وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني العمارة
قسم التقنيات الالكترونيه والاتصالات

الحقيبة التدريسية لمادة

اجهزة القياس الالكتروني

الصف الثاني

تدريسي المادة

رئيس مدربين فنيين اقدم
محمد عبد الحسن عبد

الفصل الدراسي الثاني

.

جدول مفردات مادة اجهزة القياس الالكترونيه

١	استخدامالاوميتر – (الفولتميتروالاميتر) لقياس المقاومة المجهولة
٢	تأثيرالحمل على قياس الفولتية(الفولتميتر)
٣	معايرةومقارنةلفولتميترالتيارالمستمر
٤	قياس الاتساع والترددبالراسم (الاوسلوسكوب)
٥	قياس الجهدالمستمربالراسم
٦	استخدام مولدالاشارات مع راسم الاشارة
٧	تصميم وتحليل الدائرةالأساسيةلمولدالاشارات
٨	قنطرةماكسوي للتيار المتناوب مقاومة مجهولة والمحاثة
٩	قنطرةشيرنك للتيارالمتناوب لقياس سعة متسعة مجهولة
١٠	قنطرةوين للتيارالمتناوب لقياس التردد المجهول
١١	قنطرةوين للتيارالمتناوب لقياس سعة متسعة مجهولة
١٢	قنطرةاون للتيارالمتناوب لقياس المحاثة
١٣	قياس زاوية الطور باستخدام اشكال ليساجوس
١٤	المزدوج الحراري
١٥	مقاومة الثرميستور

الهدف من دراسة مادة اجهزة القياس الالكترونيه (الهدف العام): الهدف العام والخاص

:اكتساب الطالب المهارة في مجال استخدام اجهزة القياس الالكترونية والكهربائية المختلفة.

ومعرفة المكونات الاساسية لهذه الاجهزة وكيفية استخدامها بالصورة الصحيحة وبعيدا عن المخاطر في العمل عليها.

والتعرف على كيفية معايرة اجهزة القياس التناظرية والرقمية. وكذلك التعرف على العوامل المؤثرة في دقة القراءة وكيفية اختيار الجهاز المناسب للقياس .بحيث يتمكن الطالب من استخدام اجهزة القياس المختلفة بعد التخرج بصورة

الفئة المستهدفة:

طلبة الصف الثاني / قسم تقنيات الالكترونيك والاتصالات

التقنيات التربوية المستخدمة:

١. سبورة واقلام
٢. السبورة التفاعلية
٣. عارض البيانات Data Show
٤. جهاز حاسوب محمول Laptop

الاسبوع الأول

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

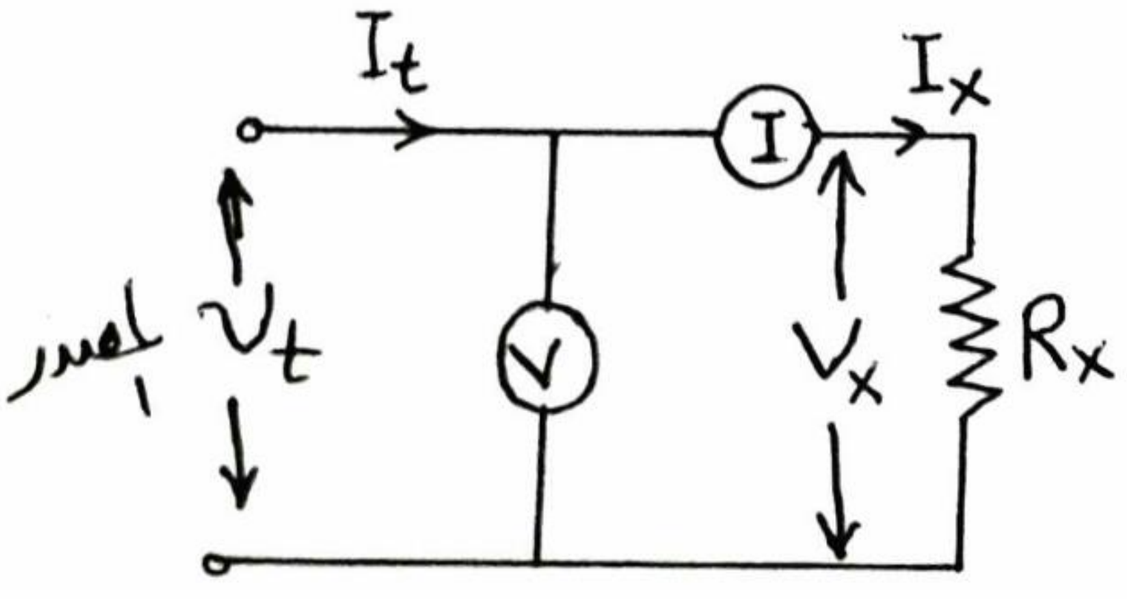
قياس المقاومة Reasistance Measurement

(١) طريقة الفولتميتر – الاميتر

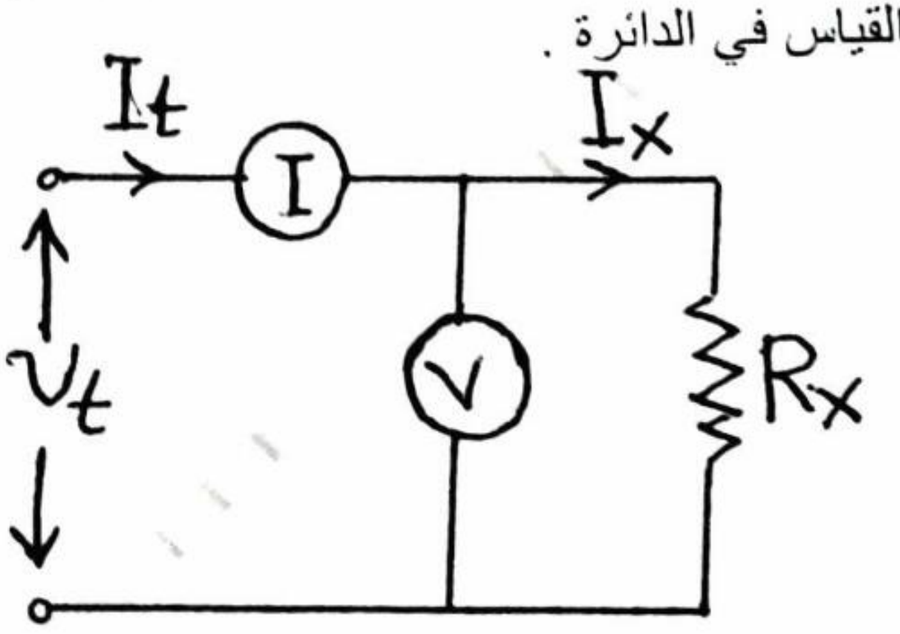
نستخدم هذه الطريقة في القياس لتوفر هذه الاجهزة في المختبرات ، اذا تم قياس الفولتية عبر المقاومة والتيار المار فيها نجد بواسطة تطبيق قانون اوم المقاومة المجهولة .

$$R_x = V / I$$

نعتبر كحالة مثالية مقاومة الاميتر صفر ومقاومة الفولتميتر ما لا نهاية لكي لا تتاثر حالة القياس في الدائرة .



الدائرة (a)



الدائرة (b)

الدائرة (a) :

يقيس الاميتر التيار الحقيقي المجهز للمقاومة المجهولة R_x المطلوب قياسها والف ولتميتر يقيس فولتية المصدر بدلا عن الفولتية الحقيقية على المقاومة R_x .

لايجاد الفولتية الحقيقية على المقاومة R_x يجب طرح هبوط الفولتية على الاميتر من قراءة الفولتميتر .

الدائرة (b) :

الفولتميتر يقيس فولتية المقاومة R_x الحقيقية والاميتر تحت الخطا في هذه الحالة وبمقدار التيار المسحوب من قبل الفولتميتر لذلك يوجد خطا في قياس المقاومةR_x في كلا الحالتين .

تعتمد الطريقة الصحيحة للقياس في الربط للجهازين على قيمة المقاومة R_x وقيمة مقاومة الفولتميتر والاميتر حيث تكون بصورة عامة مقاومة الاميتر واطئة ومقاومة الفولتميتر عالية.

Scanned by TapScanner

يقرأ الميتر في الدائرة (a) القيمة الحقيقية لتيار R_x الذي هو I_x ، بينما يقيس الفولتميتر فولتية المصدر V_t .

اذا كانت المقاومة R_x كبيرة مقارنة بمقاومة الاميتر الداخلية يكون الخطأ الناتج من اهمال هبوط الفولتية على الاميتر مهملا لانه قليل جدا وتكون الفولتية V_t قريبة جدا من فولتية المقاومة المجهولة V_x لذلك يكون الربط في الدائرة (a) احسن دائرة لقياس قيم المقاومات العالية .

الدائرة (b) : الفولتميتر يقرا القيمة الحقيقية لفولتية المقاومة R_x بينما يقرا الاميتر تيار المصدر I_t .

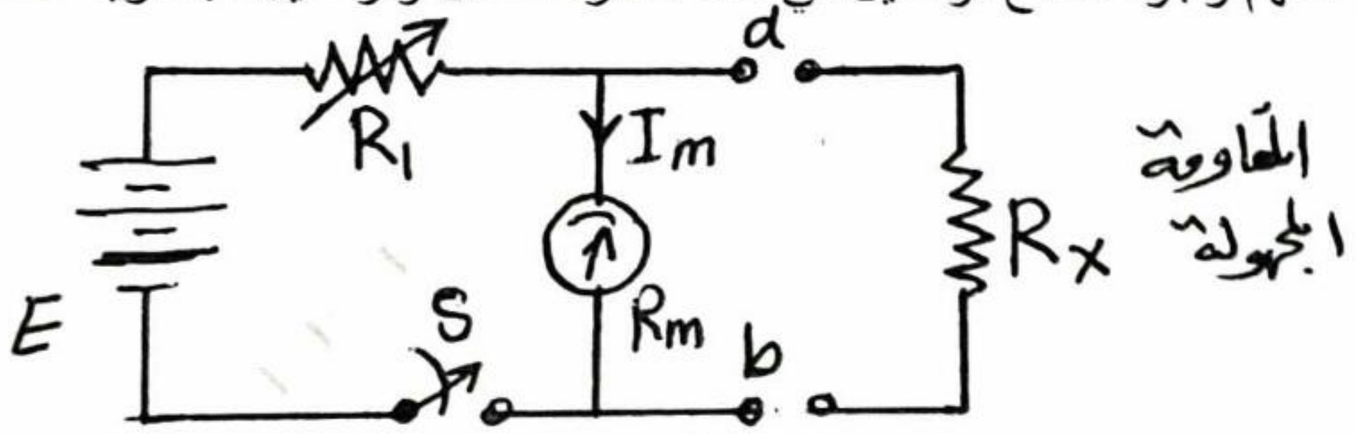
اذا كانت R_x صغيرة مقارنة بالمقاومة الداخلية للفولتميتر سوف لا يؤثر التيار المسحوب من قبل الفولتميتر بصورة واضحة على تيار المصدر الكلي .

يكون I_t قريبا جدا من القيمة الحقيقية لتيار المقاومة R_x والذي هو I_x وبذلك يكون الربط في الدائرة (b) احسن دائرة لقياس قيم المقاومات الواطئة .

(٢) <u>أوميتر نوع التوازي</u> Shunt type ohmmeter

يتالف الجهاز من بطارية على التوالي مع مقاومة قابلة للضبط (متغيرة) هي R_1 وحركة دي آرسونفال ، توصل المقاومة المجهولة R_x بين النهايتين a , b على التوازي مع حركة دي آرسونفال .

يكون من المهم وجود مفتاح توصيل في هذه الدائرة لفصل وتوصيل البطارية عند الاستعمال .



مقياس المقاومة اوميتر نوع توازي

يكون تيار الحركة او المقياس صفرا عندما تكون قيمة المقاومة المجهولة R_x صفرا ايضا ، دائرة قصر بين a , b (يمر التيار في دائرة القصر) .

عندما تكون المقاومة بين a , b تساوي ما لا نهاية يجد التيار طريقة الوحيد خلال المقياس وباختيار مناسب لقيمة R_1 يمكن جعل المؤشر يقرأ انحراف المقياس الكامل (جميع التيار يمر في دائرة المقياس)

يكون تدريج الصفر في هذا المقياس من الجهة اليسرى من المقياس والسبب في ذلك (لا يوجد تيار في المقياس).

تدريج ما لا نهاية من الجهة اليمنى للمقياس (تيار انحراف المقياس الكامل) .

Scanned by TapScanner

يلائم هذا الجهاز قياس المقاومات الواطئة القيمة ولا يعتبر من اجهزة الاختبار الشائعة لكنه يوجد في المختبرات او لبعض التطبيقات الخاصة للمقاومات الواطئة القيمة ولايجاد قيمة المقاومة R_1 : -

عندما $R_x = \infty$

$$E = I_{fsd} (R_1 + R_m)$$

$$E = I_{fsd} R_1 + I_{fsd} R_m$$

$$I_{fsd} R_1 = E - I_{fsd} R_m$$

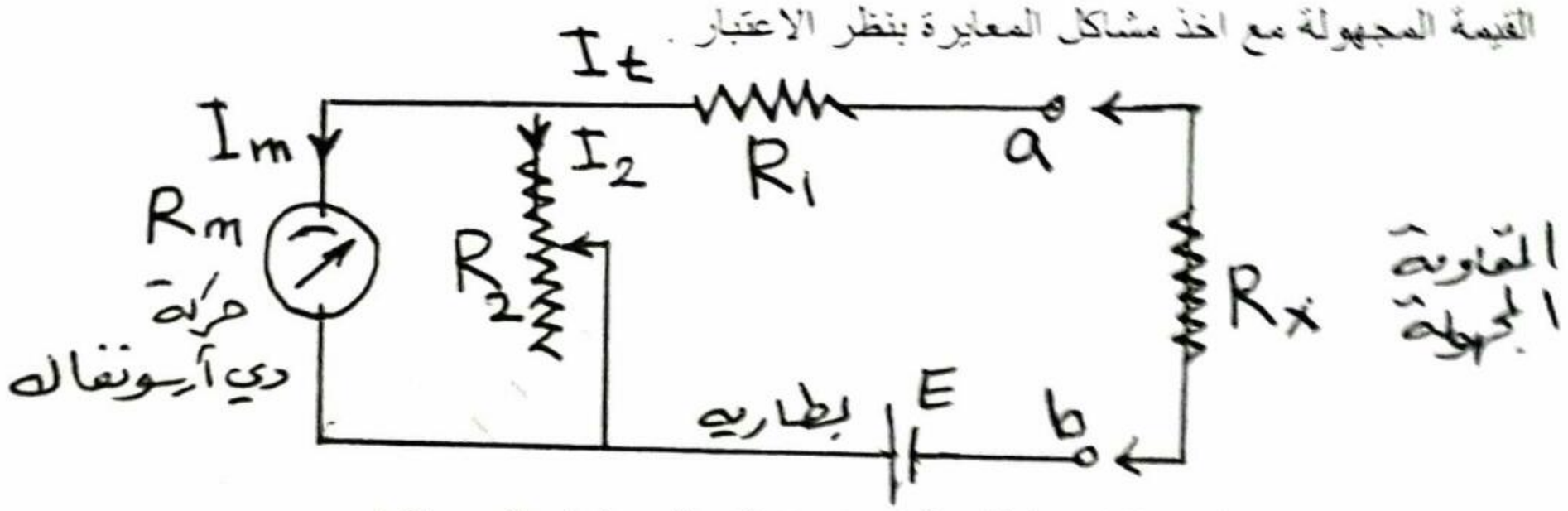
$$R_1 = E - I_{fsd} / R_m$$

$$R_1 = E / I_{fsd} - R_m$$

(٣) جهاز اوميتر نوع التوالي Series –Type Ohmmeter

يتالف اوميتر نوع توالي بصورة رئيسية من حركة دي أرسونفال موصولة على التوالي مع مقاومة وبطارية الى زوج من الاطراف التي يربط فيها العنصر المجهول .

يعتمد التيار المار خلال الحركة على مقدار المقاومة المجهولة وتتناسب تاشيرة المقياس مع القيمة المجهولة مع اخذ مشاكل المعايرة بنظر الاعتبار .



دائرة مقياس المقاومة اوميتر توالي البسيط ذو المدى الواحد

عندما تكون المقاومة المجهولة ($R_x = 0$) دائرة قصر بين a , b يسري اعظم تيار في الدائرة في هذه الحالة يتم ضبط مقاومة التوازي R_2 حتى تؤشر الحركة على تيار انحراف المقياس الكامل I_{fsd} يرقم موضع تيار انحراف المقياس الكامل بالمقدار 0Ω على المقياس .

بنفس الاسلوب عندما تكون ($R_x = \infty$) النهايات a , b تكون مفتوحة (مقاومة الهواء ما لا نهاية) يهبط التيار في الدائرة الى الصفر وتؤشر الحركة الى التيار صفرا والتي ترقم (∞) على المقياس .

يمكن وضع ارقام وسطية على المقياس بتوصيل قيم مختلفة معلومة للمقاومة R_x مع الجهاز .

Scanned by TapScanner

تعتمد دقة هذه الترقيمات على الدقة المتكررة للحركة وعلى التفاوت المسموح للمقاومات المستخدمة في عملية انشاء التدريج .

حيث

R_1 : مقاومة تحديد التيار

R_2 : مقاومة ضبط الصفر المتغيرة

جهاز اوميتر نوع التوالي ذو تصميم شائع ويستعمل بصورة واسعة في الاجهزة النقالة للخدمات العامة فان له بعض المساوئ واهمها البطارية الداخلية التي تتضائل فولتيتها مع الزمن والعمر بحيث ينخفض تيار انحراف المقياس الكامل ولا يقرأ المؤشر القيمة صفرا عند عمل دائرة قصر بين النهايتين a , b .

مقاومة التوازي R_2 المتغيرة تجهز الضبط لمعاكسة التاثير الناتج من التغيير قي البطارية .

بالامكان جلب المؤشر الى انحراف المقياس الكامل ثانية بدون R_2 وذلك بضبط المقاومة R_1 ولكن هذا يسبب تغيير في التدريج على طول المقياس .

يعتبر ضبط R_2 الحل الامثل لان مقاومة التوازي المكافئة للمقاومة R_2 ومقاومة الملف R_m

تكون دائما واطئة مقارنة مع R_1 ولهذا السبب لا يؤثر تغيير R_2 اللازم للضبط على التدريج بدرجة كبيرة لكنها لا تعوض عن تاثير البطارية بمرور الزمن كليا .

تصميم الجهاز

الكمية الملائمة للاستعمال في تصميم جهاز اوميتر نوع التوالي هي قيمة R_x التي تسبب نصف انحراف المقياس الكامل وتعرف المقاومة عبر النهايتين a , b في هذا الموضع بانها مقاومة موضع نصف الانحراف R_h .

يمكن تحليل الدائرة اي معرفة قيم R_1 , R_2 من معرفة قيم تيار انحراف المقياس الكامل (I_{fsd})

والمقاومة الداخلية للحركة (R_m) وفولتية البطارية (E) والقيمة المرغوبة لمقاومة نصف الانحراف R_h .

يمكن الوصول الى التصميم من توصيل R_h لانه يسبب هبوط تيار المقياس الى ($\frac{1}{2} I_{fsd}$)

وهذا يعني ان المقاومة المجهولة يجب ان تساوي المقاومة الداخلية الكلية للاوميتر اي :-

$$R_h = R_1 + \frac{R_2 R_m}{R_2 + R_m}$$

$$R_1 = R_h - \frac{R_2 R_m}{R_2 + R_m} \quad \text{.....(1)}$$

Scanned by TapScanner

المقاومة الكلية الظاهرة للبطارية (للدائرة) تساوي ($2R_h$)

تيار البطارية اللازم لتجهيز نصف انحراف المقياس عندئذ يساوي :-

$$I_h = \frac{E}{2R_h}$$

ولانتاج تيار انحراف المقياس يجب ان يتضاعف تيار البطارية

$$I_t = 2I_h - 2 \times \frac{E}{2R_h}$$

$$I_t = \frac{E}{R_h} \quad \text{.....(2)}$$

=

$$I_2 = I_t - I_{fsd} \quad \text{..... (3)}$$

الفولتية عبر التوازي (E_{sh}) مساوية للفولتية عبر الحركة

$$E_{sh} = E_m$$

$$I_2 R_2 = I_m R_m$$

$$R_2 = I_m R_m / I_2 \quad \text{----------(4)}$$

بتعويض معادلة (٣) في معادلة (٤)

$$R_2 = I_{fsd} R_m / I_t - I_{fsd}$$

بتعويض معادلة (٢) في هذه المعادلة نعوض عن I_t

$$R_2 = \frac{Ifsd\ Rm}{\frac{E}{R_h} - Ifsd} = \frac{Ifsd\ Rm}{\frac{E - Ifsd\ R_h}{R_h}}$$

$$R_2 = \frac{Ifsd\ Rm\ R_h}{E - Ifsd\ R_h} \quad \text{----------(5)}$$

بهذه المعادلة رقم (٥) نجد قيمة المقامة R_2 بعد ذلك نعوض قيمتها في معادلة رقم (١) لايجاد قيمة المقاومة R_1 بعد ان تم ايجاد قيمة المقاومة R_2 .

$$R_1 = R_h - \frac{Ifsd\ R_m^2\ Rh}{E - Ifsd\ R_h} * \frac{E - Ifsd\ R_h}{Ifsd\ Rm\ Rh + Rm(E - Ifsd\ R_h}$$

Scanned by TapScanner

$$R_1 = R_h - \frac{Ifsd\ R_m^2\ Rh}{Ifsd\ Rm\ Rh + Rm E - Ifsd\ Rm\ Rh}$$

$$R_1 = R_h - \frac{Ifsd\ Rm\ Rh}{E}$$

مثال : يستعمل الاوميتر نوع التوالي الحركة الاساسية ذات مقاومة (50 Ω) وتيار انحراف المقياس الكامل (1mA) فاذا كانت فولتية البطارية الداخلية (3 V) وكانت قيمة المقاومة المرغوبة لانحراف نصف المقياس 2000Ω احسب : -

١ – قيم المقاومات R_1 , R_2

٢ – اعظم قيمة للمقاومة R_2 للتعويض عن هبوط في فولتية البطارية بقدار 10%

٣ – خطأ المقياس في موضع نصف الانحراف المرقم 2000 Ω عند وضع R_2 كما مبين في b

الحل :

١ – التيار الكلي للبطارية لانحراف المقياس الكامل يساوي :

$$I_t = \frac{E}{R_h} = = \frac{3V}{2000\Omega} = 1.5\ mA$$

عليه التيار المار في مقاوم ضبط الصفر R_2 يساوي

$$I_2 = I_t - I_{fsd} = 1.5\ mA - 1mA = 0.5\ mA$$

وتكون قيمة مقاوم ضبط الصفر R_2 تساوي

$$R_2 = I_m\ R_m / I_2 = 1mA \times 50\Omega / 0.5\ mA = 100\Omega$$

وتكون مقاومة التوازي المكافئة لمقاومة الحركة ومقاومة التوازي R_p

$$R_p = \frac{R2\ Rm}{R2 + Rm} = \frac{50*100}{150} = 33.3\ \Omega$$

قيمة مقاومة تحديد التيار R_1 تساوي :

$$R_1 = R_h - R_p = 2000\ \Omega - 33.3\Omega = 1966.7\ \Omega$$

٢ – عند هبوط البطارية بمقدار 10%

$$E = 3V - 0.3 = 2.7\ V$$

يصبح تيار البطارية الكلي I_t :

$$I_t = \frac{E}{R_h} = 2.7\ V / 2000\ \Omega = 1.35\ V$$

Scanned by TapScanner

الاسبوع الثاني

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٦. أنشطة تفاعلية صفية
٧. أسئلة عصف ذهني
٨. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٩. واجب بيتي
١٠. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

٤. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٥. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٦. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

ويكون تيار مقاومة التوازي I_2

$$I_2 = I_t - I_{fsd} = 1.35\ mA - 1mA = 0.35\ mA$$

اما مقاومة ضبط الصفر R_2 تصبح

$$R_2 = \frac{Ifsd\ Rm}{I2} = \frac{1mA * 50\Omega}{0.35mA} = 143\ \Omega$$

٣ – تصبح مقاومة التوازي المكافئة لمقاومة الحركة والقيمة الجديدة للمقاومة R_2 مساوية للقيمة

$$R_p = \frac{R2\ Rm}{R2 + Rm} = \frac{50 * 143}{143 + 50} = 37\Omega$$

بما ان مقاومة نصف انحراف المقياس الكامل R_h تساوي المقاومة الداخلية الكلية للدائرة ، لذا تزداد R_h الى : -

$$R_h = R_1 + R_p = 1966.7\ \Omega + 37\ \Omega = 2003.7\ \Omega$$

اذن تصبح المقاومة الحقيقية لترقيم نصف انحراف المقياس على الجهاز(2003.7 Ω) بينما كانت القيمة الاصلية للترقيم (2000 Ω) لذا فان النسبة المئوية للخطا تساوي : -

$$\%\ Error\ \frac{2000 - 2003.7}{2003.7} * 100\% = -0.185\ \%$$

تدل الاشارة السالبة على كون قراءة المقياس اوطأ من القراءة التي يسجلها (القراءة الحقيقية اوطأ اقل نت القراءة التي يسجلها المقياس) والسبب في ذلك هو هبوط البطارية بمقدار % 10 .

المعهد التقني / العمارة **المادة : اجهزة قياس / الثاني**

قسم التقنيات الالكترونية المدرس : م.م كريم قاسم سدخان

قنطرة وتستون Wheatstone Bridge

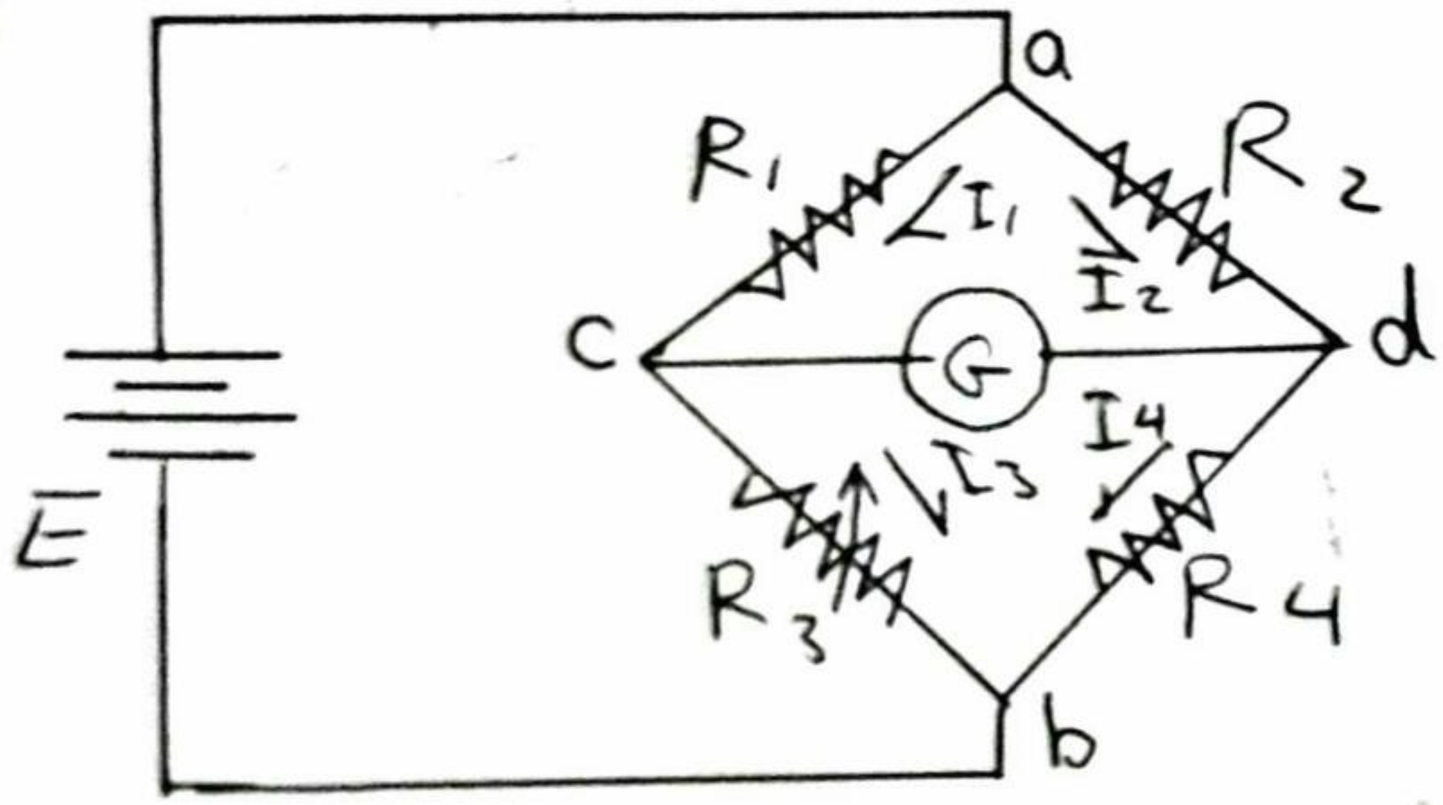
مبدأ العمل الاساسي Basic Operation

تتكون القنطرة من أربع أذرع مقاومية ومصدر قوة دافعة كهربائية (بطارية) وكاشف صفري ويكون الكاشف عبارة عن كلفانوميتر او اي مقياس حساس للتيار الكهربائي .

يعتمد التيار المار في الكلفانوميتر على فرق الجهد بين النقطتين c , d ويقال عن القنطرة بانها متزنة عندما يكون فرق الجهد عبر الكلفانوميتر مساويا للصفر بحيث لا يسري اي تيار في

Scanned by TapScanner

الكلفانوميتر ، تحدث هذه الحالة عندما تكون الفولتية من نقطة c الى نقطة a مساوية للفولتية من نقطة d الى نقطة a كذلك بالنسبة للطرف الأخر .



الرسم التخطيطي المبسط لدائرة قنطرة وتستون

أذن تتزن القنطرة عندما : -

$E_{ac} = E_{ad}$

$I_1 R_1 = I_2 R_2$ ---------- ---------- (1)

عندما يكون تيار الكلفانوميتر مساويا للصفر فان الحالة التالية تكون صحيحة ايضا : -

$$I_1 = I_3 = \frac{E}{R_1+R_3} \quad ----------(2)$$

وكذلك :-

$$I_2 = I_4 = \frac{E}{R_2+R_4} \quad ----------(3)$$

بحل المعادلات ١،٢،٣ نعوض عن I_2, I_2 من معادلة ٢، ٣ في معادلة ١

$$\frac{R_1 E}{R_1+R_3} = \frac{R_2 E}{R_2+R_4}$$

بضرب الوسطين = الطرفين

$$R_1 R_2 + R_1 R_4 = R_1 R_2 + R_2 R_3$$

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \quad ---------(4)$$

المعادلة رقم (٤) التعبير المعروف لاتزان قنطرة وتستو نفاذا كان قيم ثلاث مقاومات معروفة يمكن ايجاد القيمة الرابعة من المعادلة (٤) .

Scanned by TapScanner

المعادلة رقم (٤) التعبير المعروف لاتزان قنطرة وتستو نفاذا كان قيم ثلاث مقاومات معروفة يمكن ايجاد القيمة الرابعة من المعادلة (٤) .

