Lecture (3)

1) **Accuracy:** is the ability of an instrument to measure the accurate value / In other word it is the closeness of the measured value to a standard or true value.

القراءة التي يقترب بها الجهاز من القيمة الحقيقية للمتغير الذي يتم قياسه

2) **Precision:** the closeness of two or more measurments to each other is known as the precision of a substance. In other word

Is the degree to which repeated measurments under the same conditions show the same results.

قياس أو الدرجة التي تختلف بها القياسات المتتالية عن بعضها البعض

3) **Sensitivity:** the ratio of output signal or response of the instrument to a change of input or measured variable.

هي نسبة استجابة الجهاز او اشارة الاخراج الى التغيير بالمقياس او المدخلات

4) **Resolution:** the smallest change in measured value to which the instrument will respond.

هي اصغر تغيير في قيمة المقياس يستجيب لها الجهاز

5) **The Error :** is the diffrences between an observed or calculated value and the true value.
Is the deviation from the true value of the measured variable.

هو التغيير بين القيمة التي تم قياسها مع القيمة الحقيقية .انحراف المقياس المتغير عن القيمة الحقيقية.

Types of Error

No measurement can be made with perfect accuracy, but it is important to find out what the accuracy actually is and how different errors have entered into the measurement. A study of errors is a first Step in finding ways to reduce them.
Errors may come from different sources and are usually classified into three types :-

لا يمكن إجراء قياس بدقة تامة ,ولكن من المهم معرفة القراءة في الواقع وكيف دخلت الأخطاء المختلفة في القياس .دراسة الأخطاء هي الخطوة الأولى في إيجاد طرق لتقليلها .قد تأتي الأخطاء من مصادر مختلفة وعادة ما يتم تصنيفها تحت ثلاثة انواع

1) **Gross errors:** it's come from human errors and also from misreading of instrument, incorrect adjustment and improper application of instruments, and computational mistakes.

الأخطاء الجسيمة :ناتجة من أخطاء بشرية إلى حد كبير ,بسبب سوء قراءة الجهاز , والتعديل غير الصحيح والتطبيق غير السليم للاجهزة ,والأخطاء الحسابية

2) **Systematic errors:** shortcomings of the instruments, such as defective or worn of the environment on the equipment or the user, divided into two types:
   A) Instrumental error: are error inherent in instrument because of their mechanical structure for example (movement friction, irregular spring tension and calibration error).
   B) Environmental errors: are caused by external condition on the measuring device such as changes in temperature, humidity or magnetic field.

الأخطاء المنهجية :وهي عيوب الأجهزة مثل خلل أو تهالك في بنية الجهاز المستخدم ,وتنقسم عادة إلى نوعين:

الخطأ الآلي :هو خطأ متأصل في الجهاز بسبب بنيته الميكانيكية ,مثل احتكاك ,وتوتر الزنبرك غير المنتظم والخطأ الآلي الأخر ,وهي خطأ معايرة

الأخطاء البيئية :هي الخطاء ناتجة عن تأثير خارجي على جهاز القياس كتغير في درجة الحرارة أو الرطوبة أو المجالات المغناطيسية.

Random error : those error due to cause that cannot be directly established because of random variations in the parameter or the system of measurement.
These error are due to unknown causes and occur even when all gross error and systematic errors are eliminated the only way to offset these errors is by increasing the number of readings and using statistical means to obtain the best approximation of the true value of the quantity under measurement.

الأخطاء العشوائية : وهي تلك الخطاء الناتجة عن أسباب لا يمكن تحديدها بشكل مباشر بسبب الاختلافات عشوائية في المعاملات أو نظام القياس. هذه الأخطاء ناتجة عن أسباب غير معروفة تحدث حتى عندما يتم التخلص من جميع الأخطاء الجسيمة والأخطاء المنهجية ,فإن الطريقة الوحيدة لتقليل هذه الأخطاء هي عن طريق زيادة عدد القراءات واستخدام الوسائل الإحصائية للحصول على أفضل تقدير تقريبي للقيمة الحقيقية للكمية المقياس.

Standard of Measurements

A standard of measurement is a physical representation of a unit of measurement. A unit is realized by reference to an arbitrary material standard or to natural phenomena including physical and atomic constants. Standard of measurement classified by their function and application in the following categories:

القياس المعياري يمثل وحدة القياس الفيزيائية .تتحقق الوحدة برجوع إلى المعيار مادة الفتراضي أو إلى ظواهر طبيعية بما في ذلك الثوابت الفيزيائية والذرية .القياس المعياري يصنف حسب وظيفته وتطبيقه في الاصناف التالية:

1- International standards
2- Primary standards
3- Secondary standards
4- Working standards

1-International standards: The international standards are defined by international agreement. They represent certain units of measurements to the closest possible accuracy that production and measurement technology allow. These standards are maintained at the International Bureau of Weights and Measures in America and not available to the ordinary user of measuring instruments.

المعايير الدولية :هي معايير محددة باتفاق دولي تمثل وحدات معينة من القياسات بأقرب دقة ممكنة تسمح بها تكنولوجيا للانتاج والقياس .يتم الحفاظ على هذه المعايير في المكتب الدولي للأوزان والمقاييس في أمريكا وغير متاحة للمستخدم العادي كاجهزة القياس.

2-Primary standards: The primary (basic) standards are maintained by national standards laboratories in different parts of the world. The National Bureau of standards (NBS) in America, National Physical Laboratory (NPL) in Britain, and Physikalisch Technische in

Germany. The primary standards represent the fundamental units and some of the derived mechanical and electrical units. Primary standards are not available for use outside the national laboratories. One of the main functions of primary standards is the verification and calibration of secondary standards.

المعايير الأولية :يتم الحفاظ على المعايير الأولية (الأساسية) بالمختبرات المعيارية الوطنية في أنحاء مختلفة من العالم .المكتب الوطني للمعايير NBS في أمريكا ، والمختبر الفيزيائي الوطني NPL في بريطانيا ، و مختبر الفيزياء التقنية في ألمانيا .تمثل معايير الوحدات الأساسية وبعض الوحدات الميكانيكية والكهربائية المشتقة .المعايير الأولية غير متوفرة للاستخدام خارج المختبرات الوطنية .وهي تمثل إحدى الوظائف الرئيسية في التحقق من المعايير الثانوية ومعايرتها.

3-Secondary standards: Secondary standards are the basic reference standards used in industrial measurement laboratories. These standards are maintained by the particular involved industry and are generally sent to the national standards laboratories (primary) on a periodic basis for calibration and comparison.

المعايير الثانوية :المعايير الثانوية هي المعايير المرجعية الأساسية المستخدمة في مختبرات القياس الصناعية يتم الحفاظ على هذه المعايير من قبل مصانع معينة خاصة ويتم إرسالها إلى مختبرات المعايير الوطنية (الأولية)على أساس دوري للمعايرة والمقارنة.

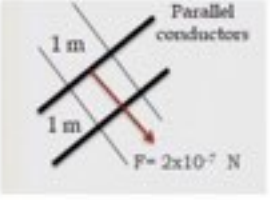
4-Working standards: Working standards are the principal tools of a measurement laboratory. They are used to check and calibrate general laboratory' instrument for accuracy and performance or to perform comparison measurements in industrial applications. A manufacturer of precision resistances, for example, may use a standard resistor (a working standard) in the quality control department of his plant to check his testing equipment.

معايير العمل :هي الأدوات الرئيسية لمختبر القياس .يتم استخدامها لفحص ومعايرة أجهزة المختبر العامة من أجل الدقة والأداء أو لإجراء قياسات المقارنة في التطبيقات الصناعية .كالشركات المصنعة للمقاومات الدقيقة ، على سبيل المثال، قد تستخدم المقاوم المعيارية(معيار العمل) في قسم مراقبة الجودة لفحص واختبار معدات الخاصة المصنعة بها.

Electrical Standards

1.The Absolute Ampere :

The international system of units (S.I) defines the ampere (the fundamental unit of electrical current) as the constant current which, if maintained in two straight parallel conductors of infinite length and negligible circular cross section placed (1 m) apart in a vacuum, will produce between these conductor a force equal to $2x10^{-7}$ Newton/meter.



(النظام الدولي للوحدات S.I) (يعرف الأمبير)(الوحدة الأساسية للتيار الكهربائي) على أنه التيار الثابت المحفوظ في موصلين مستقيمين متوازيين بطول لانهائي ومقطع عرضي دائري (١) متر بعيدًا في فراغ ، بين هذه الموصلات قوة تساوي $2x10^{-7}$ نيوتن / متر

The international Ampere was then defused as that current which deposits silver at the rate of (1.11 mg/sec) front a standard silver nitrate solution. The international Ampere was superseded by the absolute Ampere which is determined by Rayleigh current balance. The force acting on the moving coil, and measured by balance is given by:

$$F = I^2 \frac{\partial M}{\partial x} \text{ (Newton)}$$

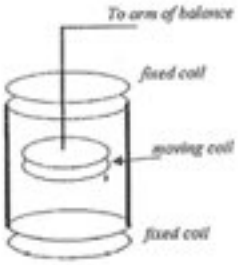
Where I: current in Amp in three coils, M: mutual inductance of the coils depends on number of turns dimensions, and relative positions.

∂x: element of the length a long the axis of the three coils. If the moving coil is at a distance of half their radius from each of the fixed coil, the $\partial M/\partial x$ depend on the ratio of :

$$\frac{\text{radios of fixed coil}}{\text{radius of moving coil}}$$

الأمبير الدولي يعتبر التيار الذي يرسب الفضة من الفئيل بمعدل (1.11مجم / ثانية) أمام محلول نترات الفضة التياسي .تم استبدال الأمبير الدولي بالأمبير المطلق الذي

يتم تحديده بواسطة ميزان رايلي الحالي .القوة المؤثرة على الملف المتحرك ، تقاس بالتوازن المعطى .

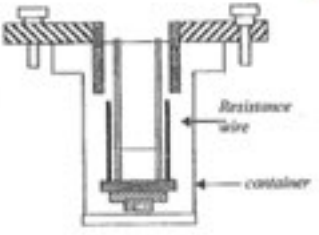


2- Resistance Standards:

The absolute measurement of the ohm is carried out by the international Bureau of weights and Measures and also by the national standards laboratories (NBS) maintains (1 Ω standards resistors).

The standard resistor is a coil of wire of some alloy like manganin (alloy of Nickel, manganese, and copper) which has a high electrical resistivity and low temperature coefficient of resistance. The resistance coil is mounted in a double walled sealed container to prevent changes in resistance due to moisture conditions in the atmosphere. Secondary standards and working standards are available from some instrument manufacturers in a wide range of values usually in multiples of l0D.

