

الباب الثاني

التأثيرات المختلفة للتيار الكهربى

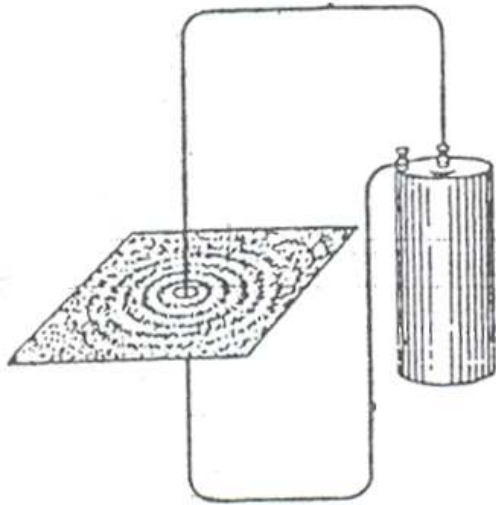
1-2 التأثير الكهرومغناطيسى:

- 1-1-2 المجال المغناطيسى حول موصل - ق . د . ك المستنتجة - قاعدة اليد اليمنى
لفلمنج ونظرية المولد الكهربى - الحث الذاتى - الحث المتبادل .
- 2-1-2 حساب شدة المجال المغناطيسى عند نقطة تبعد عن موصل يحمل تيار (قانون
بيوت سافارت) .
- 3-1-2 المجال المغناطيسى لتيار يمر فى (موصل مستقيم - موصل دائرى - فى ملف
دائرى) .
- 4-1-2 القوة الدافعة الكهربائية المتولدة فى موصل يتحرك فى مجال مغناطيسى .
- 5-1-2 القوة الميكانيكية الناشئة عن مرور تيار فى موصل موجود فى حيز مغناطيسى
- 2-2 المحولات الكهربائية (تعريف المحول - تركيبه - أنواع المحولات - استخدامات
المحولات) .

2-1 التأثير الكهرومغناطيسي :

يتولد مجال مغناطيسي نتيجة دوران الالكترون ذى الشحنة السالبة في مداره حول النواة وكما هو معلوم فإن هناك مجموعة من الالكترونات ذات الشحنة السالبة تدور في اتجاه عقارب الساعة حول النواة ويتولد عنها مجال مغناطيسي ، كذلك هناك مجموعة أخرى من الالكترونات تدور حول النواة في اتجاه عكس عقارب الساعة ويتولد عنها أيضاً مجال مغناطيسي آخر . كلا المجالين المغناطيسيين يلاشيان بعضهما البعض . وعلى هذا فإن الكهرباء الساكنة (الاستاتيكية) لا يتولد عنها مجال مغناطيسي .

من المعلوم أن حركة الالكترونات خلال الموصل الكهربى - بتأثير القوة الدافعة الكهربائية - يتسبب عنها سريان التيار الكهربى . كذلك تعمل القوة الدافعة الكهربائية على أن تجعل كل الالكترونات تدور حول النواة في اتجاه واحد (سواء مع عقارب الساعة او ضدها) مما يجعل المجالات المغناطيسية المتولدة من دوران الالكترونات تتجمع كلها في صورة مجال مغناطيسي واحد قوى .



شكل (1-2)
المجال المغناطيسى على هيئة
دوائر مركزها السلك

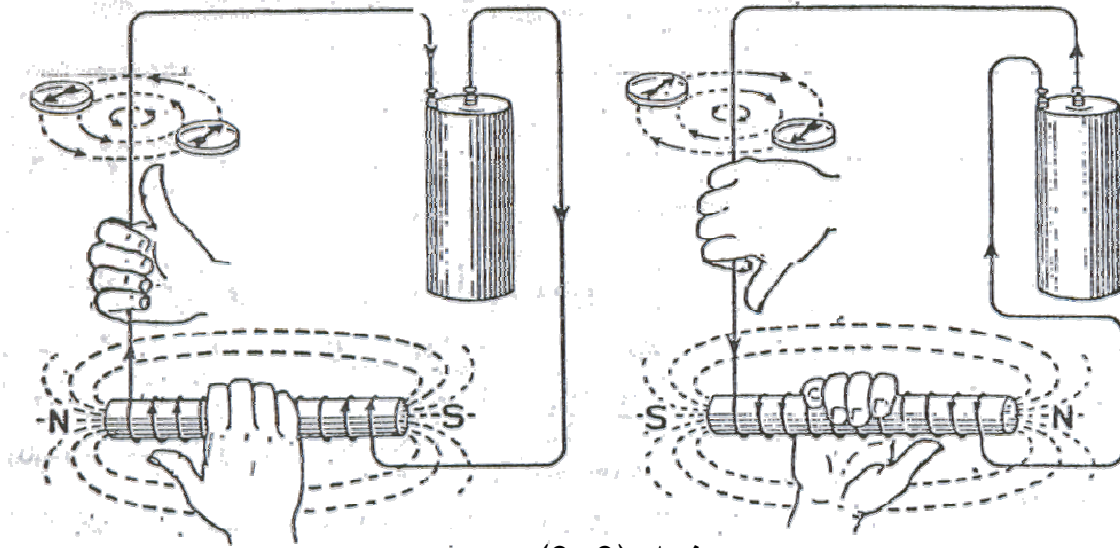
2-1-1 المجال المغناطيسي حول موصل :

عند مرور التيار الكهربى بالموصل يولد المجال المغناطيسى المتولد من دوران الالكترون حول النواة دوائر مغلقة وعلى هذا ففي شكل (1-2) نجد أن المجال المغناطيسى الناتج من مرور تيار كهربى يكون عبارة عن دوائر متحدة المركز حول الموصل الكهربى.

يعتمد اتجاه المجال المغناطيسى (أو

اتجاه خطوط القوى المغناطيسية) على اتجاه التيار . ويمكن معرفة اتجاه المجال المغناطيسى عن طريق قاعدة اليد اليمنى التى تنص على أنه إذا امسك الفرد بيده اليمنى سلكاً بحيث يشير

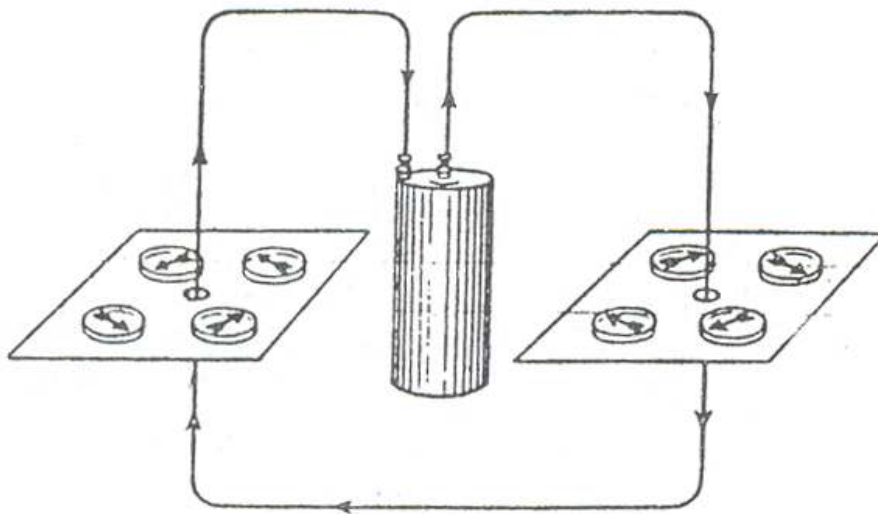
الابهام الى إتجاه التيار الكهربى فإن بقية الأصابع تشير الى اتجاه المجال المغناطيسي كما هو موضح بشكل (2-2).