اذا كانت المقاومة R_4 هي المجهولة فيمكن التعبير عن مقاومتها R_X بدلالة المقاومات الباقية كما يلي : -

$$R_X = R_3 \frac{R2}{R1}$$

تسمى المقاومة R_3 الذراع القياسي والمقاومتان R_1 , R_2 تسميان ذراعي النسبة .

لا يعتمد قياس المقاومة المجهولة R_X على مميزات وتدريج الكلفانوميتر المستخدم للانحراف الصفري شرط ان تكون للكاشف الصفري الحساسية الكافية لتاشير وضع اتزان القنطرة بدرجة عالية من الدقة المطلوبة ويعتمد القياس على دقة المقاومات الثلاثة المعلومة.

أخطاء القياس في قنطرة وتستون

١ – أخطاء المقاومات الثلاثة المعلومة .

٢ – الحساسية غير الكافية للكاشف الصفري .

٣ – التغيير الحاصل في مقاومات اذرع القنطرة بسبب تاثير التسخين الناتج من مرور التيار خلال المقاومات لان تاثير التسخين ($I^2 R$) يغير مقاومية المقاومة .

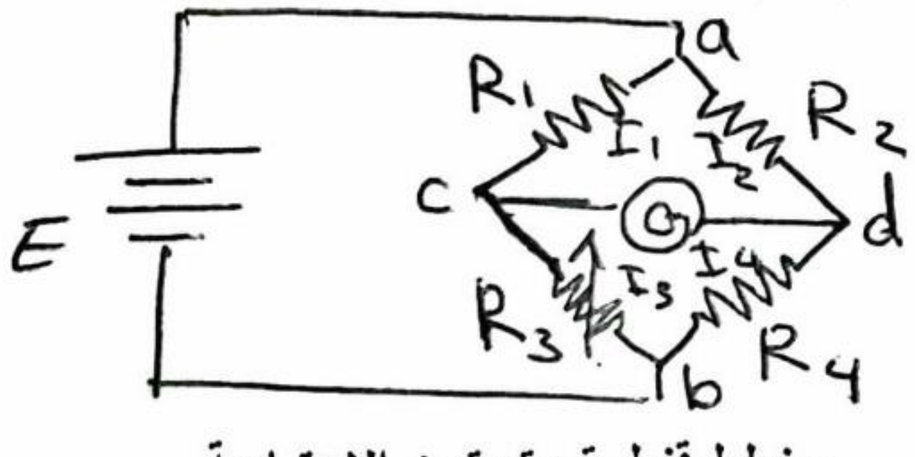
٤ – القوة الدافعة الكهربائية الحرارية في دائرة القنطرة او دائرة الكلفانوميتر تسبب بعض المشاكل عند قياس المقاومات الواطئة القيمة .

٥ – الاخطاء الناتجة عن قيم مقاومات اسلاك التوصيل واطرافها (Leads) وكذلك نقاط التماس الخارجية لهذه تاثير كبير عند قياس المقاومات الواطئة جدا .

تستعمل القنطرة للقياسات الدقيقة للمقاومات التي تتراوح قيمها من 1Ω الى بعض المديات الواطئة للميكا أوم .

دائرة ثفنن المكافئة Thevenin Equivalent Circuit

لتحديد ما اذا كان للكلفانوميتر الحساسية المطلوبة لكشف حالة عدم الاتزان ام لا يكون من الضروري حساب تيار الكلفانوميتر .



مخطط قنطرة وتستون الاعتيادية

Scanned by TapScanner

$$E_{cd} = E_{ac} - E_{ad}$$

$$E_{cd} = I_1 R_1 - I_2 R_2 \text{ ----------(1)}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1+R_3} \text{ ---------(2)}$$

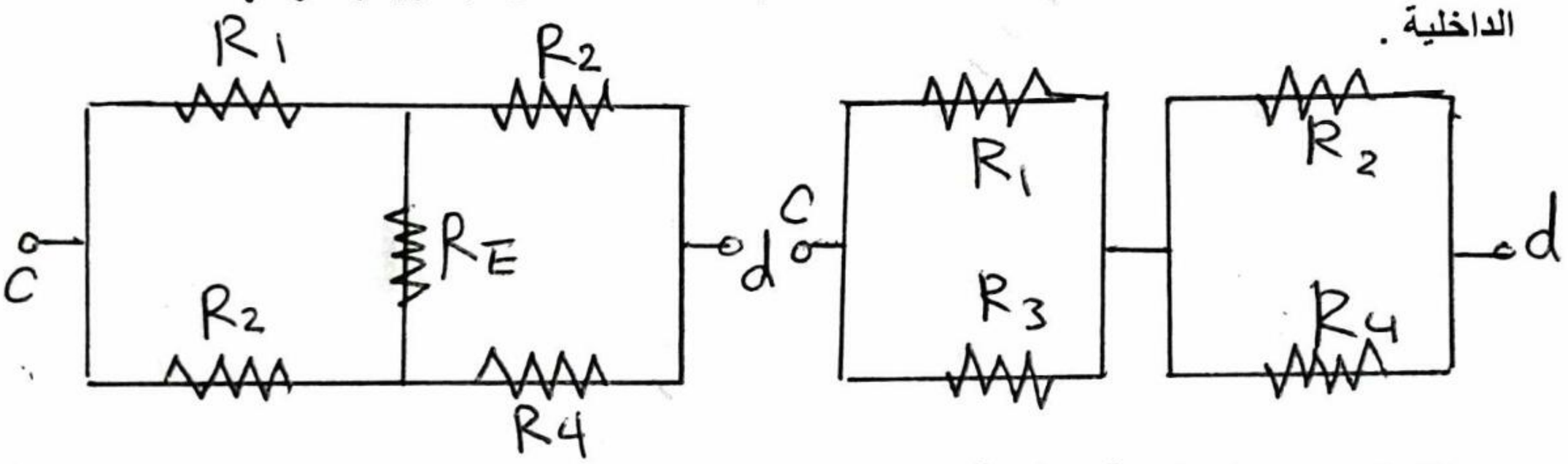
$$I_2 = \frac{E}{R_2+R_4} \text{ ---------(3)}$$

نعوض عن I_2 , I_1 في معادلة (١)

$$E_{cd} = \frac{R_1 E}{R_1+R_3} = \frac{R_2 E}{R_2+R_4}$$

$$E_{th} = E_{cd} = E \left(\frac{R_1}{R_1+R_3} - \frac{R_2}{R_2+R_4} \right)$$

لايجاد مقاومة ثفنن المكافئة بالنظر عبر الطرفين c , d والتعويض من البطارية بمقاومتها الداخلية .



الشكل بعد اهمال مقاومة البطارية واعتبارها صفرا الشكل مع مقاومة البطارية R_E

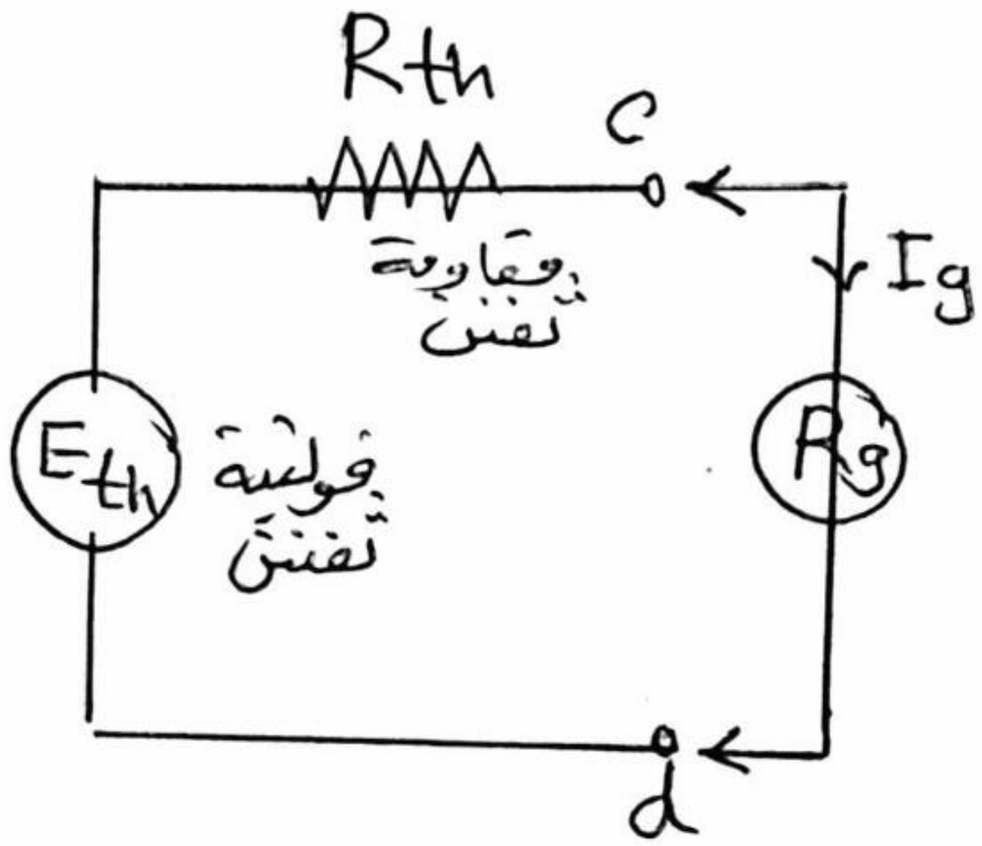
يمكن اهمال المقاومة الداخلية الواطئة جدا للبطارية مما يسهل تبسيط الدائرة الى مكافئ ثفنن البسيط المعروف .

مقاومة ثفنن تصبح : -

$$R_{th} = \frac{R_1 R_3}{R_1+R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2+R_4}$$

Scanned by TapScanner

مكافئ ثفنن



المخطط التوضيحي لمكافئ ثفنن

$$I_g = \frac{E_{th}}{R_{th}+R_g}$$

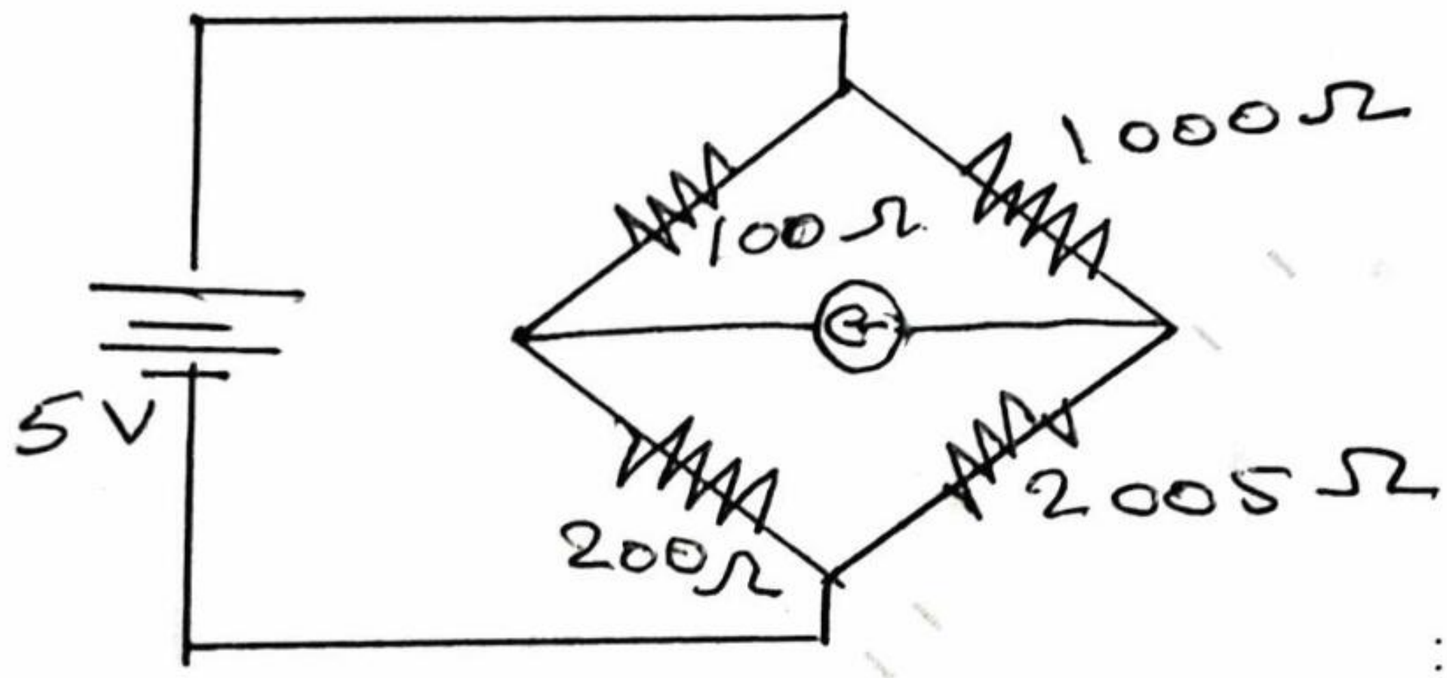
حيث :

I_g : تيار الكلفانوميتر

R_g : مقاومة الكلفانوميتر الداخلية

Scanned by TapScanner

مثال ١: في الشكل ادناة الرسم التخطيطي لقنطرة وتستون مع قيم مكونات القنطرة فاذا كانت فولتية البطارية (5V) مع اهمال مقاومتها الداخلية وكانت حساسية التيار للكلفانوميتر (10 μA / mm) ومقاومته الداخلية 100Ω ، احسب انحراف الكلفانوميتر الذي تسببه مقاومة عدم الاتزان مقدرها 5Ω في الذراع الرابع .



الحل :

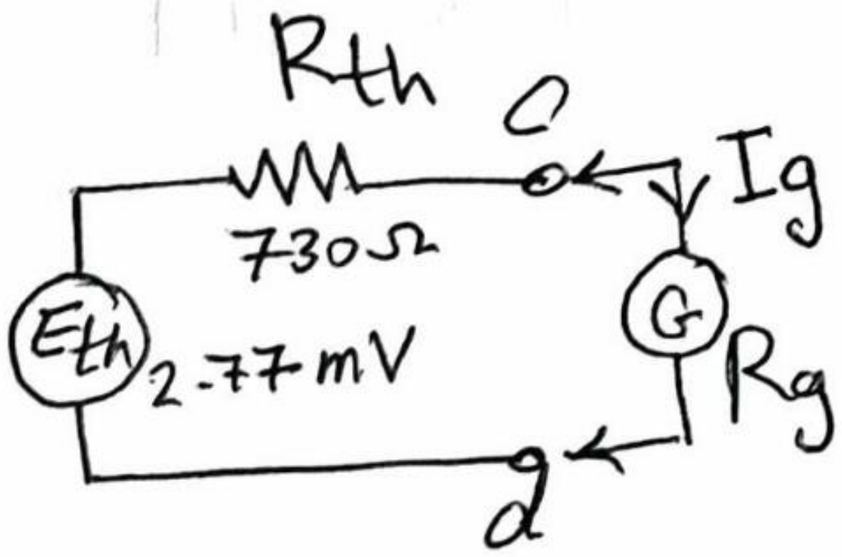
$$E_{th} = \mathrm{E}\ \left(\frac{R_1}{R_1+R_3} - \frac{R_2}{R_2+R_4}\right)$$

$$=5\mathrm{V}\left(\frac{100}{100+200} - \frac{1000}{1000+2005}\right) = 2.77mV$$

$$\mathrm{R_{th}} = \frac{R_1R_3}{R_1+R_3} + \frac{R_2R_4}{R_2+R_4}$$

$$= \frac{100\cdot200}{100+200} + \frac{1000\cdot2005}{1000+2005}$$

$$=730\Omega$$



$$\mathrm{I_g} = \frac{E_{th}}{R_{th}+R_g} = \frac{2.77mV}{730+100} = 3.3\ \mu A$$

الانحراف للكلفانوميتر $\mathrm{d = 3.3\ \mu A * 10\ mm / \mu A = 33\ mm}$

مقدار انحراف الكلفانوميتر عندما تكون مقاومته الداخلية $\mathrm{Rg = 100\Omega}$

Scanned by TapScanner

الاسبوع الثالث

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

١١. أنشطة تفاعلية صفية
١٢. أسئلة عصف ذهني
١٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
١٤. واجب بيتي
١٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

٧. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٨. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٩. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

مثال ٢ : اذا تم تبديل الكلفانوميتر المستعمل في المثال ١ بآخر مقاومته الداخلية (500Ω) وحساسية التيار 1mm / μA . بفرض انه يمكن ملاحظة انحراف مقدارة (1mm) على مقياس الكلفانوميتر ، اوجد ما اذا كان هذا الكلفانوميتر الجديد قادرا على كشف حالة عدم الاتزان التي تسببها المقاومة (5Ω) في الذراع الرابع ؟

بما ثوابت القنطرة لم تتغير ، فان الدائرة المكافئة تبقى بفولتية ثفنن (2.77 mV) ومقاومة ثفنن (730 Ω) يتم الان توصيل الكلفانوميتر الجديد عبر طرفي الاخراج لاستخراج تيار الكلفانوميتر .

$$I_g = \frac{E_{th}}{R_{th}+R_g} = \frac{2.77mV}{730\Omega+500\Omega} = 2.25\mu A$$

وعليه فان انحراف الكلفانوميتر d يساوي

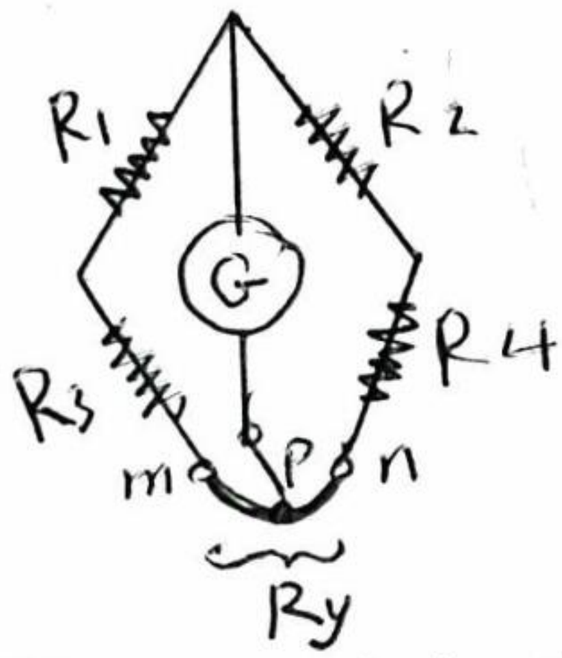
d = 2.25 μA * 1 mm / μA = 2.25 mm

الكلفانوميتر يظهر انحراف يمكن ملاحظته بسهولة لانه يظهر الانحراف الى حد (1mm) كما ورد في المثال اعلاه .

قنطرة كلفن Kelvin Bridge

تأثير اسلاك التوصيل

تمثل قنطرة كلفن تعديلا محسنا لقنطرة وتستون وتجهز زيادة كبيرة في دقة قياس المقاومات الواطئة القيمة بصورة عامة اقل من 1Ω . انظر الى الشكل في ادناة : -



R_y : هي مقاومة اسلاك التوصيل وقد وضعت بين المقاومة R_3 والمقاومة R_X

هنالك احتمالان لتوصيل الكلفانوميتر :

الاول : الى نقطة m والثاني : الى نقطة n

Scanned by TapScanner

١ – عند توصيل الكلفانوميتر الى نقطة m تضاف مقاومة الموصل R_Y الى المقاومة المجهولة R_X منتجة بذلك قيمة عالية للمقاومة R_X .

٢ – عند توصيل الكلفانوميتر الى نقطة n تضاف مقاومة الموصل R_Y الى الذراع R_3 وتكون نتيجة القياس للمقاومة R_x أوطأ مما يجب ان تكون لان القيمة الحقيقية للمقاومة R_3 تكون في هذه الحالة اعلى من قيمتها الاسمية بمقدار R_Y .

اذا تم توصيل الكلفانوميتر الى نقطة p بين النقطتين n , m بالطريقة التي تكون فيها النسبة بين المقاومة من n الى p والمقاومة من m الى p مساوية للنسبة بين المقاومتين R_1 , R_2

فيمكننا كتابة المعادلة :

$$\frac{R_{np}}{R_{mp}} = \frac{R_2}{R_1}$$

حاصل ضرب الوسطين = حاصل ضرب الطرفين

$$R_{np} = \frac{R_2 R_{mp}}{R_1} \text{----------(1)}$$

معادلة اتزان القنطرة (المعادلة العامة) تصبح : -

$$R_X + R_{np} = \frac{R_2}{R_1} (R_3 + R_{mp}) \text{----------(2)}$$

بحل المعادلتين نعوض عن R_{np} من معادلة (١) في معادلة (٢)

$$R_X + \frac{R_2}{R_1} R_{mp} = \frac{R_2}{R_1} (R_3 + R_{mp})$$

$$R_X + \frac{R_2}{R_1} R_{mp} = \frac{R_2}{R_1} R_3 + \frac{R_2}{R_1} R_{mp}$$

$$R_X = \frac{R_2}{R_1} R_3$$

وهي المعادلة العامة لقنطرة وتستون وبذلك تم التخلص من مقاومة اسلاك التوصيل ونقاط الاتصال .

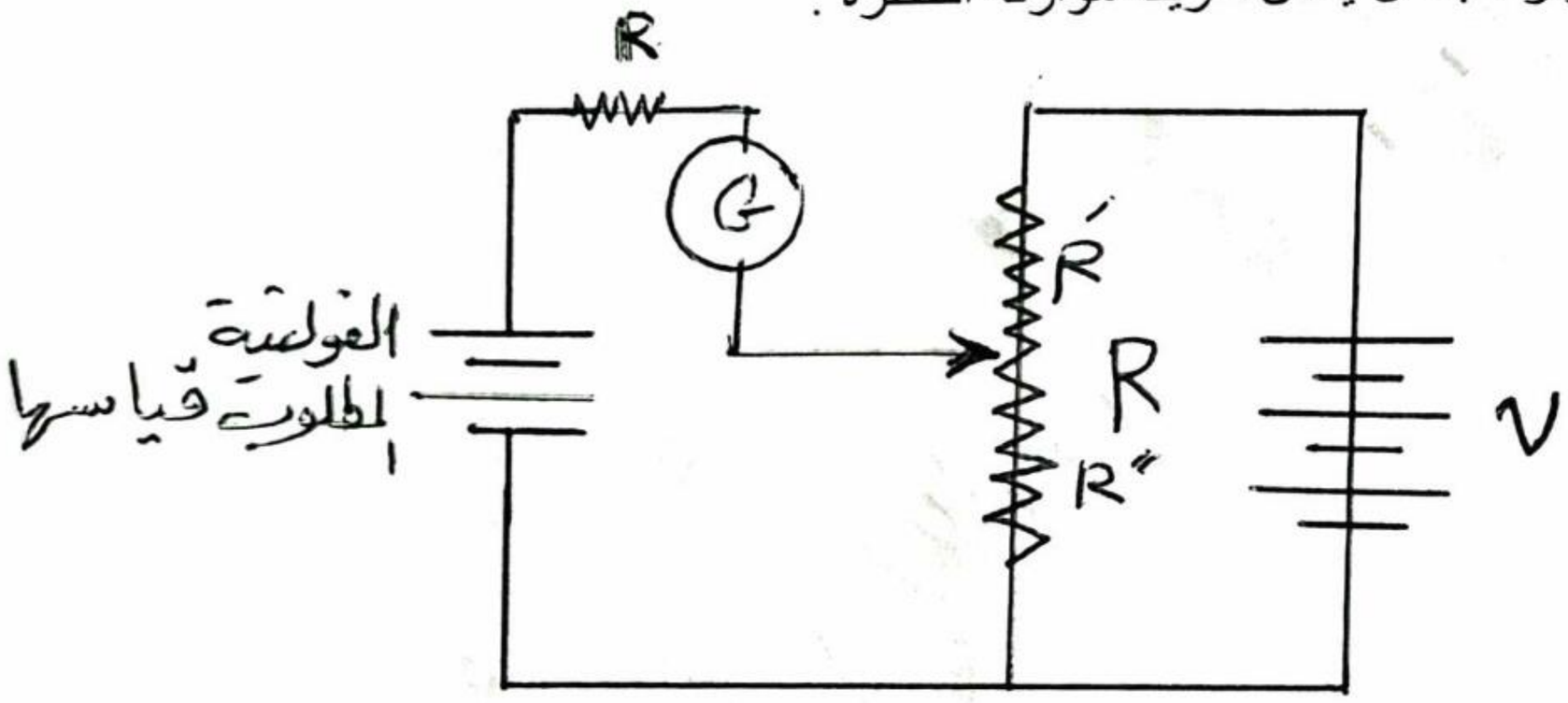
Scanned by TapScanner

المجهاد Potentiometer

تعريف : يعتبر المجهاد كوسيلة لقياس الفولتية بينما يمكنه اظهار ممانعة عالية لمصدر الفولتية المراد اختباره ، لا يعتبر المجهاد كقنطرة لكنه يملك دائرة تصبح مماثلة لقنطرة وتستون عند استعمال نظرية الدوائر البسيطة .

تكون المقاومة المتغيرة (R) ذات درجة دقة عالية بحيث يمكن وضعها بدقة على اية قيمة ، يتم ضبط المقاومة بحيث لا يسري اي تيار في او خلال الكلفانوميتر .

تتم الموازنة بشكل يماثل طريقة موازنة القنطرة .



المجهاد والمصدر المراد قياسة

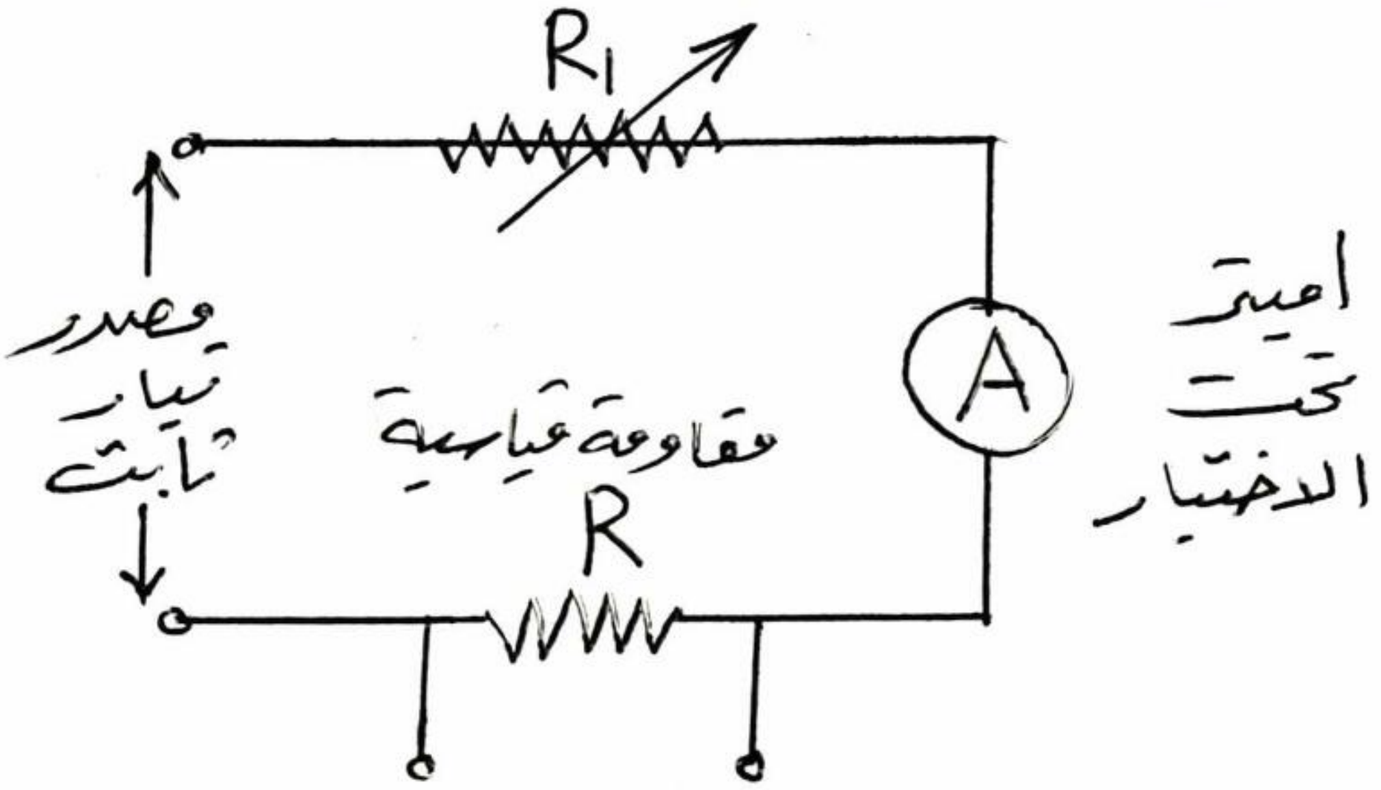
يمكن تحديد عدة مميزات مهمة للمجهاد عند النقطة التي لا يسري فيها تيار حيث بسبب عدم سريات التيار او على الاقل سريان تيار صغير جدا من او الى مصدر الفولتية المراد قياسة او اختبارة حيث يمكن اعتبار الدائرة المكافئة للمجهاد كممانعة عالية جدا .

يحتوي المجهاد عندما يكون في حالة اتزان على فولتية مساوية بالضبط لفولتية المصدر المراد اختبارة وهذه هي الخاصية التي يبنى عليها عمل المجهاد .

معايرة اميتر التيار المستمر Calibration of dc ammeter

يمكن معايرة اميتر التيار المستمر بسهولة باستخدام الترتيب ادناه ، نستخرج قيمة التيار المار خلال الاميتر المراد معايرتة بقياس فرق الجهد عبر المقاومة القياسية بطريقة المجهاد ومن ثم حساب التيار بقانون اوم ، بعدها نقارن نتيجة هذه الحسابات مع القراءة الحقيقية للاميتر المراد معايرته والموصول في الدائرة .

Scanned by TapScanner

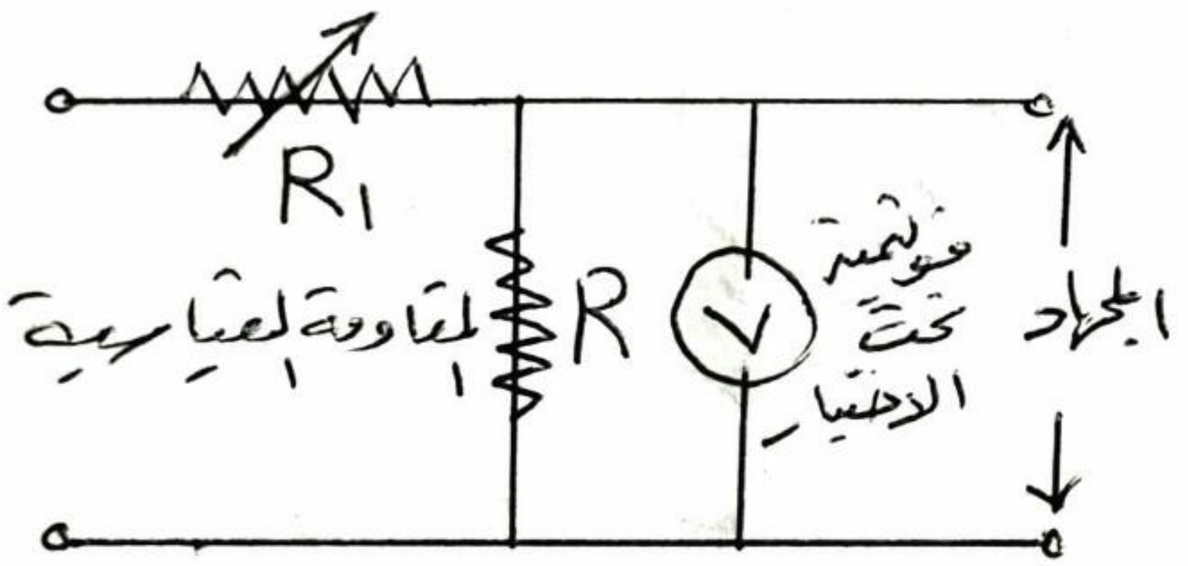


المقاومة (R) قياسية ذات دقة عالية اي ان نسبة الخطأ في هذه المقاومة قليلة جدا

يجب استخدام مجهز قدرة ذات دقة عالية للحصول على مصدرا جيدا ذا تيار ثابت .

