بسم الله الرحمن الرحيم
الصلاة والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الجذع المشترك
الفيزياء
جزء الكهرباء

التوتر الكهربائي
la tension électrique

المحور الأول :
التيار والتوتر الكهربائيان
الوحدة 2
3 س

1- التوتر الكهربائي :

1-1- مفهوم التوتر الكهربائي :

يفسر **جريان الماء** من أعلى الشلال إلى أسفله بوجود **فرق في الارتفاع** ، أي **لا تماثل** هناك بين أعلى الشلال و أسفله . و**بالمماثلة** ، يفسر **التوتر الكهربائي** بوجود **فرق في الجهد** الذي يتسبب في **انتقال حملة الشحن الكهربائية** بين نقطتين A و B من دارة كهربائية .

يوجد **توتر** U_{AB} بسبب **اختلاف الحالة الكهربائية** للنقطتين A و B . نقرن **بالحالة الكهربائية** لنقطة A من دارة كهربائية مقدارا فيزيائيا يسمى **الجهد الكهربائي** يرمز إليه بـ V_A وهو **مقدار غير قابل للقياس**.

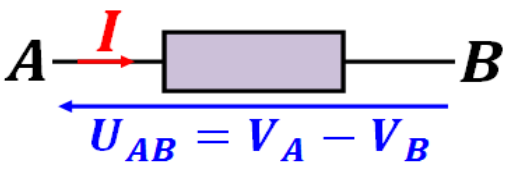
1-2- التوتر الكهربائي :

التوتر الكهربائي بين A و B من دارة كهربائية يساوي **فرق الجهد الكهربائي** بين هذين المربطين A و B : $U_{AB} = V_A - V_B$ وحدته في (ن ، ع) هي **الفولط** V .

حيث V_A **الجهد الكهربائي** في A و V_B **الجهد الكهربائي** في B .

إذن التوتر الكهربائي **مقدار جبري** حيث $U_{AB} = -U_{BA}$.

1-3- تمثيل التوتر الكهربائي :



اصطلح على تمثيل التوتر الكهربائي U_{AB} ، بين نقطتين A و B لثنائي قطب ، بسهم موجه من B نحو A .

2- قياس التوتر الكهربائي :

لقياس التوتر الكهربائي نستعمل جهاز **الفولطمتر** ، يرمز له في دارة كهربائية بـ وهو جهاز مستقطب ، يركب على التوازي في دارة كهربائية حيث يدخل التيار من قطبه V أو $\oplus$ ويخرج من قطبه com أو $\ominus$. ويتوفر على عدة عيارات (القيمة القصوى التي يمكن قياسها للتوتر الكهربائي) .

2-1- فولطمتر ذو إبرة :

تحدد قيمة التوتر الكهربائي المقاسة بالعلاقة التالية: $U = \frac{c.d}{D}$.

حيث: c العيار المستعمل و d عدد التدريجات التي تشير إليها الإبرة .

و D عدد تدريجات الميناء الذي تتم القراءة عليه .

الارتياب المطلق : يحدد بالعلاقة التالية : $\Delta U = \frac{\text{الفئة} \times \text{العيار}}{100}$.

فئة الجهاز يعطيها الصانع في إحدى زوايا الجهاز .

الارتياب النسبي : هو $\frac{\Delta U}{U}$ ويمثل **دقة القياس** بالنسبة للجهاز .

2-2- فولطمتر رقمي :

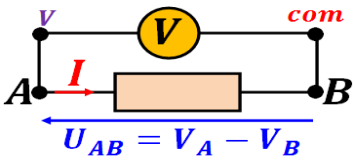
يعطي الفولطمتر الرقمي (أو جهاز متعدد القياس) قيمة التوتر مباشرة على الشاشة .

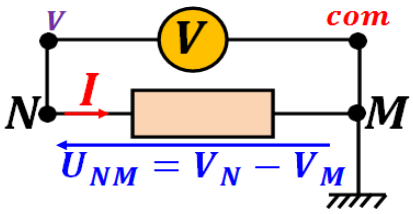
الارتياب المطلق : يحدد بالعلاقة التالية : $\Delta U = \pm \left(\frac{L}{100} + 1UR \right)$.

