Part Two القسم الثاني

Electricity الكهرباء

8- قانون أوم

Ohm's Law

9- القنطرة المترية

The metric bridge

10- قانون كولومب في الكهرباء الساكنة

Coulomb's low of Electro Static

11- الرادة السعوية

Capasitive Reactance

12- الرادة الحثية

Inductive Reactance

13- قياس مقدار ثابت العزل في المكثف ذي اللوحين المتوازيين

Measuring a dielectric constant in parallel plate capacitor

14- دراسة النسبة بين فولتية الدخول وفولتية الخـــروج فـــي المحـــول الكهربائي

Input and Output potential ratio of transformer

Experiment No (8) تجربة رقم (8)

اسم التجربة : قانون أوم

Experiment name : Ohm's Law

(8.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

ينص قانون أوم على أن فرق الجهد (V) بين طرفي موصل (*Conductor*) يتناسب تناسباً طردياً مع شدة التيار الكهربائي (I) عند ثبوت درجة الحرارة. حيث إن درجة الحرارة تؤثر على مقاومة المادة، فإذا فرضنا أن فرق الجهد (V) وشدة التيار المار (I) فإن :

$$V \propto I$$

$$V = Constant \times I$$

$$V = R \times I \;\Rightarrow\; R(ohm) = \frac{V(Volt)}{I(Amper)}$$

حيث إن (R) ثابت التناسب وتسمى بمقاومة الموصل ووحدتها تسمى أوم ويرمز لها بالرمز اليوناني (Ω) وتقرأ أوميكا ويقصد بالمقاومة مقدار ما يلقاه التيار من صعوبة أو معارضة عند مروره في موصل كهربائي.

(8.2) الغرض من التجربة *The Experiment Goal*

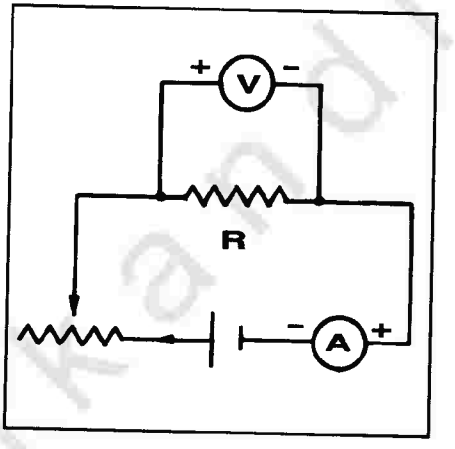
تحقيق قانون أوم *Comfirmning Ohm 's Law*

(8.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

مصدر جهد (*power supply*)، صندوق مقاومات (*set of resistances*)، مقاومة متغيرة (ريوستات *rheostat*)، فولتميتر (*voltammeter*)، أميتر (*ammeter*)، مفتاح (*switch key*)، أسلاك توصيل (*connection wires*).

(8.4) طريقة العمل *Procedure*

1- صل الدائرة الكهربائية كما هو موضح بالشكل الآتي :



(شكل 8.1)

2- حرك الريوستات ببطء حتى تلاحظ بوضوح بدء حركة مؤشر كل من الفولتميتر والأميتر وسجل قراءة كل من الأميتر (A) لمعرفة شدة التيار، والفولتميتر (V) لمعرفة فرق الجهد.

3- كرر الخطوة رقم (2) ثمان مرات.

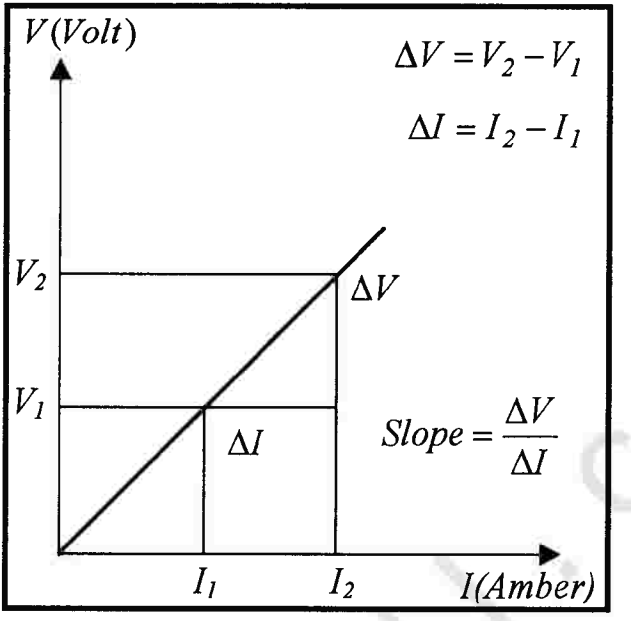
4- دون قراءتك في الجدول (8.1):

	V (Volt)	***I (Amp)***	$\boldsymbol{R = \ R = \frac{V}{I}(\Omega)}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

(جدول 8.1)

5- ارسم العلاقة البيانية مستخدماً الورق المليمتري (*graph paper*) بين فـــرق الجهد (V) مقاساً بالفولت على المحور الصادي وشدة التيار (I) مقاساً بـالأمبير على المحور السيني، وسوف تحصل على خط مستقيم انظر الشكل (8.2).

6- أوجد ميل الخط المستقيم (*slope*) وهو يساوي مقاومة الموصـــل (R) مقاســاً بالأوم.



(شكل 8.2)

الأسـئلة والمناقشـة — *Questions & Discussion*

1- أعطت أجهزة قياس التيار والفولتية في تجربة إثبات قانون أوم عملياً القراءة الآتية :

$V = 20\ Volt$ ، $I = 100\ mA$، كم تبلغ مقدار المقاومة الموصولة في الدائرة.

2- عرّف الأوم.

3- حقق قانون التوصيل على التوالي والتوازي وذلك باستبدال المقاومة (R) بمقاومتين (R_1, R_2) بإجراء التجربة مرة أخرى. هل تعتقد أن قانون أوم يبقى صحيحاً في هذه الحالة ؟ وضّح ذلك رياضياً.

4- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

Experiment No (9)

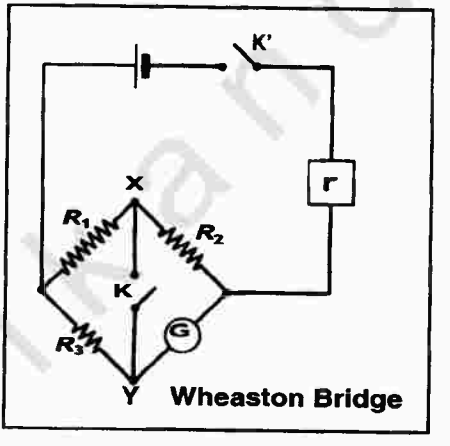
تجربة رقم (9)

اسم التجربة: القنطرة المترية

Experiment Name: The metric bridge

(9.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

تستخدم القنطرة المترية لحساب مقاومة مجهولة (*Unknown* resisitance) باستخدام مقاومة معلومة وهي حالة خاصة من قنطرة هويتستون (*Wheatston Bridge*)، انظر الشكل (9.1).



