[19] الدرس التاسع عشر

التأثيرات المغناطيسية للتيار الكهربائى

Magnetic effects of electric current.

[١٩ ـ ١] عـــام :

عند سريان الكهرباء فى موصل ، فإن جزيئاته تضطرب وينشىء مجالاً مغناطيسياً حول السلك (الموصل) ويكون شكل المجال دائرياً وعند توقف مرور التيار فإن المجال يختفى ويطلق على المغناطيسية الناشئة من التيار الكهربى بالكهرومغناطيسية electromagnetism .

وللتأثيرات المغناطيسية للتيار الكهربائى أهمية عملية كبيرة وكمثال لذلك المحركات الكهربائية والمولدات ووسائل الاتصال .

[١٩ ـ ٢] اكتشاف أورستد *Oersted's discovery* :

وأول من اكتشف التأثيرات المغناطيسية للتيار الكهربائى هو « أورستد » عام ١٨٢٠ م .

◄ تجربة أورستد :

نصل سلك طويل معزول أ ب ببطارية ط مع مقاومة متغيرة م ومفتاح للدائرة .

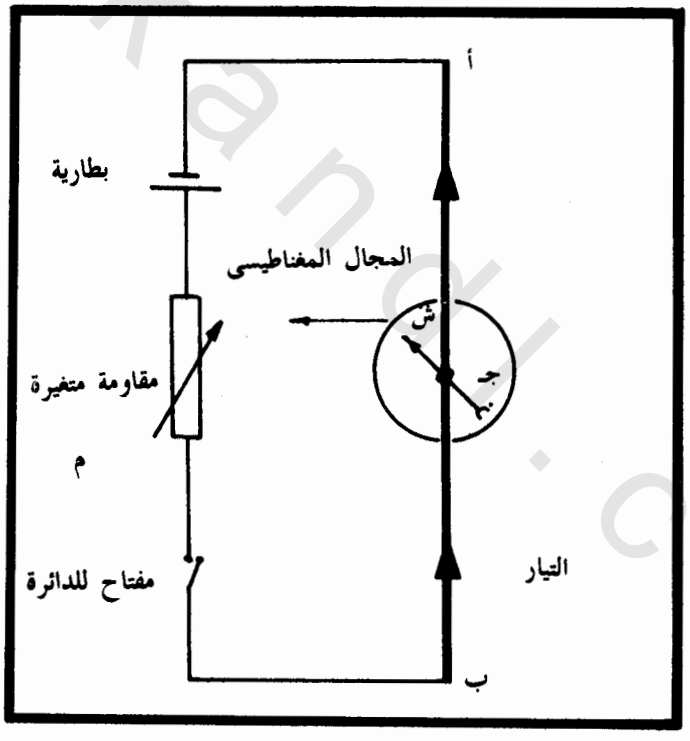
فعندما يكون أ ب فوق إبرة مغناطيسية وموازياً لها بمعنى أن يكون اتجاه السلك فى اتجاه ش ـــ جـ فإن الإبرة تنحرف فى اتجاه « ما » .

obeikandl.com

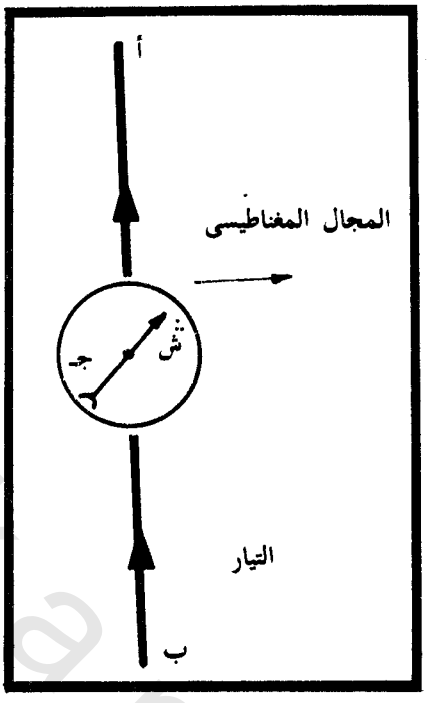
وبزيادة التيار باستخدام المقاومة المتغيرة « إقلالها » فإن انحراف الإبرة يزداد وللتيارات العالية القيمة فإن الانحراف تصل قيمته إلى ٩٠° بمعنى أن مؤشر الإبرة يصير عمودياً على اتجاه مرور التيار فإذا ما وضعنا السلك أ ب تحت الإبرة المغناطيسية بدلاً من فوقها وفى اتجاه محورها فإن الإبرة تنحرف فى الاتجاه المعاكس للاتجاه السابق ، انظر شكل (١٩ ــ ١) .