توضع مقاومة متغيرة في الدائرة للسيطرة على التيار والحصول على اية قيمة مرغوبة لتدريج نقاط مختلفة على مقياس الاميتر.

معايرة فولتميتر التيار المستمر باستخدام المجهاد Calibration of DC Voltmeter



طريقة المجهاد لتدريج فولتميتر التيار المستمر

- تقاس الفولتية عبر مقاومة الهبوط R بدقة بواسطة المجهاد .
- يربط المقياس المراد تدريجة عبر نفس النقطتين مثل المجهاد الذي يجب ان يقرأ حينئذ نفس الفولتية .
- توضع مقاومة متغيرة في الدائرة للسيطرة على كمية التيار ومن ثم السيطرة على الهبوط عبر المقاومة R لكي يتم تدريج عدة نقاط على المقياس المدرج للفولتميتر .
- يمكن معايرة الفولتميترات المختبرية بطريقة الشكل اعلاه الى دقة بحدود (0.01%) التي تتجاوز الدقة الاعتيادية لحركة دي آرسونفال .

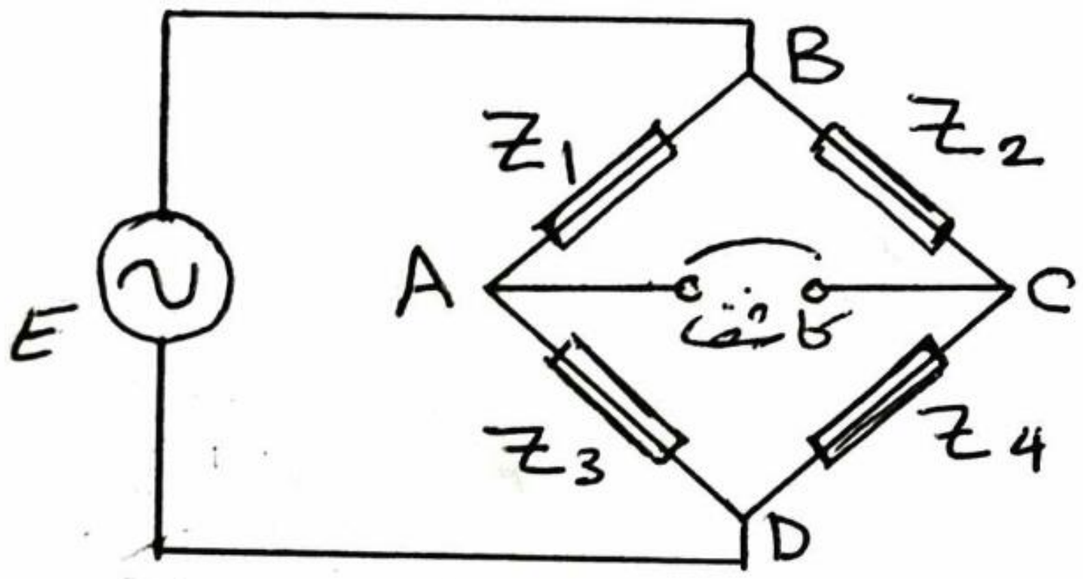
Scanned by TapScanner

قناطر التيار المتناوب AC Bridges

تعتبر قنطرة التيار المتناوب امتداد طبيعي لقنطرة التيار المستمر وتتكون من اربعة اذرع ومصدر الاثارة والكاشف الصفري .

يجهز مصدر القدرة فولتية متناوبة في التردد المطلوب حيث يمكن استخدام خطوط القدرة الاعتيادية كمصادر تجهيز لقياس الترددات الواطئة بينما يستخدم المذبذب كمصدر تجهيز فولتية الاثارة للترددات العالية .

اما الكاشف الصفري فيجب ان يستجيب لتيارات عدم الاتزان المتناوبة وقد يكون زوج من سماعات الاذن او يكون في بعض التطبيقات مكبر AC ذي مقياس اخراج



الشكل العام لقنطرة التيار المتناوب

تم تمثيل اذرع القنطرة Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 بممانعات غير محددة القيمة بينما مثل الكاشف الصفري بسماعات الاذن .

تحصل حالة اتزان القنطرة عندما تكون استجابة الكاشف مساوية للصفر او تكون قراءة المؤشر صفرا ويتم تنظيم الاتزان للحصول على الاستجابة الصفرية بتغيير ذراع او اكثر من اذرع القنطرة .

يمكن الحصول على المعادلة العامة لاتزان القنطرة باستخدام التمثيل المركب للممانعات الموجودة في دائرة القنطرة ويمكن ان تكون الكميات المركبة ممانعات او مسامحات اضافة الى الفولتيات والتيارات .

يتطلب شرط اتزان القنطرة ان يكون فرق الجهد بين نقطة A ونقطة C مساويا للصفر .
تحدث هذه الحالة عندما يكون هبوط الجهد من A الى B مساويا لهبوط الجهد من B الى C في المقدار والطور .

Scanned by TapScanner

الاسبوع الرابع

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

١٦. أنشطة تفاعلية صفية
١٧. أسئلة عصف ذهني
١٨. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
١٩. واجب بيتي
٢٠. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١٠. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
١١. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
١٢. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

يمكن كتابة ذلك بالتمثيل المركب كما يلي : -

$E_{BA} = E_{BC}$

$I_1 Z_1 = I_2 Z_2$ ---------- (1)

عندما يكون الكاشف صفرا

$I_1 = I_3 = \frac{E}{Z_1+Z_3}$ ---------- (2)

$I_2 = I_4 = \frac{E}{Z_2+Z_4}$ ---------- (3)

بتعويض المعادلة (٢) والمعادلة (٣) في المعادلة (١)

$\frac{E}{Z_1+Z_3} * Z1 = \frac{E}{Z_2+Z_4} * Z2$

$\frac{E}{Z_1+Z_3} * Z_1 = \frac{E}{Z_2+Z_4} * Z_2$

$Z_1 Z_2 = Z_1 Z_4 = Z_1 Z_2 = Z_2 Z_4$

$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_4$

وهي المعادلة العامة للقنطرة .

عند استعمال المسامحات بدل الممانعات تكون المعادلة : -

$Y_1 Y_4 = Y_2 Y_3$

المسامحة مقلوب الممانعة ونستعمل هذه المعادلة عندما تكون مكونات متوازية في اذرع القنطرة

تدل المعادلة العامة على ان حاصل ضرب الممانعات للذراعين المتقابلين يساوي حاصل ضرب الزوج الاخر من الممانعات للذراعين المتقابلين الاخرين .

عند استعمال تمثيل الممانعات بالصيغة القطبية بدل المركبة اي نرمز لكل ممانعة كما يلي : -

$Z = Z \angle \emptyset$ حيث تمثل Z مقدار الممانعة و $\emptyset$ زاوية الطور للمانعة وبذلك يمكن اعادة كتابة المعادلة العامة للقنطرة بالصيغة الآتية : -

$$(Z_1 \angle \emptyset_1)(Z_4 \angle \emptyset_4) = (Z_2 \angle \emptyset_2)(Z_3 \angle \emptyset_3)$$

عند ضرب الاعداد المركبة في بعضها تضرب المقادير بينما نجمع زوايا الطور مع بعضها البعض لذا يمكن كتابة المعادلة بالصيغة : -

Scanned by TapScanner

$$Z_1 Z_4 \angle \emptyset_1 + \emptyset_4 = Z_2 Z_3 \angle \emptyset_2 + \emptyset_3$$

من خلال هذه المعادلة يتبين انه يجب تحقق شرطين بصورة متزامنة لموازنة قنطرة التيار المتناوب : -

الشرط الاول : يجب تحقق مقادير الممانعات العلاقة التالية : $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

الشرط الثاني : ان تحقق زوايا الطور للممانعات العلاقة التالية :

$$\angle \emptyset_1 + \angle \emptyset_4 = \angle \emptyset_2 + \angle \emptyset_3$$

يجب ان يكون مجموع زوايا الطور للاذرع لممانعات الاذرع المتقابلة متساويا .

يمكن تطبيق شرطي موازنة القنطرة (الممانعات + زوايا الطور) عندما تكون ممانعات اذرع القنطرة ممثلة بالصيغة القطبية اي مقدار وزاوية طور .

مثال : اذا كانت ممانعات اذرع قنطرة تيار متناوب كما يلي : -

$Z_1 = 100\,\Omega \angle 80$, $Z_2 = 250\Omega$, $Z_3 = 400\Omega \angle 30$, $Z_4 = ?$

اوجد ثوابت الذراع المجهول؟

الحل : يتطلب الشرط الاول لموازنة القنطرة ان يكون : - $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

$$Z_4 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_1} = \frac{250*400}{100} = 1000\Omega$$

يتطلب الشرط الثاني لموازنة القنطرة ان يكون : - مجموع زوايا الطور للاذرع المتقابلة متساوية : $\angle \emptyset_1 + \angle \emptyset_4 = \angle \emptyset_2 + \angle \emptyset_3$

$$\angle \emptyset_4 = \angle \emptyset_2 + \angle \emptyset_3 - \angle \emptyset_1$$

$$\angle \emptyset_4 = 0 + 30 - 80 = -50$$

اذن الممانعة المجهولة Z_4 بالصيغة الفطبية $Z_4 = 1000\Omega \angle -50$

وتدل الاشارة السالبة على ان الممانعة المجهولة سعوية ومن المحتمل ان تكون مقاومة على التوالي مع متسعة . اذا كانت الاشارة سالبة تدل على وجود ملف في الذراع المجهول وعدم وجود زاوية يدل على المقاومة النقية .

Scanned by TapScanner

تصبح المسالة اكثر تعقيد عند معرفة قيم مكونات اذرع القنطرة ويتطلب استخراج قيم ممانعاتها بالصيغة المركبة في هذه الحالة يمكن حساب قيم المفاعلة الحثية والسعوية عند معرفة تردد فولتية الاثارة فقط .

مثال : في قنطرة التيارالمتناوب ادناة اذا كان الذ راع AB يتكون من مقاومة نقية قيمتها مقاومة 450Ω والذراع BC مقاومة 300Ω على التوالي مع متسعة C = 0.265 µf

والذراع CD مجهول والذراع DA يتكون من مقاومة قيمتها 200Ω على التوالي مع محاثة L = 15.9 mH ، فاذا كان تردد المصدر 1KHZ ، اوجد ثوابت الذراع CD ؟

الحل :

المعادلة العامة لاتزان قنطرة التيار المتناوب $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

$Z_1 = R = 450\Omega$

$Z_2 = R - \frac{j}{w_c} = 300 - j\,600$

$Z_3 = R + Jwl = 200 + j100$

$Z_4 = ؟$

$$Z_4 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_1} = \frac{450\,(200+J100)}{(300-J\,600)} = J\,150$$

تدل النتيجة على ان الممانعة هي عبارة عن محاثة نقية مفاعلتها الحثية 150Ω اي X_L عند التردد 1KHZ

لايجاد قيمة المحاثة

$X_L = 2\prod FL$

$150 = 2 * 3.14 * 1000 * L_x$

$L_X = 23.9\ mH$

Scanned by TapScanner

الاسبوع الخامس

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

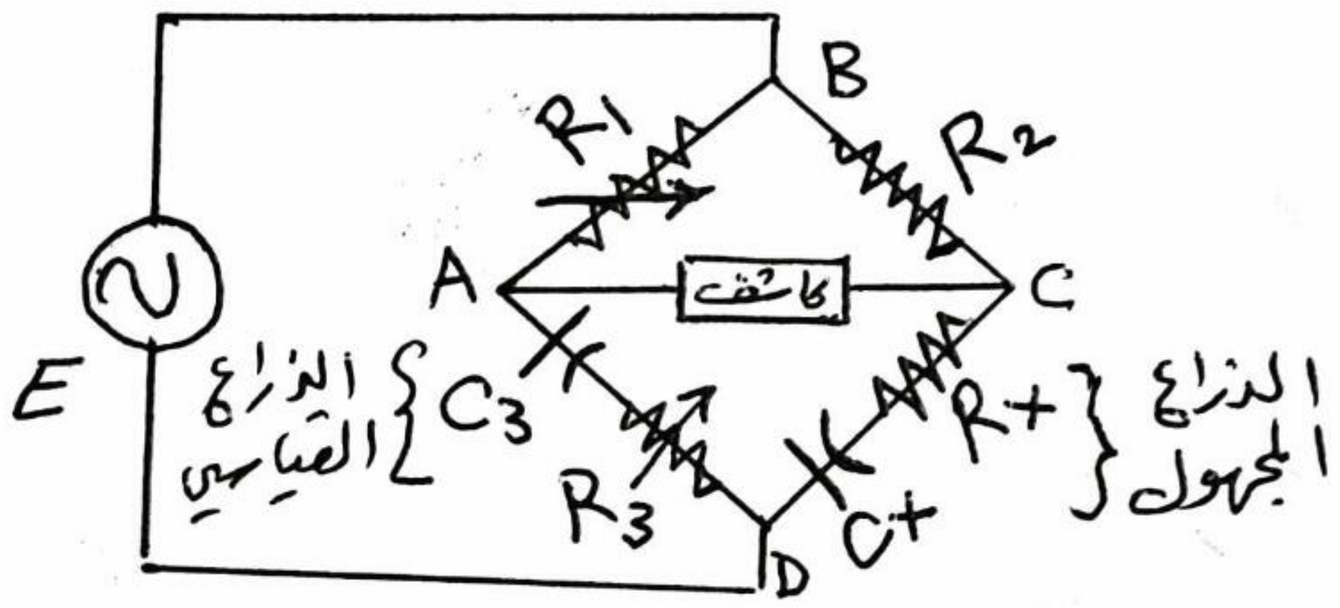
٢١. أنشطة تفاعلية صفية
٢٢. أسئلة عصف ذهني
٢٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٢٤. واجب بيتي
٢٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١٣. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
١٤. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
١٥. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

قنطرة مقارنة السعة

يمكن استعمال قنطرة التيار المتناوب بشكلها الاساسي في قياس المحاثة او السعة المجهولة القيمة بمقارنتها مع محاثة او سعة معلومة القيمة .



القنطرة الاساسية لمقارنة السعة

يتكون كل من ذراعي النسبة من مقاومة نقية وهي R_1 , R_2 ، اما الذراع القياسي فيتكون من متسعة C_3 على التوالي مع R_3 حيث C_3 متسعة قياسية معلومة القيمة عالية النوعية و R_3 مقاومة متغيرة بينما تمثل C_X السعة المجهولة و R_X مقاومة التسرب لهذه المدرسة .

لكتابة معادلة التوازن : - نعوض عن الممانعات للاذرع بالصيغة المركبة وكما يلي :-

$$Z_1 = R_1$$

$$Z_2 = R_2$$

$$Z_3 = R_3 - \frac{j}{WC_3}$$

$$Z_4 = R_X - \frac{j}{WC_x}$$

نعوض هذه القيم في المعادلة العامة لقنطرة التيار المتناوب : $\mathbf{Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3}$

$$R_1 \left(R_X - \frac{j}{WC_x}\right) = R_2 \left(R_3 - \frac{j}{WC_3}\right)$$

$$R_1 R_X - \frac{jR_1}{WC_x} = R_2 R_3 - \frac{jR_2}{WC_3}$$

$$R_1 R_X = R_2 R_3$$

الحقيقي = الحقيقي

Scanned by TapScanner

$$R_X = \frac{R2}{R1} R3 \text{ ----------(1)}$$

$$\frac{jR_1}{WC_x} = \frac{jR_2}{WC_3}$$

الخيالي = الخيالي

$$C_x = C_3 \frac{R_1}{R_2} \text{ ----------(2)}$$

المعادلتان ١ ، ٢ اعلاه هما شرطا اتزان القنطرة اللذين يجب ان يتزامنا سوية وبذلك نجد قيم R_X ، C_x المجهولتين .

لتحقيق التوازن (توازن القنطرة) يجب ان تحتوي القنطرة على عنصرين متغيرين .

يمكن اختيار اي عنصرين من العناصر الاربعة في القنطرة .

يجب ان تكون C_x متسعة عالية الدقة ذات قيمة ثابتة لا تحتاج ضبط .

بما اننا نقيس متسعة مجهولة تاثيرها المقاومي صغير جدا يجب اجراء التنظيم الاول للعنصر السعوي حيث يتم اولا ضبط R_1 لاقل صوت في سماعة الاذن المستخدمة ككاشف .

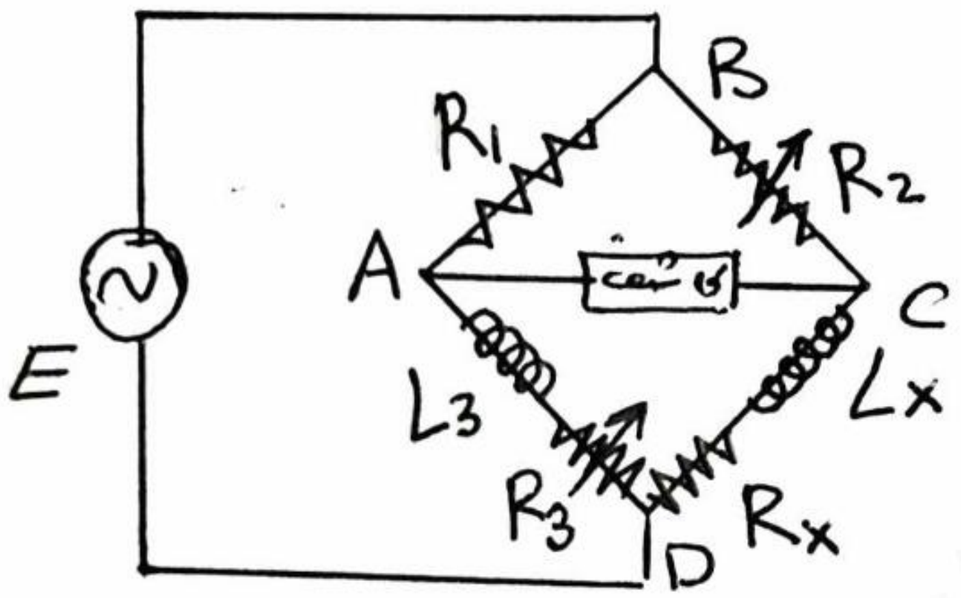
ثم تغير R_3 لكي يقل الصوت اكثر في سماعة الاذن حيث يتم ضبط الجزء المقاومي وينخفض الصوت وهكذا بتنظيم R_1 , R_3 نحصل على حالة التوازن دون ان يكون التردد(تردد المصدر) له تاثير .

Scanned by TapScanner

قنطرة مقارنة المحاثة

يشبه الترتيب قنطرة مقارنة السعة .

يتم ايجاد المحاثة المجهولة بمقارنتها مع محث قياسي معلوم القيمة .



قنطرة مقارنة المحاثة

المعادلة العامة لقنطرة التيار المتناوب: $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

$Z_1 = R_1$

$Z_2 = R_2$

$Z_3 = R_3 + JwL_3$

$Z_4 = R_X + JwL_X$

نعوض هذه القيم في المعادلة العامة اعلاة : $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

$R_1 (R_X + JwL_X) = R_2 (R_3 + JwL_3)$

$R_1 R_X + JwL_X R_1 = R_2 R_3 + JwL_3 R_2$

الحقيقي = الحقيقي

$R_1 R_X = R_2 R_3$

$$R_X = \frac{R2}{R1} R_3 \text{ ----------(1)}$$

Scanned by TapScanner

الخيالي = الخيالي

$$JwL_XR_1 = JwL_3R_2$$

$$L_XR_1 = L_3R_2$$

$$L_X = \frac{R_2}{R_1} \; L_3 \quad \text{----------(2)}$$

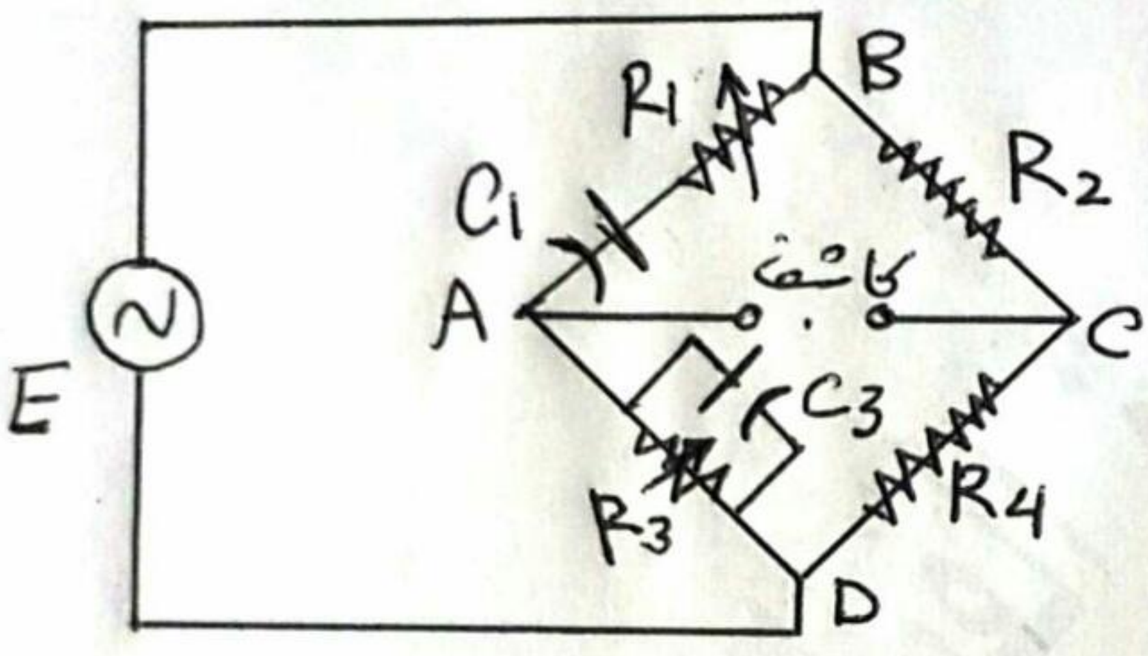
المعادلتان ١ ، ٢ شرطا اتزان القنطرة

- يتم اختيار R_2 للسيطرة على الموازنة الحثية .
- يتم اختيار R_3 للسيطرة على الموازنة المقاومية .

Scanned by TapScanner

قنطرة وين Wien Bridge

هي احدى اهم قناطر التيار المتناوب وهي احدى طرق قياس التردد المجهول .



مخطط قنطرة وين

$$Z_1 = R_1 - \frac{j}{wc_1}$$

$$Z_2 = R_2$$

$$Z_3 = \frac{1}{Y_3} \qquad Y_3 = \frac{1}{R_3} + jwc_3$$

$$Z_4 = R_4$$

نعوض القيم في المعادلة العامة لقنطرة التيار المتناوب $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

نعوض في هذه المعادلة $\underline{Z_2 = Z_1 Z_4 Y_3}$

$$Z_1 Z_4 = Z_2 * \frac{1}{Y_3}$$

$$R_2 = \left(R_1 - \frac{j}{wc_1} \right) R_4 \left(\frac{1}{R_3} + jwc_3 \right)$$

$$R_2 = \frac{R_1 R_4}{R_3} + jwc_3 R_1 R_4 - \frac{jR_4}{wc_1 R_3} + \frac{wc_3 R_4}{wc_1}$$

الحقيقي = الحقيقي

Scanned by TapScanner

$$R = \frac{R_1 R_4}{R_3} + \frac{c_3 R_4}{C_1}$$

نقسم جميع الحدود على R_4

$$\frac{R_2}{R_4} = \frac{R_1}{R_3} + \frac{C_3}{C_1}$$

الخيالي = الخيالي

$$JWC_3\ R_1\ R_4 = \frac{JR_4}{WC_1R_3}$$

$$W\ C_3\ R_1 = \frac{1}{WC_1R_3}$$

$$W^2\ R_1\ R_3\ C_1\ C_3 = 1$$

$$4\prod^2 F^2 R_1\ R_3\ C_1\ C_3 = 1$$

$$F^2 = \frac{1}{4\prod^2 R_1 R_3 C_1 C_3}$$

$$F = \frac{1}{2\prod\sqrt{R_1 R_3 C_1 C_3}}$$

Scanned by TapScanner

الاسبوع السادس

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٢٦. أنشطة تفاعلية صفية
٢٧. أسئلة عصف ذهني
٢٨. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٢٩. واجب بيتي
٣٠. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١٦. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
١٧. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
١٨. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

الفولتميترات الرقمية Digital Voltmeters

ان جهاز القياس الالكتروني المستخدم بكثرة بسبب دقته الكبيرة وسهولة استخدامة وقراءته هو الفولتميتر الرقمي ، حيث تظهر نتيجة القياس بشكل ارقام متسلسلة على عارضة رقمية .

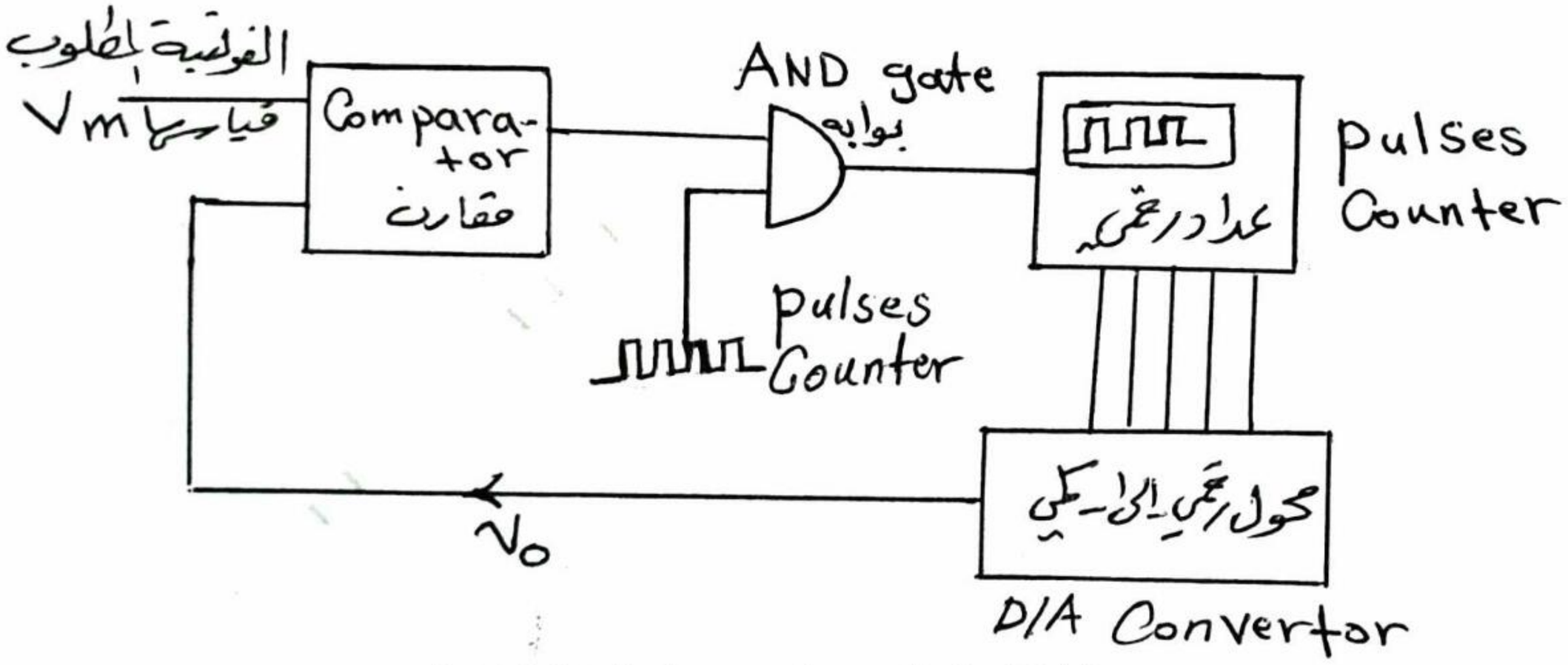
مبادئ عمل تشغيل الجهاز : -

أ – **مبدأ المقارنة** : حيث تقارن الفولتية المراد قياسها مع الفولتية الظاهرة خطوه بخطوه في جهاز القياس مع فولتية مرجعية Reference Voltage وتتوقف الفولتية الظاهرة عندما تتساوى مع الفولتية المراد قياسها ، ان عدد خطوات الفولتية تمثل قيمة الفولتية المراد معرفة قيمتها .

ب – **مبدأ التحويل** : هنا تحول الفولتية المراد قياسها الى فولتية نابضة ذات تردد متناسب مع اتساع الفولتية المراد قياسها ، ويقاس هذا التردد بواسطة عداد الكتروني Electronic Counter وهذه الطريقة هي المتبعة عموما لذا سوف تؤخذ بنظر الاعتبار .

الفولتميتر الرقمي (مبدأ المقارنة) Digital Voltmeter (Comparision Principle)

يوضح الشكل ادناه فكرة عمل مقياس الفولتية الرقمي



مخطط كتلي لفولتميتر رقمي مبسط بطريقة المقارنة

Scanned by TapScanner

في هذه الحالة تسلط الفولتية المراد قياسها (V_m) على المقارن Comparator ومعها فولتية اخرى (V_o) فعندما تزيد الفولتية المراد قياسها (V_m) عن قيمة (V_o) يكون خارج المقارن منطق (1) والتي تفتح بوابة (AND) وعلى سبيل المثال لتكن الفولتية المطلوب قياسها : $V_m = 18\ V$ بصفه مبدئية .

ففي هذا الوقت يصبح خارج المقارن منطق (1) الذي يسمح بتسليط نبضات من مولد النبضات Pulses Countor الى العداد وطبقا لسرعة تسليط النبضات الى المحول من رقمي – الى – كمي الذي يحول القيمة الرقمية الى جهد كهربائي (V_o) :

Digital – to – analog counter فاذا انتج المحول الرقمي – الى – كمي فولتية قدرها 0.01 فولت لكل رقم يعرضه العداد فان الخارج (V_o) من المحول يساوي (18) فولت بعد انتهاء عد (1800) نبضة .

عندما يحدث هذا الوضع ($V_m = V_o$) فان خارج المقارن يصبح منطق (0) ويؤدي الى وقوف بوابة (AND) من العمل وهي التي تمنع النبضات من المرور الى العداد .

يعتمد زمن التحويل النهائي على تردد المصدر المغذي للمولد فاذا بلغ هذا التردد (1 KHz) فانه يلزم (1.80)ثانية لانهاء القراءة واذا كان تردد النبضات (100 KHz) فسوف يلزم (0.018) ثانية فقط لانهاء القراءة .