(شكل 9.1)

وتتكون القنطرة المترية من سلك منتظم المقطع طوله (*100 cm*) مثبت الطرفين (*A,B*) على قاعدة خشبية، يتصل هذان الطرفان بمقاومتين (R_1, R_2) عن طريق توصيلات نحاسية سميكة، كما يتم وصل الطرفين الآخرين للمقاومتين بتوصيلة أخرى سميكة انظر الشكل (9.2).

يمكن اعتبار أيٍ من المقاومتين (R_1,R_2) مجهولة والأخرى معلومة، وتلاحظ من الدائرة الكهربائية أن الدائرة تحتوي على مصدر للتيار الكهربائي ومفتاح قاطع بين النقطتين (A,B) كما تحتوي على توصيلة الجلفانومتر (G) بين النقطتين (C,D) والنقطة (C) واقعة بين المقاومتين (R_1,R_2) وأخيراً النقطة (D) نجدها عند اتصال الزالق مع سلك المقاومة .

عندما يشير الجلفانومتر إلى نقطة الاتزان فإن الجهد عند النقطة (C) يساوي الجهد عند النقطة (D)، أي أن $V_C = V_D$

ومعناه أن فرقي الجهد : $V_{BC} = V_{BD}$ متساويان .

$$L_2 \times I_2 = R_2 \times I_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

وفرق الجهد V_{AC} = فرق الجهد V_{AD} أي أن :

$$L_1 \times I_2 = R_1 \times I_1 \quad \ldots\ldots (2)$$

ومن المعادلتين (1) و (2) نجد أن :

$$\boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}}$$

وذلك عندما يشير الجلفانومتر إلى نقطة الاتزان .

(9.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين مقاومة مجهولة بإستخدام القنطرة المترية .

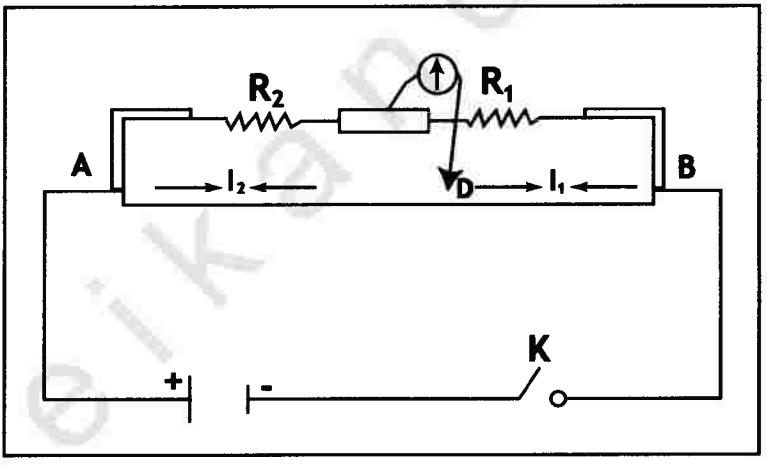
Determining the unknown resistance using the metric bridge

(9.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

قنطرة مترية (*metric bridge*)، مصدر للتيار المستمر(*a.c power supply*)، مجموعة مقاومات معلومة القيم (*set of resistance*)، مقاومة مجهولة (*unknown resistance*)، جلفانومتر (*galvanometer*)، مفتاح (*switch key*)، أسلاك توصيل (*connections wires*).

طريقة العمل *Procedure*

1- صل الدائرة الكهربائية كما هو موضح بالشكل (9.2) وأختر مقاومة معلومة (R_1).



(شكل 9.2)

2- قم بتحريك الزالق على السلك يميناً ويساراً حتى تحصل على حالة الاتزان وذلك بجعل مؤشر الجلفانومتر على الصفر تماماً .

3- إذا اعتبرت (R_2) مثلاً مقاومة مجهولة حدد الطول (L_2) ثم احسب (L_1) من المعادلة :

$$L_1 = 100 - L_2$$

حيث إن الطول الكلي للسلك كما أشرنا سابقاً ($100\ cm$).

4- غير المقاومة المعلومة (R_1) ثم كرر الخطوتين (2 ، 3) وسجل قراءاتك ثم احسب المقاومة (R_2) من العلاقة الآتية في كل مرة.

$$\boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}}$$

5- غيِّر المقاومة المعلومة (R_1) بمقاومة معلومة أخرى ثم أحصل على حالة الاتزان وفي كل مرة احسب المقاومة المجهولة (R_2).

6- كرر الخطوة الخامسة مع مقاومة ثالثة معلومة.

7- احسب المتوسط الحسابي لقيم المقاومة المجهولة التي حصلت عليها في المرات الثلاثة.

$$R_2 = \frac{R_2' + R_2'' + R_2'''}{3}$$

حيث إن (R_2')،(R_2'')،(R_2''') المقادير التي أوجدتها للمقاومة المجهولة في كل مرة من المرات الثلاثة، وهكذا نكون قد وجدنا قيمة المقاومة المجهولة (R_2).

1- هل تعتقد بأن نصف قطر السلك المستخدم في صناعة القنطرة المترية يؤثر على مقدار المقاومة (R_2) ؟ وضّح ذلك.

2- عرّف المقاومة النوعية ثم اذكر وحدة قياسها في النظام الدولي (SI) للقياسات.

3- استخدمت قنطرة مترية لتعيين مقاومة مجهولة بالاستعانة بمقاومة مقدارها (10Ω) وكان طول السلك($45\ cm$) عند حدوث الاتزان، احسب قيمة المقاومة المجهولة ؟

4- استخدم سلكاً طوله ($100\ cm$) ومقاومته ($100\ \Omega$) لصناعة القنطرة المترية، أوجد مقدار المقاومة النوعية لهذا السلك.

5- أوجد حسابياً نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

Experiment No (10) تجربة رقم (10)

اسم التجربة : قانون كولومب في الكهرباء الساكنة
Experiment Name : Coulomb's low of Electro - Static

(10.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

ينشأ عن الشحنة التي تحملها كرة معدنية صغيرة مجالاً كهربائياً ينطلق على شكل إشعاعي متناظر حول الكرة، لتكن شحنة الكرة الكهربائية الساكنة *Electro static charge* (Q_1)، وليكن المجال الناشئ عنها *Electric field* ($\vec{E}$)، وحقيقة الأمر يمكننا التأكد من وجود هذا المجال الكهربائي حول الشحنة (Q_1) وذلك بوضع شحنة أخرى ولتكن (Q_2) ضمن منطقة تأثيره، لينشأ عن ذلك قوة كهروستاتيكية *Electro static force* ($\vec{F}$) تعمل على الخط الوهمي الذي يصل بين الشحنتين.

إن القوة ($\vec{F}$) يمكن إذاً حسابها من المعادلة :

$$\vec{F} = Q_2 \quad \vec{E} \qquad \ldots\ldots (1)$$

ولكن المجال الكهربائي الناشئ عن الشحنة Q_1 يعطى بالمعادلة :

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_\circ} \quad \frac{Q_1}{r^2} \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث (r) هي المسافة الفاصلة بين مركزي الكرتين المشحونتين،

و (ε_o) هو ثابت سماحية الفضاء الحر *Free space permitivity*.