شكل (2-2)

هناك طريقة أخرى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربى في موصل كهربى بإستخدام البوصلة كما في شكل (2-3) ويمكن كذلك تعيين اتجاه المجال المغناطيسى بواسطة قاعدة البريمة لماكسويل كالاتي :

ضع سن البريمة في اتجاه التيار ثم أدر البريمة باليد اليمنى وفي اتجاه التيار فيكون اتجاه الدوران هو إتجاه خطوط المجال المغناطيسي حول الموصل الكهربى ويوضح شكل (2-3) هذه الطريقة .



شكل (2-3) تحديد إتجاه المجال حول السلك بواسطة البوصلة

خواص المجال المغناطيسي حول موصل الناشئ عن مرور تيار كهربى :

أ- المجال المغناطيسى حول موصل يكون على شكل دوائر متحدة المركز إذا كان الموصل سلكاً مستقيماً .

ب- تزداد كثافة المجال كلما اقتربنا من الموصل .

ج- تتغير شدة المجال المغناطيسى مع تغير شدة التيار الكهربى .

د - يتغير اتجاه خطوط المجال المغناطيسى بتغيير إتجاه سريان التيار الكهربى .

هـ- يمكن معرفة إتجاه المجال المغناطيسى بواسطة البوصلة أو قاعدة اليد اليمنى أو قاعدة البريمة لماكسويل .

ق . د . ك المستنتجة من المجال المغناطيسى ونظرية المولد الكهربى :

هناك حقيقة مؤكدة بالتجربة وهى أنه تتولد قوة دافعة كهربية فى دائرة مغلقة إذا كان

المجال المغناطيسى الذى يقطع هذه

الدائرة يتغير مع الزمن .

وشكل (4-2) يوضح تجارب

قام بها فاراداي لدراسة توليد الكهرباء

من المغناطيسية وذلك بالحركة النسبية

بين كل من الملف وثبات المغناطيس

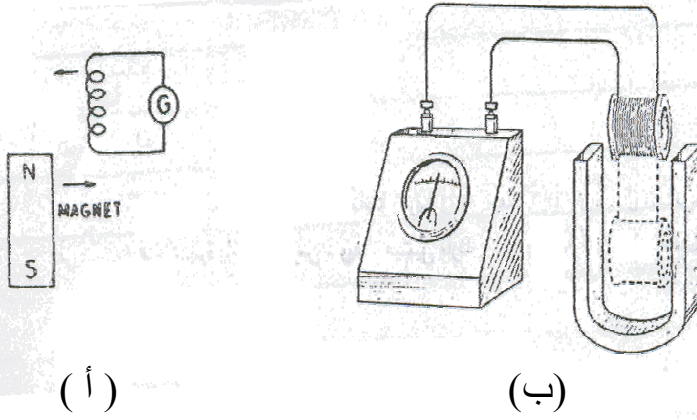
كما هو موضح بشكل (4-2 أ، ب) أو

إذا تحرك المغناطيس تجاه الملف

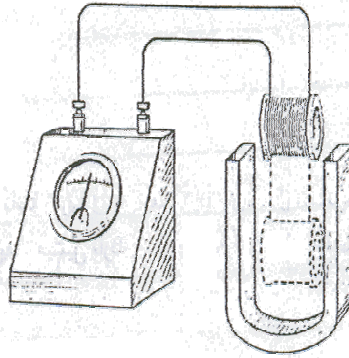
الثابت شكل (4-2 ج) حيث تتولد

القوة الدافعة الكهربائية $e m f$ (ق.د.ك) فى الملف ويقرأها جهاز الجلفانومتر ومنها تم

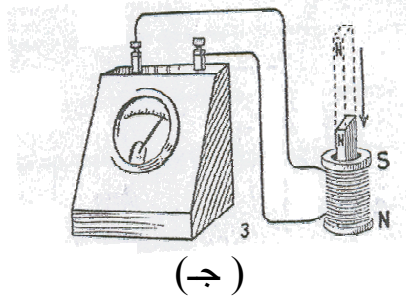
استنتاج قانون فاراداي للمولد الكهربى .



(أ)



(ب)

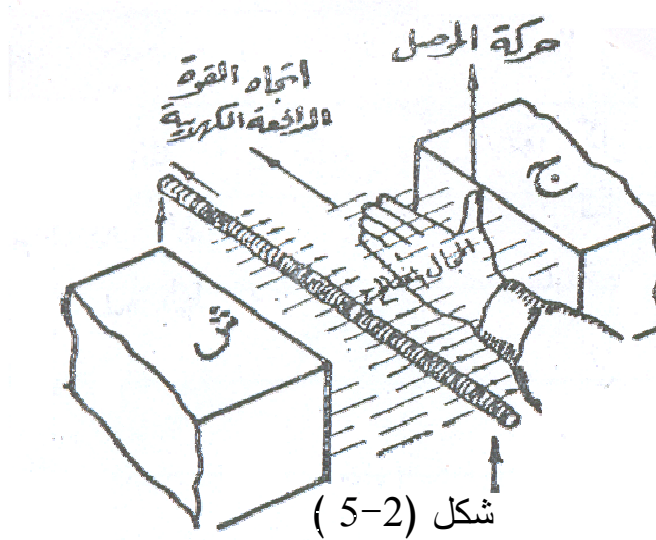


(ج)

شكل (4-2)

قانون فاراداي للمولد الكهربى :

" اذا قطع الموصل ساحة مغناطيسية فإنه تستنتج به قوة دافعة كهربية (ق.د.ك) بالحث المغناطيسي وتكون قيمتها أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القطع 90°⁵ "



ويمكن تعيين إتجاه القوة الدافعة الكهربائية المستنتجة بواسطة قاعدة فلمنج لليد اليمنى شكل (5-2)

قاعدة فلمنج لليد اليمنى :

إيسط راحة يدك اليمنى بحيث يدخل المجال المغناطيسى عمودياً بها فيكون إتجاه الأصابع هو إتجاه ق . د . ك المستنتجة ويكون الإبهام مشيراً إلى إتجاه الحركة .

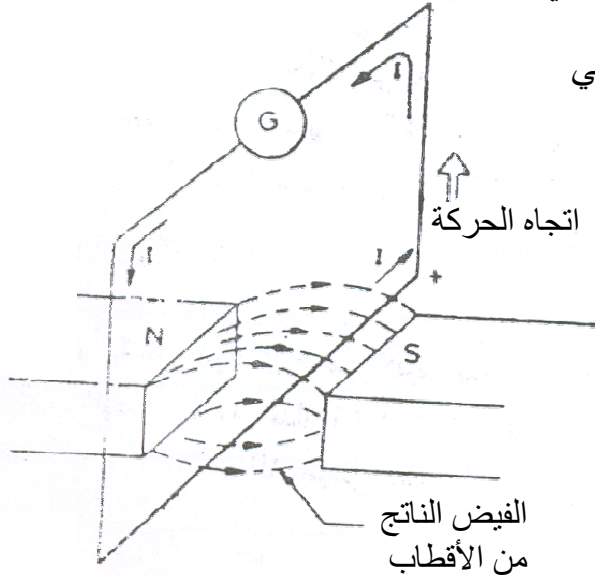
لتوليد قوة دافعة كهربية فى موصل لابد من توافر ثلاثة متطلبات :

- 1- وجود موصل كهربى
- 2 - وجود مجال مغناطيسى .
- 3- أن يقوم الموصل بقطع خطوط قوى المجال المغناطيسى .