ويدلنا اتجاه انحراف مؤشر الإبرة على أن التيار ينشأ عنه قوى مغناطيسية حول السلك وتكون فى مستوى عمودى على اتجاه مرور التيار « عمودى على الموصل » .

ويكون اتجاه المجال المغناطيسى هو نفس اتجاه القوة المغناطيسية على قطب شمالى ويظهر هذا فى شكل (١٩ ــ ١) ، (١٩ ــ ٢) .



شكل [١٩ ـ ١]
التأثير المغناطيسى للتيار « فوق الإبرة »

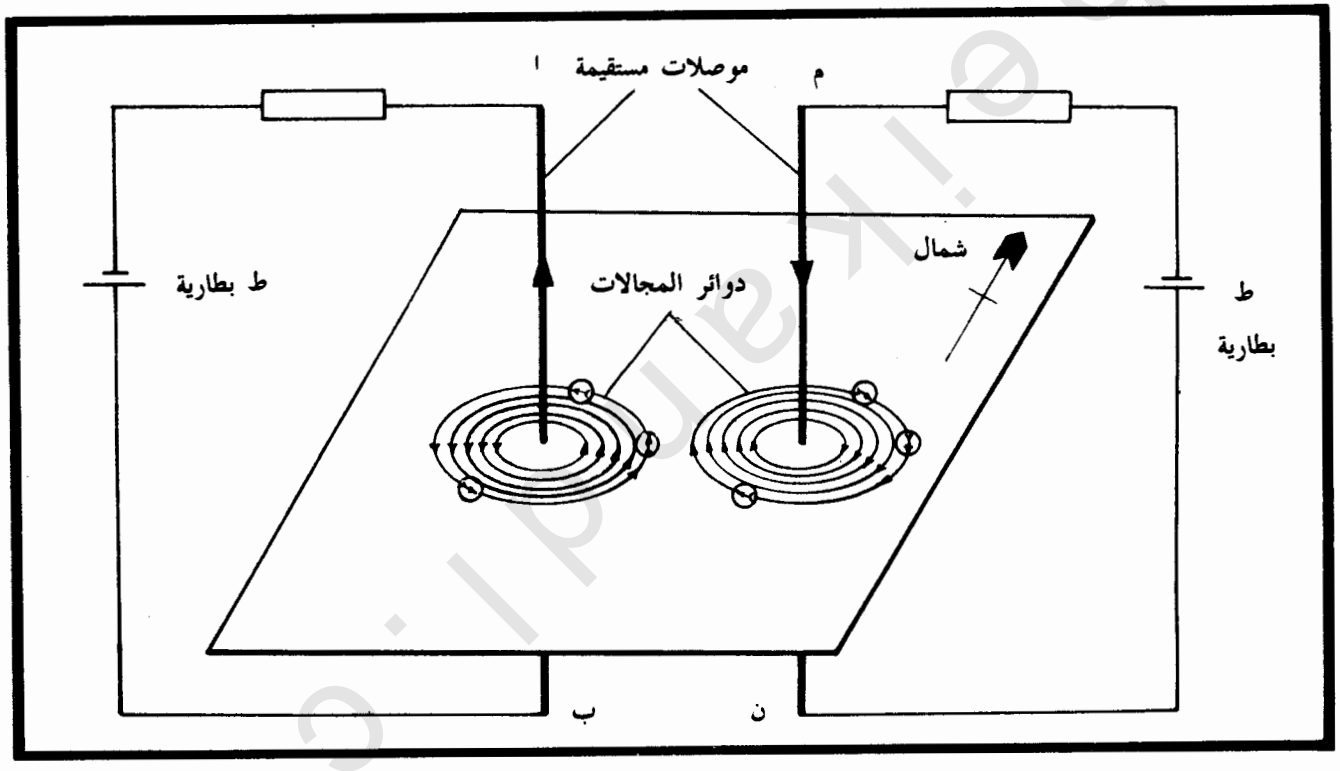


شكل [١٩ ـ ٢]
التأثير المغناطيسى للتيار « تحت الإبرة »

ويظهر المجال المغناطيسى للتيار بحيث يحيط دائرياً حول السلك وفى مستوى عمودى على اتجاه مرور التيار .

