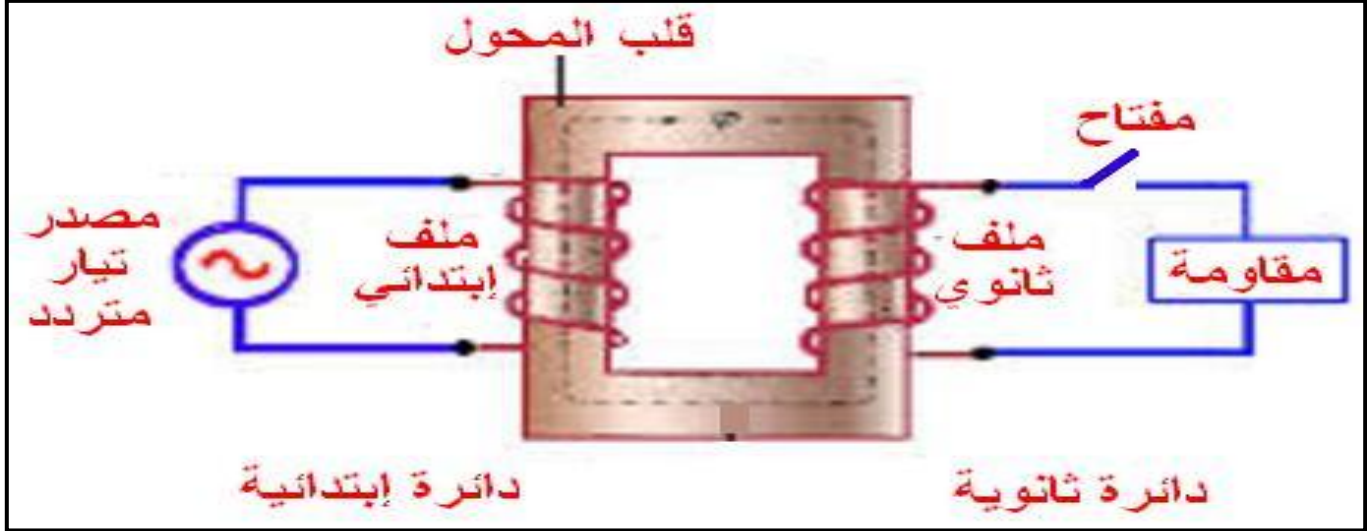


# تطبيقات على الحث الكهرومغناطيسي:

## (( المحول الكهربائي ))



### ◀ مبدأ عمله :

يعتمد مبدأ عمل المحول الكهربائي على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

### ◀ تركيبه :

يتركب المحول الكهربائي من :

- دائرة ابتدائية تحتوي على :
  - مصدر تيار متردد
  - ملف ابتدائي يحتوي على عدد من اللفات .
- دائرة ثانوية تحتوي على :
  - ملف ثانوي يحتوي على عدد من اللفات .
  - مقاومة الحمل وهي الجهاز المراد إمداده بالطاقة الكهربائية .
- قلب المحول وهو من الحديد المطاوع على هيئة شرائح رقيقة ومعزولة عن بعضها البعض .

### ◀ الغرض منه :

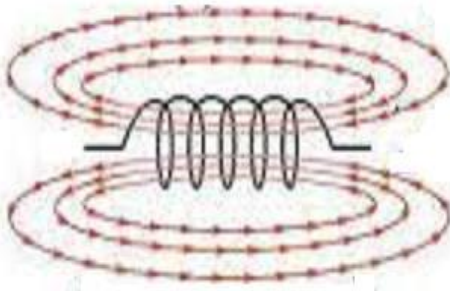
المحول الكهربائي عبارة عن جهاز يقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من مرتفع إلى منخفض والعكس صحيح ويستخدم في نقل الطاقة الكهربائية من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك .

### ◀ فكرة العمل :

تعتمد فكرة عمله على الحث المتبادل بين الملف الابتدائي والملف الثانوي فعند إغلاق دائرتي الملفين ينشأ مجال مغناطيسي في دائرة الملف الابتدائي بفعل التيار الكهربائي يعمل على توليد تغير في الفيض المغناطيسي للملف الثانوي مما يؤدي إلى تولد قوة دافعة كهربائية تأثيرية فيه .

### ◀ طريقة العمل :

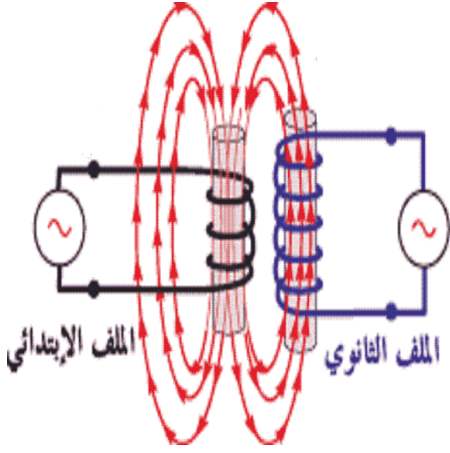
عند توصيل الدائرتين كما هو موضح بالشكل أعلاه ، حيث يوصل الملف الابتدائي بمصدر التيار المتردد ويوصل الملف الثانوي بالجهاز المراد إمداده بالطاقة الكهربائي ، وعندما تكون دائرة الملف الثانوي مفتوحة ودائرة الملف الابتدائي



