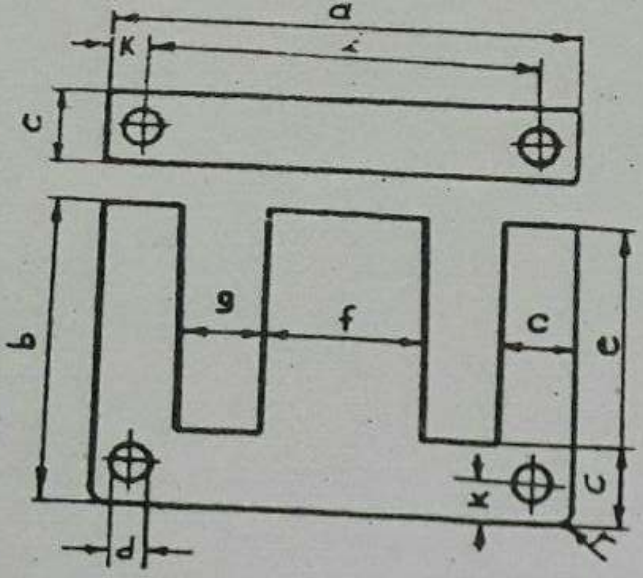
دانشگاه فنی و حرفه ای کشور

آموزشکده فنی امام جعفر صادق (ع)

جزوه آموزشی درس سیم پیچی ۱

گردآورنده: عابدین کریم زاده

۱۳۹۰



EI برحسب mm

b- ضخامت استاندارد ورقه‌ها

l_E- طول متوسط خطوط قوا

s- ضخامت هر ورق

جدول برای ورق‌های ترانسفورماتور با مشخصات $f=2c$ و $g=c$

	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 ۱۰۸	EI ۱۲۰	EI ۱۳۵	EI ۱۵۰
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶	۷۵	۷۸	۸۴	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴	۵۰	۵۲	۵۶	۵۶	۶۴	۷۲	۸۰	۹۰	۱۰۰
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۵۴	۶۰	۶۷/۵	۷۵
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۵	۵۰
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۳۷/۵	۴۱/۷	۴۷/۷	۵۱/۷
i	—	—	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۲/۵	۶۵	۷۰	۷۰	۸۰	۹۰	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	۲۱۶	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۵	۵	۶	۶
s	۰/۱ تا ۰/۵		۰/۳۵ یا ۰/۵													

جدول ۳ ــ ۲ ــ مشخصات سیم‌های لاکی

تعداد دور در هر Cm^2	مقاومت سیم Ω/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

۲ــ تعیین درصد افت ولتاژ با توجه به قدرت ترانسفورماتور

درصد افت ولتاژ ΔU٪	قدرت P_2 [VA]
۲۰	۵
۱۷	۱۰
۱۵	۲۵
۱۲	۵۰
۱۰	۷۵
۹	۱۰۰
۸	۱۵۰
۷/۵	۲۰۰
۷	۳۰۰
۶/۵	۴۰۰
۶	۵۰۰
۵	۷۵۰
۴	۱۰۰۰
۳	۱۵۰۰
۲	۲۰۰۰
۱/۵	۳۰۰۰

k_{Fe} k_{Fe} k_{Fe} (0.93)

که برای ترانس‌های معمولی $k_{Fe}=0.90$ است

۳ محاسبه تعداد دور برای تولید یک ولت (n):

$$n=\frac{37.5}{S_{Fe}}$$

۴ محاسبه تعداد دور:

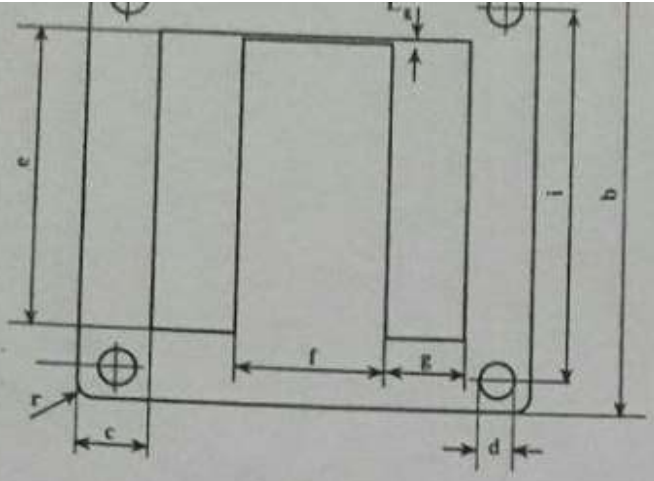
$$N_1 = U_1 n (1-\%\Delta U)$$

$$N_2 = U_2 n (1+\%\Delta U)$$

ΔU افت ولتاژ را می‌توان به نسبت مساوی بین اولیه و ثانویه تقسیم کرد. یا می‌توان ۲۵٪ برای اولیه و ۷۵٪ برای ثانویه در نظر گرفت

لازم به توضیح است که در محاسبات افت ولتاژ برای هر P_2 مشخص یک ΔU مشخص وجود دارد. در صورتی که P_2 بدست آمده در محاسبات یکی از اعداد مشخص نباشد باید از روش زیر مقدار ΔU را بدست آورد.

مثال: برای $P_2=10VA$ ← $\Delta U=\%17$ و برای $P_2=25$ مقدار $\Delta U=\%15$ است. حال اگر محاسبه شده $P_2=20$ باشد مقدار ΔU آن در جدول مشخص نیست لذا با یک روش ساده می‌توان مقدار ΔU برای $P_2=20$ را بدست آورد.



h ــ ضخامت استاندارد ورقه‌ها

L_E ــ طول متوسط خطوط قوا

S ــ ضخامت هر ورق

m ــ مقدار بخ در ورقه‌هایی که گوشه‌ی آن‌ها گرد نباشد (به جای r)

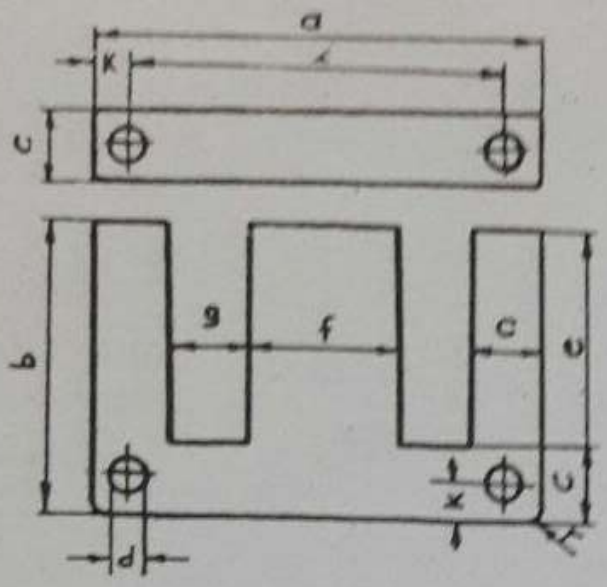
L_ε ــ فاصله هوایی در محل بریدگی

جدول ۷ ــ ۲ ــ اندازه‌ی ورق‌های ترانسفورماتور با قطع M بر حسب mm

	M۲۰	M۳۰a	M۳۰b	M۴۲	M۵۵	M۶۵	M۷۴	M۸۵a	M۸۵b	M۱۰۲a	M۱۰۲b
a	۲۰	۳۰	۳۰	۴۲	۵۵	۶۵	۷۴	۸۵	۸۵	۱۰۲	۱۰۲
b	۲۰	۳۰	۳۰	۴۲	۵۵	۶۵	۷۴	۸۵	۸۵	۱۰۲	۱۰۲
c	۳/۵	۵	۵	۶	۸/۵	۱۰	۱۱/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۷	۱۷
d	۲/۸	۳	۳	۳/۵	۳/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۵/۵	۵/۵
e	۱۳	۲۰	۲۰	۳۰	۳۸	۴۵	۵۱	۵۶	۵۶	۶۸	۶۸
f	۵	۷	۷	۱۲	۱۷	۲۰	۲۳	۲۹	۲۹	۳۴	۳۴
g	۴	۶/۵	۶/۵	۹	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۴	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۷	۱۷
h	۵/۵	۷/۵	۱۱/۳	۱۵/۷	۲۱/۷	۲۷/۵	۳۳/۵	۳۳/۵	۴۶/۵	۳۶/۵	۵۴
i	–	–	–	۳۶	۴۷	۵۶	۶۴	۷۵	۷۵	۹۱	۹۱
k	–	–	–	۳	۴	۴/۵	۵	۵	۵	۵/۵	۵/۵
L_E	۴۷	۷۲	۷۲	۱۰۲	۱۳۱	۱۵۵	۱۷۶	۱۹۷	۱۹۷	۲۳۸	۲۳۸
L_ε	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۱ ــ ۰/۵ ــ ۰/۳		۱ ــ ۰/۵ ــ ۰		۲ ــ ۱ ــ ۰/۵ ــ ۰			
m	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
s	۰/۱۵ تا			۰/۵ تا			۰/۱	۰/۵ تا		۰/۳۵	
r	۱	۲	۲	۲/۵	۳	۳	۳	۵	۵	۵	۵

