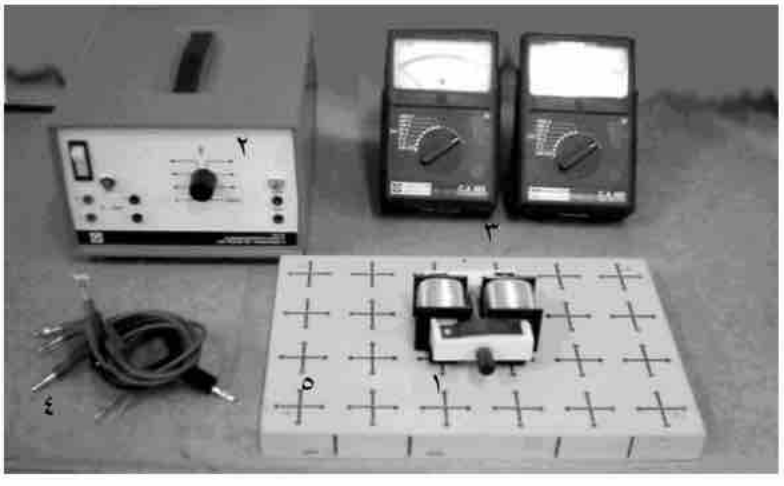
المحول الكهربائي

الغرض من التجربة:

تعيين نسبة فرق الجهد في الملف الثانوي V_2 إلى فرق الجهد في الملف الابتدائي V_1 ومقارنتها مع نسبة عدد لفات الملف الثانوي N_2 إلى عدد لفات الملف الابتدائي N_1 بطريقتين.

الأدوات:

١. محول كهربائي.
٢. مصدر للتيار المتردد.
٣. فولتميتر(العدد ٢).
٤. أسلاك توصيل.
٥. لوحة توصيل.



النظرية:

أ) وصف المحول الكهربائي:

حل التيار المتردد مكان التيار المستمر في استخدامات كثيرة بسبب المحول الكهربائي. وتستخدم هذه الأداة الكهربائية التيار المتردد لرفع الجهد أو خفضه وذلك حسب الحاجة، وهذا التحويل يساهم في نقل الطاقة الكهربائية إلى مسافات كبيرة من محطات توليدها. وبهذا نتمكن من تشغيل أجهزة تتطلب فروق جهد مختلفة دون استهلاك كبير للطاقة. الشكل الأساسي للمحول الكهربائي يظهر في الشكل (٢). فهو يتكون من ملفين من معدن النحاس أو خلائط النحاس ويتم لفّهما على شكل أسلاك ذات أنصاف أقطار معلومة حول قلب من الحديد المطاوع على شكل شرائح يفصلها عن بعضها البعض مادة عازلة كالمايكا. نعتبر أحدهما الملف الابتدائي (primary coil) ويكون عدد لفاته N_1 و فرق الجهد بين طرفيه هو جهد الدخل (V_1) أو الجهد الابتدائي ويغذي هذا الملف مصدر للتيار المتردد و الملف الآخر هو الملف الثانوي (secondary coil) وعدد لفاته N_2 و فرق جهده (V_2) هو جهد الخرج أو الجهد الثانوي. ورمز المحول الكهربائي في الدارات الكهربائية موضح في الشكل (١).

ب) نظرية العمل:

إذا وصل طرفا الملف الابتدائي بمصدر له جهد متردد فإن التيار المار فيه سينتج مجالا مغناطيسيا متغيرا في قلب المحول، وسيمر هذا المجال المغناطيسي خلال الملف الثانوي وعندها يستحث توليد قوة دافعة كهربية مترددة في الملف الثانوي (لها نفس تردد المصدر) بسبب تغير المجال المغناطيسي.

وفكرة عمل المحول الكهربائي مبنية على فهم أساسيات الحث الكهرومغناطيسي من قانون فاراداي. لذلك نجد أن المحولات الكهربائية تصمم بحيث يمر كل الفيض الكهربائي الذي ينتجه الملف الابتدائي خلال الملف الثانوي.

شكل (١): رمز المحول الكهربائي

وتكون النسبة بين جهد الخرج إلى جهد الدخل هي:

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

ج) أنواع المحولات:

١- محول رافع للجهد (step-up transformer): يكون المحول رافعاً للجهد عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أكبر منها في الملف الابتدائي و تصبح العلاقة بين الملفين على النحو التالي:

$$N_2 > N_1$$

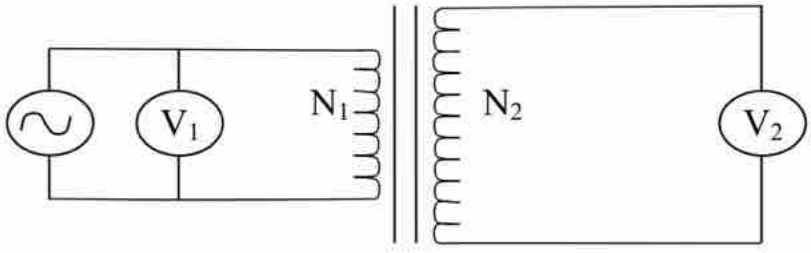
ويمكننا أن نتحكم عملياً بنسبة الرفع المطلوب، كأن تكون مثلاً: $N_2 : N_1 \rightarrow 2:1$

٢- محول خافض للجهد(step-down transformer): يكون المحول خافضاً للجهد عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أقل من عددها في الملف الابتدائي وبذلك تصبح العلاقة بين الملفين على النحو التالي:

$$N_1 > N_2$$

ويمكننا أيضاً أن نتحكم بنسبة التخفيض المطلوبة كأن تكون مثلاً: $N_2 : N_1 \rightarrow 1:2$ وهكذا. أما إذا كانت النسبة $(1:1)$ فإن المحول يفقد وظيفته ويكون غير صالح للاستعمال.

الدارة الكهربائية:



شكل (٢): دارة توصيل المحول الكهربائي

الاحتياطات:

١. عدم الخلط بين الملفين أثناء الاستعمال.
٢. يجب أن نجعل جهد المصدر عند الصفر في بداية ونهاية التجربة.
٣. تسجيل القراءات بحيث يكون مستوى الإبصار عمودي على مستوى مؤشر الفولتميتر.

خطوات العمل:

١. صلي الدارة الكهربائية كما هو مبين بالشكل رقم (٢).
٢. أديري مفتاح مصدر الجهد المتردد ثم قومي بوضع جهد الدخل V_1 على قيمة مناسبة باستخدام الفولتميتر الأول مبتدأه من الصفر بحيث يمكنك زيادتها تدريجياً لتحصلي على مجموعة من القراءات المناسبة .

٣. ابدئي الآن بزيادة مقدار جهد الدخل و دوني جهد الخرج V_2 في جدول (١)، كرري ذلك عشر مرات. بإمكانك الآن تحديد نوع المحول.
٤. ارسمي العلاقة بيانياً بين V_2 و V_1 .
٥. بعد أن حصلت على مقدار الميل من الخط البياني، قارني النتيجة مع النسبة N_2/N_1 بين عددي لفات الملف الثانوي و الابتدائي واحسبي نسبة الخطأ. ماذا تلاحظين؟
٦. اعكسي الآن موضع الملفين بحيث يصبح الابتدائي ثانوياً و الثانوي ابتدائيا، ثم كرري التجربة ودوني ملاحظاتك في جدول (٢). ماذا تستنتجين؟

جدول (١)

نوع المحول ( )

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$\frac{N_2}{N_1} =$

Slope =

جدول (٢)

نوع المحول ( )

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

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

Slope =

الأسئلة والمناقشة

١. ما الفرق بين الفيض المغناطيسي و المجال المغناطيسي؟ وما هي وحدة كل منهما؟
٢. كيف نحصل على تيار كهربائي بدون التوصيل بمصدر ما؟
٣. لماذا تمدنا مراكز توليد الطاقة الكهربائية بالتيار المتردد فقط؟
٤. ما فائدة القلب الحديدي الذي يلف حوله الملفان الابتدائي والثانوي؟
٥. لماذا يسخن المحول الكهربائي أثناء الاستخدام؟
٦. ما هو جهد الخروج للمحول عند استخدام مصدر للتيار المستمر؟

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	المحول الكهربائي
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....

.....

.....

.....

دائرة التجربة :

الجداول و الحسابات :

١. عندما يكون المحول **رافع للجهد** :

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$\frac{N_2}{N_1} =$

Slope =

E% =

٢. عندما يكون المحول **خافض للجهد** :

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$\frac{N_2}{N_1} =$

Slope =

E% =

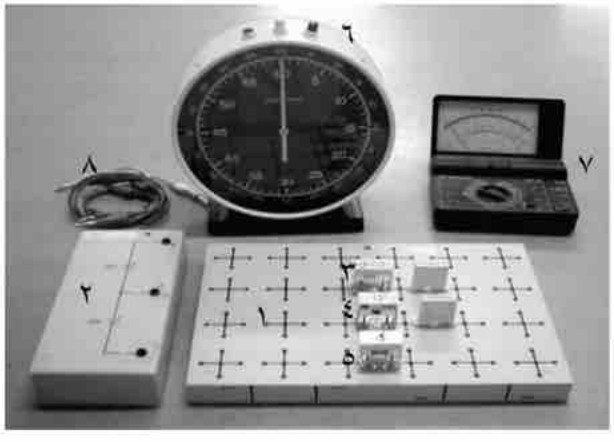
شحن المكثف

الغرض من التجربة:

١. شحن المكثف.
٢. تعيين الثابت الزمني.

الأدوات:

١. لوحة توصيل كهربائية.
٢. بطارية (مصدر قدرة مستمر).
٣. مقاومة كبيرة قيمتها $1M\Omega$.
٤. مكثف سعته $100\mu F$.
٥. مفتاح.
٦. ساعة إيقاف.
٧. أميتر.
٨. أسلاك توصيل كهربائية.



النظرية:

يتكون المكثف في صورته البسيطة من لوحين من المعادن بينهما عازل و أشهر أمثلته المكثف متوازي اللوحين. بحيث تختلف المكثفات من النوع الواحد في سعتها الكهربائية و التي تعتمد بدورها على الشكل الهندسي للمكثف.

وعند توصيل المكثف بمصدر قدرة مستمر فإن الشحنات تتراكم على لوحي المكثف فيتزايد تبعا لذلك الجهد الكهربائي بينهما إلى أن يصل إلى قيمة تساوي جهد مصدر القدرة .

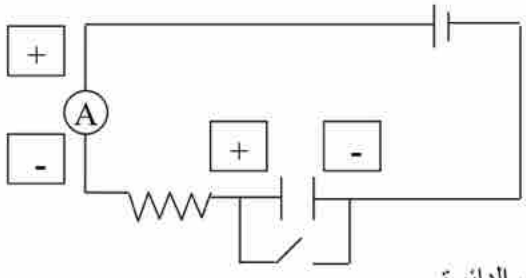
و في أي دائرة شحن كهربائية فإن معدل تزايد فرق الجهد بين لوحي المكثف يعتمد على سعة المكثف الموجودة في الدائرة و كذلك المقاومة الموجودة في الدائرة إياها و كذلك الحال بالنسبة لدائرة التفريغ، لذلك تقاس أزمن الشحن و التفريغ لمكثف ما بكمية تسمى الثابت الزمني(Time Constant) و الذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$\tau = RC$$

حيث R المقاومة الموجودة في الدائرة وC سعة المكثف .

إذاً يمكن تعريف **الثابت الزمني** على أنه هو الزمن اللازم لوصول التيار أثناء عملية الشحن إلى 0.37 من قيمته العظمى.

الدارة الكهربائية:



الاحتياطات:

١. تفريغ المكثف قبل توصيل الدائرة.
٢. تشغيل الساعة ووضع المفتاح على off في نفس الوقت.

خطوات العمل:

١. صلي الدائرة كما هو موضح بالشكل أعلاه وفرغي المكثف من أي شحنة متراكمة عليه بوضع المفتاح على الوضع on.
٢. مباشرة سيرتفع مؤشر الأميتر إلى قيمة عظمى هي قيمة التيار المار في الدائرة و هي أقصى قيمة يمكن الوصول إليها بحيث تعتبرينها قيمة التيار المار في اللحظة صفر أي ($I_{\max}$) سجلي هذه القراءة في الجدول (١).
٣. ضعي المفتاح على الوضع off (أيضا ماذا تمثل هذه الحالة؟) وشغلي ساعة الإيقاف في نفس الوقت.

٤. بما أننا ندرس العلاقة بين التيار المار في الدائرة و الزمن لاحظي تغير قيم التيار كل نصف دقيقة دون توقف و دوني ذلك في الجدول (١)، تابعي ذلك حتى تصل قيمة التيار إلى الثبات أربع مرات.

٥. ارسمي العلاقة بين التيار $I(\mu A)$ والزمن $t(\min)$ بيانياً.

٦. احسبي قيمة الثابت الزمني من معطيات التجربة و من المعادلة المذكورة في النظرية.

٧. من الرسم البياني أوجدي قيمة التيار المقابلة لقيمة الثابت الزمني $I(\tau)$.

٨. احسبي النسبة $\frac{I(\tau)}{I_{\max}}$.

٩. أوجدي نسبة الخطأ المئوية للنسبة السابقة إذا علمت أن القيمة الحقيقية لها 0.37.

جدول (١)

No.	$t(\min)$	$I(\mu A)$
1	0.0	$I_{max} =$
2	0.5	
3	1.0	
4	1.5	
5	2.0	
6	2.5	
7	3.0	
8	3.5	
9	4.0	
10	4.5	
11	5.0	
12	5.5	
13	6.0	
14	6.5	
15	7.0	
16	7.5	
17	8.0	
18	8.5	
19	9.0	
20	9.5	
نستمر حتى يثبت التيار أربع مرات		

الأسئلة و المناقشة

١. ما هو المكثف؟ و ما هو مبدأ عمله؟
٢. ماذا تعني المصطلحات التالية:
   - شحن المكثف.
   - تفريغ المكثف.
٣. ما هو الثابت الزمني؟ و هل تتغير قيمته باختلاف قيمة المقاومة و المكثف؟
٤. ما الهدف من تحويل قيمة الثابت الزمني إلى دقائق؟
٥. في حالة عدم وجود المفتاح كيف يمكن تفريغ المكثف؟
٦. عللي : عند توصيل مصباح كهربائي على التوالي مع مكثف و مصدرا مستمرا للتيار نجد أن المصباح يضيء لفترة ثم ينطفئ في حين عند توصيله بمصدر تيار متردد يضيء المصباح بكامل سطوعه؟

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	شحن المكثف
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

.....

.....

دائرة التجربة :

الجداول :

t (.....)	I (.....)	

الحسابات :

1 - R = ... , C = ...

$\tau = R\,C =$ .....

2 - Convert the unit (sec) to (min) :

3 - $I_\tau =$ ..... , $I_{max} =$ .....

$\frac{I_\tau}{I_{max}} =$ ..... , **this value called** $\left(\frac{I_\tau}{I_{max}}\right)_{Ex.}$

4 - E % = ...

$\left(\frac{I_\tau}{I_{max}}\right)_{Ex.} =$ .....

$\left(\frac{I_\tau}{I_{max}}\right)_{Th.} =$ .....

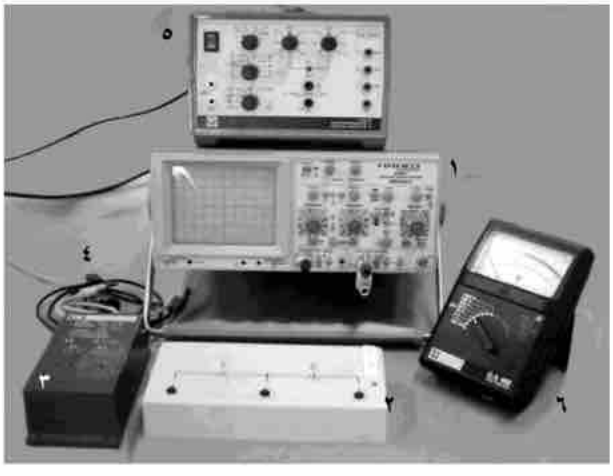
جهاز القياس
راسم الاهتزاز المهبطي

الغرض من التجربة:

١. التعرف على كيفية عمل الجهاز .
٢. التعرف على استخداماته :
أ- قياس الجهد لمصدرين مستمر ومتردد.
ب- قياس تردد موجة
جـ- المقارنة بين موجتين مختلفتين (مثال : منحنيات وأشكال ليساجو)

الأدوات:

١. راسم الاهتزاز المهبطي (CRO).
٢. مصدر تيار مستمر (بطاريات).
٣. مصدر تيار متردد
٤. أسلاك توصيل.
٥. مولد الذبذبات الكهربائي.
٦. فولتميتر.