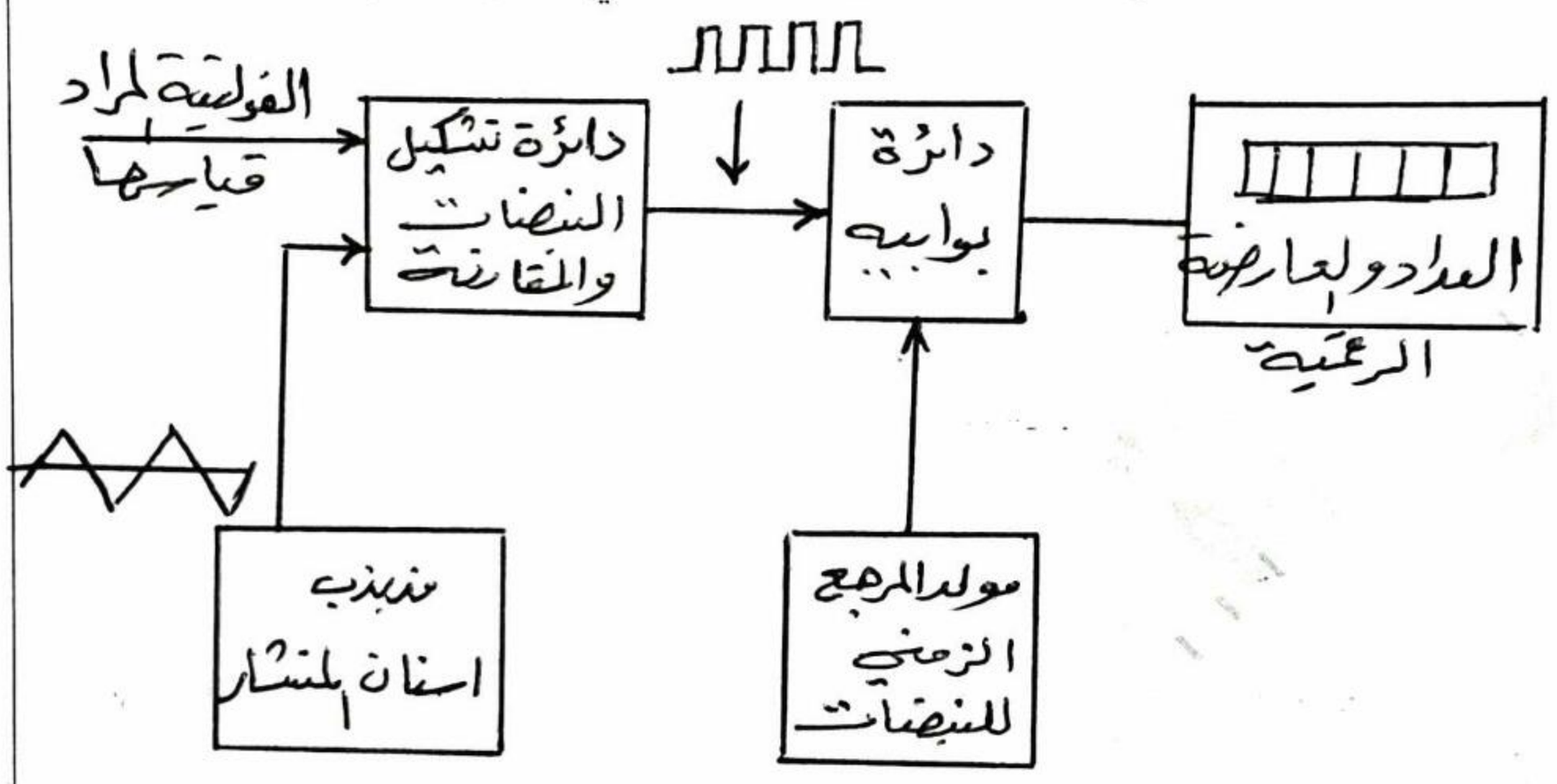
Scanned by TapScanner

الفولتميتر الرقمي (مبدأ التحويل)

Digital Voltmeter (convertion principle)

ان جهاز القياس الالكتروني الشائع الاستعمال بكثرة بسبب دقته الكبيرة وسهولة وسرعة قراءته هو الالفولتميتر الرقمي ، حيث تظهر نتيجة القياس بشكل ارقام متسلسلة على العارضة الرقمية والذي يعتمد على مبدأ التحويل تكون عملية تشغيله على اساس تحويل الفولتية المراد قياسها الى فولتية نابضة ذات تردد يتناسب مع اتساع الفولتية Voltage amplitude المراد قياسها .

ويقاس هذا التردد بواسطة عداد الكتروني Electronic Counter كما في الشكل ادناة : -



مخطط كتلي لفولتميتر رقمي يعمل بمدأ التحويل

تتم تغذية الفولتية المراد قياسها الى دائرة تشكيل النبضات حيث تقارن الفولتية المقيسة مع فولتية اسنان المنشار Sawtooth Voltage التي قيمتها تتغير بصورة خطية مع الزمن كما هو ظاهر في المخطط الكتلي .

في اللحظة التي تبدأ بها فولتية اسنان المنشار تفتح دائرة بوابية gate circuit لتمرير الاشارات من مولد المرجع الزمني للنبضات الى العداد Counter وتغلق البوابة ثانية حال تساوي فولتية اسنان المنشار مع الفولتية المقيسة .

يعد عدد النبضات المرسلة بمثابة قياس لقيمة الفولتية ، المثال التالي يوضح ذلك : -

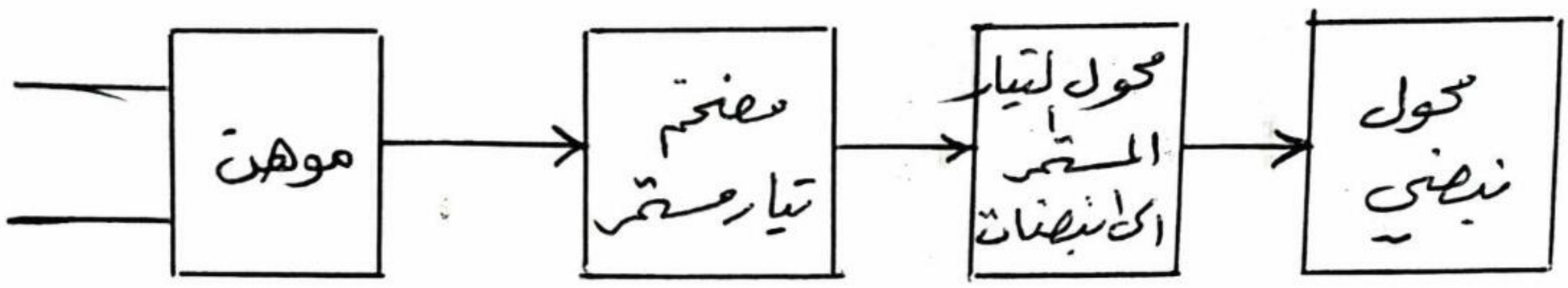
لنفترض ان فولتية اسنان المنشار ترتفع بمقدار (١) فولت لكل ملي ثانية وتردد مولد النبضات هو ١٠٠ كيلو هيرتز ، فاذا كانت الفولتية المراد قياسها هي (5.37) فولت عندها سيعمل العداد لمدة (5.37) ملي ثانية وخلال هذا الوقت سوف يتسلم المولد (537) نبضة والعداد عندها يؤشر (537) ويؤشر مفتاح المدى بصورة ذاتية موضع النقطة العشرية .

يتضح من المثال ان الوقت اللازم لاجراء القياس هو (5.37) ملي ثانية فقط .

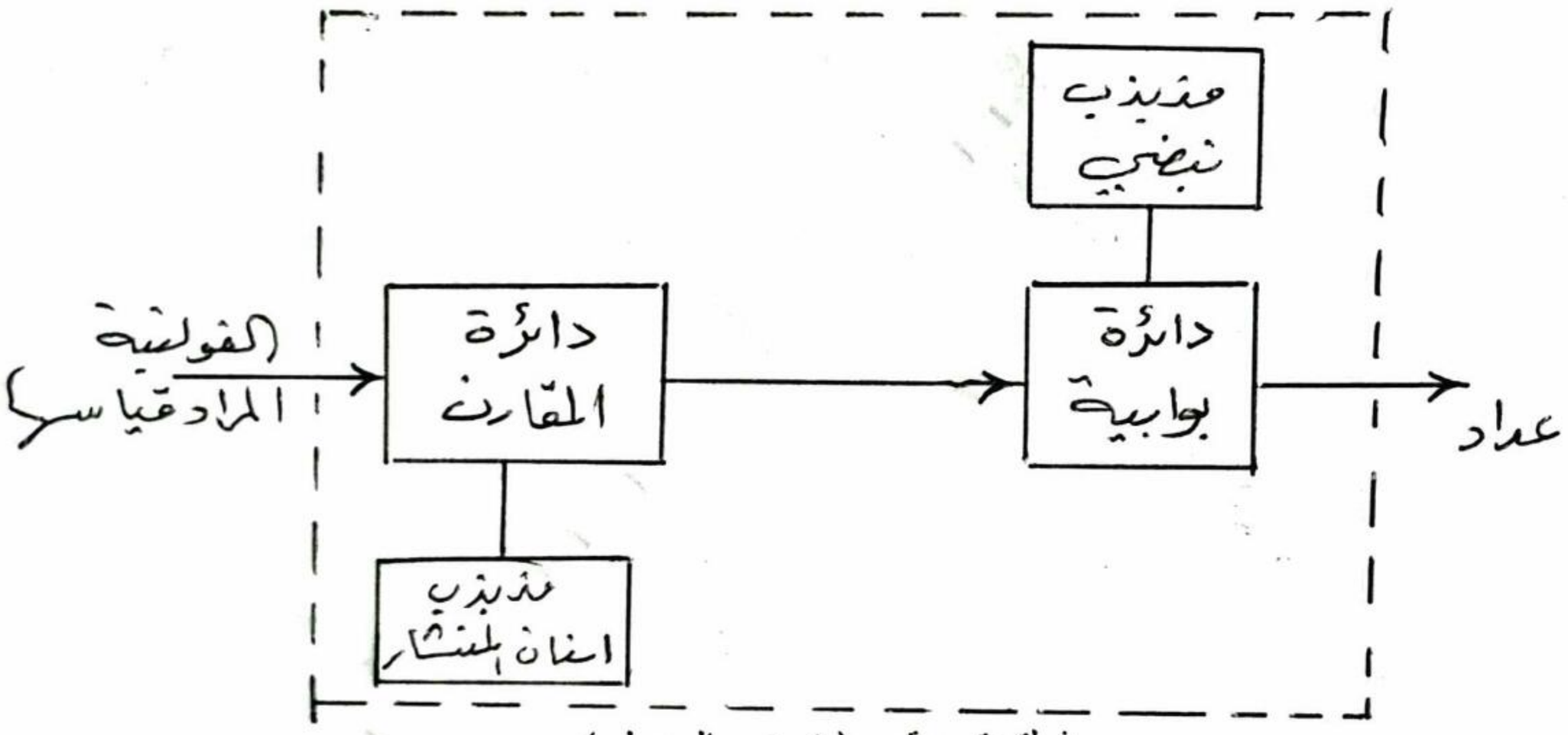
Scanned by TapScanner

تتكون العارضة الرقمية من اربعة اقسام رقمية مع اشارة للنقطة العشرية . توجد اقسام اضافية للوحدات (مثل : الفولت والملي فولت) اضافة الى قطبية الاشارة .

الشكل ادناة : تتم الفولتية المراد قياسها عبر موهن (Attenuator) ذي مقاومة عالية او مفتاح مدى (يمكن ادارتة بصورة ذاتية بموجب الفولتية الداخلة في بعض الاجهزة) وكذلك مضخم للتيار المستمر البسيط والى المحول النبضي .



الشكل ادناة : - يعطي مخططا كتليا عمليا لدائرة محول كمي – الى – رقمي

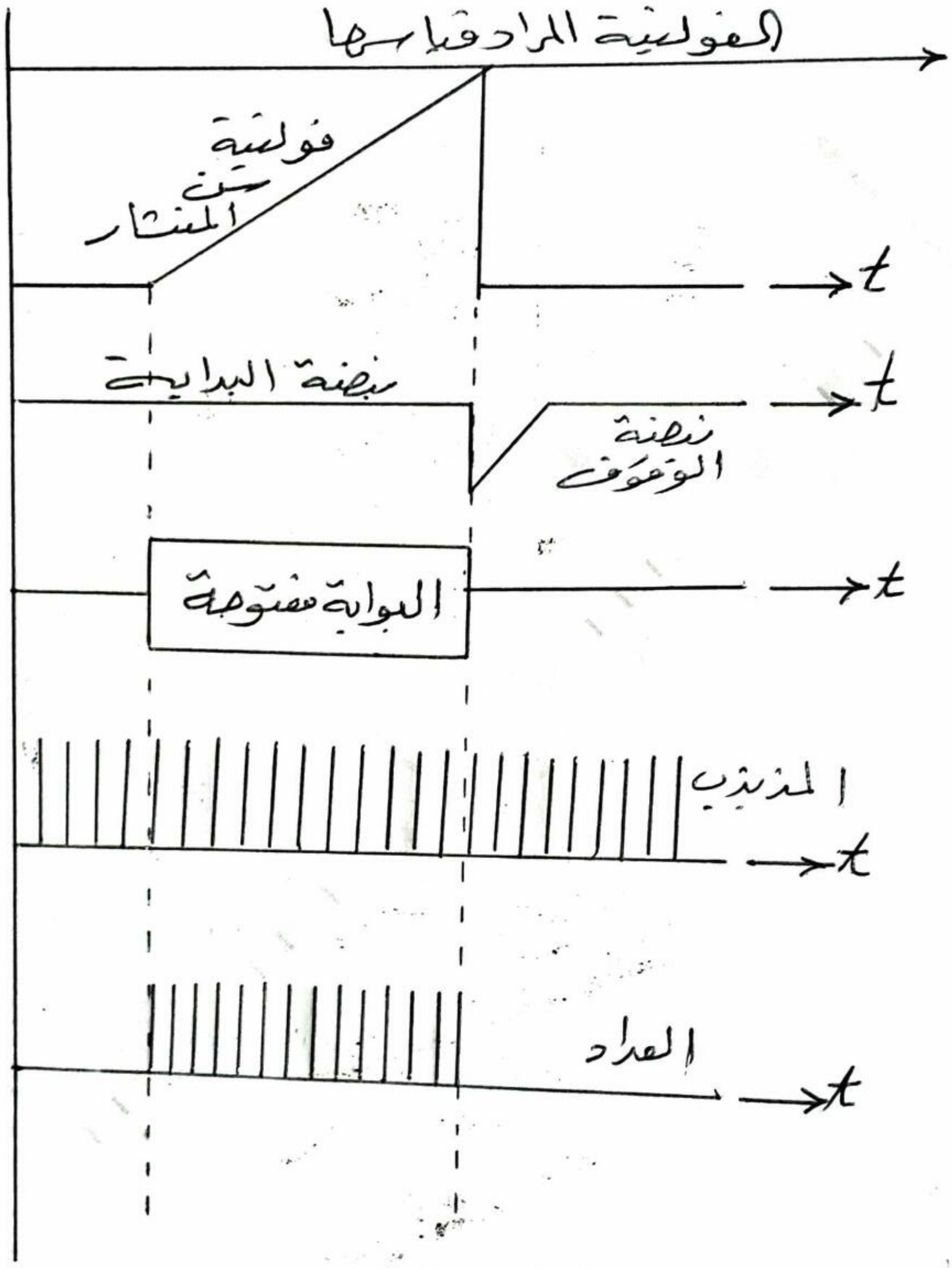


فولتميتر رقمي (نوع – المحول)

حيث تقارن الفولتية المقيسة مع فولتية اسنان المنشار التي قيمتها تتغير بصورة خطية مع الزمن

Scanned by TapScanner

كما هو ظاهر في الشكل ادناة وفي اللحظة التي تبدأ بها فولتية اسنان سن المنشار تفتح دائرة بوابية Gate Circuit لتمرير الاشارات من مولد النبضات الى العداد Counter ، وتغلق البوابة ثانية حال تساوي فولتية اسنان المنشار مع الفولتية المقاسة .



عمل الفولتميتر الرقمي

Scanned by TapScanner

الاسبوع السابع

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٣١. أنشطة تفاعلية صفية
٣٢. أسئلة عصف ذهني
٣٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٣٤. واجب بيتي
٣٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١٩. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢٠. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٢١. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

اجهزة تأشير التيار المتناوب AC Indicating Instruments

تستجيب حركة دي آرسونفال لقيمة المعدل او القيمة المستمرة للتيار عند مرورة خلال الملف المتحرك .

اذا حملت الحركة تيارا متناوبا ذا انصاف الدورة الموجبة والسالبة سوف يكون عزم السوق في احد اتجاهات التناوب موجبا وفي الاتجاه الاخر للتناوب سالبا .

اذا كان تردد التيار المتناوب واطئا جدا سوف يتارجح المؤشر حول نقطة الصفر لمقياس الجهاز .

في الترددات العالية يكون عزم القصور الذاتي للملف كبيرا بما فيه الكفاية بحيث لا يتمكن المؤشر من متابعة الانعكاس السريع لعزم السوق ويبقى يحوم حول الصفر بتذبذب طفيف .

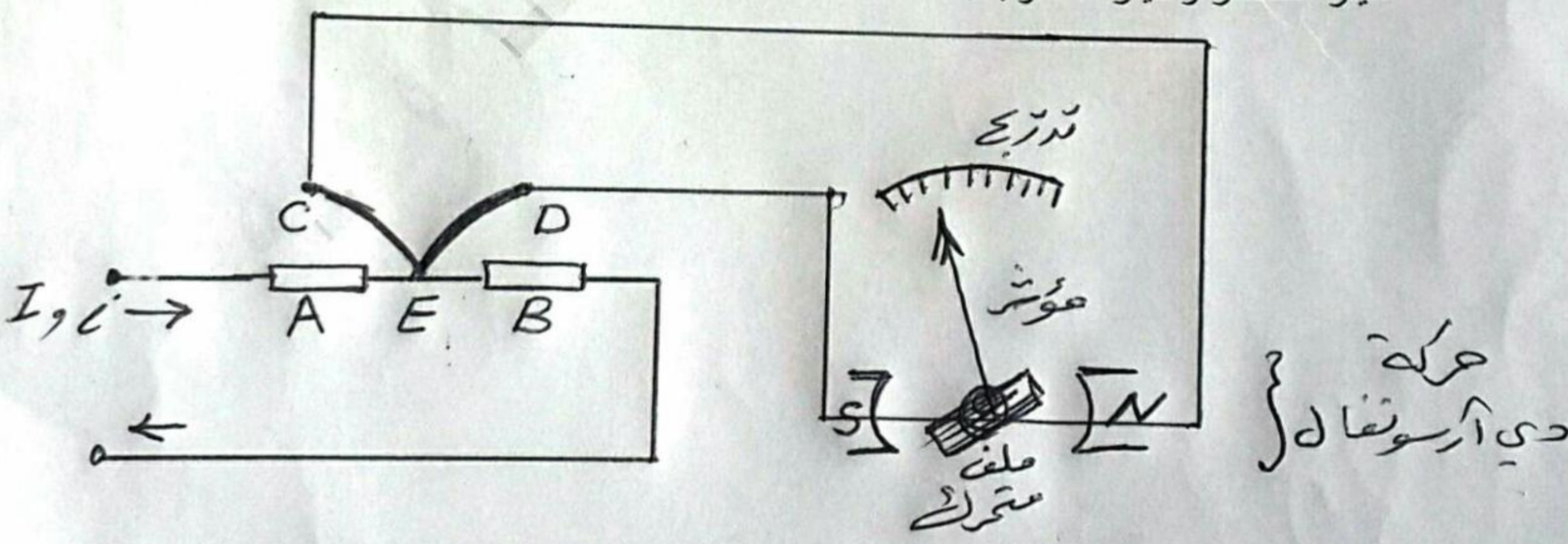
لقياس التيار المتناوب بواسطة حركة دي آرسونفال يجب استنباط بعض الوسائل للحصول على عزم ذي اتجاه واحد لا يتغير عند كل نصف دورة .

تتضمن احدى الطرق توحيد التيار المتناوب لكي يحرف التيار الذي تم توحيدة الملف المتحرك.

هنالك طرق أخرى تستعمل تاثير التسخين للتيار المتناوب لانتاج دلالة على مقدارة .

جهاز المزدوج الحراري Thermocouple Instrument

الشكل ادناة يبين مجموعة المزدوج الحراري وحركة PMMC التي يمكن استعمالها لقياسات التيار المستمر والتيار المتناوب .



التمثيل التخطيطي لجهاز المزدوج الحراري الاساسي

Scanned by TapScanner

تسمى المجموعة بجهاز المزدوج الحراري لكون عملها مبنيا على عمل عنصر المزدوج الحراري .

عندما يكون معدنان غير متماثلين متماسين تبادليا تتولد فولتية عند نقطة اتصال المعدنين غير المتماثلين وترتفع هذه الفولتية طرديا مع درجة حرارة نقطة الاتصال .

يمثل CE , DE معدنين غير متماثلين يتصلان عند النقطة E وقد رسما كخطين احدهما ضعيف والاخر عميق لبيان عدم التماثل .

يعتمد فرق الجهد بين C , D على درجة حرارة نقطة الاتصال E يسبب ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا في الفولتية وهذه الميزة تستعمل في المزدوج الحراري .

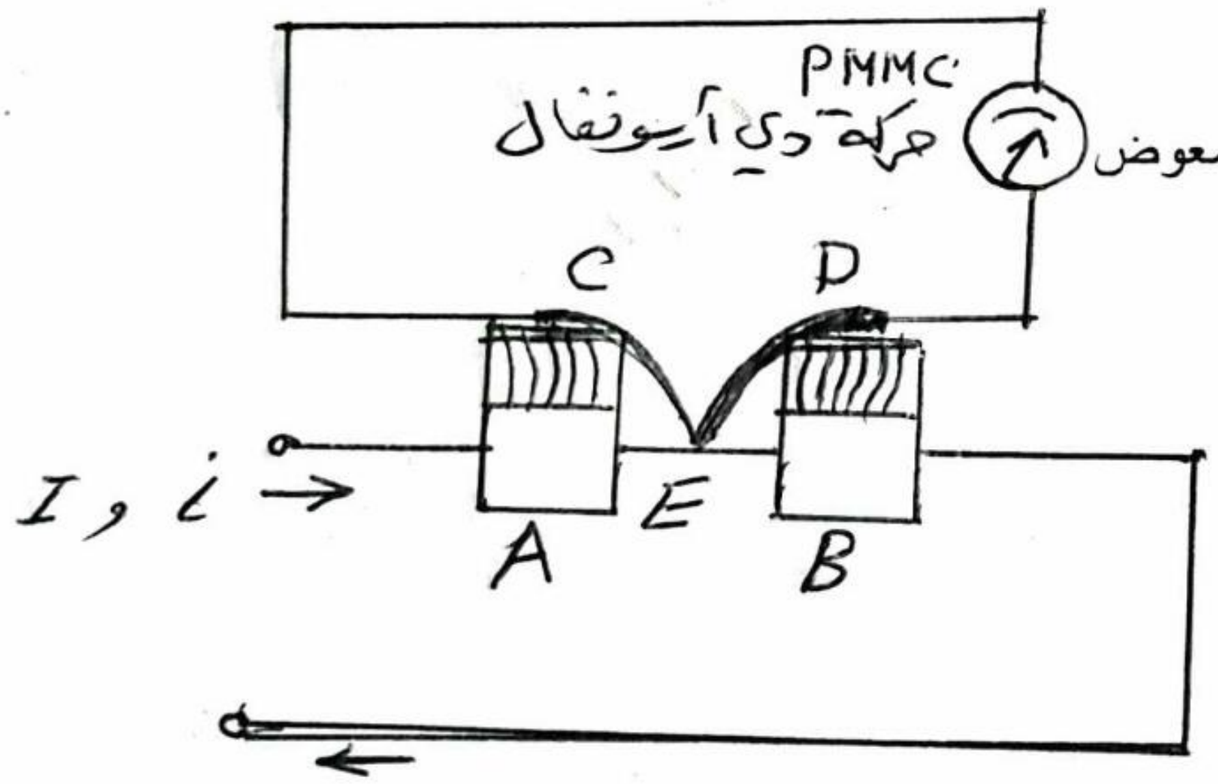
يشكل عنصر التسخين AB الذي يكون على تماس مع نقطة الاتصال للمعدنين E جزءا من الدائرة التي يراد قياس التيار فيها.

تسمى AEB بنقطة الاتصال الحارة ، ترفع الطاقة الحرارية المولدة من قبل التيار المار في عنصر التسخين درجة حرارته ونقطة الاتصال E وتسبب زيادة في الفولتية المتولدة بين النقطتين C , D يسبب فرق الجهد هذا سريان تيار مستمر في جهاز التاشير او حركة دي آرسونفال .

تتناسب الحرارة المتولدة بواسطة التيار طرديا مع مربع التيار (I^2R) وبذلك ترتفع درجة الحرارة (وبدورها الفولتية المستمرة المتولدة) طرديا مع مربع القيمة الفعالة للتيار (rms) .

يسلك انحراف جهاز التاشير علاقة القانون التربيعي مسببا تزاحم في النهاية السفلى للمقياس وتوسع كبير عند النهاية العليا علما ان ترتيب الشكل السابق لا يجهز التعويض الحراري اللازم لتغيرات درجة الحرارة المحيطة .

لذلك نستخدم المزدوج الحراري المعوض



جهاز المزدوج الحراري المعوض حراريا

الفولتية الكهروحرارية في المزدوج الحراري CED تتناسب طرديا مع التيار المار خلال الدائرة AB .

Scanned by TapScanner

بما ان فولتية المزدوج الحراري الناتجة هي دالة للفرق بين درجتي حرارة النهايتين فيجب ان يتسبب هذا الفرق بين درجتي الحرارة بواسطة التيار المراد قياسة فقط .

لذلك للقياسات الدقيقة يجب ان تكون النقاط D , C بنفس معدل درجة الحرارة للنقاط B , A ويتم انجاز ذلك بتماس نهايتي المزدوج الحراري D , C بنفس معدل درجة الحرارة للنقاط B , A ويتم انجاز هذا بتماس نهايتي المزدوج الحراري D , C الى قلب اشرطة نحاسية منفصلة تكون نهاياتها بتماس حراري مع B , A لكنها معزولة عنها كهربائيا .

تتوفر الاجهزة الكهروحرارية التي تحتوي على المزدوج الحراري بدخلها والمعوضة حراريا بمديات (20 A – 0.5) بينما تتوفر الاجهزة ذات المديات الاعلى ولكن يكون العنصر الحراري في هذه الحالة خارج جهاز التاشير وتزود العناصر الحرارية المستعملة لمديات التيار فوق (60 A) بصورة عامة بزعانف التبريد الهوائي .

يمكن تحويل الاجهزة الحرارية الى فولتميترات باستعمال مزدوجات حرارية واطنة التيار مع مقاومات ملائمة ، تتوفر فولتميترات المزدوجات الحرارية ضمن مديات لحد (500 V) .

الميزة المهمة لجهاز المزدوج الحراري هي دقته التي يمكن ان تكون اكثر من 99% وبترددات لغاية 50 MHZ تقريبا ولهذا السبب يصنف كجهاز تردد راديوي .

يكون سلك التسخين للتيارات الواطئة لحد (3A) صلبا ورفيعا بينما يصنع غنصر التسخين من الانابيب للتيارات فوق (3A) لتقليل الاخطاء الناتجة من الظاهرة السطحية .

الظاهرة السطحية : فوق تردد 50 MHZ تميل الظاهرة السطحية الى شد التيار الى السطح الخارجي للموصل رافعة بذلك المقاومة الفعالة لسلك التسخين ومقللة دقة الجهاز .

Scanned by TapScanner

الاسبوع الثامن

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

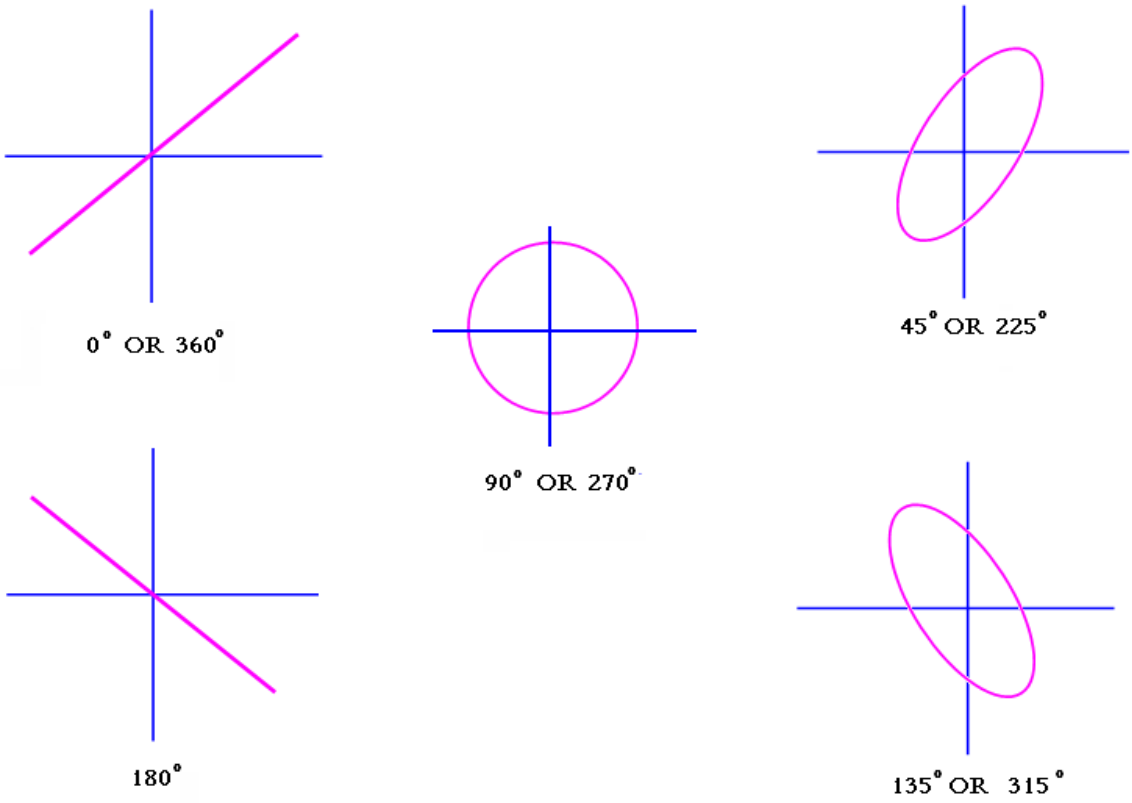
مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

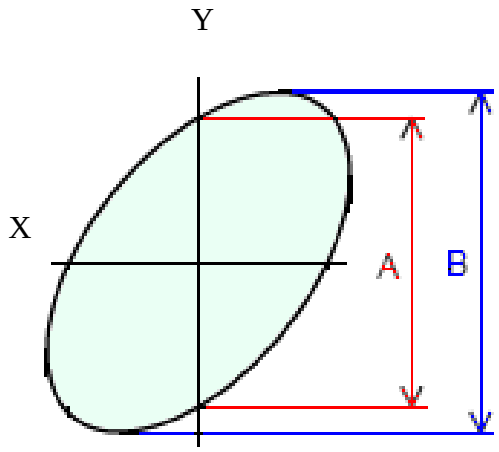
٣٦. أنشطة تفاعلية صفية
٣٧. أسئلة عصف ذهني
٣٨. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٣٩. واجب بيتي
٤٠. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

٢٢. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢٣. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٢٤. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.