معايير المقاومة :يتم إجراء القياس المطلق للأوم من قبل المكتب الدولي للأوزان والمقاييس وأيضا بواسطة مختبرات المعايير الوطنية (NBS) التي تحافظ على (مقاومات معايير 1 Ω)



Review on measuring Instrument

1.Electrical and Electronic Instruments:

The measuring instrument that use mechanical movement of electromagnetic meter to measure voltage, current, power, etc. is called electrical measuring instrument, so the heart of these instruments was the d'Arsonval meter, while any measurement system use d'Arsonval meter with amplifiers to increase the sensitivity of measurements is called electronic instrument.

الآلات الكهربائية والإلكترونية أداة القياس التي تستخدم الحركة الميكانيكية للمقياس الكهرومغناطيسي لقياس الجهد والتيار والطاقة وما إلى ذلك تسمى أداة القياس الكهربائية ، لذلك كان قلب هذه الأدوات هو مقياس d 'Arsonval ، بينما يستخدم أي نظام قياس مقياس d' Arsonval مع مكبرات الصوت لزيادة حساسية القياسات تسمى أداة إلكترونية.

2. Analogue and Digital Instruments:

An analogue instrument are the instrument that use analogue signal (signal varying in continuous fashion and take on an infinity number of values in any given range) to display the magnitude of quantity under measurement. The digital instrument use digital signal (signal which vary in discrete steps and take up only finite different values in a given range, like binary signal which take only two levels zero and one) to indicate the results of measurement in digital form.

3. Absolute and Secondary Instruments:

In absolute instrument the measured value is given in term of instrument constants and the deflection of one part of the instrument e.g. tangent galvanometer, and Rayliegh current balance. In these instruments no calibrated scale is necessary. While in secondary instruments, the quantity of the measured values is obtain by observing the out put indicate by these instruments.

3-الأجهزة الثانوية المطلقة: في الأجهزة المطلقة يتم إعطاء القيمة المقاسة في حدود ثوابت الأجهزة بانحراف جزء واحد من الأجهزة على سبيل المثال الكلفانومتر المماسي ، والتوازن الرايلي الحالي . في هذه الأجهزة لا يوجد مقياس معاير ضروري. بينما في الأجهزة الثانوية يتم الحصول على كمية القيم المقاسة من خلال ملاحظة الإخراج الذي تشير إليه هذه الأجهزة.

Classification Of Secondary Instruments

A) **Indicating Instruments:** The magnitude of quantity being measured is obtain by deflection the pointer on scale, and the output is indicate either in analogue or digital form like ammeter, voltmeter, and wattmeter. Three forces was acting on the pointer to deflect it in proportional to the quantity being measured, these forces are:

أجهزة الإشارة: يتم الحصول على مقدار الكمية التي يتم قياسها عن طريق انحراف المؤشر على المقياس، ويتم الإشارة إلى الخراج إما في شكل تناظري أو رقمي مثل مقياس التيار الكهربائي والفولتميتر والواط. هناك ثلاث قوى تعمل على حرف المؤشر بما يتناسب مع الكمية التي يتم قياسها ، و هذه القوى هي:

1) **Defecting Force:** This force gives the pointer the initial force to move it from zero position, it's also called operating force.

قوة الدافعة: هذه القوة تعطي المؤشر القوة الأولية لتحريكه من موضع الصفر ، وتسمى ايضاً قوة التشغيل.

2) **Controlling Force:** This force control and limits the deflection of the pointer on scale which must be proportional to the measured value, and also ensure that the deflection is always the same for the same values.

القوة المسيطرة: هذه القوة تتحكم في انحراف المؤشر على المقياس الذي يتناسبا مع القيمة المقاسة، وايضا دائما يكون الانحراف نفسه لنفس القيم المقاسة.

3) **Damping Force:** This force is necessary in order to bring the movement system (pointer) to rise quickly to the measured value, and then stop without any oscillation.

قوة التخميد: هذه القوة ضرورية عند رفع نظام الحركة للمؤشر بسرعة إلى القيمة المقاسة لكي يتوقف دون أي تذبذب

b) Recording Instruments: An instrument which makes a written record in any recorded medium to the quantity being measured in order to save information and use it in another time or another place. Recording instrument may record transient signal, or phenomena

which can not obtain readily. This instruments like recording devices, x-y plotter, and oscilloscope.

أجهزة التسجيل: أجهزة تقوم بكتابة سجل كوسيلة مسجلة للكمية التي يتم قياسها من أجل حفظ المعلومات واستخدامها في وقت آخر أو مكان آخر. قد تسجل أجهزة إشارة عابرة أو ظواهر لا يمكن الحصول عليها بسهولة. هذه الأجهزة مثل أجهزة التسجيل ، الراسمة y-x ،ورراسم الذبذبات.

c) Controlling Instruments: These instruments give an information or instruction (orders) to control on original measured quantity or control on other devices, like a computer.

اجهزة التحكم: هذه الأدوات توفر معلومات أو تعليمات (أوامر) للتحكم في الكمية المقاسة الأصلية أو التحكم في الأجهزة الأخرى، مثل الكمبيوتر.

Factors Effecting Instrument selection

1. Accuracy: Its represent how closeness with which an instrument reading approaches the true value of the variable being measured. The deviation of the measured value from the true value is the indication, of how accurately reading has been made.

القراءة التي يقترب بها الجهاز من القيمة الحقيقية للمتغير الذي يتم قياسه

2. Precision: It's specified the repeatability of a set of reading each made independently with the same instrument. An estimate of precision is determined by the deviation of different reading from the mean (average) value.

قياس أو الدرجة التي تختلف بها القياسات المتتالية عن بعضها البعض

Example: To detect the deference between accuracy and Precision of measurement for some voltage, we see the following cases:

i. V=6Volt (true or theoretical value) V=5.8Volt (measured or practical value) This instrument is accurate.

ii. V=6Volt (true or theoretical value) V=4.8Volt (measured or practical value) This instrument is not accurate.

iii. V=6Volt (true or theoretical value) V= □5.8Volt (measured or practical value) When we try to check the reading, we measured it again and again, and get the following results: second measure for the same reading equal V=5.8Volt, third measured V=5.8Volt, forth measured V=5.8Volt and so on. This instrument is accurate and precise.

iv. V=6Volt (true or theoretical value) V=4.8Volt (measured or practical value) We try to check the reading, we measured it again and again, and get the following results: second measure for the same reading equal V=5Volt, third measured V=4.6Volt, forth measured V=5.2Volt and so on. This instrument is not accurate and not precise.

3. Range: It is defined as that region enclosed by the limits within which a particular quantity is measured.

النطاق: يُعرّف على أنه تلك المنطقة المحدده بقياس كمية معينة

4. Span: It is algebraic difference of the upper and lower limits of the range.

هو فرق جبري بين الحدين العلوي والسفلي للنطاق

Example: The span of (0 to 10) voltmeter is [Span = 10-0 = 10 state], But the span for (- 0 to +10) voltmeter is [Span= 10- (- 10) =20 state].

5. Loading effect: It's the change of circuit parameter, characteristic, or behaves due to instrument operation with out maintains.

تأثير التحميل: هو تغيير معامل الدائرة أو الخاصية أو السلوك بسبب تشغيل الأجهزة بدون عمليات صيانة خارجية

6. Sensitivity: It's represent the ratio of output signal to a change in input, or its represent the response output of the instrument to a change of its input.

هي نسبة استجابة الجهاز او اشارة الأخراج الى التغيير بالمقياس او المدخلات

7. Resolution: The smallest change in input that the instrument can response to it, or the ratio of output to smallest change in input.

هي اصغر تغير في قيمة المقياس يستجيب لها الجهاز

8. Error: The deviation of the measured value from the true value.

هي اصغر تغير في قيمة المقياس يستجيب لها الجهاز

Statistical analysis of error in measurement

When we measure any physical quantity our measurements are effected by a multi factors, must be used statistic method in analyze an error.

عند قياس أي كمية فيزيائية سيتأثر القياس بالعديد من العوامل، يجب استخدام طريقة إحصائية في تحليل الخطأ.

1. **Arithmetic mean** : The sum of a set of numbers divided by the total number of pieces of data.

الوسط الحسابي : مجموع مجموعة من الارقام مقسوماً على عدد تلك الارقام.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{n=1}^{n} x_n$$

Where:

Xn = nth reading taken.

n = total number of readings.

2. **Deviation:** The difference each piece of test data and the arithmetic mean.

الأنحراف: الفرق بين كل قيمة من بيانات الأختبار والمتوسط الحسابي

$$d_n = x_n - \bar{x}$$

3. **The average deviation:** is an indication of the precision of the instrument used in measurement or the sum of the absolute values of the deviation divided by the number of readings.

متوسط الأنحراف: هو مؤشر دقة الأجهزة المستخدمة في القياس مجموع القيم المطلقة لأنحراف مقسوماً على عدد القراءات.

$$D = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \ldots + |d_n|}{n}$$

Where:

/d1 /+/d2 /+/d3 /+…+/dn / = absolute value of deviations.

4. The standard deviation: is the square root of the sum of all the individual deviations squared, divided by the number of readings.

الأنحراف المعياري: هو الجذر التربيعي لمجموع كل الانحرافات الفردية التربيعية مقسوماً على عدد القراءات.

$$S = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \ldots + d_n^2}{n}}$$

For small readings (n<30) the denominator is (n – 1) .

للقراءات الصغيرة (n < 30) يكون المقام (n - 1)

Example: From the following data (X1 = 49.7, X2 = 50.1, X3 = 50.2, X4 = 49.6, X5 = 49.7),

calculate:

a) Arithmetic mean,

b) Deviation of each value,

c) Algebraic sum of the deviations

d) Calculate the average deviation,

e) Calculate the standard deviation.

a) $\overline{X} = \frac{X_1+X_2+X_3+X_4+X_5}{n} = \frac{49.7+50.1+50.2+49.6+49.7}{5} = \frac{249.3}{5} = 49.86$

b) $d_1 = X_1 - \overline{X} = 49.7 - 49.86 = -0.16$, $d_2 = 50.1 - 49.86 = 0.24$, $d_3 = 50.2 - 49.86 = 0.34$, $d_4 = 49.6 - 49.86 = -0.26$, $d_5 = 49.7 - 49.86 = -0.16$.

c) $d_{total} = -0.16 + 0.24 + 0.34 - 0.26 - 0.16 = 0$

d) $D = \frac{|d_1|+|d_2|+|d_3|+|d_4|+|d_5|}{n} = \frac{0.16+0.24+0.34+0.26+0.16}{5} = 0.232$

e) $S = \sqrt{\frac{d_1^2+d_2^2+d_3^2+d_4^2+d_5^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.292}{4}} = \sqrt{0.073} = 0.72$

Limiting Error

Most manufacturers of measuring instrument state that an instrument is accurate within a certain percentage of a full-scale reading.