حيث: L تمثل القيمة التي يشير إليها الجهاز الرقمي .

و $1UR$ تمثل ارتيابا مطلقا يساوي 1 على آخر رقم معبر للقيمة .

الارتياب النسبي : هو $\frac{\Delta U}{U}$ ويمثل **دقة القياس** بالنسبة للجهاز .





ملحوظة :

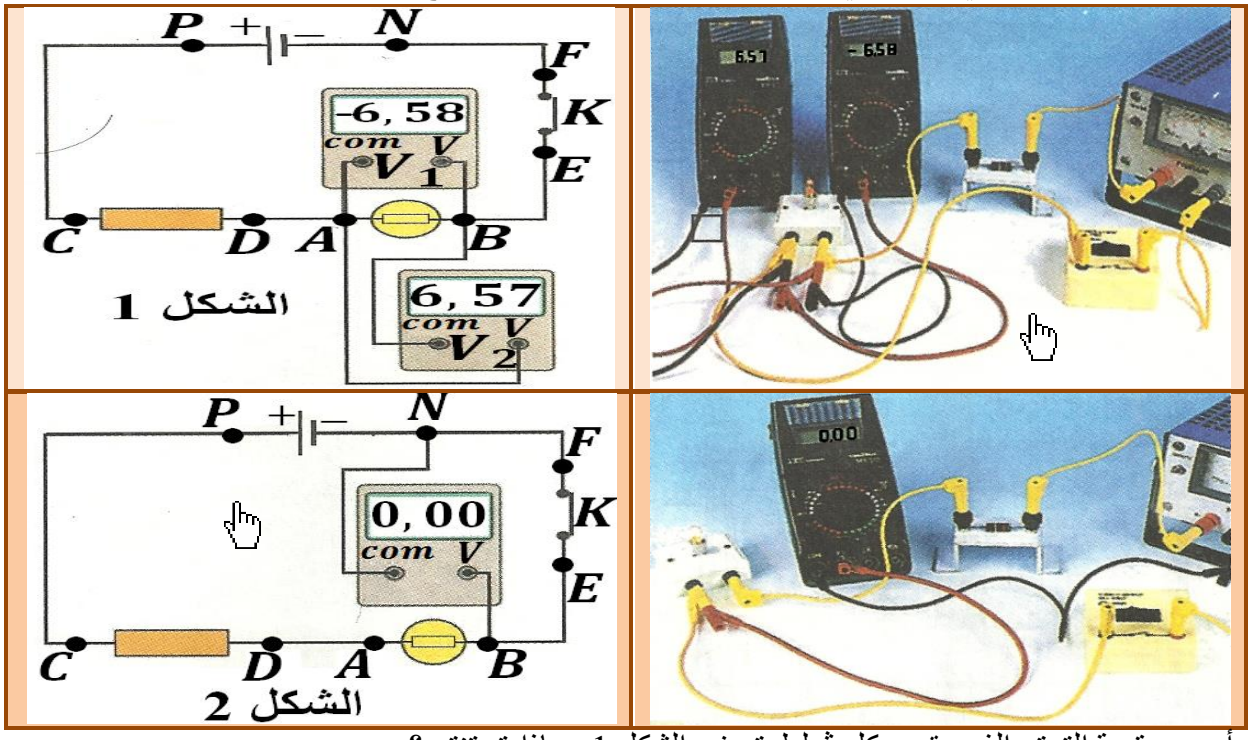
❖ **الڤولطمتر** جهاز يقيس التوتر U_{Vcom} . فلقياس التوتر U_{AB} نربط المربط A بالقطب V والمربط B بالقطب com .

❖ لتحديد قيمة الجهد الكهربائي لنقطة من دارة كهربائية ، يجب اختيار نقطة مرجعية تكون مرتبطة بالهيكل أو الأرض ، واصطلح على أن جهدها منعدم $V_M = 0$.

وبالتالي $U_{NM} = V_N - V_M = V_N$. إذن يعطي قياس التوتر U_{NM} قيمة الجهد الكهربائي V_N .