[١٩ ـ ٣] المجال المغناطيسى حول موصل مستقيم :

يمكننا أن نلاحظ وبسهولة أن المجال المغناطيسى الناشىء حول موصل مستقيم يحمل تياراً ، باستخدام برادة الحديد أو إبرة مغناطيسية ، عبارة عن دوائر ، مركزها ، الموصل ذاته وهذا يعنى أن المجال متماثل حول السلك ، ويجب ملاحظة أن المجال المغناطيسى عند أى نقطة يؤثر فى اتجاه المماس للدائرة المارة بهذه النقطة . وبذلك فإن مؤشر الإبرة يشير إما للشرق أو للغرب عند وضع الموصل كما بشكل (١٩ ـ ٣) ، وهذا يتوقف على اتجاه التيار .

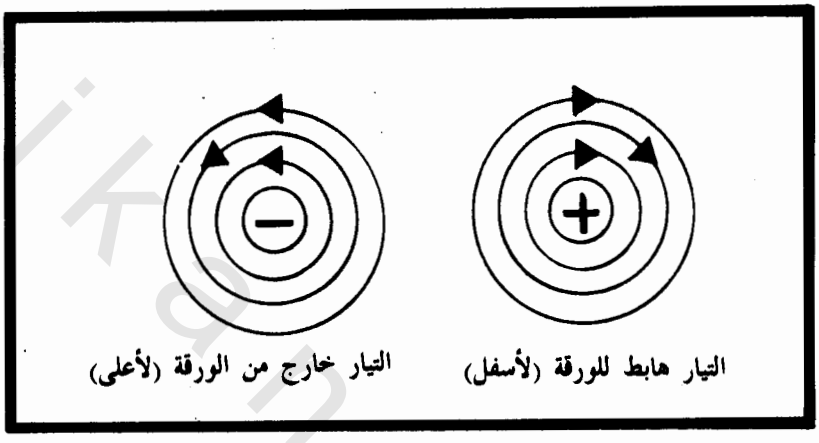


شكل [١٩ ـ ٣]

المجال المغناطيسى حول موصلين يحملان تياراً

فعندما تكون الإبرة شرق الموصل فإن مؤشرها يُشير إما شمالاً أو جنوباً وفى الشكل (١٩ ـ ٣) فإن التيار فى الموصل أ ب معاكس لاتجاه التيار فى الموصل م ن ، وعلى ذلك فإن المجالات المغناطيسية حول الموصلين تكون فى اتجاهين متعاكسين كما هو موضح بالأسهم على خطوط القوى .

ويظهر المجال حول الموصل فى كل المستويات الأفقية العمودية على اتجاه الموصل وليس فى مستوى واحد فقط ؛ انظر شكل (١٩ ـ ٤) .



شكل [19 ـ ٤]
المجال المغناطيسى حول موصل مستقيم يحمل تياراً كهربياً واتجاهات المجال

[١٩ ـ ٤] قاعدة البريمة لماكسويل :