For example, the manufacturer of a certain voltmeter may specify the instrument to be accurate within ± 2% with full-scale deflection.

معظم الشركات المصنعة لأجهزة القياس تذكر أن الأجهزة دقيقة ضمن نسبة مئوية معينة من القراءة الكاملة. على سبيل المثال، قد تحدد الشركة المصنعة لمقياس جهد معين تكون دقة الاجهزة في حدود ± ٢ ٪ مع انحراف كامل النطاق.

Example: A 300V voltmeter is specified to be accurate within ± 2 at full-scale, Calculate the limiting error when the instrument is used to measure a 120V source. The magnitude of the limiting error is:

Limiting error = accuracy × full-scale = 0.02 × 300 = 6V

$$\text{Limiting error \%} = \frac{Limiting\ error}{Reading} \times 100\ \% = \frac{6}{120} \times 100\% = 5V$$

H.W. / 1

600V voltmeter is specified to be accurate within ± 2% at full scale. Calculate the limiting error when the instrument is used to measure a voltage of 250V.

Example: A 0 to 150V voltmeter has accuracy of 1% of full-scale reading. The theoretical (true) expected value we want to measure it is 83V.

Determine the practical (measured) value and the percentage of error.

Sol.:

Tolerance = accuracy × V_{FSD} = 1% × 150 = 1.5V

Measured value = true ± tolerance = 83 ± 1.5 = 84.5V ***Or*** 81.5V

The percentage of error is:

$$\text{Errors} = \frac{/\text{true - measured}/}{\text{true}} \times 100\% = \frac{/83 - 84.5/}{83} \times 100\% = 1.81\% \ \textit{Or} = \frac{/83 - 81.5/}{83} \times 100\% = 1.81\%$$

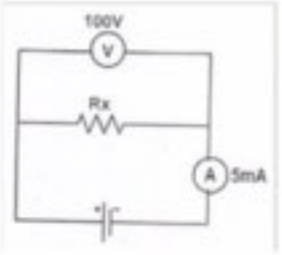
$$\textit{Or}\ \text{Error} = \frac{/\pm\text{Tolerance}/}{\text{true}} \times 100\% = \frac{/\pm 1.5/}{83} \times 100\% = 1.81\%$$

If we want to measured anther readings on the same range and determine the error. Suggest we take true 60V and 30V.

$$\text{Error} = \frac{/\pm\text{Tolerance}/}{\text{true}} \times 100\% = \frac{/\pm 1.5/}{60} \times 100\% = 2.5\%, \text{Error} = \frac{/\pm 1.5/}{30} \times 100\% = 5\%$$

Example: To measured unknown resistor by ammeter and voltmeter method. A voltmeter of sensitivity 1000 Ω/V, connect in parallel with the resistor reads 100V on its 150V scale (range), while the series ammeter read 5mA.

Calculate the apparent value of the resistor, actual value, and the error.



Sol.:

1- The apparent value of the resistor is: $R_{ap.} = \frac{V}{I} = \frac{100}{5\text{mA}} = 20K\Omega$

2- The actual of the resistor by taking the resistance of voltmeter in consider is:

$$R_V = 1000\ \frac{\Omega}{V} \times 150V = 150K\Omega$$

$$R_{act.} = \frac{R_{ap.} \times R_V}{R_V - R_{ap.}} = \frac{20 \times 150}{150 - 20} = 23.05K\Omega$$

3- The percent error is: $\text{Error} = \frac{actual - apparent}{actual} \times 100\% = \frac{23.05 - 20}{23.05} \times 100\% = 13.22\%$

Moving Coil Instruments

There are two types of moving coil instruments namely, **permanent magnet** moving coil type which can only be used for direct current, voltage measurements and the **dynamometer type** which can be used on either direct or alternating current, voltage measurements.

هناك نوعان من أجهزة الملف المتحرك وهما، نوع الأول **الملف المغناطيس** الدائم المتحرك والذي يمكن استخدامه للتيار المباشر وقياسات الجهد ونوع الثاني **ديناموميتر** والذي يمكن استخدامه في التيار المباشر اوالمتناوب وقياسات الجهد.

Permanent Magnet Moving Coil Mechanism (PMMC): In PMMC meter or (D'Arsonval) meter or galvanometer all are the same instrument, a coil of fine wire is suspended in a magnetic field produced by permanent magnet. According to the fundamental law of electromagnetic force, the coil will rotate in the magnetic field when it carries an electric current by electromagnetic (EM) torque effect.

الية ملف المغناطيس الدائم المتحرك PMMC في هذه الجهاز او (دارسونفال) يتم تعليق ملف من الأسلاك الدقيقة في مجال مغناطيسي يتم انتاجه بواسطة مغناطيس دائم . وفق للقانون الاساسي للقوة الكهرومغناطيسية يدور الملف في المجال المغناطيسي عندما يمر تيار كهربائي فيه متأثراً بعزم الدوران الكهرومغناطيسي

Mathematical Representation of PMMC Mechanism:

Assume there are (N) turns of wire and the coil is (L) in long by (W) in wide. The force (F) acting perpendicular to both the direction of the current flow and the direction of magnetic field is given by:

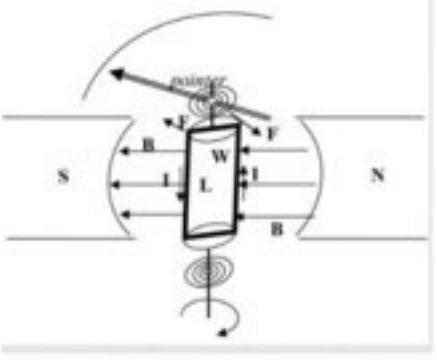
التمثيل الرياضي ل : PMMC افترض أن هناك لفات من الأسلاك عددها (N) في الملف وأن الملف طوله (L)وعرضه (W) تُعطى القوة (F) التي تعمل بشكل عمودي على كل من اتجاه التدفق الحالي واتجاه المجال المغناطيسي من خلال :

F = N . B . I . L

Where:-

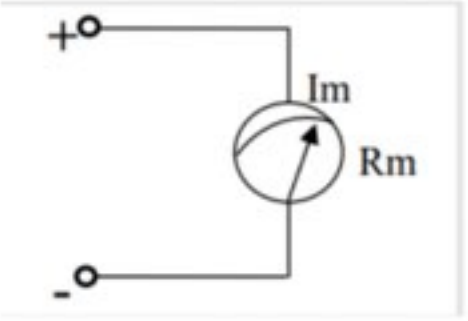
N: turns of wire on the coil, I: current in the movable coil B: flux density in the air gap, L: vertical length of the coil Electromagnetic torque is equal to the multiplication of force with distance to the point of suspension:

TI1 = NBIL in one side of cylinder, TI2 = NBIL in the other side of cylinder The total torque for the two cylinder sides: TI = 2[NBIL]= NBILW = NBILA where A: effective coil area



1- **D.c Ammeter:** An Ammeter is always connected in series with a circuit branch and measures the current flowing in it. an ideal ammeter would be capable of performing the measurement without changing or distributing the current in the branch but real ammeters would possess some internal resistance.

امبتر التيار المستمر: يتم توصيل الأمبتر للتيار الكهربائي دائما باسلاك بفرع الدائرة ويقيس التيار المتدفق فيه ، حيث يكون مقياس التيار المثالي قادرا على إجراء القياس دون تغيير أو توزيع التيار في الفرع، لكن الأمبترات التيار الحقيقية تمتلك بعض المقاومة الداخلية.



Extension of Ammeter Range: Since the coil winding in PMMC meter is small and light, they can carry only small currents (μA-1mA). Measurement of large current requires a shunt external resistor to connect with the meter movement, so only a fraction of the total current will passes through the meter.

نظراً لكونه صغير وخفيف و لفات الملف في مقياس PMMC ،فيمكنه حمل التيارات الصغيرة فقط (μA-١ mA) يتطلب قياس التيار الكبير وجود مقاوم خارجي تحاول الأتصال عبرها، لذلك فقط جزء بسيط من التيار الأجمالي سوف يمر عبر المقياس.

Example: If PMMC meter have internal resistance of (10Ω) and full scale range of 1mA. Assume we wish to increase the meter range to 1A.

Sol. So we must connect shunt resistance with the PMMC meter of

Rsh = 0.01001Ω

$$R_{sh} = \frac{I_m R_m}{I_T - I_m} = \frac{1\times10^{-3}\,.\,10}{1-1\times10^{-3}} = 0.01001\Omega$$

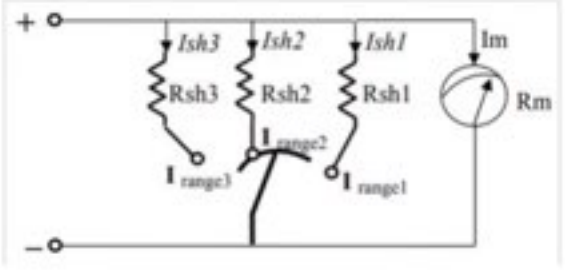
1- D.c Ammeter:

A) Direct D.C Ammeter Method:

The current range of d.c ammeter can be further extended by a number of shunts selected by a range switch; such ammeter is called a multirange ammeter.

$$R_{sh*} = \frac{I_m R_m}{I_{r*} - I_m}$$

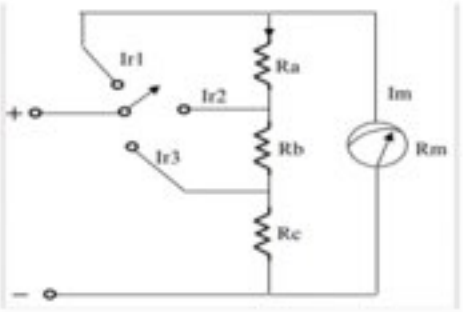
طريقة المباشرة للأميتر التيار المستمر: يمكن زيادة الأطوار الحالي للأميتر التيار المستمر عن طريق عدد من التحويلات المختارة بواسطة مفتاح الاطوار، وايضا يسمى هذا أميتر متعدد الأطوار



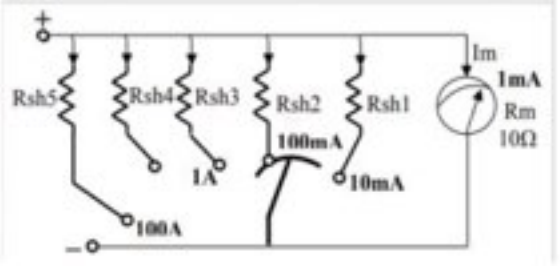
B) Indirect D.C Ammeter Method:

$$\frac{Ir*}{Im} = \frac{Rm + R}{r*}$$ Where R = Ra + Rb + Rc

And R= parallel resistors branch with the meter



Example (1): Design a multirange ammeter by using direct method to give the following ranges 10mA, 100mA, 1A, 10A, and 100A. If d'Arsonval meter have internal resistance of 10Ω and full scale current of 1mA.



