آلات التيار المستمر والمحولات

الدوائر المغناطيسية

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة الأولى : الدوائر المغناطيسية

الجدارة: مراجعة عامة للدوائر المغناطيسية مشتملة على أهم التعريفات ومقارنتها بالدوائر الكهربائية.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة تكون لديك القدرة على:

١. معرفة أهم التعريفات الخاصة بالدوائر المغناطيسية.
٢. حساب القوة الدافعة المغناطيسية اللازمة لمغنطة دائرة.
٣. معرفة أوجه الشبه والاختلاف بين الدائرة المغناطيسية والدائرة الكهربائية والعلاقة بينهما.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: مقرر دوائر كهربائية - ١.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الدوائر المغناطيسية

مقدمة

يعتبر علم المغناطيسية من العلوم الهامة والتي بني على أساسها فكرة عمل كثير من المعدات الكهربائية مثل المحولات الكهربائية ، آلات التيار المستمر وكذلك آلات التيار المتردد ، سواء كانت هذه الآلات الكهربائية مولدات أو محركات. والمغناطيسية يمكن الحصول عليها إما عن طريق المغناطيس الدائم (permanent magnet) وهو يوجد في الطبيعة من مواد مختلفة مثل الفررايت (ferrait)، نيوديميم بورون أيرون (Niodenum Boron Iron) و السماريوم كوبلت (Smarum cobalt)، أو عن طريق المغناطيس الكهربائي وهو موضوع هذه الوحدة. وينشأ عن المغناطيس الكهربائي(أو الدائم) ما يعرف بالمجال المغناطيسي، حيث توجد علاقة متبادلة بين التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي، بمعنى أنه إذا مر تيار كهربائي في موصل فينشأ عنه مجالا مغناطيسيا ، كما أن الموصل إذا تواجد في مجال مغناطيسي متغير تتولد فيه قوة دافعة كهربائية ، والتي يمكن الحصول منها على تيار كهربائي. ويطلق على العلم الذي يتناول هاتين الظاهرتين والقوانين التي تحكمهما باسم الكهرومغناطيسية. ودراسة الكهرومغناطيسية هي في الواقع تمهيد لدراسة الآلات الكهربائية ، حيث تعتمد نظرية عملها على هذا العلم، لأن الآلة الكهربائية ما هي إلا دائرة كهربائية وأخرى مغناطيسية يربط بينهما المجال المغناطيسي. لذلك سوف نعرض في هذه الوحدة بعض القوانين والعلاقات الهامة للمغناطيسية والتي تفيد في دراسة الآلات الكهربائية ثم نتبعها بشرح لأهم قوانين الكهرومغناطيسية التي نحتاج إليها خلال هذه الدراسة. وأخيراً نستعرض العلاقة بين الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسية.

١- ١ التعريفات الهامة في علم المغناطيسية

يعتبر المجال المغناطيسي، خطوط الفيض(القوى) المغناطيسية وشدة المجال المغناطيسي من أهم المسميات التي يرد ذكرها في علم المغناطيسية. لذا سنهتم بتعريف هذه المصطلحات.

- **المجال المغناطيسي:** يعرف بأنه المنطقة التي تحيط بالمغناطيس وتظهر فيها تأثيرات مختلفة ، حيث يحدث فيها نوع من الإجهاد غير المرئي تستجيب له الأجسام التي تتأثر بالفعل المغناطيسي بظاهرة محددة، فإذا وضعت إبرة مغناطيسية بأسلوب معين في هذا المجال فإنها تنحرف. أيضا تتولد قوة دافعة كهربائية عند تحريك موصل كهربائي في هذا المجال.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- **خط القوى المغناطيسي:** هو خط وهمي يعرف بأنه المسار الذي يرسمه قطب شمالي شدته الوحدة حينما يكون حر الحركة في المجال المغناطيسي، ويوضع عند القطب الشمالي للمغناطيس، فيتحرك بفعل التنافر مع القطب الشمالي وبفعل التجاذب مع القطب الجنوبي، حتى يصل إلى القطب الجنوبي للمغناطيس.

