78 \text{ A} \quad J_4 = 0,11 \text{ A}$$

$$J_2 = 0,58 \text{ A} \quad J_5 = 0,21 \text{ A}$$

$$J_3 = 0,47 \text{ A} \quad J_6 = 0,32 \text{ A}$$

$$P_1 = R_1 \cdot J_1^2 = 5,6 \cdot (1,78)^2 = 17,74 \text{ W}$$

$$P_2 = R_2 \cdot J_2^2 = 7,5 \cdot (0,58)^2 = 2,52 \text{ W}$$

$$P_3 = R_3 \cdot J_3^2 = 12 \cdot (0,47)^2 = 2,65 \text{ W}$$

$$P_4 = R_4 \cdot J_4^2 = 22 \cdot (0,11)^2 = 0,26 \text{ W}$$

$$P_5 = R_5 \cdot J_5^2 = 33 \cdot (0,21)^2 = 1,45 \text{ W}$$

$$P_6 = R_6 \cdot J_6^2 = 10 \cdot (0,32)^2 = 1,02 \text{ W}$$

Secundarul 2

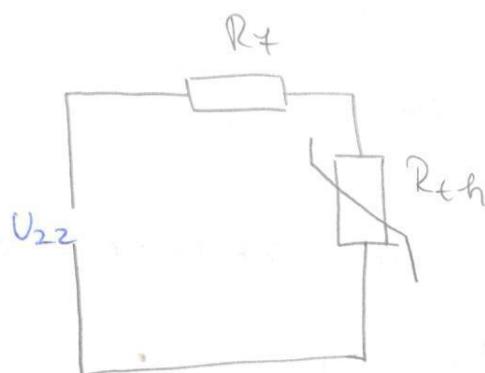
$$R_f = 47 \Omega$$

$$U_{22} = 18 \text{ V}$$

$$R_{th} = 45 \Omega$$

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

$$R_{th} = A \cdot e^{\frac{B}{T}}$$



$$R_{th,pt} \text{ pt } 25^\circ \text{C} \Rightarrow 298,5^\circ \text{K}$$

$$45 = A \cdot e^{\frac{3000}{298,5}} \Rightarrow A = \frac{45}{e^{\frac{3000}{298,5}}} = \frac{45}{e^{10,05}} = 32,38 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$\text{pt } 10^\circ \text{C} \Rightarrow 283,5^\circ \text{K}$$

$$P_f = J_1^2 \cdot R_f = 0,47 \text{ W}$$

$$R_{th,1} = 32,38 \cdot e^{\frac{3000}{283,5}} \cdot 10^{-4} = 127,41 \Omega$$

$$P_{R_{th,1}} = J_1^2 \cdot R_{th,1} = 1,27 \text{ W}$$

$$J_1 = \frac{U_{22}}{R_f + R_{th,1}} = \frac{18}{47 + 127,41} = \frac{18}{174,41} = 0,103 \text{ A}$$

$$P_1 = U_{22} \cdot J_1 = 18 \cdot 0,103 = 1,85 \text{ W}$$

C02 II

$$\text{pt } 80^\circ \text{C} \Rightarrow 353,5^\circ \text{K}$$

$$R_{th,2} = 32,38 \cdot 10^{-4} \cdot e^{\frac{3000}{353,5}} = 15,59 \Omega$$

$$P_{R_{th,2}} = J_2^2 \cdot R_{th,2} = 1,36 \text{ W}$$

$$J_2 = \frac{U_{22}}{R_f + R_{th,2}} = \frac{18}{47 + 15,59} = \frac{18}{62,59} = 0,28 \text{ A}$$

