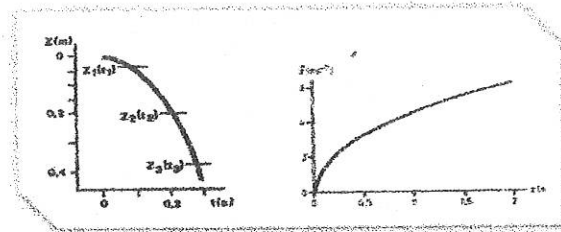
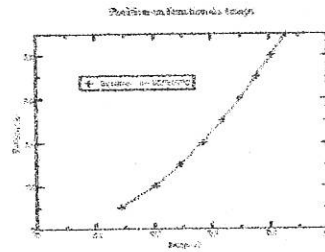
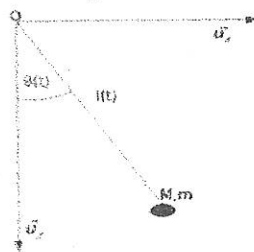
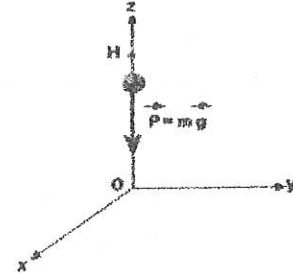
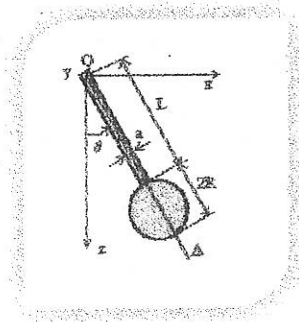
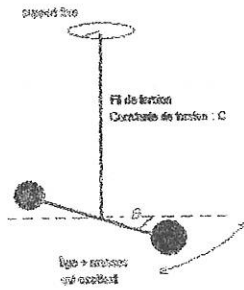


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
جامعة بلجي مختار- عنابة
كلية العلوم
دائرة الفيزياء

أعمال تطبيقية للسنة الأولى (علوم وتقنيات علوم المادة)



من إعداد الأساتذة

بن عيش مليكة- محجوبي نضرة

عموميات خاصة بتحضير الاعمال التطبيقية

قسم الكهرباء

- 1- طريقة العمل مع إهداء بعض النصائح لتفادي النقائص و سوء الاستعمال
- 2- كيفية الكتابة (عرض الحال)
- 3- أهم الأجهزة المستعملة في الأعمال التطبيقية

أولاً

من المستحسن أن تنتجز الأعمال التطبيقية في أفواج تحتوي على الأقل طالبين وعلى الأكثر أربع طلاب يعتبر الفوج مسؤولاً عن الأجهزة والعتاد الموجود في تطبيق ما حتى نهاية هذا الأخير. على طلبة الفوج العمل في هدوء وتجنب الشرثرة والنقاشات التي تسيء إلى السير الحسن للأعمال التطبيقية.

لتجنب إفساد الأجهزة يجب على الطلبة توصيل دارتهم بدون منبع وعند تحقق الأستاذ المشرف من صحتها يتم ربطها بالمنبع.

لأخذ القياسات بشكل لا يتلف الأجهزة لا بد من وضع هذه الأخيرة في أكبر معيار لها و التحقق من أنها موصولة بشكل يناسب تصميمها (التيار والشدة متناوبان أو مستمران). لا يسمح للطلبة مغادرة القاعة إلا بعد التحقق من سلامة الأجهزة المسلمة لهم، وعند التسبب في عطب ما تكون معاقبة الطالب ممتدة من الصفر حتى الطرد الكلي من الأعمال التطبيقية.

ثانياً : طريقة كتابة التقارير

على الطلبة تحضير كل عمل تطبيقي تم إنجازه وتقديمه للأستاذ في الحصة الموالية. يشمل عرض الحال النقاط التالية.

- (1) رسم الدارة الكهربائية.
- (2) الأجهزة المستعملة.
- (3) جدول القياسات التي تم إجراؤها مع الحسابات المقررة و الرسم البياني إذا كان مطلوباً.

- (4) شرح وترجمة القياسات والنتائج المحصل عليها.
- (5) الملاحظات و الخلاصة اللتان يجب أن تكونا شخصيتين.

ثالثاً : الأجهزة المستعملة

(مولدات) الشدة بتيار مستمر - مولدات ذات التوتر الضعيف - محولات. كل هذه الأجهزة تكون مغذات من منابع 220 V متناوب.

المقاومات:

المقاومات عنصر من عناصر الدارة لها قيمة ثابتة. تودع عادة في صندوق صغير محدد عليه قيمتها وقيمة الاستطاعة التي يمكن أن تتحملها، يمكن كذلك معرفة قيم المقاومات من خلال دليل الألوان.

المكثفات:

المكثفات عنصر من عناصر الدارة تتمتع بخاصية تخزين الطاقة يتم تحديد السعة و شدة التيار المقبول على لوح يلصق بها. عند استعمال المكثفات لا بد من أخذ بعين الاعتبار الشدة المقبولة التي يجب أن تكون أكبر من شدة الدارة.

الدارة: يتم انجاز الدارة بتوصيل المولد أو المنبع إلى جميع العناصر المكونة لهذه الأخيرة. بالنسبة للتيار المستمر يجب مراعاة توصيل القطب الموجب وفق مخطط الدارة إلى الأقطاب الموجبة الممكنة. نقول عن الدارة أنها منجزة إذا تم غلقها عند طرفي المنبع حيث يمر التيار. توصيل المولد في إطار دارة قصيرة ينتج عنه إتلاف المنبع نفسه حيث تكون قيمة التيار كبيرة جدا و إما قيمة المقاومة صغيرة، وهذا التيار يذيب جميع القواسم.

أجهزة القياس:

أجهزة القياس المستعملة في التجارب:

جهاز قياس التيار الضعيف "الميكروأمبير متر" يمكن أن يقيس حتى $150\mu A$

جهاز قياس التيار أمبير متر: يمكن أن يقيس من 0.1 mA حتى $3A$

جهاز قياس التوتر: الفولتمتر يمكن أن يقيس من $0.1V$ حتى $300V$ في حالة

الاستمرار و من $3V$ حتى $300V$ في حالة التناوب.

جهاز متعدد القياسات الملتيمتر يمكن أن يستعمل كجهاز لقياس التيار، فرق الجهد و المقاومات (أمبير متر فولتمتر و أومتر)

إستعمال الملتيمتر لقياس متغير ما يمر على اختيار هذا المتغير بواسطة مفتاح أعد خصيصا لهذا الغرض.

المعيار يتم اختياره أيضا بواسطة مفتاح في الجهاز. في حالة الأجهزة الثنائية التي تستعمل لقياس فرق الجهد أو التيار يجب التأكد من أن معيار الجهاز يناسب المتغير المراد قياسه.

الميكروأمبير متر والأمبير متر يوصلان على التسلسل في الدارة، و يقيسان شدة التيار. الفولتمتر يقيس الجهد بين نقطتين في دارة ويوصل على التوازي بينهما.

جهاز الملتيمتر (Multimètre) يوصل على التوازي أو على التسلسل حسب نوعية المتغير المراد قياسه. يمنع توصيل جهاز الملتيمتر إلى منبع وهو متواجد في وضعية Ω . هنا الملتيمتر يستعمل كجهاز لقياس المقاومات، وتتم هذه العملية عندما يتغذى ببطارية $1.5V$ بعد وضع المفتاح على إشارة Ω . الأمبير متر و الفولتمتر المخصصان لقياس المقادير المستمرة لهما قطبية يجب احترامهما، إلا تعرضا للإتلاف.