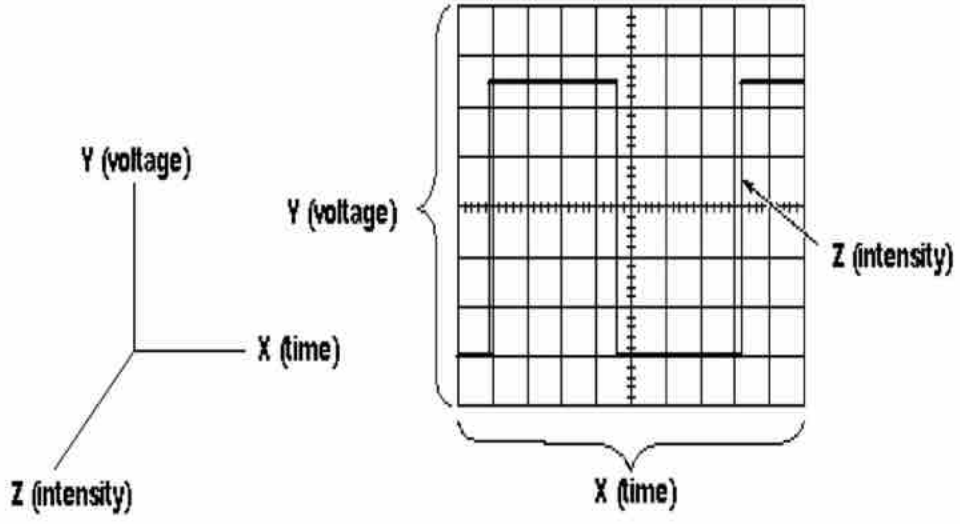
النظرية:

أ. مقدمة

راسم الاهتزاز المهبطي هو جهاز إلكتروني يسجل تغيرات جهد دارة كهربائية ما عن طريق عرض مسار ضوئي على واجهة أنبوب أشعة المهبط (cathode ray tube-CRT). راسم الاهتزاز يستخدم في مجالات متعددة كالصناعة والمختبرات العلمية ومن الأمثلة على هذه الاستخدامات:

- اختبار العناصر الإلكترونية (مثل المكثفات ، الترانزستور ، الصمام الثنائي).
- التشخيص الطبي (بمقارنة النبضات الكهربائية التي تصدرها أعضاء جسم الإنسان الطبيعي مع تلك التي تسجل من المريض).

وبشكل أساسي يعتبر راسم الاهتزاز **أداة عرض بياني**، فهو يقوم برسم شكل بياني للنبضات الكهربائية، ارجعي للشكل (١).



شكل (١): الإحداثيات (X-الزمن) و(Y- فرق الجهد) و(Z- الشدة) للموجة التي تعرض على الشاشة.

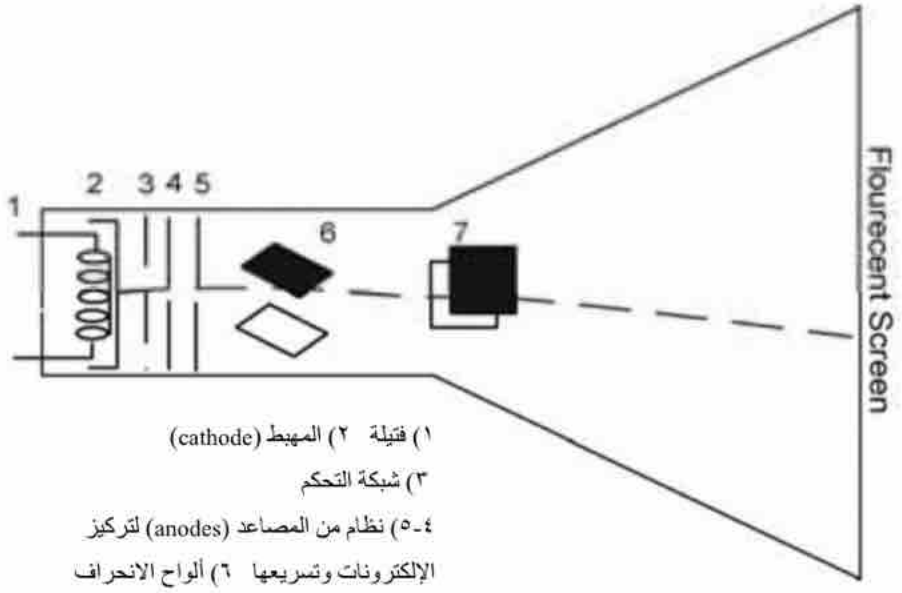
ومثل هذا الرسم البياني البسيط يمدنا بمعلومات تصف النبضة الكهربائية، منها:

- إمكانية تحديد زمن مرور نبضة كاملة وقيمة فرق جهدها.
- حساب تردد هذه النبضة.
- عند توصيل دائرة كهربائية بالراسم فإنه يمكننا معرفة أي من عناصرها (مثلا مكثف أو مقاومة) لا يعمل بسبب تأثيره على سلوك النبضة.
- الحصول على قيمة فرق الجهد لنبضة تيار مستمر وتيار متردد.

ب. تركيب راسم الاهتزاز المهبطي

إن أنبوبة أشعة المهبط (cathode-ray tube) هي قلب الراسم ويتضح تركيبها في الشكل-٢، وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء ، مجهزة بمصدر للالكترونات العالية السرعة (يسمى بمدفع الالكترونات) في أحد طرفيها، وبشاشة فلورية في الطرف الآخر، ويقع بينهما نظام وظيفته تغيير مسار حزمة الالكترونات. ويقوم مدفع الإلكترونات بقذف حزمة من الإلكترونات نحو شاشة مطلية بمادة كيميائية تصدر ضوءًا عند اصطدام الإلكترونات بها فتظهر بقعة ضوئية على شاشة الأنبوبة. وتستخدم هذه الأنبوبة أيضا في أجهزة التلفاز وشاشات العرض المرئي التي تستخدم في الرادار وأجهزة الحاسوب.

ج. كيفية عمل راسم الاهتزاز المهبطي



١) فتيلة ٢) المهبط (cathode)
٣) شبكة التحكم
٤-٥) نظام من المصاعد (anodes) لتركيز الإلكترونات وتسريعها ٦) ألواح الانحراف العمودي ٧) ألواح الانحراف الأفقي
٨) شاشة فلورية

شكل (٢): أنبوبة أشعة المهبط موجودة في داخل الراسم.

يطلق على النظام المكون من الفتيلة والمهبط وشبكة التحكم ومجموعة المصاعد بمدفع الإلكترونات فهو يقوم بقذف الإلكترونات نحو الشاشة الفلورية مرورا بألواح الانحراف العمودية والأفقية، و يعمل الراسم تبعا للخطوات التالية:

١) تسخن فتيلة المهبط عند مرور تيار مناسب من خلالها وبهذا يصدر سيلا من الإلكترونات، وتقوم شبكة التحكم بالتحكم بعدد الإلكترونات التي تصل إلى نظام من المصاعد.
٢) تمر الإلكترونات عبر هذه المصاعد التي تكون على هيئة أقراص مفتوحة من منتصفها وهي تتحكم بتركيز حزمة الإلكترونات وكذلك تكون المصاعد متصلة بفروق جهد عالية وبالتالي تمكن سيل الإلكترونات من الوصول إلى الشاشة.
٣) هنالك مجموعتين من الألواح بين الشاشة والمدفع تسمى ألواح الانحراف الكهربائي، أحدها يسمى بألواح الانحراف الأفقية وهي تتحكم بحركة حزمة الإلكترونات إلى الأعلى والأسفل وأخرى تسمى بألواح الانحراف العمودية وتقوم هي الأخرى بالتحكم بحركة الحزمة نحو اليمين واليسار، كل من هذه الأزواج يحتوي على لوح سالب الشحنة الكهربائية وآخر موجب الشحنة، الشكل (٢) يوضح هذه الألواح الأفقية والعمودية.

وكل ما يظهر لنا على الشاشة يدل على ماهية العنصر الذي يتم اختباره في الراسم، على سبيل المثال عند استخدام مصدر تيار مستمر ستظهر لنا نقطة مضيئة بينما مصدر التيار المتردد سينتج خطا مستقيما (لماذا؟).

احتياطات قبل البدء بالعمل :

١- تهيئ جهاز راسم الاهتزازات وذلك بتثبيت النقطة المضيئة في المركز .
٢- إضاءة النقطة أقل مايمكن.

تنبيه:

لابد من تجنب ترك النقطة المضيئة ساكنة على الشاشة لفترة طويلة خاصة إذا كانت ذات شدة عالية ، لأن ذلك يؤدي إلى احتراق المادة الكيميائية وتلف الشاشة.

خطوات العمل:

الجزء رقم ❶: معرفة كيفية عمل جهاز راسم الاهتزاز المهبطي.

يتكون الجهاز من قناتين مستقلتين وأيضا مؤثر زمني ، فعندما نستخدم إحدى القناتين لابد أن نتعامل مع مفاتيح تلك القناة بالإضافة لمفاتيح أخرى مشتركة لكلا القناتين .

هناك تصاميم مختلفة للجهاز لكن رموز المفاتيح وطريقة العمل نفسها إلا أنها تختلف في كيفية تفعيل هذه المفاتيح إما بالضغط مباشرة فتضئ اللمبة أو يكون للمفتاح وضعين مختلفين بحيث إذا تم ضغطه للداخل فإنه يفعّل أمر معين وإذا تم ضغطه للخارج فإنه يفعّل أمر آخر .

	اسم المفتاح	وصفه	كيفية تفعيله	استخدامه
١	CH1- أو يكتب CH I	يرمز للقناة الأولى	CH1 بالضغط المباشر عليه CHI بجعل المفتاح للخارج	يستخدم عندما يراد رؤية الإشارة مع عامل الزمن (فالتيار المتردد يظهر كموجة والمستمر يظهر كنقطة متحركة وسرعتها تتعلق بالزمن الذي تم اختياره
٢	CH2 أو يكتب CH II	يرمز للقناة الثانية	CH2 بالضغط المباشر عليه CH II بجعل المفتاح للداخل	
٣	AC DC حيث أنهما متوفران لكل قناة على حده	يرمز لنوع الجهد المستخدم إن كان مستمراً أو متردداً	AC : المفتاح للخارج DC : المفتاح للداخل	تحديد نوعية الجهد المراد قياسه
٤	VOLT/DIV التابع لـ CH1	يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد	التدوير المباشر للمفتاح	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)
٥	VOLT/DIV التابع لـ CH2	يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد	التدوير المباشر للمفتاح	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)
٦	TIME/DIV	يرمز لمفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية	التدوير المباشر للمفتاح	تغيير مقياس الزمن (تكبير أو تصغير)
٧	DUAL	يرمز لمقارنة	يفعل بالضغط عليه مباشرة	عرض الموجتين في

		الموجتين	فيكون المفتاح للداخل	نفس الوقت
٨	ADD	يرمز لمحصلة دمج الموجتين	يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل	دمج إشارة القناتين
٩	X-Y	يظهر صورة الإشارة المدخلة بعيداً عن عامل الزمن	يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل	تعطيل عامل الزمن
١٠	COMP (TESTER)	اختبار ومعايرة الجهاز نفسه		
١١	0.2Vcc			
١٢	CALIBRATOR 1HKz/1MHz			
١٣	INTENS	شدة إضاءة النقطة	في بعض الأجهزة تكون هذه الخصائص مدمجة والتحكم فيها يكون من خلال مفتاح (+) للزيادة أو(-)الإنقاص أو يكون لكل خاصية مفتاح خاص بها	لزيادة أو إنقاص شدة الإضاءة
١٤	TRACE			
١٥	FOCUS	العدسة		يستخدم في تحديد مدى تركيز إضاءة النقطة
١٦	Y-POS.I أو يكتب Position1	موضع -Y المحور العمودي للقناة الأولى	يكون بالتدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة العمودية للقناة الأولى
١٧	Y-POS.II أو يكتب Position2	موضع –Y المحور العمودي للقناة الثانية	يكون بالتدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة العمودية للقناة الثانية
١٨	X-POS.I أو يكتب Position1	موضع –X المحور الأفقي للقناة الأولى	التدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الأولى
١٩	X-POS.II أو يكتب Position2	موضع –X المحور الأفقي للقناة الثانية	التدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الثانية
٢٠	X-MAG.10	المحور العمودي للقناة الأولى	التدوير المباشر للمفتاح	تكبير إشارة المحور الأفقي

٢١	INV	عكسي	الضغط المباشر عليه	يستخدم في عكس اتجاه الإشارة
٢٢	GD أو يكتب GND	أرضي	إدخال السلك في القناة	مدخل التأريض

الجزء رقم ❷: التعرف على استخداماته:.

(أ) قياس الجهد (سنقيس جهد مصدر مستمرDC و جهد مصدر متردد AC)

أولا : قياس جهد مصدر مستمر(DC):

١. اختاري إحدى القناتين.
٢. صلي مصدر الجهد المستمر بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل القطب السالب بالأرضي والقطب الموجب في مدخل القناة .(إذا عكست الأقطاب ستحصلين على نفس النتيجة لكن بالسالب)
٣. ثبتي القناة على مقياس الجهد المستمر **DC** لكي تظهر لك إزاحة النقطة عن المركز.
٤. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك.

فرق الجهد= عدد مربعات إزاحة النقطة عن المركز **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغير في الإزاحة لكن قيمة الجهد ثابتة لأن إزاحة النقطة تتغير بتغير المقياس ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في الإزاحة سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

الإزاحة	مفتاح التحكم	الجهد المستمر

٥. استخدمي الفولتميتر وقيسي جهد المصدر ثم قارني بين النتيجتين
٦. احسبي نسبة الخطأ المئوية لقياس جهد المصدر المستمر.

الحسابات:

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي=
قيمة الجهد من الفولتميتر=

ثانياً: قياس جهد مصدر متردد (AC):

كرري الخطوات السابقة نفسها :

١. اختاري إحدى القناتين.

٢. صلي مصدر الجهد المتردد بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل أحد القطبين بالأرضي والقطب الثاني في مدخل القناة (لا يُهتم بالأقطاب ، لماذا ؟) .

٣. ثبتي القناة على مقياس الجهد المتردد **AC** لكي تظهر لك قيمة الجهد المتردد (خط مستقيم) .

٤. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك ، وهو يمثل جهد الموجه من قمة إلى قمة V_{p-p}

فرق الجهد= طول الخط المستقيم **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

طول الخط	مفتاح التحكم	جهد الموجه V_{P-P}

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغيراً في طول الخط لكن قيمة الجهد ثابتة ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في طول الخط سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

أيضا يمكنك أن تغيير مكان الخط ليسهل عليك القراءة من مفاتيح الإزاحة الأفقية والعمودية.

٥. سجلي النتائج في الجدول.

٦. احسبي متوسط V_{p-p}.

٧. استخدمي الفولتميتر لقياس الجهد المتردد للمصدر (**V_{eff}** الحقيقية).

٨. للمقارنة بين القيمتين لابد لنا أن نحسب الجهد الفعال V_{eff} بالعلاقة التالية :

$$V_{eff} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$$

حيث أن $V_{\max}$ القيمة العظمى للجهد

$$V_{\max} = \frac{V_{p-p}}{2}$$

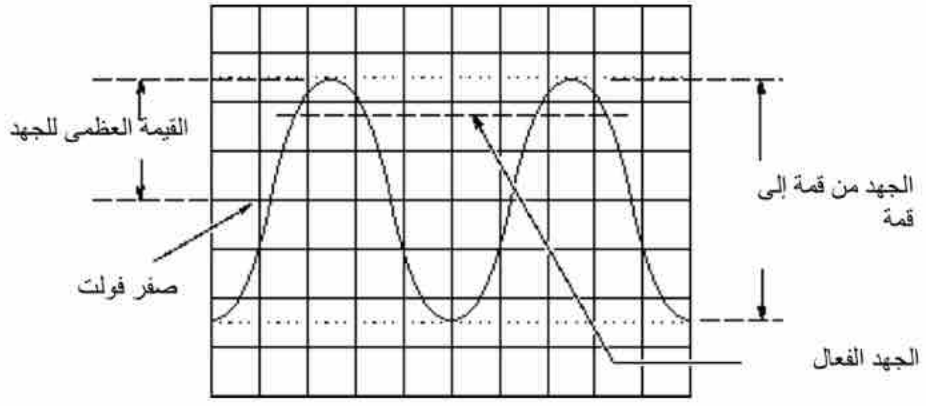
الحسابات:

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي V_{p-p} المتوسط =

القيمة العظمى للجهد ($V_{\max}$)=

القيمة الفعالة للجهد (V_{eff})=

قيمة الجهد من الفولتميتر=



شكل (٣): مسميات فرق الجهد المختلفة.

