

تجارب في الفيزياء /2/



هندسة الميكاترونكس

مدرسو القسم العملي: م. علي اسماعيل أ. غادة جبور أ. ديانا قوجه
مدرس القسم النظري : د. ايهم دلا

2021 – 2022 م

الفهرس

الصفحة	اسم التجربة	رقم التجربة
3	قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم Measuring the magnetic field for a straight conductor	1
8	قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقات دائرية ناقلة Measuring the magnetic field for a circular conductor loops	2
12	تحديد المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي Determining the magnetic field longitude component of the earth	3
20	قوانين كيرشوف Kirchhoff's law	4
24	دراسة خصائص المتصل الثنائي (الديود) PN Studying the characteristics of PN junction diode	5
29	تقويم نصف الموجة The Half-wave Rectification	6
32	تقويم الموجة الكامل The Full-wave Rectification	7
36	دراسة شحن و تفريغ المكثفة Studying the charging and discharging of a capacitor	8

قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم

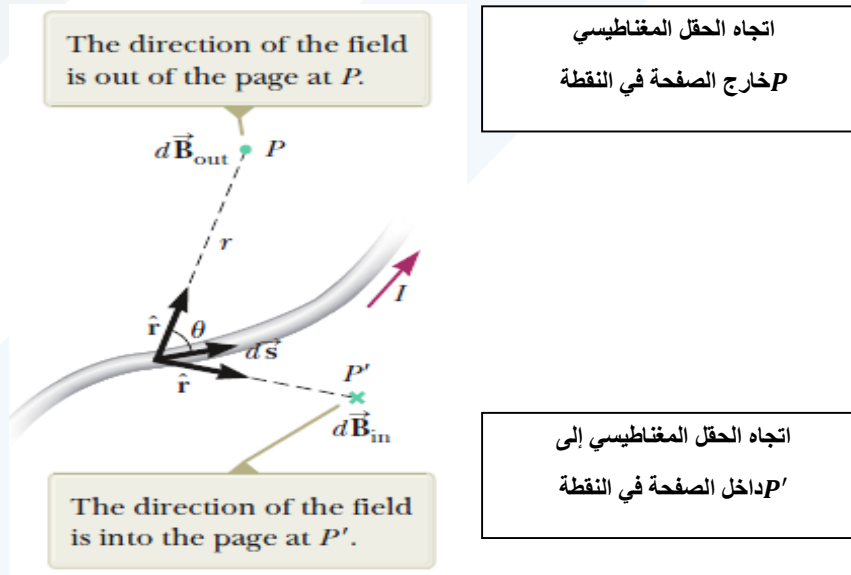
Measuring the magnetic field for a straight conductor

1-أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- Measuring the magnetic field for a straight conductor as a function of the current, then as a function of the distance from the axis of the conductor.	- قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم كتابع لشدة التيار، ثم كتابع للمسافة عن محور الناقل.
--	--

2- مفاهيم أساسية: Principles

الحقل المغناطيسي \vec{B} المتولد في أي نقطة P تبعد عن ناقل مسافة r يمر خلاله تيار كهربائي I كما هو موضح في الشكل (1)، يحسب بالاعتماد على قانون بيو-سافار Bio-Savart.



الشكل (1): الحقل المغناطيسي $d\vec{B}$ في نقطة

بسبب التيار المار عبر الطول العنصري $d\vec{s}$ يُعطى بقانون بيو-سافار

في نقطة $d\vec{B}$ الشكل (1): الحقل المغناطيسي

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Id\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Id\vec{s} \sin\theta}{r^2} \quad (1)$$

حيث المقدار $d\vec{s} \times \hat{r}$ يعبر عن الجداء الخارجي للشعاع العنصري $d\vec{s}$ وشعاع الوحدة \hat{r} :

$$d\vec{s} \times \hat{r} = |d\vec{s}| \cdot |\hat{r}| \sin\theta = ds \cdot 1 \cdot \sin\theta = ds \sin\theta$$

- $d\vec{B}$ شعاع الحقل المغناطيسي عمودي على كل من $d\vec{s}$ (اتجاه التيار) وشعاع الوحدة \hat{r} الموجه من $d\vec{s}$ إلى النقطة P .
 - قيمة $d\vec{B}$ (مقدار) تتناسب عكساً مع r^2 ، حيث r بعد $d\vec{s}$ عن النقطة P .
 - قيمة $d\vec{B}$ تتناسب طردياً مع التيار ومع القيمة العددية ds لطول العنصر التفاضلي $d\vec{s}$.
 - قيمة $d\vec{B}$ تتناسب طردياً مع $\sin\theta$ ، حيث θ الزاوية بين الشعاع $d\vec{s}$ وشعاع الوحدة \hat{r} .
- حيث μ_0 ثابت يُدعى بنفاذية المغناطيسية للفراغ (الخلاء) ويساوي:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[\frac{\text{Tesla.meter}}{\text{Ampère}} \right] = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[\frac{T.m}{A} \right]$$

لحساب الحقل المغناطيسي الكلي يجب مكاملة العلاقة (1) على طول الناقل:

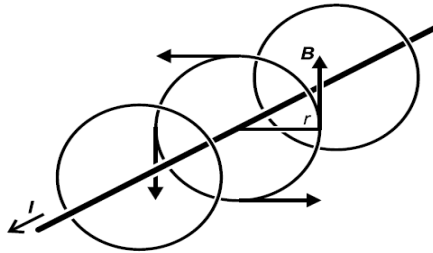
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{Id\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (2)$$

1-2- شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم متجانس وطوله لانهائي:

القيمة العددية للحقل المغناطيسي (أي شدة الحقل المغناطيسي) المتولد في نقطة، تبعد مسافة r عن محور الناقل المستقيم الذي يمر فيه تيار شدته I تُعطى بالعلاقة التالية:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} \quad (3)$$

وتكون خطوط الحقل المغناطيسي متحدة المركز حول محور الأسطوانة، كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم طويل (لانهائي).

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

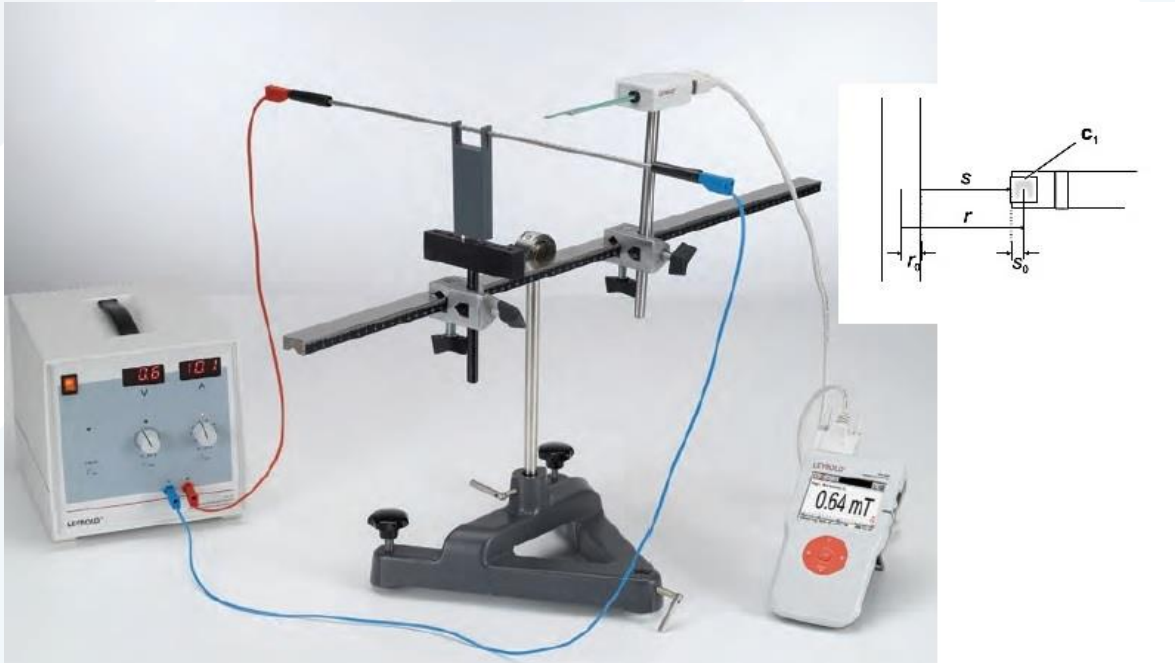
1 Set of 4 current conductors.	1 مجموعة من أربع نواقل.
1 teslameter.	1 مقياس تسلا.
1 axial B-probe.	1 كابل محوري حساس.
1 tangential B-probe.	1 كابل مماسي حساس.
1 multicore cable, 6-pole.	1 أسلاك توصيل متعدد.
1 high current power supply.	1 منبع تغذية ذات تيار مرتفع.
1 small optical bench.	1 مقعد ضوئي صغير.
1 holder for plug-in elements.	1 ممسك (حامل) للعناصر.
2 Leyboldmulticlamps.	2 ملازم ليبولد.
1 stands base, V-shape, 28 cm.	1 قاعدة حمل على شكل حرف V بطول 28 سم.

4- خطوات العمل وتنفيذ التجربة: Setup and carrying out the experiment

أولاً – الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم: Magnetic field of a straight conductor

(a) الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم في النقطة $S = 0$ كتابع لشدة التيار.

(1) صل الدارة كما في الشكل (3).



Experiment setup for measuring the magnetic field at a straight conductor.

الشكل (3): طريقة وصل التجربة من أجل الحقل المغناطيسي المتولد عن سلك ناقل.

- (2) شغل الجهاز المتصل بحساس الحقل المغناطيسي وضعه على وضع قياس الحقل المغناطيسي.
- (3) يتم تفعيل الحساس المماسي للمقياس من خلال menu أو ضغط ok ومن ثم أتباع الخطوات التالية:
- 1- وضع sensor على وضع tangential.
 - 2- وضع rang على الوضع automatic.
 - 3- عند التسجيل recording نختار الوضع RMS.
 - 4- نضع options على وضع 0.
 - 5- نعود بالأسهم.
 - 6- نعاير أو نضع ال correction على القيمة الموجودة بالجدول من أجل $I = 20 \text{ A}$ (في حالات خاصة قد لا نحتاجها).
- (4) أضبط المسافة بين الحساس والسلك $S = 0$ أي الحساس يلامس السلك، كما هو موضح في الشكل (3)، مع الأخذ بعين الاعتبار أن $r = r_0 + S_0 + S$ ، حيث أن $2r_0 = 4 \text{ mm}$ يمثل قطر السلك، $S_0 = 2 \text{ mm}$ تمثل بعد مركز الحساس عن سطح السلك، r تمثل المسافة من منتصف الحساس إلى منتصف السلك.
- (5) غير قيم شدة التيار كما هو موجود بالجدول (1) وسجل قيم شدة الحقل المغناطيسي، ثم أحسب قيم شدة الحقل المغناطيسي نظرياً باستخدام العلاقة (3).