- **النفاذية المغناطيسية μ (Permeability):** عرفنا أن المجال المغناطيسي ينشأ عنه خطوط المجال وهذه الخطوط تتجه من القطب الشمالي للمغناطيس إلى القطب الجنوبي وخلال سيرها تمر إما في الهواء أو من خلال مسار من الحديد. ونظراً لأن الحديد مادة مغناطيسية والهواء مادة غير مغناطيسية، لذا تفضل خطوط المجال المغناطيسي المرور في الحديد. يعتبر الهواء أو الحديد هو الوسط لخطوط المجال ولكل وسط معامل نفاذ μ يطلق عليه معامل النفاذية المغناطيسية للمادة (Magnetic permeability) وهي ليست ثابتة القيمة بالنسبة للمادة الواحدة، وإنما تتغير قيمتها بتغير شدة المجال المغناطيسي المؤثر. ويوجد لكل مادة منحنى خاص يعرف باسم منحنى التمغنط (Magnetization curve)، وهو من المنحنيات الهامة بالنسبة للمواد المغناطيسية التي تستخدم في الآلات الكهربائية، ويمكن الحصول عليه إما من المصنع الذي ينتج المادة، أو معمليا بالطرق القياسية. ويعطي منحنى التمغط العلاقة بين شدة المجال وكثافة الخطوط المغناطيسية التي تنتج في المادة. وتربط بينهما نفاذية المادة μ وتعطي نفاذية المادة بالعلاقة:

$$\mu = \mu_O \mu_r \qquad 1\text{-}1$$

حيث μ_o هي نفاذية الفراغ (النفاذية المطلقة) (Absolute permeability) ويسمى الثابت المغناطيسي أو معامل نفاذ الفراغ وقيمته:

$$\mu_o = 4\pi x 10^{-7} \text{ H/m}$$

أما μ_r فهو النفاذية النسبية (Relative permeability) وهى تساوي الوحدة لأي وسط غير مغناطيسي.

-**الفيض المغناطيسي Φ :** يطلق على عدد الخطوط الكلية في المجال المغناطيسي اسم الفيض المغناطيسي، وهو عبارة عن خطوط القوى المغناطيسية المتوازية التي تسير متجمعة في حزمة واحدة في مسار مقفل. والمسار هو في الواقع الدائرة المغناطيسية. وبمقارنة الدائرة المغناطيسية بالدائرة الكهربائية نجد أن الفيض المغناطيسي في الأولى يناظر التيار الكهربائي في الثانية. هذا ويعتبر المسار المقفل الذي يقاوم الفيض المغناطيسي يناظر المقاومة في الدائرة الكهربائية.

- **كثافة الفيض المغناطيسي *B*:** تعرف كثافة الفيض المغناطيسي بأنها مقدار الفيض المغناطيسي خلال وحدة المساحات ووحدته ويبر/متر مربع (تسلا) ويعطي بالعلاقة:

$$B = \frac{\Phi}{A} \qquad wb/m^2 \qquad 1\text{-}2$$

- **شدة المجال المغناطيسي *H*:** لكل مجال مغناطيسي قوة أو شدة مجال يقاس بها مدى تأثيره. وتعرف شدة المجال بأنها النسبة بين كثافة الفيض المغناطيسي النفاذية ويعطي بالعلاقة:

$$H = \frac{B}{\mu} \qquad h/m \qquad 1\text{-}3$$

-القوة الدافعة المغناطيسية (Magneto-motive-force m.m.f): عرفنا أن الفيض المغناطيسي ينشأ نتيجة مرور تيار كهربائي في موصل أو ملف له عدد لفات N ونتيجة لذلك يتولد قوة دافعة مغناطيسية حيث تعرف بأنها الضغط المغناطيسي الذي يدفع الفيض المغناطيسي في الدائرة المغناطيسية. وتتوقف قيمتها على قيمة التيار الكهربائي المار في الملف وعدد لفاته، ووحداتها هي الأمبير.لفه (ampere.turn) وتعطي بالعلاقة:

$$\text{m.m.f} = N.I \qquad \text{AT} \qquad 1\text{-}4$$

-الممانعة المغناطيسية Rmag (Magnetic reluctance): يلاقي الفيض المغناطيسي عند مروره في دائرة مغناطيسية ممانعة، وتعرف بأنها النسبة بين القوة الدافعة المغناطيسية والفيض المغناطيسي وتحسب من العلاقة:

$$R_{mag} = \frac{m.m.f}{\Phi} = \frac{N.I}{\Phi} \qquad AT/wb \qquad 1\text{-}5$$

