

عملية فيزياء 2



ديانا قوجه

غادة جبور

م. علي اسماعيل إعداد:

2024-2025

## الفهرس

اسم التجربة	رقم التجربة
قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم Measuring the magnetic field for a straight conductor	1
قياس الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقات دائيرية ناقلة Measuring the magnetic field for a circular conductor loops	2
تحديد المركبة الأفقيّة للحقل المغناطيسي الأرضي Determining the magnetic field longitude component of the earth	3
تطبيق قانون كيرشوف على الدارات الكهربائية Kirchhoff's circuit laws	4
دراسة شحن وتفريغ المكثفة Studying the charging and discharging of a capacitor	5
دراسة خصائص المتصل الثنائي (الديود) Studying the characteristics of PN junction diode	6
التقويم نصف الموجي Half-wave Rectification	7
التقويم الموجي الكامل Full-wave Rectification	8
تجربة راسم الأشعة المبصري Oscilloscope experiment	9

## التجربة الأولى:

### قياس الحقل المغناطيسي المترولد عن ناصل مستقيم

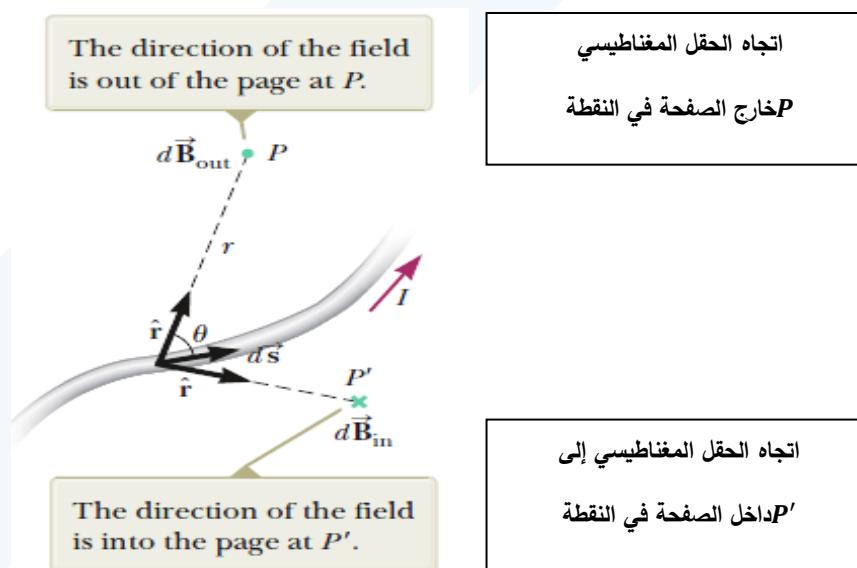
#### Measuring the magnetic field for a straight conductor

#### 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- |   |  |
|---|--|
| <p>- 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.</p> | <p>- قياس الحقل المغناطيسي المترولد عن ناصل مستقيم كتابع لشدة التيار، ثم كتابع للمسافة عن محور الناصل.</p> |
|---|--|

#### 2- مفاهيم أساسية: Principles

الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  المترولد في أي نقطة  $P$  تبعد عن ناصل 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  $d\vec{S}$

بسبب التيار المار عبر الطول العنصري  $d\vec{S}$  يعطى 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  $\hat{r} \times d\vec{s}$  يعبر عن الجداء الخارجي للشعاع العنصري  $d\vec{s}$  وشعاع الواحدة  $\hat{r}$ :

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

- شعاع الحقل المغناطيسي عمودي على كل من  $d\vec{s}$  (اتجاه التيار) وشعاع الواحدة  $\hat{r}$  الموجه من  $d\vec{s}$  إلى  $P$  النقطة.
  - قيمة (مقدار)  $d\vec{B}$  تتناسب عكساً مع  $r^2$ , حيث  $r$  بعد  $d\vec{s}$  عن النقطة  $P$ .
  - قيمة  $d\vec{B}$  تتناسب طرداً مع التيار ومع القيمة العددية  $ds$  لطول العنصر التفاضلي  $d\vec{s}$ .
  - قيمة  $d\vec{B}$  تتناسب طرداً مع  $\sin\theta$ , حيث  $\theta$  الزاوية بين الشعاع  $d\vec{s}$  وشعاع الواحدة  $\hat{r}$ .
- حيث  $\mu_0$  ثابت يدعى بنفاذية المغناطيسية للفراغ (الخلاء) ويساوي:

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

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

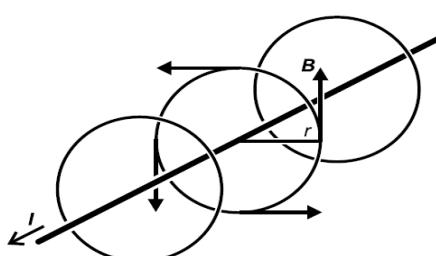
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{Id\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (2)$$

1- شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن ناقل مستقيم متباين 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 متعددة المركز حول محور الأسطوانة، كما هو موضح في الشكل (2).



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

### 3- الأجهزة والأدوات: Equipment:

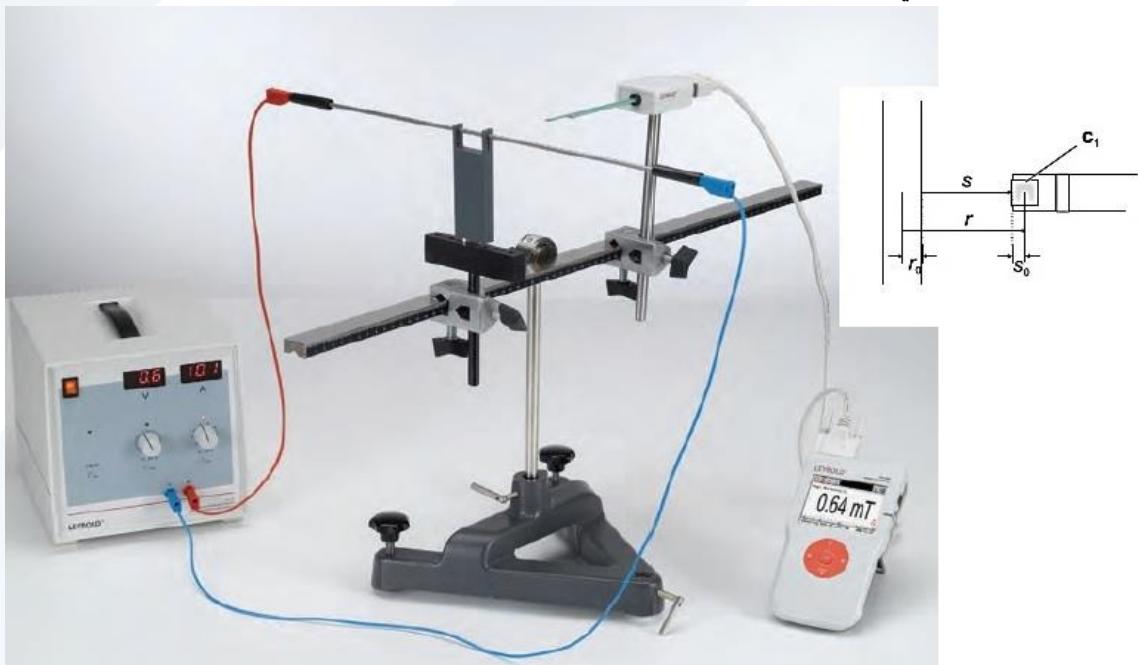
1 Set of 4 current conductors.	1 مجموعة من أربع نوافل.
1 teslameter.	1 مقياس تسلا.
1 axial B-probe.	1 كابل محوري حساس.
1 tangential B-probe.	1 كابل مماسي حساس.
1 multicore cable, 6-pole.	1 أسلاك متعدد متصل.
1 high current power supply.	1 منبع نغذية ذات تيار مرتفع.
1 small optical bench.	1 مقعد ضوئي صغير.
1 holder for plug-in elements.	1 ممسك (حامل) للعناصر.
2 Leybold multiclamps.	2 ملائم ليبلود.
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:

أولاًً- الحقل المغناطيسي المتولد عن ناصل مستقيم: Magnetic field of a straight conductor

(a) الحقل المغناطيسي المتولد عن ناصل مستقيم في النقطة  $0 = s$  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 الحصول على الحقل المغناطيسي المتولد عن سلك ناصل.

- (2) شغل الجهاز المتصل بحساس الحقل المغناطيسي وضعه على وضع قياس الحقل المغناطيسي.
- (3) يتم تفعيل الحساس المماسى 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 الـ correction على القيمة الموجودة بالجدول من أجل  $I = 20 A$  (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  $s + s_0 + r = r_0 + s_0 = 2r_0 = 4mm$  يمثل قطر السلك،  $s_0 = 2mm$  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 عن تبادل 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 ( $B[mT]$ ) بتابعية شدة التيار ( $I[A]$ ).
- (7) احسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل؟ وبالاعتماد على قيمة الميل، استنتج قيمة  $\mu_0$ ، أكتب واحدة قياسها.

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

$$(1) \text{ أضبط قيمة التيار } I = 20A$$

(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  $s$ .

$s [mm]$	$B [mT]$ تجريباً	$r = r_0 + s_0 + s$ [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) بتابعية 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.

## التجربة الثانية.

### قياس الحقل المغناطيسي المترولد عن حلقات دائيرية ناقلة

#### Measuring the magnetic field for a circular conductor loops

#### 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- 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 loop radius and the distance from the loop.

- قياس الحقل المغناطيسي المترولد عن حلقة دائيرية الشكل  
كتابع لشدة التيار.
- قياس الحقل المغناطيسي المترولد عن حلقات دائيرية الشكل  
كتابع لتغير نصف قطر الحلقة والمسافة عن مركز الحلقة.

#### 2- مفاهيم أساسية: Principles

نُحسب شدة الحقل المغناطيسي  $B$  المترولد عن حلقة ناقلة دائيرية 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:

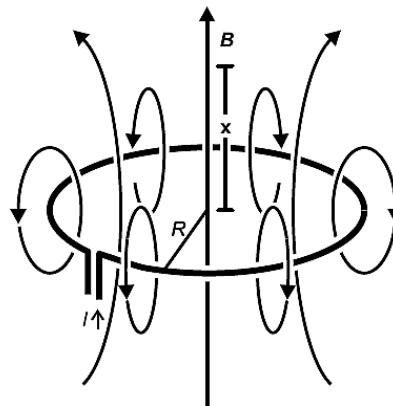
$X$ : تمثل البعد عن مركز الحلقة (أي النقطة المراد تعين الحقل المغناطيسي فيها).

$R$ : نصف قطر الحلقة.