جدول ۲ ــ ۲ ــ جگالی جریان با توجه به قدرت

قدرت [VA]	جگالی جریان $\frac{A}{mm^2}$
۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۱
۳۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۱/۵
۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰	۱/۷۵
۱۰۰۰ تا ۵۰۰	۲
۵۰۰ تا ۲۰۰	۲/۵
۲۰۰ تا ۱۰۰	۳
۱۰۰ تا ۵۰	۳/۵
۵۰ تا ۰	۴



EI بر حسب mm

یک صفحه استاندارد ورق‌ها

یک طرف متوسط خطوط فولا

یک صفحه هر ورق

جدول برای ورق‌های ترانسفورماتور با مشخصات $f=2c$ و $g=c$

	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 ۱۰۸	EI ۱۲۰	EI ۱۳۵	EI ۱۵۰
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶	۷۵	۷۸	۸۴	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴	۵۰	۵۲	۵۶	۵۶	۶۴	۷۲	۸۰	۹۰	۱۰۰
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۵۴	۶۰	۶۷/۵	۷۵
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۵	۵۰
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۳۸/۵	۴۱/۷	۴۷/۷	۵۱/۷
i	—	—	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۲/۵	۶۵	۷۰	۷۰	۸۰	۹۰	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	۲۱۶	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۵	۵	۶	۶
s	۰/۱ تا ۰/۵			۰/۳۵ یا ۰/۵												

۱۸۰	۰/۰۵۱۲	۳/۱۱	۰/۳۰۴	۰/۷۰	۰/۷۴
۱۶۰	۰/۰۴۵۵	۳/۴۳	۰/۳۸۵	۰/۷۵	۰/۷۹
۱۴۰	۰/۰۳۹۵	۳/۹۵	۰/۴۴۴	۰/۸۰	۰/۸۴
۱۲۰	۰/۰۳۴۸	۴/۴۸	۰/۵۰۴	۰/۸۵	۰/۸۹
۱۱۰	۰/۰۳۰۹	۵/۰۵	۰/۵۶۸	۰/۹۰	۰/۹۴
۱۰۰	۰/۰۲۷۵	۵/۶۶	۰/۶۳۶	۰/۹۵	۰/۹۹
۹۰	۰/۰۲۴۷	۶/۳۱	۰/۷۰۹	۱/۰۰	۱/۰۶
۸۱	۰/۰۲۲۳	۷/۰۰	۰/۷۸۶	۱/۱۰	۱/۱۶
۷۵	۰/۰۱۸۵	۸/۴۶	۰/۹۵۰	۱/۲۰	۱/۲۶
۵۶	۰/۰۱۵۵	۱۰/۰۹	۱/۱۳۱	۱/۳۰	۱/۳۶
۴۸	۰/۰۱۳۲	۱۱/۸	۱/۳۲۷	۱/۴۰	۱/۴۶
۴۰	۰/۰۱۱۴۰	۱۳/۷	۱/۵۳۹	۱/۵۰	۱/۵۶
۳۳	۰/۰۰۹۹	۱۵/۷۵	۱/۷۷۰	۱/۶۰	۱/۶۶
۲۵	۰/۰۰۸۸	۱۷/۹	۲/۰۱۱	۱/۷۰	۱/۷۶
۲۰	۰/۰۰۷۷	۲۰/۲	۲/۲۷۰	۱/۸۰	۱/۸۶
۱۷	۰/۰۰۶۹	۲۲/۶	۲/۵۴۵	۱/۹۰	۱/۹۶
۱۵	۰/۰۰۶۲	۲۵/۲	۲/۸۳۵	۲	۲/۰۷
۱۲	۰/۰۰۵۶	۲۸/۰۰	۳/۱۴۲	۲/۵	۲/۵۷
۷	۰/۰۰۳۶	۴۳/۷	۴/۹۰۸	۳	۳/۰۸
–	۰/۰۰۲۵	۶۲/۹	۷/۰۷۰		

جدول ۶ ــ ۲ ــ برای ورق‌های ترانسفورماتور با مشخصات $g>c$ و $f=2c$

	EI ۹۲a	EI ۹۲b	EI ۱۰۶a	EI ۱۰۶b	EI ۱۳۰a	EI ۱۳۰b	EI ۱۵۰a	EI ۱۵۰b	EI ۱۷۰a							
a	۹۲	۹۲	۱۰۶	۱۰۶	۱۳۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۷۰							
b	۶۲/۵	۶۲/۵	۷۰/۵	۷۰/۵	۸۷/۵	۸۷/۵	۱۰۰	۱۰	۱۱۴							
c	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۷/۵	۱۷/۵	۲۰	۲۰	۲۸							
d	۴/۵	۴/۵	۵/۵	۵/۵	۶/۸	۶/۸	۷/۸	۷/۸								
e	۵۱	۵۱	۵۶	۵۶	۷۰	۷۰	۸۰	۸۰	۸۵							
f	۲۳	۲۳	۲۹	۲۹	۳۵	۳۵	۴۰	۴۰	۵۷							
g	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۳۰	۳۰	۳۵	۳۵	۲۸/۵							
h	۲۴/۵	۳۳/۵	۳۳/۵	۴۶/۵	۳۷/۷	۴۷/۷	۴۱/۷	۵۱/۷								
i	۸۲	۸۲	۹۴	۹۴	۱۱۵	۱۱۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۴۲							
k	۵	۵	۶	۶	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۱۴							
L_E	۱۹۴	۱۹۴	۲۱۸	۲۱۸	۲۷۰	۲۷۰	۳۱۰	۳۱۰								
					۶	۶	۶	۶	۶							

$F_2 = \frac{N_2}{160}$

فشار ی مورد نیاز کل (نامی F_T) :

$F_T = F_1 + F_2$

فشار مورد نیاز تا خالص کل (F'_T) :

$F'_T = F_T (1.2 \text{ تا } 1.35)$

---

۱ هسته مورد نیاز : با استفاده جداول ضربه هسته ها از روی مشخصات e و g می توان نوع هسته را بدست آورد.

$e \times g \geq F'_T$

تکلیف گروه ۱ : در مورد نحوه ساخت ترانس جوش تحقیق نموده و مقدمات ساخت آنرا کل گروه آماده کنند (گروه ۱۵ و ۲۰)
با جریانهای نقطه جوش 10A - 20A - 30A و 50A (کار عملی تا پایان سال)

تکلیف گروه ۲ (۱۵ و ۱۶) : یک ترانس جوش با تغییر دور و آمپر غیر ثابت که با چرخاندن لنگر تعدادی پیچ آمپر اضافه شود (کار عملی تا پایان سال - ۲)

ص ع

بخش اول

ترانس

پیچی

گردآورنده: کریم زاده

درس سیم پیچی ۱

یادآوری ها:

۱- تعریف ترانسفورماتور: مبدل ولتاژ یک سطحی به سطح دیگر

۲- انواع نگاه کلی: ولتاژ - جریان ÷ کاربری [کاهنده - افزاینده]

۳- اندازه: کوچک - متوسط - بزرگ

۴- اجزا آن: الف) هسته: از جنس ورق مخصوص آهن سیلیسیدار - دارای عایق ورنی اکسید - فسفات یا سلیکات به ضخامت عایق ۳ تا ۲۰ میکرون

ضخامت ورق های هسته، ۰٫۳۵ تا ۰٫۵۰ میلی متر

دارای اشکال: EI - M - UI - L ...

