

الوضعية التعليمية: المحول أحادي الطور

1- طرح الإشكال

يقدم المنبع المتناوب أحادي الطور الذي توفره شركة توزيع الكهرباء $\sim 220V$.
كيف يتم تكيف هذا المنبع مع الأجهزة التي تتغذى بتوتر متناوب أحادي الطور يختلف عن $\sim 220 V$ مثل :
- المنفذات المتصدرة ($\sim 12 V$, $\sim 24 V$, ...)
- دارات التحكم (غالبا منخفضة) ... إلخ

الحل : يجب استعمال المحول أحادي الطور.....

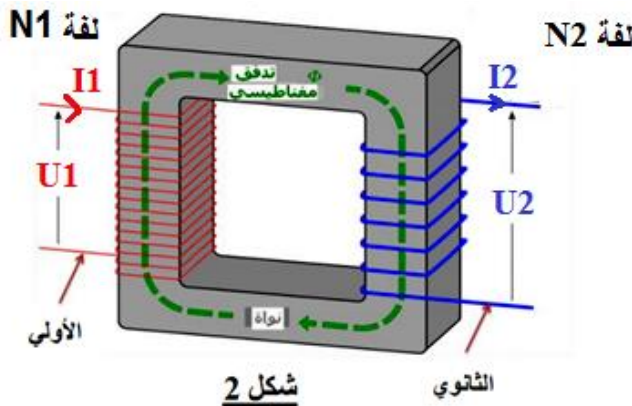
2- التعريف والدور

المحول عبارة عن آلة كهرومغناطيسية، تسمح بتحويل الطاقة الكهربائية المتناوبة من المنبع إلى الحمل و هذا بدون تغيير قيمة التواتر.

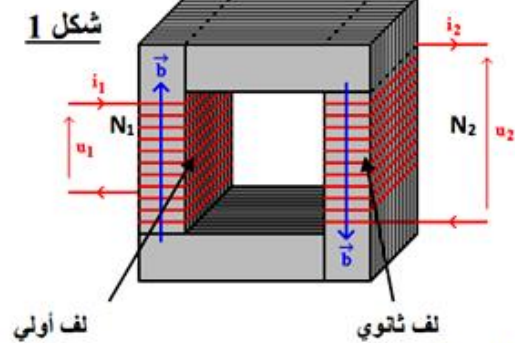
يقوم المحول (Transformateur) بتخفيض (أو رفع) التوتر (التيار) المتناوب من قيمة إلى قيمة أخرى.

3- التكوين والرمز

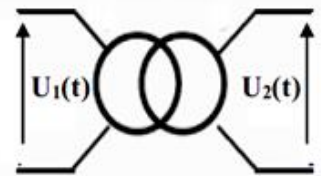
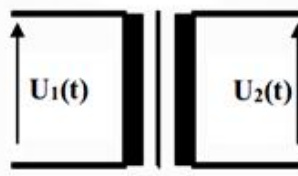
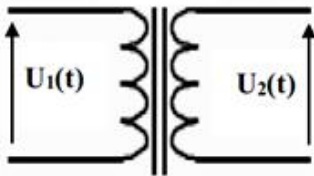
يتكون المحول من نواة مغلقة، من الحديد المورق أين توضع وشيكتان معزولتين كهربائيا، لهما مجال مغناطيسي مشترك (شكل 1، 2)



شكل 2



الرمز



- الوشيعة الأولية (ذات N_1 لفة) مغذات بتوتر جيبي تعتبر كأخذة

- الوشيعة الثانوية (ذات N_2 لفة) تغذي الحمل و تعتبر كمولدة

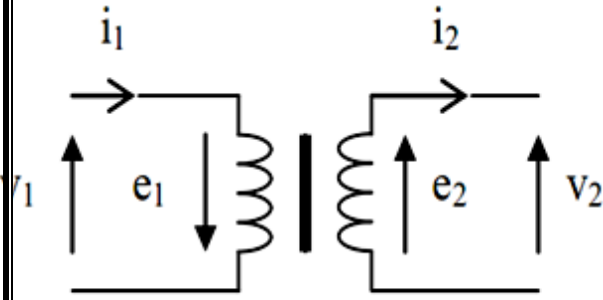
ملاحظة: اللف (الوشيعة) الذي يحتوي على عدد لفائف أكثر يسمى لف التوتر العالي و الآخر يسمى لف التوتر المنخفض

4- مبدأ التشغيل

عند تغذية الوشيعة الأولية بتوتر جيبي $U_1(t)$ (متغير) ينتج عنه تدفق مغناطيسي متغير عبر كل الدارة المغناطيسية، فتتولد في اللف الثانوي قوة محركة كهربائية تحريضية (قانون فارادي).

