

NÁVRH TRANSFORMÁTORU EI.

1. Volba velikosti jádra:

a) Vypočítáme celkový výkon na sekundáru $P_S : P_S = \sum P_{Si} = \sum U_{Si} I_{Si}$

kde P_{Si} jsou výkony jednotlivých vinutí sekundáru

U_{Si} " efektní hodnoty napětí jednotlivých vinutí sekundáru

I_{Si} " " " proudů " " " " " "

b) Z grafu č.1 odečteme pro daný výkon P_S přibližnou účinnost η

c) Vypočítáme příkon transformátoru P dle vzorce $P = P_S / \eta$

d) Z tab.č.1, sl.2 určíme pro daný příkon (sloupec 1) typ jádra, výšku svazku a počet plechů. Pro tento typ jádra můžeme odečíst všechny jeho rozměry v tab.2. Plechy tloušťky 0,5 mm použijeme pro větší výkony a 50 Hz, plechy tloušťky 0,35 pro malé výkony a 50 Hz nebo vyšší frekvence.

2. Stanovení počtu závitů:

a) Určíme počet závitů na volt N podle vzorce $N = \frac{10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_{max} \cdot S_g}$ [z/V; Hz; T; cm²]

kde f je frekvence vstupního napětí

B_{max} je maximální sycení jádra

S_g je číslý průřez jádra (uvedený v tab.1, sl.4 pro 2 užívané tloušťky plechů)

Pro $f = 50$ Hz a $B_{max} = 1$ T můžeme N přímo odečíst v tab.1, sl.3 (pro 2 tloušťky plechů). Pro $B_{max} \neq 1$ T a $f \neq 50$ Hz je možno určit N násobením hodnot

tab.1, sl.3 výrazem $\frac{50}{B_{max} \cdot f'}$

b) Počty závitů jednotlivých vinutí určíme takto: počet závitů primáru $N_1 = N \cdot U_1$, kde U_1 je efektní hodnota vstupního napětí. Počty závitů jednotlivých vinutí sekundáru: $N_{Si} = N \cdot U_{Si} \cdot k$ kde k odečteme pro daný výkon P_S z grafu č.1.

3. Volba vodičů:

a) Určíme proudovou hustotu σ ve vodičích: $\sigma = k_\sigma \cdot \Delta U$ [A/mm²; A/mm²; %]

kde ΔU odečteme z grafu č.1 pro příslušný výkon P_S a k_σ odečteme, pro ω -vodiče a dané plnění cívky (50 - 100%), z tab.č.1, sl.5.

$$k_\sigma = \frac{1}{2 \varphi \cdot N \cdot I_s} \quad [A/mm^2; \Omega mm^2/m, 1/V, cm]$$

kde ρ je normý odpor a l_s je střední délka závitu všech vinutí, kterou můžeme odečíst ve sl.6, tab.1 pro plnění 50% nebo 100%. Tohoto vzorce použijeme, počítáme-li k_{ρ} dle daného vzorce pro jiné vinutí než U_1 .

- b) K vypočtenému σ a daným proudům ve vinutích I_{Si} zvolíme z tab.3, sl.1 a 2 (pouze pro U_1 vinutí) průměry vodičů sekundáru d . ($\sigma_{tab} \leq \sigma$)

Průměr vodiče primáru určíme opět z tab.3 pro stejné σ a $I_1 = \frac{P}{U_1}$

4. Kontrola plnění okénka:

- a) Rychle (avšak pouze přibližně) se o proveditelnosti vinutí na daném jádře přesvědčíme takto: Z tab. č.3, sl.3 odečteme pro průměry jednotlivých vinutí počty závitů na $cm^2 n_i$. Odtud plochy jednotlivých vinutí: $S_i = \frac{N_i}{n_i} [cm^2]$
Platí-li $1,25 \sum S_i \leq S_V$, je vinutí na daném jádře proveditelné. S_V je plocha pro vinutí, kterou najdeme v tab.1, sl.7 pro vývody na 1 nebo 2 stranách cívkly.
Není-li splněna tato podmínka, je nutné zvolit větší jádro.

- b) Přesná kontrola proveditelnosti vinutí: z tab.č.3, sl.4 odečteme pro průměry jednotlivých vinutí počet záv. na 1 cm šířky vinutí ν_i . V tab.č.1, sl.8 najdeme užitečné šířky ξ pro vinutí s vývody na jedné nebo obou stranách.