جدول (1): الحقل المغناطيسي المتولد عنناقل مستقيم كتابع لشدة التيار I ، في النقطة $S = 0$.

$I[A]$	$B[mT]$ تجريبياً من المقياس	$B[mT]$ نظرياً
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

- (6) ارسم الخط البياني الذي يعبر عن تغيرات شدة الحقل المغناطيسي $B(mT)$ بتابعة شدة التيار $I(A)$.
- (7) احسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل؟ وبالاتماد على قيمة الميل، استنتج قيمة μ_0 ، أكتب واحدة قياسها.

(b) الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم يمر فيه تيار ثابت، كتابع للمسافة S عن الناقل.

(1) أضبط قيمة التيار $I = 20A$.

(2) أضبط المسافة S بين الحساس والناقل، على القيم المبينة في الجدول (2)، وسجل قيم شدة الحقل المغناطيسي، ثم أحسب قيم شدة الحقل المغناطيسي نظرياً باستخدام العلاقة (3).

الجدول (2): تغيرات شدة الحقل المغناطيسي المتولدة عن ناقل مستقيم يمر فيه تيار ثابت، كتابع للمسافة S .

$s[mm]$	$B[mT]$ تجريبياً	$r = r_0 + s_0 + s$ [mm]	$B[mT]$ نظرياً
0			
2			
4			
6			
8			
10			
15			
20			

(3) ارسم الخط البياني الذي يعبر عن تغيرات شدة الحقل المغناطيسي $B(mT)$ بتابعة المسافة $s(mm)$ ، ماذا تلاحظ؟

(4) استنتج من الجدولين (1) و (2)، تأثير تغير كل من شدة التيار، والمسافة، على شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم، ثم وضح طبيعة العلاقة التي تربط بينها.

(5) ما هي أهداف التجربة.

(6) اكتب العلاقة المستخدمة في قياس شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم مع ذكر دلالة الرموز وواحدة قياس كل منها في الجملة الدولية.

5- خطوات إضافية مقترحة :

التجربة الثانية.

قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقات دائرية ناقلة

Measuring the magnetic field for a circular conductor loops

1-أهداف التجربة: Objects of the Experiment

<ul style="list-style-type: none"> - Measuring the magnetic field for a circular conductor loops as a function of the current. - Measuring the magnetic field of circular conductor loops as a function of the the loop radius and the distance from the loop. 	<ul style="list-style-type: none"> - قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقة دائرية الشكل كتابع لشدة التيار. - قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقات دائرية الشكل كتابع لتغير نصف قطر الحلقة والمسافة عن مركز الحلقة.
--	--

2- مفاهيم أساسية: Principles

تُحسب شدة الحقل المغناطيسي B المتولد عن حلقة ناقلة دائرية الشكل من العلاقة التالية:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot I \cdot \frac{R^2}{(R^2 + X^2)^{3/2}} = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \frac{R^2}{(R^2 + X^2)^{3/2}} \quad (4)$$

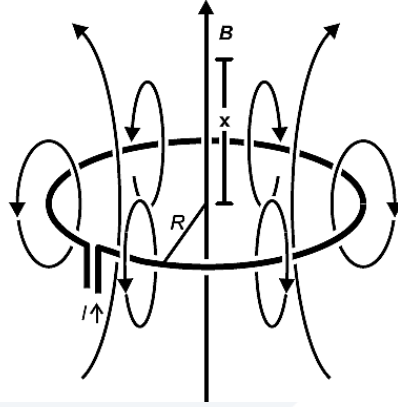
حيث إن:

X : تمثل البعد عن مركز الحلقة (أي النقطة المراد تعيين الحقل المغناطيسي فيها).

R : نصف قطر الحلقة.

لحساب الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الحلقة (أي عندما $X = 0$) تصبح العلاقة السابقة على الشكل التالي:

$$B = \frac{\mu_0}{2R} \cdot I = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} \quad (5)$$

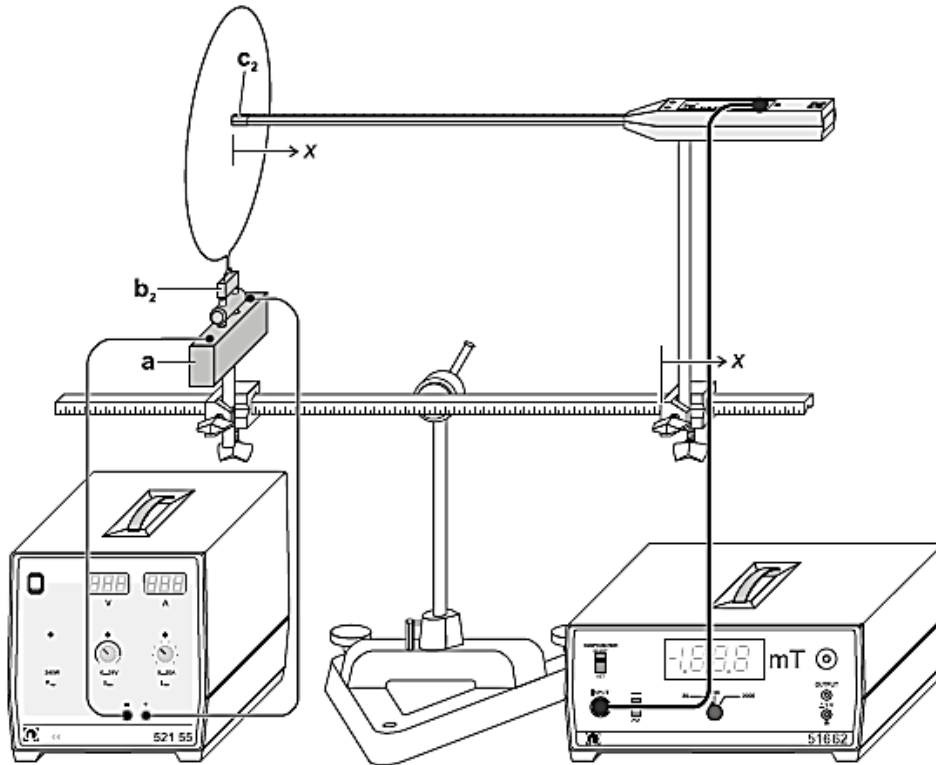


الشكل (4): يبين خطوط الحقل المغناطيسي في ناقل على شكل دائرة نصف قطره R

الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقة ناقلية دائرية الشكل: Magnetic field of at a straight circular conductor loops:

(a) الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الحلقة $X = 0$ كتابع لشدة التيار.

(1) ضع الحلقة التي قطرها $(2R=40 \text{ mm})$ ، في المكان المخصص كما هو موضح في الشكل (5).



Experiment setup for measuring the magnetic field at a circular conductor loops.

الشكل (5): طريقة وصل التجربة من أجل الحقل المغناطيسي المتولد عن سلك على شكل دائرة.

(2) أضبط الحساس المحوري axial لحساس مقياس تسلا في مركز الحلقة $X = 0$.

- (3) شغل الجهاز المتصل بحساس الحقل المغناطيسي وضعه على وضع قياس الحقل المغناطيسي.
- (4) يتم تفعيل الحساس المحوري لمقياس تسلا من خلال menu أو ضغط ok ومن ثم أتباع الخطوات التالية:
- 1- وضع sensor على وضع axial.
 - 2- وضع rang على الوضع automatic.
 - 3- عند التسجيل recording نختار الوضع RMS.
 - 4- نضع options على وضع 0.
 - 5- نعاير أو نضع ال correction على القيمة الموجودة بالجدول من أجل $I = 20 \text{ A}$ (في حالات خاصة قد لا نحتاجها).
- (5) غير في قيم شدة التيار كما هو موجود بالجدول (1). وسجل قيم شدة الحقل المغناطيسي التجريبية من مقياس تسلا، في الجدول.
- (6) أحسب شدة الحقل المغناطيسي B في مركز الحلقة (أي عندما $X = 0$) نظرياً، باستخدام العلاقة (5).
الجدول (1): شدة الحقل المغناطيسي B في مركز الحلقة (أي عندما $X = 0$)، كتابع لشدة التيار I .

$I[A]$	$B[mT]$ تجريباً	$B[mT]$ نظرياً
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

ماذا تستنتج ؟

- (7) أرسم تغيرات الحقل المغناطيسي B المتولد عن الحلقة التي قطرها (40 mm) كتابع لشدة التيار I ، في مركز الحلقة الدائرية.
- (8) احسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل؟ وبالاتماد على قيمة الميل، استنتج قيمة μ_0 ، أكتب واحدة قياسها.

(c) الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقات بأقطار مختلفة يمر فيها تيار ثابت، كتابع للمسافة X عن مركز الحلقة.

(1) ضع الحلقة التي قطرها (2R=80 mm)، في المكان المخصص.

(2) أضبط قيمة التيار $I = 20A$.

(3) أضبط المسافة X بين منتصف الحساس المحوري ومركز الحلقة ، وسجل قيم شدة الحقل المغناطيسي من مقياس تسلا في الجدول (2).
الجدول (2): الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقة يمر فيها تيار ثابت، كتابع للمسافة X عن مركز الحلقة.

$2R = 80 \text{ mm}$		
$X[cm]$	$B[mT]$ تجريبياً	$B[mT]$ نظرياً
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

ماذا تستنتج ؟

(4) كرر الخطوات (2)، (3)، من أجل الحلقة التي قطرها ($2R=120 \text{ mm}$) وسجل النتائج في الجدول (3).
الجدول (3): الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقة يمر فيها تيار ثابت، كتابع للمسافة X عن مركز الحلقة.

$2R = 120 \text{ mm}$		
$X[cm]$	$B[mT]$ تجريبياً	$B[mT]$ نظرياً
0		
1.5		
3		
4.5		
6		
7.5		
9		

أرسم المنحني البياني الذي يعبر عن تغيرات B بتابعة X من أجل الحلقات السابقة على نفس المحاور الاحداثية، ماذا تستنتج؟

خطوات إضافية مقترحة :

التجربة الثالثة.

تحديد المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي

Determining the magnetic field longitude component of the earth

1-أهداف التجربة: Objects of the Experiment

Determining the magnetic field longitude component of the earth B_H using the Tangent Galvanometer.	تعيين المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي B_H باستخدام مقياس غلفانومتر الظل.
---	--

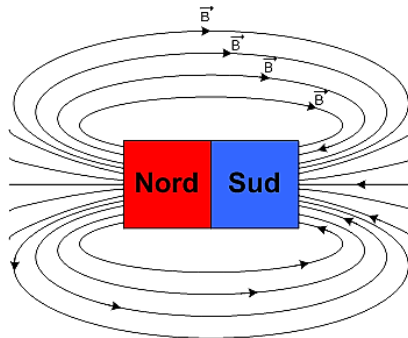
2- مفاهيم أساسية: Principles

تمتلك الكرة الأرضية التي نعيش عليها حقلاً مغناطيسياً، وقد استعمل الإنسان أثره منذ القديم في التوجه وذلك بوساطة البوصلة، انظر الشكل (1). حيث يتجه القطب الشمالي لإبرتها نحو الشمال الجغرافي تقريباً.