ب. قياس التردد لموجة كهربائية

١. نبقي المصدر المتردد متصلا بالجهاز.

٢. نضغط مفتاح $X-Y$ لإغلاقه.

٣. سوف يظهر لنا موجة جيبية على شاشة الجهاز، غيري شكل الموجة باستخدام مفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية للحصول على أفضل موجة جيبيه

٤. احسبي عدد التقسيمات بين أي قمتين متتاليتين لهذه الموجة ، دوني نتائجك في الجدول (١).

٥. احسبي الزمن الدوري للموجة الجيبية T.

الزمن الدوري = عدد التقسيمات × قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن بوحدة الثانية

٦. احسبي التردد لهذه الموجة f_1:

$$f_1 = \frac{1}{\mathrm{T}}$$

٧. نكرر الخطوات ٤ و ٥ و٦ ثلاث مرات مع تغيير قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن كل مرة.

٨. نحسب متوسط قيمة التردد (f_1).

جدول ①

قياس الزمن الدوري و التردد لموجة كهربائية

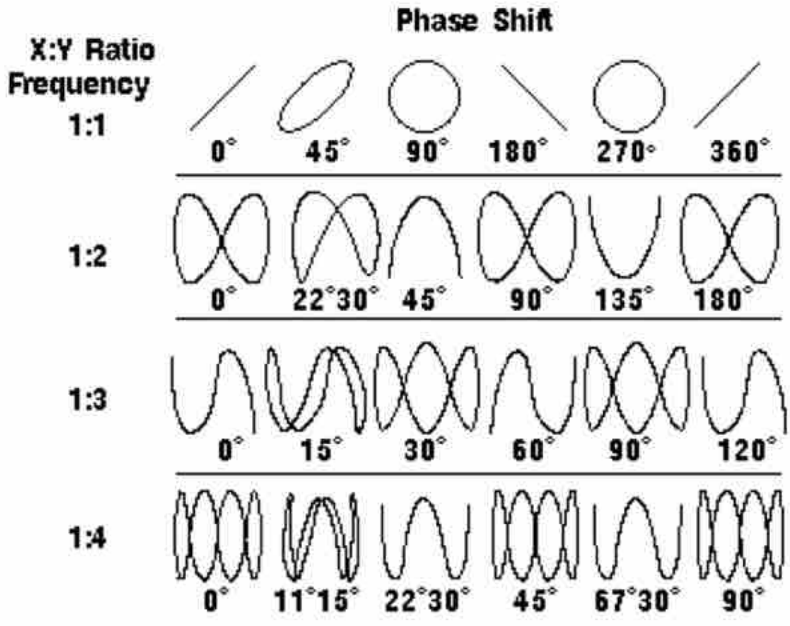
العدد	مفتاح التحكم بقاعدة الزمن ($msec/div$)	عدد التقسيمات على الشاشة (div)	الزمن الدوري T (ms)	(s)	التردد f_1 (Hz)
1					
2					
3					
متوسط التردد (f_1)					

جـ. توليد منحنيات ليساجو

أشكال ليساجو (قياس فرق الطور)

والغرض من هذا الجزء هو جمع حركتين اهتزازيتين توافقيتين متعامدتين باستخدام راسم الاهتزاز المهبطي ومولد الذبذبات. ويعطي مولد الذبذبات بين طرفيه فرق جهد متغير (متردد) يمكن التحكم بتردده بإدارة القرص الذي يشير إلى قراءة التردد.

وتفيد الدراسة النظرية أنه عندما تجمع موجتين متعامدتين لهما نفس التردد، فإن ناتج التداخل بنينهما هو شكل قطع ناقص في الحالة العامة، والذي يختلف شكله وأبعاده باختلاف فرق الطور بين الموجتين، وعند فرق طور معين مثلاً ٩٠ درجة يتكون على الشاشة شكل دائرة، في حين عندما تختلف الموجتان بحيث يكون تردد أحدها ضعف تردد الأخرى نحصل على الشكل ∞ . فمجموعة الأشكال التي نحصل عليها بتغير التردد أو بتغير فرق الطور بين الموجات تسمى أشكال ليساجو. وهي كما في الشكل (٤).

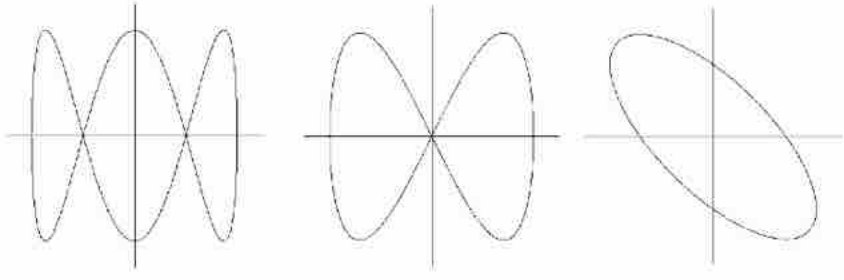


شكل (٤): أشكال ليساجو المختلفة

وللحصول على هذه الأشكال نتبع الخطوات التالية:

١. نبقي المصدر المتردد موصل بالراسم و نطفئ مفتاح X-Y .
٢. نوصل مولد الذبذبات في القناة التي لا يشغلها أي مصدر (يعطينا المولد موجات ذات ترددات وأشكال مختلفة).
٣. الآن نثبت مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الكبيرة على قيمة 10^2
٤. نغير قيم مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الصغيرة حتى نحصل على أشكال ليساجو التي نود الحصول عليها.

لابد من الحصول على كل أشكال ليساجو التالية :



الشكل الثالث **الشكل الثاني** **الشكل الأول**

٥. نحسب تردد الموجة الثانية المقابل لكل شكل كالآتي:

التردد(f_2) = قيمة مفتاح المضاعفات الكبيرة × قيمة مفتاح المضاعفات الصغيرة

دوني نتائجك في الجدول (٢).

الشكل	$f_1(Hz)$ متوسط	$f_2(Hz)$	$\frac{f_1}{f_2}$
الأول			
الثاني			
الثالث			

٦. نحسب النسبة $\frac{f_1}{f_2}$ لكل شكل حيث f_1 تم حسابه في الخطوة (٨) من الفقرة (ب) في الجزء الثاني.

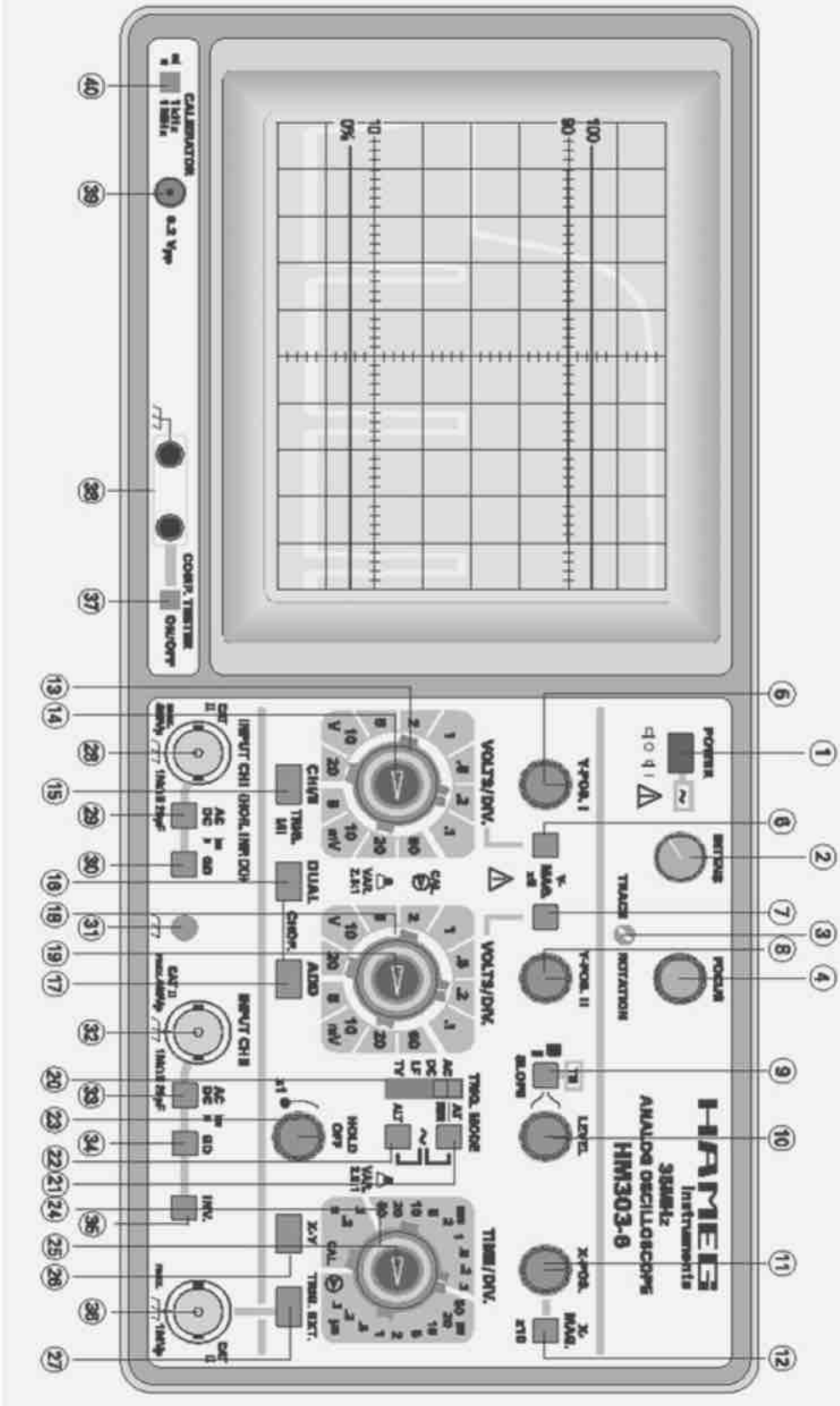
ملاحظة:

- **f_1** تم حسابه في الجدول الثالث وهو ثابت في الجدول الرابع.
- **جدول** ② توليد منحنيات ليساجو

الأسئلة والمناقشة

١. ما هو راسم الاهتزاز المهبطي؟
٢. مم يتركب راسم الاهتزاز المهبطي؟ كيف يعمل؟
٣. ما الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد؟ مع ذكر أمثلة لها.
٤. وضحي بالرسم الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد.
٥. ما الفرق بين الجهد من قمة إلى قمة والجهد الفعال؟
٦. عرفي كلا من: الزمن الدوري، التردد.
٧. ما هي أشكال ليساجو؟ كيف يتكون شكل ليساجو؟
٨. ماذا يحدث عندما نقلب توصيل أقطاب مصدر مستمر براسم الاهتزازات المهبطي؟ حاولي تطبيقها.
٩. لماذا نحصل على نقطة في حالة المصدر المستمر وخط مستقيم في حالة المصدر المتردد؟

واجهة أحد أشكال راسم الاهتزاز المهبطي

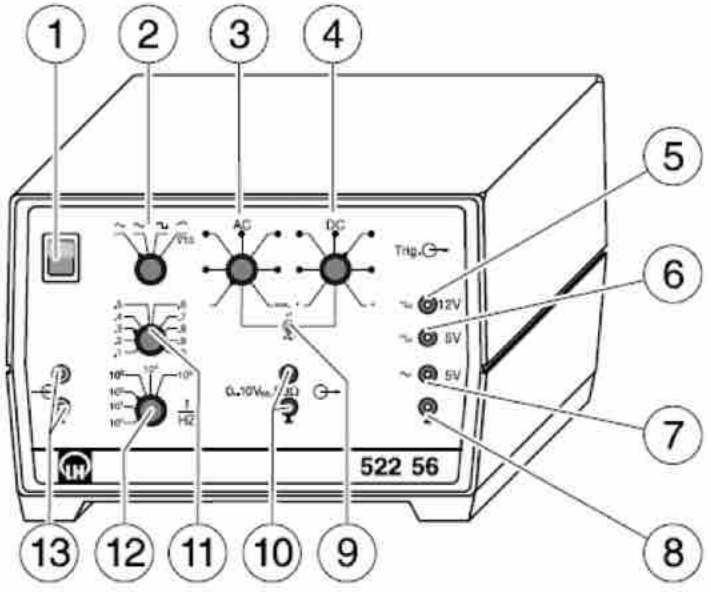


وظائف بعض مفاتيح راسم الاهتزاز المهبطي:

	العنصر	وصفه
١	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل وفصل الجهاز
٢	مفتاح شدة الإضاءة (مفتاح دوراني)	يتحكم بشدة الأثر المتألق على الشاشة
٤	مفتاح وضوح الشاشة (مفتاح دوراني)	يتحكم بوضوح الأثر المتألق وتركيزه على الشاشة
٥	التحكم في الوضع العمودي للقناة ١ (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة إلى الأعلى والأسفل وفق المحور (Z)
٨	التحكم في الوضع العمودي للقناة ٢ (مفتاح دوراني)	
١١	التحكم في الوضع الأفقي (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة يمينا ويسارا وفق المحور (X)
١٣	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة ١ (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة ١ بوحدة $V/div.$ أو $mV/div.$
١٤	مفتاح التحكم الحساس للقناة ١ (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة ١
١٥	مفتاح للقناة ١ و ٢ (مفتاح ضغط)	عندما يكون مفتوح: القناة ١ فقط عندما يكون مضغوط: القناة ٢ فقط
١٨	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة ٢ (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة ٢ بوحدة $V/div.$ أو $mV/div.$
١٩	مفتاح التحكم الحساس للقناة ٢ (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة ٢.
٢٤	مفتاح التحكم في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير إشارة الزمن بوحدة $s/div.$ أو $ms/div.$ أو $\mu s/div.$
٢٥	مفتاح التحكم الحساس في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم المتغير بالقاعدة الزمنية.
٢٦	مفتاح التبديل $X-Y$ (مفتاح ضغط)	يختار تشغيل $X-Y$ ويوقف الإزاحة، حيث تكون الإشارة X من القناة ١.

		تنبيه: إذا شُغل بدون توصيله بمصدر يحترق الفسفور.
٢٨	نقطة الإدخال للقناة ١	نقطة الإدخال للقناة ١ والإدخال للانحراف الأفقي في حالة نظام $X-Y$.
٢٩	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة ١ (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة ١.
٣١	مدخل للتوصيل	يوصل بجهد مرجعي (الأرض).
٣٢	نقطة الإدخال للقناة ٢	نقطة الإدخال للقناة ٢.
٣٣	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة ٢ (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة ٢.

واجهة أحد أشكال مولد الذبذبات الكهربائي



وظائف بعض مفاتيح مولد الذبذبات الكهربائي:

	العنصر	وصفه
١	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل مولد الذبذبات
٢	مفتاح نوع الإشارة (مفتاح دوراني)	يقوم بتحديد نوع الإشارة أو الاهتزازة إما إشارة جيبية أو إشارة مسننة أو إشارة مربعة أو إشارة سن المنشار
٩	مفتاح تكبير السعة	يقوم بتكبير سعة الإشارة الكلية بضربها بأحد المعاملات ١ أو ٠,١
١٠	مدخل التوصيل	يعطي إشارة معينة و يتم التحكم بنوعها من المفتاح ٢
١١	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات صغيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 0.1, 0.2, 0.3,.....1.0
١٢	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات كبيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 10^0, 10^1, 10^2, 10^3,.....10^5

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	راسم الاهتزاز المهبطي
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....
٢. .....
٣. .....
٤. .....