Počet poloh (vrstev) x_i 1-tého vinutí určíme ze vzorce: $x_i = \frac{N_i}{\xi \cdot \nu_i} [cm, 1/cm]$

a výšku 1-tého vinutí h_i : $h_i = 1,1 x_i \cdot d_{max,i} [mm; mm]$

kde průměr daného vodiče s izolací je d_{max} , viz tab.č.3, sl.5

K výšce h_i připočteme celkovou tloušťku prokládkových vrstev mezi polohami (viz poznámky o izolacích), čímž dostaneme celkovou výšku 1-tého vinutí h_{i0} . Je-li $\sum (h_i + h_{i0}) \leq h_0$, je vinutí na daném jádře proveditelné. h_{i0} je výška prokládkové vrstvy mezi dvěma vinutími, případně na povrchu cívkly (viz pozn. o izolacích) h_0 je užitečná výška okénka, kterou odečteme v tab.1, sl.9.

5. Výpočet ztrát, kontrola účinnosti a oteplení transformátoru:

- a) Stanovíme délky jednotlivých vinutí takto: $l_i = l_{Si} \cdot N_i \cdot 10^{-3} [m]$
 $l_{Si} = 0 + 2\pi h_{Si} [mm]$

kde 0 je obvod použitého cívkového tělíska (viz tab.č.1, sl.10)

h_{Si} je střední výška 1-tého vinutí, které se vypočítá:

pro 1. vinutí $h_{S1} = 1/2 h_1$

pro 2. vinutí $h_{S2} = h_1 + 1/2 h_2$

pro 3. vinutí $h_{S3} = h_1 + h_2 + 1/2 h_3$

atd

- b) Vypočítáme odpory R_i jednotlivých vinutí: $R_i = l_i \cdot r_l \cdot 10^{-3} [\Omega; m, \Omega / km]$
kde r_l je odpor délky 1 km vodiče l -tého vinutí, který odečteme z tab.3, sl.5 pro daný průměr.
- c) Vypočítáme ztráty ve vinutí: $W_v = \sum I_i^2 \cdot R_i [W; A, \Omega]$
- d) Stanovíme přibližnou váhu G transformátoru: $G = G_v + G_z$
Váha vinutí $G_v = \sum l_i \cdot g_i \cdot 10^6$, kde g_i je váha 1 km drátu daného průměru pro l -té vinutí, odečtená z tab.3, sl.7 $[G_v] = kg; [l_i] = m; [g_i] = g / km$
Váha železa G_z se najde pro daný typ jádra v tab.1, sl.11.
- e) Ztráty v železe určíme ze vztahu $W_z = ap \cdot G_z [W; W/kg, kg]$ pro sycení $B_{max} = 1T$
 ap je ztrátové číslo použitých plechů (viz tab.4). Pro jiné sycení B'_{max} musíme výraz násobit poměrem $\left(\frac{B'_{max}}{B_{max}}\right)^2$.
- f) Celkové ztráty transformátoru: $W = W_v + W_z$
- g) Vypočítáme skutečnou účinnost ze vztahu $\eta = \frac{P_2}{P_1 + W} \cdot 100 [\%]$ Takto vypočtená účinnost nesmí být menší než účinnost zvolená v bodě 1 b).
- h) Aby oteplení transformátoru nepřestoupilo $60^\circ C$, musí přibližně platit: $\frac{S_o}{W} \geq 18-28$
kde S_o je ochlazovací plocha transformátoru $/cm^2$ odečtená z tab.1, sl.12.
Číslo 18 platí pro dobře chlazený transformátor, t.j. transformátor umístěný v uzavřeném objemu alespoň 10x větším než je objem transformátoru, přičemž jedna svislá stěna krytu je děrovaná. Číslo 28 platí pro špatně chlazený transformátor, t.j. transformátor umístěný v kovovém krytu o objemu alespoň 3x větším než je objem transformátoru, přičemž 1/2 jedné stěny je děrovaná.

6. Příklad návrhu transformátoru:

Má se navrhnout síťový transformátor s těmito hodnotami: primár 220 V

sekundár 2x200 V/0,1 A

6,3 V/2 A

4 V/1,1 A

Postupujeme podle jednotlivých bodů návodu:

- a) $P_2 = 280 \times 0,1 + 6,3 \times 2 + 4 \times 1,1 = 45 \text{ VA}$
- b) Z grafu č.1 pro $P_2 = 45 \text{ VA}$ je účinnost $\eta = 79\%$
- c) $P = \frac{45}{0,79} = 57 \text{ VA}$
- d) Pro tento výkon P použijeme podle tabulky 1 plechy EI 25 o výšce svazku 32 mm. Při použití plechů tloušťky 0,35 mm je třeba 89 plechů.

