boubehrej.ir

دوره کشوری بدو استخدام هنرآموزان الکتروتکنیک

(کابل کشی و سیم پیچی ماشینهای الکتریکی–محاسبات ترانسفورماتور)

ارائه توسط: علی بوبه رژ

محاسبات ترانسفورماتور

1- مشخص کردن پارامترهای مورد نیاز:V1,V2,I2

2- یافتن توان ظاهری ورودی:

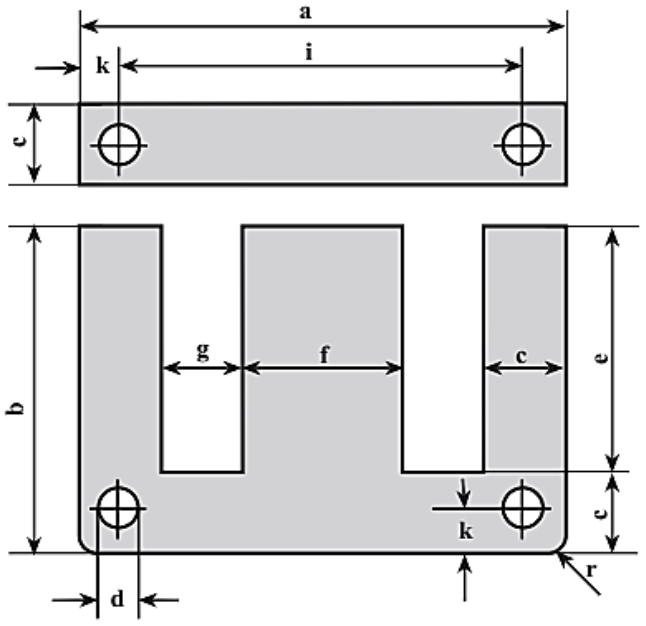
$$\begin{cases} S_2 = V_2 I_2 \\ S_1 = \dfrac{S_2}{\eta} \end{cases}$$

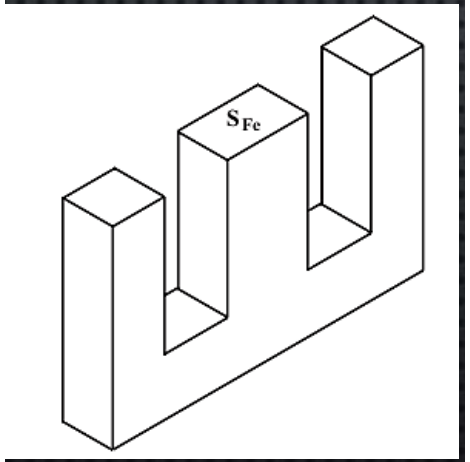
محاسبات ترانسفورماتور

3-تعیین سطح مقطع و نوع هسته:

$$S_{Fe} = k\sqrt{S_1} \Rightarrow S'_{Fe} = \frac{S_{Fe}}{K_{Fe}}$$

$$\text{نوع هسته EI} \leq 30\sqrt{S_{Fe}}$$





	EI ۳۰	EI ۳۶	EI ۴۲	EI ۴۸	EI ۵۴	EI ۶۰	EI ۶۶	EI ۷۵	EI ۷۸	EI ۸۴a	EI ۸۴b	EI ۹۶	EI ۱۰۵	EI ۱۲۰	EI ۱۳۵	EI ۱۵۰
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶	۷۵	۷۸	۸۴	۸۴	۹۶	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴	۵۰	۵۲	۵۶	۵۶	۶۴	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵
d	–	–	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۵/۵	۵/۵	۶/۸	۷/۸
e	۱۵	۱۸	۲۱	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳	۳۷/۵	۳۹	۴۲	۴۲	۴۸	۵۲/۵	۶۰	۶۷/۵	۷۵
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۲۸	۳۲	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵
h	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۴/۸	۱۶/۸	۱۸/۸	۲۱	۲۳	۲۶	۲۷/۵	۲۹/۵	۴۳/۵	۳۳/۵	۳۷	۴۱/۷	۴۷/۷	۵۱/۷
i	–	–	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۲/۵	۶۵	۷۰	۷۰	۸۰	۸۷/۵	۱۰۰	۱۱۲/۵	۱۲۵
k	–	–	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵/۵	۶/۲۵	۶/۵	۷	۷	۸	۹	۱۰	۱۱/۲۵	۱۲/۵
L_E	۶۰	۷۲	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۲	۱۵۰	۱۵۶	۱۶۸	۱۶۸	۱۹۲	۲۱۵	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۵	۵	۶	۶
s	۰/۵ تا ۰/۱							۰/۵ یا ۰/۳۵								

h ــ ضخامت استاندارد ورقه‌ها

L_E ــ طول متوسط خطوط قوا

S ــ ضخامت هر ورق

$$b=\frac{۲}{۳}a \ , \ c=\frac{۱}{۶}a \ , \ e=\frac{۱}{۲}a \ , \ f=\frac{۱}{۳}a \ , \ g=\frac{۲}{۳}a$$

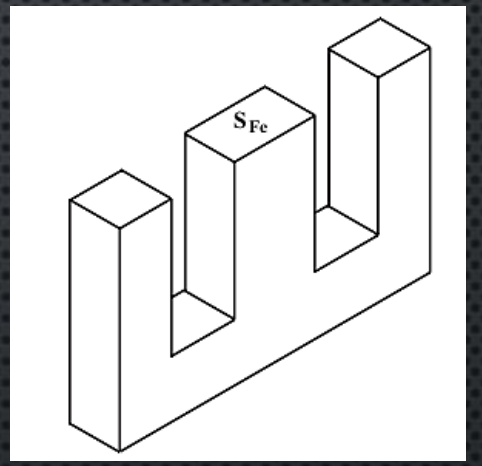
محاسبات ترانسفورماتور

4-تعیین ضخامت هسته و تعداد ورقها:

$$\text{تعداد ورق‌ها} = \frac{\text{ضخامت هسته}}{\text{ضخامت هر ورق}}$$

$$\text{ضخامت هسته} = \frac{S'_{Fe}}{f}$$

$$b=\frac{۲}{۳}a \ , \ c=\frac{۱}{۶}a \ , \ e=\frac{۱}{۲}a \ , \ f=\frac{۱}{۳}a \ , \ g=\frac{۲}{۳}a$$



5-محاسبه دور بر ولت:

$$\text{هستهٔ مرغوب } N_V = \frac{۳۷/۵}{S_{Fe}\left[Cm^۲\right]}$$

$$\text{هستهٔ معمولی } N_V = \frac{۴۵}{S_{Fe}\left[Cm^۲\right]}$$

$$N_V = \frac{۱۰^۸}{۴/۴۴ \times f \times B_m \times S_{Fe}}$$

محاسبات ترانسفورماتور

6- محاسبه تعداد دور اولیه و ثانویه:

$$N_1 = N_V \times V_1 \times (1 - \frac{\%\Delta V}{2})$$
$$N_2 = N_V \times V_2 \times (1 + \frac{\%\Delta V}{2})$$

$$N_1 = N_V \times V_1$$
$$N_2 = N_V \times V_2 \times (1 + \%\Delta V)$$

قدرت ترانس VA	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰
درصد افت ولتاژ ΔU	۲۰	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	۹	۸	۷/۵	۷	۶/۵	۵	۴	۳	۲	۵	۱