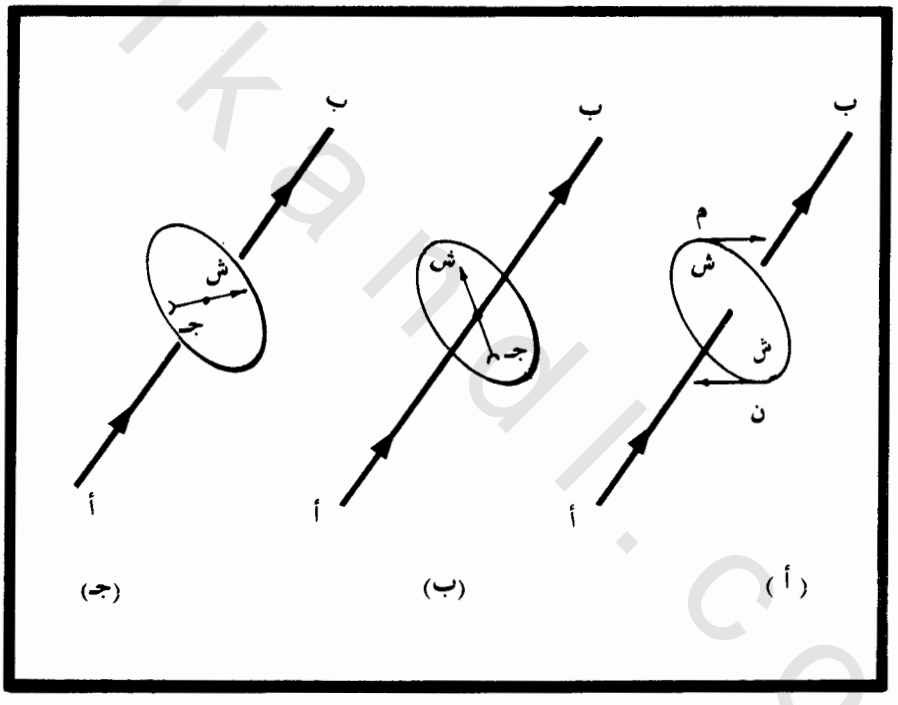
Maxwell's Corkscrew rule :

وقد وضعت عدة-قواعد لتوضيح اتجاه المجال المغناطيسى الناشىء حول موصل مستقيم يحمل تياراً كهربياً أو بمعنى آخر اتجاه القوة المؤثرة على قطب شمالى ش موضوع فى المجال .

ومن أهم وأشهر هذه القواعد ، قاعدة البريمة لماكسويل التى تنص على أنه :

إذا ما أدرنا بريمة فى اتجاه اليمين وبحيث تُشير مقدمة البريمة لاتجاه مرور التيار فى الموصل فإن اتجاه دوران البريمة ، يعطى اتجاه المجال المغناطيسى ويوضح شكل (١٩ ـ ٥) ، موصل مستقيم « أ ب » يحمل تياراً فإذا ما وضعنا قطباً مغناطيسياً فوقه عند نقطة « م » فإن هذا القطب يتحرك من اليسار لليمين كما هو موضح طبقاً لقاعدة ماكسويل .

وإذا ما وضعنا قطباً مغناطيسياً تحته عند نقطة « ن » فإن القطب يتحرك من اليمين إلى اليسار وفى اتجاه معاكس للاتجاه السابق كما هو موضح بالشكل (١٩ ـ ٥ ـ أ) .



شكل [١٩ ـ ٨] (أ) ، (ب) ، (جـ)
قاعدة البريمة لماكسويل

وفى شكل (١٩ ـ ٥) ، إذا ما وضعنا إبرة مغناطيسية فوق الموصل « أ ب » فإنها تنحرف لليسار كما عند النقطة « م » فى شكل (١٩ ـ ٥ ـ أ) أما إذا ما وضعنا الإبرة أسفل الموصل « أ ب » فإنها تنحرف لليمين كما عند النقطة « ن » فى شكل (١٩ ـ ٥ ـ أ) .

[١٩ ـ ٥] المجال المغناطيسى حول ملف دائرى :