2. a) Pro maximální sycení 1 T můžeme počet závitů na volt N určit z tab.1, sl.3 pro frekvenci $f = 50 \text{ Hz}$: $N = 6,6 \text{ zdv./V}$

b) počet závitů na primáru: $N_1 = 6,6 \times 220 = 1450 \text{ zdv.}$

Z grafu č.1, zjistíme pro $P_3 = 45 \text{ VA}$: $k = 1,15$

Počty závitů sekundáru $N_{S1} = 2 \times 6,6 \times 280 \times 1,15 = 2 \times 2150 \text{ zdv.}$

$N_{S2} = 6,6 \times 6,3 \times 1,15 = 48 \text{ zdv.}$

$N_{S3} = 6,6 \times 4 \times 1,15 = 31 \text{ zdv.}$

3. a) Z grafu č.1, odečteme pro $P_3 = 45 \text{ VA}$ příslušné $\Delta U = 12,5\%$

Z tab.č.1, sl.5 pro 100% plnění a plechy 0,35 mm určíme $k_G = 0,2721$. Pak proudová hustota $G = k_G \cdot \Delta U = 0,2721 \times 12,5 = 3,4 \text{ A/mm}^2$

b) Průměry vodičů jednotlivých vinutí budeme určovat z tab. 3, sl.1 a 2 pro proudovou hustotu nejlépe nižší: $G_{tab} = 3 \text{ A/mm}^2$

Primár: $I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{57}{220} = 257 \text{ mA}$ průměr Cu drátu $d_1 = 0,335 \text{ mm}$

Sekundár: $I_{S1} = 100 \text{ mA}$ průměr Cu drátu $d_{S1} = 0,212 \text{ mm}$

$I_{S2} = 2000 \text{ mA}$ $d_{S2} = 0,95 \text{ mm}$

$I_{S3} = 1000 \text{ mA}$ $d_{S3} = 0,67 \text{ mm}$

4. a) Přibližná kontrola plnění okénka:

plechy jednotlivých vinutí:

$$S_i = \frac{N_i}{n_i}$$

kde n_i je počet závitů na 1 cm^2 pro drát 0,335 mm.

Z tab.č.3, sl.1 určíme pro $d_1 = 0,335$ počet $n_1 = 625$; $S_1 = \frac{1450}{625} = 2,32 \text{ cm}^2$

Podobně plechy vinutí sekundáru: $S_{S1} = \frac{2 \times 2125}{1500} = 2,84 \text{ cm}^2$

$S_{S2} = \frac{48}{90} = 0,533 \text{ cm}^2$

$S_{S3} = \frac{31}{170} = 0,183 \text{ cm}^2$

Celková plocha potřebná pro vinutí $\Sigma S_i = 5,876 \text{ cm}^2$

Plocha okénka užitého jádra podle tab.1, sl.7 je pro vývody z obou stran $S_v = 2,3 \text{ cm}^2$

Protože $1,25 \Sigma S_i = 1,25 \cdot 5,8 > S_v$, není vinutí na daném jádře proveditelné.

Musíme proto zvolit větší jádro a výpočet provést znovu od bodu 1.d).

1. d) Zvolíme plechy EI 40 o výšce svazku 32 mm. Při použití plechů tloušťky 0,35 mm je třeba 89 plechů.

2. a) $N = 4,12 \text{ zdv./V}$

b) $N_1 = 4,12 \times 220 = 907 \text{ zdv.}$

$N_{S1} = 2 \times 4,12 \times 280 \times 1,15 = 2 \times 1327 \text{ zdv.}$

$N_{S2} = 4,12 \times 6,3 \times 1,15 = 30 \text{ zdv.}$

$N_{S3} = 4,12 \times 4 \times 1,15 = 19 \text{ zdv.}$

3. a) b) Platí hodnoty určené výše.

4. a) Přibližnou kontrolu plnění okénka nebudete nyní provádět, provedeme přesnou kontrolu:

b) Z tab. 3, sl. 4: $\nu_1 = 24$, $\nu_{s1} = 38$, $\nu_{s2} = 9$, $\nu_{s3} = 13$ [záv./cm]

Užitečná šířka okénka pro plechy EI 40 s vývody po obou stranách je z tab. 1, sl. 8:

Počty poloh: $x_1 = \frac{N_1}{S \cdot \nu_1} = \frac{907}{4,8 \cdot 24} = 8 \text{ poloh}$; $x_{s1} = \frac{2654}{4,8 \cdot 38} = 15 \text{ poloh}$

$x_{s2} = \frac{30}{4,8 \cdot 9} = 1 \text{ poloha}$ $x_{s3} = \frac{19}{4,8 \cdot 13} = 1 \text{ poloha}$

Výšky vlnutí bez prokladů:

$$h_1' = 1,1 \times x_1 \times d_{f, \max} = 1,1 \times 8 \times 0,38 = 3,34 \text{ mm}$$

$$h_{s1}' = 1,1 \times 15 \times 0,247 = 4,08 \text{ mm}$$

$$h_{s2}' = 1,1 \times 1 \times 1,025 = 1,13 \text{ mm}$$

$$h_{s3}' = 1,1 \times 1 \times 0,735 = 0,81 \text{ mm}$$

Tloušťka prokladových vrstev:

Primár: 7 prokladových vrstev lakového papíru 0,06 mm mezi jednotlivými polohami, celkem výška 0,42 mm.