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

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

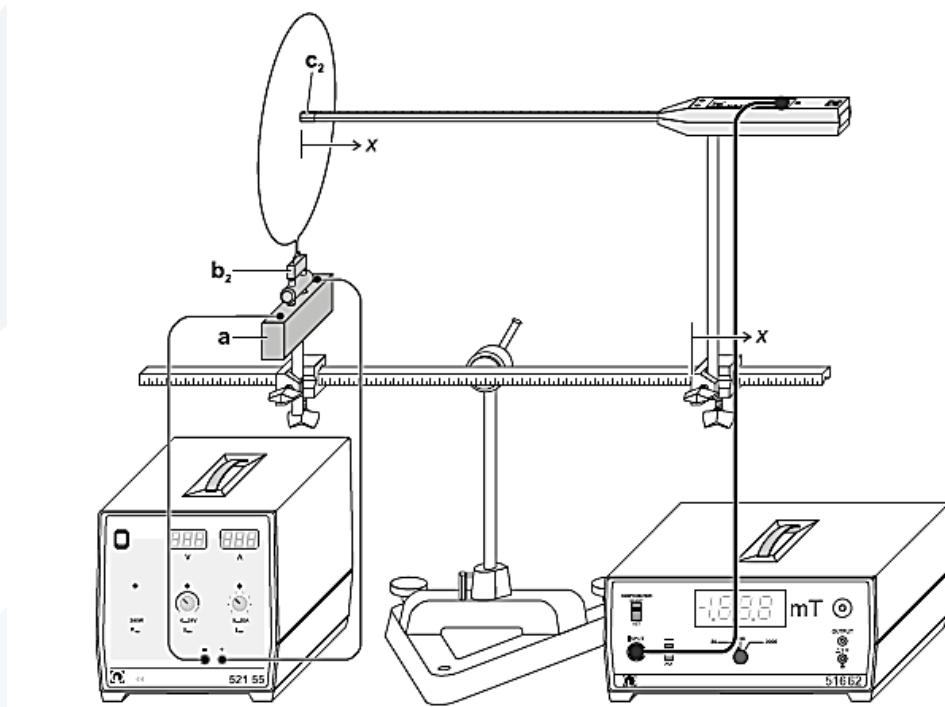
**الحقل المغناطيسي المترولد عن حلقة ناقلة دائيرية الشكل:** Magnetic field of at a straight circular conductor loops



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

a) الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الحلقة  $\mathbf{B} = \mu_0 I$  كتابع لشدة التيار.

(1) وضع 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 الحصول على الحقل المغناطيسي المتولد عن سلك على شكل دائرة.

(2) أضبط الحساس المحوري axial لحساس مقياس تسلا في مركز الحلقة  $\mathbf{B} = \mu_0 I$

(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 `correction` على القيمة الموجودة بالجدول من أجل  $A = 20$  (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  $X = 0$ ) ظريرًا، باستخدام العلاقة (5).  
الجدول (1): شدة الحقل المغناطيسي  $B$  في مركز الحلقة (أي عندما  $X = 0$ )، كتابع لشدة التيار  $I$ .

$I[A]$	$B[mT]$ تجريبًا	$B[mT]$ نظريًا
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) (40) كتابع لشدة التيار  $I$ ، في مركز الحلقة الدائرية.

- (8) أحسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل؟ وبالاعتماد على قيمة الميل، استنتاج قيمة  $\mu_0$ ، أكتب واحدة قياسها.

٢) 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.

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

ماذا تستنتج؟

- (4) كرر الخطوات (2)، (3)، من أجل الحلقة التي قطراها  $2R=120 \text{ mm}$  و سجل النتائج في الجدول (3) الجدول (3): الحقل المغناطيسي المتولد عن حلقة يمر فيها تيار ثابت،تابع للمسافة  $x$  عن مركز الحلقة.

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

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

### 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  
باستخدام مقياس غلفانومتر الظل.

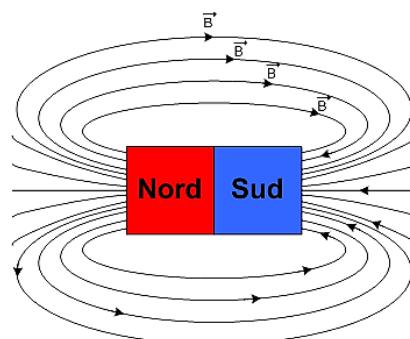
#### 2- مفاهيم أساسية: Principles

تمتلك الكرة الأرضية التي نعيش عليها حقلًّا مغناطيسيًّا، وقد استعمل الإنسان أثره منذ القديم في التوجّه وذلك بوساطة البوصلة، انظر الشكل (1). حيث يتجه القطب الشمالي لإبرتها نحو الشمال الجغرافي تقريرًا.



شكل (1): بوصلة.

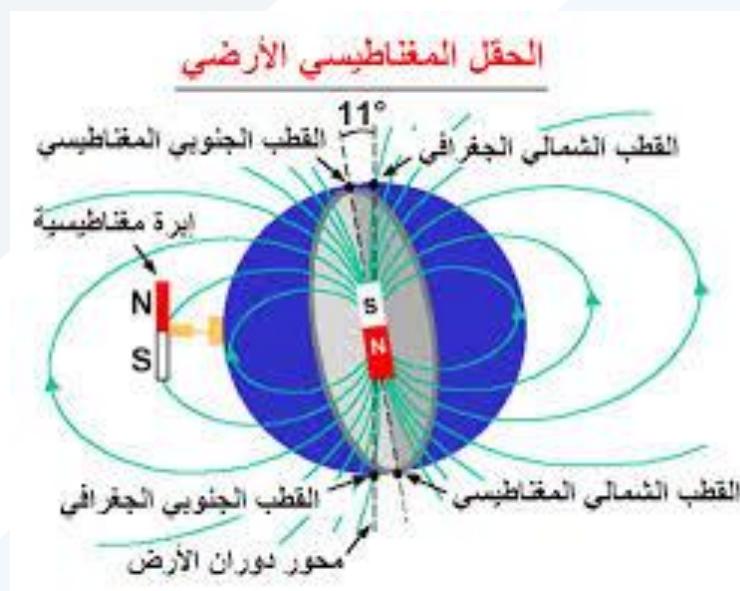
يملك المغناطيس قطبين، شمالي وجنوبي وتخرج خطوط الحقل المغناطيسي للمغناطيس من قطبه الشمالي وتدخل في قطبه الجنوبي، انظر الشكل (2).



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

South	Sud	≡	جنوب
North	Nord	≡	شمال

تناقض الأقطاب المغناطيسي المتشابه بينما تتجاوز الأقطاب المغناطيسي المختلفة. وهذا 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 التشویش في استعمال الشمال المغناطيسي والشمال الجغرافي اصطلاح على تسمية القطب الجنوبي المغناطيسي للأرض بالقطب الشمالي ليكون في جهة الشمال الجغرافي لها، وعلى تسمية قطباً 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:

يُستخدم المغناطيس الدائم المغнетة كبوصلة. إن المغناطيس الدائم المغнетة سواء كان معلقاً أو قابلاً للدوران بحرية، أو مركباً فوق إبرة مؤنفة فإن إحدى نهايتيه تشير دائماً إلى الشمال، وهذه النهاية تُدعى القطب الشمالي للمغناطيس، والهياية الأخرى تُدعى القطب الجنوبي. وبأي طريقة أزحنا فيها المغناطيس الدائم المغнетة 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 جنوبى. ويمكن التتحقق من ذلك تجريبياً بسهولة.

إذا طبقنا حقل مغناطيسي ناظمي (عمودي) معلوم الشدة  $B_2$  على إبرة مغناطيسية فإنها ستدور بزاوية  $\alpha$ ، انظر الشكل

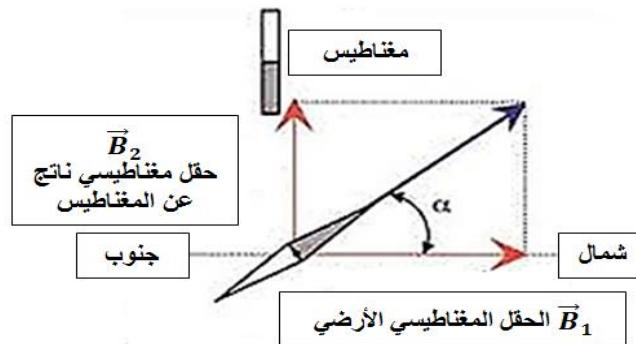
(4)، تستقر عندها، ويتعلق وضع التوازن بكل من المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي  $B_H = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$  والحقل

المغناطيسي المطبق  $\vec{B}_2$ ، وتكون محصلة الحقل المطبق هي:

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

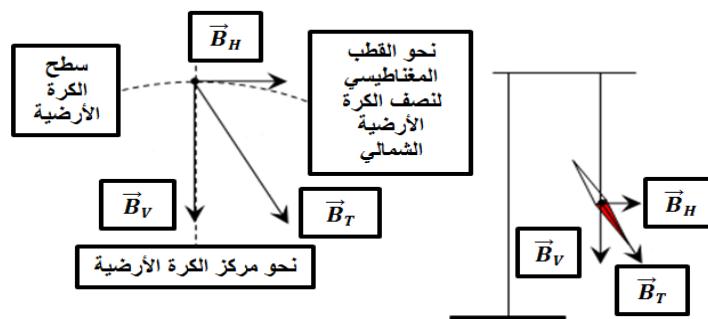
أما العلاقة بين طولتي الحقلين  $B_1$  و  $B_2$  فهي:

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



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

يمكن أيضاً أن نمثل 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 الناظمية (العمودية) المتجهة نحو مركز الكرة الأرضية.

يعتمد عادةً على هذه العلاقة لحساب شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي، وذلك باستخدام جهاز غلفانومتر الظل (Tangent Galvanometer) ويتألف منوشيعة شاقولية دائيرية قطرها ( $2a = 15.10^{-2}m$ )، وعدد لفاتها ( $n = 2, 50, 500$ ) يوجد في مركز الوشيعة علبة تحوي قرصاً مُدرباً حتى  $360^\circ$ ، ويوجد في مركزه إبرة مغناطيسية مثبت عليها مؤشر. ويرتكز جهاز الغلفانومتر على قاعدة ذات ثلاثة أرجل لولبية، انظر الشكل (6). تولد الوشيعة حقلأً مغناطيسيأً معادلاً 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  $a$ .

شدة الحقل المغناطيسي  $B$  (Tesla).