كيف تتم القراءة على جهاز كهربائي نو إبرة

هناك علاقة بين المعيار و عدد التدريجات الموجودة على السلم. للحصول على تيار أو توتر ما نستعمل القاعدة الثلاثية مثلا:

لنأخذ جهاز فولتمتر (أمبير متر) عدد تدريجاته 150 وله ثلاثة معايير 300، 75، 150 فولط. نقيس فرق الجهد المعطى بإشارة الإبرة المتواجدة عند التدريجة 140 بمعيار 75. في هذه الشروط تكون القراءة:

150 تدریجہ _____ 75 فولٹ
140 تدریجہ _____ x

$$x = (75 \times 140) / 150 = 70v$$

$$x = (140 \times 150) / 150 = 140 : 150v \text{ بمعيار}$$

$$x = (300 \times 140) / 150 = 280 v : 300v \text{ اما بمعيار}$$

في بداية أي تجربة لا بد من اختيار المعيار الكبير في الجهاز خاصة عندما تكون المقادير المقاسة مجهولة. إذا كان في قياس ما أن انحناء الإبرة صغير جداً نبدأ في تصغير المعيار حتى نحصل على أكبر انحناء ممكن للإبرة دون أن يتعدى أقصى تدریج في الجهاز (لأن ذلك يستوجب تغيير المعيار و إلا أتلف الجهاز).
فيما يخص صف أو رتبة الجهاز فإنه يعرف بدقة القياس و هو معطى من طرف صانع هذا الجهاز بدلالة رقمين. فمثلاً الكتابة 2.0 - ، 3.0 V ~ تعني أنه بالنسبة للقياسات المستمرة فإن رتبة الجهاز هي 2 أما بالنسبة للقياسات المتناوبة فإنها 3. صف الجهاز يترجم الخطأ المطلق الذي نرتكبه مهما تكن دقة القراءة.

حساب الارتياح و الأخطاء

الأخطاء على أجهزة القياس الكهربائية تضمن خطأ القراءة و خطأ الصف.

خطأ القراءة على جهاز الأميتر: يحسب كالتالي:

$$\Delta I_{lec} = \frac{\text{المعيار} \times (4 \setminus 1) \text{ تدریجہ}}{\text{عدد تدریجات المعيار المختار}} \quad (A)$$

على جهاز فولتمتر فيحسب كذلك بـ:

$$\Delta V_{lec} = \frac{\text{المعيار} \times (4 \setminus 1) \text{ تدریجہ}}{\text{عدد تدریجات المعيار المختار}} \quad (V)$$

خطأ الصف:

على جهاز الأميتر متر

$$\Delta I_{clas} = \frac{\text{المعيار} \times \text{انصف}}{100} \quad (A)$$

على جهاز الفولتمتر

$$\Delta V_{clas} = \frac{\text{المعيار} \times \text{انصف}}{100} \quad (V)$$

I- الهدف من التجربة:

مفهوم المقاومة وكيفية قياسها والتحقق من قانون كيرشوف.

II- المبدأ النظري:

نقيس مقاومة ناقل ما (R) باستخدام جهاز يقيس الفولط متر والامبير متر وذلك باستخدام العلاقة

(1) $R = u/I$ حيث u هو الجهد المطبق بين طرفي الناقل المراد قياس مقاومته و I شدة تياره.

أ) كيفية قياس المقاومة:

إذا كان التيار المار بالفولط متر (I_v) صغيراً بالنسبة للذي يمر بالناقل وكانت قيمة I_v غير مهمة نعوض $I = I_A + I_v$ في العلاقة (1) حيث I_A هي شدة تيار المقاومة بالامبير متر.

يمكن حساب I_v إذا علمت مقاومة الفولط متر وكذلك باستخدام حساسية الفولط متر للتيار وذلك بقياس الشدة الموافقة لأطراف تدريجه للفولط متر ودقة هذه الطريقة تتعلق بدقة الامبير متر والفولط متر وتكون مرتفعة قليلاً بنسبة 1%.

ب) كيفية دراسة الدارات المعقدة:

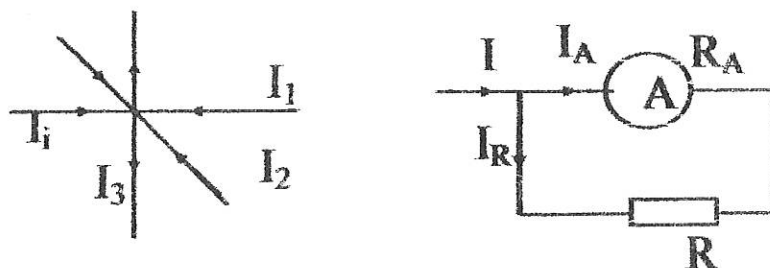
يمكننا دراسة الدارات المعقدة والتي مر بها تيار متواصل عن طريق حساب التيارات المارة في كل جزء من أجزائها وذلك من خلال معرفة المقاومات والقوى المحركة الكهربائية في كل جزء من أجزاء الدارة. كل نقطة من الدارة يتفرع فيها التيار إلى أكثر من جهتين تسمى عقدة.

ج) قانون كيرشوف الأول:

لا يمكن للشحنات الكهربائية التجمع في العقد. إذا مجموع التيارات الواردة إلى نفس العقدة يساوي مجموع التيارات المغادرة لها أي :

$$\sum I_k = 0$$

مثال في الشكل 1 لدينا:



الشكل -1-

$$I - I_A - I_R = 0$$

$$I = I_R + I_A$$

$$I_A R_A = I_R R \Rightarrow R = I_A R_A / I_R$$

(د) قانون كيرشوف الثاني (قانون العروات):

المجموع الجبري للقيم $I_k R_k$ يساوي المجموع الجبري للقوى الكهربائية المتحركة (ق.ك.م) المطبقة في العروة

$$\sum I_k R_k = \sum E_k$$

حيث E_k القوى الكهربائية المحركة في العروة.

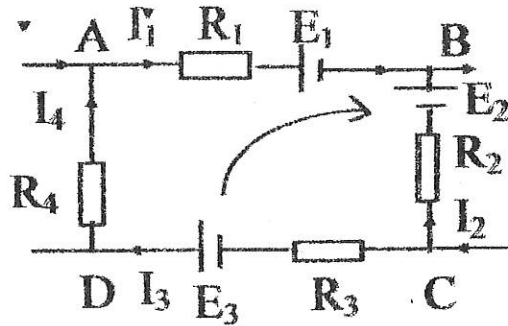
1- الاختيار بصفة كيفية لإتجاهات التيارات في كل أجزاء الدارة.

2- اختيار جهة مسار الدارة بصفة كيفية.

ملاحظة: إذا كان I_k لها نفس جهة المسار $I_k R_k > 0$

إذا كان I_k عكس جهة المسار $I_k R_k < 0$

تؤخذ القوة المحركة الكهربائية بالموجب إذا كانت جهة الفيلار داخل المنبع موجه من القطب السالب إلى الموجب، وإذا حصل العكس تكون (ق.ك.م) سالبة
مثال أنظر الشكل 2



الشكل 2-

العروة ABCD

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = -E_1 - E_2 + E_3$$

الخطوات العملية:

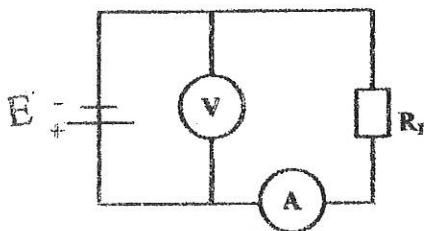
الجزء الأول:

1- يعد التوصيل حسب الشكل

قس الجهد U_1 والتيار I_1 عبر المقاومة R_1

كرر العمل بإستبدال R_1 بـ R_2 ثم بـ R_3

ضع النتائج في الجدول مع نكر الوحدات ثم أحسب R_1, R_2, R_3 .



الجدول رقم -1-

	$I_{(cla, ech, ca)}$	$U_{(cla, ech, cal)}$	R_{mes}
R_1			
R_2			
R_3			

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة R_{mes} على الشكل التالي

$$R_{mes} = (R \pm \Delta R) \text{ مع نكر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
R_1				''				
R_2								
R_3								

$(\Delta R/R)_{cla}$	$(\Delta R/R)_{lec}$	$(\Delta R/R)$	ΔR

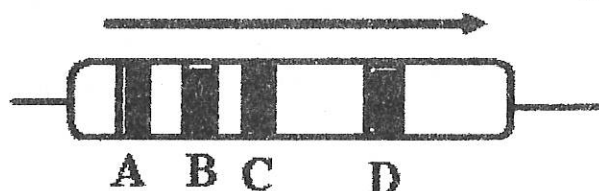
علما أن:

$$\Delta R/R = (\Delta R/R)_{cla} + (\Delta R/R)_{lec} = (\Delta U/U + \Delta I/I)_{cla} + (\Delta U/U + \Delta I/I)_{lec} \dots (1)$$

2- حساب قيم المقاومات الثلاثة المجهولة (R_3, R_2, R_1) باستعمال جدول الألوان
 لتعيين قيمة مقاومة ، نستعمل جدول الألوان و الطريقة هي النظر الى حلقات الالوان
 الاربعة ابتداء من الحلقة الاقرب من احد اطرافها فكل حلقة تمتاز بدلالة خاصة
 الحلقة الاولى: الرقم الاول من قيمة المقاومة
 الحلقة الثانية: الرقم الثاني من قيمة المقاومة
 الحلقة الثالثة: عدد الاصفار بعد الرقم الثاني
 الحلقة الرابعة: الدقة او التفاوت المسموح
 الوان حلقات المقاومة مركبة كالتالي:

الالوان	الرقم	المضاعفات	التفاوت المسموح %
الاسود	0	10^0	1
البنى	1	10^1	2
الاحمر	2	10^2	3
البرتقالي	3	10^3	/
الاصفر	4	10^4	5
الاخضر	5	10^5	10
الازرق	6	10^6	/
البنفسجي	7	10^7	/
الرمادي	8	10^8	2.5
الابيض	9	10^9	5
الذهبي	/	/	10
الفضي	/	/	20

الاربعة حلقات الملونة تعطى على الترتيب .



الرقم الاول A

الرقم الثاني B

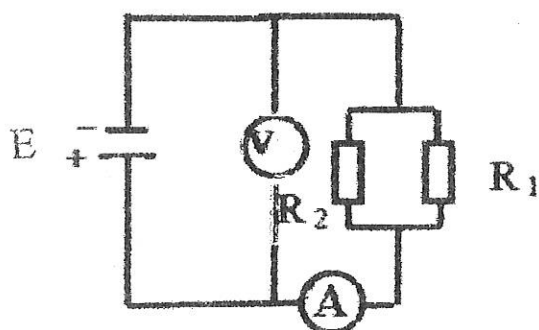
المضاعفات C

التفاوت المسموح D

باستعمال جدول الالوان ، اوجد قيمة المقاومات الثلاث (R_3, R_2, R_1) . و قارنها مع القيم المقاسة في -1-

الجزء الثاني:

المقاومتان R_1 و R_2 موصولتان على التوازي فـس الجهد U وشدة التيار I كما هو على الشكل وكرر العمل مع R_1 و R_2 ثم R_2 و R_3 وضع النتائج في الجدول مع ذكر الوحدات.



	$I_{(cl,ech,cal)}$	$U_{(cl,ech,cal)}$	R_{mes}	R_{cal}
$R_1 // R_2$				
$R_1 // R_3$				
$R_2 // R_3$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة R_{mes} على الشكل التالي

$$R_{mes} = (R \pm \Delta R) \text{ مع ذكر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$R_1 // R_2$								
$R_1 // R_3$								
$R_2 // R_3$								

$(\Delta R/R)_{cla}$	$(\Delta R/R)_{lec}$	$(\Delta R/R)$	ΔR

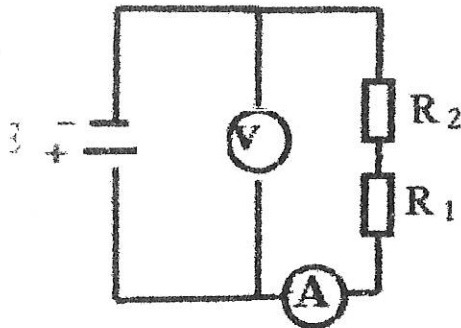
ملاحظة

$\Delta R/R$ تحسب وفق العلاقة (1)

الجزء الثالث :

المقاومتان R_1 و R_2 موصولتان على التسلسل في الجهد U وشدة التيار I كما هو على الشكل.

كرر العمل من أجل R_1 و R_3 ثم R_2 و R_3
ضع النتائج في الجدول مع ذكر الوحدات ثم قارن R_{mes} و R_{cal}



	$I_{(cla,ech,cal)}$	$U_{(cla,ech,cal)}$	R_{mes}	R_{cal}
$R_1 \text{ serie } R_2$				
$R_1 \text{ serie } R_3$				
$R_2 \text{ serie } R_3$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة R_{mes} على الشكل التالي

$$R_{mes} = (R \pm \Delta R) \text{ مع ذكر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$R_1 \text{ ser } R_2$								
$R_1 \text{ ser } R_3$								
$R_2 \text{ ser } R_3$								

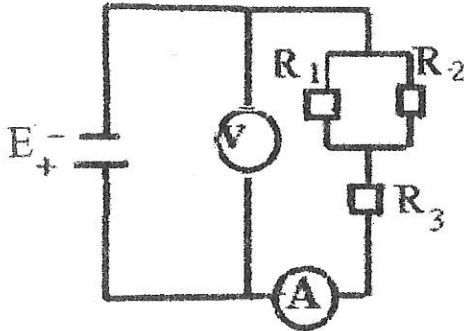
$(\Delta R/R)_{cla}$	$(\Delta R/R)_{lec}$	$(\Delta R/R)$	ΔR

ملاحظة

$\Delta R/R$ تحسب وفق العلاقة (1)

الجزء الرابع :

نستعمل ثلاث مقامات في وصل مزدوج (تسلسل وتوازي) كما هو على الشكل قس الجهد U وشدة التيار I غير وضع المقاومات كما بينها كما في الجدول وضع النتائج فيه مع نكر الوحدات .



	$I_{(cla,ech,cal)}$	$U_{(cla,ech,cal)}$	R_{mes}	R_{cal}
$(R_1 // R_2) \text{ serie } R_3$				
$(R_1 // R_3) \text{ serie } R_2$				
$(R_2 // R_3) \text{ serie } R_1$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة R_{mes} على الشكل التالي

$$R_{mes} = (R \pm \Delta R) \text{ مع نكر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$R_1 // R_2 \text{ ser } R_3$								
$R_1 // R_3 \text{ ser } R_2$								
$R_2 // R_3 \text{ ser } R_1$								

$(\Delta R/R)_{cla}$	$(\Delta R/R)_{lec}$	$(\Delta R/R)$	ΔR

ملاحظة

$\Delta R/R$ تحسب وفق العلاقة (1)

في هذه المقدمة البسيطة والمختصرة عن راسم الاهتزاز لا يمكن تقديم شرح واف لمختلف التطبيقات التي يمكن القيام بها باستعمال راسم الاهتزاز، ولكن يمكن أن تساعد على فهم واستعمال أي راسم اهتزاز يمكن مصادفته.

1. المخطط المبني للجهاز وشرح عناصر الواجهة الأمامية:

راسم الاهتزاز المهبطي: هو جهاز قياس يمكن بواسطة أنبوه المهبطي مشاهدة تغيرات الجهد الكهربائي بدلالة الزمن (بشكل عام) أي $Y=f(t)$ ويتكون من قسمين مستقلين (انظر المخطط الرمزي Synoptique)

- مدخلين شاقوليين Y_a, Y_b
- مدخلين أفقيين (t, x)
- زمن خارجي synchronisation ext

I. 1) القناة الشاقولية Voies Verticales

(1) هو عبارة عن مفتاح يسمح باختبار المدخل الذي سيشاهد على الشاشة Y_a أو Y_b

- الوضع Chop يستخدم عند الترددات المنخفضة
- الوضع Y_a أو Y_b معا "mode" alterné "mode" dual يستعمل عند الترددات العالية

- الوضع ADD ET SUB يسمح جمع أو طرح الإشارة
(2) الوضع "CD" تيار مستمر يسمح بمشاهدة الإشارة الكاملة (المركبة المستمرة+المركبة المتناوبة)

- الوضع "O" أو "GND" الأرض يوضح بأن المدخل موصول إلى الأرض في الجهاز وهذا يسمح بتعيين المبدأ.

- الوضع "CA" تيار متناوب يسمح بمشاهدة المركبة المتناوبة فقط [المركبة المستمرة للإشارة تحذف].

(3) و(4) بواسطة المفتاح (3) يمكن ضبط الريح في الجهد للمضخمات الشاقولية والتدريج يدل على الحساسية بالفولط / تدرجة (v/div) أو ميلي فولط / تدرجة (mv/div) كل تدرجة تمثل مربع صغير على شاشة راسم الاهزاز [التدرجة: 1سم].

(4) هذا المفتاح يسمح بضبط الريح في الجهد المستمر

**** ملاحظة:** الحاسبة بالفواط /تدریجة (v/div) المفتاح (3) لا تكون مضبوطة (قيمتها صحيحة) إلا إذا كان المفتاح

(4) عند وضعية المعايرة (calibre)cal ويتم ذلك بإدارة المفتاح إلى أقصى اليمين.

(5) الإزاحة الشاقولية $\uparrow \downarrow$ shift : يمكن إزاحة الشعاع الماسح للشاشة أو الإشارة الظاهرة على الشاشة بشكل شاقولي باستخدام هذا المفتاح.

I. (2) القناة الأفقية (المدخل الأفقي)

(6) و (7) يمكن ضبط سرعة الشعاع الماسح للشاشة عن طريق المفتاح (6) (Sweep) أو balayage بشكل قفزات والتدریج يعطي الحساسية الأفقية ثانية/تدریجه (s/div) ميللي ثانية / تدریجه (ms/div) ، ميكروثانية /تدریجه (μs/div) ويستعمل المفتاح (7) للضبط الدقيق.

**** ملاحظة :** عند القياس يجب أن يكون المفتاح (7) في وضع المعايرة (cal) ويتم ذلك بإدارته إلى أقصى اليمين

(8) الإزاحة الأفقية Xshift: يمكن إزاحة الشعاع الماسح بشكل أفقي باستخدام هذا المفتاح.

(9) التزامن Mode synchronisation trigg

يستخدم لاختيار الإشارة التي تثير الشعاع الإلكتروني من البداية للحصول على إشارة ثانية (متزامنة) على شاشة راسم الاهتزاز، أنق فاشارة التزامن synchro يمكن أن تأتي من Yb أو Ya أو تكون خارجية ext (exterieur) وفي هذه الحالة تحقق في المدخل المسجل عليه "تزامن خارجي" trigg-ext أو "synchro-ext"

وفي أكثر الأحيان يستخدم التزامن الداخلي للجهاز (declenchement INT) والجهاز نفسه يختار الإشارة القادمة من Ya أو من Yb للحصول على التزامن.

(10) (seuil, niveau, level) باستعمال هذا المفتاح يمكن اختيار المستوى وبالتالي الزمن الذي يبدأ عنده عملية التزامن ، والوضعية الآلية للترزامن هي أفضل وضعية "auto" [يتزامن الجهاز أليا وتبقى الإشارة ثابتة على الشاشة]

II- إستمالات راسم الاهتزاز

- [الضبط الأول قبل القياس

- تأكد من توصيل الجهاز بالتيار الكهربائي إذا لم تلاحظ النقطة الضوئية الماسحة اتبع مايلي
- ادر المفتاحين : الشدة (lumiere) intensité focus إلى أقصى اليمين
- ضع المفتاح عند "O" أو "DGN"
- ضع المفتاحين (4) و (7) في وضع المعايرة "cal" بادارتهما إلى أقصى اليمين.
- اضبط القاعدة الزمنية (6) على المعيار (5) ميلي / ثانية تدريجة
- اضبط المفتاح (9) على الوضع تزامن داخل "int-synchro"
- ضع المفتاح الذي يضبط مستوى التزامن (10) على الوضع auto
- ادر مفتاح الاراحة الشاقولية (5) Yshift حتى ظهور الشعاع الماسح

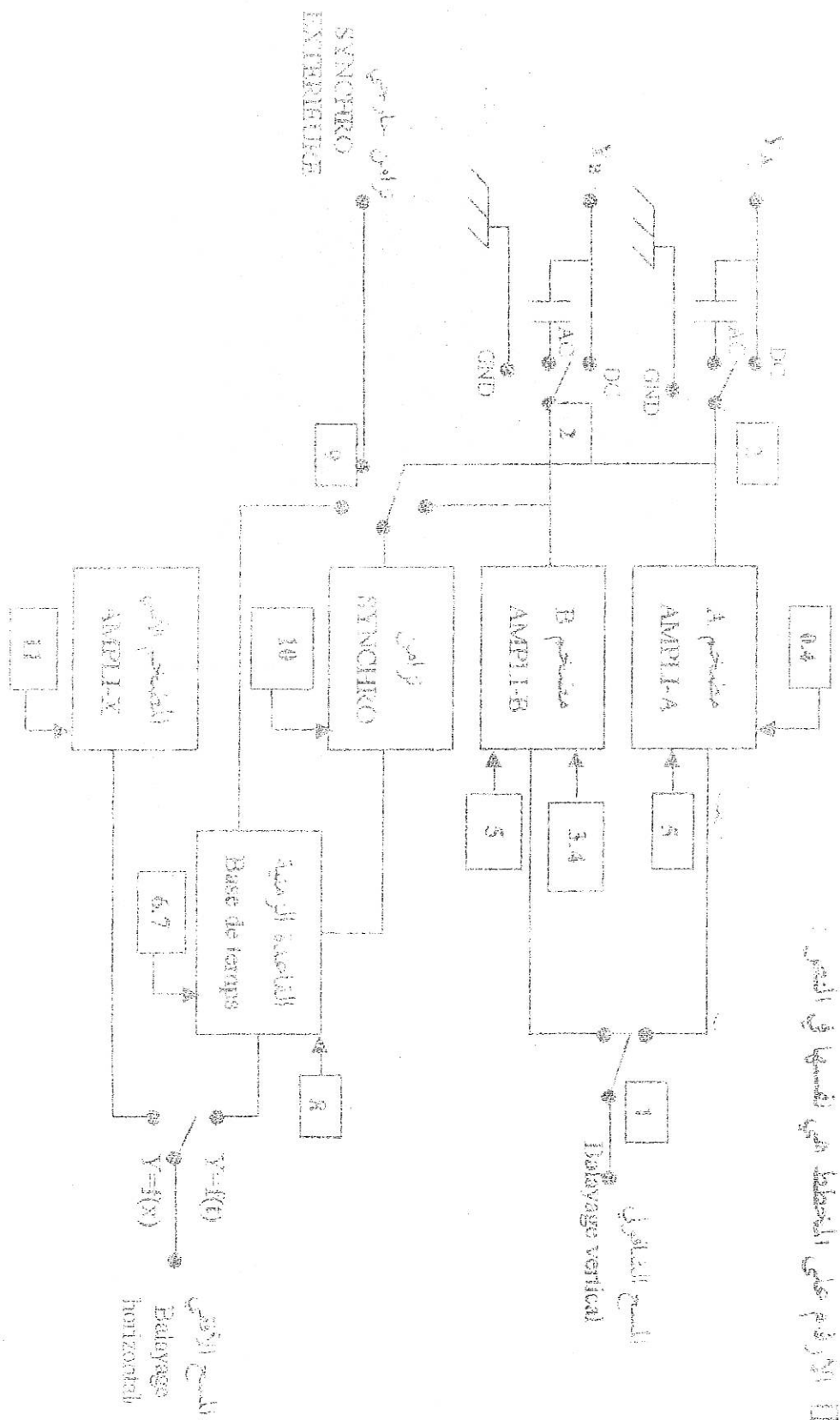
****ملاحظة :** لا تترك النقطة الضوئية ثابتة على شاشة راسم الاهتزاز لان ذلك يؤدي إلى اتلافها يمكن الان أن تبدأ القياسات بإستعمال راسم الاهتزاز سواء لقياس: الجهود المستمرة ، المتوسطة أو القيم العظمى.

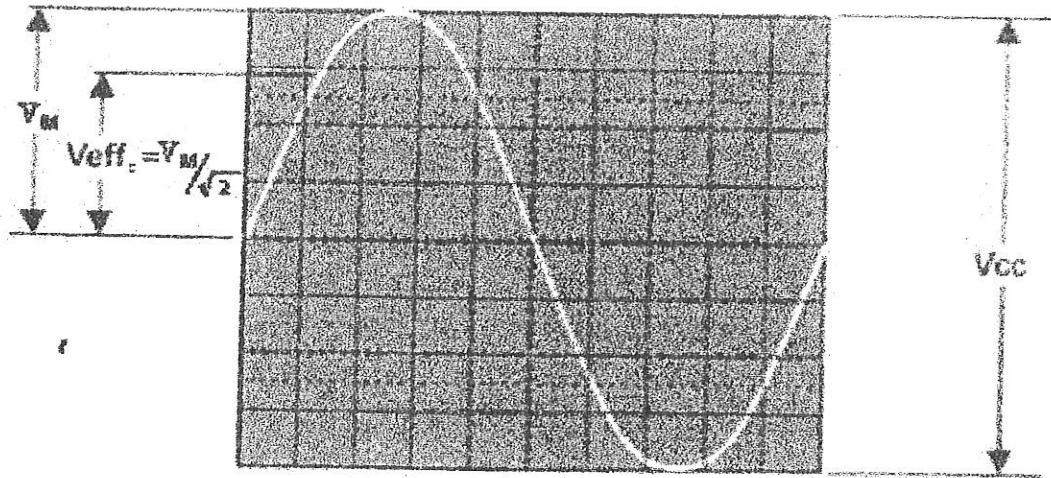
- قياس الدور أو التردد، قياس فرق الطور.

قياس جهد متناوب (القيمة من ق إلى ق) V_{cc} :

- ضع المفتاح (2) على الوضع "ac" تيار متناوب [هذا الوضع يلغى المركبة المستمرة]
- ضع الشعاع الماسح في وسط الشاشة [بإستخدام الإزاحة الشاقولية] Yshift
- وصل الإشارة المراد قياسها إلى المدخل Ya مع العناية بتوصيل نقاط الأرض بين الأجهزة
- ادر مفتاح الريح في الجهد (3) فولط / تدريجة V/div (الحساسية الشاقولية) حتى تصل الإشارة إلى أقصى قيمة لها دون أن تتجاوز ابعاد الشاشة
- ادر مفتاح القاعدة الزمنية (6) الزمن / تدريجة Time/div (الحساسية الأفقية) حتى الحصول تقريبا على نور كامل للإشارة.
- اقرأ عدد التدرجات N التي تفصل بين القيمتين العظمى والصغرى للإشارة المقاسة.
- اقرأ قيمة الحساسية الشاقولية Sv التي تقدر فولط / تدريجة (المفتاح (3)) وتكون القيمة المقروءة من القمة إلى القمة (ق إلى ق)
- هي: عدد التدرجات x الحساسية الشاقولية (Sv.N)

11/11/11





Valeurs de tensions d'une courbe sinusoïdale

II. 3 قياس الدور أو التردد:

- بعد القيام بالاجراءات الواردة سابقا (الفقرة II-2)
- اقرأ عدد التدرجات الأفقية والتي تغط دورا كاملا (M)
- اقرأ قيمة الحساسية الأفقية St والتي تقدر بالثانية/تدرجة او ميلي ثانية /تدرجة او ميكروثانية / تدرجة (المفتاح (6)
- إذن الدور = عدد التدرجات الأفقية $\times$ الحساسية الأفقية

$$T = St.M$$

$$f = 1/T \text{ التردد.}$$

II. 4: قياس قيمة متوسطة للجهد:

- ضع المفتاح (2) على الوضع " O " أو " GND "
- ضع المفتاح (5) الشعاع الماسح في منتصف الشاشة .
- ضع المفتاح (2) على الوضع " CD " تيار مستمر
- وصل الإشارة المراد قياسها إلى المدخل Y_a
- اختر الحساسية الشاقولية S_v (المفتاح (3)) بحيث يمكن مشاهدة كل الإشارة
- تحقق من كون الشعاع موجود في منتصف الشاشة (الجهد المرجعي صفر)
- انتقل من الوضع DC على الوضع AC (استعمال المفتاح (2)) سوف تلاحظ أن الإشارة يبقى لها نفس الشكل ولكنها تراج شاقوليا ب $\pm N$ تدرجة وهذا يعود لإلغاء المركبة المستمرة.

$$V_{moy} = \pm N S_v \times \text{الحساسية الشاقولية}$$

.II

5: قياس فرق الطور

(أ) يستعمل راسم الاهتزاز في الوضع X-y

عند تطبيق جهدين جيبيين على المدخلين X و y ولها نفس التردد

$$x = X \sin Wt$$

$$y = Y \sin (wt + \phi)$$

فان النقطة الضوئية ترسم على شاشة راسم الاهتزاز منحنى مغلق يسمى بمنحنى "

ليساجو" lissajous

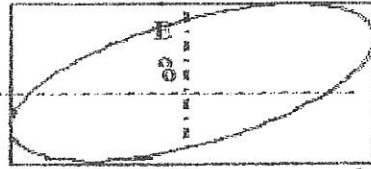
من المعادلتين السابقتين نستنتج معادلة قطع ناقص

$$x^2/X^2 + y^2/Y^2 - (2xy \cos \phi / XY) = \sin^2 \phi$$

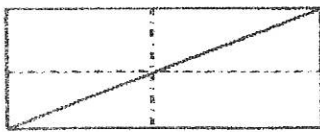
القطع الناقص المحصل عليه مماسي لمستطيل ضلعا 2X و 2y ولكنه مائل بالنسبة لمحوري الشاشة (انظر الشكل)

F

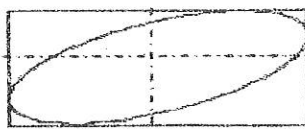
ومنه: $|\sin \phi| = OE/OF$



عند الحساب يجب التحقق من وضع القطع الناقص لإستنتاج فرق الطور ϕ الشكل يوضح مختلف الأوضاع الأساسية التي يمكن أن يأخذها القطع الناقص



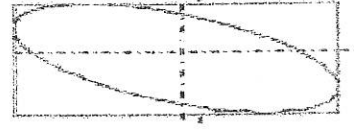
$\phi = 0$



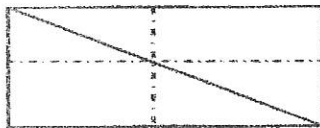
$0 < \phi < \pi/2$



$\phi = \pi/2$

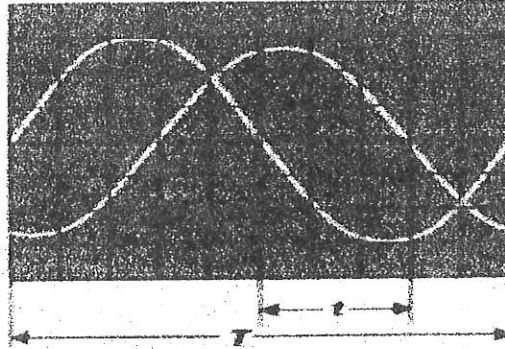


$\pi/2 < \phi < \pi$



$\phi = \pi$

ب) باستعمال المدخلين $Y = f(t)$ و $x = f(t)$
 - تطبيق في آن واحد على المدخل Y_a الجهد x وعلى المدخل Y_b الجهد Y نحصل على
 راسم الإهتزاز الشكل التالي :



فنحسب فرق الطور ϕ بين Y و x كالتالي

$$\phi^\circ = (t/T)360^\circ$$

مثال من الشكل $t=3\text{div}$ $T=10\text{div}$

$$\Phi = (3 \times 360) / 10 = 108^\circ = 1.88 \text{ rd}$$

قبل البدء في التجربة إليك قائمة بعض الأزرار المستعملة مع وظيفة كل واحد منها لراسم الاهتزاز المهبطي HM303-6 المستعمل في المخبر.

الوظيفة	العنصر	الرقم
زر التشغيل	Marche/arrêt	(1)
زر ضبط السعة الضوئية	Luminosité	(2)
زر التحكم في سمك الإشارة	focalisation	(4)
التحكم في الإزاحة الشاقولية للمدخل I	Y-pos.I	(5)
يضاعف ربح المضخم على التوالي للمدخل I والمدخل II 5 مرات	Amplitude Yx5	(6)-(7)
التحكم في الإزاحة الشاقولية للمدخل II	Y-pos.II	(8)
التحكم في الإزاحة الأفقية للإشارة	pos.X	(11)
مضاعف الإحداثية الأفقية 10 مرات	Expansion x10	(12)
زر ذو 12 وضعية يتحكم في الحساسية الشاقولية على التوالي للمدخل I والمدخل II	Volt/Div	(13)-(18)
زر المعايرة "cal". الحساسية تكون صحيحة إلا إذا تم تدوير هذا المفتاح إلى أقصى اليمين	Var .gain	(14)-(19)
الزر غير مضغوط: في هذه الوضعية المدخل I هو المختار الزر مضغوط: في هذه الوضعية المدخل II هو المختار	Y I/II	(15)
الزر غير مضغوط: في هذه الوضعية الاشتغال يتم من مدخل واحد الزر مضغوط: في هذه الوضعية الاشتغال يتم بالمدخلين	Y I et II	(16)
YI+YII: جمع الإشارتين للمدخلين I و II. إذا ضغطنا على INV نطرح الإشارتين: YI-YII	Y I + Y II	(17)
زر اختيار قاعدة الزمن من 0.2 s/div الى 0.1 μ s/div تكون الحساسية الأفقية صحيحة إلا إذا كان المفتاح عند وضعية "cal" ويتم ذلك بتدويره إلى أقصى اليمين عند القياس	Temps / Div	(24)-(25)
رسم Y=f(X) (courbes de Lissajous) أي حذف القاعدة الزمنية	XY	(26)
مدخل الإشارتين: الزر (28) و II الزر (32) ممانعة المدخل: 20pF//1M Ω	Entrée-YI Entrée-YII	(28) (32)
زر اختياري لنوعية الإشارة المقاسة على المدخلين CA: إشارة متناوبة CC: إشارة مستمرة	CA-CC	(29)-(33)
إشارة المدخل I أو II موصولة بالأرض		(30)-(34)
عكس الإشارة الظاهرة على الشاشة للمدخل II	INV	(35)



الجزء الأول

التطبيق العملي

(1) الأجهزة المستخدمة:

لوحة القياس

- مقاومات، مكثفات، أسلاك التوصيل، وشيعة

(GBF) مولد ترددات منخفضة

- مولد جهد مستمر

- راسم اهتزاز بمدخلين Y_a, Y_b و مدخل X

(2) القياسات:

(أ) استعمال الجهد المستمر

تجد على طاولتك مولد ذات جهد مستمر

طبق على المدخل Y_a جهدا مستمرا (ضع زر المولد في أقصى قمة) ، ثم أحسب سعته

غير وضعية زر الريح (volt/div) ، ماذا تلاحظ؟

- أعكس الإستقطاب ، ماذا تلاحظ؟

(ب)- استعمال الإشارات الكهربائية المتغيرة مع الزمن

تجد على طاولتك مولدا للإشارات الكهربائية المنخفضة (G-B-F)

*طبق على المدخل Y_a جهدا جيبيا متناويا ~ ذات تردد $f_0=1\text{Khz}$ (ضع زر

المولد في أقصى قيمته)

- احسب الجهد (من القمة إلى القمة) لهذه الإشارة واستنتج القيمة العظمى والقيمة

الفعالة

- احسب نفس الجهد باستعمال مقياس الجهد. ماذا تلاحظ؟

- قس نور الإشارة T. ثم استنتج تردده f وقارنه مع f_0

- ماذا تلاحظ إذا استعملت المدخل Y_b ؟

*طبق على المدخل Y_a جهدا متناويا من الشكل ($\square$) ذات تردد $f_0=1\text{Khz}$ اجب عن

نفس الأسئلة السابقة

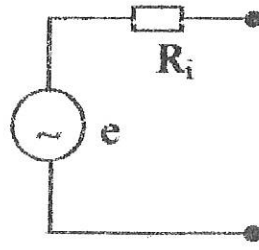
*طبق على المدخل Y_a جهدا متناويا من الشكل ($\wedge$) ذات تردد $f_0=1\text{Khz}$ اجب عن

نفس الأسئلة السابقة

ج - معايرة زر جهد المولد (G-B-F). وعلاقته مع التردد f

- لمولد الترددات المنخفضة ما يلي: "e" قوة كهربائية محركة متناوية، "ق م

ك" و " R_i " المقاومة الداخلية لـ (G-B-F).



- ضع زر الجهد في الوضع "1" بأخذ $f=1\text{Khz}$ وأقرأ قيمة "e" على راسم الاهتزاز .
- كرر القياس بالنسبة للأوضاع الأخرى لزر الجهد و أملأ الجدول

	الوضع 1	الوضع 2	الوضع 3	الوضع 4	الوضع 5	الوضع 6
V_{cac}						
e_{eff}						

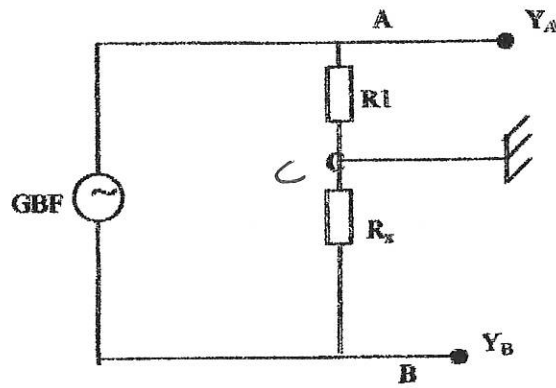
- أعد نفس التجربة بأخذ $f=10\text{Khz}$
- هل قيمة ق.م.ك "e" تتعلق بالتردد f ، علل .

الجزء الثاني

1- قياس فرق الطور في التيار المتناوب

(1) قياس فرق الطور للجهد بين طرفي المقاومة والتيار المار بها.

- حقق التركيب المقابل :



- شاهد في آن واحد الجهدين V_{ac} و V_{bc}
* أدرسم ما شاهدته على ورقة مليمتريّة.

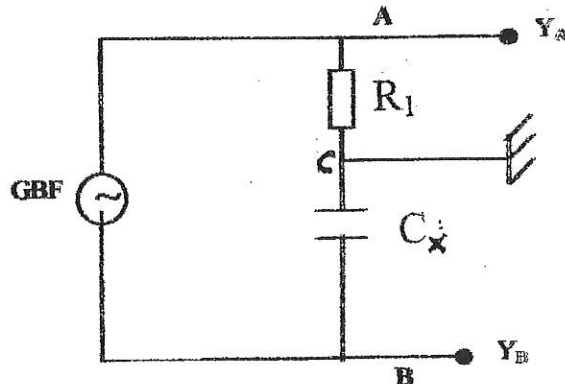
قس كل من V_{ac} و V_{bc} ثم استنتج قيمة R_x

*ب- استنتج فرق الطور بين V_{ac} و V_{bc}

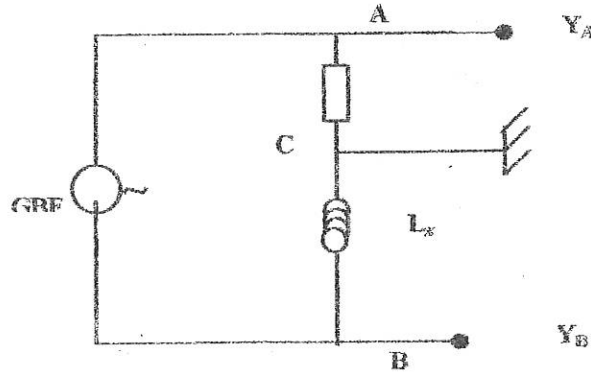
* ح- ضع الكاشف في الوضعية (XY) (خذ بعين الاعتبار وضعية الأرضي في التركيب) ماذا تلاحظ على ذلك؟

(2) قياس فرق الطور للجهد بين طرفي مكثفة والتيار المار بها.

حقق التركيب المقابل



- ارسم على ورقة مليمتريّة V_{ac} , V_{bc}
- قس كل من V_{ac} و V_{bc} ثم استنتج قيمة C_x
- استنتج فرق الطور بين Y_a و Y_b
- ضع الكاشف في الوضعية (XY) (خذ بعين الاعتبار وضعية الأرضي في التركيب)
ماذا تلاحظ على ذلك؟
- (3) قياس فرق الطور للجهد بين طرفي وشيعة والتيار المار بها.
- تحقق التركيب المقابل



- ارسم على ورقة مليمتريّة V_{ac} , V_{bc}
- قس كل من V_{ac} و V_{bc} ثم استنتج قيمة L_x
- استنتج فرق الطور بين Y_a و Y_b
- ضع الكاشف في الوضعية (XY) (خذ بعين الاعتبار وضعية الأرضي في التركيب)
ماذا تلاحظ على ذلك؟

I - الهدف من التجربة:

قياس سعة مكثفة، سعة عدة مكثفات على التسلسل، على التوازي وفي تركيب مزدوج.

II - المبدأ النظري:

شدة المجال الكهربائي بين لوحين المكثفة متناسبة مع شحنة اللوحين وكذلك الجهد U حيث $Q = CU$:

أين C هي سعة المكثفة ووحدتها الفاراد (F) ونذكر أن: $1F = 1C/1V$ تتعلق السعة بشكل وأبعاد اللوحين والوسط بينها.

في المكثفة المستوية قيمة المجال بين اللوحين: $E = \sigma/\epsilon_0$
 ϵ_0 : سماحية الفراغ و σ : الكثافة الشحنة السطحية.
 فالجهد بين اللوحين:

$$U = \int_0^d E \cdot dx = \sigma/\epsilon_0 \int_0^d dx = \sigma d/\epsilon_0$$

D : المسافة بين اللوحين ومنه نتحصل على:

$$C = q/U = \epsilon_0 S/d$$

إذا كان للوسط سماحية ما ϵ فإن:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S/d$$

حيث S مساحة سطح اللبوس و: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$

التيار المتواصل لا يمر خلال مكثفة إلا في فترة ابتدائية مدة شحن المكثفة رغم وجود عازل بين لوحين المكثفة فهناك مرور للتيار المتناوب: بمأن لوحين المكثفة يخضعان لجهد متناوب فإن المكثفة تشحن ثم تفرغ مع تغير جهة التيار بتواتر يساوي تواتر الجهد المطبق. عن هذا التتابع في الشحن والتفريغ تستلزم حركة متناوبة للإلكترونات إذن تيار متناوب في الأسلاك والمكثفة.

قيمة الممانعة لمكثفة: Z_c : (impédance)

ليكن U الجهد المطبق على طرفي المكثفة C ، في كل لحظة:

$$U = U_m \sin \omega t$$

U_m : سعة الجهد، ω : النبض.

شحنة المكثفة : $q = cU$

في كل لحظة شدة التيار : $i = dq/dt = c dU/dt$: من علاقة U السابقة:

$$\begin{aligned} I &= c\omega U_m \cos \omega t \\ &= c\omega U_m \sin(t + \pi/2) \\ I &= I_m \sin(\omega t + \pi/2) \end{aligned}$$

$$I_m = c\omega U_m \quad \text{حيث :}$$

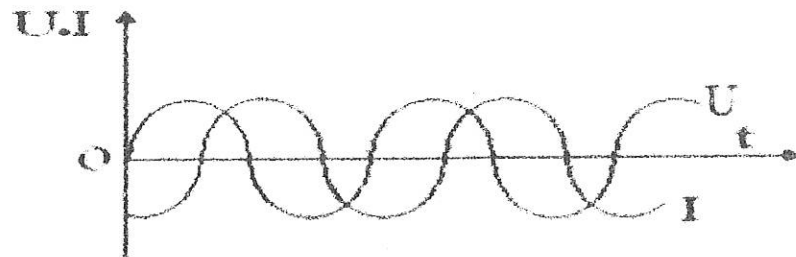
نقول إذن أن التيار يتقدم بمقدار $\pi/2$ على الجهد أو بربع دور وأن السعة هي بحتة (عدم وجود مقاومة).
القيم المنتجة هي :

$$I_e = I_m/\sqrt{2}, U_e = U_m/\sqrt{2}$$

نستنتج قيمة الممانعة Z_c :

$$Z_c = U_e/I_e = 1/c\omega$$

وتسمى ممانعة مفاعلة السعة تتعلق بالمكثفة وتواتر التيار. شدة التيار المتناوب الناتج عن



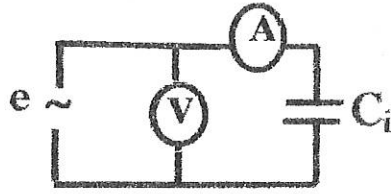
تتابع الشحن والتفريغ المتناوب لمكثفة :

نلاحظ أن البيان $U = f_1(t)$ متأخر ب $T/4$ على البيان $I = f_2(t)$ ونعلم أن الفولطمتر والأمبيرمتر لا يقيسان إلا القيم المنتجة للجهد U_e وشدة التيار I_e ، فنحصل نهائيا على تعيين
: C

$$C = I_e/2\pi U_e f$$

III- الخطوات العملية:

الجزء الاول:



بعد التوصيل حسب الشكل
قس الجهد U_1 والتيار I_1 عبر المكثفة C_1
كرر العمل باستبدال C_1 بـ C_2 ثم بـ C_3
ضع النتائج في الجدول مع تكرر الوحدات ثم أحسب C_1, C_2, C_3 .
الجدول رقم -1-

	$I_{(cla,ech,cal)}$	$U_{(cla,ech,cal)}$	C_{mes}
C_1			
C_2			
C_3			

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة C_{mes} على الشكل التالي

$$C_{mes} = (C \pm \Delta C) \text{ مع تكرر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
C_1								
C_2								
C_3								

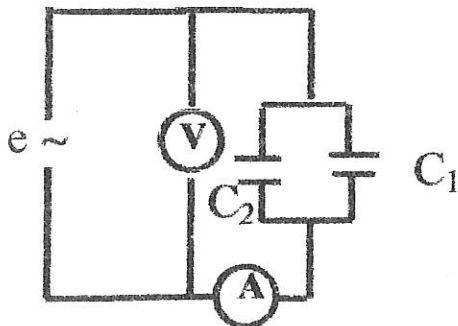
$(\Delta C/C)_{cla}$	$(\Delta C/C)_{lec}$	$(\Delta C/C)$	ΔC

علما إن:

$$\Delta C/C = (\Delta C/C)_{cla} + (\Delta C/C)_{lec} = (\Delta U/U + \Delta I/I)_{cla} + (\Delta U/U + \Delta I/I)_{lec} \dots (*)$$

الجزء الثاني:

المكثفتان C_1 و C_2 موصولتان على التوازي قس الجهد U وشدة التيار I كما هو على الشكل وكرر العمل مع C_1 و C_2 ثم C_3 وضع النتائج في الجدول مع تكرر الوحدات.



	$I_{(cla,ech,ca)}$	$U_{(cla,ech,ca)}$	C_{mes}	C_{cal}
$C_1 // C_2$				
$C_1 // C_3$				
$C_2 // C_3$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة C_{mes} على الشكل التالي

$$C_{mes} = (C \pm \Delta C) \text{ مع تكرر الوحدات}$$

	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$C_1 // C_2$								
$C_1 // C_3$								
$C_2 // C_3$								

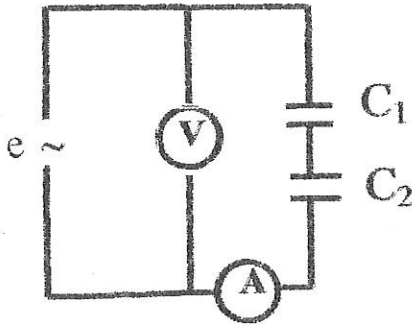
$(\Delta C/C)_{cla}$	$(\Delta C/C)_{lec}$	$(\Delta C/C)$	ΔC

ملاحظة: $\Delta C/C$ تحسب وفق العلاقة (*)

الجزء الثالث :

المكثفتان C_1 و C_2 موصولتان على التسلسل قس الجهد U وشدة التيار I كما هو على الشكل.

كرر العمل من أجل C_1 و C_3 ثم C_2 و C_3
ضع النتائج في الجدول مع تكرر الوحدات ثم قارن C_{cal} و C_{mes} .



	$I_{(cla,ech,cal)}$	$U_{(cla,ech,cal)}$	C_{mes}	C_{cal}
$C_1 \text{ serie } C_2$				
$C_1 \text{ serie } C_3$				
$C_2 \text{ serie } C_3$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة C_{mes} على الشكل التالي

$$C_{mes} = (C \pm \Delta C) \text{ مع تكرر الوحدات}$$

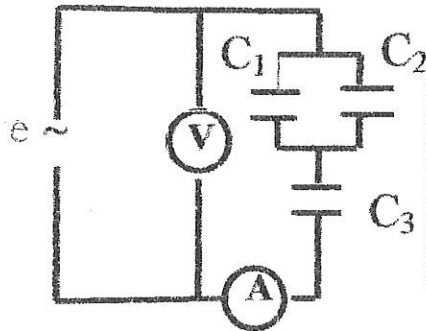
	ΔI_{cla}	ΔI_{lec}	ΔU_{cla}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cla}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cla}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$C_1 \text{ ser } C_2$								
$C_1 \text{ ser } C_3$								
$C_2 \text{ ser } C_3$								

$(\Delta C/C)_{cla}$	$(\Delta C/C)_{lec}$	$(\Delta C/C)$	ΔC

ملاحظة: $\Delta C/C$ تحسب وفق العلاقة (*)

الجزء الرابع :

نستعمل ثلاث مكثفات في وصل مزيج (تسلسل وتوازي) كما هو على الشكل قس الجهد U وشدة التيار I غير وضع المكثفات فما بينها كما في الجدول وضع النتائج فيه مع ذكر الوحدات.



	$I_{(cla,ech,cal)}$	$U_{(cla,ech,cal)}$	C_{mes}	C_{cal}
$(C_1//C_2)serieC_3$				
$(C_1//C_3)serieC_2$				
$(C_2//C_3)serieC_1$				

ما هو خطأ الصف و خطأ القراءة على كل توصيلة كما في الجدول ثم اكتب قيمة C_{mes} على الشكل التالي

$$C_{mes} = (C \pm \Delta C) \text{ مع ذكر الوحدات}$$

	ΔI_{cha}	ΔI_{lec}	ΔU_{cha}	ΔU_{lec}	$(\Delta I/I)_{cha}$	$(\Delta I/I)_{lec}$	$(\Delta U/U)_{cha}$	$(\Delta U/U)_{lec}$
$C_1//C_2serC_3$								
$C_1//C_3serC_2$								
$C_2//C_3serC_1$								

$(\Delta C/C)_{cha}$	$(\Delta C/C)_{lec}$	$(\Delta C/C)$	ΔC

ملاحظة : على جهاز ملتي متر (multimètre) Metra max 2

صف الجهاز : في المستمر : 2--

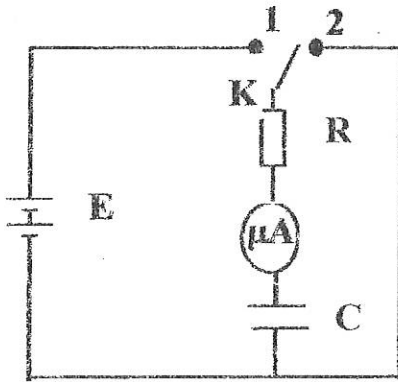
في المتناوب : 3~

السلم : 10 يحتوي على 50 درجة

3 يحتوي على 60 درجة

I- الهدف من التجربة.
دراسة شحن و تفريغ مكثفة.

II- الهدف من التجربة.
تعتبر المكثفة مخزنا للطاقة الكهربائية وكمثال لهذا نذكر البطاريات. عندما نصل مكثفة سعتها C بمولد للتيار الكهربائي المستمر فان شدة هذا التيار تصل إلى قيمة قصوى ثم تهبط إلى الصفر. هذا يعني أن المكثفة أصبحت مشحونة ونلاحظ أن زمن الشحن يعتمد على سعة المكثفة. في حالة ما إذا ربطت المكثفة بمقاومة R فان هذا الزمن يصبح أطول كلما ازدادت قيمة المقاومة R.
لدراسة ظاهرة شحن و تفريغ مكثفة ننجز الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل -1-.



عندما تكون K في الوضع 1 تتم عملية الشحن.
وعندما تكون في الوضع 2 تتم عملية التفريغ.

الشكل -1-

(أ) حالة شحن المكثفة.
في هذه الحالة، فإن المفتاح K يكون في الوضع 1 ونفرض أن المقاومة الداخلية للمولد الكهربائي مهملة القيمة. الجهد بين طرفي المكثفة يعطى بما يلي :

$$U = q / C$$

إذا شحنت المكثفة بمقدار dQ خلال dt فان قانون أوم المطبق على الدارة يعطى :

$$E - Ri - (q / C) = 0 \dots (1)$$

$$i = (dq / dt) \text{ إذا كان}$$

نحصل على معادلة تفاضلية من الشكل :

$$E/R - (dq/dt) - (q/CR) = 0$$

أو

$$(dq/dt) + (q/CR) = E/R$$

حلها العام:

$$(dq/dt) + (q/CR) = 0$$

أي:

$$(d q / q) = - (dt / CR)$$

$$\text{Log } q = -(t/RC) + \text{Cste}$$

أو

$$q = A \exp(-t/RC)$$

أما حلها الخاص:

$$q/RC = E/R$$

أي:

$$q = EC$$

$$q = A \exp(-t/RC) + EC$$

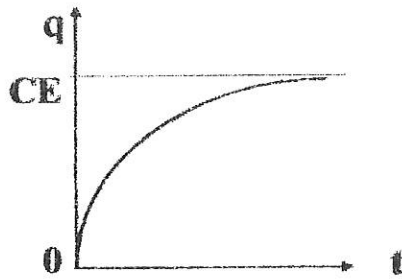
الحل الإجمالي:

حل هذه المعادلة بالإعتماد على الشروط الابتدائية ($q = 0, t = 0$) يعطي :

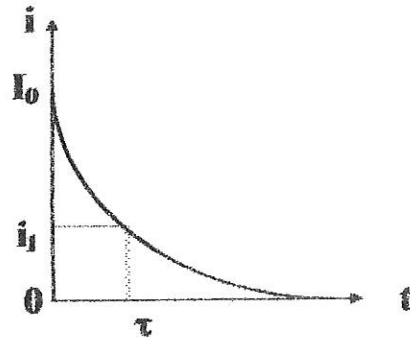
$$q = CE (1 - e^{-t/RC}) \dots (3)$$

$$I = d q / dt = E e^{-t/RC} / R \dots (4)$$

تغيرات q و I بدلالة الزمن تكون كما يلي (أنظر الشكلين 2 و 3).



الشكل -2-



الشكل -3-

نظريا شدة التيار تصل إلى الصفر عندما يكون الزمن ∞ وشحنة المكثف $q = CE$. عند اللحظة $t = 0$ يكون التيار $I_0 = E/R$ وعند اللحظة $t = \tau = RC$ فإن التيار يتناقص حتي يصل إلى القيمة:

$$I_0 = E/eR$$

ب) حالة تفريغ المكثف.

عند تحويل المفتاح K الى الوضع 2 يحدث تفريغ المكثفة من خلال المقاومة R. يصبح التيار المار في الدارة من الشكل :

$$I = -(dq/dt)$$

الإشارة السالبة تعني أن الشحنة q تتناقص مع الزمن. بتطبيق قانون اوم في هذه الحالة، مع العلم أن $E = 0$ يعطي:

$$- Ri + (q/C) = 0$$

أي:

$$R(dq/dt) + q/C = 0$$

أو:

$$dq/q = - dt/RC \dots (5)$$

حل هذه المعادلة، بالأخذ بعين الاعتبار الشروط الابتدائية ($q = CE$, $t = 0$) يعطي :

$$\text{Log} q = -t/RC + \text{Cste}$$

أي:

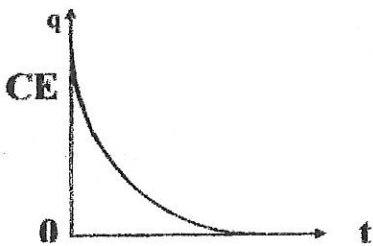
$$q = A e^{(-t/RC)}$$

أو:

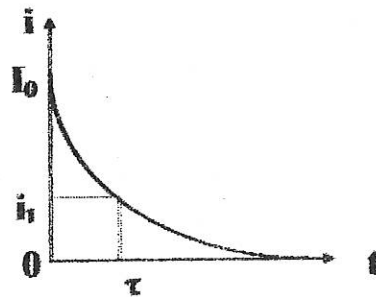
$$q = CE e^{-t/RC} \dots (6)$$

$$i = E e^{-t/RC} / R \dots (7)$$

الأشكال 4 و 5 توضح ظاهرة تفريغ المكثفة.



الشكل -4-



الشكل -5-

III - الخطوات العملية.

- 1- إنجاز الدارة الكهربائية حسب الشكل -1- في حالة الشحن مع تشغيل الكرونومتر لقياس الزمن (يمكن التخلي عن المفتاح K إذا لم يتوفر في المخبر).
- 2- سجل أكبر قيمة للتيار الكهربائي I_0 ، بعد ذلك سجل شدته بعد كل خمسة μA حتى يبلغ التيار قيمة الصفر. ضع هذه النتائج في الجدول رقم -1-.

الجدول -1-

I_0 (μA)	30 μA					
i (μA)	25	20	15	10	5	0
t (s)						
$\ln i_0/i$						

- 3- إطفئ المواد الكهربائي للحصول على حالة التفريغ وأعد ما قمت به في الخطوة 2 ضع النتائج في الجدول رقم -2-.

الجدول -2-

I_0 (μA)	30 μA					
i (μA)	25	20	15	10	5	0
t (s)						
$\ln i_0/i$						

- 4- أرسم بيان الدالة $f(t) = \ln I_0 / I$ في كلتا الحالتين (شحن وتفريغ).
- 5- عين بيانيا الثابت الزمني $\tau = RC$ في حالة الشحن والتفريغ. قارن قيمتي τ . ماذا تستنتج ؟

احسب R في حالة الشحن ثم التفريغ. ماذا تستنتج ؟

يعطى: $C = 470 \mu F$