ب: سیم پیچ ها: اولیه - ثانویه + بصورت لایه لایه پیچیده شود - در صورت ولتاژ هر لایه به لایه بعدی ۲۴ ولت با ضخامت عایق بین دو لایه کاغذ است

حجم کلی جریان سیم پیچ ها بین ۱ تا ۴ است

ج: قرقره ها: از جنس کاغذ - چوب یا فیبر استخوانی - پلاستیک

جهت نگهداری سیم پیچ ها استفاده می شود

خلاصه فرمول های مورد نیاز جهت محاسبات

محاسبات:

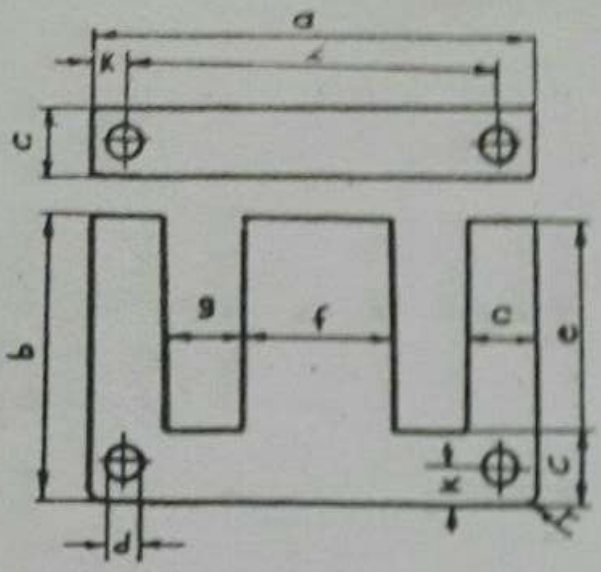
۱- محاسبه سطح مقطع هسته خالص: (S_{Fe}) : $S_{Fe} = k_1 \sqrt{P_1}$ .cm²

مقدار $k_1 = 1.2$ سنگی به جنس هسته بین ۰٫۸ تا ۱٫۱ است (ترانس های معمولی)

$P_{S_2} = U_2 \cdot I_2 \rightarrow P_{S_1} = \frac{P_{S_2}}{\eta} \rightarrow 0.75 < \eta < 0.95$

P_{25} تا P_{3500}

راندمان



EI بر حسب mm

b: ضخامت ابتدا و انتهای ورق‌ها

l_E: طول متوسط خطوط قوا

e: ضخامت هر ورق

جدول برای ورق‌های ترانسفورماتور با مشخصات $f = 2c$ و $g = c$

	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 ۱۰۸	EI ۱۲۰	EI ۱۳۵	EI ۱۵۰
a	۳۰	۳۶	۴۲	۴۸	۵۴	۶۰	۶۶	۷۵	۷۸	۸۴	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰
b	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۴	۵۰	۵۲	۵۶	۵۶	۶۴	۷۲	۸۰	۹۰	۱۰۰
c	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۵۴	۶۰	۶۷/۵	۷۵
f	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۵	۵۰
g	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲/۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۸	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	۳۷/۵	۴۱/۷	۴۷/۷	۵۱/۷
i	—	—	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۲/۵	۶۵	۷۰	۷۰	۸۰	۹۰	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	۲۱۶	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰
r	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۵	۵	۶	۶
e	۰/۱ تا ۰/۵			۰/۵ یا ۰/۳۵												

۵ جداول

الف) $P_2/\Delta\%$

$P_{[VA]}$	5	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000
$\%\Delta u$	20	17	15	12	10	9	8	7.5	7	6.5	6	5	4

$P_{[VA]}$	1500	2000	3000
$\%\Delta u$	3	2	1.5

دنباله جدول

با یک نگاه اجمالی میتوان دریافت که با افزایش توان، افت ولتاژ در یک حوزه ثابت است

ب) P_2/J

$P_{[VA]}$	0 تا 50	50 تا 100	100 – 200	200 – 500	500 تا 1000
J	4	3.5	3	2.5	2

دنباله جدول P/J

$P_{[VA]}$	1000 – 2000	2000 – 3000	3000 – 4000
J	1.75	1.5	1

۶ محاسبه قطر سیم ها: برای سیم پیچ اولیه (d_1, d_2)

$$d_1 = 1.13\sqrt{\frac{I_1}{J}}$$

$$d_2 = 1.13\sqrt{\frac{I_2}{J}}$$

یا

$$d_1 = 1.13\sqrt{A_1}, \quad A = \frac{I}{J}$$

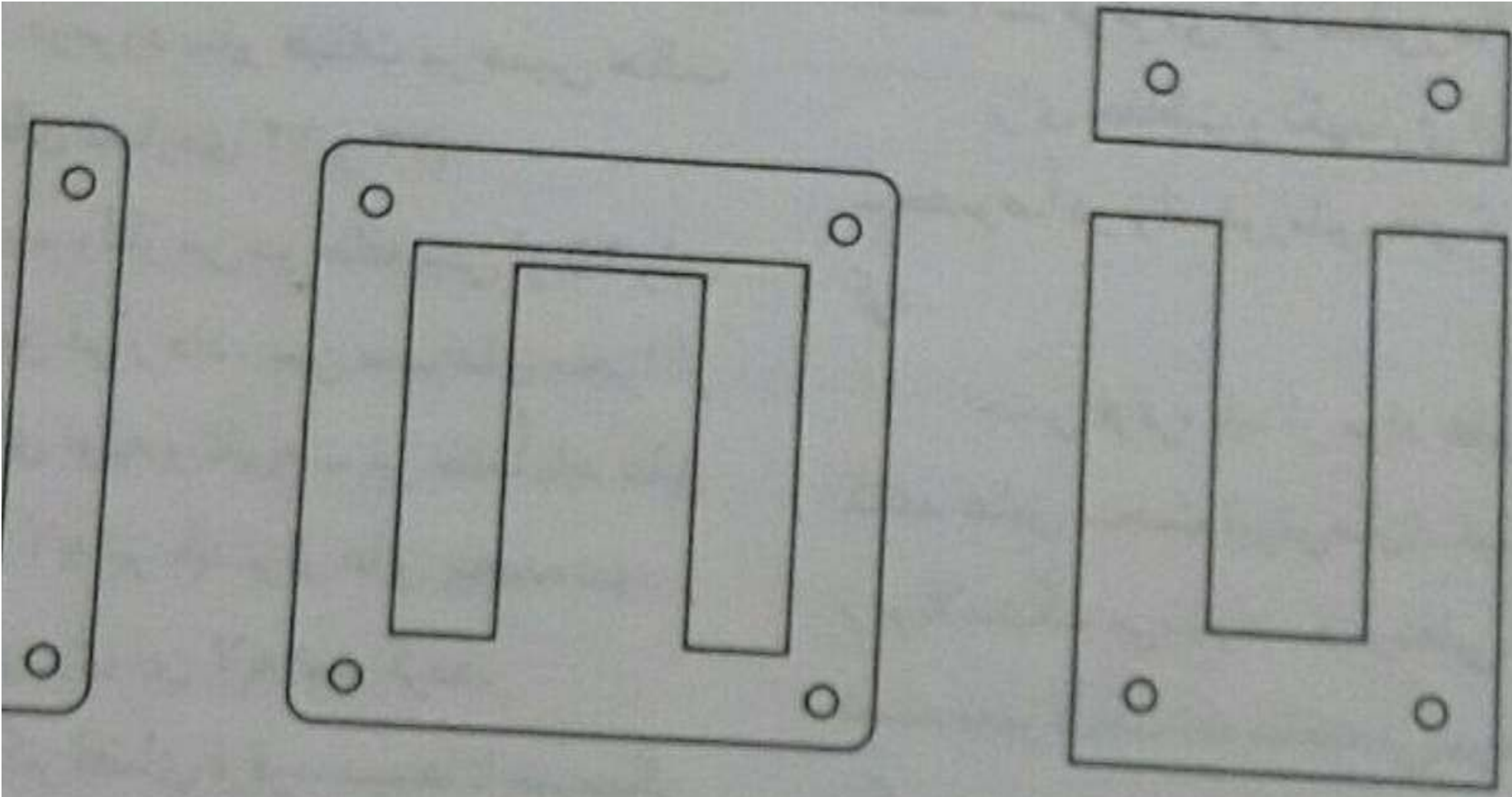
$$d_2 = 1.13\sqrt{A_2}$$

۷ محاسبه مساحت مورد نیاز: برای پیچش سیم پیچ ها:

الف) برای اولیه $\leftarrow F_1$

if $d_1 \rightarrow 0.20 \rightarrow$ براساس جدول ضمیمه $1650\ cm^2$ دوردر

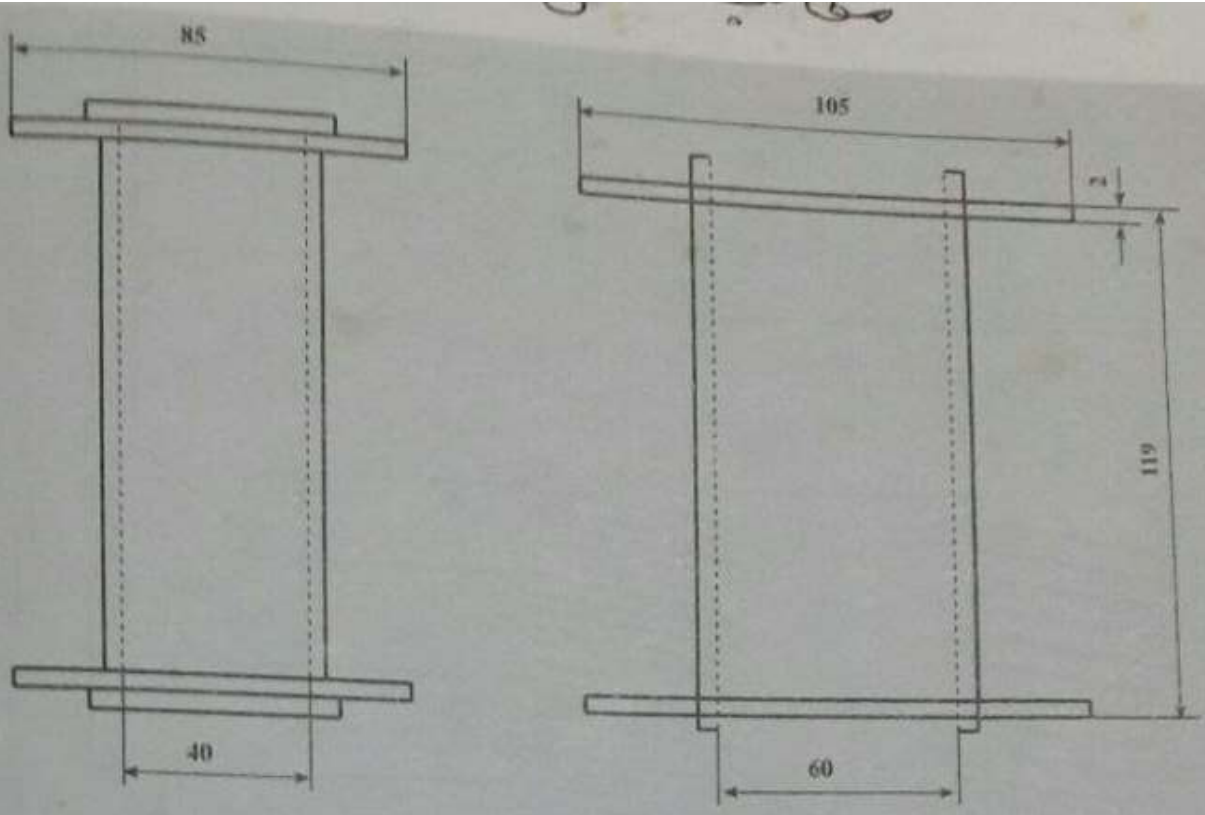
$$F_1 = \frac{N_1}{1650}$$



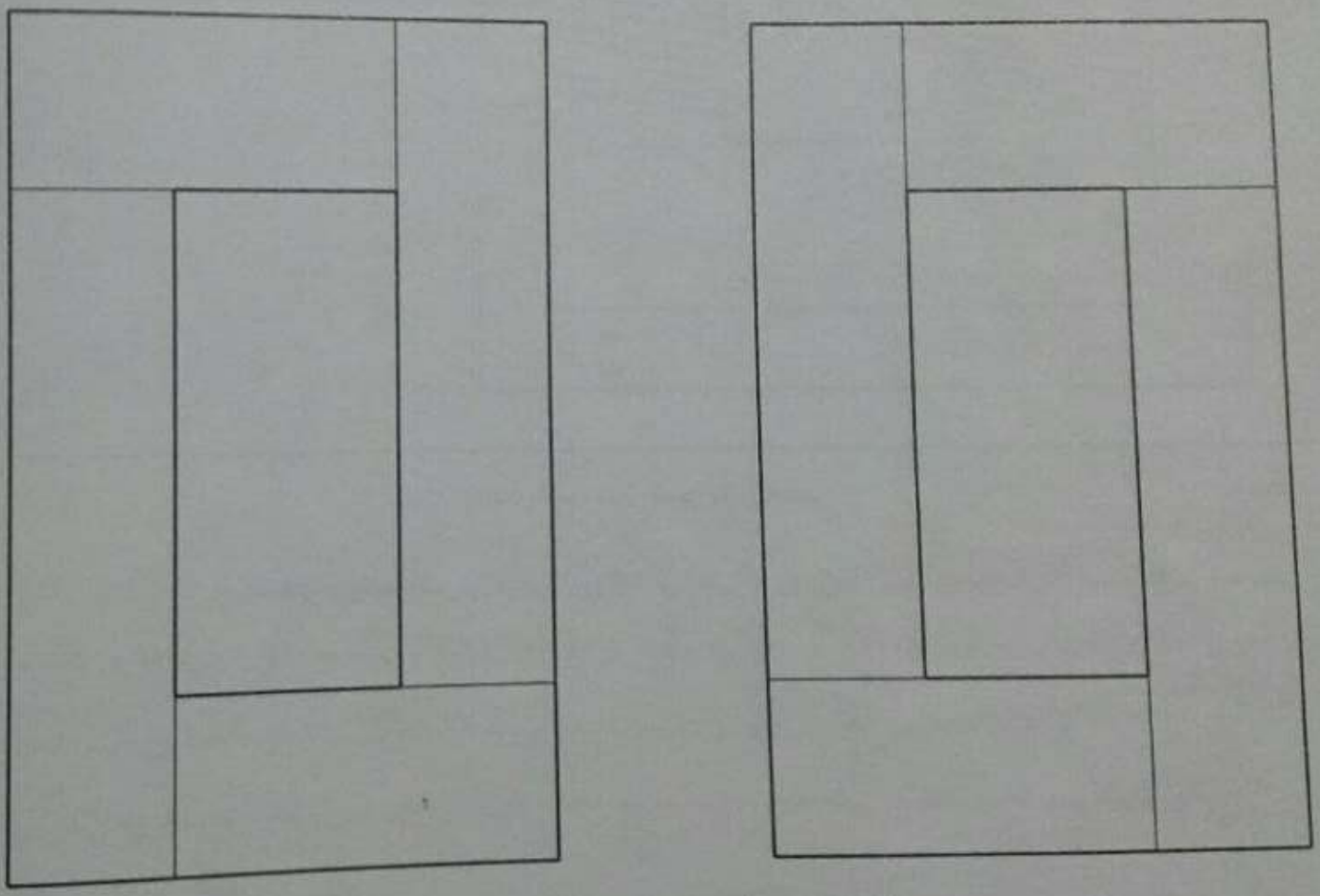
ورق نوع M

ورق نوع UI

شکل ۱ـ۱ ـ انواع ورق‌های دینامو بلش

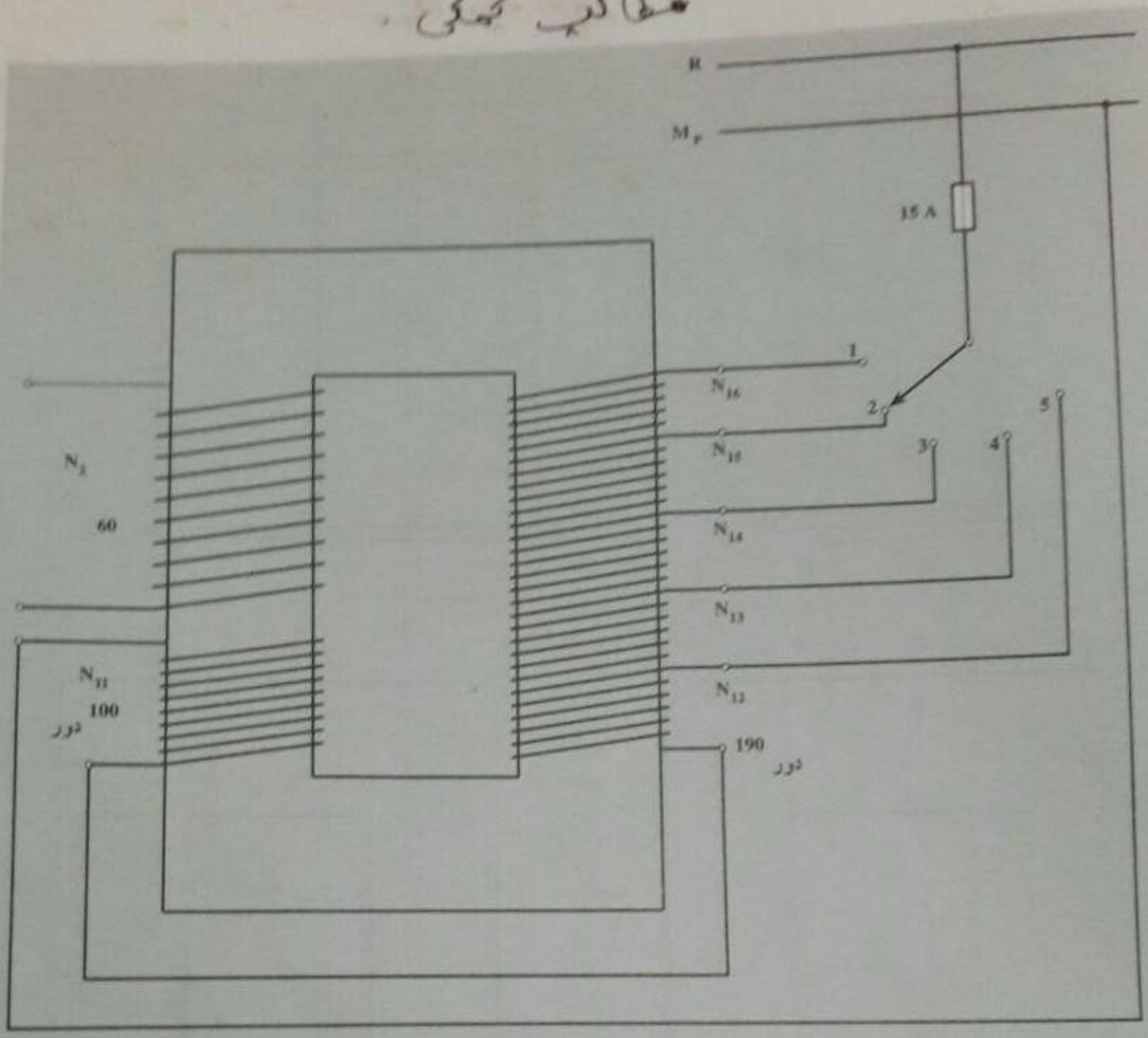


شکل ۶ــ۵ــ دو نمای قرقره



شکل ۷ــ۵ــ طریقه‌ی چیدن ورقه‌های دینامویلش

در هنگام سیم‌پیچی، باید تمام نکات ایمنی را رعایت کرد و بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه و همه‌ی طبقات سیم‌پیچی حتماً عایق قرارداد. پس از جازدن ورقه‌ها در داخل قرقره نیز باید بین دو قرقره، عایق قرار دهیم. برای محکم‌کردن ورقه‌های دینامویلش در داخل قرقره و جلوگیری از پاشیدگی آن‌ها، می‌توان از بست ــ که طراحی آن



شکل ۵ــ۵ــ ترانسفورماتور متغیر

اندازه‌ی ورقه‌های دینامویلش و قرقره: ورقه‌های آهن که دراین ترانسفورماتور از آن استفاده می‌شود، به‌شکل مستطیل و در دو اندازه‌ی ۱۶۰×۴۰ و ۹۰×۴۰ میلی‌متر است تا با کنار هم قراردادن آن‌ها، یک مدار بسته ایجاد شود. سطح آهن موردنیاز ۲۴۰۰ میلی‌متر مربع است و بنابراین، ارتفاع ورقه‌ها برابر با $h = \frac{۲۴۰۰}{۴۰} = ۶۰$ میلی‌متر خواهد شد. بنابراین، در قرقره‌ای که ساخته می‌شود، باید ورقه‌هایی به پهنای ۴۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر، جای گیرد.

در شکل ۶ــ ۵ دو نمای قرقره نشان داده شده است. طراحی هریک از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی قرقره، به‌عهده‌ی شما هنرجویان عزیز است.

