وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الدور

الحقيبة التعليمية

قسم تقنيات الاجهزة الطبية

اسم المقرر:	أجهزة قياس1
المرحلة / المستوى:	الثاني
الفصل الدراسي:	الاول
السنة الدراسية:	2025/2024

اسم المقرر:	أجهزة قياس					
القسم:	تقنيات الاجهزة الطبية					
الكلية: المعهد	المعهد التقني الدور					
المرحلة / المستوى	الثاني					
الفصل الدراسي:	الاول					
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري	2	عملي	2		
عدد الوحدات الدراسية:	4					
الرمز:	MDDI200					
نوع المادة	نظري		عملي		كلهما	*
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	كـلا					
اسم المقرر النظير	-					
القسم	-					
رمز المقرر النظير	-					
معلومات تدريسي المادة						
اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	فرح عمر محمد					
اللقب العلمي:						
سنة الحصول على اللقب						
الشهادة :	بكالوريوس					
سنة الحصول على الشهادة						
عدد سنوات الخبرة (تدريس)						

الوصف العام للمقرر

تعريف الطالب على الاجهزة المختبرية ودراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة التي يستفاد منها الطالب في مجال التخصص.

الاهداف العامة

دراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة

الأهداف الخاصة

دراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

- القابلية على أدارة المشاريع
- القدرة على حل المشاكل في موقع العمل والازمه في هذا المجال
- القيام بالواجبات في موقع العمل بأنصاف وبدافع مهني

المتطلبات السابقة

- اذكر أي متطلبات سابقة قد يحتاجها الطالب قبل التسجيل في المقرر، مثل مواد دراسية سابقة أو مهارات معينة.
- لا يحتاج أي متطلبات سابقه

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية		
ت	تفصيل الهدف السلوكي او مخرج التعليم	آلية التقييم
1	أ- الاهداف المعرفية	تهتم بدراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة
2	الاهداف المهاراتية الخاصة بالبرنامج	• القابلية على اداره المشاريع. • القدرة على حل المشاكل في موقع العمل والازمه في هذا المجال.

أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1-المحاضرات النظرية والعملية من خلال الشرح	محدد وواضح ويطبق بسهوله وهو التقليدي
2. التعلم التفاعلي والمتبادل	التفاعل بين الطلبة
3. التقارير الاسبوعية	تسلم أسبوعيا ويتم تصليحها
4. الحضور اليومي	تبين مدى التزام الطالب واهتمامه بها
5. الامتحانات الفصلية والنهائية	تحدد نجاح الطالب في المقرر او رسوبه

نموذج وصف المقرر

تعريف الطالب على الاجهزة المختبرية و دراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة التي يستفاد منها الطالب في مجال التخصص .

1	المؤسسة التعليمية	الجامعة التقنية الشمالية/المعهد التقني الدور
2	القسم العلمي / المركز	**تقنيات الاجهزة الطبية**
3	اسم رمز المقرر	**اجهزة قياس (1) MDDI200**
4	اشكال الحضور المتاحة	الزامي
5	الفصل / السنة	**الفصل الاول (15 اسبوع) / المستوى الثاني**
6	عدد الساعات الدراسية (الكلي)	4 ساعة أسبوعيا - (60)ساعه بالفصل
7	تأريخ اعداد الوصف	2024/2/3
8	اهداف المقرر	دراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة
9	مخرجات البرنامج المطلوبة وطرائق التعليم والتعلم والتقييم	
	أ- الاهداف المعرفية	
أ-1	تهتم بدراسة انواع الاجهزة المستخدمة للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة	
	ب- الاهداف المهاراتية الخاصة بالبرنامج	
ب-1	القابلية على اداره المشاريع	
ب-2	القدرةعلى حل المشاكل في موقع العمل واللازمه في هذا المجال	
	طرائق التعليم والتعلم ((المحاضرات النظرية / المحاضرات العملية / الورشة / حل الامثلة / مشروع التخرج / التدريب الصيفي))	
	طرائق التقييم ((الاختبارات الشفهية/ الاختبارات التحريرية/ التقارير الاسبوعية / الحضور اليومي/ الامتحانات الفصلية والنهائية))	
	ج- الاهداف الوجدانية والقيمية	
ج-1	القيام بواجبات في موقع العمل بإنصاف وبدافع مهني	
	طرائق التعليم والتعلم ((المحاضرات النظرية / المحاضرات العملية / الورشة / حل الامثلة / مشروع التخرج / التدريب الصيفي))	

طرائق التقييم	
((الاختبارات الشفهية/ الاختبارات التحريرية/ الملاحظة/ السجل التراكمي للطالب))	
د- المهارات العامة والتأهيلية المنقولة (المهارات الاخرى المتعلقة بقابلية التوظيف والتطور الشخصي)	
تحسين مهاراتهم النقاشية	د-1
رفع مدركاتهم البحثية ونقل الطالب من مرحلة التعليم الى التعلم	د-2

10. المقرر

المقرر الدراسي :- اجهزة القياس (1) المستوى الدراسي الثاني – الفصل الأول

الاسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
1	4	المعرفة والتطبيق العملي	التعرف على الاجهزة المختبرية	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
2	4	المعرفة والتطبيق العملي	الاخطاء في القياسات	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
3	4	المعرفة والتطبيق العملي	قياس حساسية الكلفانوميتر	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
4	4	المعرفة والتطبيق العملي	قياس المقاومةالداخليةللكلفانوميتر ذو الملف المتحرك بطريقة مجزألجهد	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
5	4	المعرفة والتطبيق العملي	قياس المقاومة الداخلية للكلفانوميتر ذوالملف المتحرك بطريقة منتصف التدريج	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
6	4	المعرفة والتطبيق العملي	اوميترالتوالي	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
7	4	المعرفة والتطبيق العملي	اوميترالتوازي	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
8	4	المعرفة والتطبيق العملي	قنطرة وتستوون للتيار المستمر لقياس المقاومة المجهولة	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير

9	4	المعرفة والتطبيق العملي	قنطرةوتستون للتيارالمستمرلقياس المقاومة الداخلية للجلفانوميتر	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
10	4	المعرفة والتطبيق العملي	قنطرة كلفن المزدوجة للتيار المستمر	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
11	4	المعرفة والتطبيق العملي	اميترالتيار المستمر وتوسيع مداه	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
12	4	المعرفة والتطبيق العملي	جهاز راسم الاشارة ثنائي الحزمة (الاوسلوسكوب)	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
13	4	المعرفة والتطبيق العملي	معايرةالاميترالرقمي باستخدام جهاز الاوسلوسكوب	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
14	4	المعرفة والتطبيق العملي	معايرة الفولتميتر الرقمي باستخدام جهازالاوسلوسكوب	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
15	4	المعرفة والتطبيق العملي	فولتميترالتيارالمستمروتوسيع مداه.	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير

11	البنى التحتية	
*	الكتب المقررة المطلوبة	متوفرة في مجانية القسم ومكتبة المعهد
*	المراجع الرئيسية (الرئيسية)	متوفرة في مجانية القسم ومكتبة المعهد
	المراجع الالكترونية، مواقع الانترنيت	شبكة الانترنيت

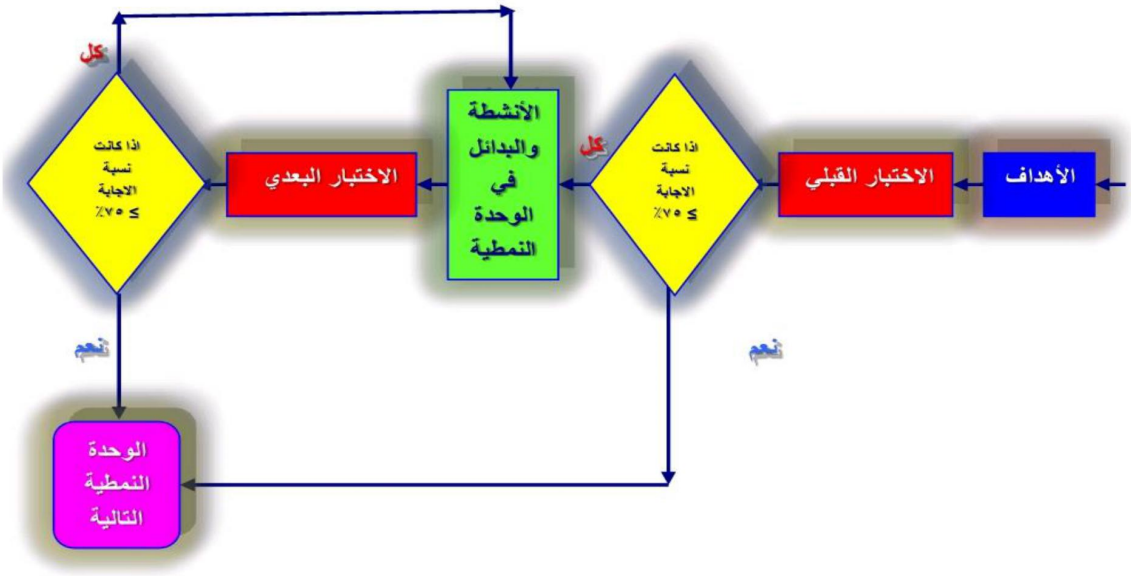
12	خطة تطوير المناهج
	- استحداث مناهج دراسية ملائمة مع سوق العمل - عقد ندوات ومؤتمرات علمية تستهدف تحديث المناهج الدراسية - متابعة التطورات العلمية في مجال التخصص

المحتوى العلمي

خارطة القياس المعتمدة

المحتوى التعليمي	عناوين الفصول	الأهمية النسبية	الأهداف السلوكية					عدد الفقرات
			المعرفة	الفهم	التطبيق	التحليل	التقييم	
الفصل الاول / المستوى الثاني	أجهزة القياس والاخطاء في القياس	%100	%35	%25	%10	%10	%20	5

