في هذا الدرس نغذي دارة كهربائية بواسطة منبع للتيار أو منبع للتوتر ونستعمل أجهزة لقياس التيار في الدارة والتوترات بين مختلف نقط الدارة وهذا جدول يجمع المغذّي (بكسر الذال) والمغذّى (بفتح الذال) وأجهزة القياس .

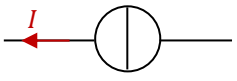
بماذا نغذّي؟

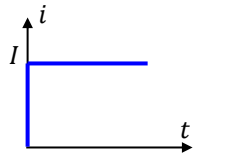
المغذّي	المغذّى	أجهزة القياس
- مولّد للتيار (منبع التيار) - مولّد للتوتر (منبع التوتّر)	- الناقل الأومي - المكثّفة - الوشيعة	- الأمبير متر - الفولطمتر - راسم الاهتزاز المهبطي

1 - مولّد التيار: *Un générateur de courant* أو *Une source de courant*

هو مولّد يُعطي تيارا ثـابتا مهما كانت الدارة التي يُغذّيها.

الرمز:





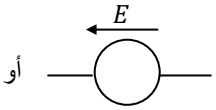
شكل التيار الذي يعطيه المولد

هذا معناه أن عند غلق القاطعة في دارة يغذّيها مولّد للتيـار، فإن عند اللحظة $t = 0$ ، تنتقل قيمة شدة التيار من القيمة صفر إلى القيمة I . في مدة زمنية عمليا تساوي الصفر.

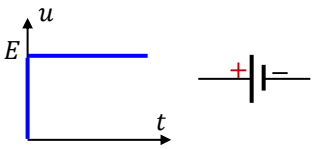
ملاحظة: نستعمل منبع التيار في هذا الدرس فقط لشحن مكثّفة.

2 – مولّد التوتر *Un générateur de tension* : أو *Une source de tension*

الرمز:



شكل التوتّر الذي يعطيه :



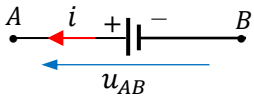
شكل التوتّر الذي يعطيه المولد

هذا معناه أن عند غلق القاطعة في دارة يغذّيها مولّد للتوتّر فإن في اللحظة $t = 0$ ، تنتقل قيمة التوتّر بين قطبيه من القيمة صفر إلى القيمة E في مدة زمنية عمليا تساوي الصفر إذا كان المولّد مثاليا.

مميّزاته:

- القوّة المحركة الكهربائية (E)، وهي قيمة التوتر بين طرفيه عندما لا يكون مربوطا لأية دارة، تقاس بالفولط (V).
- مقاومته الداخلية (r) : إذا كانت هذه المقاومة معدومة $(r \approx 0)$، نقول عن المولّد أنه مثالي، لأن أصلا التوتر بين طرفيه لما يكون مربوطا لدارة كهربائية هو $u = E - ri$ ، فإذا كانت $r = 0$ ، فإن التوتر بين طرفيه يصبح $u = E$ سواء كان مربوطا أو غير مربوط ونسمّيه **مولّد مثالي**.

التوتر بين طرفي المولّد المثالي: $u_{AB} = E$



ملاحظة : كل مولدات التوتر التي نستعملها في هذا الدرس هي مولّدات مثالية .

ماذا نغذّي؟

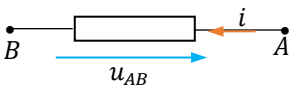
1 - الناقل الأومي: عنصر كهربائي مصنوع عادة من مزائج معدنية تقاوم مرور التيار، يحوّل كل الطاقة الكهربائية التي يستقبلها إلى حرارة.

رمزه :

ميزته : هي مقاومته R وتقاس بالأوم (Ohm) ورمزه (Ω) ، أي أن قيمة هذه المقاومة يكتبها عليه الصانع، فهي تبقى ثابتة مهما كانت الدارة التي يُربط فيها.

ملاحظة: نعبّر أحيانا عن المقاومة بالكيلو أوم $1k\Omega = 10^3\Omega$ ، أو الميغا أوم $1M\Omega = 10^6\Omega$

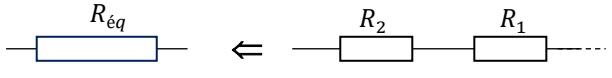
التوتر بين طرفي ناقل أومي: $u_{AB} = u_R = Ri$



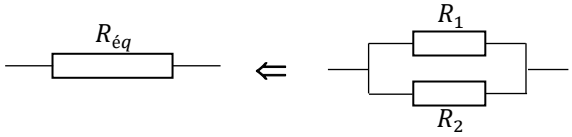
نمثّل التوتر بين نقطتين بسهم موجّه عكس جهة التيار.