5- عبارة القوة المحركة التحريضية

عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتولدة في وشيعة عدد لفاتها N يجتازها التدفق Φ :



شكل 3

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

نسبة التحويل

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

ملاحظة: إذا كان:

- $1 < m$ أي $U_2 > U_1$ المحول رافع (élévateur)
- $1 > m$ أي $U_2 < U_1$ المحول خافض (abaisseur)
- $1 = m$ أي $U_2 = U_1$ المحول العزل (isolement)

6- المحول المثالي

عبارة عن محول حيث تكون فيه الضياعات مهمة (منعدمة)

- مقاومتي اللفتين الأولى والثانوي (R_1, R_2) مهمة
- الضياعات المغناطيسية أو الحديدية منعدمة

نستنتج أن:

$$\eta = 1$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$S_1 = S_2$$

$$P_1 = P_2$$

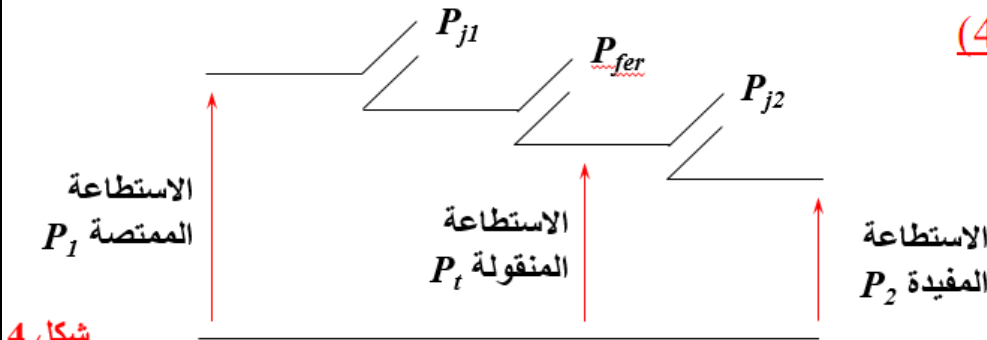
7- المحول الحقيقي

هو محول نأخذ فيه بعين الاعتبار:

- الهبوط في التوتر بالحمولة
- الضياعات بمفعول جول والضياعات في الحديد

تشير لوحة المواصفات لمحول حقيقي إلى: 600VA - 220V - 24V - 50Hz

8- الحصيلة الطاقوية (شكل 4)



شكل 4

العلاقات

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1$$

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

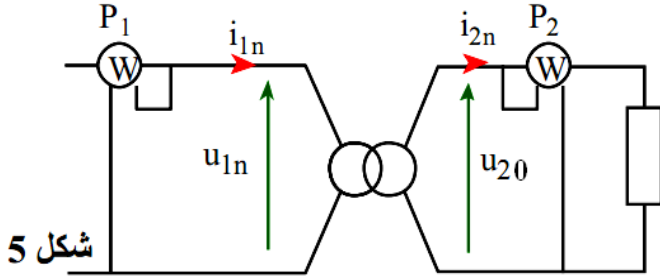
$$P_1 = P_2 + P_j + P_{fer}$$

$$P_j = P_{j1} + P_{j2} = R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

3-8: حساب المردود بالطريقة المباشرة

ليكن التركيب المبين في الشكل 5 بحيث نقيس في الأولي P_1 و في الثانوي P_2 باستعمال جهاز الواط متر.