اولا / مخطط انسيابي للتدرب بواسطة الوحدة النمطية



عرض الوحدة النمطية

الاسبوع الاول / التعرف على الأجهزة المختبرية

وحدات القياس الأساسية :

Quantity	المعنى	Usual Symbol	Unit	Unit Symbol
Resistance	المقاومة	R	Ohm	Ω
Capacitance	السعة	C	Farad	F
Current	التيار	I	Amper	A
Voltage	الفولتية	V	Volt	V
Charge	الشحنة	Q	Colom	C
Impedance	الممانعة	Z	Ohm	Ω
Inductance	المحاثة	L	Ohm	Ω
Reactance	الرادة	X	Ohm	Ω
Power	القدرة	P	Watt	W
Energy	الطاقة	E	Joule	J
Frequency	التردد	F	Hertz	Hz
Time	الزمن	T	Second	Sec

جدول مضاعفات وحدات القياس :

الاسم	الرمز	المعنى	معامل الاساس
Tera	T	تيرا	10^{12}
Gega	G	كيكا	10^{9}
Mega	M	ميكا	10^{6}
Kilo	K	كيلو	10^{3}
Milli	M	ميلي	10^{-3}
Micro	μ	مايكرو	10^{-6}
Nano	N	نانو	10^{-9}
Pico	P	بيكو	10^{-12}

أجهزة القياس

تعريف ومفهوم اجهزة القياس : هي الاداة التي تعمل على كشف الكميات الكهربائية واظهارها بشكل مقروء للمستخدم . وتكون اما :

1. مؤشر يتحرك على تدريج قياس كما في اغلب اجهزة القياس .
2. على شكل مخطط كما في راسم الاشعة الكاثودية (الاوسلسكوب) .
3. اعداد رقمية تبين مقدار الكمية المقاسة كما في اجهزة القياس الحديثة .

المبادئ الكهربائية للقياسات : جميع اجهزة القياس الكهربائية تعتمد في عملها على احد التأثيرات**الفيزياوية**التالية :

1. التأثير المغناطيسي . **Magnetic Effect**
2. التأثير الكهروديناميكي . **Electrodynamic Effect**
3. التأثير الكهرومغناطيسي . **Electromagnetic Effect**
4. التأثير الحراري . **Thermal Effect**
5. التأثير الكيمياوي . **Chemical Effect**
6. التأثيرالكهروستاتيكي . **Electrostatic Effect**

اجهزة التأثيرالكهروميكانيكية: جميع اجهزة التأثيرالكهروميكانيكية تعمل بتأثير ثلاث عزوم رئيسية وهي :

1. عزم الانحراف . **Deflecting Torque**
2. عزم السيطرة . **Controlling Torque**
3. عزم التضاؤل . **Damping Torque**

انواع اجهزة القياس : Types of instruments measurements

1. الاجهزة الكهروميكانيكية : وتصمم على اساس حركة المؤشر الميكانيكية والمستمدة من تأثير القوة الدافعة الكهرومغناطيسية حيث عند مرور تيار كهربائي في موصل يولد مجال مغناطيسي وبدوره يولد مغناطيسية تولد عزم الانحراف للمؤشر في الكلفانومتر .
2. الاجهزة الالكترونية : تحتوي ايضا على كلفانومتر الا ان تركيبها الداخلي يحتوي على قطع الكترونية مثل الدوائر المتكاملة والترانسيستور التي تجعل اجهزة القياس اكثر دقة وسرعة , والقسم الاخر لا يحتوي على جهاز تأشير متحرك ولكن تظهر نتائج القياس على شكل منحنيات على شاشة كما في راسم الاشعة الكاثودية (الاوسلسكوب) .
3. الاجهزة الرقمية : وتصمم على اساس اظهار القيمة المقاسة مباشرة على شكل اعداد رقمية ولا تحتوي هذه الاجهزة على اجزاء متحركة كما في النوعين السابقين .

اخطاء القياسات :Errors of measurements

الخطأ : عبارة عن تقدير نتيجة الشك في القراءة من جهاز القياس , وهو فرق القيمة الحقيقية عن القيمة المقاسة . يمكن تقسيم الأخطاء الى قسمين :

1. **الأخطاء النظامية** : وتسمى ايضا بالأخطاء النمطية , وهذه الأخطاء يمكن تصحيحها , وتنتج هذه الأخطاء بسبب سوء القراءة , او خلل في الجهاز , او تأثير البيئة عليه مثل تغير درجة الحرارة .
2. **الأخطاء العشوائية** : تنتج هذه الأخطاء بسبب تداخلات في منظومة القياس داخل الجهاز ولا تخضع لقواعد معينة ويمكن التغلب عليها بطرق احصائية , ومنها :

أ. **الخطأ المطلق** : **Absolute error**

وهو عبارة عن الفرق بين القراءة الحقيقية والقراءة المقاسة بواسطة الجهاز .

$$\Delta v = \Delta t - \Delta m$$

Δv: الخطأ المطلق

Δt : القراءة الحقيقية الصحيحة

Δm : القراءة المقاسة بواسطة الجهاز

ب. **الخطأ النسبي** : **Percentage error**

وهو عبارة عن النسبة المئوية بين الخطأ المطلق والقراءة الحقيقية .

$$Per = \frac{\Delta v}{\Delta t}\ \% = \frac{\Delta t - \Delta m}{\Delta t}$$

P_{er}_ الخطأ النسبي

ج. **الخطأ المنسوب** : **Relative error**

يستعمل لتقييم دقة اجهزة القياس ذات المؤشرات وهو عبارة عن النسبة المئوية بين الخطأ المطلق وبين الحد الاقصى لقراءة الجهاز.

$$Re = \frac{\Delta v}{\Delta max}\ \%$$

Re_ الخطأ المنسوب

Δmax_ الجهد الاقصى لقراءة الجهاز

مثـال : جهاز فولتميتر ربط مع دائرة تيار مستمر فكانت قراءة الجهاز (**200v**) للدائرة , احسب المقدار الحقيقي للفولتية اذا علمت ان الخطأ النسبي (**5%**) .

الحـل :

$$Per = \frac{\Delta v}{\Delta t}\% = \frac{\Delta t - \Delta m}{\Delta t}\ \%$$

$$0.05 = \frac{\Delta t - 200}{\Delta t}$$

$$0.05 * \Delta t = \Delta t - 200$$

$$0.95 * \Delta t = 200$$

$$\Delta t = \frac{200}{0.95} = 210.5\ v$$

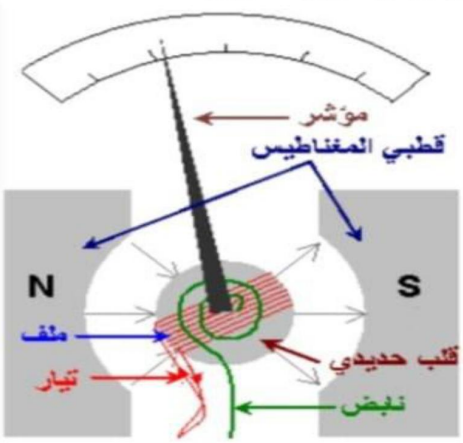
الكلفانومتر : Galvanometer

يستخدم لقياس شدة التيارات الصغيرة التي تصل الى (1 نانو امبير) ويتركب الجهاز من مغناطيس على شكل حرف (U)&قلب حديدي &ملف قابل للدوران &نابض خفيف &مؤشر متصل بالملف المتحرك , فعندما يمر التيار بالملف ينشأ عزم الانحراف بسبب تأثير المجال المغناطيسي يقوم بإدارة الملف وينشأ بالمقابل عن النابض عزم السيطرة يقاوم دوران الملف فيتزن الملف ويتوقف عن الدوران عند تساوي هذين العزمين الاول الناتج عن مرور التيار الكهربائي والثاني الناتج عن النابض وعند التساوي تكون ابرة المؤشر مشيرة الى قراءة التيار .

لكن اذا مر تيار كبير فان عزم الانحراف يفوق بكثير عزم السيطرة فيدور الملف دورة كبيرة فيتلف النابض ويتلف الجهاز .

والكلفانومترات أنواع عديدة تشمل ذات الملف المتحرك او ذات المغناطيس المتحرك , لكن اغلبية الكلفانومترات المستخدمة حاليا هي ذات المغناطيس الثابت والملف المتحرك والتي غالبا ما تسمى (دي ارسنفال) كلفانومتر .

كلفانومتر



تركيب الكلفانومتر

المميزات:

__ انتظام التدريج .

_ عدم تأثرها بالمجالات المغناطيسية .

_ حساسية كبيره حيث عزم الانحراف كبير بسبب شدة المجال المغناطيسي .

_ اكثر اجهزة القياس دقة ,حيث يمكن تصنيع اجهزة تصل دقتها الى (0.1) ويمكن بواسطتها قياس الشحنات والتيارات الكهربائية الضعيفة .

__ صغر القدرة المستهلكة في الملفات حيث تتراوح بين (0.5_ 3)واط .

_ تعدد اغراض الاستخدام حيث يعمل كأميتر , فولتميتر وأوميتر.

العيوب :

ـــ تأثر الثابت والزنبرك بعامل الزمن ,يسبب اخطاء .

_ التأثر بالتغير في درجة الحرارة الخارجية .

_ عدم تحملها للتيارات الزائدة .

_ ارتفاع تكاليف التصنيع مقارنه بالأجهزة الاخرى نظرا للدقة المطلوبة في صناعتها وتجميع اجزائها .

العـزوم : Torques

1. عزم الانحراف : Deflecting torque (Td)

يتم انتاج عزم الانحراف بواسطة احدى التأثيرات الفيزياوية (المغناطيسية , الحرارية , الكيمياوية , الكهرومغناطيسية , الكهروستاتيكية , الكهروديناميكية) .