7- محاسبه قطر سیم اولیه و ثانویه:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow \begin{cases} d_1 = 1.13\sqrt{\frac{I_1}{J}} \\ d_2 = 1.13\sqrt{\frac{I_2}{J}} \end{cases}$$

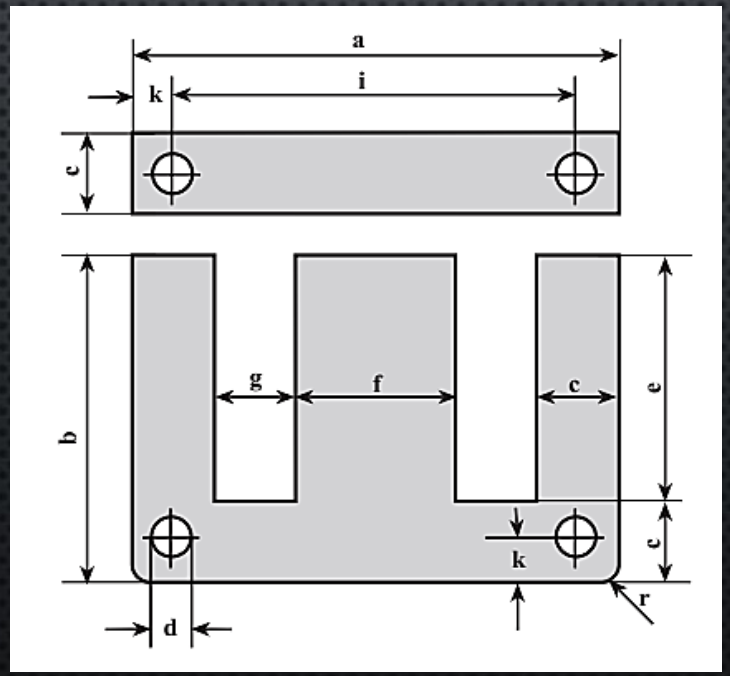
قدرت VA	۰_۵۰	۵۰_۱۰۰	۱۰۰_۲۰۰	۲۰۰_۵۰۰	۵۰۰_۱۰۰۰	۱۰۰۰_۲۰۰۰	۲۰۰۰_۳۰۰۰	۳۰۰۰_۴۰۰۰
چگالی جریان $\frac{A}{mm^2}$	۴	۳/۵	۳	۲/۵	۲	۱/۷۵	۱/۵	۱

محاسبات ترانسفورماتور

$$\begin{cases} F_1 = \dfrac{N_1}{(\text{دور} / \text{سم}^2)_1} \\ F_2 = \dfrac{N_2}{(\text{دور} / \text{سم}^2)_2} \end{cases} \Rightarrow F_T = 1.35(F_1 + F_2) \Rightarrow g \times e \geq F_T$$

8- چک کردن جا شدن سیم ها

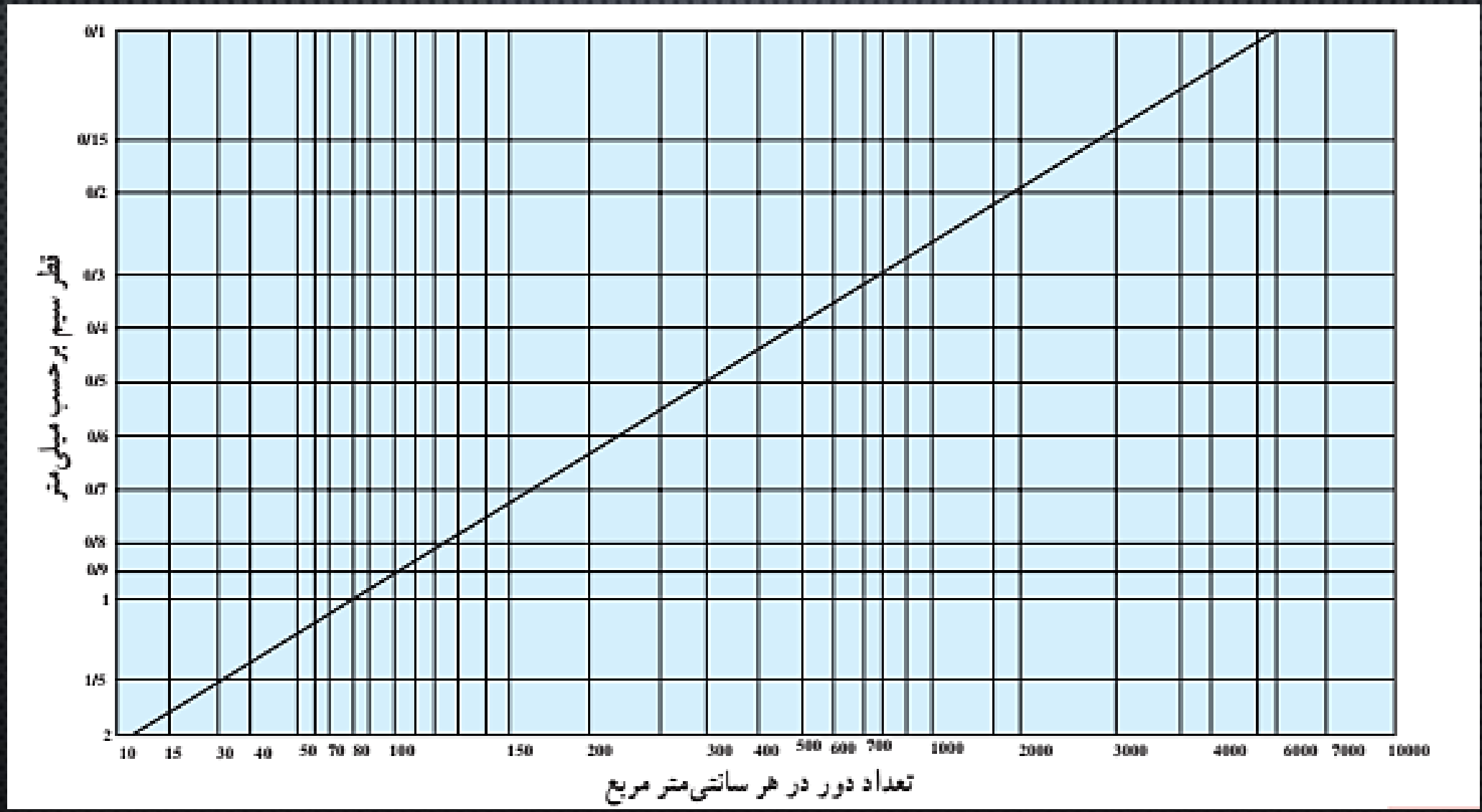
تعداد دور در هر Cm^2	مقاومت سیم اهم/m	وزن سیم gr/m	سطح مقطع سیم mm^2	قطر سیم با لاک mm	قطر سیم mm
۲۰۰۰۰	۸/۹۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲۰	۰/۰۶۲	۰/۰۵
۱۵۰۰۰	۶/۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۰۲۸	۰/۰۷۵	۰/۰۶
۱۱۰۰۰	۴/۵۶	۰/۰۳۷	۰/۰۰۳۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷
۹۰۰۰	۳/۴۹	۰/۰۴۸	۰/۰۰۵۰	۰/۰۹۵	۰/۰۸
۷۰۰۰	۲/۷۶	۰/۰۶۰	۰/۰۰۶۴	۰/۱۰۸	۰/۰۹
۶۰۰۰	۲/۲۳	۰/۰۷۴	۰/۰۰۷۹	۰/۱۱۵	۰/۱۰
۵۰۰۰	۱/۸۴	۰/۰۸۵	۰/۰۰۹۵	۰/۱۳	۰/۱۱
۴۰۰۰	۱/۵۵	۰/۱۰۵	۰/۰۱۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲
۳۶۰۰	۱/۳۲	۰/۱۲۰	۰/۰۱۳۳	۰/۱۵	۰/۱۳
۳۲۰۰	۱/۱۴	۰/۱۴۳	۰/۰۱۵۴	۰/۱۶	۰/۱۴
۲۸۰۰	۰/۹۹	۰/۱۶۴	۰/۰۱۷۷	۰/۱۷	۰/۱۵
۲۵۰۰	۰/۸۷	۰/۱۸۶	۰/۰۲۱۱	۰/۱۸	۰/۱۶
۲۲۵۰	۰/۷۷۳	۰/۲۱۰	۰/۰۲۲۷	۰/۱۹	۰/۱۷
۲۰۰۰	۰/۶۸۹	۰/۲۳۵	۰/۰۲۵۴	۰/۲۰	۰/۱۸
۱۸۰۰	۰/۶۱۹	۰/۲۶۰	۰/۰۲۸۴	۰/۲۱	۰/۱۹
۱۶۵۰	۰/۵۵۷	۰/۲۸۹	۰/۰۳۱۴	۰/۲۲	۰/۲۰
۱۵۰۰	۰/۵۰۷	۰/۳۳۰	۰/۰۳۴۶	۰/۲۳	۰/۲۱
۱۴۰۰	۰/۴۶۰	۰/۳۵۰	۰/۰۳۸	۰/۲۴	۰/۲۲
۱۳۰۰	۰/۴۲۲	۰/۳۹۰	۰/۰۴۲	۰/۲۵	۰/۲۳
۱۲۰۰	۰/۳۸۸	۰/۴۲۵	۰/۰۴۵	۰/۲۶	۰/۲۴
۱۱۰۰	۰/۳۵۷	۰/۴۶۰	۰/۰۴۹	۰/۲۷	۰/۲۵
۱۰۲۰	۰/۳۳۰	۰/۴۹۵	۰/۰۵۳	۰/۲۸۵	۰/۲۶