وتعبر هذه العلاقة عن قانون أوم للدائرة المغناطيسية. وأيضا يمكن حساب الممانعة بدلالة أبعاد الدائرة المغناطيسية، فإذا كان طول المسار للفيض المغناطيسي L ومساحة مقطعه A والنفاذية μ فإن الممانعة تعطي بالعلاقة:

$$R_{mag} = \frac{L}{\mu A} \qquad 1\text{-}6$$

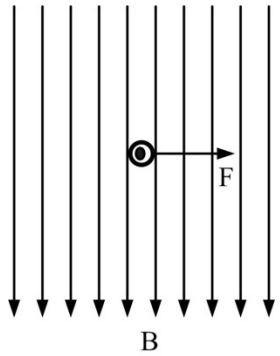
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المصطلحات المشار إليها تستخدم سواء كان المغناطيس طبيعي(أو صناعي) أو مغناطيس كهربائي. والمغناطيس الكهربائي يطلق على أي موصل يحمل تيارا كهربائياً، ويتولد حوله مجال مغناطيسي له نفس الظواهر التي للمجال المغناطيسي الناشئ عن مغناطيس طبيعي. وكمثال للتأثر الناتج عن مجال مغناطيسي، ندرس القوة المؤثرة على موصل يحمل تيارا في مجال مغناطيسي منتظم. ويبين شكل ١- ١ موصلا طوله L ويحمل تيار مقداره I أمبير موضوع في مجال منتظم كثافة فيضه B ويبر/متر٢. يتأثر

الموصل الحامل للتيار نتيجة وجوده في هذا المجال بقوة F في اتجاه عمودي على كل من الموصل والمجال وتحسب القوة من العلاقة التالية:

$$F=BLI \qquad \text{نيوتن} \qquad 1\text{-}7$$

ويمكن تحديد اتجاه القوة بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى، أطبق أصابع اليد اليسرى ثم أفرد الإبهام والسبابة والوسطى بحيث تتعامد مع بعضها البعض. فإذا جعلت الأصبع الوسطى تشير إلى اتجاه التيار، والسبابة تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي، فسوف يشير الإبهام إلى اتجاه حركة الموصل.



شكل ١- ١ موصل موضوع في مجال مغناطيسي منتظم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

١- ٢ الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسية

تتكون الدائرة المغناطيسية من مسارات للفيض المغناطيسي وهذه المسارات يمكن أن تكون توالي أو توازي، ولتوضيح مكونات الدائرة المغناطيسية سندرس دائرة التوالي المغناطيسية كحالة خاصة من الدوائر المغناطيسية، حيث تمثل الجزء المهم عند دراسة الآلة الكهربائية.

يتكون مسار الفيض المغناطيسي في دائرة التوالي المغناطيسية من مسارات متصلة على التوالي تختلف مقاومتها المغناطيسية. وقد ينشأ الاختلاف في المقاومة المغناطيسية بسبب اختلاف طول المسار أو مساحة مقطعه أو النفاذية المغناطيسية له(نوع الوسط) كما تبينه المعادلة ١- ٦، أو بسبب هذه العوامل بعضها أو كلها مجتمعة. ويمكن تطبيق قانون أوم للدائرة المغناطيسية للحصول على المقاومة المغناطيسية المكافئة للمسار الكلي بجمع مقاومات المسارات المختلفة معا. شكل ١- ٢ يبين مخطط لدائرة مغناطيسية وهي تتكون من الإطار ABCDEF وتوجد ثغرة هوائية بين النقطتين A,F . ومساحة مقطع المسارات AB, BC, CD, DE, EF مختلفة عن بعضها كذلك النفاذية وطول المسار. فإذا كان ملفوف على الجزء CD ملف ذو عدد لفات N ويمر به تيار كهربائي I . ونتيجة لذلك ينشأ فيض مغناطيسي Φ يمر في المسار المبين ويعبر الثغرة الهوائية لإكمال مساره. باستخدام المعادلة ١- ٦ يمكن حساب المقاومات المغناطيسية للأجزاء المختلفة كالآتي:

$$R_{magAB}=\frac{L_{AB}}{\mu_{AB}A_{AB}} \qquad R_{magBC}=\frac{L_{BC}}{\mu_{BC}A_{BC}} \qquad R_{magCD}=\frac{L_{CD}}{\mu_{CD}A_{CD}} \qquad R_{magDE}=\frac{L_{DE}}{\mu_{DE}A_{DE}}$$

$$R_{magEF}=\frac{L_{EF}}{\mu_{EF}A_{EF}} \qquad R_{mag-gap}=\frac{L_{gap}}{\mu_{o}A_{gap}}$$

وتكون المقاومة المغناطيسية الكلية Rmag-t هي:

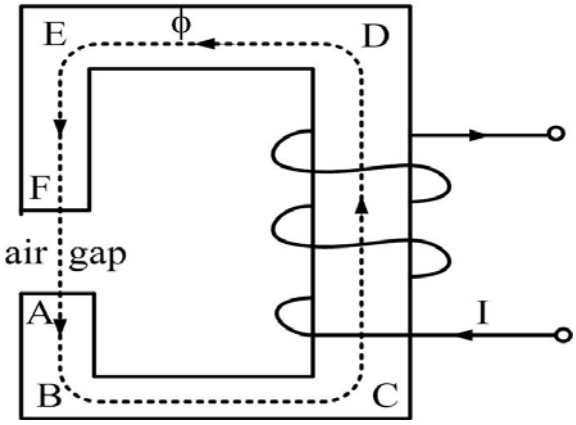
$$R_{mag-t}=\frac{L_{AB}}{\mu_{AB}A_{AB}}+\frac{L_{BC}}{\mu_{BC}A_{BC}}+\frac{L_{CD}}{\mu_{CD}A_{CD}}+\frac{L_{DE}}{\mu_{DE}A_{DE}}+\frac{L_{EF}}{\mu_{EF}A_{EF}}+\frac{L_{gap}}{\mu_{o}A_{gap}} \qquad 1\text{-}8$$

ويمكن الحصول على الفيض المغناطيسي Φ بقسمة القوة الدافعة المغناطيسية للملف(أمبير لفة) N.I على المقاومة المغناطيسية الكلية Rmag-t ، وذلك بتطبيق قانون أوم تبعا للمعادلة ١- ٥ على النحو التالي:

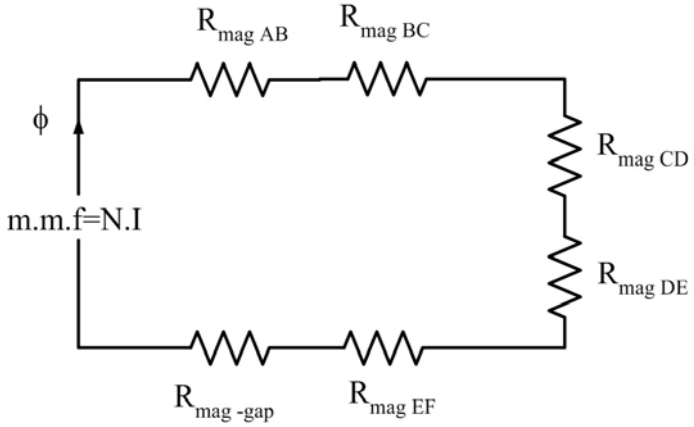
$$\Phi=\frac{N.I}{\frac{L_{AB}}{\mu_{AB}A_{AB}}+\frac{L_{BC}}{\mu_{BC}A_{BC}}+\frac{L_{CD}}{\mu_{CD}A_{CD}}+\frac{L_{DE}}{\mu_{DE}A_{DE}}+\frac{L_{EF}}{\mu_{EF}A_{EF}}+\frac{L_{gap}}{\mu_{o}A_{gap}}} \qquad 1\text{-}9$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

يمكن إيجاد الدائرة الكهربائية المكافئة لدائرة التوالي المغناطيسية المشار إليها. ويبين شكل ١- ٣ هذه الدائرة، حيث يمثل الجهد الكهربائي في الدائرة الكهربائية بالقوة الدافعة المغناطيسية في الدائرة المغناطيسية، وتمثل المقاومات في الدائرة الكهربائية بالممانعات للمسارات المغناطيسية، ويمثل الفيض المغناطيسي بالتيار الكهربائي. أي أنه يوجد أوجه تشابه وتناظر بين الدائرة المغناطيسية والدائرة الكهربائية. ويوضح جدول ١- ١ التناظر بين الدائرتين.



شكل ١- ٢ دائرة توالي مغناطيسية



شكل ١- ٣ الدائرة الكهربائية المكافئة لدائرة التوالي المغناطيسية الموضحة في شكل ١- ٢

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

جدول ١- ١ التناظر بين الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسية

الدائرة الكهربائية	الدائرة المغناطيسية
ق.د.ك. e.m.f	ق.د.م m.m.f
المقاومة الكهربائية $R=\frac{\rho L}{A}$	المانعة المغناطيسية $R_{mag}=\frac{L}{\mu A}$
التيار الكهربائي $I=\frac{E}{R}$	الفيض المغناطيسي $\Phi=\frac{m.m.f}{R_{mag}}$
كثافة التيار $J=\frac{I}{A}$	كثافة الفيض $B=\frac{\Phi}{A}$

يوجد عدة فروق بين الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسية، حيث لا يتشابهان من كل الوجوه.