يسبب عزم الانحراف في حركة المؤشر من موقع الصفر عند ربط الجهاز للقياس .

$$Td = F * w$$

$$F=N*\beta * I * L$$

$$Td=N*\beta * I * L * w$$

$$A=L*w$$

$$Td=N*\beta * I * A$$

معادلة الاستقرار $Td = Tc$

F_ القوة الكهرومغناطيسية (N)

W_ عرض الملف (m)

N_ عدد اللفات

β_ كثافة الفيض المغناطيس (wb/m^2)

I_ التيار المار خلال الملف (A)

L_ طول الملف (m)

A_ مساحة المقطع العرضي للملف (m^2)

2. عزم السيطرة : Controlling torque

وهو يعاكس عزم الانحراف اي يحدد حركة المؤشر لكي يستقر على التدريج الذي يماثل مقدار القيمة المقاسة , ان عدم وجود عزم السيطرة يجعل حركة المؤشر غير محددة .

والوظيفة الثانية لعزم السيطرة هي ارجاع المؤشر الى موقع الصفر بعد ازالة الربط .

يتم انتاج عزم السيطرة من خلال :

_ السيطرة بواسطة النابض spring control

_ السيطرة بواسطة الوزن (ثقل صغير) gravity control (small weight)

قانون عزم السيطرة بواسطة النابض :

$$Tc = Ks * \theta$$

ثابت السيطرة للنابض Ks: Control constant

$$Ks = \frac{E * b * t}{12 * L}$$

E _ ثابت يونك $12*10^9\ kg/m^2$=

b _ عرض النابض (m)

L _ طول النابض (m)

t _ سمك النابض

θ _ زاوية انحراف المؤشر وتقاس بالزوايا النصف القطرية

$$Tc = \frac{E * b * t^3 * \theta}{12 * L}$$

قانون عزم السيطرة بواسطة الوزن :

$$T = w * L * \sin\theta$$

W*L _ ثابت التعجيل الارضي (Kg*m)

W _ وزن الثقل (Kg)

L _ المسافة بين الثقل ومحور الحركة (m)

θ _ زاوية الانحراف وتقاس بالدرجات

3. عزم التضاؤل : Damping torque

يمنع من تذبذب المؤشر حول موقع الانحراف (التأشير) النهائي الذي يسببه عزم السيطرة ولجعل المؤشر في حالة سكون بسرعة .

طرق الحصول على عزم التضاؤل هي (احتكاك الهواء , احتكاك السائل والتيار الدوامي) .

مثال1 : اذا كانت مقاومة جهاز الملف المتحرك (20Ω) وحصل انحراف كلي للمؤشر مقداره (120 درجة) عند تسليط

جهد (100mV) عبر طرفي الجهاز وكانت الابعاد للملف (2.6*3.1) سم وعدد لفاته (120) لفة وكثافة الفيض المغناطيسي ($0.15\ wb/m^2$) احسب ثابت السيطرة للنابض في حالة الاستقرار .

الحـل :

$$I = \frac{v}{R} = \frac{100 * 10}{20} = 0.005A$$

$$Td=N\beta WLI = 120*0.15*3.1*10^{-2}*2.6*10^{-2}*0.005$$

$$=72.54*10^{-6}N.m$$

$$Tc = Ks * \theta = Td$$

$$72.54*10^{-6} = Ks*120$$

$$Ks = \frac{72.54*10}{120} = 6.045 * 10^{-7}\ N.m^2/^0$$

مثـال 2: في جهاز ذو سيطرة بواسطة الوزن , عزم الانحراف ($1.2*10^{-4}kg.m$) وزاوية انحراف المؤشر (90 درجة) , احسب قيمة وزن السيطرة الذي يؤثر على بعد (2 سم) من محورالنظام المتحرك في حالة الاستقرار .

الحـل :

في حالة الاستقرار $T_d = Tc$

$$Tc = w*L*\sin\theta$$

$$1.2*10^{-4} = w*2*10^{-2}*\sin 90$$

$$w = 0.6*10^{-2}\ kg = 6\ w$$

ملاحظـة :

عبارة في حالة الاستقرار في تمارين العزوم تعني :

$$Td = Tc = N\beta WLI = W*L*\sin\theta = Ks * \theta$$

فيلاحظ الطالب أي من هذه القوانين يمكن الاستفادة منها في الاجابة .

مثال 3 :

اذا كانت ابعاد الملف لجهاز الملف المتحرك ذي المغناطيس الدائم (2.5cm*4cm وعدد لفاته (80 لفة) وكثافة الفيض المغناطيسي في الفجوة الهوائية ($150mwb/m^2$) , احسب عزم الانحراف الناتج من تسليط جهد مقداره (300v) اذا علمت ان مقاومة الجهاز(15kΩ) .

الحل :

$$I = v / R = 300 / 15000 = 0.002A$$

$$A = 4*2.5 = 10\ cm^2 = 10*10^{-4}\ m^2 = 10^{-3}m^2$$

$$Td = N*\beta*I*A = 80*150*10^{-3}*0.002 = 24*10^{-3}N.m$$

H.W

مثال1: جهاز فولتميتر الملف المتحرك ذي المغناطيس الدائم , احسب عزم الانحراف وفق المعطيات التالية :

$N=100t$, $A=8cm*2.5cm$, $\beta=200mwb/m^2$, $R=5k\Omega$, $V= 400v$

(Ans : $Td=32*10^{-3}N.m$)

مثال2 : جهاز فولتميتر الملف المتحرك ذي المغناطيس الدائم , احسب كثافة الفيض المغناطيسيوفق المعطيات التالية :

$A=2cm*2.5cm$, $R=10k\Omega$, $V=300v$, $Td=0.4*10^{-8}$, $N=100t$

(Ans : $\beta = 0.26*10^{-5}wb / m^2$)

---0---

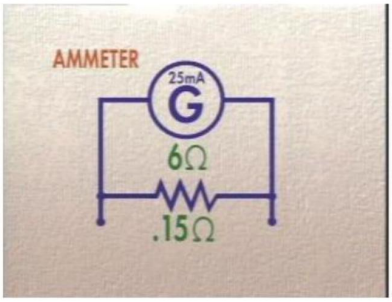
طرق قياس المقاومة : Resistance Measurement

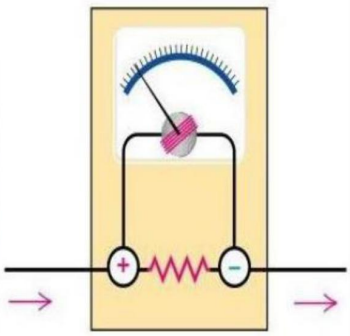
1. بواسطة الأميتر:

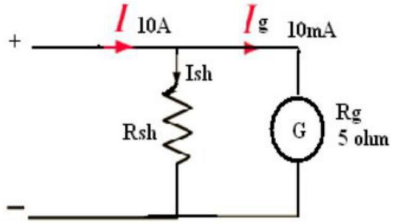
وهو جهاز يستخدم لقياس شدة التيارات الكبيرة في الدوائر الكهربائية .

تركيبه :

وهو عبارة عن كلفانومتر مضافا اليه مقاومة صغيرة جدا توصل مع ملف الكلفانومتر على التوازي تسمى (مجزئ التيار) ليحدث تفرع للتيار المراد قياسه , حيث يمر جزء صغير من التيار عبر ملف الكلفانومتر والجزء الكبير من التيار يمر عبر المقاومة الصغيرة (ان العلاقة بين شدة التيار والمقاومة هي عكسية حسب قانون اوم) .







ولحساب مقاومة التوازي (المجزئ) :

R_m – المقاومة الداخلية للملف R_{sh} – مقاومة التوازي

I – تيار انحراف القياس الكامل للمقياس I_m – تيار انحراف المقياس الكامل للحركة

I_{sh} – تيار التوازي

بما ان المقاومة مربوطة على التوازي مع ملف المقياس لذا يجب ان يكون هبوط الفولتية متساويا :

$$V_{sh} = V_m$$

$$I_{sh} * R_{sh} = I_m * R_m$$

$$R_{sh} = I_m * R_m \setminus I_{sh}$$

بما ان $I_{sh} = I - I_m$

اذن $R_{sh} = I_m * R_m \setminus I - I_m$

مثال : يراد تحويل مقياس انحرافه الكلي (**1mA**) ومقاومته الداخلية (**100Ω**) الى أميتر يقرأ (**0 – 100 mA**) .
احسب قيمة مقاومة التوازي اللازمة .

الحل :

$$I_{sh} = I - I_m = 100 - 1 = 99 \text{ mA}$$

$$R_{sh} = I_m * R_m \setminus I_{sh}$$

$$R_{sh} = 1 * 100 \setminus 99 = 1.01 \ \Omega$$

أميتر متعدد المديات Multirange Ammeter

يمكن توسيع مدى التيار لمقياس التيار المستمر ثانية بربط عدد من توازيات التيار التي يتم اختيارها بواسطة مفتاح المدى . يسمى مثل هذا المقياس بالمقياس المتعدد المدى او (توازي آيرتون) .

مثال : صمم توازي آيرتون للحصول على مقياس له مديات (**1A , 5A , 10A**) اذا تم استعمال مقياس ذات مقاومة داخلية ($R_m = 50\ \Omega$) وتيار انحراف المقياس الكامل (**1mA**) في ترتيب الدائرة . احسب قيمة المقاومات اللازمة .

