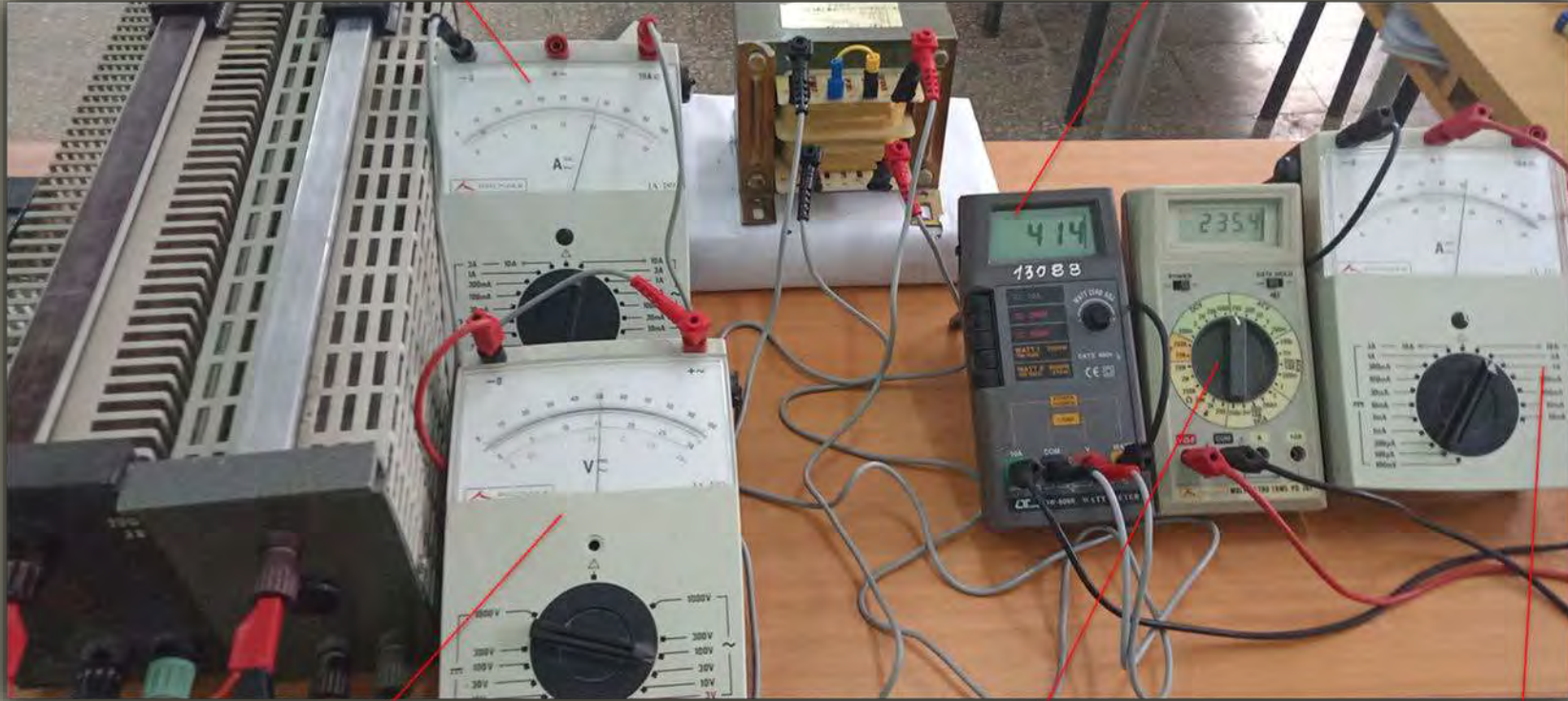


تجربة حمولة

الأمبير متر في
الثانوي

الواط متر في الأولي



الفولط متر في
الثانوي

الفولط في الأولي

الأمبير متر في
الأولي

من إعداد :

الأستاذ :

— ولد قادة نجادي

شبكة التغذية
220V ~

متمن (Grafcet) متكون من أربع مراحل

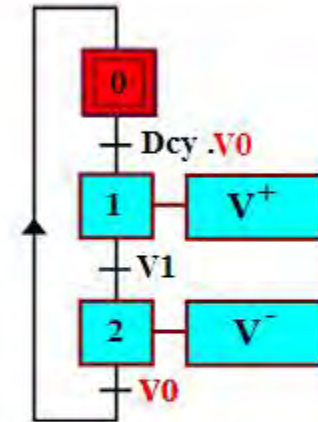
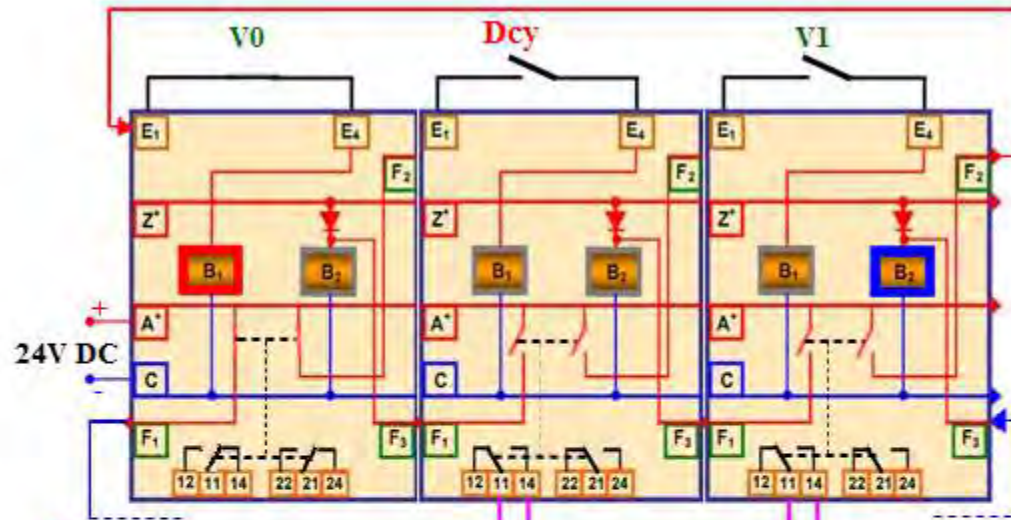
تغذية المنفذات
المتصدرة ~ 24V



محول تغذية لدارة المخارج (المنفذات المتصدرة)

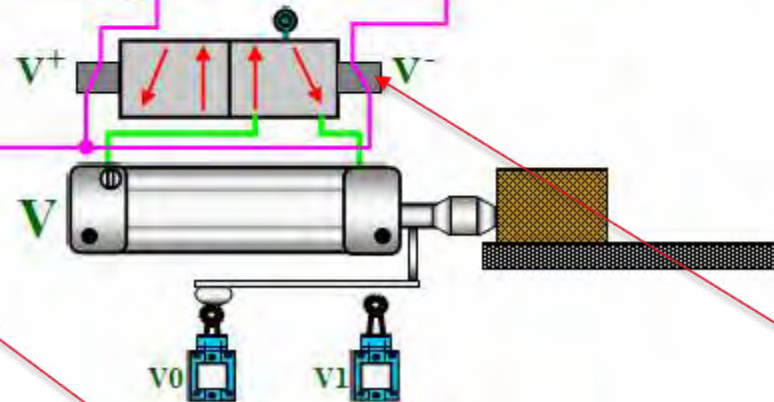
دارة المخارج (المنفذات المتصدرة)

المعقب الكهربائي Sequencer electromagnetique



24V~

دائرة الاستطاعة



محول تغذية دائرة المخارج (المنفذات المتصدرة)

دائرة المخارج (المنفذات المتصدرة)

1- المحول أحادي الطور:

1- تعريف: هو آلة ساكنة تقوم بخفض أو رفع التوتر .

2- التكوين : يتكون المحول من الأجزاء التالية :

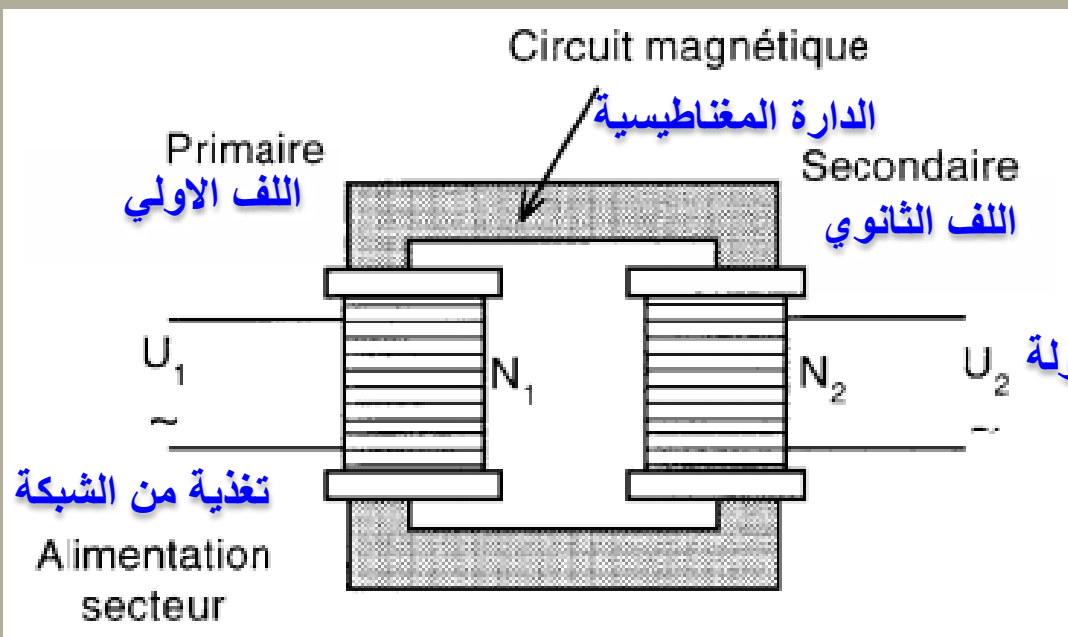
1- الدارة المغناطيسية : ودورها يتمثل في تمرير الحقل المغناطيسي .

2- اللفات الأولية : وهي متصلة مباشرة مع شبكة التغذية وتحتوي على عدد معين من اللفات (N_1).

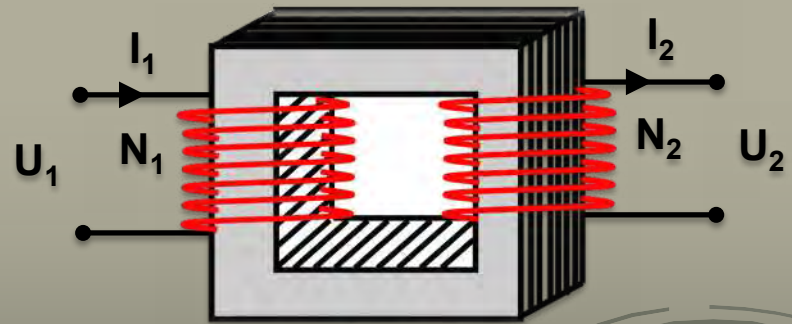
3- اللفات الثانوية : وهي متصلة مباشرة مع الحمل وتحتوي على عدد معين من اللفات (N_2).