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

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

ولكن نعلم أن:

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

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

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

من المعادلة (5) نجد:

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

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:

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



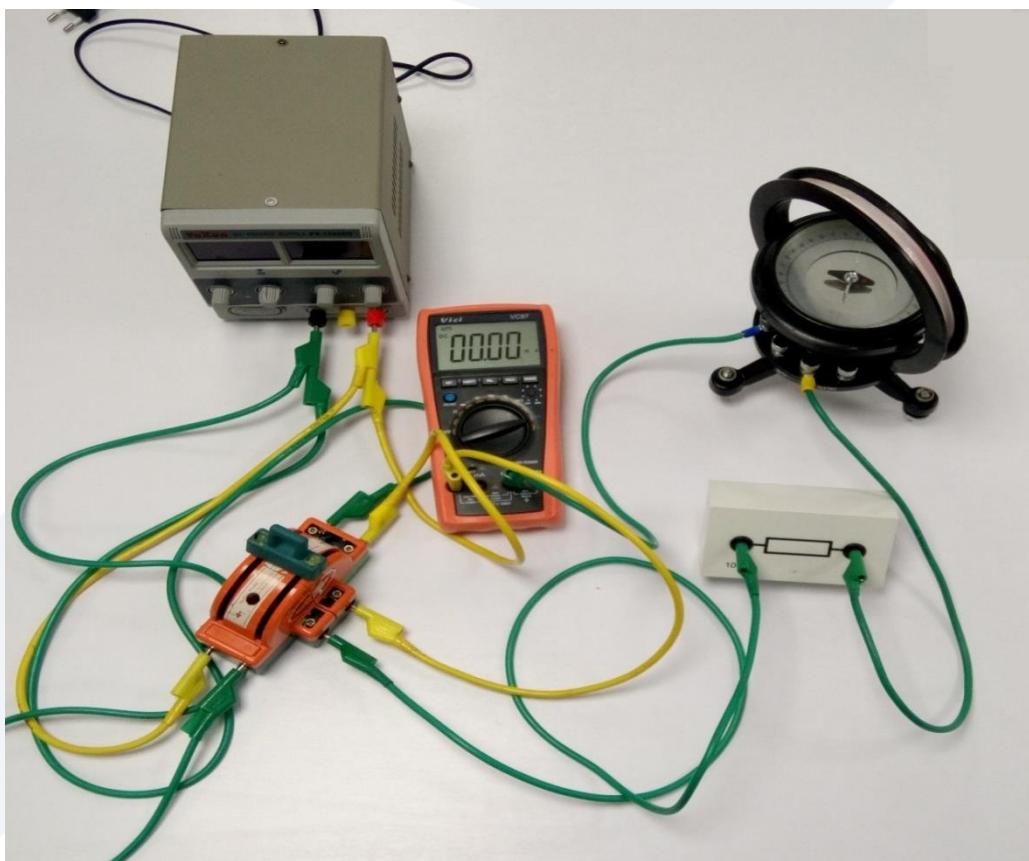
شكل (6): يُبين شكلين لغلفانومتر الظل.

### 3- الأجهزة والأدوات:

- (1) جهاز غلفانومتر الظل، شكل (6).
  - (2) مولد جهد مستمر، ومقاييس 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*

يُبيّن 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  $50 = n$  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  $\alpha_1$ .
- (8) اعكس القاطعة فتنحرف الإبرة بالاتجاه المعاكس للسابق، وسجل الانحراف المعاكس  $\alpha_2$  مع مراعاة كون الانحرافات محسوبة بين  $20^\circ$  و  $60^\circ$ .
- (9) كرر الطلب (6)، (7)، (8)، السابق من أجل قيم مختلفة  $I$ .

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

جدول (1).

$I(A)$	الانحراف في الأتجاه المباشر	الانحراف في الأتجاه العكسي	$\bar{\alpha}^\circ$	$tg \bar{\alpha}$	$B_H(T)$	$B_H(G)$
	$\alpha_1^\circ$	$\alpha_2^\circ$				
0.02						
0.03						
0.04						
0.05						
0.06						
0.07						
0.08						

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

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

(13) أحسب ميل الخط البياني، ماذا يمثل الميل، ذكر واحدة قياسه، ثم أستنتج بيانياً قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي. ماذا تلاحظ؟

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

ملاحظة:

ببّين الجدول (2) بعض القيم للحقل المغناطيسي.

جدول (2): بعض القيم للحقل المغناطيسي.

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

تنوية:

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

5- ماذا تستنتج مما سبق؟

## التجربة الرابعة:

### تطبيق قانون كيرشوف على الدارات الكهربائية

### Kirchhoff's circuit laws

#### 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| - Verifying the first Kirchhoff's law.  | - التحقق من قانون كيرشوف الأول.   |
| - Verifying the second Kirchhoff's law. | - التتحقق من قانون كيرشوف الثاني. |










#### 2- مفاهيم أساسية: Principles

الشبكة: مجموعة من المقاومات والمولدات والآخذات موصولة بعضها البعض.

العقدة: ملتقى تيارين كهربائيين أو أكثر.

الفرع: المحل الهندسي لعقدتين متتاليتين.

الحلقة: مجموعة من الأفرع.

قانون العقد (قانون انحصار التيار الكهربائي)

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

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

نصطلاح على كون التيارات الدالة إلى العقدة موجبة، بينما الخارج منها سالبة.

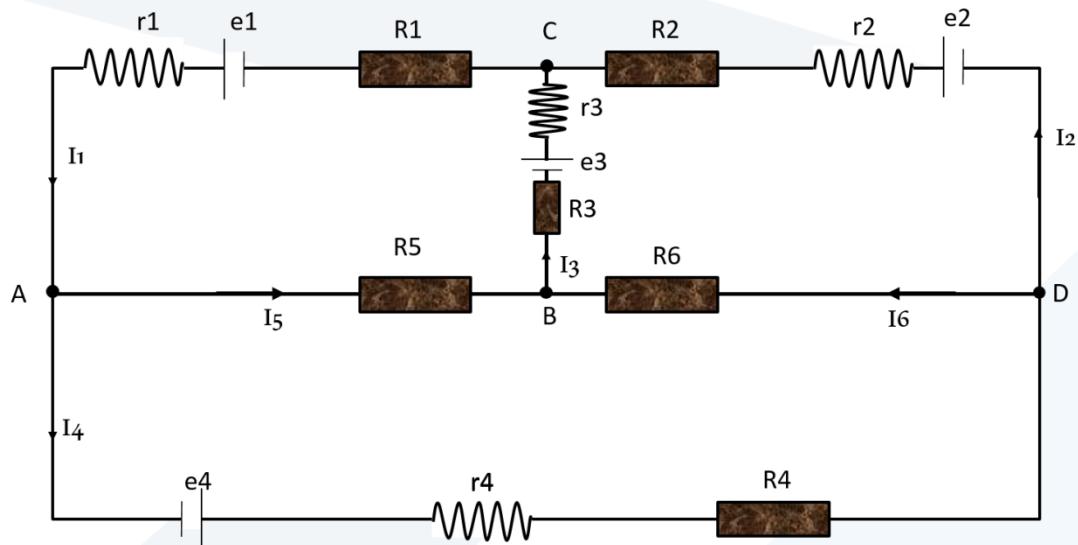
ملاحظة: لا يمكن تخزين التيار الكهربائي، فالتيار الذي يدخل إلى العقدة يساوي التيار الخارج منها.

قانون الحلقات (قانون انحصار القوة المحركة الكهربائية)

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

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

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



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

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

$$\sum I_x = 0 \quad \text{العقد:}$$

$$I_1 - I_5 - I_4 = 0 \quad \text{العقدة A}$$

$$I_5 + I_6 - I_3 = 0 \quad \text{العقدة B}$$

$$I_3 + I_2 - I_1 = 0 \quad \text{العقدة C}$$

$$I_4 - I_6 - I_2 = 0 \quad \text{العقدة D}$$

$$\sum e_x = \sum (R + r) \cdot I_x \quad \text{الحلقات:}$$

$$A B e_3 e_1 A \quad \text{الحلقة A-B-e3-e1-A}$$

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

$$B D e_2 e_3 B \quad \text{الحلقة B-D-e2-e3-B}$$

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

$$A e_4 D B A \quad \text{الحلقة A-e4-D-B-A}$$

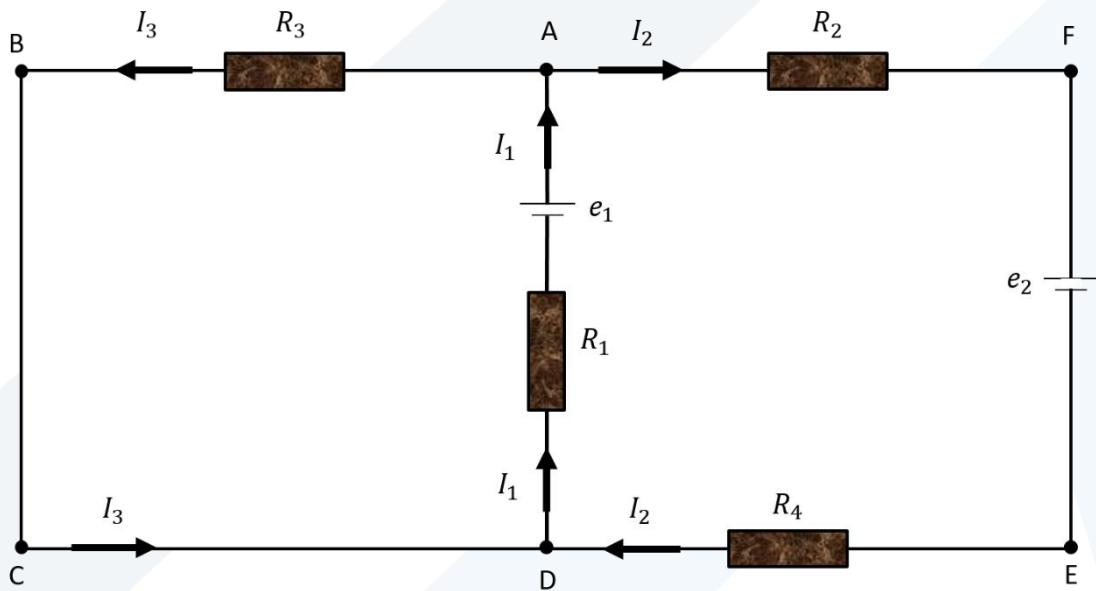
$$e_4 = (R_4 + r_4) \cdot I_4 + R_6 I_6 - R_5 I_5$$

### 3- الأدوات المستخدمة

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

### 4- خطوات العمل : Carrying out the experiment

أ. ثبّت الشكل (2) الدارة المستخدمة في هذه التجربة



الشكل (2): الدارة المستخدمة في تجربة قانون 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  $R_2 = 460 \Omega$ ,  $R_1 = 330 \Omega$  و  $e_1 = 5 V$  و  $e_2 = 2 V$  احسب  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  و  $R_4 = 220 \Omega$ ,  $R_3 = 1 k\Omega$

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

املاً الجدول بالنتائج التي حصلت عليها

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

طبق قوة محركة كهربائية  $5 V$  و  $e_1 = 2 V$  و  $e_2 = 1 V$  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:

### دراسة شحن وتفرغ 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.
- Determining the time constants.
- Draw the curve of charging and discharging of a capacitor.