ومن المعادلتين (1) و (2) نجد أن القوة الكهروستاتيكية ($\vec{F}$) تعطى بالمعادلة:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_\circ} \quad \frac{Q_1\, Q_2}{r^2}$$

ويلاحظ من المعادلة (3) أن القوة ($\vec{F}$) تتناسب تناسباً طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين، وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما، وفي هذه التجربة سوف ندرس:

1- كيف تكوِّن القوة ($\vec{F}$) تابعاً عكسياً للمسافة الفاصلة بين الشحنتين (r).

2- كيف تكون القوة ($\vec{F}$) تابعاً مباشراً للشحنتين مقداراً وطبيعةً (Q_1) و (Q_2).

(10.2) الهدف من التجربة *Experiment Goal*

تحقيق قانون كولومب عملياً

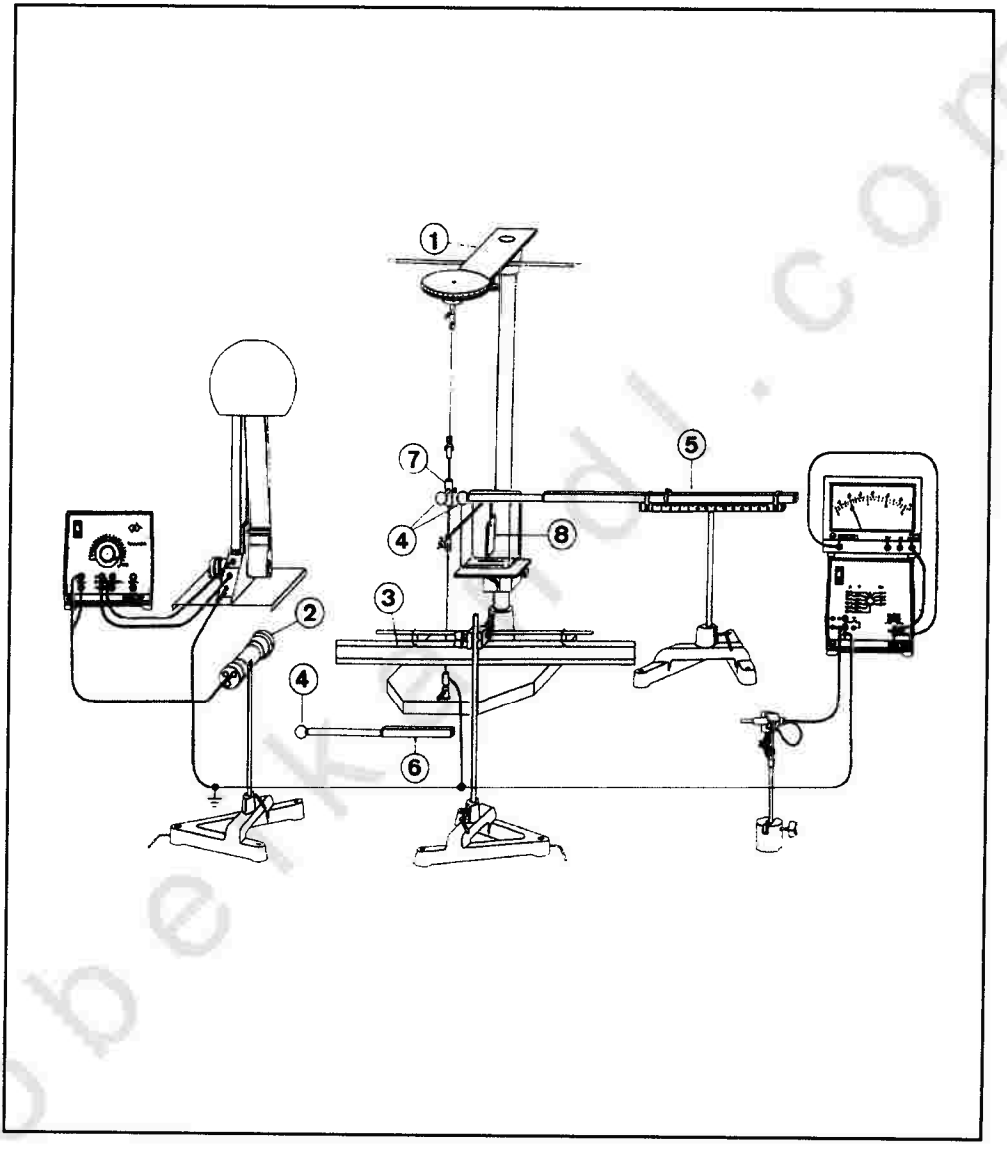
Confirming Coulomb's Low of electrostatic

(10.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

ميزان اللي (*torsion balance*)، وحدة إضاءة لمعرفة مقدار اللي (*illumination unit*)، كرات معدنية (*metallic spheres*)، مولد فان دي غراف (*Van de Graaff generator*)، مزود قدرة (*power supply*)، أسلاك توصيل (*connection wires*).

(10.4) طريقة العمل *Procedure*

1- يتم ترتيب الأجهزة كما في الشكل الآتي :



(شكل 10.1) الأجهزة المستخدمة لإثبات صحة قانون كولومب

① ميزان اللي *Torsion balance*. ② جهاز الإضاءة *illuminating device*: ويستخدم لإضاءة الجسم العاكس على ميزان اللي. ③ مقياس يساعد على معرفة انحراف الحزمة الضوئية أثناء تأثير الشحنتين على بعضهما البعض *Scale*.

④ الكرات المعدنية الناقلة *metal spheres*. ⑤ حامل نستطيع بواسطته تثبيت الكرتين إلى جانب بعضهما البعض، كما نستطيع معرفة المسافة الفاصلة بينهما *adjustable stand*.

⑥ الكرة مع حاملها الخاص بها وهو يساعد على تثبيت الكرة على ⑤ *handle*.

⑦ مولد فولتية عالية (فان دي غراف *Van de Graaff high voltage power source*).

⑧ الجسم الدوار الذي يعكس الإضاءة بعد حدوث اللي وقبله *rotary body*.

2-يتم تثبيت الكرات المعدنية على حواملها الخاصة بها، ثم يتم تثبيت إثنين منها لغرض إجراء التجربة، ابتداءً من مرحلة المعايرة *Calibration*.

3-ثبت المسافة بين الكرتين على (*10 cm*) ثم قم بعد ذلك بإيجاد قوة إرجاع السلك (D)، [إقرأ زاوية انحراف سلك ميزان اللي (α) من القانون الآتي :

$$D = \frac{2mg\ell}{\alpha}$$

حيث : (α) الزاوية التي تقرأها على مؤشر ميزان اللي.

(m) وزن القضيب المعدني المستخدم في جهاز المعايرة ويساوي 0.5×10^{-3} *Kg* وهو ثابت.

(ℓ) بعد القضيب القياسي عن محور الدوران ويساوي (0.5×10^{-2} *m*).