الجداول و الحسابات :

أ) **قياس فرق جهد مصدر مستمر (.....) :**

No.	مفتاح التكبير الرأسي للقناة المستخدمة (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة = الإزاحة (.....)	جهد المصدر المستمر من الراسم (.....)
1			
2			
3			
متوسط جهد المصدر المستمر من الراسم (و هي **القيمة العملية X**)			
جهد المصدر المستمر من الفولتميتر (و هي **القيمة الحقيقة T**)			
نسبة الخطأ			

ب) قياس فرق جهد مصدر متردد (.....) :

No.	مفتاح التكبير الرأسي للقناة المستخدمة (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة = طول الخط المستقيم (.....)	جهد الموجة من قمة إلى قمة V_{p-p} (.....)
1			
2			
3			
متوسط جهد الموجة من قمة إلى قمة V_{p-p}			
القيمة العظمى للجهد V_{max}			
القيمة الفعالة للجهد V_{eff} (و هي **القيمة العملية X**)			
جهد المصدر المتردد من الفولتميتر (و هي **القيمة الحقيقة T**)			
نسبة الخطأ			

ج) قياس تردد موجة كهربائية (.....) :

No.	مفتاح التحكم بقاعدة الزمن (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة (.....)	الزمن الدوري T (.....)	التردد f_1 (.....)
1				
2				
3				
متوسط التردد f_1				

د) توليد منحنيات ليساجو :

f_1 (.....)	f_2 (.....) = مفتاح المضاعفات الكبيرة × مفتاح المضاعفات الصغيرة	$\frac{f_1}{f_2}$	**الشكل**

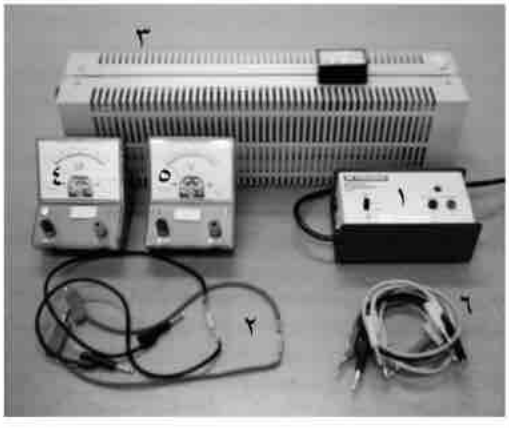
تحقيق قانون أوم

الغرض من التجربة:

١. تحقيق قانون أوم.
٢. تعيين قيمة المقاومتين R_1, R_2 عملياً.
٣. توصيل المقاومات على التسلسل، وتعيين المقاومة المكافئة لها R_s.
٤. توصيل المقاومات على التوازي، وتعيين المقاومة المكافئة لها R_p.

الأدوات:

١. مصدر جهد مستمر (بطارية).
٢. مقاومتين ثابتتين R_1, R_2.
٣. مقاومة متغيرة (ريوستات).
٤. أميتر.
٥. فولتميتر.
٦. أسلاك توصيل.



نظرية التجربة:

إذا مر تيار كهربائي في موصل عند درجة حرارة ثابتة، فإن شدة هذا التيار I تتناسب طردياً مع فرق الجهد V بين طرفي هذا الموصل، وهذا مانص عليه قانون أوم: أي أن

$$V \propto I$$
$$V = RI$$

حيث:

V: فرق الجهد بين طرفي الموصل، وحدته الفولت ويرمز لها بـ V.

I: شدة التيار المار في الموصل، وحدته الأمبير ويرمز لها بـ A.

R: ثابت يسمى مقاومة الموصل ووحدته تسمى بالأوم ويرمز لها بـ Ω.

ومما سبق يتضح أن المقاومة هي عباره عن سلك من مادة موصلة. وتسمى المواد الموصلة التى تحقق قانون أوم بالموصلات الأومية. وتستعمل المقاومات في الدوائر الكهربائية لخفض شدة التيار المار فيها وذلك للحفاظ على الأجهزة من التلف، جرّاء مرور تيار عالي الشدة فيها حسب مايقتضيه الحال. ولذلك قلّما نجد جهاز كهربائي يخلو من مقاومة كأحد مكوناته. وعادةً تستعمل في الدائرة الكهربائية عدة مقاومات وليس مقاومة واحدة، ويتم توصيل هذه المقاومات مع بعضها البعض إما على التسلسل (التوالي) أو على التوازي، حسب ماتقتضيه الحاجة.

طرق توصيل المقاومات:

a- التوصيل على التسلسل (التوالي):

في هذه الحالة توصّل المقاومات مع بعضها البعض على التوالي وتوصّل معًا على التوازي مع الفولتميتر. وبالتالي تكون قيمة المقاومة الكلية لهذه الدائرة الكهربائية عباره عن المقاومة المكافئة R_S لهذه المقاومات، وهي في هذه الحاله أكبر من قيمة أي من هذه المقاومات. وتحسب من العلاقة التالية:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

حيث R_s المقاومة المكافئة للمقاومات الموصلة على التسلسل.

b- توصيل على التوازي:

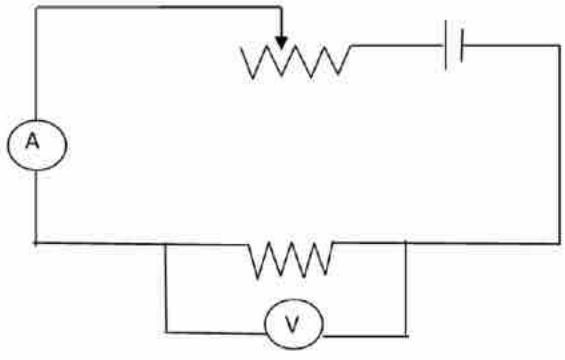
في هذه الحالة توصّل المقاومات مع بعضها البعض على التوازي ثم توصّل معاً على التوازي مع الفولتميتر. وبالتالي تكون قيمة المقاومة الكلية لهذه الدائرة الكهربائية عبارة عن المقاومة المكافئة R_P لهذه المقاومات. وهي في هذه الحالة أصغر من قيمة أي من هذه المقاومات. وتحسب من العلاقة التالية:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

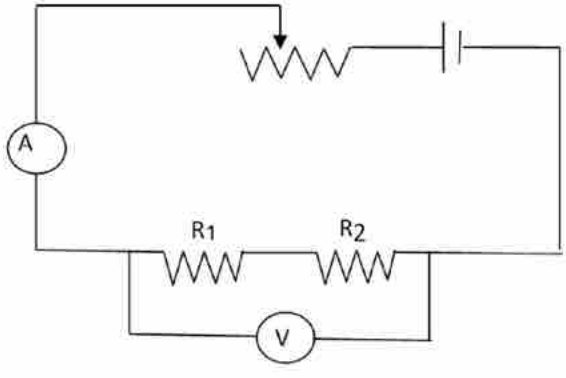
حيث R_p المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي.

الدارة الكهربائية:

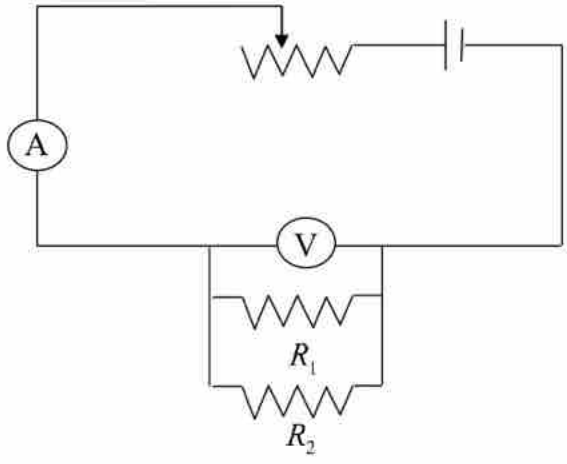
الجزء الأول: وهي الدائرة المطلوب رسمها. شكل (١)



الجزء الثاني: التوصيل على التسلسل: شكل(٢)



الجزء الثالث: التوصيل على التوازي: شكل(٣)



الاحتياطات:

١. عدم الخلط بين المقاومتين R_1, R_2 ، (لماذا؟)

٢. أخذ القراءات بصورة عمودية من الأميتر والفولتميتر.

خطوات العمل:

أولاً: تحقيق قانون أوم وتعيين المقاومة المجهولة R_1 :

١. صلي الدائرة كما في الشكل.

٢. ضعي مؤشر المقاومة المتغيرة على إحدى نهاياتها.

٣. خذي قراءة I و V وذلك بتغيير المقاومة المتغيرة عدة مرات.

٤. ارسمي العلاقة البيانية بين V و I.

٥. من الرسم احسبي الميل (ماذا يمثل؟).

جدول (١)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$
1		
2		
3		
4		
5		

ثانياً: تعيين المقاومة المجهولة R_2:

١. استبدلي المقاومة R_1 بالمقاومة R_2 في الدائرة الأولى.

٢. كما سبق في الجزء الأول: باستخدام المقاومة المتغيرة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجلي القراءة المقابلة لفرق الجهد في الجدول (٢) واحسبي قيمة المقاومة وذلك باستخدام قانون أوم.

٣. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى.

٤. احسبي متوسط القيمتين وبهذا تكونين قد حصلت على قيمة المقاومة المجهولة R_2.

جدول (٢)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_2(\Omega)=\frac{V}{I}$
1			
2			

ثالثاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التسلسل:

عمليًا

١. وصلي المقاومتين R_1, R_2 على التسلسل كما في الشكل(٢).

٢. بنفس الخطوات السابقة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجليها في الجدول (٣) وكذلك قراءة فرق الجهد المقابلة لهذه القيمة ثم احسبي R_s باستخدام قانون أوم.

٣. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى ثم احسبي متوسط R_s.

نظريًا

٤. ولحساب R_s نظرياً استخدمي العلاقة:

$$R_s = R_1 + R_2$$

حيث R_1 و R_2 هنا هي التي حُسبت في الجزء الأول و الثاني .

٥. قارني بين النتيجتين.

جدول (٣)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_s(\Omega)=\frac{V}{I}$
1			
2			

رابعاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي:

عمليًا

١. وصلي المقاومتين R_1, R_2 معاً على التوازي وكلاهما على التوازي مع الفولتميتر كما في الشكل (٣).

٢. بنفس الخطوات السابقة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجليها في الجدول (٤) وكذلك قراءة فرق الجهد المقابلة لهذه القيمة ثم احسبي R_p باستخدام قانون أوم.

٣. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى ثم احسبي متوسط R_p.

نظريًا

٤. ولحساب قيمة المكافئة نظرياً استخدمي العلاقة:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = R_1R_2 / R_1+R_2$$

حيث R_1 و R_2 هنا أيضًا هي التي حُسبت في الجزء الأول و الثاني .

٥. قارني بين النتيجتين.

جدول (٤)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_p(\Omega) = \frac{V}{I}$
1			
2			

الأسئلة والمناقشة

١. كيف يتم تصنيف المواد من حيث التوصيل الكهربائي؟
٢. عللي يوصل الفولتميتر على التوازي مع المقاومة بينما يوصل الأميتر على التسلسل معها؟
٣. عرفي قانون أوم؟
٤. إذا استبدلت R_1 بـ R_2 في الخطوة الثانية فهل ستتغير النتيجة التي حصلت عليها بالنسبة لـ R_s و R_p؟

..... Phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	تحقيق قانون أوم
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة العمل	

➢ الدوائر الكهربية:

أولاً: تحقيق قانون أوم وتعيين المقاومة المجهولة R_1 :

جدول (١)

No.	I ( )	V ( )
1		
2		
3		
4		
5		

Slope=

R_1 =

ثانياً: تعيين المقاومة المجهولة R_2 :

جدول (٢)

No.	I ( )	V ( )	R_2 ( )
1			
2			

$\overline{R_2}$ =

ثالثاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التسلسل:

١. عمليًا

جدول (٣)

No.	I ( )	V ( )	R_x ( )
1			
2			

$\overline{R}_x =$

٢. نظريًا

$R_x = R_1 + R_2 =$

رابعاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي:

١. عمليًا

جدول (٤)

No.	I ( )	V ( )	R_p ( )
1			
2			

$\overline{R}_p =$

٢. نظريًا

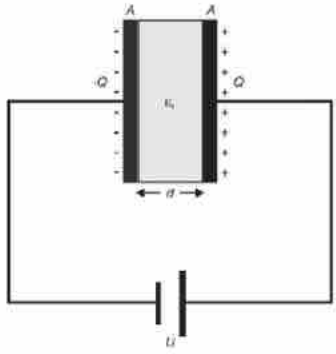
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} =$$

تعيين قيمة ثابت العزل
Determining of Dielectric Constant

الهدف من التجربة:

1. دراسة العلاقة بين الجهد المطبق و الشحنة المخزنة.
2. إيجاد قيمة ثابت العزل للمادة المستخدمة.

نظرية التجربة:



المكثف عباره عن قطعة تستخدم في الدوائر الكهربائية لتخزين الشحنات وتتكون من لوحين موصلين يفصل بينهما مادة عازلة وعند مرور تيار كهربائي في أحد اللوحين فأنه يكتسب شحنة موجبة أما اللوح المقابل له فسوف يكتسب شحنة سالبة، وتحسب الشحنة من العلاقة:

$$Q = CV \qquad (1)$$

بحيث أن C تمثل سعة المكثف وهي تعتمد على أبعاد المكثف A والمسافة بين اللوحين d بالإضافة إلى نوع المادة العازلة ويوصف هذا التناسب بالعلاقة:

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \qquad (2)$$

مع العلم بأن:

ε_0:ثابت العزل للفراغ

$$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$$

ε_r: ثابت العزل للمادة العازلة

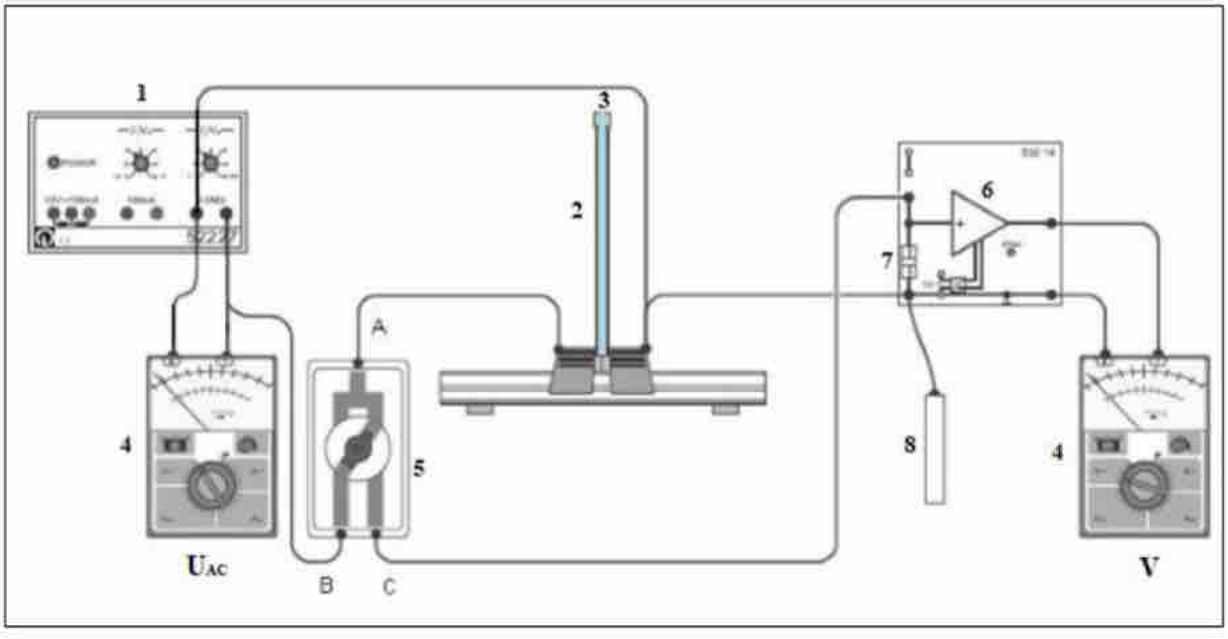
القيمة	ثابت العزل للمادة العازلة ε_r
1	الهواء
2.4 - 3	البولسترين
3.8 – 14.5	الزجاج

إعداد/ أ. تهاني المسيدي و أ.نعيمة العبودي
1439/38 هـ

الأدوات:

1. مصدر متردد للتيار الكهربائي ($U_{AC} = 0 - 450$ volt)
2. مكثف متوازي اللوحين
3. مادة عازلة
4. جهازين فولتميتر لقياس جهد التيار الداخل U_{AC} والخارج V
5. مفتاح ذو مسارين (مسار ضبط الجهد AB ومسار الشحن والتفريغ AC)
6. مضخم
7. مكثف مرجعي C_R
8. قضيب توصيل

هندسية التجربة:



احتياطات التجربة:

1. يثبت مفتاح الضبط لفولتميتر الجهد الخارج على 200 V للحصول على قراءات جيدة.
2. الجهد المطبق على المكثف يصل إلى 300 V لذلك يجب الإمساك بقضيب التوصيل طوال سير التجربة لتجنب الصعق الكهربائي.
3. تجنب لمس لوحي المكثف خلال سير التجربة.
4. تفريغ المكثف بعد الانتهاء منه.

إعداد/ أ. تهاني المسيدي و أ.نعيمة العبودي
1439/38 هـ

خطوات العمل:

1. نضع المادة العازلة بين اللوحين مع التأكد من انطباق لوحي المكثف على المادة العازلة.
2. نكمل بيانات جدول رقم (1).
3. نفرغ المكثف وذلك بوضع المفتح ذو المسارين على مسار AC ومن ثم نضع قضيب التوصيل على اللوح المقابل لمصدر التيار الكهربائي.
4. بعد الانتهاء من التفريغ نبعد قضيب التوصيل عن لوح المكثف مع الحرص على مسكه خلال سير التجربة.
5. نضبط الجهد U_{AC} على 50 V .
6. نضع مفتاح المسارات على مسار AB ومن ثم ننتقل مباشرة إلى مسار AC ونسجل الجهد الخارج V في جدول رقم (2).
7. نحسب الشحنة Q من العلاقة $Q = C_R V$ ونكمل بيانات جدول رقم (2).
8. نكرر الخطوات السابقة من 3 إلى 6 لجهود مختلفة (100 volt- 150 - 200 - 250)
9. نرسم العلاقة بين الجهد المطبق U_{AC} و الشحنة المخزنة Q .
10. نحسب الميل ومنه نوجد سعة المكثف C .
11. من العلاقة رقم (2) نوجد قيمة ثابت العزل ε_r .