- 1- دراسة شحن وتفرغ مكثفة عبر مقاومة.
- 2- حساب الثابت الزمني للشحن والتفرغ.
- 3- رسم الخط البياني لشحن وتفرغ المكثفة.

#### 2- مفاهيم أساسية: Principles

##### أولاً: شحن مكثفة عبر مقاومة: charging of a capacitor through resistor:

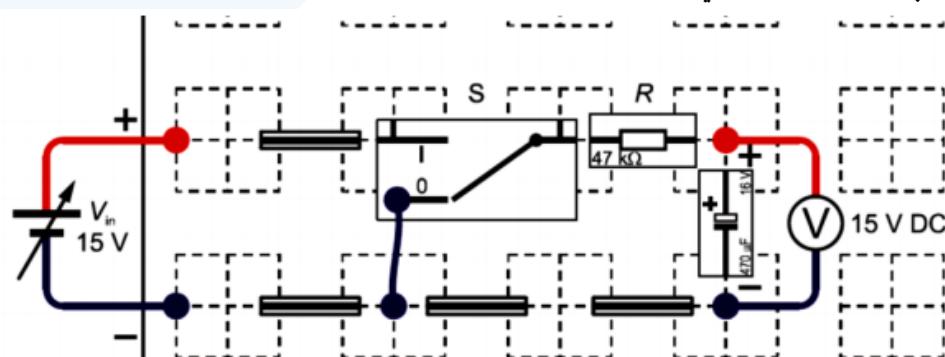
عندما نشحن مكثفة سعتها  $C$  عبر مقاومة  $R$ ، بوساطة منبع للتيار مستمر فرق الكمون بين طرفيه  $V$ ، فإنه بعد فترة من الزمن تابعة للجاء  $RC$  المسمى  $\tau$  (ثابت الزمن)، تكتسب هذه المكثفة شحنة كهربائية قدرها  $Q$  تحقق العلاقة الآتية:

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

وخلال الشحن يمر تيار كهربائي شدته  $i$  تُعطى بالعلاقة الآتية:

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

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



الشكل (1): الدارة المستخدمة بالتجربة.

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

وكتب 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 بالدارة فيحسب من العلاقة التالية:

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

ويحسب فرق الجهد  $V_c$  بين طرفي المكثفة بالعلاقة التالية:

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

لُسُي المقدار  $RC$  بالثابت الزمن السعوي، ونرمز له بـ  $\tau$  :

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

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 القاطعية 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، ويعطي حلها شحنة المكثفة بتابعية الزمن:

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

وفرق الجهد بين طرفي المكثفة يعطى بالعلاقة:

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

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

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

### خطوات تنفيذ التجربة وألية كتابة النتائج

#### شحن مكثفة: charging a capacitor

- صل الدارة كما في الشكل (1)، بدايةً قبل تطبيق فرق في الجهد من منبع التغذية ضع القاطعه على الوضع (0).
- طبق من منبع التغذية فرقاً في الجهد قيمته  $V_{SUPPLY} = 10 \text{ V}$
- أغلق القاطعه على الوضع (1) أي وضع شحن المكثفه.
- شغل الميكانيكية وخذ قيم الجهد بين طرفي المكثفه ( $V_C$ ) 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 الميليمترية المحنبي البياني  $.V_C = f(t)$
  - استنتج من المحنبي البياني قيمة ثابت الزمن السعوي  $\tau$  ، مع ذكر واحدة قياسه.
  - أحسب قيمة ثابت الزمن السعوي نظرياً، باستخدام العلاقة  $\tau = R \cdot C$  ، مع العلم أن  $R = 1M\Omega$  وأن  $C = 10\mu\text{F}$ . ثم قارن بين قيمتي  $\tau$  العملية من المحنبي البياني، والنظرية. ماذ تلاحظ؟
  - وضح كيفية استنتاج واحدة ثابت الزمن السعوي في الجملة الدولية، انطلاقاً من العلاقة  $\tau = R \cdot C$ .
- تنويه:  $Q = C \cdot V \rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{I \cdot t}{I \cdot R} = \frac{t}{R}$

### تفریغ مکثفة: discharging of a capacitor

1- أغلق القاطعة على الوضع (0) أي وضع تفریغ المکثفة.

2- شغل المیقانیة وسجل قیم فرق الجهد بیم طرفی المکثفة  $V_C(V)$  کل 3s بالجدول التالی:

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

3- ارسم المنحني الیباني  $f(t)$ .

4- أوجد میل الخط الیباني، ثم وبالاعتماد على العلاقة  $V_C = V_0 e^{-t/RC}$  بين ماذا يمثل هذا المیل؟

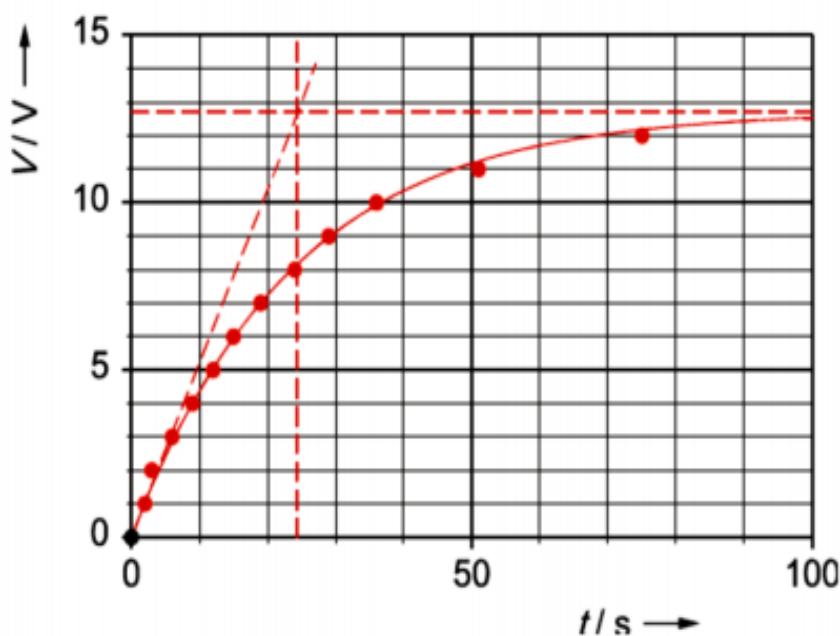
استفد من قیمة المیل، واستنتاج قیمة ثابت الزمن السعوی  $\tau$ .

5- اقترح خطوات اضافیة تغنى التجربة.

#### ملاحظات عامة:

1- أثناء عملية شحن المکثفة، وعند رسم المنحني الیباني  $f(t) = V_C$ ، نحصل على منحني بیاني كما هو موضح في الشکل (2).

2- ولاستنتاج قيمة  $\tau$  نرسم المماس المار من مبدأ الإحداثیات أي من أجل  $t = 0s$ ، ونرسم المستقیم المماس والموازی لمحور الزمن، فمسقط نقطة تقاطع المماسین على محور الزمن يسمح لنا باستنتاج قيمة  $\tau$  بیانياً، وذلك كما هو موضح في الشکل (2).



الشکل (2): رسم المنحني الیباني  $V = f(t)$  وطریقة حساب  $\tau$ .

## المتصل الثنائي (الديود) PN

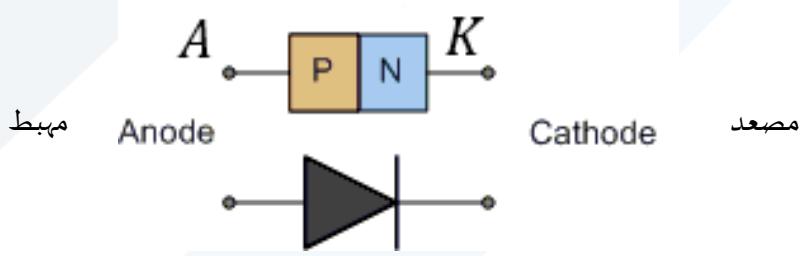
PN junction Diode

### 1 – أهداف التجربة: Objects of the Experiment

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

### 2- مفاهيم أساسية: Principles

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



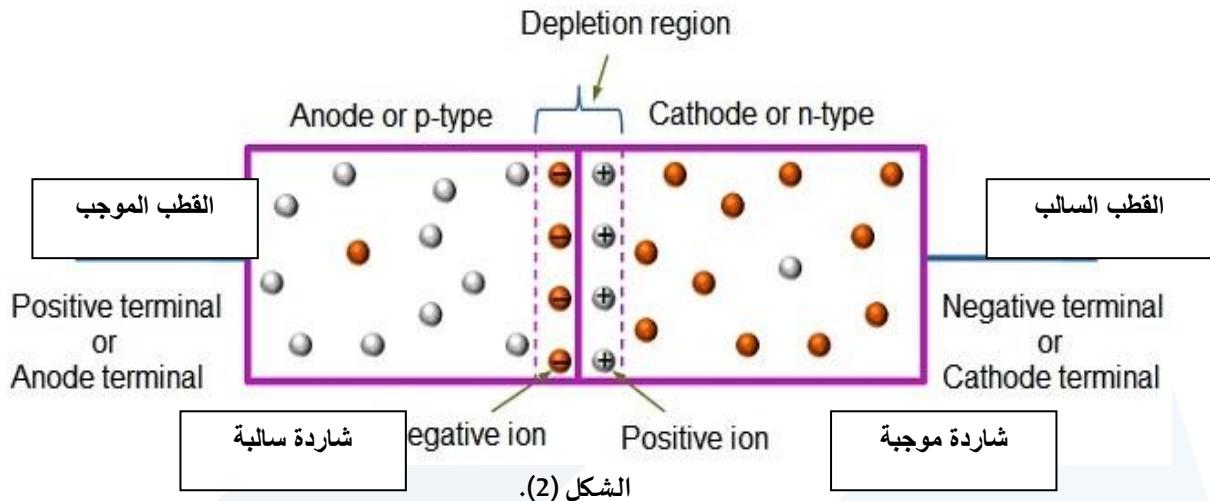
الشكل (1): يبين متصل ثنائي من نوع PN.

يسى القطب المتصل بالقطعة P بالمتصعد Anode، ويمز له اختصاراً بالحرف A، ويسمى القطب المتصل بالقطعة N بالمبيط Cathode ويرمز له اختصاراً بالحرف K.

تنشر عند تشكيل المتصل الثنائي حاملات الشحنة الأكثريّة، بسبب حركتها الحراريّة، من كل نوع من نصف الناقل المشوب إلى النوع الآخر. وهكذا فإن حاملات الشحنة الأكثريّة ستنتقل من المكان الأكثر تركيزاً إلى المكان الأقل تركيزاً. وهذا بسبب اختلاف تركيز حاملات الشحنة الأكثريّة في المنطقتين P، N تنتشر حاملات الشحنة الموجبة من المنطقة P إلى المنطقة N وتنشر بالمقابل حاملات الشحنة السالبة من المنطقة N إلى المنطقة P.