ب – أما فى حالة إستخدام جهاز أوسيلوسكوب ذو شعاع واحد لقياس فرق الطور بين إشارتين لهما نفس التردد ، أى إستخدام جهاز أوسيلوسكوب مع فصل تردد المسح الأفقى ، وتستخدم طريقة المسح الأفقى بإستخدام جهد موجى جيبى ، حيث يوصل جهد الإشاره الأولى (V1) إلى دخل (Y) كما يوصل جهد الإشاره الثانيه (V2) إلى دخل (X) (فى حالة المسح الأفقى) ، وعلى ذلك يظهر على شاشة الأوسيلوسكوب أحد الأشكال الموضحه بالشكل (1-16-ب) التى توضح فرق الطور بين الإشارتين ، ومن الشكل نستطيع معرفة فرق الطور بين جهدى الإشارتين .



شكل (1-17) تعيين زاوية الطور بدقه

كيفية حساب زاوية الطور

ويتم تعيين زاوية الطور Φ بدقه من الشكل (1-17) بإستخدام المعادله التاليه:

$$\sin\Phi = \frac{A}{B}$$

حيث : **(A)** هى المسافه بين نقطتى تقاطع القطع الناقص مح المحور الرأسى .

(B) هى المسافه الرأسيه بين قيمتى القطع الناقص .

ويجب فى هذه الحاله ضبط كل من مكبر (Y) ومكبر (X) بجهاز أوسيلوسكوب على قيممه واحده وضبط النقطه المضيئه فى منتصف الشاشه قبل توصيل الإشارتين

٣ - إستخدام أجهزة الأوسيلوسكوب فى ضبط أجهزة الإستقبال .

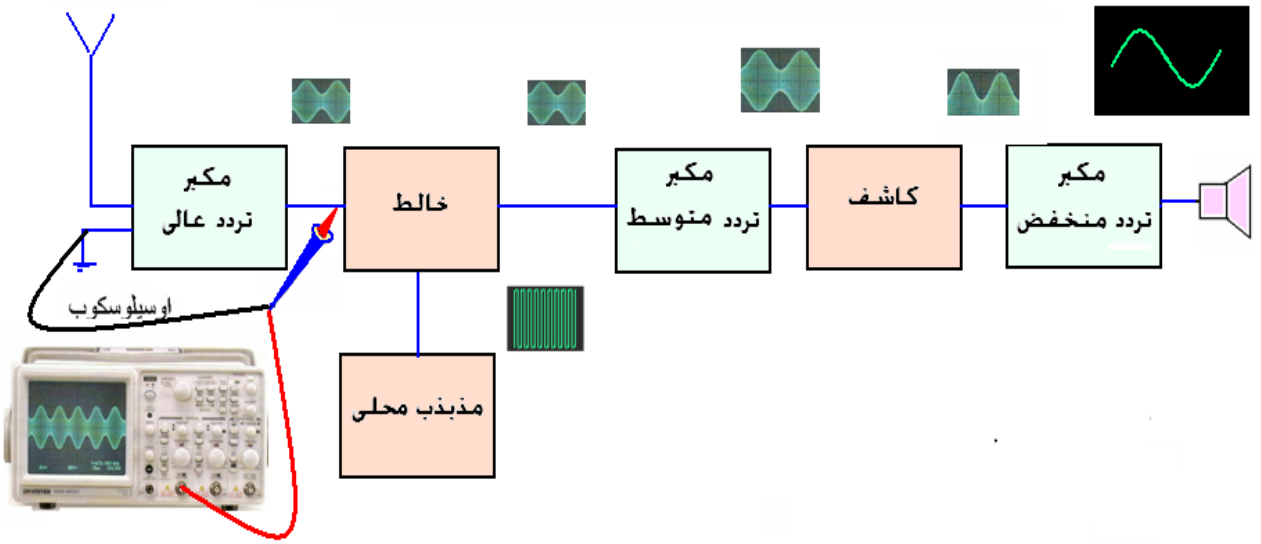
يستخدم جهاز الأوسيلوسكوب سواء كان مفرد الشعاع أو مزدوج الشعاع لإختبار الدوائر المختلفه لأجهزة الإستقبال (راديو أو تليفزيون) ويتم ذلك بعدة طرق منها :

أ -تتبع الأشكال الموجيه لإشارات الدخل والخرج بالمراحل المختلفه :

فى هذه الطريقه يتم توصيل الجهاز تحت الإختبار بمنبع التغذيه ثم يوصل طرف الأوسيلوسكوب الأرضى بالشاسيه للجهاز تحت الإختبار.

و يتم تتبع الإشاره لكل مرحله عن طريق وضع طرف مجس القياس لجهاز الأوسيلوسكوب والمتصل بالدخل الرأسى Y لجهاز الأوسيلوسكوب فيظهر شكل الموجات على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب . يتم مقارنة هذه الإشارات مع الإشارات النموذجيه بكتالوج الجهاز ومن ذلك يمكن تشخيص العطل أو إظهار الخلل فى المرحلة تحت الإختبار .

يمكن إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين لإظهار إشارة الدخل وإشارة الخرج للمرحله تحت الإختبار فى نفس اللحظه ومقارنتهما والشكل (1-18) يبين طريقة تتبع الإشارات بجهاز إستقبال راديو AM .



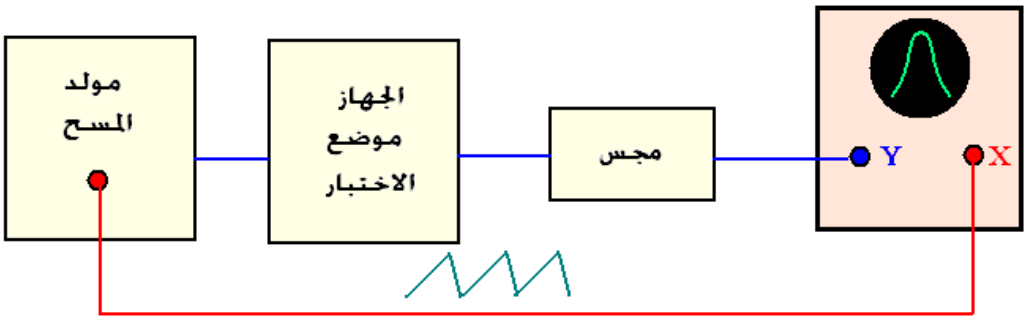
شكل (1-18)

تتبع الإشارات بجهاز إستقبال

ب - ضبط منحنيات الخواص لمراحل جهاز الإستقبال

ج -يتم توصيل جهاز الأوسيلوسكوب كما بالشكل (1-19) مع جهاز مولد المسح والعلامه وذلك لضبط وإختبار منحنيات الخواص لمراحل مكبرات التردد العالى والمتوسط لأى من أجهزة الإستقبال الصوتى أو أجهزة الإستقبال التليفزيونى وذلك بضبط تردد مولد الإكتساح (المسح) على

قيمة حول القيمه التى تساوى تقريباً تردد المنتصف للمرحله تحت الإختبار .
فيظهر شكل المنحنى على شاشة الأوسيلوسكوب وبإستخدام مولد العلامه يتم وضع علامه على المنحنى عند قيم مختلفه لتردد المنحنى ومنها يمكن تحديد مدى دقة المنحنى .



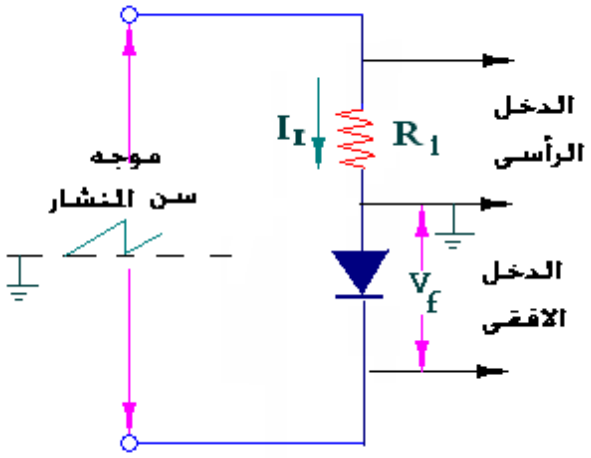
شكل (1-19)

ضبط منحنيات الخواص لمكبر تردد عالى

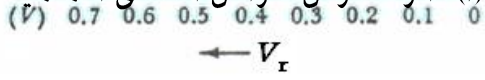
٤ - استخدام جهاز الأوسيلوسكوب فى عرض منحنيات خواص النبائط الإلكترونيه .

أ -عرض منحنى خواص الوصله الثنائيه :

فى هذه الحاله يتم توصيل الدائره كما بالشكل (1-20-أ) حيث يوصل بدخل الدائره نبضات سن منشار فى حدود من 100 Hz إلى 1KHz ثم يوصل طرفى دخل CH1 للأوسيلوسكوب بالتوازى مع الثنائى ودخل CH2 بالتوازى مع R1 مع مراعاة ضبط وضع الأوسيلوسكوب على وضع (X-Y) Mode فيظهر شكل المنحنى الموضح بالشكل (1-20- ب) .



(أ) دائرة لعرض خواص الثنائى الأمامية



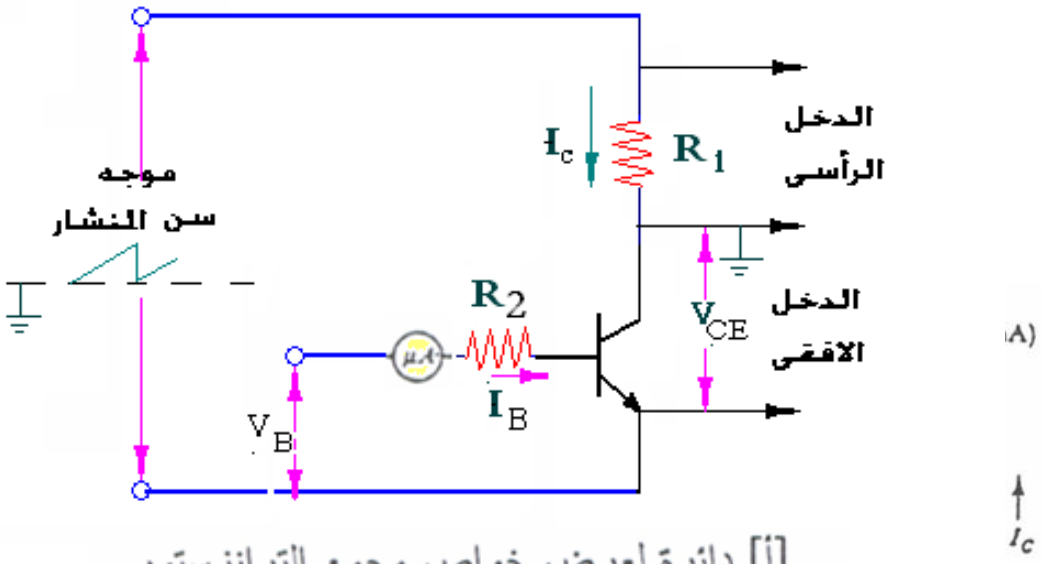
(ب) منحنى خواص الثنائى

شكل (١-٢٠)

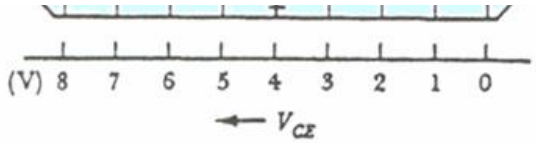
(ب) منحنى خواص الثنائى
شكل (1-20)

ب -عرض منحنيات خواص الترانزستور :

توصل الدائره كما بالشكل (1-21-أ) حيث يوصل دخل الأوسيلوسكوب CH1 بين المجمع والمشع ويوصل دخل الأوسيلوسكوب CH2 بالتوازى مع مقاومة الحمل RL كما توصل نبضات سن المنشار كما بالشكل فيظهر منحنى الخواص الموضح بالشكل (1-21-ب) وذلك عند قيم مختلفه لتيار القاعده IB



[أ] دائرة لعرض خواص مجمع الترانزستور.



[ب] عرض مبينة الذبذبات لخواص مجمع الترانزستور.

شكل (1-21)

المواصفات الفنية لجهاز الأوسيلوسكوب .

مقاس الشاشة	6 IN(8X10) div
القسم الرأسى	

الحساسية	5 mv/div-5v/div
ممانعة الدخل	1 Mاوم
اقصى دخل	600V p-p
مفرد /مزدوج	Ch1-ch2
زمن المسح الافقى (الحساسية)	0.1 ميكرو /ث : 0.5 s/ dv
اقصى زمن مسح	20n s/ div
مصدر التغذية	220 v

★ بالنسبة لمواصفات جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى فهى نفس المواصفات السابقة مضافة اليها الاتى:حجم الذاكرة- عدد الاشكال الممكن حفظها بالذاكرة – نسبة زمن العينات – عدد التفاصيل الرأسية

★و حاليا يوجد جهاز اوسيلوسكوب رقمى بالاضافة الى جهاز متعدد القياس (افوميتر) فى جهاز واحد يدوى (يمكن حمله) و الشكل يبين منظر عام للجهاز

اسئلة الباب الأول

١ -وضح بالرسم التخطيطى المراحل الأساسيه التى يتكون منها جهاز الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع . ثم إذكر بإختصار وظيفة كل مرحله .

٢ -إشرح نظرية عمل جهاز الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع .

٣ -ما الفرق بين جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين و ذو المسارين ؟

٤ -يمكن جعل جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاع الواحد أن يقوم بعمل جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين . وضح كيف يتم ذلك .

٥ -وضح بالرسم التخطيطى مراحل المفتاح الإلكترونى . ولماذا يستخدم ؟

٦ -إشرح نظرية عمل الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع .

٧ -إذكر الفرق بين الأوسيلوسكوب الرقمى و الأوسيلوسكوب التماثلى .

٨ -إرسم شكل تخطيطى لمراحل جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى مع توضيح عمل كل مرحله .

٩ -إشرح نظرية عمل الأوسيلوسكوب الرقمى .

١٠ - بم يمتاز الأوسيلوسكوب الرقمى عن التماثلى .

١١ - وضح كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لحساب نسبة التشكيل .

١٢ - بين بالرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب مع مولد مسح لرسم منحنى الإستجابه الترديه لكبر تردد متوسط بجهاز إستقبال (راديو).

١٣ - وضح مع الرسم كيفية قياس زاوية الطور (فرق الوجه) بين موجتين بجهاز الأوسيلوسكوب .

١٤ - وضح كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لتتبع الإشاره بجهاز إستقبال (راديو) .

١٥ - إشرح مع الرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لرسم منحنيات خواص ثنائى السيليكون .

١٦ - إشرح مع الرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لرسم منحنيات خواص الترانزستور .

الاسبوع التاسع والعاشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٤١. أنشطة تفاعلية صفية
٤٢. أسئلة عصف ذهني
٤٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤٤. واجب بيتي
٤٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

٢٥. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢٦. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٢٧. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

جهاز الأوسيلوسكوب

Cathode-Ray Oscilloscope (CRO)

1-1 مراجعة عامة لتركيب ونظرية عمل جهازالأوسيلوسكوب:

سبق أن درسنا جهاز الأوسيلوسكوب بالصف الأول ، وتعرضنا لتركيب الجهاز وطريقة عمله. وسوف نقوم هذا العام بمراجعة ما سبق دراسته بالصف الأول، ثم نتعرض بالتفصيل لتركيب وطريقة العمل الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع ، ثم الأوسيلوسكوب الرقمى وتطبيقات مختلف ة لاستخدام جهاز الأوسيلوسكوب.

تركيب جهاز الأوسيلوسكوب:

كما نعلم أن تركيب جهاز الأوسيلوسكوب كالآتى:

(أ) أنبوبة أشعة المهبط CRT

حيث تظهر على شاشتها أشكال الموجات المطلوب مشاهدتها أو اختبارها . وتتركب كما موضح بالشكل (1-1) من انتفاخ زجاجى مفرغ مخروطى الشكل، ينتهى بعنق يحتوى على:

- **القاذفة الإلكترونية:**

وتشمل الأقطاب التى تولد شعاعا من الإلكترونات، وتزوده بالسرعة اللازمة ليصتدم بالشاشة بسرعةعالية، فيجعل الشاشة تضىء وهذه الاقطاب هى:

- **الفتيلة:**

وتقوم بتوليد طاقة حرارية عند مرور التيار الكهربى بها

- **الكاثود:**

ويصنع من مادة مشعة للإلكترونيات يتم تسخينه بواسطة الفتيلة، فيحرر من مادته عدد كبير من الإلكترونات.

- الشبكة الحاكمة :

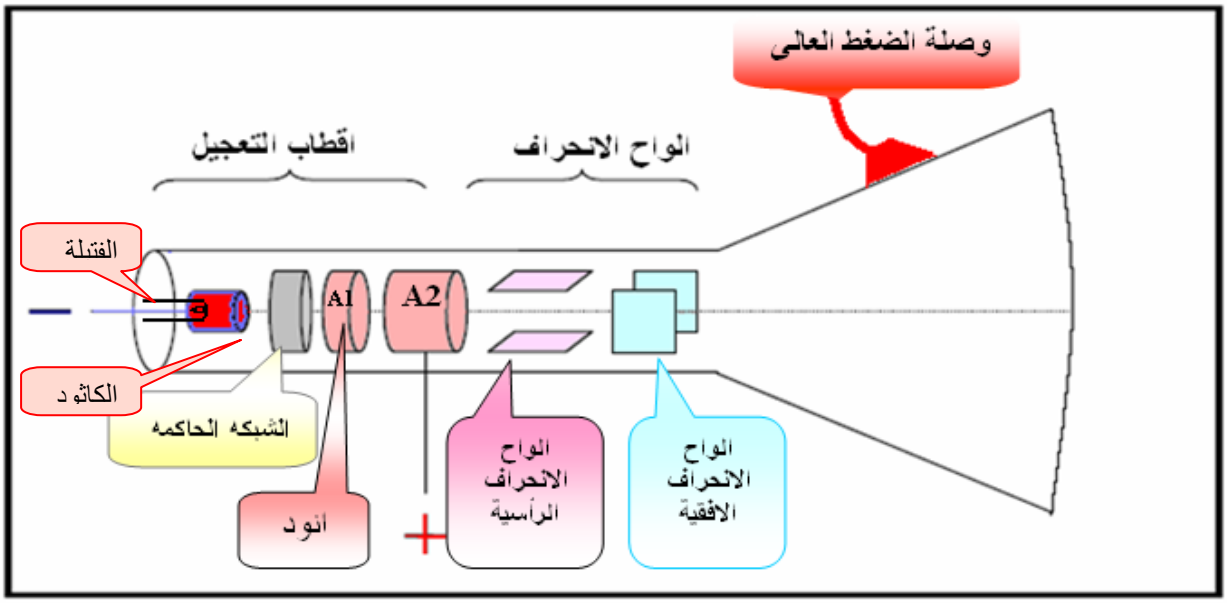
وهى على شكل إسطوانة بها ثقب صغير جدا تمر منه الإلكترونات المنطلقة من الكاثود على هيئة حزمة الكترونية، وتوصل بجهد سالب للتحكم فى كمية الإلكترونات المارة خلالها.

أقطاب التعجيل:

وتتكون من مصعدين A2،A1 وكل منهما على شكل اسطوانة. يوصل المصعد A1 بجهد موجب يجذب الإلكترونات. فتزيد سرعتها، وتصبح على شكل شعاع. أما المصعد الثانى A2 فيوصل بجهد موجب أعلى من جهد A1 عدة مرات (يصل إلى عدة كيلو فولتات). وهو على شكل طبقة جرافيت يدهن بها السطح الداخلى لمخروط الشاشة. ويعمل على تركيز الشعاع الإلكترونى نتيجة لاختلاف الجهد الموجب بين A1، A2.

ألواح الانحراف:

وهى مجموعتان (مجموعة الانحراف الرأسى، و مجموعة الانحراف الأفقى). مجموعة الانحراف الرأسى ، وهى لوحان متوازيان يوضعان فى وضع أفقى ويسببان انحراف رأسى عند توصيل الموج المطلوب مشاهدتها . ومجموعة الانحراف الأفقي، عبارة عن لوحان متوازيان يوضعان فى وضع رأسى و يسببان انحرافا أفقياً.



الشكل (1-1) يبين تركيب أنبوبة أشعة المهبط

الشاشة الفلورية:

وهى تمثل قاعدة المخروط، وتغطى بمادة فلورية لها القدرة على إشعاع ضوء عند اصتدام الإلكترونات بها بسرعة عالية. ويختلف لون الضوء المنبعث منها حسب نوع المادة المستخدمة فى طلاء الشاشة.

(ب) دائرة مكبر الانحراف الرأسى: Y Amp

وهى دائرة مكبر تتكون من مرحلتين : مكبر تمهيدى Pre-Amplifier، ومكبر رئيسى Main Amplifier. تقوم دائرة المكبر الرأسى بتكبير جهد الإشارة المراد إظهارها على الشاشة إلى القيمة التى تؤدى إلى انحراف ظاهر للشعاع الإلكترونى فى الاتجاه الرأسى. ويوصل بدخل دائرة المكبر الرأسى مجزئ جهد يستخدم للتحكم فى جهد الإشارة المراد إختبارها لتظهر فى حدود الشاشة. ويوصل خرج المكبر إلى ألواح الانحراف الرأسية.

(ج) دائرة مكبر الانحراف الأفقى: X Amp

دائرة مكبر الانحراف الأفقى تستخدم لتكبير إشارة نبضات المسح الأفقى (سن المنشار) والتى تولد بواسطة مولدات سن المنشار داخل الجهاز INT أو من خارج الجهاز EXT وتتكون دائرة المكبر من مكبر تمهيدى وآخر رئيسى ويوصل خرج المكبر الأفقى إلى الواح الانحراف الأفقى.

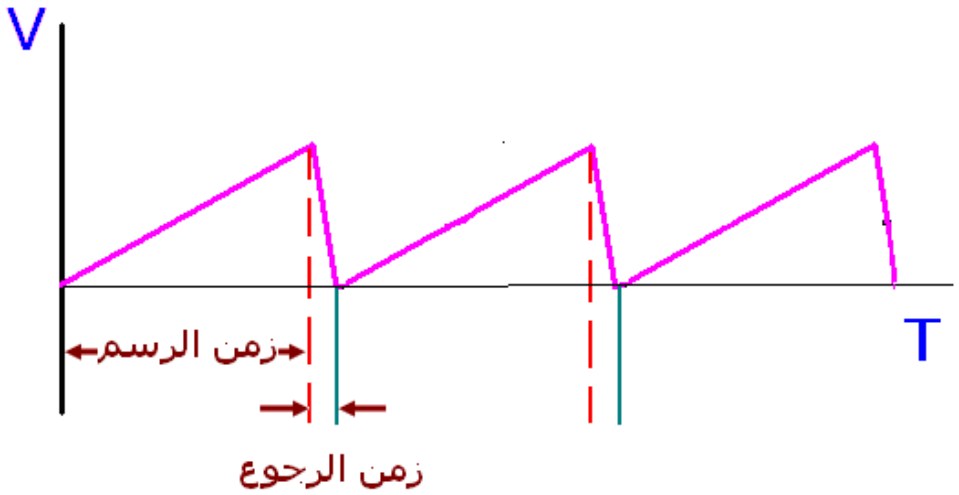
ويجب أن تتوفر فى المكبرات الرأسية والأفقية عدة شروط منها:

- أن يكون التكبير منتظم فى نطاق الترددات المراد اختبارها، ألا يحدث أى نوع من التشويه للإشارة المكررة.
- يجب أن تكون مانعة الدخل لها كبيرة حتى لا يحدث تحميل على الدائرة المراد اختبارها
- أن يكون هناك مجال لتغيير التكبير ليمكن مشاهدة الإشارات ذات الجهد المختلف.

(د) مولد المسح: SG

يقوم بتوليد إشارة على شكل سن المنشار، ويسمى أحيانا بمولد قاعدة الزمن Time base. ويكون شكل الموجة المتولدة بحيث يزداد الجهد خطياً من الصفر إلى قيمة كبيرة مع الزمن ثم يقل فجأة إلى الصفر، كما بالشكل (1-2).

وتغذى هذه الموجات إلى ملفات الانجراف الأفقي بعد تكبيرها لإحداث انحراف أفقي.



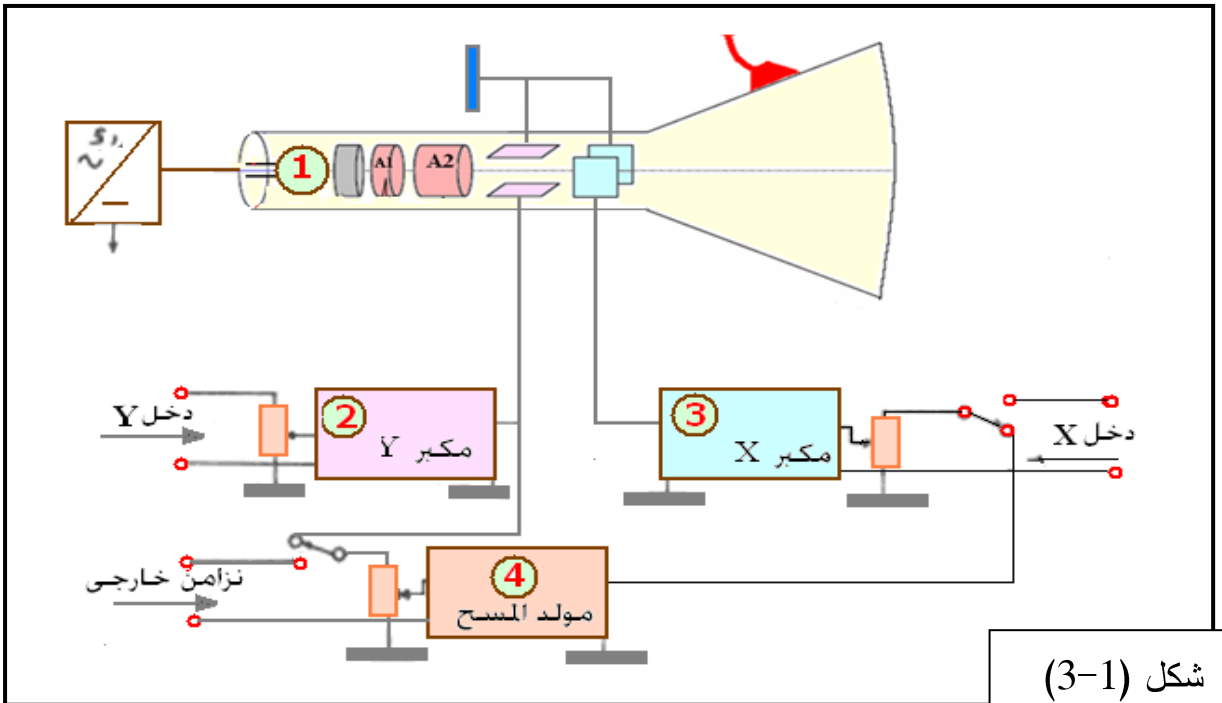
شكل (1-2)

نبضات سن المنشار

(هـ) دائرة التغذية بالتيار: PS

وتقوم بتغذية جميع مراحل جهاز الأوسيلوسكوب بالتيار اللازم لتشغيل كل مرحلة.

والشكل (1-3) يوضح رسم تخطيطي للمراحل الرئيسية لجهاز الأوسيلوسكوب.

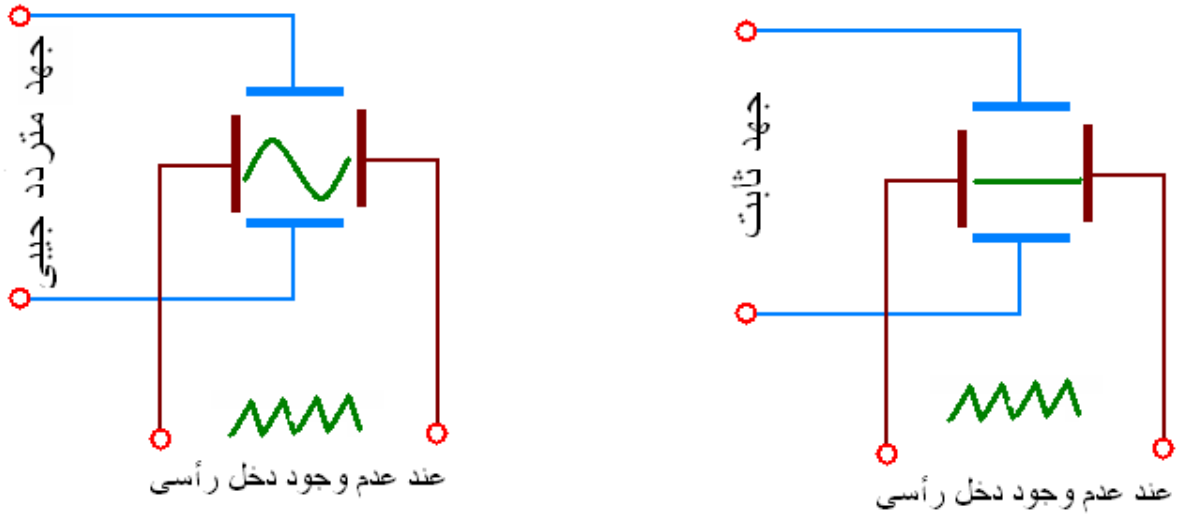


شكل (1-3)

*** نظرية عمل جهاز الأوسيوسكوب:

لتوضيح طريقة عمل جهاز الأوسيلوسكوب نبدأ بتوصيل الإشارة المراد مشاهدتها إلى الدخل الرأسى (y)، بينما يوصل الدخل الأفقى (x) بجهد نبضات المسح Scanning Voltage، وهو عبارة عن نبضات سن المنشار Saw Tooth التى تظهر فى الشكل (1-2) الذى يوضح أنه أثناء فترة الزمن (t_1) يزيد الجهد بإنتظام إلى قيمة معينة من الجهد تساوى زمن مسح الخط الأفقى على الشاشة، وأثناء زيادة الجهد من صفر إلى القيمة العظمى يتحرك الشعاع الإلكترونى أفقياً بت أثير الانحراف الأفقى من اليسار إلى اليمين، هذه الحركة تؤدى إلى ظهور خط مضئ على الشاشة، وأثناء الزمن (t_2) يقل جهد نبضة سن المنشار من قيمة عظمى إلى الصفر، وتكون فترة صغيرة جداً وعندها يعود الشعاع بسرعة فى خط مظلم، يتكرر ذلك بعدد من المرات يساوى تردد نبضات المسح (نبضات سن المنشار).

فى حالة عدم وجود اشارة على الدخل الرأسى (y) لايحدث انحراف رأسى وبالتالى يظهر خط أفقى مضئ فقط على الشاشة يسمى خط الأساس الزمنى أو القاعدة الزمنية (Time Base) كما بالشكل (1-4).