۹۵۰	۰/۳۰۶	۰/۵۳۳	۰/۰۵۷	۰/۲۹۵	۰/۲۷
۸۷۰	۰/۲۸۵	۰/۵۷۱	۰/۰۶۲	۰/۳۰۵	۰/۲۸
۸۰۰	۰/۲۶۶	۰/۶۱۲	۰/۰۶۶	۰/۳۱۵	۰/۲۹
۷۷۰	۰/۲۴۸	۰/۶۴۵	۰/۰۷۱	۰/۳۳	۰/۳۰
۶۹۰	۰/۲۱۸	۰/۷۴۰	۰/۰۸۰	۰/۳۵	۰/۳۲
۵۸۰	۰/۱۸۲۴	۰/۸۹۰	۰/۰۹۶	۰/۳۸	۰/۳۵
۵۲۰	۰/۱۶۳۲	۰/۹۹۴	۰/۱۰۸	۰/۴۰	۰/۳۷
۴۵۰	۰/۱۳۹۶	۱/۱۶۰	۰/۱۲۶	۰/۴۳	۰/۴۰
۳۷۰	۰/۱۱۰۳	۱/۴۸۰	۰/۱۵۹	۰/۴۸	۰/۴۵
۳۰۰	۰/۰۸۹۴	۱/۸۳۰	۰/۱۹۶	۰/۵۴	۰/۵۰
۲۵۰	۰/۰۷۳۸	۲/۲۰۰	۰/۲۳۸	۰/۵۹	۰/۵۵
۲۱۰	۰/۰۶۲۱	۲/۶۲	۰/۲۸۳	۰/۶۴	۰/۶۰
۱۸۰	۰/۰۵۲۶	۲/۹۷	۰/۳۳۴	۰/۶۹	۰/۶۵
۱۶۰	۰/۰۴۵۵	۳/۴۳	۰/۳۸۵	۰/۷۴	۰/۷۰
۱۴۰	۰/۰۳۹۵	۳/۹۵	۰/۴۴۴	۰/۷۹	۰/۷۵
۱۲۰	۰/۰۳۴۸	۴/۴۸	۰/۵۰۴	۰/۸۴	۰/۸۰
۱۱۰	۰/۰۳۰۹	۵/۰۵	۰/۵۶۸	۰/۸۹	۰/۸۵
۱۰۰	۰/۰۲۷۵	۵/۶۶	۰/۶۳۶	۰/۹۴	۰/۹۰
۹۰	۰/۰۲۴۷	۶/۳۱	۰/۷۰۹	۰/۹۹	۰/۹۵
۸۱	۰/۰۲۲۳	۷/۰۰	۰/۷۸۶	۱/۰۶	۱/۰۰
۷۵	۰/۰۱۸۵	۸/۴۶	۰/۹۵۰	۱/۱۶	۱/۱۰
۵۶	۰/۰۱۵۵	۱۰/۰۹	۱/۱۳۱	۱/۲۶	۱/۲۰
۴۸	۰/۰۱۳۲	۱۱/۸	۱/۳۲۷	۱/۳۶	۱/۳۰
۴۰	۰/۰۱۱۴۰	۱۳/۷	۱/۵۳۹	۱/۴۶	۱/۴۰
۳۳	۰/۰۰۹۹	۱۵/۷۵	۱/۷۷۰	۱/۵۶	۱/۵۰
۲۵	۰/۰۰۸۸	۱۷/۹	۲/۰۱۱	۱/۶۶	۱/۶۰
۲۰	۰/۰۰۷۷	۲۰/۲	۲/۲۷۰	۱/۷۶	۱/۷۰
۱۷	۰/۰۰۶۹	۲۲/۶	۲/۵۴۵	۱/۸۶	۱/۸۰
۱۵	۰/۰۰۶۲	۲۵/۲	۲/۸۳۵	۱/۹۶	۱/۹۰
۱۲	۰/۰۰۵۶	۲۸/۰۰	۳/۱۴۲	۲/۰۷	۲
۷	۰/۰۰۳۶	۴۳/۷	۴/۹۰۸	۲/۵۷	۲/۵
–	۰/۰۰۲۵	۶۲/۹	۷/۰۷۰	۳/۰۸	۳