شكل (1): بوصلة.

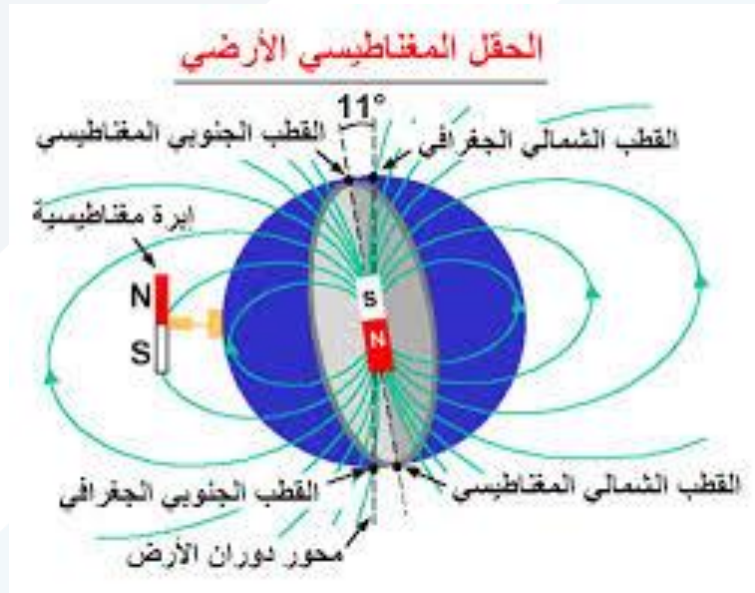
يملك المغناطيس قطبين، شمالي وجنوبي وتخرج خطوط الحقل المغناطيسي للمغناطيس من قطبه الشمالي وتدخل في قطبه الجنوبي، انظر الشكل (2).



شكل (2): خطوط الحقل المغناطيسي \vec{B} لمغناطيس.

South	Sud	≡	جنوب
North	Nord	≡	شمال

تتنافر الأقطاب المغناطيسي المتشابهة بينما تتجاذب الأقطاب المغناطيسي المختلفة. وهكذا يجب أن تمتلك الأرض قطباً مغناطيسياً جنوبياً في شمالها الجغرافي لأنها تجذب القطب الشمالي المغناطيسي للإبرة، وأن تملك قطباً مغناطيسياً شمالياً في جنوبها الجغرافي. من أجل إزالة التشويش في استعمال الشمال المغناطيسي والشمال الجغرافي اصطلح على تسمية القطب الجنوبي المغناطيسي للأرض بالقطب الشمالي ليكون في جهة الشمال الجغرافي لها، وعلى تسمية قطبها الشمالي المغناطيسي بالقطب الجنوبي ليكون في جهة الجنوب الجغرافي لها، وهذا يفسر خروج خطوط حقلها المغناطيسي من القطب الجنوبي ودخولها في القطب الشمالي للأرض، انظر الشكل (3).



شكل (3): اتجاه خطوط الحقل المغناطيسي الأرضي.

ملاحظة:

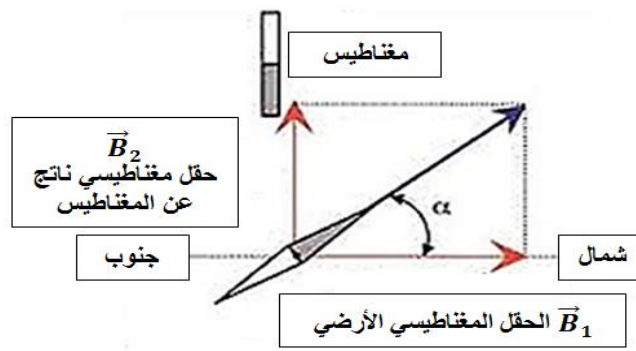
يستخدم المغناطيس الدائم المغنطة كبوصلة. إن المغناطيس الدائم المغنطة سواء كان معلقاً أو قابلاً للدوران بحرية، أو مُركباً فوق إبرة مؤنفة فإن إحدى نهايتيه تشير دائماً إلى الشمال، وهذه النهاية تُدعى القطب الشمالي للمغناطيس، والنهاية الأخرى تُدعى القطب الجنوبي. وبأي طريقة أرحنا فيها المغناطيس الدائم المغنطة أو الإبرة المغناطيسية عن وضع الاستقرار فسوف يعودان دائماً إلى الاستقرار باتجاه شمال جنوب، وأي مغناطيس قابل للحركة بحرية سوف يشير قطبه الشمالي إلى القطب الشمالي الجغرافي للأرض الذي هو في الحقيقة قطب مغناطيسي جنوبي. ويمكن التحقق من ذلك تجريبياً بسهولة.

إذا طبقنا حقل مغناطيسي ناظمي (عمودي) معلوم الشدة B_2 على إبرة مغناطيسية فإنها ستدور بزاوية α ، انظر الشكل (4)، تستقر عندها، ويتعلق وضع التوازن بكل من المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_1 = \vec{B}_H$ والحقل المغناطيسي المطبق \vec{B}_2 ، وتكون محصلة الحقل المطبق هي:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \quad (1)$$

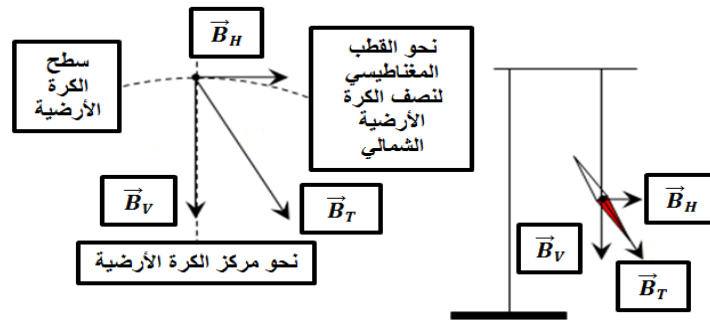
أما العلاقة بين طويلتي الحقلين B_1 و B_2 فهي:

$$B_2 = B_1 \cdot \tan \alpha \quad (2)$$



شكل (4): انحراف إبرة بوصلة بزاوية α تحت تأثير حقل مغناطيسي ناتج عن مغناطيس.

يمكن أيضاً أن نُمثل الحقل المغناطيسي الأرضي الكلي \vec{B}_T وفق الشكل (5).



شكل (5): توضيح الحقل المغناطيسي الأرضي الكلي \vec{B}_T : حيث \vec{B}_H المركبة الأفقية المتجهة نحو القطب المغناطيسي لنصف الكرة الأرضية الشمالي، و \vec{B}_V المركبة الناعمية (العمودية) المتجهة نحو مركز الكرة الأرضية.

يُعتمد عادةً على هذه العلاقة لحساب شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيس الأرضي، وذلك باستخدام جهاز غلفانومتر الظل (Tangent Galvanometer) ويتألف منشوعة شاقولية دائرية قطرها $(2a = 15.10^{-2}m)$ ، وعدد لفاتها قابل للتغيير بحسب وضع المربطين اللذين نأخذهما للمنشوعة وهو $(n = 2, 50, 500)$. يوجد في مركز المنشوعة علبة تحوي قرصاً مُدرجاً حتى 360° ، ويوجد في مركزه إبرة مغناطيسية مُثبت عليها مؤشر. ويرتكز جهاز الغلفانومتر على قاعدة ذات ثلاثة أرجل لولبية، انظر الشكل (6). تولد المنشوعة حقلاً مغناطيسياً معامداً لمستويها شدته تُعطى بالعلاقة الآتية:

$$B_2 = n \cdot \frac{\mu_0 I}{2a} \quad (3)$$

حيث أن:

عدد لفاتها. n

شدة التيار المار فيها. I

نصف قطرها. a

$(Tesla)$ شدة الحقل المغناطيسي تقاس في الجملة الدولية بـ B .

بتعويض المعادلة (3) بالمعادلة (2) نجد أن المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_1 = B_H$ تعطى بالمعادلة التالية:

$$n \cdot \frac{\mu_0 I}{2a} = B_1 \cdot \tan \alpha \rightarrow B_1 = n \cdot \frac{\mu_0 I}{2a \cdot \tan \alpha} \quad (4)$$

ولكن نعلم أن:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

وأن نصف قطر المنشوعة a معطى بـ cm نحول إلى m نعوض في المعادلة (4) نجد:

$$B_1 = B_H = n \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I}{2a \tan \alpha} = \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot I}{a \cdot \tan \alpha} \quad (T) \quad (5)$$

من المعادلة (5) نجد:

$$I = \frac{a \cdot B_H}{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot n} \tan \alpha \quad (6)$$

برسم المنحني البياني $I = f(tg \alpha)$ ، فإننا نحصل على خط مستقيم ميله يساوي:

$$m = \frac{a \cdot B_H}{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot n} \quad (7)$$

ومنه نستطيع حساب المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي.

