

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN BUCUREŞTI
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

PROIECT

Componente și Circuite Pasive

Proiectarea unui transformator de mică putere

Vasile Ștefania Elena

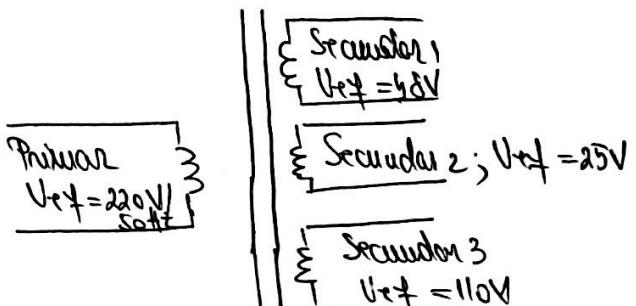
Grupa 422D

București 2021

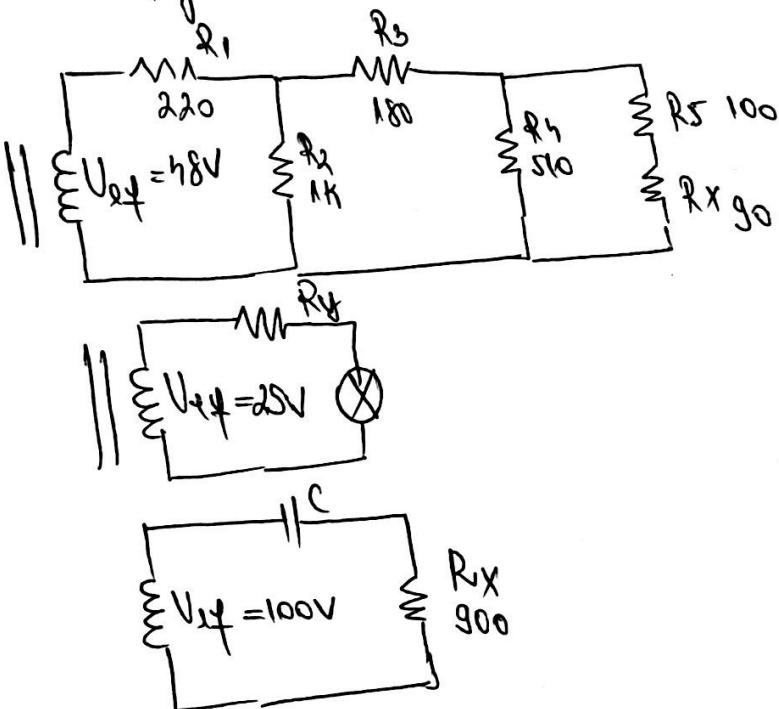
DATE INITIALE DE PROIECT

Să va proiecta un transformator de ușoară putere care va oferi
3 înfășurări secundare ce vor alimenta 3 rețele rezistive diferenții,
prin următoarea configurație:

Tensiunea eficacă de alimentare
a înfășurării primare este $U_{ref} = 220V$,
cu o variație acceptată de $\pm 10\%$, la o
frecvență de $50Hz$, cu o toleranță
de $\pm 1\%$.



Configurații:



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 220 \Omega \\
 R_2 &= 1 k\Omega \\
 R_3 &= 180 \Omega \\
 R_4 &= 510 \Omega \\
 R_5 &= 100 \Omega \\
 R_X &= 90 \Omega \\
 U_{ref} &= 48 V \\
 R_Y &= ?
 \end{aligned}$$

$$\text{Bec: } \frac{U}{i} = \frac{12}{3} \Rightarrow i = 0,3 A$$

$$\Rightarrow R_B = \frac{U}{i} = \frac{120}{3} = 40 \Omega$$

$$\Rightarrow R_B = 40 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 U_{ref} &= 25 V \\
 R_X &= 900 \Omega
 \end{aligned}$$

$$i = 10mA = 10 \cdot 10^{-3}$$

$$U_{ref} = 100V$$

$$R_X = 900 \Omega$$

REZUMATUL PROIECTULUI

Prezentarea se face ca scop cunoașterea structurii constructive, a tehnologiei de fabricație, precum și a metodologiei de proiectare a transformatorului de rețea de mică putere ($P \leq 500 \text{ W}$), utilizat în alimentarea aparatelor electronice.

Transformatorul de rețea monofazic, de mică putere, este o componentă prezintă în majoritatea schemelor de alimentare a aparatelor electronice de tip stativ. El este destinat modificării valoarei tensiunii și a curentului, începând de la nivelul circuitului de rețea circuitului primar până la nivelul sau mările necesare în circuitul său circuitelor secundare. Mai mult decât atât, transformatorul permite izolare galvanică între de rețea de curent alternativ și secundarul aparatului electronic în care este montat, persoanele care îl manipulează aflându-se în siguranță.

Partile componente ale unui transformator de rețea de mică putere, sunt, din punct de vedere constructiv, următoarele:

- carcasa electroizolantă, bobinaj, miez feromagnetic, din tabă de fier siliconat (format $E+i, V+i, i$), din benzii cu coloane, toroidale)

În realizarea acestui transformator se vor parcurge următoarele etape tehnologice: obtinerea bobinelor, tratamentul suprafețelor, introducerea bobinelor în carcasa, strângerea miezelui magnetic, impregnarea transformatorului și controlul tehnic de calitate.

THE PROJECT SUMMARY

The present project aims to know the constructive structure of the manufacturing technology, as well as of the design methodology of the low power network transformer, used in the power supply of the electronic equipment.

Single-phase, low-power network transformer is a component that can be found in most power supply schemes of stationary electronic equipment. It is intended to change the value of voltage and current, starting from the level offered by the network of the primary circuit to the level or levels required in the secondary circuit or circuits.

Moreover than that, the transformer allows the galvanic isolation from the alternative network to the chassis of the electronic device in which it is mounted, the people handling it being safe.

From a constructive point of view, the component parts of a low power network transformer are the following:

- electrical enclosure, winding, ferrromagnetic core, silicon sheet metal ($E+i, U+i, i$), stripes (with columns, in mouth)

In order to realize this transformer, the following technological stages will be completed: obtaining the sheets, the treatment of the windings, the introduction of the sheets in the housing, the tightening of the magnetic core, the impregnation of the transformer and the technical quality control.