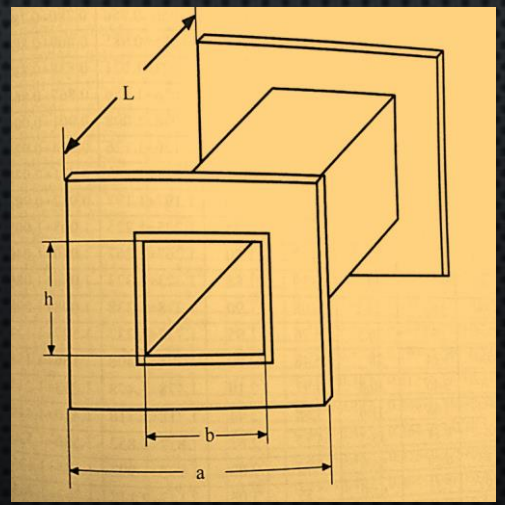
محاسبات ترانسفورماتور

8- چک کردن جا شدن سیم ها



قرقره

نوع	a (mm)	b (mm)	h (mm)	L(mm)
EI 30	19.5	10.5	10.5	14.5
EI 38	25.1	13.3	13.6	18.7
EI 42	27.2	14.5	14.8	20.5
EI 48	31.2	16.5	16.8	23.5
EI 54	35.2	18.5	18.8	26.5
EI 60	39.1	20.6	21	29
EI 66	43.1	22.6	24.7	32
EI 78	51.1	26.6	27.5	38
EI 84 a	55.1	28.6	29.5	41
EI 84 b	55.1	28.6	43.5	41
EI 92 a	67.4	23.6	24.5	47
EI 92 b	67.4	23.6	33.5	47
EI 96 a	62.4	32.6	37.5	50
EI 96 b	62.4	32.6	45.7	50
EI 96 c	62.4	32.6	59.7	50
EI 106 a	75.5	29.6	33.5	55
EI 106 b	75.4	29.6	46.5	55
EI 120 a	77.5	40.8	41.7	59
EI 120 b	77.5	40.8	53.7	59
EI 120 c	77.5	40.8	73.7	59
EI 130 a	92	35.7	37.7	69
EI 130 b	92	35.7	47.7	69
EI 140 a	97	51	49.6	73.5
EI 140 b	97	51	66.6	73.5
EI 140 c	97	51	92.6	73.5
EI 150 a	107	40.7	41.6	79
EI 150 b	107	40.7	51.7	79
EI 150 c	107	40.7	61.7	79
EI 170 a	121	45.7	56.7	94
EI 170 b	121	45.7	66.7	94
EI 170 c	121	45.7	76.7	94
EI 195 a	136	56.5	57.7	124
EI 195 b	136	56.5	70.7	124
EI 195 c	136	56.5	85.7	124
EI 231 a	159	66.5	64.7	143
EI 231 b	159	66.5	80.7	143
EI 231 c	159	66.5	99.7	143



مثال

یک ترانسفورماتور یک‌فاز با ولتاژ اولیه ۲۲۰ولت و ولتاژ ثانویه ۶ ولت و جریان ثانویه ۴ آمپر مورد نیاز است. چگالی هسته ۱۲۰۰۰گوس و فرکانس شبکه برق ۵۰ هرتز است. محاسبات لازم برای ساخت این ترانسفورماتور را، از قبیل انتخاب ورق‌ها، تعداد دور سیم‌پیچ اولیه و ثانویه و قطر سیم‌پیچ اولیه و ثانویه انجام دهید.

$$V_1 = 220v, V_2 = 6v, I_2 = 4A \Rightarrow S_2 = V_2 I_2 = 6 \times 4 = 24(V.A)$$

$$S_1 = \frac{S_2}{\eta} = \frac{24}{0.9} = 26.67(V.A)$$

$$S_{Fe} = 1.2\sqrt{S_1} = 1.2\sqrt{26.67} = 6.2cm^2$$

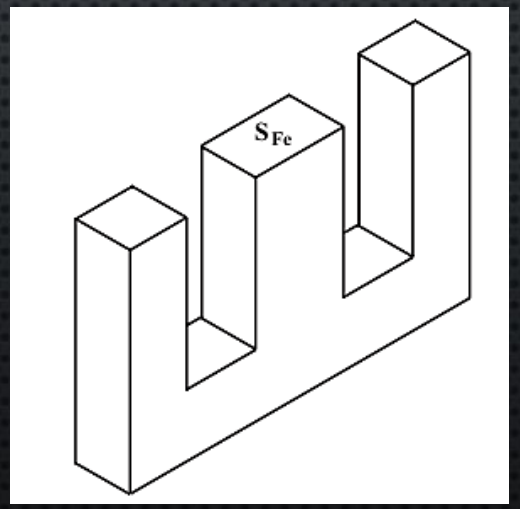
$$S'_{Fe} = 1.1 S_{Fe} = 1.1 \times 6.2 = 6.82cm^2$$

مثال

$$EI \le 30\sqrt{S_{Fe}} = 30\sqrt{6.2} = 74.6 \Rightarrow EI - 66$$

	EI ۳۰	EI ۳۶	EI ۴۲	EI ۴۸	EI ۵۴	EI ۶۰	EI ۶۶	EI ۷۵
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶	۷۵
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴	۵۰
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵
d	—	—	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۴/۵	۴/۵
e	۱۵	۱۸	۲۱	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳	۳۷/۵
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۵
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵
h	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۴/۸	۱۶/۸	۱۸/۸	۲۱	۲۳	۲۶
i	—	—	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۲/۵
k	—	—	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵/۵	۶/۲۵
L_E	۶۰	۷۲	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۲	۱۵۰
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
s	۰/۵ تا ۰/۱							

$$h = \frac{S'_{Fe}}{f} = \frac{6.82 \times 100mm^2}{22} = 31mm$$



تعداد ورق $= \frac{31}{0.5} = 62$

مثال

$$n=\frac{37.54}{S_{Fe}}=\frac{37.54}{6.2}=6.05\Rightarrow\begin{cases}N_1=nV_1=6.05\times220=1331\\N_2=nV_2(1+\Delta V\%)=6.05\times6(1+0.014)=36.8\approx37\end{cases}$$

$$\begin{cases}d_1=1.13\sqrt{\frac{I_1}{J}}=1.13\sqrt{\frac{0.12}{4}}=0.196\approx0.2mm\\d_2=1.13\sqrt{\frac{I_2}{J}}=1.13\sqrt{\frac{4}{4}}=1.13\approx1.20\end{cases}$$