Phys .....

تعيين قيمة ثابت العزل Determining of Dielectric Constant	
المجموعة العملية	
يوم و وقت المعمل	
تاريخ التسليم	
أستاذة المعمل	

إعداد/ أ. تهاني المسيدي و أ.نعيمة العبودي
1439/38 هـ

جدول رقم (1):

Type of Dielectric Material	Air – Glass - Polystyrene
Constants	A = 800 cm^2 d = 4 mm C_R = ...

جدول رقم (2):

	U_{AC} ( )	V ( )	Q ( )
1	50		
2	100		
3	150		
4	200		
5	250		

الرسم والحسابات:

C= Slope =

ε_r =

إعداد/ أ. تهاني المسيدي و أ.نعيمة العبودي
1439/38 هـ

مقياس الجهد

الغرض من التجربة:

باستخدام مقياس الجهد :

١. قياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية.
٢. المقارنة بين القوة الدافعة الكهربائية لبطاريتين.

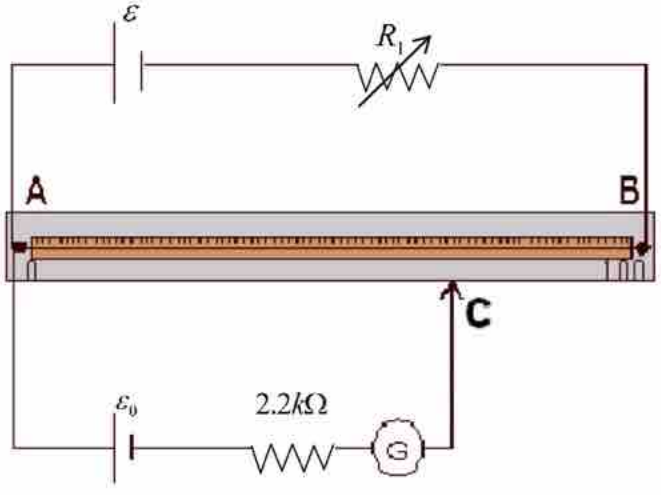
الأدوات:

١. مقياس الجهد.
٢. بطارية ذات قوة دافعة كهربية مرتفعة ε.
٣. بطارية عيارية ε_0.
٤. بطاريتين قوتهما الدافعة الكهربائية مجهولة.
٥. جلفانوميتر.
٦. فولتميتر
٧. زالق.
٨. أسلاك توصيل.
٩. صندوق مقاومات.
١٠. مقاومة $2.2k\Omega$.

النظرية:

يتكون مقياس الجهد في أبسط أشكاله من سلك طوله متر مشدود ومثبت من طرفيه على قاعدة خشبية مدرجة، ومساحة مقطع السلك منتظمة.

فإذا وصلت بطارية عيارية قوتها الدافعة الكهربائية ε_0 في الدائرة الكهربائية كماهو مبين في الشكل (١)



شكل (١)

(مع ضرورة توصيل القطبين الموجبين بالنقطة A) وحركنا السلك المنزلق المتصل مع الجلفانوميتر حتى أشار مؤشر الجلفانوميتر إلى الصفر فإن فرق الجهد بين النقطتين A و C يكون مساوياً ومعاكساً القوة الدافعة الكهربائية للبطارية العيارية ε_0، فإن طول السلك AC الذي حدث عنده الاتزان هو L_0

وإذا أُستبدلت البطارية العيارية ε_0 بأخرى قوتها الدافعة الكهربائية ε_1 مجهولة وبحثنا عن نقطة الاتزان (بتحريك المنزلق) وانعدم التيار في الجلفانوميتر عند طول جديد $L_1 = AC_1$:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = \frac{L_1}{L_0}$$

أي أنه يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية ε_1 بمعرفة ε_0 وقياس كل من L_1 و L_0.

أما إذا كانت ε_0 مجهولة القيمة فإنه بالإمكان إيجاد النسبة بين القوتين الدافعتين الكهربائيتين للبطاريتين بإيجاد النسبة بين الطولين L_1 و L_0 وبصورة عامة فإن:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

حيث ε_1 و ε_2 هما القوتان الدافعتان الكهربائيتان للبطاريتين و L_1 و L_2 هما الطولان اللذان حصل عندهما الاتزان عند توصيل البطاريتين ε_1 و ε_2 على الترتيب وهكذا يمكن المقارنة بين القوتين الدافعتين الكهربائية للبطاريتين.

الاحتياطات:

٤. عدم حك الزالق على سلك مقياس الجهد.
٥. التأكد من أن جهد البطارية ε أكبر منه لبقية البطاريات.

خطوات العمل:

- **قياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية:**

١. صلي الدائرة كما هو موضح بالشكل (١) مستخدمة البطارية العيارية ε_0، اضبطي ε على 3V .
٢. أدخلي مقاومة 5Ω في صندوق المقاومات R_1.
٣. حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان (أي يعود مؤشر الجلفانوميتر إلى الصفر).
٤. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_0 وسجلي نتائجك في الجدول (١).
٥. كرري الخطوتين السابقتين ٤ مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.
٦. استبدلي البطارية العيارية بالبطارية المجهولة القيمة (البطارية الجافة) ولتكن ε_1.
٧. مرة أخرى حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان.
٨. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_1 وسجلي نتائجك في الجدول (١).
٩. كرري الخطوتين السابقتين ٤ مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.
١٠. قيسي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية العيارية بواسطة الفولتميتر.
١١. احسبي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية المجهولة ε_1 لكل خطوة باستخدام العلاقة:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 \frac{L_1}{L_0}$$

١٢. احسبي متوسط القوة الدافعة الكهربائية للبطارية ε_1.

جدول (١)

$\varepsilon_0 = \ldots\ldots\ldots Volt$

No	$R_1(\Omega)$	$L_0(cm)$	$L_1(cm)$	$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 L_1 / L_0 \quad (Volt)$
1				
2				
3				
4				
5				

المقارنة بين القوة الدافعة الكهربائية لبطاريتين:

١. سجلي نتائج L_1 في الجدول (٢) باستخدام الجدول (١) .

٢. ضعي ε_2 بدلاً من ε_1 .

٣. أدخلي مقاومة 5Ω في صندوق المقاومات R_1.

٤. حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان .

٥. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_2 وسجلي نتائجك في الجدول (٢).

٦. كرري الخطوتين السابقتين ٤مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.

٧. احسبي النسبة بين القوتين الدافعتين ε_1 و ε_2 لكل خطوة باستخدام العلاقة :

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

٨. احسبي متوسط $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$.

٩. ارسمي العلاقة بين L_2 , L_1

١٠. أوجدي الميل.

١١. قارني بين الميل ومتوسط النسبة المحسوب سابقا.

جدول (٢)

No	$L_1(cm)$	$L_2(cm)$	$\varepsilon_1/\varepsilon_2 = L_1/L_2$
1			
2			
3			
4			
5			

الأسئلة والمناقشة

١. وضحي فكرة عمل مقياس الجهد؟

٢. كيف يستخدم مقياس الجهد لتعيين قيمة قوة دافعة مجهولة؟

٣. في دائرة مقياس الجهد يجب التأكد أن الأقطاب الكهربية متصلة بالنقطة المشتركة من نفس النوع، لماذا؟

٤. تنحرف إبرة الجلفانومتر في اتجاهين متضادين عند تحريك الزالق إلى نقطتين حول نقطة الاتزان على سلك مقياس الجهد، لماذا؟

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	مقياس الجهد
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة العمل	

الهدف من التجربة :

١. .....

٢. .....

دائرة التجربة :

الجداول و الحسابات :

١. قياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية :

$\varepsilon_0 =$ ..... ( )

R_1( )	L_0 ( )	L_1 ( )	$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 \frac{L_1}{L_0}$ ( )

$\boldsymbol{\varepsilon_{1_{avg}}} =$

٢. المقارنة بين القوة الدافعة الكهربائية لبطاريتين:

R_1( )	L_1 ( )	L_2 ( )	$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$

$$\left(\frac{L_1}{L_2}\right)_{avg} =$$

Slope =

الرنين في دوائر RLC المتسلسلة

الهدف من التجربة:

١. دراسة الرنين في دوائر RLC المتسلسلة.
٢. حساب الممانعة الكلية للدائرة عند حالة الرنين.

الأدوات:

١. مكثف سعته $0.1\ \mu F$
٢. ملف قيمة حثه $5\ mH$
٣. مقاومة 220Ω
٤. أميتر
٥. مولد ذبذبات
٦. أسلاك توصيل

نظرية التجربة:

في الدوائر المتصلة على التسلسل، عند توصيل **مقاومة R و ملف ذو حث L و مكثف سعته C و مصدر تيار متردد (تسمى دائرة RLC) فإن الممانعة الكلية للدائرة تعطى بالمعادلة :**

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \qquad (١)$$

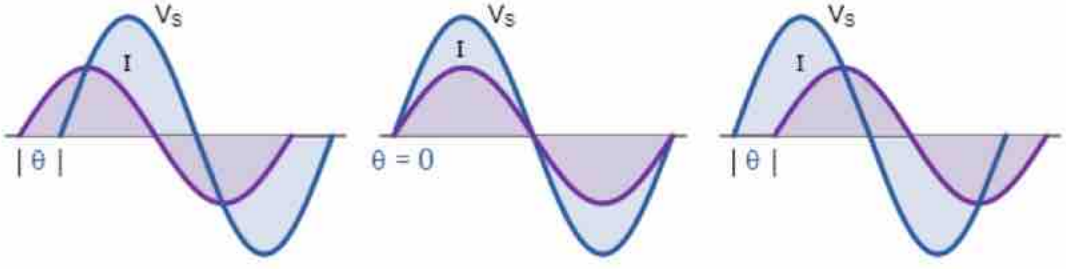
حيث X_L هي الممانعة الحثية و X_C هي الممانعة السعوية

من العلاقة (١) نستطيع تحديد ثلاث مناطق :

- **عندما تكون $X_C > X_L$** : وهذا يحدث عند الترددات المنخفضة وهنا نجد أن التيار يسبق الجهد و في هذه الحالة نقول أن الدائرة سعوية *capacitive*
- **عندما تكون $X_L > X_C$** : هذا يحدث عند الترددات المرتفعة وهنا نجد أن التيار يتأخر عن الجهد لذلك نقول أن الدائرة حثية *inductive*
- **عندما تتساوى قيمة الممانعة الحثية مع الممانعة السعوية $X_L = X_C$** : فإن الدائرة في هذه الحالة تكون في حالة رنين *resonance* و تردد الدائرة هو تردد الرنين f_r ، بالرجوع للمعادلة (١) و بتطبيق شرط الرنين $(X_L = X_C)$ تصبح الممانعة الكلية للدائرة عند الرنين:

$$Z = R$$

أي أن ممانعة الدائرة ستكون أقل ما يمكن عند الرنين و بذلك التيار المار في الدائرة سيكون أعلى ما يمكن I_{max} .



التيار يسبق الجهد أي (الدائرة سعوية) الدائرة في حالة رنين التيار متأخر عن الجهد أي (الدائرة حثية)

شدة التيار : I, جهد المصدر :V_S

يعطى تردد الرنين بالعلاقة:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (٢)$$

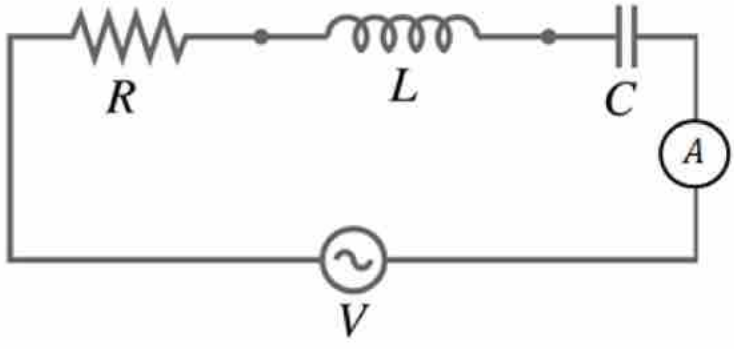
و الممانعة الحثية بالعلاقة: $X_L = L\omega_r$ (٣)

و الممانعة السعوية بالعلاقة: $X_C = \frac{1}{C\omega_r}$ (٤)

حيث ω_r هو التردد الزاوي و قانونه : $\omega_r = 2\pi f_r$

يستفاد من خاصية الرنين في دوائر RLC المتسلسلة للتوليف في أجهزة الاستقبال و الراديو ، فعندما نريد الاستماع لمحطة معينة من المذياع نغير المؤلف أي أننا نغير سعة المكثف و بالتالي فإن تردد الرنين لدائرة المذياع تتغير فتصبح مقاومة الدائرة لتردد المحطة المراد سماعها أقل ما يمكن بينما لباقي المحطات أكبر ما يمكن لذلك لا يمرر المؤلف إلا تردد المحطة.

دائرة التجربة:



الشكل (١)

خطوات العمل:

١. صلي الدائرة كما هو بالشكل (١) و اضبطي مولد الذبذبات على $Ampl = 6\ V_{pp}$ (هذه العملية تمثل ضبط سعة الموجات الخارجة من الجهاز بتغذيتها بجهد مناسب ليكون للموجات الخارجة قيم واضحة و ملحوظة)

٢. ابدئي من مولد الذبذبات بتردد قيمته $f = 4000\ Hz = 4kHz$ و اقرأي قيمة التيار المقابل من جهاز الأميتر و دوني نتائجك في الجدول (١).

٣. تابعي قراءة التيار المقابل لكل تردد و ذلك بزيادة $1000\ Hz$ في كل مرة، ماذا تلاحظين في قيم التيار؟

٤. ارسمي منحنى العلاقة بين التردد f و التيار المقابل I.

٥. من الرسم حددي قمة المنحنى، احداثيات أعلى نقطة تمثل بـ $(x, y) = (f_r\ , I_{max})$ ، قيمة f_r من الرسم هي تردد الرنين عمليا.

٦. احسبي القيمة الحقيقة لتردد الرنين نظريا من العلاقة $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

٧. احسبي ممانعة الدائرة الكلية Z نظريا و عمليا ثم احسبي نسبة الخطأ للممانعة الكلية.

الجدول (١)

$f\ (\ kHz\ )$	$I\ (\ mA\ )$

الأسئلة

١. ماذا تعنى عبارة أن الدائرة في حالة رنين؟
٢. ما هي نوع العلاقة التي تربط التيار مع التردد المار في الدائرة قبل حالة الرنين و بعدها؟
٣. متى تكون ممانعة الدائرة الكلية هي نفسها قيمة المقاومة ؟
٤. ما هي تطبيقات دوائر الرنين في حياتنا اليومية؟

phys.....

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	الرنين في دوائر RLC
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....

٢. .....

دائرة التجربة :

الجداول و الحسابات :

I ( )	f ( )

$R = \ldots\ldots\ldots\ldots$

$L = \ldots\ldots\ldots\ldots$

$C = \ldots\ldots\ldots\ldots$

عمليا	المسمى	نظريا
$f_r =$ (من الرسم)	تردد الرنين	$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} =$
$\omega_r = 2\pi\, f_r =$	التردد الزاوي للرنين	$\omega_r = 2\pi\, f_r =$
$X_L = \omega_r\, L =$	الممانعة الحثية	$X_L = \omega_r\, L =$
$X_C = \frac{1}{\omega_r\, C} =$	الممانعة السعوية	$X_C = \frac{1}{\omega_r\, C} =$
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	الممانعة الكلية للدائرة	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

نسبة الخطأ للممانعة الكلية:

$E\% = \ldots\ldots\ldots\ldots$

القنطرة المترية

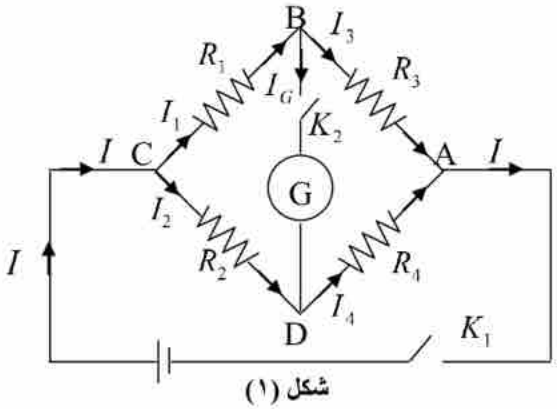
الغرض من التجربة:

١. حساب المقاومة المجهولة لسلك معدني.
٢. ايجاد المقاومة النوعية للسلك المعدني والتي تميز مادة عن مادة أخرى.