Magnetic field around a circular coil

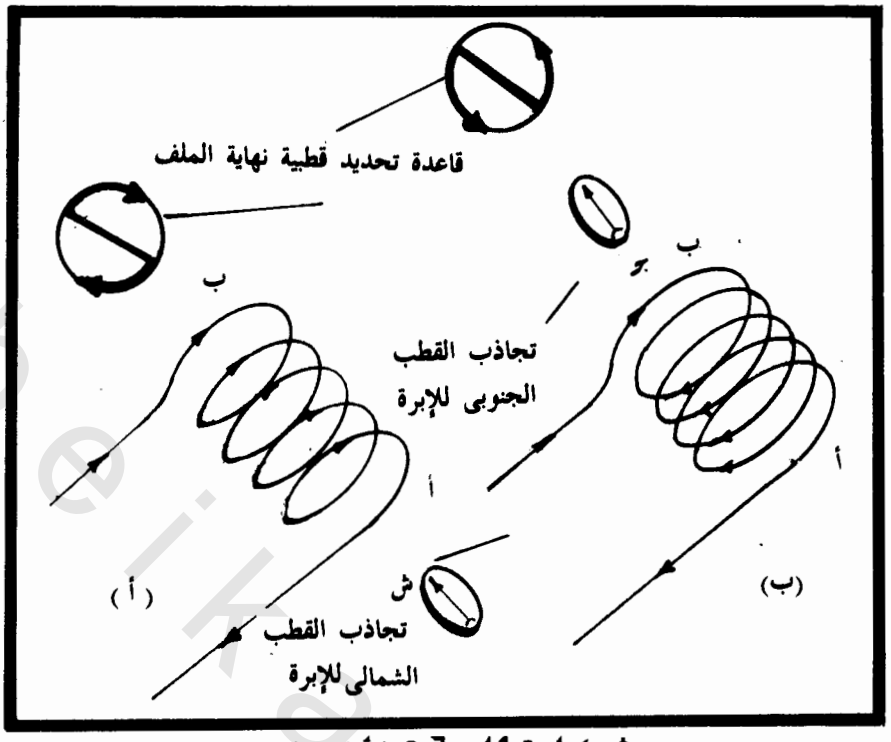
يمكننا عمل ملف دائرى ذو لفات متقاربة وذلك بلف سلك رفيع معزول عدة لفات حول الأصبع ثم إخراج الملف من حول الأصبع .

فعند مرور التيار الكهربائى فى الملف ووضع إبرة مغناطيسية قرب إحدى نهايتيه « أ » فإن القطب الشمالى للإبرة ينجذب كما فى شكل (١٩ ـ ٦ ـ أ) .

مما يدل على أن نهاية الملف « أ » تعمل كقطب جنوبى .

وبنفس الطريقة نجد أن النهاية « ب » للملف الدائرى تعمل كقطب شمالى كما فى شكل (١٩ ـ ٦ ـ ب) .

obeikandl.com



شكل [١٩ ـ ٦] (أ) ، (ب)
التأثير المغناطيسى لملف دائرى

وبذلك فإن الملف الدائرى يعمل هنا كمغناطيس ، قصير .

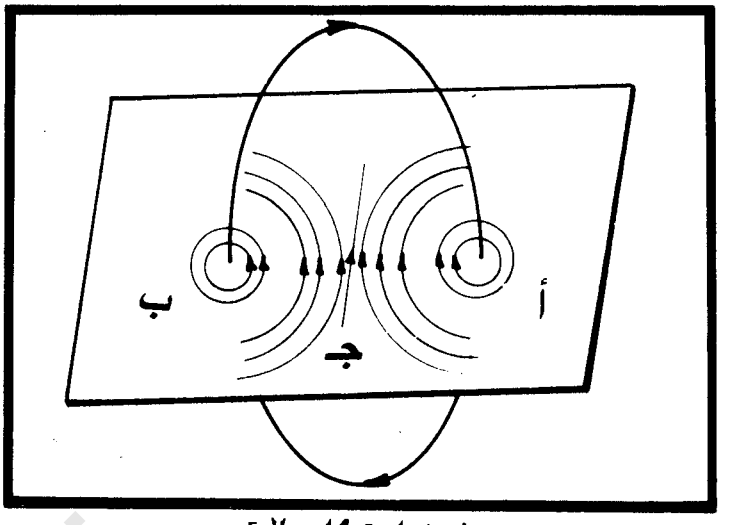
ويوضح الشكل كذلك قاعدة لإيجاد قطبية نهايات ملف دائرى عند مرور تيار به وهى :

عند مرور تيار فى اتجاه عقرب الساعة ينشأ قطب جنوبى .

بينما مرور تيار فى اتجاه عكس عقرب الساعة ينشأ قطب شمالى .

أما إذا كان الموصل عبارة عن لفة واحدة كما فى شكل (١٩ ـ ٧) .

فإن المجال يكون حول النهايتين أ ، ب عبارة عن دوائر متحدة المركز مع الموصل فى حين أنه يكون على شكل خطوط مستقيمة « مجال منتظم » عند منتصف المسافة بين أ ، ب أى عند جـ .