شكل (١-٤)

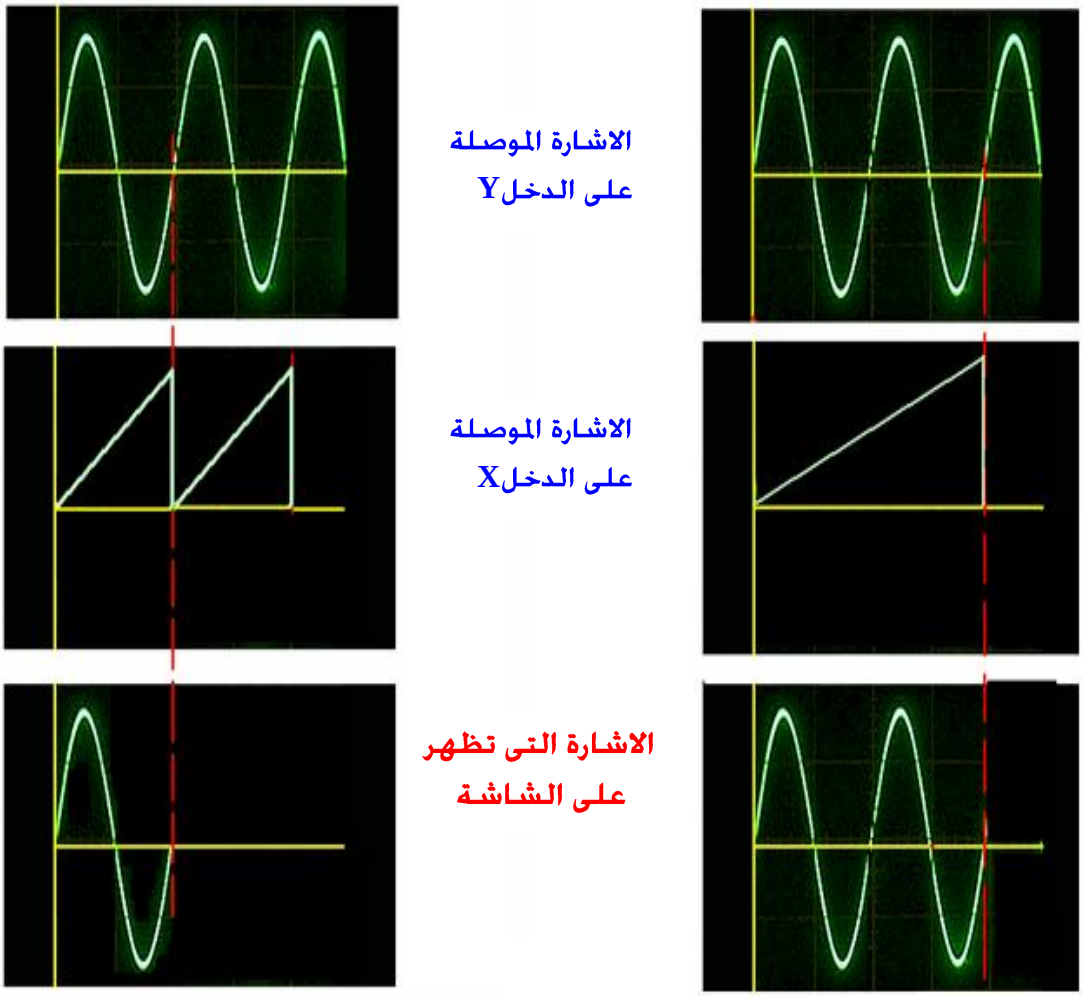
وعند توصيل جهد متغير إلى الألواح الرأسية (y) فإن النقطة المضيئة تؤدى حركتين فى وقت واحد، وتتخذ مساراً على الشاشة يساوى محصلة الحركتين الأفقية والرأسية فتسير فى خط منحنى مضئ يماثل الموجة الداخلة إلى ألواح

الانحراف الرأس ية، وبذلك تظهر الموجة على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب. ولدراسة خواص الموجة يجب أن تكون الموجة ثابتة على الشاشة لا تتحرك . ويتم ذلك بجعل زمن جهد المسح مساوياً لزمن جهد الإشارة تحت الاختبار، أو مضاعفات زمنها.

$$T_{scan} = n\ t$$

حيث n عدد صحيح، وبالتالى يمكن القول بأن تردد المسح F_{scan} يجب أن يكون أقل من تردد الإشارة تحت الاختبار بعدد صحيح من المرات.

وأثناء دورة المسح يمر عدد صحيح من تردد الموجة تحت الاختبار . وفى نهاية دورة المسح تظهر النقطة المضيئة فى نفس المكان الذى بدأت منه والشكل (1-5) يبين الإشارة الموصلة إلى الألواح الرأسية ونبضات المسح. ويلاحظ أنه مع اختلاف تردد المسح يختلف عدد الموجات التى تظهر على الشاشة.



الشكل (1-5)

الاسبوع الثالث عشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٥١. أنشطة تفاعلية صفية
٥٢. أسئلة عصف ذهني
٥٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٥٤. واجب بيتي
٥٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

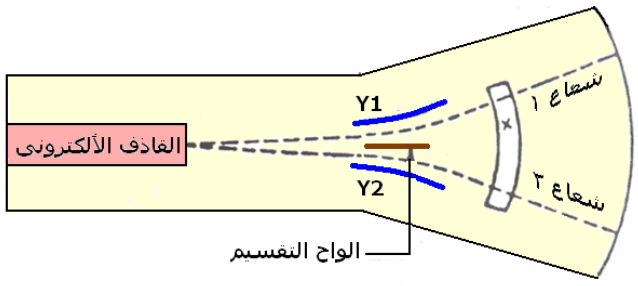
أساليب التقويم:

٣١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٣٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

2-1 الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع:

فى هندسة الإلكترونيات والحاسبات يكون من المهم أحيانا دراسة تغير إشارتين مع الزمن فى وقت واحد بهدف مقارنتهما. فمثلا عند اختبار دوائر المكبرات نحتاج إلى مقارنة إشارة الخرج مع إشارة الدخل لمعرفة قيمة التكبير ومدى التشويه الحادث. ويتم ذلك باستخدام الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع. وهو يشابه الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع. ولكنه يختلف عنه فى أن له دخلين رأسيين هما Y_1, Y_2. كما تختلف أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة به فى أنها تحتاج شعاعين لرسم موجتى الدخلين. والشكل (1-6) يبين تركيب أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع. وفيها يتم تقسيم الشعاع الإلكترونى الخارج من القاذفة إلى شعاعين مستقلين. وذلك بواسطة لوح تقسيم. ويتم التحكم فى الانحراف الرأسى باستخدام مجموعتى ألواح انحراف رأسيه. تستخدم إحدى المجموعتين لإحراف أحد الشعاعين بواسطة الجهد المسلط عليه. وتقوم المجموعة الأخرى بإحراف الشعاع الثانى عن طريق الجهد المسلط عليه. ويلاحظ اختلاف الجهد المسلط على كل مجموعة وبالتالى يكون انحراف كل شعاع مختلف عن الآخر. فتظهر على الشعاع نموذجين للموجات مع ملاحظة أن مولد محور الزمن Time base يكون مشترك للشعاعين.

ويمكن استخدام أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع مع استخدام مفتاح إلكترونى يعمل على فصل وتوصيل الإشارتين المراد إختبارهما إلى الألواح الرأسية بالتناوب فيتم رسمها على الشاشة.



شكل (1-6)

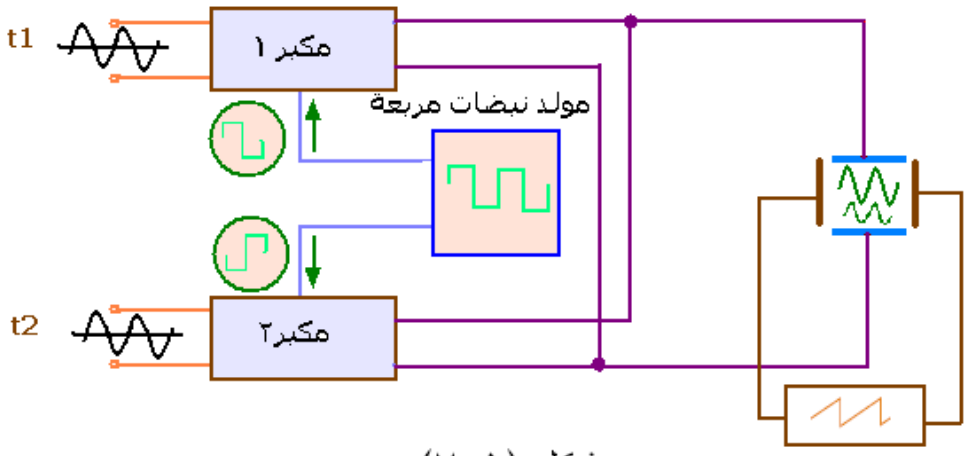
أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب المزدوج الشعاع

1 تركيب جهاز الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع:

يوجد نوعين من أجهزة الأوسيلوسكوب المزدوج الشعاع

- **الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع Dual Beam OSC:** يعتمد على تقسيم الشعاع الإلكترونى الخارج من القاذفة الإلكترونية بواسطة لوح تقسيم . وعلى ذلك يلزم وجود مجموعتين من ألواح الانحراف الرأسية ومكبر رأسى لكل دخل رأسى، ومجموعة انحراف أفقى واحدة للشعاعين تغذى من مولد انحراف أفقى واحد.

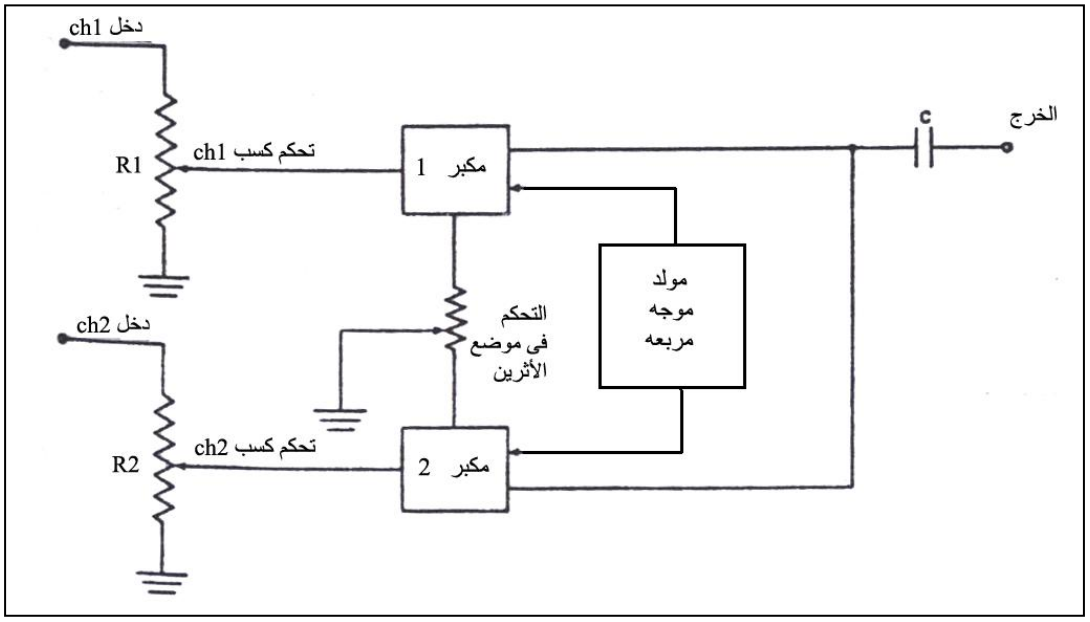
- **الأوسيلوسكوب مزدوج الأثرDual Trace OSC:** عبارة عن أوسيلوسكوب مفرد الشعاع يزود بمفتاح إلكترونى يقوم بفصل أو توصيل الإشارتين المراد اختبارهما بالتناوب إلى ألواح الانحراف الرأسية وتوصل كل إشارة على دخل رأسى منفصل Y_1, Y_2 (ch_1, ch_2)، ثم تكبر كل منها فى مكبر رأسى أولى منفصل . وعن طريق المفتاح الإلكترونى يتم توصيلها إلى مكبر الانحراف الرأسى بالتناوب، ويضيف عليها مركبات تيار مستمر (DC) لكل إشارة، ومركبة التيار المستمر هذه توجه الشعاع بالتناوب إلى أعلى وإلى أسفل فتنتصف الشاشة لرسم الإشارتين. ويجب أن يكون معدل توصيل المفتاح الإلكترونى متزامناً مع معدل تردد المسح لكى ترسم النقطة المضيئة لأنبوبة اشعة المهبط إشارتى القناتين. وشكل (1-7) يبين المراحل الأساسية لهذا النوع.



شكل (١-٧)
الأوسيلوسكوب مزدوج الأثر

المفتاح الإلكترونى:

هو مرحل ة هام ة وهو يمكن إشارتين من أن يظهرا معا على شاشة الأوسيلوسكوب ذى الأثر الواحد. ويتكون المفتاح الإلكترونى أساساً من مولد موج ة مربع ة. وكما سبق تغذى كل إشارة إلى دخل منفصل ch_1,ch_2 ومرحلة تكبير وتحكم منفصل. وبوابة المراحل تغذى بالتناوب من مولد الموجة المربعة . وبالتالى فإن مرحلة واحدة تكون فى حالة عمل لكى تمر إشارتها. بينما المرحلة الأخرى تكون فى حالة توقف. ويوصل خرج المرحلتين إلى مكبر الانحراف الرأسى مباشرة . ويتم التحكم فى جهد الإشارتين عن طريق التحكم فى الكسب (نسبة التكبير) لكل منها. ويتم تحريك الآثار على الشاشة إلى أعلى وأسفل بواسطة مفتاح التحكم فى الوضع. والشكل(1-8) يبين تركيب المفتاح الإلكترونى.



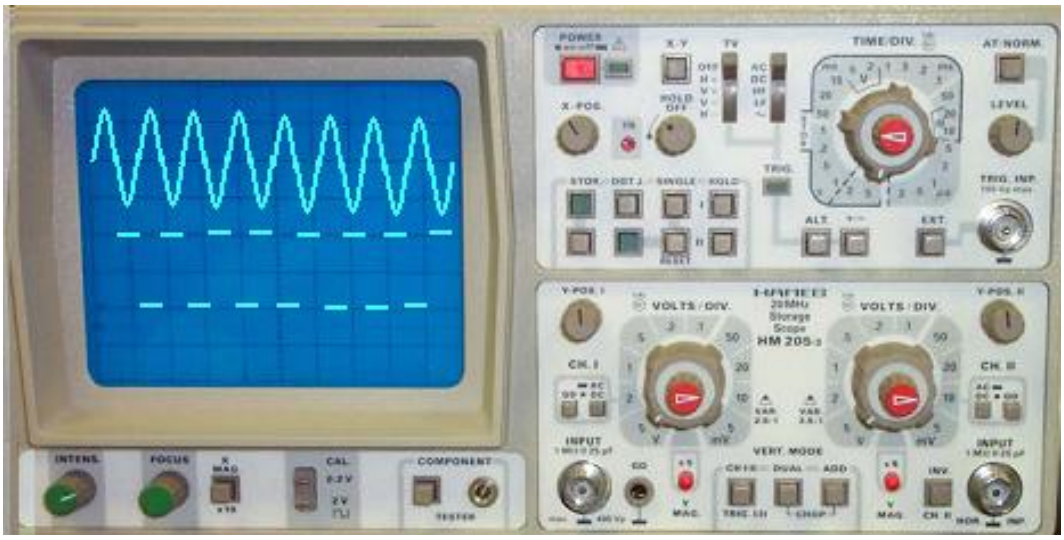
شكل (1-8)

*** نظرية عمل الأوسيلوسكب مزدوج الشعاع:

يستخدم هذا النوع شعاعين إلكترونيين منفصلين ، ومجموعة من ألواح الانحراف الرأسية. ومجموعة ألواح انحراف أفقية للشعاعين ، ومولد القاعد ة الزمنية لهذا النوع يمكن أن يكون عام للشعاعين. أو أن تكون هناك قاعد ة زمنية لكل شعاع. وفى حالة القاعدة الزمنية المشتركة فإن شعاعاً واحد اً فقط يتزامن

مع الوقت. وعلى ذلك يجب أن يكون هناك توافق بين إشارات الدخل حتى يظهر كلا الشعاعين على الشاشة. ويرسم الموجتين على الشاشة .

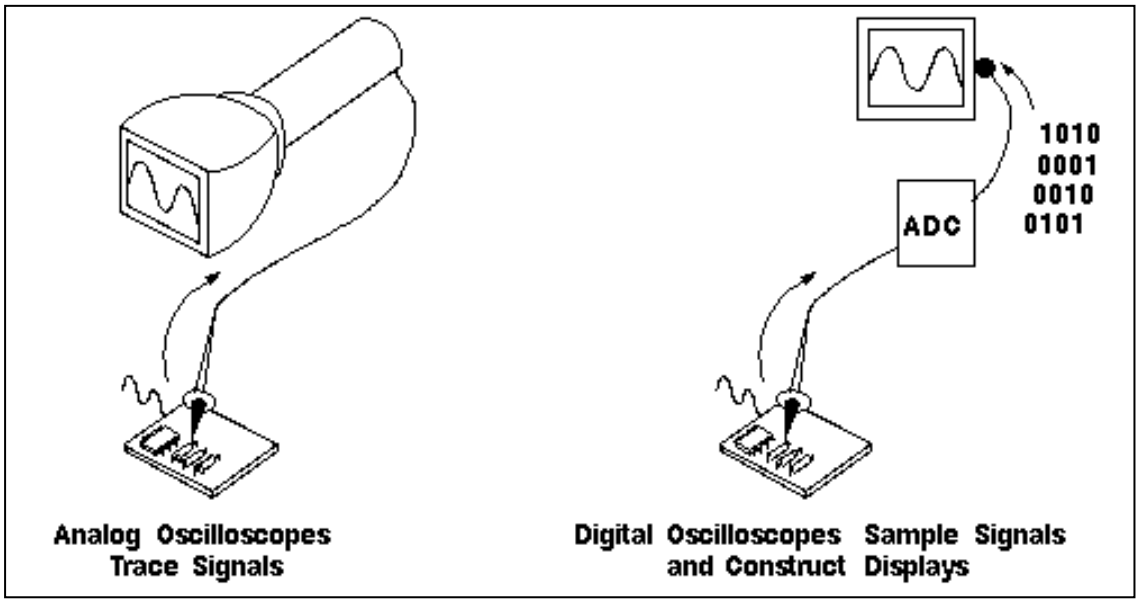
ويوجد نوع آخر من الأوسيلوسكوب المزدوج يسمى مزدوج الأثر. ويستخدم فى هذا النوع شعاع إلكترونى واحد يمكنه رسم إشارتين منفصلتين على الشاش ة. وذلك عن طريق استخدام مفتاح إلكترونى كما سبق شرحه . والشكل (1-9) يبين منظراً عاماً لجهاز الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع.



شكل (1-9) منظر عام لجهازالأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع

1-3- الأوسيلوسكوب الرقمى: Digital Oscilloscope

لكى نفهم عمل الأوسيلوسكوب الرقمى يجب أن نعلم أن الأوسيلوسكوب الرقمى هو جهاز أوسيلوسكوب تماثلى. Analog Osc. له نفس التركيب ويستخدم فى نفس التطبيقات. لكن الاختلاف الأساسى فى تركيب الأوسيلوسكوب الرقمى هو استخدام دائرة Analog to Digital Converter (ADC). لتحويل جهد الإشار ة المراد قياسها أو دراستها إلى معلومات رقمية. ومعالجتها . ثم استخدام المعلومات الرقمية لإظهار شكل الإشارة على نظام إظهار. والشكل (1-10) يبين الفرق بين كل من النظامين.



شكل (1-10) الفرق بين كل من النظامين

أ تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى:

الشكل (1-11) يبين تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى ويتكون الجهاز من:

١ -دائرة القسم الرأسى

وتتكون كما فى الأوسيلوسكوب التماثلى من مكبر انحراف رأسى لتكبير الإشارة تحت الاختبار، التى تصل إلى المكبر عندما نوصل طرف القياس y (probe) إلى الإشارة المراد إختبارها . وتوجد دائرة توهين للتحكم فى جهد إشارة الدخل لتظهر الإشارة فى إطار الشاشة.. يوصل خرج هذه المرحلة إلى دائرة ADC (محول تماثلى رقمى) الموجودة فى مرحلة نظام التحصيل . كما يوصل الخرج إلى مرحلة التزامن الأفقى (Trigger).

٢ -دائرة القسم الأفقى.

وتتكون من مؤقت نظام العينات الأفقى . ويحدد غالباً كيف يأخذ المحول التماثلى الرقمى ADC العينة. ومعدل المؤقت عند هذه اللحظات يسمى "معدل العينه" ويقاس بالعينة /ثانية. نقط العينات الواردة من المحول التماثلى الرقمى تخزن فى الذاكرة على شكل نقاط لأكثر من نقطة عينة واحدة يمكن أن تصنع مع بعض

النقاط الموجية موجة واحدة مسجلة، عدد نقاط الأشكال الموجي ة المستخدم ة لرسم شكل الموجة المسجلة تسمى الطول المسجل.
خرج هذه المرحلة يوصل إلى المحول التماثلى الرقمى الموجود بدائرة نظام التحصيل.

٣ -دائرة نظام القدح (Trigger System)

تستخدم لتحديد بداية وتوقف أخذ نقاط التسجيل لنظام العينات الأفقى ، كما تستخدم للتحكم فى التزامن الأفقى، ويوصل إليها خرج المكبر الرأسى لإ حداث توافق بين التزامن الرأسى والأفقى. ويوصل خرج هذه الدائرة إلى دائرة القسم الأفقى.

٤ -دائرة نظام التحصيل

ويتكون هذا القسم من:

أ -دائرة محول تماثلى رقمى ADC:

ويقوم بتحويل الإشارة تحت الاختباروالواصلة من القسم الرأسى، من إشارة تماثلي ة إلى معلومات رقمي ة، وذلك عن طريق نبضات مؤَقِتْ التزامن (Sample Clock)، والواصلة من القسم الأفقى، ويوصل خرج المحول التماثلى الرقمى إلى الذاكرة، التى تقوم بتسجيل الإشار ة فى صورة معلومات رقمي ة لاظهار الاشارة تحت الاختبار.

ب -الذاكرة:

وتقوم بتسجيل الموج ة الواصلة من الـ ADC على شكل رقمى ، ويوصل إليها عينات التزامن الواصلة من القسم الأفقى، وتوصل الإشارتين من خلال الذاكرة إلى دائرة المعالج، فتقوم بمعالجتها حسب النظام المطلوب، ثم تعاد إلى الذاكرة بعد المعالج لتخزينها، وتوصيلها إلى نظام الإظهار الرقمى.

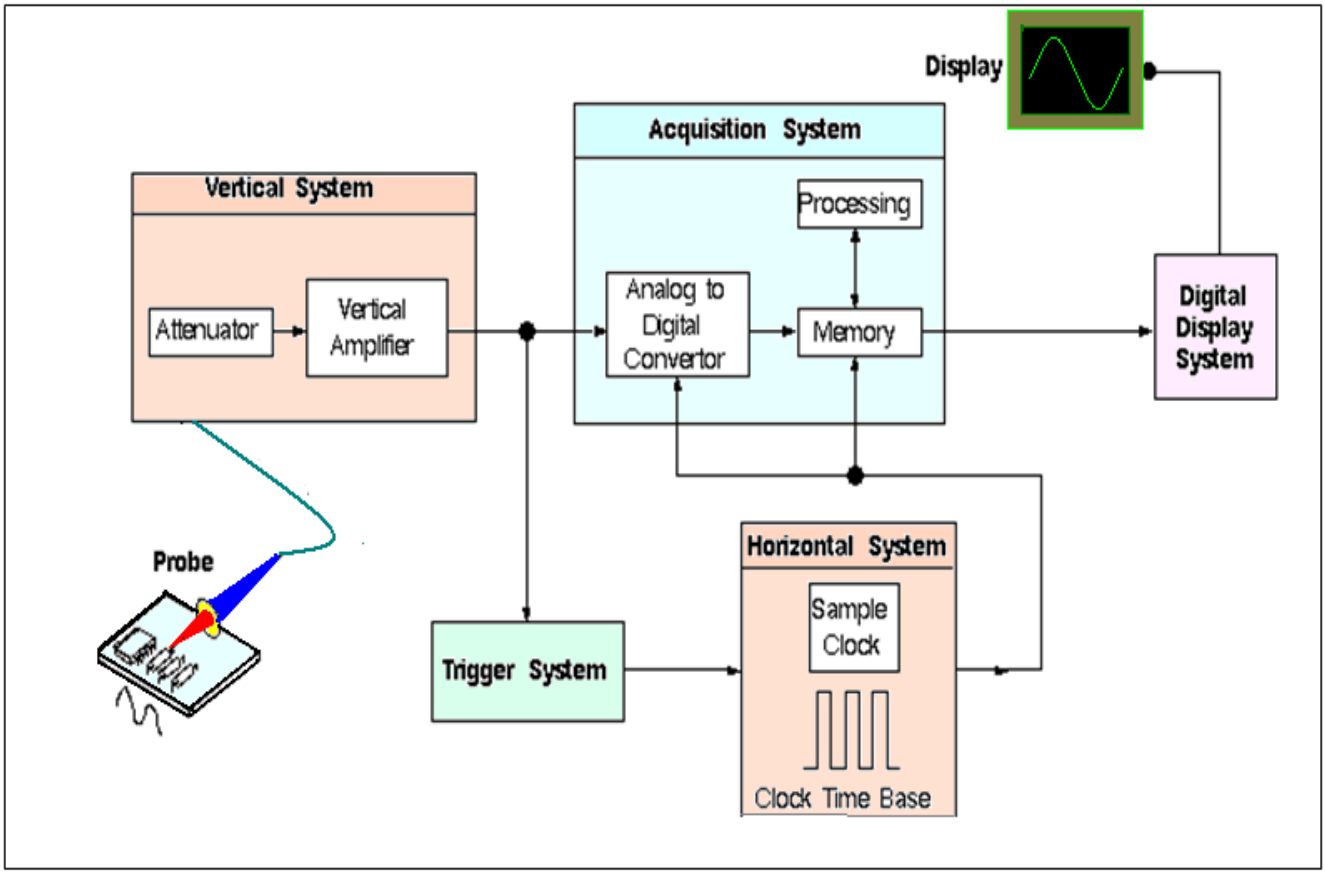
ج قسم المعالج:

وفيه يتم معالجة الموج ة المراد قياسها ، والمسجلة بالذاكر ة، على شكل معلومات رقمية، مع دخل عينة الساع ة (التزامن) الواصل من القسم الأفقى. وعندما تتساوى عينة الساع ة مع نقاط الموج ة المسجلة، تفتح بوابة تمر الموج ة من خلالها إلى الذاكر ة، التى تقوم بتوصيلها إلى قسم العرض الرقمى أو تخزينها.

- نظام العرض الرقمى Digital Display System :

يتم فى هذه الدائرة تحويل المعلومات الرقمية المعبرة عن الإشارة إلى إشارة تماثلية إذا كانت وسيلة الإظهار هى أنبوبة CRT. أما إذا كانت وسيلة الإظهار رقمية. فيتم معالجة الإشارة رقمياً لإظهارها.

ويمكن أن تشتمل وسيلة الإظهار على إظهار رقمى لبيانات الإشارة ومعلومات رقمية عنها. وأيضاً إظهار الإشارة بشكلها التماثلى.



شكل (1-11)

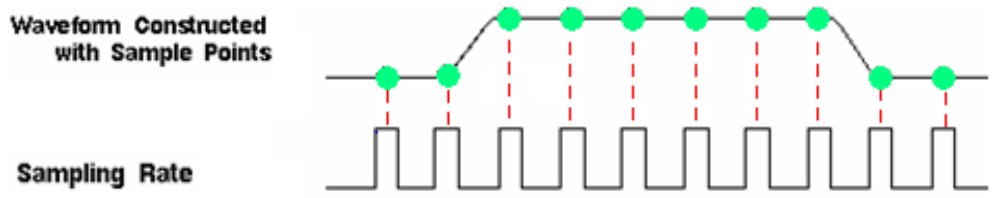
تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى

طرق أخذ العينات:

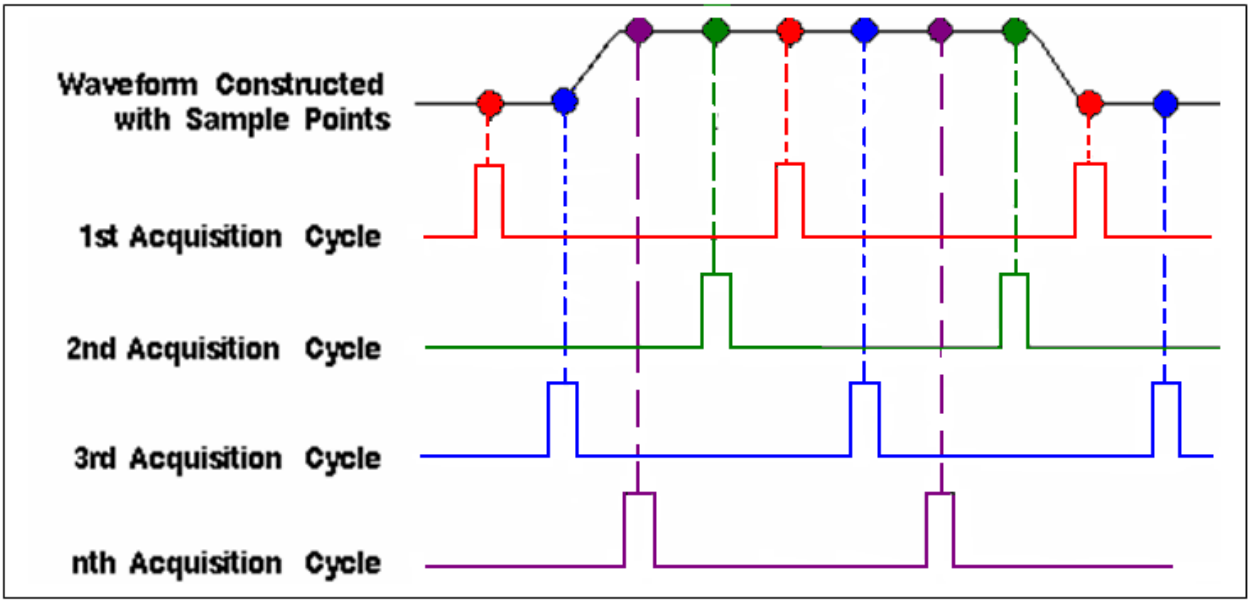
طريقة العينة تختبر الأوسيلوسكوب الرقمى عن كيفية تجميع نقاط العين ة لإظهار التغيرات البطيئة للإشارة، وكذا تجميع أكثر من نقاط عين ة تكون كافي ة لرسم صور ة دقيقة. ويتم ذلك بإحدى طريقتين:

١ - طريقة الوقت الحقيقى مع أخذ العينات، شكل (1-12-أ).

٢ - طريقة تكافؤ الوقت وأخذ العينات، شكل (1-12-ب).



شكل (أ)



ب نظرية عمل جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى :

يتم توصيل الإشارة المراد مشاهدتها ودراستها إلى الدخل الرأسى Y لجهاز الأوسيلوسكوب، تكبر فى المكبر الرأسى، ويتم التحكم فى درجة التكبير عن طريق الموهن، لتظهر الصورة على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب كاملة. تقوم دائرة المحول التماثلى الرقمى ADC بتحويل الإشارة من إشارة تماثلية إلى إشاراة رقمية توصل إلى الذاكرة.

يقوم القسم الأفقى بتوليد نبضات الا نحراف الأفقى ، وكذلك توليد نبضات مؤقت نظام العينات، الذى يحدد كيفية عمل المحول التماثلى الرقمى لأخذ العينات من الموجة الداخلة. كما يحدد بداية ونهاية زمن تسجيل أخذ العينات بحيث يتناسب مع زمن الموجة المطلوب مشاهدتها، وتقوم الذاكرة بتوصيل المعلومات عن الإشارة ونبضات مؤقت العينات إلى دائرة المعالجة لتقوم بمعالجة الإشارتين وإجراء العمليات المطلوبة على الإشارة، ثم تعود النتائج إلى الذاكرة لتتعامل معها من حيث تخزينها أو إرسالها إلى وسيلة الإظهار، (الشاشه)، لإظهار شكل الموجة، وأيضاً إظهار نتائج المعالجة (جميع البيانات المراد معرفتها عن الإشارة)، فى صورة رقمية مكتوبه.