مغلقة فإنه لن يمر تيار في أي من الملفين والسبب يعود إلى الحث الذاتي الذي يحدث في الملف الابتدائي حيث أنه عند مرور تيار كهربائي متغير الشدة ومتغير الاتجاه في دائرة الملف الابتدائي فإنه يتولد داخل وخارج الملف الابتدائي مجالاً مغناطيسياً أيضاً متغير الشدة ومتغير الاتجاه

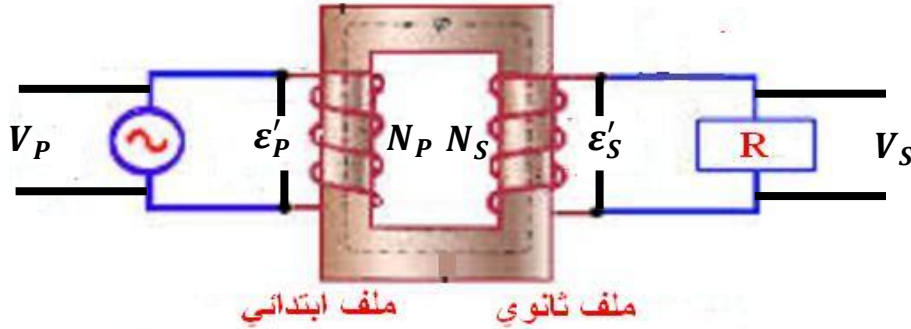
يؤدي إلى تولد قوة دافعة كهربائية تأثيرية بين طرفي الملف الابتدائي تؤدي إلى توليد تيار كهربائي تأثيري عكسي ( قانون لنز ) يعاكس اتجاه التيار الأصلي في الاتجاه ويساوي له في المقدار مما يؤدي إلى انعدام التيار الكهربائي في دائرة الملف الابتدائي .

وعند إغلاق دائرة الملفين الابتدائي والثانوي وعند مرور التيار الكهربائي المتردد في دائرة الملف الابتدائي يعمل على توليد مجالاً مغناطيسياً متغير الشدة ومتغير الاتجاه يعمل قلب الحديد المطاوع على تجميع خطوط المجال المغناطيسي الناشئ وجعلها تخترق سطح الملف الثانوي مما يؤدي إلى توليد فيض مغناطيسي متغير يخترق سطح الملف الثانوي ويؤدي إلى تولد قوة دافعة كهربائية تأثيرية بين طرفي الملف الثانوي تؤدي إلى تولد تيار تأثيري متردد نفسه تردد المصدر يمر عبر مقاومة الحمل .



يعمل التيار التأثيري على توليد مجالاً مغناطيسياً داخل وخارج الملف الثانوي يعاكس المجال المغناطيسي المسبب له يؤدي إلى إضعاف الفيض المغناطيسي الذي يخترق سطح الملف الابتدائي يؤدي إلى إضعاف القوة الدافعة التأثيرية المتولدة فيه بفعل الحث الذاتي وبالتالي سيتمكن التيار الأصلي من المرور في الملف الابتدائي طوال فترة إغلاق دائرة الملف الثانوي .

### ◀ العلاقة بين القوتين الدافعتين التأثيريتين في ملفي المحول :



نفترض أن :

- $V_P$  هو فرق الجهد بين طرفي الملف المصدر في الملف الابتدائي .
- $N_P$  هي عدد لفات الملف الابتدائي .
- $\mathcal{E}'_P$  هي القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف الابتدائي بفعل الحث الذاتي .
- $V_S$  هو فرق الجهد بين طرفي مقاومة الحمل في الملف الثانوي .
- $N_S$  هي عدد لفات الملف الثانوي .
- $\mathcal{E}'_S$  هي القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف الثانوي بفعل الحث المتبادل بين الملفين .

■ عندما تكون دائرة الملف الثانوي مفتوحة ودائرة الملف الابتدائي مغلقة :

بفعل الحث الذاتي يتولد قوة دافعة تأثيرية بين طرفي الملف يمكن حسابها باستخدام قانون فاراداي- لنز كما يلي :

$$\mathcal{E}'_P = -N_P \cdot \left( \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)_P$$

وبما أن الملف يتصل على التوازي مع المصدر المتردد فإنه يمكن القول أن :

$$V_P = \mathcal{E}'_P$$

وبالتالي فإن :

$$V_P = -N_P \cdot \left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_P$$

■ عندما تكون دائرة الملف الثانوي مغلقة ودائرة الملف الابتدائي مغلقة :  
هنا سيتولد بفعل الحث الكهرومغناطيسي قوة دافعة تأثيرية بين طرفا الملف الثانوي مقدارها :

$$\varepsilon'_S = -N_S \cdot \left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_S$$