ينشأ بسبب انتشار الشحنات في منطقة التماس  $\Delta$  شحنة 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 الجermanيوم من مرتبة  $0.2 \text{ eV}$  ، أما المصنوع من السليكون من مرتبة  $0.6 \text{ eV}$ .

إن وجود فرق في الكمون في منطقة التماس  $\Delta$  دليل على وجود حقل كهربائي  $\vec{E}$  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.

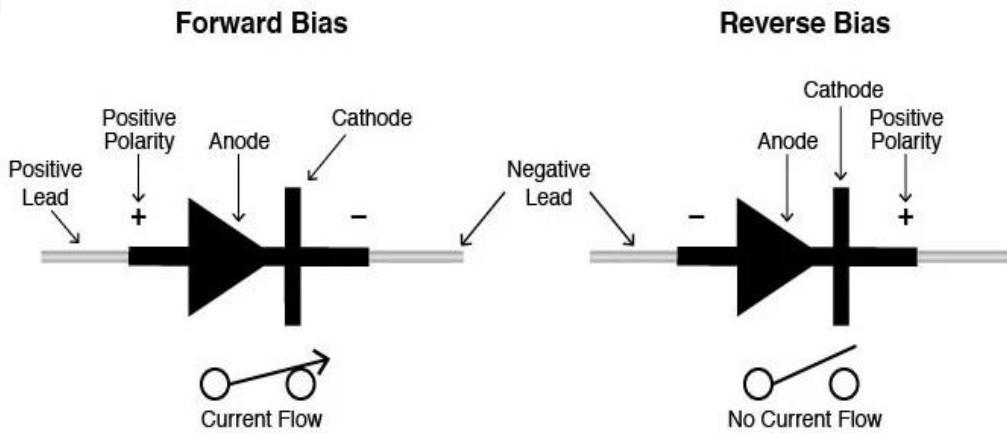
In the experiment, the current-voltage characteristics of a Si diode (silicon diode) and a Ge-diode (germanium diode) are measured and graphed manually point by point. The aim is to compare the current in the reverse direction and the threshold voltage as the most important specifications of the two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

#### التغذية الأمامية للمتصل الثنائي (forward bias)

يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية امامية عند تطبيق فرق في الكمون مستمر بين طرفيه، بحيث تكون المنطقة P موجبة بالنسبة لمنطقة N.

#### التغذية العكسية للمتصل الثنائي (reverse bias)

يكون المتصل الثنائي في حالة تغذية عكسية إذا كانت المنطقة P سالبة بالنسبة لمنطقة N.



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

#### 3- معاملات المتصل:

1- المقاومة статическая أو المستمرة :

$$R_D = \frac{V_D}{I_D}$$

حيث  $V_D$  تيار و  $I_D$  جهد المتصل عند نقطة العمل و غالبا تكون في المنطقة الخطية لمنحي (الجهد، تيار)، هذه المقاومة ثابتة لا تتغير مع الزمن.

#### 2- المقاومة الديناميكية أو المتناوبة:

في حالة التيار المتناوب لا توجد نقطة عمل واحدة و انما ستتحرك نقطة العمل على منحي (الجهد، تيار)

لتتغير بشكل لحظي لتشمل مجالاً للتيار  $\Delta I_D$  بقابلة مجال للجهد  $\Delta V_D$  و تعطى العلاقة:

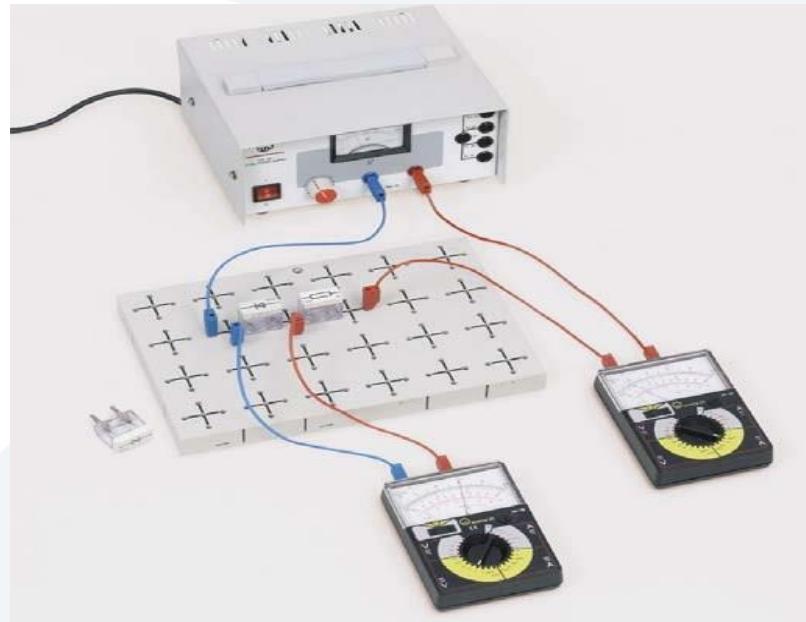
$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

3- جهد العتبة : هو الجهد اللازم في الانحياز الأمامي حتى يفتح الديود و يصبح في حالة تمرير  $on$  يختلف هذا الجهد باختلاف المادة نصف الناقلة.

4- التيار الأمامي الأعظمي : هو أعظم تيار يمر بالمتصل الثنائي أماميا دون أن تتجاوز استطاعته قيمة الاستطاعة العظمى المسموحة و بالتالي يتسبب باهيار المتصل ، لأن زيادة تؤدي إلى زيادة  $T$  وبالتالي الانهيار.

#### 4- الأجهزة والأدوات اللازمة:

1 Rastered socket panel DIN A 4	
1 STE Resistor 100 $\Omega$ , 2 W	
1 STE Ge-Diode AA 118	
1 STE Si-Diode 1 N 4007	
AC/DC Power supply 0...12 V / 3 A	1
Multimeters LD analog 20	2
1 Connecting Lead 100 cm Red	3
2 Pair cables 50 cm, red/blue	



الشكل (4): الدارة المستخدمة في القياسات.

## 5- خطوات العمل: Carrying out the experiment:

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

- 1 طبق فرقا في الكمون مستمراً  $V_S$  عبر مقاومة، وسجل قيم  $I_D$  و  $V_D$ .
- 2 رتب نتائجك في جدول مناسب.

$V_D$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.75
$I_D$										
$R_D$										

- 3 ارسم المنحني البياني للتابع ( $I_D = f(V_D)$  و استنتاج جهد العتبة.
- 4 ارسم المنحني البياني للتابع ( $\ln(I_D) = f(V_D)$  و استنتاج قيمة الثابت  $k$  ، ماذا يسمى هذا الثابت.
- 5 احسب المقاومة المستمرة  $R_D$  عند كل قيمة للجهد.
- 6 احسب المقاومة المتناوبة  $r_D$  بين نقطتين.

التغذية العكسية.

1- حقق دارة التغذية العكسية.

2- طبق فرقا في الكمون مستمر  $V_s$  وسجل قيم  $I_D$  و

3- سجل نتائجك في جدول مناسب.

$V_s$										
$V_D$										
$I_D$										
$R_D$										

4- ارسم المنحني البياني للتابع  $I_D = f(V_D)$

5- كيف يمكن استخدام الديود في تخفيض الجهد . طبق الطريقة التي تراها مناسبة عمليا وقارن النتائج مع  
الحسابات النظرية.

## التجربة السابعة

### التقويم نصف الموجي

### Half wave rectifier

#### 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

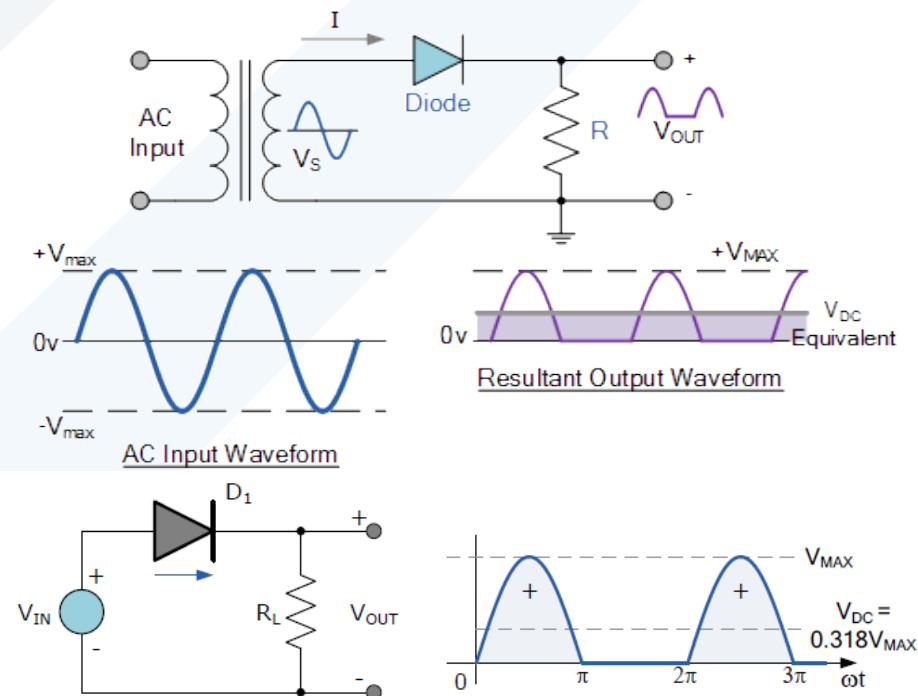
The study of the half wave rectifier of the alternating voltage using the bilateral connections.	<ul style="list-style-type: none"> <li>دراسة التقويم نصف الموجي لجهد متناوب</li> <li>باستخدام المتصلات الثنائية.</li> </ul>
--	---

#### 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.

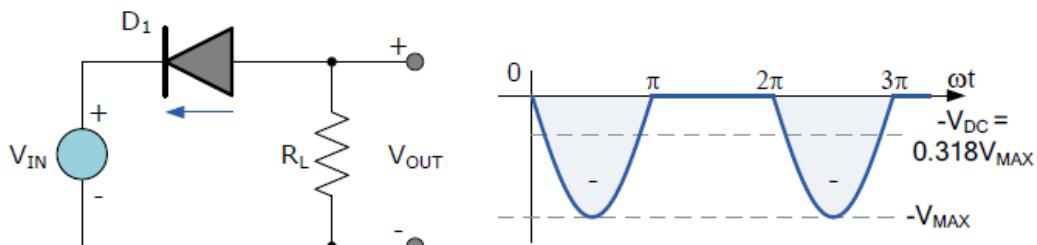
تعتمد فكرة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN على كونه يمرر التيار إذا كان مصعده A موجياً بالنسبة لمقطفه K، ولا يمرره في الجهة المعاكسة (تياره صغير جداً).

