

### I. التوتر الكهربائي - تمثيله - قياسه

- مرور تيار كهربائي في موصل راجع لتطبيق توتر كهربائي بين مربطيه.
- التوتر الكهربائي مقدار جبري:

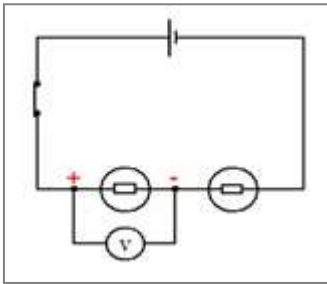
$$U_{BA} = -U_{AB}$$



$$U_{PN} = +4,55 V$$

$$U_{NP} = -4,55 V$$

- التوتر بين مربطتي سلك موصل منعدم.
- وحدة التوتر تسمى الفولط (V).
- يقاس التوتر الكهربائي بواسطة فولطمتر يركب على التوازي. كما يمكن قياسه بواسطة راسم التذبذب.



$$U = \frac{C}{n} \cdot n\ell$$

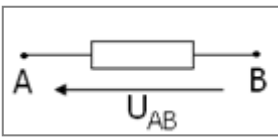
- في حالة فولطمتر ذي إبرة تحدد قيمة القياس بالعلاقة التالية:  
C العيار المستعمل،

$n\ell$  عدد تدريجات ميناء الفولطمتر،  
n عدد التدريجات التي تشير إليها الإبرة.

$$\Delta U = \frac{C}{100} \cdot x$$

يقدر الارتفاع المطلق في القياس بالعلاقة التالية:  
حيث x فئة الفولطمتر.

يمثل التوتر الكهربائي  $U_{AB}$  بسهم موجه من B نحو A.



### II. خاصيات التوتر

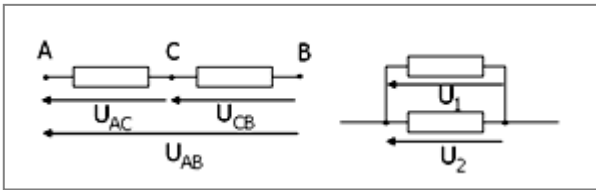
- في تركيب على التوازي:

$$U_1 = U_2$$

- في تركيب على التوالي:

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$$

(قانون إضافية التوترات)



### III. الجهد الكهربائي

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

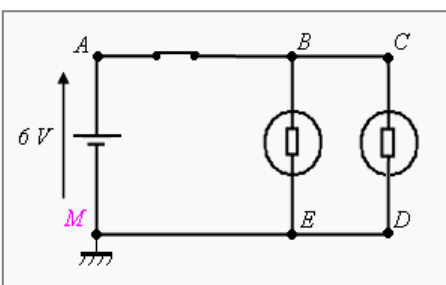
- التوتر الكهربائي بين نقطتين A و B يساوي **فرق الجهد الكهربائي** بين هاتين النقطتين:

- يحدد الجهد الكهربائي لنقطة من دائرة كهربائية باختيار نقطة مرجعية M نعتبر جهدها منعدما و تسمى **هيكل** الدارة (La masse)، و رمزه:

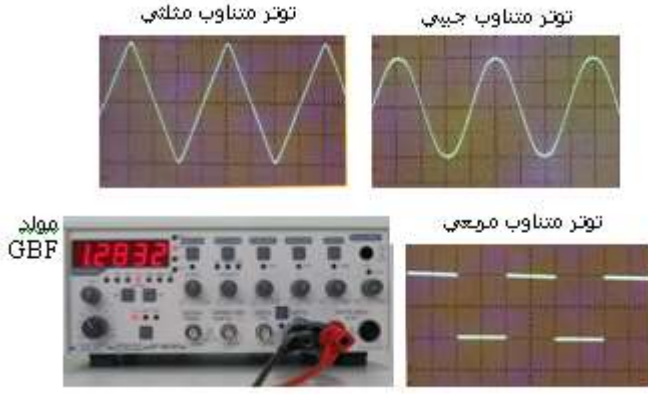


مثال: باختيار هيكل الدارة الممثلة جانبه في النقطة M فإن الجهود الكهربائية هي:

$$V_A = V_B = V_C = +6 V \quad \text{و} \quad V_D = V_E = V_M = 0$$



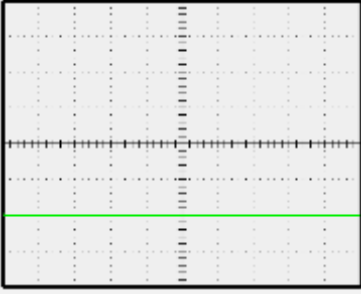
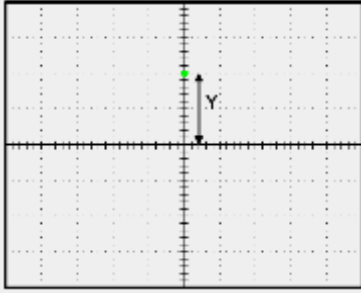
## IV. التوتر الكهربائي المتغير



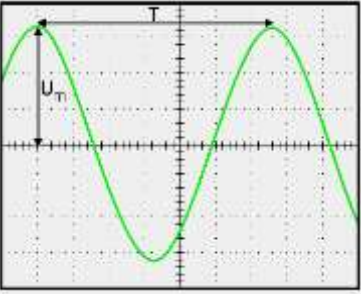
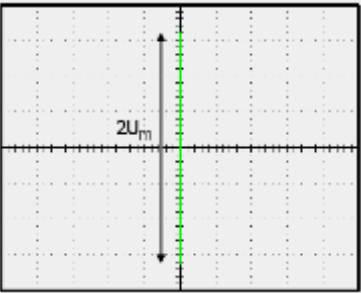
- التوتر الكهربائي المتغير هو توتر كهربائي قيمته تتغير بدلالة الزمن.
- و يكون متناوبا إذا كانت إشارته تتغير بالتناوب.
- و يكون دوريا إذا تكرر بكيفية مماثلة و منتظمة خلال مدد زمنية متتالية و متساوية.
- للحصول على توترات متناوبة في المختبر يستعمل مولد يسمى المولد G.B.F (مولد توترات متناوبة ذات تردد منخفض).

## V. معاينة التوتر الكهربائي باستعمال راسم التذبذب

### 1) معاينة توتر مستمر

<p>■ <u>بتشغيل الكسح (النمط Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>):</u></p>	<p>■ <u>بدون كسح (النمط XY):</u></p>
<p>يظهر على الشاشة خط ضوئي. عند تطبيق توتر مستمر على أحد المدخلين ينحرف الخط الضوئي عموديا:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- نحو الأعلى في حالة توتر موجب،</li> <li>- نحو الأسفل في حالة توتر سالب.</li> </ul> <p>قيمة التوتر تحقق نفس العلاقة السابقة.</p> <p><b>مثال:</b></p>  <p><math>U = -2(\text{cm}) \times 5(\text{V/cm}) = -10 \text{ V}</math></p>	<p>تظهر على الشاشة بقعة ضوئية. عند تطبيق توتر مستمر على المدخل Y تنحرف البقعة الضوئية عموديا:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- نحو الأعلى في حالة توتر موجب،</li> <li>- نحو الأسفل في حالة توتر سالب.</li> </ul> <p>قيمة التوتر تحقق العلاقة:</p> <p><math>U = k Y</math></p> <p>k الحساسية الرأسية وحدتها V/cm. Y الانحراف الرأسي للبقعة الضوئية وحدته cm.</p> <p><b>مثال:</b></p>  <p><math>U = 2(\text{cm}) \times 5(\text{V/cm}) = 10 \text{ V}</math></p>

## (2) معاينة توتر متناوب جسي

■ <u>بتشغيل الكسح (النمط Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>):</u>	■ <u>بدون كسح (النمط XY):</u>
<p>ترسم البقعة الضوئية منحني جيبيا على الشاشة:                      - وسعه يساوي القيمة القصوى <math>U_m</math> للتوتر.                      - دوره يساوي الدور <math>T</math> للتوتر:  <math display="block">T = s \cdot X</math>                     s سرعة الكسح وحدتها s/cm.                      X المسافة الممثلة لدور واحد على الشاشة (cm).  <math display="block">N = \frac{1}{T}</math>                     - تردد التوتر هو: وحدته الهرتز (Hz).  <b>مثال:</b></p>  <p style="text-align: center;"> <math>T = 6,5 \text{ (cm)} \times 5 \text{ (ms/cm)} = 32,5 \text{ ms}</math>  <math>\rightarrow N = 30,8 \text{ Hz}</math> </p>	<p>ترسم البقعة الضوئية قطعة مستقيمة رأسية على الشاشة.                      طولها: <math display="block">Y = 2U_m</math>                      حيث <math>U_m</math> القيمة القصوى للتوتر.  <b>مثال:</b></p>  <p style="text-align: center;"> <math>2U_m = 6,4 \text{ (cm)} \times 1 \text{ (V/cm)} = 6,4 \text{ V}</math>  <math>U_m = 3,2 \text{ V} \leftarrow</math> </p>