$$R_{sh*} = \frac{I_m R_m}{I_{r*} - I_m}$$

$$R_{sh1} = \frac{1\times10^{-3} \cdot 10}{(10-1)\times10^{-3}} = 1.11\Omega$$

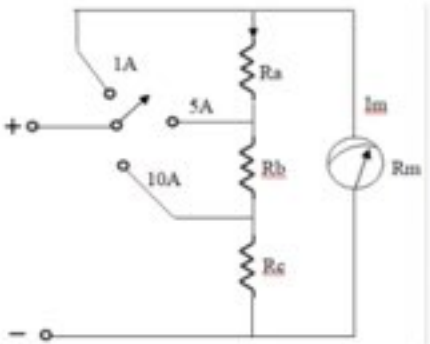
$$R_{sh2} = \frac{1\times10^{-3}\,.\,10}{(100-1)\times10^{-3}} = 0.101\Omega\,,\; R_{sh3} = \frac{1\times10^{-3}\,.\,10}{1-1\times10^{-3}} = 0.01001\Omega\,,$$

$$R_{sh4} = \frac{1\times10^{-3}\,.\,10}{10-1\times10^{-3}} = 0.001\Omega\,,\quad R_{sh5} = \frac{1\times10^{-3}\,.\,10}{100-1\times10^{-3}} = 0.0001\Omega$$

H.W: Design an Ayrton shunt by indirect method to provide an ammeter with current ranges 1A, 5A, and 10A, if PMMC meter have internal resistance of 50Ω and full scale current of 1mA. Rm = 50Ω , IFSD= Im= 1mA

$$\frac{Ir^*}{Im} = \frac{Rm + R}{r^*} \quad \text{Where } R = Ra + Rb + Rc$$

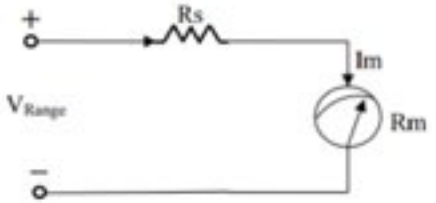
And R = parallel resistors branch with the meter



2- D.C Voltmeter:

A voltmeter is always connect in parallel with the element being measured, and measures the voltage between the points across which its' connected. Most D.c voltmeter employ PMMC meter with series resistor as shown. The series resistance should be much larger than the impedance of the circuit being measured, and they are usually much larger than Rm.

يتم توصيل الفولتميتر دائما بالتوازي مع العنصر الذي يتم قياسه، ويقيس الجهد بين النقاط التي يتم توصيله عبرها .يستخدم معظم الفولتميتر تيار مستمر مع مقياس PMMCمع المقاوم التسلسلي كما هو موضح. يجب أن تكون المقاومة السلسلة أكبر بكثير من مقاومة الدائرة التي يتم قياسها، وعادة ما تكون أكبر بكثير من.Rm



$$\text{Rs} = R_T - Rm = \frac{V_{range}}{Im} - Rm$$

The ohm/volt sensitivity of a voltmeter is given by:

$$S_v = \frac{Rm}{V_{FSD}}$$

So the internal resistance of voltmeter or the input resistance of voltmeter is:

Rv= VFSD x sensitivity

Example: We have a micro ammeter and we wish to adapted it so as to measure 1volt full scale, the meter has internal resistance of 100Ω and IFSD of 0.1μA.

$$Rs = \frac{V}{Im} - Rm = \frac{1}{0.0001} - 100 = 9.9k\Omega$$

So we connect with PMMC meter a series resistance of 9.9KΩ to convert it to voltmeter

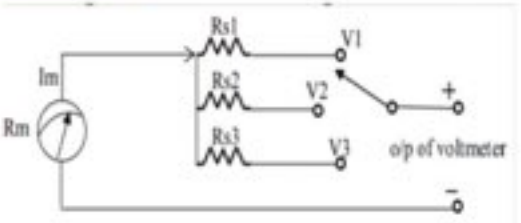
Extension of Voltmeter Range: Voltage range of D.c voltmeter can be further extended by a number of series resistance selected by a range switch; such a voltmeter is called multirange voltmeter.

امتداد اطوار الفولتميتر : يمكن تمديد اطوار جهد الفولتميتر للتيار المستمر من خلال ربط عدد من المقاومة المتسلسلة او المحددة بواسطة مفتاح الأطوار، يسمى الفولتميتر متعدد الفولتية.

a) **Direct D.c Voltmeter Method:** In this method each series resistance of multirange voltmeter is connected in direct with PMMC meter to give the desired range.

طريقة المباشرة لفولتميتر التيار المستمر: في هذه الطريقة يتم توصيل كل مقاومة للفولتميتر متعدد الأطوار بشكل مباشر مع مقياس PMMC لأعطاء النطاق المطلوب.

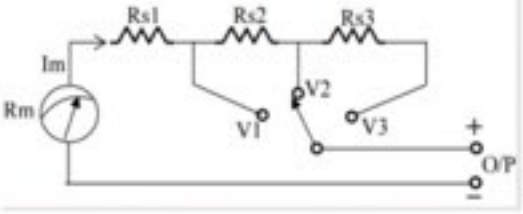
$$Rs_* = \frac{V_*}{Im} - Rm$$



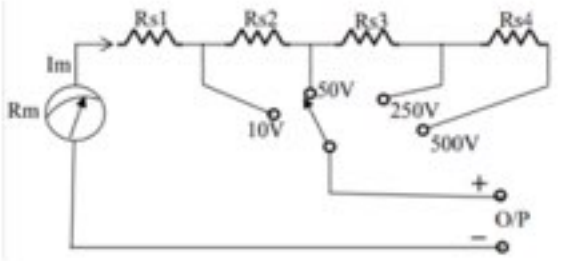
b) Indirect D.c Voltmeter Method: In this method one or more series resistances of multirange voltmeter is connected with PMMC meter to give the desired range.

$$Rs1 = \frac{V1}{Im} - Rm \ , \ Rs2 = \frac{V2 - V1}{Im} - Rm$$

$$Rs3 = \frac{V3 - V2}{Im} - Rm$$



Example (1): A basic d'Arsonval movement with internal resistance of 100Ω and half scale current deflection of 0.5 mA is to be converted by indirect method into a multirange D.c voltmeter with voltages ranges of 10V, 50V, 250V, and 500V.



sol :-

$$I_{FSD} = I_{HSD} * 2 = 0.5mA * 2 = 1mA$$

$$R_{S1} = \frac{V_1}{I_m} - R_m = \frac{10}{1 * 10^{-3}} - 100 = 9.9K\Omega$$

$$R_{S2} = \frac{V_2 - V_1}{I_m} - R_m = \frac{50 - 10}{1 * 10^{-3}} - 100 = 39.9K\Omega$$

$$R_{S3} = \frac{V_3 - V_2}{I_m} - R_m = \frac{250 - 50}{1 * 10^{-3}} - 100 = 199.9K\Omega$$

$$R_{S4} = \frac{V_4 - V_3}{I_m} - R_m = \frac{500 - 250}{1 * 10^{-3}} - 100 = 249.9K\Omega$$

3- Ohmmeter and Resistance measurement: When a current of 1A flows through a circuit which has an impressed voltage of 1volt, the circuit has a resistance of 1Ω. R = V / I

قياس الأوميتر والمقاومة: عندما يتدفق تيار ١ Aخلال دائرة ذات جهد ١ فولت، فإن مقاومة الدائرة هي ١ Ω.

a) **Indirect method by ammeter and voltmeter:** This method is unaccurate unless the ammeter has a small resistance and voltmeter have a high resistance.

طريقة غير مباشرة بواسطة الأميتر والفولتميتر. هذه الطريقة غير دقيقة ما لم يكن الأميتر مقاومة صغيرة و الفولتميتر ذو مقاومة عالية.

b) **Series Ohmmeter:** Rx is the unknown resistor to be measured, R2 is variable adjusted resistance so that the pointer read zero at short circuit test. Series ohmmeter is the most generally used meter for resistance measurement.

الأوميتر المباشرةRx : هي المقاوم غير المعروف المراد قياسه، R2 هي مقاومة متغيرة مضبوطة بحيث يقرأ المؤشر الصفر عند اختبار ماس كهربائي. مقياس الاوميتر المتسلسل هو اكثر استخداماً لقياس المقاومة.

c) **Shunt Ohmmeter:** Shunt ohmmeter are used to measure very low resistance values. The unknown resistance Rx is now shunted across the meter, so portion of current will pass across this resistor and drop the meter deflection proportionately. The switch is necessary in shunt ohmmeter to disconnect the battery when the instrument is not used.

تحويلة الأوميتر :يتم استخدام مقياس التحويلة لقياس قيم المقاومة المنخفضة جدا. يتم الان تحويل المقاومة غير المعروفة Rx عبر العداد، لذلك سيمر جزء من التيار عبر هذا المقاوم ويؤدي الى انحراف العداد بشكل متناسب. المفتاح ضروري في مقياس التحويل لفصل البطارية عند عدم استخدام الجهاز.

d) **Voltage Divider (potentiometer):** The meter of voltage divider is voltmeter that reads voltage drop across Rs which dependent on Rx. This meter will read from right to left like series ohmmeter with more uniform calibration.

مقسم الجهد/مقياس الجهد : مقياس مقسم الجهد هو الفولتميتر الذي يقرأ انخفاض الجهد عبر Rs والذي يعتمد على Rx. سيقرأ هذا العداد من اليمين إلى اليسار مثل مقياس الاوميتر المتسلسل بدرجة بمعايرة اكثر

Bridges and Their Application

Bridge circuit are extensively used for measuring component values, such as resistance, inductance, capacitance, and other circuit parameters directly derived from component values such as frequency, phase angle, and temperature. Bridge accuracy measurements are very high because their circuit compares the value of an unknown component to that of an accurately known component (a standard).

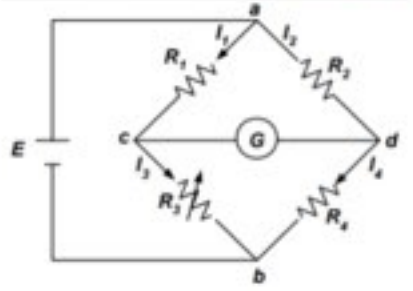
القناطر وتطبيقاتها: تُستخدم دائرة القنطرة على نطاق واسع لقياس قيم المكونات، مثل المقاومة، والحث، والسعة، ومعلمات الدائرة الأخرى المشتقة مباشرة من قيم المكونات مثل التردد وزاوية الطور ودرجة الحرارة. قياسات دقة القنطرة تكون عالية جدا لأن دائرتها تقارن قيمة مكون غير معروف بقيمة مكون معروف بدقة (قياسي).