اگر در این ترانسفورماتور از ورقه‌های دینامو به ضخامت ۰/۳۵ میلی‌متر استفاده کنیم، تعداد ورقه‌های موردنیاز برای هر بازو ۱۷۷ = ۰/۳۵ ــ ۶۰ قطعه است. چون هر دو بازوی روبه‌رو مشابه یک دیگرند، در مجموع تعداد ۳۵۴ قطعه به هریک از اندازه‌های ذکرشده، موردنیاز است. طریقه‌ی چیدن و قراردادن ورقه‌ها در داخل

می‌شود.

مشخصات و نتایج محاسبه برای ساختن یک ترانسفورماتور کوچک جوشکاری با جریان حداکثر ۱۲۰ آمپر در زیر آمده است. برای این‌که شما هنرجویان نیز بتوانید با حداقل وسایل این ترانسفورماتور را بسازید. تغییرات جریان ثانویه را به‌وسیله‌ی تغییر دادن تعداد دور سیم‌پیچ اولیه در پنج مرحله درنظر گرفته‌ایم.

مشخصات خارجی ترانسفورماتور

ولتاژ اولیه ۲۲۰ ولت

قدرت ترانسفورماتور ۳/۲ کیلوولت‌آمپر

کسینوس فی ۰/۵

جریان ثانویه ۴۰/۱۳۰A

اختلاف سطح بی‌باری ۶۰V

اختلاف سطح در هنگام جوشکاری ۲۴V

جریان نامی فیوز اولیه ۱۵A

سطح مقطع کابل اتصال به شبکه : ۱/۵ میلی‌متر مربع

سطح مقطع کابل اتصال ثانویه به الکترود و قطعه کار : ۱۶ میلی‌متر مربع

قطر الکترودهای جوشکاری : ۳/۲۵ـ ۲/۵ـ۲ـ ۱/۵ میلی‌متر

وزن تقریبی : ۱۷ کیلوگرم

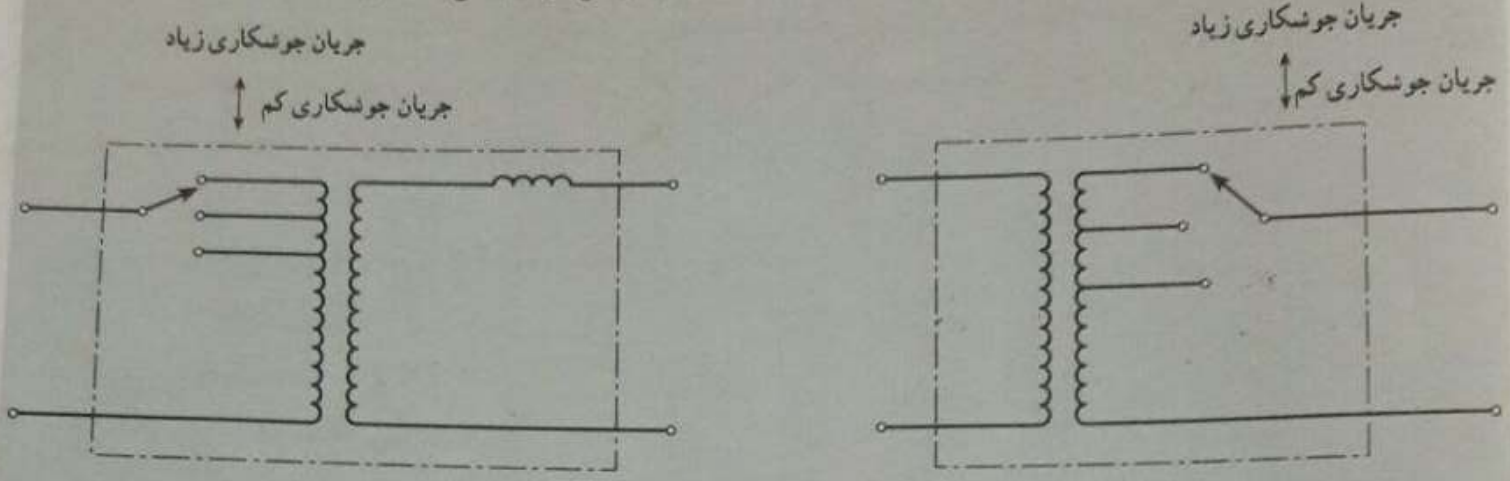
مشخصات سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه

قطر سیم اولیه	$d_1 = ۱/۹ mm$
تعداد دور کل اولیه	$N_1 = ۴۲۵$ دور
طول سیم لاکی لازم برای اولیه	$I_1 = ۱۰۰ m$
قطر سیم ثانویه	$d_2 = ۴ mm$
تعداد دور ثانویه	$N_2 = ۶۸$ دور
طول سیم لاکی لازم برای ثانویه	$I_2 = ۲۲ m$

سیم‌پیچ اولیه از شش سیم‌پیچ با تعداد دورهای $N_{11} = ۱۰۰$ و $N_{12} = ۱۹۰$ و $N_{13} = ۱۵$ و $N_{14} = ۲۵$ و $N_{15} = ۳۵$ و $N_{16} = ۶۰$ که مجموع آن‌ها $N_1 = ۴۲۵$ دور می‌شود، تشکیل شده است.

سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه باید بر روی دو قرقره پیچیده شوند. بر روی یک قرقره قسمتی از سیم‌پیچ اولیه $N_{11} = ۱۰۰$ دور و سیم‌پیچ ثانویه پیچیده شده و بر روی قرقره‌ی دوم نیز سایر سیم‌پیچ‌های مربوط به اولیه پیچیده می‌شوند. بنابراین، در روی یک قرقره باید ۳۲۵ = ۱۰۰ − ۴۲۵ دور از سیم $d_1 = ۱/۹ mm$ پیچیده شده و به‌ترتیب در دورهای اول و ۱۹۰ و ۲۰۵ و ۲۳۰ و ۲۶۵ و ۳۲۵، یک سر از قرقره خارج شود. چگونگی خارج‌شدن سرها و سیم‌پیچ‌هایی که باید بر روی هریک از دو قرقره پیچیده شوند، در شکل ۵ ـ ۵ نشان داده شده است.

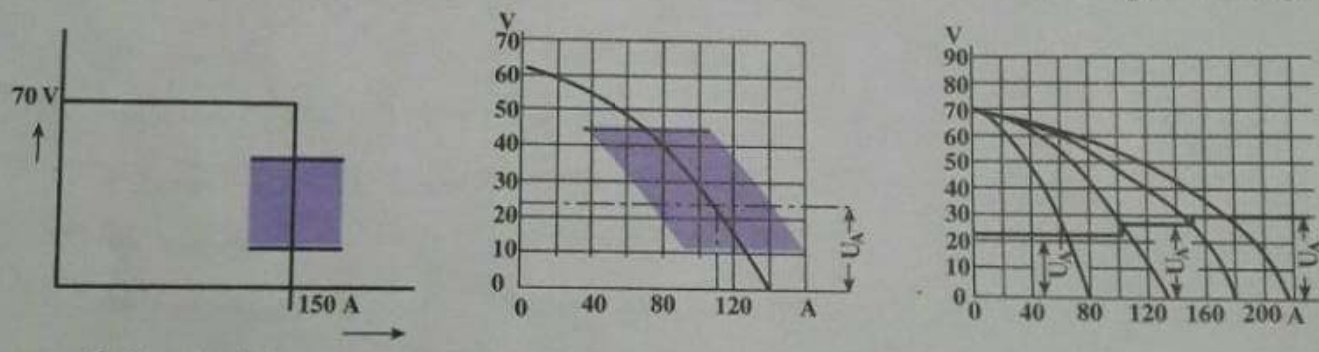
همان‌طور که می‌دانیم برای جوشکاری قطعات مختلف باید جریان جوشکاری قابل‌تنظیم باشند. برای مثال، جهت افزایش آن باید ولتاژ ثانویه را افزایش داد. این عمل با کاهش تعداد دور سیم‌پیچ اولیه توسط یک کلید پله‌ای یا افزایش تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه ازطریق تغییر اتصال آن امکان‌پذیر می‌شود (شکل ۳ــ ۵).



شکل ۳ــ۵ــ دو نوع ترانسفورماتور جوش متغیر

در این روش، نسبت تبدیل ترانسفورماتور تغییر می‌کند؛ بنابراین، ولتاژ بی‌باری آن نیز تغییر خواهد کرد.

برای این‌که با تغییر جریان جوشکاری، ولتاژ حالت بی‌باری تغییر نکند، می‌توان نسبت تبدیل ترانسفورماتور را تغییر نداد و در عوض، با ایجاد افت ولتاژ در ثانویه، ولتاژ خروجی را در حالت کار پایین آورد. بنابراین، در ولتاژ بی‌باری ثابت با زیاد کردن افت ولتاژ، جریان جوشکاری کاهش می‌یابد و با کم‌کردن آن، جریان جوشکاری افزایش می‌یابد. (منحنی ۱ــ ۵).



منحنی ۱ــ۵ــ ترانسفورماتورهای مختلف

خطوط قوای پراکندگی قابل تنظیم

الف

افت ولتاژ را می‌توان با تغییر مقاومت داخلی ترانسفورماتور جوشکاری به وسیله‌ی یک سلف قابل‌تنظیم یا یوغ ــ که مقدار پراکندگی را تغییر می‌دهد ــ به‌دست آورد. در شکل‌های ۴ــ ۵ دو روش عمل تغییرفوران پراکندگی و تغییر سلف نشان داده شده است.

در ترانسفورماتورهای جوشکاری با قدرت کم، اغلب تغییر افت ولتاژ با چرخاندن یک دستگیره و در ترانسفورماتورهای با قدرت متوسط و زیاد با استفاده از سیستم‌های دیگری مانند به‌کار بردن جریان مستقیم و غیره انجام گیرد.

ب

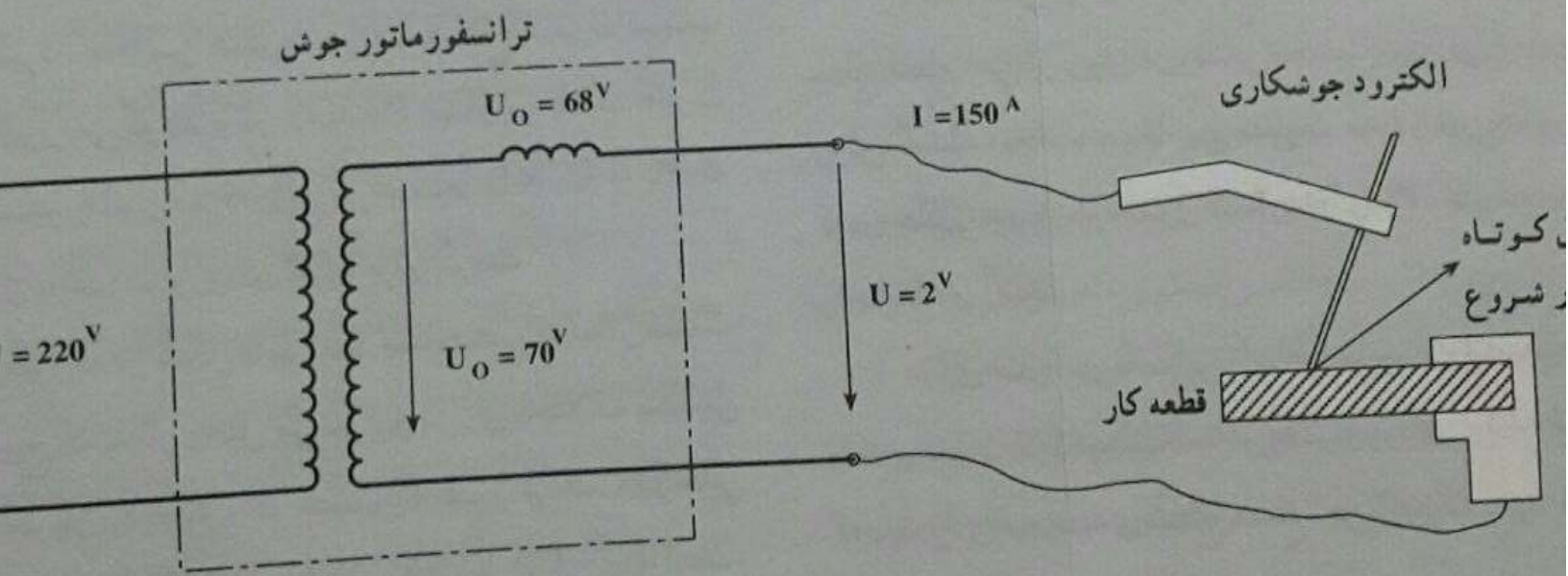
مطالب کمکی جهت تکمیل تمرین و پروژ

۱۰ نمره

یکی از روش‌های جوشکاری فلزات، استفاده از حرارتی است که توسط قوس الکتریکی ایجاد می‌ش
برای تشکیل قوس الکتریکی می‌توان از ترانسفورماتور استفاده کرد.

ترانسفورماتورهایی که در جوشکاری از آن‌ها استفاده می‌شود، باید علاوه‌بر داشتن خصوصیات
ترانسفورماتور معمولی، سیستمی برای تغییر جریان ثانویه و هم‌چنین کاهش ولتاژ کار داشته باشند. بنابراین، علا
مطالب گفته‌شده در مورد ساخت ترانسفورماتورها، لازم است به نکات زیر نیز توجه کنیم.