ذ.توزان

## • تمرين 1

أنتم ما يلي:

يقاس التوتر الكهربائي بين نقطتين  $A$  و  $B$  بواسطة ..... يركب على ..... بين هاتين النقطتين.  
يعبر عن قيمته بال..... ورمزها .....

التوتر الكهربائي مقدار ..... أي:  $U_{BA} = -U_{AB}$

يمثل التوتر  $U_{AB}$  بسهم موجه من ..... إلى .....

التوتر بين مربطي سلك الربط .....

التوتر بين مربطي قاطع مغلق ..... دائما.

التوتر بين مربطي قاطع مفتوح ..... عموما.

يعبر عن قانون إضافية التوترات في تركيب على التوالي لثنائي قطب  $AB$  و  $BC$  بالعلاقة: .....

في تركيب على التوازي يكون بين مربطي ثنائيات القطب ..... التوتر الكهربائي.

التوتر الكهربائي بين نقطتين  $A$  و  $B$  يساوي ..... الجهد الكهربائي بين هاتين النقطتين:  $U_{AB} =$  .....

الجهد الكهربائي لهيكل دائرة..... اصطلاحا.

التوتر الكهربائي..... هو توتر كهربائي قيمته تتغير بدلالة الزمن، و يكون ..... إذا كانت إشارته تتغير

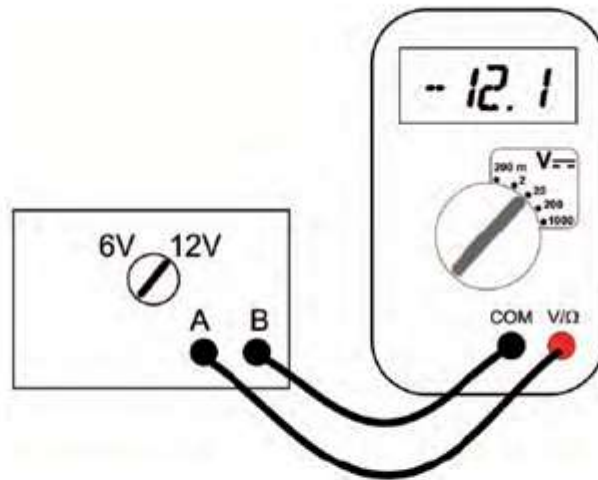
بالتناوب، و يكون ..... إذا تكرر بكيفية مماثلة و منتظمة خلال مدد زمنية متتالية و متساوية.

يتميز التوتر المتناوب الجيبي بالمقادير التالية: ..... و ..... و .....

يمكن قياس الدور و الوسع بواسطة .....

## • تمرين 2

في التركيب الممثل في الشكل التالي يقاس التوتر بين قطبي مولد بواسطة فولطمتر رقمي:

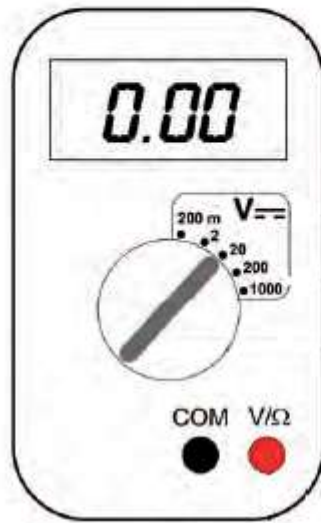


1 - هل التوتر المقاس هو  $U_{AB}$  أم  $U_{BA}$  ؟ علل جوابك.

2 - حدد القطب الموجب و القطب السالب للمولد معللا جوابك.

## • تمرين 3

تمثل الصورة جهازا متعدد القياسات يشغل على وظيفة فولطمتر.