Sekund.: (2 x 280 V) 14 prokladových vrstev lakového papíru 0,06 mm, celkem výška 0,84 mm

Mezi jednotlivými vlnutími vždy 2x olejové plátno, t.j. celkem výška 3 x 2 x 0,1 = 0,6 mm.

Tedy celková potřebná výška pro vlnutí: 3,34 + 4,08 + 1,13 + 0,81 + 0,42 + 0,84 + 0,6 = 11,22 mm. Výška okénka pro vlnutí u plechů EI 40 s vývody po obou stranách je podle tab. 1, sl. 9 $h_0 = 15 \text{ mm}$, což je větší než výška vypočtená. Vlnutí se tedy do okénka vejde.

5. a) Délky jednotlivých vlnutí se vypočítají pro vlnutí v následujícím pořadí taktos

Obvod cívkového tělíska $o = 223 \text{ mm}$

Primární vlnutí: $l_1 = [223 + 2\pi \cdot 1/2 \cdot (3,34 + 0,42)] \cdot 907 \cdot 10^{-3} = 213 \text{ m}$

Sekundár (2 x 280 V): $l_{s1} = [223 + 2\pi [3,34 + 0,42 + 1/2 (4,08 + 0,84)]] \cdot 2654 \cdot 10^{-3} = 695 \text{ m}$

Sekundár (6,3 V): $l_{s2} = [223 + 2\pi (3,34 + 0,42 + 4,08 + 0,84 + 1/2 \cdot 1,13)] \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 8,4 \text{ m}$

Sekundár (4 V): $l_{s3} = [223 + 2\pi (3,34 + 0,42 + 4,08 + 0,84 + 1,13 + 1/2 \cdot 0,81)] \cdot 19 \cdot 10^{-3} = 5,45 \text{ m}$

b) Odpor jednotlivých vlnutí:

$$R_1 = l_1 \cdot r_1 \cdot 10^{-3} = 213 \cdot 199 \cdot 10^{-3} = 42,3 \Omega$$

$$R_{s1} = l_{s1} \cdot r_{s1} \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 695 \cdot 497 \cdot 10^{-3} = 173 \Omega$$

$$R_{s2} = l_{s2} \cdot r_{s2} \cdot 10^{-3} = 8,4 \cdot 24,75 \cdot 10^{-3} = 0,208 \Omega$$

$$R_{s3} = l_{s3} \cdot r_{s3} \cdot 10^{-3} = 5,45 \cdot 49,76 \cdot 10^{-3} = 0,271 \Omega$$

- c) Ztráty ve vinutí: $W_v = \sum I_i^2 R_i = 0,257^2 \cdot 42,4 + 0,1^2 \cdot 173 + 2^2 \cdot 0,208 + 1,1^2 \cdot 0,271 = 5,69 \text{ W}$
- d) Váha železa pro jádro EI 40 o výšce svazku 32 mm je podle tab.1, sl.11 $G_{\Sigma} = 2,07 \text{ kg}$
- e) Ztráty v železe W_{Σ} : Máme-li plechy o ztrátovém čísle $\Delta p = 1,3$, jsou ztráty v železe $W_{\Sigma} = \Delta p \cdot G_{\Sigma} = 1,3 \cdot 2,07 = 2,69 \text{ W}$
- f) Celkové ztráty transformátoru: $W = W_v + W_{\Sigma} = 8,38 \text{ W}$
- g) skutečná účinnost transformátoru: $\eta = \frac{P_2 \cdot 100}{P_2 + W} = \frac{45 \cdot 100}{45 + 8,38} = 84,4 \%$,
tedy účinnost vyšla poněkud větší než původní (odečtená z grafu 1).
- h) Kontrola oteplení: ochlazovací plocha $S_o = 381 \text{ cm}^2$
Poměr $\frac{S_o}{W} = \frac{381}{8,38} = 45,4 > 18 + 28$,
a tedy transformátor se neoteplí o 60°C ani při špatném chlazení.

POZNÁMKY.1. Izolace proti kostře a vnější izolace plně navinuté cívky.

Cívku před vnitřním drátem ovíneme olejovým plátnem tloušťky 0,1 mm.

Počet ovínů je určen zkušebním napětím proti jádru, a to :

2x pro efektivní hodnotu zkušebního napětí 1.500 V ef

3x " " " " " 2.000 V ef

2. Izolace poloh (proklady).

Tloušťka prokladového papíru je závislá na průměru drátu, a to :

pro drát do 0,2 mm lakový papír 0,03 mm

" " 0,2 - 1 mm " " 0,06 mm

" " přes 1 mm " " 0,10 mm

Izolace jednotlivých poloh při použití smalt. drátu provádíme tehdy, když napětí mezi počátečními závity první a mezi konečnými závity druhé polohy přesahuje špičkovou hodnotu 25 V (17,5 V ef). Při špičkovém napětí mezi 15 a 20 V izolujeme každou třetí polohu a při napětí menším než 15 V každou pátou polohu. U síťových transformátorů izolujeme vždy všechny polohy.