$$P_2 = U_{22} \cdot J_2 = 18 \cdot 0,28 = 5,04 \text{ W}$$

$$P_f = J_1^2 \cdot R_f = 3,68 \text{ W}$$

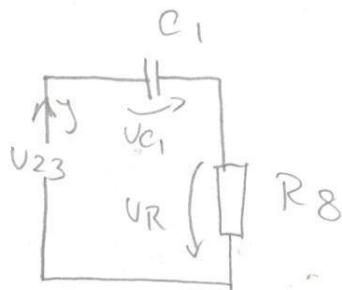
Secundärteil 3

$$U_{23} = 110 \text{ V}$$

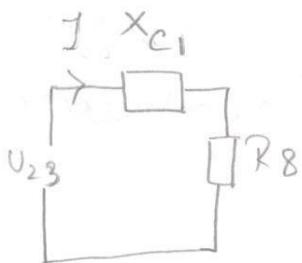
$$R_8 = 220 \Omega$$

$$C_1 = 2,2 \mu\text{F}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$



$$X_{C_1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{1}{2\pi f C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{691,15} = 1446 \cdot 10^3$$



$$U_{23} = I \cdot X_{C_1} + I \cdot R_8$$

$$I = \frac{U_{23}}{X_{C_1} + R_8} = \frac{110}{1446 + 220} = 0,066 \text{ A}$$

$$P_8 = I^2 \cdot R_8 = (0,066)^2 \cdot 220 = 0,95 \text{ W}$$

$$P_{23} = I_{23} \cdot U_{23} = 0,066 \cdot 110 = 7,26 \text{ W}$$

$$U_{C_1} = X_{C_1} \cdot I = 0,066 \cdot 1,446 \cdot 10^3 = 95,436 \text{ V}$$

$$U_R = R \cdot I = 0,066$$

2.2. Eflegeru rez. pe baza valorii nominale și a puterii dissipate afectată de derotring

Se definește derotring ca procesul de operare la o putere mai mică decât cea maximă, cu scopul de a proteja dispozitivul electric. Dintre liniile specifice curbei D , „derotring” se remarcă tot de mult poate un circuit, fără să se distrugă, la orice temperatură.

Se aleg din catalogele producătorilor de componente, rezistoare, ce au o putere nominală ($P_N > P_{max}$) mai mare decât cea dissipată în cazul circuitelor anterioare. Componentele sunt de tip SMD:

Secundar 1

$$R_1 = 5,8\Omega \quad P_1 = 17,74W \quad R_5 = 33\Omega \quad P_5 = 1,45W$$

$$R_2 = 4,5\Omega \quad P_2 = 2,52W \quad R_6 = 10\Omega \quad P_6 = 1,02W$$

$$R_3 = 12\Omega \quad P_3 = 2,65W$$

$$R_4 = 22\Omega \quad P_4 = 0,26W$$

Alegem P_N, P_{max} folosind catalogele disponibile pe www.nce.farnell.com.