وهناك ثلاثة طرق لإتمام عملية قطع خطوط القوى المغناطيسية بواسطة الموصل وهى

كالآتى :

الطريقة الأولى : الموصل يقطع المجال المغناطيسي:



وفي هذه الطريقة يكون المجال المغناطيسي

ساكناً (أى أن المجال لا يتحرك) بينما يتحرك

الموصل فتتولد لديه (ق . د . ك) تسبب

حركة مؤشر كما في شكل (2-6)

وتستخدم هذه الطريقة في مولدات التيار

المستمر .

شكل (2-6)

الطريقة الثانية : المجال المغناطيسي يقطع الموصل :

وفي هذه الطريقة يكون الموصل ساكناً بينما يتحرك المغناطيس (أى يكون المجال

المغناطيسي متحركاً) فتتولد ق . د . ك في الموصل تتسبب في حركة المؤشر وتستخدم هذه

الطريقة في مولدات التيار المتغير .

الطريقة الثالثة : تغيير المجال المغناطيسي:

في هذه الطريقة يكون الموصل والمجال المغناطيسي ساكنين (غير متحركين) ولكن يتم

تغيير المجال المغناطيسي عن طريق إمرار تيار متغير في أحد الملفين الساكنين وتستخدم هذه

الطريقة في المحولات الكهربائية .

قانون فاراداي الأول (نظرية المولد الكهربائي)

ينص على أن القوة الدافعة الكهربائية التي تتولد في موصل تتناسب طردياً مع معدل

تغيير خطوط القوى المغناطيسية التي تقطع الموصل .

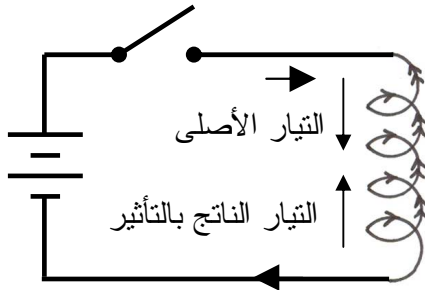
وهذا القانون هو الأساس في عمل مولدات التيار المستمر ومولدات التيار المتغير ويمكن تمثيله رياضياً كما يلي:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

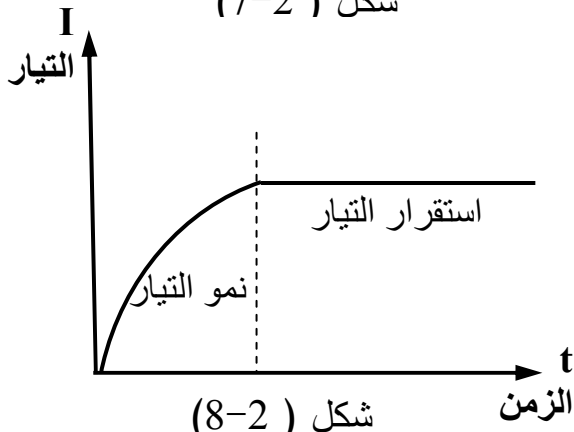
حيث e تمثل القوة الدافعة الكهربائية (بالفولت) ، N عدد اللفات ، (ϕ) تمثل الفيض المغناطيسي (Flux) أو خطوط القوى المغناطيسية وتقاس بما يسمى الويبر (weber) ، t هو الزمن بالثانية.

ملحوظة :

للتمييز بين القوة الدافعة الكهربائية التي يمكن توليدها بالطرق الثلاثة السابق ذكرها فقد تم الاتفاق على تسمية القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن حركة موصل في وجود مجال مغناطيسي ساكن بالقوة الدافعة الديناميكية . بينما تسمى القوة الدافعة الكهربائية الناتجة من حركة المغناطيس في وجود موصل ساكن بالقوة الدافعة الاستاتيكية.



شكل (7-2)



شكل (8-2)

الحث الذاتي (التأثير الذاتي) :

إذا مر تيار كهربائي في ملف مثل المبين بشكل (7-2) فيبدأ مرور التيار الكهربائي المبين بالسهم ويعمل على زيادة الفيض المغناطيسي من الصفر إلى القيمة الثابتة لتيار الدائرة .

ويعمل توصيل المفتاح على التغير في الفيض تنشأ عنه قوة دافعة كهربائية بالتأثير التي تولد تياراً بالتأثير موضح بأسهم مزدوجة في عكس اتجاه التيار الأصلي وبذلك يعارض نمو التيار في

الدائرة . ونتيجة لذلك نجد أن التيار في الدائرة يأخذ وقتاً من الزمن حتى يصل الى القيمة الثابتة له كما يتضح ذلك من الشكل (8-2)

وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التأثير الذاتي (الحث الذاتي) وهي توليد قوة دافعة كهربية بالتأثير في ملف نتيجة لتغير الفيض في نفس الملف .

وإذا فصل المفتاح الموجود في الدائرة فإن

التيار في الدائرة تقل قيمته إلى الصفر

وبذلك يهبط الفيض المغناطيسي الذي يحيط

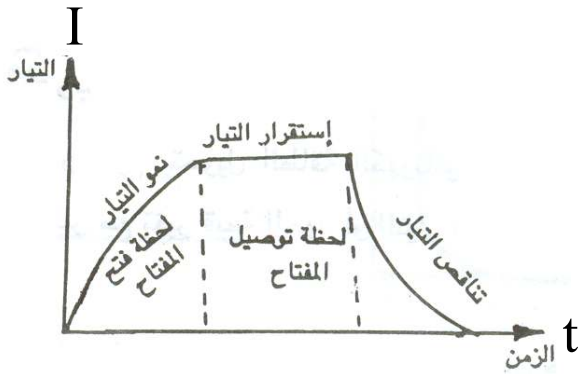
الملف فيتولد ق . د . ك بالتأثير تولد تياراً في

نفس اتجاه التيار الأصلي كما في شكل (9-2)

لذلك نجد أن التيار الموجود بالدائرة لا تتعدم قيمته

مباشرة بل يأخذ وقتاً يتناقص فيه حتى تصل قيمته الى الصفر .

شكل (9-2)



الحث المتبادل (التأثير المتبادل):

الشكل (10-2) يوضح دائرتين على قلب

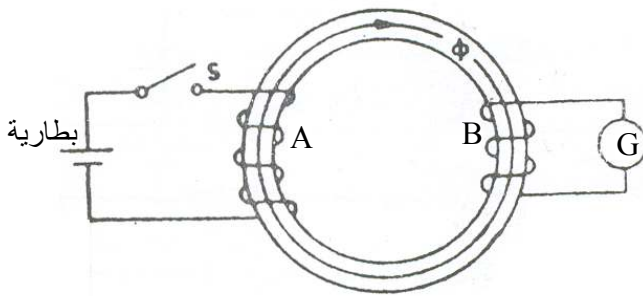
حديدى ، دائرة A موصلة بمصدر تيار

مستمر ، دائرة B موصلة بجهاز جلفانومتر

عند توصيل مفتاح الدائرة A نجد أن مؤشر

الجلفانومتر في الدائرة B يتحرك نتيجة توليد

ق . د . ك بالتأثير فيه لأنه عند توصيل المفتاح



شكل (10-2)

في الدائرة A يتولد فيض مغناطيسي (ϕ) يقطع لفات الدائرة B وبما أن هذا الفيض قد تغير

لحظة توصيل المفتاح . فإنه يولد ق . د . ك بالتأثير في الدائرة B تمرر تياراً في جهاز

الجلفانومتر يحرك مؤشر الجلفانومتر وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التأثير المتبادل (الحث

المتبادل) وهي توليد قوة دافعة كهربية في ملف نتيجة تغير المجال المغناطيسي في ملف آخر .

ومن أشهر التطبيقات على ظاهرة التأثير الكهرومغناطيسي المتبادل هي المحولات الكهربائية وسوف يتم شرحها في نهاية هذا الباب .