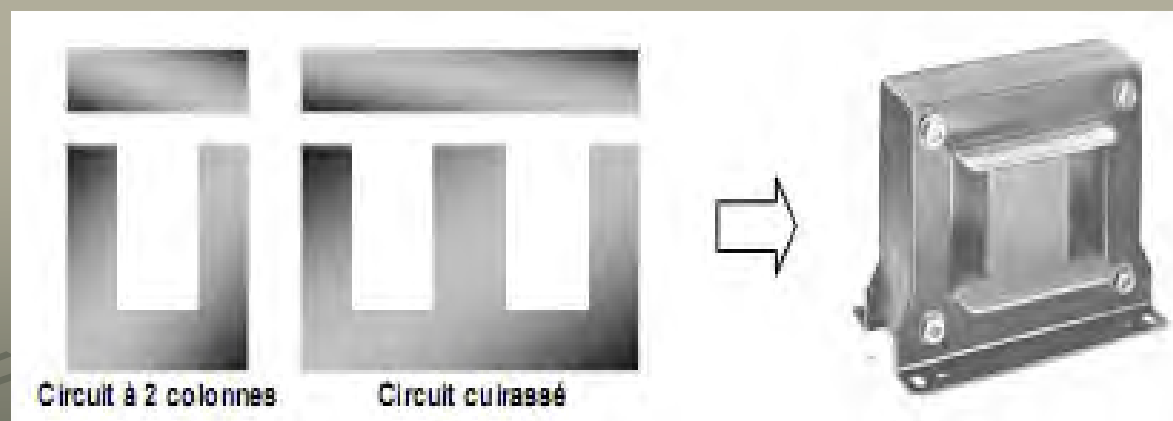
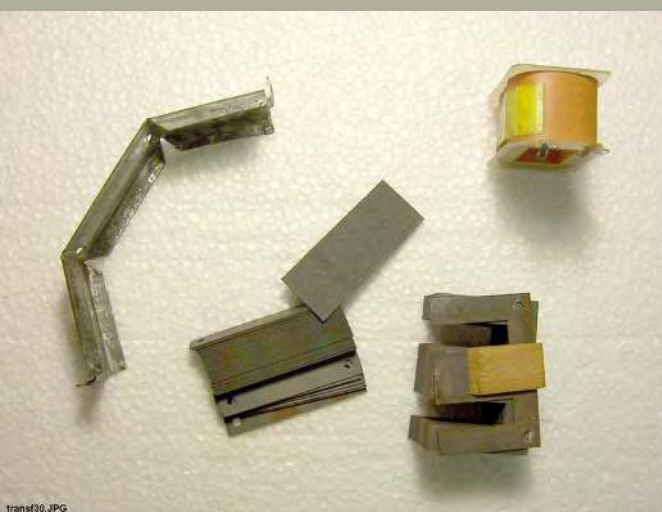
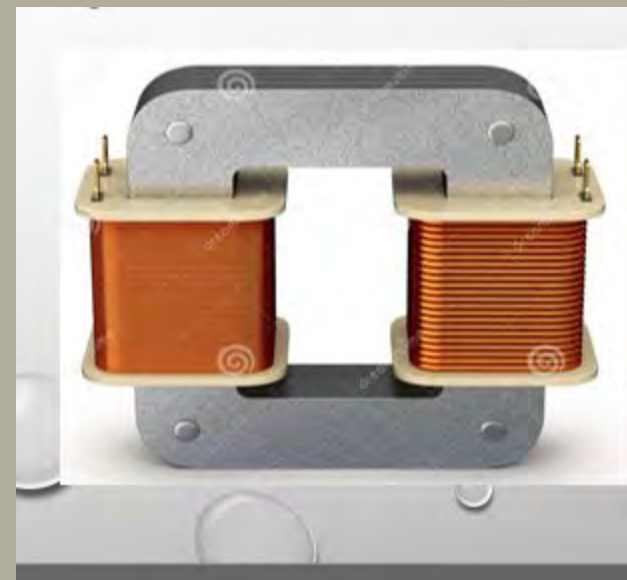
3- الرمز :





U_1 : التوتر الأولي.
 I_1 : التيار الأولي.
 N_1 : عدد لفات الأولي.
 U_2 : التوتر الثانوي.
 I_2 : التيار الثانوي.
 N_2 : عدد لفات الثانوي.





4- **نسبة التحويل** : وهي تشير إلى أن المحول رافع أم خافض وتعطى بالعلاقة التالية .

$$m_o = \frac{U_{20}}{U_{10}} = \frac{N_2}{N_1}$$

(- $m_o > 1$ محول رافع.

(- $m_o < 1$ محول خافض.

(- $m_o = 1$ محول عازل.

□ محول أحادي الطور له الخصائص التالية: 220V/48V , 50Hz

1 - ماذا تمثل 220V/48V .

2 - احسب نسبة التحويل واستنتج نوع المحول .

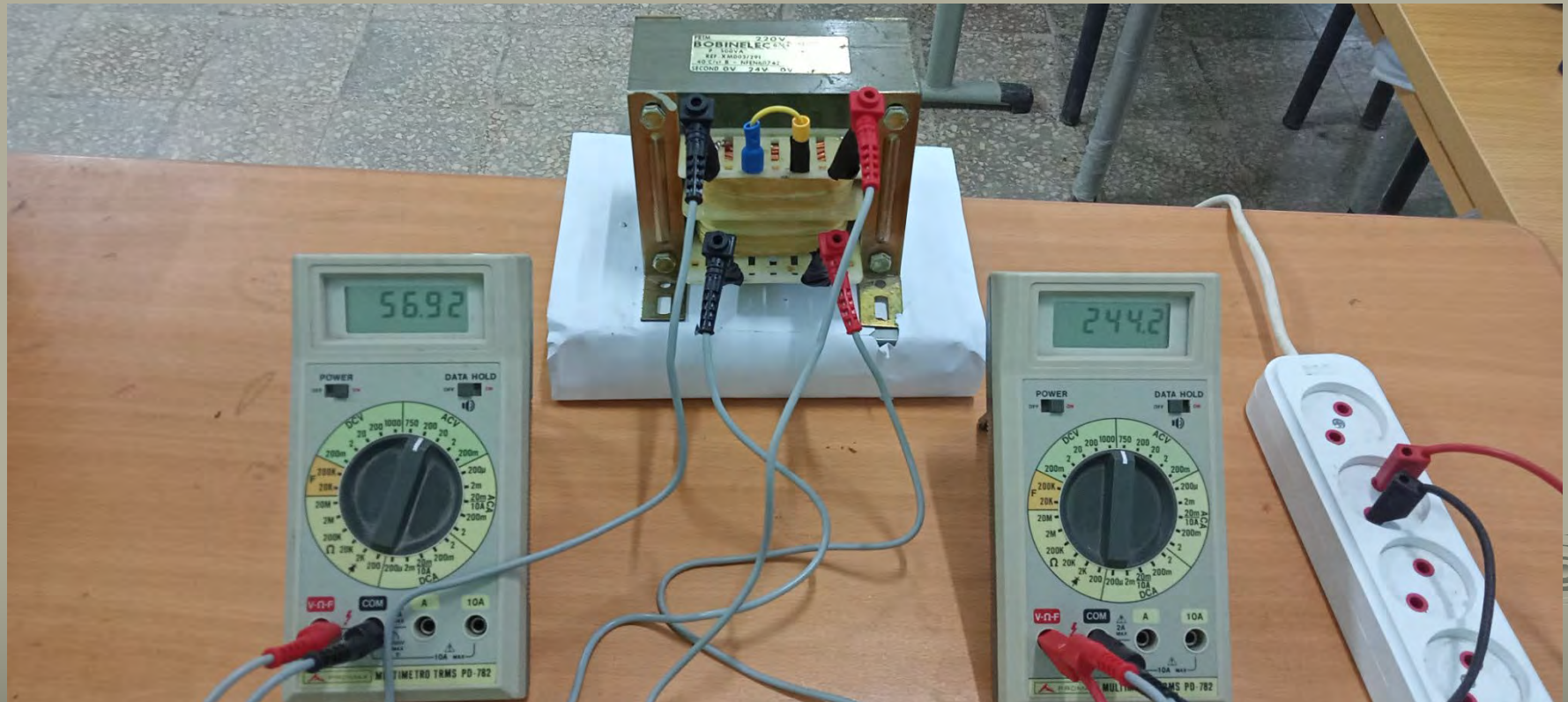
220V : تمثل التوتر الأولي.

48V : تمثل التوتر الثانوي في الفراغ.

$$m_o = \frac{U_{20}}{U_{10}} = \frac{48}{220} = 0.109$$

محول خافض $m_o < 1$

احسب نسبة التحويل اذا كان هذا المحول خافض



5- مبدأ التشغيل : تتغذى الملفات الأولية مباشرة من شبكة التغذية بواسطة توتر متناوب جيبي، هذه التوتر (U_1) ينشأ عنه تدفق مغناطيسي (حقل) ، هذه التدفق ينتج عنه قوة محرقة كهربائية (e_2) في الملفات الثانوية .

$$e = - N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = \hat{\Phi} \sin 2\pi f t \Rightarrow e = - 2\pi f \cdot N \cdot \hat{\Phi} \cdot \cos 2\pi f t$$

$$\Rightarrow e = - 2\pi f \cdot N \cdot \hat{\Phi} \cdot \sin(2\pi f t - \pi/2)$$

$$\Rightarrow e = - 2\pi f \cdot N \cdot \hat{B} \cdot S \cdot \sin(2\pi f t - \pi/2) \quad / \quad \hat{\Phi} = \hat{B} \cdot S$$

$$\Rightarrow e = - \hat{E} \cdot \sin(2\pi f t - \pi/2) \quad / \quad \hat{E} = 2\pi f \cdot N \cdot \hat{B} \cdot S$$

$$\Rightarrow E = 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S \quad / \quad \hat{E} = \sqrt{2} \cdot E$$

$$E = 4.44 N \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S$$

- بالنسبة للأولي :

$$\Rightarrow E_1 = 4.44 \cdot N_1 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S$$

B : التحريض المغناطيسي ووحدته تسلي (T).

S : مساحة مقطع الدارة المغناطيسية ووحدتها m^2

- بالنسبة للثانوي :

$$\Rightarrow E_2 = 4.44 \cdot N_2 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S$$

□ محول أحادي الطور له الخصائص التالية: 220V/12V , 50Hz ، مقطع دارته المغناطيسية 20cm² ، القيمة العظمى للحقل المغناطيسي 1.1T .

1 - احسب نسبة التحويل.

$$m = \frac{U_{20}}{U_{10}} = \frac{12}{220} = 0.054$$

2 - احسب عدد لفات الأولي والثانوي.

$$E_2 = 4.44 \cdot N_2 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S \Rightarrow U_{20} = 4.44 \cdot N_2 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S$$

$$N_2 = \frac{U_{20}}{4.44 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S} \Rightarrow N_2 = \frac{12}{4.44 \cdot 50 \cdot 1.2 \cdot 30 \cdot 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow N_2 = 15$$

$$E_1 = 4.44 \cdot N_1 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S \Rightarrow U_{10} = 4.44 \cdot N_1 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S$$

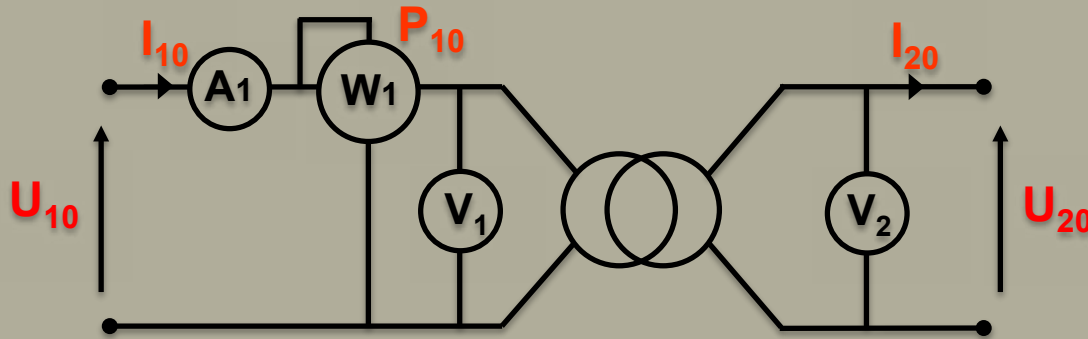
$$N_1 = \frac{U_{10}}{4.44 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot S} \Rightarrow N_1 = \frac{220}{4.44 \cdot 50 \cdot 1.2 \cdot 30 \cdot 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow N_1 = 275.27$$

$$m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_1 = \frac{N_2}{m} = \frac{15}{0.054} = 275.27$$

6 - خواص المحول :

1- تجربة الفراغ : يكون المحول في حالة فراغ إذا كانت دارته الثانوية لا تغذي أي حمولة (دائرة مفتوحة).



U_{10} : التوتر الأولي في الفراغ.
 U_{20} : التوتر الثانوي في الفراغ.
 P_{10} : الاستطاعة المستهلكة في الفراغ.

$$P_{10} = P_2 + P_{fr} + P_J$$

$$P_J = R_1 \cdot I_{10}^2 + R_2 \cdot I_{20}^2$$

$$I_{20} = 0 \Rightarrow R_2 \cdot I_{20}^2 = 0$$

$$I_{10} \ll I_{1n} \Rightarrow R_1 \cdot I_{10}^2 \approx 0$$

$$I_{20} = 0 \Rightarrow P_2 = 0$$

$$P_{10} = P_{fr}$$

الاستطاعة المستهلكة في الفراغ تمثل الضياعات الحديدية أو الضياعات في الفراغ.