Secundar 2

$$R_7 = 27,5\Omega \quad R_{th} = 75\Omega \quad P_7 = 3,68W$$

Secundarul 3

$$R_8 = 220\Omega$$

$$P_8 = 0,95W$$

$$C_1 = 2,2\mu F$$

$$U_{C1} = U_{23} - I \cdot R_8 = 110 - 0,086 \cdot 220 = 95,48V$$

2.3. Realizarea tabelului de componență (BOM)

Nr. Crt.	Reference Designator, RefDes (referință componentă în schemă, nume PCB)	Nume/cod/număr/valoare componentă în schema (part name/code/number/value)	Clasă	Descriere	Catalog, pagină sau link Intern et	Distribuitor (in Romania)	Cod componentă (din catalog sau din pagina distribuitorului din RO)	Nume componentă (la producător)	Producător	Cantitate	Cantitate minima	Pret unitar (Lei fara TVA)	Pret articol (Lei fara TVA)
1	R1	5,6	rezistor	RES SMD 5.6 OHM 5% 35W D2PAK	https://www.digikey.com/productDetail/en/PWR263S-35-5R60J-ND/3240853	DigiKey Romania https://www.digikey.ro/ro	PWR263S-35-5R60J-ND	PWR263S-35-5R60J	Bourns Inc.	1	1	18,61 lei	18,61 lei
2	R2	7,5	rezistor	SMD Resistor, 7.5 ohm, ± 1%, 5 W, 4320	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3550-75ohm-75-1-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/3240853	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	3230853	35507R5FT	CGS - TE CONNECTIVITY	1	5	8,33 lei	41,64 lei
3	R3	12	rezistor	SMD Resistor, 12 ohm, ± 5%, 6 W, 4527	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3560-12ohm-12-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/3241314	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	3231314	356012RJT	CGS - TE CONNECTIVITY	1	5	5,13 lei	25,65 lei
4	R4	22	rezistor	SMD Resistor, 22 ohm, ± 5%, 1 W, 2512	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3572-22ohm-22-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/3241506	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	9235906	RC2512JK-0722RL	YAGEO	1	10	0,52 lei	5,20 lei
5	R5	33	rezistor	SMD Resistor, 33 ohm, ± 5%, 3 W, 2512	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3579-33ohm-33-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/3241571	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	2476373	352233RJT	CGS - TE CONNECTIVITY	1	10	2,18 lei	21,80 lei
6	R6	10	rezistor	SMD Resistor, 10 ohm, ± 5%, 2 W, 2512	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3580-10ohm-10-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/3470987	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	2470987	CRS2512-JX-100ELF	BOURNS	1	10	0,82 lei	8,20 lei
7	R7	47	rezistor	RES SMD 47 OHM 5% 7W	https://www.digikey.com/productDetail/en/SMW747RJTTR-ND/324153768	DigiKey Romania https://www.digikey.ro/ro	1712-SMW747RJTTR-ND	SMW747RJT	TE Connectivity Passive Product	1	1	18,24 lei	18,24 lei
8	R8	220	rezistor	SMD Resistor, 220 ohm, ± 5%, 2 W, 2010	https://ro.farnell.com/electronics/connectivity/3582-220ohm-220-5w-dc-dc-fiber-optic-blk-blk/dp/324158354	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	3230485	3502220RJT	CGS - TE CONNECTIVITY	1	10	2,00 lei	20,00 lei
9	C1	2,2u	Condensator	SMD Ceramic Capacitor, 2.2 µF, 100 V	https://ro.farnell.com/electronics/31378-22uf-220v-220v-ceramic-dc-link-blk-blk/dp/3249354	Farnell Romania https://ro.farnell.com/	2429354	C1812C225K1RAC TU	KEMET	1	1	6,15 lei	6,15 lei
10	Rth	75	Termistor NTC	THERMISTOR NTC 75OHM 3000K DISC	https://www.digikey.com/productDetail/en/thermistor-MP-11/324111062	DigiKey Romania https://www.digikey.ro/ro	317-1288-ND	MF11-0007510	Cantherm	1	2000	0,62 lei	1.249,50 lei

2.4. Calculul puterii transformatorului și dimensiunile acestuia

a) se calculează puterea totală absorbită din secundar, $P_2 [W]$

$$P_2 = \sum_k^3 P_{2k} = P_{21} + P_{22} + P_{23} = 25,7 + 5,04 + 7,26 = 38 W$$

b) se calculează puterea absorbită în primar, $P_1 [W]$, pentru un rendement estimat al transformatorului

$$\eta = 0,85$$

$$P_1 [W] = \frac{P_2 [W]}{\eta} = \frac{38}{0,85} = 44,7 W$$

c) se dimensionează secțiunea în fier, $S_{Fe} [\text{cm}^2]$ a miezului magnetic

$$S_{Fe} [\text{cm}^2] = 1,2 \cdot \sqrt{P_1} = 1,2 \sqrt{44,7} = 8,02 \text{ cm}^2$$

d) se calculează numărul de spire / V

$$f = 50 \text{ KHz} \Rightarrow m_0 = \frac{48}{8,02} = 5,98 \text{ sp/V}$$

e) se determină numărul de spire din înfășurare primară

$$m_1 = m_0 \cdot U_1 = 5,98 \cdot 230 = 1375,4 \approx 1376 \text{ spire}$$

$$t = \frac{1376 - 1375,4}{1375,4} \cdot 100 \% = 0,04 \% < 1 \% \Rightarrow m_1 = 1376$$