2-1-2 حساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن موصل يحمل تيار (قانون بيوت سافارت) :

قانون بيوت سافارت :

يمكن استخدام قانون بيوت سافارت لحساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة ما تبعد مسافة مقدارها (r) عن سلك طويل يحمل تيار كهربائي شدته (I) كما يلي:

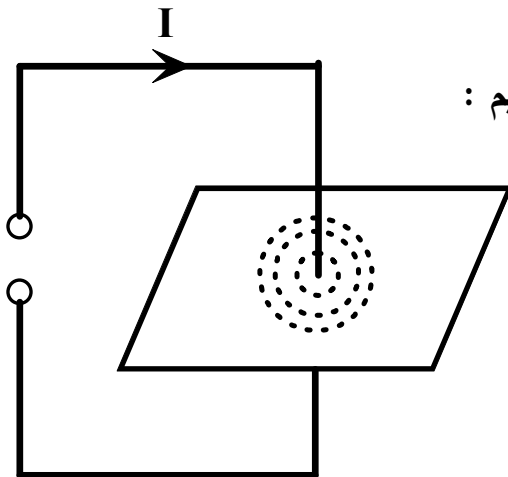
$$B = \frac{\mu I}{2\pi r} \dots \text{Tesla (T)}$$

حيث B هي كثافة المجال المغناطيسي ووحداتها هي التسلا

I هي شدة التيار المار في الموصل الطويل ووحداته هي الأمبير.

r هي المسافة التي تبعد عنها النقطة عن الموصل مقاسه بالمتر .

2-1-3 المجال المغناطيسي لتيار يمر في (موصل مستقيم - موصل دائرة - في ملف دائرة - في ملف لولبي) :



شكل (2-11)

*** المجال المغناطيسي لتيار يمر في موصل مستقيم :**

أ- نأخذ سلكاً معدنياً مستقيماً ونجعله يخترق

لوحة من الورق المقوى الموضوعة في

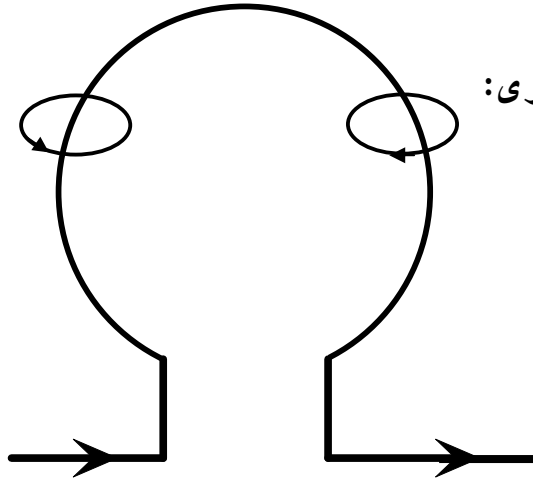
وضع أفقي كما في شكل (2-11) ثم

نصل طرفي السلك بدائرة كهربائية .

ب - ننشر على لوحة الورق برادة الحديد الناعمة بطريقة عشوائية ثم نمرر في السلك تياراً كهربائياً مناسباً.

ج- نطرق على اللوحة الورق عدة طرقات خفيفة فنجد أن البرادة تترتب في شكل دوائر منتظمة ومتحدة المركز وينطبق مركزها على محور السلك ، ويكون مستوى هذه الدوائر عموديا على السلك كما في الشكل (2-11) .

ويمكن حساب كثافة المجال المغناطيسي (B) ، وبالتالي شدته (H) عند أى نقطة تبعد عن هذا السلك بإستخدام قانون بيوت سافارت.



شكل (2-12 أ)

المجال المغناطيسي لتيار في ملف دائري

* المجال المغناطيسي لتيار يمر في موصل دائري:

يمكن تطبيق قانون أمبير ولابلاس لتعيين القوة

المغناطيسية التي تؤثر عند مركز موصل

دائري حيث يصبح طول السلك - في هذه

الحالة - هو طول المحيط للموصل الدائري .

فكرة عن قانون أمبير ولابلاس :

وهو يوضح أنه في حالة مرور تيار كهربى في موصلين متوازيين تتولد فيهما قوى مغناطيسي متبادلة، وتكون هذه القوى المغناطيسية قوى تجاذب إذا كان التياران الماران في الموصلين في نفس الاتجاه وتكون قوى تنافر عندما يكون التياران في اتجاهين مختلفين فإذا كانت المسافة بين الموصلين هي r وطول كل موصل L فإن القوة المغناطيسية بين الموصلين يمكن حسابها من قانون أمبير ولابلاس على النحو التالى كما بشكل (2-12 أ) .

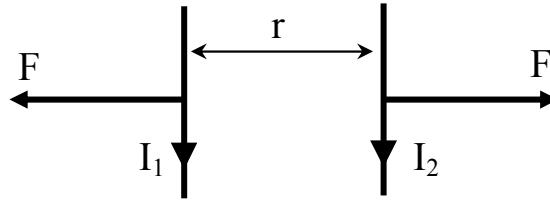
$$F = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2}{2 \pi r} \cdot L$$

* في حالة مرور التيار في موصل دائري:

إذا كان نصف قطر الموصل الدائري r يصبح طول الموصل هو طول محيط الموصل الدائري $(2\pi \cdot r)$ ، وباعتبار أن I_1 هو I_2 ، وبالتعويض في قانون أمبير ولا بلاس

$$F = \mu_0 I_2$$

والمجال يسير في حزمة داخل الموصل الدائري كما بشكل (2-12-ب).



شكل (2-12-ب)

* المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري

الملف الدائري أو الحلقي هو ملف من السلك المعزول ملفوف بانتظام حول حلقة من مادة مغناطيسية عندما يمر تيار كهربى في الملف فإن القلب الحديدي يتمغنط وتكون شدة المجال المغناطيسي على محور الملف الحلقي كما يلي:

$$H = \frac{N}{L}$$

حيث L هو طول المسار المغناطيسي = محيط الحلقة المتوسطة وهو يساوى $2\pi \cdot r$

حيث r هي نصف القطر المتوسط للحلقة الدائرية .

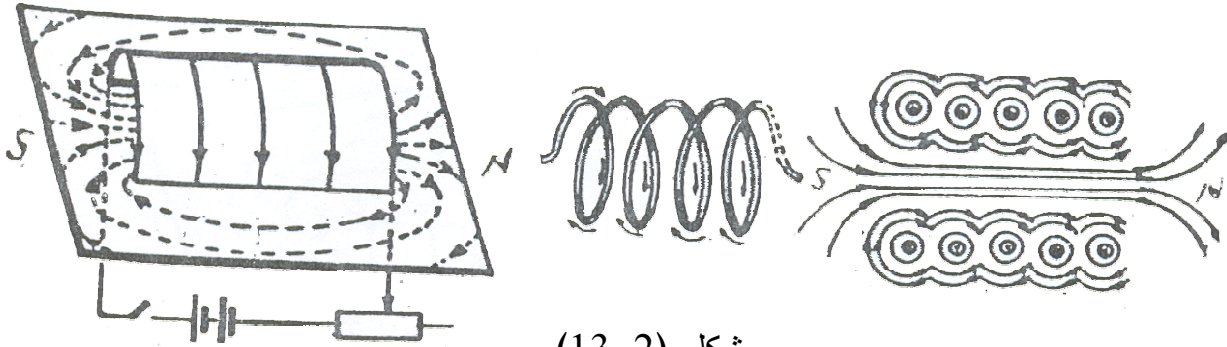
* المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف لولبي :