نعلم أن:

$$1T = 10^4 \text{ Gauss}$$



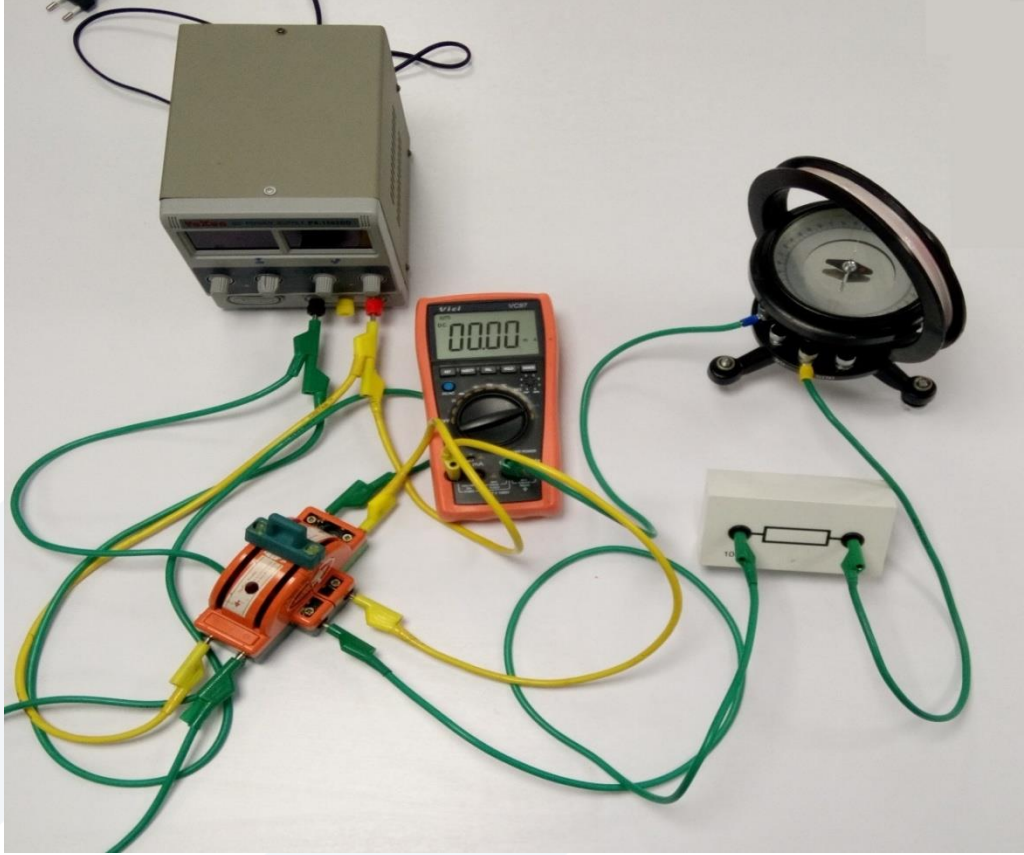
شكل (6): يُبين شكلين لغلغانومتر الظل.

3- الأجهزة والأدوات:

- (1) جهاز غلغانومتر الظل، شكل (6).
 - (2) مولد جهد مستمر، ومقياس آفو متعدد الأغراض لقياس شدة التيار.
 - (3) علبة مقاومات.
 - (4) قاطعة عاكسة.
- أسلاك توصيل.

4- خطوات العمل وتنفيذ التجربة: Setup and carrying out the experiment:

يُبين الشكل (7) الدارة المستخدمة في القياسات التجريبية.



شكل (7): الدارة المستخدمة في القياسات التجريبية.

- (1) دور قاعدة غلفانومتر الظل بحيث تقع الإبرة المغناطيسية في مستوى الحلقة (المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي يقع في مستوى الحلقة).
- (2) دور القرص المدرج بحيث يشير مؤشر الإبرة على التدرج صفر.
- (3) صل الدارة كما هو موضح في الشكل (7).
- (4) أدخل الوشيعة ذات اللفات $n = 50$ في الدارة.
- (5) أغلق القاطعة.
- (6) طبق فرقاً في الكمون قدره عدّة فولتات، إلى أن يمر في الدارة تيار قدره $I = 0.02A$.
- (7) سجل الانحراف الموافق لغلفانومتر الظل α_1 .
- (8) اعكس القاطعة فتنحرف الإبرة بالاتجاه المناظر للسابق، وسجل الانحراف المناظر، α_2 مع مراعاة كون الانحرافات محصورة بين 20° و 60° .
- (9) كرر الطلب (6)، (7)، (8)، السابق من أجل قيم مختلفة لـ I .

(10) احسب قيمة $B_H(Tesla)$ من العلاقة (5) مع العلم أن قطر الملف 15 cm.

جدول (1).

$I(A)$	الانحراف في الاتجاه المباشر	الانحراف في الاتجاه العكسي	$\bar{\alpha}^\circ$	$tg\bar{\alpha}$	$B_H(T)$	$B_H(G)$
	α_1°	α_2°				
0.02						
0.03						
0.04						
0.05						
0.06						
0.07						
0.08						

(11) أحسب الأخطاء المرتكبة في قياس المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي B_H بطريقة المتوسط الحسابي.

(12) أرسم على الورقة الميللمترية المنحني البياني $I = f(tg\alpha)$. ماذا تلاحظ؟

(13) أحسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل، أذكر وحدة قياسه، ثم أستنتج بياناً قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي. ماذا تلاحظ؟

(14) أحسب الأخطاء المرتكبة في قياس المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي بالطريقة اللوغاريتمية.

ملاحظة:

يبين الجدول (2) بعض القيم للحقل المغناطيسي.

جدول (2): بعض القيم للحقل المغناطيسي.

المنبع (أو المصدر)	قيمة الحقل المغناطيسي
الحقل المغناطيسي لدماغ الكائن البشري (مُقاس عند سطح الجمجمة)	$B = 10^{-15} T$
الحقل المغناطيسي الأرضي (مُقاس عند سطح الكرة الأرضية)	$B = 4,7 \cdot 10^{-5} T \cong 0,5 G$
الحقل المغناطيسي لمغناطيس دائم المغنطة (مُقاس على بعد بضعة ميليمترات من سطحه)	$B = [0,1 - 1] T$

تنويه:

$$1[T] = 10^4[G]$$

5- ماذا تستنتج مما سبق؟

التجربة الرابعة.

تطبيق قانونا كيرشوف على الدارات الكهربائية

Kirchhoff's circuit laws

1-أهداف التجربة: Objects of the Experiment

<ul style="list-style-type: none"> - Verifying the first Kirchhoff's law. - Verifying the second Kirchhoff's law. 	<ul style="list-style-type: none"> - التحقق من قانون كيرشوف الأول. - التحقق من قانون كيرشوف الثاني.
---	---

2- مفاهيم أساسية: Principles

قانونا كيرشوف

الشبكة: مجموعة من المقاومات والمولدات والأخذات موصولة ببعضها البعض.
العقدة: ملتقى تيارين كهربائيين أو أكثر.
الفرع: المحل الهندسي لعقدتين متتاليتين.
الحلقة: مجموعة من الأفرع.

قانون العقد (قانون انحفاظ التيار الكهربائي)

ينص هذا القانون على أن المجموع الجبري للتيارات المتلاقية في العقدة من الشبكة يساوي الصفر.

$$\sum I = 0 \quad (1)$$

نصطلح على كون التيارات الداخلة إلى العقدة موجبة، بينما الخارجة منها سالبة.

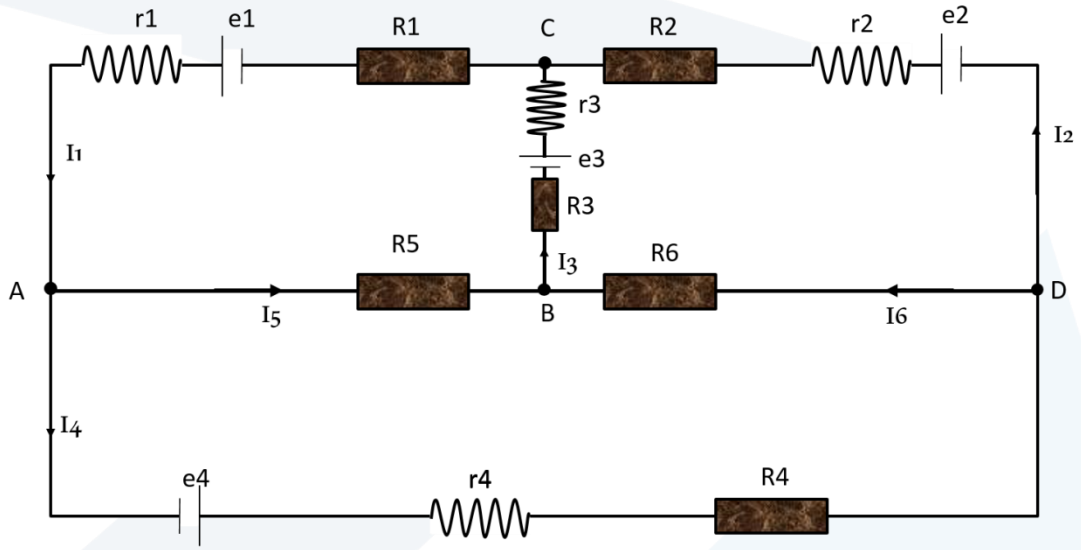
ملاحظة: لا يمكن تخزين التيار الكهربائي، فالتيار الذي يدخل إلى العقدة يساوي التيار الخارج منها.

قانون الحلقات (قانون انحفاظ القوة المحركة الكهربائية)

ينص على أن مجموع القوى المحركة الكهربائية في أي دائرة كهربائية يساوي مجموع المقاومات الداخلية والخارجية في هذه الدائرة مضروبة بشدة التيار.

$$\sum e_x = \sum (R + r) \cdot I_x \quad (2)$$

لتكن لدينا الدارة الآتية، طبق قانونا كيرشوف الأول والثاني على الدارة، علماً أن الجهة الموجبة للتيار اصطلاحاً هي عكس عقارب الساعة.



الشكل (1): دارة لا على التعيين من أجل تطبيق قوانين كيرشوف

ملاحظة: الاتجاه يكون مصطلح، في الدارة السابقة أخذنا الاتجاه عكس عقارب الساعة موجب.

العقد: $\sum I_x = 0$

العقدة A: $I_1 - I_5 - I_4 = 0$

العقدة B: $I_5 + I_6 - I_3 = 0$

العقدة C: $I_3 + I_2 - I_1 = 0$

العقدة D: $I_4 - I_6 - I_2 = 0$

الحلقات: $\sum e_x = \sum (R + r) \cdot I_x$

الحلقة ABe_3e_1A :

$$e_3 + e_1 = R_5 I_5 + (R_3 + r_3) \cdot I_3 + (R_1 + r_1) \cdot I_1$$

الحلقة BDe_2e_3B :

$$e_2 + e_3 = -R_6 I_6 + (R_2 + r_2) \cdot I_2 - (R_3 + r_3) \cdot I_3$$

الحلقة Ae_4DBA :

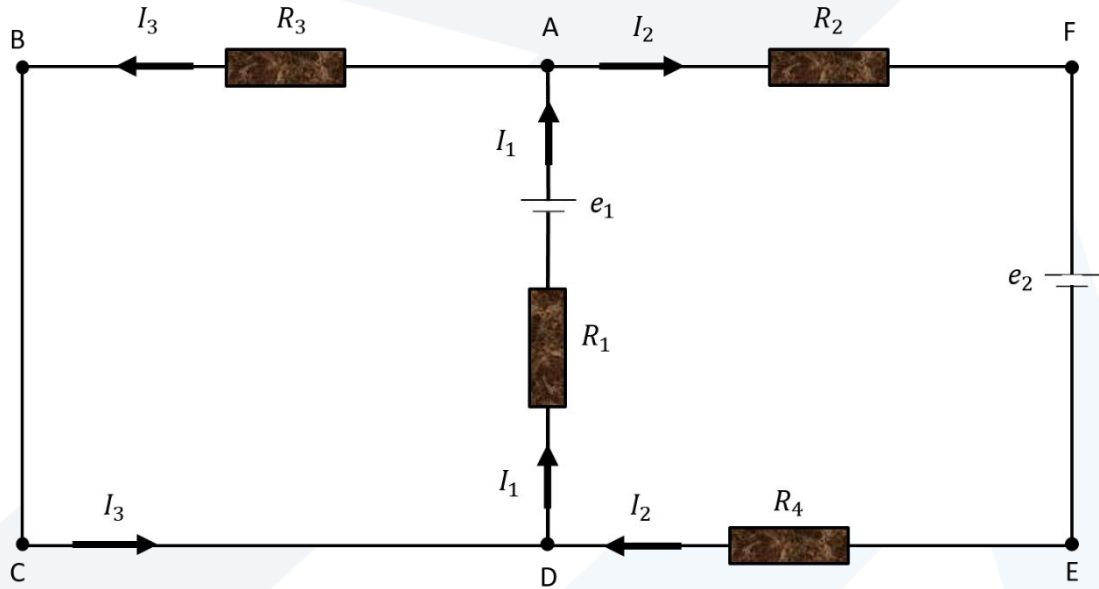
$$e_4 = (R_4 + r_4) \cdot I_4 + R_6 I_6 - R_5 I_5$$

3- الأدوات المستخدمة

منبعي جهد، 4 مقاومات مختلفة، مقياس فولت - أمبير، لوح توصيل وأسلاك.