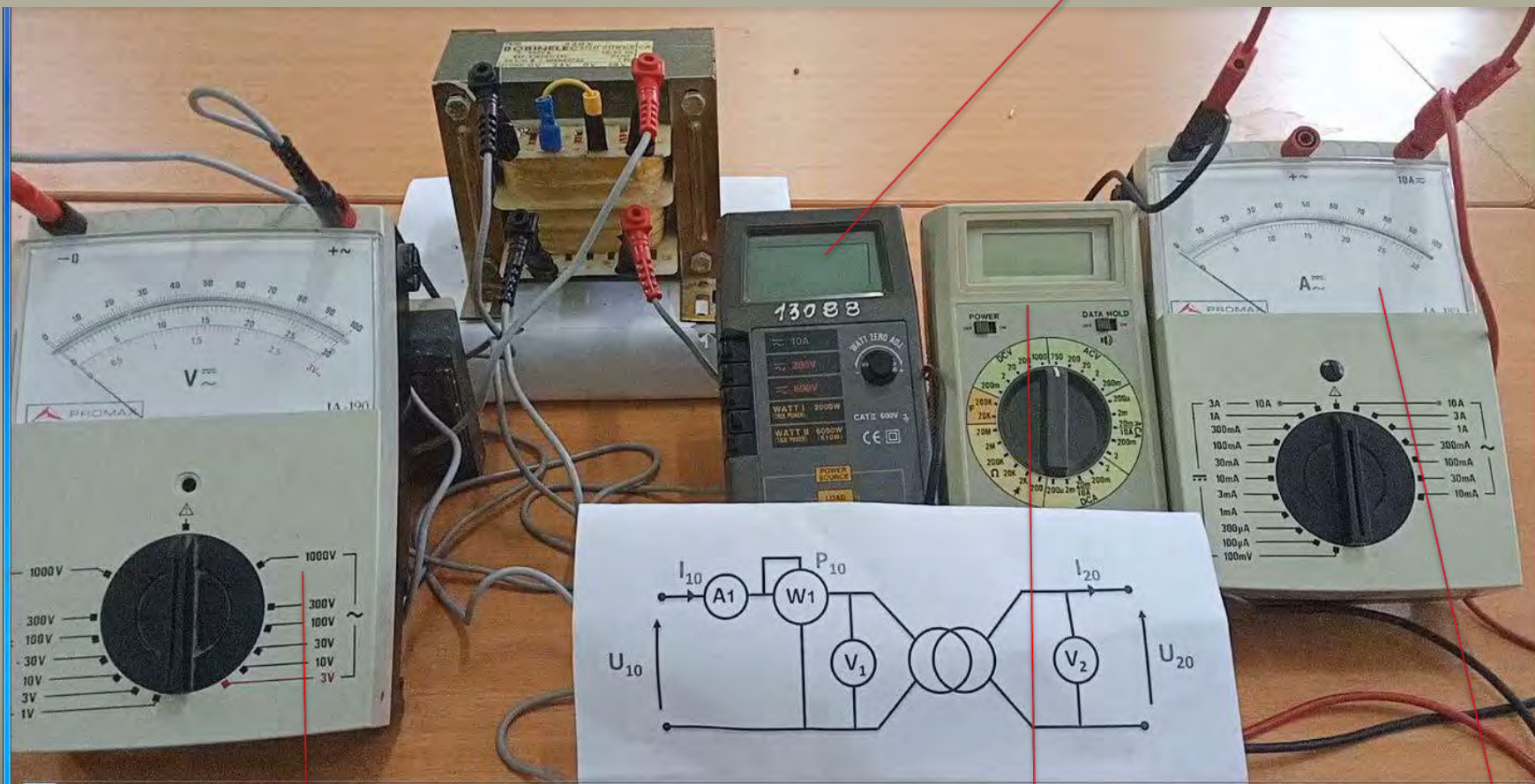
- تجربة الفراغ تحدد:

1- نسبة التحويل : $m = U_{20}/U_{10}$

2- الضياعات الحديدية : $P_{fer} = P_{10}$

تجربة فراغ

الواط متر في الاولي

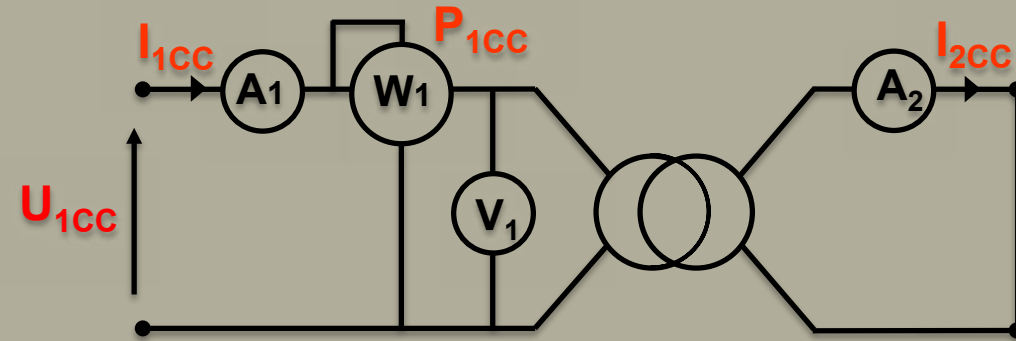


الفولط متر في
الثانوي

الفولط في الأولي

الأمبير متر في
الأولي

2 - تجربة قصر دائرة: يكون المحول في حالة قصر إذا كانت دارته الثانوية مقصورة إلى ناقل (دائرة مغلقة).
حيث الأولي مغذي بتوتر مخفض.



I_{1CC} : التيار الأولي في القصر.
 I_{2CC} : التيار الثانوي في القصر.
 P_{1CC} : الاستطاعة المستهلكة في القصر.

$$P_{1CC} = P_2 + P_{fr} + P_J$$

$$U_{1CC} \ll U_{1N} \rightarrow P_{fr} \approx 0$$

$$U_{2CC} = 0 \rightarrow P_2 = 0$$

$$P_{1CC} = P_J$$

$$I_2 = I_{2CC} = I_{2N}$$

الاستطاعة المستهلكة في حالة قصر تمثل الضياعات النحاسية أو الضياعات بمفعول جول.

تجربة قصر دائرة تحدد:

$$m = I_{1CC} / I_{2CC}$$

1- نسبة التحويل :

$$P_{1CC} = P_J$$

2- الضياعات النحاسية :

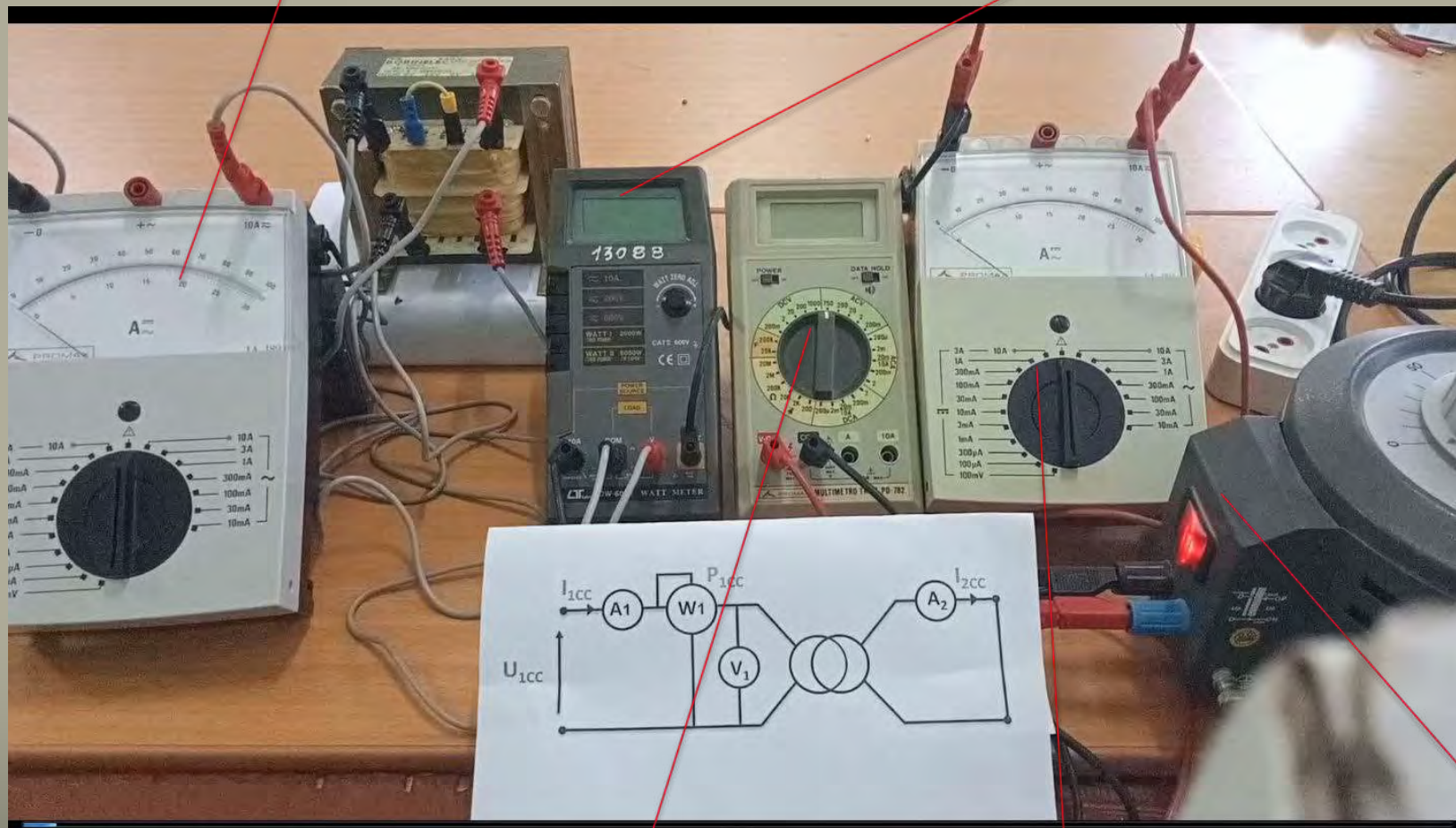
الضياعات النحاسية عند: ($I_2 \neq I_{2CC}$)

$$P_J = P_{1CC} \cdot \left(\frac{I_2}{I_{2CC}} \right)^2$$

الأمبير متر في
الثانوي

تجربة قصر دائرة

الواط متر في الاولي

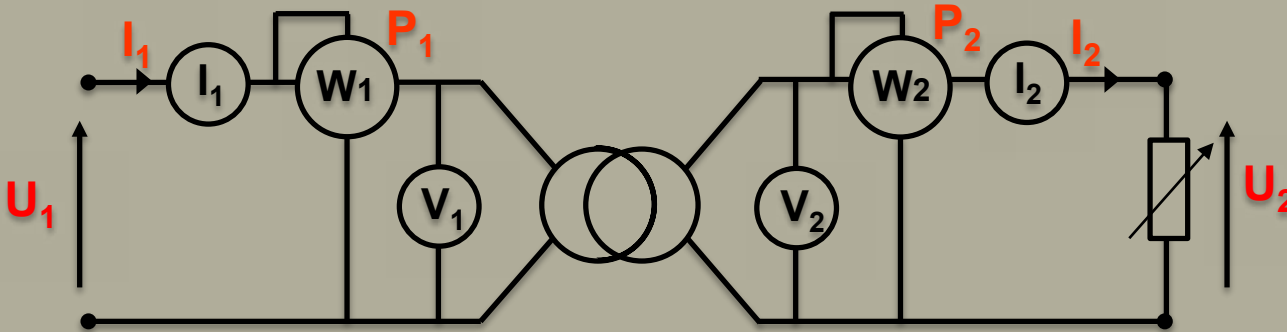


الفولط في الأولي

الأمبير متر في
الأولي

محول ذاتي

3 - تجربة الحمولة: يكون المحول في حالة حمولة إذا كانت دارته الثانوية تغذي حمولة (مقاومة).



P_1 : الاستطاعة الفعالة في الأولي .
 P_2 : الاستطاعة الفعالة في الثانوي .
 P_{fer} : الاستطاعة المستهلكة في الفراغ .
 P_J : الاستطاعة المستهلكة في القصر .
 $\cos\phi_2$: معامل الاستطاعة .