الحل :

1- على المدى (**1A**) تكون المقاومات ($R_a + R_b + R_c$) على التوازي مع المقاومة (R_m) . بما ان المقياس يحتاج (**1mA**) لانحراف المقياس الكامل فانه يتطلب من التوازي امرار تيار مقداره :

$$1A - 1mA = 999mA$$

$$R_a + R_b + R_c = 1*50 \setminus 999 = 0.05\ \Omega$$

$$R_a + R_b + R_c = 0.05 \quad (1)$$

2- على المدى (**5A**) تكون ($R_a + R_b$) على التوازي مع ($R_c + R_m$) في هذه الحالة يكون تيار التوازي هو :

$$5A - 1mA = 4999mA$$
$$R_a + R_b = 1*\ (R_c = 50) \setminus 49999$$

$$4999R_a + 4999R_b - R_c = 50 \quad (2)$$

3- على المدى (**10A**) تعمل الان المفاومة (R_a) كتوازي , وتكون ($R_b + R_C$) على التوالي مع (R_m) ويكون تيار التوازي :

$$10A - 1mA = 9999mA$$

$$R_a = 1^* (R_b + R_c + 50) \setminus 9999$$

$$9999R_a - R_b - R_c = 50 \qquad (3)$$

وبحل المعادلات الثلاث انيا نحصل على قيم المقاومات الثلاثة :

$$R_a = 0.005\ \Omega \quad , \quad R_b = 0.005\ \Omega \quad , \quad R_c = 0.004\ \Omega$$

تبين هذه الحسابات بان قيمة مقاومة التوازي تصبح صغيرة جدا للتيارات العالية .

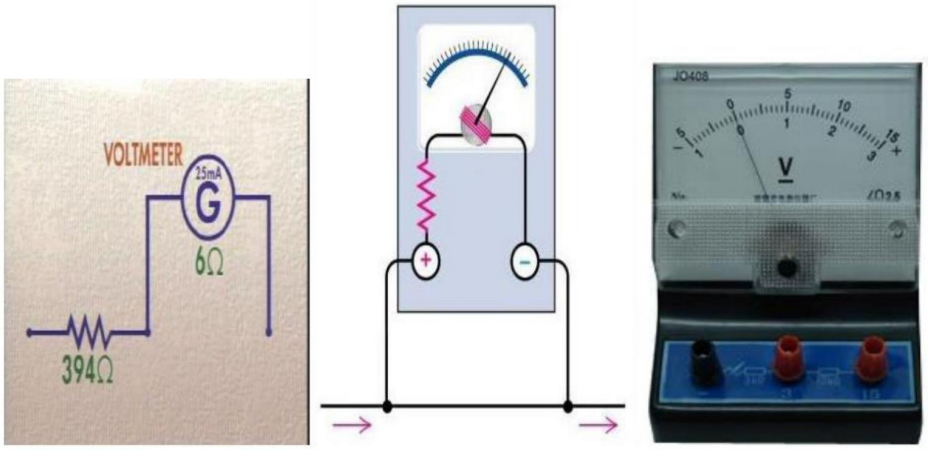
H.W

مقياس تاشيري ذو الملف المتحرك تبلغ مقاومة ملفه ($R_m = 75\Omega$) يحتاج الى تيار **(1mA)** لتاشير كامل التدريج . اوجد مقدار مقاومة التوازي الذي يمكن المقياس قياس تيارات لغاية)(**100mA**) .

2. بواسطة الفولتميتر : Voltmeter

وهو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة الكهربائية .

تركيبه : وهوعبارة عن كلفانومتر مضافا اله مقاومة كبيرة توصل مع ملف الكلفانومتر على التوالي تسمى (مضاعف الجهد) , وذلك لتقليل كمية التيار كمية التيار المار في ملف الكلفانومترحتى لا يؤثر على شدة التيار المار في الدائرة الرئيسية ويحافظ على سلامة الكلفانومتر .



يمكن حساب قيمة المضاعف اللازمة لزيادة مدى الفولتية من الشكل :

I_m – تيار الانحراف للمقياس

R_m– المقاومة الداخلية للمقياس

R_s – مقاومة المضاعف

V – مدى الفولتية الكامل للجهاز

$$V = I_m * (R_s + R_m) \quad ; \quad V_m = I_m * R_m$$

$$Vs = v - V_m = V - (I_m * R_m) \quad ; Vs = I_m * R_s$$

$$Rs = Vs \setminus I_m = V - (I_m * R_m) \setminus I_m = (V \setminus I_m) - R_m$$

مثال1: مقياس ذو ملف متحرك مقاومته الداخلية (2000Ω) يحتاج الى (100μA) لتحقيق كامل التاشير . اوجد مقدار المقاومة التي يجب ربطها على التوالي مع المقياس لتمكينها قياس فولتية لغاية (10v) .

الحل :

يجب ان نحسب الفولتية (v_m)

التي تسبب تاشير كامل التدريج

$$V_m = 100*10^{-6}*2000 = 0.2\ v$$

$$Vs = v\text{-}vm = 10 - 0.2 = 9.8\ v$$

$$R_s = V_s \setminus I = 9.8 \setminus 100*10^{-6} = 98\ k\Omega$$

مثال2 : مقياس ذو ملف متحرك مقاومته الداخلية (10Ω) وله تاشيرة كامل التدريج مقدارها (5mA) , بين كيف يمكن استخدامه لقياس فولتيات لغاية (750v) وتيار لغاية (100A) .

الحل :

1- كمقياس للتيار

$$Is = I - Im = 100 - 0.005 = 99.995\ A$$

$$Is*Rs = Im*Rm$$

$$99.995*Rs = 10*0.005 \quad , \quad Rs = 0.0005\Omega$$

2- كمقياس للفولتية :

$$V_s = V - (10*0.005) = 750 - 0.05 = 749.95\ v$$

$$R_s = 749.95 \setminus 0.005 = 149990\Omega = 149.99\ k\Omega$$

فولتميتر متعدد المدى **Multirange Voltmeter**

يمكن الحصول على جهاز يحتوي على عدد من مديات الفولتية باضافة عدد اخر من المضاعفات سوية مع مفتاح المدى .

مثال: يراد تحويل حركة مقياس ذات مقاومة داخلية (100Ω) وتيار انحراف المقياس الكامل (1mA) الى فولتميتر مستمر متعدد المديات له المديات التالية :

(0-10v) , (0-50v) , (0-250v) , (0-500v)

كما في الشكل اعلاه ، اوجد قيم مقاومات المضاعف اللازمة .

الحل :

1- للمدى (10v) موضع المفتاح (V_4) تكون المقاومة الكلية للدائرة :

$$R_T = 10 \setminus 1*10^{-3} = 10k\Omega$$

$$R_4 = R_T - R_m = 10000 - 10 = 9900\Omega$$

2-للمدى (50v) موضع مفتاح المدى (V_3) :

$$R_T = 50 \setminus 1*10^{-3} = 50000\Omega$$

$$R_3 = RT - (R_4 + R_m) = 50000 - (9900 + 100)$$

$$R_3 = 40k\Omega$$

2- للمدى (250v) موضع مفتاح المدى (V_2) :

$$R_T = 250 \setminus 1*10^{-3} = 250k\Omega$$

$$R_2 = R_T - (R_3+R_4+R_m) = 250 - 50 = 200k\Omega$$

4- للمدى (500v) موضع المفتاح (v1) :

$$R_T = 500 \setminus 1*10^{-3} = 500k\Omega$$

$$R_1 = R_T - (R_2+R_3+R_4+R_m) = 500 - 250 = 250k\Omega$$

حساسية الفولتميتر Voltmeter Sensitivity

من الملاحظ من المثال السابق انه كان حاصل قسمة المقاومة الكلية على مدى الفولتية المستعمل لجميع المديات

هو دائما (1000Ω \ v) ، يسمى هذا الرقم بالحساسية

(S) او مقدار الاوم لكل فولت للفولتميتر .

ان الحساسية (S) هي اساسا مقلوب تيار انحراف المقياس الكامل الاساسية :

$$S = 1 \setminus I_m$$

او يمكن استعمال حساسية الفولتميتر S كميزة لحساب قيمة مقاومة المضاعف في فولتميتر التيار المستمر بطريقة الحساسية ، تأمل الشكل في المثال السابق .

$$R_T = S*V$$

$$R_s = R_T - R_m = (S*V) - R_m$$

S – حساسية الفولتميتر

V – مدى الفولتية

R_m – المقاومة الداخلية للمقياس

Rs – مقاومة المضاعف

مثال : أعد حل المثال السابق باستخدام طريقة الحساسية لحساب قيم مقاومات المضاعف .

الحل :

$$S= 1 \setminus I_m = 1\setminus 1mA = 1000\Omega \setminus v$$
$$R_4 = (S*V) - R_m = (1000*10) - 100 = 9900\Omega$$
$$R_3 = (1000*50) - 10000 = 40k\Omega$$
$$R_2 = (1000*250) - 50000 = 200k\Omega$$
$$R_1 = (1000*500) - 250 = 250k\Omega$$

ظاهرة التحميل : **Loading effect**

عند توصيل الفولتميتر عبر نقطتين في دائرة ذات مقاومة عالية ، فانه يربط على التوازي لذلك الجزءمن الدائرة وبالتالي

يقلل منقيمة المقاومة المكافئة عبر ذلك الجزء من الدائرة . عندئذ سوف يقرأ المقياس قيمة اقل هبوط للجهد من القيمة الحقيقية التي تظهر قبل توصيل المقياس ، تسمى هذه الظاهرة بـ ((ظاهرة التحميل)) للجهاز ، وتسببها بصورة اساسية الاجهزة ذات الحساسية الواطئة .

مثال :

يراد قياس الفولتية عبر المقاومة (**50kΩ**) ، يتوفر فولتميترانلهذا القياس ، حساسية الفولتميتر الاول (**1000Ω \ v**)، وحساسية الفولتميتر الثاني (**20000Ω \ v**) وقد تم استعمال كلا الجهازين على المدى (**50v**) أحسب :

1. قراءة كل من الجهازين
2. الخطأ لكل قراءة معبرا عنها كنسبة مئوية من القيمة الحقيقية .