Jednotlivě uzavřená vinutí izolujeme mezi sebou olejovým plátnem 0,1 mm nebo triacetátovou fólií 0,06 mm. Počet vinutí je závislý na rozdílu napětí mezi jednotlivými vinutími :

při rozdílu napětí menším než 1.500 V ef 2x olejové plátno

" " " " " 2.000 V ef 3x olejové plátno

a na každých dalších 500 V přidáme 1 vrstvu olejového plátna.

3. Vývody.

Všechna vyšší napětí je třeba vyvádět izolační trubičkou, a to :

do 1.500 V ef ... jednou trubičkou

do 4.000 V ef ... dvěma do sebe zasunutými trubičkami

4. Označení transformátorů.

Na vnější izolaci cívky se nalepí štítek s těmito údaji: počty závitů a průměry drátů, (označení vývodů, napětí aj.);

5. Izolace vzhledem k oteplení.

Ze předpokladu, že teplota okolního vzduchu nepřesahuje 35°C je nejvyšší dovolená teplota (v vlnutí chlazeného jen vzduchem) pro izolaci tř.A ... 95°C
tř.B ... 115°C

při napětí zvýšeném o 10%.

Izolace tř. A : bavlna, hedvábí, papír a podobné org. látky napuštěné nebo trvale ponořené v oleji, smalt.

Izolace tř. B : sílka, azbest a jiné neorg. látky odolávající vyšší teplotě a spojené májím množstvím spojovací látky A nebo lepidlem tak, že izolují a mechanicky vyhovují, i když se spojovací látka poruší.

Literatura: Norma ČSN 34 - 7325

Pohanka: Stavba síťových transformátorů, SNTL 1960

Dršňák a kol.: Příručka radiotechnické praxe, NV 1959

Sčítovací technika 2/1956, str. 42 - 46

" " 5/1959, str. 284 - 288

Tabulka č. 4 Barevné označení ztrátového čísla Δp (W/kg) transformátorových plechů,

Δp	Barevné označení
1	bílá
1,1	žlutá
1,2	oranžová
1,3	modrá
1,45	růžová
1,6	tmavě fialová
1,75	zelená
2	hnědá
2,3	žlutá
2,6	červená
3	bílá
3,6	bez označení