الأدوات:

١. مصدر كهربي مستمر (بطارية).
٢. قنطرة مترية.
٣. جلفانومتر.
٤. سلك طوله (1m) و ذو أقطار مختلفة.
٥. مقاومة متغيرة (ريوستات).
٦. صندوق مقاومات.
٧. زالق.
٨. أسلاك توصيل .

النظرية:



شكل (١)

تقوم نظرية القنطرة المترية على مبدأ جسر (قنطرة) ويتستون والتي تتكون كما بالشكل (١) من أربع مقاومات متصلة في ترتيب تسلسلي على أضلاع معين.

وتحسب قيمة المقاومة المجهولة من العلاقة :

$$\frac{R_1}{R_3}=\frac{R_2}{R_4} \qquad (١)$$

والقنطرة المترية هي أبسط صورة لقنطرة ويتستون وهي كما يتضح في رسم الدارة الكهربائية أدناه عبارة عن سلك منتظم المقطع طوله متر واحد ومشدود على مسطرة خشبية، وتوصل المقاومة المجهولة R_x وهي عبارة عن سلك طوله L ومساحة مقطعه $A=\pi r^2$ (حيث r نصف قطر السلك ويقاس بوحدة m) مع إحدى نهايتي سلك القنطرة أما المقاومة المعلومة والتي هي عبارة عن صندوق مقاومات R_B توصل مع النهاية الأخرى. ويوصل الجلفانومتر بزالق نحاسية يمكن تحريكها على السلك المشدود للحصول على وضع الاتزان (المؤشر على صفر التدريج) ومن المعادلة السابقة ينتج أن (١):

$$\frac{R_X}{R_B}=\frac{L_1}{L_2} \qquad (٢)$$

وبمعلومية R_B وطول L_2, L_1 يمكن تعيين قيمة المقاومة المجهولة R_x.

و يمكن تعيين المقاومة النوعية ρ بدلالة R_x باستخدام المعادلة التالية:

$$\rho=\frac{R_x A}{L}$$

حيث:

$$R_x \propto \frac{L}{A}$$

$$R_x = \rho \frac{L}{A}$$

ρ المقاومة النوعية لمادة السلك، تقاس بوحدة $\Omega \cdot m$ وتُعرّف بأنها مقاومة سلك طوله $1m$ ومساحة مقطعه $1m^2$.

R_x هي المقاومة المجهولة، تقاس بوحدة Ω.

L طول السلك المجهول، تقاس بوحدة m.

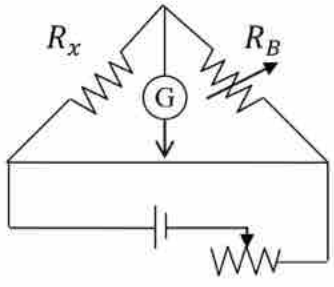
A مساحة مقطعه، تقاس بوحدة m^2.

الاحتياطات:

١. عدم حك الزالق على سلك القنطرة المترية حتى لا يسخن.

٢. قيسي الطول L_1 من الطرف المتصل بالمقاومة المجهولة R_x (أي من موجب البطارية).

الدارة الكهربائية:



شكل (١)

خطوات العمل:

١. صلي الدارة كما هو موضح في الشكل (١) ، المقاومة المجهولة R_x تتكون من أربع أسلاك من مادة CuNi44 (نفس النوع) و طول كل سلك منها $L = 1\ m$ (نفس الطول) ولكن مختلفة في طول القطر $\phi = d = 1\ , 0.7\ , 0.5\ , 0.35\ mm$.

٢. اضبطي صندوق المقاومات R_B على القيمة $5\ \Omega$ و صلي السلك الأول للمقاومة المجهولة R_x و الذي قطره $d = 1\ mm$ ثم ضعي الزالق على طرفي سلك القنطرة وتأكدي أن الجلفانومتر ينحرف في اتجاهين متعاكسين، و هذا يسمى اختبار الاتزان.

٣. حركي الزالق على سلك القنطرة حتى تحصلي على وضع الاتزان عندما يشير الجلفانومتر إلى الصفر، ثم سجلي الطولين لـ L_1, L_2.

حيث أن :

L_1 الطول من بداية سلك القنطرة حتى الاتزان.

L_2 الباقي من سلك القنطرة .

٤. صلي السلك الثاني للمقاومة المجهولة R_x و ابحثي عن وضع الاتزان ثم سجلي القيم الجديدة لـ L_1, L_2.

٥. كرري الخطوة السابقة لباقي الأسلاك وسجلي النتائج في الجدول رقم (١).

٦. احسبي A مساحة مقطع كل سلك من الأسلاك الأربعة ثم أوجدي مقلوب المساحة $\frac{1}{A}$

٧. ارسمي العلاقة البيانية بين R_x و $\frac{1}{A}$ واحسبي ميل المستقيم.

٨. احسبي المقاومة النوعية للسلك CuNi44 (مقاومته R_x و مقاومته النوعية ρ) باستخدام المعادلة التالية:

$$\rho = \frac{slope}{L}$$

٩. احسبي نسبة الخطأ في قياس المقاومة النوعية إذا كانت المقاومة النوعية الحقيقية للسلك CuNi44 هي $\rho = 5 \times 10^{-7}\ \Omega.m$.

النتائج:

جدول (١)

No.	$d\ (mm)$	$A = \pi r^2 (m^2)$	$\frac{1}{A}(m^{-2})$	$L_1(m)$	$L_2(m)$	$R_x = \frac{L_1}{L_2} R_B(\Omega)$
1	١					
2	0.7					
3	0.5					
4	0.35					

الأسئلة والمناقشة

١. ما العلاقة بين المقاومة الكهربائية والشكل الهندسي لمادة موصلة؟
٢. عرفي المقاومة النوعية، وما وحدتها؟
٣. ما الفرق بين القنطرة المترية وجسر ويتستون؟ وما الهدف من استخدامهما في الدوائر الكهربائية؟
٤. عند الوصول إلى حالة الاتزان فسري القراءة الصفرية للجلفانوميتر؟
٥. من ضمن احتياطات التجربة عدم حك الزالق بسلك القنطرة المترية . برأيك ما السبب في طرح مثل هذا التحذير؟
٦. ما الهدف من رسم العلاقة بين R_x و $\frac{1}{A}$ ؟

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	القنطرة المترية
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....

٢. .....

دائرة التجربة :

الجدول :

$\boldsymbol{L}$ =..... , $\boldsymbol{R_B}$ =.....

$d\ (mm)$	$A = \pi r^2 (m^2)$	$\frac{1}{A}(m^{-2})$	$L_1(\ldots..)$	$L_2(\ldots..)$ $= 100\ (cm) - L_1(cm)$	$R_x = R_B \frac{L_1}{L_2}\ (\ldots..)$
١					
0.7					
0.5					
0.35					

الحسابات :

- **الميل :** $\boldsymbol{slope}$ = ...(.....)
- **المقاومة النوعية للسلك :** $\boldsymbol{\rho = \frac{R_x\ A}{L} = \frac{slope}{L}}$ =.....=.....(....)
- **نسبة الخطأ :** $\boldsymbol{E\%}$ = ...

تحقيق قانون بيوت و سافارت

الهدف من التجربة :

1. قياس قيمة المجال المغناطيسي B لحلقة موصلة كدالة في التيار I وفي نصف القطر R وفي البعد عن الحلقة x .
2. حساب نصف قطر الحلقة عمليا بتطبيق قانون بيوت و سافارت.

نظرية التجربة :

عند مرور تيار كهربائي في موصل فإنه يتولد حول الموصل مجال مغناطيسي , يعتمد شكل هذا المجال على شكل الموصل , باستخدام قانون بيوت و سافارت يمكن حساب قيمة المجال المغناطيسي B بمعرفة قيم التيار و أبعاد الموصل إلا أننا في هذه التجربة سنقيس قيمة المجال المغناطيسي B باستخدام جهاز التسلاميتر و ستكون قيم التيار معلومة و منها نستطيع حساب أبعاد الموصل الحلقي (حلقة) من العلاقة التالية بشرط أن يكون القياس عند مركز الحلقة و على بعد مقداره $x = 0\ cm$ من الحلقة:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2 R} \qquad (1)$$

حيث معامل نفاذية الفراغ : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Wb/A.m$
و R نصف قطر الحلقة , و هي المجهولة عمليا لذلك نضعها في طرف :

$$R = \frac{\mu_0 I}{2 B} \qquad (2)$$

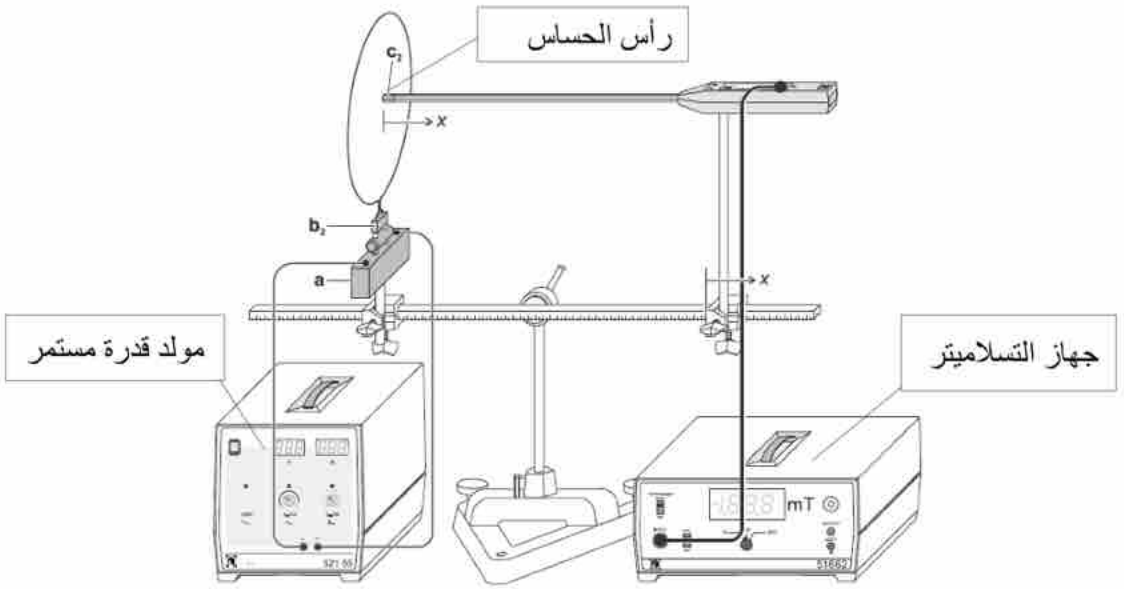
من العلاقة *(1)* نجد أن العلاقة بين قيمة المجال المغناطيسي B و التيار المار في الحلقة I طردية بينما عكسية مع نصف قطر الحلقة R

و عند دراسة البعد عن مركز الحلقة x (بضع سنتيمترات) فإننا نلاحظ أن قيمة المجال المغناطيسي B تتغير حتى تنعدم تماما إذا كانت x أكبر ما يمكن .

الأدوات :

حامل مدرج بالسنتيمتر , حلقة موصلة , مولد تيار مستمر , جهاز التسلاميتر مع الحساس , أسلاك توصيل

هندسية التجربة :



الاحتياطات:

1. ازيلي أي مصادر للمجالات المغناطيسية من حيز التجربة (الجوالات , أجهزة *Wi-Fi* و نحوها).
2. افصلي التيار الكهربائي قبل فك أو تركيب الحلقة حتى لا تتعرضي لشرارة كهربائية.
3. اغلقي الأجهزة فور انتهائك من القراءات حتى لا تسخن الأسلاك.

خطوات العمل :

أولا: قياس قيمة المجال المغناطيسي B لحلقة موصلة كدالة في التيار I وفي نصف القطر R:

1. قيسي قطر الحلقة ثم أوجدي نصف القطر و سجلي قيمتها في التقرير (هذه القيمة هي القيمة الحقيقة لنصف القطر R_T).
2. ثبتي الحلقة في المكان المخصص لها على الحامل المدرج و اجعلي رأس حساس التسلاميتر في مركز الحلقة.
3. شغلي جهاز التسلاميتر , سيقرأ الجهاز المجالات المغناطيسية الموجودة في المعمل , لذا قومي بتصفيره قبل البدء في العمل حتى تلغي الخلفية المغناطيسية للمعمل.
4. شغلي مولد التيار المستمر (لا تقومي بتشغيل المولد قبل تثبيت الحلقة حتى لا تتعرضي لشرارة كهربائية), اجعلي التيار عند $I = 1\ A$ و سجلي قيمة B المقابلة من جهاز التسلاميتر, دوني نتائجك في الجدول (1).

5. استمري في زيادة قيمة التيار المار في الحلقة كل مرة بمقدار $1\ A$ حتى تصلي لـ $5\ A$ و دوني قيم B المقابلة (التيارات عالية لذلك كوني حذرة و سريعة حتى لا تسخن الأسلاك).
6. ارسمي العلاقة بين I و B ثم أوجدي الميل.
7. احسبي قيمة نصف قطر الحلقة عمليا باستخدام القانون (2) **علما بأن** $\frac{I}{B} = \frac{1}{slope}$ (هذه القيمة هي القيمة العملية لنصف القطر R_X).
8. احسبي نسبة الخطأ في قياس قطر الحلقة.

جدول (1)

$I\ (A)$	$B\ (\ldots\ldots)$
1	
2	
3	
4	
5	

ثانيا: قياس قيمة المجال المغناطيسي B لحلقة موصلة كدالة في البعد عن مركز الحلقة x :

1. حافظي على نفس الهندسية السابقة للتجربة و اضبطي قيمة التيار المار في الحلقة على $I = 1\ A$ (ستبقى هذه القيمة ثابتة في الجزء الثاني من التجربة).
2. تأكدي أن رأس حساس التسلاميتر في مركز الحلقة و على بعد $x = 0\ cm$ من مركز الحلقة ثم قيسي B المقابلة لهذا الوضع و دوني نتائجك في الجدول (2).
3. حركي الحلقة باتجاه اليمين عند أبعاد مختلفة من مركز الحلقة $x = 1,2,3,4,5cm$ ثم قيسي B المقابلة لهذه الأبعاد.
4. اعيدي نفس القياسات عندما تكون الحركة بالاتجاه الأيسر.
5. ارسمي منحنى العلاقة بين الازاحة x يمينا و يسارا و قيمة المجال المغناطيسي B على نفس الصفحة.

جدول (2)

To the right		**To the left**	
+ (cm)x	**B (….)**	**- (cm)x**	**B (….)**
0		0	
1		-1	
2		-2	
3		-3	
4		-4	
5		-5	

الأسئلة والمناقشة

1. ما العلاقة بين كلا من: شدة التيار الكهربائي و نصف قطر الحلقة مع قيمة المجال المغناطيسي ؟
2. ماهي فائدة جهاز التسلامتير؟
3. لماذا يجب تصفير جهاز التسلاميتر قبل البدء في التجربة؟
4. لماذا تسخن الاسلاك بعد فترة من تشغيل هذه التجربة؟
5. ماهو خط عمل التجربة و الذي بدونه لن تستطيعي استخدام قانون بيوت و سافارت (العلاقة (1))؟
6. هل يؤثر شكل الموصل على المجال المغناطيسي المتولد حوله؟ دعمي اجابتك بالأمثلة.

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	تحقيق قانون بيوت و سافارت
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

أولا:قياس قيمة المجال المغناطيسي B لحلقة موصلة كدالة في التيار I وفي نصف القطر R:

- **القيمة الحقيقة لنصف قطر الحلقة:**

$diameter =$ .....

$R_T =$ .....

- **القيمة العملية لنصف قطر الحلقة:**

I (.....)	B (.....)

Slope = ...

= ..... $R_X = \frac{\mu_0 I}{2 B}$

- **حساب نسبة الخطأ في قياس نصف قطر الحلقة :**

E % = ...

ثانيا: قياس قيمة المجال المغناطيسي B لحلقة موصلة كدالة في البعد عن مركز الحلقة x :

$(\ldots.)x$	B (….)
5	
4	
3	
2	
1	
0	
-1	
-2	
-3	
-4	
-5	

من منحنى الرسم البياني نلاحظ أن العلاقة بين B و x : .....

معلـــومـــات مـــفـــيـــدة

١) قواعد التقريب (Rounding)

سنشرح قاعدة التقريب بحل المثال الاتي:

لنفرض اننا نريد تقريب هذا العدد 31.5937 حتى الجزء من مئة ومره حتى الجزء من الألف ومره حتى عدد صحيح.