مميزات الأوسيلوسكوب الرقمى :

١ يمكن استخدامه كأوسيلوسكوب تماثلى بجانب عمله كأوسيلوسكوب رقمى

٢ يمكنه إظهار أحسن صورة للإشارة، بالضغط على مفتاح واحد فقط (Auto)، دون استخدام مفاتيح الحساسية الأفقية والرأسية .

٣ يمكنه إظهار جميع القياسات الخاصة بالدخل على الشاشة بصورة رقمية مثل الأفوميتر (جهاز قياس الجهد والتيار الكهربى) الرقمى.

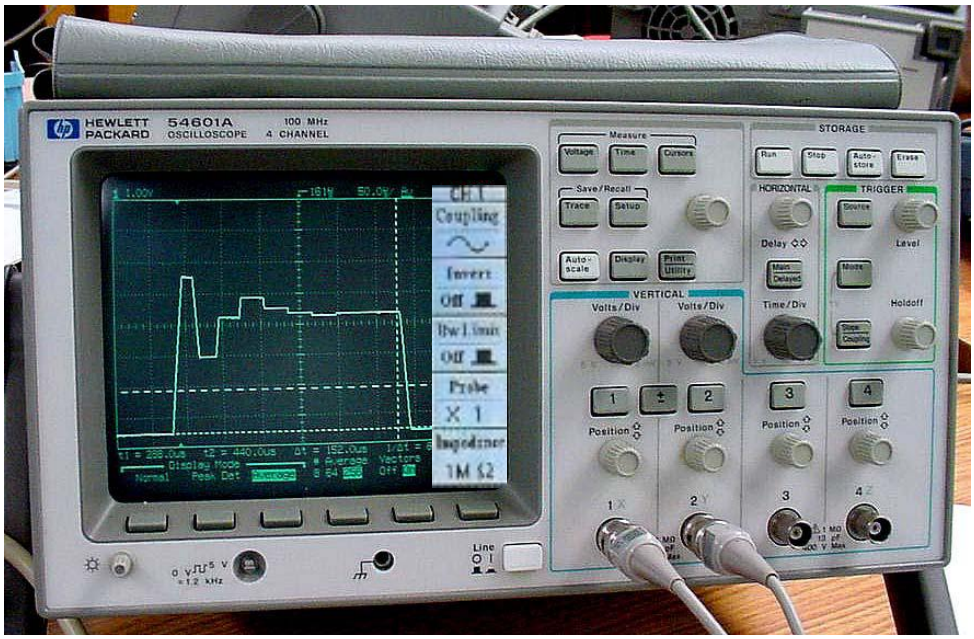
٤ يمكنه إتمام عمليات حسابية، مثل الجمع والطرح والضرب والقسمة، لكل من الجهد والتردد والزمن للإشارتين الداخلتين على القناتين (X,Y).

٥ يمكنه تثبيت (توقيف) للإشارة عن طريق مفتاح Run–Stop.

٦ يمكنه تخزين الإشارة، بالضغط على مفتاح Storage، بنفس ترددها وشكلها ، كما يمكنه تخزين لعشرة موجات عينات فى نفس الوقت، بشرط إعطاء كل موجة رقم تخزين (من 1:10) تحفظ به فى الذاكرة.

٧ يمكنه إجراء الاختبارات والقياسات التى تتم على X-Y Mode، كقياس التردد بالمقارنة، وإظهار أشكال الليساجوس

والشكل (1-13) يبين منظراً عاماً لجهاز الأوسيلوسكوب الرقمى:



شكل (1-13)

منظر عام لجهاز الأوسيلوسكوب الرقمى

اوسيلوسكوب التخزين الرقمى :

يمكن استخدام الاوسيلوسكوب العادى لتخزين أشكال موجيه والاحتفاظ بها لمده طويله تتراوح بين (150:10 ساعه) بعد إنتاج النموذج . ويتم ذلك بإستخدام أنبوبة CRT خاصه مثل الأنبوبه العاديه مع إضافة شبكه للتخزين خلف الشاشه الفسفوريه . ونظرا للتطور ولعيوب CRT الخازنه السابق الإشاره اليها . وهى حاجتها الى توصيل التيار الكهربى للمحافظه على الشكل المخزن طول فترة التخزين - الاثر المخزن لا يكون دقيقا - كما تقل سرعة إظهار العينه على الشاشه - لا يمكن تخزين أكثر من صوره .

والطريقه المتبعه لتخزين اثر الموجات هى اوسيلوسكوب التخزين الرقمى DSO Digital Storage OSC حيث يستخدم ذاكره رقميه يخزن بها الشكل المطلوب تخزينه بعنوان معين ويمكن تخزين عدد من الاشكال ويتم إظهار الشكل عدة مرات طالما أن القدره الكهربيه مسلطه على الذاكره ويستخدم لذلك بطاريه حتى لا تفقد الاشكال عند قطع القدره الكهربيه عن جهاز الاوسيلوسكوب .

والشكل (1-14) يبين دائرة تخطيطيه لأوسيلوسكوب تخزين رقمى . حيث يتكون من:

أ -قسم تحصيل البيانات .

ويتكون من مكبر عزل لعزل دائرة دخل المكبر الرأسى عن الجهاز ، ودائرة أخذ العينات ثم دائرة محول تماثلى رقمى **ADC** .

ب -الذاكره .

وتستخدم لتخزين العينات والأشكال المطلوب تخزينها بعد إعطائها عنوان بالذاكره عن طريق دائرة عداد العناوين .

ج دائرة تحكم .

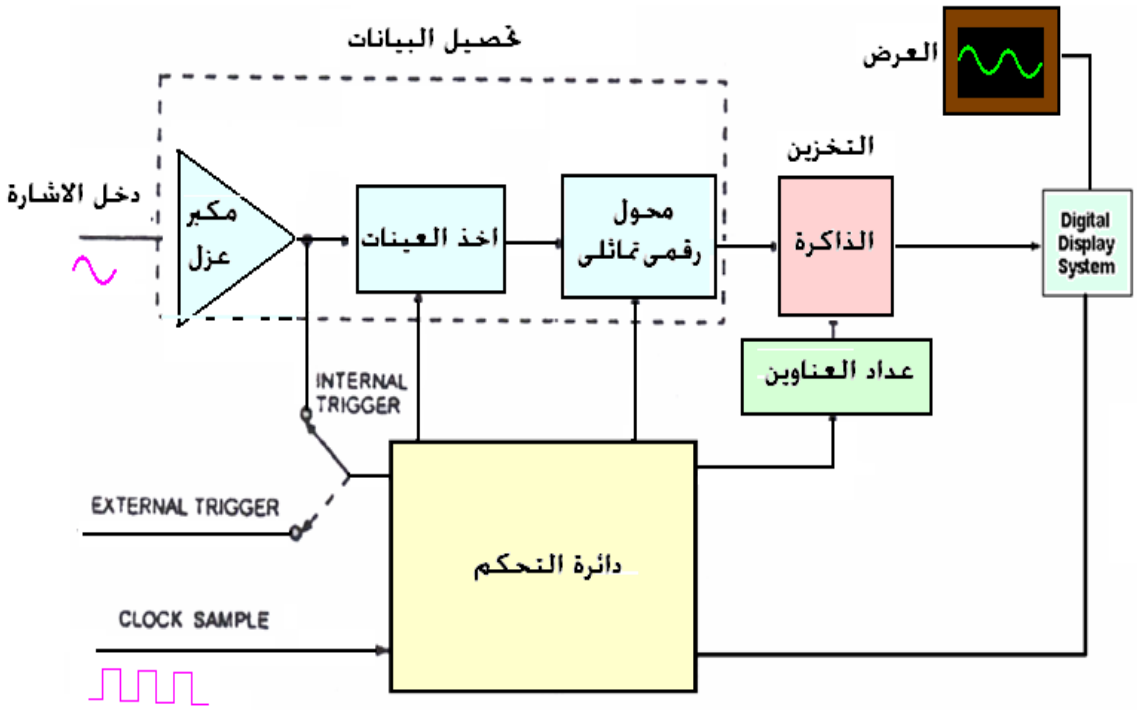
وتستخدم للتحكم فى أخذ العينات والتحكم فى خط الأساس الزمنى الأفقى .

د -دائرة عداد العناوين .

لإعطاء عناوين بالذاكره للعينات المخزنه .

ه -دائرة الإظهار .

وتحتوى دائرة محول رقمى تماثلى Analog digital converter (ADC) لتحويل المعلومات الرقميه إلى إشاره تماثليه ، وتحتوى أيضاً دائرة مكبر إنحراف رأسى ومكبر إنحراف أفقى ، والشاشه التى تقوم برسم صورة الإشاره المطلوب إظهارها والمعلومات الخاصه بهذه الإشاره .



شكل (1-14) دائرة تخطيطيه لأوسيلوسكوب تخزين رقمى

طريقة عمل أوسيلوسكوب التخزين الرقمى :

تعتمد فكرة التخزين الرقمى للأوسيلوسكوب على وجود ذاكره يتم فيها تخزين الإشارات المطلوب تخزينها بعد إعطاء كل إشاره رقم معين بالذاكره .

تدخل الإشاره المراد دراستها وتخزينها من الدخل الرأسى إلى محول ADC يحولها إلى عينات توصل إلى الذاكره حيث تأخذ عنوان معين عن طريق دائرة عداد العناوين وبإعطاء أمر تخزين عن طريق مفتاح Storage فيتم تخزين الإشاره وهكذا بالنسبه لأى إشارات أخرى ويمتاز نظام التخزين الرقمى بطول مدة التخزين طالما وجد مصدر تغذيه للذاكره حيث تستخدم بطاريه صغيره تعمل لفتره طويله . كما أن الشكل الموجى المرقم بالذاكره يمكن تحليله بواسطة الأوسيلوسكوب أو بتحميل محتويات الذاكره إلى جهاز كمبيوتر .

1– 4- تطبيقات إستخدام جهاز الاوسيلوسكوب:

يستخدم جهاز الاوسيلوسكوب فى: مشاهدة أشكال الموجات – قياس نسبة التشكيل – قياس تردد الإشاره بالمقارنه – قياس الاساس الزمنى – قياس زاوية الوجه – قياس التيار – قياس عزل الكابلات – رسم منحنيات الخواص للعناصر الالكترونيه مثل الدايود والزينر والترانزستور .

وقد تم التعرض لإستخدام الجهاز لمشاهدة أشكال الموجات و قياس التردد بالصف الاول . وسوف نتعرض لباقى إستخدامات جهاز الاوسيلوسكوب كالتالى :

١ - إيجاد نسبة التشكيل (عمق التشكيل الإتساعى)

توصل الإشاره المشكله إلى أطراف دخل الألواح الرأسيه . ونضبط تردد المسح حتى يظهر على الشاشه شكل الإشاره المشكله . وبواسطة تدريج الشاشه يتم معرفة قيمة الإرتفاع الأكبر (X) وكذلك الإرتفاع الأصغر (Y) . كما فى شكل (1-15) وتعين النسبه المئويه للتشكيل من المعادله الآتيه :

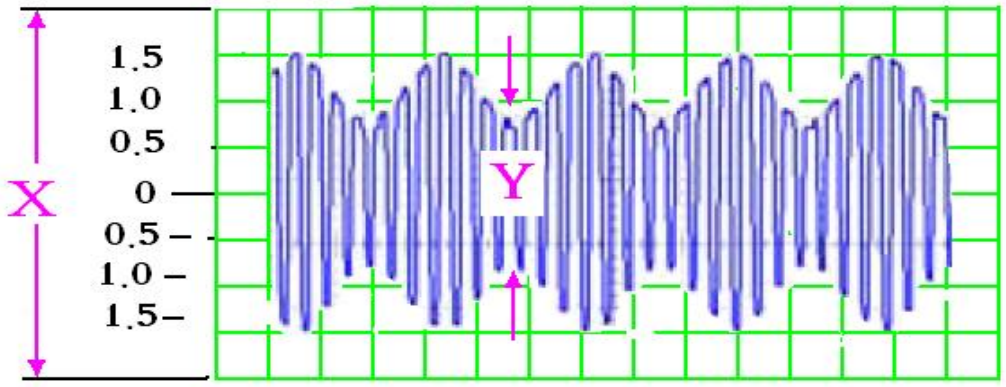
$$m\ \% = \frac{X-Y}{X+Y}\times 100\%$$

فمثلاً إذا كان الإرتفاع (X) = 6سم .

والإرتفاع (Y) = 4سم ،

فإن :

$$m\% = \frac{6-4}{6+4}\times 100\% = 20\%$$



شكل (1–15) كيفية تعيين نسبة الشكيل

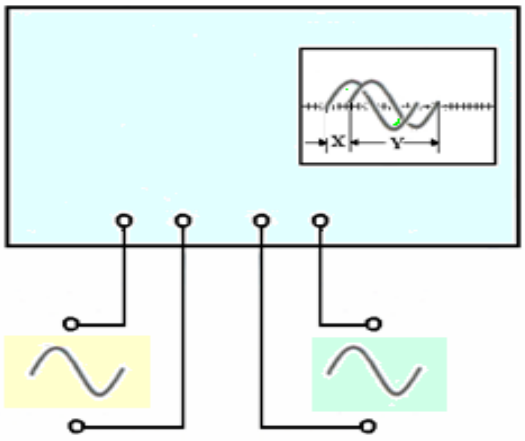
٢ - قياس فرق الطور (زاوية الوجه) بين موجتين

(Measurement of Phase Difference)

يمكن قياس فرق الطور بين جهدى إشارتين جيبيتين لهما نفس التردد بإستخدام جهاز أوسيلوسكوب سواء كان من النوع مزدوج الشعاع أو مفرد الشعاع كالآتى:

أ –فى حالة إستخدام جهاز أوسيلوسكوب مزدوج الشعاع لهذا الغرض يتم التوصيل كما فى شكل (1–16–أ) مع التأكد من أن الضابط المتغير لتردد المسح الأفقى على وضع معايرة "CAL" بعد ذلك يضبط تردد المسح الأفقى حتى نحصل على أقل عدد من الذبذبات الكامله على الشاشه ، وأفضلها أن تكون ذبذبه واحدة لكل إشاره ، ثم يقاس طول موجه كامله لأى إشاره منهما (Y) ، ثم يقاس مسافة الفرق بين قيمتى بدايتهما (X) وبعد ذلك يمكن حساب زاوية فرق الطور Φ كالآتى :

$$\Phi = \frac{X}{Y} \times 360°$$



شكل (١ – ١٦ – أ)

الاسبوع الرابع عشر والخامس عشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):

مدة المحاضرة: ٢ساعه نظري+٢ساعه عملي

الأنشطة المستخدمة:

٥٦. أنشطة تفاعلية صفية
٥٧. أسئلة عصف ذهني
٥٨. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٥٩. واجب بيتي
٦٠. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

٣٤. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٣٥. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣٦. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

٦ -١ مقدمة Introduction

أحدى الوظائف المهمة للإلكترونيات علمياً وعملياً وصناعياً هي عملية قياس الكميات الفيزيائية مثل الموضع ودرجات الحرارة والقوة والضغط ومعدل تدفق مائع....إلخ.

وللحساسات والمبدلات وظائف مهمة في أنظمة التحكم المختلفة، فهي الأجهزة التي تأخذ على عاتقها مسؤولية تحويل الكميات الفيزيائية المختلفة إلى كميات كهربائية قابلة للقياس والتكبير والنقل بالإضافة إلى إمكانية دخولها في أنظمة التحكم. كما أنه يسهل تسجيل هذه الكميات الكهربائية كقاعدة هامة للبيانات والمعلومات ويسهل أيضاً التعامل معها عن طريق أجهزة التحكم والكومبيوتر.

٦ -٢ مفاهيم عامة General concepts

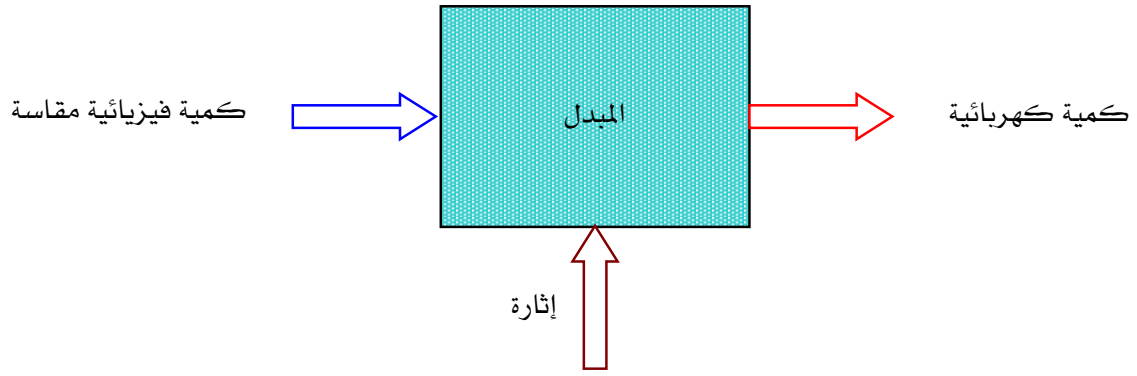
٦ -٢ -١ تعريف الحساسات والمبدلات

الحساس على وجه العموم هو أي جهاز يمكنه أن يحول الطاقة من صورة ما إلى صورة أخرى، إلا أن المبدل يعني الوظائف التالية:

(١) الإحساس بالكميات المقاسة

(٢) إخراج إشارة كهربائية متناسبة مع الكمية المقاسة يمكن قياسها بواسطة جهاز قياس خارجي.

أي أن المبدل يمكن أن يعتبر مترجماً من لغة الكميات الفيزيائية الموضوعة تحت المراقبة إلى لغة الكميات الكهربائية، كما هو موضح في شكل رقم (٦ -١).



شكل رقم (٦ -١) رسم تخطيطي للمبدل.

٦ -٢ -٢ تصنيف الحساسات المبدلات Classification of sensors and transducers

يمكن تصنيف الحساسات والمبدلات حسب تطبيقاتها، أو طبقاً للكميات الفيزيائية المحولة، أو طبقاً لخواصها، أو طبقاً لحالات القياس، كما سيأتي فيما بعد.

٦ -٢ -٣ اختيار الحساسات والمبدلات Selection of sensors and transducers

يجب مبدئياً اختيار الحساس أو المبدل بحيث يناسب التطبيق أو الوظيفة المنوط به القيام بها ويجب مراعاة الآتي:

(١) مدى القياس: يجب على المبدل أن يعمل في حدود مدى القياس المطلوب.

(٢) الحساسية: يجب على الحساس أو المبدل أن يحظى بدرجة معقولة من الحساسية بحيث يعطى خرجاً كهربائياً كافياً.

(٣) التفاعل مع التردد: يجب على المبدل أن يتفاعل بطريقة مناسبة مع التردد وكذلك بالنسبة للإثارة تجاه الرنين.

(٤) التناسب مع الظروف المحيطة: يجب على الحساس أو المبدل أن يناسب الظروف المحيطة به من حرارة وضغط جوي ومجالات مغناطيسية وكهربائية وخلافه.

(٥) أقل حساسية: يجب أن يحظى الحساس أو المبدل بقدر أدنى من الحساسية للشعور بالكمية المقاسة.

(٦) دقة القياس قد يتعرض الحساس أو المبدل إلى أخطاء في القياس نتيجة تكرارية عمليات القياس وأخطاء المعايرة وأيضاً بالإضافة إلى أخطاء الحساسية للمؤثرات الأخرى غير الكميات المقاسة.

(٧) التناسب مع ظروف الاستخدام: بالنسبة للكميات المقاسة كهربائياً وميكانيكياً يجب أن يؤخذ في الاعتبار وزن وأبعاد الحساس أو المبدل.

(٨) أبعاد أطراف التوصيل: يجب أن يؤخذ في الاعتبار أبعاد كابلات التوصيل بالنسبة للحساس أو للمبدل من حيث الطول ومساحة المقطع وخلاف، كذلك نسبة التشويش على إشارة القياس خاصة في حالة استخدام مكبر الإشارة وكذلك حدود التفاعل مع التردد.

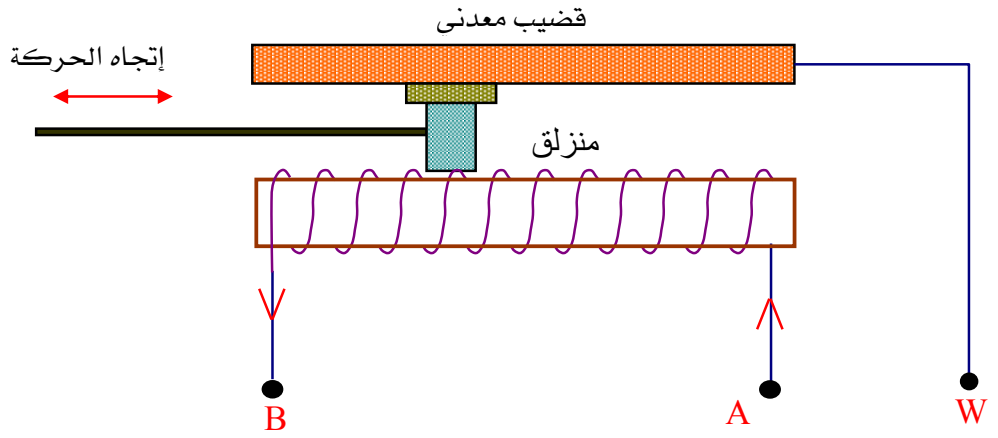
وسنوجز هنا بعض أنواع الحساسات والمبدلات وهي أكثر الأنواع شيوعاً وشهرة من حيث نظرية عملها وأين يمكن استخدامها والكميات المحولة و المقاسة بواسطتها.

٦ -٣ الأنواع الأساسية للحساسات والمبدلات Basic types of sensors and transducers

٦ -٣ -١ حساس ومبدل الإزاحة الأومي Resistive position transducer

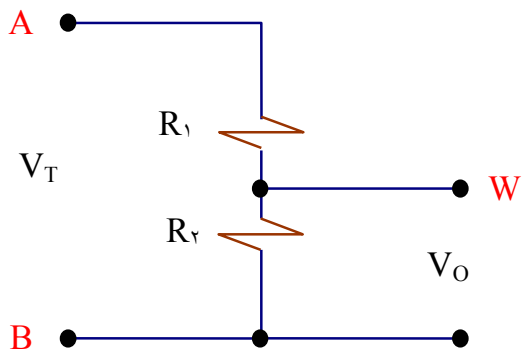
الفكرة الأساسية لحساس أو مبدل الإزاحة الأومي هو أن الكمية المقاسة المتغيرة تحدث تغيراً في مقاومة الجزء الحساس من المبدل. فمن المتطلبات الأساسية في القياسات الصناعية وعمليات التحكم هو أن تستطيع أن تستشعر موضع شيء ما أو المسافة التي تحركها هذا الشيء.

ويعتبر حساس أو مبدل الإزاحة الأومي أحد حساسات أو مبدلات بيان الإزاحة حيث يمكنه استشعار موضع كائن ما باستخدام عنصر مقاومة أومية ملفوفة بانتظام على قضيب عازل للكهرباء ومنزلق متصل بالكائن المراد تبيان موضعه وقابل للانزلاق ملامساً لعنصر المقاومة وملامساً في نفس الوقت لقضيب معدني ذي مقاومة صغيرة نسبياً بالنسبة لعنصر المقاومة الأومية، كما هو مبين بشكل رقم (٦ -٢).



شكل رقم (٦ -٢) حساس الإزاحة الأومي.

وبهذا فإن المقاومة مابين المنزلق وأحد أطراف عنصر المقاومة الأومية يعتمد على وضع الكائن المراد قياس وضعه أو إزاحته كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -٣). وعلى ذلك فإن النقطة W تدل على وضع الكائن المراد قياسه ما بين وضعين قياسيين: وضع A ووضع B.



شكل رقم (٦ -٣) الدائرة المكافئة لحساس الإزاحة الأومي

وعلى هذا يمكن كتابة المعادلات الرياضية كما يأتي:

$$I = \frac{V_T}{R_1 + R_2} \qquad (٦-١)$$

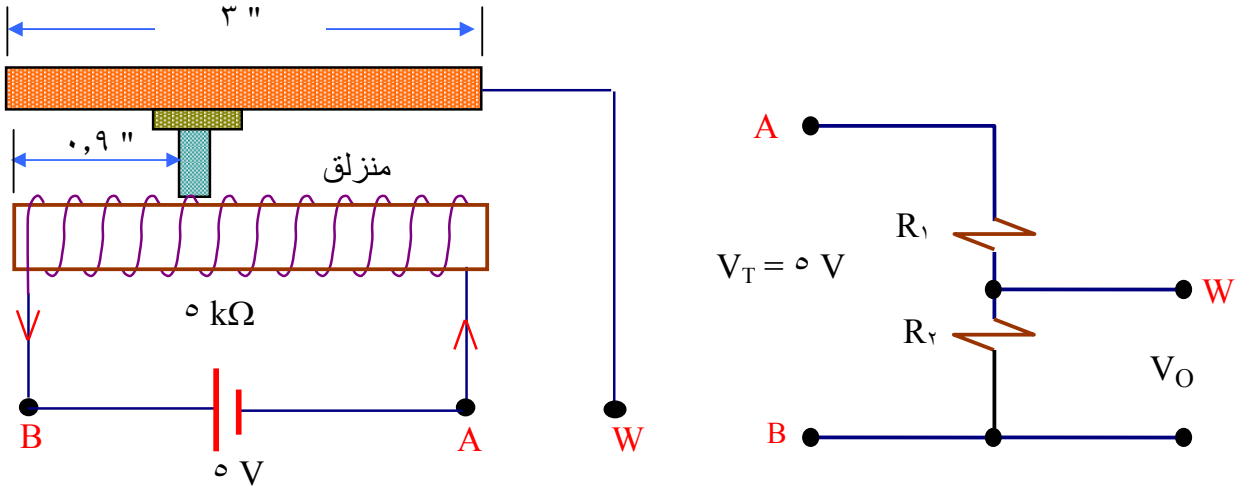
$$V_O = I\,R_2 \qquad (٦-٢)$$

$$\frac{V_O}{V_T} = \frac{IR_2}{I(R_1 + R_2)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \qquad (٦-٣)$$

و يتضح من هذا أن مبدل الوضع الأومي يوضح أن جهد الخرج V_O يتناسب تناسباً طردياً مع وضع المنزلق إذا كانت المقاومة موزعة بانتظام على المسافة AB .

مثال رقم (٦ -١)

شكل رقم (٦ -٤) يبين مبدل إزاحة أومي بطول مسافة قضيبية ٣ inches، وبمقاومة كلية لمقسم الجهد تساوي ٥ kΩ، فإذا كان الجهد المطبق V_T = ٥ V وكان وضع المنزلق على بعد "٠,٩ من نقطة B.احسب جهد الخرج V_O.



شكل رقم (٦ -٤) مبدل الإزاحة الأومي للمثال رقم (٦ -١).

الحل: من المعادلة رقم (٦ -٣):

$$\frac{V_O}{V_T} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_2 = \frac{0.9}{3} \times 5000 = 1500\ \Omega$$

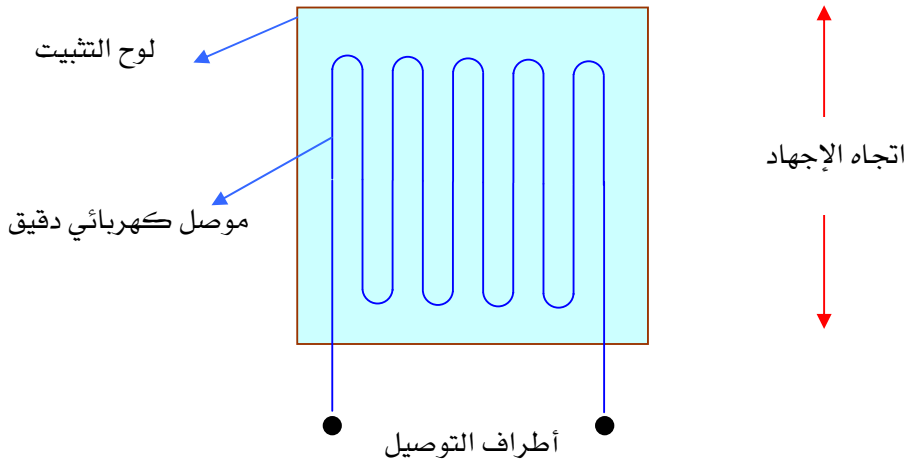
$$\frac{V_O}{V_T} = \frac{1500}{5000}$$

$$V_O = V_T \times \frac{1500}{5000} = 5 \times \frac{1500}{5000} = 1.5\ \text{volts}$$

٦ -٣ -٢ حساس ومبدل مقياس الإجهاد Strain guage transducer

حساس مقياس الإجهاد يعتمد في تشغيله على نظرية تغير المقاومة الكهربائية في الموصلات الكهربائية نتيجة الإجهاد الواقع على هذه الموصلات نتيجة تعرضها لقوة ما. وهو بذلك يستخدم لقياس الوزن أو الضغط أو القوة الميكانيكية أو الإزاحة.

ويعتمد تركيب حساس مقياس الإجهاد كما هو مبين بشكل رقم (٦ -٥) على تثبيت موصل كهربائي دقيق بطريقة تموجية إلى الأمام وإلى الخلف على لوح تثبيت محكم اللصق على الجزء المراد قياس الإجهاد به.



شكل رقم (٦ -٥) حساس مقياس الإجهاد.

ويؤدي إجهاد الشد إلى استطالة اللوح وبالتالي استطالة الموصل الكهربائي (زيادة في طول الموصل)، وبما أن كمية المادة الموجودة في الموصل لا تتغير أي أن كتلته ثابتة وحجمه أيضاً، فإن زيادة طوله يؤدي إلى نقص في مساحة مقطعه، وبالتالي تتزايد مقاومة الموصل تبعاً لقانون المقاومة:

$$R = \rho L/a \qquad (٦ -٤)$$

حيث:

R: المقاومة الكهربائية

ρ: المقاومة النوعية للمادة المصنع منها الموصل

L: طول الموصل

a: مساحة مقطع الموصل

ويؤدي الإجهاد بالتالي إلى:

(١) تزايد طول الموصل (وبالتالي نقص في مساحة مقطعه).

(٢) تزايد مقاومة الموصل.

والعلاقة بين الزيادة في طول الموصل ΔL والطول الابتدائي للموصل L تسمى مقياس الإجهاد G ، حيث:

$$G = \frac{\Delta L}{L} \qquad (٦-٥)$$

وهي مجرد نسبة ليس لها أبعاد تدل على مقدار الإجهاد الواقع على الموصل.

وحيث إن التغير في المقاومة الكهربائية للموصل تعتمد على التغير في مساحة مقطع الموصل بالإضافة إلى التغير في طول الموصل، فإن نسبة التغير في المقاومة تكون أكبر من نسبة التغير في الطول، وبذلك يمكن تعريف ثابت المقياس K كما يلي:

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} \qquad (٦-٦)$$

وهذا الثابت يكون دائما أكبر من ١.