- تجربة الحمولة تحدد ما يلي :

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2$$

1 - المردود :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum P} = \frac{P_2}{P_2 + P_J + P_{fr}}$$

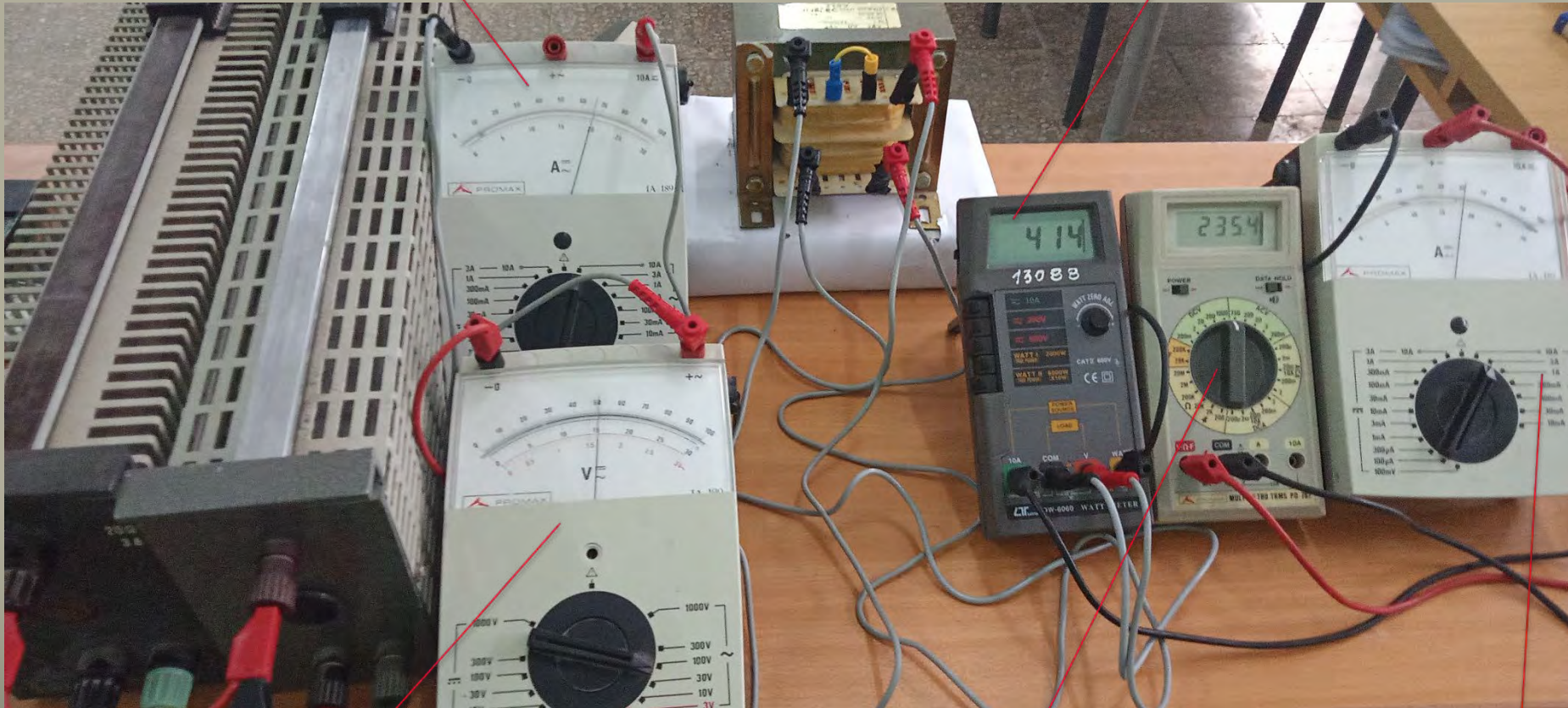
2 - هبوط التوتر في الثانوي :

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2 \rightarrow \frac{\Delta U_2}{U_{20}} = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}}$$

تجربة حمولة

الأمبير متر في
الثانوي

الواط متر في الأولي



الفولط متر في
الثانوي

الفولط في الأولي

الأمبير متر في
الأولي

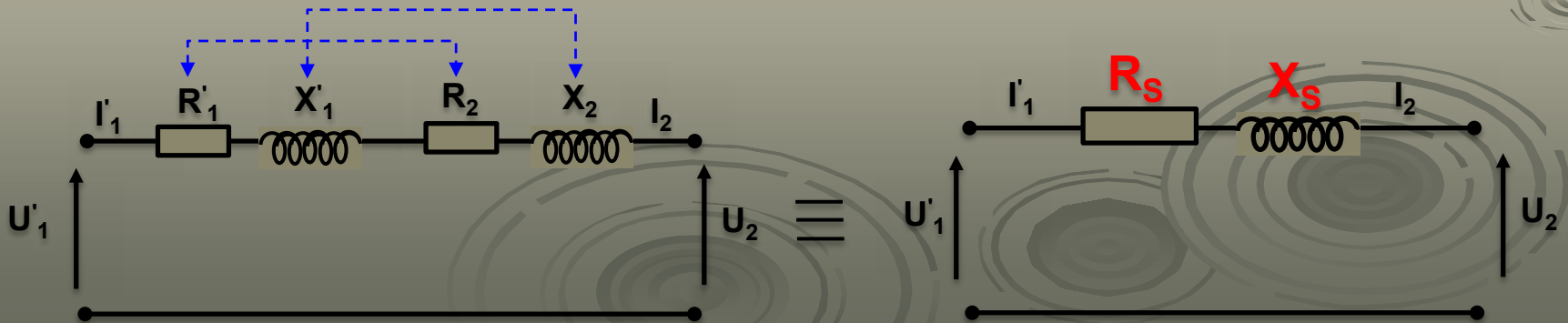
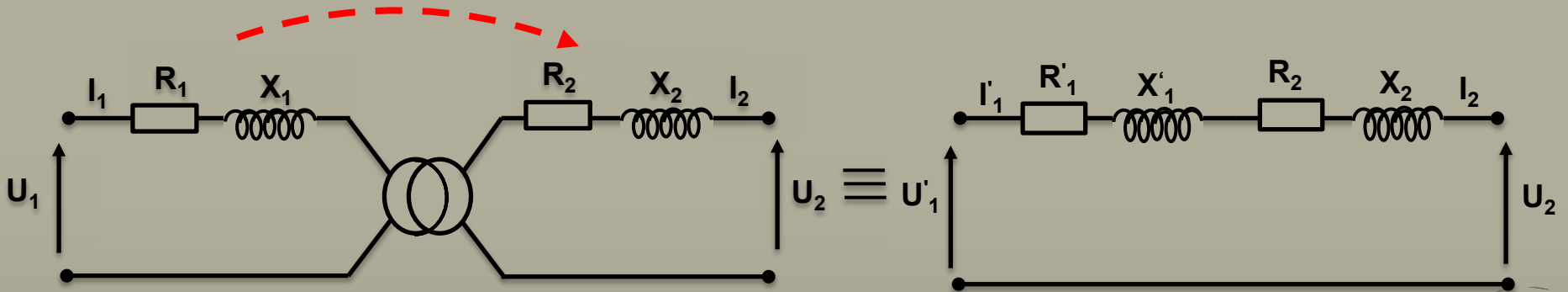
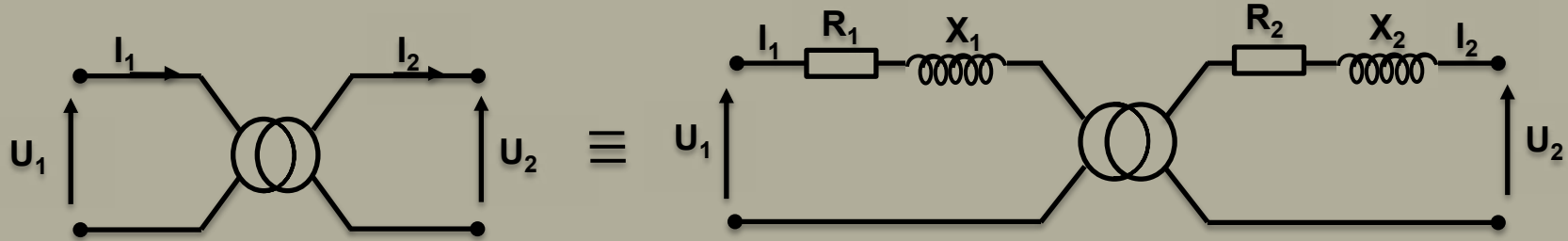
8 - التصميم المكافئ للمحول :

1 - المقادير المرجعة إلى الثانوي :

X_1 : معاوقة اللف الأولي.
 X_2 : معاوقة اللف الثانوي.

R_1 : مقاومة اللف الأولي.
 R_2 : مقاومة اللف الثانوي.

R_S : مقاومة المرجعة إلى الثانوي.
 X_S : معاوقة المرجعة إلى الثانوي.



2 - حساب المقادير المرجعة إلى الثانوي :

1 - حساب المقاومة المرجعة إلى الثانوي (R_s) :

P_{1cc} : الاستطاعة المستهلكة في تجربة دارة قصيرة .

I_{2cc} : التيار الثانوي في تجربة دارة قصيرة .

R_s : المقاومة المرجعة إلى الثانوي .

$$R_s = R_2 + m^2 \cdot R = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2}$$

2 - حساب الممانعة المرجعة إلى الثانوي (Z_s) :

V_{1cc} : التوتر الأولي في تجربة دارة قصيرة .

I_{2cc} : التيار الثانوي في تجربة دارة قصيرة .

m : نسبة التحويل .

Z_s : الممانعة المرجعة إلى الثانوي .

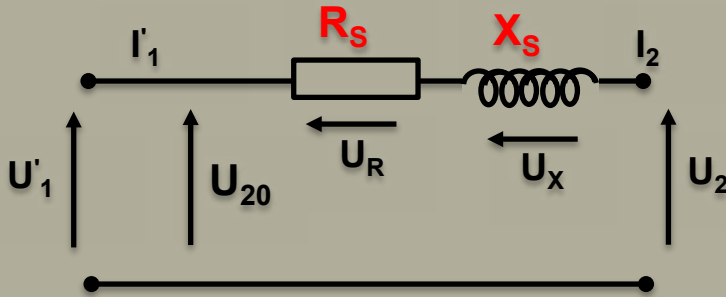
$$Z_s = m_0 \cdot \frac{V_{1cc}}{I_{2cc}}$$

3 - حساب المعاوقة المرجعة إلى الثانوي (X_s) :

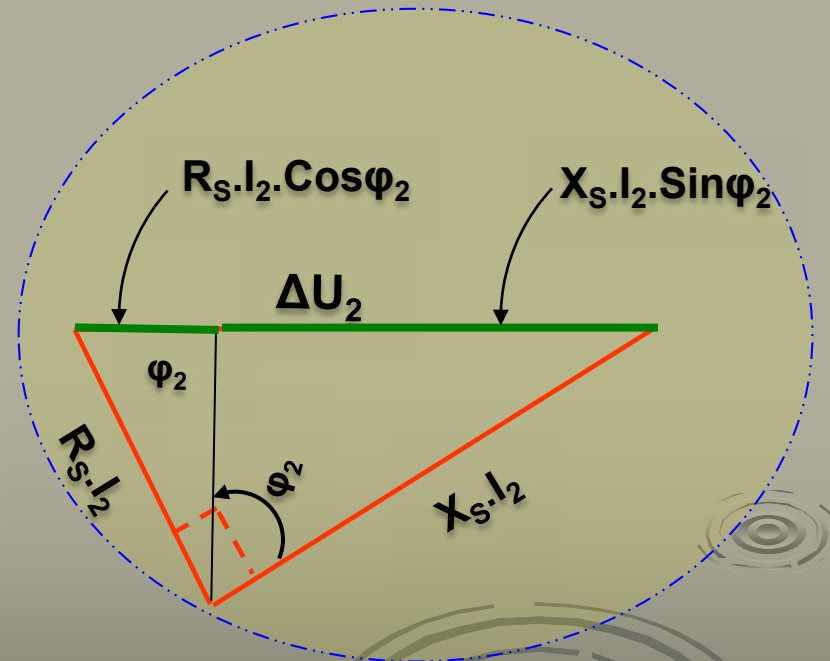
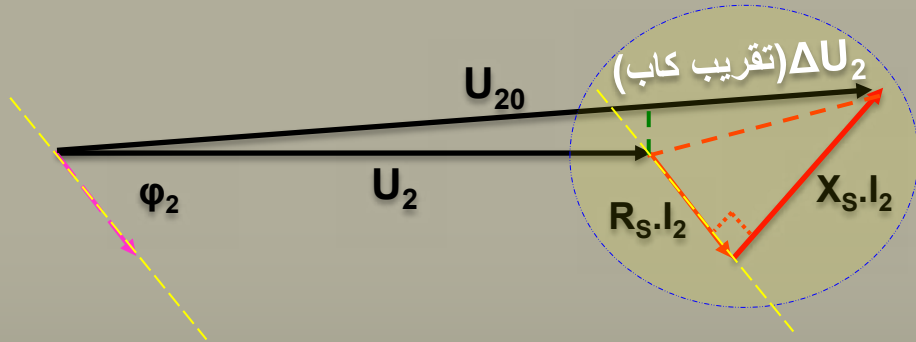
X_s : المعاوقة المرجعة إلى الثانوي .