Vyráběné transformátorové a dynamové plechy

TN 1,2 - 1,3 - 1,45 - 1,6 0,5mm

TN 1,1 - 1,2 - 1,3 - 1,45 - 1,6 0,35mm

DN 1,75 - 2 - 2,3 - 2,6 - 3,0 - 3,6 0,5 mm

1	Průměr P [VA]	2	3	4	5			6		7	8	9	10	11	12				
					Typ jádra	Počet závitů	Počet plechů	Počet závitů na volt N	Čísly přetřez S _z [mm]							k _σ [N/mm ²]		Střední délka závitů [mm]	Plocha pro vlnutí S _v [cm ²]
pří plnění 50%	pří plnění 100%	50%	100%	Jedné dřevo str.						Výšky na jedné dřevo str.	Výška pro vlnutí h [mm]	Ø [mm]	Váha železa G _z [kg]						
1 E1 10	16	22	50, 20	0,76	0,68	0,1007	0,0900	0,0893	4,7	5,3	0,30	0,23	1,00	0,90	3,00	2,50	39	0,04	24
3 E1 10	20	28	47,5	0,95	0,85	0,1154	0,1034	0,1035	5,1	5,7	0,30	0,23	1,00	0,90	3,00	2,50	42	0,05	26
3 E1 10	25	35	37,8	1,19	1,06	0,1283	0,1177	0,1195	5,6	6,2	0,30	0,23	1,00	0,90	3,00	2,50	47	0,06	29
4 E1 10	32	45	29,5	1,52	1,36	0,1502	0,1343	0,1371	6,3	6,9	0,30	0,23	1,00	0,90	3,00	2,50	54	0,07	33
3 E1 12	20	28	39,4	1,14	1,02	0,1226	0,1098	0,1077	5,8	6,6	0,56	0,46	1,4	1,3	4,00	3,50	46	0,07	38
4 E1 12	25	35	31,5	1,43	1,28	0,1411	0,1263	0,1252	6,3	7,1	0,56	0,46	1,4	1,3	4,00	3,50	51	0,08	42
5 E1 12	32	45	24,8	1,82	1,63	0,1614	0,1450	0,1448	7,0	7,6	0,56	0,46	1,4	1,3	4,00	3,50	58	0,11	46
6 E1 12	40	55	19,7	2,28	2,04	0,1800	0,1606	0,1634	7,9	8,7	0,56	0,46	1,4	1,3	4,00	3,50	67	0,13	52
5 E1 16	25	35	23,7	1,90	1,70	0,1619	0,1448	0,1424	7,3	8,3	1,10	0,95	2,0	1,9	5,5	5,0	63	0,15	60
5 E1 16	32	45	16,5	2,43	2,18	0,1892	0,1700	0,1682	8,0	9,0	1,10	0,95	2,0	1,9	5,5	5,0	70	0,19	66
8 E1 16	40	55	14,8	3,04	2,72	0,2127	0,1907	0,1912	8,9	9,9	1,10	0,95	2,0	1,9	5,5	5,0	79	0,23	72
0 E1 16	25	50	11,85	3,80	3,40	0,2344	0,2106	0,2149	10,0	11,0	1,10	0,95	2,0	1,9	5,5	5,0	90	0,29	82
18 E1 20	32	45	14,8	3,04	2,72	0,2080	0,1866	0,1820	9,1	10,4	1,80	1,43	2,4	2,2	7,5	6,5	78	0,26	85
10 E1 20	40	55	11,85	3,80	3,40	0,2361	0,2104	0,2092	10,1	11,3	1,80	1,43	2,4	2,2	7,5	6,5	87	0,33	104
20 E1 20	25	50	9,98	4,70	4,40	0,2634	0,2474	0,2508	11,1	12,4	1,80	1,43	2,4	2,2	7,5	6,5	98	0,41	113
30 E1 20	32	64	8,35	6,10	5,40	0,3045	0,2681	0,2757	12,5	13,8	1,80	1,43	2,4	2,2	7,5	6,5	112	0,53	131
20 E1 25	40	55	9,98	4,70	4,40	0,2955	0,2409	0,2322	11,4	13,1	2,74	2,30	3,05	2,85	9,0	8,0	97	0,51	142
40 E1 25	25	50	7,66	5,50	5,30	0,2925	0,2636	0,2575	12,5	14,2	2,74	2,30	3,05	2,85	9,0	8,0	108	0,63	162
60 E1 25	32	64	6,6	7,69	6,80	0,3397	0,3052	0,3033	13,9	15,6	2,74	2,30	3,05	2,85	9,0	8,0	122	0,82	181
80 E1 25	40	80	5,3	9,50	8,50	0,3784	0,3388	0,3416	15,6	17,3	2,74	2,30	3,05	2,85	9,0	8,0	139	1,02	203

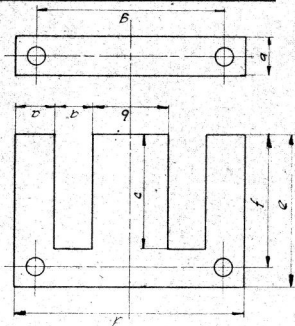
Tabulka č. 1
Hodnoty pro výpočet transformátorů s jádrem E1 - První část.
(návod VI. 1394 T)

1	2	3	4	5						6		7	8	9	10	11	12		
				Čistý průřez S_k [cm ²]		přl plnění 50%		přl plnění 100%		Střední délka zvlnění l_s [m]	plocha pro vlnění S_v [cm ²]							Šířka pro vlnění s [cm]	
Přívod P [VA]	Typ jádra	Počet plechtů	Počet závitů na volt N	Čistý průřez S_k [cm ²]	S_{50} [cm ²]	S_{100} [cm ²]	S_{50} [cm ²]	S_{100} [cm ²]	S_{100} [cm ²]	Střední délka zvlnění l_s [m]	plocha pro vlnění S_v [cm ²]	Šířka pro vlnění s [cm]	Výška pro vlnění h_v [mm]	Délka l [mm]	Váha železa G [kg]	Ochlazovací plocha S_{oz} [m ²]			
																	0,5	0,5	0,5
60	E1 32	50	5,92	6,60	7,00	6,80	0,3263	0,2027	0,2816	0,2520	14,9	5,10	4,45	3,495	12,5	11,5	122	1,07	242
100	E1 32	64	4,64	5,17	5,70	8,70	0,3737	0,3407	0,317	0,2927	15,6	5,10	4,45	3,895	12,5	11,5	136	1,37	263
150	E1 32	80	3,69	4,12	4,70	12,20	0,4313	0,3863	0,3610	0,3413	17,6	5,10	4,45	4,05	12,5	11,5	153	1,71	295
200	E1 32	100	2,96	3,30	3,80	15,20	0,4804	0,4304	0,4257	0,3998	19,7	5,10	4,45	4,05	12,5	11,5	174	2,15	330
300	E1 40	64	3,69	4,12	4,70	10,90	0,4122	0,3695	0,3580	0,3222	18,4	8,00	7,20	5,00	16,0	15,0	177	2,07	381
400	E1 40	80	2,96	3,30	3,80	15,20	0,4804	0,4304	0,4257	0,3998	20,1	8,00	7,20	5,00	16,0	15,0	174	2,54	416
500	E1 40	100	2,17	2,65	3,00	21,00	0,5324	0,4771	0,4747	0,4425	22,2	8,00	7,20	5,00	16,0	15,0	195	3,22	460
600	E1 40	128	1,64	2,05	24,40	21,00	0,5655	0,5411	0,5465	0,4998	25,1	8,00	7,20	5,00	16,0	15,0	224	4,14	530
800	E1 50	160	2,17	2,65	3,00	17,00	0,5151	0,4616	0,4476	0,4004	22,5	13,3	12,4	6,55	20,5	19,5	194	4,10	595
1000	E1 50	200	1,95	2,12	2,50	21,80	0,5926	0,5285	0,5155	0,4636	25,0	13,3	12,4	6,55	20,5	19,5	215	5,08	650
1300	E1 50	240	1,43	1,65	30,20	27,20	0,6782	0,6078	0,6020	0,5407	27,9	13,3	12,4	6,55	20,5	19,5	244	6,52	727
1600	E1 50	280	1,18	1,32	38,00	34,00	0,7584	0,6780	0,6821	0,6042	31,3	13,3	12,4	6,55	20,5	19,5	273	8,16	815
2000	E1 64	300	1,48	1,65	30,20	27,20	0,6437	0,5834	0,5908	0,5068	29,1	20,7	20,7	8,50	26,0	25,0	247	9,95	966
2500	E1 64	360	1,15	1,28	39,00	34,00	0,7111	0,6360	0,6552	0,5585	32,0	21,1	20,7	8,50	26,0	25,0	276	11,10	1065
3000	E1 64	400	0,93	1,03	48,00	41,50	0,8068	0,7092	0,7393	0,5832	35,4	21,1	20,7	8,50	26,0	25,0	310	13,65	1176
3200	E1 64	400	0,74	0,83	60,00	54,40	0,9559	0,8522	0,8803	0,7670	39,6	21,1	20,7	8,50	26,0	25,0	352	17,25	1318

Tabulka č. 1: Hodnoty pro výpočet transformátorů s jádrem EI - druhé část.
(Návod V1.1394 T)

Taблица 2.2. Rozměry normalizovaných transformátorových plechů
 řady EI podle normy NT-N 001. (Návod V1 1394 T)

Typ	a	b	c	d	e	f	g
EI 10	5,0	10	15,0	30	20,0	-	-
EI 12	6,5	12	19,0	36	25,0	-	-
EI 16	8,0	16	24,0	48	32,0	-	-
EI 20	10,0	20	30,0	60	40,0	35,0	50,0
EI 25	12,5	25	37,5	75	50,0	43,75	62,5
EI 32	16,0	32	48,0	96	64,0	56,0	80,0
EI 40	20,0	40	60,0	120	80,0	70,0	100,0
EI 50	25,0	50	75,0	150	100,0	87,5	125,0
EI 64	32,0	64	96,0	192	128,0	112,0	160,0



Tabulka č. 3 Přehled vodivosti - První část. (Návod Vt 1,94 T)

Proud I [mA]	1					2	3	4	5	6	7
	přít. hustotě σ [Λ/mm^2]										
	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0						
1	1,5	1,7	2	3,4	0,030	39,00 x 10 ³	200	0,048	24,82 x 10 ³	6	
2	2,5	3,0	4	6,0	0,040	27,00	165	0,058	1,56	1,3	
3	4,0	5,0	8	10,0	0,050	19,00	140	0,068	8,93	20	
4	5	6	10	12	0,055	15,00	125	0,077	7,12	25	
5	6	8	10	16	0,063	12,50	115	0,084	5,63	31	
6	8	10	12	20	0,071	10,50	105	0,092	4,43	39	
8	10	13	16	20	0,080	9,00	95	0,101	3,49	49	
10	13	16	20	32	0,090	7,00	85	0,111	2,76	61	
12	16	20	24	40	0,100	6,00	78	0,121	2,23	75	
15	20	25	30	50	0,112	5,00	67	0,141	1,76	95	
18	24	3,0	36	60	0,125	3,80	61	0,154	1,43	118	
20	27	3,4	40	68	0,132	3,50	58	0,161	1,28	131	
23	31	3,8	46	76	0,140	3,20	55	0,169	1,14	147	
27	35	4,4	54	88	0,150	2,80	52	0,178	0,99	169	
30	40	5,0	60	100	0,160	2,50	49	0,189	0,87	192	
34	45	5,6	68	112	0,170	2,25	46	0,200	0,77	216	
38	51	6,3	76	126	0,180	2,00	44	0,210	0,69	240	
42	57	7,1	84	142	0,190	1,80	42	0,220	0,59	267	
47	63	7,6	94	156	0,200	1,65	40	0,230	0,56	293	
53	71	8,0	106	176	0,212	1,50	38	0,247	0,50	331	
59	78	9,6	118	196	0,224	1,35	36	0,259	0,45	365	
65	87	11,0	130	220	0,236	1,25	34	0,271	0,40	405	
74	98	12,3	148	246	0,250	1,10	32	0,285	0,36	455	
83	110	13,7	166	274	0,265	0,97	30	0,303	0,318	510	
92	123	15,4	184	308	0,280	0,87	29	0,318	0,265	570	
105	141	17,1	212	354	0,300	0,77	27	0,338	0,248	650	
116	153	19,4	232	310	0,315	0,69	25	0,360	0,225	720	
132	176	22,0	264	352	0,335	0,62	24	0,390	0,199	810	
148	198	24,8	296	495	0,355	0,56	23	0,400	0,177	910	
165	220	27,5	330	550	0,375	0,51	22	0,420	0,159	1010	
183	250	31,4	376	628	0,400	0,45	21	0,445	0,140	1150	
212	284	35,5	424	710	0,425	0,40	20	0,447	0,124	1310	
240	320	40,0	480	800	0,450	0,35	19	0,502	0,110	1460	
265	353	44,2	510	864	0,475	0,325	18	0,527	0,099	1620	