مثال

$$\begin{cases} F_1 = \dfrac{N_1}{(\text{دور در } cm^2 / m)} = \dfrac{1331}{1650} = 0.81cm^2 \\ F_2 = \dfrac{N_2}{(\text{دور در } cm^2 / m)} = \dfrac{37}{56} = 0.66cm^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_T = 1.35(F_1 + F_2) = 1.35(0.81 + 0.66) = 1.98cm^2 \Rightarrow g \times e = 1.1 \times 3.3 = 3.63mm^2 \geq F_T = 1.98$$

قطر سیم mm	قطر سیم با لاک mm	سطح مقطع سیم mm^2	وزن سیم gr/m	مقاومت سیم Ω/m	تعداد دور در هر Cm^2
۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۹	۸/۹۴	۲۰۰۰۰
۰/۰۶	۰/۰۷۵	۰/۰۰۲۸	۰/۰۲۷	۶/۲۱	۱۵۰۰۰
۰/۰۷	۰/۰۸۵	۰/۰۰۳۹	۰/۰۳۷	۴/۵۶	۱۱۰۰۰
۰/۰۸	۰/۰۹۵	۰/۰۰۵۰	۰/۰۴۸	۳/۴۹	۹۰۰۰
۰/۰۹	۰/۱۰۸	۰/۰۰۶۴	۰/۰۶۰	۲/۷۶	۷۰۰۰
۰/۱۰	۰/۱۱۵	۰/۰۰۷۹	۰/۰۷۴	۲/۲۳	۶۰۰۰
۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۰۹۵	۰/۰۸۵	۱/۸۴	۵۰۰۰
۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۱۱۵	۰/۱۰۵	۱/۵۵	۴۰۰۰
۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۰۱۳۳	۰/۱۲۰	۱/۳۲	۳۶۰۰
۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۰۱۵۴	۰/۱۴۳	۱/۱۴	۳۲۰۰
۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۰۱۷۷	۰/۱۶۴	۰/۹۹	۲۸۰۰
۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۰۲۱۱	۰/۱۸۶	۰/۸۷	۲۵۰۰
۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۲۲۷	۰/۲۱۰	۰/۷۷۳	۲۲۵۰
۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۰۲۵۴	۰/۲۳۵	۰/۶۸۹	۲۰۰۰
۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۰۲۸۴	۰/۲۶۰	۰/۶۱۹	۱۸۰۰
۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۰۳۱۴	۰/۲۸۹	۰/۵۵۷	۱۶۵۰
۱/۲۰	۱/۲۶	۱/۱۳۱	۱۰/۰۹	۰/۰۱۵۵	۵۶

	EI ۳۰	EI ۳۶	EI ۴۲	EI ۴۸	EI ۵۴	EI ۶۰	EI ۶۶
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
d	—	—	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۴/۵
e	۱۵	۱۸	۲۱	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
h	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۴/۸	۱۶/۸	۱۸/۸	۲۱	۲۳
i	—	—	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
k	—	—	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵/۵
L_E	۶۰	۷۲	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۲
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
s	۰/۵ تا ۰/۱						

مثال(حل کتاب)

یک ترانسفورماتور یک‌فاز با ولتاژ اولیه ۲۲۰ولت و ولتاژ ثانویه ۶ ولت و جریان ثانویه ۴ آمپر مورد نیاز است. چگالی هسته ۱۲۰۰۰گوس و فرکانس شبکه برق ۵۰ هرتز است. محاسبات لازم برای ساخت این ترانسفورماتور را، از قبیل انتخاب ورق‌ها، تعداد دور سیم‌پیچ اولیه و ثانویه و قطر سیم‌پیچ اولیه و ثانویه انجام دهید.

$V_1=220\ V,\quad V_2=6V \rightarrow P_2=V_2\times I_2=6\times 4=24\ V.A$

سطح حقیقی آهن $S=1/2\sqrt{P_2}=1/2\sqrt{24}=5/9\ Cm^2$

دور بر ولت $N_V=\frac{37/5}{S}=\frac{37/5}{5/9}=6/36$

دور $N_1=V_1\times N_V=220\times 6/36=1400$

$N_2=V_2\times N_V\times(1+\Delta v\%)$

از جدول شکل ۶۸ـ۳ افت ولتاژ تقریباً ۱۴٪ می‌باشد.

دور $N_2=6\times 6/63\times(1+0/014)=37$

$A_1=\frac{I_1}{J},\quad I_1=\frac{P_1}{V_1},\quad P_1=\frac{P_2}{\eta}$

راندمان (η) را به‌طور متوسط ۹۰٪ در نظر می‌گیرند.

$P_1=\frac{24}{0/9}=26/6\ VA \rightarrow I_1=\frac{26/6}{220}=0/12\ A \rightarrow A_1=\frac{I_1}{J}$

از جدول ۴ چگالی جریان برابر $J=4A/mm^2$ است.

$A_1=\frac{I_1}{J}=\frac{0/12}{4}=0/03mm^2 \rightarrow d_1=1/13\sqrt{A_1}=1/13\sqrt{0/03}=0/20mm$

$A_2=\frac{I_2}{J}=\frac{4}{4}=1mm^2 \rightarrow d_2=1/13\sqrt{A_2}=1/13\sqrt{1}=1/13mm$

نوع $E1\le 30\sqrt{S}\le 30\sqrt{5/9}=73$

نوع EI استاندارد از جدول شکل ۶۶ ـ۳، EI۶۶ می‌باشد که در آن $f=22mm$ است و ضخامت هسته برابر است با:

ضخامت هسته $=\frac{s}{f}=\frac{5/9\times 10^2 mm^2}{22mm}=26/81mm \rightarrow$ تعداد ورق $EI=\frac{26/81}{0/5}\approx 54$ عدد