الحل :

من معاينة الدائرة يتبين بان الفولتية عبر المقاومة (**50v**)تساوي

$$50k\Omega * 150v \setminus 150k\Omega = 50v$$

هذه هي القيمة الحقيقية للفولتية عبر المقاومة (**50kΩ**)

1- مقاومة الفولتميتر الاول (**S = 1000Ω \ v**) على المدى (**50v**) تساوي

$$50v * 1000\Omega \setminus v = 50k\Omega$$

ربط هذا الفولتميترعبر المقاومة (**50kΩ**) بسبب نقصان مقاومة التوازي المكافئة الى (**25kΩ**)، والمقاومة الكلية للدائرة هي (**125kΩ**) ، ويكون فرق الجهد عبر مجموعة المقياس والمقاومة (**50kΩ**) مساويا

$$V_1 = 25k\Omega * 150v \setminus 125k\Omega = 30v$$

عليه سوف يقرأ الفولتميتر (**30v**)

اما مقاومة الفولتميتر الثاني

$$50v * 20k\Omega \setminus v = 1M\Omega$$

عند ربط هذا المقياس عبر المقاومة ($50k\Omega$) تصبح مقاومة التوازي المكافئة ($47.6k\Omega$) وهذا الربط ينتج الفولتية

$$V_2 = 47.6k\Omega * 150v \setminus 147.6k\Omega = 48.36v$$

والتي يقرءها الفولتميتر الثاني

2- الخطأ في الفولتميتر الاول

$$Per = (50v - 30v \setminus 50v) * \% = 40\%$$

الخطأ في الفولتميتر الثاني

$$Per = (50v - 48.36v \setminus 50v) * \% = 3.28\%$$

المقارنة بين الأميتر والفولتميتر :

ت	الأميتر	ت	الفولتميتر
1	يستخدم لقياس شدة التيارات الكهربائية الكبيرة والصغيرة .	1	يستخدم لقياس فرق الجهد بين نقطتين (بين طرفي مقاومة كهربائية)
2	تغلق الدائرة ويوصل الأميتر على التوالي في اي جزء من اجزاء الدائرة الكهربائية	2	تغلق الدائرة ويوصل الفولتميتر على التوازي بين طرفي المقاومة المراد قياس فرق الجهد عليها
3	عبارة عن كلفانومتر ذو ملف متحرك ومقاومة صغيرة توصل معه على التوازي تسمى مجزئ التيار	3	عبارة عن كلفانومتر ذو ملف متحرك ومقاومة كبيرة توصل معه على التوالي تسمى مضاعف الجهد

3. مقياس الاوميتر Ohmmeter measurement

أ. اوميتر نوع التوالي Series – type ohmmeter

يتألفاوميتر نوع التوالي بصورة رئيسية من حركة دي آرسونفال (الكلفانوميتر) موصولة على التوالي مع مقاومة وبطارية الى زوج من الاطراف التي يربط بها العنصر المجهول لذا يعتمد التيار خلال الحركة على مقدار المقاومة المجهولة .

R_1– مقاومة تحديد التيار

R_2– مقاومة ضبط الصفر

E – البطارية الداخلية

R_m– المقاومة الداخلية للحركة

R_x– المقاومة المجهولة

عندما تكون المقاومة المجهولة ($R_x = 0$) (دائرة قصر بين النهايتين **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_{fs}) ويرقم موضع انحراف المقياس الكامل بالمقدار (**0 Ω**) على المقياس . وبصورة مماثلة عندما تكون ($R_x = \infty$) النهايات **a & b** مفتوحة) يهبط التيار بالدائرة 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 .

القيمة الملائمة للاستعمال في تصميم اوميتر التوالي هي قيمة (R_x) التي تسبب نصف انحراف المقياس الكامل وتعرف المقاومة بين النهايتين (**a & b**) في هذا الموضع بانها مقاومة موضع نصف الانحراف (R_h) .

يمكن تحليل الدائرة أي معرفة قيم (R_1, R_2) من معرفة قيم تيار انحراف المقياس الكامل (I_{fs}) والمقاومة الداخلية للحركة (R_m) وفولتية البطارية (E) والقيمة المرغوبة لمقاومة نصف الانحراف (R_h) .

يمكن الوصول الى التصميم من معرفة ان توصيل (R_h) يسبب هبوط تيار المقياس الى النصف (**1\2** I_{fs}) وهذا يعني ان المقاومة المجهولة يجب ان تساوي المقاومة الداخلية الكلية

للاوميتر اي:

$$R_h = R_1 + \frac{R2*Rm}{R2+Rm} \quad \text{.....(1)}$$

عليه فان المقاومة الكلية الظاهرة للبطارية تساوي (**2Rh**) وتيار البطارية اللازم لتجهيز نصف انحراف المقياس يساوي :

$$I_h = \frac{E}{2Rh} \quad \text{.....(2)}$$

لإنتاج انحراف المقياس الكامل يجب ان يتضاعف تيار البطارية . لذا فان :

$$I_t = 2I_h = E / Rh \quad \text{.....(3)}$$

تيار التوازي خلال (R_2) يساوي :

$$I_2 = I_t - I_{fs} \quad \text{.....(4)}$$

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

$$E_{sh} = E_m \quad \text{or} \quad I_2*R_2 = I_{fs}*R_m$$

$$R2 = \frac{Ifs*Rm}{I2} \quad \text{.....(5)}$$

بتعويض المعادلة (**4**) في المعادلة (**5**) نحصل على :

$$R_2 = \frac{Ifs*Rm}{It-Ifs} = \frac{Ifs*Rm*Rh}{E-Ifs*Rh} \quad \text{.....(6)}$$

ويكون تيار مقاومة التوازي $I_2 = I_T - I_{fs} = 1.35 - 1 = 0.35\ mA$

اما مقاومة ضبط الصفر (R_2) تصبح

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

(3) : تصبح مقاومة التوازي المكافئة لمقاومة الحركة والقيمة الجديدة للمقاومة (R_2) تساوي

$$R_{p2} = \frac{R2*Rm}{R2+Rm} = \frac{143*50}{143+50} = 37\ \Omega$$

بما ان مقاومة نصف انحراف المقياس الكامل (R_h) تساوي المقاومة الداخلية الكلية للدائرة لذا تزداد (R_h) الى

$$R_h = R_1 + R_{p2} = 1966.7 + 37 = 2003.7\ \Omega$$

اذن تصبح القيمة الحقيقية لترقيم نصف المقياس على الجهاز (2003.7Ω) بينما كانت القيمة الاصلية (2000Ω) لذا فان نسبة الخطأ تساوي

$$P_{er}\ *\% = \frac{2000-2003.7}{2000} * \% = -0.185 * \%$$

وتدل الاشارة السالبة على قراءة المقياس اوطأ .

ب.اوميتر نوع التوازي Shunt – type ohmmeter

يتألف اوميتر نوع التوازي من بطارية على التوالي مع مقاومة قابلة للضبط (R_1) وحركة دي ارسونفال (كلفانوميتر) . توصل المقاومة المجهولة بين النهايتين (a & b) على التوازي مع المقياس , ويكون من الضروري في هذه الدائرة وجود مفتاح توصيل – قطع لفصل البطارية من الدائرة في حالة عدم استعمال الجهاز . يكون قياس المقياس صفرا عندما تكون قيمة المقاومة المجهولة صفرا

ايضا ($R_x = 0$) (دائرة قصر بين النهايتين **a & b**) , بينما يجد التيار طريقه الوحيد خلال المقياس عندما تكون قيمة المقاومة المجهولة ما لانهاية ($R_x = \infty$) (دائرة مفتوحة بين **a & b**) وبالاختيار المناسب لقيمة (R_1) يمكن جعل المؤشر يقرأ انحراف المقياس الكامل . يلائم اوميتر نوع التوازي بصورة خاصة قياس المقاومات الواطئة .

مثال :تستعمل دائرة الشكل اعلاه حركة دي آرسونفال الاساسية ذات (**10mA**) ومقاومة داخلية (**5Ω**) وكانت فولتية البطارية (**E= 3v**) من المؤمل تعديل هذه الدائرة بإضافة مقاومة ملائمة (R_{sh}) عبر الحركة لكي يؤشر الجهاز على (**0.5Ω**) في نقطة المنتصف لقياسه , إحسب :

(**1**) قيمة مقاومة التوازي (R_{sh})

(**2**) قيمة مقاومة تحديد التيار (R_1)

الحل :(**1**) : عند انحراف نصف المقياس

$$I_m = 0.5\ I_{fs} = 0.5*10 = 5\ mA$$

تكون الفولتية عبر الحركة مساوية

$$E_m = 5\ mA * 5\ \Omega = 25\ mV$$

بما ان هذه الفولتية تظهر عبر المقاومة (R_x) اذن يكون التيار المار خلالها

$$Ix = \frac{25mV}{0.5\Omega} \qquad = 50\ mA$$

يجب ان يكون التيار المار خلال الحركة (I_m) مضافا اليه التيار المار خلال التوازي (I_{sh}) مساويا للتيار المار في المقاومة (R_x) , إذن

$$I_{sh} = I_x - I_m = 50 - 5 = 45\ mA$$

إذن تكون مقاومة التوازي

$$R_{sh} = \frac{Em}{Ish} = \frac{25}{45} = \frac{5}{9} = 0.55\ \Omega$$

(**2**)

تيار البطارية الكلي يساوي

$$I_T = I_m + I_{sh} + I_x = 5 + 45 + 50 = 100\ mA$$

هبوط الفولتية عبر (R_1) يساوي

$$3V - 25\ mV = 2.975\ V$$

$$R_1 = \frac{2.975}{100\ mA} = 29.75\ \Omega$$

متعدد المقاييس او (VOM) : Multimeter or VOM

تستعمل اجهزة الاميتر والفولتميتر والاوميتر جميعا حركة دي آرسونفال . والفرق بين هذه الاجهزة هي الدائرة التي تستخدم مع الحركة الاساسية لذلك تكون واضحة جدا امكانية استعمال جهاز واحد بتصميم معين لانجاز وظائف القياس الثلاثة هذه , يسمى هذا الجهاز والذي يحتوي على مفتاح الاختيار لتوصيل الدائرة المناسبة الى حركة دي آرسونفال بـ (المتعدد المقاييس او فولت – اوم

– مللي اميتر .... VOM) .