الملف اللولبي أو الحلزوني (Solenoide) هو ملف يتم عمله كما هو موضح بشكل (2-13) بلفه حلزونياً حول نفسه ويتميز الملف اللولبي بأن المجال المغناطيسي الذى ينشأ نتيجة مرور تيار كهربى فيه يشبه المجال المغناطيسي لمغناطيس على شكل قضيب ويوضح شكل (2-13)

خطوط القوى المغناطيسية للملف اللولبي الحلزوني :

يتميز الملف الحلزوني بأن مجاله المغناطيسي أقوى من المجالات المغناطيسية المتولدة في الأنواع الأخرى للملفات الكهربائية إذا مرر فيها نفس التيار . ويمكن حساب شدة المجال المغناطيسي عند محور ملف لولبي طوله L متراً وعدد لفاته N لفة من :

$$H = \frac{NI}{L} \text{ Ampere.Turn / meter}$$



شكل (2-13)

خطوط القوى المغناطيسية حول الملف الحلزوني

ويمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي باستخدام قاعدة اليد اليمنى كالتالي (إمسك الملف الحلزوني باليد اليمنى بحيث تشير الأصابع إلى اتجاه التيار في الملفات . يشير الإبهام في هذا الوضع - إلى اتجاه القطب الشمالي للمجال المغناطيسي) .

يستخدم الملف الحلزوني في التطبيقات التي تتطلب مجالاً مغناطيسياً قوياً مثل المحولات الكهربائية وقواطع التيار والمتومات الكهربائية والفرامل .

يجب أن نلاحظ أن المغناطيس الكهربائي يتكون من ملف حلزوني ملفوف حول قلب من الحديد أو الصلب ، والمجال المغناطيسي لهذا المغناطيس تكون بالطبع أقوى من المجال المغناطيسي للملف اللولبي .

2-1-4 القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل يتحرك في مجال مغناطيسي:

وجد العالم الإنجليزي ميشيل فاراداي أنه إذا تحرك موصل في مجال مستقيم ثابت فإنه يتولد بين طرفي هذا الموصل قوة دافعة كهربائية تتناسب طردياً مع كل من العوامل الآتية :

(أ) سرعة قطع الموصل V لخطوط المجال المغناطيسي .

(ب) طول الموصل L .

(ج) كثافة المجال المغناطيسي B .

(د) جيب الزاوية θ المحصورة بين كل من كثافة المجال المغناطيسي واتجاه حركة الموصل.

$$e = B.L.V \sin \theta$$

حيث e = ق . د . ك الديناميكية المتولدة ووحدتها الفولت .

B = كثافة المجال المغناطيسي ووحدتها هي التسلا .

L = طول الموصل بالمتري .

ومن المعادلة $e = BLV \sin \theta$ نجد أنه إذا كانت حركة الموصل توازي اتجاه خطوط القوى المغناطيسية فإن ق . د . ك المتولدة تساوى صفراً . كذلك تكون قيمة هذه (ق.د.ك) أكبر ما يمكن عندما تكون حركة الموصل عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي وهي في هذه الحالة تعتمد على قيمة θ .

مثال : سلك مستقيم طوله المؤثر 20 سنتيمتر وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته 0.5 تسلا. أحسب القوة الدافعة الكهربائية التي تتولد بين طرفي هذا السلك إذا كانت حركته بسرعة 5متر/ث في الحالات الآتية :

أ- موازية للمجال المغناطيسي.

ب- عمودية على المجال المغناطيسي .

ج- تميل بزاوية مقدارها 30° على اتجاه المجال المغناطيسي .

الحل :

أ- إذا كان الموصل موازياً للمجال المغناطيسي

$$\therefore e = \text{Zero}$$

ب- إذا كان الموصل عمودي على المجال المغناطيسي

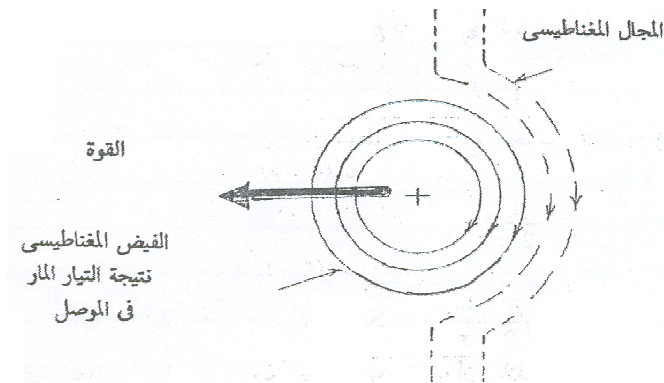
$$\begin{aligned} e &= B.L.V \sin \theta \\ &= 0.5 \left(\frac{20}{100} \right) (5) \sin 90 \\ &= (0.5)(0.2)(5)(1) = 0.5 \text{ voltes} \end{aligned}$$

ج- إذا كان الموصل يميل بزاوية مقدارها 30° على اتجاه المجال المغناطيسي.

$$\begin{aligned} e &= B. L. V \sin \theta \\ &= (0.5)(0.2)(5) \sin 30^\circ \\ &= (0.5)(0.2)(5)(0.5) \\ &= 0.25 \text{ Voltes} \end{aligned}$$

2-1-5 القوة الميكانيكية الناشئة عن مرور تيار في موصل موجود في حيز مغناطيسي:

يوضح شكل (2-14) موصلاً يحمل تياراً كهربائياً في اتجاه داخل إلى صفحة هذا الكتاب ويقع هذا الموصل في مجال مغناطيسي كثافته B واتجاهه من أعلى إلى أسفل .
التيار I الذي يمر في الموصل ينتج فيضاً مغناطيسياً وتكون خطوط الفيض عبارة عن دوائر مركزها هو الموصل وفي اتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بالشكل .



شكل (2-14) القوة المؤثرة على موصل يحمل تياراً كهربائياً

نلاحظ أن المجال المغناطيسي المتولد من التيار يساعد المجال الخارجي في المنطقة المحيطة بالجانب الأيمن للموصل بينما يقاومه في المنطقة المحيطة بالجانب الأيسر . وتكون

النتيجة النهائية هو تولد قوة F تدفع الموصل ناحية اليسار كما هو موضح بشكل (2-14) ودائماً يكون اتجاه القوة عمودياً على كل من الموصل والمجال المغناطيسي المؤثر ، ويمكن حساب قيمتها كما يلي :

$$F = B \cdot L \cdot I \cdot N$$

فإذا كانت وحدات B هي التسلا ، ووحدات التيار هي الأمبير ، ووحدات الطول هي المتر ، تكون وحدات القوة هي النيوتن N .