1- **D.c Bridges:** The basic D.c bridges consist of four resistive arms with a source of emf (a battery) and a detector usually galvanometer or other sensitive current meter. D.c bridges are generally used for the measurement of resistance values.

قناطر التيار المستمر: تتكون قناطر التيار المستمر الأساسية من أربعة أذرع مقاومة مع مصدر (بطارية) وكاشف كالكلفانومتر أو أي مقياس تيار حساس آخر. تستخدم قناطر التيار المستمر بشكل عام لقياس قيم المقاومة.

a) **Wheatstone Bridge:** This is the best and commonest method of measuring medium resistance values in the range of 1Ω to the low (megohm). The current through the galvanometer depends on potential difference between point (c) and (d). The bridge is said to be balance when potential difference across the galvanometer is zero volts, so there is no current through the galvanometer (Ig=0). This condition occurs when Vca=Vda or Vcb=Vdb hence the bridge is balance when

قنطرة ويتستون :هي الطريقة الأفضل والأكثر شيوعاً لقياس قيم المقاومة المتوسطة في النطاق من 1Ω إلى اقل ميكا اوم. يعتمد التيار خلال الكلفانوميتر على فرق الجهد بين النقطة (c) و (d) القنطرة تكون متوازنا عندما يكون فرق الجهد التيار عبر الكلفانومتر صفر فولت، لذلك لا يوجد تيار يمر خلال الكلفانومتر (Ig = 0) تحدث هذه الحالة عندما يكون Vda = Vca أو Vdb = Vcb وبالتالي تكون القنطرة متوازنا عندما



V1 = V2 .... (1) Since Ig = 0 so by voltage divider rule

$$V_1 = E\frac{R_1}{R_1 + R_3} \quad ....(2) \text{ and } V_2 = E\frac{R_2}{R_2 + R_4} \quad ....(3)$$

Substitute equations (2) & (3) in equ. (1)

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

Thus R1 R4 = R2 R3 is the balance equation for Wheatstone bridge So, if three of resistance values are known, the fourth unknown ones can be determined

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

وبالتالي، R1 R4 = R2 R3هي معادلة التوازن لقنطرة ويتستون، لذلك، إذا كانت ثلاثة من قيم المقاومة معروفة، فيمكن تحديد القيم غير المعروفة الرابعة.

R3 are called the standard arm of the bridge and resistors R2 and R1 are called the ratio arms.

تسمى R3 الذراع القياسي للقنطرة وتسمى المقاومات R2 و R1 الأذرع النسبية.

b) **Kelvin Bridge**: Kelvin bridge is a modification of the Wheatstone bridge and provides greatly increased accuracy in the measurement of low value resistance, generally below (1Ω). It is eliminate errors due to contact and leads resistance. (Ry) represent the resistance of the connecting lead from R3 to R4. Two galvanometer connections are possible, to point (m) or to point (n).

1- If the galvanometer connect to point (m) then R4 = Rx + Ry therefore unknown resistance will be higher than its actual value by Ry

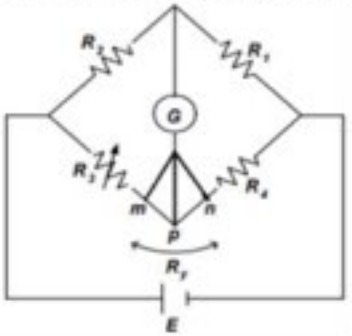
2- If the galvanometer connect to point (n) then R4 = R3 + Ry therefore unknown resistance will be lower than its actual value by Ry

قنطرة كيلفن: قنطرة كلفن هو تعديل لقنطرة ويتستون لتوفر دقة كبير في قياس قيمة المقاومة منخفضة والتي تكون أقل من (١) Ω لأنه يزيل أخطاء مقاومة الأسلاك .
Ry يمثل مقاومة السلك الموصل من R3 إلى R4 . يمكن توصيل الثنين بالكلفانومتر، النقطة m أو النقطة n

١- إذا كان الكلفانومتر متصل بالنقطة m فأن Ry + Rx = R4 وبالتالي فإن المقاومة غير المعروفة ستكون أعلى من قيمتها الفعلية بواسطة Ry

٢- إذا كان الكلفانومتر متصل بالنقطة n فأن Ry + R3 = R4 وبالتالي فإن المقاومة غير المعروفة ستكون أقل من قيمتها الفعلية بواسطة Ry

3- If the galvanometer connect to point (p) such that



$$\frac{R_{np}}{R_{mp}} = \frac{R_1}{R_2} \quad \ldots(1 \qquad \text{At balance condition}$$

$$R_2 (R_X + R_{np}) = R_1 (R_3 + R_{mp}) \quad \ldots(2$$

Substituting equ.(1) in to equ.(2) we obtain

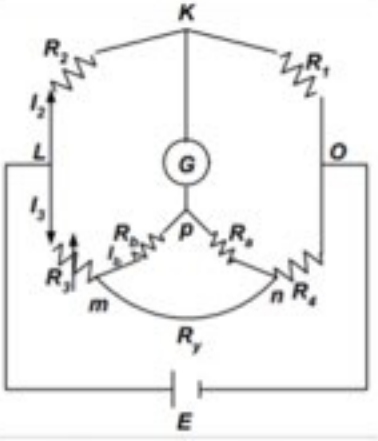
$$R_X + [\frac{R_1}{R_1 + R_2}] R_y = \frac{R_1}{R_2} [R_3 + (\frac{R_1}{R_1 + R_2}) R_y]$$

This reduces to $\boxed{R_X = \frac{R_1}{R_2} R_3}$

So the effect of the resistance of the connecting lead from point (m) to point (n) has be eliminated by connecting the galvanometer to the intermediate position (p).

لذلك تم القضاء على تأثير مقاومة السلك الموصل من النقطة m إلى النقطة n عن طريق توصيل الكلفانومتر بالموضع الوسيط p.

c) **Kelvin Double Bridge:** Kelvin double bridge is used for measuring very low resistance values from approximately (1Ω to as low as 1x10-5Ω). The term double bridge is used because the circuit contains a second set of ratio arms labelled Ra and Rb. If the galvanometer is connect to point (p) to eliminates the effect of (yoke resistance Ry).



$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_1}{R_2} \quad \text{At balance } V_2 = V_3 + V_b \quad \ldots(1$$

$$V_2 = E\frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \ldots(2$$

$$V_3 = I_3 R_3 \quad \text{and} \quad V_b = I_b R_b \quad \ldots(3$$

$$I_b = I_3 \frac{R_y}{(R_a + R_b) + R_y} \quad \ldots(4$$

$$E = I_3\left[R_3 + \frac{(R_a + R_b)R_y}{(R_a + R_b) + R_y} + R_4\right] \quad \ldots(5$$

Sub.equ. (5) in to equ. (2) and equ. (4) into equ.(3) then substitute the result in equ.(1), we get

$$I_3\left[R_3+\frac{(R_a+R_b)R_y}{(R_a+R_b)+R_y}+R_4\right]\frac{R_2}{R_1+R_2}=I_3R_3+I_3\frac{R_y}{(R_a+R_b)+R_y}R_b$$

$$R_X=\frac{R_3R_1}{R_2}+\frac{R_yR_b}{(R_a+R_b)+R_y}\left[\frac{R_1}{R_2}+1-1-\frac{R_a}{R_b}\right]$$

$$R_X=\frac{R_3R_1}{R_2}+\frac{R_yR_b}{(R_a+R_b)+R_y}\left[\frac{R_1}{R_2}-\frac{R_a}{R_b}\right]$$

This is the balanced equation

If $\frac{R_a}{R_b}=\frac{R_1}{R_2}$ then $R_X=\frac{R_3R_1}{R_2}$

Lecture (8)

The cathode ray oscilloscope (CRO): Is a device that allows the amplitude of electrical signals, whether they are voltage, current; power, etc., to be displayed primarily as a function of time. The oscilloscope depends on the movement of an electron beam.

راسم الذبذبات بأشعة الكاثود CRO هو جهاز يستخدم لقياس الأشارات الكهربائية سواء كانت جهدا أم تيارا والتي تعتبر بشكل أساسي كدالة للزمن. يعتمد راسم الذبذبات على حركة شعاع الألكترون.

Oscilloscope Block Diagram:

General oscilloscope consists of the following parts:

1. Cathode ray tube (CRT).
2. Vertical deflection stage.
3. Horizontal deflection stage
4. Power supply

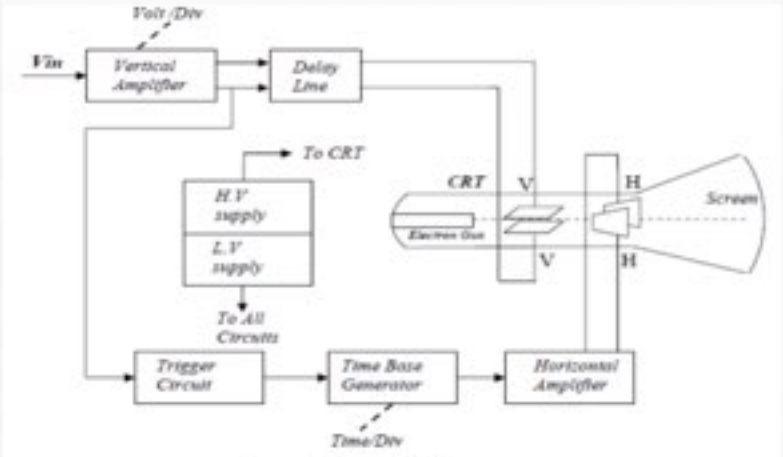
بشكل عام يتكون راسم الذبذبات من الأجزاء التالية:

. أنبوب أشعة الكاثود CRT

. مرحلة الأنحراف العمودي

. مرحلة الأنحراف الأفقي

. مصدر الطاقة



General Purpose Oscilloscope

The Cathode Ray Tube (CRT): Cathode ray tube is the heart of oscilloscope which generates the electron beam, accelerates the beam to high velocity, deflects the beam to create the image, and contains the phosphor screen where the electron beam eventually become visible.

أنبوب الأشعة الكاثودي CRT أنبوب أشعة الكاثود هو قلب راسم الذبذبات ومسؤول عن بولد شعاع الألكترون بتسارع (سرعة عالية) وانحرفه نحو شاشة الفوسفور الموجودة فيه من اجل ان يصبح لشعاع الألكترون صورة مرئية في النهاية.

There are two standard type of CRT electromagnetic and electrostatic. Each CRT contains:

a) One or more electron guns.

b) Electrostatic deflection plates.

c) Phosphores screen.