شكل [١٩ ـ ٧]

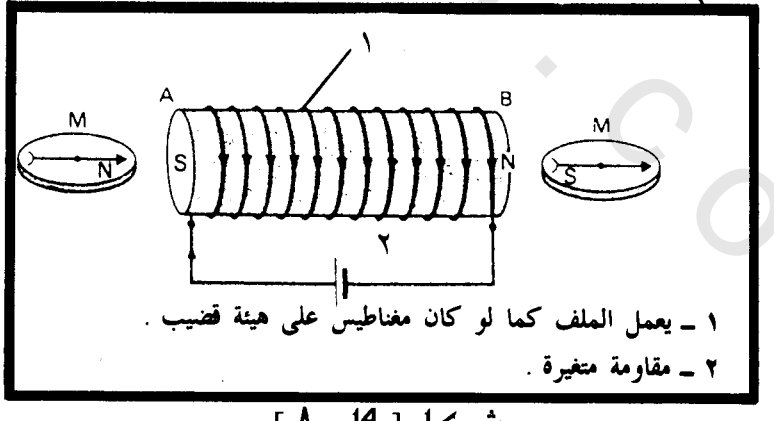
المجال المغناطيسى لملف دائرى « لفة واحدة »

[١٩ ـ ٦] المجال المغناطيسى الناشىء من مرور تيار فى ملف

Magnetic effect of a solenoid

المقصود بالملف Solenoid هنا هو سلك طويل ملفوف لفات متقاربة جداً (متجاورة) ، وهو يستخدم كثيراً فى مختلف الأجهزة والآلات .

فإذا ما وضعنا إبرة مغناطيسية "M" قرب إحدى نهايتى الملف "B" الذى يحمل تياراً فإن القطب الجنوبى للإبرة ينجذب للنهاية "B" كما فى شكل (١٩ ـ ٨) .



١ ـ يعمل الملف كما لو كان مغناطيس على هيئة قضيب .

٢ ـ مقاومة متغيرة .

شكل [١٩ ـ ٨]

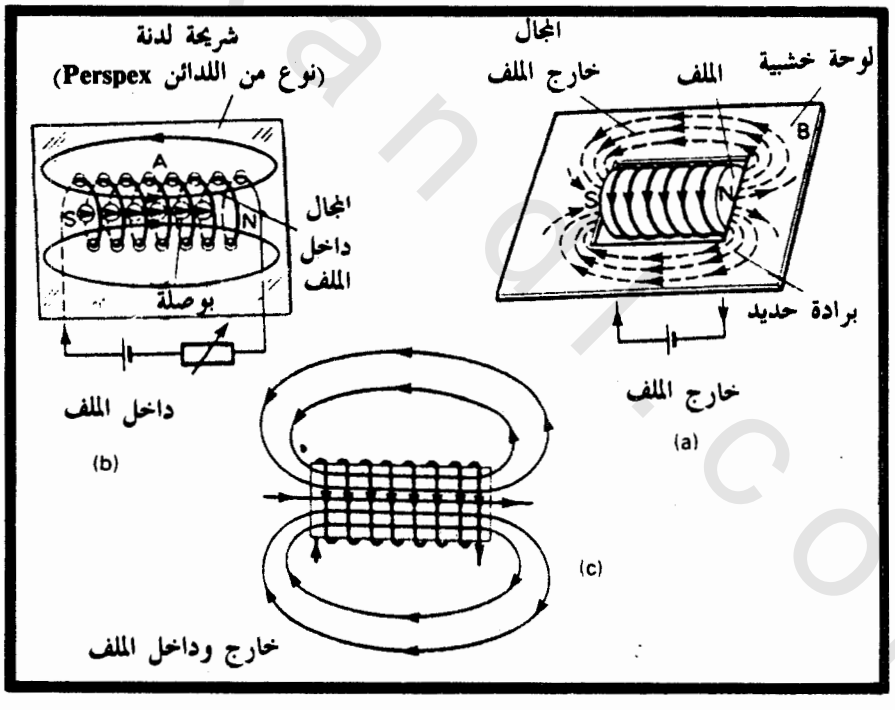
التأثير المغناطيسى لمرور تيار فى ملف "Solenoid"

فإذا ما وضعت الإبرة عند النهاية الأخرى للملف "A" فإن القطب الشمالى للإبرة ينجذب لها وعلى هذا فإن الملف يعمل كما لو كان قضيباً مغناطيسياً .