إذا لم يكن الموصل متعامداً مع اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وكان يصنع معه زاوية مقدارها θ فإن القوة الناشئة في هذه الحالة تصبح :

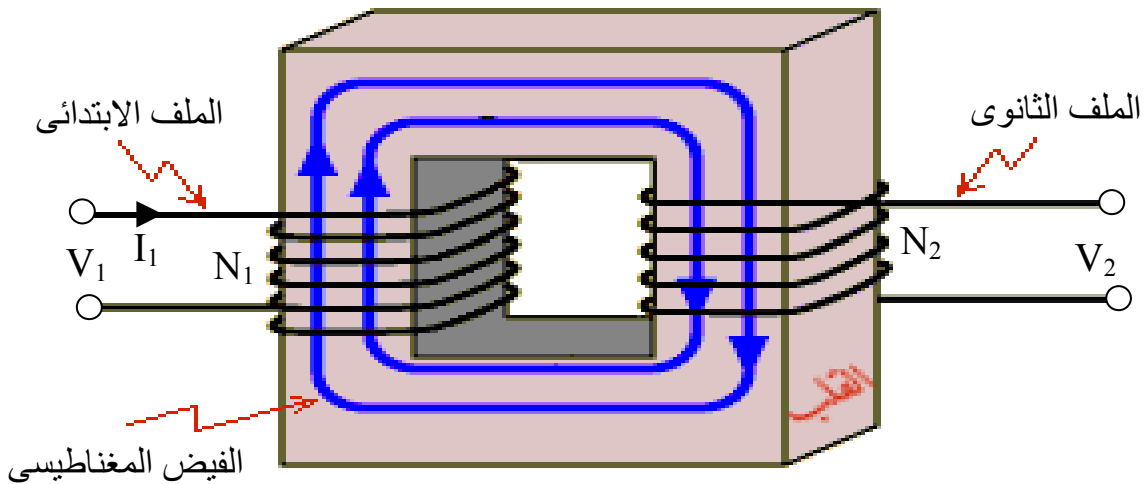
$$F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin\theta$$

2-2 المحولات الكهربائية " فكرة مبسطة "

المحول الكهربائي عبارة عن جهاز كهرومغناطيسي يستخدم لرفع الجهد إلى جهد أعلى أو خفض الجهد إلى جهد أقل . ويستخدم في الدوائر الإلكترونية وكذلك تستخدم محولات كهربائية بقدرات كبيرة جداً وجهوداً عالية أو فائقة في نقل وتوزيع القدرة الكهربائية .

نظرية عمل المحول :

المحول الكهربائي عبارة عن جهاز يعمل بنظرية الحث المتبادل بين ملفين " أو أكثر " مشتركين في دائرة مغناطيسية واحدة كما في شكل (2-15) .



شكل (2-15)

عند توصيل الملف الأول (ويسمى الملف الابتدائي) بمصدر كهربى متردد جهده V_1 فإن ذلك يسبب مرور تيار متردد (I_1) في لفات الملف الابتدائي . وينشأ عن ذلك فيض مغناطيسي متردد (\emptyset) في القلب الداخلي للملف الابتدائي طبقاً للمعادلة V_1 .

$$V_1 = -N_1 \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta T} \text{ Volt}$$

حيث N_1 عدد لفات الابتدائي ، $\Delta \emptyset$ هى التغير في الفيض المغناطيسي \emptyset في زمن صغير جداً ΔT فيكون $\frac{\Delta \phi}{\Delta T}$ هى معدل التغير في الفيض المغناطيسي \emptyset بالنسبة للزمن T هذا الفيض المغناطيسي يمر في نفس الوقت في القلب الداخلي للملف الآخر (ويسمى الملف الثانوى) ويتسبب في انتاج قوة دافعة كهربية بين طرفيه V_2 طبقاً للمعادلة

$$V_2 = -N_2 \frac{\Delta \phi}{\Delta T} \text{ Volt}$$

حيث N_2 هى عدد لفات الملف الثانوي. وبفرض أن كل الفيض المغناطيسي \emptyset المرتبط بالملف الابتدائي يرتبط أيضاً بالملف الثانوي، فإن معدل تغير الفيض المغناطيسي المرتبط بكليهما يكون له نفس القيمة وبالتالي فإن:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

بمعنى أنه إذا أردنا تخفيض جهد المصدر الكهربى الى النصف مثلاً فإننا نوصل المصدر الكهربى بالملف الابتدائي لمحول كهربى يكون عدد لفات ملفه الثانوى تساوى نص عدد لفات ملفه الابتدائي . وبالتالي فإن فرق الجهد بين طرفي ملفه الثانوى يساوى نصف فرق الجهد بين طرفي ملفه الابتدائي .

وهكذا يمكن خفض أو رفع الجهد بالقيمة المطلوبة بتغيير عدد لفات الملف الثانوى وذلك بإختيار المحول الكهربى المناسب ، بحيث تكون دائماً النسبة بين عدد لفات الملف الابتدائي وعدد لفات الملف الثانوى هى نفس النسبة بين جهد المصدر بالملف الابتدائي (الدخل) وفرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي (الخرج) وتسمى هذه العلاقة بنسبة التحويل .

فإذا أخذنا في الاعتبار قانون بقاء الطاقة وحيث أن القدرة هي معدل استنفاد الطاقة فإن القوة المستفيدة من المصدر الكهربائي " قدرة الدخل " يجب أن تساوى القدرة المستفيدة من خلال الملف الثانوي في الحمل المتصل بالملف الثانوي " قدرة الحمل " بالإضافة لقدرة صغيرة جداً من القدرة يستنفذ كقدرة مفقودة في المحول الكهربائي تظهر على شكل ارتفاع في درجة حرارة أجزائه ، كما أنه في بعض الحالات تكون هذه القدرة المستنفذة تساوى صفراً والمحول في هذه الحالة يسمى المحول المثالي وعموماً فإن قدرة الدخل = قدرة الحمل + القدرة المفقودة في المحول وحيث أن قدرة الدخل $V_1 I_1$ فولت . أمبير .

وحيث أن قدرة الحمل $V_2 I_2$ فولت أمبير .

فإذا اعتبرنا المحول مثالي وأهملنا القدرة المفقودة لصغرهما فيكون:

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

وتكون نسبة التحويل:

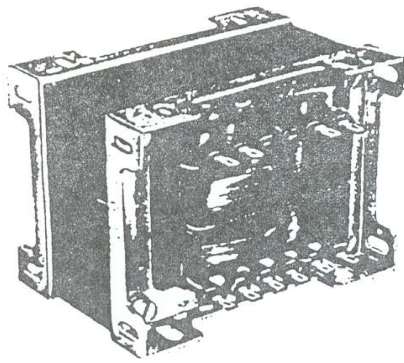
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

وعلى ذلك فإن النسبة بين عدد لفات الابتدائي وعدد لفات الثانوي لا تحدد فقط النسبة بين جهد المصدر وجهد الحمل ولكنها تحدد أيضاً النسبة بين التيار المار في الملف الثانوي والتيار المار في الملف الابتدائي .

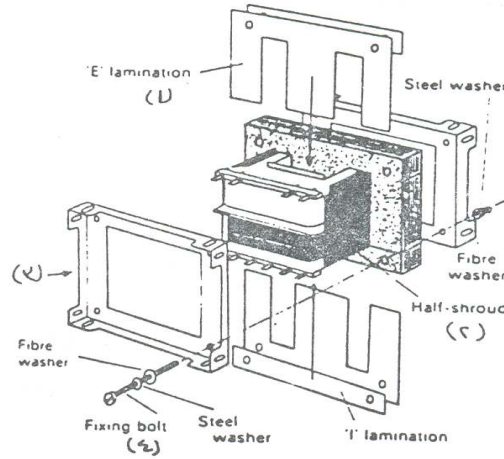
تركيب المحول الكهربائي :

يتكون المحول الكهربائي في شكل (2-16) من قلب حديدي (1) يتكون من شرائح من الصلب السليكوني الرقيقة المطلية بمادة عازلة لتقليل التيارات الاقصارية والمفاقد المغناطيسية وتتكون شرائح الصاج من مجموعتين احدهما تأخذ شكل [أو E والآخرى تأخذ شكل I حتى يصل جميعها حول بكرتين من الفبر (2) فتكون إحدى الطبقات على شكل EI بينما الطبقة التالية على شكل (E) وتلف على أحد البكرتين لفات الملف الابتدائي وتلف على البكرة الأخرى لفات الملف الثانوي وكل من الملفين يتكون من سلك نحاس معزول بمادة عازلة مثل

الورنيش ملفوف على البكرة بالعدد المطلوب من اللفات وتثبت اطراف كل ملف على أحد جانبي البكرة الخاصة به حتى يسهل توصيلها بعد التجميع والقلب الحديدي يجمع شريحة بعد الأخرى في شكل متداخل كما وضحنا حتى يملأ الحيز الداخلي للبكرتين ، ثم يستكمل البكرتين بقطع من الفبر ويغلف القلب الحديدي بهيكل معدني خارجي (3) مثبت بمسامير تمر عبر القلب الحديدي (4) . وشكل (2-16) يوضح تركيب المحول .