4- خطوات العمل: Carrying out the experiment

يُبيّن الشكل (2) الدارة المستخدمة في هذه التجربة



الشكل (2): الدارة المستخدمة في تجربة قانونا كيرشوف.

طبق قانون كيرشوف الأول على العقدة A.

طبق قانون كيرشوف الثاني على الحلقة ABCD ومن ثم على الحلقة ADEF. ملاحظة: افرض الجهة الموجبة هي جهة الدوران مع عقارب الساعة.

إذا علمت أن $e_1 = 5V$ و $e_2 = 2V$ وأن $R_1 = 330\Omega$, $R_2 = 460\Omega$, $R_3 = 1k\Omega$, $R_4 = 220\Omega$ احسب I_1 , I_2 و I_3 .

احسب V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} , V_{R_4}

املا الجدول بالنتائج التي حصلت عليها

	V(Volt)	I(mA)
R_1		
R_2		
R_3		
R_4		

طبق قوة محرّكة كهربائية $e_1 = 5V$ و $e_2 = 2V$ وباستخدام مقياس ال Avometer قس التيارات والجهود في الدارة. قارن القيم النظرية مع التجريبية.

أكمل ملء الجدول السابق بالنتائج العملية التي حصلت عليها

	نظرياً		تجريبياً	
	I(mA)	V(Volt)	I(mA)	V(Volt)
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

التجربة الخامسة.

المتصل الثنائي (الديود) PN

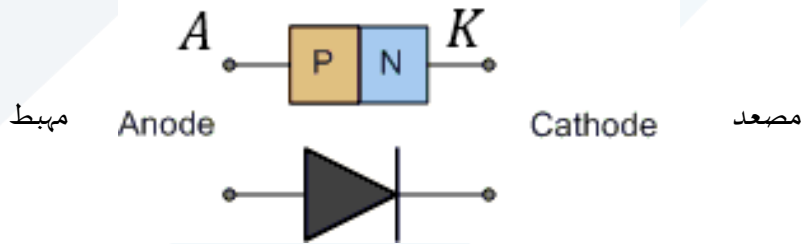
PN junction Diode

– أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- التعرف على بنية المتصل الثنائي وخواصه، وكيفية عمله، ورسم منحنياته المميزة.	-Identify the structure of the diode and its properties, how it works, and draw characteristic curves.
--	--

2- مفاهيم أساسية: Principles

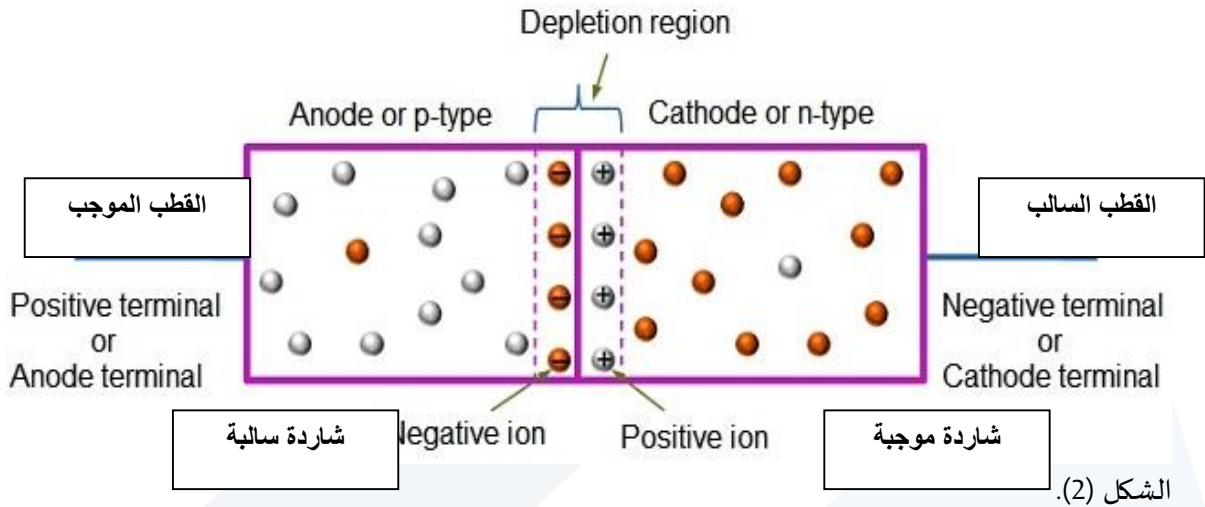
المتصل الثنائي PN أو ما يسمى بالديود Diode، هو عبارة عن التحام قطعتين من نصف ناقل احدهما من النوع P والأخرى من النوع N، كما في الشكل (1).



الشكل (1): يبين متصل ثنائي من نوع PN.

يسمى القطب المتصل بالقطعة P بالمصعد Anode، ويمزله اختصاراً بالحرف A، ويسمى القطب المتصل بالقطعة N بالمهبط Cathode ويرمز له اختصاراً بالحرف K. تنتشر عند تشكيل المتصل الثنائي حاملات الشحنة الأكثرية، بسبب حركتها الحرارية، من كل نوع من نصف الناقل المشوب إلى النوع الآخر. وهكذا فإن حاملات الشحنة الأكثرية ستنتقل من المكان الأكثر تركيزاً إلى المكان الأقل تركيزاً.

وهكذا بسبب اختلاف تركيز حاملات الشحنة الأكثرية في المنطقتين P، N تنتشر حاملات الشحنة الموجبة من المنطقة P إلى المنطقة N وتنتشر بالمقابل حاملات الشحنة السالبة من المنطقة N إلى المنطقة P. ينشأ بسبب انتشار الشحنات في منطقة التماس d شحنتان فراغيتان متعاكستان بالإشارة. تظهر شحنة موجبة في المنطقة N تكونها الثقوب التي جاءت إليها، بينما تظهر شحنة سالبة في المنطقة P تكونها الإلكترونات التي جاءت إليها. تولد الشحنات الفراغية في منطقة التماس فرقاً في الكمون V_0 يدعى حاجز الكمون كما في الشكل (2).



إن ارتفاع حاجز الكمون في المتصل الثنائي المصنوع من الجرمانيوم من مرتبة 0.2 eV ، أما المصنوع من السليكون من مرتبة 0.6 eV.

إن وجود فرق في الكمون في منطقة التماس d دليل على وجود حقل كهربائي \vec{E}_0 فيها جهته من المنطقة N إلى المنطقة P.

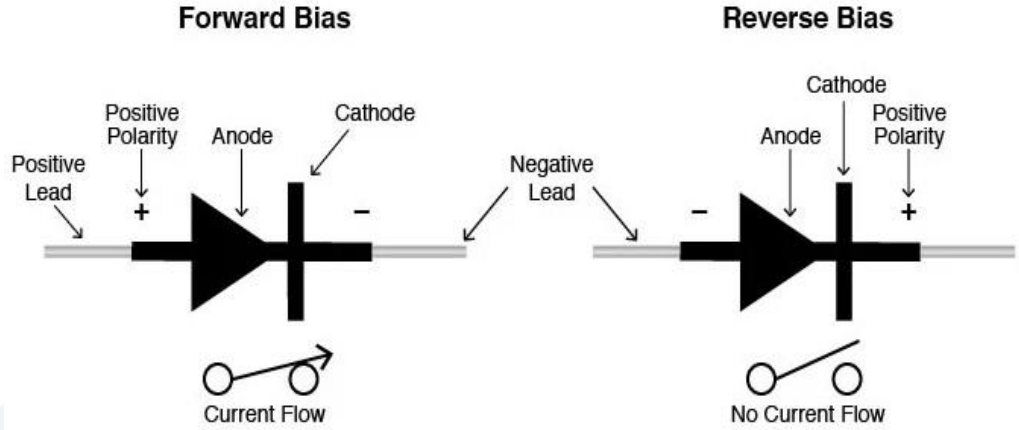
Virtually all aspects of electronic circuit technology rely on semiconductor components. The semiconductor diodes are among the simplest of these. They consist of a semiconductor crystal in which an n-conducting zone is adjacent to a p conducting zone. Capture of the charge carriers, i.e. the electrons in the n-conducting and the "holes" in the p-conducting zones, forms a zone of low-conductivity at the junction called the depletion layer.

The size of this zone is increased when electrons or holes are pulled out of the depletion layer by an external electric field with a certain orientation. The direction of this electric field is called the "reverse direction". Reversing the electric field into what is called "forward direction" drives the respective charge carriers into the depletion layer, allowing current to flow through the diode.

In the experiment, the current-voltage characteristics of a Si diode (silicon diode) and a Ge-diode (germanium diode) are measured and graphed manually point by point. The aim is to compare the current in the reverse direction and the threshold voltage as the most important specifications of the two diodes.

التغذية الأمامية للمتصل الثنائي bias (forward) Diodes in conducting-state.
يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية أمامية عند تطبيق فرق في الكمون مستمر بين طرفيه، بحيث تكون المنطقة P موجبة بالنسبة للمنطقة N.

التغذية العكسية للمتصل الثنائي Diodes in reverse bias.
يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية عكسية إذا كانت المنطقة P سالبة بالنسبة للمنطقة N.



الشكل (3): يوضح التغذية الأمامية (Forward Bias) والتغذية العكسية (Reverse Bias).

معاملات المتصل:

$$RD = \frac{V_D}{I_D} \quad \text{المقاومة الستاتيكية أو المستمرة :}$$

حيث V_D , I_D تيار وجهد المتصل عند نقطة العمل وغالبا تكون في المنطقة الخطية لمنحني (الجهد , تيار) , هذه المقاومة ثابتة لا تتغير مع الزمن.