(g) تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي 9.81 $m.s^{-2}$

ولكن العزم : $M = F\ell = \Delta.\alpha$

$$\alpha = \frac{a}{2L}$$

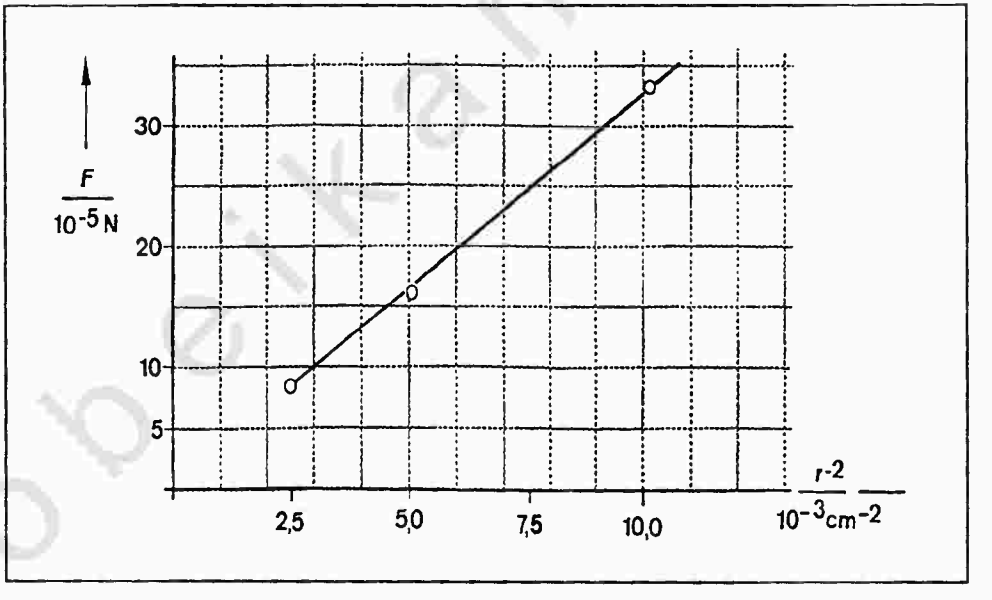
حيث (a) الانحراف المسجل على المقياس على بعد $(2.0\ m)$ وهو ممكن القياس عملياً.

(L) المسافة بين المرآة الدوارة والمقياس، وهو ممكن القياس عملياً أيضاً.

4- يتم بعد ذلك تغيير المسافة بين الكرتين عدداً من المرات وحساب القوة $(\vec{F})$ من المعادلة :

$$\boxed{\vec{F} = \frac{Da}{2.L\ell}}$$

5- ارسم علاقة بيانية بين القوة مقاسة بالنيوتن على المحور الصادي ومقلوب مربع المسافة مقاسة (cm^{-2}) انظر الشكل (10.2).



(شكل 10.2)

وتلاحظ من خلال الشكل (10.2) كيف أنَّ القوة الكهروستاتيكية ($\vec{F}$) تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع المسافة (r^2).

6- كما يمكن أيضاً تثبيت المسافة بين الشحنتين، وتغيير مقدار إحداهما لنحصل على القوة ($\vec{F}$) والتي بطبيعة الحال تتناسب مع مقدار الشحنتين تناسباً طردياً.

obeikandl.com

1- اكتب الصيغة الرياضية لقانون كولومب، ثم إشتق وحدات قياس ثابت سماحية الفضاء الحر (ε_0) ؟

2 – استخدم النتائج التي حصلت عليها لإيجاد ثابت السماحية (ε_0) عددياً. ثم قارن بين القيمة التي حصلت عليها والقيمة القياسية المستخدمة في حل المسائل ذات العلاقة بالموضوع.

3- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (11) تجربة رقم (11)

اسم التجربة : الرادة السعوية

Experiment Name : Capacitive Reactance

(11.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

تحصل هذه الظاهرة الهامة جداً عندما نستخدم المكثف (*capacitor*) في دوائر التيار المتناوب (*alternating current*) فإذا ما ربط المكثف بمصدر التيار المتناوب–ومن المعلوم بأنه عبارة عن التيار الذي يتغير دورياً بشكل دالة جيبية مع الزمن– فإن المكثف يعمل على إعاقة مرور التيار خلاله، إلا أن قيمته سوف لن تصل إلى الصفر كما يحدث في دوائر التيار المستمر (*direct current*)، كما أن المكثف سوف لن يعمل على تحقيق فرق في الطور (*phase difference*) مقداره (90^o) بين كلٍ من التيار والفولتية، بحيث يسبق التيار الفولتية بربع دورة، ومن المعلوم أنَّ الدورة الكاملة هي عبارة عن (360°). إنَّ السبب في عدم وصول مقدار التيار إلى الصفر هو عملية الشحن والتفريغ المستمرة للمكثف.

إن عملية الإعاقة لمرور التيار عبر المكثف هي ما نطلق عليه الرادة السعوية (*Capacitive Reactance*) واختصاراً (X_C)، ولقد وجد عملياً بأنها تعتمد على كل من سعة المكثف (*Capacitor Capacity*) وتردد التيار (*Current Frequency*) ، اعتماداً عكسياً.

وفقاً للعلاقة الرياضية :

$$X_c = \frac{1}{2\Pi f C}$$

حيث :

X_c : الرادة السعوية (*Capacitive Reactance*)

f : تردد التيار المناوب (*a.c Frequency*)

C : سعة المكثف (*Capacitor Capacity*)

وتقاس (X_c) بوحدات قياس المقاومة، الأوم (*ohm*)، كما يقاس التردد بالـــهيرتز (*Hertz*)، أما سعة المكثف فتقاس بالفاراد (*Farad*).

ومن الواضح أن الرادة السعوية تتناسب تناسباً عكسياً مع كل من سعة المكثـف (C) وتردد التيار المتناوب (f).

(11.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

1- دراسة علاقة الرادة السعوية (X_c) مع تردد التيار المتناوب (f).

2- إيجاد سعة المكثف (C).

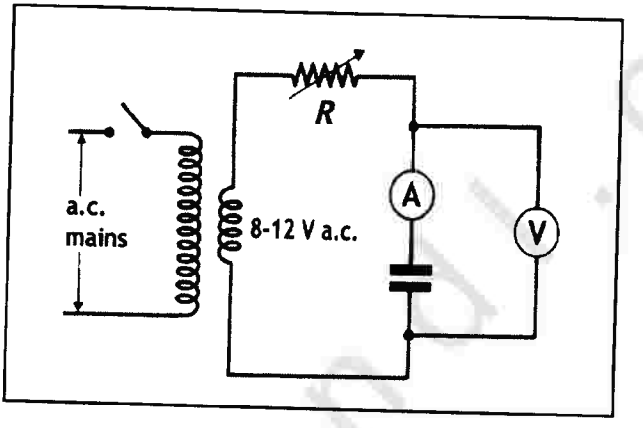
To show that the behaviour of a capacitance in an a.c. circuit is analogous to that of a resistor which obeys Ohm's low, and hence to measure capacitance.

(11.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

مذبـذب ذو تـرددات فـي النطـاق السـمعي (*Audio Frequency Oscillator*)، مكثف (*Capacitor*)، مقاومة متغيرة (*variable resistance*)، مقياس للتيار المتناوب (*a.c. Ammeter*) ذو تدريجات متعـددة (*Multi scale*)، ومقياس للفولتية المتناوبة (*a.c. Voltmeter*)، أيضاً ذي تدريجات متعددة.