f) se calculează numărul de spire necesar pentru cele trei înfășurări secundare

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

$$m_{21} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot U_{21} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot 10 = 65,78 \text{ spire}$$

$$m_{22} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot U_{22} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot 18 = 118,404 \text{ spire}$$

$$m_{23} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot U_{23} = 1,1 \cdot 5,98 \cdot 110 = 723,58 \text{ spire}$$

după rotunjire: $m_{21} = 66 \text{ spire}$

$$m_{22} = 119 \text{ spire}$$

$$m_{23} = 724 \text{ spire}$$

g) se calculează curentul din înfășurarea primară

$$J_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{44,7}{230} = 0,19 \text{ A}$$

h) se dimensionează diametrile coardelelor de bobinaj
d₁ [mm], pentru primar, respectiv d_{2K} [mm], pentru secundarul

K

$$d_{1;2K} = 0,65 \sqrt{J_{1;2K}}$$

$$d_1 = 0,65 \cdot \sqrt{J_1} = 0,65 \cdot \sqrt{0,19} = 0,28 \text{ mm}$$

$$d_{21} = 0,65 \cdot \sqrt{J_{21}} = 0,65 \cdot \sqrt{J_e} = 0,65 \cdot \sqrt{2,157} = 1,04 \text{ mm}$$

$$d_{22} = 0,65 \cdot \sqrt{J_{22}} = 0,65 \cdot \sqrt{J_2} = 0,65 \cdot \sqrt{0,28} = 0,34 \text{ mm}$$

$$d_{23} = 0,65 \cdot \sqrt{J_{23}} = 0,65 \cdot \sqrt{J} = 0,65 \cdot \sqrt{0,066} = 0,16 \text{ mm}$$

Rotunjire:

d₁ ≤ 0,7 mm, depășire > 2,5%

d₁ ≈ 0,3 mm

d₂₁ > 1 mm, < 10%

d₂₁ ≈ 1 mm

d₂₂ ≤ 0,34 mm, > 2,5%

d₂₂ ≈ 0,35 mm

d₂₃ ≤ 0,7 mm

d₂₃ ≈ 0,18 mm

d₁ ≈ 0,3 mm ⇒ C₁ = 722 Np/cm², C₂ = 807 Np/cm²

d₂₁ ≈ 1 mm ⇒ C₁ = 65 Np/cm², C₂ = 75 Np/cm²

d₂₂ ≈ 0,35 mm ⇒ C₁ = 530 Np/cm², C₂ = 594 Np/cm²

d₂₃ ≈ 0,18 mm ⇒ C₁ = 1730 Np/cm², C₂ = 2050 Np/cm²

i) se calculează orile ocupate în înfășurarea primară $A_1 [\text{cm}^2]$ respectiv de înfășurarea secundară $A_2 [\text{cm}^2]$ în ferostru săbi, utilizându-se coeficientii de umplere C_1 sau C_2 , în funcție de procedeul de bobinare adoptat

$$A_1 [\text{cm}^2] = \frac{m_1}{C_{1,2}} \quad A_2 [\text{cm}^2] = \sum_k A_{2k} = \sum_k \frac{m_{2k}}{C_{1,2}}$$

- cu izolație între straturi: $A_1 = \frac{1376}{722} = 1,905 \text{ cm}^2$

$$A_2 = \frac{86}{65} + \frac{119}{530} + \frac{724}{1730} = 1,645 \text{ cm}^2$$