المقاومة الديناميكية أو المتناوبة:

في حالة التيار المتناوب لا توجد نقطة عمل واحدة وانما ستتحرك نقطة العمل على منحني (الجهد, تيار) لتتغير بشكل لحظي لتشمل مجالا للتيار ΔI_D يقابله مجال للجهد ΔV_D وتعطى بالعلاقة:

$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

جهد العتبة : هو الجهد اللازم في الانحياز الأمامي حتى يفتح الديود ويصبح في حالة تمرير on يختلف هذا الجهد باختلاف المادة نصف الناقل.

التيار الأمامي الأعظمي : هو أعظم تيار يمر بالمتصل الثنائي أماميا دون أن تتجاوز استطاعته قيمة الاستطاعة العظمى المسموحة وبالتالي يتسبب بانهيار المتصل , لأن زيادة I تؤدي إلى زيادة T وبالتالي الانهيار.

4- الأجهزة والأدوات اللازمة: Apparatus

1 Rastered socket panel DIN A 4

1 STE Resistor 100 Ω , 2 W

1 STE Ge-Diode AA 118

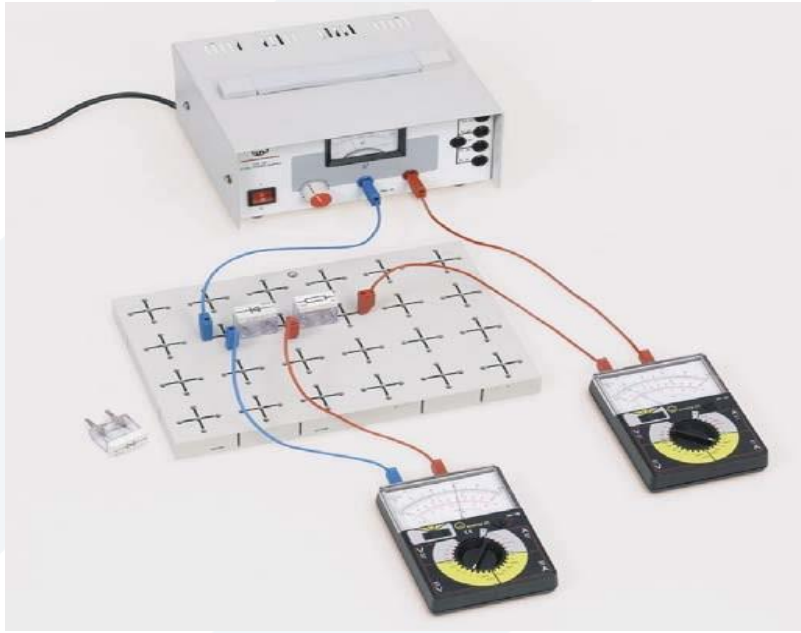
1 STE Si-Diode 1 N 4007

AC/DC Power supply 0...12 V / 3 A

Multimeters LD analog 20

1 Connecting Lead 100 cm Red

2 Pair cables 50 cm, red/blue



الشكل (4): الدارة المستخدمة في القياسات.

5- خطوات العمل: Carrying out the experiment

يُبين الشكل (4) المونتاج المستخدم في القياسات التجريبية في حالة التغذية الأمامية.

طبق فرقا في الكمون مستمراً V_S عبر مقاومة، وسجل قيم V_D و I_D .

رتب نتائجك في جدول مناسب.

VD	0.1	0.2	0.3	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.75
ID										
RD										

ارسم المنحني البياني للتابع $I_D = f(V_D)$ واستنتج جهد العتبة.

ارسم المنحني البياني للتابع $\ln(I_D) = f(V_D)$ واستنتج قيمة الثابت k ، ماذا يسمى هذا الثابت.

احسب المقاومة المستمرة RD عند كل قيمة للجهد.
احسب المقاومة المتناوبة rD بين نقطتين.

التغذية العكسية.

حقق دائرة التغذية العكسية.
طبق فرقاً في الكمون مستمر V_S وسجل قيم I_D و V_D .
سجل نتائجك في جدول مناسب.

V_S										
V_D										
I_D										
R_D										

ارسم المنحني البياني للتابع $I_D = f(V_D)$.
كيف يمكن استخدام الديود في تخفيض الجهد . طبق الطريقة التي تراها مناسبة عملياً و قارن النتائج مع الحسابات النظرية.

دراسة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN

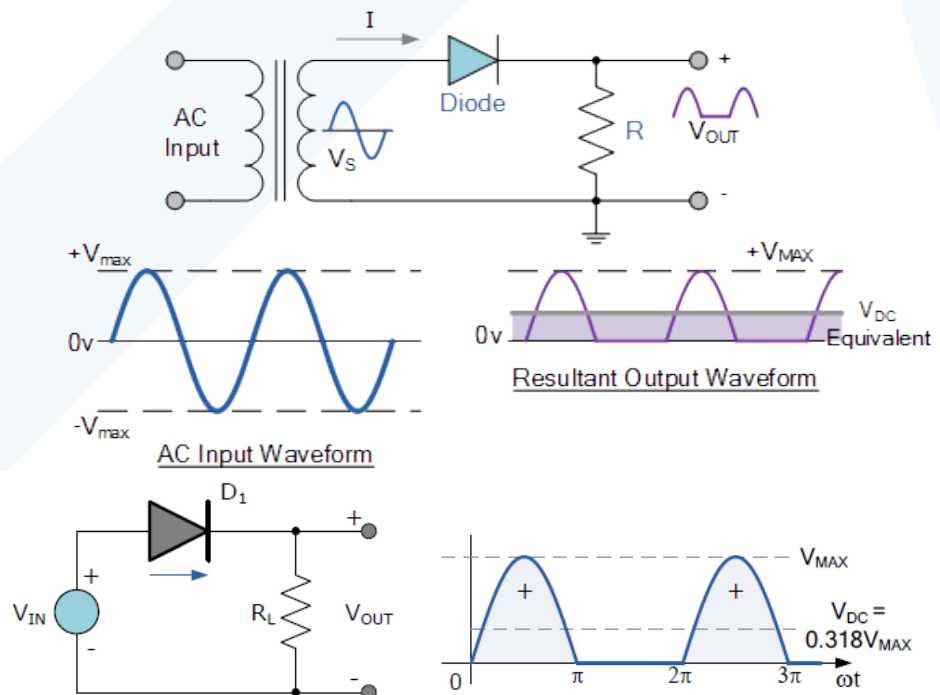
The Diode as a rectifier

1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

To study the characteristics of half wave rectifier with and without filter and calculate the ripple factor.	دراسة خصائص التقويم نصف الموجي مع وبدون مرشح وحساب معامل التموج
--	---

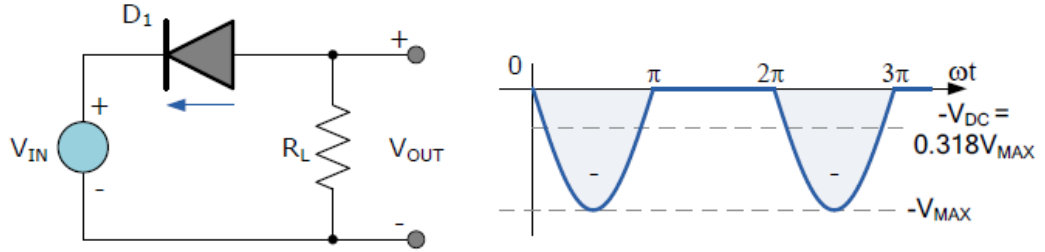
2- مفاهيم أساسية: Principles

تستخدم معظم الأجهزة الإلكترونية الجهد المستمر DC ، في حين أن جهد المدينة هو متناوب AC لذلك نحتاج إلى تقويم الجهد المتناوب إلى جهد مستمر، ونستخدم من أجل هذه العملية المتصل الثنائي PN. تعتمد فكرة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN على كونه يمرر التيار إذا كان مصعده A موجباً بالنسبة لمهبطه K، ولا يمرره في الجهة المعاكسة (تياره صغير جداً). إذا طبقنا جهداً متناوباً جيبيّاً كما في الشكل (1) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة الموجب، أما نصف الموجة السالب لن يمر.



الشكل (1) دائرة تمرير نصف الموجة الموجب.

أما إذا طبقنا جهداً متناوباً جيبياً كما في الشكل (2) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة السالب، أما نصف الموجة الموجب لن يمر.



الشكل (2).

إذا طبقنا فرقاً في الكمون جيبي (متناوب) $v = V_m \sin \omega t$ على مصعد المتصل الثنائي في دائرة الشكل (1) نجد أن فرق الكمون بين طرفي المقاومة $v_R = v$ من أجل $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$ ، و $v_R = 0$ من أجل $\frac{T}{2} \leq t \leq T$ وبالتالي فإن القيمة الوسطية لفرق الكمون V_R خلال دور واحد، أي القيمة المستمرة:

$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin \omega t \, dt = \frac{V_m}{\pi}$$

يحتوي الكمون v_R بالإضافة إلى القيمة المستمرة على سلسلة من الكمونات الجيبية، ونحصل حسب سلسلة فورييه على العلاقة التالية:

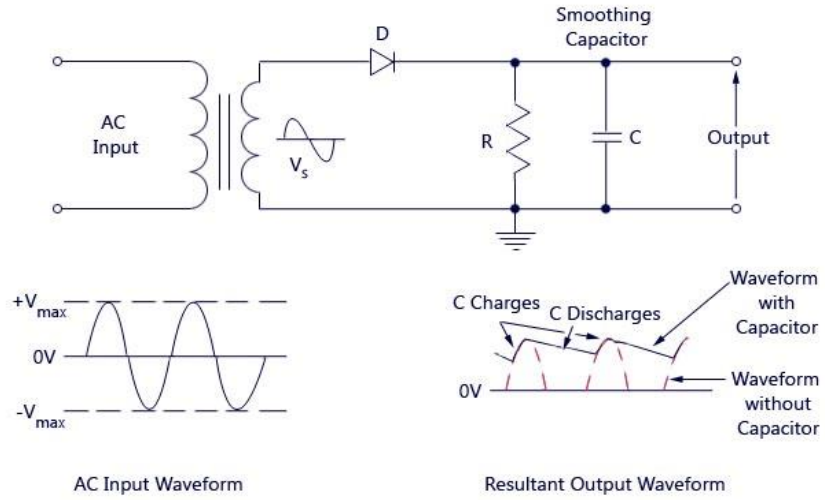
$$v_R = \frac{V_m}{\pi} \left(1 + \frac{\pi}{2} \sin \omega t - \frac{2}{3} \cos \omega t + \dots \right)$$

بإضافة مكثفة سعتها C على التفرع مع المقاومة R في دائرة الشكل (1)، فإن القسم الموجب من فرق الكمون المتناوب الذي يمرر من المتصل الثنائي سي شحن المكثفة إلى أن يصبح كمونها مساوياً للقيمة العظمى V_m ، ثم تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها عبر المقاومة R كما في الشكل (3).