(11.4) طريقة العمل والحسابات *Procedure & Calculations*

1- اربط الدائرة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (11.1) :



(شكل 11.1)

2- ثبت المذبذب في الدائرة على مقدار قليل من التردد وليكن (*600 Hz*)، ثم استخدم كلا من الأميتر والفولتميتر لتحديد قراءتي الفولتية والتيار.

3- قم الآن بتغيير التردد، وذلك بزيادته تدريجيا، ثم سجل قراءة كل من الأميتر والفولتميتر، وذلك لثمان قراءات كحد أدنى.

4- استخدم الجدول (11.1) لترتيب قراءاتك.

$f\,(Hz)$	$I\,(A)$	$V(Volt)$	$X_c = \frac{V}{I}(\Omega)$	$\frac{1}{f}(Hz)^{-1}$

(جدول 11.1)

5- أوجد مقادير الرادة السعوية في كل قراءة من قراءاتك من المعادلة

$$X_c = \frac{V}{I}$$

6- ارسم منحنياً بيانياً بين التردد (f) على المحور السيني والرادة السعوية (X_c) على المحور الصادي لتتعرف على طبيعة العلاقة بينهما، وهو الهدف الأول في هذه التجربة.

7- ارسم منحنياً بيانياً آخراً يبين مقلوب التردد $(1/f)$ على المحور السيني والرادة السعوية (X_c) على المحور الصادي، ثم أوجد ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل لتحصل على :

$$Slope = \frac{1}{2\Pi f X_c}$$

من ناحية أخرى :

$$X_c = \frac{1}{2\Pi f C}$$

إذاً :

$$Slope = C = \frac{1}{2\Pi f X_c}$$

obeikandl.com

1- هل هناك شبه بين عمل المكثف في الدائرة الكهربائية (*a.c. Circuit*) وعمل المقاومة ؟ وضح ذلك.

2- استخدم مفهوم نظرية الأبعاد والوحدات لاشتقاق وحد قيـــاس الـــرادة الســـعوية (X_c).

3- من خلال التجربة التي أجريتها ما هي العوامل التـــي تؤثـــر علـــى الـــرادة السعوية ؟ أذكرها.

4- بيِّن بإيجاز كيف تنشأ الرادة الحثية (X_c) في دائرة (*a.c.*).

5- هل يمكنك تفسير سبب مرور الخط البياني المستقيم بنقطة الأصل عندما مثلـــت العلاقة بين (X_c) و ($1/f$) بيانياً ؟ وضح ذلك.

6- ناقش بشكل عام الخطين البيانيين اللذين حصلت عليهما في هذه التجربة.

7- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـــت عليـــها فـــي هـــذه التجربة.

Experiment No (12)

تجربة رقم (12)

اسم التجربة : الرادة الحثية

Experiment Name : Inductive Reactance

Experiment Theory (12.1) نظرية التجربة

تحصل هذه الظاهرة الهامة جداً عندما يستخدم الملف أو المحث (*Inductor*) في دوائر التيار المتناوب (*Alternating Current*) فإذا ما تمَّ ربط الملف بمصدر للتيار المتناوب – وهو التيار الذي يتغير مع الزمن – فإن الملف يعمل على إعاقة مرور التيار المتناوب فيه، ومنشأ ذلك هو وجود القوة الدافعة الكهربائية (*Electromotive force*) المحتثة (*Inductive*) المضادة لمرور التيار الكهربائي، وهذا ما يجعل التيار متخلفاً في الطور بمقدار (90°) عن الفولتية المتناوبة، ويلاحظ هنا أن التيار تخلف عن الفولتية بمقدار ربع دورة (ومعلوم أنَّ الدورة الكاملة هي 360°) ولم يسبقها كما حصل في حالة المكثف.

إن هذه الإعاقة لمرور التيار في الملف، هي ما نطلق عليه الرادة الحثية (*Inductive reactance*) واختصاراً (X_L)، ولقد وجد عملياً بأنها تعتمد على كل من حثية الملف (*Inductor Inductance*) وتردد التيار (*Current Frequency*)، اعتماداً طردياً مباشراً وذلك وفقاً للعلاقة الرياضية :

$$\boxed{X_L = 2\Pi f L}$$

حيث :

X_L : الرادة الحثية (*Inductive Reactance*)

f : تردد التيار المناوب (*a. c. frequency*)

L : حثية الملف (*Inductor Inductance*)

وتقاس (X_L) بوحدات قياس المقاومة الأوم (*ohm*)، كما يقاس التردد بالهيرتز (*Hertz*) أما حثية الملف فتقاس بالهنري (*Henri*) ومن الواضح أن الرادة الحثية (X_L) تتناسب تناسباً طردياً مع كل من حثية الملف (L) وتردد التيار المتناوب (f).

(12.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

1- دراسة علاقة الرادة الحثية (X_L) مع تردد التيار المتناوب (f).

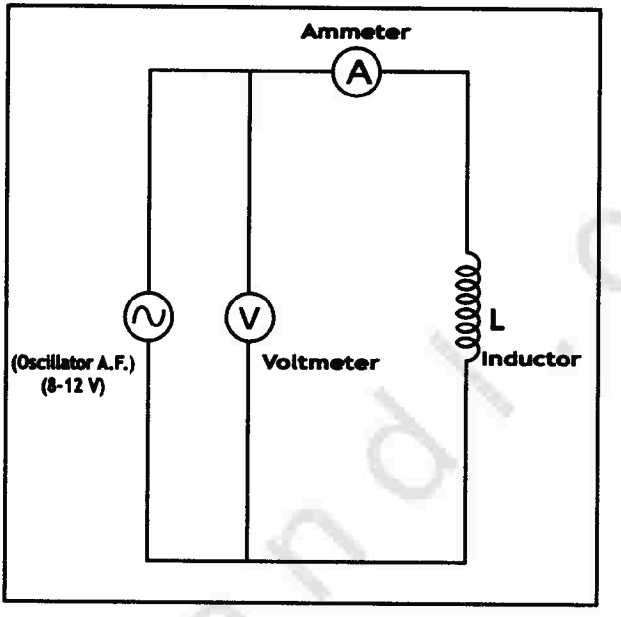
2- إيجاد حثية الملف (L).

To show that the behavior of a coil in an a.c. circuit is analogous to that of a resistor which obeys Ohm's low, and hence to measure inductance.

(12.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

مذبذب ذو ترددات في النطاق السمعي (*audio frequency oscillator*)، ملف (*inductor*) مقاومة متغيرة (*variable resistance*)، مقياس للتيار المتناوب (*a.c. ammeter*) ذو تدريجات متعددة (*multi scale*)، ومقياس للفولتية المتناوبة (*a.c. voltmeter*)، أيضاً ذي تدريجات متعددة.

1- اتربط الدائرة الكهربائية كما هو مبين في الشكل التالي :



(شكل 12.1)

2- ثبت المذبذب في الدائرة على مقدار قليل من التردد وليكن (*600 Hz*)، ثم استخدم كل من الأميتر والفولتميتر لتحديد قراءتي الفولتية والتيار.

3- قم الآن بتغيير التردد، وذلك بزيادته تدريجياً، ثم سجل قراءة كلٍ من الأميتر والفولتميتر، وذلك لثمان قراءات كحد أدنى.