ربط النوا قل الأومية :

- على التسلسل: $R_{éq} = R_1 + R_2$



- على التفرّع (أو التوازي): $\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$



ملاحظة: عند الربط على التسلسل نحصل على مقاومة أكبر من الكبيرة، وعند الربط على التفرّع نحصل على مقاومة أصغر من الصغيرة.

2 - المكثّفة:

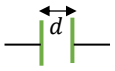
نهتمّ فقط بدراسة المكثّفة المسطّحة، وهي عبارة عن صفيحتين معدنيتن متوازيتين ناقلتين يفصل بينهما عازل كهربائي.

تسمّى الصفيحتان لَبُوسا المكثّفة، (المفرد: لَبُوس).

رمزها:

ميزتها: هي سعتها (C)، والتي تعبّر عن مدى استيعاب المكثّفة للكهرباء، وتُقاس بالفاراد $(Farad)$ ورمزه (F).

تُعطى سعة مكثّفة مسطّحة بالعلاقة: $C = 8{,}85 \times 10^{-12} \times \varepsilon \frac{S}{d}$



حيث d هو سمك العازل و ε هو ثابت يتعلّق بطبيعة العازل (بالنسبة للهواء $\varepsilon = 1$) ، S هو سطح أحد اللبوسين.

- الفاراد قيمة كبيرة جدا بالنسبة لسعة مكثفة مسطّحة، لهذا نعبّر عن السعة بأجزاء الفاراد، منها:

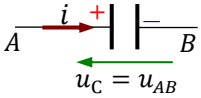
الميكروفاراد (μF) ، حيث $1\mu F = 10^{-6} F$. النانو فاراد (ηF) ، حيث $1\eta F = 10^{-9} F$.

- عندما نشحن مكثفة تتجمّع على أحد لبوسيها شحنة كهربائية موجبة $(+Q)$ وعلى اللبوس الآخر شحنة كهربائية سالبة $(-Q)$.

وعندما نتكلّم عن شحنة مكثفة نقول اختصارا: شحنتها Q .

ملاحظة: المكثّفة تُخزّن الطاقة الكهربائية، على عكس الناقل الأومي الذي يحوّلها كلها إلى حرارة.

- التوتر بين طرفي مكثّفة: $U_{AB} = \frac{Q}{C}$

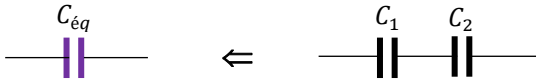


- خلال المدة الزمنية Δt تكتسب المكثفة شحنة ΔQ عندما يمر تيار شدّته ثابتة I في الدارة، حيث: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

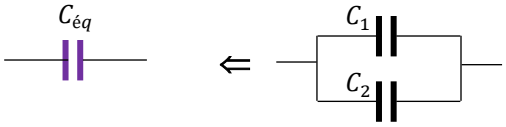
- وفي مدة زمنية قصيرة dt تكتسب المكثفة شحنة صغيرة dq عندما يمر في الدارة تيار i ، حيث: $i = \frac{dq}{dt}$ ، أي مشتق الشحنة بالنسبة للزمن. من خصائص المكثّفة أنها تُشحن وتُفرّغ كذلك.

ربط النوا قل المكثّفات :

- على التسلسل: $\frac{1}{C_{éq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$



- على التفرّع (أو التوازي): $C_{éq} = C_1 + C_2$



3 – الوشيعة:

عبارة عن سلك ناقل ملفوف على شكل حلقات. (السنة الثانية ثانوي).

رمزها :

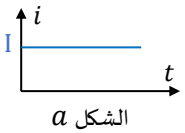
مميّزاتها:

- مقاومتها (r): نسمّيها أحيانا: المقاومة الداخلية للوشيعة. وهي مقاومة السلك الذي صُنعت منه الوشيعة.
- ذاتيّتها (L) : $(L'inductance)$، هذه الميزة منشؤها يكمن في لولبيّة السلك، حيث لا نتكلم عن هذه الميزة عند سلك غير ملفوف.

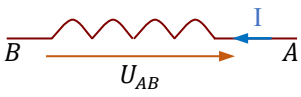
تُقاس الذاتية (نسمّيها أحيانا معامل تحريض الوشيعة) بالهنري $(Henry)$ ، رمزه (H).

- تتعلق الذاتية فقط بالأبعاد الهندسية للوشيعة (طولها، نصف قطرها، عدد لفاتها)، ويمكن تغييرها بوضع صفائح حديدية داخلها.
نسمّي هذه الصفائح: نواة حديدية.

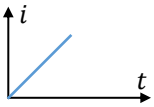
- عندما يمر في الوشيعة تيار شدّته ثابتة مهما كان الزمن (الشكل a)
فإن الوشيعة تسلك سلوك ناقل أومي، يكون التوتر بين طرفيها $U_{AB} = U_b = rI$



الشكل a



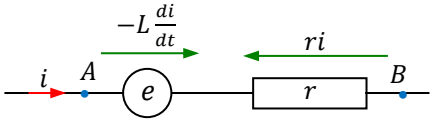
- إذا مرّ في الوشيعة تيار متغيّر، مثلا شكله هكذا:



فإن الوشيعة تصبح منشأ لقوّة محركة كهربائية (e) تسمى القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة، أي أن الوشيعة تصبح بمثابة مولّد يُصدر تيارا يحاول منع تطبيق التيار الذي يمر فيها، وتُعطى هذه القوة المحرّكة الكهربائية بقانون لنز $Lenz$: $e = -L\frac{di}{dt}$

حيث $\frac{di}{dt}$ هو مشتق شدة التيار بالنسبة للزمن.

التوتر بين طرفي الوشيعة: $u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$ أي : $u_{AB} = ri - e$ ،



الدارة المكافئة لوشيعة مقاومتها r وذاتيتها L

لاحظ أنه عندما يصبح التيار ثابتا يكون $\frac{di}{dt} = 0$ ، ويكون عندها $u_{AB} = ri$ ، أي تصبح الوشيعة ناقلا أوميا في سلوكها.

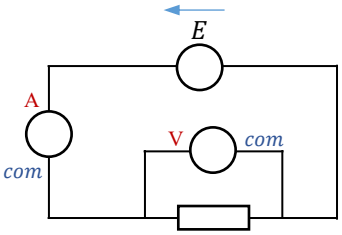
ملاحظة عامة:

نسمي كل من المولدين والناقل الأومي والمكثّفة والوشيعة عناصر كهربائية، كما نسميها كذلك ثنائيات أقطاب، ويمكن أن نحصل على ثنائي قطب بربط أكثر من عنصر. فمثلا ناقل أومي مربوط مع مكثفة نسميه ثنائي القطب RC .

أجهزة القياس

1 - الأمبيرمتر أو مقياس الأمبير: $(L'ampèremètre)$:

يربط دائما على التسلسل مع عناصر الدارة، حيث نربط القطب com لجهة القطب السالب للمولد.
مقاومته صغيرة جدا، وبالتالي إهمالها حتى لا يؤثّر على قيمة شدة التيار في الدارة.

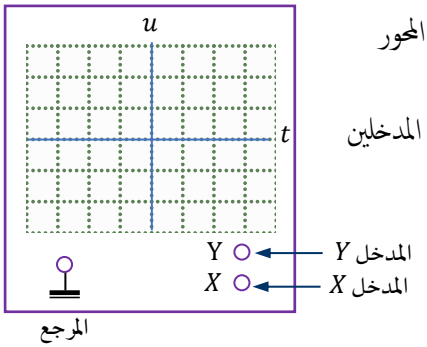


2 - الفولطمتر أو مقياس الفولط: $(Le\ voltmètre)$:

يُربط على التفرع بين نقطتين نريد قياس التوتر بينهما، حيث نربط القطب com لجهة القطب السالب للمولد. مقاومة الفولطمتر كبيرة جدّا حتى يُمكن إهمال التيار المار به.

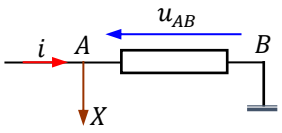
3 - راسم الاهتزاز: $(L'oscilloscope)$:

عبارة عن فولطمتر، يرسم التوتر بدلالة الزمن $u = f(t)$. يتوسط الشاشة محوران متعامدان، المحور الشاقولي هو التوتر والمحور الأفقي هو الزمن.
لكي نشاهد توترا بين نقطتين نربط النقطة (B) لمرجع راسم الاهتزاز، ونربط النقطة (A) لأحد المدخلين إما X أو Y . التوتر الذي نشاهده هو u_{AB} .



ملاحظة: إذا عكسنا الربط، أي ربطنا الأرضي في A وأحد المدخلين في B ، نشاهد التوتر $u_{BA} = -u_{AB}$ ، حيث نشاهد نظير u_{AB} بالنسبة لمحور الزمن.
يوجد زرّ يسمى (INV)، نضغط عليه فينقلب التوتر نحو الأعلى.

ملاحظة: إذا كان هذا التوتر ثابتا نشاهد خطا أفقيا على الشاشة على نصفها العلوي أو السفلي وذلك حسب إشارته، مقدار انحراف الخط يتعلق بقيمة التوتر بين النقطتين.



الحساسية الشاقولية: هو السلم على محور التراتيب، أي هي عدد الفولطات لكل تدريجة على المحور الشاقولي.

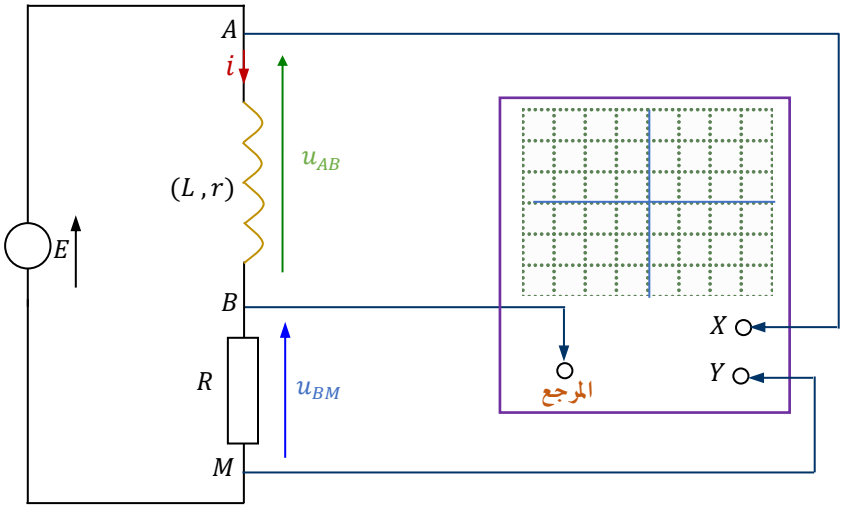
سرعة المسح الأفقي: هو السلم على محور الفواصل، أي عدد الثواني أو أجزاء الثواني لكل تدريجة على المحور الأفقي.

ملاحظة: قلنا سابقا أن راسم الاهتزاز عبارة عن مقياس فولط وليس مقياس أمبير، فهو يرسم التوتر بين نقطتين بدلالة الزمن، لا يرسم شدة التيار بدلالة الزمن. لكي نشاهد صورة لشدة التيار بدلالة الزمن، نربط راسم الاهتزاز إلى طرفي ناقل أومي فنشاهد التوتر $u = Ri$ ، معناه نشاهد شدة التيار مضروبة في عدد هو R.

فإذا كان التوتر الذي شاهدناه شكله هكذا فإن شدة التيار تكون إما هكذا أو هكذا

ملاحظة: يمكن مشاهدة توترين في نفس الوقت وذلك باستعمال المدخلين X و Y بمرجع واحد للتوتر.

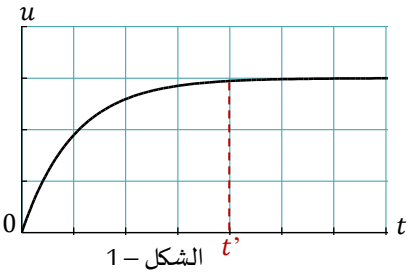
مثلا في الشكل المرفق نشاهد في المدخل X التوتر u_{AB} ، وفي المدخل Y نشاهد التوتر $u_{MB} = -u_{BM}$



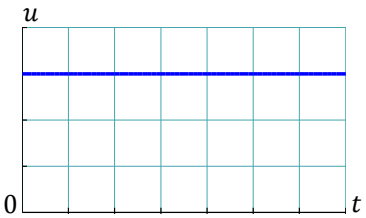
ذاكرة راسم الاهتزاز: راسم اهتزاز ذو ذاكرة معناه أنه يمكن أن يرسم توترا في نظامين مختلفين، مثلا عندما يكون التوتر يتغير، يحتفظ راسم الاهتزاز بالبيان في ذاكرته، ثم يرسمه مع شكل التوتر عندما يصبح هذا الأخير ثابتا.

تصوّر أن لك توترا بين نقطتين شكله هكذا: (الشكل - 1)

هذا التوتر يتغير من اللحظة $t = 0$ حتى اللحظة $t = t'$ ، ثم يصبح ثابتا بعد ذلك. فلو استعملنا راسم اهتزاز بدون ذاكرة، نشاهد فقط الشكل - 2 .



1 – الشكل



2 – الشكل

الحبكة المعلوماتية $(La\ carte\ d'acquisition)$: توصل بالكمبيوتر مع لواحق $(L'exao)$ ، ثم توصل المجموعة بالدارة الكهربائية ، وبواسطة برنامج $(Logiciel)$ يمكن مشاهدة كل البيانات بما فيها شدة التيار في الدارة .

ملاحظة: **المرجع** في راسم الاهتزاز هو النقطة التي نختارها كمبدأ لقياس التوتر، أما **الأرضي** في الكهرباء له تعريف شامل، لا نتكلّم عنه في هذا المستوى.

نقول أحيانا في مقرّرنا: المدخل الأرضي، ونقصد به المرجع، لأن في الجهاز يكون عادة المرجع موصولا بالأرض.