- يمر التيار الكهربائي في أسلاك دون حدوث تسرب، بينما في الدائرة المغناطيسية يحدث تسرب للتدفق المغناطيسي في الهواء.
- ليس معنى أن المادة جيدة التوصيل للكهرباء أنها أيضا مادة مغناطيسية، فالمواد الجيدة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والألمونيوم والنحاس غير مغناطيسية.
- المقاومة الكهربائية ثابتة عند درجة الحرارة الواحدة أما المقاومة المغناطيسية فهي ليست ثابتة بسبب تغير النفاذية النسبية للمادة الواحدة.

١- ٣ الدائرة المغناطيسية للآلة تيار مستمر

يبين شكل ١- ٤ الدائرة المغناطيسية لآلة التيار المستمر. وبالتدقيق في الشكل نجد أن كل خط من خطوط المجال يمر من خلال عدة أجزاء وهذه الأجزاء تمثل الدائرة المغناطيسية. كل جزء يختلف في شكله الهندسي وأبعاده وكذلك خصائصه المغناطيسية. في الشكل الرمز p يرمز إلى القطب ، g يرمز إلى الثغرة الهوائية، t ترمز إلى الأسنان ، y ترمز إلى الإطار الخارجي، أما ac فترمز إلى قلب المنتج. وسوف نتناول بالتفصيل تركيب الآلة في الوحدة الثانية. وتتكون الدائرة من خمسة أجزاء رئيسة كما تم ترميزهم، ويوضح جدول ١- ٢ الخصائص لكل جزء من أجزاء الدائرة.

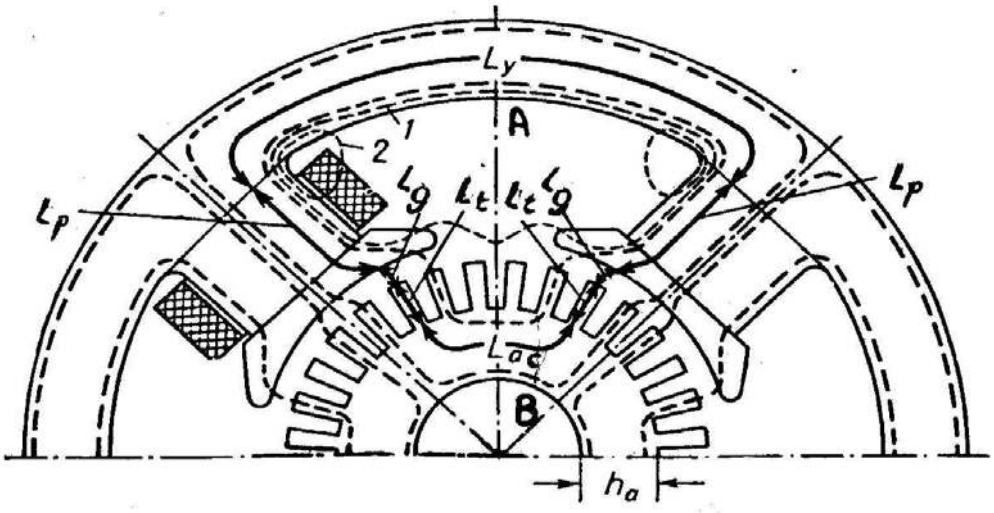
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

جدول ١- ٢ خصائص أجزاء الدائرة المغناطيسية لآلة التيار المستمر

جزء الدائرة	الفيض Φ	كثافة الفيض B	مساحة المقطع A	شدة المجال H	مسار الفيض L	القوة الدافعة المغناطيسية m.m.f
الثغرة الهوائية	Φ_m	B_g	A_g	H_g	$2L_g$	F_g
الأسنان	Φ_m	B_t	A_t	H_t	$2L_t$	F_t
قلب المنتج	$\Phi_{ac}=\Phi_m/2$	B_{ac}	A_{ac}	H_{ac}	L_{ac}	F_{ac}
القطب	Φ_m	B_p	A_p	H_p	$2L_p$	F_p
الإطارالخارجي	$\Phi_y= \Phi_m/2$	B_y	A_y	H_y	L_y	F_y