و يمثل الشكل أجزاء متعدد القياسات الخاصة بوظيفة الفولطمتر.  
 1 - ما نوع التوتر المراد قياسه؟  
 2 - ما هي العيارات الممكن استعمالها؟  
 3 - أنقل ثم أتمم الجدول التالي:

230 V	12 V	4,5 V	1,5 V	التوتر المراد قياسه
				العيار المناسب

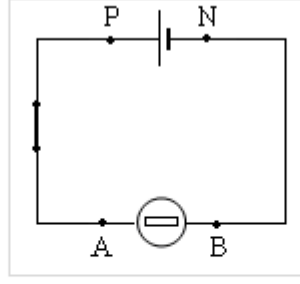
4 - يقيس الفولطمتر التوتر بين قطبي عمود مسطح. نتائج القياس مدونة في الجدول التالي:

20 V	200 V	1000 V	العيار المستعمل
4,76 V	4,7 V	5 V	إشارة الفولطمتر

ماذا يمكن القول عن القياس عندما ينقص العيار؟

• تمرين 4

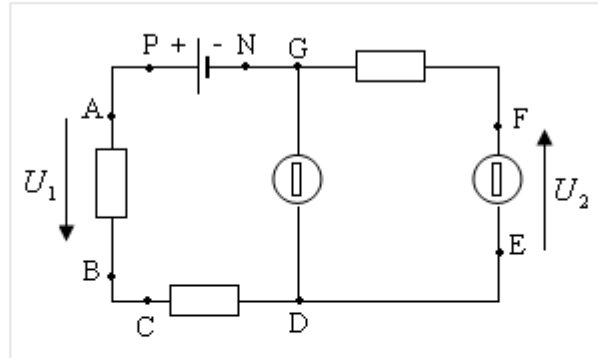
نعتبر الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل التالي:



- 1- أنقل تبيانة الدارة مينا كيف يركب فولطمتر لقياس التوتر  $U_{AB}$ .
- 2- مينا الفولطمتر يضم 100 تدريجة و ضبط على العيار  $30 V$ .
- 3- أحسب قيمة التوتر  $U_{AB}$  علما أن إبرة الجهاز توقفت عند التدريجة 40.
- 3- علما أن قيمة الجهاز هي 2، أعط تأطير قيمة التوتر.
- 4- حدد دقة القياس.

## • تمرين 5

نعتبر الدارة الممثلة في الشكل التالي:



- 1- مثل بسهم كلا من التوترات التالية:  $U_{GF}$  و  $U_{DC}$  و  $U_{EN}$ .
- 2- عبر عن التوترين  $U_1$  و  $U_2$  محددًا المرئيين.
- 3- إذا تم وصل المرئ  $COM$  لفولطمتر رقمي بالمربط  $D$  و المرئ  $V$  بالمربط  $G$ ،  
 أ- هل التوتر المقاس هو  $U_{GD}$  أم  $U_{DG}$ ؟  
 ب- هل التوتر المقاس موجب أم سالب؟

## • تمرين 6

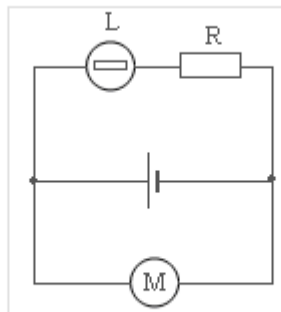
يقاس توتر  $U$  بواسطة فولطمتر ميناؤه يضم 100 تدريجة و فته تساوي 1,5، و ذلك باستعمال عيارات مختلفة. يعطي الجدول التالي قيمة  $n$  عدد التدريجات التي تشير إليها الفولطمتر بدلالة العيار المستعمل:

$\frac{\Delta U}{U}$	$\Delta U (V)$	$U (V)$	$n$	$C (V)$
			90	5
			45	10
			15	30

- 1 - أنقل الجدول ثم أتممه.
- 2 - باستغلال الجدول، اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية:
  - يكون القياس أدق باستعمال أكبر عيار،
  - يكون القياس أدق باستعمال أصغر عيار،
  - دقة القياس لا تتعلق بالعيار المستعمل.