شكل 5

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

4-8: حساب المردود بطريقة الضياعات المتفرقة

1-4-8: الاختبار في حالة الفراغ (شكل 6)

تسمح هذه التجربة بحساب الضياع في الحديد و نسبة التحويل

$$i_2 = 0 \Rightarrow P_2 = 0 \Rightarrow P_{j2} = 0$$

$$P_{10} = P_{j10} + P_{fer}$$

في حالة الفراغ i_{10} ضعيف جدا إذا يمكن إهمال P_{j10} أمام P_{fer}

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

$$P_{10} = P_{fer}$$

اذن:

2-4-8: اختبار المحول في حالة قصر دائرة الثانوي (شكل 7)

في حالة قصر دائرة الثانوي لدينا:

$$P_{1cc} = P_{fer} + P_j$$

$$U_2 = 0$$

$$P_{2cc} = 0$$

ملاحظة: نضبط U_{1cc} حتى يصبح $I_{2cc} = I_{2n}$

في هذه الحالة يكون الضياع P_{fer} مهملاً و بالتالي:

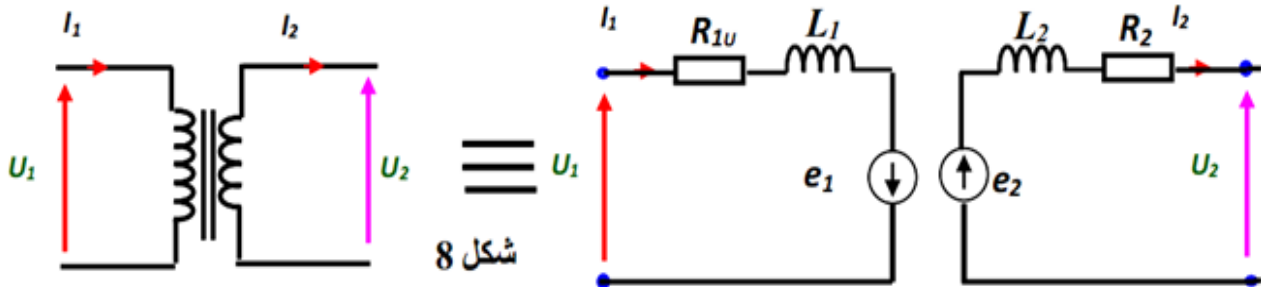
$$m_0 = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$P_{1cc} = P_j = R_1 I_{1cc}^2 + R_2 I_{2cc}^2$$

$$P_j = R_1 \cdot I_{2cc}^2 \cdot m^2 + R_2 \cdot I_{2cc}^2 = I_{2cc}^2 (R_1 m^2 + R_2)$$

الاختبار في حالة قصر يسمح بحساب الضياعات في النحاس (بمفعول جول)

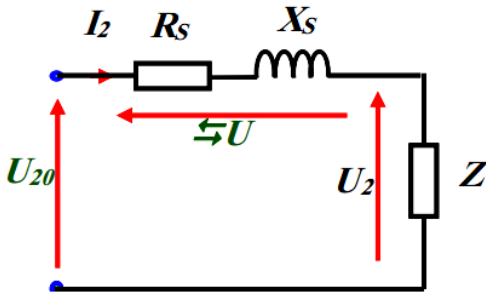
5-8: التصميم المكافئ للمحول في تقري كاب (شكل 8)



شكل 8

نفرض أن $I_{10} = 0$ (نهمل التيار الممتص في الفراغ)

6-8: الإرجاع إلى الثانوي



المفاعلة الكلية المرجعة إلى الثانوي:

$$X_S = X_2 + X_1.m_0^2 = L_2.\omega + L_1.\omega.m_0^2 = \sqrt{Z_S^2 - R_S^2}$$

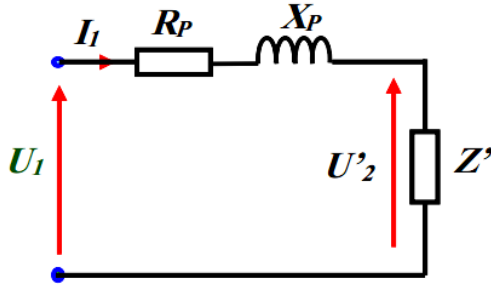
المقاومة الكلية المرجعة إلى الثانوي:

$$R_S = R_2 + R_1.m_0^2 = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2}$$