ب- التركيب الخارجى



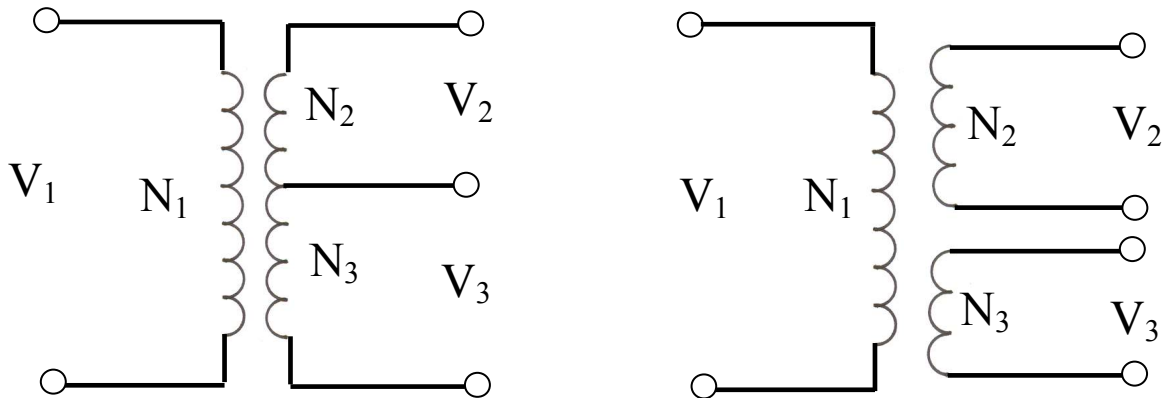
أ - التركيب الداخلى

شكل (2-16) تركيب المحول

المحولات متعددة اللفات :

قد تستلزم بعض الاستخدامات أن تلف المحولات بملف ثانوى مقسم الى ملفين أو أكثر شكل (2-17 - أ ، ب) وذلك عندما تدعو الحاجة الى الحصول على جهود وتيارات خرج

مختلفة



شكل (2-17 - أ ، ب)

وتكون القدرة للدخل = قدرة الخرج الأول + قدرة الخرج الثاني

$$P_{in} = P_{out1} + P_{out2}$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2 + I_3 V_3$$

استخدامات المحولات في الترددات المختلفة :

تصنف المحولات المستخدمة في الدوائر الالكترونية من حيث التركيب إلى نوعين هما:

1- المحولات ذات القلوب المغناطيسية :

وهي محولات ذات قلوب (حديدية - فيريجات) وهي تنقسم من حيث الاستخدام في

الدائرة الالكترونية إلى :

أ) المحولات التي تستخدم كمصدر للقدرة الكهربائية :

حيث يكون ترددها مساوياً لتردد الشبكة الكهربائية وتصل قدرتها الى حوالي 1000

فولت. أمبير وقد يحتوى الملف الثانوى على أكثر من ملفين أو ذات نقط تفريع متعددة الجهود.

ب) محولات التردد السمعي :

هي محولات صغيرة القدرة مصممة لتعمل على الترددات من (15-20 كيلو هرتز)

حيث تستخدم في الموائمة بين المكبرات وفي دوائر التغذية المرتدة .

ج) محولات التردد المتوسط :

تستخدم في مكبرات التردد المتوسط لأجهزة الإستقبال (الراديو) ويكون قلب هذه

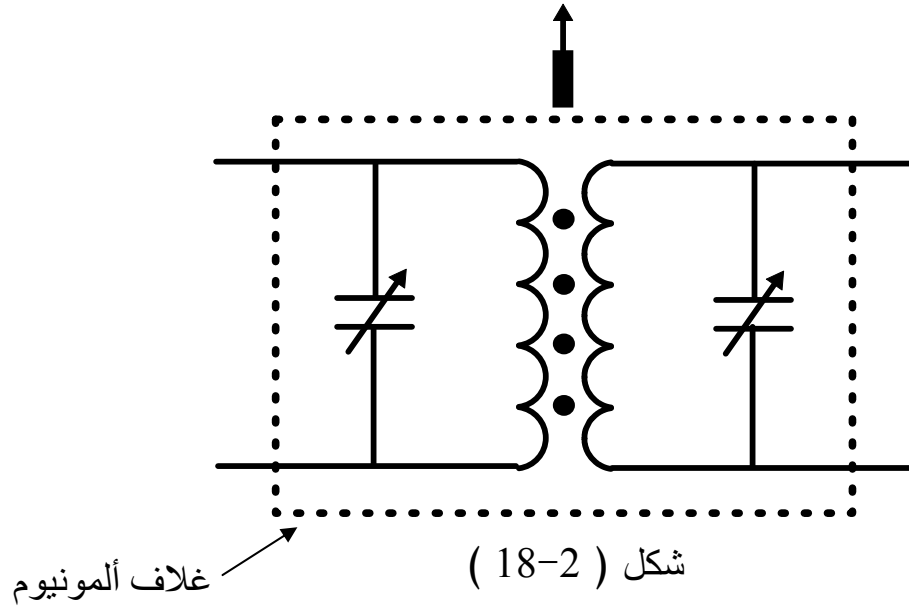
المحولات من الفرايت .

ويتركب المحول من ملفين متصل كل منهما بالتوازي بمكثف بغلاف من الألومنيوم

كحجاب واقى من المجالات المغناطيسية .

ويمكن أن يتم ضبط التردد المتوسط بجعل القلب متحرك أو المكثفات متغيرة السعة .

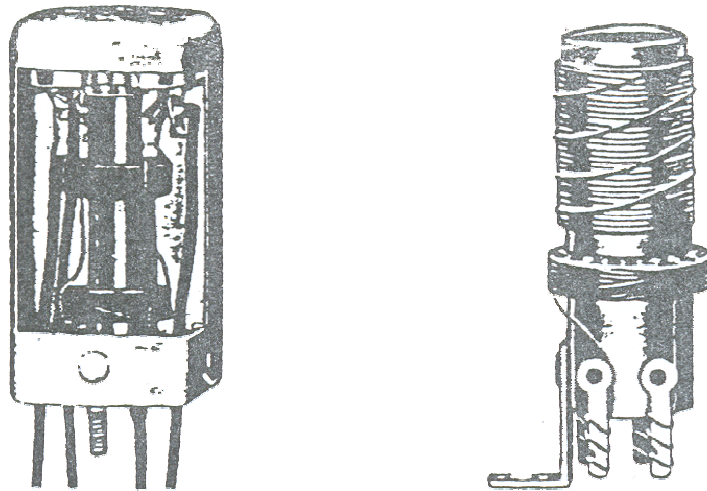
والشكل (2- 18) يبين تركيب المحول وكيفية ضبط التردد بتحريك القلب .



د (المحولات ذات القلب الهوائي :

شكل (19-2) يبين محولات القلب الهوائي حيث يلف هذا النوع من المحولات حول دليل تشكيل من مادة عازلة (غير مغناطيسية) ويستخدم هذا النوع في الدوائر الالكترونية ذات الترددات الفائقة .