يمكن حساب القوة الدافعة المغناطيسية اللازمة لمغنطة الآلة من المعادلة ١- ٥ بجمع القوة الدافعة لكل أجزاء الدائرة، وتعطي بالعلاقة التالية:

$$m.m.f = F_{total} = \Phi_m \frac{2L_g}{\mu_o A_g} + \Phi_m \frac{2L_t}{\mu_t A_t} + \frac{\Phi_m}{2}\frac{L_{ac}}{\mu_{ac} A_{ac}} + \Phi_m \frac{2L_p}{\mu_p A_p} + \frac{\Phi_m}{2}\frac{L_y}{\mu_y A_y} \qquad 1\text{-}10$$



شكل ١- ٤ الدائرة المغناطيسية لآلة تيار مستمر

المعادلة ١- ١٠ تعطي القوة الدافعة المغناطيسية كدالة في الفيض المغناطيسي ويمكن كتابته بدلالة كثافة الفيض المغناطيسي وذلك بالتعويض عن قيمة B من المعادلة ١- ٢ في المعادلة ١- ١٠ :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$F_{total} = \frac{2B_g L_g}{\mu_o} + \frac{2B_t L_t}{\mu_t} + \frac{B_{ac} L_{ac}}{\mu_{ac}} + \frac{2B_p L_p}{\mu_p} + \frac{B_y L_y}{\mu_y} \qquad 1\text{-}11$$

حيث إن :

$$B_{ac} = \frac{\phi_m/_2}{A_{ac}}, \qquad B_y = \frac{\phi_m/_2}{A_y}$$

بالتعويض من المعادلة ١- ٣ في المعادلة ١- ١١

$$F_{total} = 2H_g L_g + 2H_t L_t + H_{ac} L_{ac} + 2H_p L_p + H_y L_y \qquad 1\text{-}12$$

$$F_{total} = F_g + F_t + F_{ac} + F_p + F_y \qquad 1\text{-}13$$

المعادلة ١- ١٣ تبين أنه لحساب القوة الدافعة المغناطيسية فإنه من الضروري حساب القوة الدافعة المغناطيسية لكل جزء من الأجزاء الخمسة للدائرة المغناطيسية.

١- ٤ توليد القوة الدافعة الكهربائية بالتأثير الكهرومغناطيسي.

يمكن الحصول على قوة دافعة كهربائية بالتأثير الكهرومغناطيسي بطريقتين: إما ديناميكيا وذلك بتحريك موصل بالنسبة لمجال مغناطيسي أو تحرك المجال المغناطيسي بالنسبة للموصل وهذه فكرة عمل المولدات الكهربائية وسوف نتناولها بالتفصيل في الوحدة الثانية. وإما استاتيكيا وذلك بتغير قيمة المجال المغناطيسي المتشابك مع ملف بصورة دورية منتظمة وبدون الحاجة إلى عمل أية حركة نسبية بين الإثنين. وتستخدم هذه النظرية في المحولات كما سيعرض في الوحدة الرابعة.

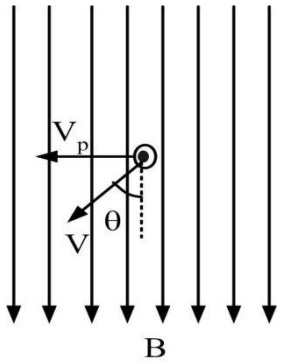
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

١- ٤- ١ القوة الدافعة الكهربائية المنتجة ديناميكيا.

شكل ١- ٥ يبين موصل موضوع في مجال مغناطيسي منتظم، فعند تحريك موصل طوله L متر بسرعة V (متر/ثانية) في مجال كثافته B ويبر/متر مربع، يتولد على طرفي الموصل قوة دافعة كهربائية مقدارها E فولت وتعطي بالعلاقة الآتية:

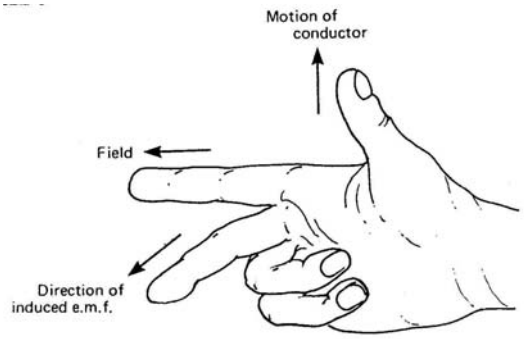
$$E=BLV\sin(\theta) \quad \text{volt} \qquad 1\text{-}14$$

