ثنائي القطب RC
Le dipôle RC

➢ **نشاط وثائقي : المكثف**

في سنة 1745 وفي مدينة لايد Leyde بهولندا استطاع الفيزيائي بتروس فان موسشنبروك (petrus van musschenbroek) صنع أول مكثف كهربائي ، بواسطة قنينة من الزجاج ، عرفت في التاريخ باسم قنينة لايد وهو جهاز يمكن من تجميع الشحن الكهربائية السالبة ، لكن مبدأ اشتغال هذه المركبة الالكترونية (المكثف)، التي أصبحت تلعب دورا أساسيا في الاجهزة الالكترونية ، لم يكشف إلا سنة 1782 من طرف الفيزيائي الايطالي فولطا.

تتكون قنينة لايد من قنينة من الزجاج ملفوف عليها على التوالي من الداخل ومن الخارج ورقتان فلزيتان A و B . تسمى الورقتانA و B لبوسي المكثف ، والزجاج الوسط العازل .

عند ربط لبوسي المكثف بعمود كهربائي تنتقل الالكترونات لتتجمع على اللبوس B ، فيحمل هذا الاخير كمية من الكهرباء السالبةq_B ، في حين يغادر نفس العدد من الالكترونات اللبوس A تاركا مكانه شحنا كهربائية موجبة كميتها q_A .توافق هذه الانتقالات مرور تيار كهربائي رغم وجود العازل بين اللبوسين . بعد مدة وجيزة تنتهي انتقالات حملة الشحنة الكهربائية فينعدم التيار الكهربائي ، نقول أن في هذه الحالة إن المكثف قد شحن.

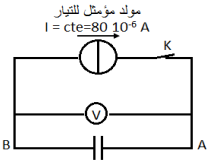
❖ **استثمار:**

1. أرسم التبانة الموافقة لهذ التجربة ،ما مكونات المكثف ؟ وما الدور الذي يلعبه في دارة كهربائية؟
2. ما إشارتي q_A و q_B شحنتي اللبوسين A و B للمكثف؟
3. علما أن الشحنة الكهربائية تنحفظ،ما العلاقة التي تربط بين الشحنتين q_A و q_B عند كل لحظة؟
4. ما شحنة المكثف وما حدتها؟

➢ **نشاط تجريبي 1 : العلاقة بين الشحنة و شدة التيارالكهربائي –العلاقة بين الشحنة والتوتر**

ننجز التركيب الكهربائي جانبه، حيث يعطي المولد المؤمثل للتيار، تيارا كهربائيا شدته I_0 ثابتة وقابلة للضبط، بعدما نفرغ المكثف بوصل مربطيه بموصل أومي مناسب لمدة ثانية واحدة على الأقل.

نغلق قاطع تيار الذي يشغل الميقت في نفس الوقت، ثم نقيس التوتر$U_{AB}(t)$ بين مربطي المكثف كل خمس ثوان، ثم ندون النتائج.



t(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
U_{AB}(V)	0	0.85	1.7	2.55	3.40	4.25	5.11	5.95	6.81	7.66	8.51
q_A (µC)											

1. تمثل شدة التيار الكهربائي i(t) صبيب الشحنات الكهربائية أي كمية الكهرباء المتنقلة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالعلاقة التالية : $i = \frac{dq_A}{dt}$. بين أنه في اللحظة t يكتسب المكثف الشحنة $q_A=I_0.t$
2. أتمم ملأ الجدول ثم مثل المنحنى لتغيرات q_A بدلالة U_{AB}
3. معامل التناسب بين q_A وU_{AB} ، مقدار فيزيائي يسمى سعة المكثف ، ويرمز له بالحرف C ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الفاراد (F)، أحسب C
4. استنتج العلاقة بين U_{AB}وI_0

➢ **نشاط 2 : التركيب على التوالي :**

نركب مكثفين سعتهما C_1 و C_2 على التوالي ونطبق بين مربطيهما توتر U_{AB}

1. مثل الشكل ثم بين أن $q = q_1 = q_2$ حيث q شحنة الكثف المكافيء
2. حدد سعة المكثف المكافيء C (طبق قانون إضافية التوترات)
3. ما الفائدة من هذا التركيب

➢ **نشاط 3 : التركيب على التوازي :**

نركب مكثفين سعتهما C_1 و C_2 على التوازي ونطبق بين مربطيهما توتر U_{AB}

1. مثل الشكل ثم بين أن $q_1 \neq q_2$
2. بتطبيق قانون العقد بين أن $q = q_1 + q_2$ ، حيث q شحنة الكثف المكافيء
3. حدد سعة المكثف المكافيء C (طبق قانون إضافية التوترات) ، إستنتج ما الفائدة من هذا التركيب

➢ **نشاط وثائقي : المكثف**

في سنة 1745 وفي مدينة لايد Leyde بهولندا استطاع الفيزيائي بتروس فان موسشنبروك (petrus van musschenbroek) صنع أول مكثف كهربائي ، بواسطة قنينة من الزجاج ، عرفت في التاريخ باسم قنينة لايد وهو جهاز يمكن من تجميع الشحن الكهربائية السالبة ، لكن مبدأ اشتغال هذه المركبة الالكترونية (المكثف)، التي أصبحت تلعب دورا أساسيا في الاجهزة الالكترونية ، لم يكشف إلا سنة 1782 من طرف الفيزيائي الايطالي فولطا.

تتكون قنينة لايد من قنينة من الزجاج ملفوف عليها على التوالي من الداخل ومن الخارج ورقتان فلزيتان A و B . تسمى الورقتانA و B لبوسي المكثف ، والزجاج الوسط العازل .

عند ربط لبوسي المكثف بعمود كهربائي تنتقل الالكترونات لتتجمع على اللبوس B ، فيحمل هذا الاخير كمية من الكهرباء السالبةq_B ، في حين يغادر نفس العدد من الالكترونات اللبوس A تاركا مكانه شحنا كهربائية موجبة كميتها q_A .توافق هذه الانتقالات مرور تيار كهربائي رغم وجود العازل بين اللبوسين . بعد مدة وجيزة تنتهي انتقالات حملة الشحنة الكهربائية فينعدم التيار الكهربائي ، نقول أن في هذه الحالة إن المكثف قد شحن.

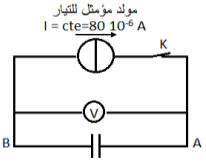
❖ **استثمار:**

1. أرسم التبانة الموافقة لهذه التجربة ، ما مكونات المكثف ؟ وما الدور الذي يلعبه في دارة كهربائية؟
2. ما إشارتي q_A و q_B شحنتي اللبوسين A و B للمكثف؟
3. علما أن الشحنة الكهربائية تنحفظ،ما العلاقة التي تربط بين الشحنتين q_A و q_B عند كل لحظة؟
4. ما شحنة المكثف وما حدتها؟

➢ **نشاط تجريبي 1 : العلاقة بين الشحنة و شدة التيارالكهربائي –العلاقة بين الشحنة والتوتر**

ننجز التركيب الكهربائي جانبه، حيث يعطي المولد المؤمثل للتيار، تيارا كهربائيا شدته I_0 ثابتة وقابلة للضبط، بعدما نفرغ المكثف بوصل مربطيه بموصل أومي مناسب لمدة ثانية واحدة على الأقل.

نغلق قاطع تيار الذي يشغل الميقت في نفس الوقت، ثم نقيس التوتر$U_{AB}(t)$ بين مربطي المكثف كل خمس ثوان، ثم ندون النتائج.



t(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
U_{AB}(V)	0	0.85	1.7	2.55	3.40	4.25	5.11	5.95	6.81	7.66	8.51
q_A (µC)											

1. تمثل شدة التيار الكهربائي i(t) صبيب الشحنات الكهربائية أي كمية الكهرباء المتنقلة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالعلاقة التالية : $i = \frac{dq_A}{dt}$. بين أنه في اللحظة t يكتسب المكثف الشحنة $q_A=I_0.t$
2. أتمم ملأ الجدول ثم مثل المنحنى لتغيرات q_A بدلالة U_{AB}
3. معامل التناسب بين q_A وU_{AB} ، مقدار فيزيائي يسمى سعة المكثف ، ويرمز له بالحرف C ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الفاراد (F)، أحسب C
4. استنتج العلاقة بين U_{AB}وI_0

➢ **نشاط 2 : التركيب على التوالي :**

نركب مكثفين سعتهما C_1 و C_2 على التوالي ونطبق بين مربطيهما توتر U_{AB}

1. مثل الشكل ثم بين أن $q = q_1 = q_2$ حيث q شحنة الكثف المكافيء
2. حدد سعة المكثف المكافيء C (طبق قانون إضافية التوترات)
3. ما الفائدة من هذا التركيب

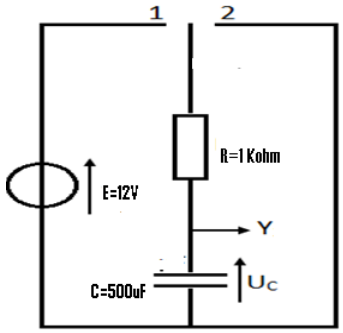
➢ **نشاط 3 : التركيب على التوازي :**

نركب مكثفين سعتهما C_1 و C_2 على التوازي ونطبق بين مربطيهما توتر U_{AB}

1. مثل الشكل ثم بين أن $q_1 \neq q_2$
2. بتطبيق قانون العقد بين أن $q = q_1 + q_2$ ، حيث q شحنة الكثف المكافيء
3. حدد سعة المكثف المكافيء C (طبق قانون إضافية التوترات) ، إستنتج ما الفائدة من هذا التركيب

➢ **الدراسة التجريبية : استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر**

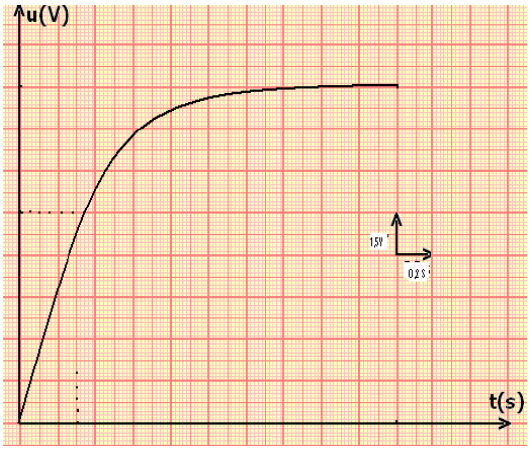
بعد تفريغ المكثف ننجز التركيب الكهربائي جانبه. حيث يمكن هذا التركيب من معاينة التوتر بين مربطي المكثف U_C بدلالة الزمن على كاشف التذبذب ، يتالف هذا التركيب من مولد مستمر مثبت على القيمة E = 12V ،مكثف سعته C = 500µF و موصل أومي مقاومته R = 600Ω ،قاطع التيار وكاشف التذبذب لمعاينة التوتر بين مربطي المكثف Uc



❖ **شحن المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة**

نؤرجح قاطع التيارK الى الموضع 1 في لحظة t=0

عند إغلاق قاطع التيار k ينتقل التوترببن مربطي المكثف U_C لحظيا من الصفر الى قيمة حدية فنشاهد على شاشة كاشف التذبذب المنحنى التالي:

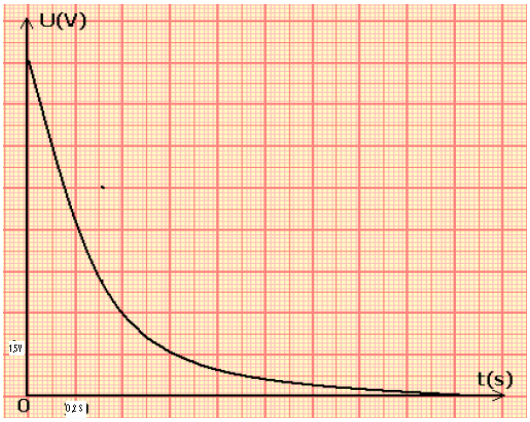


- استثمار:

1. نقوم بنمذجة المنحنى المحصل عليه على كاشف التذبذب بالدالة $U(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
2. حيث K و τ ثابتتان تحددان بواسطة البرنم (regressi) ، فنجد أن $U_c(t)$ و $U(t)$ متقاربتين وبالتالي التوتر بين مربطي المكثف أثناء الشحن تكتب على الشكل التالي :

$U_C(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

2. يبرز المنحنى وجود نظامين : نظام انتقالي ونظام دائم ، حدد هاذين النظامين في المنحنى مبرزا تغيرات كل نظام
3. عين $U_C(t)$ عند اللحظة t=0 ثم $U_C(\propto)$ قيمة $U_C(t)$ عندما تؤول t إلى ما لا نهاية
4. تعرف على الثابتة K
5. استنتج تعبير $U_C(t)$ بدلالة E و τ
6. عبر عن $U_C(t=\tau)$ ثم استنتج تعريف τ
7. استنتج طريقة مبيانية تمكن من تحديد τ ثم أوجد قيمته
8. قارن بين τ و RC
9. تسمى τ ثابثة الزمن ، باستعمال معادلة الإبعاد(التحليل البعدي أو تجانس الوحدات) ، بين أن τ عبارة عن زمن
10. عين التوتر بين مربطي المكثف عند اللحظة $t = 5\tau$ ، $U_C(t=5\tau)$ ، ماذا تستنتج ؟
11. حدد معادلة المماس y(t) عندة اللحظة t =0
12. استنتج طريقة مبيانية ثانية تمكن من تحديد τ
13. ما تاثير قيمة كل من R و C على شحن المكثف



❖ **تفريغ المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر نازلة**

نؤرجح قاطع التيار K الى الموضع 2 فنلاحظ على الشاشة المنحنى الممثل جانبه

نقوم بنمذجة المنحنى المحصل عليه بالدالة $U'(t)=k'\exp(-\frac{t}{\tau'})$

1. حدد الثابتة k'
2. ما تمثل τ' ثم عين هذه التابثة بطريقتين مختلفتين
3. عين $U_C(t=5\tau')$ ، ماذا تستنتج ؟
4. نغير τ' الى τ'' حيث $\tau'' < \tau'$ فنحصل على المنحنى الممثل بالخط المتقطع ، ماذا تستنتج؟
5. ما تاثير كل من سعة المكثف C والمقاومة R على تفريغ المكثف ؟
6. نعوض مولد التوتر المستمر بمولد التردد المنخفض GBF ، أعط التبيانة الموافقة ثم أرسم المنحنى $U_C(t)$ المحصل عليه تجريبيا محددا عملية الشحن والتفريغ (مبرزا كذلك النظامين الإنتقالي والدائم في كل عملية)

➢ **الدراسة النظرية : ايجاد المعادلة التفاضلية وحلها بالنسبة للتوتر والتيار الكهربائي**

❖ **شحن المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة**

- ايجاد المعادلة التفاضلية :

المعادلة التفاضلية : هي معادلة رياضية تجمع مقدار متغير X(t) ومشتقات لهذا المقدار

1. نضع قاطع التيار على الموضع 1 ، ارسم التبيانة التجريبية الموافقة
2. مثل توترات على التبيانة بسهم : $U_R(t)$ توتر بين مربطي الموصل الاومي،$U_c(t)$ توتر بين مربطي المكثف ، U(t) توتر المولد
3. ما تمثل هذه الظاهرة ؟
4. بتطبيق قانون إضافيات التوترات ، أوجد العلاقة بين U(t) و $U_R(t)$ و$U_C(t)$
5. بتطبيق قانون اوم اوجد العلاقة بين i(t) و $U_R(t)$
6. اعط العلاقة بين U(t) و q(t) ثم العلاقة بين i(t) و q (t)
7. استنتج العلاقة بين $U_C(t)$ و i(t)
8. استنتج المعادلة التفاضلية ل $U_C(t)$
9. أكتب من جديد المعادلة التفاضلية باعتبار$\tau = RC$

- حل المعادلة التفاضلية:

ان حل المعادلة التفاضلية هو ايجاد تعبير $U_C(t)$ بدلالة الزمن

اذا علمت أن حل المعادلة التفاضلية$E = U_C + \tau\frac{dU_C}{dt}$ يكتب على النحو التالي $U_C = Ae^{-\alpha t} + B$ حبث A و B و α ثوابت نحددها باشتقاق U_C وبمعرفة الشروط البدئية

1. أوجد الثوابت A و B و α وأكتب تعبير $U_C(t)$ بدلالة الزمن
2. ارسم $U_C(t)$ بدلالة الزمن
3. استنتج تعبير شدة التيار الكهربائي i(t) بدلالة الزمن و E و τ
4. ارسم التيار الكهربائي بدلالة الزمن

❖ **تفريغ المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر نازلة**

1. نضع قاطع التيار في الموضع 2 ن ارسم التبيانة الموافقة موضحا التوترات U_R و U_C عليها
2. بتطبيق قانون اضافيات التوترات والقوانين الاخرى أوجد المعادلة التفاضلية ل $U_C(t)$
3. نضع $\tau = RC$ أوجد امن جديد المعادلة التفاضلية
4. حل المعادلة التفاضلية ل $U_C(t)$
5. استنتج حل المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي i(t)