القاعده المتبعه (إذا كان الرقم الذي يلي الرقم المراد تقريبه خمسه أو أكبر منها فإننا نضيف لهذا الرقم العدد 1 وإذا كان الرقم الذي يلي الرقم المراد تقريبه أقل من 5 فإننا نحذف الأرقام التى تليه ولا نضف شيئاً)

الحل:

a-بالتقريب حتى الجزء من مئة =~ 31.59 وذلك لأن ٣ أصغر من ٥

b-بالتقريب حتى الجزء من ألف =~ 31.594 وذلك لأن ٧ اكبر من 5

c- بالتقريب حتى العدد الصحيح =~ 32 وذلك لأن الرقم بعد الفاصله ٥

d-بالتقريب حتى الجزء من عشرة =~ ..... فكري وأجيبي؟

٢) طريقة إستعمال الآلة الحاسبة (calculator)

أولاً: تأكدي من صحة إستعمالك للآلة بحساب ناتج العلاقة التالية:

$$a = \frac{[\sqrt{2}+(5\times10^{-3})]\times4}{((6\times10^{-7})-8)} = 0.7096\ \sqrt{}$$

*يجب أن تدخلي الأرقام في الآلة بهذه الطريقة أي تضعي اقواس تفصل بين كل رقم حتى تحصلي على ناتج صحيح

إدخالات خاطئة في الآلة مثل: $a = \frac{\sqrt{2}+5\times10^{-3}\times4}{6\times10^{-7}-8}$ أو ~~$a = \frac{[\sqrt{2}+5\times10^{-3}]\times4}{(6\times10^{-7}-8)}$~~

وأي طريقة أخرى غير الطريقة المشار عليها بعلامة $\sqrt{}$

ثانياً: لكتابة عدد مضروب بقوى العشرة في الآلة الحاسبة أدخلي العدد ثم اضغطي EXP ثم أدخلي الأس.

مثال: لكتابة العدد 4×10^{-3} نضغط:

4	⟶	EXP	⟶	- 3

مع ملاحظة أن الطريقة قد تختلف حسب نوع الآلة المستخدمة.

ثالثاً: إذا ظهر لك ناتج من ارقام كثيره جداً مثل 3456798.76 أضغطي ENG لتصغير الرقم فيصبح $3.45679876 X10^6$ ولكن يكتب بالتقريب $3.46X\ 10^6$

٣) حساب نسبة الخطأ المئوي E%

حساب نسبة الخطأ في أداء التجربة لتقييم أداءنا العملي من العلاقة:

$$E\% = \frac{|T - X|}{T} \times 100$$

حيث T تمثل القيمة الحقيقية للكمية المقاسة تجريبياً وتكون معروفة من المراجع والجداول

X تمثل القيمة التجريبية التى حصلتِ عليها في المعمل لهذه الكمية المطلوبة

٤) الوحدات (Units)

الوحده هي تمييز يوضع بعد الرقم لمعرفة الخاصية المقاسة وهناك عدة أنظمة للوحدات ، ولكن النظام العالمي للوحدات (International System of Units) (SI) هوالأكثر إستخداماً عالمياً وهوماسنستخدمه خلال دراستنا لتمييز الكميات الفيزيائية.

يوضح الجدول التالي بعض الأبعاد الأساسية معبرًا عنها بنظام الوحدات (SI):

البعد	الوحدة	الرمز
الطول	متر	m
الكتلة	كيلوجرام	kg
الزمن	ثانية	s

بالإضافة لهذه الوحدات، فقد نجد وحدات أخرى مثل المليمتر والنانو ثانية وغيرها، وهذه مسميات إضافية متعارف عليها تعبر عن أجزاء من الوحدة الأصلية، فعلى سبيل المثال يمكننا التعبير عن 1000 m بـ 1 Km وكذلك 1MA بـ 10^6 A، ويوضح الجدول التالي قوى العدد عشرة الأكثر استعمالاً في المعمل.

القوى	اسمها		رمزها
10^{-6}	مايكرو	micro-	μ
10^{-3}	ميلي	milli-	m
10^{6}	ميجا	mega-	M
10^{3}	كيلو	kilo-	k

⚠ رموز بعض الوحدات تُكتب كحروف كبيرة (Capital) والآخرى كحروف صغيرة (Small)، فمثلاً m هو رمز الميلي (10^{-3})، بينما M هو رمز الميجا (10^{6}).

*وحدة أخرى شائعة للأطوال الموجية تسمى أنجستروم $\mathring{A}(\text{Angestrom}) = 10^{-10} m$

٥) طريقة التحويل بين الوحدات

مثال (١): لتحويل 5 g إلى kg :

$$1\ k = 10^3 \rightarrow 1kg = 10^3\ g \rightarrow 5\ g = (5 \div 1000)\ kg = 0.005\ kg$$

مثال (٢): لتحويل 7 MV الى V :

$$1\ M = 10^6 \rightarrow 1MV = 10^6\ V \rightarrow 7\ MV = (7x\ 10^6)\ V = 7000{,}000V$$

٦) الرسم البياني (Graph)

a- مفهوم الرسم البياني

الرسم البياني هو الطريقة الموجزة لتمثيل النتائج المقاسة تجريبياً ويعتبر وهو وسيلة مهمة لاستخلاص المعلومات وإيجاد العلاقة بين المتغيرات الفيزيائية المقاسة.

b- لماذا نرسم القراءات بيانياً؟

لنتمكن من تفسير النتائج التى حصلناعليها من الأجهزة ومن الحسابات ثم إيجاد العلاقة بين المتغيرات المقاسة مثل تعيين نوع العلاقة (طردية أم عكسية أم ثابتة أم....) وميل الخط المستقيم وغيرها الكثير من البيانات التى يمكن الحصول عليها.

c- كيف ارسم؟ (الرسم يكون بقلم رصاص مبري وعلى الورق البياني المخصص لذلك)

١- أرسمي المحورين السيني والصادي بحيث تشغل أغلب الورقة البيانية.

٢- أكتبي اسم المحور السيني ووحدته بجانبه وهو يمثل المتغير المستقل (الكميه المعطاة في التجربة أي التى نتحكّم فيها إما بالزيادة او النقصان) وأكتبي اسم المحور الصادي ووحدته بجانبه وهو يمثل المتغير التابع (الكمية المقاسة من التجربة).

٣- قسمي كل محور الى مربعات متساوية وكل مربع يمثل ١ سنتمتر أو ٢ سنتمتر، ولاتأخذي أقل من هذه القيم ولا أكثر ، أي لاتأخذي المربع الواحد بـ ١,٥ سنتمتر أو بـ 0.5 سنتمتر لأن ذلك يسبب عدم الدقة في توزيع القراءات واستخلاص البيانات.

٤- يجب أن تكون المربعات متساوية على نفس المحور الواحد، فلكل محور مربعات تناسب قراءاته.

٥- رقمي كل محور حسب ماينا سب القراءات الخاصه به، وعندما تبدأين برقم ما فالرقم التالي هو ضعف هذا الرقم فمثلاً لو بدأنا بـ ٢ فالتالي ٤ ثم ٦ ثم ٨،...وهكذا، ومعرفة الترقيم المناسب هي مهاره ستكتسبينها مع كثرة الممارسة، ومن الذكاء ان تختاري ترقيمات سهله مثل مضاعفات ١ أو مضاعفات ٢ او مضاعفات ١٠ وتتجنبي الترقيمات المتعبه مثل مضاعفات ٣ أو مضاعفات ١,٥ أو مضاعفات ٤.

٦- إذا كانت القراءات كبيره، والورقة البيانية لاتكفي لها، فإبمكانك إقتطاع المحور والبدأ من رقم غير الصفر ويجب وضع علامة الإقتطاع على المحور المقطوع.

٧- بعدما رسمتي المحاور ورقمتميها، مثّلي النقاط (x,y)، وضعي دائرة حول كل نقطة.

٨- صلي هذه النقاط مع بعضها البعض بالمسطره، إذا كانت العلاقة تمثل خط مستقيم أو باليد وبمرونة إذا كانت العلاقة تمثل منحنى، لايشترط أن يمر الخط المستقيم أو المنحنى في جميع النقاط ولكن يجب أن يمر في نقطتين على الأقل مع مراعاة أن تكون النقاط منتشرة حول المنحنى أو الخط المستقيم بشكل جيد، أي يكون بعضها عليه وبعضها تحته وفوقه.

٩- إذا كانت العلاقة خط مستقيم فيجب أن تحسبي الميل، وذلك بإختيار نقطتين على الخط المستقيم مختلفة عن نقاط التجربة.

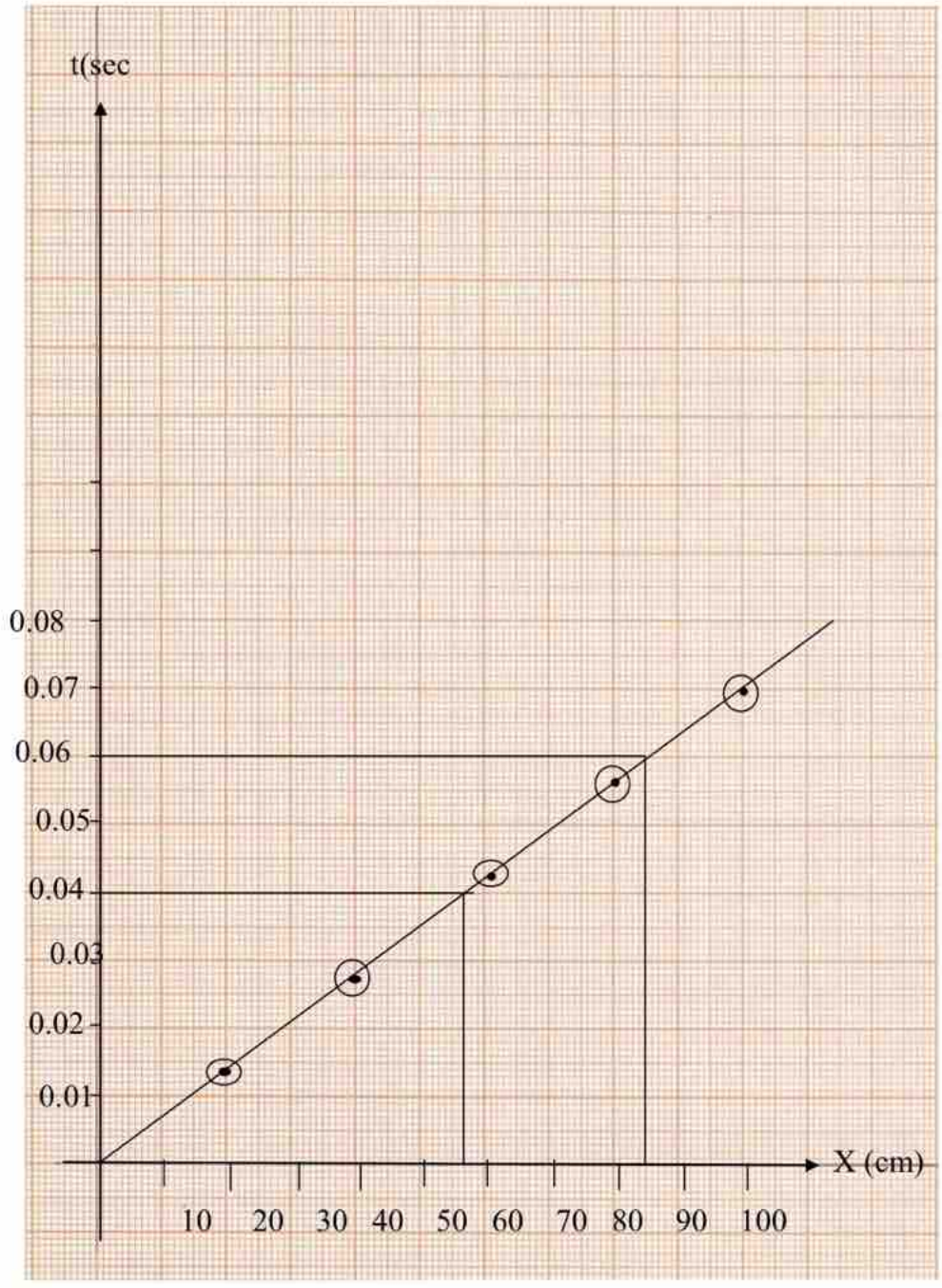
١٠- إذا كانت العلاقة منحنى، فغالباً يتم إستخدام الإسقاط وسترشدك الأستاذه للطريقة أثناء المحاضرة.

١١- إذا كان لديك أكثر من جدول وأكثر من رسم بياني فيجب أن تكتبي عنوان لكل رسم بياني، مثل (هذا الرسم يمثل العلاقة بين المسافة والسرعة).

مثال محلول: في تجربة لتعيين السرعة القصوى لسيارة ما، تم عملياً تحريك السيارة لمسافات مختلفة،وقياس الزمن المقابل لها في كل مره، فحصلنا على النتائج التالية:

X(cm)	t (sec)
20	0.014
40	0.028
60	0.042
80	0.056
100	0.07

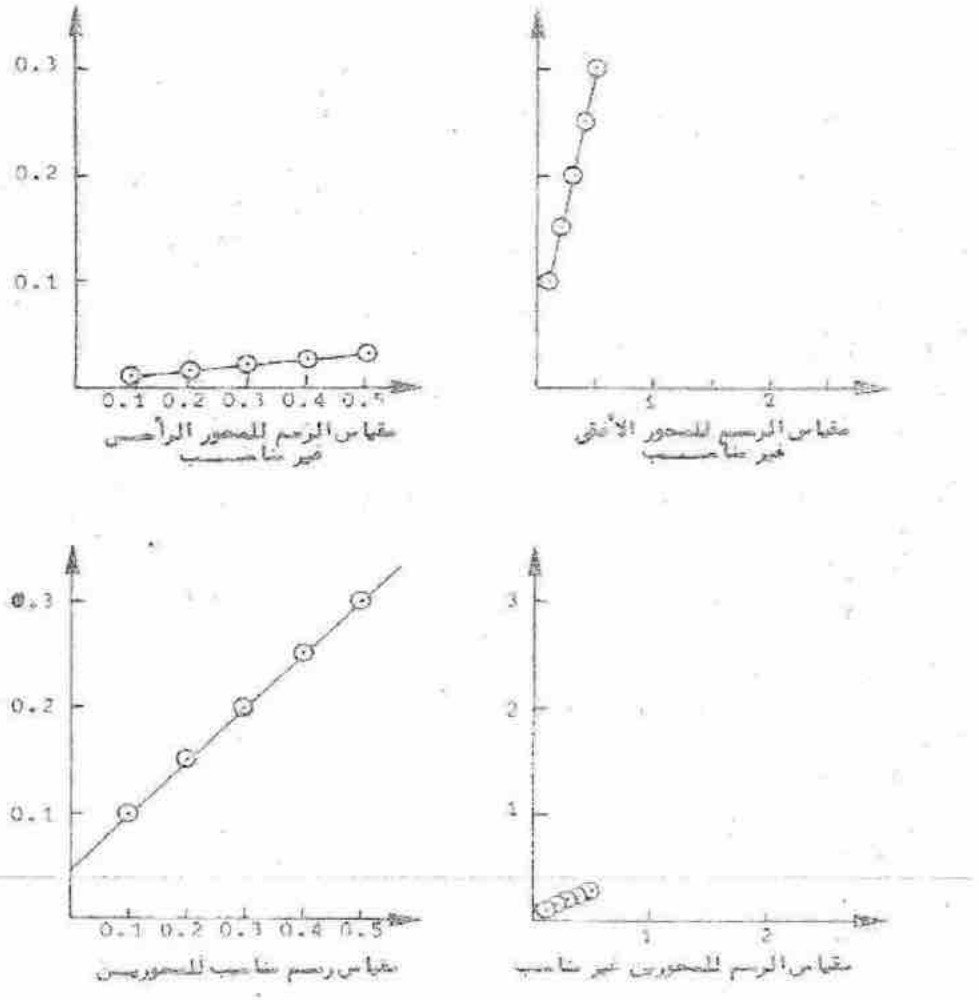
*ارسمي رسماً بيانياً يمثل العلاقة بين المسافة والزمن، ثم أوجدي ميل الخط المستقيم؟


t(sec
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
X (cm)
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

الميل= فرق الصادات ÷ فرق السينات

$$\textbf{Slope} = \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_2} = \frac{0.06 - 0.04}{85 - 57} = 0.000714 = 0.714X10^{-3}\ \text{sec/cm}$$

*<u>صوره توضح بعض الأخطاء في الرسم البياني فتجنبيها</u>



٧) بعض أجهزة القياس

١- الميكرومتر

a- ماهو الميكرومتر؟

هو أداة قياس دقيقة ويستخدم أساسًا لقياس أقطار الأشكال الكروية والأقطار الخارجية للأشكال الاسطوانية وكذلك سمك الألواح الرقيقة، وتصل دقة الميكرومتر إلى $0.01mm$.

b- تركيب الميكروميتر

يتركب من الأجزاء الرئيسية التالية الموضحة في الشكل (١)

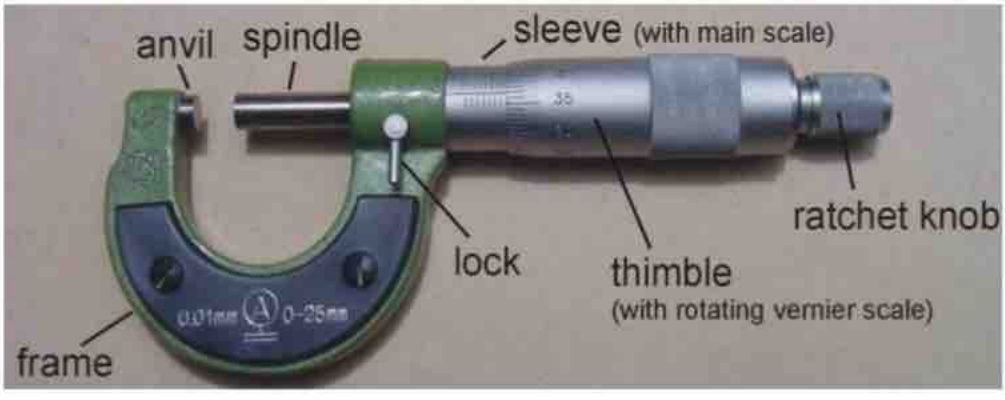
١- فك متحرك لتثبيت العينة (anvil spindle)

٢- أسطوانة التدريج الطولي (sleeve)، وتكون مقسمه إلى مليمترات في القسم العلوي وأنصاف المليمترات في القسم السفلي .