ترانسفورماتور با چند سیم پیچ

$U_{11} = ۲۲۰^{V}$ و $U_{12} = ۳۸۰^{V}$

$U_{21} = ۱۲^{V}$ و $I_{21} = ۱^{A}$

$U_{22} = ۲۴^{V}$ و $I_{22} = ۰/۸^{A}$

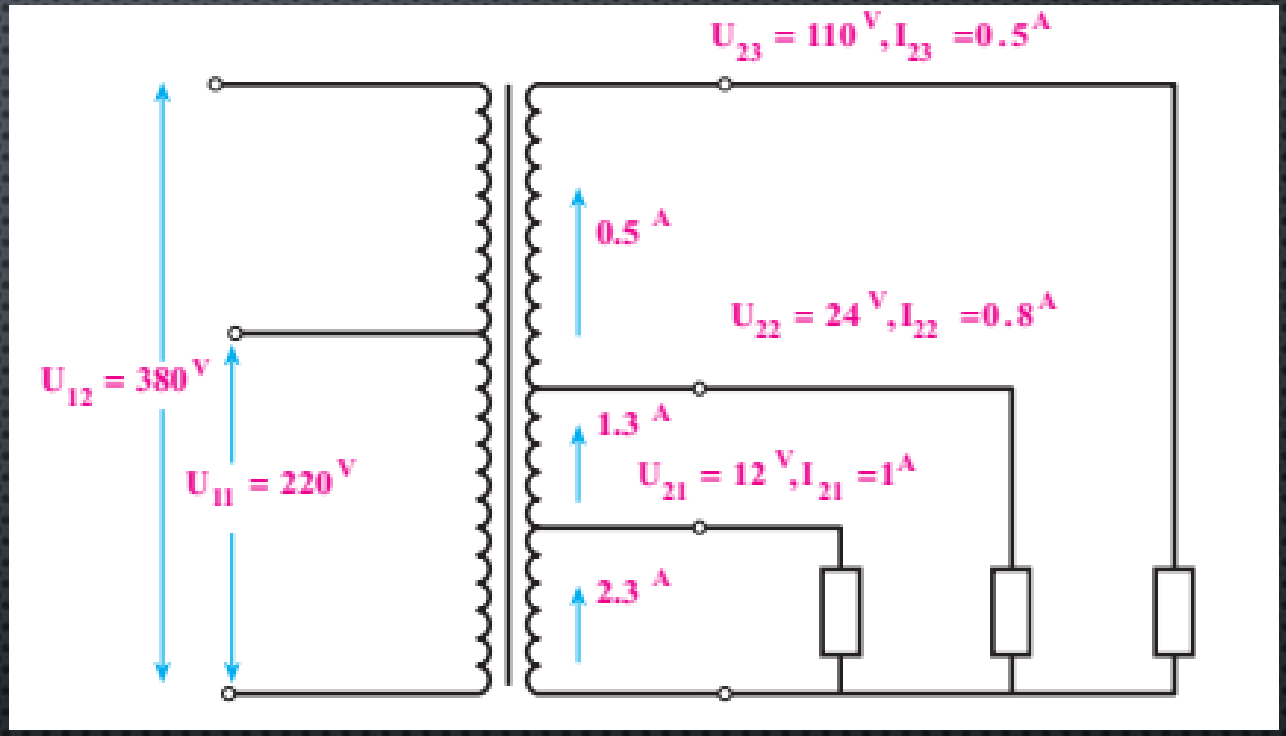
$U_{23} = ۱۱۰^{V}$ و $I_{23} = ۰/۵^{A}$

$$P_۲ = U_{21} \times I_{21} + U_{22} \times I_{22} + U_{23} \times I_{23}$$

$$P_۲ = ۱۲ \times ۱ + ۲۴ \times ۰/۸ + ۱۱۰ \times ۰/۵$$

$$= ۸۶/۲ VA$$

$$P_{S_1} = \frac{۸۶/۲}{۰/۸۹} = ۹۶/۸۵ \simeq ۹۷$$ ولت آمپر

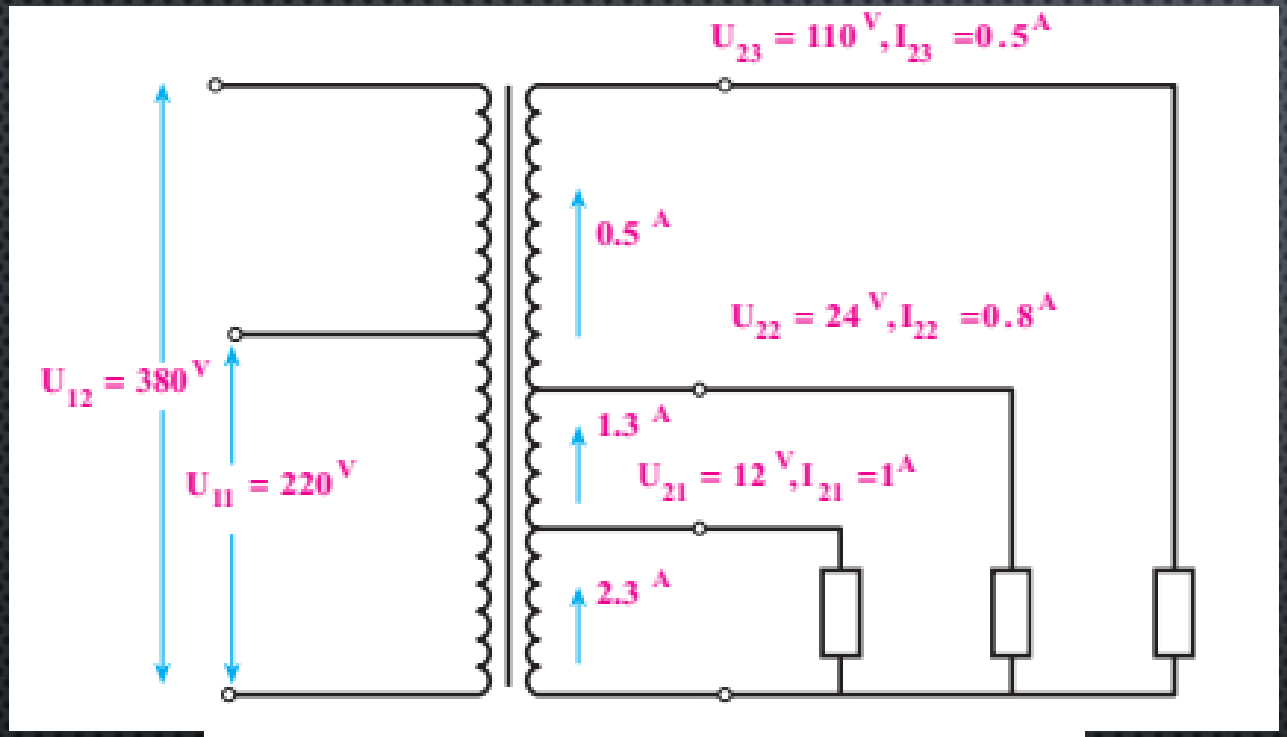


$$S_{Fe} = ۱/۲\sqrt{P_{S_1}} = ۱/۲\sqrt{۹۷} = ۱۱/۸ cm^{۲}$$

سطح مقطع ظاهری هسته برابر است با :

$$S'_{Fe} = \frac{S_{Fe}}{K_{Fe}} = \frac{۱۱/۸}{۰/۹} = ۱۳/۱۱ cm^{۲}$$

ترانسفورماتور با چند سیم پیچ



$$n = \frac{۳۷/۵۴}{S} = \frac{۳۷/۵۴}{۱۱/۸} = ۳/۱۸ \frac{\text{دور}}{\text{ولت}}$$