ويمكن استخدام قاعدة القطبية الموضحة فى شكل (١٩ ـ ٦) فى تحديد قطبية أطراف الملف وهى باختصار ، إذا كان التيار يسير فى اتجاه عقرب الساعة . عند النظر إلى إحدى النهايتين ، فإن هذه النهاية تُعتبر كما لو كانت قطباً جنوبياً .

أما إذا كان اتجاه التيار فى عكس اتجاه عقرب الساعة عند النظر إلى إحدى النهايتين فإن هذه النهاية يمكن اعتبارها قطباً شمالياً .

انظر كذلك شكل (١٩ ـ ٩) لبيان المجالات المغناطيسية لملف حلزونى يمر به تيار كهربى .



شكل [١٩ ـ ٩]

المجالات المغناطيسية الناشئة من مرور تيار بملف حلزونى

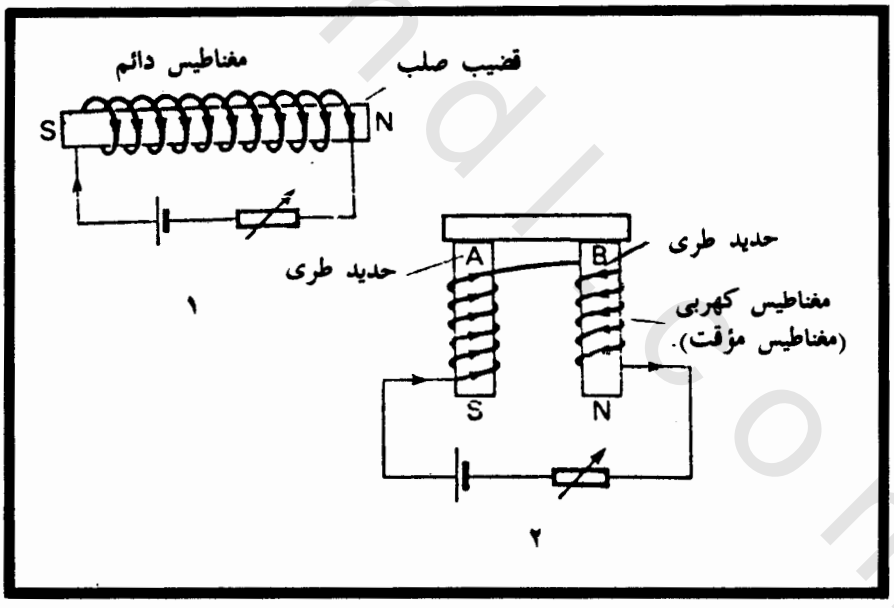
[١٩ ـ ٧] المغناطيس الكهربى *The electro magnet*

يُستخدم المجال المغناطيسى المتكون داخل ملف Solenoid والناشىء من مرور تيار كهربائى به فى عمل مغانيط دائماً permanent, magnets .

فعند الرغبة فى عمل مغناطيس على هيئة قضيب ، نقوم بوضع قضيب من الصلب داخل الملف ثم نُمرر التيار بالدائرة الكهربية كما بالشكل (١٩ ـ ١٠ ـ أ) . لعدة لحظات ثم نوقف مرور التيار بعد ذلك .

فيتكون لنا قطب جنوبى S عند النهاية التى يظهر عندها التيار فى اتجاه عقرب الساعة .

ويعتبر المغناطيس الكهربى مغناطيساً دائماً ، أما إذا أردنا مغنطة مغناطيس من نوع حذاء الفرس « حدوة الحصان » وعلى شكل حرف "U"-A horse-shoe type, فإننا نقوم بلف ملف حلزونى وفى اتجاهين متعاكسين حول كل من A,B كما بشكل (١٩ ـ ١٠ ـ ب) .



شكل [١٩ ـ ١٠]

المغناطيس الدائم والمغناطيس الكهربى (المؤقت)

حيث تعمل النهاية للفرع A كقطب جنوبى .

فى حين تعمل النهاية للفرع B كقطب شمالى .