- fără izolație între straturi: $A'_1 = \frac{1376}{807} = 1,705 \text{ cm}^2$

$$A'_2 = \frac{86}{75} + \frac{119}{594} + \frac{724}{2050} = 1,433 \text{ cm}^2$$

j) se calculează orile totale ocupate de înfășurări

$$At = A_1 + A_2$$

$$At = 1,905 + 1,645 = 3,55 \text{ cm}^2$$

$$At' = 1,705 + 1,433 = 3,138 \text{ cm}^2$$

k) se dimensionează toata necesară pentru un factor de umplere optim $\gamma_0 = 0,7$

$$a [\text{mm}] = \sqrt{\frac{At [\text{cm}^2]}{0,03 \cdot 0,7}} = 6,9 \sqrt{At [\text{cm}^2]}$$

- pentru înfășurarea cu izolație

$$a [\text{mm}] = 6,9 \cdot \sqrt{3,55} = 13 \text{ mm}$$

- pentru înfășurarea fără izolație

$$a = 6,9 \cdot \sqrt{3,138} = 12,22 \text{ mm}$$

Se eleg tabele standardizate E_{13} și E_{12} și se verifică factorul de umplere cu tolo standardizată și standard

$$\gamma_{\text{standard}} = \frac{A_t}{0,03 \cdot a_{\text{standard}}^2}$$

$$\gamma_{\text{standard}} = \frac{3,55}{0,03 \cdot 13^2} = \frac{3,55}{5,07} = 0,7 \in [0,64; 0,76]$$

$$\gamma'_{\text{standard}} = \frac{3,138}{0,03 \cdot 12^2} = \frac{3,138}{4,32} = 0,726 \in [0,64; 0,76]$$

a) se calculează grosimea pe hîrtului de tole

$$b[\text{mm}] = \frac{S_{Fe}[\text{cm}^2]}{0,02 \cdot a_{\text{standard}} [\text{mm}]} = \frac{8,02}{0,02 \cdot 13} = 30,84 \text{ mm}$$

$$b' = \frac{8,02}{0,02 \cdot 12} = 33,41 \text{ mm}$$

m) se calculează numărul de tole necesar, N fumătare ale grosimii acestora $g_{1,2}$

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

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

$$N[\text{tale}] = \frac{b[\text{mm}]}{g[\text{mm}]}$$

$$N = \frac{30,84}{0,35} = 88,13$$

$$N' = \frac{33,41}{0,35} = 95,45$$

Velerile se rotunjesc primăvara $\Rightarrow N = 89$ tale
 $N' = 96$ tale

Copitolel 3

Instructiuni, desene, schite și detalii tehnologice de execuție

Realizarea unui transformator de rețea monofazie, de mică putere, în producție de serie, implică următoarele etape tehnologice:

a) obținerea tablilor, din ţebea de ferosiliciu (oțel cu continut ridicat de siliciu) obținute conform unor stăndarde, prin stampare în matrăză

b) tratamentul termic al tablilor stampate (reacțione la temperatură de circa 850°C , urmată de răcire lente), pentru extensivitatea mecanică și refacerea proprietăților magnetice, afectate de procesul de prelucrare mecanică

c) realizarea conoasăi, prin injectie de material plastic în matrăză sau prin montaj din elemente constitutive specifice, obținute în prealabil prin stampare, din polipropilena, textolit, pentimox etc.

d) bobinarea în fășuri și bobinări, pe conoasă obținută anterior, cu ajutorul unor mășimi de bobinat semi-automate sau automate, utilizând conductori din cupru izolați cu email, realizati în conformitate cu anumite standarde. Vom folosi standardul românesc (STAS 685-58);

Bobiările transformatorelor de rețea se poate realiza, în funcție de cerințele tehnice - economice impuse, în două tehnici:

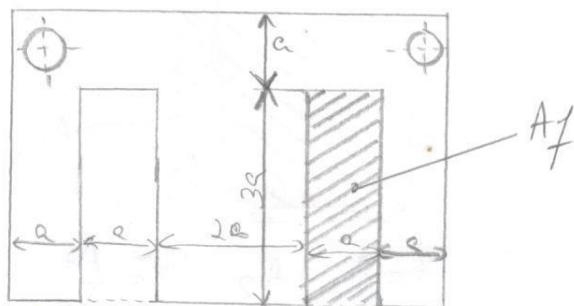
- fără izolație între straturi
- cu izolație între straturi