CUPRINS

Capitolul I - Introducere

Capitolul II - Calculul și dimensionarea ansamblului

2.1 - Calculul curentelor și al puterilor dissipate în rezistențele realei

2.2 - Alegerea rezistențelor

2.3 - Realizarea tabelului de componentă (BOH)

2.4 - Calculul puterii transformatorului și dimensiunea acestuia

Capitolul III - Instrucțiuni, desene, schițe și detalii tehnologice
de execuție

Capitolul IV - Bibliografie

Concluzii

CAPITOLUL I - INTRODUCERE (Notiuni generale)

Energia electrică poate fi considerată factorul principal al dezvoltării economice, al evoluției întregului popor și al ascenzării, cauză primordială a revoluției tehnico-scientifice actuale. Acest aspect se determină salutăților sănătății dezvoltate privind din punct de vedere al procedurii, al transportului și al multiplicității posibilității de utilizare. Astfel, electricitatea reprezintă marele "transformator" al civilizației umane, determinând procesul într-o mare varietate de domenii prin mecanizarea, mecanizarea și automatizarea tuturor proceselor tehnologice.

Centralele electrice sunt cele care produc energie electrică și transformă sau altă formă de energie, dar procesul nu se sfârșit aici. De la aceste centrale, energia electrică va fi transportată către mari consumatori prin intermediul liniilor electrice. De aici este distribuită la stațiile de transformare, stații care diferențiază posturile de transformare mănușe, și generează rezervorile tablourilor de alimentare și consemnatările.

Aici se remarcă importanța transformatorilor. Transformatorul reprezintă elementul care transformă tensiunea de la rețea în tensiune mică care alimentează majoritatea echipamentelor casnice și industriale.

Clasificarea transformatorelor se face după mai mulți criterii:

a) din punct de vedere al utilizării:

- transformator de putere;
- transformator de construcție specială;
 - transformatoare pentru măsurare;
 - transformatoare de măsură;
 - autotransformatoare;
 - transformatoare pentru schimbarea numărului de faze;
 - transformatoare cu mai multe infășurări;
 - transformatoare de mare intensitate

b) din punct de vedere al numărului de faze:

- monofazate
- polifazate (cele mai răspândite sunt trifazate)

c) din punct de vedere al racinii:

- racire în aer;
- racire în ulei;
 - naturală
 - forțată

Rolul transformatorului electric

Transformatorul electric este un aparat electromagnetic consti-
tuit din două sau mai multe înfășuri simbolice laterale care
sau loc un transfer de energie electrică și să modifice paramet-
rul electromagnetic transferat de la o rețea primară de curent
alternativ la o rețea secundară tot de curent alternativ.
Mai departe, curentul alternativ este transformat în curent
continuu cu ajutorul uneor dispozitive numite rectificare elec-
trice.

În procesul de producție, transport și distribuție a energiei
electrică se folosesc tensiuni optime din punct de vedere
tehnic și economic. Astfel, se folosesc tensiuni medii la
generatoare din centralele electrice, tensiuni înalte pe linile
de transport și tensiuni joase la posturi de distribuție la consu-
atori.

Transformatorul are rolul de a transforma parametrii
energetici electrice de curent alternativ (tens, intensit, curentu-
lui și curentul numărul de faze), după nevoie.

Clasificarea transformatorilor electrice

După domeniul de utilizare:

- transformatoare de putere;
- transformatoare de mica putere;
- transformatoare cu distanție specială;
- transformatoare cu construcție specială;
- transformatoare de măsură;

După numărul de faze:

- monofazate
- polifazate

După modul de răcire:

- transformatoare uscate
- transformatoare în ulei

Transformatorul de rețea monofazic de mica putere este o componentă prezintă în aproape toate tipurile de scheme de alimentare ale aparatelor electronice staționare. El este destinat următoarelor funcțiuni:

1) modifică valoile tensiunilor în circuitelor, de la rețea la care sunt preluate din calea circuitului primar, de la rețea, la valoare cerute în circuitele sau circuitul secundarului.

2) izolare galvanică față de rețea sau cel electronic, în care este montat, asigurând astfel electrocizația persoanelor care îl manipulează.

Îmfăsurările primară și secundară sunt confecționate din conductoare de cupru sau aluminiu izolate cu ceară și avizate pe o răsărită din material electroizolant.

În interiorul carcsei se găsește introdus miezul magnetic, construit din foli de tablă de ferosiliciu, stăndu-se să mantă, prezintă și părți pentru a impiedica vibrația folilor în timpul funcționării.

De obicei, se folosesc foli STAS, de tip (E+i). Dimensiunile folii se precizează prin litera E, urmată de dimensiunea de bază a folii a, exprimată în milimetrii.

Astfel există următoarele tipuri de foli:

E₅, E_{6,5}; E₁₀; E_{12,5}; E₁₄; E₁₆; E₁₈; E₂₀; E₂₅; E₃₂

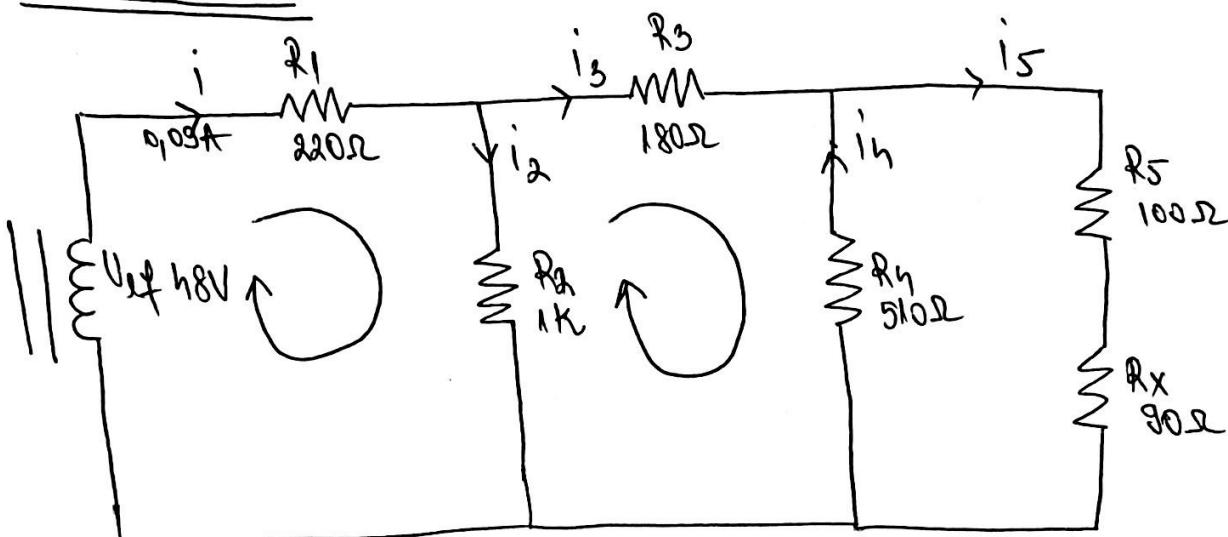
Întregul transformator este de obicei împinguat prin invierse în parafină topită sau în lemn și polimerizatoare prin înălvărirea în căptor, la 80-100°C, timp de circa 6 ore.