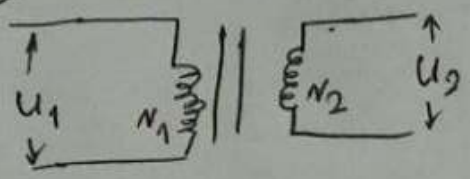
ولتاژ ترانسفورماتور جوشکاری در حالت بی‌باری نباید از ۷۰ ولت بیش‌تر باشد. پس از ایجاد ق
الکتریکی، این ولتاژ باید تنزل کند. به‌طوری که حداکثر مقدار آن ۳۰ ولت باشد. مدار ثانویه‌ی ترانسفورماتور
جوشکاری، در هنگام تولید جرقه برای ایجاد قوس الکتریکی به‌صورت اتصال کوتاه درمی‌آید. برای این
ترانسفورماتور در این حالت صدمه نبیند، باید یک سلف را با مدار ثانویه به‌صورت سری قرار داد (شکل ۲ــ۵
این‌که از ترانسفورماتورهایی با پراکندگی زیاد استفاده کرد. به همین جهت، ضریب قدرت ترانسفورماتورها
جوشکاری پایین است و برای بالابردن آن باید از خازن استفاده کرد.



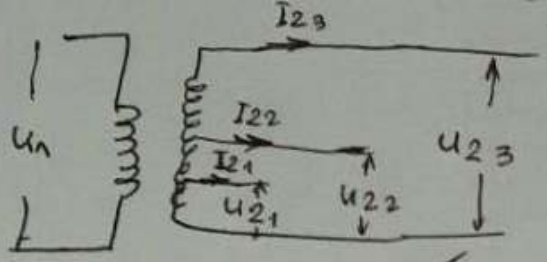
شکل ۲ــ۵ــ ترانسفورماتور جوشکاری در حین کار

جلسه دوم

در جلسه قبل در مورد محاسبات و تعاریف گفته شد که مربوط به ترانسفورماتورهای یک ورودی و یک خروجی است



حال اگر ترانسی نیاز باشد که یک ورودی و چند خروجی داشته باشد، حتماً باید به روش زیر انجام شود



البته باید خاطر داشت که این نوع ترانس ها دو گونه هستند. یکی استفاده از خروجی ها بطور همزمان، که مسیار کاربردی است و نوع دیگر استفاده از خروجی بصورت غیر همزمان

1 بدست آوردن توان کل خروجی (P_{T_2}):

$$P_{21} = U_{21} \cdot I_{21}$$

$$P_{22} = U_{22} \cdot I_{22} \Rightarrow P_{2T} = P_{21} + P_{22} + P_{23}$$

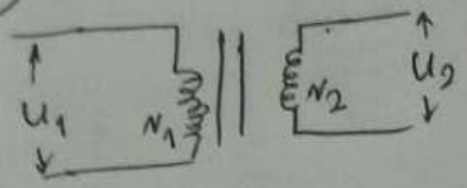
$$P_{23} = U_{23} \cdot I_{23}$$

در محاسبه تعداد دور در سیم پیچ ثانویه باید دقت نمود که تعداد دور N_{22} و N_{23} از تعداد دورهای قبلی خود باید کاهش یابد بطور مثال اگر $N_{21}=25$ دور است آنرا $N_{22}=40$ و $N_{23}=60$ دور محاسبه گردد در آن صورت بعنوان مثال تعداد دور N_{22} و N_{23} بصورت زیر است

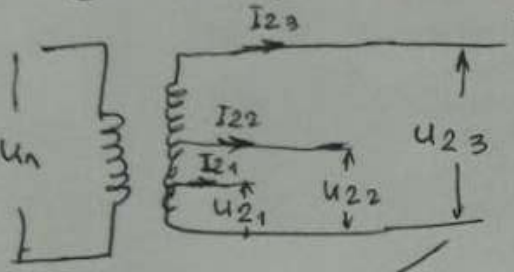
$$N_{23} = 60-40 = 20$$

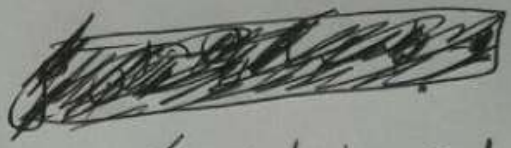
جلسه دوم درس سیم پیچی ۱

در جلسه قبل در مورد محاسبات و تعاریف گفته شد که در مورد ترانسفورماتورهای یک ورودی و یک خروجی است



حال اگر ترانسی نیاز باشد که یک ورودی و چند خروجی داشته باشد چه باید کرد زیرا انجام شود





البته باید خاطر داشت که این نوع ترانس ها دوگونه هستند، یکی استفاده از خروجی ها بطور همزمان، که بسیار کاربردی است و نوع دیگر استفاده از خروجی بصورت جداگانه

1 بدست آوردن توان کل خروجی (P_{T_2}):

$$P_{21} = U_{21} \cdot I_{21}$$

$$P_{22} = U_{22} \cdot I_{22} \Rightarrow P_{2T} = P_{21} + P_{22} + P_{23}$$

$$P_{23} = U_{23} \cdot I_{23}$$

2 در محاسبه تعداد دور در سیم پیچ ثانویه باید دقت نمود که تعداد دور N_{22} و N_{23} از تعداد دورهای قبلی خود باید کاهش یابد بطور مثال اگر $N_{21}=25$ دور است آنگاه $N_{22}=40$ و $N_{23}=60$ دور محاسبه گردد در زمان پیچش تعداد دور N_{22} و N_{23} بصورت زیر است

$N_{22} = 40 - 25 = 15$ دور $\quad N_{23} = 60 - 40 = 20$

طبقه سوم

ضریب بهره ۸۹٪ در نظر گرفته

/89

$$\frac{P_2}{\eta} = \frac{86.2}{0.89} = 96.85 = 97$$

$P_{s_2} = P_2$

$$= K\sqrt{P_1} = 1.2\sqrt{97} = 11.8 \quad S'_{Fe} = \frac{S_{Fe}}{K'_{Fe}} = \frac{11.8}{0.9} = 13.11$$

$$= \frac{37.54}{s} = \frac{37.54}{11}$$

$= u_{11} \cdot n(1-\Delta u\%)$

$= u_{12} \cdot n(1-\Delta u\%)$

P_2	75	86	100
$\Delta u\%$	10	?	9

P_2 — Δu

75 — 10

86 — ?

100 — 9

100 − 75 = 25

10 − 9 = 1

100 − 86 = 14

25 — 1

14 — x

$$\rightarrow \frac{14 \times 1}{25} = 0.56$$

۵ محاسبه قطر سیم ها : در محاسبه قطر سیم باید دقت نمود که چون ترانس برای حالت استفاده همزمان طراحی شده است پس از سیم پیچ N_{21} جریانهای I_{21} ، I_{22} ، I_{23} عبور خواهد کرد و سپس در قطر سیم تاثیر خواهد گذاشت ، همچنین برای N_{22} نیز جریان I_{22} ، I_{23} عبور خواهد نمود لذا خواهیم داشت

$$d_{21} = 1.13 \sqrt{\frac{I_{21}+I_{22}+I_{23}}{J}} \quad , \quad d_{22} = 1.13 \sqrt{\frac{I_{22}+I_{23}}{J}}$$

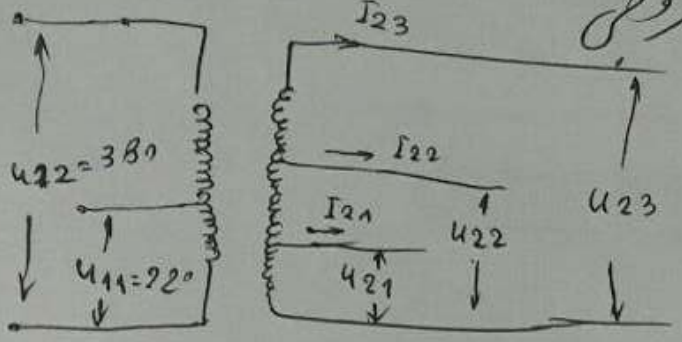
$$d_{23} = 1.13 \sqrt{\frac{I_{23}}{J}}$$

۶ برای محاسبه فضای مورد نیاز در شکاف ها نیز باید ابتدا F_{21} ، F_{22} ، F_{23} را محاسبه و سپس مجموع آنها F_{T_2} را بدست آورد

$$F_{T_2} = F_{21} + F_{22} + F_{23}$$

جلسه سوم درس سیم پیچ ۱ — آموزشکده فنی صدا

ترانسفورماتور با دو ورودی و چند خروجی



یادآوری می‌شود که در این نوع ترانس‌ها در ورودی فقط از یک ولتاژ می‌توان در یک زمان استفاده کرد ولی محاسبات و بارامترهای مایه برای ولتاژ بیشتر در نظر گرفته می‌شود