- e) introducerea tablor în cecosó - operație denumită „lambierea transformatorului”.
- f) strângerea miezului magnetic cu o manșă sau cu scobete, prezăme și jumătate pentru a împiedica vibrația tablor în timpul funcționării transformatorului.
- g) impregnarea transformatorului prim imersie în poliuretană topită sau în lac poliuretic (de ex. 3503EZ) core polimerizată prim încălzire în eupton, la o temperatură de $80-100^{\circ}\text{C}$, timp de cincă ori.
- h) Controlul tehnic de educte în echipul echipajelor se verifică parametrii electrici (tensiunea sau tensiunile din secundar, rezistențe înfuzorilor, raportul de transformare, rezistențe de izolație între înfuzorii, respectiv între primar și miezul magnetic) și mecanici ai produsului.

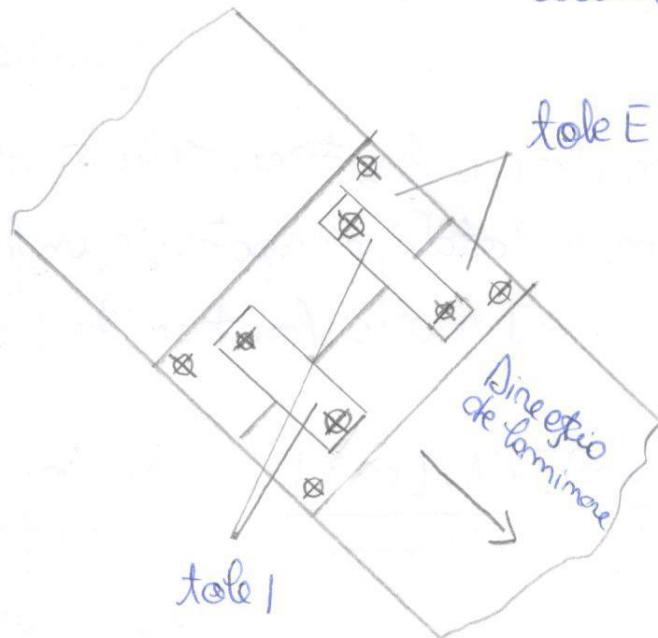
Pentru a înțelege mai ușor metodica proiectării unui transformator de rețea se vor preciza mai întâi unele noțiuni care vor interveni în echipaj.

Tipul de tolă - De obicei se utilizează tolă cu dimensiuni standardizate de tip E și „economice”, denumite astfel întrucât dimtr-o hrană de tablă silicicosă de lățime odată se obțin prim stator, concomitent, două tolă E și două I, fără a se pierde din suprafață utilă a materialului. Dimensiunile tolăi economice se precizează prin literă E, urmată de o [mm], care reprezintă dimensiunea (parametrul) tolăi de bază.

Arătând, există următoarele tipuri de tale standardizate ale
tip-economie: E₅, E_{6,4}, E₈, E₁₀, E_{12,15}, E₁₄, E₁₆, E₁₈, E₂₀, E₂₅, E₃₂.