إذا طبقنا جهداً متناوباً جبياً كما في الشكل (1) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة الموجب، أما نصف الموجة السالب لن يمر.



الشكل (1) دارة تقويم نصف الموجة الموجب.

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



الشكل (2).

إذا طبقنا فرقاً في الكمون جيبي (متناوب)  $v = V_m \sin \omega t$  على مصعد المتصل الثنائي في دارة 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:

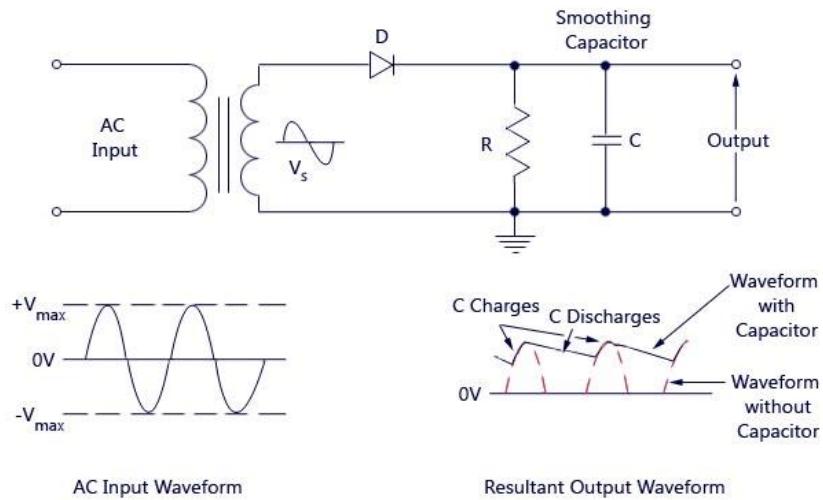
$$v_R = \frac{V_m}{\pi} \left( 1 + \frac{\pi}{2} \sin \omega t - \frac{2}{3} \cos \omega t + \dots \right)$$

إضافة مكثفة سعتها  $C$  على التفرع مع المقاومة  $R$  في دارة الشكل (1)، فإن القسم الموجب من فرق الكمون المتناوب الذي يمر من المتصل الثنائي سيشحن المكثفة إلى أن يصبح كمونها مساوياً للقيمة العظمى  $V_m$ ، ثم تبدأ المكثفة بتفرغ شحنته 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 الکمون الجیبی  $T$  وبثابتة زمن تفریغ المکثفة  $\tau = R \cdot C$ . وكلما ازداد فرق الکمون المستمر  $V_0$  الذي نحصل عليه وانخفض  $\Delta v$  وبالتالي انخفض عامل التموج، وبحسب نظریاً في هذه الحالة من العلاقة :

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

يسى التقویم بهذه الطریقة بالتقویم نصف الموجی، لأننا استخدمنا نصف الموجة الجیبیة فقط.

الدارة المستخدمة وطیرقة العمل:

أولاً: التقویم نصف الموجی:

- 1- صل الدارة كما في الشکل (1).
- 2- ارسم شکل جهد المدخل  $v_{in}$  ، وقس قیمتها العظمی بواسطه راسم الاهتزاز المبیطی.
- 3- ارسم شکل جهد المخرج  $v_R$  ، بعد وضع المفتاح على راسم الاهتزاز المبیطی على الوضع DC، ثم قس قیمة الجهد المتناوب  $\Delta v$  وقیمة الجهد المستمر  $V_0$  بین طری المقاومه.
- 4- صل المکثفة  $C = 10\mu F$  على التوازی مع المقاومه، وارسم شکل جهد المخرج ثم سجل قیمة الجهد المتناوب  $\Delta v$  وقیمة الجهد المستمر بین طری المقاومه واحسب  $\gamma$  تجربیاً.
- 5- أعد الخطوة (4) من أجل المکثفة  $C = 100\mu F$
- 6- اقترح خطوات إضافیة تغیي التجربة.

## التقويم الموجي الكامل

### Full wave rectifier

#### 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

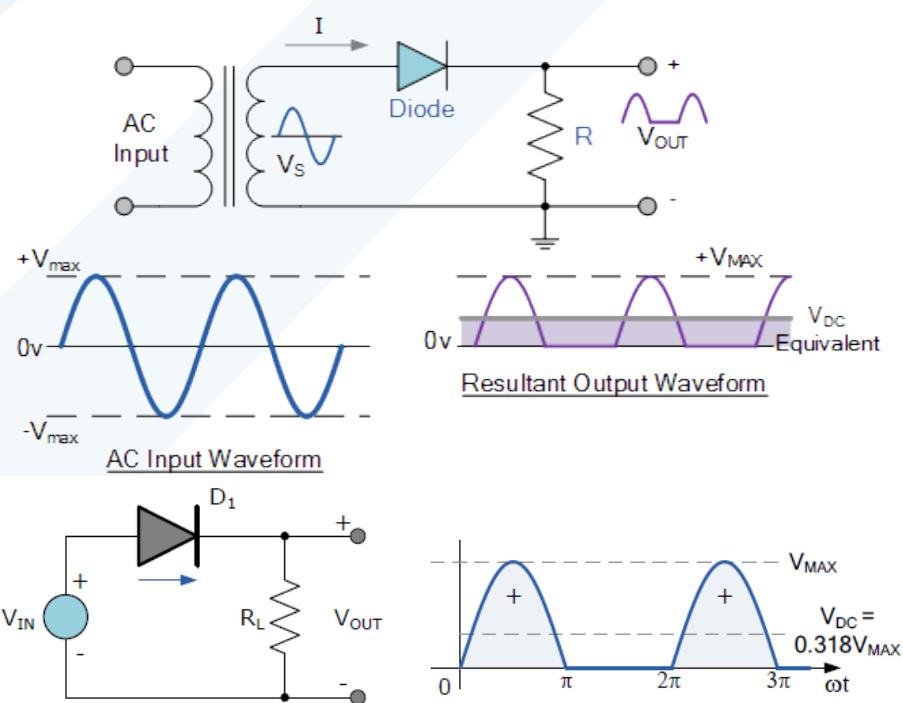
The study of the full wave rectifier of the alternating voltage using the bilateral connections.	<ul style="list-style-type: none"> <li>دراسة التقويم الموجي الكامل لجهد متناوب</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>باستخدام المتصلات الثنائية.</li> </ul>

#### 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.

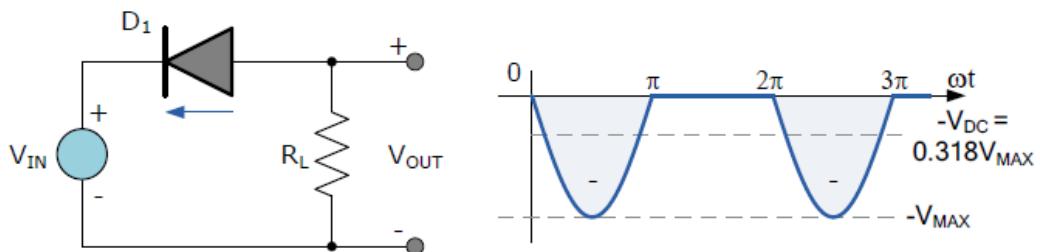
تعتمد فكرة التقويم بواسطة المتصل الثنائي PN على كونه يمرر التيار إذا كان مصعده A موجباً بالنسبة لمبيطه K، ولا يمرره في الجهة المعاكسة (تياره صغير جداً).

إذا طبقنا جهداً متناوباً جيبياً كما في الشكل (1) فإن المتصل الثنائي يمرر نصف الموجة الموجب، أما نصف الموجة السالب لن يمر.



الشكل (1) دارة تمرير نصف الموجة الموجب.

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



الشكل (2).

يوجد تقويم يسمى التقويم الموجي الكامل، وهو تقويم أكثر فعالية من التقويم نصف الموجي لأنّه يستخدم الموجة بكاملها ولأنّ عامل التموج  $\gamma$  فيه أقل منه في التقويم نصف الموجي.

توجد طريقتان للحصول على التقويم الموجي الكامل:

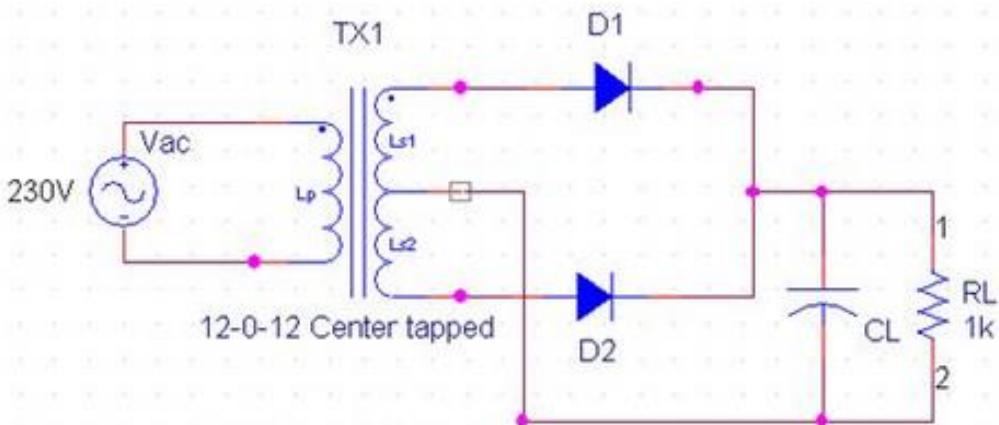
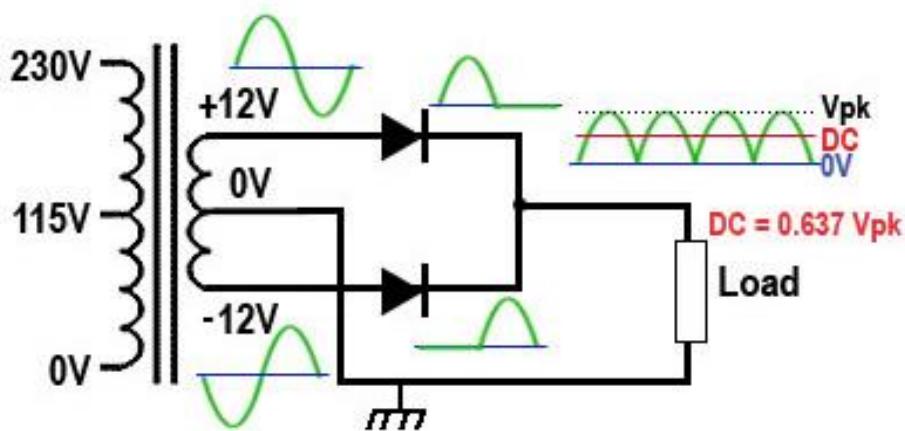
الأولى باستخدام متصلين ثنائين، الثانية باستخدام جسر يتتألف من أربعة متصلات ثنائية.