4- استخدم الجدول (12.1) لترتيب قراءاتك.

$f\,(Hz)$	$I\,(A)$	$V\,(Volt)$	$X_L = \frac{V}{I}\ (\Omega)$

(جدول 12.1)

5- أوجد مقدار الرادة الحثية في كل قراءة من قراءاتك التي حصلت عليها وذلك من المعادلة :

$$X_L = \frac{V}{I}$$

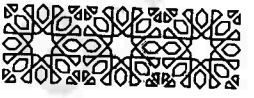
6- ارسم منحنيا بيانيا بين التردد (f) على المحور السيني والرادة الحثية (X_L) على المحور الصادي لتتعرف على طبيعة العلاقة بينهما، وهو الهدف الأول في هذه التجربة.

7- أوجد ميل الجزء المستقيم من الخط البياني الذي رسمته بين (X_L) و (f)، ثم أوجد مقدار حثية الملف (L) على النحو الآتي:

$$Slope = \frac{X_L}{f}$$

$$X_L = 2\Pi f L$$

$$L = \frac{X_L}{2\Pi f} = \frac{1}{2\Pi} \text{ (Slope)}$$



obeikandl.com

1- هل هناك تشابه بين عمل الملف في الدائرة الكهربائية (*a.c. circuit*) وعمـــل المقاومة ؟ وضّح ذلك.

2- استخدم مفهوم نظرية الأبعاد والوحدات لاشتقاق وحدة قيـــاس الـــرادة الحثيـــة (X_L).

3- من خلال التجربة التي أجريتها ما هي العوامل التي تؤثر على الرادة الحثيـــة؟ اذكرها.

4- بين بإيجاز كيف تنشأ الرادة الحثية (X_L) في الدائرة المبينة في الشكل (12.1).

5- هل يمكنك تفسير سبب تخلف التيار عن الفولتية بمقدار(90°) في هذه الدائـــرة ؟ وضّح ذلك.(استخدم متجه الطور ***pharos vector***) لتوضيح الإجابة.

6- ناقش الخط البياني الذي حصلت عليه وذلك بعد أن رسمت العلاقة بين الـــرادة الحثية (X_L) وتردد المذبذب (f).

7- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـــت عليـــها فـــي هـــذه التجربة.

Experiment No (13) تجربة رقم (13)

اسم التجربة : قياس مقدار ثابت العـــزل فـــي المكثـــف ذي اللوحيـــن المتوازيين

Experiment Name : Measuring a dielectric constant in parallel plate capacitor

(13.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

المكثف ذي اللوحين المتوازيين (*Parallel plate capacitor*) وكما يـدل اسمه عليه، يتكون من لوحيين معدنيين مستويين ناعمين تفصلهما عـــن بعضـــهما مسافة صغيرة منتظمة، كما أن للمستويين مساحتين متسـاويتين (*Equal areas*)، إن هذه المسافة (*Distance*) يمكن أن تكوّن فراغاً أو هواءً وهو الوســـط العـــازل الذي يملؤها، كما يمكننا أن نملؤها بأي مادة عازلة كالمايكا (*Mica*) أو البلاســـتيك (*Plastic*) أو الأوراق المجمعة مع بعضـــها البعـــض (*Stack of sheet of paper*).

عند تسليط فرق جهد (*Potential difference*) بين لوحي المكثف تبـــدأ الشحنات الكهربائية بالتجمع (التكثف) على لوحي المكثف، أحدهما يحمـــل شـــحنة موجبة والآخر يحمل شحنة سالبة، ينشأ بينهما مجالاً كهربائياً (*Electric field*)، يمكن حسابه باستخدام قانون كـــاوس (*Gaus's Low*) لنحصـــل علـــى الصيغـــة الرياضية الآتية:

$$\varepsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q$$

ومنه :

$$E = \frac{Q}{\varepsilon_\circ A} \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث إن :

Q : مقدار الشحنة الكهربائية على أي من اللوحين *charge Electric*

$\varepsilon_\circ$: ثابت سماحية الفضاء الحر *Permitivity of free space* وهو معلوم المقدار ويساوي $\varepsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/Nm^2$

A : مساحة أحد اللوحين *Plate area* .

ولنقل شحنة كهربائية صغيرة موجبة (q) من لوح المكثف الموجب إلى لوح المكثف السالب نحتاج إلى استخدام قوة كهربائية مقدارها :

$$F = qE \quad \ldots\ldots (2)$$

وذلك للتغلب على المجال الكهربائي (E) الذي عبرنا عنه بالعلاقة الرياضية (1) ومن العلاقتين (1) و (2) نجد أن :

$$F = q\frac{Q}{\varepsilon_\circ A} \quad \ldots\ldots (3)$$

ومن ناحية ثانية، عندما تنتقل الشحنة الموجبة (q) مسافة مقدارها (d) داخل المكثف، أي من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، فإن شغلاً كهربائياً *electrical work*، يتم إنجازه مقداره :

$$W = Vq \quad \ldots\ldots (4)$$

ومنه نجد أن فرق الجهد :

$$V = \frac{W}{q} = \frac{Fd}{q}$$

$$V = q \frac{Qd}{\varepsilon_\circ A} \frac{1}{q}$$

$$V = \frac{Qd}{\varepsilon_\circ A} \quad \ldots\ldots (5)$$

ومن الصيغة الرياضية (5) نجد أن مقدار الشحنة المختزنة في المكثف هي عبارة عن :

$$Q = \frac{V\varepsilon_\circ A}{d} \quad \ldots\ldots (6)$$

وبما أننا نعلم بأن سعة المكثف *Capacitance* هي عبارة عن الشحنة مقسومة على فرق الجهد، إذاً :

$$C_{air} = \varepsilon_\circ \frac{A}{d} \quad \ldots\ldots (7)$$

حيث إن (C) هي السعة الكهربائية للمكثف، وهذا فيما إذا كان الفراغ هو الوسط العازل، أما إذا لم يكن الأمر كذلك وكان الفراغ مملوءً بمادة عازلة فإن سعة المكثف يعبر عنها رياضياً بالصيغة :

$$C_r = \varepsilon_\circ \varepsilon_r \frac{A}{d} \quad \ldots\ldots (8)$$

حيث إن (ε_r) هو عبارة عن ثابت السماحية النسبية للمادة العازلة *relative permitivity* وسمي كذلك لأنه عبارة عن النسبة العددية بين ثابت سماحية المادة العازلة ، وثابت سماحية الفراغ . أي أن :

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon \text{ (سماحية المادة العازلة)}}{\varepsilon_\circ \text{ (سماحية الفراغ)}} \quad \ldots\ldots (9)$$

وبقسمة المعادلتين (8) و (7) على بعضهما نجد أن :

$$\frac{C_r}{C_{air}} = \frac{\varepsilon_o \varepsilon_r \left(\frac{A}{d}\right)}{\varepsilon_o \left(\frac{A}{d}\right)}$$

$$\frac{C_r}{C_{air}} = \varepsilon_r \qquad \ldots\ldots (10)$$

أي أن ثابت السماحية النسبية للمادة العازلة هو النسبة بين السعة الكهربائية للمكثف عندما يكون الوسط العازل موجوداً بين لوحين إلى سعة المكثف عندما يكون الفراغ هو مالئاً المسافة بين اللوحين.