٣- أسطوانة التدريج الدائري (thimble)، وتكون عادةً مقسمه إلى ٥٠ قسماً.

٤- هيكل الجهاز (frame)

٥- المسمار الجاس (ratchet knob).

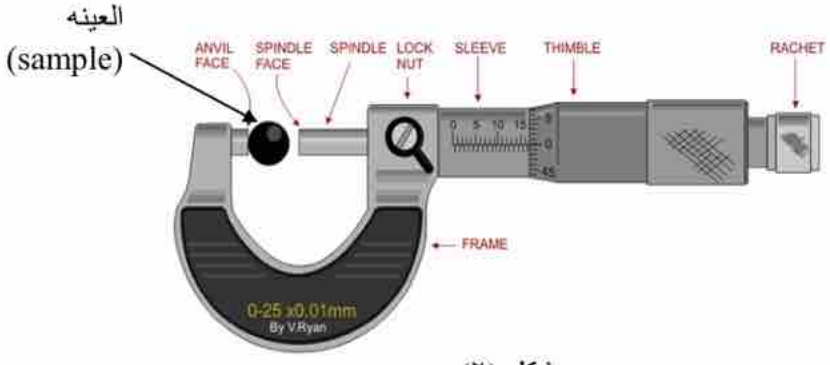


الشكل (١)

c- كيف نستعمل الميكروميتر؟

توضع العينه المراد قياس ابعادها بين طرفي فك الميكروميتر كما في الشكل (٢)، ثم يدار المسمار الجاس حتى يتلامس طرفي الفك مع العينة ويظهر صوت مميز فعندها نتوقف ونأخذ القراءه (يجب

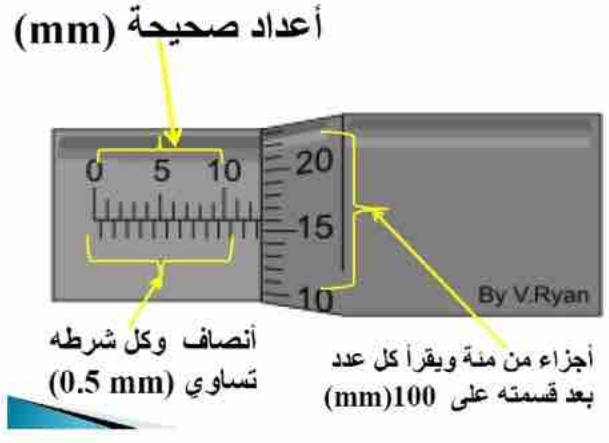
التوقف عن تحريك المسمار الجاس متى ماصدر هذا الصوت لأن الإستمرار في تحريكه حينها سيسبب تلف الميكروميتر).



شكل (٢)

d- طريقة القراءة من الميكروميتر

توضح الصورة التالية طريقة أخذ القراءة من الميكرومتر مع مثال محلول

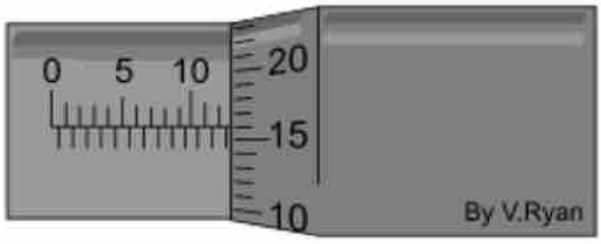


القراءة الكلية = قراءة التدريج الطولي(الأعداد الصحيحه)+ قراءة التدريج الطولي(الأنصاف)

+ قراء التدريج الدائري(جزء من مئه)

ملاحظه : وحدة قياس الميكرومتر هي mm

مثال (١):



التدريج الطولي(العدد الصحيح): = mm12

التدريج الطولي (الأنصاف): = mm 0.5

التدريج الدائري (الجزء من مئة):= $\frac{16}{100}$ = mm 0.16

القراءة الكلية= 12+0.5+0.16= mm 12.66

مثال (٢):

التدريج الطولي(العدد الصحيح): = mm 3

التدريج الطولي (الأنصاف): = mm 0.0

التدريج الدائري (الجزء من مئة):= mm 0.09

القراءة الكلية = 3+0.0+0.09= mm 3.09

<u>مقاطع يوتيوب للتوضيح العملي:</u>

http://www.youtube.com/watch?v=scs1G7nShcM

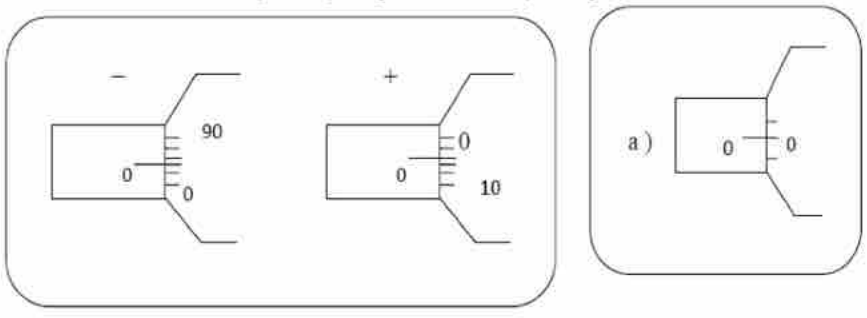
http://www.youtube.com/watch?v=W6qEKBA2zCE

e- تعيين الخطأ الصفري (ويكون قبل أخذ أي قراءة)

نتيجة كثرة استعمال الميكروميتر وغلق الفك بقوة شديدة يحصل خلل في ضباطته، لذلك قبل أخذ أي قراءة يجب غلق طرفي فك الميكروميتر بإدارة المسمار الجاس حتى يتلامس طرفي الفك فإذا انطبق صفر التدريج الطولي مع صفر التدريج الدائري فإنه لا يوجد خطأ صفري كما في الشكل (a) أما إذا لم ينطبق الصفرين فإنه يوجد خطأ صفري ويضاف للقراءة الكلية بإشارته ويتم تحديد إشارته كالتالي :

1-موجب وذلك إذا كان صفر التدريج الدائري أعلى من صفر التدريج الطولي كما في الشكل (b)

2-سالب وذلك إذا كان صفر التدريج الدائري أسفل صفر التدريج الطولي كما في الشكل (b)



ولتعيين قيمة الخطأ الصفري نوجد عدد الخطوط بين الصفرين على التدريج الدائري

$$\text{الخطأ الصفري} = \frac{\text{عدد الأقسام بين الصفرين على التدريج الدائري}}{100}\ \text{mm}$$

مثال على ذلك:

الخطأ الصفري = +0.02 الخطأ الصفري = − 0.03

٨) طريقة القراءة من الفولتاميتر والأميتر

أولاً الفولتاميتر هو جهاز لقياس فرق الجهد بوحدة الفولت (V) او اجزاءها كالمللي فولت(mV) وعادةً يوصل على التوازي مع القطع الألكترونية الأخرى في الدوائر الكهربية بينما الأميتر هو جهاز يستعمل لقياس شدة التيار بوحدة الأمبير (A) أو أجزاءها كالمللي أمبير(mA) وعادةً يوصل على التوالي مع القطع الألكترونية الأخرى في الدوائر الكهربية، أحياناً يكون كلا الوظيفتين مدمجة في جهاز واحد ويمكن ضبطه كأميتر أو فولتاميتر حسب ضبط مفتاح التحكم الخاص به. وهذه الأجهزة إما ان تكون رقميه أو عادية.

a- صور لجهاز الفولتاميتر والأميتر

b- وصف جهازي الأميتر والفولتاميتر

c- طريقة القراءة الصحيحة:

1.الوقوف أمام الجهاز مباشره

2 .ضبط المؤشر على الصفر إذا لم يكن مضبوطا أو الإستعانة بالأستاذه لضبطه

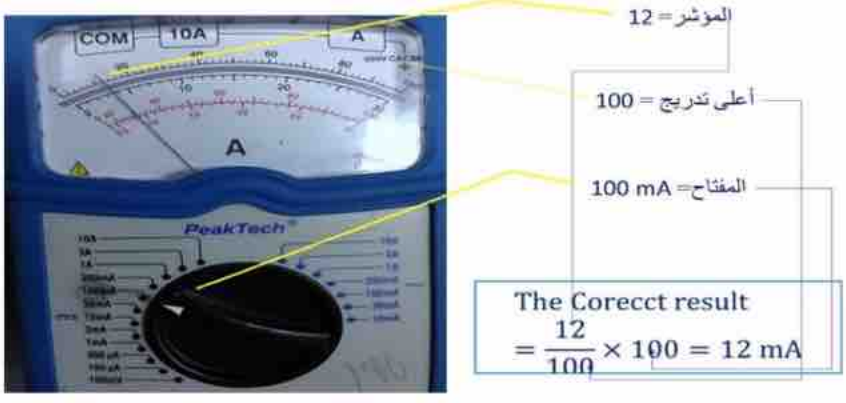
3.القراءة بشكل عمودي مع الجهاز وليس من جهة اليمين أو اليسار

4 .قراءة الرقم الذي يقف عليه المؤشر وتدوينه ثم تطبيق قانون القراءة الصحيحة

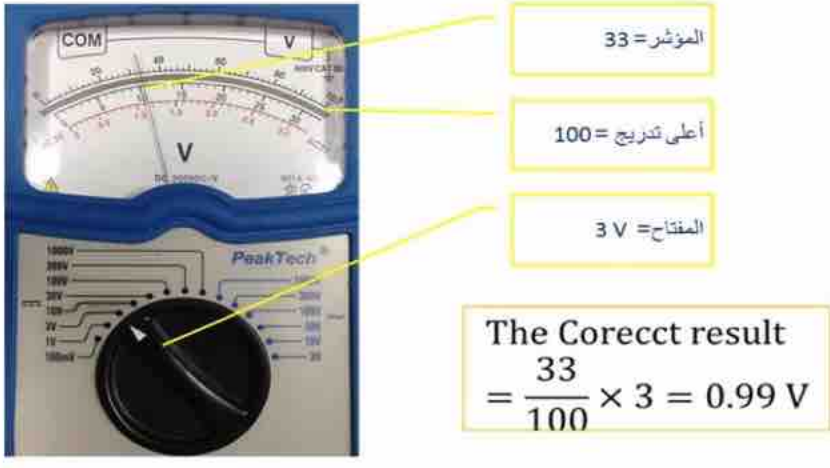
قانون القراءة الصحيحة من أي جهاز فولتاميتر أو أميتر

$$\text{القراءة الصحيحة} = \frac{\text{قراءة المؤشر}}{\text{أعلى التدريج}} \times \text{رقم المفتاح}$$

مثال (١):



مثال (٢):



تـــدريـــبـــــات

١- قربي العدد 54.1652 الى أقرب جزء من الف ومره الى أقرب جزء من مئة ومرة الى أقرب جزء من عشرة ؟

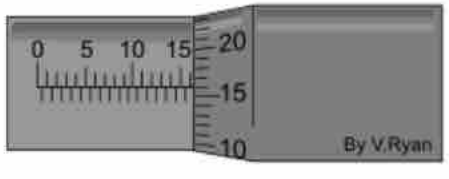
٢- حولي $0.34\mu A$ إلى وحدة kA ؟ (3.4×10^{-10} kA)

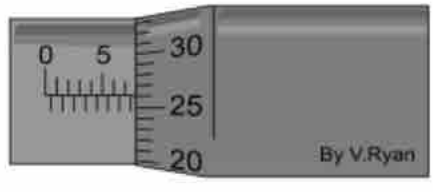
٣- في تجربة لتعيين نصف قطر حلقة معدنية ، قمنا بتمرير قيم مختلفة للتيار الكهربائي I بوحدة الأمبير (A) في هذه الحلقة و في كل مرة قسنا المجال المغناطيسي المتكون حول الحلقة B بوحدة التسلا (T) ، فحصلنا على النتائج التالية :

$I\,(A)$	$B\,(T)$
1	0.02
2	0.05
3	0.08
4	0.11
5	0.14

*ارسمي العلاقة بين التيار **I** والمجال المغناطيسي **B** ،ثم احسبي الميل ؟

٤- أوجدي قراءة الميكروميتر في الصور الآتية:





المراجع:

1. Resnick, R.R., et al., *Physics*, Fifth edition, John Wiley and sons, Inc., (2002).
2. Preston, D.W., and Dietz, E.R., *The Art of Experimental Physics*, John Wiley and sons, Inc., (1991).
3. Kreyszig, E., Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and sons, Inc., (1999).

٤. فريدريك ج.بوش ودافيد أ.جيرد، *أساسيات الفيزياء* (مترجم)، الطبعة العربية الأولى، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية (٢٠٠١).

٥. رجب صبحي عطا الله و السيد فتحي عوض محمد جاسر، *الفيزياء العملية – الجزء الأول*، الطبعة الأولى، جامعة الملك سعود (١٩٨٨).

٦. على سالم الخرم وآخرون، *الفيزياء العملية*، الطبعة العربية الأولى، جامعة التحدي (١٩٩٣).

٧. منير عبد الحميد الحامض، *الفيزياء العملي*، الطبعة الأولى، جامعة عمر المختار (١٩٩٦).

٨. حنان العتيبي ولاء الحمدي، تجارب الفيزياء العملية المستوى الأول-جامعة أم القرى.

٩. http://hctmetrology.tripod.com/chap4.htm

١٠. كتاب الفيزياء التجريبية (2005)

الفهرس

لماذا ندرس معامل الفيزياء؟ ١
توزيع درجات المعمل ٢
أسئلة مهمة ٣
تحقيق قانون أوم ٤
راسم الاهتزاز المهبطي ١٦
شحن المكثف ٣٧
استخدام الجلفانومتر كأميتر ٤٦
القنطرة المترية ٥٤
ثابت رايدبيرج ٦١
البعد البؤري لعدسة ٦٩
معامل الانكسار ٧٧
المحول الكهربائي ٨٥
مقياس الجهد ٩٦
الرنين في دوائر RLC المتسلسلة ١٠٥
معلومات مفيدة ١١٣
١) التقريب ١١٣
٢) طريقة إستعمال الآلة الحاسبة ١١٣
٣) حساب الخطأ المئوي E% ١١٤
٤) الوحدات ١١٤
٥) التحويل بين الوحدات ١١٥
٦) الرسم البياني مفهومه وطريقته وأمثلة محلولة عليه ١١٥
٧) بعض أجهزة القياس (الميكروميتر) ١١٩
٨) طريقة القراءة من الأميتر والفولتا ميتر ١٢٣
٩) تدريبات ١٢٥

((والحمدلله رب العالمين))

- تابعي قسم الفيزياء والفلك على تويتر @ksu_phys
- وشاركي على هذا الوسم بآرائك ويومياتك الفيزيائية. #ksu_phys
- ولأي سؤال أو استفسار؛ راسلينا على:
- ksuphys/http://ask.fm
- وهنا آراؤك محل اهتمامنا:
- ksuphys/http://sayat.me
- phys.dept@ksu.edu.sa