2-3- تطبيق :

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكلين 1 و 2 فنحصل على النتائج التالية:



أ- عين قيمة التوتر الذي يقيسه كل ڤولطمتر في الشكل 1 . ماذا تستنتج ؟

الڤولطمتر 1 يقيس التوتر $U_{BA} = -6,58\ V$ و **الڤولطمتر 2** يقيس التوتر $U_{AB} = 6,57\ V$.

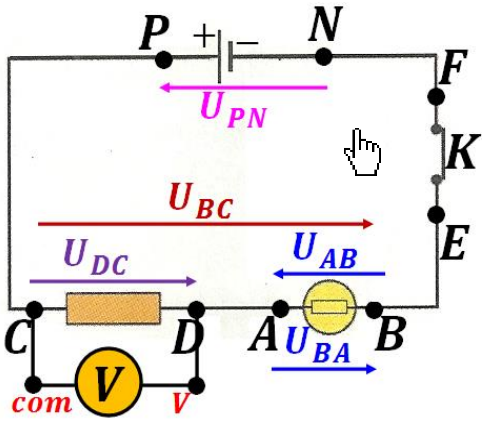
فنستنتج أن $U_{AB} = -U_{BA}$ أي أن **التوتر الكهربائي مقدار جبري** .

ب- عين قيمة التوتر الذي يقيسه الڤولطمتر في الشكل 2 عندما يكون قاطع التيار مغلقا ، ثم عندما يكون قاطع التيار مفتوحا .

عندما يكون قاطع التيار مغلقا ، يقيس الڤولطمتر التوتر $U_{BN} = 0$. و عندما يكون قاطع التيار مفتوحا ، يقيس الڤولطمتر التوتر $U_{BN} \neq 0$.

ج- مثل على التبيانة جانبه ، التوترات التالية : U_{AB} و U_{PN} و U_{DC} و U_{BA} و U_{BC} .

انظر التبيانة .

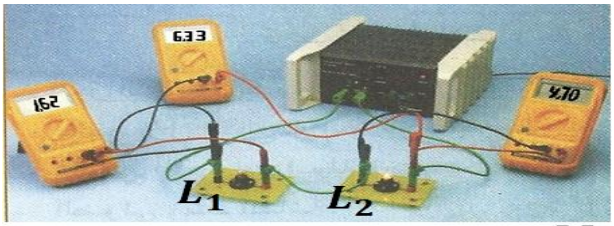


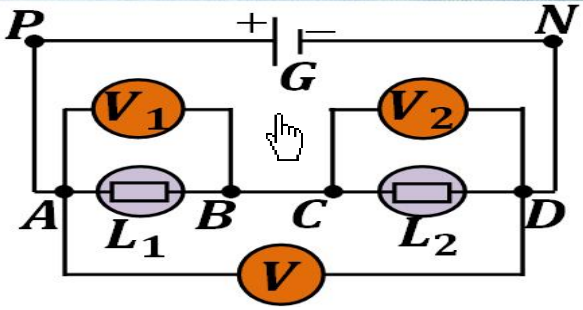
د- إذا كان التوتر $U_{CD} = 2\ V$ ، فما قيمة التوتر U_{DC} ؟ بين كيفية تركيب الڤولطمتر لقياس التوتر U_{DC} .

لدينا $U_{DC} = -U_{CD} = -2\ V$. ويمكن قياسه بربط المربط D بالقطب V للڤولطمتر وربط المربط C بالقطب com .

3- خاصيات التوتر الكهربائي :

3-1- نشاط :





■ ننجز الدارة الكهربائية المتوالية التالية ، المتكونة من : **مولد** G **ومصباحين** L_1 و L_2 **وثلاث فولطمترات** . فتشير الفولطمترات إلى القيم التالية :

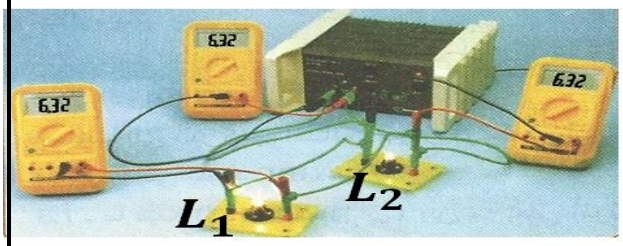
$U_{AB} = 1,62\ V$ و $U_{CD} = 4,70\ V$

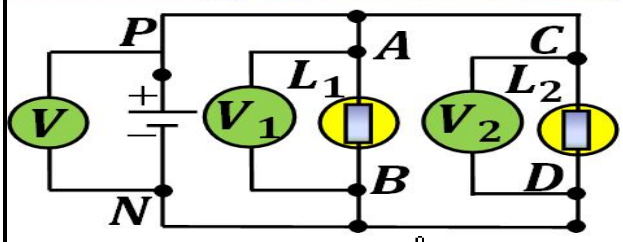
و $U_{AD} = 6,33\ V$.