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2}$$

9 - تقريب كاب (حساب الهبوط التوتري الثانوي) :



$$\vec{U}_{20} = \vec{U}_R + \vec{U}_X + \vec{U}_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{U}_{20} = \vec{R}_S \cdot I_2 + \vec{X}_S \cdot I_2 + \vec{U}_2$$



$$\Delta U_2 = R_S \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 + X_S \cdot I_2 \cdot \sin \phi_2$$

$$\Delta U_2 = (R_S \cdot \cos \phi_2 + X_S \cdot \sin \phi_2) \cdot I_2$$

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2$$

7. لوحة الإشارة للمحول :

S_N : الاستطاعة الظاهرية الاسمية.
 U_{1N} : التوتر الاسمي الأولي.
 I_{1N} : التيار الاسمي الأولي.
 U_{2N} : التوتر الاسمي الثانوي.
 I_{2N} : التيار الاسمي الثانوي.

$$S_N = 250VA$$

$$U_{1N} = 230V$$

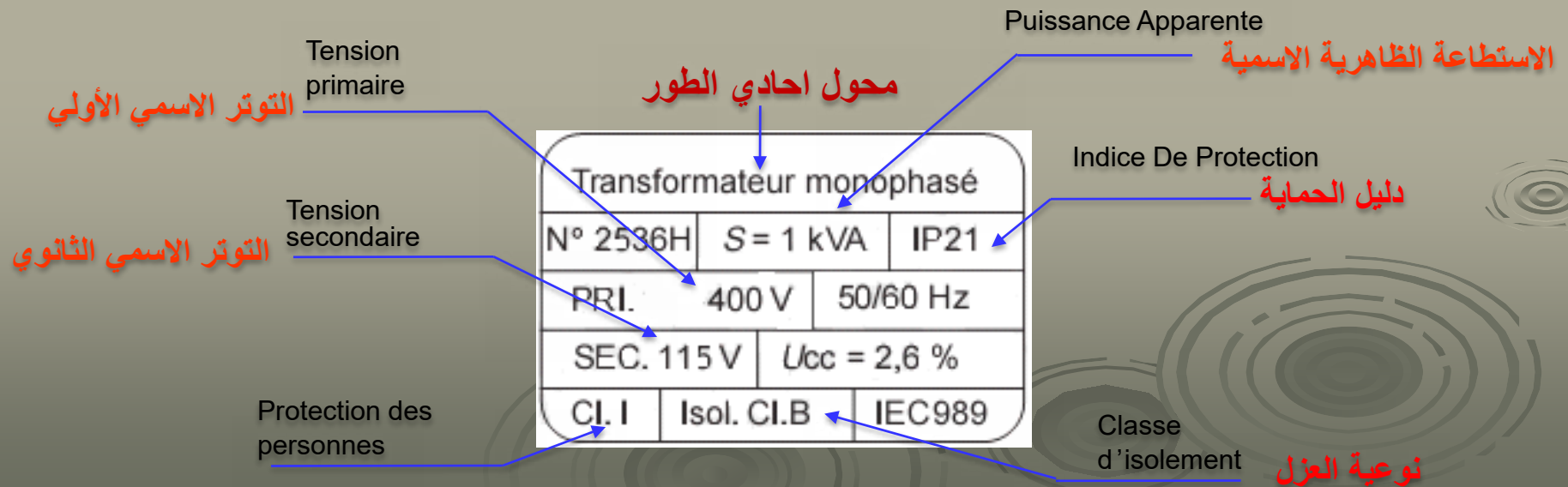
$$U_{2N} = 24V$$

$$S_N = U_{1N} \cdot I_{1N}$$

$$S_N = U_{2N} \cdot I_{2N}$$



TRANSFORMATEUR de SECURITE SAFETY ISOLATING TRANSFORMER			
legrand	42733	250 VA	IP 00-3
Pri:	230-400 V	50/60 Hz	Cl:I
Sec:	24 V 10AgG	Ucc: 4.8 %	
ou	48 V 6AgG	Iso.Cl.B	



$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_{10}} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}}$$

نسبة التحويل :

$m > 1$ محول رافع.

$m < 1$ محول خافض.

$m = 1$ محول عازل.

- بالنسبة للأولي: $E_1 = 4.44.N_1.f.\hat{B}.S$

- بالنسبة للثانوي: $E_2 = 4.44.N_2.f.\hat{B}.S$

$P_{10} = P_{fr}$ (الضياعات الحديدية أو الضياعات في الفراغ)

$P_{1cc} = P_J$ (الضياعات النحاسية أو الضياعات بمفعول جول)

الضياعات النحاسية عند: $(I_2 \neq I_{2cc})$

$$P_J = P_{1cc} \cdot \left(\frac{I_2}{I_{2cc}} \right)^2$$

الاستطاعة الظاهرية الاسمية

$$S_N = U_{1N} \cdot I_{1N}$$

$$S_N = U_{2N} \cdot I_{2N}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2$$

- المردود :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum P} = \frac{P_2}{P_2 + P_J + P_{fer}}$$

- هبوط التوتر في الثانوي :

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2 \Rightarrow \frac{\Delta U_2}{U_{20}} = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}}$$

$$\Delta U_2 = (R_S \cdot \cos\varphi_2 + X_S \cdot \sin\varphi_2) \cdot I_2$$

$$R_S = R_2 + m^2 \cdot R_1 = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} \quad \text{- المقاومة المرجعة إلى الثانوي } (R_S) :$$

$$Z_S = m_0 \cdot \frac{V_{1cc}}{I_{2cc}} \quad \text{- الممانعة المرجعة إلى الثانوي } (Z_S) :$$

$$X_S = \sqrt{Z_S^2 - R_S^2} \quad \text{- المعاوقة المرجعة إلى الثانوي } (X_S) :$$

$$\Delta U_2 = (R_S \cdot \cos\varphi_2 + X_S \cdot \sin\varphi_2) \cdot I_2 \Rightarrow \Delta U_2 = R_S \cdot I_2$$

الحمولة عبارة عن مقاومة : $\varphi_2=0$

$$\Rightarrow P_2 = U_2 \cdot I_2$$

$$P_{fer} = P_J \Rightarrow \eta = \frac{P_2}{P_2 + 2 \cdot P_{fer}}$$

- المردود الاعظمي :



$$S_N = 160VA$$

$$P_{10} = P_{fer} = 11.2W$$

$$P_{10} + P_{1CC} = 25W$$

$$P_{fer} + P_j = 25W \Rightarrow P_j = 25 - 11.2 = 13.8W$$

$$\cos\varphi = 0.3 \Rightarrow \Delta U_2 / U_{20} = 5.9\% = 5.9 \cdot 24 / 100 = 1.4V$$

$$\cos\varphi = 0.6 \Rightarrow \Delta U_2 / U_{20} = 7.8\% = 7.8 \cdot 24 / 100 = 1.87V$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \Delta U_2 / U_{20} = 7.9\% = 7.9 \cdot 24 / 100 = 1.89V$$

$$\cos\varphi = 0.3 \Rightarrow \eta = 62\%$$

$$\cos\varphi = 0.6 \Rightarrow \eta = 76\%$$

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \eta = 84\%$$

كيفية قراءة الجدول:

$$\begin{aligned} U_{cc} &= 7.4\% \cdot U_{1n} \\ &= 7.4 \cdot 230 / 100 \\ &= 17.02 V \end{aligned}$$

Référence	Puissance (VA)	Perte à vide (W)	Perte Totale en charge nominale $W_{fer} + W_{cuivre}$	Chute tension (%) à $\cos\varphi$ de			Rendement (%) à $\cos\varphi$ de			$U_{cc}\%$
			(W)	0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 11	40	3.9	7.5	8.9	10.8	8.9	62	76	84	10.3
442 12	63	6.0	14.3	7.6	9.5	8.6	57	73	81	9.1
442 13	100	8.2	17.9	6.3	8.6	9.2	63	77	85	8.5
442 14	160	11.2	25.0	5.9	7.8	7.9	66	79	86	7.4
442 15	250	14.9	31.3	5.2	6.5	6.2	70	83	89	6.1
442 16	400	18.3	48.3	2.2	3.8	5.6	72	84	90	4.2
442 17	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 18	1000	44.2	73.9	1.3	2.1	2.8	80	89	93	2.3

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضياعات في الفراغ (W)	الضياعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 31	40	3.9	7.3	8.7	10.5	8.5	62	77	84	10.0
442 32	63	6.0	14.2	7.5	9.4	8.5	57	73	82	9.0
442 33	100	8.2	15.1	7.3	9.3	8.9	66	80	87	8.9
442 34	160	11.2	24.6	5.8	7.6	7.7	66	80	87	7.2
442 35	250	14.9	31.4	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 36	400	18.3	46.3	2.1	3.7	5.6	72	84	90	4.2
442 37	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 38	1000	44.2	74.4	1.3	1.9	2.9	80	89	93	2.4
442 39	1600	65.5	94.7	1.1	1.6	1.9	84	91	94	1.7
442 40	2500	86.5	143.4	1.8	2.2	2.0	84	91	95	1.9

- المحول 230V/24V ذو مرجع 44235 احسب:



1- الاستطاعة المستهلكة في حالة قصر دارة.

2- التيار الثانوي في حالة قصر دارة إذا كان $I_{2CC} = I_{2N}$

3- المقاومة المرجعة إلى الثانوي R_s .

4- المردود إذا كان معامل الاستطاعة يساوي 0.6

1- الاستطاعة المستهلكة في حالة قصر دارة.

$$P_{10} + P_{1CC} = 31.4W \Rightarrow P_{1CC} = 31.4W - 14.9 = 16.5W$$

2- التيار الثانوي في حالة قصر دارة إذا كان $I_{2CC} = I_{2N}$

$$S_N = U_{2N} \cdot I_{2N} \Rightarrow I_{2N} = S_N / U_{2N} = 250 / 24 = 10.41A$$

$$I_{2CC} = I_{2N} = 10.41A$$

3- المقاومة المرجعة إلى الثانوي R_S .

$$R_S = \frac{P_{1CC}}{I_{2CC}^2} = 16.5 / 10.41^2$$

$$\Rightarrow R_S = 0.152 \Omega$$

4- المردود إذا كان معامل الاستطاعة يساوي 0.6

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2 = 24 \cdot 10.41 \cdot 0.6 = 149.9W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma P} = \frac{P_2}{P_2 + P_J + P_{fer}} = \frac{149.9}{149.9 + 31.4}$$

$$\eta = 82.7 \%$$

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 11	40	3.9	7.5	8.9	10.8	8.9	62	76	84	10.3
442 12	63	6.0	14.3	7.6	9.5	8.6	57	73	81	9.1
442 13	100	8.2	17.9	6.3	8.6	9.2	63	77	85	8.5
442 14	160	11.2	25.0	5.9	7.8	7.9	66	79	86	7.4
442 15	250	14.9	31.3	5.2	6.5	6.2	70	83	89	6.1
442 16	400	18.3	48.3	2.2	3.8	5.6	72	84	90	4.2
442 17	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 18	1000	44.2	73.9	1.3	2.1	2.8	80	89	93	2.3

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 31	40	3.9	7.3	8.7	10.5	8.5	62	77	84	10.0
442 32	63	6.0	14.2	7.5	9.4	8.5	57	73	82	9.0
442 33	100	8.2	15.1	7.3	9.3	8.9	66	80	87	8.9
442 34	160	11.2	24.6	5.8	7.6	7.7	66	80	87	7.2
442 35	250	14.9	31.4	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 36	400	18.3	46.3	2.1	3.7	5.6	72	84	90	4.2
442 37	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 38	1000	44.2	74.4	1.3	1.9	2.9	80	89	93	2.4
442 39	1600	65.5	94.7	1.1	1.6	1.9	84	91	94	1.7
442 40	2500	86.5	143.4	1.8	2.2	2.0	84	91	95	1.9

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) $\cos\phi$ من اجل			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 41	40	3.9	7.3	8.7	10.5	8.5	62	77	84	10.0
442 42	63	6.0	14.2	7.5	9.4	8.5	57	73	82	9.0
442 43	100	8.2	15.1	7.3	9.3	8.9	66	80	87	8.9
442 44	160	11.2	24.6	5.8	7.6	7.7	66	80	87	7.2
442 45	250	14.9	31.4	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 46	400	18.3	46.3	2.1	3.7	5.6	72	84	90	4.2
442 47	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 48	1000	44.2	74.4	1.3	1.9	2.9	80	89	93	2.4
442 49	1600	65.5	94.7	1.1	1.6	1.9	84	91	94	1.7
442 50	2500	86.5	143.4	1.8	2.2	2.0	84	91	95	1.9

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) $\cos\phi$ من اجل			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 81	40	3.9	7.4	8.7	10.5	8.8	62	76	84	10.1
442 82	63	6.0	11.8	7.6	9.6	8.9	62	76	84	9.2
442 83	100	8.2	17.3	7.2	9.2	8.6	63	78	85	8.7
442 84	160	11.2	23.4	5.8	7.4	7.1	67	80	87	6.9
442 85	250	14.9	31.7	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 86	400	18.3	43.9	2.1	3.6	5.6	73	85	90	4.1
442 87	630	25.5	76	2.1	3.5	4.6	71	83	89	3.4
442 88	1000	44.2	73.6	1.3	2.0	2.7	80	89	93	2.2
442 89	1600	65.5	95.3	1.1	1.5	1.8	83	91	94	1.5
442 90	2500	86.5	150.1	1.8	2.3	2.2	83	91	94	2.0



حدد لكل محول :

- 1- المرجع .
- 2- الاستطاعة الظاهرية.
- 3- التوتر الأولي الاسمي.
- 4- التوتر الثانوي الاسمي.
- 5- توتر قصر الدارة.

Transformateur de Sécurité			
Safety Transformer			
  NFC 52210	Ref : 42732	P : 160 VA	Cl : I
	Pri : 220 v / 380 v		
	Sec : 24 v / 48 v		50/60 Hz
	Ucc	%	35/B IP : 003

Type XXXXX		
KVA	0,8	puissance apparente
Ph	1	mono ou triphasé
P	230	tension primaire
S	48	tension secondaire
Hz	50-60	fréquence
IP	22	indice de protection
Cl	F	classe d'isolation thermique
S fus	32A gG	fusible au secondaire

Transformateur monophasé		
N° 2536H	S = 1 kVA	IP21
PRI. 400 V	50/60 Hz	
SEC. 115 V	Ucc = 2,6 %	
Cl. I	Isol. Cl. B	IEC989

حدد:

- 1- التوتر الأولي الاسمي.
- 2- التوتر الثانوي الاسمي.
- 3- الاستطاعة الظاهرية.