## • تمرين 7

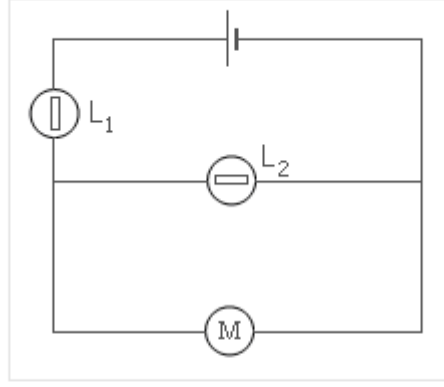
في التركيب التالي تم قياس التوتر  $U = 6 V$  بين قطبي المولد و التوتر  $U_1 = 2,4 V$  بين مربطي المصباح  $L$ .



استنتج قيمة التوتر  $U$  بين مربطي المقاومة  $R$  و التوتر  $U_3$  بين مربطي المحرك  $M$ .

## • تمرين 8

أنجز أحد التلاميذ التركيب الممثل في الشكل التالي:



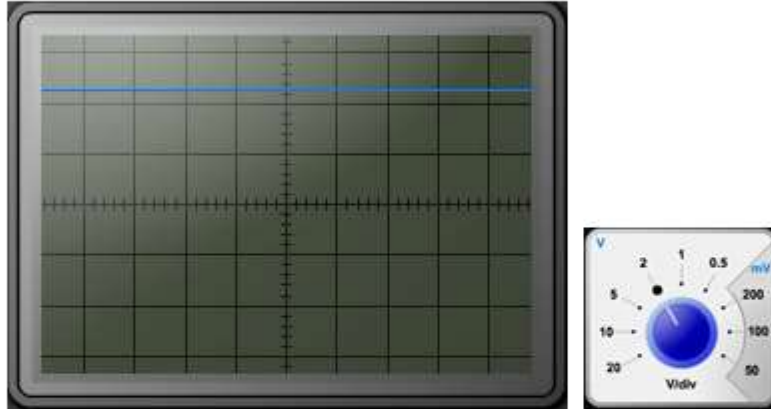
التوتر بين قطبي العمود هو  $U = 9\text{ V}$  و التوتر بين مربي المصباح  $L_2$  هو  $U_2 = 3,5\text{ V}$ .

1 - كيف ركب المحرك بالنسبة للمصباح  $L_2$  ؟ استنتج قيمة التوتر  $U_M$  بين مربي المحرك.

2 - كيف ركب المصباح  $L_1$  بالنسبة للمجموعة  $[L_2 + M]$  ؟ استنتج قيمة التوتر  $U_1$  بين مربي المصباح  $L_1$ .

## • تمرين 9

يستعمل راسم التذبذب لقياس توتر كهربائي  $U_{AB}$ . يمثل الشكلان التاليان زر ضبط الحساسية الرأسية و شاشة الجهاز.



1 - هل تم تشغيل الكسح؟ علل جوابك.

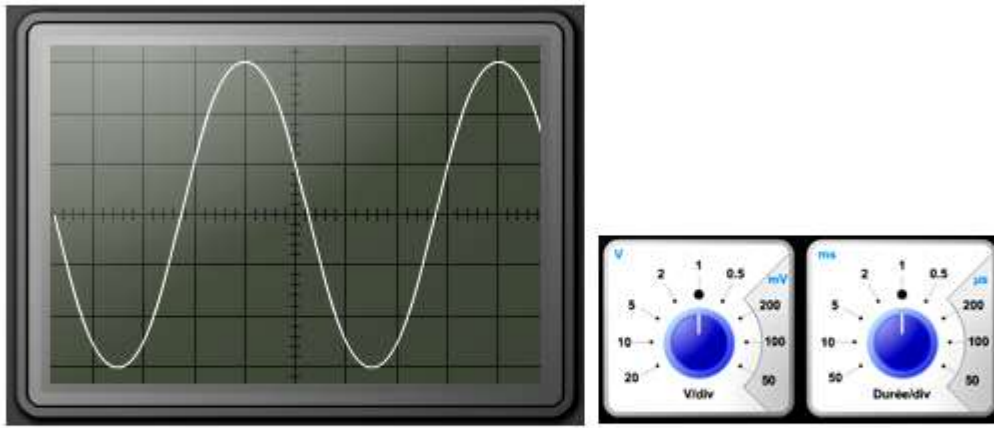
2 - ما نوع التوتر المعاين؟ علل جوابك.