حيث θ زاوية ميل اتجاه حركة الموصل على خطوط المجال المغناطيسي، وتكون مركبة السرعة العمودية على اتجاه خطوط المجال هي التي تحدد قيمة القوة الدافعة الكهربائية. وتستخدم قاعدة فلمنج لليد اليمنى (شكل ١- ٦) لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية. أطبق أصابع اليد اليمنى، ثم افرد منها الإبهام والسبابة والوسطى بحيث تكون متعامدة مع بعضها واجعل السبابة تشير إلى اتجاه المجال، والإبهام يشير إلى اتجاه الحركة فيكون الأصبع الوسطى مشيرةً إلى اتجاه القوة الدافعة المتولدة.



شكل ١- ٥ توليد القوة الدافعةE ديناميكيا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



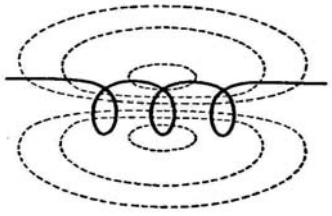
شكل ١- ٦ قاعدة فلمنج لليد اليمنى

١- ٤- ٢ القوة الدافعة الكهربائية المنتجة استاتيكيا.

يمكن توليد قوة دافعة كهربائية عن طريق تشابك فيض مغناطيسي يتغير دوريا بانتظام مع ملف، تبعا لتجربة فارادى(Faraday) الشهيرة ويعطى الجهد بالمعادلة التالية:

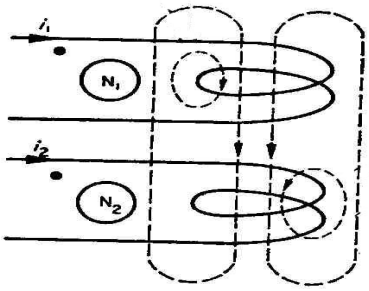
$$E = N(\frac{d\Phi}{dt}) \qquad 1\text{-}15$$

ويكون اتجاه القوة الدافعة الكهربائية بحيث تعطي تيارا في الاتجاه الذي يؤدي إلى إنشاء مجال مغناطيسي يضاد اتجاه المجال المغناطيسي الأول. هذا وقد يكون المجال المغناطيسي المتغير، الذي يتشابك مع الملف، ناشئ عن تيار يمر في الملف نفسه (كما في شكل ١- ٧)، ويقال في هذه الحالة أن القوة الدافعة الكهربائية منتجة بالتأثير الذاتي (self induced) . وقد يكون المجال المتغير الذي يتشابك مع الملف، ناشئ عن تيار يمر في ملف مجاور ويقال أن القوة الدافعة الكهربائية منتجة بالتأثير المتبادل(mutual induced) (كما في شكل ١- ٨) .



شكل ١- ٧ تشابك الفيض مع ملف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل ١- ٨ تشابك الفيض مع ملفين

مثال١- ١ إطار من الحديد على شكل مستطيل أبعاده ٣٠X٢٠ سم، ومساحة مقطعه على شكل مربع طول ضلعه ٥ سم. ملفوف على أحد جانبي الإطار ملف عدد لفاته ٢٥ ومقاومته ٢ أوم ويغذى من منبع جهد مستمر ٢٤فولت. فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي في الإطار ٠,٠٠٨ تسلا، احسب: التيار في الملف ، شدة المجال المغناطيسي، الفيض المغناطيسي.

الحل

يوضح شكل ١- ٩ الدائرة المغناطيسية، بفرض أن طول ظلعي المستطيل هما X,Y ، يمكن حساب طول المسار المغناطيسي المتوسط L من العلاقة:

L=2*((x-5)+(y-5))=2*(20-5+30-5)=80 cm=0.8m

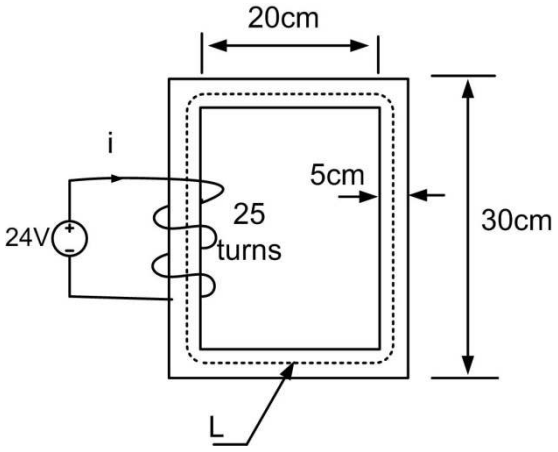
N=25 turns R=2Ω V=24V B=0.008 tesla $A=(5*10^{-2})^2=25*10^{-4}$ m^2

$$I=\frac{V}{R}=\frac{24}{2}=12 \quad A$$

$$H=\frac{NI}{L}=\frac{25*12}{0.8}=375 \quad A/m$$

$$\Phi=BA=0.008*25*10^{-4}=0.00002 \quad wb$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل ١- ٩