Controlul fizic de calitate verifică parametrii electrii și mecanici ai produsului.

CAPITOLUL 2 - CALCULUL și DIMENSIONAREA ANSAMBLULUI

2.1. Calculul curentilor și al puterilor dissipate în rezistențele retelei.

Secundarul 1



$$R_S = R_5 + R_X = 100 + 90 = 190 \Omega$$

$$R_S \parallel R_h \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_S} + \frac{1}{R_h} \quad (\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{190} + \frac{1}{510} \quad (\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{510 + 190}{190 \cdot 510} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_p = \frac{190 \cdot 510}{190 + 510} = \frac{96900}{700} = 138,42 \Omega$$

$$R_{S2} = R_3 + R_p = 180 + 138,42 = 318,42 \Omega$$

$$R_{p2} = \frac{318,42 \cdot 1000}{318,42 + 1000} = \frac{318420}{1038,42} = 308,59 \Omega$$

$$R_{FINAL} = R_1 + R_{p2} = 220 + 308,59 \Omega = 528,59 \Omega$$

$$U = i \cdot R \quad (\Rightarrow U_1 = i \cdot R_{FINAL}) \Rightarrow i = \frac{U_1}{R_{FINAL}} = 0,199 A$$

$$R_1 i + R_2 i_2 = U_{\text{ef}} \Rightarrow i_2 = \frac{U_{\text{ef}} - R_1 i}{R_2} = \frac{18 - 220 \cdot 0,09}{1000} = \\ = \frac{18 - 19,8}{1000} = \frac{-1,8}{1000} = \frac{1,8}{1000} = 0,018 \text{ A.}$$

$$i = i_2 + i_3 \Rightarrow i_3 = i - i_2 = 0,09 - 0,018 = 0,071 \text{ A.}$$

$$i_3 = i_4 + i_5$$

$$R_3 i_3 - i_4 \cdot R_4 = i_2 R_2 \Leftrightarrow 180 \cdot 0,071 - i_4 \cdot 510 = 0,02 \cdot 1000 \quad (=)$$

$$\Leftrightarrow -i_4 = \frac{20 - 18,4}{510} = \frac{1,6}{510} \Rightarrow i_4 = \frac{1,6}{510} = 0,024 \text{ A}$$

$$i_5 = i_4 + i_5 \Rightarrow i_5 = i_3 - i_4 = 0,071 - 0,024 = 0,047 \text{ A}$$

$$P_1 = R_1 \cdot i^2 = 220 \cdot 0,09 \cdot 0,09 = 1,782 \text{ W}$$

$$P_2 = R_2 \cdot i_2^2 = 1000 \cdot 0,02 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ W}$$

$$P_3 = R_3 \cdot i_3^2 = 180 \cdot 0,071 \cdot 0,071 = 1,882 \text{ W}$$

$$P_4 = R_4 \cdot i_4^2 = 510 \cdot 0,02 \cdot 0,02 = 0,204 \text{ W}$$

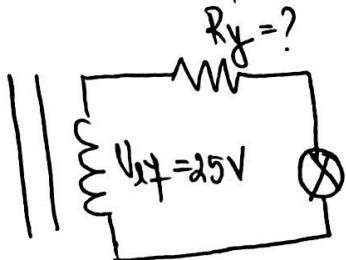
$$P_5 = R_5 \cdot i_5^2 = 100 \cdot 0,05 \cdot 0,05 = 0,25 \text{ W}$$

$$P_x = R_x \cdot i_5^2 = 90 \cdot 0,05 \cdot 0,05 = 0,225 \text{ W}$$

Au calculat puterile secundarului 1.

Secundarul 2

Înăind cont de graficul sepot și alănd valorile $V = 12 \text{ V}$ și $i = 0,3 \text{ A}$, putem spune că locul are $R_{BEC} = \frac{V}{i} = \frac{12}{0,3} = \frac{12 \cdot 10}{3} = 40 \Omega$



$$(U_{xf} = R_y + R_{BEC}) \cdot i \Rightarrow U_{xf} = R_y + R_{BEC} \Rightarrow R_y = \frac{U_{xf}}{i} - R_{BEC} \Rightarrow$$

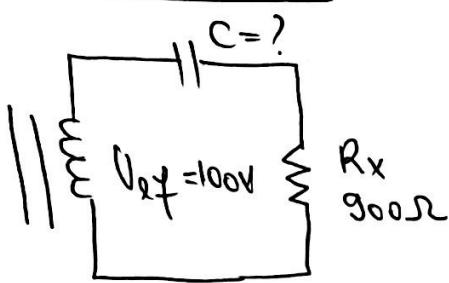
$$\Rightarrow R_y = \frac{25}{0,3} - 40 = \frac{250}{3} - 40 = 83,3 - 40 = 43,3 \Omega.$$

$$P_y = i^2 \cdot R_y = 0,03 \cdot 0,03 \cdot 43,3 = 0,03894 \text{ W}$$

$$P_{BEC} = i^2 \cdot R_{BEC} = 0,03 \cdot 0,03 \cdot 40 = 0,036 \text{ W}$$

Au calculat puterea secundarului.