3 - حدد قيمة التوتر  $U_{AB}$  مبينا إشارته.

## • تمرين 10



يستعمل راسم التذبذب لمعاينة توتر كهربائي. تمثل الأشكال التالية زري ضبط حساسيات الجهاز و شاشته:



- 1 - حدد قيمة كل من سرعة الكسح و الحساسية الرأسية.
- 2 - ما نوع التوتر المعاين؟
- 3 - حدد وسعه و دوره و ترددده.

تصحيح

## • حل التمرين 1

يقاس التوتر الكهربائي بين نقطتين  $A$  و  $B$  بواسطة فولطمتر يركب على التوازي بين هاتين النقطتين. يعبر عن قيمته ب الفولط و رمزها  $V$ .

التوتر الكهربائي مقدار جبري أي:  $U_{BA} = -U_{AB}$

يمثل التوتر  $U_{AB}$  بسهم موجه من  $B$  إلى  $A$ .

التوتر بين مربطي سلك الربط منعدم.

التوتر بين مربطي قاطع مغلق منعدم دائما.

التوتر بين مربطي قاطع مفتوح غير منعدم عموما.

يعبر عن قانون إضافية التوترات في تركيب على التوالي لثنائي قطب  $AB$  و  $BC$  بالعلاقة:  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

في تركيب على التوازي يكون بين مربطي ثنائيات القطب نفس التوتر الكهربائي.

التوتر الكهربائي بين نقطتين  $A$  و  $B$  يساوي فرق الجهد الكهربائي بين هاتين النقطتين:  $U_{AB} = V_A - V_B$

الجهد الكهربائي لهيكل دائرة منعدم اصطلاحا.

التوتر الكهربائي المتغير هو توتر كهربائي قيمته تتغير بدلالة الزمن. و يكون متناوبا إذا كانت إشارته تتغير بالتناوب.

و يكون دوريا إذا تكرر بكيفية مماثلة و منتظمة خلال مدد زمنية متتالية و متساوية.

يتميز التوتر المتناوب الجيبي بالمقادير التالية: وسعه و دوره و ترددده.

يمكن قياس الدور و الوسع بواسطة راسم التذبذب.

## • حل التمرين 2

- 1 - هل التوتر المقاس هو  $U_{AB}$  أم  $U_{BA}$  ؟  
 بما أن القطب  $A$  للمولد متصل بالمربط  $V / \Omega$  الذي يمثل المربط + فإن الفولطمتر يقيس التوتر  $U_{AB}$ .  
 2 - تحديد القطب الموجب و القطب السالب للمولد  
 يشير الفولطمتر إلى توتر سالب:  $U_{AB} < 0$   
 يستنتج أن:  $V_A - V_B < 0$  يعني:  $V_A < V_B$   
 وبالتالي فإن القطب الموجب هو  $B$  و  $A$  القطب السالب.

### • حل التمرين 3



- 1 - نوع التوتر المراد قياسه هو توتر مستمر  
 2 - العيارات الممكن استعمالها  $1000 V / 200 V / 20 V / 2 V / 200 mV$   
 3 - إتمام الجدول

230 V	12 V	4,5 V	1,5 V	التوتر المراد قياسه
1000 V	20 V	20 V	2 V	العيار المناسب

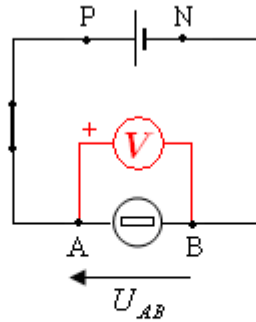
- 4 - تأثر العيار على دقة القياس

20 V	200 V	1000 V	العيار المستعمل
4,76 V	4,7 V	5 V	إشارة الفولطمتر

تبين هذه النتائج أن دقة القياس تزداد مع نقصان العيار.

## • حل التمرين 4

1 - كيفية تركيب فولطمتر لقياس التوتر  $U_{AB}$



2 - قيمة التوتر  $U_{AB}$

$$U_{AB} = \frac{C}{n} \cdot n_1$$

$$U_{AB} = \frac{30}{100} \times 40 = \underline{12 V}$$

ت.ع.