Three controls are associated with the operating voltages of the CRT; **intensity, focus, and astigmatism.**

1- The intensity control varies the potential between the cathode and the control grid and simply adjusts the beam current in the tube.

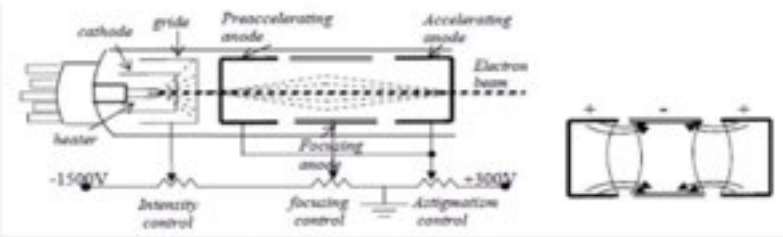
2- The focus control adjusts the focal length of the electrostatic lens.

3- The astigmatism control adjusts the potential between the deflection plates and the first accelerating electrode and is used to produce a round spot.

تتحكم ثلاثة عناصر بجهد تشغيل: CRT هي الشدة والتركيز والبعد البؤري

- امكانية التحكم في تغيير الشدة بين الكاثود وشبكة التحكم يمكننا ببساطة من ضبط تيار الحزمة في الأنبوب .
-التحكم بالتركيز يمكننا من ضبط البعد البؤري للعدسة الألكتروستاتك

-التحكم في البعد بؤري يمكننا من ضبط الجهد بين أنواح الأنحراف وأول قطب كهرباني مسرع والمستخدم لأنتاج بقعة مستديرة.



The electrostatic deflection system consists of two sets of plates for each electron gun. The vertical plates move the beam up and down, while horizontal plates move it right and left. The two sets of plates are physically separated to prevent interaction of the field. The position of the spot at any instant is a resultant of potentials on the two set of plates at that instant.

يتكون نظام الأنحراف الكهروستاتيكي من مجموعتين من الألواح لكل مدفع إلكتروني. تقوم الألواح الرأسية بتحريك الحزمة الألكترونية الى الأعلى والأسفل، بينما تحركها الألواح الأفقية يميناً ويساراً. يتم فصل مجموعتين لمنع تفاعل بين المجالين.

The viewing screen is created by phosphor coating inside front of the tube. When electron beam strikes the screen of CRT with considerable energy, the phosphor absorbs the kinetic energy of bombarding electrons and reemits energy at a lower frequency range in visible spectrum. Thus a spot of light is produced in outside front of the screen. In addition to light, heat as well as secondary electrons of low energy is generating.

يتم إنشاء شاشة العرض من خلال طلاء الفوسفور داخل مقدمة الأنبوب. عندما يصطدم شعاع الألكترون شاشة CRT بطاقة كبيرة، يمتص الفوسفور الطاقة الحركية عند ضرب الألكترونات ويعيد إرسال الطاقة عند نطاق تردد أقل في الطيف المرئي. وهكذا يتم إنتاج بقعة ضوء من الخارج أمام الشاشة. بالأضافة إلى الضوء، تولد الحرارة وكذلك الألكترونات الثانوية ذات الطاقة المنخفضة.

The property of some crystalline materials such as phosphor or zinc oxide to emit light when stimulates by radiation is called fluorescence. Phosphorescence refers to the property of material to continue light emission even after the source of excitation is cut off.

خواص بعض المواد البلورية مثل الفوسفور أو أكسيد الزنك تقوم بإصدار الضوء عند تحفيزها بإشعاع الفلورة. يشير الفسفور إلى خاصية انبعاث الضوء من المادة لمواصلة حتى بعد قطع مصدر التحفيز.

Vertical deflection system: The vertical deflection system provides an amplified signal of the proper level to derive the vertical deflection plates with out introducing any appreciable distortion into the system. This system is consists of the following elements: 1- Input coupling selector. 2- Input attenuator. 3- Preamplifier. 4- Main vertical amplifier. 5- Delay line.

نظام الأنحراف العمودي: يوفر نظام الأنحراف العمودي إشارة مضخمة للمستوى المناسب لأشتقاق الأنحراف الرأسي لألواح دون إدخال أي تشويه ملموس في النظام. يتكون هذا النظام من العناصر التالية: 1 : محدد المدخلات اقتران. 2 .مخفف المدخلات. ٣ -المضخم. 4 .مكبر الصوت العمودي الرئيسي. 5 .زمن التأخير الخطي.

1- Input Coupling Selector: Its purpose is to allow the oscilloscope more flexibility in the display of certain types of signals. For example, an input signal may be a D.C signal, an A.C signal, or A.C component superimposed on a D.C component. There are three positions switch in the coupling selector (D.C, A.C, and GND).

محدد اقتران المدخلات :الغرض منه هو السماح لرسام الذبذبات بمزيد من المرونة في عرض أنواع معينة من الإشارات. على سبيل المثال، قد تكون إشارة الأدخال إشارة تيار مستمر أو إشارة تيار متناوب أو مكون تيار متناوب مركب على مكون تيار مستمر. هناك ثلاثة مواضع)مفاتيح) لتبديل في محدد التوصيل DC و AC و GND .

2- Input Attenuators And Amplifiers: The combine operation of the attenuator, preamplifier and main amplifier together make up the amplifying portion of the system. The function of the attenuator is to reduce the amplitude of the input signal by a selected factor.

-المخففات والمضخمات : هي عملية جمع للمخفف والمضخم معاً لجعل المضخم الرئيسي الجزء المسؤول عن تضخيم النظام. وظيفة المخفف يقلل اتساع إشارة الادخال بواسطة عامل محدد.

3- Delay Line: the purpose of delay is to delay the vertical amplified signal from reaching the vertical plates until the horizontal signal reach the horizontal plates to begin together at the same time on CRT screen.

خط التأخير :الغرض من التأخير هو تأخير الاشارة الرأسية المكبرة من الوصول إلى الواح الرأسية حتى تصل الاشارة الأفقية إلى الواح الافقية ليظهرا معا في نفس الوقت على شاشةCRT.

Horizontal Amplifier: The horizontal amplifier is used to amplify the sweep waveform to the required level of horizontal plates operation.

يستخدم المضخم الأفقي لتضخيم شكل موجة الأجتياح إلى المستوى المطلوب لتشغيل الألواح الأفقية.

Lecture (9)

Transducers are broadly defined as devices that convert energy or information from one form to another. This energy may be electrical, mechanical, chemical, optical (radiant), or thermal. Such as, for example, mechanical force or displacement, liner and angular velocity heat, light intensity, humidity, temperature variation, sound time, pressure, all are converted into electrical energy by means of electrical transducers. Transducers may be classified according to their application, method of energy conversion, nature of output signal, and so on.

تُعرَّف المحولات على نطاق واسع بأنها الأجهزة التي تحول الطاقة أو المعلومات من شكل إلى آخر. قد تكون هذه الطاقة كهربائية أو ميكانيكية أو كيميائية أو بصرية مشعة أو حرارية. على سبيل المثال، القوة الميكانيكية أو الإزاحة، حرارة السرعة الزاوية والخطية، شدة الضوء، الرطوبة، تغير درجة الحرارة، زمن الصوت، وفق لأستخدامها وطريقة الضغط كلها تتحول إلى طاقة كهربائية بمحولات الطاقة الكهربائية. يمكن تصنيف المحولات ا تحويل الطاقة وطبيعة إشارة الأخرج الخ.

1- **Primary and Secondary Transducers:** Transducers, on the basis of methods of applications, may be classified into primary and secondary transducers. Transducer that converts energy from any form to electrical form is called primary transducer, such as a photovoltaic cell, while transducer that converts energy from any form to another form but not electrical energy or signal is called secondary transducer, such as displacement transducer (which converts force or pressure to displacement).

المحولات الأولية والثانوية : يمكن تصنيف المحولات على أساس طرق التطبيقات إلى محولات طاقة أولية وثانوية. يُطلق على محول الطاقة الذي يحول الطاقة من أي شكل إلى الشكل الكهربائي بمحول الطاقة الأولي، مثل الخلية الكهروضوئية، بينما يُطلق على محول الطاقة الذي يحول الطاقة من أي شكل إلى شكل آخر غير الاشارة او الطاقة الكهربائية بالمحول ثانوي، مثل محول الأزاحة (الذي يحول القوة أو الضغط الى إزاحة.)

2- **Active and Passive Transducers:** Transducers, on the basis of methods of energy conversion used, may be classified into active and passive transducers. Active (self generating) transducers develop their output in the form of electrical voltage or current without any source of electrical excitation, such as thermocouples, tacho generator. While, if the transducer is capable of producing an output signal only when it is in connection with electrical power source is called passive transducers, such as a potentiometer, thermistor (thermal resistance). Passive transducer producing

a variation in some electrical parameter, such as a resistance, capacitance, inductance and so on, which can be measured as voltage or current variation in the circuit.

المحولات النشطة والخاملة : يمكن تصنيف المحولات على أساس طرق تحويل الطاقة المستخدمة إلى محولات طاقة نشطة وسلبية. تعمل محولات الطاقة النشطة (ذاتية التوليد) على تطوير ناتجها في شكل جهد كهربائي أو تيار بدون أي مصدر كهربائي، مثل المزدوجات الحرارية، وموك ثالكو. بينما، إذا كان محول الطاقة قادرًا على إنتاج إشارة الإخراج فقط عندما يكون متصلًا بمصدر للطاقة الكهربائية فإنه يسمى المحولات الخاملة، مثل مقياس الجهد، الثرموستور (المقاومة الحرارية). محول طاقة سلبي ينتج تباينًا في بعض المعلمات الكهربائية، مثل المقاومة، والسعة، والحث، وما إلى ذلك، والتي يمكن قياسها كجهد أو تغير تيار في الدائرة.

3- **Analog and Digital Transducers**: Transducers, on the basis of nature of output signal, may be classified into Analog and Digital transducer. Analog transducer converts input signal into output signal, which is a continuous function of time, while Digital transducer converts input signal into output signal in a discrete forms.

المحولات التناظرية والرقمية : يمكن تصنيف المحولات على أساس طبيعة إشارة الاخرج إلى محول طاقة تمثيلي ورقمي. يحول محول الطاقة التماثلي إشارة الأدخال إلى إشارة الاخراج، وهي وظيفة مستمرة مع الزمن (كدالة للزمن)، بينما يحول محول الطاقة الرقمي إشارة الأدخال إلى إشارة الاخراج في أشكال متقطعة.

The strain gauge is an example of a primary passive analog transducer that converts force or small displacement into a change of resistance. Since many other quantities such as torque, pressure, weight, and tension also involve force or displacement effects, they can also be measured by strain gauges. Strain gauges are so named (defined to be a fractional change in linear dimension tension or compression caused by an applied force); they also a change in electrical resistance.