**التقويم الموجي الكامل باستخدام متصلين ثنائين:**

نستخدم في هذه الطريقة متصلين ثنائين مع محولة تحتوي على نقطة أرضي في دارتها الثانوية، كما في الشكل (4)، حيث يتناوب المتصلان في تمرير نصف الموجة خلال دور واحد.

وهكذا عندما يكون أحد المتصلين في حالة تغذية أمامية فإنّ المتصل الثاني يكون في حالة تغذية عكسية، ويتم ذلك خلال النصف الأول من الدور. أما خلال النصف الثاني من الدور فإنّ 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 (3).

بإضافة مكثفة سعتها  $C$  على التفرع مع المقاومة  $R$  في دارة الشكل (1)، فإن القسم الموجب من فرق الكمون المتناوب الذي يمر من المتصل الثنائي سيشحن المكثفة إلى أن يصبح كمونها مساوياً للقيمة العظمى  $V_m$ ، ثم تبدأ المكثفة بتفرغ شحنته عبر المقاومة  $R$  كما في الشكل (3).

نعرف عامل التموخ Ripple Factor بالعلاقة:

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

حيث  $V_{rrms}$  هي القيمة المنتجة (الفعالة) لجهد تموخ الخرج

ويحسب عامل التموخ  $\gamma$  في التقويم الموجي الكامل، مع وجود مكثفة على التفرع مع المقاومة  $R$  بالعلاقة التالية:

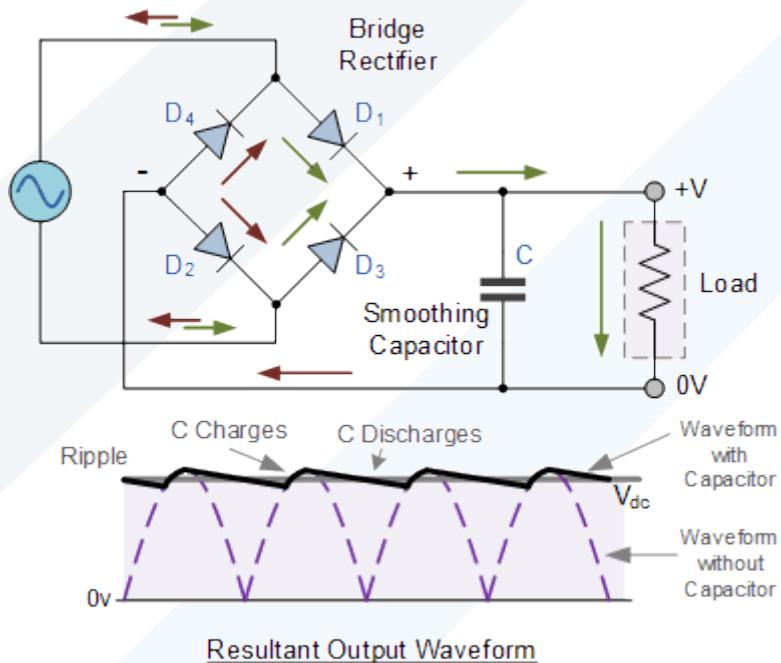
$$\gamma = \frac{T}{4\sqrt{3}RC}$$

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 الأرضية في دارتها الثانوية، ويمكن أن توصل دارتها إلى منبع التغذية مباشرةً أو عبر مقاومة لتخفيض الجهد، وأن الجهد العكسي الأعظمي المطبق على كل متصل ثنائي هو  $V_m$  بدلاً من  $2V_m$  كما في الحالة الأولى.

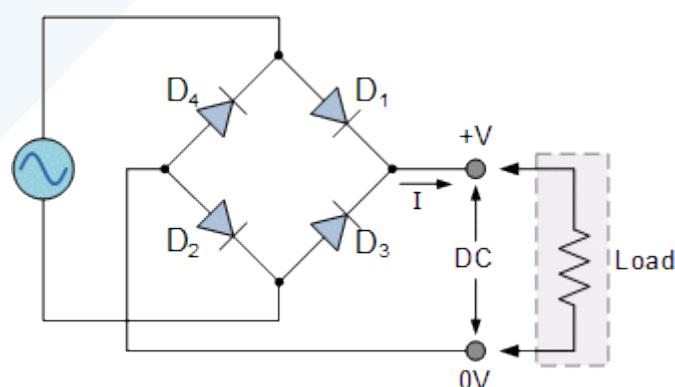
يمرر المتصلان الثنائيان  $D_1$  ،  $D_2$  التيار خلال النصف الأول من الدور حيث يكونان في حالة تغذية أمامية كما يمرر المتصلان الثنائيان  $D_3$  ،  $D_4$  التيار خلال النصف الثاني من الدور.



الشكل (4).

ثانياً: التقويم الموجي الكامل باستخدام جسر المتصلات الثنائية:

1- صل الدارة كما في الشكل (5).



الشكل (5).

- 2- ارسم شكل جهد المخرج بين طرفي مقاومة الحمولة  $R$  باستخدام راسم الاهتزاز المبسطي، وقس فرق الکمون المستمر وفرق الکمون المتناوب بين طرفيها.
- 3- ضع مكثفة  $10\mu F = C$  على التفرع مع المقاومة  $R$  ارسم الشكل الناتج بين طرفي مقاومة الحمولة. وقس فرق الکمون المستمر وفرق الکمون المتناوب بين طرفيها، وأحسب معامل التموج تجريبياً
- 4- أعد الخطوة (3) من أجل المكثفة  $.C = 100\mu F$

## تجربة راسم الأشعة المبطن

## Oscilloscope experiment

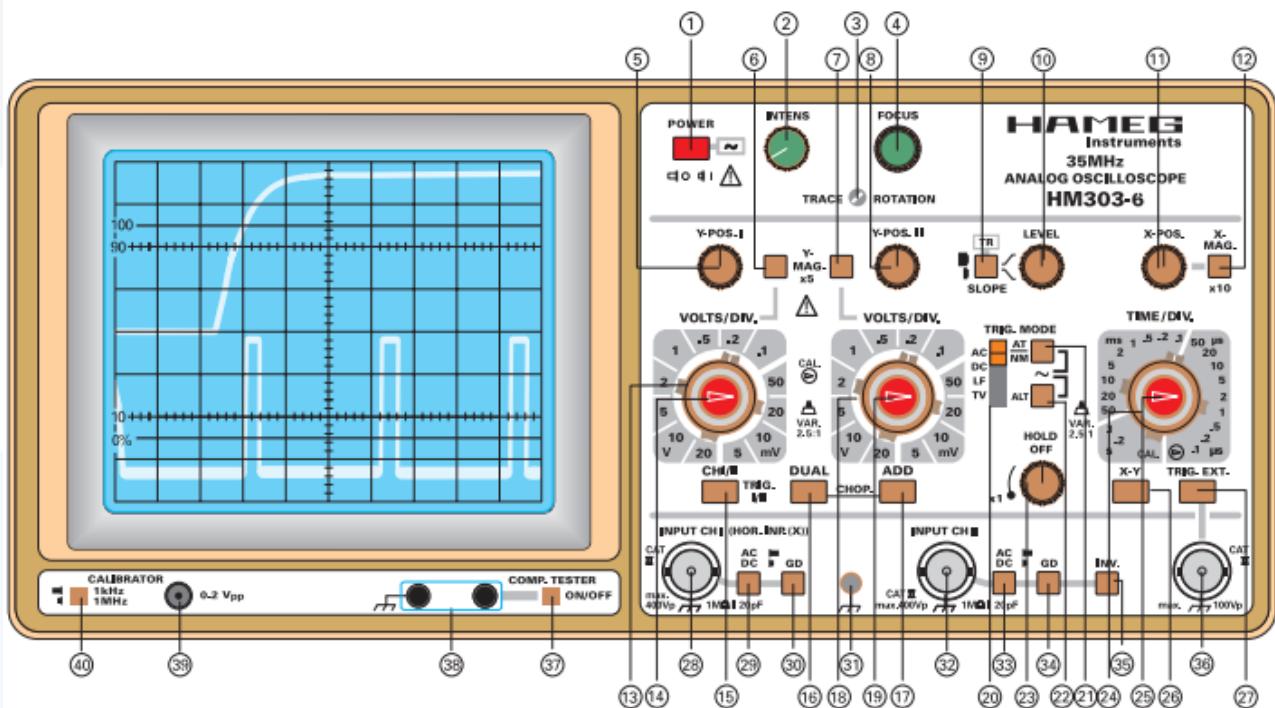
## 1- أهداف التجربة: Objects of the Experiment

Studing the oscilloscope.	●	دراسة راسم الأشعة المهبطي.
Frequency measurements using oscilloscope.	●	قياس التردد باستخدام راسم الأشعة المهبطي.
Amplitude measurements using oscilloscope.	●	قياس فرق الجهد باستخدام راسم الأشعة المهبطي.

## 2- مفاهيم أساسية: Principles

يعتبر راسم الأشعة من أهم أجهزة القياس واختبار الدارات الإلكترونية حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدارة، وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا.

يمكننا باستخدام راسم الأشعة من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبية أو مربعة. يوضح الشكل (1) صورة راسم أشعة وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزرار تحكم متشابهة.



الشكل (1): واجهة راسم الأشعة المبطن.

إذا نظرت إلى واجهة راسم الأشعة المبطي ستجد أنها تحتوي على عدة أقسام معرفة بالأسماء التالية:

Power	التشغيل
Screen	الشاشة
Inputs	المدخل
Vertical deflection	سالانحراف العمودي
Horizontal deflection	الانحراف الأفقي
Triggering	الإطلاق

والآن لنتعرف على كل جزء بشيء من التفصيل:

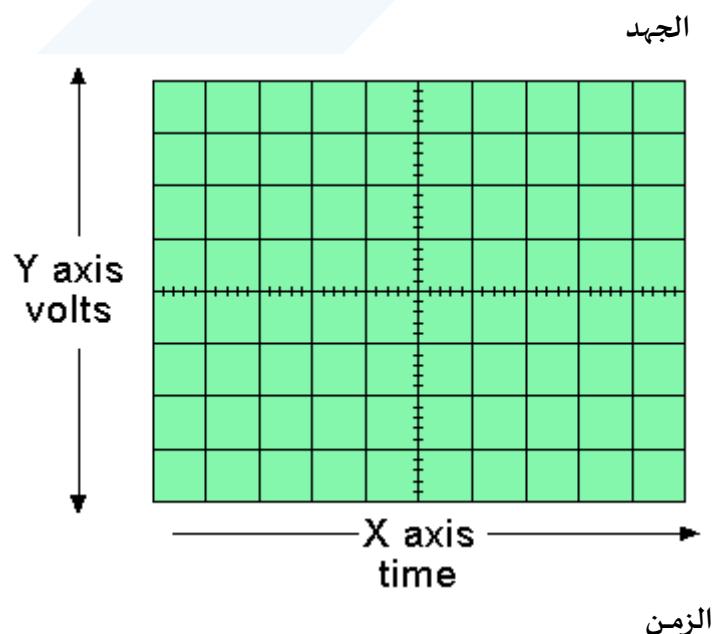
#### أولاً - التشغيل (Power)

إن هذا الجزء من الراسم يحتوي على مفتاح التشغيل الثلاثة، انظر الشكل (1):

(1)	Power	مفتاح التشغيل لتشغيل الراسم
(2)	Focus	مفتاح وضوح الشاشة للتحكم بوضوح الصورة
(4)	Intens	مفتاح شدة الإضاءة للتحكم بإضاءة الشاشة

#### ثانياً - الشاشة (Screen)

إن وظيفة راسم الأشعة المبطي هي رسم بياني لفرق الجهد بدلالة الزمن حيث يمثل الجهد بالمحور العمودي والزمن بالمحور الأفقي كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): شاشة راسم الأشعة المبطي حيث المحور العمودي يمثل فرق الجهد والمحور الأفقي الزمن.