الديسيبل (dB) : **Decibel**

وهو وحدة قياس لوغاريتمية للتعبير عن التكبير (الربح او الكسب) ولقياس النسب للصوت والقدرة والفولتية والتيار .

– كسب (ربح) القدرة (Gp) **Gain of power**

$$Gp = NdB = 10 \log \frac{Pout}{Pin}$$

$P = I * V$ (wat) , $P = V^2 \setminus R$, $P = I^2 * R$

- كسب (ربح) الفولتية (Gv): **Gain of voltage**

$$Gv = NdB = 20 \log \frac{Vout}{Vin}$$

- كسب (ربح) التيار (Gi) : **Gain of current**

$$Gi = NdB = 20 \log \frac{Iout}{Iin}$$

ثوابت لوغاريتمية ...

$$log\ 1 = 0 \quad \rightarrow \quad log\ 10^0$$

$$log\ 10 = 1 \quad \rightarrow \quad log\ 10^1$$

$$log\ 100 = 2 \quad \rightarrow \quad log\ 10^2$$

$$log\ 1000 = 3 \quad \rightarrow \quad log\ 10^3$$

مثال (1) : ربح الفولتية لمكبر عند تغذيته لحمل ممانعة مقدارها (1 kΩ) يساوي (40dB)

اوجد اتساع فولتية وقدرة الاشارة في الحمل حينما تكون الاشارة الداخلة (10mv).

الحل :

$$Gv = NdB = 20\ log \frac{Vout}{Vin}$$

$$= 40\ 20\ log \frac{Vout}{Vin}$$

$$= 10^2 = 100 = 2 \rightarrow \frac{Vout}{Vin}\ log \frac{Vout}{Vin}$$

$$V_{out} = 1\ v = 100 \rightarrow \frac{Vout}{10*10^3}$$

$$= \frac{1^2}{1*10^3} Pout = \frac{V^2 out}{Zout} = 0.001\ w$$

مثال (2) : مضخم قدرة بالمعطيات التالية : $P_{out} = 2w$, $P_{in} = 0.02w$

جد , $Z_{in} = Z_{out} = 50\ \Omega$

. G_v , G_p

الحل :

$$Gp = 10\ log \frac{Pout}{Pin} \qquad = 10\ log \frac{2}{0.02} = 10\ log\ 100$$

$$Gp = 10 * 2 = 20\ dB$$

$$V^2out = 100 \rightarrow 2 = \frac{V^2out}{50} \rightarrow Pout = \frac{V^2out}{Zout}$$

$$V^2out = 10v$$

$$0.02 = \frac{V^2in}{50} \rightarrow Pin = \frac{V^2in}{Zin} \qquad \rightarrow V^2_{in} = 1 \rightarrow V_{in} = 1v$$

$$Gv = 20log\ \frac{Vout}{Vin}$$

$$Gv = 20\ log\ \frac{10}{1} \qquad = 20\ log\ 10 = 20 * 1 = 20\ dB$$

جهاز المزدوج الحراري : Thermocouple meter

تسمى مجموعة المزدوج الحراري وحركة دي آرسونفال التي يمكن استعمالها لقياسات التيار المستمر والمتناوب بجهاز المزدوج الحراري , لكون عملها مبنيا على عمل عنصر المزدوج الحراري . عندما يكون معدنان غير متماثلين متماسين تبادليا , تتولد فولتية عند نقطة اتصال المعدنين وتتناسب هذه الفولتية طرديا مع درجة حرارة نقطة الاتصال .

يمثل **ce& de** معدنين غير متماثلين يتصلان عند النقطة **e** يعتمد فرق الجهد بين **c & d** على درجة حرارة ما يسمى بنقطة الاتصال **e** . يشكل عنصر التسخين **ab** الذييكون على تماس مع نقطة اتصال المعدنين **e** جزءا من الدائرة التي يراد قياس التيار فيها , وتسمى **aeb** بنقطة الاتصال الحارة . ترفع الطاقة الحرارية المولدة من قبل التيار المار في عنصر التسخين درجة حرارة نقطة الاتصال الباردة وتسبب زيادة في الفولتية المتولدة بين النقطتين **c & d** , يسبب فرق الجهد هذا سريان تيار مستمر في جهاز التأشير .الشكل التالي يمثل دائرة مبسطة لجهاز المزدوج الحراري .

I – التيار المار بدائرة المزدوج الحراري

V_m– قراءة مقباس الفولتميتر

V – الجهد الحراري المتولد بالمزدوج الحراري

R_{th}– مقاومة المزدوج الحراتري

R_c – مقاومة الاسلاك

R_i – المقاومة الداخلية لمقباس الجهد

$$I = \frac{V}{Ri + Rth + Rc}$$

$$Vm = \frac{V * Ri}{Ri + Rth + Rc}$$

مثال : مزدوج حراري عند درجة حرارة **1000** °C بالمعطيات التالية :

V=9.57v , R_i= 100Ω , R_{th}= 0.2Ω , R_c = 10Ω

ولتغير مكان جهاز التأشير إزدادت مقاومة الموصلات بمقدار **4.8 Ω** . إحسب مقدار الخطأ المطلق والنسبي للجهد المقاس .

الحل :

$$Vm1 = \frac{V*Ri}{Ri+Rth+Rc} = \frac{9.57*100}{100+0.2+10} = 8.68mv$$

$$Vm2 = \frac{9.57 * 100}{100 + 0.2 + 10 + 4.8} = 8.32mv$$

$$\Delta v = \Delta m1 - \Delta m2 = 8.68 - 8.32 = 0.36\ mV$$

$$Per\ \% = \frac{\Delta t}{vm1} = \frac{0.36}{8.68} *\%= 4.1\%$$

القناطر وتطبيقاتها : Bridges and there application

تستعمل دوائر القنطرة بشكل واسع لقياس قيم المكونات مثل المقاومات او المحاثات او السعات .

بما ان القياس يتم بمقارنة قيمة المكونة المجهولة مع مكونة معلومة عالية الدقة (قياسية) في دائرة القنطرة تكون دقة قياسها بالتأكيد عالية جدا . لان قراءة القياس بالمقارنة والمبنية على تأشيرة الصفر عند اتزان القنطرة لا تعتمد اساسا على خصائص الكاشف الصفري .

ترتبط دقة القياس مباشرة بدقة مكونات القنطرة لا بدقة المؤشر ذاته .

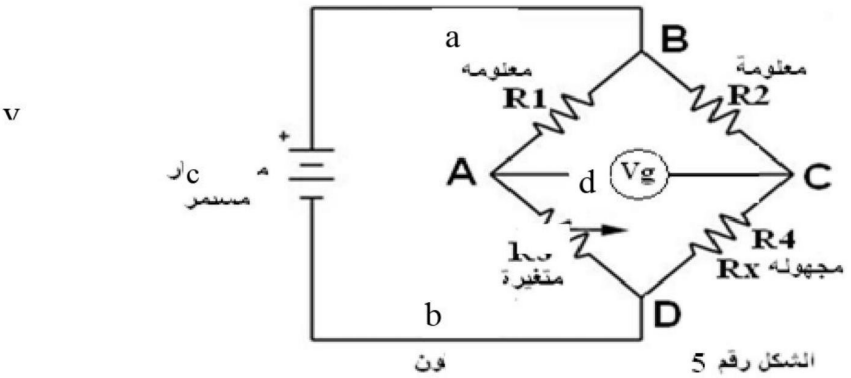
قنطرة وتستون : Wheatstone bridge

تتكون القنطرة من اربع اذرع مقاومية ومصدر قوة دافعة كهربائية (بطارية) وكاشف صفري , ويكون الكاشف عبارة عن كلفانومتر او اي مقياس حساس للتيار , يعتمد التيار المار في الكلفانومتر على فرق الجهد بين النقطتين (**c & d**) , ويقال عن القنطرة بانها متزنة عندما يكون فرق الجهد عبر الكلفانومتر مساويا للصفر بحيث لا يسري اي تيار في الكلفانومتر , تحدث هذه الحالة عندما تكون الفولتية من نقطة **c** الى نقطة **a** مساوية للفولتية من نقطة **d** الى نقطة **a** .

R_1 , R_2 _ مقاومات معلومة القيم

R_3 _ مقاومة متغيرة

R_x _ المقاومة المجهولة المراد قياسها



الشكل رقم 5

اشتقاق معادلة الاتزان لقنطرة وتستون :

من الرسم التوضيحي للقنطرة :

$$V_{R1} = V_{R2} \quad \text{Parallel}$$

$$\frac{V*R1}{R1+R3} = \frac{V*R2}{R2+Rx} \qquad (\text{ v. d. r. })$$

$$R_1R_2 + R_1R_x = R_1R_2 + R_2R_3$$

بتبسيط المعادلة نحصل على معادلة الاتزان $R_1R_x = R_2R_3$ يمكننا ايجاد المقاومة المجهولة R_x من معادلة الاتزان :

$$R_x = \frac{R2*R3}{R1}$$

في حالة عدم الاتزان يتم حساب تيار الكلفانومتر باستخدام دائرة ثفنن :

$$V_{th} = v\left(\frac{R1}{R1+R3} - \frac{R2}{R2+Rx}\right)$$

مقاومة ثفنن :

$$R_{th} = \left(\frac{R1*R3}{R1+R3} + \frac{R2*Rx}{R2+Rx}\right)$$

التيار المار في الكلفانومتر :

$$I_g = \frac{Vth}{Rth+Rg}$$

مثال 1 : يبين الشكل التالي الرسم التخطيطي لقنطرة وتستون مع قيم مكونات القنطرة فاذا كانت فولتية البطارية (**5v**) مع اهمال مقاومتها الداخلية وكانت حساسية التيار للكلفانومتر(**10mm\μA**) ومقاومته الداخلية (**100Ω**) . احسب انحراف الكلفانومتر الذي تسببه مقاومة عدم الاتزان مقدارها (**5Ω**) في الذراع **bc** .