(13.2) الغرض من التجربة ***Experiment Goal***

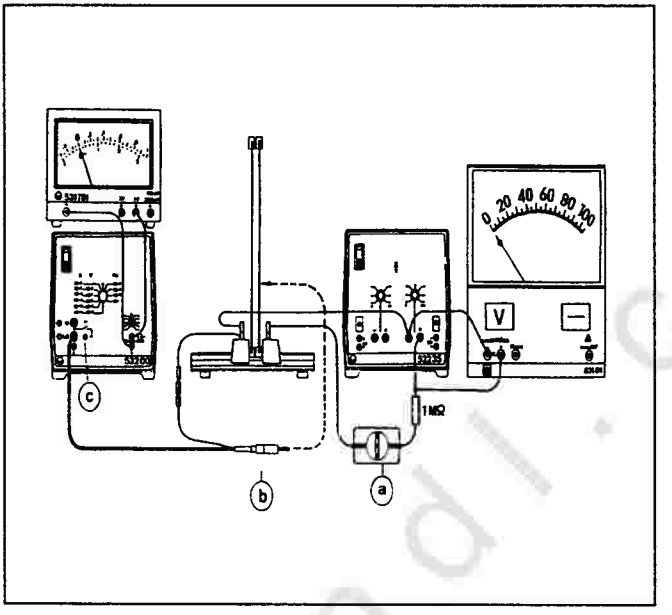
إيجاد القيمة العددية لسماحية المادة العازلة النسبية في المكثف ذي اللوحين المتوازيين *Measuring the relative dielectric constant*، وملاحظة مدى تأثير نوع العازل المستخدم على مقدار سعة المكثف.

(13.3) الأجهزة المستخدمة ***Apparatus***

مكثف (*Capacitor*)، مصدر للطاقة (*Power supply*)، مقاومة (*Resistor*)، مفتاح قاطع (*Cut-out switch*)، مضخم للقياس (*Measuring amplifier*)، مقياس تيار متعدد المقاييس (*Multimeter*).

(13.4) طريقة العمل *Procedure*

انظر الشكل (13.1) :



(شكل 13.1)

1- اربط الدائرة الكهربائية تماماً كما هو موضح في الشكل (13.1).

2- ضع الفولتية باستخدام مجهز القدرة والفولت ميتر على المقدار ($40V$) (اجعل الفراغ بين لوحي المكثف مساوياً إلى $4mm$).

3- ضع المفتاح (a) على الوضع (ON) لفترة حوالي خمسة ثوان ($5\ sec$) لغرض شحن المكثف.

4- ضع المفتاح (a) على الوضع (OFF)، ثم قم بقياس الشحنة الكهربائية المختزنة بواسطة الفيشة أو القابس (b) وذلك بوضعه على لوح المكثف الأيمن. اقرأ بعدها مقدار الشحنة (Q) على المضخم. (استخدم مقياس التيار 10^{-8} في حالة الهواء والمقياس 10^{-7} في الحالات الأخرى).

5- فرغ المكثف باستخدام الضاغط (C) الموضح على الرسم، ثم قم بإدخال المادة العازلة بين لوحي المكثف (استخدم الزجاج أولاً)، ثم أعد قياس الشحنة التي تجمعت على المكثف، مستخدماً الخطوات نفسها في المرة الأولى عندما كان الهواء هو الوسط المالئ للفراغ بين اللوحين.

6- أعد القياس مجدداً، وذلك باستخدام العازل الآخر البلاستيكي المعد من مادة البوليسترين *Polystyrene*.

7- رتب قراءاتك في الجدول (13.1) :

Voltage $V = 40$ Volt				**الفولتية *40 Volt***
Dielectric **نوع العازل**	***Q As***	$C = \frac{Q}{V}$	**عملياً من ε_r المعادلة (10)**	**نظرياً ε_r**
Air **الهواء**				***1.00059***
Glass **الزجاج**				***5 – 7***
البوليسترين ***Polystyrene***				***2.4 – 2.9***

(جدول 13.1)

8- ومن الممكن إعادة إجراء التجربة مرة أخرى، وذلك بجعل الفولتية (*50 Volt*) مثلاً بدلاً من (*40 Volt*) بالمرة الأولى، ولكن لابد من بقائها ثابتة خلال سير التجربة، كما أن الفراغ الفاصل بين لوحي المكثف الكهربائي لابد أن يبقى هو الآخر ثابتاً.

1- ما هي وحدة قياس سعة المكثف الكهربائي في النظام الدولي للقياس (SI) ؟ هل لهذه الوحدة أجزاء أصغر منها ؟ اذكرها مع ذكر علاقتها بالوحدة الأساسية.

2- هل يمكنك استخدام المعادلات الرياضية التي وردت في نظرية هذه التجربة وذلك كي تشتق وحدة قياس ثابت السماحية للفراغ ؟ وضّح ذلك مفصلاً.

3- لماذا يسمى (ε_r) ثابت السماحية النسبية للمادة العازلة ؟ وهل هناك فرق بينه وبين ثابت سماحية الفراغ (ε_o) ؟ وضح ذلك.

4- هل هناك فرق بين ثابت السماحية النسبية، وثابت العازل *Dielectric Constant* ؟ لماذا ؟

5- من خلال التجربة التي أجريتها وتبينت نتائجها، ما هو تأثير وجود المادة العازلة بين لوحي المكثف على مقدار سعة المكثف ؟ وضّح ذلك.

6- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

Experiment No (14) تجربة رقم (14)

اسم التجربة : دراسة النسبة بين فولتية الدخول وفولتية الخروج في المحول الكهربائي

Experiment Name : Input and Output potential ratio of transformer

(14.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

من المعلوم لدينا أن المحول الكهربائي يتكون من ملفين أحدهما الملف الابتدائي *Primary Coil* وتكون عدد لفاته (N_1)، وفولتية (V_1) وهي فولتية الدخول أو الفولتية الابتدائية، والآخر هو الملف الثانوي *Secondary Coil* وتكون عدد لفاته (N_2)، وفولتيته (V_2) وهي فولتية الخروج أو الفولتية الثانوية. ويتم لف هذين الملفين من معدن النحاس أو خلائط النحاس على شكل أسلاك ذات أنصاف أقطار معلومة ، حول قلب من الحديد المطاوع على شكل شرائح يفصلها عن بعضها البعض مادة عازلة كالمايكا مثلاً (*Mica*).

تستخدم المحولات الكهربائية *Transformers* في التحكم بمقدار الجهد *Potential* بزيادته أو خفضه وذلك حسب الحاجة. وتعتمد نظرية عمل المحول الكهربائي على الحقيقة الكهربائية المعروفة والتي مفادها :

إذا وصلنا الملف الابتدائي للمحولة بقوة دافعة كهربائية مترددة *Alternative electromotive force* ($e.m.f_1$) فإنه يتولد عنها فيضاً مغناطيسياً متردداً *Alternative magnetic flux* يقطع كلاً من الملفين الابتدائي والثانوي بحيث

تكون ($e.m.f_1$) مساوية ومعاكسة في الاتجاه للقوة الدافعة الكهربائية في الملف الثانوي ($e.m.f_2$).