Secundarul 3



Stiind faptul că este dat curentul prin retea $i = 10\text{mA}$ avem:

$$i = 10\text{mA}$$

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

$$R_X = 900\Omega$$

$$V_{ef} = 100V$$

$$C = ?$$

$$\underline{Z}_C = \frac{-j}{\omega C}$$

$$\underline{Z}_{R_X} = R_X = 900\Omega$$

$$\underline{Z} = \underline{Z}_C + \underline{Z}_{R_X} = R_X + \frac{-j}{\omega C} \quad (\text{nu avem difazaj})$$

$$\underline{Z} = \underline{Z}_C + \underline{Z}_{R_X} = R_X + \frac{-j}{\omega C}$$

$$\underline{Z} = \sqrt{R_X^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (*)$$

$$i = \frac{V_{ef}}{\underline{Z}} \Rightarrow \underline{Z} = \frac{V_{ef}}{i} = \frac{100}{10 \cdot 10^{-3}} = \frac{100 \cdot 1000}{10} = 10000\Omega$$

M

$$(*) : \chi_e^2 = R_X^2 + \left(\frac{1}{wC}\right)^2 \Leftrightarrow 10^8 = 810000 + \chi_c^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow 123,45 = \chi_c^2 \Rightarrow \chi_c = \sqrt{123,45} = 11,11 \Omega$$

Calculul puterii secundarului 3:

$$P_{secundar\ 3} = \chi_c \cdot i^2 = 10000 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 100 W$$

Puterea dissipată de rezistorul R_X :

$$P_{R_X} = R_X \cdot i^2 = 900 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2 = \frac{900 \cdot 100}{1000000} = 0,09 W$$

Puterea dissipată de condensatorul C :

$$P_C = P_{secundar\ 3} - P_{R_X} = 100 - 0,09 = 99,91 W$$

Înlocuind: $f = 50 Hz$.

$$\chi_c = \frac{-i}{wC} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot C} \Rightarrow 100\pi \cdot C = \chi_c \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{\chi_c}{100\pi} = \frac{11,11}{100 \cdot 3,14} = 0,03 F$$

2.2. Algebra rezistorilor

- Pentru $R_1 = 220\Omega$ și $P_1 = 1,782W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 220\Omega$ și $P_N > P_{R1}$, puterea nominală, rezistor SMD.
- Pentru $R_2 = 1K\Omega$ și $P_2 = 0,4W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 1000\Omega$ și $P_N > P_{R2}$, puterea nominală, SMD.
- Pentru $R_3 = 180\Omega$ și $P_3 = 0,882W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 180\Omega$ și $P_N > P_{R3}$, puterea nominală, SMD.
- Pentru $R_4 = 510\Omega$ și $P_4 = 0,1204W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 510\Omega$ și $P_N > P_{R4}$, puterea nominală SMD.
- Pentru $R_5 = 100\Omega$ și $P_5 = 0,25W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 100\Omega$ și $P_N > P_{R5}$, puterea nominală SMD.
- Pentru $R_X = 90\Omega$ și $P_X = 0,225W$ avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 100\Omega$ și $P_N > P_{RX}$, puterea nominală SMD.
- Pentru $R_Y = 43,3\Omega$ și $P_Y = 0,038W$, avem sălăiții rezistor cu rezistență $R = 44,2\Omega$ și $P_N > P_{RY}$, puterea nominală SMD.
- Pentru $C = 0,037F$ avem sălăiții condensator THT de $33mF$.
- Pentru boc, cu $R_B = 10\Omega$ și $P_B = 0,036W$ avem sălăiții bid cu $P_N > P_B$, SMD.

2.4. CALCULUL PUTERII TRANSFORMATORULUI și DIMENSIONAREA ACESTUIA

Proiectarea unui transformator de stepă cuprinde următoarele etape de calcul:

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

$$P_2 [W] = \sum_K P_{2K} = \sum_K V_{2K} \cdot I_{2K} = 48 \cdot 0,09 + 25 \cdot 0,3 + 100 \cdot 10^{-3}$$

$$= 4,32 + 7,5 + 1 = 12,82 W$$

b) se calculează puterea absorbită în primar, $P_1 [W]$, pentru un randament estimat al transformatorului, $\eta = 0,85$.

$$P_1 [W] = \frac{P_2 [W]}{\eta} = \frac{12,82}{0,85} = 15,08 W$$

c) se dimensionază secțiunea în fier, $S_{Fe} [cm^2]$ a miezului magnetic, cu relația:

$$S_{Fe} [cm^2] = 1,2 \sqrt{P_1 [W]} = 1,2 \cdot \sqrt{12,82} = 1,29 cm^2$$

d) se calculează numărul de spire pe volt din relație:

$$m_0 = \frac{h_5 \div h_8}{S_{Fe}} \quad \text{dedusă din legea inducției electro-magnetică, pentru } f = 50 Hz \text{ și } B_M = 1,2 T$$

Tensiunea U, inducătoare într-o suprafață cu N spire, conform legii inducției electromagnetice, are expresia:

$$U_{\max} = -n \frac{d \cdot \phi_{\max}}{dt}, \quad \phi_{\max} = B_{\max} \cdot S_{Fe}$$

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{ef}$$

Obținem prin derivare:

$$\sqrt{2} U_{ef} = 2\pi \cdot f \cdot n \cdot B_{\max} \cdot S_{Fe}$$

$$m_0 = \frac{n}{V_{ef}}$$

$$m_0 = \frac{\sqrt{2}}{2\pi \cdot f \cdot B_{\max} \cdot S_{Fe}} = \frac{1}{4,44 \cdot f \cdot B_{\max} \cdot S_{Fe}}$$

Pentru $f = 50 \text{ Hz}$, $B_{\max} = B_H = 1,2 \text{ T}$ și S_{Fe}

exprimat în cm^2 , relația se mai scrie astfel:

$$m_0 [\text{Ap/V}] = \frac{10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot S_{Fe} [\text{cm}^2]} = \frac{38}{S_{Fe} [\text{cm}^2]}$$

Acență numai este obținută pentru $f = 50 \text{ Hz}$ și

$B_{\max} = 1,2 \text{ T}$. Pentru valori diferite utilizăm relația de mai sus, urmată de majoritatea acăzurilor.