قدرت ترانس VA	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰
درصد افت ولتاژ ΔU	۲۰	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	۹	۸	۷/۵	۷	۶/۵	۵	۴	۳	۲	۵	۱

$$N_{۲۱} = n \times U_{۲۱}(۱ + \Delta U_{۲}\text{-}) = ۳/۱۸ \times ۱۲ \times (۱ + \frac{۳/۵}{۱۰۰}) \;\&\; ۳۸ \text{ دور}$$

$$N_{۲۲} = n \times U_{۲۲}(۱ + \Delta U_{۲}\text{-})$$

$$N_{۲۲} = ۳/۱۸ \times ۲۴ \times (۱ + \frac{۳/۵}{۱۰۰}) \;\&\; ۷۷ \text{ دور}$$

$$N_{۲۳} = n \times U_{۲۳}(۱ + \Delta U_{۲}\text{-}) = ۳/۱۸ \times ۱۱۰ \times (۱ + \frac{۳/۵}{۱۰۰}) = ۳۶۲ \text{ دور}$$

$$N_{۱۱} = n \times V_{۱۱}(۱ - \%\Delta V_{۱}) = ۳/۱۸ \times ۲۲۰(۱ - ۰/۰۶) = ۶۵۸ \quad \text{دور}$$

$$N_{۱۲} = n \times V_{۱۲}(۱ - \%\Delta V_{۱}) = ۳/۱۸ \times ۳۸۰ \times (۱ - ۰/۰۶) = ۱۱۳۵/۹ \cong ۱۱۳۶$$

ترانسفورماتور با چند سیم پیچ

قدرت VA	۰ـ۵۰	۵۰ـ۱۰۰	۱۰۰ـ۲۰۰	۲۰۰ـ۵۰۰	۵۰۰ـ۱۰۰۰	۱۰۰۰ـ۲۰۰۰	۲۰۰۰ـ۳۰۰۰	۳۰۰۰ـ۴۰۰۰
چگالی جریان $\frac{A}{mm^2}$	۴	۳/۵	۳	۲/۵	۲	۱/۷۵	۱/۵	۱

$$I_{11} \Rightarrow \frac{P_1}{U_{11}} = \frac{۹۷}{۲۲۰} = ۰/۴۴A$$

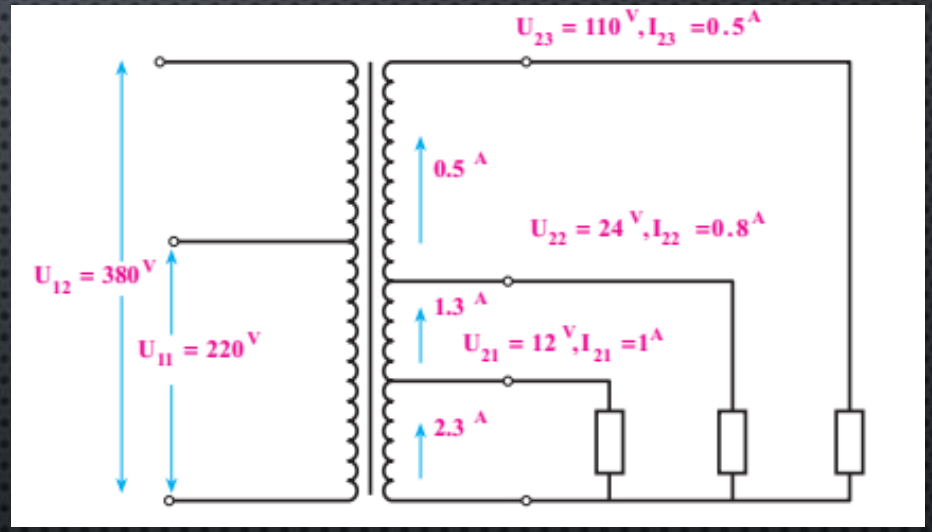
$$I_{12} \Rightarrow \frac{P_1}{U_{12}} = \frac{۹۷}{۳۸۰} = ۰/۲۵A$$

$$d_{11} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I_{11}}{J}} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{۰/۴۴}{۳/۵}}$$

$$= ۰/۴۰mm$$

$$d_{12} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I_{12}}{J}} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{۰/۲۵}{۳/۵}}$$

$$= ۰/۳۰mm$$



$$d_{21} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I_{21} + I_{22} + I_{23}}{J}}$$

$$d_{21} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{۱ + ۰/۸ + ۰/۵}{۳/۵}} = ۰/۹۱mm \rightarrow ۰/۹۰$$

$$d_{22} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I_{22} + I_{23}}{J}}$$

$$d_{22} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{۰/۸ + ۰/۵}{۳/۵}} = ۰/۶۸mm \rightarrow ۰/۷۰$$

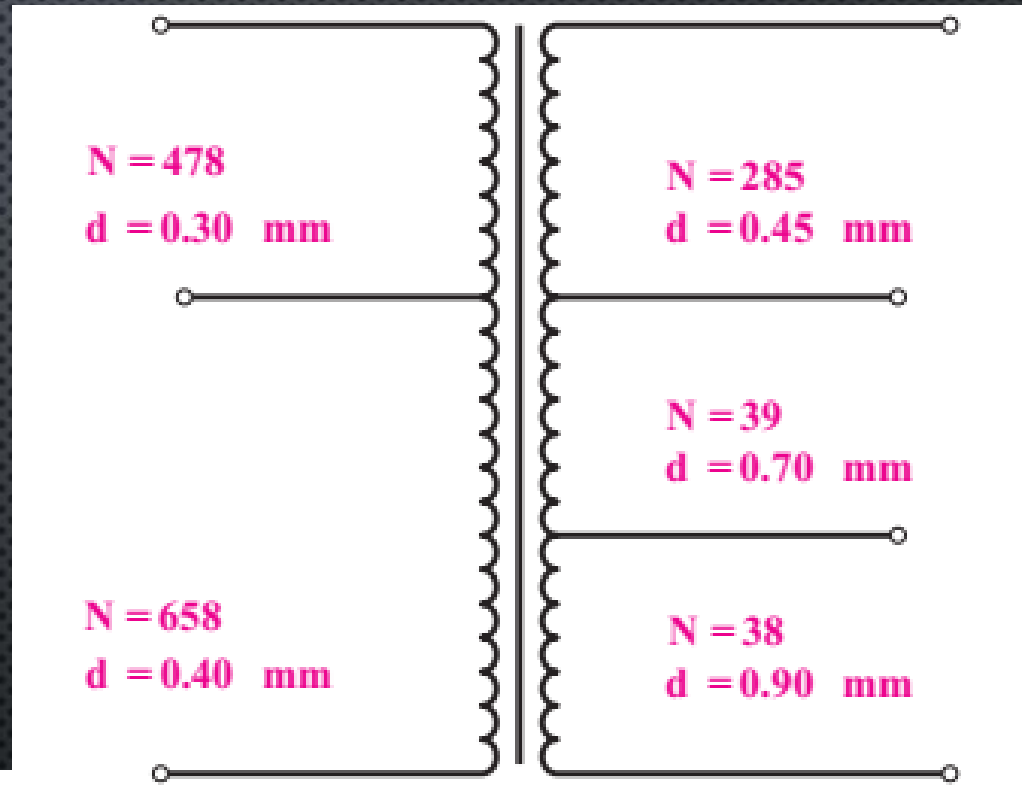
$$d_{23} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I_{23}}{J}}$$