1		2					3	4	5	6	7
		Jenovitý průměr dříví d [mm]									
Proud I [mA]		při hustotě σ [A/mm ²]					Počet záv. na 1 cm	Počet záv. na 1 cm	Max. vnitřní průměr dříví d_{max} [mm]	Odpor r [Ω /cm]	Váha g [g/cm]
1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0						
0,29x10 ³	0,39x10 ³	0,49x10 ³	0,59x10 ³	0,78x10 ³	0,96x10 ³	300	17	0,552	89,350	1,8x10 ³	
0,3	0,44	0,55	0,66	0,85	1,10	255	16	0,590	79,519	2,06	
0,37	0,49	0,61	0,74	0,99	1,23	240	15	0,620	71,230	2,28	
0,42	0,56	0,70	0,85	1,13	1,41	210	14	0,660	62,090	2,32	
0,47	0,63	0,78	0,94	1,26	1,57	190	13	0,690	56,279	2,87	
0,53	0,71	0,88	1,06	1,42	1,76	170	13	0,735	49,750	3,24	
0,59	0,79	0,99	1,19	1,58	1,96	155	12	0,775	44,311	3,63	
0,66	0,88	1,10	1,32	1,76	2,20	140	11	0,825	39,710	4,18	
0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	120	10	0,875	34,903	4,70	
0,85	1,13	1,42	1,70	2,27	2,84	110	10	0,925	30,916	5,29	
0,95	1,27	1,59	1,91	2,54	3,18	100	9	0,975	27,576	5,84	
1,06	1,42	1,77	2,12	2,84	3,54	90	9	1,025	24,751	6,47	
1,16	1,57	1,96	2,36	3,14	3,93	83	9	1,075	22,332	7,15	
1,27	1,76	2,20	2,64	3,52	4,40	74	8	1,155	19,880	8,28	
1,47	1,96	2,46	2,95	4,03	4,92	65	8	1,215	17,887	9,15	
1,64	2,18	2,74	3,28	4,36	5,46	56	7	1,275	16,042	10,15	
1,83	2,44	3,03	3,67	4,85	6,06	50	7	1,345	14,296	11,25	
2,03	2,73	3,42	4,10	5,46	6,84	44	6	1,415	12,820	12,40	
2,26	3,00	3,75	4,50	6,00	7,50	40	6	1,485	11,397	13,55	
2,50	3,60	4,50	5,40	7,20	9,00	33	5	1,595	9,967	15,95	
3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	28	5	1,695	8,725	18,10	
3,40	4,54	5,67	6,80	9,08	11,34	26	5	1,800	7,729	20,45	
3,82	5,09	6,36	7,64	10,18	12,72	23	5	1,900	6,875	22,95	
4,25	5,67	7,09	8,50	11,34	14,18	21	4	2,000	6,183	25,55	
4,71	6,28	7,86	9,42	12,56	15,72	19	4	2,100	5,564	28,35	
5,30	7,06	8,83	10,60	14,12	17,66	16	4	2,240	4,970	31,85	
5,91	7,88	9,85	11,82	15,76	19,70	15	4	2,330	4,452	35,50	
6,56	8,75	10,94	13,12	17,50	21,88	14	3	2,470	4,011	39,35	
6,81	8,82	11,02	13,22	17,64	21,94	12	3	2,500	3,574	44,15	
8,27	11,03	13,78	16,54	22,06	27,56	10	3	2,770	3,181	49,55	
9,21	12,32	15,35	18,18	24,64	30,76	9	3	2,920	2,845	55,35	
10,60	14,14	17,37	21,20	28,26	34,34	8	3	3,120	2,482	63,50	

Graf. č. 1: Závislost účinnosti η , číselníka k a napětového úbytku ΔU na výkonu sekunďáru.
 (návod Vt 1394 T)