Astfel obținem:

$$M_0' = M_0 + 92U_0 = \frac{38}{9,146} + 0,2 \cdot \frac{38}{9,146} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_0' = 4,141 + 0,2 \cdot 4,141 = 4,141 + 0,828 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_0' = 4,969 \text{ [Sp/V]}$$

a) Se calculează numărul de spire din înfășurarea primară M_1 , cu relația:

$$m_1 = M_0 \cdot U_1 \quad f = 0,045$$

$$U_1 = 19,8$$

$$\underline{m_1 = 4,969 \cdot 19,8 = 98,38 \Rightarrow M_1 \approx 98 \text{ spire}}$$

b) Se determină numărul de spire din secundarul K, m_{2K} , cu relație:

$$m_{2K} = 1,1 \cdot M_0 \cdot U_{2K}$$

Pentru m_{21} avem:

$$m_{21} = 1,1 \cdot 4,969 \cdot 18 = 84,457 \text{ spire} \Rightarrow n_{21} \approx 88 \text{ spiri}$$

Pentru n_{22} obtinem:

$$m_{22} = 1,1 \cdot 4,969 \cdot 18 = 84,457 \text{ spire} \Rightarrow n_{22} \approx 88 \text{ sp.}$$

Pentru n_{23} obtinem:

$$m_{23} = 1,1 \cdot 4,969 \cdot 140 = 465,226 \text{ spire} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{23} \approx 466 \text{ spire.}$$

g) Se determină numărul turnărilor de la primul, și ca rezultat:

$$i_1 [A] = \frac{P_1 [W]}{U_1 [V]} = \frac{5814,72}{110} = 53,1 A.$$

h) Se dimensionează diametrul conductorelor de bobinaj d_1 [mm], pentru primar, resp.

d_{2K} [mm], pentru condensatorul K , ca rezultat:

$$d_{1,2K} [\text{mm}] = 0,65 \sqrt{i_{1,2K}} [A]$$

$$d_1 = 0,65 \cdot \sqrt{i_1} = 0,65 \cdot \sqrt{53,1} = 0,4284 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = 0,4284 \text{ mm}$$

$$d_{21} = 0,65 \sqrt{i_{21}} = 0,65 \cdot \sqrt{1,4406} = 0,4801 \text{ mm}$$

$$d_{22} = 0,65 \sqrt{i_{22}} = 0,65 \cdot \sqrt{0,4806} = 0,2601 \text{ mm}$$

$$d_{23} = 0,65 \sqrt{i_{23}} = 0,65 \sqrt{0,1421} = 0,2696 \text{ mm}$$

• $d_1 = 0,473 < 0,4$ mm \Rightarrow înălțimea valoare este
0,45 și 0,5

$$0,45 \dots 100\%$$

$$0,473 \dots x\%$$

$$x = 105,11\%$$

$$105,11\% - 100\% = 5,11\% \Rightarrow 5,11\% > 2,5\% \Rightarrow$$

\Rightarrow nu returnează $d_1 = 0,473$ primul adăs la valoarea standardizată imediat superioră, din tabelul A.5.1

$$\Rightarrow d_1 = 0,5 \text{ mm}$$

• $d_{21} = 0,4801 \text{ mm} < 1 \text{ mm} \Rightarrow$ înălțimea valoare
este 0,4 și 0,8

$$\begin{array}{ll} 0,4 \dots 100\% \\ 0,4801 \dots x\% \end{array} \quad \Rightarrow x = 111,44\%$$

$$111,44\% - 100\% = 11,44\% \Rightarrow 11,44\% > 5\% \Rightarrow$$

\Rightarrow returnează $d_2 = 0,4801$ primul adăs la val
standardizat imediat superioră, din tabelul A.6.1

$$\Rightarrow d_{21} = 0,8 \text{ mm}$$

• $d_{22} = 0,2607 \text{ mm} < 0,7 \text{ mm} \Rightarrow$ înălțimea val este
0,25 și 0,28

$$\begin{array}{l} 0,25 \dots 100\% \\ 0,2605 \dots x\% \end{array} \quad \left. \right\} \Rightarrow x = 104,16\%$$

$$104,16\% - 100\% = 4,16\% > 2,5\% \Rightarrow \text{nu rotunjij}$$

d_{22} prim adăos la val $d_{22} = 0,28$ mm

- $d_{23} = 0,2696$ mm < 0,4 mm \Rightarrow încadrează val
între 0,25 și 0,28

$$\begin{array}{l} 0,25 \dots 100\% \\ 0,2696 \dots x\% \end{array} \quad \left. \right\} \Rightarrow x = 107,84\%$$

$107,84\% - 100\% = 7,84\% > 2,5\% \Rightarrow$ nu rotunjeste,
 d_{23} prim adăos la valoarea standardizată imediat
superioră din tabelul A6.1 $\Rightarrow d = 28$ mm.

- i) Se calculează aria ocupată de înfășurarea
primară, A_1 [mm²], respectiv de înfășurarea
secundară, A_2 [mm²], în foresta tăbi, mili-
zându-se coeficienții de emplere C_1 sau C_2 in-
dicati în tabelul 1, în funcție de procedeu-
lul de bobinare adoptat, conform relațiilor:

$$A_1 [\text{cm}^2] = \frac{m_1}{c_{1,2}}$$

$$A_2 [\text{cm}^2] = \sum_K A_{2K} = \sum_K \frac{m_{2K}}{c_{1,2}}$$

Festur $d_{11} = 0,5 \text{ mm} \Rightarrow c_1 = 224 \text{ sp/cm}^2$
 $c_2 = 300 \text{ sp/cm}^2$

Festur $d_{21} = 0,8 \text{ mm} \Rightarrow c_1 = 95,5 \text{ sp/cm}^2$
 $c_2 = 127 \text{ sp/cm}^2$

Festur $d_{22} = 0,28 \text{ mm} \Rightarrow c_1 = 813 \text{ sp/cm}^2$
 $c_2 = 925 \text{ sp/cm}^2$

Festur $d_{23} = 0,28 \text{ mm} \Rightarrow c_1 = 813 \text{ sp/cm}^2$
 $c_2 = 925 \text{ sp/cm}^2$

Cozul:

ca isolatii inter straturi

$$A_1 = \frac{m_1}{c_1} = \frac{544}{224} = 2,441 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{m_{21}}{c_1} + \frac{m_{22}}{c_1} + \frac{m_{23}}{c_1} = \frac{88}{95,5} + \frac{88}{813} + \frac{766}{813} =$$

$$\Rightarrow A_2 = 0,9214 + 0,10824 + 0,94219 = 1,9419 \text{ cm}^2$$

Cazul II

Fără izolație între straturi:

$$A_1 = \frac{m_1}{c_2} = \frac{544}{300} = 1,823 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{m_{21}}{c_2} + \frac{m_{22}}{c_2} + \frac{m_{23}}{c_2} = \frac{18}{127} + \frac{88}{925} + \frac{166}{925} =$$

$$\Rightarrow A_2 = 1,6161 \text{ cm}^2$$

j) Se calculează aria totală ocupată de înălțime -
aria $A_f [\text{cm}^2]$ cu rel:

$$A_f [\text{cm}^2] = A_1 [\text{cm}^2] + A_2 [\text{cm}^2]$$

Cazul I - Cu izolație între straturi:

$$A_f [\text{cm}^2] = 1,441 + 1,9718 = 3,4129 \text{ cm}^2$$

Cazul II - Fără izolație între straturi:

$$A_f [\text{cm}^2] = 1,823 + 1,6161 = 3,4391 \text{ cm}^2$$

K) Se dimensionează faza necesară, rupă ce să
mărirea parametrului a [mm], pentru un factor
de ampliere optim $f_0 = 0,7$ cu relația:

$$a \text{ [mm]} = \sqrt{\frac{A_f \text{ [cm}^2\text{]}}{0,05 \cdot 0,7}} = 6,9 \sqrt{A_f \text{ [cm}^2\text{]}}$$