ومن المعروف أن هناك علاقة تناسبية قياسية تربط ما بين الضغط الداخلي (Stress) و الإجهاد (Strain) تسمى بمعامل اللدونة ((Modulus of Elasticity (E))، حيث يمكن تمثيل هذه العلاقة رياضياً من العلاقات الآتية:

$$E = \frac{S}{G} \qquad (٦-٧)$$

حيث:

E: معامل اللدونة

S: الضغط الداخلي

G: الإجهاد

ويمكن تمثيل الضغط الداخلي S بالعلاقة الآتية:

$$S = \frac{F}{A} \qquad (٦-٨)$$

حيث:

F: القوة وتقاس بوحدة kg

A: مساحة المقطع وتقاس بوحدة m^2

وبذلك يقاس الضغط الداخلي بوحدة kg/m^2، وبما أن الإجهاد G ليس له أبعاد لأنه مجرد نسبة، تكون بالتالي أبعاد معامل اللدونة E هي نفس أبعاد الضغط الداخلي S أي: kg/m^2.

وبالنسبة لمقياس الإجهاد فإنه من المطلوب أن يكون على درجة عالية من الحساسية وهذا يعني قيمة كبيرة لثابت المقياس K، وبالعودة إلى معادلة ثابت المقياس K، فإن القيمة العالية له تعني تغير كبير للمقاومة (لسهولة قياسها) بالنسبة للتغير في الطول.

مثال رقم (٦ -٢)

ثبت حساس مقياس إجهاد ذو ثابت مقياس $K = 2$ على لوح من الصلب ثم عرض لإجهاد قدره $G = 1\times10^{-6}$ ، فإذا كانت المقاومة الابتدائية $R_0 = 130\ \Omega$ ، احسب التغير في المقاومة ΔR.

الحل

من المعادلة رقم (٦ -٦) لثابت المقياس:

$$K = 2 = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R_0}{G} = \frac{\Delta R/130\ \Omega}{1\times10^{-6}}$$

$$\Delta R = 2\times130\times1\times10^{-6} = 260\ \mu\Omega$$

مثال رقم (٦ -٣)

قضيب من الصلب ذو مقطع دائري قطره 0.02 m وطوله 0.4 m ، عرض لقوة شد مقدارها 33000 kg ، حيث معامل اللدونة $E = 2\times10^{10}\ kg/m^2$ ، احسب الاستطالة ΔL.

الحل

نبدأ بحساب مساحة مقطع القضيب A كما يلي:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4}\times(0.02)^2 = 3.14\times10^{-4}\ m^2$$

ومن المعادلة رقم (٦ -٧) لمعامل اللدونة E:

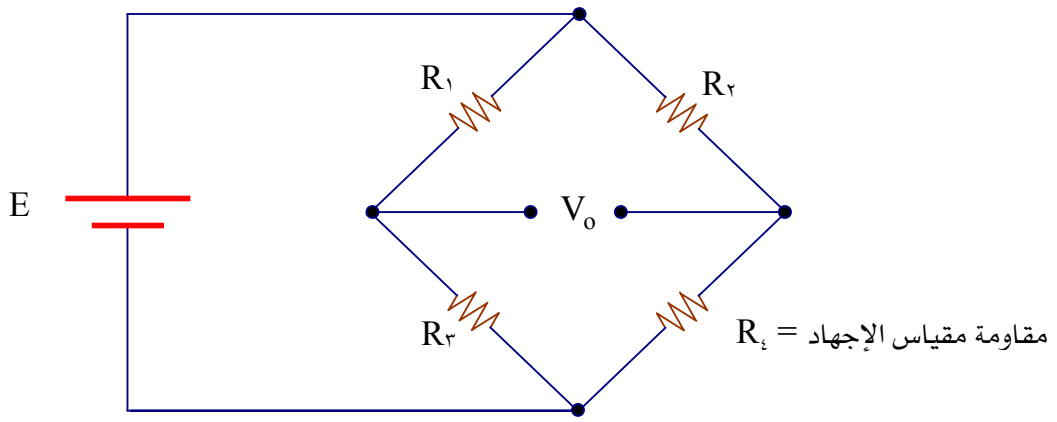
$$E = \frac{S}{G} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{F\times L}{A\times\Delta L}$$

$$\therefore \Delta L = \frac{F\times L}{A\times E} = \frac{33000\ kg\times0.4\ m}{3.14\times10^{-4}\times2\times10^{10}} = 2.1\times10^{-3}\ m = 2.1\ mm$$

إلى هنا ويعتبر مقياس الإجهاد نوع من أنواع الحساسات حيث إنه يستطيع ترجمة الإجهاد إلى تغير في المقاومة، ولكن لكي يعمل مقياس الإجهاد كمبدل (Transducer)، يجب أن يكون خرج الجهاز على صورة إشارة كهربائية.

إضافة الإشارة الكهربائية إلى حساس مقياس الإجهاد

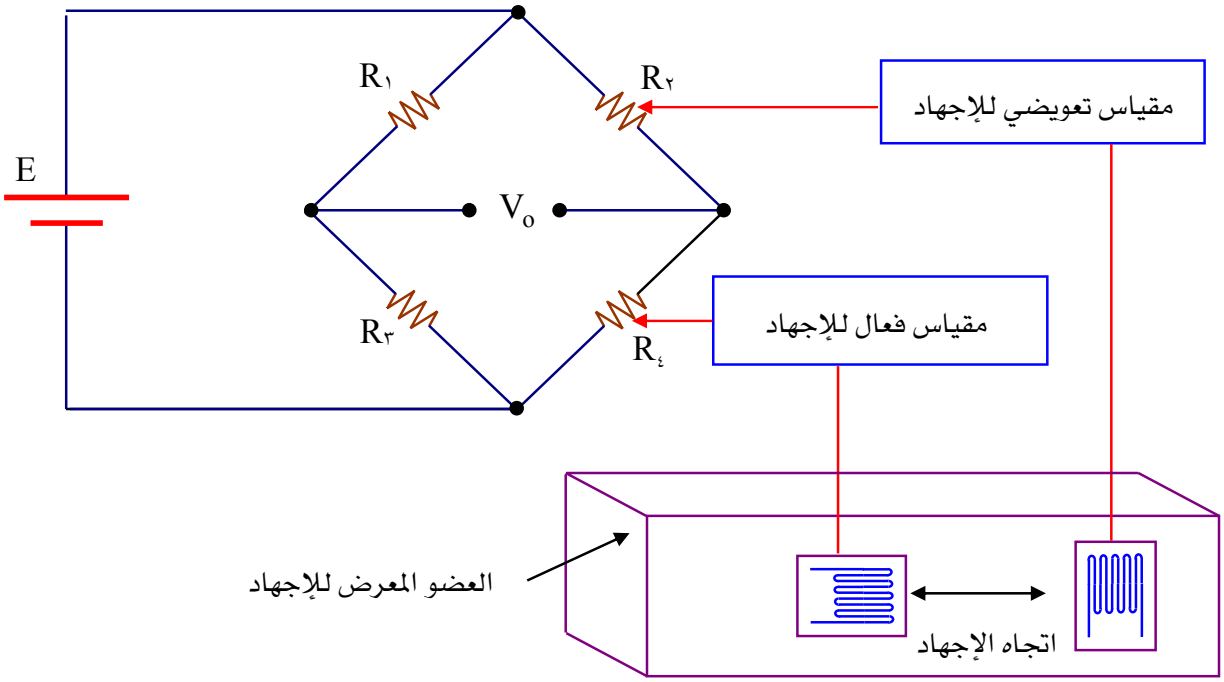
في العادة يستخدم مقياس الإجهاد كذراع رابع في قنطرة ويتستون (المتزنة في حالة عدم وجود أي إجهاد)، وبالتالي يمكن تحويل الإجهاد إلى تغير في مقاومة الذراع الرابع، وبالتالي إلى قيمة للجهد V_o الذي يمكن قياسها، كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -٦).



شكل رقم (٦ -٦) تحويل حساس مقياس الإجهاد إلى مبدل.

ويمكن استخدام هذه الطريقة عندما يكون التغير في درجة حرارة التشغيل ليس بالدرجة التي تؤثر على دقة القياس، أو في الحالات التي لا تتطلب دقة عالية في القياس. أما في حالات التغير الكبير في درجة حرارة التشغيل، فإن المقاومة تتأثر بهذا التغير في درجة الحرارة وتتغير قيمتها تبعاً لذلك، وعلى هذا فإن المقاومة تتغير نتيجة للإجهاد، بالإضافة إلى تغيرها نتيجة للتغير في درجة الحرارة. وهذا يؤدي إلى نتيجة خاطئة بالطبع، ولهذا يجب إلغاء تأثر المقاومة بدرجة الحرارة.

ولإلغاء تأثير تغير المقاومة نتيجة تغير درجة الحرارة يمكن استخدام النظام التعويضي التالي والموضح بالشكل رقم (٦ -٧). حيث يمكن استخدام مقياس الإجهاد في الذراع الرابع لقنطرة ويتستون كمقياس فعال (تأثير إجهاد + تأثير حرارة)، وفي الذراع الثاني (ذراع تناسب الاتزان) يمكن استخدام مقياس إجهاد آخر كمقياس تعويضي، وهذا المقياس يمكن تثبيته في اتجاه متعامد على اتجاه الإجهاد بحيث لا يتأثر بالإجهاد ولكنه يتأثر فقط بالحرارة، وبالتالي فإن الذراعين المتناسبين يكون أحدها متأثراً بالإجهاد والحرارة أما الآخر يكون متأثراً بالإجهاد فقط، وبالتالي يمكن إلغاء تأثير الحرارة.



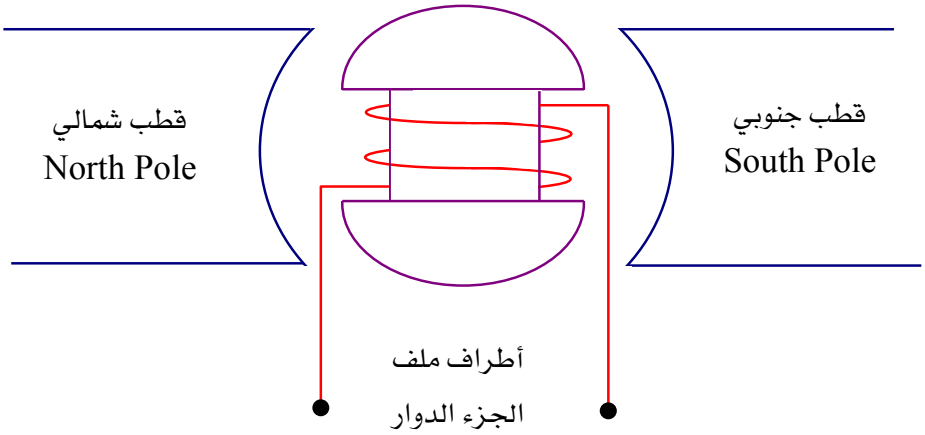
شكل رقم (٦ -٧) النظام التعويضي لمبدل مقياس الإجهاد لإلغاء تأثير درجة الحرارة.

٦ -٣ -٣ الحساس والمبدل الحثي Inductive transducer

يستخدم الحساس والمبدل الحثي نظرية عمل المولد الكهربائي في توليد جهد كهربائي بين أطراف الموصل في حالة وجود حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي. هذه الحركة النسبية تكون هي في الغالب الكمية المراد قياسها. وفيما يلي سنتعرض لنوعين من أنواع المبدلات الحثية.

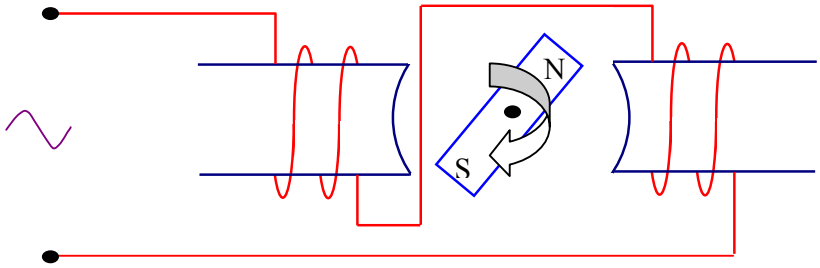
٦ -٣ -٣ -١ مقياس السرعة الدوارة (Tachometer)

شكل رقم (٦ -٨) يبين مقياس السرعة الدوارة وهو مبدل حثي يمكنه تحويل السرعة الدوارة مباشرةً إلى إشارة كهربائية فهو عبارة عن مولد تيار مستمر ذي أقطاب دائمة المغناطيسية يمكنه توليد جهد مستمر بقيمة ثابتة مقدارها (١٠ mV/r.p.m)، و بذلك يمكنه تغذية مقياس جهد (Voltmeter) معاير لقياس السرعة مباشرة، حيث يتم ربط العضو الدوار لمقياس السرعة بالجزء الدوار المطلوب قياس سرعته.



شكل رقم (٦ -٨) مقياس السرعة الدوارة مولد تيار مستمر

وللخروج من مشاكل ماكينات التيار المتردد ، يمكن أيضاً تصميم مقياس السرعة على هيئة مولد تيار متردد بأن يكون العضو الدوار هو الأقطاب المغناطيسية ويتم توليد جهد كهربائي بطريق الحث في ملف موجود في العضو الثابت كما هو موضح بشكل رقم (٦ -٩) .



شكل رقم (٦ -٩) مقياس السرعة الدوارة مولد تيار متردد.

وعن طريق هذه التركيبة يمكن لإشارة الجهد (المتردد) أن تنقى بواسطة فلاتر كهربائية ويمكن أيضاً تكبير هذه الإشارات بالإضافة إلى الميزة الهامة لماكينات التيار المتردد من هدوء الصوت قياساً بأجهزة التيار المستمر.

وأحد التطبيقات المهمة لهذا المبدل هو قياس التردد ، حيث إن هناك علاقة مباشرة بين التردد وسرعة الدوران تربطهما العلاقة الرياضية لتالية:

$$n = \frac{120\ f}{P} \qquad (٦ -٩)$$

حيث:

n: سرعة الدوران وتقاس بوحدة لفة لكل دقيقة (r.p.m.)

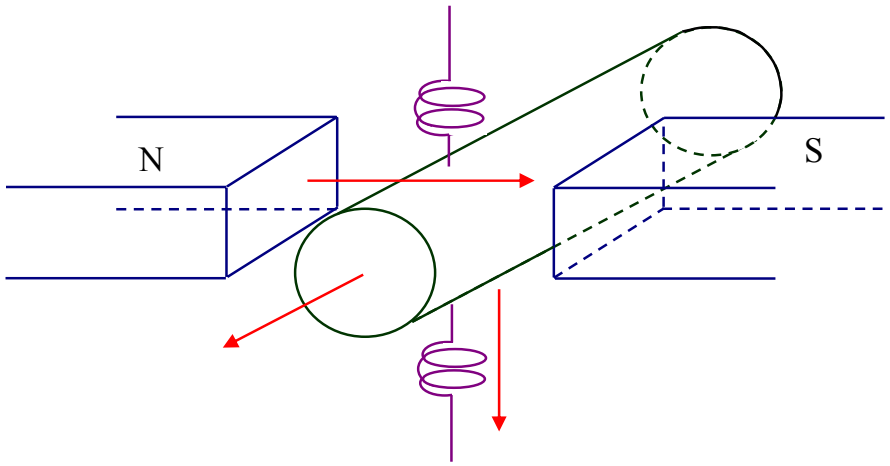
f: التردد ويقاس بوحدة cycle/sec = Hertz

P: عدد الأقطاب المغناطيسية الموجودة بالمقياس

٦ -٣ -٣ -٢ المقياس الكهرومغناطيسي لقياس سرعة تدفق الموائع

Electro-magnetic transducer

تطبيق آخر للمبدل الحثي هو مقياس سرعة تدفق الموائع الجيدة التوصيل للكهرباء حيث يمكن اعتبار المبدل جزء من مقطع أنبوب يتدفق فيه المائع الموصل للكهرباء والمحاط بأنبوب رديء التوصيل للكهرباء أو عازل للكهرباء، وعن طريق أقطاب جيدة التوصيل للكهرباء مثبتة داخل الأنبوب على امتداد قطره وعمودية على كل من اتجاه سريان المائع واتجاه المجال المغناطيسي، كما في شكل رقم (٦ -١٠) وموصلة باثنين من الملفات الموصلة كهربائياً عكس بعضهما، يمكن الحصول على جهد يتناسب مع سرعة سريان المائع داخل الأنبوب، حيث يعتبر المائع في هذه الحالة موصل يقطع خطوط المجال المغناطيسي بسرعة v تساوي.



شكل رقم (٦ -١٠) المقياس الكهرومغناطيسي لقياس سرعة تدفق الموائع

ويمكن حساب الجهد الناتج من العلاقة الرياضية الآتية:

$$E = B\,L\,v \qquad (٦-١٠)$$

حيث:

E: الجهد الناتج أو القوة الدافعة الكهربائية المتولدة ويقاس بوحدة الفولت (volts)

B: كثافة المجال المغناطيسي مقاسة بوحدة التسلا ($Tesla = Weber/m^2$)

v: سرعة سريان المائع وتقاس بوحدة متر/ثانية (m/sec)

يسمى مقياس التدفق بالمقياس الكهرومغناطيسي لتدفق الموائع، الذي من مميزاته عدم التأثير على الضغط داخل الأنبوب كما أنه يصلح لقياس سرعات عالية جداً ولكن في المقابل لا يصلح هذا المقياس للسرعات البطيئة (أقل من foot/sec ١) إلا إذا تجاوزت موصلية السائل siemens/m ٠,٥. ومن عيوب هذا النظام أيضاً أن الأقطاب لابد أن تكون دائماً نظيفة وجيدة التوصيل للكهرباء، وفي كثير من الأحيان في الأغراض الصناعية يمكن أن تتكون كثير من الترسبات على هذه الأقطاب حيث تؤدي إلى أخطاء في عملية القياس.

مثال رقم (٦ -٤)

جهاز كهرومغناطيسي لقياس سرعات التدفق، ذو قطر أنبوب = cm ١,٢٥، إذا كانت كثافة المجال المغناطيسي = Tesla ٠,٢، وكان جهد المقياس قدره =mV ٢٥، احسب سرعة تدفق المائع.

الحل

بتطبيق معادلة رقم (٦ -١٠) للجهد:

$$E = B\,L\,v$$

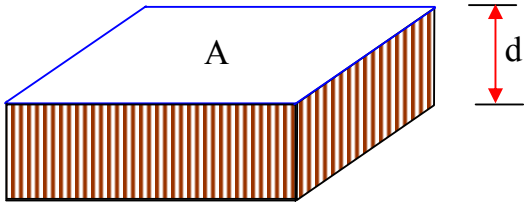
يمكن حساب السرعة v:

$$v = \frac{E}{B\,L} = \frac{25\times10^{-3}}{0.2\times1.25\times10^{-2}} = 10\ m/sec$$

٦ -٣ -٤ الحساس والمبدل السعوي Capacitive transducer

من المعروف أن السعة الكهربائية C للمكثف ذي اللوحين المتوازيين والموضح في شكل رقم (٦ -١١) تعطى من العلاقة:

$$C = \frac{kA\varepsilon_0}{d} \quad (Farads) \qquad (٦-١١)$$



شكل رقم (٦ -١١) المكثف ذو اللوحين المتوازيين.

حيث:

C: السعة الكهربائية وتقاس بوحدة الفاراد (Farad)

k: ثابت العازل المستخدم بين اللوحين وهو بدون أبعاد

A: مساحة اللوح وتقاس بوحدة المتر المربع (m^2)

d: المسافة بين اللوحين وتقاس بوحدة المتر (m)

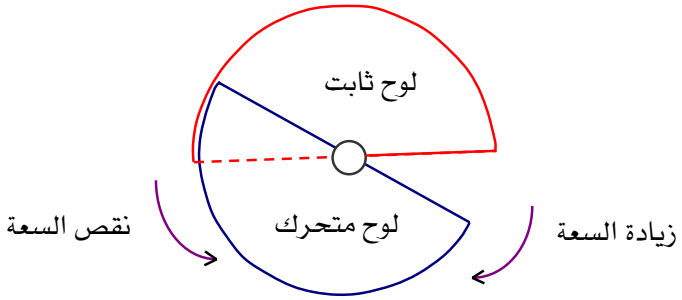
ε: سماحية الهواء أو الفراغ Permittivity وتقاس بوحدة الفاراد/متر، وهي قيمة معروفة ($\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ Farad/m)

ويعتمد الحساس أو المبدل السعوي على المعادلة الرياضية السابقة حيث التغير في المسافة بين اللوحين أو التغير في المساحة المشتركة بين اللوحين يؤدي بالتالي إلى تغير في قيمة سعة المكثف.

وفيما يلي بعض الأمثلة للحساسات السعوية بأشكال وتطبيقات مختلفة.

٦ -٣ -٤ -١ مقياس الإزاحة الدورانية Rotational movement transducer

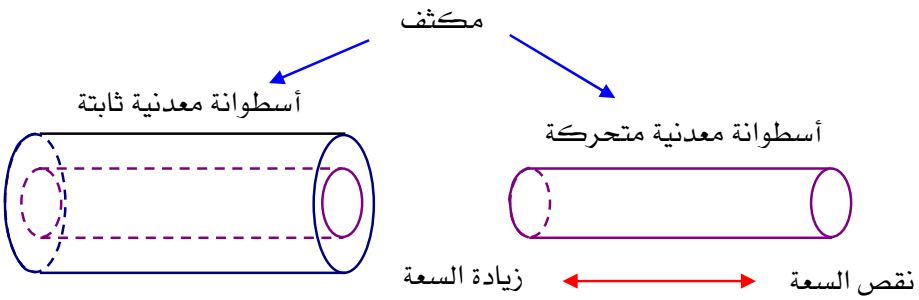
وهو عبارة عن مكثف ذي لوحين على شكل أنصاف دوائر مشتركين في المحور أحدهما ثابت والآخر قابل للحركة حول المحور المشترك كما هو مبين بشكل رقم (٦ -١٢). وتؤدي حركة اللوح إلى زيادة المساحة المشتركة بين اللوحين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالتالي إلى تغير سعة المكثف.



شكل رقم (٦ -١٢) مقياس الإزاحة الدورانية.

٦ -٣ -٤ -٢ مقياس الإزاحة الخطية Linear movement transducer

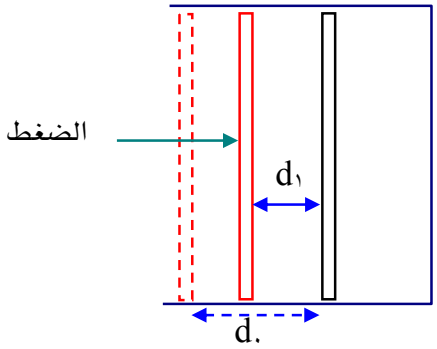
وهو عبارة عن مكثف ذي قطبين على شكل أسطوانتين مشتركتين في المحور أحداهما ثابتة والأخرى قابلة للحركة على امتداد المحور المشترك كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -١٣). وتؤدي حركة الأسطوانة إلى زيادة المساحة المشتركة بين الأسطوانتين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالتالي إلى تغير سعة المكثف.



شكل رقم (٦ -١٣) مقياس الإزاحة الخطية.

٦ -٣ -٤ -٣ مقياس الضغط Pressure transducer

وهو عبارة عن مكثف ذي لوحين متوازيين أحدهما ثابت والآخر على شكل غشاء رقيق قابل للحركة في اتجاه المسافة بين اللوحين كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -١٤). وتؤدي حركة اللوح إلى زيادة المسافة بين اللوحين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالتالي إلى تغير سعة المكثف. ويستخدم هذا الحساس في قياس الضغط حيث يؤثر الضغط على الغشاء الرقيق ويحركه فيغير المسافة بين اللوحين من المسافة الابتدائية d. إلى المسافة الجديدة d ، وعن طريق قياس السعة يمكن قياس قيمة الضغط.



شكل رقم (٦ -١٤) مقياس الضغط.

مثال رقم (٦ -٥)

احسب سعة المكثف لمقياس ضغط سعوي، إذا كانت:

- المساحة المشتركة بين اللوحين = $5\times10^{-3}\ m^2$
- المسافة بين اللوحين = $1\times10^{-3}\,m$

الحل

من معادلة رقم (٦ -١١) للسعة بين اللوحين المتوازيين:

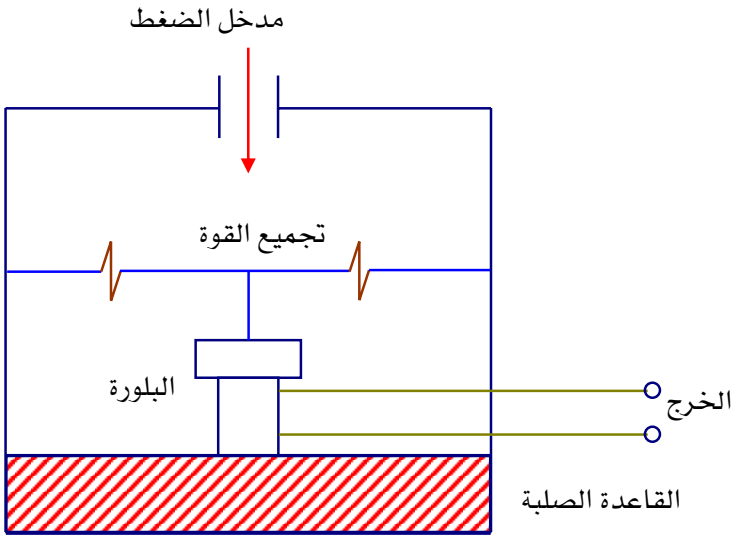
$$C=\frac{kA\varepsilon_0}{d}\quad (Farads)$$

$$C=\frac{(1)\,(5\times10^{-3}\,m^2)\,(8.854\times10^{-12}\ F/m)}{1\times10^{-3}\ m}=44.25\times10^{-12}\ \ F$$

$$C\ =44.25\ \ pF$$

٦ -٣ -٥ مبدل بلورة بيزو الكهربائية(مبدل الكهربائية الإجهادية) Piezoelectric Transducer

عندما توضع بعض المواد البلورية (مثل الكوارتز quartz وملح روشيل Rochelle salt) تحت إجهاد ميكانيكي، ينتج بين أسطحها جهد كهربائي، وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة بيزو الكهربائية الإجهادية. وتستخدم هذه الخاصية في الحساسات والمبدلات الكهربائية عندما توضع البلورة بين قاعدة صلبة ثابتة وأحد نبائط تجميع القوة كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -١٥).



شكل رقم (٦ -١٥) مبدل بلورة بيزو الكهربائية.

تدخل القوة الخارجية إلى المبدل من خلال فتحة الضغط والتي تسلط قوة أعلى البلورة وتسبب توليد جهد كهربائي بين سطحين من أسطحها يتناسب مع مقدار الضغط المؤثر.

٦ -٣ -٦ حساسات ومبدلات الحرارة

يمكن تقسيم حساسات ومبدلات الحرارة إلى الأنواع التالية:

(أ) مقياس حرارة المقاومة الكهربائية Resistance thermometer.

(ب) المزدوج الحراري Thermo Couple.

(ت) المجس الحراري Thermistor.

وسوف نتعرض بإيجاز لكل من الأنواع الثلاثة.

٦ -٣ -٦ -١ مقياس حرارة المقاومة الكهربائية

يصنع مقياس حرارة المقاومة من عناصر حساسة ونقية من البلاتين أو النحاس أو النيكل والتي تتأثر مقاومتها الكهربائية بطريقة ملحوظة بدرجة الحرارة طبقاً للمعادلة الآتية:

$$R = R_0 \left[1 + \alpha \, \Delta t\right] \qquad (٦ -١٢)$$

حيث:

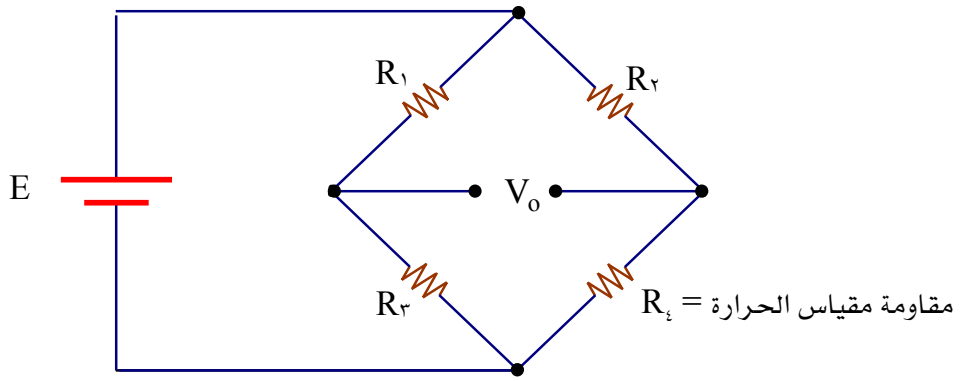
R : مقاومة الموصل عند درجة حرارة t مقاسة بالدرجات المئوية

$R_.$: مقاومة الموصل عند درجة حرارة مرجعية (عادة عند $20\ ^\circ C$)

Δt : الفرق بين درجة حرارة التشغيل ودرجة الحرارة المرجعية

α : المعامل الحراري للمقاومة

والمواد السابقة تتميز بأن معاملها الحراري α كبير ولذلك فالتغير في المقاومة ملحوظ نتيجة التغير الصغير في درجة الحرارة. والتغير في المقاومة ΔR يمكن قياسه باستخدام قنطرة ويتستون التي يمكن معايرتها لبيان درجة الحرارة المتسببة في تغير المقاومة كما هو مبين بشكل رقم (٦ -١٦).

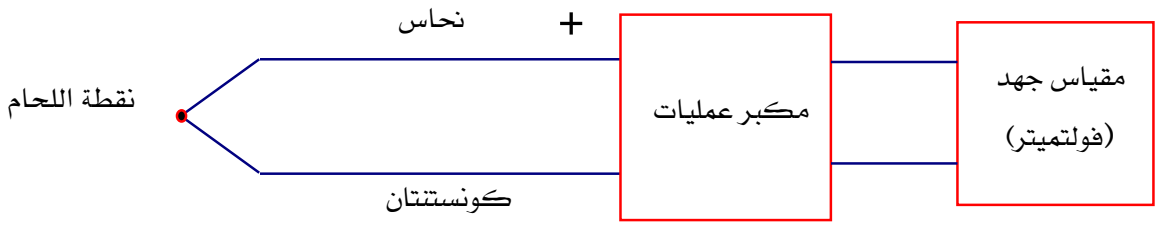


شكل رقم (٦ -١٦) مبدل مقياس حرارة المقاومة الكهربائية.

٦ -٣ -٦ -٢ المزدوج الحراري Thermo-couple

من الخواص الفيزيائية المهمة أنه عند توصيل طرفي سلكين مصنعين من معدنين مختلفين مع بعضهما، يتولد جهد كهربائي بين طرفيهما الآخرين. وهذا الجهد يتناسب مع فرق درجات الحرارة مابين درجة حرارة الطرفين المتصلين معا و درجة حرارة الطرفين الآخرين. كمثال على ذلك عند توصيل طرف سلك مصنع من مادة النحاس الأحمر Copper مع طرف سلك مصنع من مادة الكونستنتان Constantan، يمكن الحصول على جهد يقاس بوحدة الملي فولت (mV) بين الطرفين الآخرين، ويعتبر النحاس هو القطب الموجب، ويزداد هذا الجهد بزيادة درجة حرارة الوصلة.

ويتم تكبير هذا الجهد بواسطة مكبر عمليات Operational Amplifier ثم قراءته على مقياس الجهد الذي يعاير ليقرأ الحرارة مباشرة، كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -١٧).



شكل رقم (٦ -١٧) مبدل المزدوج الحراري.