$$d_{23} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{۰/۵}{۳/۵}}$$

از جدول

$$= ۰/۴۳mm \Longrightarrow ۰/۴۵mm \text{ میلی‌متر}$$

ترانسفورماتور با چند سیم پیچ



$$d_{11} = ۰/۴۰ \xrightarrow{\text{از جدول}} ۴۵۰ \frac{\text{دور}}{\text{cm}^2} \Rightarrow$$

$$F_{11} = \frac{۶۵۸}{۴۵۰} = ۱/۴۶\,\text{cm}^2$$

$$d_{12} = ۰/۳۰ \xrightarrow{\text{از جدول}} ۷۷۰ \frac{\text{دور}}{\text{cm}^2} \Rightarrow$$

$$F_{12} = \frac{۴۷۸}{۷۷۰} = ۰/۶۲\,\text{cm}^2$$

$$d_{21} = ۰/۹۰ \xrightarrow{\text{از جدول}} ۱۰۰ \frac{\text{دور}}{\text{cm}^2} \Rightarrow$$

$$F_{21} = \frac{۳۸}{۱۰۰} = ۰/۳۸\,\text{cm}^2$$

$$d_{22} = ۰/۷۰ \xrightarrow{\text{از جدول}} ۱۶۰ \frac{\text{دور}}{\text{cm}^2} \Rightarrow$$

$$F_{22} = \frac{۳۹}{۱۶۰} = ۰/۲۴\,\text{cm}^2$$

$$d_{23} = ۰/۴۵ \xrightarrow{\text{از جدول}} ۳۷۰ \frac{\text{دور}}{\text{cm}^2} \Rightarrow$$

$$F_{23} = \frac{۲۸۵}{۳۷۰} = ۰/۷۷\,\text{cm}^2$$

$$F_T = ۱/۳۵ \times F$$

$$F = F_{11} + F_{12} + F_{21} + F_{22} + F_{23}$$

$$F = ۱/۴۶ + ۰/۶۲ + ۰/۳۸ + ۰/۲۴ + ۰/۷۷$$

$$= ۳/۴۷\,\text{cm}^2$$

$$F_T = ۱/۳۵ \times ۳/۴۷ = ۴/۶۸\,\text{cm}^2$$

با مراجعه به جدول ۶ـ۲ ورق (EI۷۸) که پنجره‌ی آن دارای ابعاد $e = ۳/۹$ و $g = ۱/۳$ سانتی‌متر است، به‌دست می‌آید.

$$g \times e \geq ۴/۶۸$$

$$۳/۹ \times ۱/۳ = ۵/۰۷ > ۴/۶۸\,\text{cm}^2$$

اتوترانسفورماتور

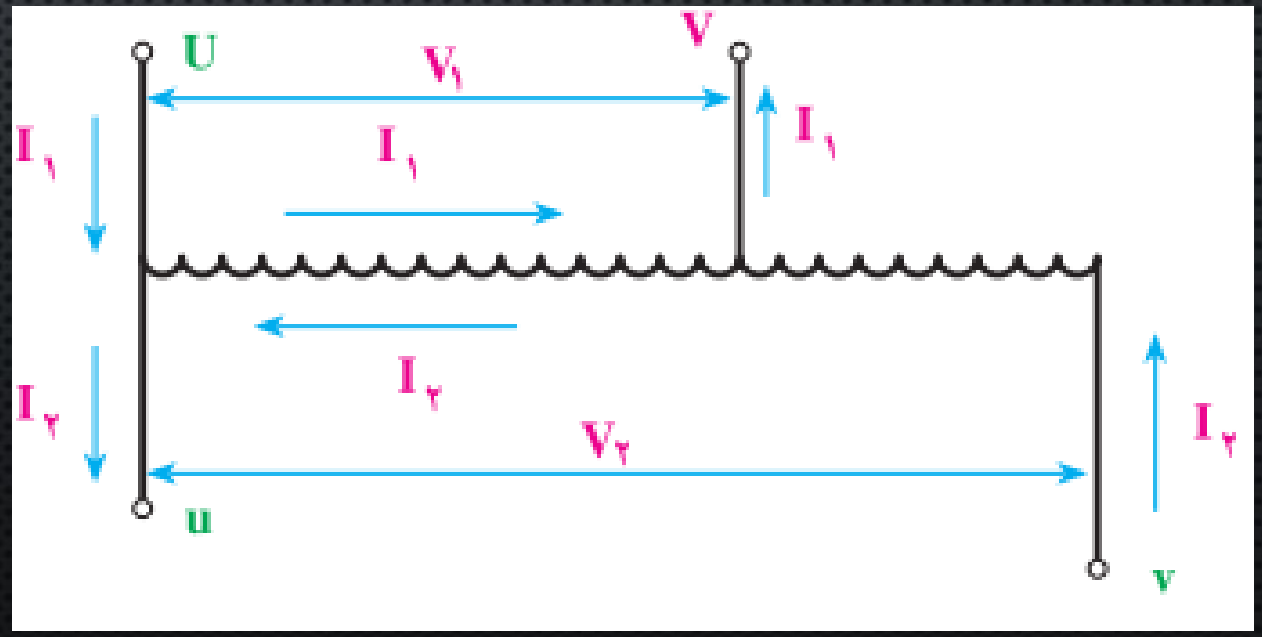
تفاوتها نسبت به محاسبات ترانسفورماتور معمولی:

$$S_{Auto} = V_H I_H = V_L I_L \Rightarrow S_T = \frac{V_H - V_L}{V_H} S_{Auto} \Rightarrow S_{Fe} = 1.2\sqrt{S_T}$$

$$\eta = 100\% \Rightarrow S_1 = S_2$$

$$I_C = I_L - I_H \Rightarrow d_C = 1.13\sqrt{\frac{I_C}{J}}$$

$$\Delta V_{Auto} = \frac{\Delta V}{2}$$



ترانس سه فاز کوچک

تفاوتها نسبت به محاسبات ترانسفورماتور معمولی:

$$S_{Fe} = 1.2\sqrt{S_{ph}}$$

$$n = \begin{cases} \dfrac{37.54}{S_{Fe}} \Leftrightarrow bank \quad transformer \\ \dfrac{33.5}{S_{Fe}} \Leftrightarrow Integrated \ \ transformer \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_1 = nV_{1ph} \\ N_2 = nV_{2ph}(1+\Delta V\%) \end{cases}$$

$$d = 1.13\sqrt{\frac{I_{ph}}{J}}$$