Cazul I - Cu izolații între straturi

$$a \text{ [mm]} = 6,9 \sqrt{4,4129} = 14,49 \text{ mm}$$

Cazul II - Fără izolație între straturi

$$a \text{ [mm]} = 6,9 \sqrt{3,4391} = 12,79 \text{ mm}$$

Se aleg tale STAS E_{13} și $E_{12,5}$ și se va calcula factorul de umplere cu tola STAS, f_{STAS} :

Cazul I

Cu izolare între straturi:

$$f_{STAS} = \frac{\Delta t \text{ [cm}^2\text{]}}{0,03 \cdot a_{STAS}^2 \text{ [mm}^2\text{]}} = \frac{4,4129}{0,03 \cdot 14^2} = \\ = 0,450 \text{ h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_{STAS} = 0,450 \text{ h} \in [0,6 \text{ h} : 0,76]$$

Cazul II

Fără izolare între straturi:

$$f_{STAS} = \frac{3,4391}{0,03 \cdot 12,5^2} = 0,4336 \in [0,6 \text{ h} : 0,76]$$

- Se calculează grosimea pachetului de tole h [mm], cu tola STAS, utilă, utilizând:

$$h \text{ [mm]} = \frac{S_{Fe} \text{ [cm}^2\text{]}}{0,02 \cdot a_{STAS} \text{ [mm}^2\text{]}} \Rightarrow$$

Cazul I - Cu izolare între straturi

$$b[\text{mm}] = \frac{9,146}{0,02 \cdot 14} = 32,471 \text{ mm}$$

Cazul II - Fără izolare între straturi

$$b[\text{mm}] = \frac{9,146}{0,02 \cdot 13,5} = 36,404 \text{ mm}$$

ii) Se calculează numărul de tale necesare, N în funcție de grosimea acoperisului ($g_1 = 0,35 \text{ mm}$; $g_2 = 0,5 \text{ mm}$)

$$N[tale] = \frac{b[\text{mm}]}{g_{1,2}[\text{mm}]}$$

Caz I - Cu izolare între straturi

$$N = \frac{32,471}{0,35} = 93,63 \text{ tale} \Rightarrow N = 94 \text{ tale}$$

$$N = \frac{32,471}{0,5} = 65,542 \text{ tale} \Rightarrow N = 66 \text{ tale}$$

Caz II - Fără izolare între straturi

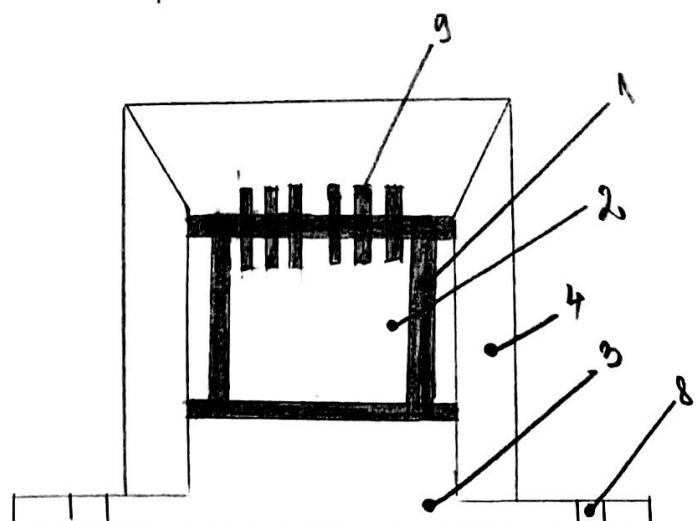
$$N = \frac{36,404}{0,35} = 103,86 \text{ tale} \Rightarrow N = 105 \text{ tale}$$

$$N = \frac{36,404}{0,5} = 72,808 \text{ tale} \Rightarrow N = 73 \text{ tale.}$$

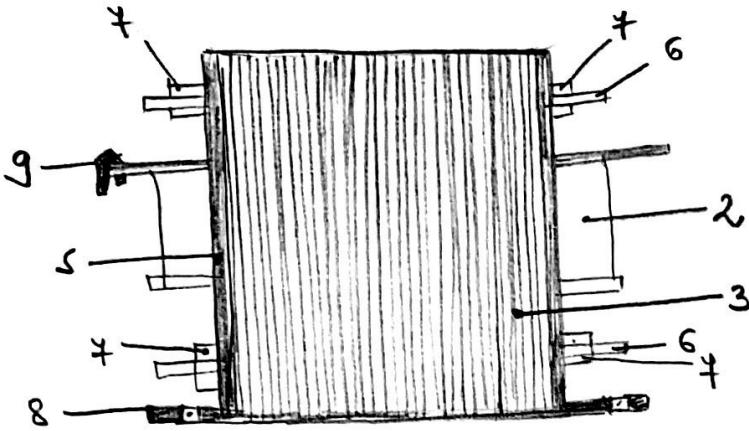
CAPITOLUL III - INSTRUCȚIUNI, DESENÉ, SCHITÉ și DETALII TEHNOLOGICE DE EXECUȚIE

Transformatorul de rețea monofazic, de mică putere, este o componentă prezată în majoritatea schemelor de alimentare a aparatului electronic de tip stativ sau. El este destinat să modifice valoarea tensiunii și circuitului, de la nivelul oprii de rețea circuitului primar, la nivelul sau micii necesare în circuitul sau circuitele secundare. Din punct de vedere construcției prezintă următoarele părți componente principale:

- carcăsă electroizolantă
- bobinaj
- miez ferromagnetic, din toturi de tablă silicoză (format E+i, V+i, i), din lemn (cu coloane în manta, ferodale)
- sistem de strângere a miezelui magnetic și de fixare a transformatorului de peștiul aparatului electronic