نعرف عامل التموج Ripple Factor بالعلاقة:

$$\gamma = \frac{V_{rrms}}{V_{dc}}$$

حيث V_{rrms} هي القيمة المنتجة (الفعالة) لجهد تموج الخرج.



الشكل (3)

ويتعلق عامل التموج بدور الكمون الجيبي T وبثابتة زمن تفريغ المكثفة $\tau = R \cdot C$. وكلما ازداد فرق الكمون المستمر V_0 الذي نحصل عليه وانخفض Δv وبالتالي انخفض عامل التموج، وبحسب نظرياً في هذه الحالة من العلاقة :

$$\gamma = \frac{T}{2\sqrt{3}RC}$$

يسمى التقويم بهذه الطريقة بالتقويم نصف الموجي، لأننا استخدمنا نصف الموحدة الجيبية فقط. يوجد تقويم يسمى التقويم الموجي الكامل، وهو تقويم أكثر فعالية من التقويم نصف الموجي لأنه يستخدم الموجة بكاملها ولأن عامل التموج γ فيه أقل منه في التقويم نصف الموجي.

الدائرة المستخدمة وطريقة العمل:

أولاً: التقويم نصف الموجي:

صل الدارة كما في الشكل (1).

ارسم شكل جهد المدخل v_{in} ، وقس قيمتها العظمى بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي.

ارسم شكل جهد المخرج v_R ، بعد وضع المفتاح على راسم الاهتزاز المهبطي على الوضع DC، ثم قس قيمة الجهد

المتناوب Δv وقيمة الجهد المستمر V_0 بين طرفي المقاومة.

صل المكثفة $C = 10\mu F$ على التوازي مع المقاومة، وارسم شكل جهد المخرج ثم سجل قيمة الجهد المتناوب

Δv وقيمة الجهد المستمر بين طرفي المقاومة واحسب γ تجريبياً .

أعد الخطوة (4) من أجل المكثفة $C = 100\mu F$.

التجربة الثامنة.

دراسة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN

The Diode as a rectifier

أهداف التجربة: Objects of the Experiment

To study the characteristics of full wave rectifier with and without filter and calculate the ripple factor.	دراسة خصائص التقويم الموجي الكامل مع وبدون مرشح و حساب معامل التموج
--	---

مفاهيم أساسية: Principles

في تقويم نصف الموجة يستفاد من نصف موجة الدخل فقط. وبالتالي فإنه يهدر نصف الطاقة، وقد أمكن تفادي هذه السلبية باستخدام تقويم الموجة الكاملة. هذه الدارة تقوم بتقويم التيار في مقاومة الحمل اثناء النصف الموجب والنصف السالب من موجة الدخل. تستخدم دارة تقويم الموجة الكاملة في أغلب الأجهزة التي تحتوي على لوحات إلكترونية، مثل: دوائر الاتصالات. شواحن الهواتف الخلوية. شواحن البطاريات العادية والأتوماتيكي. أجهزة التلفاز. مصادر القدرة. (Power Supply) الراديو. الكمبيوتر.

توحيد طريقتان للحصول على التقويم الموجي الكامل:

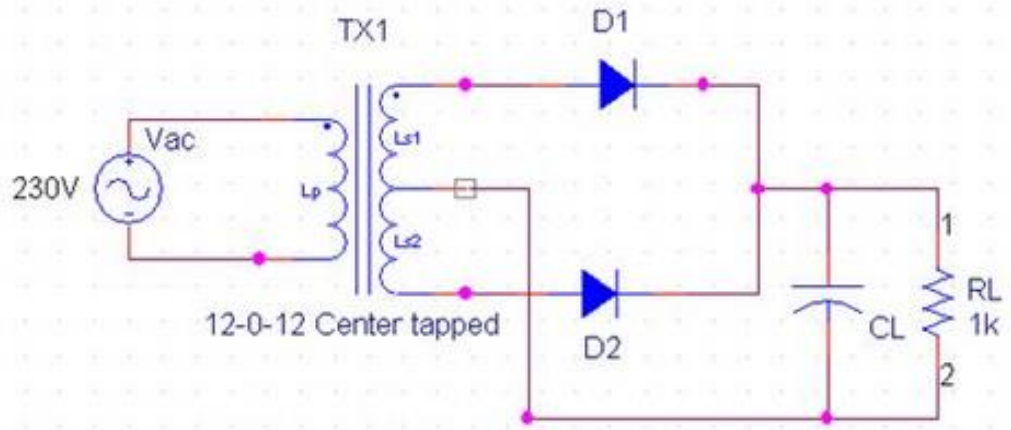
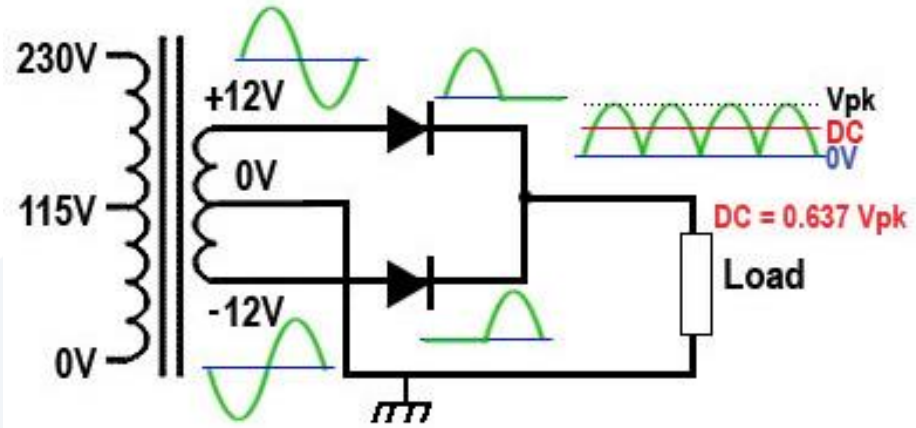
الأولى باستخدام متصلين ثنائيين.

الثانية باستخدام جسر يتألف من أربعة متصلات ثنائية.

التقويم الموجي الكامل باستخدام متصلين ثنائيين:

نستخدم في هذه الطريقة متصلين ثنائيين مع محولة تحتوي على نقطة أرضي في دارتها الثانوية، كما في الشكل (1)، حيث يتناوب المتصلان في تمرير نصفي الموجة خلال دور واحد. وهكذا عندما يكون أحد المتصلين في حالة تغذية أمامية فإن المتصل الثاني يكون في حالة تغذية عكسية، ويتم ذلك خلال النصف الأول من الدور. أما خلال النصف الثاني من الدور فإن الديود الأول يصبح في حالة تغذية عكسية والديود الثاني يصبح في حالة تغذية أمامية. تزداد في هذه الحالة القيمة المستمرة لفرق الكمون بين طرفي المقاومة R وتصبح:

$$V_{dc} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} V_m \sin \omega t \, dt = \frac{2V_m}{\pi}$$



الشكل (1).

ويحسب عامل التموج γ في التقويم الموجي الكامل، مع وجود مكثفة على التفرع مع المقاومة R بالعلاقة التالية:

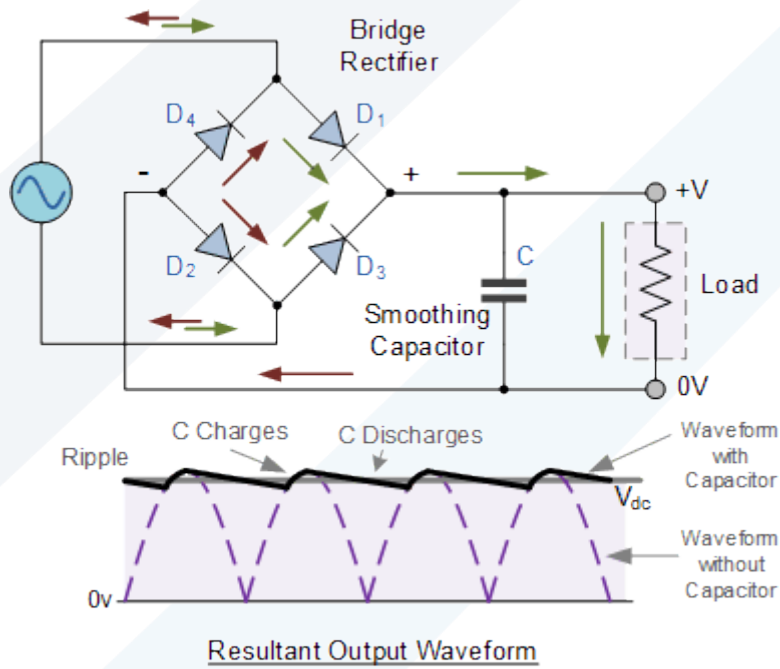
$$\gamma = \frac{T}{4\sqrt{3}RC}$$

حيث أن التواتر في التقويم الموجي الكامل هو ضعف التواتر في التقويم نصف الموجي.

التقويم الموجي الكامل باستخدام أربع متصلات ثنائية:

تتميز هذه الطريقة بأنها تستخدم محولة لا تحتوي على نقطة الأرضي في دارتها الثانوية، ويمكن أن توصل دارتها إلى منبع التغذية مباشرة أو عبر مقاومة لتخفيض الجهد، وأن الجهد العكسي الأعظم المطبق على كل متصل ثنائي هو V_m بدلا من $2V_m$ كما في الحالة الأولى.

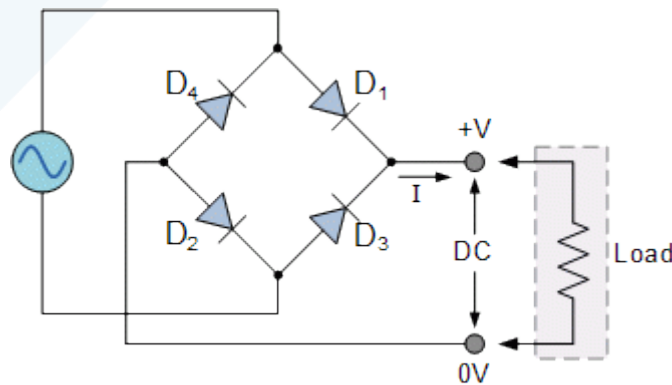
يمرر المتصلان الثنائيان D_1 ، D_2 التيار خلال النصف الأول من الدور حيث يكونان في حالة تغذية أمامية كما يمرر المتصلان الثنائيان D_3 ، D_4 التيار خلال النصف الثاني من الدور.



الشكل (2)

تنفيذ التجربة:

1. صل الدارة كما في الشكل (3).