مقاييس الأجهاد : مقياس الجهد هو محول طاقة تماثلي أولي خامل يحول القوة أو الأزاحة الصغيرة إلى تغيير في المقاومة. نظراً لأن العديد من الكميات الاخرى مثل عزم الدوران والضغط والوزن والتوتر تتضمن أيضاً تأثيرات القوة أو الأزاحة، فيمكن أيضاً قياسها بواسطة مقاييس الأجهاد. سميت مقاييس الاجهاد لأنها تخضع لأجهاد يُعرف بأنه تغيير كسري في توتر أو ضغط البعد الخطي الناجم عن قوة مطبقة؛ كما أنها تخضع لتغيير في المقاومة الكهربائية.

Displacement transducers: The mechanical elements that are used to convert the applied force into a displacement are called force summing devices. The displacement created by the action of the force summing device is converted into a change of some electrical parameter and measured by one of the following electrical principle: 1) Capacitive 2) Inductive 3) Differential transformer 4) Photoelectrical 5) Potentiometer 6) Ionization 7) Oscillation 8) Piezoelectric 9) Velocity

محولات الأزاحة : تسمى العناصر الميكانيكية المستخدمة لتحويل القوة المطبقة إلى إزاحة أجهزة جمع القوة. يتم في تحويل الأزاحة الناتجة عن عمل جهاز جمع القوة تغيير في بعض المعاملات الكهربائية والتي يتم قياسها بأحد قياس المبادئ الكهربائية التالية: ١) بالسعة. ٢) حثي. ٣) المحولات التفاضلية. ٤) كهروضوئية .٥(مقياس الجهد. ٦) التأين. ٧) التذبذب. ٨) كهروضغطية. ٩) السرعة.

1- **Capacitive Transducer:** The resulting change in capacitance could be measured with an Ac bridge, but it is usually measured with an oscillator circuit. The transducer as a part of oscillator circuit will causes a change in oscillator frequency which proportional to the applied force.

سعة مكثف الوح : يمكن قياس التغير الناتج في السعة باستخدام قنطرة تيار متناوب، ولكن يتم قياسه عادة بدائرة راسم الأشارة. سوف يتسبب محول الطاقة كجزء من دائرة راسم الأشارة في حدوث تغيير في تردد راسم الأشارة والذي يتناسب مع القوة المطبقة.

2- **Inductive Transducer:** In the inductive transducer the measurement of force is accomplished by the change in the inductance ratio of a pair of coils or by the change of inductance in a single coil.

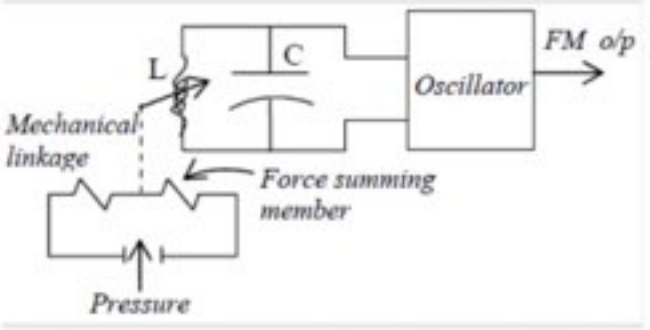
محول الحثي : في محول الطاقة الحثي، يتم قياس القوة عن طريق التغيير في نسبة الحث لزوج من الملفات أو تغيير الحث في ملف واحد

3- **Linear Variable Differential Transformer:** It is produces an electrical signal that is linearly proportional to mechanical displacement. The displacements detectable by LVDTs are relatively large compared to those detectable by strain gauges. LVDT consists of a single primary winding and two secondary windings which are placed on either side of the primary. The secondary windings have an equal number of turns but they are connected in series opposition so that the emf induced in the coil oppose each other.

المحولات التفاضلية الخطية المتغيرة: تنتج إشارة كهربائية تتناسب خطيًا مع الأزاحة الميكانيكية. تعتبر عمليات الأزاحة التي يمكن اكتشافها بواسطة LVDTs كبيرة نسبيًا مقارنة بتلك التي يمكن اكتشافها بواسطة مقاييس الأجهاد. يتكون LVDT من ملف أولي واحد وملفان ثانويان يتم وضعهما على جانبي الملف الأولي. تحتوي الفات و الثانوية على عدد متساوي من الأنحناءات ولكنها متصلة في مقاطع متتالية بحيث ان emf المستحثة في الملف تتعارض مع بعضها البعض.

4- **Oscillator Transducer:** This class of oscillator uses the force summing member to change the capacitance or inductance in an (LC) oscillator circuit, which change the frequency of the circuit in proportional to the applied force.

محول طاقة المذبذب(راسم الشارة) : تستخدم هذه الفئة من المذبذب اجزاء جمع القوة لتغيير السعة أو الحث في دائرة مذبذب (LC) ، والتي تغير تردد الدائرة بما يتناسب مع القوة المطبقة.



5- **Photoelectric Transducer**: The photoelectric transducer makes use of the properties of photo emissive cell or phototube. The phototube is a radiant energy device that controls its electron emission when exposed to incident light. When a constant voltage is applied between cathode and anode, the current is directly proportional to the amount of light falling on the cathode. The output current is extremely small in (μA) and for a voltage approximately above 20V.

محول الطاقة الكهروضوئية : يستفيد محول الطاقة الكهروضوئي من خصائص الخلية الباعثة للضوء أو الأنبوب الضوئي. الأنبوب الضوئي هو جهاز طاقة مشع يتحكم في انبعاث الألكترون عند تعرضه للضوء الساقط عندما يتم تطبيق جهد ثابت بين الكاثود والأنود، فإن التيار يتناسب طرديًا مع كمية الضوء الساقط

على الكاثود. تيار تقريبًا عن جهد الأخرج صغير للغاية في حدود (µA) ولفولتيه تقترب من ٢٠ فولت تقريبًا.

6- **Piezoelectric transducer:** A symmetrical crystalline material, such as quartz, Rochelle salt, produce an emf when they are placed under stress. This property is used in piezoelectric transducer. When a crystal is placed between a solid base and the force summing member, an externally applied force, entering the transducer through its pressure port, applies pressure to the top of a crystal; this will produce a small emf proportional to the applied force or pressure.

محول طاقة كهروضغطية: مادة بلورية متناظرة، مثل الكوارتز وملح روشيل ، تنتج emf عند وضعها تحت الضغط. تستخدم هذه الخاصية في محول الطاقة الكهروضغطية. عندما يتم وضع بلورة بين قاعدة صلبة وقسم تجميع القوة، فإن القوة المطبقة من الخارج والتي تدخل المحول من خلال منفذ الضغط الخاص به، تضغط على الجزء العلوي من البلورة؛ سيؤدي هذا إلى إنتاج قوة طرفية صغيرة تتناسب مع القوة أو الضغط المطبق.

7- **Velocity Transducer (Tachometer)** : The velocity transducer essentially consists of a moving coil suspended in the magnetic field of a permanent magnet. A voltage is generated by the motion of the coil in the field which is proportional to the velocity of the moving coil. It is used for velocity measurement.

محول السرعة (مقياس سرعة الدوران) : يتكون محول السرعة بشكل أساسي من ملف متحرك معلق في المجال المغناطيسي لمغناطيس دائم. يتم إنشاء الجهد بواسطة حركة الملف في المجال والتي تتناسب مع سرعة الملف المتحرك. يتم استخدامه لقياس السرعة.

SIGNAL GENERATION : The generation of signals is an important aspect of electronic troubleshooting and development. The signal generator is used to provide known test conditions for the performance evaluation of various electronic systems and for replacing missing signals in system being analyzed for repair. there are various t types of signal generators, but several characteristics are common to all types.

1- The frequency of the signal should be well known and stable.
2- The amplitude should be controllable from very small to relatively large values.
3- The signal should be free of distortion. There are many variations of these requirements especially for specialized signal generators such as function generators, pulse and sweep generators.

مولد الاشارة : يعد إنشاء الأشارات جانبا مهما من جوانب استكشاف الأخطاء الألكترونية وإصلاحها وتطويرها. يتم استخدام مولد الأشارة لتوفير ظروف اختبار معروفة لتقييم أداء الأنظمة الألكترونية المختلفة واستبدال الأشارات المفقودة في النظام الجاري تحليله و لأصلاحها. توجد أنواع مختلفة من مولدات الأشارة، ولكن هناك العديد من الخصائص المشتركة لجميع الأنواع

١- أن يكون تردد الأشارة معروفاً ومستقراً
٢- يجب أن يكون الأتساع قابلاً للتحكم من قيم صغيرة جدا إلى كبيرة نسبيا
٣- أن تكون الأشارة خالية من التشويه.

هناك العديد من الأختلافات في هذه المتطلبات خاصة بالنسبة لمولدات الأشارات المتخصصة مثل مولدات الدوال ومولدات النبضات ومولدات المسح وما إلى ذلك ، ويجب اعتبار هذه المتطلبات بمثابة تعميمات.

THE SINE-WAVE GENERATOR: Because of the importance of the sine function, the sine-wave generator represents the largest single category of signal generators. This instrument covers the frequency range from a few hertz to many gaga hertz.

مولد موجة جيبية: نظراً لأهمية الدالة جيب، يمثل مولد الموجة الجيبية أكبر فئة مفردة من مولدات الأشارة . تغطي هذه الأجهزة نطاق التردد من بضع هرتز إلى العديد من كيكا هرتز.

The simple sine-wave generator consists of two basic blocks, an **oscillator** and an **attenuator** the generator's performance depends on the success of these two main parts. The frequency accuracy and stability and freedom from

distortion depend on the design of the oscillator while the amplitude accuracy depends on the design of attenuator.

يتكون مولد الموجة الجيبية البسيط من جزئين اساسية هما المذبذب والمخفف، يعتمد أداء المولد على نجاح هذين الجزأين .تعتمد دقة التردد واستقراره والتحرر من التشويه على تصميم المذبذب بينما تعتمد دقة السعة على تصميم المخفف.

Basic Oscillator Circuit Oscillator: Is a device that provides a sine wave signal of a certain frequency and certain amplitude. There is various oscillator circuits' design that depends to the frequency.

المذبذب: جهاز يوفر إشارة موجة جيبية بتردد معين وسعة معينة .هناك العديد من تصميمات دوائر التذبذب التي تعتمد على التردد.