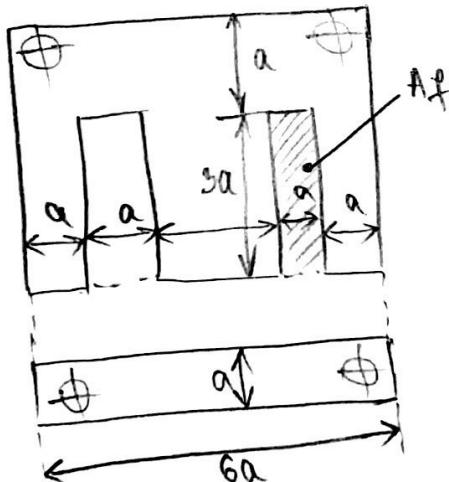
Transformator
de rețea asamblat
cu manta



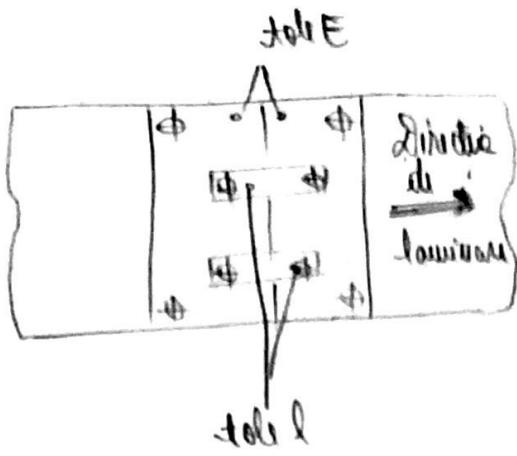
Transformator de rețea cu protecție
 1 - carcasa
 2 - bobinaj
 3 - miez magnetic
 4 - merauă de strângere
 5 - ecopzi de prindere
 6 - protecție de strângere
 7 - piulițe
 8 - orificii de fixare
 9 - coarne

Teorema a întâia mai având metodica proiectării unui transformator de rețea și cer precizat mai întâi unele noțiuni care intervin în calcul.

Tipul de tôle - STAS de obicei, de tip E+I, economică



$A_f \rightarrow$ Aria ferestrei tôlei
 Dimensiunile tôlei
 STAS economice



abtinerea bobinelor
neconveniente

Principaliii parametrii geometrii ai unei bobine sunt de tip E și, în
veacă.

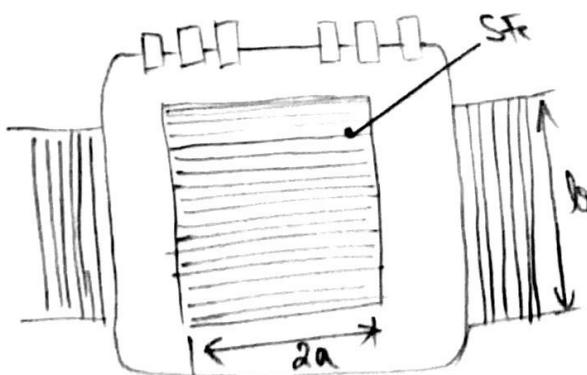
Groniera bobinelor este în ea standardizată. La valoriile $g_1 = 0,35 \text{ mm}$
 $g_2 = 0,5 \text{ mm}$.

Aria frentui bobinei $A_f [\text{cm}^2]$ reprezintă suprafața destinatei
introducerii în fâșurărilor.

$$A_f [\text{cm}^2] = 0,05 a^2 [\text{mm}]$$

Sectiunea în fier $S_{\text{Fe}} [\text{cm}^2]$ - reprezintă aria secțiunii
magnetului magnetic situat în interiorul carcaserii bobinei.

$S_{\text{Fe}} [\text{cm}^2] = 0,12 \cdot a [\text{mm}] \cdot b [\text{mm}]$, unde $b [\text{mm}]$ reprezintă
spațiu pochețelui de bobină.

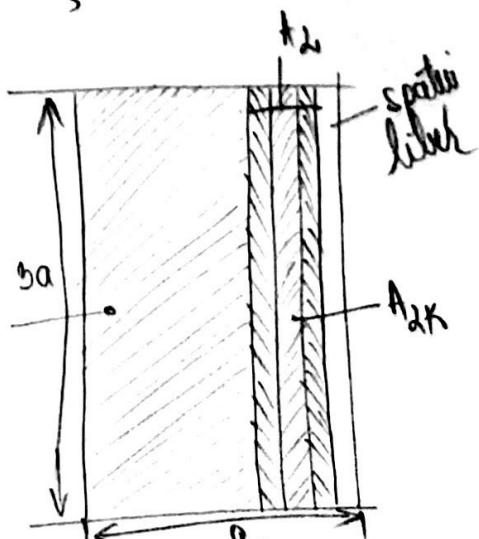


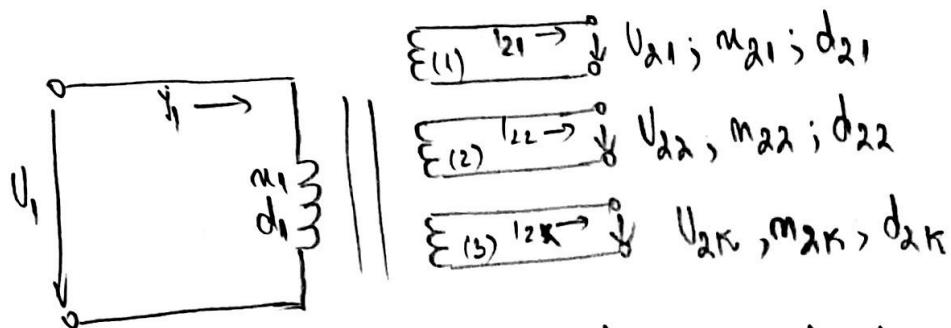
Sectiune transversală
prinț - un transformator
de rețea

$$A_x = h_1 + h_2$$

$$\delta = A_f + A_x$$

Repartizarea spațiului
în ferestra
bobină





Schema echivalentă a transformatorului de rețea

Realizarea unui transformator de rețea monofazic de mică putere, în producție, este produsă în trei simplă succesiune etape tehnologice:

- obținerea bobinelor, din tablă de feroviliciu (STAS, 643-60);
- tratamentul termic al bobinelor pentru dimensiunile mecanice și suprafețele proprietăților magnetice;
- realizarea carcaserii prin injecție în material plastic în mărimă său finală și montaj din elemente constitutive simplifică.
- bobinarea înfășurărilor cu ajutorul unor mașini de bobinat utilizând conductori din cupru izolați cu văl

Bobierea transformatorilor de rețea se face prin două
tehnici:

- "fără izolație între straturi"
- "cu izolație între straturi".