3 - تأطير قيمة التوتر

$$\Delta U = \frac{x}{100} \cdot C$$

$$\Delta U = \frac{2}{100} \times 30 = \underline{0,6 V}$$

$$U - \Delta U \leq U \leq U + \Delta U$$

$$\underline{11,4 V \leq U \leq 12,6 V}$$

الارتياح المطلق في القياس هو:

ت.ع.

تأطير قيمة التوتر:

ت.ع.

4 - دقة القياس

$$\frac{\Delta U}{U_{AB}}$$

$$\frac{\Delta U}{U_{AB}} = \frac{0,6}{12} = \underline{0,05}$$

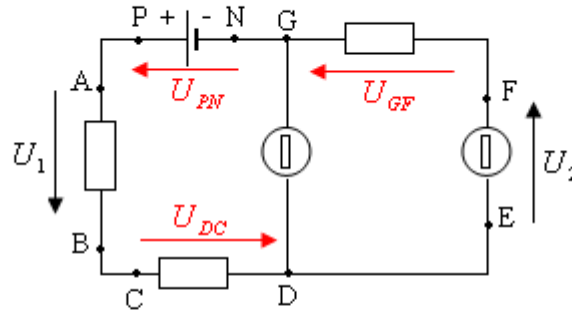
الارتياح النسبي في القياس هو:

ت.ع.

إذن دقة القياس تساوي 5% .

## • حل التمرين 5

1 - تمثيل التوترات  $U_{PN}$  و  $U_{DC}$  و  $U_{GF}$



2 - تعبير التوترين  $U_1$  و  $U_2$

$$U_2 = U_{FE} \text{ و } U_1 = U_{BA}$$

3 - أ- التوتر المقاس هو  $U_{GD}$ .

ب- التوتر المقاس **سالِب** لأن  $U_{GD} = V_G - V_D$ ، و نلاحظ أن  $V_G < V_D$  (المربط G متصل بالقطب السالب للمولد)

## • حل التمرين 6

### I

1 - إتمام الجدول

- قيمة التوتر تحسب بالعلاقة:  $U = \frac{C}{n} \cdot n_e$

- قيمة الارتياح المطلق تحسب بالعلاقة:  $\Delta U = \frac{x}{100} \cdot C$

- قيمة الارتياح النسبي هي:  $\frac{\Delta U}{U}$

- دقة القياس هي:  $\frac{\Delta U}{U} \times 100$

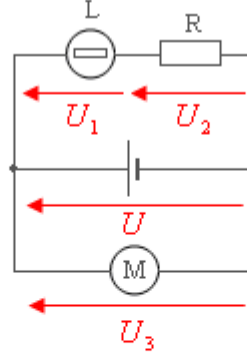
$\frac{\Delta U}{U}$	$\Delta U (V)$	$U (V)$	$n_e$	$C (V)$
$1,7 \cdot 10^{-2}$	0,075	4,5	90	5
$3,3 \cdot 10^{-2}$	0,15	4,5	45	10
$1,0 \cdot 10^{-1}$	0,45	4,5	15	30

2 - اختيار الجواب الصحيح

كلما كان الارتياح النسبي **أصغر** كان القياس **أدق**، و يلاحظ من خلال الجدول أن أصغر ارتياح يوافق أصغر عيار. إذن الجواب الصحيح هو:

- يكون القياس أدق باستعمال أكبر عيار،
- يكون القياس أدق باستعمال أصغر عيار،
- دقة القياس لا تتعلق بالعيار المستعمل.

## • حل التمرين 7



- قيمة التوترب  $U_2$  بين مربطي المقاومة  $R$  :

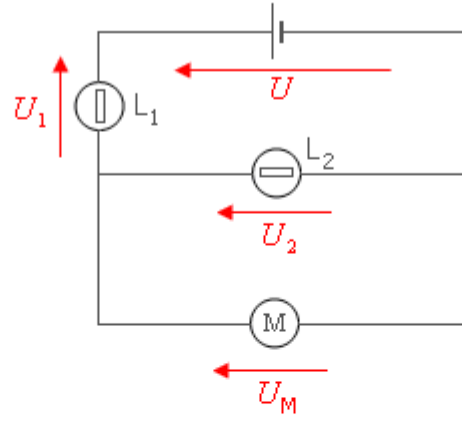
حسب قانون إضافة التوترب:  $U = U_1 + U_2 \leftarrow U_2 = U - U_1$  . تبع  $U_2 = 6 - 2,4 = \underline{3,6 V}$