Inductor-capacitor Tuned Oscillators: There is a broad class of oscillators that use the resonant characteristics of an inductorcapacitor, LC, circuit to generate a stable frequency. Oscillators are designed such that these characteristics are met at only one frequency. This can be achieved by using various combinations of inductors, capacitors, and resistors. There are many types of oscillators such as:

المذبذبات المحث المتسعة المضبوطة هناك فئة واسعة من المذبذبات التي تستخدم خصائص الرنين لدائرة محث متسعة، LC ، لتوليد تردد مستقر تم تصميم المذبذبات بحيث تتحقق هذه الخصائص بتردد واحد فقط. يمكن تحقيق ذلك باستخدام مجموعات مختلفة من المحاثات والمتسعات والمقاومات. هناك العديد من أنواع المذبذبات مثل:

A- **LC Tank Oscillator:** The principal of operation of LC tank circuit is simple and almost identical for the many variations of the basic circuit

مذبذب الخزان: LC مبدأ تشغيل دائرة الخزان LC بسيط ومتطابق تقريبًا للعديد من التغيرات في الدوائر الأساسية.

1- **Armstrong Oscillator:** The Armstrong oscillator is one of the early RF (Radio Frequence) oscillator circuits. The frequency of oscillation is governed by the charge and discharge characteristics of the tank circuit and give by the equation.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

مذبذب ارمسترونج: مذبذب ارمسترونج هو واحد من أوائل دوائر مذبذب الترددات الراديوية. يخضع تردد التذبذب لخصائص الشحن والتفريغ لدائرة الخزان وتعطيها المعادلة.

2- **Hartley oscillator:** Hartley oscillator uses only one coil with a tap which corresponding to the common Ac ground of the Armstrong circuit.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1(L_1 + L_2)}}$$

يستخدم مذبذب هارتلي ملفًا واحدًا فقط مع صنبور يتوافق مع أرضية التيار المتردد المشتركة لدائرة أرمسترونج.

3- **Colpitts Oscillator**: A circuit similar to the Hartley oscillator it is called the Colpitts oscillator. Instead of the tapped inductor, the Colpitts oscillator uses a tapped capacitance to achieve the required 180° phase shift.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1\left(\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\right)}}$$

مذبذب كولبيتس: تظهر دائرة مشابهة لمذبذب هارتلي تسمى مذبذب كولبيتس. بدلاً من الحث المزن، يستخدم مذبذب كولبيتس متسعة مغروسة لتحقيق التحول المطلوب بمقدار ١٨٠ درجة

B- Wien-bridge Oscillator.

C- Phase-ShiftOscillator: A simple RC phase shift oscillator capable of generating sinusoidal output voltage at frequencies up to several hundred kilohertz. The circuit consists of a single transistor as the amplifier stage and three cascades RC sections to provide feedback from the output of the amplifier back to the input.

مذبذب عكس طور RC البسيط القدرة على توليد فولتية أخراج جيبي بترددات تصل إلى عدة مئات من كيلوهرتز. تتكون الدائرة من ترانزستور واحد كمرحلة مضخم وثلاثة أقسام متتالية RC لتوفير التغذية الراجعة من خراج المضخم إلى المدخلات.

PULSE AND SQUARE-WAVE GENERATORS : Pulse and square wave generators are often used with an oscilloscope as the measuring device. The fundamental difference between a pulse generator and a square-wave generator concerns the duty cycle.

Duty cycle: is defined as the ratio of the average value of the pulse over one cycle to the peak value of the pulse. Since the average value and the peak value are inversely related to their time duration, the duty cycle can be defined in terms of the pulse width and the period or pulse repetition time: Duty cycle= pulse-width / period.

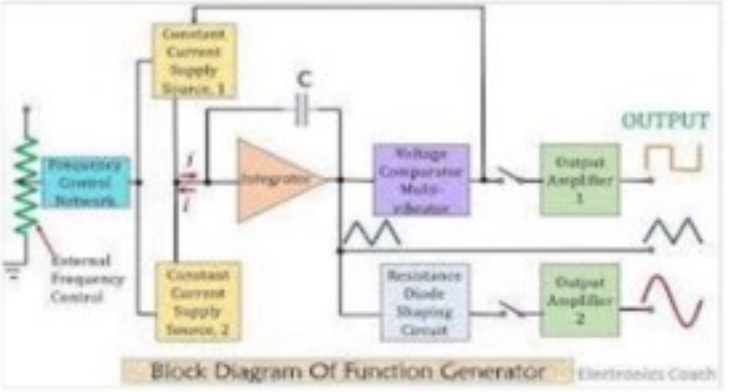
مولدات النبض والموجة المربعة. غالبًا ما تستخدم مولدات النبض والموجة المربعة مع راسم الذبذبات كجهاز قياس.يتعلق الأختلاف الأساسي بين مولد النبض ومولد الموجة المربعة بدورة العمل. تعرف دورة التشغيل بأنها نسبة متوسط قيمة النبضة على مدى دورة واحدة إلى قيمة الذروة للنبضة. نظرًا لأن متوسط القيمة وقيمة الذروة يرتبطان عكسيًا بمدة الوقت ، يمكن تعريف دورة العمل من حيث عرض النبضة والفترة أو وقت تكرار النبض.

Square-wave generators are used whenever the low-frequency characteristics of a system are being investigated: testing audio systems, for instance. Square waves are also preferable to short-duration pulses if the transient response of a system requires some time to settle down.

تُستخدم مولدات الموجة المربعة عندما يتم التحقيق من خصائص التردد المنخفض للنظام كاختبار أنظمة الصوت، على سبيل المثال. تُفضل الموجات المربعة أيضا على النبضات قصيرة المدى إذا كانت الأستجابة العابرة للنظام تتطلب بعض الوقت للستقر.

FUNCTION GENERATOR: Function generator is a multi-uses instrument that delivers a choice of different waveforms whose frequencies are adjustable over a wide range. The most common output waveforms are the (sine, triangular, square, and saw-tooth waves). The frequencies of these waveforms may be adjusted from a fraction of a hertz to several hundred kilohertz.

مولد الوظيفة هو جهاز متعدد الأستخدامات يوفر اختيار شكل الموجة المختلفة التي يمكن تعديل ترددتها على نطاق واسع. الأشكال الموجية الناتجة الأكثر شيوعاً هي الموجات الجيبية والمثلثة والمربعة واسنان المنشار. يمكن ضبط ترددات هذه الأشكال الموجية من جزء من هرتز إلى عدة مئات من كيلوهرتز



Single Slope DVM'S: It's converted analogue voltage to time linear proportional with this voltage then can be used decimal counter circuit to show the value of this voltage in digital form.

الميل المنفرد: DVM's إنه الجهد التماثلي المحول إلى زمن خطي يتناسب مع هذا الجهد، يمكن استخدام دائرة العداد العشرية لأظهار قيمة هذا الجهد في شكل رقمي

Digital Voltmeter's: The digital voltmeter (DVM) display measurements instead of pointer deflection on a continues scale as in analog device. Numerical readout is advantageous in many applications: 1- Reduce human reading and interpolation errors. 2- Eliminates parallax error. 3- Increase reading speed. 4- Digital form suitable for further professing or recording.

الفولتميتر الرقمي: يعرض مقياس الفولتميتر الرقمي(DVM) القياسات بدلاً من انحراف المؤشر على المقياس المستمر كما هو الحال في الجهاز التماثلي .تعد القراءة الرقمية مفيدة في العديد من التطبيقات. 1 : تقليل أخطاء القراءة البشرية. ٢ - يزيل خطأ الأختلاف المتتالي. ٣ - زيادة سرعة القراءة. ٤ - يقدم استمارة رقمية مناسبة لمزيد من المهنة أو التسجيل.

The DVM have the following advantages than analog:

1- Low cost. 2- Small size. 3- Accurate instrument. 4- Low power requirement.

يتمتع DVM بالمزايا التالية عن التماثلي : ١- تكلفة منخفضة. ٢ - حجم صغير. ٣ - اجهزة دقيق.

٤ - متطلبات الطاقة المنخفضة.

The DVM have the following specifications :

1- Input range from + or - 1 V to + or - 1KV with automatic range selection and overload indication.
2- Accuracy + or - 0.005 % of reading.
3- Stability 0.02% of the reading for 24 hr period.
4- Input resistance 10 MΩ, input capacitance 40PF.
5- Resolution one part in 10^6 .
6- Calibration internal calibration standard, derived from stabilized reference source.
7- Output signal print command allows output to printer BCD (binary coded decimal) output for digital processing or recording.

يحتوي DVM على المواصفات التالية :١- نطاق الأدخال من + أو - ١ فولت إلى + أو - ١ كيلو فولت مع تحديد النطاق التلقائي وبيان الحمل الزائد .٢- الدقة + او- ٠٠٥,٠ ٪من القراءة. ٣ -استقرار ٠٢,٠ ٪من القراءة لمدة ٢٤ ساعة .٤ - مقاومة المدخلات ١٠ ميكا اوم، وسعة الأدخال ٤٠ بيكو فاراد. ٥ -القرار جزء واحد في ١٠

٦ ـ معايرة القياسية للمعيار الداخلي مشتقة من مصدر مرجعي ثابت .٧ـ يسمح أمر طباعة إشارة الأخراج بالطابعة BCD الكود العشري الثنائي بأخراج المعالجة الرقمية أو التسجيل.

3- Q-meter: The Q-meter is an instrument to measure some of the electrical properties of Coils and Capacitors. The operation of this useful laboratory instrument is based on the familiar characteristics of a series resonant circuit.

Meter-Q: عبارة عن جهاز لقياس بعض الخصائص الكهربائية للملفات والمتسعات. يعتمد تشغيل هذه الأجهزة المختبرية المفيدة على الخصائص المألوفة لدائرة الرنين المتتالية

4- Vector Voltmeter: Vector voltmeter measure the amplitude of a signal at two points in a circuit and simultaneously measure the phase difference between the voltage wave forms at these two points the vector voltmeter is useful in very high frequency (VHF) applications and can be used successfully in such measurement as:

1- Amplifier gain and phase shift.
2- Complex insertion losses.
3- Filter transfer function.
4- Two-Port network parameters.

مقياس متجه الفولتميتر: يقيس مقياس متجه الفولتميتر سعة الأشارة عند نقطتين في دائرة ويقيس في نفس الوقت فرق الطور بين جهد الموجي عند هاتين النقطتين، يكون مقياس متجه الفولتميتر مفيداً في تطبيقات التردد العالي جداً(VHF(ويمكن استخدامه بنجاح في مثل هذا القياسات: ١ ـ ربح المضخم وعكس (القالب) الطور .٢ـ خسائر الأدخال المعقدة ٣ ـ وظيفة فلتر النقل ٤ ـ معاملات الشبكة ثنائية المنافذ.

5- Vector impedance meter: The vector impedance meter makes simultaneous measurements of impedance (Z) and phase angle order (θ) over frequency range of from (5KHz-500KHz).

مقياس متجه المقاومة: يقوم مقياس متجه المقاومة بإجراء قياسات متزامنة للمقاومة(Z) وترتيب زاوية الطور على مدى تردد من (٥ ـ ٥٠٠) KHZ