الشكل (3).

2. قم بتوصيل راسم الاشارة على خرج المحول و ارسم جهد الدخل
3. ارسم شكل جهد المخرج بين طرفي مقاومة الحمل R باستخدام راسم الاهتزاز المهبطي، وقس فرق الكمون المستمر و فرق الكمون المتناوب بين طرفيها و احسب معامل التمدج .
4. ضع مكثفة $C = 10\mu F$ على التفرع مع المقاومة R ارسم الشكل الناتج بين طرفي مقاومة الحمل. وقس فرق الكمون المستمر و فرق الكمون المتناوب بين طرفيها، وأحسب معامل التمدج نظرياً و تجريبياً .
5. أعد الخطوة (4) من أجل المكثفة $C = 100\mu F$.
6. قارن بين تقويم نصف الموجة و تقويم الموجة الكامل .

التجربة الثامنة.

دراسة شحن وتفريغ مكثفة

Studying the charging and discharging of a capacitor

1-أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- Studing the charging and discharging of a capacitor through resistor. - Determing the time constants. - Draw the curve of charging and discharging of a capacitor.	دراسة شحن وتفريغ مكثفة عبر مقاومة. حساب الثابت الزمني للشحن والتفريغ. رسم الخط البياني لشحن وتفريغ المكثفة.
--	---

2- مفاهيم أساسية: Principles

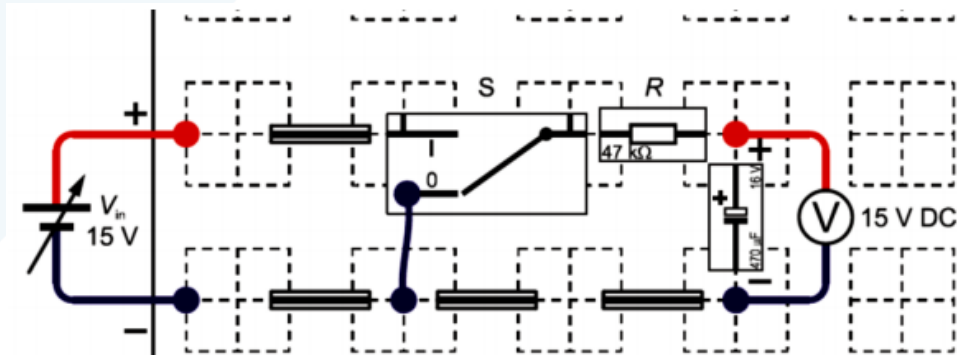
أولاً: شحن مكثفة عبر مقاومة: charging of a capacitor through resistor
 عندما نشحن مكثفة سعتها C عبر مقاومة R ، بواسطة منبع للتيار مستمر فرق الكمون بين طرفيه V ، فإنه بعد فترة من الزمن تابعة للجداء RC المسمى بـ (ثابت الزمن)، تكتسب هذه المكثفة شحنة كهربائية قدرها Q تُحقق العلاقة الآتية:

$$Q = C \cdot V \quad (1)$$

وخلال الشحن يمر تيار كهربائي شدته i تُعطى بالعلاقة الآتية:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2)$$

لنوصل الدارة المعطاة في الشكل (1)، ولنعتبر بدء الزمن لحضلة وضع القاطعة على وضع الشحن، أي الوضع (1)، فيمر تيار شدته i ، وبتطبيق القانون الثاني لكيرشوف (قانون الشبكات /الحلقات/) نحصل على المعادلة التالية:



الشكل (1): الدارة المستخدمة بالتجربة.

$$V = Ri + \frac{q}{c} \quad (3)$$

وتكتب هذه المعادلة على الشكل التالي:

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = V \quad (4)$$

نحصل بذلك على معادلة تفاضلية حلها من الشكل:

$$q = Q[1 - e^{-t/RC}] \quad (5)$$

وهكذا نحصل على شحنة المكثفة q بتابعية الزمن.

أما شدة التيار المار بالدائرة فيُحسب من العلاقة التالية:

$$i = \frac{V}{R} e^{-t/RC} \quad (6)$$

ويُحسب فرق الجهد V_c بين طرفي المكثفة بالعلاقة التالية:

$$V_c = \frac{q}{c} = V[1 - e^{-t/RC}] \quad (7)$$

نُسمي المقدار RC بالثابت الزمن السعوي، ونرمز له بـ τ :

$$\tau = RC \quad (8)$$

وهو عبارة عن الزمن اللازم لنقص الشحنة بمقدار $(1/e)$.

ثانياً: تفريغ مكثفة عبر مقاومة: discharging of a capacitor through resistor

بعد أن يتم شحن المكثفة ننقل القاطعة إلى الوضع 0 فنعزل منبع التغذية عن المكثفة وتقوم

المكثفة بدور المولد فتفرغ شحنتها عبر المقاومة فيمر فيها تيار i ، ونحصل بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على العلاقة التالية:

$$Ri + \frac{q}{c} = 0 \quad (9)$$

ونحصل أيضاً على معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى، ويُعطي حلها شحنة المكثفة بتابعية الزمن:

$$q = Qe^{-t/RC} \quad (10)$$

وفرق الجهد بين طرفي المكثفة يُعطى بالعلاقة:

$$V_c = Ve^{-t/RC} \quad (11)$$

وشدة التيار المار فيها:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} e^{-t/RC} = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (12)$$

3 – الأجهزة والأدوات: Equipment

Circuit Components:	عناصر الدارة:
1- Plug-in board	1- لوحة لوضع العناصر
2- STE resistor, $47\ k\Omega$	2- مقاومة 47 أوم
3- STE capacitor, $470\ \mu F$	3- مكثفة 470 ميكرو فاراد
4- STE changeover switch, single-pole	4- مفتاح قطع وصل
Power supply:	وحدة تغذية:
AC/DC stabilizer	متناوب/مستمر مستقرة
Connectors:	أسلاك التوصيل:
3 Pairs of connecting leads, red/blue, 50 cm	3 أزواج من الأسلاك بطول 50 سم، أحمر/أزرق
1 Set of 10 bridging plugs	مجموعة من 10 جسور للتوصيل
Miscellaneous:	ميكاتية:
1 Student's stop-watch	ساعة ميكاتية للطالب
Measurement Instruments:	أجهزة القياس:
1 Voltmeter, 15 V DC	جهاز لقياس الجهد، 15 فولت مستمر

خطوات تنفيذ التجربة وآلية كتابة النتائج

شحن مكثفة: charging of a capacitor

صل الدارة كما في الشكل (1)، بدايةً قبل تطبيق فرق في الجهد من منبع التغذية ضع القاطعة على الوضع (0). طبق من منبع التغذية فرقاً في الجهد قيمته $V_{SUPPLY} = 10V$. أغلق القاطعة على الوضع (1) أي وضع شحن المكثفة. شغل الميكاتية وخذ قيم الجهد بين طرفي المكثفة $V_C(V)$ كل $3s$ وسجلها بالجدول التالي:

$t(s)$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$V_C(V)$	0												

ارسم على الورقة الميلمترية المنحني البياني $V_C = f(t)$.

استنتج من المنحني البياني قيمة ثابت الزمن السعوي τ ، مع ذكر واحدة قياسه.

أحسب قيمة ثابت الزمن السعوي نظرياً، باستخدام العلاقة $\tau = R \cdot C$ ، مع العلم أن $R = 1M\Omega$ ، وأن $C = 10\mu F$. ثم قارن بين قيمتي τ العملية من المنحني البياني، والنظرية. ماذا تلاحظ؟

وضح كيفية استنتاج واحدة ثابت الزمن السعوي في الجملة الدولية، انطلاقاً من العلاقة $\tau = R \cdot C$.

$$Q = C \cdot V \rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{I \cdot t}{I \cdot R} = \frac{t}{R}$$

تفريغ مكثفة: discharging of a capacitor

أغلق القاطعة على الوضع (0) أي وضع تفريغ المكثفة.

شغل الميقاتية وسجل قيم فرق الجهد بين طرفي المكثفة $V_C (V)$ كل $3s$ بالجدول التالي:

$t(s)$	0	3	6	9	12										
$V_C (V)$	10														
$\ln V_C$															

ارسم المنحني البياني $\ln V_C = f(t)$.

أوجد ميل الخط البياني، ثم وبالاغتماد على العلاقة $V_C = V e^{-t/RC}$ بين ماذا يمثل هذا الميل؟

استفد من قيمة الميل، واستنتج قيمة ثابت الزمن السعوي τ .

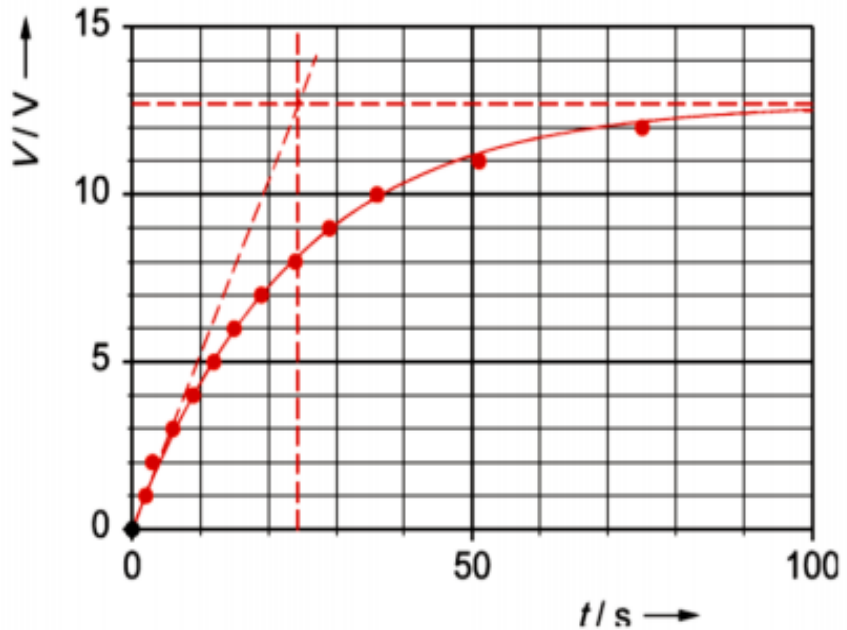
ملاحظات عامة :

أثناء عملية شحن المكثفة، وعند رسم المنحني البياني $V_C = f(t)$ ، نحصل على منحني بياني كما هو موضح في الشكل (2).

ولاستنتاج قيمة τ نرسم المماس المار من مبدأ الإحداثيات أي من أجل

$t = 0s$ ، ونرسم المستقيم المماس والموازي لمحور الزمن، فمسقط نقطة تقاطع المماسين على محور الزمن

يسمح لنا باستنتاج قيمة τ بيانياً، وذلك كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): رسم المنحني البياني $V = f(t)$ وطريقة حساب τ .