قارن التوتر U_{AD} و $U_{AB} + U_{CD}$. استنتج خاصية التوتر الكهربائي في دارة متوالية .

لدينا $U_{AB} + U_{CD} = 1,62 + 4,70 = 6,32\ V$

نلاحظ أن $U_{AD} \approx U_{AB} + U_{CD}$ وبالتالي **في دارة متوالية يساوي التوتر بين نقطتين مجموع التوترات بين هاتين النقطتين .**





■ ننجز الدارة الكهربائية المتوازية التالية ، المتكونة من : **مولد** G **ومصباحين** L_1 و L_2 **وثلاث فولطمترات** . فتشير الفولطمترات إلى القيم التالية :

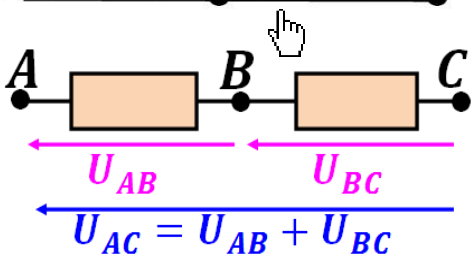
$U_{PN} = 6,32\ V$ و $U_{AB} = 6,32\ V$

و $U_{CD} = 6,32\ V$.

قارن التوترات U_{PN} و U_{AB} و U_{CD} . استنتج خاصية التوتر الكهربائي في دارة متوازية .

نلاحظ أن $U_{PN} = U_{AB} = U_{CD}$ وبالتالي **في دارة متوازية تكون التوترات متساوية بالنسبة للأجهزة المركبة على التوازي .**

3-2- الدارة المتوالية :

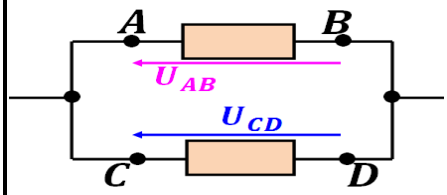


قانون إضافية التوترات : **التوتر بين نقطتين** في جزء من دارة كهربائية يساوي **مجموع التوترات** بين مربطي **الأجهزة المركبة على التوالي** بين هاتين النقطتين .

ملحوظة :

لدينا $U_{AC} = V_A - V_C = (V_A - V_B) + (V_B - V_C) = U_{AB} + U_{BC}$.

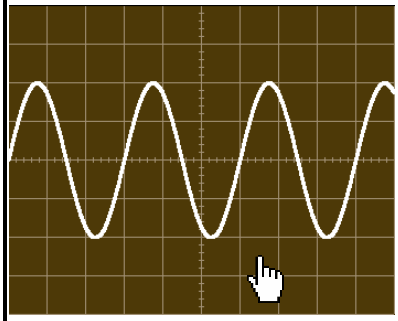
3-3- الدارة المتفرعة (المتوازية) :



في **دارة متفرعة** تكون **التوترات** بين مربطي **الأجهزة المركبة على التوازي متساوية** .

4- توترات متغيرة :

4-1- التوتر المتناوب الجيبي :

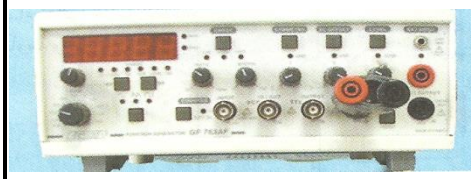


يسمى التوتر الكهربائي **متغيرا** إذا **تغيرت قيمته** خلال الزمن .

يسمى التوتر **متناوبا** عندما يأخذ أثناء تغيره **قيما موجبة وقيما سالبة على التوالي** .