ونجد كما في الشكل (2) أنها تتألف من محورين:

**المحور العمودي:** وهو يمثل الجهد ويحتوي على ثمانية تقسيمات أو مربعات. كل تقسيمة من هذه التقسيمات بطول (1 cm)، وبداخله أربع تدرجات أي تقابل (0,2 cm) (مجموعها يعطي 1 cm). سنجد لاحقاً أن أي قياس يؤخذ على هذا المحور يجب أن يُضرب بقيمة مفتاح التضخيم لنجعل على قيمة الجهد المواجب لإشارة المقاسة.

**المحور الأفقي:** وهو يمثل الزمن ويحتوي على عشرة تقسيمات أو مربعات. كل تقسيمة من هذه التقسيمات بطول (1 cm)، وبداخله أربع تدرجات أي تقابل (0,2 cm) (مجموعها يعطي 1 cm). سنجد لاحقاً أن أي قياس يؤخذ على هذا المحور يجب أن يُضرب بقيمة مفتاح القاعدة الزمنية لنجعل على قيمة الزمن المواجب لإشارة المقاسة.

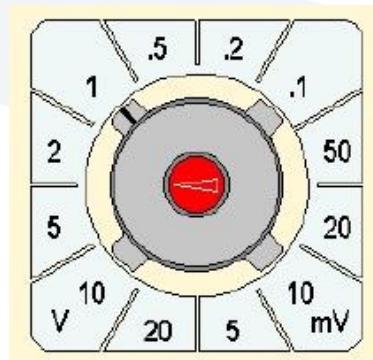
### ثالثاً- المدخل: (Inputs)

- مدخل القناة الأولى: عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الأولى، المفتاح رقم 28 في الشكل (1).
- مدخل القناة الثاني: عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الثانية، المفتاح رقم 32 في الشكل (1).
- مدخل لاختبار العناصر الإلكترونية: هذا المدخل غير موجود في كل الرواسم حيث إنه يعتبر اختيارياً. وعن طريق هذا المدخل يمكن عرض المنحنيات الخاصة بالقطع الإلكتروني المختلفة، المفاتيح رقم 37 و38 في الشكل (1).

### رابعاً- الانحراف العمودي: (Vertical deflection)

يمكن التحكم في هذا القسم بالجزء العمودي (محور الجهد أو فرق الجهد) من الإشارات في الشاشة، وحيث أن كل قناة (channel) يمكنها عرض شكل (input channel). إن معظم الرواسم تحتوي على قناتي إدخال على الشاشة، فإن القسم العمودي يحتوي على قسمين متباينين وكل قسم يُمكننا من إدخال إشارة موجية (waveform)، وكل قناة مستقلة عن الأخرى كما هو موضح في الشكل (1). والآن لنرى كيف تعمل هذه المفاتيح في القسم العمودي.

- مفتاح اختيار القنوات: بهذه الأزرار يمكنك اختيار أي إشارة يتم عرضها على الشاشة. فيمكنك، على سبيل المثال، عرض إشارة القناة الأولى (I) (channel) فقط أو إشارة القناة الثانية (II) (channel) فقط (المفتاح 15 في الشكل 1) أو كليهما معاً (المفتاح 16 في الشكل 1).
- مفاتيح نوع الإشارة: بهذا الزر (زر رقم 29 في الشكل 1) تختار بين الإشارة الجيبية AC أو إشارة ثابتة DC (إشارة جهد مستمر)، أو أرضي بدون إشارة DG (زر رقم 30 الشكل 1)، وفي هذا الوضع يمكنك تحديد موقع الصفر على شاشة الراسم.
- مفاتيح التضخيم للجهد: يمكن التحكم بهذا المفتاح بنسبية قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات (الزر رقم 13 و 14 في الشكل 1). يوضح الشكل (3) مفتاح التضخيم.



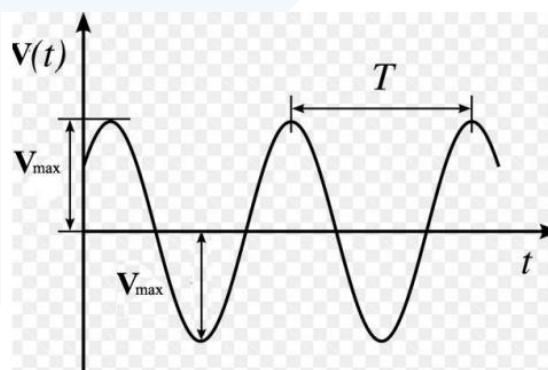
Vertical sensitivity  $S_v$

Volts/div or m Volts/div

الشكل (3): يبين الحساسية العمودية  $S_v$  حيث مقسمة بالفولط V وبالميلي فولط .mV .  
المجال [20-0,1] هو بالفولط، والمجال [50-5] بالميلي فولط.

مثال:

لو كانت سعة الإشارة هي (2,4) أي مربعين وجزئين صغيرين ومفتاح التضخيم على القيمة (2Volts/Div) فيكون جهد الإشارة حاصل جداء  $(2,4 \times 2 = 4,8 \text{ V})$ . في حال الحصول على إشارة كاملة نبضة موجة ونبضة سالبة، فإن سعة الإشارة تساوي إلى إحدى السعتين أي يجب أن نقسم الإشارة على 2، ولكن هذه السعة تسمى الجهد الأعظمي  $V_{\text{eff}}$ . إن قيم الجهد المطبقة في القوانين تسمى الشدة المنتجة  $V_{\text{eff}}$  حيث تحسب من المعادلة:  $V_{\text{eff}} = V_{\text{max}}/\sqrt{2}$  وهي عادة القيمة المقاومة بجهاز الفولتمتر (أو الأفومتر)، انظر الشكل (4).



الشكل (4): شكل الإشارة وطريقة حساب جهد هذه الإشارة.

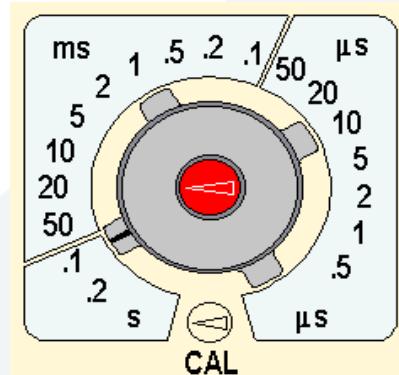
خامساً- الانحراف الأفقي: (Horizontal deflection)

- المفتاح الأفقي - مفتاح القاعدة الزمنية: في هذا القسم يمكن التحكم بالجزء الأفقي الذي يمثل محور الزمن أو مفتاح القاعدة الزمنية.
- مفتاح اختيار وضع الصورة: بهذه الزر أو المفتاح يمكن تحريك الإشارة يميناً أو يساراً على المحور الأفقي.

- مفتاح معيار الزمن: بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الزمن في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات، انظر الشكل (4).

مثال: على المحور الأفقي حصلنا على إشارة المسافة بين قمتين (3,6) ومفتاح القاعدة الزمنية على الوضع (5) تصبح قيمة

$$\text{الإشارة هي: } T = 3,6 \times 5 \times 10^{-3} \text{ s}$$



Horizontal sensitivity  $S_h$  (or time base  $V_b$ )

Time/div s, ms, or  $\mu$ s

الشكل (4): يبين الحساسية الأفقيّة  $S_h$  (Horizontal sensitivity) حيث مقسمة بالثانية s، بالملي ثانية ms، أو بالميكرو ثانية  $\mu$ s.

المجال [0,2-0,1] هو بالثانية، المجال [50-0,1] بالملي ثانية، والمجال [50-0,5] بالميكرو ثانية.

### سادساً—إطلاق: (Triggering)

بشكل مبسط ومحضر، إن تمثيل الإشارة غير ممكن إلا عند إطلاق الزمن (إطلاق أو تشغيل القاعدة الزمنية).

## 4—الأجهزة والأدوات:

1 Oscilloscope.	1 راسم أشعة مهبطي.
1 Power supply: AC/DC stabilizer.	1 وحدة تغذية: جهد متناوب ومستمر مستقر.
1 Voltmeter.	1 مقياس جهد.
1 Signals generator.	1 مولد إشارة.

## 5- خطوات العمل: Carrying out the experiment:

أولاً: أختermen مولد الإشارات، إشارة جيبية بتواتر ما.

1- ارسم الإشارة الناتجة من وصل المولد مع الراسم على القناة الأولى على ورقة مليمترية، مع الأخذ بعين الاعتبار، عند الرسم يجب كتابة قيمة مفتاح التضخيم وقيمة مفتاح القاعدة الزمنية على المحاور الأحداثية.

2- قس قيمة  $V_{MAX}$  ،  $V_{P.P}$  ، ومن ثم أحسب  $V_0$  جهد الإشارة بطريقتين.

3- احسب دور الإشارة  $T$ .

4- احسب تواتر الإشارة  $f$ .

ثانياً: أختermen مولد الإشارة، إشارة مثلثية بتواتر ما.

1- ارسم الإشارة الناتجة من وصل المولد مع الراسم على القناة الأولى على ورقة مليمترية، مع الأخذ بعين الاعتبار، عند الرسم يجب كتابة قيمة مفتاح التضخيم وقيمة مفتاح القاعدة الزمنية على المحاور الأحداثية.

2- قس قيمة  $V_{MAX}$  ،  $V_{P.P}$  ، ومن ثم أحسب  $V_0$  جهد الإشارة بطريقتين.

3- احسب دور الإشارة  $T$ .

4- احسب تواتر الإشارة  $f$ .