الحل :

يحدث اتزان القنطرة عندما تكون قيمة مقاومة الذراع **bc** (**2000Ω**) بينما يبين الشكل بان الذراع **bc** مقاومته مقدارها (**2005Ω**) تمثل حالة عدم اتزان .

تتضمن الخطوة الاولى تحويل دائرة القنطرة الى دائرة ثفنن المكافئة لها وذلك بالنظر عبر طرفي الكلفانومتر **b & d** حيث يمثل فرق الجهد عبر **b & d** عند رفع الكلفانومتر من الدائرة فولتية ثفنن .

$$V_{th} = V_{ad} - V_{ab} = 5*(\frac{100}{100+200} - \frac{1000}{1000+2005}) = 5\ mv$$

تتظمن الخطوة الثانية من الحل ايجاد مقاومة ثفنن المكافئة بالنظر عبر الطرفين **b & d** .

$$R_{th} = (\frac{100*200}{100+200} + \frac{1000*2005}{1000+2005}) = 734\ \Omega$$

والان عند توصيل الكلفانومتر الى طرفي اخراج دائرة ثفنن المكافئة , فان التيار المار في الكلفانومتر يكون :

$$I_g = \frac{Vth}{Rth+Rg} = \frac{5}{734+100} = 5.99\ \mu A$$

عليه فان انحراف الكلفانومتر**d** يكون :

d = 5.99μA* 10 mm \ μA= 59.9 mm

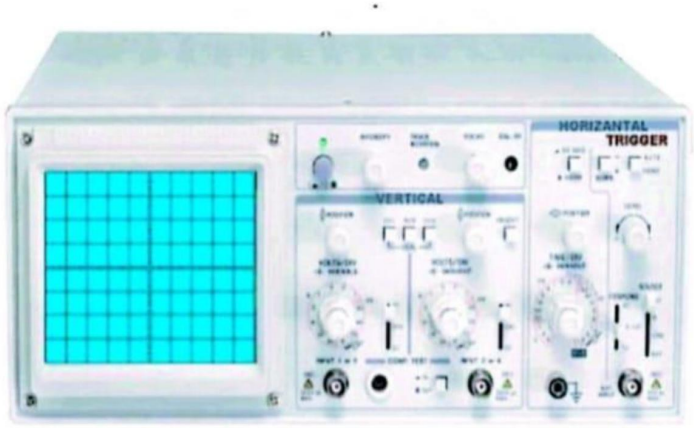
مثال2 : اتزنت قنطرة وتستون بالقيم التالية للمقاومات وجميعها مقاسة بوحدة الاوم :

$R_1=5\Omega$, $R_2=8\Omega$, $R_3=10\Omega$

1. ارسم المخطط التوضيحي لقنطرة وتستون .
2. احسب مقدار المقاومة الرابعة المجهولة .

الحل : (1)

جهاز الأسيلوسكوب Oscilloscope:



وتسمى ايضا :

مرسمة الذبذبات أو كاشف الاهتزاز أو راسم الا هتزاز المهبطي أو راسم الإشارة

واختصارا (ر إ م - CRO) أي راسم إشارة الأشعة المهبطية cathode-ray

هو جزء من جهاز قياس إلكتروني يسمح

بإظهار ورسم جهد الإشارة عادة بشكل مخطط ثنائي الأبعادللجهد الكهربائي (على المحور العمودي) مقابل الزمن (على المحور الأفقي) أو يستعاض عن الزمن بجهد آخر على المحور الأفقي

و له مدخلان اي يستطيع رسم اشارتين مختلفتين وإما ان يرسم واحد منهما فقط على شاشة العرض أو يعرضهما معا ويمكن عرض قيمة طرح الاشارتين أو ضربها

وتعتبر راسمة الذبذبات من الأجهزة الهامة و المستخدمة بكثرة كأجهزة معمل تُستخدم في دراسة أشكال الموجات للتيارات والجهود وقياس قيمها بالإضافة إلى القدرة والتردد

بمعنى أي كمية كهربائية وتشمل القيمة والشكل

كما يمكنه ربط هذه الكميات بالزمن على الشاشة

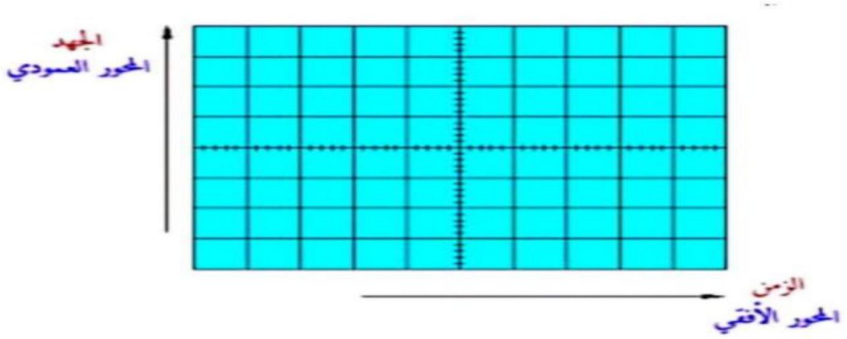
ويستخدم في اكتشاف الأعطال في جهاز المذياع والتلفاز وجميع الأجهزة الكهربائية في المعامل في حالات الأبحاث والتصميم

و منها تماثلي ورقمي ويوجد برامج تحول الحاسب الشخصي إلى راسم إشارة عن طريق كارت الصوت

جهاز الأسيلوسكوب هو من الأجهزة الأكثر استخداماً لفحص تحديد و تصحيح الأخطاء

مبدأ عمله هو عرض منحنى إشارة كهربية على شاشته

يبين المنحنى كيف تتغير الإشارة مع الزمن يدل المحور العمودي على جهد الإشارة كما يدل المحور الأفقي على الزمن



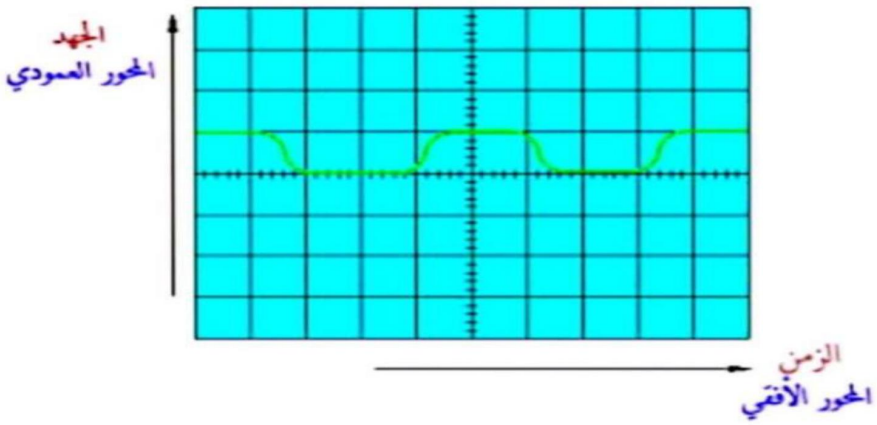
يمكن عرض الإشارة الرقمية على الشاشة و الحصول على عدة عوامل كزمن دورة الإشارة وترددها وغير ذلك

يوجد نوعان من الأسيلوسكوب:

التماثلي والرقمي

الأسيلوسكوب التماثلي:

يقوم الأسيلوسكوب التماثلي بعرض الأشارة الداخلة عبر أحد قنواته (Channel) مباشرة على شاشتة

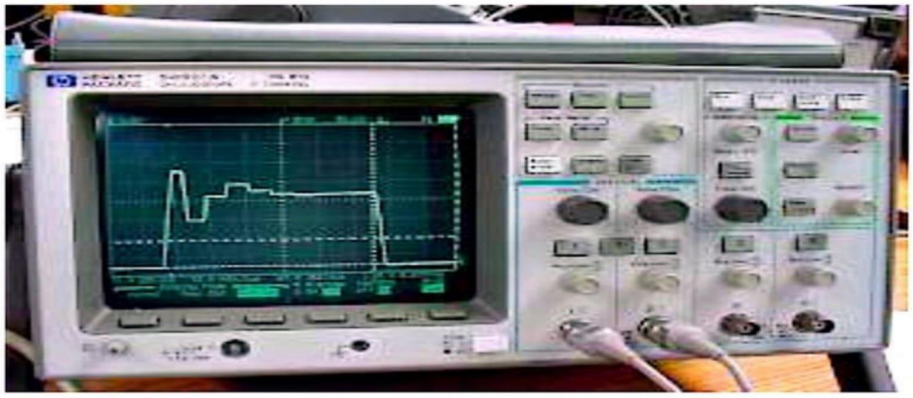


الأسيلوسكوب الرقمي:

أما الأسيلوسكوب الرقمي فإنه يأخذ عينات

للإشارة و يستخدم محول تماثلي رقمي ADC لتحويل الجهد المقاس إلى معلومات رقمية يستخدمها فيما بعد لبناء ورسم الإشارة على الشاشة

يستخدم هذا الجهاز لكشف وعرض البيانات الرقمية بتنسيقات متعددة كتنسيق الأسيلوسكوب و المخطط الزمني و جدول الحالات



تنسيق الأسيلوسكوب:

يستخدم الجهاز في هذه الحالة لعرض منحنى الإ
شارة على الشاشة وهذا لإمكانية قياس بعض
عوامل النبضات و الإشارة

تنسيق المخطط الزمنيDiagram Timing

يستطيع المحلل المنطقي من عرض ستة عشر
موجة مما يمكن من تحليل مجموعة من
الموجات أو الإشارات و تعيين أو تحديد العلاقة
فيما بينهما من خلال الزمن.