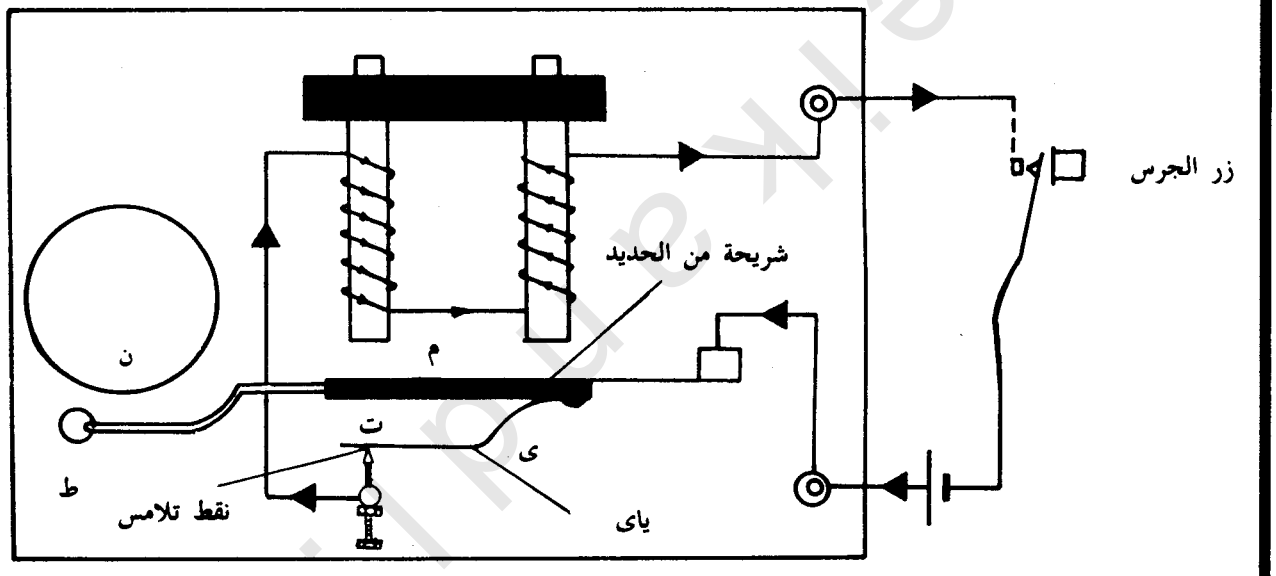
وتستخدم المغانيط الكهرومغناطيسية الضخمة فى رفع المواد الحديدية الثقيلة وذلك بإمرار تيار عالى الشدة ، مثل رفع حطام السيارات .

[١٩ ـ ٨] الدائرة الكهربية للجرس الكهربى

Electric bell circuit

يعتبر المغناطيس الكهربى من أهم مكونات الجرس الكهربى وهو يعمل « يدق » فقط عند إمرار تيار بدائرته الكهربية مما يعمل على إثارة الملف بالمغناطيس الكهربى .

فعند الضغط على زر الجرس ، فإن التيار الكهربى فى الدائرة الموضحة بشكل (١٩ ـ ١١) ، يبدأ فى المرور إلى الياى « ى » فإلى نقاط التلامس ت التى يتحكم فيها مسمار ومن ثم يكمل مساره عبر الملفات حول القلب الذى يتمغنط بمرور التيار به فتنجذب الشريحة الحديدية م إلى المغناطيس الكهربى فيؤدى هذا إلى قطع التلامس فيما بين ى ، ت ، فيقف مرور التيار الكهربى فيفقد المغناطيس قوة جذبه للشريحة م فترتد إلى أسفل (بالشكل) مما يؤدى إلى إعادة التلامس مرة ثانية حيث يمر التيار مرة ثانية (طالما بقى الضغط على زر الجرس) ، وفى كل مرة تنجذب الشريحة م إلى المغناطيس فإن المطرقة ط المتصلة بها تضرب بقوة الجسم الرنان « ن » وتكون نقاط التلامس من معدن ذو نقطة انصهار عالية ولا يتأثر بالشرارات الناشئة من قطع الدائرة .



شكل [١٩ ـ ١١]
الجرس الكهربى

obeikandl.com