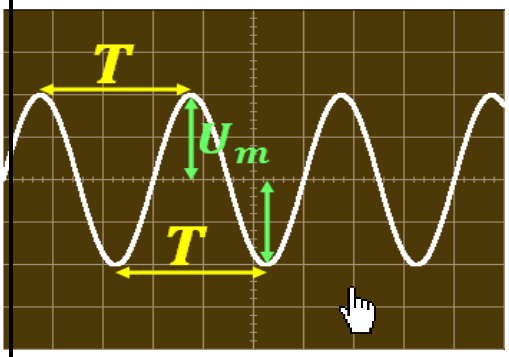
يسمى التوتر **دوريا** عندما **يتكرر بكيفية متماثلة ومنتظمة** خلال **مدد زمنية متتالية ومتساوية** .

نحصل على **توتر متناوب جيبي** عندما يأخذ **قيما موجبة وقيما سالبة محصورة بين قيمتين حديتين وفق دالة جيبية .**



نحصل على **توتر متناوب جيبي** بين مربطي **مولد التردد المنخفض** (GBF) .

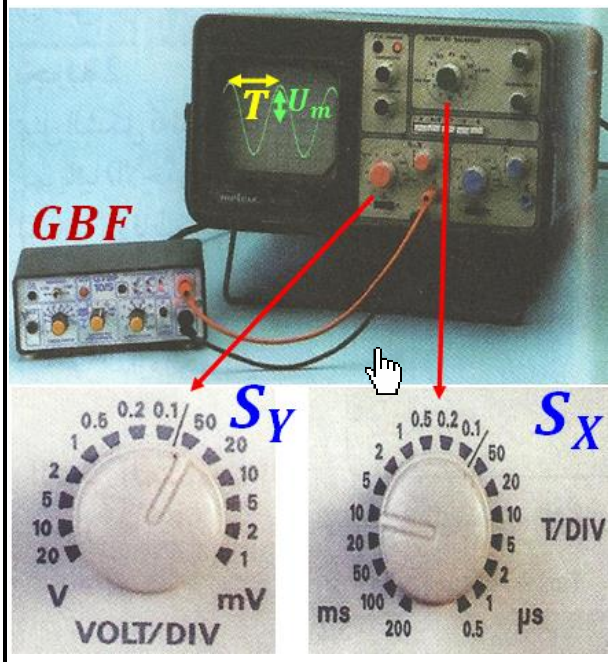
يتميز **التوتر المتناوب الدوري بمقادير فيزيائية** ، هي :



- **الدور** T : هو **أصغر مدة زمنية يأخذ خلالها التوتر نفس القيمة متغيرا في نفس المنحى** ، وحدته في (ن ، ع) هي **الثانية** s .
- **التردد** f : هو عدد الأدوار في وحدة الزمن ، وحدته في (ن ، ع) هي **الهرتز** Hz . حيث $f = \frac{1}{T}$.
- **التوتر الأقصى (الوسع)** U_m : هي أكبر قيمة يمكن أن يأخذها التوتر المتغير ، وحدته في (ن،ع) هي **الڤولط** V .

ملحوظة :

يعتبر **مأخذ التيار** المستعمل في المنازل مثلا ، **منبعا للتوتر المتناوب الجيبي** ، قيمته **الفعالة** هي $U_e = 220\ V$. يعطى **التوتر الفعال** U_e **للتوتر المتناوب الجيبي** بالعلاقة : $U_e = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ، **ويقاس مباشرة بالڤولطمتر** .



4-2- راسم التذبذب :

يمكن **راسم التذبذب** من **قياس ومعاينة التوتر الكهربائي** .

يحدد **الدور** T بالعلاقة : $T = S_X.X$ حيث S_X **الحساسية الأفقية** أو **سرعة الكسح** $(Temps/div)$ و X عدد التدريجات الموافقة لدور واحد (div) .

يحدد **التوتر الأقصى** U_m بالعلاقة : $U_m = S_Y.Y_m$ حيث S_Y **الحساسية الرأسية** $(Volt/div)$ و Y_m عدد التدريجات الموافقة لوسع المنحنى (div) .

4-3- توترات متغير أخرى :

توتر مثلثي	توتر مستطيلي