Dimensiuni caracteristice talei standardizate de tip
economie



Obținerea talelor economice

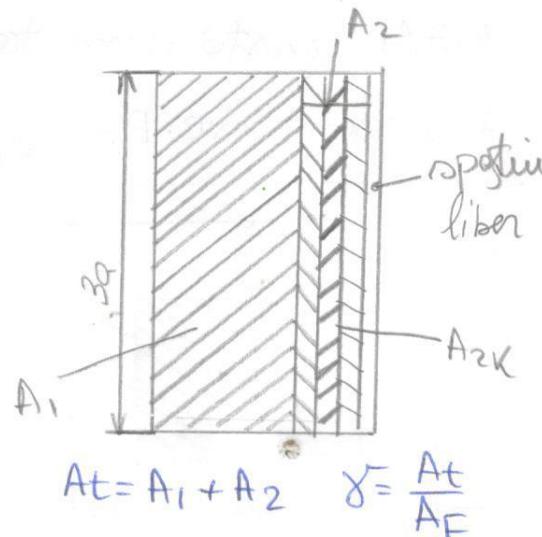
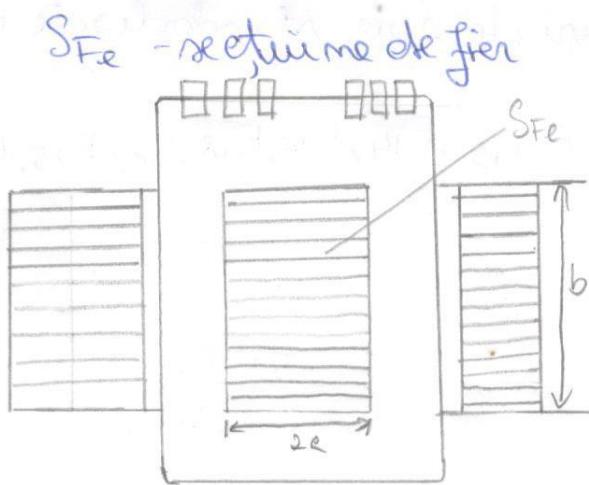
Grosimea talelor este și în standardizate la valoarele
 $g_1 = 0,35 \text{ mm}$ și respectiv $g_2 = 0,5 \text{ mm}$.

Aria ferestrei talei $A_F [\text{cm}^2]$ - reprezentă suprafața de estimată
introducerii în fășuriilor și este prezentată hagură. Volumul
corespondente este $A_F [\text{cm}^2] = 0,03 \cdot e^2 [\text{mm}]$

Sectiunea în fier $S_{Fe} [\text{cm}^2]$ - reprezentă aria secțiunii miezului
magnetic situat în interiorul cosei bobinate. Maxima sa este

$$S_{Fe} [\text{cm}^2] = 0,2 e [\text{mm}] b [\text{mm}]$$

$b [\text{mm}]$ = grosimea pochetului de tale



Secțiunea transversală
primă - un transformator de rețea

Reportarea spațiului în
ferestra tăci

Factorul de umplere a ferestrei tăci γ - definit ca
raportul dintre aria totală, ocupată de înfășurări în
ferestra tăci, $A_t [m^2]$ și aria ferestrei, $A_F [m^2]$, conform
relației:

$$\gamma = \frac{A_t [m^2]}{A_F [m^2]} = \frac{A_1 [m^2] + A_2 [m^2]}{0,03 \cdot e^2 [mm]}$$

$$A_t [m^2] = A_1 [m^2] + A_2 [m^2]$$

A_t = aria totală ocupată de
înfășurări

A_1 = aria ocupată de
înfășurarea primară

A_2 = aria ocupată de
înfășurarea sau
înfășurările secundare

Concluzii

Transformatorul de rețea monofazie de mică putere este o componentă importantă în alimentarea echipamentelor electronice. Rolul său este de a modifica valoarea tensiunii de intrare și a curentului din circuitul primar în valori necesare circuitelor secundare. Totodată, acestea asigură siguranța dispozitivelor lor și a utilizatorilor, datorită izolării galvanice pe care o oferă.

În principiu, transformatoarele sunt prezente în dispozitive precum: amplificatoarele de semnal audio, încărcătoare mobile, echipamente de măsurare etc.

Prin acest proiect, am învățat că de importanță este să alegem materialele potrivite, să respectăm pașii de fabricație și să verificăm editoarele produsului final. De asemenea, am văzut cum metodele de calcul ne ajută să proiectăm transformatoare eficiente și care respectă cerințele utilizatorilor.

Bibliografie

- Amexq-AE-2017-R0
- www.cetti.ro
- www.tme.ro
- www.te.com
- www.digikey.ro