احسب:

- 1- نسبة التحويل واستنتج نوع المحول.
- 2- التيار الأولي والثانوي الاسمي.
- 3- توتر قصر الدارة U_{1cc} .

لتغذية المنفذات المتصدرة نستعمل محول له الخصائص التالية: 100VA , 220/24V , 50 Hz.

س(17) فسر خصائص المحول.

س(18) أحسب التيارات الاسمية في الأولي I_{1n} و الثانوي I_{2n} .

إذا كان عدد لفات الأولي $N_1=1180$ و عدد لفات الثانوي $N_2=140$.

س(19) أحسب نسبة التحويل m_0 و التوتر الثانوي في الفراغ U_{20} .

س(20) أحسب الهبوط في التوتر ΔU_2 عند التشغيل الاسمي.

ج(17) تفسير خصائص المحول:		
1	0,25x4	100VA : الاستطاعة الظاهرية الاسمية S 220v : التوتر الأولي الاسمي U_{1n} 24v : التوتر الثانوي الاسمي U_{2n} 50Hz : التواتر (التردد) f
ج(18) حساب التيارات الاسمية:		
1	0,5	$S = U_{1n} \cdot I_{1n} \Rightarrow I_{1n} = \frac{S}{U_{1n}} = \frac{100}{220} = 0,454 A$
	0,5	$S = U_{2n} \cdot I_{2n} \Rightarrow I_{2n} = \frac{S}{U_{2n}} = \frac{100}{24} = 4,167 A$
ج(19) حساب نسبة التحويل في الفراغ m_0 :		
1	0,5	$m_0 = \frac{N_2}{N_1} = \frac{140}{1180} = 0,1186$
	0,5	حساب التوتر الثانوي في الفراغ U_{20}: $m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} \Rightarrow U_{20} = m_0 \times U_1 = 0,1186 \times 220 = 26v$ ملاحظة: تقبل قيم التوتر الثانوي في حالة فراغ ما بين 24,2V الى 26,4V
ج(20) حساب الهبوط التوتر ΔU_2 عند التشغيل الاسمي :		
0,5	0,25x2	$\Delta U_2 = U_{20} - U_{2n} = 26 - 24 = 2v$ ملاحظة: تقبل قيم الهبوط في التوتر ما بين 0,2V الى 2,4V

لتغذية المنفذات المتصدرة نستعمل محول أحادي الطور 220/24V.

أجريت عليه تجربة الدارة القصيرة : $I_{2CC}=I_{2n}=6,67A$; $P_{1CC}=12,2w$

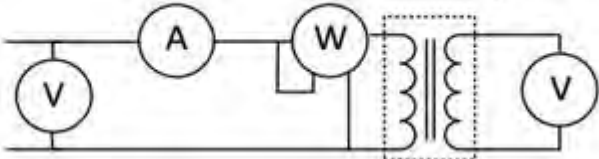
س17) أحسب المقاومة المرجعة إلى الثانوي R_s

س18) أحسب الهبوط في التوتر ΔU_2 عندما يغذي المحول حمولة مقاومة بتيار اسمي .

س19) أحسب نسبة التحويل في الفراغ m_0 .

س20) أحسب الاستطاعة الظاهرية S .

0,75	0,5 0,25	ج17) حساب المقاومة المرجعة إلى الثانوي $R_s = \frac{P_{1CC}}{I_{2CC}^2}$ $R_s = \frac{12,2}{6,67^2} = 0,27\Omega$
0,75	0,5 0,25	ج18) حساب الهبوط في التوتر في حالة حمولة اسمية مقاومة $\Delta U_2 = R_s \times I_{2n}$ $\Delta U_2 = 0,27 \times 6,67 = 1,8V$
1,25	0,25 0,25x2 0,25 0,25	ج19) حساب نسبة التحويل في الفراغ $m_0 = \frac{U_{20}}{U_1}$ $\Delta U_2 = U_{20} - U_{2n} \Rightarrow U_{20} = U_{2n} + \Delta U_2$ $U_{20} = 24 + 1,8 = 25,8v$ $m_0 = \frac{25,8}{220} = 0,117$
0,75	0,5 0,25	ج20) حساب الاستطاعة الظاهرية $S = U_{2n} \times I_{2n}$ $S = 24 \times 6,67 = 160VA$

01,00	0,125x8	ج15. دائرة القياس للمحول في حالة فراغ: 
1,00	0,50 0,50	ج16. قيمة الاستطاعة التي يشير إليها جهاز الواطمتر: $P_{10} = 11,2 \text{ W}$ - - تمثل الضياع في الحديد.

01,00	0,25 0,25 0,25 0,25	ج17. حساب R_S : من الجدول: $P_j = 23,4 - 11,2 = 12,2 \text{ W}$ $P_j = P_{1CC}$ لأن $I_{2CC} = I_{2N}$ $I_{2N} = \frac{S_N}{U_2} = \frac{160}{24} = 6,67 \text{ A}$ $R_S = \frac{P_{1CC}}{I_{2CC}^2} = \frac{12,2}{6,67^2} = 0,27 \Omega$
01,00	0,25 0,25 0,25 0,25	ج18. حساب المردود: $\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_f + P_j}$ $P_2 = S_N \cos \varphi$ $P_2 = 160 \times 0,6 = 96 \text{ W}$ $\eta = \frac{96}{96 + 11,2 + 12,2} = 0,804$ $\eta = 80 \%$

• دارة التغذية المستقرة (+12V ; 15W) الشكل 4 (الصفحة 24/18)

س13. احسب I_{2N} شدة التيار الاسمي في ثانوي المحول.

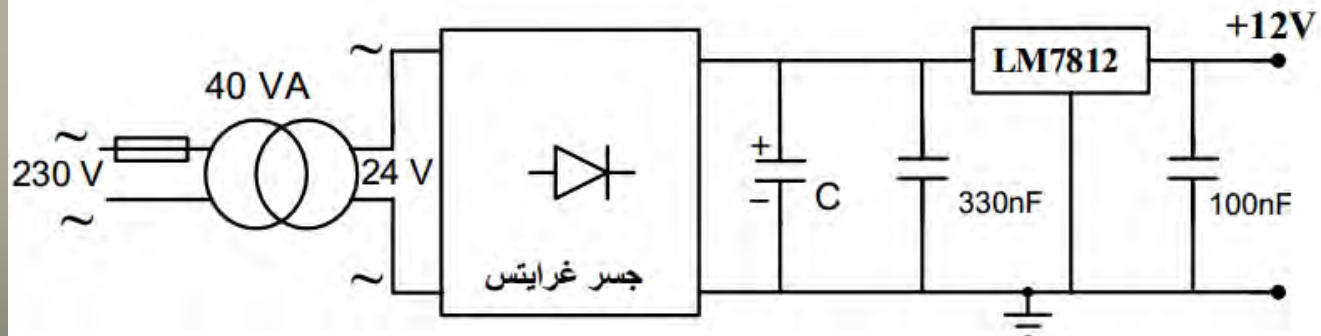
س14. أكمل جدول تعيين البنى (الهياكل) المادية التي تُجسّد كل وظيفة من الوظائف:

تثبيت التوتر- تخفيض التوتر- ترشيح - تقويم ثنائي النوبة على وثيقة الإجابة 2/2 (الصفحة 24/24).

س15. أكمل رسم دارة جسر غرايتس والمخطط الزمني للتوترين على وثيقة الإجابة 2/2 (الصفحة 24/24).

س16. احسب القيمة المتوسطة V_{3moy} للتوتر V_3 بعد التقويم (نعتبر ثنائيات الجسر مثالية).

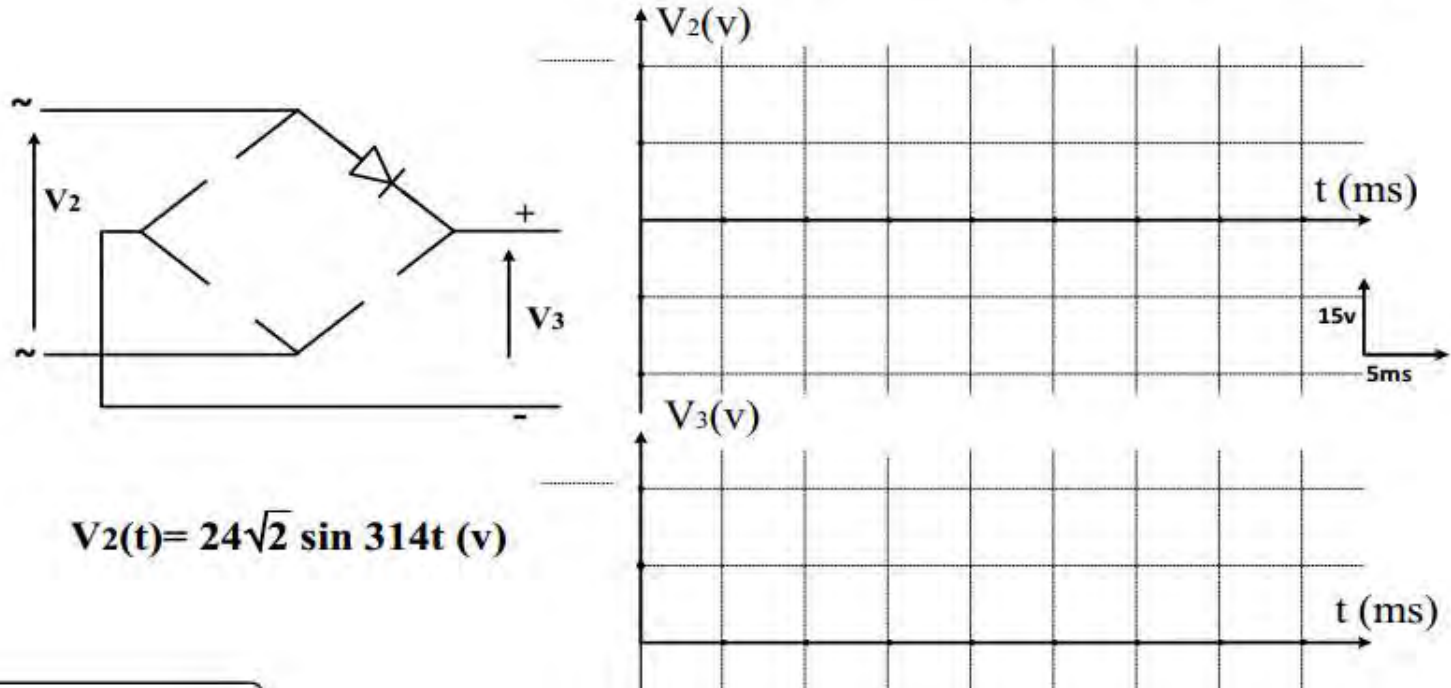
• دارة التغذية المستقرة +12V (شكل 4)



ج14. جدول عناصر البنى المادية لدارة التغذية

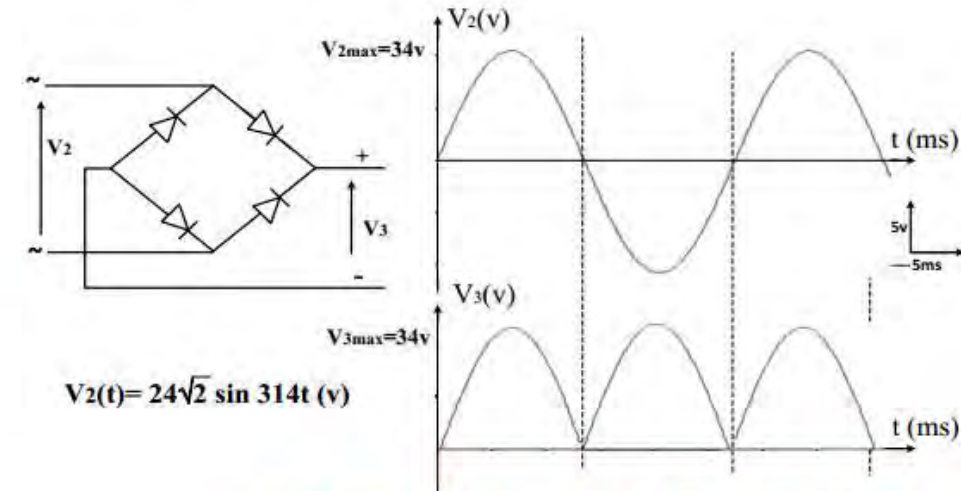
الوظيفة	تثبيت التوتر	تخفيض التوتر	ترشيح	تقويم ثنائي النوبة
عناصر البنى المادية				

ج15. رسم دارة جسر غرايتس والمخطط الزمني للتوترين



01,00	0,50	ج13. حساب شدة التيار I_{2N} في الثانوي:
	0,50	$I_{2N} = \frac{S_N}{U_2}$ $I_{2N} = \frac{40}{24} = 1,67 \text{ A}$

01,00		0,25x4	ج14. جدول عناصر البنى المادية لدارة التَغذية:				
			تقويم ثنائي النوبة	ترشيح	تخفيض التوتر	تثبيت التوتر	الوظيفة
			جسر غرايتس	مكثفة C	محول	الذارة LM7812	عناصر البنى المادية

01,25		الجسر 0,50 المنحنيات 0,25x2 القيم على المحاور 0,125x2	ج15. رسم دارة جسر غرايتس والمخطط الزمَني للتوترين:	
			 $V_2(t) = 24\sqrt{2} \sin 314t \text{ (v)}$	

يقبل رسم المخطط الزمني للتوترين في حالة عدم إحترام السلم

• محول دارة التغذية للمنقذات المتصدرة:

إذا كانت الضياعات بمفعول جول $P_j=8.3W$. مستعينا بجدول معطيات الصانع (شكل 11 صفحة 21/18).