În primul caz se bobinează în următoarea ordine:

- 1) Înășterea primară
 - 2) Se introduc consecutiv două straturi de folie de izolație "trafic" (hârtie special parafinată / folie de polister)
 - 3) Prima înăștere secundară, urmată de introducerea unui strat de izolație, etc.
 - 4) Întreaga bobină se bobinează la final la exterior
- În al doilea caz, se introduce cătă un strat de izolație după fiecare strat de spire bobinat.
- 5) Introducerea bobbinelor în carcasa "burelora transformatorului"
 - * strângerea miezului magnetic cu o mantă sau cu scoabe, pieptănele, pentru a împiedica rotația bobbinelor în timpul funcționării.
 - * impregnarea transformatorului prin iuversie în parafină
 - * impregnarea transformatorului prin iuversie în poliuretanic care polymerizată prin încălzire în curător.
 - * controlul termic de calitate în cadrul cărora se specifică parametrii electrici și mecanici ai produsului.

Capitolul 4 – BIBLIOGRAFIE

www.wikipedia.org

www.TME.com

www.setti.ro

CONCLUZII

Așa fel am realizat prin intermediul calculilor
răt și utilizând suporturi tehnice proiectarea unui
transformator de mică putere.

| ccp Vasile Stefanie Elena 422D [Compatibility Mode] - Microsoft Excel | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|------------------|--|--------------------------------------|--|--|----------------------|-----------------------------|---|--|--------|-------|------|--|
| File | | Home | | Insert | | Page Layout | | Formulas | | Data | | Review | | View | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| E17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | |
| Reference Designator, RefDes (referință componentă în schemă, nume PCB) | Număr/cod/număr/IV alătare componentă în schemă (part name/code/număr IV/value) | Clasă | Descriere | Catalog, pagină sau link Internet | Distribuitor (în Romania) | Cod componentă (din catalog sau din pagina distribuitoru- lui din RO) | Nume componentă (la producător) | Producător | Cantitate minima | Pret unitar (Lei Rata TVN) | Pret articol (Lei fara TVN) | | | | |
| 1 | 2 | 1 | R1 | 220 | rezistor | < film, SMD: 0402, 220Ω, 62.5mW, ±5% https://www.tme.eu/ro/d | TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România ACo0402JR-07220RL | ACo0402JR-07220RL | YAGEO | 1 | 100 | 0.0456 | 4.5 | | |
| 2 | 3 | 2 | R2 | 1000 | rezistor | 12.5mW, ±5%; 55+55°C Rezistor: thick film, SMD: 0805; 12.5mW, ±5%; 55+55°C | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România ACo0805FR-071KL | ACo0805FR-071KL | YAGEO | 1 | 100 | 0.0889 | 8.9 | | |
| 3 | 4 | 3 | R3 | 180 | rezistor | 180Ω; 0.125W, ±5%; 55+55°C Rezistor: thick film, SMD: 0805; | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România RC0805JR-0730R | RC0805JR-0730R | VISHAY | 1 | 100 | 0.1393 | 13.9 | | |
| 4 | 5 | 4 | R4 | 510 | rezistor | 510Ω; 0.125W, ±5%; 55+55°C Rezistor: thick film, SMD: 0805; | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România CRCW0805JR080RJNTA | CRCW0805JR080RJNTA | YAGEO | 1 | 100 | 0.1625 | 16.2 | | |
| 5 | 6 | 5 | R5 | 100 | rezistor | 100Ω; 0.125W, ±5%; 55+55°C Rezistor: thick film, SMD: 0805; | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România CRCW0805JR080RJKEA | CRCW0805JR080RJKEA | VISHAY | 1 | 100 | 0.2372 | 23.7 | | |
| 6 | 7 | 6 | Rx | 90 | rezistor | 100Ω; 0.125W, ±5%; 55+55°C Rezistor: thick film, SMD: 0805; | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România CRCW0805JR080RJKEA | CRCW0805JR080RJKEA | VISHAY | 1 | 100 | 0.2372 | 23.7 | | |
| 7 | 8 | 7 | RY | 43.3 | rezistor | 43.3Ω, 0.125W, ±5%; 55+55°C Condensator: ceramic: MLCC, 33nF, 25V, X7R, ±10%; SMD: 0603 | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România RC0805FR-0744R2L | RC0805FR-0744R2L | YAGEO | 1 | 100 | 0.2223 | 22.2 | | |
| 8 | 9 | 8 | C | 0.03 | capacitor | LED: albastru; 40W; IP67; 12VDC; 160° Ndiode: 6; 70x20mm | https://www.tme.eu/ro/d TME România http://www.tme.eu/ro/ TME România Mo20006ZBLZ-B (BLUE) | Mo20006ZBLZ-B (BLUE) | IPIXEL LED | 1 | 20 | 1.9735 | 39.47 | | |
| 9 | 10 | 9 | led | 40 | led | | | | | | | | | | |
| 11 | 12 | 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15 | 16 | | | | | | | | | | | | | |

Tabelul A6.1 Diametre standardizate și coeficienți de umplere pentru conductoare de bobinaj.

| Diametrul standardizat al conductorului [mm] | C_1 [sp/cm ²] (cu izolație între straturi) | C_2 [sp/cm ²] (fără izolație între straturi) |
|--|---|---|
| 0,05 | 13250 | 16150 |
| 0,07 | 8330 | 9700 |
| 0,1 | 4460 | 6100 |
| 0,12 | 3190 | 4120 |
| 0,15 | 2260 | 2880 |
| 0,18 | 1730 | 2050 |
| 0,2 | 1465 | 1715 |
| 0,22 | 1210 | 1460 |
| 0,25 | 978 | 1140 |
| 0,28 | 813 | 925 |
| 0,3 | 722 | 807 |
| 0,35 | 530 | 594 |
| 0,4 | 350 | 470 |
| 0,45 | 277 | 371 |
| 0,5 | 224 | 300 |
| 0,55 | 190 | 252 |
| 0,6 | 162 | 209 |
| 0,65 | 142 | 180 |
| 0,7 | 125 | 153 |
| 0,8 | 95,5 | 127 |
| 0,9 | 78 | 93 |
| 1 | 65 | 75 |
| 1,2 | 40,5 | 52 |
| 1,5 | 26,5 | 33,5 |
| 2 | 15,5 | 19 |