القوة الدافعة التأثيرية تؤدي إلى تولد تيار تأثيري يمر عبر مقاومة الحمل مما يؤدي إلى تولد فرق في الجهد بين طرفا المقاومة مقدارها  $V_S$

وبما أن المقاومة تتصل على التوازي مع الملف الثانوي فإنه يمكن القول أن :

$$V_S = \varepsilon'_S$$

وبالتالي فإن :

$$V_S = -N_S \cdot \left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_S$$

وإذا افترضنا أن المحول مثالي أي لا يوجد فقد في الطاقة الكهربائية في المحول فإنه لابد أن يكون جميع خطوط المجال المغناطيسي الناشئة من الملف الابتدائي ستخترق سطح الملف الثانوي وحينها يمكن القول أن :

$$\left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_P = \left( \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)_S$$

$$-\frac{V_P}{N_P} = -\frac{V_S}{N_S}$$

ومنها نحصل على :

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

وبما أنه أيضاً لا يوجد فقد في الطاقة الكهربائية فإنه يمكن القول أن :

الطاقة الكهربائية المستنفذة في الملف الثانوي = الطاقة الكهربائية المستنفذة في الملف الابتدائي

$$E_P = E_S$$

حيث أن الطاقة الكهربائية = القدرة الكهربائية × الزمن

فإن :

$$E = P \cdot t$$

حيث أن :

$P$  هي القدرة الكهربائية وتساوي  $(V \cdot I)$  ومنها يمكن القول الطاقة الكهربائية الداخلة إلى المحول :

$$E_P = V_P \cdot I_P \cdot t$$

وبنفس الطريقة نحصل على الطاقة الكهربائية الخارجة من المحول :

$$E_S = V_S \cdot I_S \cdot t$$

وبالتالي فإن :

$$V_P \cdot I_P \cdot t = V_S \cdot I_S \cdot t$$

$$V_P \cdot I_P = V_S \cdot I_S$$

ومنها نحصل على :

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

وأخيراً نحصل على :

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

## ◀ أنواع المحول الكهربائي :

عند النظر إلى العلاقة الأخيرة نستنتج أنه إذا كان :

•  $N_S > N_P$  فإن :

$$V_S > V_P$$

$$I_S < I_P$$

ويسمى المحول في هذه الحالة (( محول رافع للجهد وخافض لشدة التيار الكهربائي )) .

•  $N_S < N_P$  فإن :

$$V_S < V_P$$

$$I_S > I_P$$

ويسمى المحول في هذه الحالة (( محول خافض للجهد ورافع لشدة التيار الكهربائي )) .

## ◀ كفاءة المحول الكهربائي :

في الواقع لا يوجد محول مثالي ( كفاءته 100% ) ، وذلك لأن المحول يفقد جزءاً من طاقته الكهربائية لعدة أسباب وهي :

- جزءاً من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة حرارية في الأسلاك بسبب مقاومتها ولإنقاص هذه الطاقة المفقودة تستخدم أسلاك معدنية سميكة ومقاومتها النوعية صغيرة .
- جزءاً من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة حرارية في القلب الحديدي بفعل التيارات الدوامية المتكونة فيه ولتفادي هذه التيارات يصنع القلب الحديدي من الحديد المطاوع ومن شرائح رقيقة ومعزولة .
- جزءاً من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة ميكانيكية تستخدم في تحريك الجزيئات المغناطيسية للقلب الحديدي وللحد منها يستخدم الحديد المطاوع في صناعة القلب الحديدي لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية .
- جزءاً من الطاقة يفقد نتيجة تسرب خطوط المجال المغناطيسي إلى خارج لفات الملف الثانوي وللحد من ذلك يستخدم القلب الحديدي بالإضافة إلى ذلك يلف الملف الثانوي حول الملف الابتدائي مع ضرورة عزلهما عن بعضهما .

## ◀ نقل الطاقة الكهربائية :

عند نقل الطاقة الكهربائية من مناطق توليدها ( محطات توليد الكهرباء ) إلى مناطق استهلاكها ( المنازل والمصانع ... إلخ) فإن جزءاً من هذه الطاقة يفقد بسبب مقاومة الأسلاك على هيئة طاقة حرارية يمكن إيجادها بالعلاقة :

$$E = I^2 \cdot R$$

وللتغلب على هذا الفقد في الطاقة الكهربائية المنقولة يتم اتخاذ بعض الإجراءات ومنها استخدام أسلاك غليظة ( سميكة ) ذات مقاومة نوعية صغيرة إلا أن هذه العملية مكلفة مادياً وكذلك يتم تطبيقها ضمن حدود معينة ، إلا إنه حالياً تم التقليل من هذه المشكلة باستخدام المحول الكهربائي حيث يستخدم محول رافع للجهد وخافض لشدة التيار الكهربائي بمقدار صغير جداً بالقرب من محطات توليد الكهرباء وبالتالي يكون مقدار الطاقة المفقودة على شكل حرارة صغير جداً ، أما عند مناطق الاستهلاك فيستخدم محول خافض للجهد ورافع لشدة التيار الكهربائي ، كما هو واضح في الشكل أدناه :