س16. عين مرجع المحول المناسب.

س17. أحسب الاستطاعة في الثانوي P_2 من أجل حمولة حثية.

س18. هل مردود المحول المستعمل يمثل القيمة الاعظمية η_{max} ؟ علل.

جدول خصائص المحولات أحادية الطور 24V: (شكل 11)

المرجع	الاستطاعة	الضياعات في الفراغ	الضياعات الكلية	المردود (%) عند $\cos\phi$
	(VA)	(W)	(W)	
44211	40	3.9	7.5	0.6 84
44212	63	6.0	14.3	0.72 81
44213	100	8.2	17.9	0.77 85
44214	160	11.2	25.5	0.79 86

0.5	0.25 0.25	ج16. محول التغذية: مرجع المحول المناسب لدينا: $P_j=P_t$ - $P_f=8.3W$ و من الجدول نجد: $P_t=14.3W$, $P_f=6W$ إذن المرجع هو : 44212
0.75	0.5 0.25	ج17. حساب الاستطاعة في الثانوي P_2: $\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_t} \Rightarrow P_2 = \frac{\eta P_t}{1 - \eta}$ $P_2 \simeq 36.8W$ أو $P_2 = S \cos\phi_2$ و بهذه العلاقة نجد $P_2 \simeq 37.8W$
0.5	0.25	ج18. مردود المحول: مردود المحول المستعمل لا يمثل المردود الأعظمي. لأن $P_f \neq P_j$

• دراسة المحول لتغذية المنفذ المتصدرة:

خصائص المحول: $U_1 = 220V$ ، $m_0 = 0,112$ ، الضياعات $P_f + P_j = 10W$.

س 16: أحسب توتر الثانوي في الفراغ.

س 17: أحسب توتر الثانوي إذا كان الهبوط في التوتر يساوي $0,64 V$.

س 18: أحسب مردود المحول علما أن المواصفات الكهربائية للحمولة: $I = 5A$ ، $\cos \varphi = 0.94$.

ج 16: حساب التوتر الثانوي في الفراغ.

$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} \Rightarrow U_{20} = m_0 \cdot U_1$$

$$U_{20} = 0.112 \times 220 \Rightarrow U_{20} = 24.64V$$

ج 17: حساب توتر الثانوي.

$$U_2 = U_{20} - \Delta U_2$$

$$U_2 = 24V$$

ج 18: حساب المردود.

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 \Rightarrow P_2 = 24 \times 5 \times 0.94$$

$$P_2 = 112.8W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_f + P_j} \Rightarrow \eta = \frac{112.8}{112.8 + 10}$$

$$\eta = \frac{112.8}{122.8} \Rightarrow \eta = 91\%$$

المحول Tr_2 (220/12v) المستعمل لتغذية الدارات الالكترونية أجريت عليه

التجارب التالية : - في الفراغ : $U_{20}=12,6V$; $P_{10}=1,8W$

- في الدارة القصيرة : $P_{1cc}=2,1W$; $I_{2cc}=I_{2n}=3,5A$

س13 : ماذا تمثل P_{10} و P_{1cc} ؟ واحسب نسبة التحويل في الفراغ.

يغذي هذا المحول حمولة مقاومة بالتيار الاسمي.

س14 : احسب المقاومة المرجعة إلى الثانوي R_s ثم أوجد الهبوط في التوتر ΔU_2 .

س15 : احسب الاستطاعة في الثانوي P_2 و مردود المحول.

1.75 ن	0,5	ج13 : تمثل الضياع في الحديد (الضياع المغناطيسي)
	0,5	P_{1cc} : تمثل ضياع جول في الظروف الاسمية (الضياع في النحاس)
		- نسبة التحويل في الفراغ .
	0,5	$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{12,6}{220}$
	0.25	$m_0 = 0,057$

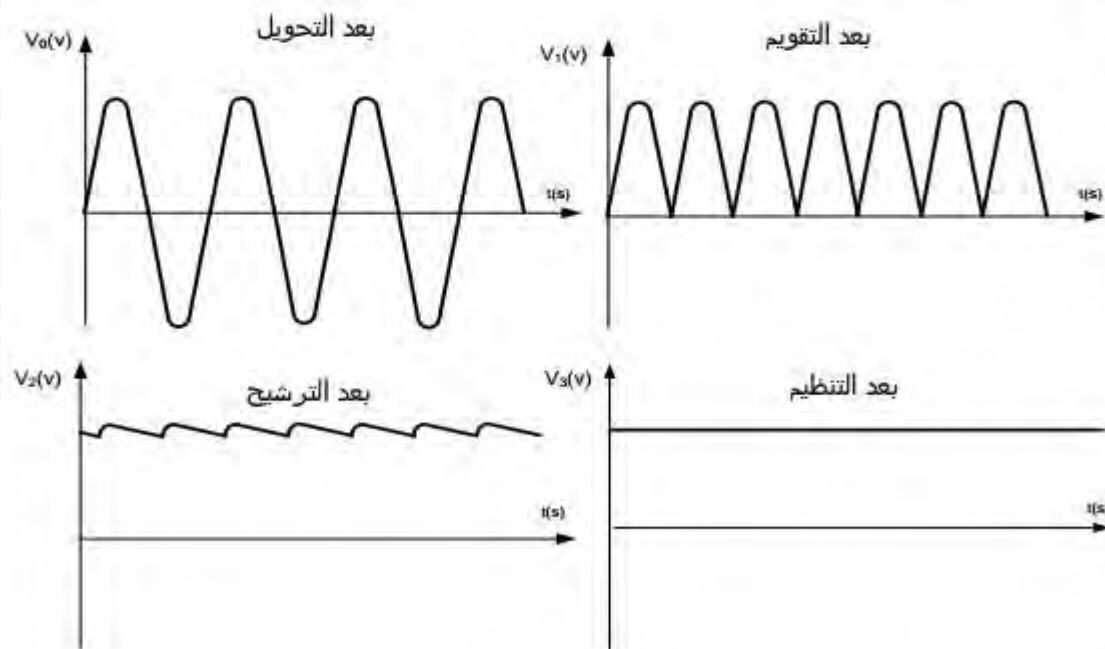
1.5 ن	0.5 0.25	ج 14) - المقاومة المرجعة إلى الثانوي R_s $R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{2,1}{12,25}$ $R_s = 0,171 \Omega$ -الهبوط في التوتر ΔU_2 $\Delta U_2 = U_{20} - U_2$ $\Delta U_2 = 12,6 - 12 = 0,6 \text{ v}$ أو بما أن الحمل مقاومة مقاومية واسمية إذن $\Delta U_2 = R_s \cdot I_{2n}$ $\Delta U_2 = 0,171 \cdot 3,5 = 0,6 \text{ v}$
	0.5 0.25	ج 15) الاستطاعة في الثانوي P_2 $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = U_{2n} \cdot I_{2n} \cdot 1$ $P_2 = 12 \cdot 3,5 = 42 \text{ w}$ حساب مردود المحول $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{10} + P_{1cc}}$ $\eta = \frac{42}{42 + 1,8 + 2,1} = 0,915 = 91,5\%$

• دائرة التغذية المستقرة +5V

توفير تغذية مستقرة +5V انطلاقا من منبع تغذية متناوب 220V.

س17. اذكر مختلف الطوابق المشكلة لهذه الدارة.

س18. ارسم شكل الإشارة عند مخرج كل طابق.

01	0,25x4	ج17. مختلف طوابق التغذية المستمرة +5V: - طابق التخفيض (تحويل) - طابق التقويم - طابق الترشيح - طابق التنظيم (التثبيت)
01	0,25x4	ج18. أشكال الإشارات :  تقبل الإشارات في حالة استعمال التقويم أحادي النوبة.

*محول تغذية المعقب ، الموزعات والكهروصمام يحمل المعلومات التالية:

220/24 V~, 50 Hz, 120VA

أجريت على هذا المحول الاختبارات التالية:

$$U_1=220V ; U_{20}=26V ; P_{10}=5W$$

اختبار في حالة فراغ (بدون حمولة):

$$P_{1cc}=5W ; I_{2cc}=5A$$

اختبار بدارة قصيرة:

(14) احسب نسبة التحويل في حالة الفراغ.

(15) ماذا تمثل P_{1cc} و P_{10} ؟

(16) احسب قيمة المقاومة المرجعة للثانوي R_s .

عند التشغيل الاسمي للمحول و بتوتر ابتدائي $U_1=220V$ ينتج تيار ثانوي $I_2=5A$

تحت توتر ثانوي $U_2=24V$ وبمعامل استطاعة $\cos \varphi_2=0.8$

(17) احسب الهبوط في التوتر ΔU_2 .

(18) احسب قيمة المعاوقة المرجعة للثانوي X_s .

(19) احسب مردود المحول.

1	0.5×2	ج15- P_{10} : تمثل الضياعات في الحديد P_{1cc}: تمثل الضياعات في النحاس ج16- قيمة المقاومة R_s:
0.5	0.5	$R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{5}{25} = 0,2\Omega$ $R_s = 0,2 \Omega$
0.5	0.5	ج17- الهبوط في التوتر: $\Delta U_2 = U_{20} - U_2$ $\Delta U_2 = 26 - 24 = 2V$ $\Delta U_2 = 2V$
1	0.5×2	ج18- حساب قيمة X_s: $\Delta U_2 = R_s \times I_2 \times \cos \varphi_2 + X_s \times I_2 \times \sin \varphi_2$ $X_s = \frac{\Delta U_2 - (R_s \times I_2 \times \cos \varphi_2)}{I_2 \times \sin \varphi_2}$ $X_s = \frac{2 - (0,2 \times 5 \times 0,8)}{5 \times 0,6} = \frac{1,2}{3}$ $X_s = 0.4\Omega$

1	0.5×2	ج19- حساب المردود: $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma P_{ertes}}$ $P_2 = U_2 \times I_2 \times \cos \varphi_2 = 24 \times 5 \times 0,8 = 96Watts .$ $\Sigma P_{ertes} = P_{fer} + P_j = 5 + 5 = 10W$ $\eta = \frac{96}{96 + 10} = 0.9056$ $\eta = 90.56\%$
---	-------	--

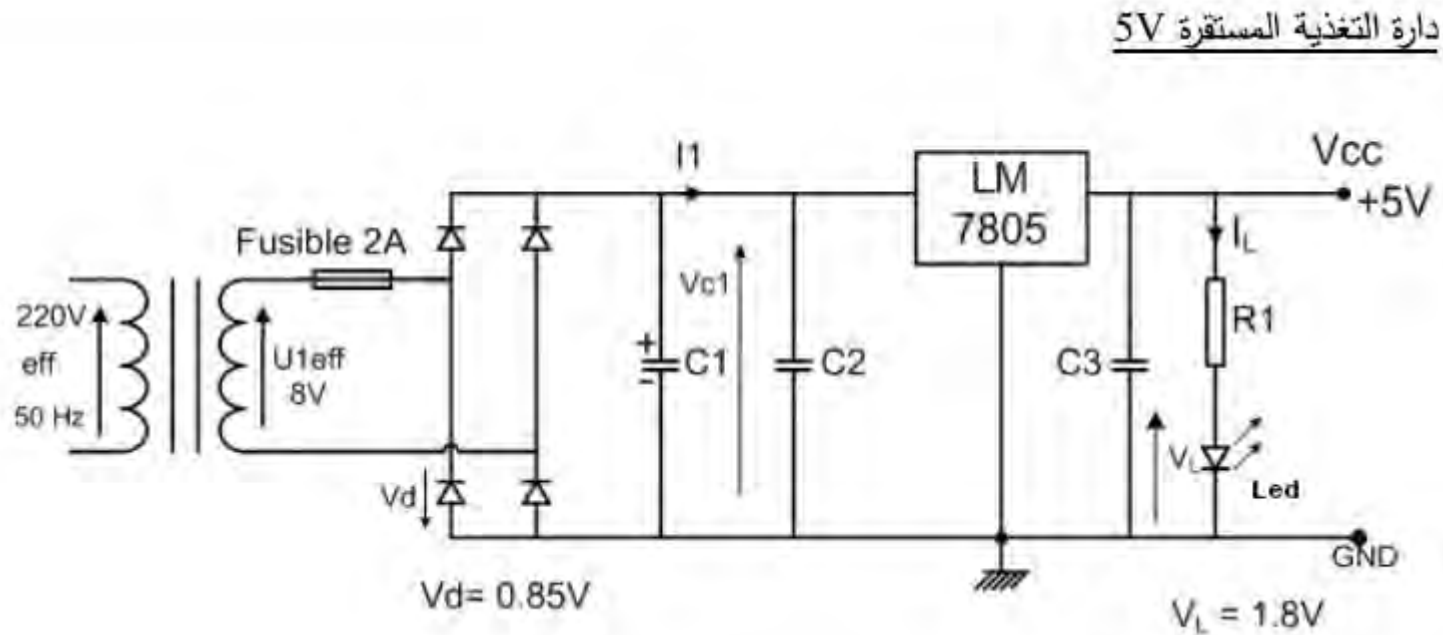
▪ دائرة التغذية المستقرة +5V (الصفحة: 15 من 18):