الممانعة الكلية المرجعة إلى الثانوي:

$$Z_S = \sqrt{X_S^2 + R_S^2} = m_0 \cdot \frac{U_{1cc}}{I_{2cc}}$$

7-8: الإرجاع إلى الأولي



المفاعلة الكلية المرجعة إلى الأولي:

$$X_P = X_1 + \frac{X_2}{m_0^2}$$

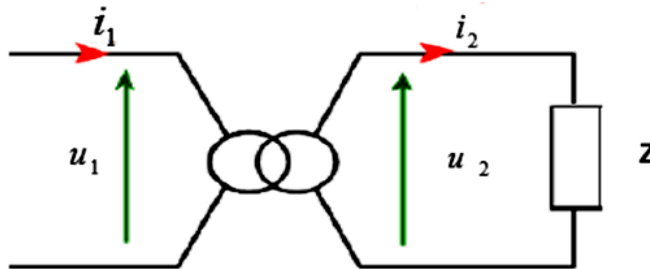
المقاومة الكلية المرجعة إلى الأولي:

$$R_P = R_1 + \frac{R_2}{m_0^2}$$

الممانعة الكلية المرجعة إلى الأولي:

$$Z_P = \sqrt{R_P^2 + X_P^2}$$

ملاحظة: عند الإرجاع إلى الثانوي نضرب نسبة التحويل و عند الإرجاع إلى الأولي نقسم على نسبة التحويل



9- تشغيل المحول في حالة حمولة :

الهبوط في التوتر

هو الفرق بين القيمة الفعالة للتوتر في الثانوي بالحمولة (U2) والتوتر بدون حمولة (U20).

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

$$\Delta U_2 = R_s.I_2.\cos\varphi_2 + X_s.I_2.\sin\varphi_2$$

$$\Delta U_2 = I_2 (R_s.\cos \varphi_2 + X_s.\sin\varphi_2)$$

ملاحظة: في حالة ممانعة سعوية يعطى:

$$\Delta U_2 = I_2 (R_s.\cos \varphi_2 - X_s.\sin\varphi_2)$$

التمرين 01: محول مستعمل في وظيفة تغذية أجريت عليه التجارب التالية:

في الفراغ: $U_1=220V$, $U_2=24V$, $P_{10}=80W$

في قصر الدارة: $U_{1CC}=30V$, $I_{2CC}=20A$

قياس مقاومتي اللفين الابتدائي و الثانوي في المستمر أعطت: $R_1=0,2\Omega$, $R_2=0,07\Omega$

أحسب:

- نسبة التحويل واستنتاج الضياع في الحديد وعدد لفات الثانوي إذا علمت أن عدد لفات الابتدائي هو 520 لفة.
- عناصر التصميم المكافئ المرجعة إلى الثانوي.

الحل:

- نسبة التحويل:

- استنتاج الضياع في الحديد:

- عدد لفات الثانوي:

- عناصر التصميم المكافئ المرجعة الى الثانوي:

التمرين 02: في دارة تغذية منظمات متصدرة استعملنا المحول التالي : 220v/24v 50Hz 60VA

1: أحسب شدة التيار الاسمي في الثانوي.

هذا المحول يصب تيارا اسما في حمولة مقاومة. علما أن المقاومة المرجعة إلى الثانوي للمحول هي $R_s= 0.8 \Omega$

2: احسب الهبوط في التوتر.

3: استنتاج نسبة التحويل في الفراغ.