إن الفيض المغناطيسي المتغير *Changing magnetic flux* (Φ) يتداخل مع الملف الثانوي بحيث تكون شدة المجال المغناطيسي *Magnetic field* (B) في الملفين واحدة، أما الفيض فيمكننا حسابه على النحو الآتي :

$$\Phi = NBA \qquad \ldots\ldots (1)$$

ويكون في الملف الابتدائي :

$$\Phi_1 = N_1 B A$$

والملف الثانوي :

$$\Phi_2 = N_2 B A$$

وهكذا نجد أن :

$$\frac{(e.m.f_1)}{(e.m.f_2)} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{N_1 B A}{N_2 B A} = \frac{N_1}{N_2}$$

ومن المألوف أن القوة الدافعة الكهربائية ما هي إلا فرق الجهد في كلا الملفين الإبتدائي (V_1) والثانوي (V_2)، وعليه :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad \ldots\ldots (2)$$

ويحلو للبعض كتابتها على النحو الآتي :

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

ويسمى المحول رافعاً للجهد إذا كانت العلاقة بين عدد اللفات على النحو الآتي :

$$N_2 > N_1$$

ويمكننا أن نتحكم عملياً بنسبة الرفع المطلوب، كأن تكون مثلاً (1:2).

كما يسمى خافضاً للجهد إذا كانت العلاقة بين عدد اللفات على النحو الآتي :

$$N_1 > N_2$$

ويمكننا أيضاً أن نتحكم بنسبة التخفيض المطلوب كأن تكون مثلاً (2:1) وهكذا، أما إذا كانت النسبة (1:1) فإن المحول يفقد وظيفته ويكون غير صالح للاستعمال.

(14.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

الهدف من هذه التجربة هو تعيين النسبة بين فرقي الجهد في الملف الابتدائي (V_1) والجهد في الملف الثانوي (V_2) ومقارنتهما مع النسبة بين عدد اللفات (N_1/N_2).

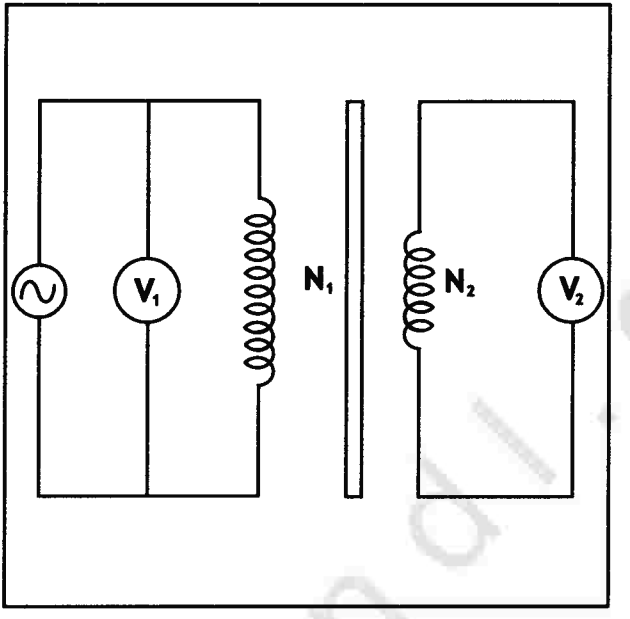
Determining the ratio between input and output voltage (V_1/V_2), and comparing it with the ratio between primary and secondary coils number of turns .

(14.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

محول كهربائي (*Transformer*)، فولتميتر (*Voltmeter*)، مصدر للجهد (*Power supply*) ، أسلاك توصيل (*Connection wires*).

(14.4) طريقة العمل *Procedure*

1- قم بتوصيل الدائرة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (14.1) :



(شكل 14.1)

2- افتح الدائرة الكهربائية، ثم قم بوضع الفولتية الداخلة (V_1) على قيمة مناسبة بحيث يمكنك زيادتها تدريجياً لتحصل على مجموعة قراءات مناسبة، ثم دون قراءاتك في الجدول (14.1) :

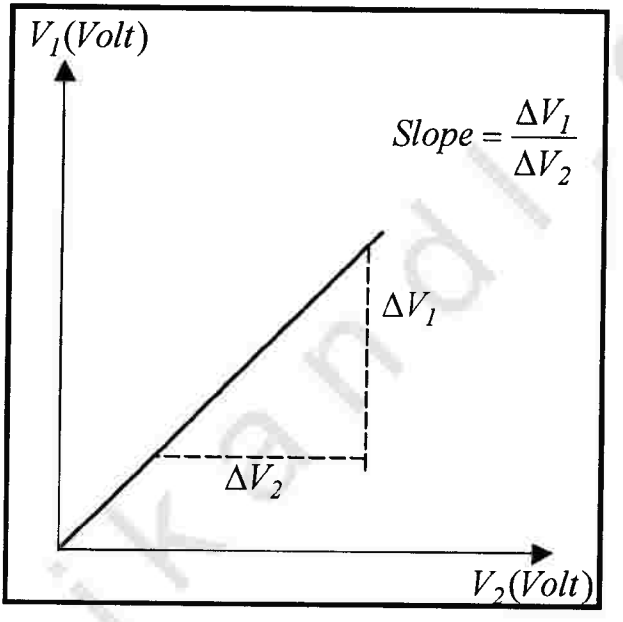
No.	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
V_1 *Volt*							
V_2 *Volt*							
$\frac{V_1}{V_2}$							

(جدول 14.1)

3- ابدأ الآن بزيادة مقدار الفولتية الداخلة تدريجياً ، وفي كل زيـــادة دونّ الفولتيـــة الخارجة ، لغاية سبع قراءات .

4- ارسم العلاقة على ورق بياني بين كل من (V_1) مقاسة بالفولت على المحـــور الصادي (y) و (V_2) مقاسة بالفولت على المحور السيني (x)، لتحصل علـــى خط مستقيم يمر بنقطة الأصل ميله يساوي : $Slope = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2}$

انظر الشكل (14.2)



(شكل 14.2)

5- بعد أن حصلت على مقدار الميل من الخط البياني، قم الآن بمقارنته مع النســـبة (N_1 / N_2) بين عددي لفات الملف الابتدائي والثانوي، لتجدهـــا قريبـــة مـــن بعضها البعض.

6- اعكس الآن موضع الملفين بحيث يصبح الابتدائي ثانوياً والثانوي ابتدائيـــا، ثـــم كرر التجربة ودونّ ملاحظاتك. ماذا تستنتج ؟

1- وضّح متى يكون المحول الكهربائي رافعاً للجهد ؟ ومتى يكون خافضاً للجهد ؟

2- بماذا تفسر مرور الخط البياني بين الفولتيين من نقطة الأصل (0,0) ؟ وضّح ذلك.

3- محول كهربائي عدد لفاته الابتدائية ($N_1=500$) لفة، وعدد لفاته الثانوية ($N_2=1000$) لفة، أوجد مقدار القوة الدافعة الكهربائية عند الملف الثانوي، إذا كان فرق الجهد الإبتدائي ($110\ Volt$).

4- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com