بقیه مراحل محاسبات مانند ترانس با یک ورودی و چند خروجی است

مثال: سیم پیچ ترانسی با دو ولتاژ ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت با فرکانس ۵۰ هرتز تغذیه می‌شود و ثانویه این ترانس باید دارای خروجی با ولتاژهای ۱۲ و ۲۴ و ۱۱۰ ولت با جریان‌های به ترتیب ۱A - ۸/۱A و ۵/۰A باشد. این ترانس به روش بار استفاده همزمان در نظر گرفته شده محاسبات آن را انجام دهید

۱-

$U_{11} = 220\ V$ ، $U_{12} = 380\ V$

$U_{21} = 12\ V$ ، $I_{21} = 1A$ ، $U_{22} = 12$ ، $I_{21} = 0.8A$ و $U_{23} = 110\ V$ و $I_{23} = 0.5A$

۲-

$$P_2 = U_{21} \times I_{21} + U_{22} \times I_{22} + U_{23} \times I_{23}$$

$$P_2 = 12 \times 1 + 24 \times 0.8 + 110 \times 0.5 = 86.2\ VA$$

با توجه به گفته‌ها قبل ضریب بهره برای ترانس‌های با قدرت 125 VA تا 200 VA بین ۸۰٪ تا ۹۰٪ است

3 محاسبه قطر سیم ها : در محاسبه قطر سیم باید دقت نمود که جریان برای حالت استفاده همزمان طراحی شده است پس از سیم پیچ N_{21} جریان های I_{21} ، I_{22} ، I_{23} عبور خواهد کرد سیم در قطر سیم تاثیر خواهد گذاشت ، همچنین برای N_{22} نیز جریان I_{22} ، I_{23} عبور خواهد نمود لذا خواهیم داشت

$$d_{21} = 1.13\sqrt{\frac{I_{21}+I_{22}+I_{23}}{J}} \quad , \quad d_{22} = 1.13\sqrt{\frac{I_{22}+I_{23}}{J}}$$

$$d_{23} = 1.13\sqrt{\frac{I_{23}}{J}}$$

4 برای محاسبه فضای مورد نیاز در قرقره ها نیز باید ابتدا F_{21} ، F_{22} و F_{23} محاسبه و از مجموع آنها F_{T2} بدست آورد

$$F_{T2} = F_{21} + F_{22} + F_{23}$$

طبقه سوم سمت چپ ↑

برای $N_{21} = 64$ دور، برای $N_{22} = 129 - 64$ و $N_{23} = 588 - 129$ دور باقی می‌ماند.

$I_{11} = \frac{P_1}{u_{11}} = \frac{97}{220} = 0.44$ A ✓5

برای $I_{12} = \frac{P_1}{u_{21}} = \frac{97}{380} = 0.25$

$d_{11} = 1.13\sqrt{\frac{I_{11}}{j}} = 1.13\sqrt{\frac{0.44}{3.5}} = 0.4$ mm $d_{12} = 1.13\sqrt{\frac{I_{12}}{j}} = 1.13\sqrt{\frac{0.25}{3.5}} = 0.30$ mm

$d_{21} = 1.13\sqrt{\frac{I_{21} + I_{22} + I_{23}}{j}} = 1.13\sqrt{\frac{1 + 0.8 + 0.5}{3.5}} = 0.91$ mm

$d_{22} = 1.13\sqrt{\frac{I_{22} + I_{23}}{j}} = 1.13\sqrt{\frac{0.8 + 0.5}{3.5}} = 0.68$ mm

$d_{23} = 1.13\sqrt{\frac{I_{23}}{j}} = 1.13\sqrt{\frac{0.5}{3.5}} = 0.43 \rightarrow 0.45$

6: عایق فضای مورد نیاز (F)

$d_{11} = 0.4 \rightarrow 450 \frac{m}{cm^2} \rightarrow F_{11} = \frac{N_{11}}{450} = \frac{677}{450} = 1.50$

$d_{12} = 0.30 \rightarrow 770 \frac{m}{cm^2}$ $F_{12} = \frac{822}{450} = 1.83$

$d_{21} = 0.9 \rightarrow 100 \frac{m}{cm^2}$ $F_{21} = \frac{64}{100} = 0.64$، $d_{22} = 0.70 \rightarrow 160 \frac{m}{cm^2} \rightarrow F_{22} = \frac{129}{160} = 0.81$

$d_{23} = 0.45 \rightarrow 370 \rightarrow F_{23} = \frac{588}{370} = 1.56$

$F_T = F_{11} + F_{12} + F_{21} + F_{22} + F_{23} = 1.50 + 1.83 + 0.64 + 0.81 + 1.56 = 6.34$ خالص

$F'_T = 1.35 \times F_T = 1.35 \times 6.34 = 8.56$ خالص

از جدول ورق‌ها ترانس‌ها $f = 2c$، $g = c$

$e \times g \gg F'_T \Rightarrow 54 \times 18 = 9.72 > 8.56$

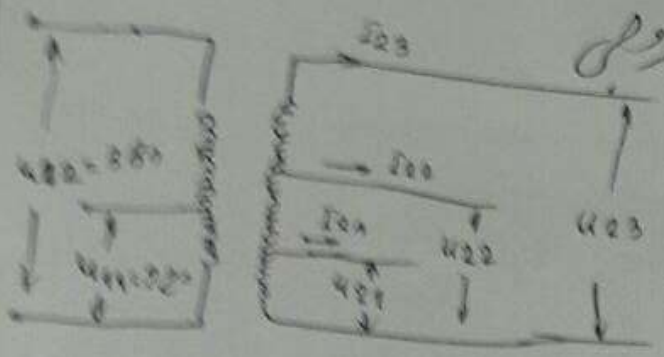
54 ↑ ، 18 ↓

نوع هسته EI 108

4

جلسه سوم درس سیم پیچ ۱ — آموزشکده فنی صدا

ترانسفورماتور با دو ورودی و چند خروجی



یادآوری میشود که در این نوع ترانس‌ها
در ورودی فقط از یک ولتاژ
می‌توان در یک زمان استفاده کرد
ولی محاسبات و بارامترهای برای ولتاژ بیشتر در نظر گرفته میشود

بقیه مراحل محاسبات مانند ترانس با یک ورودی و چند خروجی است

مثال: سیم پیچ ترانسی با دو ولتاژ ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت با فرکانس ۵۰ هرتز
تغذیه میشود و ثانویه این ترانس دارای خروجی با ولتاژهای ۱۲ و ۲۴ و ۱۱۰
ولت با جریان به ترتیب ۱A - ۰/۸A و ۰/۵A میباشد. این ترانس موضع مورد استفاده
همزمان در نظر گرفته شود محاسبات آن را انجام دهید

۱- $U_{11} = 220\,V$ ، $U_{12} = 380\,V$

$U_{21} = 12\,V$ ، $I_{21} = 1\,A$ ، $U_{22} = 12\,V$ ، $I_{21} = 0.8\,A$ و $U_{23} = 110\,V$ و $I_{23} = 0.5\,A$

۲- $P_2 = U_{21} \times I_{21} + U_{22} \times I_{22} + U_{23} \times I_{23}$

$P_2 = 12 \times 1 + 24 \times 0.8 + 110 \times 0.5 = 86.2\,VA$

با توجه به گفته‌ها قبل مرحله بعد برای ترانس با قدرت 125VA یعنی 80٪ است

با توجه به افزایش توان، کاهش 5% می‌توان برای $P_2=86$ و به‌دست آمده است. خود

$$P_{85} = 9 + 0.56 = 9.56 \rightarrow$$

مبنای سؤال را به دست و تنها به مبنای 8 متعلق به اوپیه و باقی را تا نیوپیه ۱ است

$$\frac{9.56 \times 40}{100} = \%3.82$$

$$N_{11} = n\,u_{11}(1-\%4)$$

$$N_{11} = 3.18 \times 220(1-0.32) = 677 \text{ دور}$$

$$N_{12} = 3.18 \times 38.0(1-0.32) = 821.71 = 822 \text{ دور}$$

$$N_{21} = n.u_{21}(1+\%4) = 3.18 \times 12\,(1+0.68) = 64 \text{ دور}$$

$$N_{22} = n.u_{22}.(1+\%4) = 3.18 \times 24 \times 1.68 = 129$$

$$N_{23} = n.u_{23}(1.68) = 3.18 \times 110 \times 1.68 = 588$$