مثال١- ٢ حلقة من المعدن قطرها المتوسط ٥٠ سم ومساحة مقطعها ٣سم٢. ملفوف عليها ملف عدد لفاته ٦٠٠ ويمر به تيار مقداره ٢ أمبير. فإذا كان معامل النفاذ النسبي للمعدن ١٥٠٠. احسب:

١- الممانعة المغناطيسية للحلقة ، ٢- القوة الدافعة المغناطيسية وكذلك شدة المجال المغناطيسي،

٣- الفيض المغناطيسي وكثافة الفيض المغناطيسي.

الحل

بفرض أن d يمثل القطر المتوسط للحلقة، فمنه يمكن حساب طول المسار المغناطيسي المتوسط Lav من العلاقة:

$L_{av}=\pi d=\pi*50*10^{-2}=1.57$ m

$A= 3*10^{-4}$ m^2 $\mu_r=1500$ $\mu_o=4\pi*10^{-7}$ $N=600$ $I=2$ A

$$1-\ R_{mag}=\frac{L_{av}}{\mu_r\mu_o A}=\frac{1.57}{1500(4\pi*10^{-7})(3*10^{-4})}=2.78*10^{6}\quad AT/wb$$

2- $mmf=NI=600*2=1200$ AT

$$H=\frac{mmf}{L_{av}}=\frac{1200}{1.57}=764.33\quad At/m$$

$$3-\Phi=\frac{mmf}{R_{mag}}=\frac{1200}{2.78*10^{6}}=4.32*10^{-4}\quad wb$$

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{4.32*10^{-4}}{3*10^{-4}} = 1.44 \quad tesla$$

أسئلة وتمارين على الوحدة الأولى

١- عرف الفيض المغناطيسي وكثافة الفيض المغناطيسي مع ذكر العلاقة التي تربط بينهما.

٢- عرف شدة المجال المغناطيسي والقوة الدافعة المغناطيسية مع ذكر العلاقة التي بينهما.

٣- ما هي أوجه الشبة والخلاف بين الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسية.

٤- ماذا يقصد بالممانعة المغناطيسية والنفاذية ؟

٥- وضح كيف يمكن توليد قوة دافعة كهربائية.

٦- بين كيفية استنتاج قوة دافعة كهربائية في المحول الكهربائي.

٧- اذكر الأجزاء المختلفة للدائرة المغناطيسية لآلة تيار مستمر.

٨- حلقة من المعدن ملفوف عليها ملف يمر به تيار ويسبب فيض مغناطيسي مقداره ٦ ميكروويبر، وكانت شدة المجال المغناطيسي ١٢ أمبير/متر. وطول المسار المغناطيسي المتوسط ٥,. متر ومساحة مقطع الحلقة ٠,٠٠٠١٥ متر مربع. احسب القوة الدافعة المغناطيسية الناتجة عن الملف، وكذلك كثافة الفيض المغناطيسي.

٩- إطار من الحديد على شكل مربع طول ضلعه٢٠ سم، ومساحة مقطعه على شكل مستطيل أبعاده ٣ X ٥ سم. ملفوف على أحد جانبي الإطار ملف عدد لفاته ١٥ ومقاومته ١,٤ أوم ويغذى من منبع جهد مستمر ١٢فولت. فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي في الإطار ٠,٠٠٦ تسلا، احسب: التيار في الملف ، شدة المجال المغناطيسي، الفيض المغناطيسي.

١٠- حلقة من الحديد يمر بها فيض مغناطيسي مقداره٠,٠٠٠٢ ويبر وطول المسار المغناطيسي المتوسط ١٠٠ سم ومساحة مقطع الحلقة ٥سم٢. احسب القوة الدافعة المغناطيسية الناتجة عن الملف، وكذلك شدة المجال المغناطيسي باعتبار النفاذية النسبية للحديد ٥٠٠.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر