جامعة أم القرى
كلية العلوم التطبيقية
شعبة الفيزياء الطبية

بحث بعنوان

أجهزة القياس

د. سعود بن حميد اللحياني

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المقدمة:

مما لا شك فيه أن الجانب العملي التطبيقي يعد من الجوانب المهمة في تنفيذ أي خطة تعليمية الهدف منها بناء الشخصية العلمية المتخصصة التي نحن في أمس الحاجة إليها في هذا الوقت الذي يتـــزاحم فيه الجميع للحصول على المعرفة والاستفادة منها في إعداد كوادر فنية متخصصة ومؤهلـــة تـــدعم المسيرة العملية في بلادنا.

ومن هذا المنطلق فإن في ها البحث سوف يعطي نبذة مختصرة عن العمل المخبري وكذلك مقدمـــة نظرية عن أجهزة القياس المعملية وطرق القياس وكذلك عدد من التجارب العملية.

نسأل الله أن نكون قد وفقنا في هذا البحث وأن نكون قد أعطينـــا موضـــوعاته حقهـــا مـــن البحـــث والدراسة..

والله ولي التوفيق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القياس – أجهزة القياس – أخطاء القياس:

الحاجة إلى القياس:

يقول لورد كلفن "عندما تكون قادراً على القياس والتعبير بالأرقام عن الشيء الذي تتحدث عنه تكون عندئذ ملماً بعض الشيء بالموضوع".

المعروف أن قدرات الإنسان الذاتية محدودة ولكن يزيد الإنسان من قدراته ويوسع إمكانياته كان لابد له من أن يخترع كثيراً من الأجهزة العلمية التي تساعد على فهم ودراسة الأشياء والظواهر المحيطة به ومن أهم الأجهزة التي ساعدت الإنسان على التوصل إلى حقائق الأشياء هي أجهزة القياس التي تطورت تطوراً هائلاً في إطار التطور الصناعي الضخم الذي أعقب الحرب العالمية الثانية. وكما أننا لا نستطيع أن نفصل بين التقدم العلمي والتقدم الصناعي كذلك لا نستطيع الفصل بين التقدم الصناعي وتقدم أجهزة القياس لأن أي اكتشاف علمي يتبعه اكتشافات في مجال الصناعة والتكنولوجيا كما يتبعه ويلازمه استحداث طرق ووسائل جديدة للقيام بعمليات القياس أو المراقبة أو التسجيل.

وهكذا ازدادت المتغيرات التي تحتاج إلى القياس الدقيقة، وزاد الاهتمام بتحسين طرق القياس وتطوير أجهزة القياس وحتى في حياة الإنسان الخاصة انتقل الاهتمام من النوع إلى اهتمام بالنوع والكم معاً والكم معناه القياس والقياس يتطلب استخدام الجهاز ومعرفة استخدامه استخداماً صحيحاً.

ما هو القياس؟

القياس هو: إيجاد مقدار كمية فيزيائية أو متغير فيزيائي أو تقدير حالة ما باستخدام جهاز مناسب أو أداة مناسبة وإذا كان الجهاز المستخدم جهازاً عيارياً متفق عليه عالمياً اعتبرت عملية القياس عملية معايرة، وتكون عندئذ الكمية المقاسة كمية عيارية أما إذا لم يكن الجهاز عيارياً فتكون عملية القياس عبارة عن مقارنة بالكمية القياسية وقد يستخدم في ذلك جهاز تمت معايرته من قبل. والمعايرة هي مقارنة الأجهزة المستخدمة بأجهزة عيارية متفق عليها عالمياً من حيث الدقة ومحفوظة تحت ظروف بيئية محددة.

هناك اتفاق عالمي على القياس العيارية وعلى وحدات القياس مثل المتر والكيلو جرام والثانية والأمبير والكاندلا. إن الأجهزة المعايرة العالمية تعرف بأجهزة المعايرة المطلقة وهذه محفوظة في أماكن خاصة ولا يرجع إليها إلا عند الضرورة لكن هنالك أجهزة ثانوية المعايرة "شبه مرجعية" هي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التي تستخدم للمعايرة كما أن هنالك أجهزة مقارنة مثل القطرات الكهربية والبوتنشيو مترات تعرف بأجهزة المقارنة القياسية.

ومعظم عمليات المعايرة التي تتم في المختبرات الطلابية هي عمليات مقارنة بأجهزة معلومة الدقة الهدف منها معرفة الدقة في القياس.

والخلاصة: أن القياس عملية مقارنة يستخدم فيها جهاز دقته معلومة للتوصل إلى معرفة مقدار كمية أو مقدار متغير أو تحديد حالة ما وفي أي عملية قياسية لابد من تحويل طاقة لتشغيل الجهاز ولا يتم ذلك عادة دون التأثير على حالة الشيء الذي يراد استنباط المعلومات عنه فأنت لا تستطيع قياس درجة كمية من الماء دون إدخال الترمومتر في الماء ولكن يتأثر الترمومتر بحرارة كمية من الماء دون إدخال الترمومتر في الماء ولكن يتأثر الترمومتر بحرارة الماء فهو يمتص جزء من الحرارة فيتمدد الزئبق ويظهر درجة حرارة الماء على الأنبوبة الشعرية المعايرة، وإذا كانت كمية الماء قليلة فإن تأثير الترمومتر على درجة الحرارة يكون كبيراً. وهكذا فإن في أي عملية قياس يتم تحويل الطاقة من شكل إلى آخر وقد يؤثر الجهاز على الكمية المقاسة لهذا فإن القياس يجب أن يكون عملاً حريصاً دقيقاً يهدف إلى الحصول على المعلومات عن الشيء دون التأثير عليه. وإذا أراد الطبيب أن يقيس ضغط دم أحد المرضى فلا يجب أن يستخدم جهاز بطريقة تساعد على زيادة الضغط.

في أي عملية قياس نتوصل عادة إلى مقدار نعبر عنده بالأرقام لكن الأرقام وحدها لا تكون لها معنى إلا إذا حددنا الوحدات التي تعبر عنها فلا يكفي أن نقول أن عرض الغرفة خمسة بل يجب أن نقول خمسة أمتار ولا أن نقول أن كتلة الماء ثلاثة بل يجب أن نقول أن كتلته ثلاثة كيلو جرام مثلاً. وهكذا يجب أن نذكر الأرقام والوحدات العالمية أو مشتقات الوحدات العالمية.

الأجهزة الكهربية أو الإلكترونية:

أن أي عملية قياس تتطلب استخدام جهاز قياس وبالرغم من أن هنالك عدداً كبيراً من الأجهزة غير كهربية إلا أن الاتجاه العام في الصناعة ومختبرات الأبحاث أصبح محاولة استخدام الأجهزة الكهربية وتسمى أيضاً بالأجهزة الإلكترونية وسبب هذا الاتجاه هو سهولة استخدام الأجهزة الكهربية وتحويلها إلى أجهزة رقمية وسهولة توصيلها بأجهزة أخرى مساعدة لتسجيل القراءات أو حفظها في ملحقات الكمبيوتر مما يسهل العمليات الحسابية والإحصائية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وأهمية الأجهزة الإلكترونية تزداد مع ازدياد الحاجة إلى أجهزة دقيقة يمكن استغلالها في الصناعة في عمليات القياس وعمليات المراقبة والتحكم وفي أجهزة التسجيل والكمبيوتر. وللتمكن من استخدام الأجهزة بذكاء يحتاج الدارس إلى فهم الأسس النظرية لعمل الأجهزة وفهم صلاحية الأجهزة للأغراض التي يراد تحقيقها وستبدأ الدراسة بتعريف بعض المفاهيم التي تستخدم في عملية القياس في أجهزة القياس.

الصحة: Accuracy (الدقة)

دقة الجهاز هي مقدرته على إعطاء قراءة تكون أقرب إلى القراءة الحقيقية "العيارية". وكلما أعطى الجهاز قراءة أقرب إلى المقدار الحقيقي "العياري" للكمية المقاسة كلما كان الجهاز دقيقاً.

وتعتبر الدقة مقياساً لدرجة الخطأ في النتيجة النهائية المقاسة ويمكن تحديد دقة الجهاز بإعطاء مدى الخطأ الذي يعطيه الجهاز عند قياس مدى معين من المقدار المقاس مثلاً: ترمومتر وصف بأنه يعطي خطأ قدره $0.5°C \pm$ في المدى $(50°C \text{ to } 100°C)$ يمكن أن يقال أن دقته هي $0.5°C \pm$ في هذا المدى.

الضبط – الإحكام Precision:

الضبط هو مقدرة الجهاز على إعطاء نفس القراءة عند تكرار عملية القياس بنفس الجهاز، وكلما كان الجهاز مضبوطاً كلما كانت القراءات التي يعطيها لنفس الكمية عند تكرار عملية القياس متقاربة مع بعضها البعض.

مثال: استخدم ترمومتر عياري لقياس درجة حرارة سائل فوجدت تساوي $65°C$ وعندما استخدم ترمومتر زئبقي وجدت درجةالحارة تساوي $64.5°C$ ووجد أن الترمومتر الزئبقي يعطي نفس قراءته السابقة عند تكرار التجربة فما هي دقة وأحكام الترمومتر الزئبقي.

دقة الترمومتر $65 - 64.5 = 0.5°C$

أي أن الخطأ في هذا المدى هو $\pm 0.5°C$ وهذا مقياس الدقة.

لكن الترمومتر مضبوطاً ومحكماً بدرجة عالية لأنه يعطي نفس القراءة عند تكرار القياس.

حساسية الجهاز: Sensitivity

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هي نسبة الإشارة الخارجة إلى التغير في الإشارة الداخلة. ويختلف تعريف الحساسية حسب نوع الجهاز فمثلاً الجلفانومتر يمكن استخدامه لقياس التيار فتعرف الحاسية S_I في هذه الحالة بنسبة مقدار الانحراف بالمليمتر أو التقسيمات (d) إلى شدة التيار بالمايكروأمبير (I)

$$\therefore S_I = \frac{d(mm)}{i(mA)}$$

إذاً وعند استخدامه فولتميتراً تكون الحساسية عبارة عن نسبة الانحراف إلى فرق الجهد بالمللي فولط الذي يحدث ذلك الانحراف:

$$S_V = \frac{d}{V}\frac{mm}{mV}$$

أما في حالة جهاز الأوسيلسكوب فتعرف حساسية الانحراف S_o بأنها نسبة الانحراف بالمتر D إلى فرق الجهد الذي يحدث الانحراف V_d

$$S_o = \frac{D}{V_d} = \frac{m(m)}{v(volt)}$$

ويعرف أيضاً معامل الانحراف G deflection factor بأنه معكوس الحساسية أي أن:

$$G = \frac{1}{S_o} = \frac{V_d}{D}\left(\frac{v}{m}\right)$$

استجابة الجهاز: Response or Responsiveness (RS)

هي مقدار الإزاحة التي يمكن أن يحدثها أقل مقدار من الكمية المقاسة يكون مقروءاً مثلاً إذا كان مقياس ضغط يقيس ارتفاع 200 mm تكون استجابته إذن: ±2 mm من الزئبق عندما يكون

$$R_S = \frac{2}{200}\times 100 = 1\%$$

وإذا كان ترمومتر يستجيب لمتغير في درجة الحرارة قدره 0.1°C ± عندما تكون درجة الحرارة 50°C.

$$R_S = \frac{0.1}{50}\times 100 = 0.2\%$$ إذن استجابته تكون

المقدرة على التمييز Resolution

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هي المقدرة على الفصل بين صورتين صغيرتين متلاصقتين فإذا كانت مقدرة الجهاز مثلاً جهاز التلفزيون أو الأوسيلسكوب "غير عالية فإن صورتين متلاصقتين تظهران كأنهما صورة واحدة وكلما كانت مقدرة الجهاز على التمييز عالية كلما كان الجهاز قادراً على الفصل بين الصور المتقاربة وإظهارها واضحة. وفي حالة التلفزيون والأوسيلسكوب فإن حجم حبيبات المادة الفسفورية على الشاشة هو الذي يُحِد من مقدرة الجهاز على التمييز.

خطأ القياس: Error

هو الفرق بين مقدار الكمية المقاسة والمقدار الحقيقي "أو العياري" للكمية. ومن المهم جداً معرفة مصادر الخطأ وكيفية التقليل من آثارها وقد تتطلب القياسات الدقيقة اختيار الأجهزة المناسبة وإجراء العديد من القياسات للتوصل إلى نتائج دقيقة.

وعند إجراء أي تجربة لإيجاد كمية معينة لابد من عمل الاحتياطات اللازمة لتجنب الأخطاء التي يمكن أن تدخلها الأجهزة والظروف المحيطة بها كما يجب تكرار قياس الكمية لتقليل الأخطاء العشوائية والوصل إلى نتيجة دقيقة.

وسندرس فيما يلي أنواع أخطاء القياس وكيفية معالجتها والتعبير عن الأخطاء وتقدير أو حساب مقاديرها وإظهار ذلك في النتائج النهائية.

أخطاء القياس: Errors

لا يمكن قياس أي كمية بدقة كاملة لذلك من المهم جداً معرفة تقدير الدقة التي تم بها القياس وحساب مقدار الخطأ المتوقع في النتيجة. ودراسة أخطاء القياس وأخطاء أجهزة القياس هي الخطوة الأولى لإيجاد الطرق والوسائل للتقليل منها. وسنرى فيما يلي أن مصادر الأخطاء متعددة. بعضها من الأجهزة وطرق استخدامها والبيئة التي يعمل فيها وبعضها من الشخص الذي يقوم بعملية القياس لافتقاره للخبرة أو بسبب عادات مكتسبة وبعض الأخطاء لها أسباب عشوائية غير معروف يمكن التقليل من مقاديرها بتكرار عملية القياس واستخدام الوسائل الإحصائية لحسابها.

ويمكن تصنيف أخطاء القياس وحصرها في ثلاثة مجموعات هي:

أ- الخطأ الإجمالي: Gross Error

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هذا النوع من الخطأ يتضمن الأخطاء الإنسانية في قراءة واستخدام الأجهزة وفي تسجيل وحساب نتائج القياس. هذه الأخطاء كثيراً ما تحدث ويمكن توقعها وتجنبها. ومن هذه الأخطاء أخطاء عدم التطابق Parallax Errors وتحدث لافتقاره الخبرة عند قراءة موقع مؤشر بالنظر إلى المؤشر والتدريج بزاوية معينة بدلاً من أن يكون خط الرؤية والمؤشر والتدريج على مستقيم واحد.

ومن الأخطاء الشائعة بين المستجدين عدم اختيار الجهاز المناسب للقياس مثلاً استخدام فولتميتر مقاومته غير عالية لقياس فرق جهد بين طرفي مقاومة عالية وتكون النتيجة وجود ما يعرف بخطأ أثر التحميل Loading Effect وكثيراً ما تنتج الأخطاء من الإهمال مثلاً عدم التأكد من ضبط الموقع الصفري لمؤشر الجهاز وينتج من ذلك أن تتضمن جميع القراءات خطأ صفرياً.

ومن الأخطاء الشائعة بين المستجدين وتؤدي إلى نتائج سيئة عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج.

هذه الأخطاء لا يمكن معالجتها حسابياً ولكن يجب تجنبها بالاهتمام والعناية ومعرفة أخذ القراءات الصحيحة وتسجيلها بالممارسة والتمرين ويجب تحت كل الظروف عدم الاكتفاء بأخذ قراءة واحدة بل أخذ ثلاثة قراءات مختلفة على الأقل لنفس الكمية تحت ظروف مختلفة بإطفاء الجهاز ثم تشغيله مثلاً.

ب- الأخطاء الرتيبة: Systematic Errors

تنقسم عادة إلى مجموعتين هما (i) أخطاء الأجهزة التي تحدث من عيوب الأجهزة و (ii) الأخطاء البيئية التي تحدث من تأثير الوسط المحيط بالأجهزة.

(i) أخطاء الأجهزة: هي أخطاء متأصلة في أجهزة القياس نسبة للأجهزة الميكانيكية المتحركة التي تتأثر بالاحتكاك وينشأ من ذلك ما يعرف بخطأ الاحتكاك أو يحدث التواء في "الياي" المتصل بأجزاء الدوران أو عدم انتظام في تمدد زمبرك نتيجة لسوء استخدام الجهاز مثل تمرير تيار أعلى من المسموح به فتؤدي هذه العيوب إلى أخطاء في القراءة تعرف بأخطاء التشوه. ومن الأخطاء أيضاً أخطاء تحدث نتيجة لقدم الجهاز مثل ضعف المغنطيس الدائم المستخدم في الجلفانومتر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ii) الأخطاء البيئية أو الوسطية هي أخطاء المؤثرات الخارجية مثل الآثار الحرارية وأثر الرطوبة أو الضغط الجوي أو المجالات الكهربية والمغنطيسية على الأجهزة. وهذه الأخطاء يمكن التخلص منها باتخاذ الاحتياطات اللازمة ومعالجة الظروف المحيطة بالأجهزة قبل استخدامها.

(ج) الأخطاء العشوائية: Random Errors

هذه الأخطاء لا يعرف أسبابها وتكون موجودة دائماً حتى بعد التخلص من كل الأخطاء الرتيبة وبالرغم من أن الأخطاء العشوائية في التجارب التي يخطط لها تخطيطاً دقيقاً تكون عادة صغيرة لكنها ذات أهمية بالغة متى كانت الدقة المطلوبة عالية.

لنفترض أننا نسجل مقدار فرق جهد ما كل نصف ساعة باستخدام فولتميتر محكم ومضبوط ومعاير وأننا تحكمنا في الوسط المحيط بالجهاز في ظروف مثالية فإننا سوف نجد أن القراءات تختلف عن بعضها البعض اختلافات طفيفة مهما فعلنا من معايرة وتحكم في ظروف التجربة ولن يكون من السهل معرفة أسباب هذه الفروقات في القراءات ولكننا يمكن أن نقلل الآثار المترتبة عليها بزيادة عدد القراءات وإيجاد المتوسط الحسابي الذي يعطي أحسن تقريب للمقدار الحقيقي للكمية المقاسة.

أسس تصميم أدوات وأجهزة القياس:

تصميم أدوات وأجهزة القياس، بحيث يمكن استعمالها في أوسع مجال في القياسات، وتتلخص أهم أسس تصميماتها فيما يلي:-

١- تقسيم أدوات القياس ذات التدريج إلى أقسام تمثل وحدات قياس، كما هو الحال في المسطرة (Rule) أو المنقلة (Protractor) بحيث يمكن قراءة قيمة البعد أو المقاس مباشرة على هذا التدريج، مع تقدير قيمة أجزاء القسم الواحد اعتماداً على النظر.

٢- يمكن زيادة دقة القياس بتزويد التدريج أو المقياس الرئيسي بورنية منزلقة (Vernier) مدرجة تنزلق عليه. ويمكن بواسطتها قياس أجزاء من القسم الواحد.

٣- يمكن أيضاً زيادة دقة القياس بالاستعانة بوسائل مختلفة لتكبير أقسام التدريج باستعمال عدسة مكبرة أو مجهر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤- تصميم بعض أدوات وأجهزة القياس بحيث يمكن مراجعة قياس البعد المطلوب عن طريق حركة مؤشر على تدريج، ويجري فيها تكبير حركة المؤشر بواسطة ترتيبات ميكانيكية مختلفة كما هو الحال في مينيات القياس (Indicators Gauge)

٥- اعتماد بعض أجهزة القياس على استعمال حركة الشعاع الضوئي أو على إسقاطه، كما تبني التصميمات في بعضها على خاصية التداخل الضوئي.

٦- استعمال فرق ضغوط الهواء في قياس الانحرافات في الأبعاد.

٧- تصميم أدوات قياس بمقاسات محددة، وهي أدوات قياس فائقة الدقة والمعروفة بمحددات القياس (Limit Gauges)، وذلك للكشف عن القياس أو البعد بين حدين (Limits) معينين، بحيث يكون المنتج مقبولاً، وعند وقوع القياس أو البعد خارج هذين الحدين (بالزيادة أو بالنقص) يكون المنتج غير مطابق للمواصفات الموضوعة ويصير بذلك مرفوضاً.

ويؤخذ في الاعتبار عند تصميم هذه المحددات، التآكل (Wear) التي ستتعرض لها هذه الأدوات من كثرة الاستعمال، وهناك أيضاً محددات قياس أخرى قابلة للضبط (Adjustable) الأمر الذي يزيد كثيراً في مجال استعمالها.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القياس و المعايرة

تعتبر دقة القياس من أساسيات البحث العلمي التطبيقي لضمان مصداقية النتائج المعملية ، ونظرا لما تتميز به مختبرات المدينة بتنوع التجهيزات حسب الاهتمامات البحثية التطبيقية المختلفة ولتلبية احتياجات هذه المختبرات في مجال معايرة الأجهزة وأدوات القياس المختلفة فقد قام المركز بالعمل على تأسيس مختبر معايرة ثانوي يلبي الاحتياجات القائمة والمستقبلية لمختبرات المدينة وذلك بناءاً على ما تم الحصول عليه من معلومات عندما قامت إدارة المركز بعد تأسيسه مباشرة بزيارة المسئولين في معاهد المدينة للتعرف على احتياجاتهم في مجال المعايرة والحدود العليا والدنيا للقياسات المختلفة . وعلى مدى الخمس سنوات الماضية تم تجهيز مختبر القياس والمعايرة بقدرات تمكنه من القيام بمهامه الأساسية

الهدف :

توثيق دقة اداء الاجهزة وإسنادها الى المعايير الدولية أو الوطنية وإيجاد وتسجيل العلاقة بين القيمة الحقيقية والمقاسة والتى تحقق وحدات النظام الدولى (SI) لنصل الى بناء المركز الوطني للبحوث و المعايرة

تجهيزات معامل القياس و المعايرة

اولا : معمل المعايرة الميكانيكية

نوع القياس	اسم الجهاز المستخدم	مدى القياس	دقة القياس
التفريغ	Budenberg DW01013	15-1000ملي بار	±٠٫٠٢%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الضغط الهوائي	Budenberge Dead weight tester	10 – 0بار	±٠٫٠٣%
الضغط الهوائي	Druck DPI 610	20 – 0بار	±٠٫٠٢%
الضغط الهيدروليكي	Budenburg Portable gage tester	160 – 0بار	±٠٫٠٥%
سريان الغازات	Brooks Vol-U- Meter	0سم٣/ ث - ١٢٠ سم٣/ ث	±٠٫٠٢%
سريان الغازات	Brooks Vol-U- Meter	0سم٣/ ث - ١٢٠٠٠ سم٣/ ث	±٠٫٠٢%
سريان الغازات	brooks Bellprover	0سم٣/ث - ٠٠٠ ٣٠٠سم٣/ث	±٠٫٠٢%
سريان السوائل	Liquid Calibration Facility	0كغم/ د - ١٠٠ كغم / د	±٠٫٠١%
سريان الغازات	Brooks Vol-U- Meter	0سم٣/ ث - ١٢٠ سم٣/ ث	±٠٫٠٢%
سريان الغازات	Brooks Vol-U- Meter	0سم٣/ ث - ١٢٠٠٠ سم٣/ ث	±٠٫٠٢%
النفق الهوائي العياري	Omega WT 4401	45 – 0م / س	±١%

ثانيا : معمل المعايرة الكهربائية

نوع القياس	اسم الجهاز المستخدم	مدى القياس	دقة القياس
الجهد	Fluke 5500 Fluke 5700	0-330مللي فولت	5بي.بي.إم+ 1ميكرو فولت

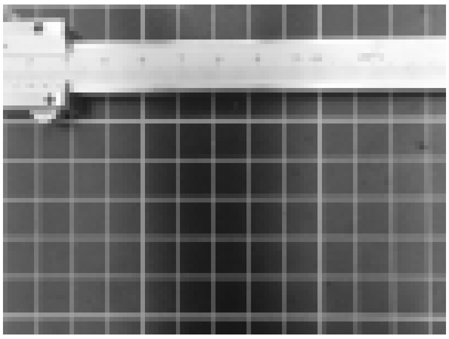
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجهد	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و2999-٣ فولت	4بي.بي.إم+ 3ميكرو فولت
الجهد	Fluke 5500 Fluke 5700	٣و3 -٣٣٠ فولت	4بي.بي.إم+ 30ميكرو فولت
التيار المستمر	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و٣٢٩٩-029و ملللي أمبير	٠و094%
التيار المستمر	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و33 -٣٣٠ ملللي أمبير	٠و045%
التيار المستمر	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و33-١٩٩و٢ أمبير	٠و07%
التيار المستمر	Fluke 5500 Fluke 5700	٢و2- ١١ أمبير	٠و025%
التيار المتردد	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و٣٢٩٩-029و ملللي أمبير	٠و094%
التيار المتردد	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و33 -٣٣٠ ملللي أمبير	٠و045%
التيار المتردد	Fluke 5500 Fluke 5700	٠و33-١٩٩و٢ أمبير	٠و07%
التيار المتردد	Fluke 5500 Fluke 5700	٢و2- ١١ أمبير	٠و025%
مقاومة التيار	Quad Tech.	٠و٣٢Ω- 999	٠و± 009%
مقاومة التيار	Quad Tech.	999-Ω33و٣٢ كيلوΩ	٠و± 007%
مقاومة التيار	Quad Tech.	33كيلو199 Ω -و٣ ميقاΩ	٠و± 011%
مقاومة التيار	Quad Tech.	٣و3 - ٣٣٠ميقاΩ	٠و± 045%
السعة	Quad Tech.	٠و33-٩٩٩و١٠ نانوفاراد	٠و± 38%
السعة	Quad Tech.	11-1.1ميكروفاراد	٠و± 19%
السعة	Quad Tech.	11-1.1ميكروفاراد	٠و± 26%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

السعة	Quad Tech.	11-110ميكروفاراد	30 ±٠و %
السعة	Quad Tech.	33-110ميكروفاراد	38 ±٠و %
السعة	Quad Tech.	110-330ميكروفاراد	5 ±٠و %

ثالثا : معمل المعايرة الفيزيائية



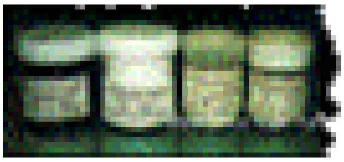
نوع القياس	اسم الجهاز المستخدم	مدى القياس	دقة القياس
الأطوال	Linear Instruments	5و مم – ١ م	1 ±ميكروميتر
الزوايا	Linear Instruments	1درجة – ٣٦٠ درجة	1 ±٠و درجة
قائمية الزوايا	Linear Instruments	90درجة	1 ±٠و درجة
قطر الدائرة	Linear Instruments	0مم – 200	1 ±ميكروميتر
الأوزان	Sartorious Class E1 Primary standard	1مغ – ٥ كغم	02 ±٠و مغ
الأوزان	Sartorious Class F1	1مغ – ٥ كغم	2 ±٠و مغ
الأوزان	Sartorious Class F1	5كغم – ٥٠ كغم	100 ±مغ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الموازين	Sartorious Mettler	1ميكروغرام–١٠٠ غم	٠٫٥ ±01 ميكروغرام
الموازين	Sartorious	1غم – ٥ كغم	٠٫٥ ±01 غم
الموازين	Sartorious	1كغم – ٣٠٠ كغم	100 ±غم
الأوزان	Sartorious Class E1 Primary standard	1مغ – ٥ كغم	٠٫٥ ±02 مع
معايرة المجسات الحرارية	Druck DPI 610	0 – 700بار	٠٫٥ ±2 %
الرطوبـة النسـبية	RHCL1- Relative Humidity Calibrator	0 – 100%	٠٫٥ ±5 %
جهاز معايرة المجسات الحرارية بواسطة النقطة الساخنة	1-Hot point cell 2- Ice point cell 3- CL8500 Calibratot	Ambient–500 oم	٠٫٥ + 09 o م
المعاير الحراري	Block Calibrator	50 – 600 oم	1 +م
حمام السيولة الرملية لمعايرة وحدات قياس درجة الحرارة	Fluidized Bath FSB-4	30 – 700 oم	2 +م
ثيرموميترات السائل في الزجاج	OMEGA	38- 450 oم	٠٫٥ + 03 o م
معايرة المجسات الحرارية	CL 134 Omega Temperature Calibration	30تحت الصفر – ٥٠٠ oم	1 +م

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

رابعا : معمل المواد العيارية المرجعية (تحت الانشاء)



المواد العياريه تكون بمواصفات مرجعية محددة ومرتبطة بالتسلسل الهرمـــي للمعـــايرة و تـــستخدم لمعايرة عدد من الاجهزة الرئيسية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة في الفيزياء Experiment in Physics:

يعتبر علم الفيزياء علماً تجريبياً بالدرجة الأولى. فعندما يرى الإنسان أية ظاهرة فيزيائية تحدث أمامه في الطبيعة يتنبه إليها ويسعى إلى التعرف عليها والتأكد من صحتها.

إن الشرارة التي تنطلق من احتكاك أحجار الصوان هي الظاهرة الفيزيائية التي دفعت الإنسان القديم للبحث حتى اكتشف طريقة لإشعال النار، وكذلك فإن سقوط التفاحة من الشجرة على الأرض هي الظاهرة الفيزيائية التي جعلت نيوتن يكتشف قانون الجاذبية.

إذن لابد من الملاحظة أولاً، يتلوها إقامة تجربة لدراسة الظاهرة والتأكد من وجودها. ومن الطبيعي أن لا نطلق حكماً على ظاهرة ما إلا بعد إخضاعها إلى تجارب عديدة وتحت شروط متغيرة وبأجهزة وأدوات قد تكون مختلفة. بعدها نعبر عنها بصيغة رياضية نسمي هذه الصيغة القانون.

الغاية من العمل المخبري Purpose of Laboratory Work:

ترتبط الصناعة الحديثة والهندسة والتكنولوجيا بشدة بالفيزياء والكيمياء وعلم المعادن لدرجة تمكننا من القول بأن فهم الكثير من العمليات الصناعية يعتمد بشكل وثيق على فهم المبادئ الأساسية للعلوم. بعض هذه المبادئ لا يمكن توضيحها من خلال الكتب التي يدرسها الطالب أو المحاضرات التي يتلقاها، وإنما من خلال الأبحاث التجريبية التي يقوم بها الباحث العلمي في مجال العلوم والتي تهدف إلى شرح هذه المبادئ من خلال التجربة. لذلك فإن الغاية من العمل المخبري في الفيزياء هي إعطاء الطالب الفرصة كي يفهم بعض المبادئ الأساسية عن طريق إجراء التجارب والمشاركة الفعلية في تحقيق هذه المبادئ. هذا بصورة عامة، أما في السنتين الأولى والثانية فإن الغاية من العمل المخبري هي تدريب الطالب على التقنية التجريبية وعلى طرق التجريب، وكذلك إعطاؤه بعض الإحساس بقيمة المقادير الفيزيائية الهامة التي يدرسها نظرياً. كما توجد أهداف أخرى متعلقة بالطالب لكنها ليست على درجة عالية من الأهمية هي:

- أن يألف الطالب استخدام بعض الأدوات العلمية الحديثة (مثل راسم الأشعة المهبطية).
- أن يطلع الطالب بصورة شاملة على التقنية التجريبية المتوفرة وأن يتدرب على استنتاج كل ما يمكن استنتاجه من المعلومات من الخطوط البيانية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- أن يتضح الأمر أمام الطالب أنه لا توجد تجربة بدون أخطاء. ويتدرب على تجنب الأخطاء النظامية ويطلع على بعض الأمور الهامة المتعلقة بالأخطاء والخطوط البيانية.
- أن يعتاد الطالب على تسجيل ملاحظاته عن عمله بحرص شديد وخاصة ما يتعلق بالنتائج ثم التعليق على هذه النتائج لتبيان أهميتها.

العمل المخبري Laboratory Work:

أ- الدراسة المسبقة Study in Advance:

يجري العمل في مخبر الفيزياء، كغيره من المخابر، بشكل دوري، دورته أسبوع واحد. وهنالك خطوات لابد من القيام بها قبل وأثناء وبعد إجراء التجربة، حتى يتم العمل بنجاح.

قبل الدخول إلى المخبر:

- يجب قراءة التجربة بدقة والتأكد من أن المغزى العام قد صار مفهوماً.
- يجب وضع خط تحت العبارات الجديدة غير المفهومة.
- يفضل تلخيص الطريقة العملية التي ستستخدم وكتابتها على ورقة خاصة.
- يفضل رسم جدول البيانات –إذا كان واضحاً- لأن هذا يساعد على إنجاز العمل بنجاح خلال فترة قصيرة.
- يفضل وجود النص فقد تضطر للرجوع إليه بين حين وآخر.

ب- في المخبر In the Lab:

- يجب الانتباه بشكل جيد لكل التعليمات التي توجه من قبل الأستاذ المشرف وتنفيذها بحرص شديد.
- إن النظافة والترتيب أثناء إجراء التجربة هما الوسيلة التي بواسطتها نمنع وقوع الحوادث المزعجة، ولذلك يجب مراعاة توفرهما.
- من مقومات العمل المخبري تسجيل الملاحظات على صفحات التقرير وترتيب النتائج بشكل واضح في جدول البيانات.
- إذا كان من الأفضل رسم خط بياني ننفذ هذا على الفور.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- من المهم جداً بالنسبة للعمل المخبري أنه "إذا كنت غير متأكد من صحة إجراء ما تريد فلا تقم به".

ج- إجراء التجربة Carrying out the Experiment:

- نجري اختباراً للأجهزة الخاصة بالتجربة –إذا كانت بحاجة إلى اختبار- ونتأكد أنه لا يوجد أي قصور أو خلل في عمل أي جزء منها.[1]
- ركب الجهاز –إن كان هذا مطلوباً- وفقاً للتعليمات.
- يجب المحافظة على الأجهزة والحرص الشديد عليها كأغلى شيء تمتلكه لأنها سريعة العطب.
- إذا كان الجهاز معقداً يمكنكم الاستعانة بالأستاذ المشرف.
- خذ القياسات المطلوبة ودونها بدقة في جدول على صفحة البيانات التي ستشكل جزءاً هاماً من تقريرك المخبري.
- فك أجزاء التجربة بعضها عن بعض بحرص شديد وأعد التجهيزات كل إلى مكانه الذي وجدتها فيه.

د- التقرير The Report:

إن نجاح الإنسان كفيزيائي تجريبي مرهون ليس فقط بتقيده وتنفيذه للتعليمات التي أشرنا إليها ولكن أيضاً بإتقانه الجيد لكتابة التقرير عن التجربة الذي يشتمل على:

- الغاية من التجربة.
- ملخص للفكرة النظرية والمعادلات الأساسية.
- ملخص الطريقة التجريبية المتبعة (لأن بعض التجارب تنفذ بأكثر من طريقة).
- جدول البيانات وفيه كل النتائج مدونة بشكل واضح.
- رسم الخطوط البيانية المطلوبة.
- حساب الأخطاء.

---

[1] في المراحل المتقدمة يقوم الباحث أو الطالب بمعايرة الأجهزة أما في المراحل الأولى يقوم الأستاذ المشرف بهذا العمل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- المناقشة (وملاحظاتك حول التجربة إن وجدت).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أجهزة القياس

سنتكلم فى هذا الجزء عن نوعين من الاجهزة المهمين جدا فى شغلنا

١- الافوميتر او الملتيميتر بنوعيه

٢- الاوسليسكوب (راسم الاشارات)

١- الافوميتر او الملتيميتر

الملتيميتر الرقمي.

الملتيميتر التماثلي.

عبارة عن نوعان

النوع الاول: التماثلى (الانالوج)

النوع الثانى: الرقمى (الديجيتال)

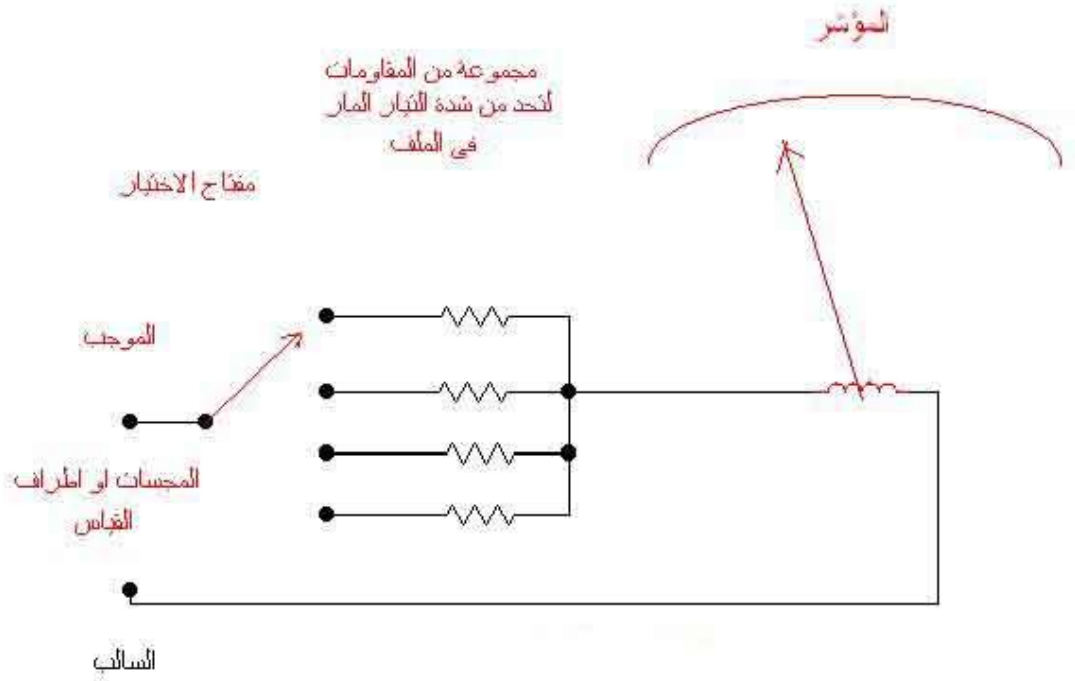
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النوع الاول : التماثلى (الانالوج)

فكرة عامة

لو وصلنا ملف مكون من عدة لفات بمصدر جهد مناسب فان هذا الملف سينشا حوله مجال مغناطيسى و تتناسب شدة المجال مع شدة الجهد المسلط على الملف ولو وضعنا هذا الملف على اكس او عمود فى وضع حر ووضعناه بين قطبى مغناطيس دائم وسلطنا نفس الجهد مرة اخرى فان الملف سيبدا بالانحراف دورة كاملة ٣٦٠ درجة وهذه هى فكرة الموتور لكن لو وصلنا الملف بمؤشر ووضعنا ياى او سوستة لتحد من حركته فانه سوف يبدا بالانحراف بمقدار معين و يتوقف ويتناسب هذا المقدار مع شدة التيار المار فى الملف وهذه هى فكرة جهاز القياس التماثلى

الصورة التالية تبين تركيب الجهاز من الداخل



معنى هذا الكلام ان لكى تتم عملية القياس يجب توفر تيار يمر فى الملف لكى ينحرف ؟؟؟

سؤال : لماذا يسمى الجهاز افوميتر ؟؟؟؟؟

يوجد جهاز يقيس التيار لذلك يسمى اميتر (Ammeter)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يوجد جهاز يقيس الجهد لذلك يسمى فولتميتر (Voltmeter)

يوجد جهاز يقيس المعاوقة لذلك يسمى (Ohmmeter)

فاخذنا اول ثلاث حروف وسمينا الجهاز (AVO meter)

يوصل الفولتميتر على التوازى لكى نقيس فرق الجهد على مكون معين اما الاميتر فيوصل بالتوالى لكى نقيس شدة التيار المار فى اى مكون اى انهما يستخدمان على الساخن اى والكهرباء موصلة اثناء عملية القياس او الاختبار.
اما الاوميترفلا يوصل فى الدائرة والكهرباء موصلة حتى لا يتلف اى انه يستخدم على البارد ولا يفضل ان نقيس اى مكون داخل الدائرة لان من الممكن ان يكون المكون الذى اقوم بقياسه موصل مع مكون اخر فيعطى قرائه مختلفه.

طريقة القياس بالافوميتر

١- فى حالة قياس الجهد

اول شئ احدد هل هو جهد مستمر او متغيرواقوم بضبط التدريج عليه وعادتا يكتب اما DC Direct Current تيار مستمر AC Alternating Current تيار متردد واضبط على التدريج المراد والقيمة التى تظهر على المؤشر اضربها فى حاصل قسمة التدريج المكتوب مقسوما على تدريج الجهاز نفسه.

مثال

لو انا ضبط التدريج على ١٠

والجهاز عندى مدرج من ٠ الى10

والمؤشر وقف عند ٨

تكون القيمة هى ٨ * ١٠/١٠

اى = ٨ فولت

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال اخر

لو انا ضابط التدريج على ٥٠

والجهاز مدرج من ٠ الى ١٠

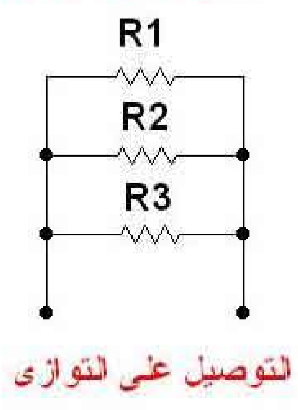
والمؤشر وقف عند ٦

تكون القيمة هى ٦* ١٠\٥٠

اى = ٣٠ فولت

٢- فى حالة قياس التيار

اول شئ نغير وضع المجس الموجب فى الجهاز وهذا ينطبق على عدد من الاجهزة فقط ثم نضبط التدريج ونكمل مثل ما سبق مع ملاحظة التوصيل على التوالى



٣- فى حالة قياس المقاومة

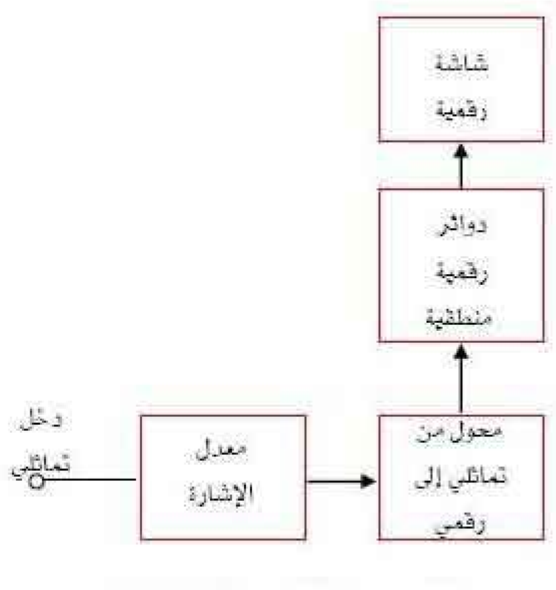
يجب ان نلاحظ ان كل التدريج يبدا من اليمين الى اليسار اى ان المؤشر يشير الى الصفرفى الجهد والتيار الا فى الاوم يبدا بمالانهاية وينتهى بالصفر وعند قياس اى مقاومة يجب ان نصفر الجهاز

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وذلك عن طريق توصيل المجسين وضبط المؤشر على الصفر وذلك بواسطة مفتاح دائرى موجـــود فى واجهة الجهاز

النوع الثانى : الرقمى (الديجيتال (

المخطط الصندوقى للملتيميتر الرقمى



هذا النوع هو حصاد التكنولوجيا الحديثه حيث انه ادق واسهل واصبح يقيس قيم اكبرواضـــيف لـــه العديد من القياسات الاخرى مثل السعة للمكثفات والحث للملفات والتردد والموحدات ودرجة الحرارة وفى بعض الانواع منه اضيف له دائرة تقيس الترانزيستور وتحدد اطرافه وهو بذلك استحق لقـــب **ملتيميتر**

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اشكال مختلفة من المليتميتر

ومن اجمل الاشياء التى اضيفت عليه انه اصبح اوتورينج اي انه بلا تدريج فلو اردت قياس جهد معين فيكفى ان تضع مفتاح الاختيار على وضع جهد والباقى على الجهاز يحدد لك قيمة الجهد ويحدد اذا كان DC او AC بدون الحاجة الى ضبط تدريج

ملحوظة مهمة:

في حالة قياس الاوم تدخل البطارية الداخلية للجهاز فى الدائرة وذلك لتعطى التيار اللازم لاتمام عملية القياس فيجب ان نلاحظ الاتى:

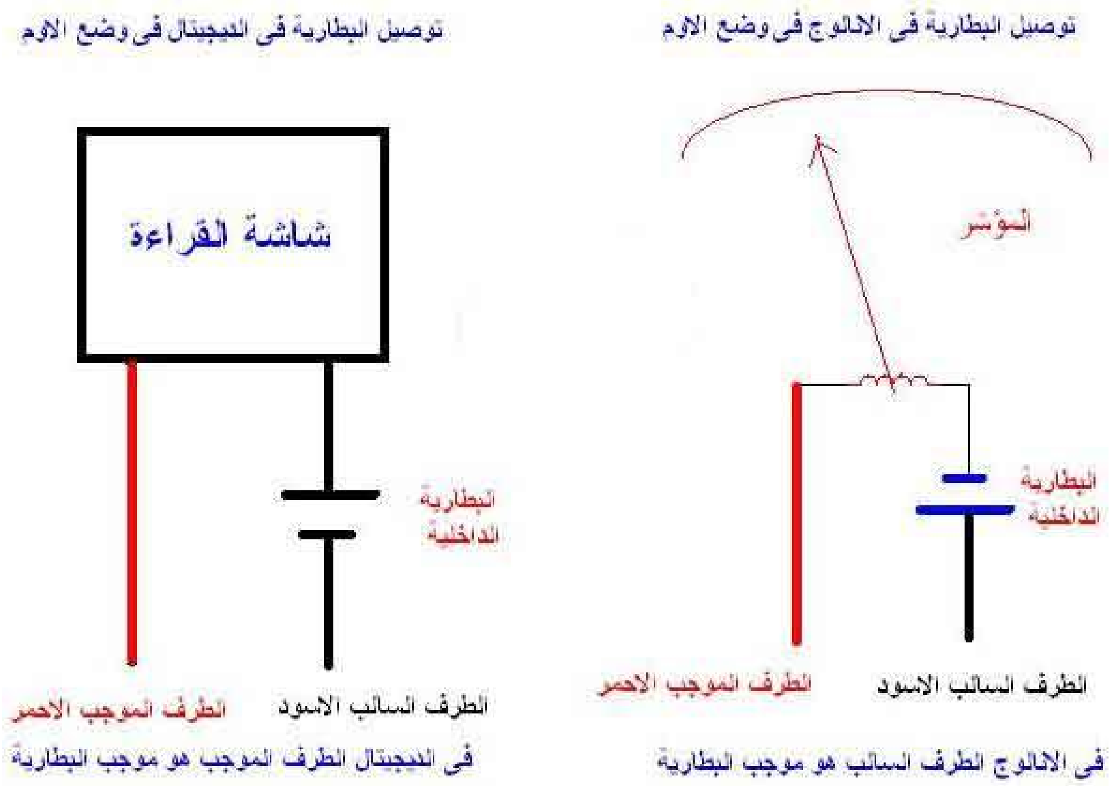
١- فى الاجهزة الانالوج موجب الجهاز (الطرف الاحمر) هو سالب البطارية

٢- فى الاجهزة الديجيتال موجب الجهاز (الطرف الاحمر) هو موجب البطارية

وسوف نستفيد من هذه المعلومة لاحقا فى عمليات القياس

الصورة التالية توضح توصيل البطارية فى وضع الاوم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



القياس فى وضع الجرس:

هذا الوضع لا يستخدم للقياس بل للتاكد من التوصيلية وهويستخدم اساسا فى حالة ان المكان الذى اقيس فيه ضيق ويتعزر روية شاشة الجهاز لذلك اعتمد على السمع.

ممنوع استخدام الافو الانالوج على وضع الاوم فى قياس الاجهزة الديجتال مثل:

١ - الموبايل

٢ - الكمبيوتر

٣ - الاله الحاسبة

٤ - البلاى ستيشن

٥ - الرسيفر

٦ - واى جهاز يعمل ببروسيسور او ذاكرة

وذلك لان تيار بطارية الافو الانالوج عالى و من الممكن ان يتسبب فى تلف مكونات حساسة مثل الميكو.

الأوسيليسكوب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يعتبر الأوسيليسكوب من أهم أجهزة قياس واختبار الدوائر الإليكترونية حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدائرة وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا. فالأوسيليسكوب يمكننا من رؤية صورة الاشارة ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبية أو مربعة مثلا.

الشكل التالي يوضح صورة الأوسيليسكوب وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزرة تحكم متشابهة.

إذا نظرت إلى واجهة الأوسيليسكوب ستجد أنها تحتوي على ستة أقسام رئيسية معرفة بالأسماء التالية:

عمودي (Vertical)

التشغيل (Power)

الشاشة (Screen)

المداخل (Inputs)

إطلاق (Trigger)

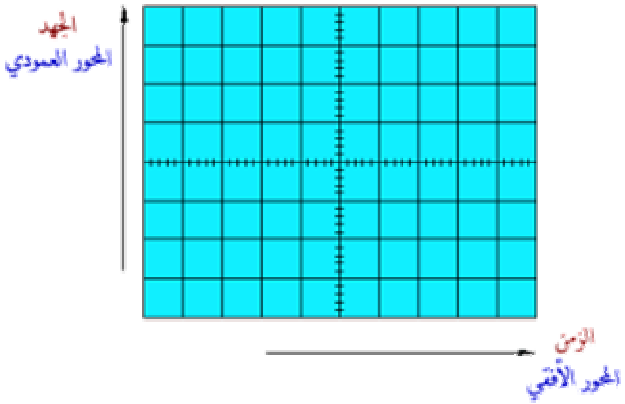
أفقي (Horizontal)

والآن لنأخذ كل جزء على حده بشيء من التفصيل

الشاشة (Screen)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وظيفة الأوسيليسكوب هي عمل رسم بياني للجهد والزمن حيث يمثل الجهد بالمحور العمودي و الوقت بالمحور الأفقي كما هو موضح بالشكل.



لو لاحظنا الشاشة سنجد أن هناك محورين هما:

المحور العمودي : وهو يمثل الجهد ويحتوي على ثمانية تقسيمات أو مربعات. كل واحد من هذه الأقسام يكون بطول ١ سنتيمتر.

المحور الأفقي : ويمثل الزمن ويحتوي على عشرة أقسام أو مربعات. كل واحد من هذه الأقسام يكون بطول ١ سنتيمتر.

التشغيل (Power)

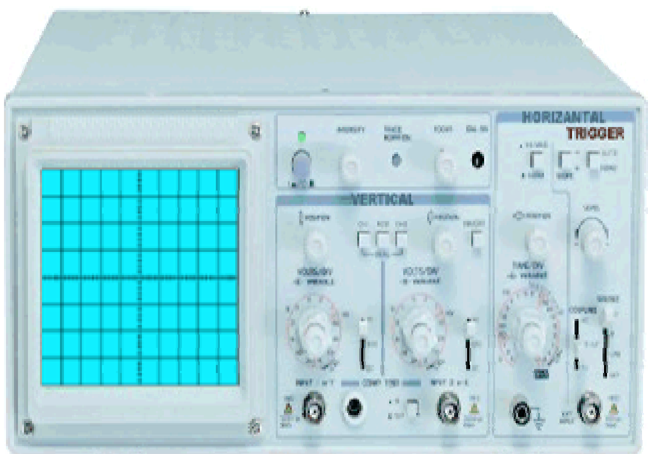
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هذا الجزء من الأوسيليسكوب يحتوي على زر التشغيل ومفتاح التحكم بإضاءة الشاشة وكذلك مفتاح التحكم بوضوح الصورة

عمودي (Vertical)

في هذا القسم يمكن التحكم بالجزء العمودي (محور الجهد) من الاشارات في الشاشة. وحيث أن معظم الأوسيليسكوبات تحتوي على قناتي إدخال **(input channels)** وكل قناة يمكنها عرض شكل موجي **(waveform)** على الشاشة، فإن القسم العمودي يحتوي على قسمين متشابهين وكل قسم يمكننا من التحكم في الاشارة لكل قناة باستقلالية عن الأخرى كما هو موضح في هذه الصورة.

والآن لنرى كيف تعمل هذه المفاتيح في القسم العمودي



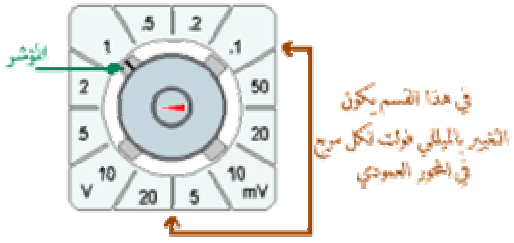
أزرار اختيار القنوات : بهذه الأزرار يمكنك اختيار أي اشارة يتم عرضها في الشاشة. فيمكنك عرض اشارة القناة الأولى فقط أو اشارة القناة الثانية فقط أو كليهما معاً.

زر اختيار نوع الإشارة : بهذا الزر تختار بين إي سي (اشارة متغيرة) أو دي سي (اشارة ثابتة) أو أرضي (بدون اشارة) وفي هذا الوضع يمكنك تحديد موقع الصفر على شاشة الأوسيليسكوب

زر اختيار وضع الصورة : بهذا الزر يمكنك تحريك الاشارة إلى الأعلى أو الأسفل في المحور العمودي

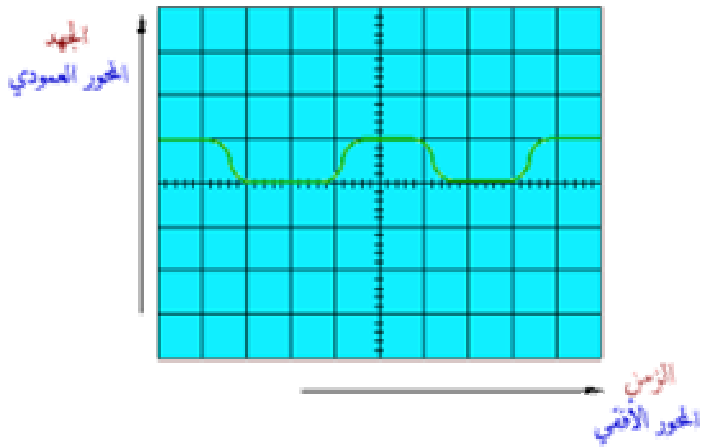
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفتاح معيار الجهد : بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات.



هذه الصورة توضح التقسيمات في هذا المفتاح

لاحظ أنك يمكنك أن تجعل كل مربع في المحور العمودي يمثل قيمة الجهد الذي تضع المؤشر عليه. فمثلا في هذه الصورة وضع المؤشر على ١ فولت فيكون كل مربع في المحور العمودي في الشاشة يمثل ١ فولت. فبذلك يمكننا تحديد جهد الاشارة.



هذا المثال سيوضح مانعنيه:

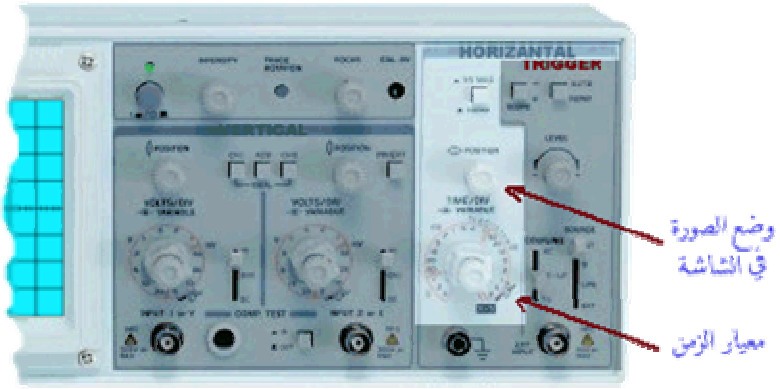
انظر إلى هذه الموجة الموجودة على شاشة الأوسيليسكوب وركز فقط على المحور العمودي.

ارتفاع الموجة هو مربع واحد على المحور العمودي. فإذا كنت ضبطت مفتاح عيار الجهد على ١ فولت لكل مربع يكون جهد الموجة = ١ **1 = 1 x** فولت.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لو فرضنا أن مفتاح عيار الجهد كان يشير إلى ٥ فولت لكل مربع وحصلت على الموجة السابقة.
فإن الجهد = ٥ x 1 = 5 فولت.

أفقي (Horizontal)

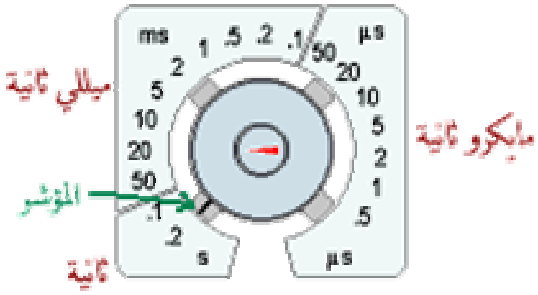


في هذا القسم يمكن التحكم بالجزء الأفقي (محور الزمن) من الاشارات في الشاشة.

كما هو موضح في الصورة نرى أن القسم الأفقي يحتوي على مفاتحين مهمين وهما:

مفتاح اختيار وضع الصورة : بهذا الزر يمكنك تحريك الاشارة يمينا أو يسارا على المحور الأفقي.

مفتاح معيار الزمن : بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الزمن في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات.

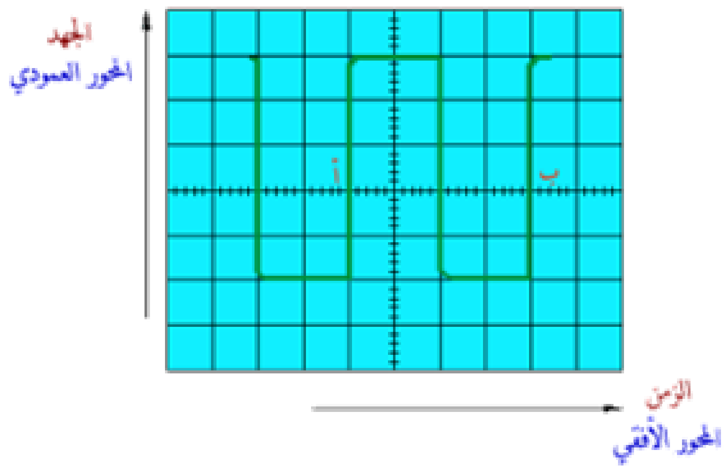


هذه الصورة توضح التقسيمات في هذا المفتاح

لاحظ أن هذا المفتاح يحتوي على ثلاثة تقسيمات وهي مايكروثانية لكل مربع على المحور الأفقي و ميللي ثانية لكل مربع وأخيرا ثانية لكل مربع.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لاحظ أيضاً أنك يمكنك أن تجعل كل مربع في المحور الأفقي يمثل الزمن الذي تضع المؤشر عليـــه. فمثلا في هذه الصورة وضع المؤشر على ٠,٢ ثانية فيكون كل مربع في المحور الأفقي في الـــشاشة يمثل ٠,٢ ثانية. فبذلك يمكننا تحديد زمن الاشارة.



هذا المثال سيوضح مانعنيه:

انظر إلى هذه الموجة الموجودة على شاشة الأوسيليسكوب وركز فقط على المحور الأفقي.

تستغرق الموجة الزمن بين النقطتين أ و ب لتكمل دورة واحدة. فإذا كنت ضبطت مفتاح عيار الزمن على ٠,٢ ثانية لكل مربع يكون الزمن =٤ مربعات **x 0.2** ثانية لكل مربع = ٠,٨ ثانية.

إطلاق (Trigger)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دائرة الاطلاق في الأوسيليسكوب تؤدي وظيفة مهمة وهي تثبيت صورة الموجة على الشاشة حتى يسهل قياسها. وبدون تأثير دائرة الاطلاق فإن الصورة ستكون غير ثابتة وغير واضحة.

كما هو موضح في الصورة نرى أن قسم الاطلاق يحتوي على عدة أزرار من أهمها :

زر طريقة الاطلاق : هذا الزر يعطي خيارين وهما عادي **(Normal)** و غير عادي. ويستحسن ترك هذا الزر على وضع "عادي" لأن الاطلاق سيكزن تلقائيا والتحكم فيه يكون اوتوماتيكياً.

زر اتجاه الاطلاق : وهنا يوجد خياران وهما + و - . ففي وضع + يكون الاطلاق عند ارتفاع الموجة إلى أعلى أما في وضع – فيكون الاطلاق عند انخفاض الموجة.

مستوى اشارة الاطلاق : بهذا المفتاح يمكن تغيير النقطة التي تبدأ بها الموجة بالظهور على الشاشة وهذا يسهل تفحص أي جزء معين من الموجة.

مصدر اشارة الاطلاق : هنا يمكن اختيار مصدر وكيفية اشارة الاطلاق فمفتاح مصدر اشارة الاطلاق يعطينا عدة خيارات. أهم هذه الخيارات هي:

وضع **EXT** وهو اختصار **External** أو خارجي وفي هذا الوضع يكون مصدر اشارة الاطلاق خارجياً. وتغذى هذه الاشارة عن طريق مدخل اشارة الاطلاق الخارجية

وضع **HF** وهو اختصار **Frequency High** أو تردد عالي وفي هذا الوضع يكون الاطلاق عند الترددات المرتفعة من الاشارة.

وضع **LF** وهو اختصار **Frequency Low** أو تردد منخفض وفي هذا الوضع يكون الاطلاق عند الترددات المنخفضة من الاشارة.

نوع اشارة الاطلاق : في هذا الزر يوجد خياران وهما **AC** و **DC**. والوضع الطبيعي هي **AC** وهو مناسب لمعظم الموجات.

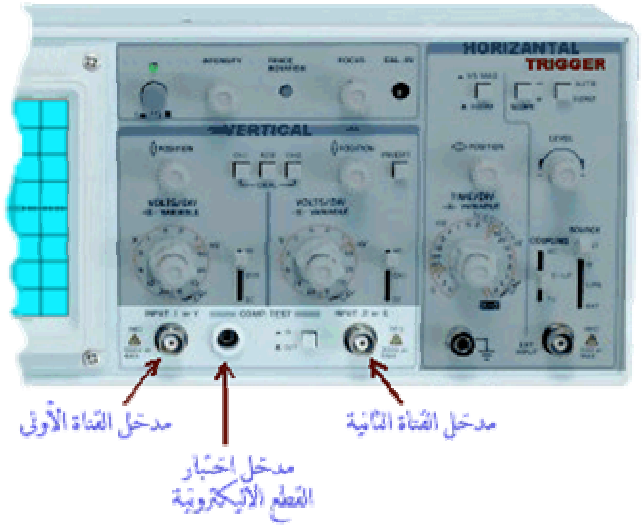
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في وضع DC يجب علينا اختيار جهد معين عندما تصل اليه الموجة تبدأ اشارة الاطلاق. يتم اختيار هذا لجهد عن طريق مفتاح مستوى اشارة الاطلاق الذي ذكرناه سابقا.

مدخل اشارة الاطلاق : في حالة اختيارنا لاستخدام اشارة اطلاق خارجية فإننا نستخدم هذا المدخل.

المداخل (Inputs)

يوجد للأوسيليسكوب ثلاثة مداخل رئيسية كما هو واضح في الصورة وهذه المداخل هي:



مدخل القناة الأولى : عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الأولى.

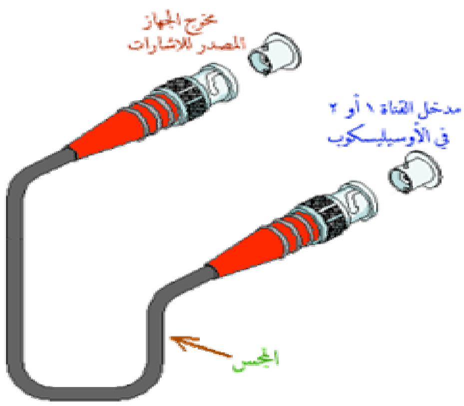
مدخل القناة الثانية : عن طريقه يمكننا ادخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الثانية.

مدخل اختبار القطع الاليكترونية : هذا المدخل لايوجد في كل الأوسيليكوبات حيث أنه يعتبر اختيارياً. عن طريق هذا المدخل يمكن عرض المنحنيات الخاصة بالقطع الاليكترونية المختلفة.

ولكن ما نوع التوصيلات المستخدمة لربط دوائرنا بالاوسيليسكوب عن طريق هذه المداخل؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يستخدم نوع من التوصيلات يسمى بالمجسات (**probes**) وهي تأتي بأشكال متعددة حسب استعمالها كما هو موضح بالصور التالية:



إذا كنا سنربط الاوسيليسكوب بجهاز يصدر الاشارات فإننا نستخدم المجس ذو الرأسين من نوع **BNC-BNC** حيث نربط أحد الأطراف بمدخل الاشارة في الاوسيليسكوب و الطرف الآخر بمخرج جهاز مصدر الاشارات كما هو موضح في هذه الصورة.

أما إذا كنا سنستعمل الاوسيليسكوب لرؤية الاشارات الصادرة في مواقع معينة من دائرة ما فيستحسن أن نستعمل مجسا مثل المعروض في هذه الصورة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بقي كلمة أخيرة وهي أن العمل على الأوسيليسكوب يحتاج إلى الممارسة. فكلما استخدم الشخص هذا الجهاز أكثر كلما سهل عليه معرفة أسراره وخباياه.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (١):

الخلايا الضوئية الشمسية

Photo cells and solar cells

الهدف من التجربة: دراسة أنواع الخلايا الضوئية والشمسية التي تستخدم في قياس الإشعاع الضوئي أو الشمسي بتحويل الطاقة الإشعاعية إلى طاقة كهربية.

أنواع الخلايا الضوئية والشمسية:

تتأثر أسطح المواد النقية بسقوط الإشعاع الضوئي عليها بدرجات متفاوتة إذ أن بعض الأسطح تتغير خواصها الكهربية فتقل المقاومة الكهربية (أي تزداد توصيلية المادة) وبعض الأسطح تنبعث منها الإلكترونات وفي حالات أخرى يؤدي سقوط الإشعاع على السطح إلى تغير الجهد الداخل للمادة، وقد استغلت هذه الظواهر الثلاثة في عمل ثلاثة أنواع من الخلايا الضوئية هي:

(١) الخلايا التوصيلية الضوئية: Photoconductivity Cells

تتكون الخلية في هذه النوع من شبه موصل نقي مثل سلفاد الكادميوم الذي تقل مقاومته الكهربية عند تعريضه للإشعاع الضوئي لأن الإلكترونات في نطاق التكافؤ تنتقل إلى نطاق التوصيل عندما تمتص طاقة الفوتون فتزداد بذلك توصيلية شبه الموصل وتستخدم هذه الخلايا عادةً في الكشف عن الأشعة تحت الحمراء (Infra-Radiation).

(٢) الخلايا الفولطائية الضوئية: Photovoltaic Cells

تتكون الخلية في هذه الحالة من شريحة وصلة ثنائية (PN Junction) مصنوعة من شبه موصل مناسب مثل السيلكون وعندما يسقط الضوء على الخلية فإن طاقة الفوتونات تولد إلكترونات وثقوب ويقع الجهد الحاجز داخل الوصلة الثنائية إلى فصل إلكترونات والثقوب فيزداد فرق الجهد بين طرفي الوصلة وكذلك التيار إذا وصلت الخلية بدائرة خارجية وبما أن سقوط الإشعاع الضوئي على الخلية يؤدي إلى زيادة الفولت بين طرفي الخلية فقد سميت بالخلية الفوتوفولطائية وهذه هي الخلية الوحيدة التي لا تحتاج لمصدر جهد خارجي لتوليد التيار الكهربي ويمكن أن تولد تياراً عالياً نسبياً وتتحمل سقوط الإشعاع الشمسي عليها لذلك تستخدم لاستغلال الطاقة الشمسية لتحويلها إلى طاقة كهربائية وتعتبر الخلايا الشمسية المصنوعة من السيلكون أفضل الخلايا في الوقت الحاضر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

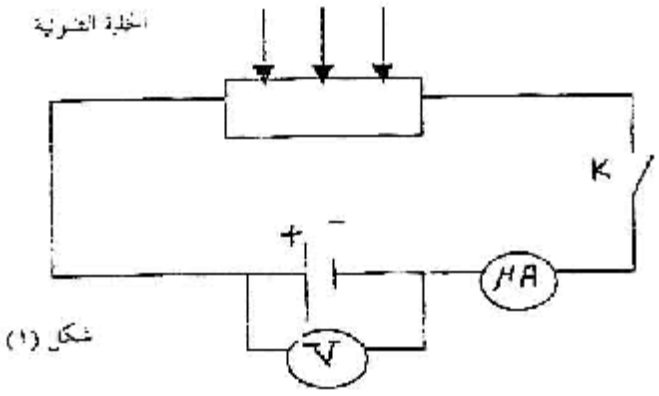
(٣) خلايا الانبعاث الضوئي: Photoemission Cells

تتكون الخلية من فوتو كاثود ومن أنود موضوعين في أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء ولهما أطراف خارجية للتوصيل الكهربي. ويصنع الفوتو كاثود "الكاثود الضوئي" من طبقة رقيقة من مادة حساسة للضوء مثل السيزيوم والأنتيموني (Antimony, Cesium) مرسبة على سطح الزجاج وعند سقوط الضوء على هذه الطبقة تنبعث منها إلكترونات تعرف بالفوتو إلكترونات. أو (الإلكترونات الضوئية) وإذا سلط فرق جهد بين الطبقة والأنود الذي يكون عادةً في شكل حلقة معدنية فإن إلكترونات داخل الفراغ تنجذب نحو الأنود ويسري تيار كهربي في الدائرة الموصلة بالخلية وفكرة هذه الخلية أي فكرة "الانبعاث الضوئي" هي التي تستخدم في كمرات التصوير التليفزيوني.

دراسة خلية التوصيلية الضوئية:

الأجهزة: خلية التوصيلية الضوئية من سلفاد الكادميوم – مصدر جهد منخفض – مايكروأميتر – صندوق مظلم في نهايته مصدر ضوئي.

خطوات التجربة:



شكل (١)

١ - أدخل الخلية في الصندوق ووصل طرفيها بدائرة كهربية كما في الشكل (١).

٢ - غطي الفتحة التي تدخل الضوء وأغلق مصدر الضوء وغطي الصندوق ثم وصل الدائرة من المفتاح k وسجل فرق الجهد v وتيار الظلام i بالمايكروأميتر بعد ٥ دقائق من تسليط الجهد وعنما يثبت مقدار التيار، احسب مقاومة الخلية R_o في حالة الظلام.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣- ضع الخلية على مسافة قدرها 15 com من مصدر الضوء "داخل الصندوق" أغلــق الــصندوق واضغط زر مصدر الضوء معرضاً الخلية لضوء اللمبة وسجل فرق الجهد V والتيار i وأيضاً المسافة d بين الخلية والمصدر الضوئي.

٤- كرر الخطوة (٣) مع زيادة المسافة d بمقدار 2.5 cm في كل مرة حتى تكون المسافة 35 cm وسجل القراءات في جدول كما هو موضح.

$d_{(cm)}$	15				35
$i_{(\mu a)}$					
$V_{(volt)}$					

٥- احسب $\left(\frac{1}{d^2}\right)$ ومقاومة الخلية R وسجل المقادير في جدول كما هو موضح:

$\frac{1}{d^2}\left(m^{-2}\right)$					
$i_{(\mu a)}$					
$R_{(\Omega)}$					

٦- ارسم العلاقة بين $\left(\frac{1}{d^2}.R\right)$ وكذلك العلاقة بين $\left(\frac{1}{d^2},i\right)$ علماً بأن شدة إضاءة المصدر i تتناسب عكسياً مع مربع المسافة $Ia\,\frac{1}{d^2}$

٧- اكتب استنتاجاتك من التجربة مجيباً على الأسئلة الآتية:

أ) هل يتناسب تيار الخلية مع شدة الإضاءة؟ وكيف يكون التناسب؟

ب) هل تتناقص مقاومة الخلية مع شدة الإضاءة؟ وإذا كانت الإجابة بنعم فكيف تؤثر شدة الإضــاءة على التوصيلية الكهربية للخلية؟

٨- سجل مقدار أعلى مقاومة للخلية حصلت عليها وأقل مقاومة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (٢):

الأوسيلسكوب Oscilloscope

مقدمة:

يعتبر الأوسيلسكوب "راسم الذبذبات" من أهم الأجهزة الألكترونية ذات الفوائد المتعددة في القيام بالقياسات الكهربائية التي يغذى بها الجهاز وتوضح الصور سعة الإشارة الكهربائية وتغيرها مع الزمن ويكون بذلك حساب التردد كما يمكن إدخال إشارتين ومقارنتها من حيث سعة الجهد والتردد وفرق الطور.

والمطلوب قبل استخدام الأوسيليسكوب أن يسجل الطالب معلومات وافية عن مكونات الجهاز كالمدفع الإلكتروني – ألواح الانحراف الأفقي والانحراف الرأسي والشاشة الفسفورية في مقدمة الأنبوبة المفرغة من الهواء وأن يقرأ ويسجل معلومات عن "القاعدة الزمنية Time base" وأهميتها في تمديد الإشارة أفقياً لتوضيح جهد الإشارة مع الزمن.

هدف التجربة:

تهدف التجربة إلى التعرف على الأوسيلسكوب "راسم الذبذبات" ومعرفة استخدام الجهاز لقياس الجهد المستمر والجهد المتردد وقياس التردد وقياس فرق الطور.

تختص التجربة الأولى باستخدام الأوسيلسكوب أحادي الحزمة والإلكترونية وتختص التجربة الثانية عن الأوسيلسكوب باستخدام الأوسيلسكوب ثنائي الحزمة.

الأوسيلسكوب أحادي الحزمة الإلكترونية

Single Beam Oscilloscope

الأجهزة المستخدمة: أوسيلسكوب أحادي الحزمة، مولد ذبذبات، مصدر جهد مستمر.

خطوات التجربة:

١- بعد توصيل الأسيلسكوب بالمصدر اضغط زر التشغيل وراقب الحزمة الإلكترونية على الشاشة ثم اضغط مفتاح شدة الإضاءة بحيث لا تكون نقطة الإشعاع قوية اللمعان ثم اضغط مفتاح الضبط البؤري "Focus Knob" لتركيز الحزمة في نقطة صغيرة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدام الإزاحة الرأسية "Y-shift" لتحريك البقعة المشعة رأسياً إلى أعلى وإلى أسفل ثم استخدم مفتاح الإزاحة الأفقية "X-shift" لتحريك البقعة أفقياً إلى اليمين وإلى الشمال وأخيراً باستخدام هذين المفتاحين اضبط موقع البقعة المشعة لتكون في وسط الشاشة الفسفورية عند نقطة الأصل.

٢- وصل مصدر مستمر "D.C. Voltage Supply" بمدخل الانحراف الرأسي "Y-shift".

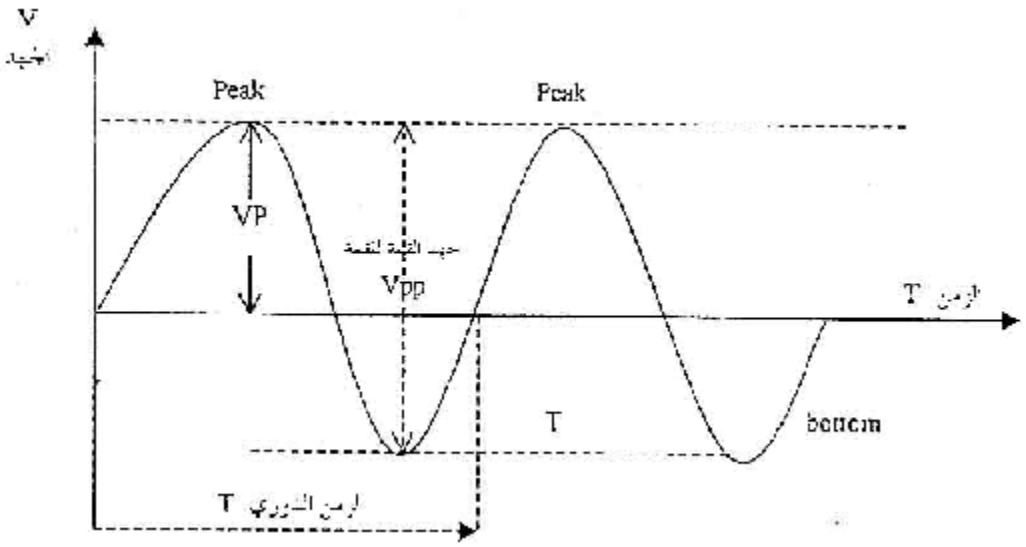
٣- اضبط مفتاح مقياس الانحراف الرأسي الذي يوضح عدد الفولط لكل تقسيمة "Volt/division" ، "Volt/com" ليعطي عدد مناسب من التقسيمات الرأسية ثم احسب مقدار الجهد المسلط على الأوسيلسكوب.

الجهد المسلط = عدد التقسيمات الرأسية × مقياس الانحراف الرأسي لكل تقسيمة.

٤- اضبط مفتاح التحكم الزمني "Time control knob" ليكن ١ ملي ثانية لكل تقسيمة أو كل سنتيمتر "1ms/cm" أو "1 ms/division" على محور السينات وأضبط مفتاح مقياس الانحراف الرأسي ليكون ١ فولط لكل تقسيمة أو ١ فولط لكل سنتيمتر.

٥- سلط إشارة جيبية "Sinusoidal Signal" ذات تردد قدرة ٤٠٠هيرتز تقريباً من مولد ذبذبات جيبية على المدخل الرأسي "Y-input".

٦- استخدم الأوسيلسكوب لقياس جهد القمة إلى القاع V_{pp} للإشارة الجيبية المسلطة.



علماً بأن V_{pp} = عدد التقسيمات الرأسية بين القمة والقاع × مقياس الانحراف الرأسي بالفولط لكل تقسيمة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٧- استخدم الأوسيلسكوب لقياس الزمن الدوري "Periodic time" للإشارة T علماً بأن الزمن الدوري T = عدد التقسيمات الأفقية بين قمتين متتابعتين × زمن التقسيمة حسب مفتاح التحكم الزمني.

٨- احسب تردد الإشارة الجيبية "The frequency of the signal" من العلاقة $F = \frac{1}{T}$

٩- اترك مفاتيح مولد الذبذبات ثابتة من دون تغير ثم:

(أ) مدد الإشارة الجيبية رأسياً على شاشة الأسيلسكوب بتغير مفتاح القياس الرأسي ثم احسب جهد القمة للقمة V_{pp} وتحقق من الحصول على القيمة التي حصلت عليها سابقاً.

(ب) مدد الإشارة الجيبية أفقياً بتغير مفتاح التحكم الزمني ثم احسب الزمن الدوري وتحقق من الحصول على نفس قيمة T وقيمة f.

١٠- اترك مفاتيح الأوسيلسكوب ثابتة ثم:

(أ) غير جهد الإشارة من مفتاح مولد الذبذبات ليكون الجهد أقل ثم أكثر من قيمته السابقة واستخدم الأوسيلسكوب لقياس جهد القمة للقمة في كل حالة.

(ب) غير تردد الإشارة مع تثبيت الجهد مع مفتاح المولد واستخدام الأوسيلسكوب لقياس f و T. (التردد والزمن الدوري).

١١- ثبت جهد وتردد الإشارة ثم غير الإشارة من حيث الشكل لتحصل على موجات مستطيلة ومنشارية إلخ ثم ارسم الأشكال الموجية التي تظهر على الشاشة الفسفورية في كراستك.

١٢- سجل جميع القراءات والملاحظات بطريقة منظمة ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

١- ما هي العلاقة بين جهد القمة للقمة V_{pp}، وسعة الجهد V_p؟

٢- إذا كانت المسافة الرأسية بين القمة والقاع لإشارة جيبية هي 4.3 cm والمسافة الأفقية بين قمتين متتاليتين هي "2.5 cm" فما هي سعة الإشارة وما هو ترددها إذا كان مفتاح القياس الرأسي مضبوطاً على 2V/cm ومفتاح التحكم الأفقي على "2ms/cm".

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (٣):

الأوسيلسكوب

الأسيلسكوب ثنائي الحزمة

Double Beam Oscilloscope

هدف التجربة:

تهدف هذه التجربة إلى معرفة استخدام الأوسيلسكوب ثنائي الحزمة ومعرفة قياس فرق الطور بين إشارتين وهي استكمال للتجربة السابقة عن الأوسيلسكوب.

الأجهزة المستخدمة:

أوسيلسكوب ثنائي الحزمة، مولد ذبذبات، مقاومات ومكثف سعة "0.1μF"

خطوات العمل:

١- وصل الأوسيلسكوب بالمصدر واضغط زر التشغيل، لاحظ وجود حزمتين إلكترونيتين تشتركان في مفتاح ضبط شدت الإضاءة والضبط البؤري، وأيضاً في مفتاح مفتاح الإزاحة الأفقية (X-shift) وفي كل حزمة مفتاح لتحريكها إلى أعلى أو إلى أسفل.

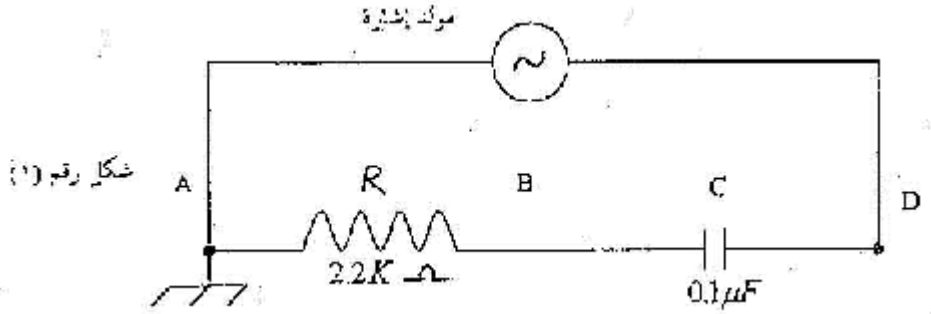
٢- حرك الحزمتين بحيث تتطابقا في منتصف الشاشة.

٣- وصل مولد الذبذبات الجيبية بأحد مدخلي الأوسيلسكوب "Y-input" واختر إشارة ترددها (1K Hz) ولها سعة فولطية مناسبة.

٤- استخدم الأوسيلسكوب لقياس سعة الإشارة وترددها وسجل القيم ثم افصل مولد الذبذبات.

٥- وصل دائرة المقاومة – المكثف التي تحتوي على مقاومة (2.2KΩ) ومكثف سعته (0.1 μF) موصلين مع مصدر الإشارة كما في الشكل (أ) ولتكن النقطة A موصلة بالأرض:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل رقم (١)

٦- وصل الطرف الأرضي لمولد الإشارة والطرف الأرضي لإحدى قناتي الأوسيلسكوب بالنقطة A والطرف الآخر لهذه القناة بالنقطة D أي أن هذه القناة تعطي الإشارة الكمية بين D.A ويمكن أن يقاس بينها الجهد الكلي V_T.

ووصل القناة الثانية بين B.A بحيث يكون الأرضي موصل بالنقطة A أي أن هذه القناة تظهر تغير الجهد بين طرفي المقاومة "V_R"

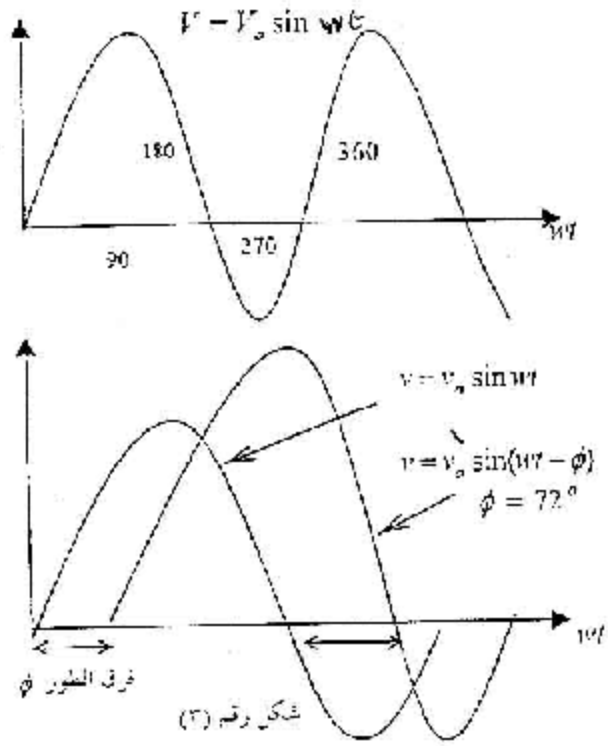
٧- لاحظ أوجه الشبه والاختلاف بين الإشارتين على الأوسيلسكوب. هل هناك اختلاف في سعة الجهد؟ اختلاف في التردد؟ أو اختلاف في الطور؟ ارسم الإشارتين في كراستك. والمطلوب هو إيجاد سعة الجهد لكل إشارة وقياس التردد وقياس الفرق في الطور بين الإشارتين وسنوضح فيما يلي كيفية حساب الفرق في زاوية الطور.

يبين الشكل (٣) إشارة جيبية ($V = V_o \sin q = V_o \sin wt$) ومنه يتضح أن زاوي الدورة الكاملة = ٣٦٠ درجة – للموجة الكاملة.

وإذا فرضنا أن الموجة الكاملة تمتد ٤ سنتيمترات على محور السينات "محور الزمن" فيكون كل واحد سنتيمترات يعادل $\frac{360}{4} = 90$ درجة أو كل ملليمتر يعادل 9 درجات.

إذن بالنسبة للإشارتين الموضحتين فإن الفرق في زاوية الطور هو ٨ مليمترات أي ٨ × ٩ = ٧٢ درجة لاحظ أن V_o لا تساوي $V_o^{\backslash}$ في هذه الحالة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل رقم (٣)

افصل الآن دارة RC من المولد والأوسيلسكوب ووصلهما بحيث يكون الأرضي لكل من المولد والأوسيلسكوب موصلاً بالنقطة D.

٩- وصل القناة الأولى بين D.A لقياس الجهد الكلي V_R ووصل القناة الثانية بين D.B لقياس فرق الجهد بين طرفي المكثف V_C.

١٠- أوجد سعة كل إشارة وقس الفرق في الطور بين الإشارتين.

١١- غير تردد المولد ليكون 2KHZ وكرر الخطوات من (٦) إلى (١٠).

أسئلة:

(أ) لماذا لا يتساوا حاصل جمع V_C, V_R مع V_T؟

(ب) ارسم V_a , V_C في شكل متجهين متعمدين وأوجد مقدار المحصلة V_T والزاوية ϕ بين المحصلة V_R وكذلك بينها وبين V_C الزاوية (90-ϕ) عندما كان التردد 2KHZ.

(ج) قارن بين القيم التي حصلت عليها والقيم التي أوجدتها بالقياس.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

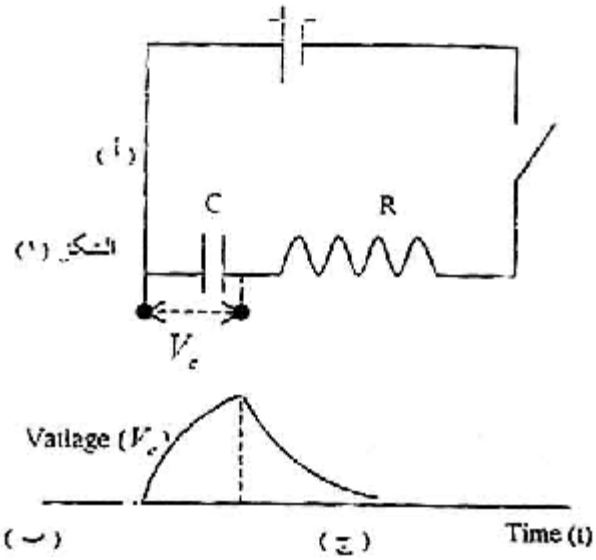
التجربة رقم (٤):

النبضات الكهربية Electric Pulses

الهدف: التعرف على النبضات الكهربية ودراسة أهم خواصها.

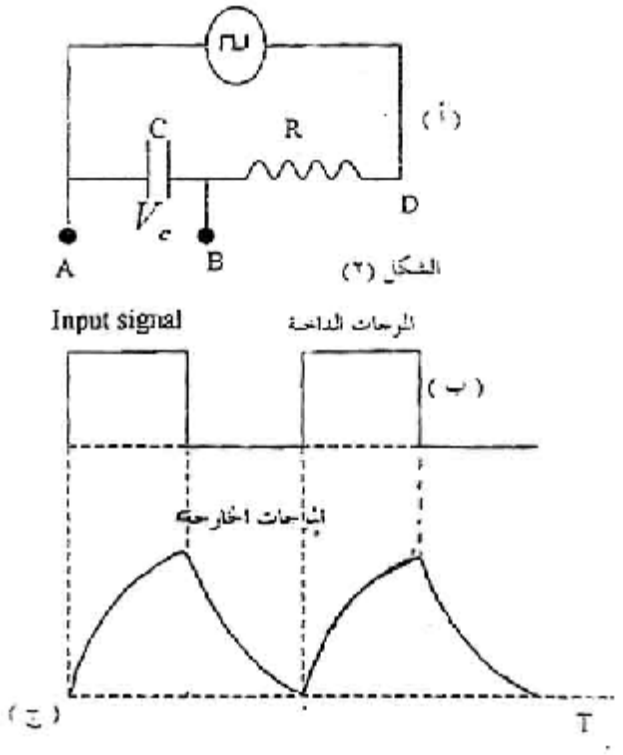
الخلفية النظرية: يمكن تعريف النبضة الكهربية بأنها ارتفاع الجهد الكهربي من مستوى معين ثم انخفاضه لنفس المستوى في فترة زمنية محدودة وسنشرح فيما يلي بعض طرق توليد النبضات وخواص هذه النبضة.

إذا أغلقنا الدائرة الموضحة في الشكل (١) فإن الجهد بين طرفي المكثف ينمو تدريجياً كما في الشكل (١-ب) وإذا فتحنا الدائرة فإن الجهد يضمحل كما في الشكل (١-ج) ما إذا طبقنا على الدائرة موجات مستطيلة أو مربعة كما في الشكل (٢-أ) وكانت الموجات المربعة كما هو موضح في الشكل (٢-ب) فإننا نحصل بين طرفي C على الجهد V_C الموضح في الشكل (٢-ج).



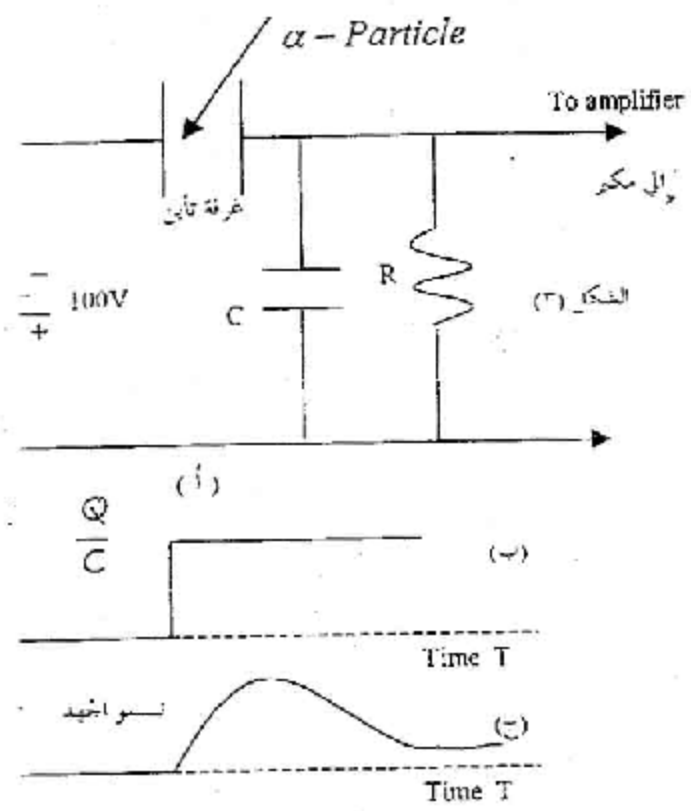
من هذه نرى أن الموجات المربعة الداخلة أو الخارجة هي عبارة عن مجموعة نبضات كهربية "Electric Pulses" وهناك طرق عديدة لتوليد النبضات الكهربية منها استخدام مولد الذبذبات المربعة كما في المثال أو استخدام المولد متعدد الذبذبات "Multivibrator" ومنها استخدام كشافات الجسيمات النووية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

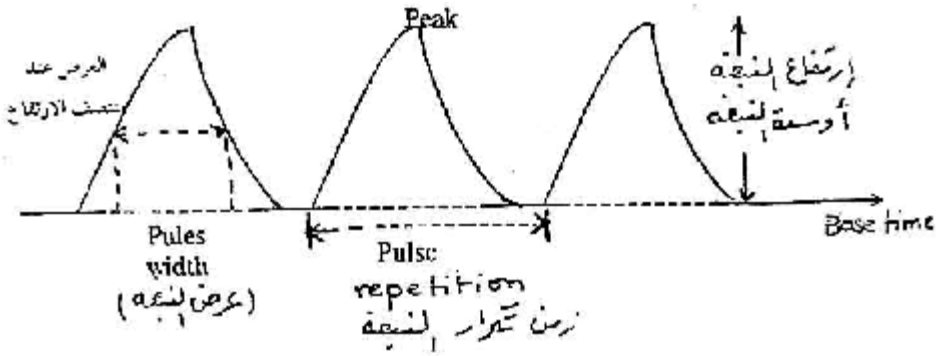


انظر الشكل (٣-أ) الذي يوضح جسيم ألفا "α-Particle" وهو يؤين الغاز الموجودة في غرفة التأين حيث تتجه الأيونات الموجبة نحو القطب السالب للغرفة وتتجه الأيونات السالبة نحو القطب الموجب. وبذلك يكون فرق الجهد عند مدخل المكبر مقداره $V = \frac{Q}{C}$ حيث Q هي الشحنة الكلية و C سعة المكثف وبما أن الشحنات تأخذ بعض الوقت لتصل إلى اللوح الموجب أو السالب فإن ارتفاع الجهد لا يكون لحظياً كما في الشكل (٣-ب) وإنما ينمو الجهد $\frac{Q}{C}$ كما هو موضح في الشكل (٣-ج) ثم ينخفض ببطء نسبياً وتكون الإشارة عند مدخل المكبر عبارة عن نبضة كهربية تنمو وتنخفض تدريجياً ويتناسب ارتفاعها مع طاقة الجسم النووي وبالمثل فإن العداد الوميضي "Scintillation Counter" عندما يسقط عليه جسيم نووي يصدر منه وميض ضوئي ليقوم الكاثود الضوئي بتحويلة إلكترونات وبالتالي تنتج نبضة كهربية عند مدخل المكبر تنمو وتضمحل تدريجياً.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



وفي كل الحالات السابقة الذكر يمكن أن تميز النبضة الكهربية بارتفاعها أو سعتها "Pulse width or duration at half maximum" أما الزمن الذي تستغرقه النبضة قبل أن تحدث نبضة أخـــرى فهو الذي يحدد التردد أو معدل التكرار "Repetition rate" انظر الشكل (٤).



ومن خواص النبضات زمن ارتفاع النبضة "Pulse rise time" وهو الزمن الذي ترتفع فيه ســـعة النبضة من 10% إلى 90% من ارتفاعها النهائي أو سعتها القصوى وزمن انخفاض النبضة Pulse rise time وهو الزمن الذي تنخفض فيه النبضة من 90% إلى 10% من سعتها القصوى.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وإذا نظرنا مرة أخرى إلى الدائرة الموضحة في الشكل (٢) حيث تكون النبضات الداخلة نبضات مستطيلة أو مربعة وتكون النبضات الخارجة بين طرفي المكثف عبارة عن نبضات غير مستقيمة الجوانب كما في الشكل (٢-ج) نجد أن سعة النبضة هي V_o وأن الجهد اللحظي بين طرفي المكثف يعتمد على تكامل الجهد اللحظي حسب العلاقة:

$$V_C = \frac{1}{C}\int i dt \quad \text{.....(I)}$$

ولكن بينما تنمو الشحنة بين طرفي المكثف يضمحل التيار حسب العلاقة:

$$i = i_o e^{-1/Rc} \quad \text{.....(II)}$$

$$\therefore V_C = \frac{1}{C}\int i_o e^{-1\ Rc} dt \quad \text{.....(III)}$$

وبالتكامل نحصل على:

$$V_C = V_o\left(1 - e^{-1/Rc}\right) \quad \text{.....(IV)}$$

حيث أن $V_o = Ri_o$

ويتضح أن الثابت الزمني هو RC وهو الزمن الذي يصل فيه V_o إلى 63% من V_o حيث أن V_o هو سعة النبضة أما زمن ارتفاع النبضة Pulse rise time t_r نحصل عليه من (IV) كالآتي:

$$\frac{V_1}{V_o} = \frac{10}{100}\left(1 - e^{-t_v RC}\right)$$

$$\frac{V_2}{V_o} = \frac{90}{100}\left(1 - e^{t_2/RC}\right)$$

$$\frac{t_2 - t1}{RC} = \frac{t_r}{RC} = 1n9$$

$$\therefore t_r = 2.2RC \quad \text{.....(V)}$$

أجهزة التجربة: مولد ذبذبات مربع "في حالة عدم وجود مولد نبضات" مقاومة 15kΩ مكثف سعته 0.022μF، أوسيلسكوب:

خطوات التجربة:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

١- وصل الدائرة كما في الشكل (٢-أ) ووصل القناة الأولى للأوسيلسكوب بـــين الطـــرفين D, A ويجب أن يكون الأرضي للأوسيلسكوب موصلاً بأرضي مولد الذبذبات والتردد بين 200-300 هيرتز.

٢- وصل القناة الثانية للأوسيلسكوب بين طرفي المكثف B, A (لاحظ وضع الأرضي).

٣- ارسم النبضات الداخلة والخارجة رسماً دقيقاً ثم أوجد بالقياس:

(أ) نسبة سعة ارتفاع النبضات الخارجة إلى النبضات الداخلية (لاحظ أن هـــذه النـــسبة تتغيـــر مـــع التردد).

(ب) عرض النبضة الخارجة عند منتصف الارتفاع ونسبته إلى العرض الأقصى وكـــذلك بالنـــسبة للنبضات الداخلة.

(ج) الثبات الزمني للنبضة الخارجة وقارنه بالزمن المحسوب RC.

(د) زمن ارتفاع النبضة الخارجة وقارن النتيجة باستخدام المعادلة (V).

(هـ) مقدار تردد النبضة Repetition rate

٤- احسب مقدار الخطأ في المقادير التي أوجدتها في الخطوات (ج، د، هـ) وعلق على النتائج.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (٥):

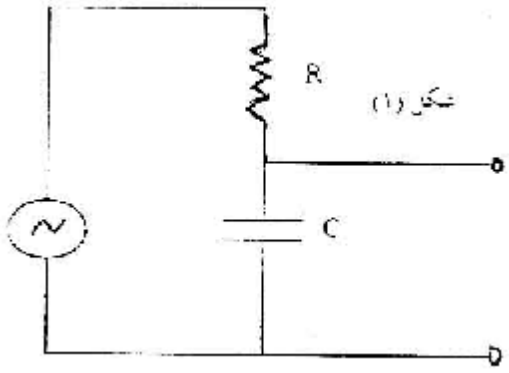
مرشح تمرير التردد المنخفض

Low Pass Filter

الهدف من التجربة: هو دراسة المرشحات ذات التمرير المنخفض التي تستخدم في مجال الإلكتروني.

المرشحات هي في الواقع دائرة RC التي قمنا بدراسة بعض خواصها في تجارب سابقة ولكننا نهتم الآن بما يحدث لسعة الجهد وللطور عندما يكون الجهد الداخل جهداً جيبياً متردداً وعندما يتغير التردد تغيراً كبيراً.

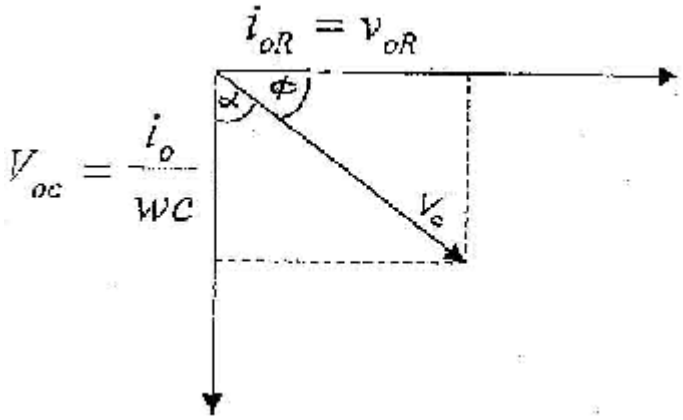
الخلفية النظرية:



شكل (١)

يوضح الشكل (١) دائرة RC الموصل مع مصدر جهد متردد ولنفرض أن التيار المتردد هو:

$$i = i_o \sin wt \quad \text{.....(I)}$$



وبما أن الجهد الخطي بين طرف R وطرف C يساوي الجهد اللحظي الكلي إذن:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$V = V_R + V_C$$

$$V = iR + \frac{q}{C}$$

$$V = Ri_o \sin Wt + \frac{1}{C}\int idt$$

$$V = Ri_o \sin Wt + \frac{i_o}{wc}\cos Wt$$

$$V = i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\cos f \sin Wt - i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\sin f \cos Wt$$

$$V = i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\sin(wt - f) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (II)$$

المقاومة $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$

ومن الشكل (٢) نرى أن: $\tan f = 1/wcR$

$$f = \tan^{-1}\frac{1}{wcR} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (III)$$

وإذا نظرنا إلى الجهد بين طرفي المكثف يكون:

$$V_C = \frac{i_o}{wc}\sin(wt - f)$$

$$V_C = \frac{V_o}{wc}\frac{\sin(wt - f)}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}}$$

$$V_C = \frac{V_o}{\sqrt{1 + w^2c^2R^2}}\sin(wt - f) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (IV)$$

ويتضح من (IV) أن الجهد V_C يعتمد على التردد فيقرب من الجهد الكلي إذا كان التردد منخفـــضاً، ويتناقص الجهد V_C إذا كان التردد عالياً ولذلك تستخدم الدائرة بين النقطتين A, B وتكون مرشـــح تمرير التردد المنخفض Low Pass Filter

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويمكن أن ننظر لهذه الدائرة كأنها مقسم جهد يعتمد على مقدار التردد فتكون سعة جهد الخارج لمرشح التمرير المنخفض بين طرفي المكثف هو:

$$V_C = V_o \left(\frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \right)$$

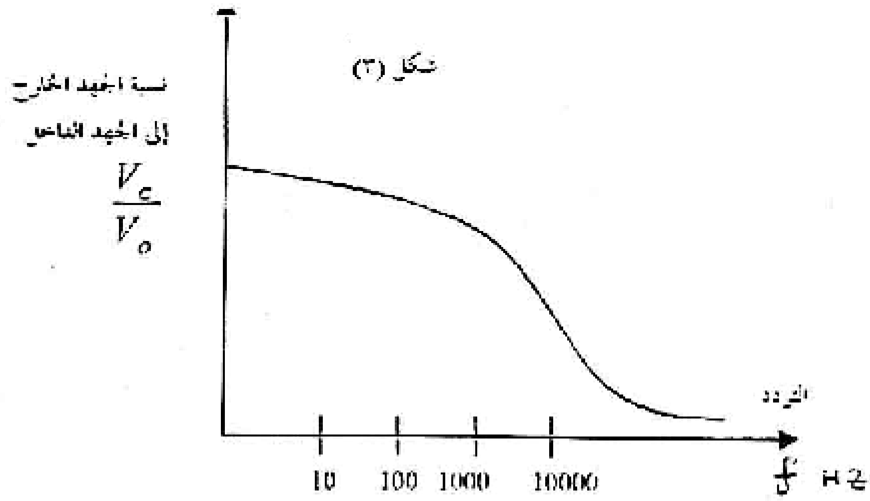
$$V_C = V_O \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{R^2}{X^2} + 1}} \right) = \frac{V_o}{\sqrt{1 + (wcR)^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{VI})$$

إذا كان wRc<<1 يكون $V_C \approx V_O$ أو إذا كان wcR عالياً ينخفض الجهد V_C ويقترب من الصفر، انظر الشكل (٣) حالة التمرير المنخفض.

كذلك تعتمد زاوية الطور على التردد إذ أن بين طرفي C

$$\tan f = \frac{1}{wcR} \qquad\qquad a = 90 - f$$

فإذا كان التردد منخفضاً تكون زاوية الطور ϕ كبير بينما تكون الزاوية α وإذا زاد التردد تزداد الزاوية α حتى تقترب من ١٩٠ درجة "لاحظ أن α بين V_C و V_O



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تحميل الدائرة:

لقد افترضنا حتى الآن أن جهاز مقياس الجهد الذي يوصل عادة على التوازي مع المقاومة يكون ذا معاوقة عالية جداً بحيث لا تؤثر على الجهد الخارج أما إذا لم تكن كذلك فإن معاوقة الجهاز تؤدي إلى انخفاض المعاوقة المكافئة "الكلية" لمقسم الجهد المكون من R, C ويسمى هذا التأثير بتحميل الدائرة Loading وقد يحدث التحميل في الدوائر العملية بتوصيل مقسم الجهد بدوائر أخرى.

أجهزة التجربة: مقاومة 10 KΩ، مكثف سعته C = 0.1 μF، أسيلسكوب، مصدر جهد متردد، مقاومة إضافية 2.2 KΩ

خطوات التجربة:

١- وصل دائرة مرشح التمرير المنخفض مستخدماً مقاومة قدرها R = 10KΩ ومكثف قدرة سعته 0.1 μF

٢- سلط من مولد الموجات الجيبية جهداً متردداً بحيث يكون الجهد V_P = 1volt والتردد منخفضاً 30Hz مثلاً.

٣- سجل مقدار الجهد الداخل بين طرفي المصدر والجهد الخارج بين طرفي C مستخدماً الأوسيلسكوب ثم سجل مقدار التردد مقياساً بالأسيلسكوب وأوجد أيضاً مقدار فرق الطور.

٤- كرر الخطوة (٣) لمقادير مختلفة من التردد وسجل في جدول مناسب مقادير التردد f وفرق الجهد V_P وزاوية فرق الطور حتى ينخفض الجهد إلى أدنى مستوى حيث أن α زاوية فرق الطور بين V_O, V_C هي α = 90 - ϕ

f(Hz)	20	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
V_P (volt) (للمكثف)											
α = 90-ϕ											

٥- ارسم العلاقة بين V_P, f والعلاقة بين α, f

٦- وصل مقاومة قدرها R = 2.2kΩ على التوازي مع المكثف C لتحميل الدائرة وكرر الخطوة (٤) ويكفي دراسة العلاقة بين V_P, f وذلك برسم العلاقة بين V_P, f على نفس الرسم السابق.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النتائج النهائية:

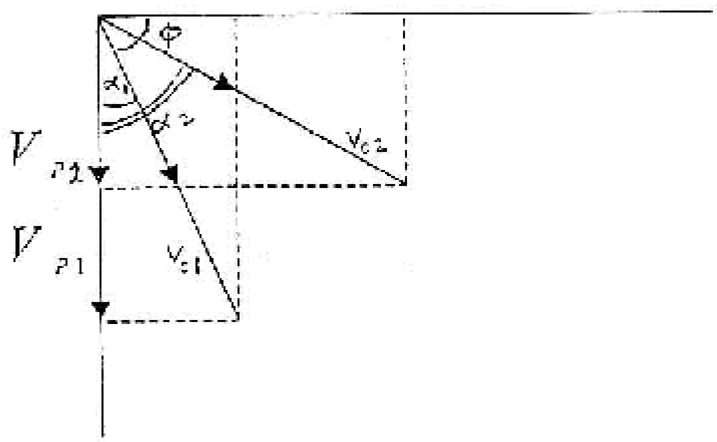
١- اكتب تقريراً وافياً عن التجربة موضحاً عمل مرشح التمرير المنخفض.

٢- اشرح ما يحدث عندما توصل مقاومة $R = 2.2k\Omega$ على التوازي مع المكثف.

- لماذا تنخفض المقاومة المكافئة؟

٣- هل استخدام الأوسيلسكوب لقياس فرق الجهد بين طرفي المكثف يؤدي إلى تحميل الدائرة؟ اشرح إجابتك.

ملحوظة: كلما زاد التردد كلما انخفضت المعاوقة وزاد الجهد V_P وانخفضت الزاوية α انظر الرسم:-



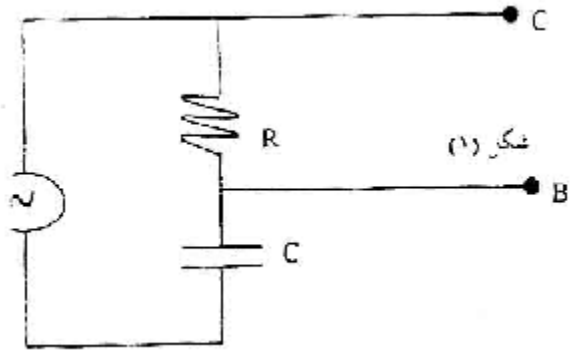
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (٦):

مرشح تمرير التردد العالي

الهدف من التجربة: هذه التجربة هي استمرار لدراسة المرشحات الكهربية وسندرس الآن مرشح التمرير العالي.

هذه المرشحات في المواقع هي دائرة RC التي قمنا بدارسة بعض خواصها في تجارب سابقة ولكننا نهتم الآن بما يحدث لسعة الجهد وللطور عندما يكون الجهد الداخل جهداً جيبياً متردداً وعندما يتغير التردد تغيراً كبيراً وفي حالة التمرير العالي نأخذ فرق الجهد الخارج بين طرفي المقاومة R.

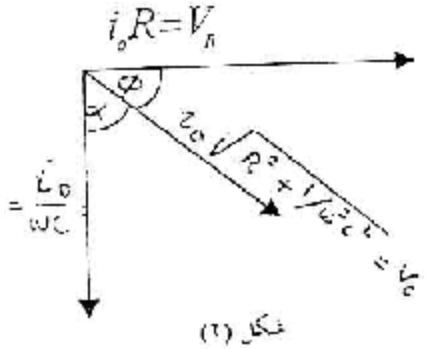


شكل (١)

الخلفية النظرية:

يوضح الشكل (١) دائرة RC الموصلة مع مصدر جهد متردد ولنفرض أن التردد هو:

$I = i_o \sin Wt$ .....(I)


شكل (٢)

وبما أن الجهد اللحظي بين طرفي R وطرفي C يساوي الجهد الخطي الكلي إذن:

$$V = V_R + V_C$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$V = iR + \frac{q}{C}$$

$$V = Ri_o \sin Wt - \frac{1}{C}\int idt$$

$$V = Ri_o \sin Wt - \frac{i_o}{wc}\cos Wt$$

$$V = i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\cos f \sin Wt - i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\sin f \cos w$$

$$V = i_o\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}\sin(wt - f) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (II)$$

(المقاومة) $z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$

ومن الشكل (٢) نرى أن $\tan f = 1/wcR$

$$f = \tan^{-1}\frac{1}{wcR} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (III)$$

وإذا نظرنا إلى فرق الجهد بين طرفي المقاومة نحصل على V_R حيث أن:

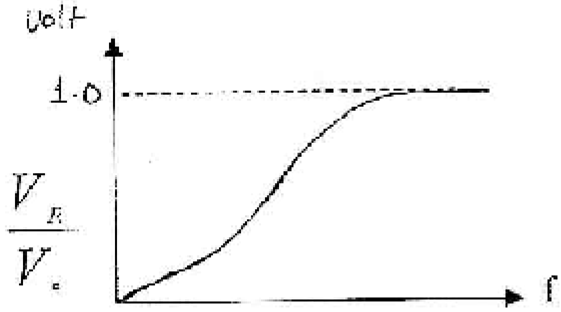
$$V_R = iR = i_o R\sin(wt - f) = \frac{RV_o}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}}\sin(wt - f)$$

$$V_R = \frac{V_o \sin(wt - f)}{\sqrt{1 + \frac{1}{w^2c^2R^2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (V)$$

ويعتمد V_R على التردد ويكون منخفضاً إذا كان التردد منخفضاً لكنه يرتفع بزيادة التردد حتى يقترب من الجهد الكلي إذا كان التردد عالياً ويمكن أن ننظر للدائرة كأنها مقسم جهد يعتمد على التردد ولذلك نجد سعة فرق الجهد بين طرفي R كالآتي:

$$V_R = \frac{RV_o}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{w^2c^2}}} = \frac{V_O}{\sqrt{1 + \frac{1}{(wRc)^2}}}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



فإذا كان التردد منخفضاً wcR << 1 يقترب من الجهد من صفر $\frac{V_R}{V_O} \to O$

وإذا زاد التردد يزيد الجهد wcR>>1 يكون $\frac{1}{wcR} \to 0$ إذن $\frac{V_R}{V_O} \to 1$ تمريراً على High Pass انظر الشكل رقم (٤).

كذلك فرق زاوية الطور ϕ بين V_R ، V_O تنخفض بزيادة التردد حتى تقترب من الصفر.

تحميل الدائرة:

لقد شرحنا من قبل أن جهاز مقياس الجهد الذي يوصل عادة على التوازي مع المقاومة يجب أن يكون ذا معاوقة عالية جداً بحيث لا يؤثر على الجهد الخارجي أما إذا لم يكن كذلك فإن معاوقة الجهاز تؤدي إلى انخفاض المعاوقة المكافئة "الكلية" لمقسم الجهد الملكون من C, R ويسمى هذا التأثير بتحميل الدائرة Loading وقد يحدث التحميل في الدوائر العملية بتوصيل مقسم الجهد بدوائر أخرى.

أجهزة التجربة:

مقاومة 10KΩ مكثف سعته C=0.1μf أوسيلسكوب، مصدر جهد متردد، مقاومة إضافية 4.7 KΩ

الخطوات العملية:

١- وصل دائرة مرشح التمرير العالي كما في الشكل (١).

٢- سلط من مولد الموجات الجيبية جهد قدره V_{PP} = 1volt وتردد قدره 100Hz

٣- سجل الجهد الخارج بين طرفي المقاومة R وكذلك التردد f وزاوية الطور ϕ حيث أن ϕ هي زاوية زمن الطور بين V_R , V_O.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤- أدرس تغير الجهد مع تغير التردد (مبتدءاً من 30Hz إلى 300Hz) وذلك برسم العلاقة بين V_P (الجهد عبر المقاومة) والتردد f.

النتائج النهائية:

١- اكتب تقريراً وافياً عن التجربة موضحاً عمل التمرير العالي.

٢- اشرح ما يحدث عند توصيل مقاومة $R = 2.2\ K\Omega$ على التوازي مع المقاومة.

- لماذا تنخفض المعاوقة المكافئة؟

٣- هل استخدام الأوسيلسكوب لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة يؤدي إلى تحميل الدائرة؟ اشرح إجابتك.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (٧):

دائرة التيار المتردد المتوالية

R.L.C Circuit

الهدف من التجربة:

١ - قياس معامل الحث وسعة المكثف باستخدام دائرة R.L.C المتوازية.

٢ - قياس المعاوقة الكمية للتيار المتردد الذي يمر في الدائرة.

٣ - قياس زاوية فرق الطور واستخدام رسم المتجهات.

الخلفية النظرية:

يمكن تمثيل التيار المتردد اللحظي الذي يمر في دائرة بالمعادلة:

$$i = i_o \sin Wt = i_o \sin 2\prod ft \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وإذا كان بالدائرة مقاومة فيكون فرق الجهد بين طرفي المقاومة هو:

$$V = V_o \sin Wt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن V_o , i_o هما تيار القمة Peak in maximum current

وجهد القمة Peak voltage وأن f هو التردد.

وبما أن الأمبير والفولتميتر التي تستخدم في الدائرة تعطي مقادير التيار الحقيقي وفر الجهد الحقيقي V_{rms} , i_{rms} حيث أن:

$$i_{rms} = 0.707\ i_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$V_{rms} = 0707\ i_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

فإن فرق الجهد بين طرفي المقاومة ستكون:

$$V_R = Ri_{rms} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث أن V_R هو فرق الجهد الحقيقي بين طرفي المقاومة R، وفي حالة وجود ملف حث بالدارة فإن فرق الجهد بين طرفيه يكون:

$$V_L = X_L\ i_{rms} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حيث أن: $X_L = w.L$

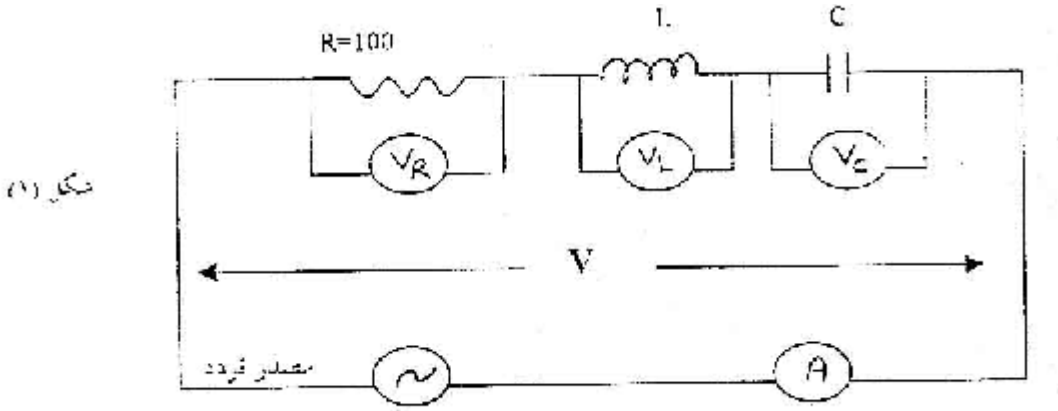
وإذا كان هناك مكثف فيكون فرق الجهد:

$$V_C = X_C\, i_{rms} \quad \text{.....(7)}$$

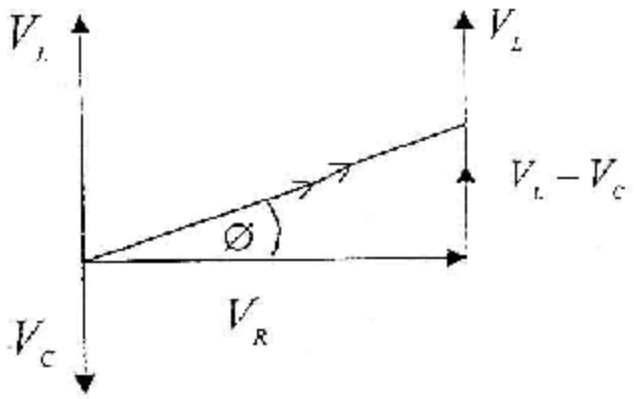
حيث أن:

$$X_C = \frac{1}{wc}$$

الدائرة المتوالية: عند توصيل دائرة R.L.C المتوالية كما هو موضح في الرسم (١)



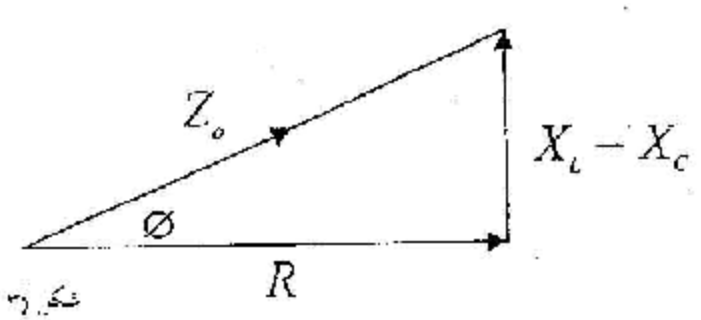
يمكن تمثيل فرق الجهد بين طرفي كل من المقاومة وملف الحث والمكثف بالمتجهات كما في الرسم (٢)



فيكون فرق الجهد الكلي هو محصلة كل من الثلاثة.

وبما أن نفس التيار يمر في الدائرة المتوالية فإن المقاومة يمكن أن تستخدم أيضاً وتمثل بالمتجهات كما في الشكل (٣).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٣)

تكون مقاومة الدائرة هي:

$$Z_S = Z_o = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

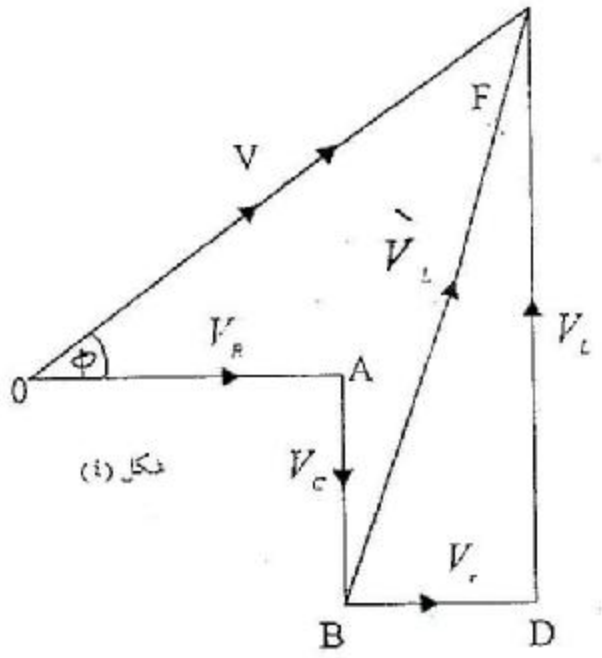
$$\cos f = \frac{R}{Z_o} = \frac{R + R_L}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

مقاومة الملف:

من الصعب عملياً الحصول على ملف حث تكون مقاومته الذاتية صفر وحتى المكثف فلابد أن تكون به بعض العيوب ولذلك عند قياس فرق الجهد بين طرفي الملف سنفترض أنه $V_L^{`}$ وستكون ممانعة الملف أكثر من $V_L^{`} = wL$ لوجود مقاومة ذاتية للملف r ولذلك ستكون المتجهات كما في الشكل (٤).

حيث أن طول السهم OA يتناسب مع فرق الجهد V_R والسهم AB يتناسب مع V_C والسهم BF يتناسب مع $V_L^{`}$ والسهم OF يتناسب مع فرق الجهد الكلي V عاماً بأن النقطة F هي نقطة تقاطع BF، OF وإذا أنزلنا عموداً من النقطة F ليقع على المستقيم BD الذي يوازي OA ويقطعه في النقطة D يكون إذن المستقيم DF متناسب مع V_L ، BD متناسباً مع V_r ويمكن استخدام هذه المقادير لإيجاد ممانعة الملف X_L ومقاومته r.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٤)

أجهزة التجربة:

مقاومة، مكثف، ملف، مصدر جهد متردد وأميتر وفولتميتر ومفتاح مناسب لقصير أجزاء من الدائرة، وريوستات.

خطوات التجربة:

١- وصل دائرة R.L.C المتوالية كما في الشكل (١) ووصلها بالمصدر واختر تردد مناسباً مثلاً: f = 100 Hz

٢- قصر دائرة المكثف "ضع مفتاحاً بين طرفيه وأقفل المفتاح" فتكون الدائرة محتوية على ملف حث ومقاومة فقط واضبط الريوستات ليكون التيار I_{rms} = 10mA.

٣- سجل قراءات الفولتميتر بين رطفي كل من R , L وبين طرفي الثانين معاً أي سجل V_R $\grave{V}_L$ $V_{(L.R)}$, الكلي، ثم استخدم الفرجار لرسم المتجهات الممثلة لقيم V_R $\grave{V}_L$ $V_{(L.R)}$, واستنتج مقدار V_L ثم احسب مقدار L من المعادلة (6).

٤- قصر دائرة الملف ثم أوجد قراءات الفولتميتر بين طرفي R وبين طرفي C وبين طرفي الاثنين معاً أي أوجد V_R $\grave{V}_C$ $V_{(C.R)}$, عندما يكون التيار معلوماً I_{rms} = 7m A ثم ارسم المنتجات V_R $\grave{V}_C$ $V_{(C.R)}$, الكلي ثم مقدار C.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٥- وصل الدائرة كاملة لتحتوي على C, L , R على التوالي اضبط الريوستات ليكون التيار = I_{rms} 5 mA وسجل قراءات الفولتميتر موصلاً بين طرفي R ثم بين طرفي L وأخيراً بين طرفي مجموع C, L, R الموصلة على التوالي.

٦- احسب كل من المقاومة R والممانعة X_L والممانعة X_C ثم المعاوقة Z_o للدائرة الكلية.

٧- ارسم المتجهات لفروق الجهد V_R , $V_L^{`}$ V_{RLC} الكلي عندما يكون التيار I_{rms} = 5 m A كما في الشكل (٤).

٨- ثم أوجد من الرسم مقدار زاوية الطور ϕ للدائرة، وأوجد مقدار مقاومة الملف r.

٩- أوجد مقدار الخطأ النسبي في كل من Z_o, C, L , R.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (٨):

الرنين في دائرة التيار المتردد المتوالية

Resonance in R.L.C Series Circuit

الهدف من التجربة: الاستمرار في دراسة دائرة التيار المتردد ودراسة حالة الرنين وحساب معامل الملف Q-factor.

الخلفية النظرية:

توصلنا في التجربة السابقة إلى أن معاوقة الدائرة المتوالية المكونة من C, L, R هي:

$$Z_o = \sqrt{R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2} \text{ .... (I)}$$

حيث أن w التردد الزاوي أي أن $w = 2\prod f$، ومن هذه العلاقة يتضح أنه إذا كان التردد متغيراً فإن المقاومة تكون أيضاً متغيرة ويمكن أن يكون أصغر ما يمكن إذا تساوت ممانعة الملف وممانعة المكثف وتعرف هذه بحالة الرنين Resonance وعندما يكون التردد مساوياً لتردد الرنين w_o بحيث:

$$w_o L = \frac{1}{w_o c} \text{ .... (II)}$$

أو

$$w_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ .... (II)}$$

تكون معاوقة الدوائر أصغر ما يكون وتساوي المقاومة في هذه الحالة:

$$Z_o = R \text{ .... (III)}$$

ويصبح التيار أكبر ما يكون I_{max} ويتساوي الجهد بين طرفي L,C أي أن V_C V_L, يكون متساويين ومتضادين ويكون فرق الطور بينهما ١٨٠ $(\prod)$ ويختلف كل منها عن V_R بمقدار ٩٠ درجة أي $(\prod/2)$ راديان.

وبما أن فرق الجهد بين طرفي الملف (V_L) يكون عالياً بالنسبة لفرق الجهد بين طرفي المقاومة V_R فإن النسبة بينهما تعرف بمعامل تكبير الملف Q-factor حيث أن:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$Q = \frac{Iw_oL}{IR} = \frac{W_oL}{R} \quad \text{.....} \quad \text{(IV)}$$

وكلما كانت R صغيرة كان المعامل كبيراً.

الخطوات العملية:

١- وصل دائرة RLC المتوالية ووصلها بالمصدر وتحقق من نقطة المصدر الموصلة بالأرض.

٢- اشرح في دفتر الإجابة كيف تتحقق من الرنين؟ وطبق ذلك عملياً.

٣- ارسم العلاقة بين التردد والتيار لتحصل على منحنى الرنين.

٤- سجل مقدار التيار الذي يمر في الدائرة عندما يحدث الرنين.

٥- سجل مقادير V_R , V_C , V_L المقروءة بالفولتميتر وبالأسيلسكوب عند حدوث الرنين وارسم المتجهات لهذه المقادير ثم استنتج مقادير R , X_L , X_C.

٦- استخدم الأوسيلسكوب لقياس تردد الرنين وقارن بالمقدار المحسوب باستخدام المعادلة (II).

٨- احسب مقدار معامل تكبير الملف Q-factor من النتائج السابقة إذا كان R = r.

٩- احسب مقدار الخطأ في النتائج التي حصلت عليها لكل من Q, ϕ, w_o, R.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

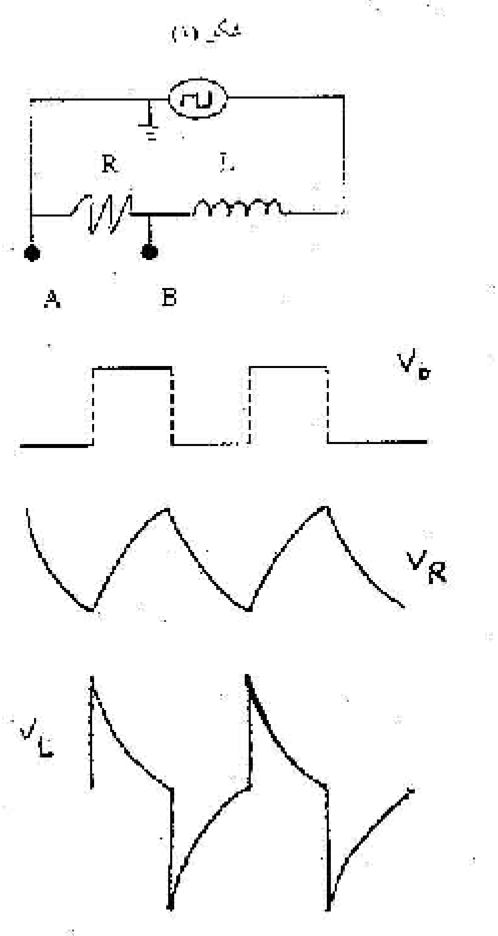
التجربة رقم (٩):

دراسة دائرة المقاومة – ملف الحث

L-R Circuit

الهدف: هو دراسة الدائرة المكونة من مقاومة R وملف حث مقاومة L عند إدخال موجات مربعة ودراسة الحالة الانتقالية التي تحدث قبل استقرار التيار المستمر ثم دراسة الدائرة عند إدخال تيار متردد ذي موجات جيبية.

الخلفية النظرية:



يبين الرسم دائرة L-R موصلة مع مصدر موجات مربعة. هذه الموجات شبيهة بمصدر جهد مستمر يكون موصل لفترة قصيرة ثم تفتح الدائرة ثم تغلق وهكذا وبذلك تتولد الموجات في دراسة حالتي تم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التيار واضمحلاله وكذلك التغيرات التي تطرأ على فرق الجهد بين طرفي كل من المقاومة R والمحث L.

نعلم أن في حالة إغلاق الدائرة ينمو التيار حسب العلاقة

$$i = i_o\left(1 - e^{-Rt/L}\right) \quad \text{(i)}$$

وينمو فرق الجهد بين طرفي المقاومة حسب العلاقة

$$V_R = V_o\left(1 - e^{-Rt/L}\right) \quad \text{(ii)}$$

بينما يضمحل فرق الجهد بين طرفي الملف هكذا

$$V_L = V_o e^{-Rt/L} \quad \text{(iii)}$$

وفي كل الحالات يكون الثابت الزمني هو:

$$t_o = \frac{L}{R} \quad \text{(iv)}$$

وعند التوصيل بين طرفي المقاومة وتكون الدائرة تكاملية وينخفض الجهد V_R عند فتح الدائرة حسب العلاقة $V_R = V_o e^{-Rt/L}$ أما بين طرفي الملف فينخفض حسب العلاقة $V_L = V_o e^{-Rt/L}$ وتكون الدائرة بين طرفي الملف دائرة تفاضلية.

الأجهزة: مصدر موجات – ملف حث – مقاومة (2.2 kΩ) – أوسيلسكوب.

(أ) الجزء الأول

خطوات العمل:

١- وصل الدائرة كما في الشكل (١) ووصل الأوسيلسكوب بين طرفي R بين النقطتين B, A لدراسة الدائرة التكاملية. اضبط مصدر الموجات على الموجات المربعة "يجب أن يكون أرضي الأسيلسكوب موصلاً بأرضي المصدر".

٢- أدخل موجة مربعة من مصدر الجهد ذات تردد قدره 400 Hz وسعة جهد مناسبة.

٣- ارسم شكل الموجات التي تحصل عليها بين طرفي المصدر وبين طرفي المقاومة، أوجد الثابت الزمني t_o.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤- وصل الأسيلسكوب بين طرفي الملف "يمكن تغير موضع الملف بموضع المقاومة حتى يكون الأرضي لكل مصدر والأوسيلسكوب في نقطة واحدة.

٥- ارسم شكل الموجات للدائرة التفاضلية ثم أوجد الثابت الزمني t_o.

النتائج:

(i) احسب الزمن الدوري للموجة المربعة.

(ii) احسب مقدار L من معلومية الثابت الزمني والمقاومة لكل حالة ثم أوجد المتوسط.

(ب) الجزء الثاني

خطوات العمل:

١- اضبط المصدر ليعطي موجات جيبية وابدأ بتردد منخفض مقداره 100Hz.

٢- وصل الأسيلسكوب بين طرفي R تارة وبين طرفي L تارة آخرى.

٣- ارسم شكل الموجات الجيبية لكل من V_R , V_L وسجل ملاحظاتك عن فرق الطور بينهما.

٤- سجل مقدار سعة الجهد "نصف الجهد بين القمة والقاع" لكل من V_R , V_L وكذلك الجهد الكلي V_T.

٥- غير التردد بخطوات مقدارها 200 Hz وكرر الخطوة (٤) حتى تصل إلى حوالي 1000 Hz واعمل جدول كما هو مبين:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Frequency f(Hz)	V_R	V_L	V_T	$\sqrt{V_R^2+V_L^2}$	V_L/V_R

النتائج:

(i) سجل ملاحظاتك من الجدول عن العلاقة بين V_T , $\sqrt{V_R^2+V_L^2}$

(ii) بما أن $V_R = IR$

وأن $V_L = IwL$

إذن $\frac{V_L}{V_R} = \frac{wL}{R} = 2\Pi\frac{L}{R} f$

إذن ارسم العلاقة بين $\frac{V_L}{V_R}$ والتردد f وأوجد مقدار L من الميل ومعلومية R.

(iii) قارن بين النتائج التي حصلت عليها لمعامل الحث L بالطريقتين، وناقش القيم التي حصلت عليها في الجدول السابق موضحاً السبب في ذلك؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٠)

تصميم الأميتر

Design of an Ammeter

الجزء الأساسي في تركيب كل من الأميتر والفولتميتر هو الجلفانوميتر ذو الملف المتحرك.

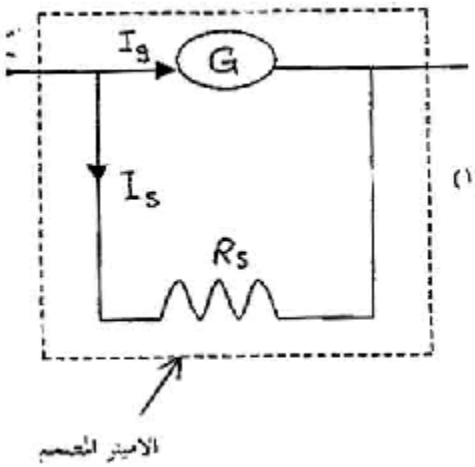
الجلفانوميتر هو جهاز قياس المقادير الكهربية ويمكن استخدام لقياس شدة التيار أو الجهد ويمتاز بحساسية عالية عندما يمر تيار كهربي في ملف الجلفانومتر ينحرف بزاوية قدرها θ تتناسب مع شدة التيار بمعنى أن $\theta = K I$ حيث K هو ثابت يسمى (حساسية الجلفانومتر).

تصميم الأميتر من الجلفانوميتر:

الاعتبارات الأساسية عند تصميم هي (أ) النظرية (ب) الحاسب (ج) تنفيذ التصميم (د) المعايرة.

(أ) نظرية التجربة:

يستعمل الجلفانومتر ذا الملف المتحرك "G" عادة لقياس شدة التيار الكهربية الصغيرة ويمكن استخدامه لقياس التيارات الكبيرة إذا وصلة بطرفيه وعلى التوازي معه مقاومة صغيرة R_S تسمى بالمجزئ "Shunt" وبذلك يقسم المجزئ التيار مع الجلفانوميتر فلا يمر إلا قدر ضئيل عند الجلفانوميتر وتكون مقاومة المجزئ صغيرة حتى تكون المقاومة الفعالة للأميتر المصمم صغيرة جداً فلا يؤثر وجودها على قيمة التيار المراد قياسه بشكل محسوب.



شكل (١)

يتكون الأميتر المصمم من جلفانوميتر G مقاومة R_g ومجزئ التيار R_S فإذا مر تيار قدره I فإن التيار المار في الجلفانوميتر I_g والتيار المار في المجزئ I_S يعطي بالعلاقة الآتية:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$I = I_S + I_g$ .....(1)

Q R_S موصلين على التوازي

$\therefore V_{(R_S)} = V_G$

$I_S R_S = I_g R_g$ .....(2)

$$\therefore \frac{R_g}{R_S} = \frac{I_S}{I_g}$$

ومن المعادلتين (1) و (2) نجد $\therefore (I_S + I_g)R_S = I_g(R_g + R_S)$

$$I_S + I_g = \frac{I_g(R_g + R_S)}{R_S}$$

$$I = \frac{(R_g + R_S)}{R_S}.I_g \quad \text{.....} \quad (3)$$

من المعادلة (2) نجد

$$\mathbf{Q}\ R_S = I_g R_S / I_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$\therefore R_S = \frac{R_g}{\frac{I}{I_g} - 1} \text{ .....(4)}$$

وعندما تكون النسبة $\frac{I}{I_g}$ كبيرة يمكن تبسيط المعادلة (4) لتكون $R_S \approx R_g\left(\frac{I_g}{I}\right)$

وكذلك

$$\frac{I}{I_g} \approx \frac{R_g}{R_S} \text{.....(5)}$$

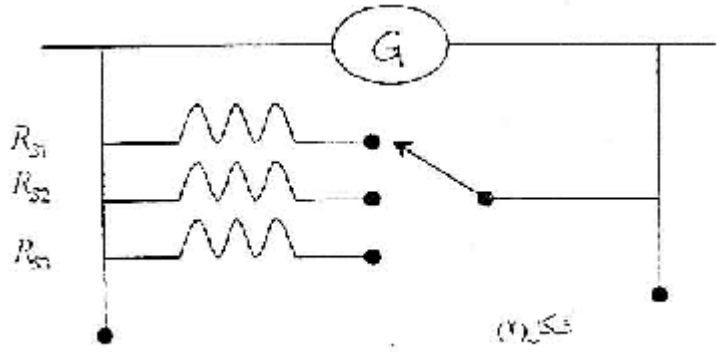
(ب) حسابات تصميم الأميتر:

من المعادلة (3) نجد أن التيار الكلي يتناسب مع التيار المار بالجلفانوميتر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وهذا يبين أن الانحراف يتناسب مع التيار الكلي للدائرة وعلى ذلك يمكن تدريج الجلفانوميتر ليقرأ التيار الأكبر مباشرة ويسمى أقصى تيار يقيسه الأميتر بمدى الجهاز: من المعادلة (5) يتضح أننا إذا ضاعفنا التيار I بالنسبة إلى I_g ليكون ألف مرة أقل من مقاومة الجلفانوميتر R_g.

∴ لتصميم أميتر مثلاً يجب معرفة مقدار R_g وحساب R_S اللازمة لتوصيل على التوازي مع R_g لتجزئ التيار بالنسب المطلوبة، كما يمكن اختيار قيم مختلفة للمجزئ R_S توضع كما هو موضح في الرسم للحصول على ما يسمى بالأميتر المتعدد المدى شكل (2) Multirange ammeter وتبعاً لقيم R_S يمكن استخدام الجهاز لقياس شدة تيار يتراوح بين أمبير والميكروأمبير (وضح ذلك).

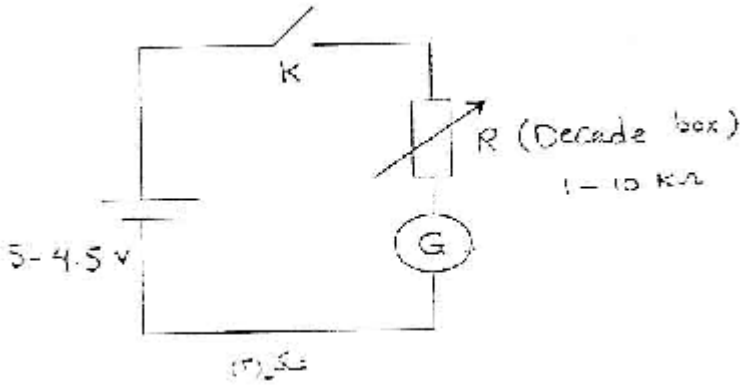


شكل (٢)

الأجهزة المستخدمة:

مصدر جهد مستمر (١,٥ فولت)، عداد آفو رقمي، جلفانومتر، صندوق مقاومات 10KΩ وصندوق مقاومات 100KΩ، مفتاح.

(ج) خطوات العمل:



شكل (٣)

١ - صل الدائرة كما في الشكل (٣) واجعل مقدار R أكبر ما يكون ثم اقفل المفتاح.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢- أ) غير في قيمة R حتى تحصل على أقصى انحراف للجلفانوميتر وعند إذ تسمى R_F سجل هذه القيمة.

ب) قس جهد البطارية بعداد رقمي وسجله.

٣- أوجد مقدار المقاومة الداخلة للجلفانومتر R_g إذا لم تكن مكتوبة على الجهاز، وسجل مقدار R_S

$$R_S = \frac{V_g}{I_g}$$

٤- احسب التيار المار في الجلفانومتر والذي يعطي أقصى انحراف له من العلاقة

$$I_g = V/(R_f + R_g)$$

حيث V هي فرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربي.

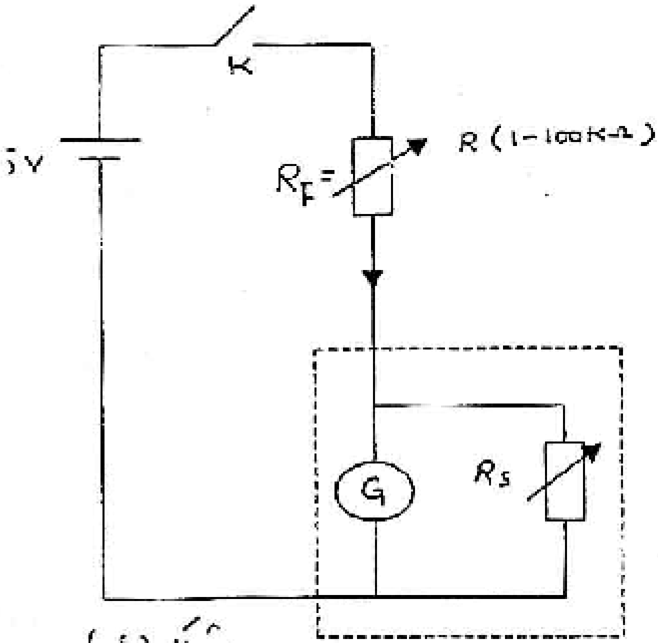
٥- لتصميم ملي أميتر تكون قرائة مائة ملي أميتر اتبع الخطوات التالية:

(i) احسب قيمة المجزئ R_S والمعادلة (4) بحيث يكون التيار الكلي الذي يمر في الجلفانومتر والمجزئ معاً مساوياً لـ (100 mA).

(ii) وصل الدائرة شكل (٤) ويدل صندوق المقاومات R_S بصندوق مناسب ليقرأ القيمة المحسوبة في الخطوة السابقة.

(iii) عدل المقاومة المتوالية R بعد تمرير التيار ليكون انحراف الجلفانومتر في نهايته القصوى سجل مقدار المقاومة R ولتكن R_{F_2}.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



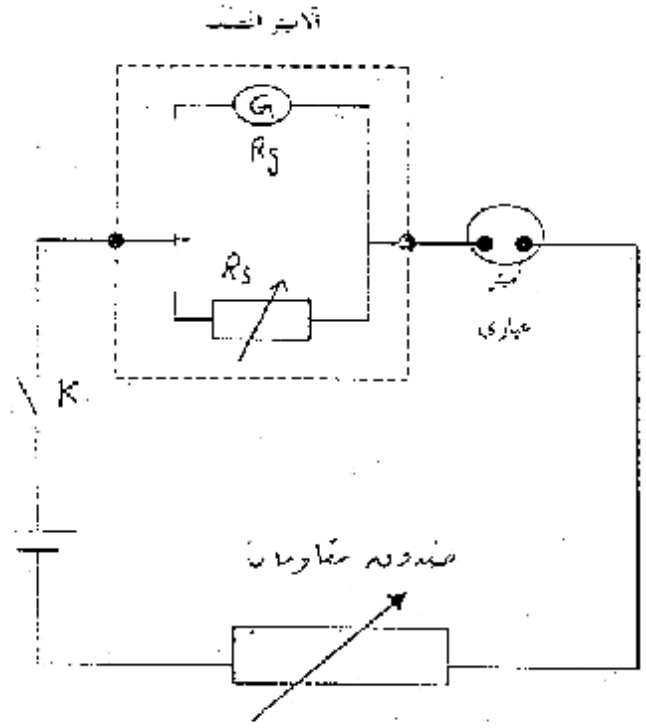
شكل (٤)

هل يمكن اعتبار أن الجلفانومتر مع المقاومة الجديدة R_S قد صمم كجهاز ملي أميتر جديد ليقرأ (100 mA) بدلاً من القراءة السابقة عند انحرافه الكامل.

المعايرة بالطريقة المباشرة:

يوضح الشكل (٢) رسماً تخطيطياً للدائرة الكهربية المستخدمة في معايرة الأميتر بطريقة القراءة المباشرة إذ يوصل الأميتر المصمم على التوالي بالأميتر المدرج وتوصل معهما على التوالي مقاومة متغيرة، تستخدم لضبط قيمة شدة التيار المراد إجراء الاختبار عندها تقرأ القيمة التي بينها الجهاز المراد إجراء الاختبار عندها تقرأ القيمة التي بينها الجهاز المصمم وتقارن بالنتيجة التي يوضحها الجهاز العياري... يمكن حساب الخطأ عند كل قراءة وكذلك يمكن رسم العلاقة بين القراءتين نحصل على نحنى معايرة الجهاز المصمم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٢٩)

اكتب خطوات العمل التي تتبعها بالتفصيل بأسلوبك الخاص.

أسئلة:

١- إذا كان الملي أميتر المصمم يقرأ ٤٠ ملي أميتر عندما وصل بدائرة كهربية، أوجد من منحنى المعايرة مقدار لتيار العياري الذي يمر في الدائرة ثم احسب الخطأ النسبي.

٢- لديك أميتر بملف متحرك مدى القياس له 15 m A عند الانحراف الأقصى لمؤشره فإذا كانت مقاومة ملفاته مع أطراف التوصيل هو 5 كيف يمكنك استخدامه لقياس تيار شدته 100A؟

٣- أميتر تجاري يعطي قراءة مقدارها 30 A بينما كانت قراءة الأميتر القياسي 30.4 A احسب الخطأ المطلق والمئوي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١١)

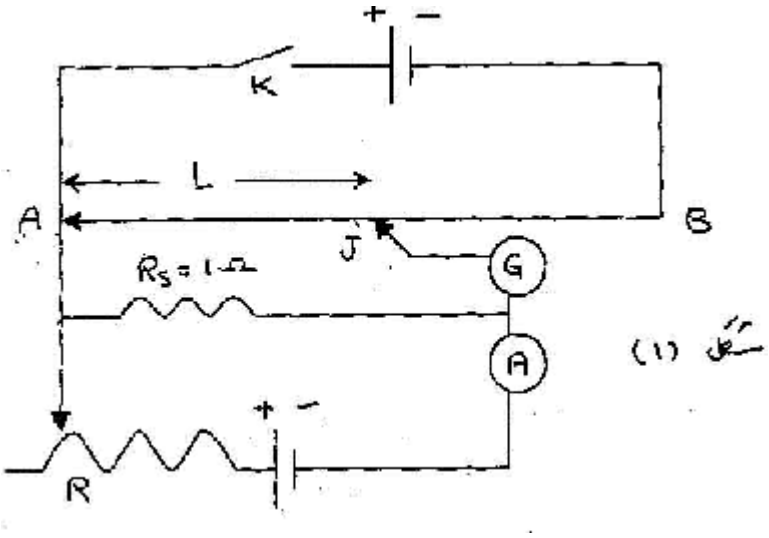
معايرة الأميتر باستخدام مقياس الجهد

المعايرة:

هي عملية مقارنة جهاز بجهاز آخر أدق منه، وهناك عدة طرق منها المعايرة بالقراءة المباشرة والمعايرة باستخدام مقياس الجهد.

الأدوات: عمودان كهربيان C, C مقاومة متغيرة R – عمود عياري E مقاومة عيارية قيمتها ١ أوم R_S – الأميتر المراد معايرته (0-1A).

طريقة العمل والتجربة:



شكل (١)

صل الدائرة كما في الشكل (١) حركة المقاومة المتغيرة R الموجودة بدائرة الأميتر المراد معايرته حتى يقرأ قيمة مناسبة I ثم حرك المنزلق J حتى تحصل على وضع الاتزان المناظر على سلك مقياس الجهد AB وليكن الطول L.

- كرر الخطوة السابقة مرة أخرى وذلك بتحريك R حتى تحصل على قيم أخرى للتيار (٠,٤، ٠,٦، ٠٠٠٠) وفي كل مرة عين L المناظرة.
- استبدل دائرة الأميتر كلها بعمود عياري قوته الدافعة الكهربية E_S معلومة بدقة وعين طول الاتزان المناظر وليكن L_S $(E_S = 10186volt)$

إذا كان فرق الجهد على طرفي المقاومة R_S هو V فيكون في كل حالة:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{V}{E_S} = \frac{L}{L_S}$$

$$\therefore V = (L/L_S)E_S$$

وإذا كانت القيمة العيارية للتيار I_S فيكون في كل حالة:

$$I_S = \frac{V}{R_s}$$

وعلى ذلك تكون قيمة الخطأ في قراءة الأميتر I في كل حالة هي:

$$S = I_S - I$$

ارسم العلاقة البيانية بين القيم العيارية للتيار I_S كمحور رأسي وقراءة الأميتر I كمحور أفقي لتحصل على منحنى معايرة الأميتر

قراءة الأميتر I (A)				
طول الاتزان المناظر L Cm القيمة العيارية المحسوبة للتيار I_S (A) التصحيح S (A)				

٢- لماذا اختبرنا R_S صغيرة في الدائرة. السبب لأننا نحتاج إلى مرور تيار يمكن قراءته (كبير نسبياً) بينما لو كبرت المقاومة لصغر التيار وبالتالي لا يمكن قراءته.

أجب على الآتي:

١- أي الطريقتين أفضل لمعايرة الفولتميتر والأميتر العياري والأميتر العياري أم طريقة مقياس الجهد؟ ولماذا؟

٢- لماذا اخترنا R_S لتكون 1Ω في الدائرة في الشكل (١)؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (١٢):

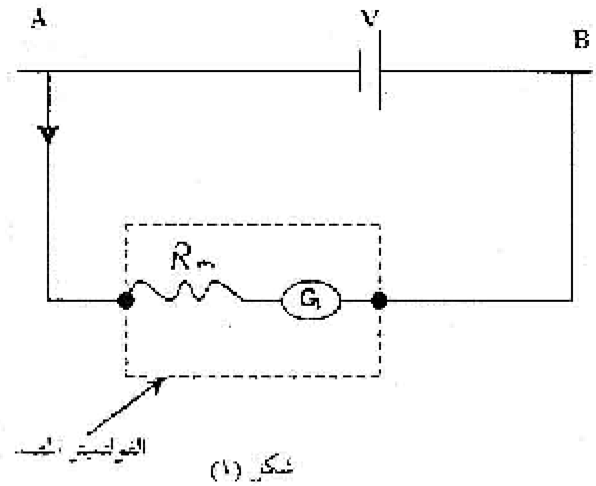
تصميم الفولتميتر ومعايرته

Design and Calibration of A Voltmeter

الفولتميتر هو جهاز قياس كهربي يوصل على التوازي عبر النقط المراد قياس فرق الجهد بينها في أي دائرة كهربية ويتميز بكبر مقاومته الداخلية وبذلك نضمن عدم مرور تيار كبير خلال ملفاته وبالتالي تقل القدرة المستهلكة إلى أقل حد ممكن.

نظرية التجربة:

يمكن استخدام الجلفانومتر لقياس الجهد الكهربي إذا وصل معه على التوالي مقاومة كبيرة R_m تسمى بالمقاومة المضاعفة Multiplier Resistance.



شكل (١)

من الشكل (١) نجد أن:

$$V = V_{R_m} + V_G \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث V فرق الجهد المراد قياسه

V_G فرق الجهد عبر الجلفانوميتر وتساوي $I_g R_g$ ، V_{R_m} فرق الجهد عبر المقاومة المضاعفة وتساوي $I_g R_m$

$$\therefore V = I_g (R_m + R_g) \quad \ldots\ldots (2)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أي أن فرق الجهد المراد قياسه يتناسب مع التيار المار بالجلفانومتر وهذا التيار بالتالي يتناسب مع انحراف الجلفانومتر وبذلك يمكن تدريج الجلفانوميتر ليقرأ فرق الجهد مباشرة.

$$R_m = \frac{V}{I_g} - R_g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

لكن

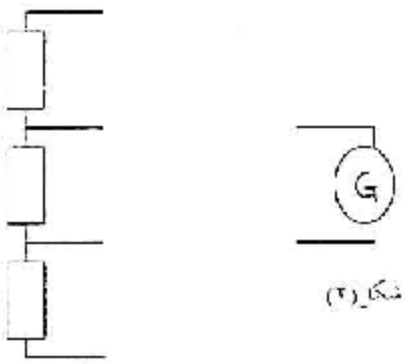
$$I_g = V_g / R_g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\therefore R_m = \frac{VR_g}{V_g} - R_g$$

$$\therefore R_m = R_g \left[\frac{V}{V_g} - 1 \right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

من المعادلة (5) يمكن حساب المقاومة المضاعفة R_m المطلوبة لإطالة مدى قياس الفولتميتر المصمم فمثلاً إذا كانت $V_g = 0.11$، $R_g = 100\ \Omega$ وأردنا أن نصمم فولتميمتر ليقرأ 10 volt فإننا نحسب من المعادلة (5) أن $R_m = 99 \times R_g$ أي $9.9K\Omega$ توصل على التوالي مع الجلفانوميتر لعمل فولتميتر جديد تكون قراءته القصوى عشرة فولط.

ويمكن للجلفانوميتر واحد ومجموعة من المقاومات المضاعفة تصمم فولتميتر يعرف بالفولتميتر متعدد المدى Multirange Voltmeter كما في الرسم. وسنرى الآن كيف يمكن تصميم فولتميتر يقرأ ١ فولت من مللي أميتر.



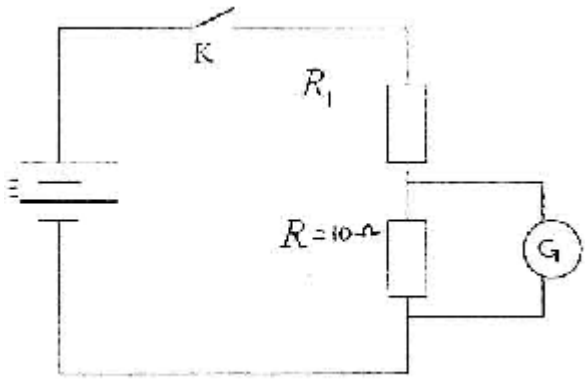
شكل (٣)

الأجهزة:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مصدر جهد مستمر "بطارية مناسبة"، جلفانومتر، مايكروواميتر أو مللي أميتر، مفتاح، صناديق مقاومات "اثنان"، مقاومة ١٠ أوم، فولتميتر أو ملتيمتر عياري.

خطوات العمل:



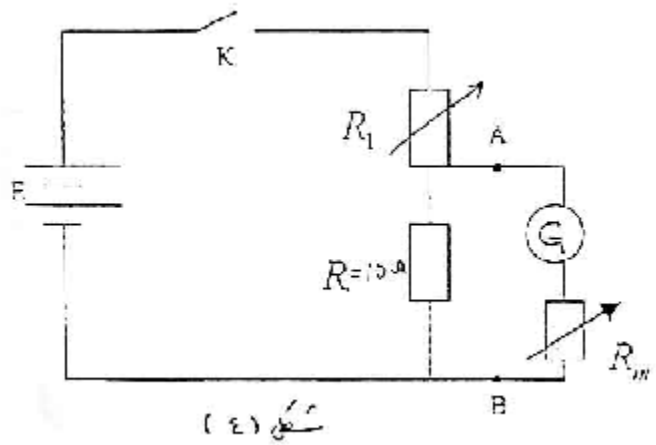
شكل (٣)

١- وصل الدائرة كما في الشكل (٣) حيث أن G هو الجلفانومتر "مايكرو أمبير أو مللي أميتر" المراد تصميمه ليكون مداه ١ فولط.

٢- ابدأ بمقاومة R_1 تكون عليه ثم أغلق الدائرة وغيره في مقدار المقاومة R_1 حتى تحصل على أقصى انحراف للجلفانومتر G سجل مقدار R_1 ومقدار R وقس فرق الجهد للمصدر E ثم احسب أقصى فرق جهد V_g بقراءة الجلفانومتر بافتراض أن $R_g << 10$ وقارن V_g المحسوبة بالمقدار الذي يقاس بالفولتميتر العياري.

٣- أدخل صندوق مقاومات R_m على التوالي مع الجلفانومتر كما في الشكل (٤) وعين مقدار المقاومة المضاعفة ولتكن R_{m1} التي تجعل انحراف الجلفانومتر نصف الانحراف الأقصى فتكون هذه المقاومة R_{m1} مساوية لمقاومة الجلفانومتر R_g (ومن هذا نرى أن $R_g << 10\ \Omega$).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٤)

٤ - من معرفة R_S , V_g وباستخدام المعادلة (5) يمكن حساب R_m المناسبة لتصميم فولتميتر قراءته القصوى (فولط ((V = 1 volt)). صمم هذا الفولتميتر بضبط المقاومة R_m ثم افصل الفولتميتر المصمم من النقطتين A. B.

معيار الفولتميتر المصمم: Calibration of Designed Voltmeter

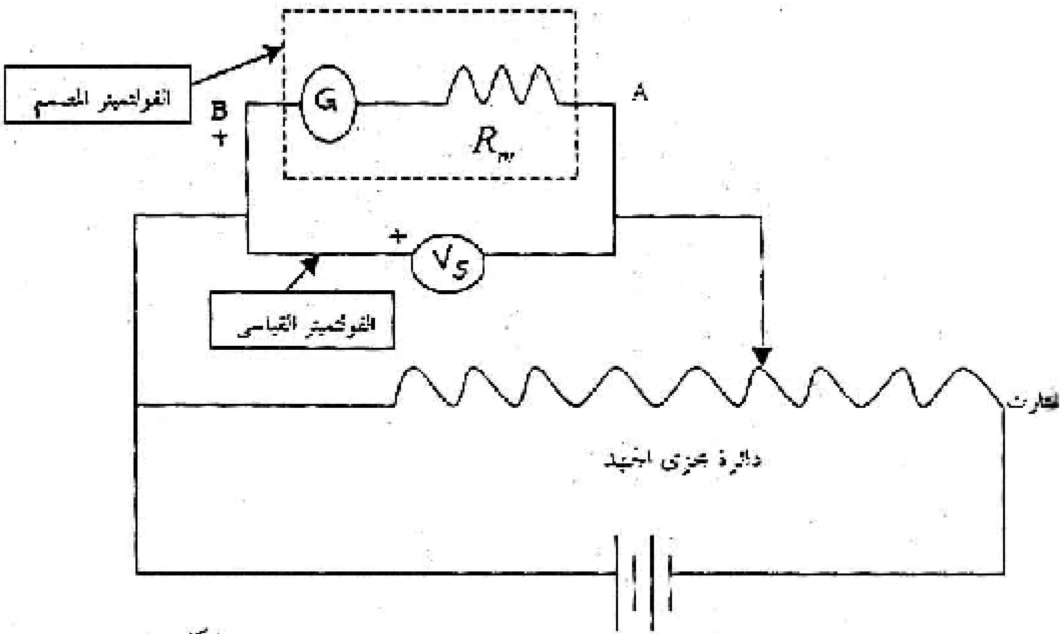
الأجهزة المستخدمة: الفولتميتر المصمم، فولتميتر مدرج، ريوستات، مصدر جهد مستمر.

طريقة العمل:

يبين الشكل (٥) الدائرة الكهربية المستخدمة لمعايرة الفولتميتر بطريقة القراءة المباشرة، في هذه الحالة يوصل الفولتميتر المراد معايرته على التوازي بالفولتميتر القياسي Standard ويضبط جهد المصدر الكهربي عند القيم المطلوب إجراء المعايرة عدها بواسطة مجزئ الجهد، ثم تقرأ القيمة التي يبينها كل من الفولتميتر المصمم والفولتميتر العياري (القياسي) في كل مرة، وتحسب نسبة الخطأ النسبي بالمقارنة مع المعياري بين النتائج في جدول ثم ارسم منحنى المعايرة للفولتميتر المصمم ((للمقارنة بين قراءة الفولتميتر المصمم V وقراءة الفولتميتر القياسي V_S)).

(اكتب خطوات العمل بالتفصيل)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (ه)

أسئلة: أجب على الأسئلة الآتية:

١- جهاز قياس بملف متحرك مقاومة ملفاته $100\ \Omega$ أقصى انحراف فيه يتم عند قياس فرق جهد قيمته $1\ V$، هل يمكنك استخدامه لقياس فرق جهد بين نقطتين في دائرة كهربية تصل قيمته إلى $250\ V$؟

٢- ما هي الطريقة التي استخدمتها في معايرة الفولتميتر المصمم، هل يمكنك اقتراح طريقة أخرى لإجراء هذه المعايرة؟

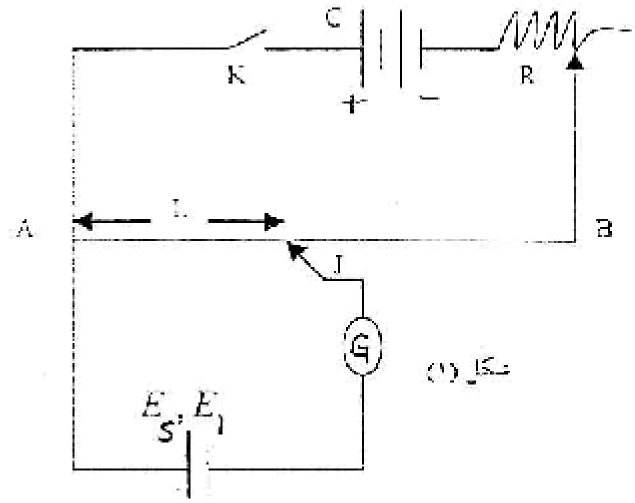
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التجربة رقم (١٣):

استخدام مقياس الجهد في المعايرة الفولتميترية

مقدمة:

يتكون مقياس الجهد Potentiometer في أبسط صورة من سلك مقاومة معدني مشدود يكون طوله عادةً متراً واحد ويكون منتظم المقطع والكثافة ويوصل بنهاية السلك مركم ذو قوة دافعة كهربية مناسبة وتسمى الدائرة ABRCA في الشكل (١) بدائرة التشغيل، وتسمى الدائرة AEGJA بدائرة المقارنة حيث أن AB هو السلك المشدود المثبت على مسطرة طولها متر وأن C هي المركم في دائرة التشغيل وأن E_S , E_1 هما العمودان المراد مقارنة قوتها الدافعة الكهربية أما المقاومة R فهي تستخدم لضبط التيار في دائرة التشغيل.



شكل (١)

الخلفية النظرية:

إذا وصلنا بطارية في دائرة المقاومة وحركنا المنزلق J على السلك AB حتى أصبح انحراف الجلفانومتر (G) صفر عند الطول L من السلك فستكون القوة الدافعة الكهربية مساوية ILρ حيث أن I هو التيار الذي يمر في دائرة مقياس الجهد و ρ مقاومة وحدة الأطوال من السلك المعدني. إذن

$$E = IL\rho \quad \text{.....................} (i)$$

وإذا استبدلنا البطارية بعمود عياري قوته الدافعة E_S وحصلنا على الطول L_S في حالة الاتزان عندما أصبح انحراف الجلفانومتر صفراً يكون:

$$E_S = IL_S\rho \quad \text{.....................} (ii)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

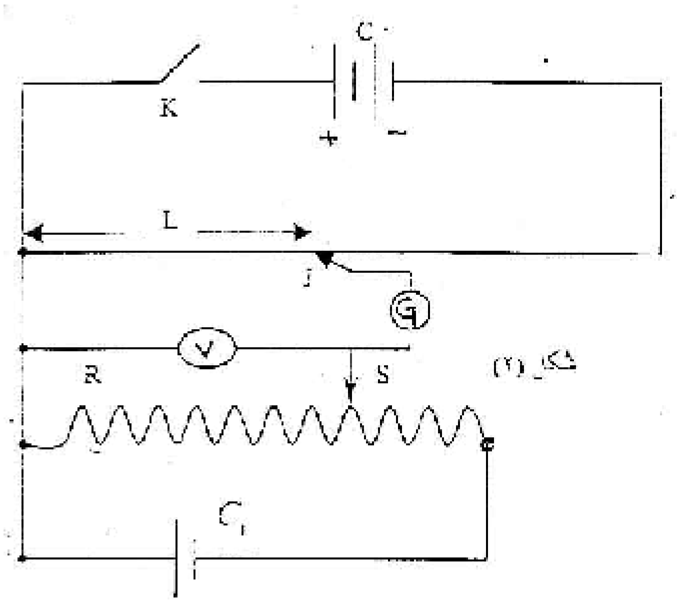
وبقيمة المعادلتين (i), (ii) نحصل على:

$$\frac{E}{E_S} = \frac{L}{L_S} \quad ....(iii)$$

وبما أن E_S معرفة بدقة فيمكن معرفة القوة الدافعة الكهربية E.

وسندرس فيما يلي استخدام مقياس الجهد في معايرة الفولتميتر ومعايرة الأميتر.

(١) معايرة الفولتميتر:



الأدوات: عمودان كهربيان لهما قوة دافعة متساوية تقريباً C, C_1 مقاومة متغيـرة (ريوسـتات) R- الفولتميتر المراد معايرته V (مداه من 2V – 0) – عمود عياري E_S.

طريقة العمل والنتائج:

- صل الدائرة كما في الشكل مع ملاحظة أن الطرفين الثابتين للمقاومة المتغيـرة R متـصلين بالعمود C_1 بينما الطرف المتغير S متصل بالفولتميتر V مع طرف ثابت آخر. وتسمى هـذه الدائرة بدائرة مجزئ الجهد (لماذا؟).
- حرك الطرف S حتى يقرأ الفولتميتر V قراءة مناسبة (مثلاً 0.2V)، حرك المنزلق J علـى سلك دائرة مقياس الجهد حتى تحصل على وضع الاتزان L المناظر لذلك.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- كرر الخطوة السابقة مرات وفي كل مرة سجل قراءات كل من L, V المناظر كما في الجدول.
- استبدل دائرة مجزئ الجهد كلها بعمود عياري (قياسي) قوته الدافعة الكهربية E_S معولمة بدقة وعين طول الاتزان المناظر له على دائرة مقياس الجهد وليكن L_S.
- استنتج القيمة العيارية لقراءة الفولتميتر V_m المحسوبة من المعادلة: $V_m = \frac{L}{L_S} E_S$ لماذا؟
- احسب التصحيح اللازم إجراءه لكل قراءة من القراءات الفولتميتر V وليكن $S = V_m - V$
- ارسم العلاقة البيانية بين القراءة العيارية V_m كمحور رأسي وقراءة الفولتميتر V كمحور أفقي لتحصل على منحنى المعايرة للفولتميتر.

قراءة الفولتميتر V volt						
طول الاتزان L cm						
القيمة العيارية $V_m = \frac{LE_S}{L_S}$ لفارق الجهد المحسوبة						
التصحيح δ volt						

- اذكر مزايا وعيوب كل من مقياس الجهد والفولتميتر العادي.

- في الحالة الأولى: $V_m = I(L\rho)$ حيث I شدة التيار المار في دائرة التشغيل.
- في الحالة الثانية: $E_S = I(L_S\rho)$، ρ هي مقاومة وحدة الأطوال من السلك المعدني AB.

$$\therefore \frac{V_m}{E_S} = \frac{L}{L_S}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٤)

تعيين حساسية وثابت الجلفانومتر النتري

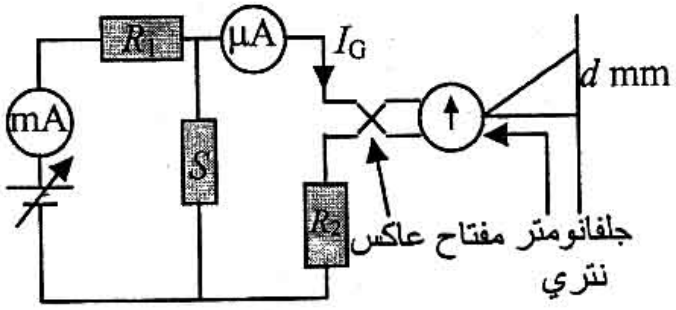
أولاً: تعيين حساسية الجلفانومتر للتيار والفولتية

الأجهزة والمعدات:

جلفانومتر نتري، مقياس تيار مستمر mA صندوقا مقاومات R_1, R_2، ومقاومة قياسية بحدود 2Ω، مجهز قدرة مستمر، مقياس تيار مستمر μA.

الجانب النظري:

في كثير من التجارب نحتاج قياس قيماً صغيرة من التيار أو الفولتية بحدود المايكروأمبير أو المايكروفولت، حيث يستخدم جهاز الجلفانومتر النتري لهذا الغرض، الذي يحتاج إلى معايرة دورية للتأكد من حساسية الجهاز للتيار أو الفولتية. الشكل (١) يبين دائرة معايرة الجهاز للتيار أو الفولتية.



شكل (١)

R_1 و R_2 صندوقي مقاومات، S مقاومة قياسية، I_G تيار الجلفانومتر μA، I تيار الدائرة mA حيث أن:

$$I_G = \frac{SI}{R_2 + S + R_G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث R_G مقاومة الجلفانومتر، وتكون معلومة.

يمكن تغيير تيار الجلفانومتر بواسطة R_1 أو بواسطة مجهز المقاومة وفي كل مرة نلاحظ انحراف الجلفانومتر d بوحدة (mm) حيث أن d تتناسب طردياً مع تيار الجلفانومتر، فإذا رسمنا العلاقة بين

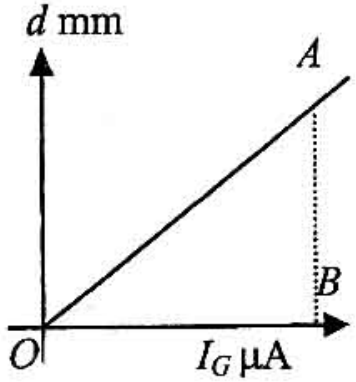
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

d على المحور العمودي مع قيم I_G على المحور الأفقي نحصل على الشكل (٢) الذي ميله يساوي حساسية الجهاز للتيار.

حساسية التيار = $\frac{mm}{mA} = \frac{AB}{OB} = \frac{d\ mm}{I_G}$

كذلك يمكن حساب حساسية الجهاز للفولتية كالآتي:

حساسية الفولتية = $\frac{mm}{mV} = \frac{AB}{R_G OB}$



شكل (٢)

الجانب العملي:

١. وصل الدائرة كما في الشكل (١). ثبت قيمة R_2 بحدود 9kΩ و R_1 بحدود 100Ω.

٢. اعطي فولتية قليلة من مجهز القدرة واجعل انحراف الجلفانومتر d بحدود 5mm ثم سجل قيمة I_G، يمكن تغير قيمة I_G بواسطة R_1 بمراحل مناسبة أو بزيادة الجهد من مجهز القدرة للحصول على قيم مختلفة لـ I_G و d ، ثم جدول النتائج كما يلي:

I_G μA	D mm	I	R_1
.	.	.	.
.	.	.	.

٣. ارسم قيمة d مع I_G لتحصل على الشكل (٢) واحسب حساسية الجهاز للتيار والفولتية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤. يمكن للطالب أن يتأكد من قيمة I_G حسابياً من المعادلة (١) ومقارنتها بالقيم المسجلة في الجهاز.

ثانياً: تعيين ثابت الجلفانومتر النتري

الأجهزة والمعدات:

ملف طويل بحدود 40 cm ملفوف عليه ملف ثانوي في الوسط، صندوق مقاومات، مجهز قدرة مستمرة، مفتاح، جهاز جلفانومتر نتري، مقياس تيار مستمر (0-5A).

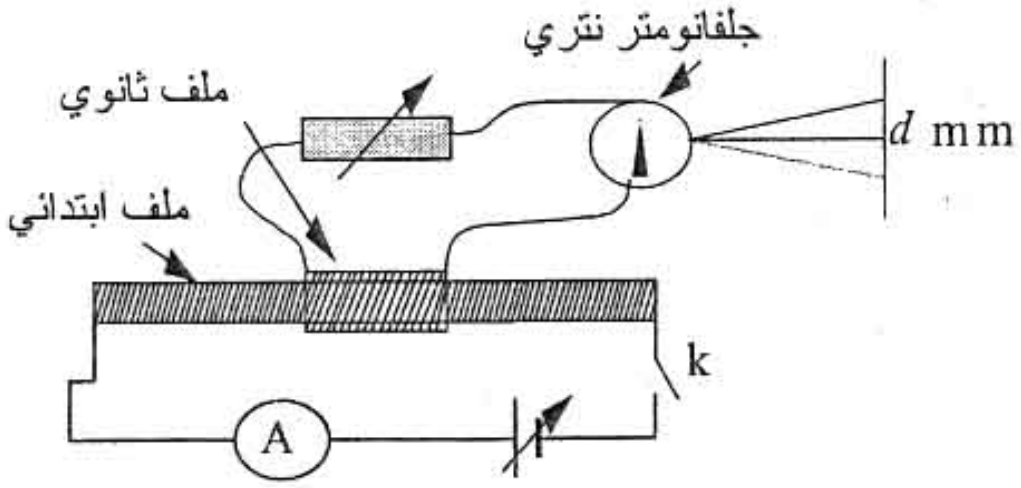
الجانب النظري:

يمكن تعيين ثابت الجلفانومتر من خلال الحث المتبادل بين ملفين ابتدائي عدد لفاته N_P وثانوي عدد لفاته N_S، يمكن توصيل الملفين مع دائرة الجلفانومتر كما في الشكل (٣).

أن طول الملف الابتدائي يجب أن يكون 10 أضعاف قطره لنحصل على مجال مغناطيسي متجانس في وسط الملف. عندما يتغير الفيض المغناطيسي حول الملف الثانوي نتيجة مرور تيار مفاجئ في الملف الابتدائي وإذا كان الملف في تماس تام فإن القوة الدافعة الكهربائية في الملف الثانوي تساوي:

$$e = N_S \frac{df}{dt}$$

ويمر خلال دائرة الملف الثانوي تيار كهربائي قيمته:



شكل (٣)

$$i = \frac{e}{R} = \frac{N_S}{R}\frac{df}{dt}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يمكن معرفة كمية الشحنة التي تمر خلال دائرة الملف الثانوي والتي تسبب انحراف مؤشر الجلفانومتر من العلاقة:

$$dQ = idt = \frac{N_s df}{R} \Rightarrow Q = \frac{N_s f}{R} \qquad (2)$$

حيث R المقاومة الكلية لدائرة الملف الثانوي، وأن ϕ قيمة الفيض المغناطيسي الذي يحدث بسبب مرور التيار في الملف الابتدائي ويساوي:

$$BA = f = \frac{m_0 N_P IA}{l} \qquad (3)$$

حيث A مساحة مقطع الملف الابتدائي، λ طول الملف، I التيار المار في الملف الابتدائي، μ_0 النفاذية المغناطيسية للفراغ، ومن المعادلتين (٣) و (٢) نحصل على:

$$Q = \frac{m_0 N_S N_P IA}{Rl} \qquad (4)$$

أن كمية الشحنة Q تتناسب طردياً مع انحراف الجلفانومتر حيث:

$$Qad \Rightarrow Q = Kd \Rightarrow K = \frac{Q}{d} = C/mm \ or \ \frac{mC}{mm} \qquad (5)$$

ويمكن أن نجد حساسية الجلفانومتر لكمية الشحنة بأخذ مقلوب K،

$$\text{Charge Sensitivity} = \frac{1}{K} = \frac{mm}{C} \ or \ mm/mC$$

الجانب العملي:

١. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (٣)، ثم خذ مقاومة كبيرة من صندوق المقاومات لحماية جهاز الجلفانومتر ولتكن 500Ω.

٢. نظم تيار دائرة الملف الابتدائي بشكل تدريجي ولاحظ انحراف الجلفانومتر بفتح وغلق مفتاح دائرة الملف الابتدائي بشكل مفاجئ بحيث لا تخرج البقعة الضوئية خارج حدود تدريج الجهاز.

٣. ثبت التيار عند قيمة معينة بحيث لا يكون الانحراف خارج مدى الجهاز عند غلق وفتح دائرة الملف الابتدائي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤. أغلق المفتاح بسرعة ولاحظ الانحراف d ثم افتحه ولاحظ الانحراف في الجهة المعاكسة ثم احسب المتوسط.

٥. كرر هذه العملية عدة مرات وخذ معدل الانحراف ثم دون النتائج كما يلي: مقاومة الملف الثانوي r، مقاومة صندوق المقاومات R`، مقاومة الجهاز $R_G$، المقاومة الكلية $R = r + R_G + R`$، عدد لفات الملف الابتدائي N_P، عدد لفات الملف الثانوي N_S، طول الملف λ، قطر الملف الابتدائي D، مساحة مقطع الملف الابتدائي $A = \pi D^2/4$، التيار المار في الملف الابتدائي I، معدل الانحراف dmm.

٦. احسب قيمة K من المعادلتين (٤) و (٥) ثم أوجد حساسية الجهاز للشحنة.

٧. يمكن تغيير تيار الملف الابتدائي عدة مرات لتحصل على قيم عديدة لـ K وحساب المتوسط.

معلومات تقنية:

١. الملف الابتدائي مكون من حوالي 360 لفة من سلك نحاسي قطره 0.7mm تقريباً ملفوف على أنبوبة من البلاستيك قطرها 5cm وطولها 40cm.

٢. الملف الثانوي عبارة عن ملف في الوسط طوله 5 cm وباستخدام سلك نحاسي قطره 1mm وعدد لفاته بحدود 40 لفة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٥)

بعض القياسات الكهربائية باستعمال راسم الذبذبات

الأجهزة والمعدات:

جهاز راسم الذبذبات، مصدر للتيار المستمر، مصدر للتيار المتردد، مقياس جهد مستمر، مقياس جهد متردد.

تتكون هذه التجربة من ثلاثة أجزاء:

أولاً: استخدام راسم الذبذبات لقياس فرق الجهد المستمر.

ثانياً: استخدام راسم الذبذبات لقياس فرق الجهد المتردد.

ثالثاً: تعيين تردد مصدر كهربائي متردد أو معايرة جهاز مولد ذبذبات.

وصف الجهاز:

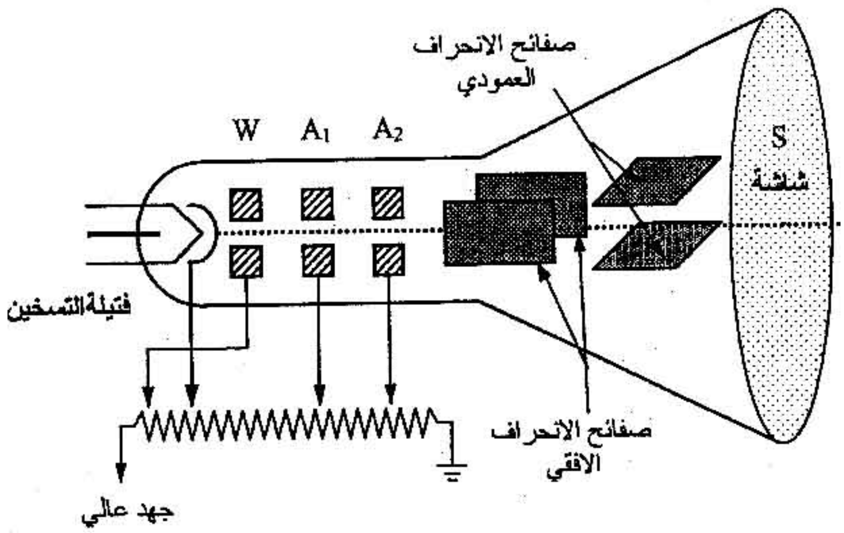
راسم الذبذبات هو أحد الأجهزة التي لها استخدامات واسعة في القياسات المعملية حيث يمكن بواسطته قياس الجهد، التاير، الزمن، والتردد. كما يمكن بواسطته مشاهدة منحنى الكمية المراد قياسها على شاشة الجهاز. يحتوي راسم الذبذبات على أنبوبة أشعة المهبط CRT، وهي الجزء الأهم فيه حيث تبعث حزمة الكترونية يمكن تركيزها على شاشة الأنبوبة والتحكم فيها بتسليط مجالين كهربائيين على زوجين من الصفائح أحدهما للانحراف العمودي والزوج الثاني للانحراف الأفقي. كما يحتوي راسم الذبذبات على مجهز للطاقة وعلى قاعدة تمثيل خط الزمن (على الإحداثي الأفقي) وعلى مضخم للإشارة على الإحداثيين العمودي والأفقي.

أجزاء الجهاز:

- S-الشاشة: وتكون مطلية من الداخل بمادة كيميائية تصدر ضوءاً عند اصتدام الالكترونات بها.
- F-سلك التسخين: وهو من التنجستين ويقع تحت المهبط ويتوهج لدى إمرار تيار كهربائي فيه ويقوم بتسخين المهبط.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

§ W-اسطوانة سيطرة: تتحكم في كثافة الالكترونات الصادرة من فتحتها وبالتالي تتحكم في شدة التيار الالكتروني عن طريق مفتاح الشدة Intensity، حيث يمكن ضبط الأثر الذي تتركه الإلكترونات على شاشة الجهاز عند سقوط الإلكترونات عليها.



رسم تخطيطي يمثل أنبوبة أشعة المهبط CRT في راسم الذبذبات

§ A_1-لوح المجال الأول: ويتصل بجهد موجب بالنسبة للاسطوانة W ويكون مع A_2، لوح المجال الثاني، عدسة إلكترونية يمكننا بتدوير المفتاح الخاص بـ A التحكم في البعد البؤري للعدسة الإلكترونية وبالتالي في أبعاد البقعة المضيئة على الشاشة وذلك عن طريق مفتاح التبؤر Focus.

الجانب العملي:

أولاً: استخدام الجهاز في قياس الجهد المستمر

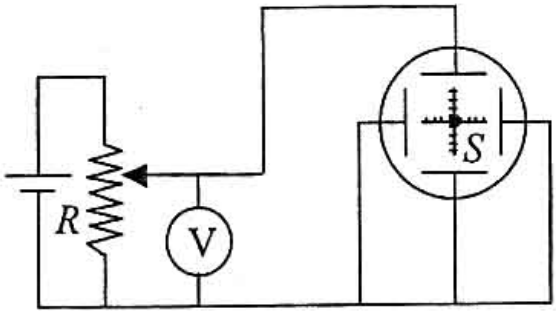
١. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (١).

٢. شغل جهاز راسم الذبذبات وانتظر قليلاً حتى تلاحظ ظهور النقطة المضيئة S على الشاشة.

٣. اضبط موضع النقطة المضيئة S في مركز الشاشة باستخدام مفتاحي الإزاحتين الأفقية والعمودية (Y-pos, X-pos).

٤. باستخدام مفتاح التبؤر Focus تأكد من الحصول على نقطة مضيئة صغيرة بأقل إضاءة ممكنة وتأكد من وجود أزرار المعايرة Cal بالمواقع الصحيحة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



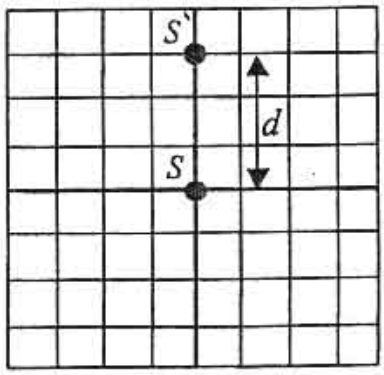
شكل (١)

٥. شغل مصدر الجهد المستمر، واضبط المقاومة المتغيرة حتى تحصل على قراءة للفولتميتر تساوي 1 فولت.

٦. لاحظ انحراف النقطة المضيئة S عن موضعها في مركز الشاشة إلى موضع آخر S يبعد عن الأول مسافة d، سجل الانحراف d بالسنتيمتر، لاحظ الشكل (٢).

٧. احسب فرق الجهد من قراءة راسم الذبذبات بضرب الانحراف d بمقدار فرق الجهد لواحد سنتميتر (V/div) المستخدم أثناء القياس.

٨. عن طريق المقاومة المتغيرة ثبت قراءة الفولتميتر عند 2 فولت، وسجل الانحراف d على الشاشة ومنها احسب قيمة فرق الجهد بضرب الانحراف $V_0=(V/div)\times d$.



شكل (٢)

٩. كرر الخطوات السابقة عدة مرات وذلك بتغيير فرق الجهد عدة مرات 1V لكل مرة ثم دون نتائجك في الجدول الآتي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

قراءة الفولتية V	المعايرة V/div	الانحراف d cm	$V_0=(V/div)\times d$

١٠. ارسم العلاقة بين قيم V_o على المحور العمودي وقيم V على الحور الأفقي لتحصل على خط مستقيم ميله (؟). ويدعى هذا الخط بخط المعايرة.

ثانياً: استخدام الجهاز في قياس الفولتية المترددة

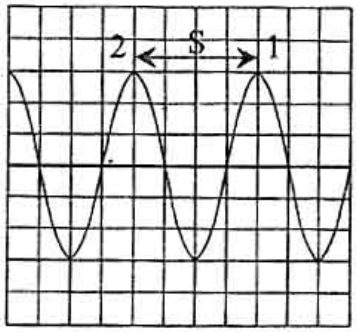
١. استخدم مصدر جهد متردد ومقياس جهد متردد لقياس الفولتية.

٢. اتبع نفس الخطوات كما ورد في الجزء الأول، مع ملاحظة أنه في حالة قياس فرق الجهد للمصدر المتردد فإن النقطة المضيئة تصبح خطاً مستقيماً عمودياً `SS (شكل (٣). ويعطى الانحراف في هذه الحلة لمسافة OS أو المسافة `OS (أي أن الانحراف يساوي نصف طول الخط `SS).

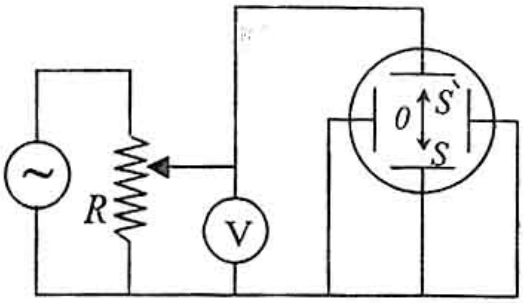
٣. من المفيد هنا أن نذكر بأن الأوسيلسكوب يعطيك قراءة القيمة العظمى لفرق الجهد V_m بينما قراءة الفولتميتر هي V_{rms} جذر متوسط مربع القيمة، ثم جدول النتائج كالآتي:

قراءة الفولتية V_{rms}	المعايرة V/div	الانحراف d cm	$V_0=(V/div)\times d$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٤)



شكل (٣)

٤. ارسم قيم V_m على المحور العمودي مع قيم V_{rms} على المحور الأفقي لتحصل على خط مستقيم ميله يساوي (؟).

ثالثاً: استخدام الجهاز لقياس التردد لمصدر متردد

١. وصل الجهاز على أي مصدر متردد.

٢. اضبط مفتاح قاعدة الزمن time base عند القيمة 5 ms ومعنى هذا أن كل سنتيمتر على الشاشة في الاتجاه الأفقي يمثل 5 ms.

٣. استخدام مفتاح Level لتثبيت الموجة الجيبية التي تشاهدها على الشاشة.

٤. قس المسافة S بين النهاية العظمى (1) والنهاية العظمى (2) كما موضح في الشكل (٤).

٥. احسب الزمن T لذبذبة واحدة وذلك بضرب المسافة S في قراءة قاعدة الزمن time base:

٦. زمن الدورة T = S × time base = ...s

٧. تردد المصدر $f = \frac{1}{T} = S^{-1} = Hz$

٨. غير تردد المصدر وكرر الفقرة أعلاه لحساب التردد حيث يمكن استخدام هذه الطريقة لعمل جدول معايرة لجهاز مولد الذبذبات بين القيم المسجلة على الجهاز وما يقابلها بالقراءة الحقيقية باستخدام جهاز راسم الذبذبات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٦)

تأثير سعة المتسعة على دائرة رنين التوالي

الأجهزة والمعدات:

مجهز قدرة متردد 6V، مقياس تيار متردد μA، متسعة متغيرة بحدود (0.1-μF) صندوق مقاومات R، نحث عالي الحث الذاتي 1H أو محولة خافضة يستخدم ملفها الابتدائي كمحث في التجربة.

الجانب النظري:

نفرض أن القوة الدافعة الكهربائية المسلطة على طرفي الدائرة الموضحة في الشكل (١) تكتب بالصيغة $e = e_o \cos wt$، وبما أن هناك فرقاً في الطور بين التيار المار في الدائرة والقوة الدافعة الكهربائية مساوياً إلى ϕ فمن الممكن كتابة التيار بالصيغة $i = I_o \cos(wt - f)$ إذا اعتبرنا أن التيار يتخلف عن الفولتية ϕ. إن سعة التيار في دائرة التوالي تساوي:

$$I_o = \frac{e_o}{\sqrt{R^2 + \left(wL - \frac{1}{wC}\right)^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

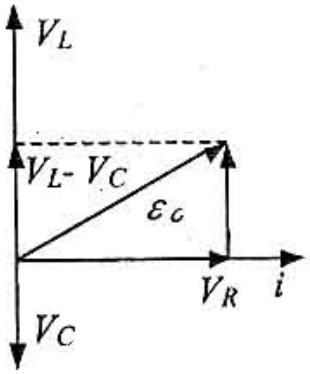
وأن زاوية الطور تساوي:

$$\tan f = \frac{wL - 1/wC}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

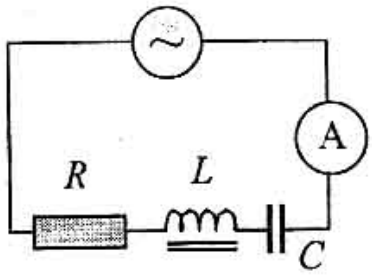
يلاحظ من الشكل (٢) أن الفولتية تسبق التيار بزاوية طور مساوية لـ ϕ ويمكن حسابها من العلاقة (2). يتبين من العلاقة (1) أن I_o يتغير تبعاً للتردد ω إذا ثبت قيم العناصر الأخرى في الدائرة ويكون في قيمته العظمى عند تردد معين $\omega = \omega_o$ يسمى بتردد الرنين حيث يكون:

$$w_o L - \frac{1}{w_o C} = 0 \qquad \Rightarrow w_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

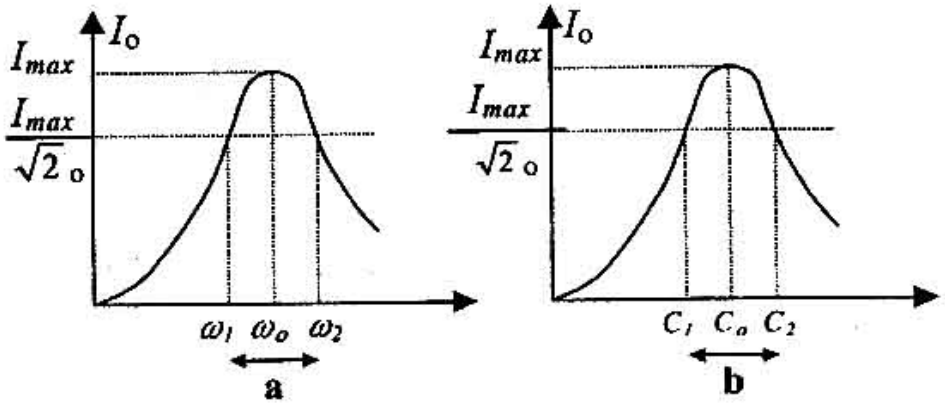
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٢)



شكل (١)



شكل (٣)

وعندما تكون قيمة I_o مساوية لـــ $I_o/\sqrt{2} = 0.7071 I_{max}$، حيث I_{max} القيمة العظمى للتيار، انظـــر الشكل (٣) فإن القدرة المجهزة للدائرة من قبل المصدر تساوي نصف القدرة عند حالة الرنين أي أنها تساوي $1/2 I_{max}\varepsilon_o$، أما الرادة لهذه الدائرة فتساوي مقاومة الدائرة R عند حالة الرنين. يحصل هـــذا عند الترددين ω_1، ω_2 اللذان يسميان بترددي نصف القدرة، لاحظ الشكل (3a).

أما علاقة عامل النويعة Q_o مع عرض منحنى الرنين $\Delta w = w_2 - w_1$ فتعطى بالمعادلة التالية:

$$Q_o = \frac{w_o}{\Delta w} \quad \text{.....(4)}$$

إذا غيرنا الآن C بثبوت التردد الزاوي ω نحصل على منحنى مشابه للأول كما فـــي الـــشكل (3b) وتكون C مساوية لـــ C_o عند حدوث الرنين ومساوية لـــ C_1 و C_2 عند نصف القدرة المجهز فـــي حالة الرنين.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجانب العملي:

١. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (١) واستعمل مقاومة مناسبة للسيطرة على التيار إذا دعت الحاجة.

٢. إبدأ بتغير المتسعة C من قيمة معينة 0.2μF مسجلاً قيمة التيار I_{rms} التي يؤشرها جهاز الملي أو الميكروأمبير.

٣. غير قيمة المتسعة المتغيرة تدريجياً إلى أن تصل حالة الرنين ثم تجاوزها وسجل قيم C و I_{rms} لكل حالة، ثم اضرب قيم التيار I_{rms} في $\sqrt{2}$ لتحصل على قيم I_o المقابلة لها.

٤. ارسم منحنياً يبين قيم I_o على المحور العمودي مع قيم C على المحور الأفقي لتحصل على منحنى الرنين الموضح في الشكل (3b).

٥. من هذا المنحنى دون قيم المتسعة C المساولة لـ C_o و C_1 و C_2 بعد معرفة القيمة العظمى للتيار I_{rms} وقيمة التيار $I_{max}/\sqrt{2}$.

٦. جد عرض منحنى الرنين ΔC ومن ثم عامل النوعية باستخدام العلاقة التالية:

$$\Delta C = C_2 - C_1 \qquad Q_0 = \frac{2C_0}{\Delta C}$$

٧. قارن ناتجيك مع تلك المحسوبة نظرياً من العلاقة:

$$w_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow Q_0 = \frac{\sqrt{L/C_0}}{R} \quad \text{أو} \quad Q_0 = \frac{w_0 L}{R}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٧)

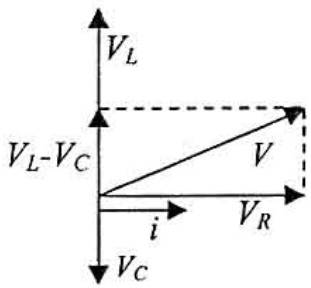
دائرة رنين التوالي

الأجهزة والمعدات:

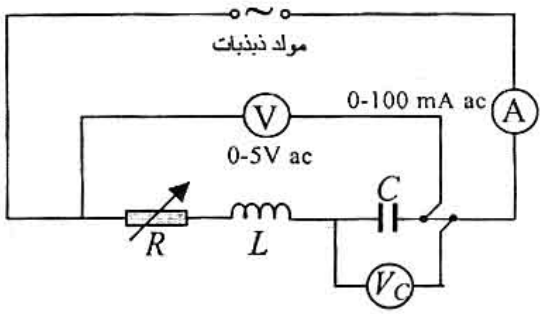
محث L = 100 mH، صندوق مقاومات، متسعة (0.5-1μF)، مولد ذبذبات يتضمن الترددات (50- 10^4Hz) ذو فولتية خارجية حوالي 5V، مقياس فولتية عادي أو رقمي (0-5V) متـــردد، مقيـــاس فولتية (0-20V) متردد، مقياس تيار متردد (0-100mA).

الجانب النظري:

عند تسليط فولتية مترددة متغيرة التردد f على دائرة تحتوي على مقاومة، محث L ومتسعة C، فإن التيار المار خلال الدائرة يتغير مع التردد، وفي حالة معينة تدعى حالة الرنين يكون التيار في قيمتـــه العظمى، وتعتمد هذه القيمة على مقاومة الدائرة R التي تتضمن مقاومة صندوق المقاومات بالإضافة إلى مقاومة المحث R_L الخالصة، الشكل (١) يبين دائرة توالي RLC.



شكل (٢)



شكل (١)

في دائرة التوالي V_L يتقدم التيار بزاوية طور (π/2)، وأن فولتية المتسعة V_C تتخلف عـــن التيـــار بزاوية طور π/2، وأن الفولتية الكلية حول العناصر الثلاث V من الشكل (٢) تساوي:

$$V_L = IX_L \ , V_C = IX_C \ , \ V_R = IR \ , \ V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$\therefore \frac{V}{I} = Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

أن ممانعة الدائرة Z تكون في القيمة الدنيا عندما تكون $X_L = X_C$ وهي حالة رنين التـــوالي حيـــث يصبح التيار في قيمته العظمى.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يمكن إيجاد تردد الرنين f_0 كالآتي:

$$X_C = X_L, \frac{1}{2pf_0C} = 2pf_0L \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2p\sqrt{LC}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

الجانب العملي:

١. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (١).

٢. ضع حساسية الأمبير على 20mA متردد مع التأكد من توصيل الأقطاب إذاكان الجهاز من النوع الرقمي، وصل الفولتيمترات في أماكنها المخصصة في الدائرة.

٣. ضع صندوق المقاومات على الصفر، عندها تصبح مقاومة الدائرة R_L، ثبت الفولتية الخارجة من مولد الذبذبات بحدود 3V ثم غير التردد بعد وضع جهاز مولد الذبذبات على X100 ودون قيم التردد f مع قيم I و V_C قبل وبعد حالة الرنين، وذلك بزيادة التردد وملاحظة التيار إلى أن يصل قيمته العظمى ثم يهبط بعد تجاوز تردد الرنين.

٤. زد مقاومة الدائرة لتصبح R_L + 100 Ω بإضافة 100Ω من صندوق المقاومات ودون قيم f، I، V_C مع المقاومة الجديدة في الجدول اللاحق.

٥. ارسم قيم f على المحور الأفقي وقيم I على المحور العمودي للحالتين على نفس الورقة البيانية لتحصل على منحنى رنين التيار ثم ارسم كذلك قيم f على المحور الأفقي وقيم V_C على المحور العمودي للحصول على منحنى رنين الشحنة مع التردد وقارن المنحنيين.

F(Hz)	I (A)	V_C(V)	R_L
f_o	I_{max}		

٦. لاحظ تردد الرنين وعلاقته مع تغير المقاومة، كذلك يمكن معرفة قيمة R_L عند حالة الرنين حيث أن الممانعة Z تساوي R_L، $R_L = Z = V|I_{max}$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٧. عند رسم العلاقة بين التردد f و V_C نلاحظ اعتماد تردد الرنين حول المتسعة على مقاومة الدائرة حسب العلاقة:

$$f_0 = \frac{1}{2p}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$$

يمكن للطالب أن يتحقق من هذه المعادلة عند مقارنة f_0 من التجربة وحساب قيمة من العلاقة أعلاه.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٨)

استخدام الثنائي كمحدد للفولتية

الأجهزة والمعدات:

ثنائيات، صندوق مقاومات، جهاز راسم الذبذبات، أفوميتر، مولد ذبذبات (أو مصدر جهد متردد)، مصدران للفولتية المستمرة.

الجانب النظري:

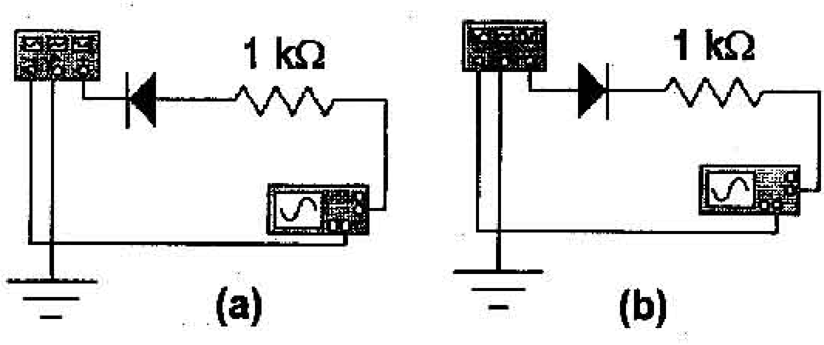
نحتاج في بعض الدوائر الإلكترونية إلى موجة مربعة أو موجة ذات شكل معين من موجة جيبية مترددة أو غير ذلك، وهذه الموجة يمكن الحصول عليها بقطع جزء من الموجة الجيبية أو إضافة جهد مستمر إليها. بعض دوائر الثنائيات تغير شكل الموجة الداخلة بقطع جزء من نصف الموجة الموجب أو السالب أو من كليهما. ويعتمد القطع على طريقة توصيل الثنائي في الدائرة. فعند توصيل الثنائي على التوالي مع دائرة الخرج يكون هناك إلغاء كامل للجزء الموجب أو السالب بقيمة معينة تعتمد على قيمة جهد الحاجز للثنائي المستخدم، وعند توصيل الثنائي مع مصدر جهد مستمر يمكن حذف جزء معين في أحد نصفي الموجة الداخلة أو في نصفيها معاً.

الجانب العملي:

أولاً: ثنائيات قص التوالي الموجب والسالب

١. وصل مولد الذبذبات مع راسم الذبذبات ولاحظ شكل الموجة الجيبية الداخلة وعين قيمة V_{inpp} (استخدم موجة داخلة بتردد 1 kHz).

٢. وصل الدائرة الموضحة بالشكل (1a) لتحصل على دائرة القص الموجب.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شكل (١)

٣. اظهر الموجة الخارجة على راسم الذبذبات وحدد قيمة V_{Opp}.

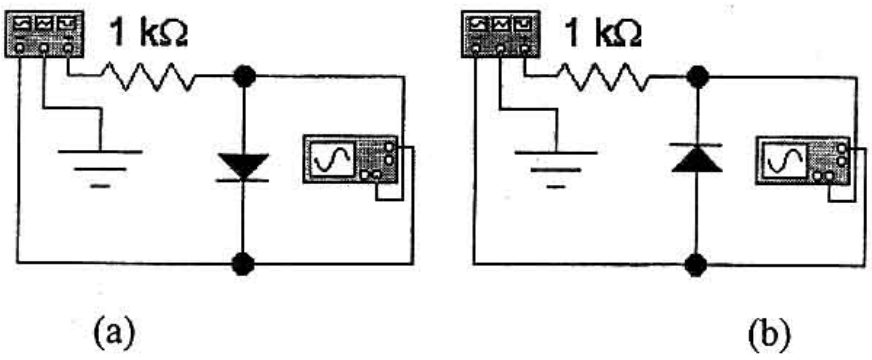
٤. ارسم شكل الموجة الخارجة وسجل النتائج في جدول.

٥. وصل الدائرة الموضحة بالشكل (1b) لتحصل على دائرة القص السالب.

٦. اظهر الموجة الخارجة على راسم الذبذبات وحدد قيمة V_{Opp} وارسم شكل الموجة الخارجة (ناقش النتائج في الحالتين).

ثانياً: ثنائيات قص التوازي الموجب والسالب

١. وصل الدائرة كما هو موضح في الشكل (3a) لتحصل على دائرة قص التوازي الموجب.



شكل (٣)

٢. اظهر الموجة الخارجة على راسم الذبذبات وحدد قيمة V_{Opp} وارسم شكل الموجة الخارجة.

٣. وصل الدائرة الموضحة في الشكل (3b) لتحصل على دائرة قص التوازي السالب.

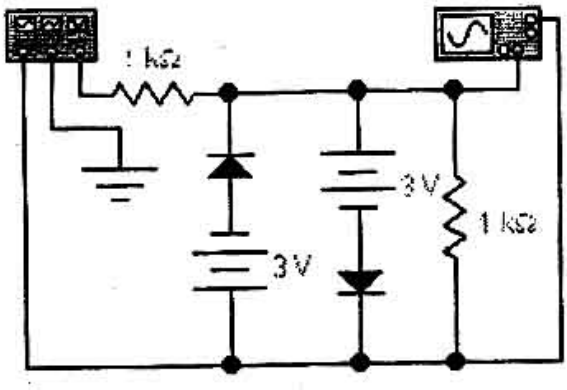
٤. اظهر الموجة الخارجة على راسم الذبذبات وحدد قيمة V_{Opp} وارسم شكل الموجة الخارجة (ناقش النتائج في الحالتين).

ثالثاً: ثنائيات القص مزدوجة الإنحياز

١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل (٤).

٢. اظهر الموجة الخارجة على راسم الذبذبات وحدد قيمة V_{Opp} للموجة الخارجة وارسم شكل الموجة الخارجة (ناقش النتائج).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٤)

٣. قلل الفولتيات dc الموصلة على التوالي مع الثنائيات إلى الصفر وارسم شكل الموجات الخارجة. ناقش النتائج.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (١٩)

الثنائي مضاعف للفولتية

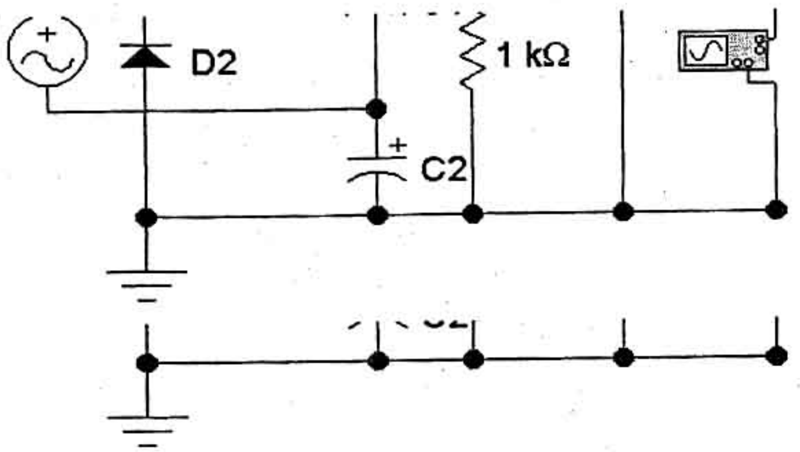
Diode as a Voltage Doubler

الأجهزة والمعدات:

ثنائيان بلوريان، مولد ذبذبات، متسعتان 0.1 μF و 40μF، مقاومة 10 kΩ وراسم ذبذبات.

الجانب النظري:

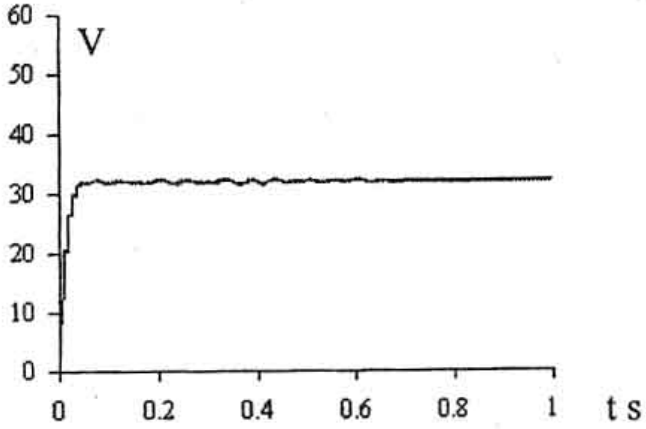
نستخدم عادة المحولة الرافعة أو الخافضة مع المقوم الكامل للموجات عند تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر. ولكن إذا كان المطلوب هو مضاعفة الفولتية فقط دون الاهتمام بقيمة التيار، الذي يكون صغيراً في هذه الحالة، فإن أنسب الطرق لتحقيق ذلك هو استخدام دائرة مضاعفة الفولتية، الشكل (١). لتوضيح عمل الدائرة نفرض أن الجزء المسلط من الفولتية الداخلة هو الموجب، لذا فإن الثنائي D_1 يسمح بمرور التيار ليشحن المتسعة C_1 بالشحنة المبينة عليها.



شكل (١)

وعند تسليط الجزء السالب من الفولتية فإن D_2 يسمح بمرور التيار ليشحن المتسعة C_2 بالشحنة المبينة عليها، وبهذا فإن مجموعة الفولتية التي تظهر على كل من C_1 و C_2 تساوي $2V_{max}$. انظر الشكل (٢). لغرض الحصول على فولتية مستمرة خالية من التموج توصل المتسعة C_3 كمرشح.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٢)

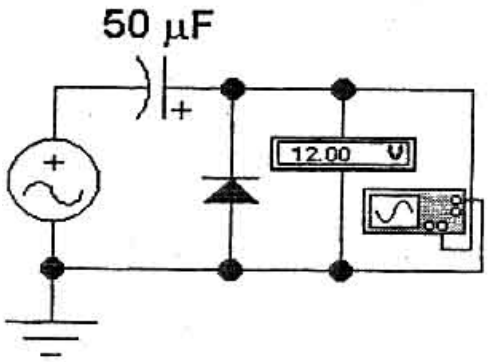
الجانب العملي:

١. وصل الدائرة كما مبين في الشكل (٣)، سجل قيمة Vin ثم لاحظ شكل الموجة الناتجة على راسم الذبذبات ارسمها وقارنها مع الشكل (٤).

٢. أعد توصيل الدائرة في الشكل (٣) واعكس توصيل الثنائي وكرر العمل كما في الخطوة رقم (١).

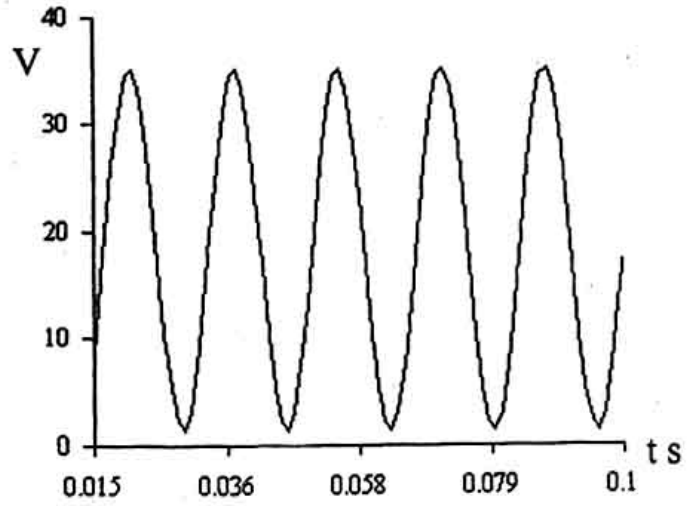
٣. وصل الدائرة كما مبين في الشكل (٥) ولكن بدون المتسعة C_3. بواسطة راسم ذبذبات، لاحظ شكل الموجة الناتجة ثم ارسمها، قس كل من القيمة المستمرة والقيمة الفعالة لفولتية الخرج كدالة للتردد.

٤. وصل المتسعة C_3 إلى الدائرة، لاحظ التغير في شكل الموجة الخارجة ثم ارسمها. قس القيمة المستمرة والقيمة الفعالية لفولتية الخرج كدالة للتردد.

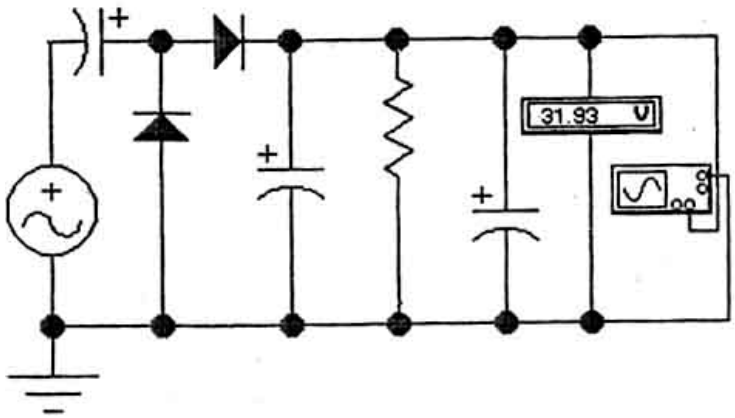


شكل (٣)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (٤)



شكل (٥)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تجربة رقم (٢٠)

معايرة المطياف

المطيفا جهز يستخدم لإنتاج الأطياف وقياس الانحرافات، الشكل (١)، ويتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية:

المسدد Collimator: ويعمل على تجهيز أشعة متوازية من الأشعة القادمة من المصدر الضوئي. يتكون المسدد من أنبوب في إحدى نهايتيه عدسة ثابتة غير ملونة وفي نهايته الأخرى فتحة متغيرة السعة ومتغيرة الموقع.

المنشور Prism: يستخدم المنشور لتشتيت الضوء ويثبت على منصة دوارة فوق منصة المطياف الرئيسية.

الناظور Telescope: ووظيفته استقبال الأشعة المشتتة بالمنشور وهو مجهز بعدسة عينية مزودة بخطوط تقاطع لقياس الانحراف.

معايرة المطياف:

خطوط التقاطع: تنظم العدسة العينية بحيث تشاهد خطوط التقاطع بوضوح تام.

الناظور: يوجه الناظور إلى جسم بعيد وينظم لحين الحصول على صورة واضحة كوضوح خطوط التقاطع.

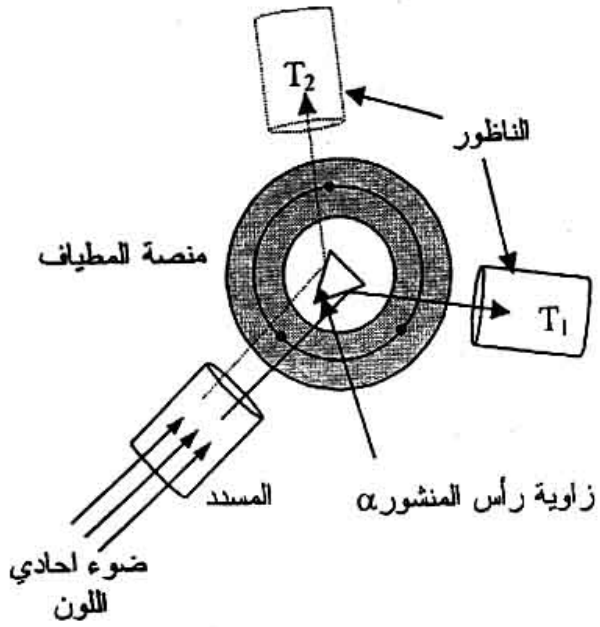
المسدد: بعد تهيئة الناظور لاستلام أشعة متوازية، يوضع لاستلام أشعة متوازية من المسدد وذلك بوضع فتحة المسدد أمام مصدر الصوديوم الأحادي اللون وينظم موضع فتحة المسدد لحين الحصول على صورة واضحة لها بالناظور، عندها تكون الأشعة الصادرة من المسدد متوازية.

معايرة المنشور: يوضع المنشور على منصة المطياف بحيث تكون زاوية رأس المنشور أمام المسدد، الشكل (١). يحرك الناظور جانباً بشكل مناسب لاستلام صورة الفتحة المنعكسة من إحدى وجهي المنشور. يثبت الناظور بواسطة لوالب منصة المطياف (S_1, S_2, S_3) تنظم المنصة بحيث تصبح صورة الشق في منتصف مجال الرؤيا وعمودية على خطوط التقاطع. دور منصة المطياف لحين استلام صورة الفتحة مرة أخرى بعد انعكاسها على الوجه الثاني للمنشور الذي يكون مع الوجه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الأول زاوية رأس المنشور α. تنظم اللوالب مع الوجهين عدة مرات إلى أن تصبح الصورة وسط مجال الرؤيا.

طريقة شكوستر لمعايرة المطياف: عندما تكون الطريقة السابقة غير عملية، عندما يسود الظلام مثلاً، يمكن معايرة المطياف باستخدام طريقة شكوستر.



شكل (١)

في هذه الطريقة يوجه الناظور لاستلام أشعة من المنشور بزاوية انحراف أكبر من زاوية انحرافه الصغرى وينظم الناظور بحيث تكون صورة الفتحة واضحة. وبما أن زاوية انحراف المنشور ليست بالزاوية الصغرى فهناك موضع آخر للمنشور تظهر فيه صورة أخرى للفتحة. دور المنشور إلى هذا الموضع ونظم المسدد وذلك بتنظيم موضع الفتحة. تستمر هذه العمليات، تنظيم الناظور والمسدد لحين الحصول على صورتين للشق بنفس الوضوح.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com