الحل:

1- حساب شدة التيار الاسمي في الثانوي : $I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{60}{24} = 2,5A$

2- حساب الهبوط في التوتر: $\Delta U_2 = R_s \cdot I_{2N} = 0,8 \times 2,5 = 2V$

3- نسبة التحويل في الفراغ:

$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{U_2 + \Delta U_2}{U_1} = \frac{26}{220} = 0,118$$

التمرين 03:

لوحة المواصفات لمحول أحادي الطور تحمل الخصائص التالية: 1500/225V, 50Hz, 44KVA
أنجزت علي هذا المحول التجارب التالية:

التجربة الأولى	التجربة الثانية	التجربة الثالثة
$U_{10} = 1500V$	$P_{1CC} = 225W$	$I_2 = 200A$
$U_{20} = 225V$	$U_{1CC} = 22,5V$	$U_2 = 221V$
$P_{10} = 300W$	$I_{1CC} = 30A$	$\cos\phi_2 = 0.8$ AR (حثي)

- 1- عين نسبة التحويل
- 2- أحسب القيمة الاسمية للتيار الأولي و الثانوي
- 3- أحسب قيمة التيار في دائرة قصيرة I_{2CC}
- 4- أحسب المردود
- 5- أحسب المقادير المرجعة الى الثانوي
- 6- أحسب الهبوط في التوتر

الحل:

- 1- نسبة التحويل
- 2- حساب القيمة الاسمية للتيار الاول و الثانوي
- 3- حساب قيمة التيار في دائرة قصيرة I_{2cc}
- 4- حساب المردود
- 5- حساب المقادير المرجعة الى الثانوي
- 6- حساب الهبوط في التوتر

تمرين 04: لتغذية الموزع، الملامسات والكهرو صمامات نستعمل:

محول أحادي الطور: 220/24V , 50Hz , 348 VA أجريت عليه التجارب التالية :

- في الفراغ : $U_1 = 220V$, $U_{20} = 25.15V$, $P_{10} = 20W$

- في القصيرة : $I_{2cc} = I_{2N} = 16A$ $P_{1cc} = 18.4W$

1- أحسب مردود المحول علما أنه يغذي حمولة مقاومة بالتيار الاسمي.

2- أحسب ΔU_2 ، ماذا يمثل هذا المقدار ؟

الحل:

- 1- حساب مردود المحول: $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{10} + P_{1cc}} = \frac{24 \times 16}{24 \times 16 + 20 + 18,4} = 0,909 \quad \eta = 90,9\%$
- 2- حساب الهبوط في التوتر: $\Delta U = U_{20} - U_2 = 25,15 - 24 = 1,15V$

التمرين 05 :

في دارة تغذية منفذات متصدرة استعملنا المحول التالي : 50Hz , 220V/24V , 100VA

أجريت عليه التجارب التالية: \hookleftarrow التجربة في الفراغ : $U_1 = 220V$, $U_{20} = 27.5V$, $P_{10} = 2W$

\hookleftarrow تجربة الدارة القصيرة من أجل تيار ثانوي اسمي : $P_{1cc} = 6W$, $I_{2cc} = I_{2n}$

1/ ماذا تمثل كل من : P_{10} , P_{1cc} ؟

2/ - احسب شدة التيار الاسمي في الثانوي

- احسب نسبة التحويل في الفراغ

\hookleftarrow المحول يصب تيارا اسميا في حمولة حثية، تحت توتر 24V و بمعامل استطاعة 0.80

3/ احسب: - الهبوط في التوتر.

- مجموع الضياعات.

- الاستطاعة المفيدة، الاستطاعة الممتصة والمردود.

الحل:

P_{10} : تمثل الاستطاعة في الفراغ (الضياع في الحديد)

P_{1cc} : تمثل الاستطاعة في حالة دارة قصيرة

$$I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{100}{24} = 4,17A \quad (\text{الضياع بمفعول جول او في النحاس})$$

- حساب شدة التيار الثانوي في الاسمي :

$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{27,5}{220} = 0,125 \quad \text{نسبة التحويل في الفراغ :}$$

$$\Delta U = U_{20} - U_2 = 27,5 - 24 = 3,5V \quad \text{حساب الهبوط في التوتر :}$$

$$\sum \text{pertes} = P_{10} + P_{1cc} = 2 + 6 = 8W \quad \text{حساب مجموع الضياعات :}$$

- حساب الاستطاعة المفيدة : $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 24 \times 4,17 \times 0,8 = 80,064W$

- حساب الاستطاعة الممتصة : $P_1 = P_2 + \sum pertes = 80,064 + 8 = 88,064W$

- حساب المردود : $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{80,064}{88,064} = 0,91$