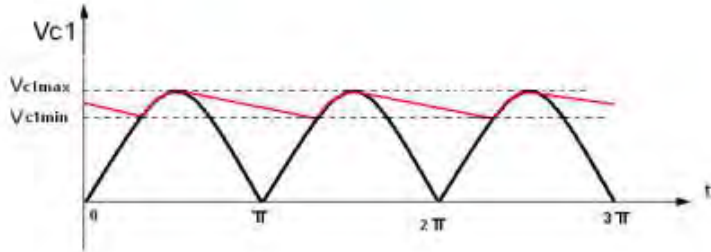
6. ما هو دور المكثفات C1، C2، C3 و الثنائيات الكهروضوئية (Led) ؟

7. ارسم شكل التوتر V_{C1} بين طرفي المكثفة C1 مبينا V_{C1max} و V_{C1min} .

8. احسب V_{C1max} .

9. احسب قيمة المقاومة R1 في دائرة التغذية المستقرة إذا كان $I_L = 13\text{mA}$ و $V_L = 1.8\text{V}$.



		التغذية المستقرة
		ج6- دور العناصر :
		- المكثفة C1 : الترشيح
		- المكثفة C2 : نزع التشوشات Antiparasite
		- المكثفة C3 : تثبيت المنظم stabilisation du régulateur
		- الثنائية الضوئية : للمشايرة (التغذية 5V تستغل)
		ج7- رسم و شكل التوتر بين طرفي المكثفة C1 (V_{C1})
1	0.25×4	
0.5	0.25×2	 The graph shows the voltage V_{C1} across capacitor C1 over time t. The waveform is periodic, with peaks at V_{C1max} and troughs at V_{C1min}. The x-axis is marked with $0, \pi, 2\pi, 3\pi$.

		ج8- قيمة V_{C1max}
		$U_{1eff} = 8V$ $V_{C1max} = U_{1max} - 2V_d$ $V_{C1max} = 8\sqrt{2} - 2 \times 0.85 = 9.6V$ $V_{C1max} = 9.6V$
		ج9- قيمة المقاومة R1 :
		$R_1 = \frac{V_{CC} - V_L}{I_L}$ $R_1 = \frac{5 - 1,8}{13 \times 10^{-3}} = 246\Omega$ $R_1 = 246\Omega$
0.5	0.25×2	
0.5	0.25×2	

وظيفة التغذية وتحويل الطاقة: لتغذية المنفذات المتصدرة استعملنا محول أحادي الطور لوحة

مواصفاته تحمل الخصائص التالية: 220/24V, 300VA, 50HZ

تجربة في الفراغ $U_1=220V$ ، $U_{20}=26,4V$

تجربة بدارة قصيرة تحت تيار ثانوي إسمي $I_{2CC}=I_{2N}$ ، $P_{1CC}=23,4W$ ، $U_{1CC}=20V$

س14: احسب نسبة التحويل في الفراغ.

س15: احسب المقادير المرجحة للثانوي R_S, Z_S, X_S .

ج14 : حساب نسبة التحويل:

$$m = \frac{U_{2N}}{U_1} = \frac{26.4}{220} = 0.12$$

ج15 : حساب المقادير المرجعية للثانوي:

$$S_N = U_{1N} \times I_{1N} \rightarrow I_{1N} = \frac{S_N}{U_{1N}} = \frac{300}{220} = 12.5A$$

$$R_S = \frac{P_{icc}}{I_{2cc}^2} = \frac{23.4}{(12.5)^2} = 0.149\Omega$$

$$Z_S = m \frac{U_{1cc}}{I_{2cc}} = 0.12 \times \frac{20}{12.5} = 0.192\Omega$$

$$X_S = \sqrt{Z_S^2 - R_S^2} = 0.121\Omega$$

0.5

0.25x2

0.25x2

0.25x2

0.25x2

02

0.25x2

دائرة تحويل الطاقة:

يُغذى الملامس KM1 بمحول كهربائي، كتب على لوحة مواصفاته ما يلي:
80VA ; 220 V / 24 V ; 50Hz

س14- احسب القيمة الاسمية لشدة التيار في الثانوي I_{2n} .

يُغذي هذا المحول حمولة حثية معامل استطاعتها 0,86 بتيار I_{2n} .

س15- احسب قيمة الهبوط في التوتر الثانوي ΔU_2 ، علما أن $R_s = 0,1\Omega$ و $X_s = 0,6\Omega$.

س16- استنتج نسبة التحويل m_0 .

1	2×0.5	حساب القيمة الاسمية لشدة التيار : $I_{2n} = S_n / U_{2n} = 80 / 24 = 3,33A$	14ج
1	2×0.5	حساب قيمة الهبوط في التوتر: $\Delta U_2 = R_s \cdot I_{2n} \cdot \cos\phi_2 + X_s \cdot I_{2n} \cdot \sin\phi_2$ $= 0,1 \times 3,33 \times 0,86 + 0,6 \times 3,33 \times 0,51$ $\Delta U_2 = 1,3V$	15ج
2	4×0.5	حساب نسبة التحويل m_0 : حساب التوتر U_{20} : $U_{20} = U_{2n} + \Delta U_2$ $U_{20} = 24 + 1,30 = 25,30V$ $m_0 = U_{20} / U_{1n}$ $m_0 = 25,30 / 220 = 0,11$	16ج

• المحول المستعمل لتغذية المنفذات المتصدرة له الخصائص التالية:

- أحادي الطور $60VA, 50HZ, 220/24V \sim$

- اختبار في الفراغ أعطى: $P_{10}=5W, U_{20}=24V, U_1=220V$

س12: أ- احسب كلا من نسبة التحويل وشدة التيار الاسمية في كل من الأولي والثانوي.

ب- استنتج الضياع في الحديد.

2	4×0.5	أ- نسبة التحويل: $m = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{24}{220} = 0,11$ - شدة التيار الاسمية للأولي: $I_{1N} = \frac{Sn}{U_1} = \frac{60}{220} = 0,27A$ - شدة التيار الاسمية للثانوي: $I_{2N} = \frac{Sn}{U_2} = \frac{60}{24} = 2,5A$ ب- الضياع في الحديد: $P_{fer}=P_{10}=5W$	ج12
---	-------	---	-----

وظيفة التغذية:

- دراسة محول تغذية المنفذات المتصدرة .

المحول المستعمل يحمل الخصائص: 50HZ , 220V/24V, 100V.A

أجريت عليه التجارب التالية:

- التجربة في الفراغ: $U_1=220\text{ V}$, $U_{20}=27,5\text{ V}$, $P_{10}=2\text{ W}$
- تجربة الدارة القصيرة من أجل تيار ثانوي اسمي: $P_{1CC}=6\text{ W}$, $I_{2CC}=I_{2n}$

س11: ماذا تمثل كل من P_{10} و P_{1CC} ؟

س12: - احسب شدة التيار الاسمي في الثانوي.

- احسب نسبة التحويل في الفراغ.

- المحول يصب تيار اسمي في حمولة حثية تحت توتر 24 V و بمعامل استطاعة 0,80

س13: احسب:

- الهبوط في التوتر .

- مجموع الضياعات.

- الاستطاعة المفيدة، الاستطاعة الممتصة والمردود.

0.50	0.25 0.25	11س P_{10} : تمثل الاستطاعة في الفراغ (الضياع في الحديد) P_{1CC} : تمثل الاستطاعة في حالة دارة قصيرة (الضياع بمفعول جول أو في النحاس).	
	2×0.25	12س - حساب شدة التيار الثانوي الاسمي :	
1.00	2×0.25	$I_{2n} = \frac{S}{U_{2n}} = \frac{100}{24} = 4.17A$ - حساب نسبة التحويل على فراغ : $m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{27.5}{220} = 0.125$	

	2×0.25	ج13 - حساب الهبوط في التوتر $\Delta U_2 = U_{20} - U_2 = 27.5 - 24 = 3.5V$	
2.0	2×0.25	- حساب مجموع الضياعات : $\sum P_{ertes} = P_{10} + P_{1CC} = 2 + 6 = 8W$	
	2×0.25	- الاستطاعة المفيدة : $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi = 24 \times 4.17 \times 0.8 = 80.064W$	
	2×0.25	- الاستطاعة الممتصة : $P_1 = P_2 + \sum P_{ertes} = 80.064 + 8 = 88.064W$ - المردود : $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{80.064}{88.064} = 0.91$	

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 11	40	3.9	7.5	8.9	10.8	8.9	62	76	84	10.3
442 12	63	6.0	14.3	7.6	9.5	8.6	57	73	81	9.1
442 13	100	8.2	17.9	6.3	8.6	9.2	63	77	85	8.5
442 14	160	11.2	25.0	5.9	7.8	7.9	66	79	86	7.4
442 15	250	14.9	31.3	5.2	6.5	6.2	70	83	89	6.1
442 16	400	18.3	48.3	2.2	3.8	5.6	72	84	90	4.2
442 17	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 18	1000	44.2	73.9	1.3	2.1	2.8	80	89	93	2.3

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضیاعات في الفراغ (W)	الضیاعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 31	40	3.9	7.3	8.7	10.5	8.5	62	77	84	10.0
442 32	63	6.0	14.2	7.5	9.4	8.5	57	73	82	9.0
442 33	100	8.2	15.1	7.3	9.3	8.9	66	80	87	8.9
442 34	160	11.2	24.6	5.8	7.6	7.7	66	80	87	7.2
442 35	250	14.9	31.4	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 36	400	18.3	46.3	2.1	3.7	5.6	72	84	90	4.2
442 37	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 38	1000	44.2	74.4	1.3	1.9	2.9	80	89	93	2.4
442 39	1600	65.5	94.7	1.1	1.6	1.9	84	91	94	1.7
442 40	2500	86.5	143.4	1.8	2.2	2.0	84	91	95	1.9

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضياعات في الفراغ (W)	الضياعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 41	40	3.9	7.3	8.7	10.5	8.5	62	77	84	10.0
442 42	63	6.0	14.2	7.5	9.4	8.5	57	73	82	9.0
442 43	100	8.2	15.1	7.3	9.3	8.9	66	80	87	8.9
442 44	160	11.2	24.6	5.8	7.6	7.7	66	80	87	7.2
442 45	250	14.9	31.4	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 46	400	18.3	46.3	2.1	3.7	5.6	72	84	90	4.2
442 47	630	25.5	80.9	2.3	4.0	4.7	70	82	89	3.8
442 48	1000	44.2	74.4	1.3	1.9	2.9	80	89	93	2.4
442 49	1600	65.5	94.7	1.1	1.6	1.9	84	91	94	1.7
442 50	2500	86.5	143.4	1.8	2.2	2.0	84	91	95	1.9

المرجع	الاستطاعة الظاهرية (VA)	الضياعات في الفراغ (W)	الضياعات الكلية (W)	الهبوط في التوتر (%) من اجل $\cos\phi$			المردود (%) من اجل $\cos\phi$			Ucc%
				0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	
442 81	40	3.9	7.4	8.7	10.5	8.8	62	76	84	10.1
442 82	63	6.0	11.8	7.6	9.6	8.9	62	76	84	9.2
442 83	100	8.2	17.3	7.2	9.2	8.6	63	78	85	8.7
442 84	160	11.2	23.4	5.8	7.4	7.1	67	80	87	6.9
442 85	250	14.9	31.7	5.2	6.6	6.2	70	83	89	6.1
442 86	400	18.3	43.9	2.1	3.6	5.6	73	85	90	4.1
442 87	630	25.5	76	2.1	3.5	4.6	71	83	89	3.4
442 88	1000	44.2	73.6	1.3	2.0	2.7	80	89	93	2.2
442 89	1600	65.5	95.3	1.1	1.5	1.8	83	91	94	1.5
442 90	2500	86.5	150.1	1.8	2.3	2.2	83	91	94	2.0