- قيمة التوترب  $U_3$  بين مربطي المحرك  $M$  :

المحرك مركب على التوازي مع المولد، إذن:  $U_3 = U \leftarrow \underline{U_3 = 6 V}$

## • حل التمرين 8

I



1 - كيفية تركيب المحرك بالنسبة للمصباح  $L_2$  و قيمة التوتر  $U_M$  بين مربيطي المحرك

المحرك ركب على **التوازي** مع المصباح  $L_2$  ، و بالتالي:  $U_M = U_2 = 3,5 V$

2 - كيفية تركيب المصباح  $L_1$  بالنسبة للمجموعة  $[L_2 + M]$  و قيمة التوتر  $U_1$  بين مربيطي المصباح  $L_1$  المصباح  $L_1$  ركب على **التوالي** مع المجموعة  $[L_2 + M]$ .

ت.ع. حسب قانون إضافية التوترات:  $U_1 + U_2 = U$  ←  $U_1 = U - U_2$

$U_1 = 9 - 3,5 = 5,5 V$  .

## • حل التمرين 9

1 - هل تم تشغيل الكسح؟

نعم، لأن في حالة عدم تشغيله تظهر بقعة ضوئية بدل الخط الضوئي.

2 - نوع التوتر المعايير

التوتر **ثابت** مع الزمن (الخط أفقي) ، إذن التوتر المعايير توتر **مستمر**.

3 - قيمة التوتر  $U_{AB}$

التوتر **موجب** لأن الخط الضوئي انحرف نحو **الأعلى** و قيمته:  $U_{AB} = +k \cdot Y$

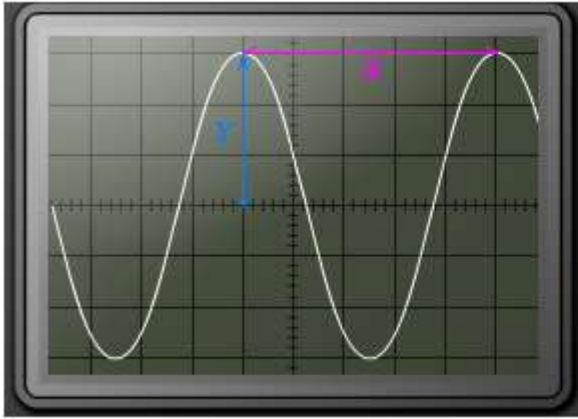
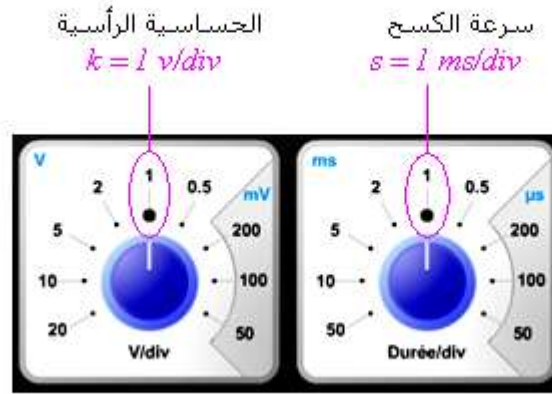
ت.ع. يشير زر ضبط الحساسية الرأسية إلى القيمة:  $k = 2 V / div$

و على الشاشة يقاس الانحراف:  $Y = 2,25 div$

$$\rightarrow U_{AB} = + 2 \times 2,25 = + 4,5 V$$

## • حل التمرين 10

1 - قيمة كل من سرعة الكسح و الحساسية الرأسية



2 - نوع التوتر المعايين

التوتر المعايين توتر متناوب جيبي.

3 - مميزات التوتر المعايين

- الوسع أو القيمة القصوى:  $U_m = k \cdot Y$

$$U_{AB} = 1 \times 3 = 3 \text{ V}$$

- الدور:  $T = s \cdot X$

$$T = 1 \times 5 = 5 \text{ ms}$$

- التردد:  $N = \frac{1}{T}$

$$N = \frac{1}{5 \times 10^{-3} (s)} = 200 \text{ Hz}$$