ملحوظة : تستخدم المحولات ذات القلب الهوائي في ترددات اللاسلكي وذلك لانعدام المفاقيد التي تحدث من التيارات الاعصارية التي تتولد في القلوب الحديدية مما يسبب تلف العزل وحرق المحول



شكل (19- 2)

المحولات ذات القلب الهوائي

تذكر (التأثيرات المختلفة للتيار الكهربى)

- حركة الالكترونات خلال الموصل يتسبب عنها سريان تيار كهربى وتجعل كل الالكترونات تدور حول النواه فى اتجاه واحد مما يجعل المجالات المغناطيسية المتولدة فى اتجاه واحد لها مجال قوى .
- إذا مر تيار كهربى فى موصل ينشأ عنه مجال مغناطيسى من دوران الالكترون حول النواه فى دوائر مغلقة .
- يعتمد اتجاه المجال المغناطيسى حول الموصل على اتجاه مرور التيار الكهربى .
- يمكن تعيين اتجاه المجال حول موصل مار به تيار بتطبيق قاعدة اليد اليمنى .
- تزداد كثافة المجال المغناطيسى كلما اقتربنا من الموصل .
- يتغير اتجاه خطوط المجال المغناطيسى بتغيير إتجاه سريان التيار الكهربى .
- إذا قطع مجال مغناطيسى متغير مع الزمن موصل تولد فى هذا الموصل ق.د.ك .
- من قانون فاراداي للمولد الكهربى أنه اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية فإنه تستنتج بالموصل ق . د . ك وتكون قيمتها اكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القطع 90° .
- لتوليد ق . د . ك لابد من توافر (موصل - مجال مغناطيسى - حركة نسبية بينهم)
- القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن حركة موصل فى مجال مغناطيسى ساكن تسمى قوة دافعة ديناميكية .
- القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن حركة المجال المغناطيسى مع وجود موصل ساكن تسمى قوة دافعة استاتيكية .
- الحث الذاتى هو توليد قوة دافعة كهربية بالتأثير فى ملف نتيجة لتغير الفيض فى نفس الملف .
- الحث المتبادل هو توليد قوة دافعة كهربية فى ملف نتيجة تغير المجال فى ملف آخر مجاور له

- لحساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن موصل يمر به تيار من قانون بيوت سافارت .

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

- B كثافة المجال ، I شدة التيار ، r بعد النقطة عن الموصل .
- إذا مر تيار في ملف حول قلب حديدي فإن القلب الحديدي يتمغنط .
- يستخدم الملف الحلزوني في التطبيقات التي تتطلب مجالاً مغناطيسياً قوياً مثل المحولات الكهربائية وقواطع التيار .
- المغناطيس الكهربائي يتكون من ملف حلزوني ملفوف حول قلب من الحديد أو الصلب
- إذا قطع موصل مجال مغناطيسي وهو متعامد عليه نحصل على أقصى ق. د. ك مستنتجة .
- إذا كان الموصل موازياً للمجال مغناطيسي فإن القوة الدافعة الكهربائية المستنتجة تساوي صفراً .
- إذا مر تيار في موصل موجود داخل ساحة مغناطيسية تنشأ على الموصل قوة تدفع الموصل ناحية اليسار أو ناحية اليمين على حسب اتجاه التيار في الموصل.
- المحول الكهربائي جهاز كهرومغناطيسي يستخدم لرفع أو خفض الجهد ويعمل بالتيار المتغير

أسئلة على الباب الثاني

- 1- ما هي العوامل التي يتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصل يتحرك في مجال مغناطيسي ساكن ؟
- 2- أذكر مع الشرح القانون الأول لفاراداي .
- 3- استنتج قانون القوة الدافعة الديناميكية .
- 4- وضح الفرق بين القوة الدافعة الديناميكية والقوة الدافعة الاستاتيكية .
- 5- ما هي العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية الاستاتيكية ؟
- 6- ضع خطأً تحت الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :
 - أ- يمكن توليد قوة دافعة كهربية في موصل ساكن عن طريق
 - 1- تغيير المجال المغناطيسي .
 - 2- تواجد شحنات موجبه وشحنات سالبة .
 - 3- مجال مغناطيسي ثابت .
 - ب- اذا تحرك سلك من النحاس في مجال مغناطيسي
 - 1- يتولد تيار كهربى في السلك .
 - 2- تتولد قوة دافعة كهربية فى السلك .
 - 3- يصبح السلك ممغنطاً .
 - ج- تتوقف القوة الدافعة الكهربائية الاستاتيكية على
 - 1- عدد خطوط القوى المغناطيسية .
 - 2- معدل قطع خطوط القوى المغناطيسية .
 - 3- مقاومة الموصل الكهربى .
 - د - يعتبر الجهد الكهربى
 - 1- صورة من صور طاقة الحركة .

2- صورة من صور طاقة الدفع .

3- شئ آخر .

هـ- لا تعتمد قيمة القوة الدافعة الكهربائية الديناميكية على

1- طول الموصل .

2- سرعة الموصل .

3- نصف قطر الموصل

7- لماذا يعتبر الجهد الكهربائي صورة من صور طاقة الوضع ؟

8- يوجد قضيب من النحاس طوله 1.5 متر فوق سيارة تسير بسرعة 60 كيلو متر/ساعة
أوجد قيمة القوة الدافعة الكهربائية التي تتولد في القضيب إذا كانت كثافة المركبة الرأسية للمجال
المغناطيسي للكرة الأرضية 0.03 ميلي وبر / متر مربع .

9- تتولد قوة دافعة كهربائية في موصل ساكن عن طريق

1- تغيير المجال المغناطيسي .

2- شحنات موجبة وشحنات سالبة .

3- تثبيت قيمة المجال المغناطيسي .

10- وضع موصل عمودياً على مجال مغناطيسي . التيار المار في الموصل شدته 5 أمبير
وطول الموصل 12 سم . فإذا كانت كثافة المجال المغناطيسي 1.5 تسلا فاحسب القوة التي تؤثر
على الموصل .

11- سلك مستقيم طوله 100 سم ويحمل تياراً مقداره 50 أمبير ويقع عمودياً على مجال
مغناطيسي كثافته واحد تسلا . احسب القوة التي تؤثر على السلك .

12- يحتوى أحد الملفات على 3000 لفة ويحمل تياراً 0.1 أمبير . طول الدائرة المغناطيسية
15 سم ومساحة مقطع الملف 4سم² . احسب ما يلي علماً بأن الملف ذو قلب هوائي .

أ- شدة المجال المغناطيسي .

ب- كثافة المجال المغناطيسي .

ج- الفيض المغناطيسي .

13- يتحرك سلك بسرعة 40متر/ثانية في مجال مغناطيسي كثافته 1.5 ويبر/متر مربع . وإذا كان طول السلك 50 سم فاحسب القوة الدافعة الكهربائية التي تتولد بين طرف السلك في الحالات الآتية :

أ- السلك يميل 30° على اتجاه المجال المغناطيسي .

ب- عمودى على اتجاه المجال المغناطيسي .

ج- موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي .

14- سلك مستقيم طوله 80 سم يحمل تياراً 20 أمبير وموضوع في مجال مغناطيسي كثافته 12000 جاوس . أوجد القوة المؤثرة على السلك اذا كان المجال المغناطيسي عمودياً عليه.

15- ملف لولبي طوله 100 سم وقطره واحد سنتيمتر . لف بسلك معزول بعدد من الملفات قدرها 600 لفة . احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف عندما يحمل تياراً مقداره 2أمبير .

16- محول كهربى جهد الملف الابتدائي 200 فولت وعدد لفات الملف الابتدائي 800 لفة وعدد لفات الملف الثانوى 200 لفة والملف الثانوي يغذى حملاً قدره 5 أمبير احسب :

1- جهد الملف الثانوى .

2- شدة تيار الملف الابتدائي .