تنسيق جدول الحالات Table State

يستطيع المحلل في هذه الحالة من عرض
البيانات الثنائية على شكل جداول، وتعرض
البيانات في عدة أنظمة عددية كالثنائي Binary
والثماني Octalوالسداسي
العشريHexadecimal والثنائي المشفر

عشرياً BCD وشفراتASCII .

يعتبر الاسيلوسكوب من أهم أجهزة قياس
واختبار الدوائر الإليكترونية حيث أنه يمكننا من
رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدائرة

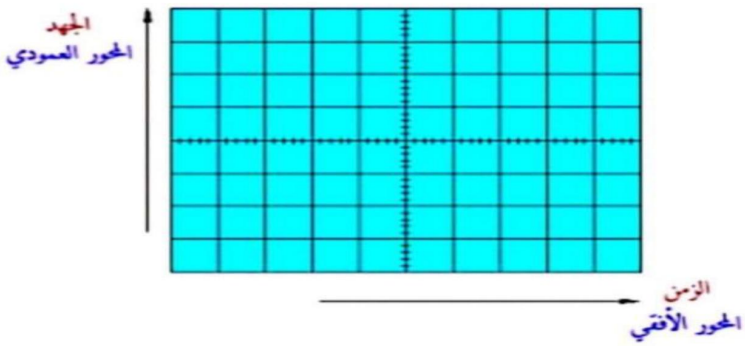
وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل
بطريقة صحيحة أم لا

فالأسيلوسكوب يمكننا من رؤية صورة الإشارة
ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبيه أو مربعة
مثلا

مكونات جهاز الأسيلوسكوب:

تحتوي واجهة الأسيلوسكوب على ستة أقسام رئيسية :

1-شاشة العرض



وظيفة الأسيلوسكوب هي عمل رسم بياني للجهد والزمن حيث يمثل الجهد بالمحور العمودي و الوقت بالمحور الأفقي

المحور العمودي :

وهو يمثل الجهد ويحتوي على ثمانية تقسيمات أو مربعات

كل واحد من هذه الأقسام يكون بطول 1 سنتيمتر

المحور الأفقي :

ويمثل الزمن ويحتوي على عشرة أقسام أو مربعات كل واحد من هذه الأقسام يكون بطول 1 سنتيمتر

2-مفاتيح التشغيل:

هذا الجزء من الأسلوسكوب يحتوي على زر التشغيل ومفتاح التحكم بإضاءة الشاشة و مفتاح التحكم بوضوح الصورة

في هذا القسم يمكن التحكم بالجزء العمودي (محور الجهد) من الإشارات في الشاشة

وحيث أن معظم الأسيلوسكوبات تحتوي على قناتي إدخال (channels input) وكل قناة يمكنها عرض شكل موجي (waveform) على الشاشة

فإن القسم العمودي يحتوي على قسمين متشابهين وكل قسم يمكن التحكم في الإشارة لكل قناة باستقلالية عن الأخرى

3-مفاتيح التحكم بالصورة والإشارة:

يحتوي هذا القسم على:

أزرار اختيار القنوات :

بهذه الأزرار يمكن اختيار أي إشارة يتم عرضها في الشاشة

فيمكن عرض إشارة القناة الأولى فقط أو إشارة القناة الثانية فقط أو كليهما معاً

زر اختيار نوع الإشارة :

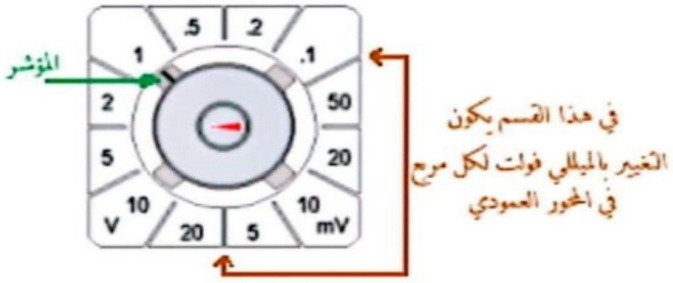
بهذا الزر يمكن الإختيار بين إشارة متغيرة AC أو إشارة ثابتة DC أو أرضي (بدون اشارة) وفي هذا الوضع يمكن تحديد موقع الصفر على شاشة الأسيلوسكوب

زر اختيار وضع الصورة :

بهذا الزر يمكن تحريك الإشارة إلى الأعلى أو الى الأسفل في المحور العمودي

مفتاح معيار الجهد :

بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة و التمكن من عرض صورة واضحة للإشارات

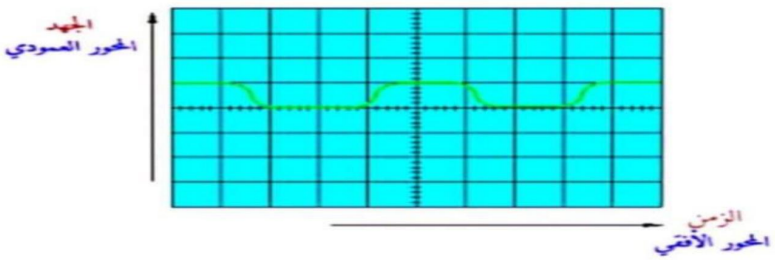


هذه الصورة توضح التقسيمات في هذا المفتاح

كما هو ملاحظ أنه يمكن أن يجعل كل مربع في المحور العمودي يمثل قيمة الجهد الذي يوضع المؤشر عليه

فمثلا في هذه الصورة وضع المؤشر على 1 فولت فيكون كل مربع في المحور العمودي في الشاشة يمثل 1 فولت

وبذلك يمكن تحديد جهد الاشارة



مثال لتوضيح المعنى:

بالنظر إلى هذه الموجة الموجودة على شاشة الأ

سيلوسكوب والتركيز فقط على المحور العمودي

ارتفاع الموجة هو مربع واحد على المحور العمودي

فإذا تم ضبط مفتاح عيار الجهد على 1 فولت لكل مربع النتيجة 1مربع

يكون جهد الموجة 1×1=فولت1

ولو تم ظبط مفتاح عيار الجهد على 5 فولت لكل مربع

فإن جهد الموجة5×1=فولت5

4-مفتاح معيار الزمن ومفتاح التحكم بالصورة:

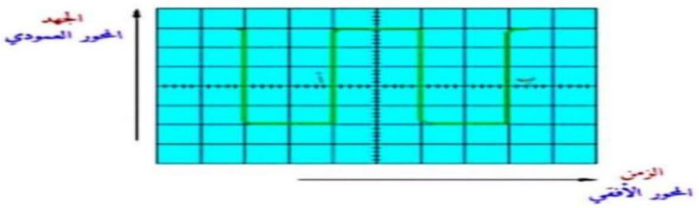
هذه الصورة توضح التقسيمات في هذا المفتاح

كما هو ملاحظ أن هذا المفتاح يحتوي على ثلاثة تقسيمات وهي مايكروثانية لكل مربع على المحور الأفقي و ميللي ثانية لكل مربع وأخيرا ثانية لكل مربع

وملاحظ أيضاً أنه يمكن أن يجعل كل مربع في المحور الأفقي يمثل الزمن الذي تضع المؤشر عليه

فمثلا في هذه الصورة وضع المؤشر على 0.2 ثانية فيكون كل مربع في المحور الأفقي في الشاشة يمثل 0.2 ثانية

فبذلك يمكن تحديد زمن الاشارة



مثال لتوضيح المعنى:

بالنظر إلى هذه الموجة الموجودة على شاشة الأوسيلوسكوب والتركيز فقط على المحور الأفقي

تستغرق الموجة الزمن بين النقطتين أ و ب لتكمل دورة واحدة

فإذا تم ضبط مفتاح عيار الزمن على 0.2 ثانية لكل مربع النتيجة 4مربعات

يكون الزمن 4×0.2=ثانية 0.8

5-مفاتيح الإطلاق:

دائرة الاطلاق في الأسيلوسكوب تؤدي وظيفة مهمة وهي تثبيت صورة الموجة على الشاشة حتى يسهل قياسها

وبدون تأثير دائرة الاطلاق فإن الصورة ستكون غير ثابتة وغير واضحة

يحتوي قسم الإطلاق على عدة أزرار من أهمها :

زر طريقة الاطلاق :

هذا الزر يعطي خيارين وهما عادي (Normal) و غير عادي

ويستحسن ترك هذا الزر على وضع "عادي" لأ ن الاطلاق سيخزن تلقائيا والتحكم فيه يكون اوتوماتيكياً

زر اتجاه الاطلاق :

وهنا يوجد خياران وهما + و -

ففي وضع + يكون الاطلاق عند ارتفاع الموجة إلى أعلى

أما في وضع – فيكون الاطلاق عند انخفاض الموجة

زر مستوى اشارة الاطلاق :

بهذا المفتاح يمكن تغيير النقطة التي تبدأ بها الموجة بالظهور على الشاشة وهذا يسهل تفحص أي جزء معين من الموجة

زر مصدر اشارة الاطلاق :

هنا يمكن اختيار مصدر وكيفية اشارة الاطلاق فمفتاح مصدر اشارة الاطلاق يعطي عدة خيارات

أهم هذه الخيارات هي:

وضع EXT وهو اختصار External أو خارجي وفي هذا الوضع يكون مصدر اشارة الا طلاق خارجياً

وتغذى هذه الاشارة عن طريق مدخل اشارة الا طلاق الخارجية

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

وضع LF وهو اختصار Low Frequency أو تردد منخفض وفي هذا الوضع يكون الإطلا ق عند الترددات المنخفضة من الاشارة

زر نوع اشارة الاطلاق :

في هذا الزر يوجد خياران وهما AC و DC

والوضع الطبيعي هي AC وهو مناسب لمعظم الموجات

في وضع DC يجب اختيار جهد معين عندما تصل إليه الموجة تبدأ اشارة الاطلاق

يتم اختيار هذا لجهد عن طريق مفتاح مستوى اشارة الاطلاق الذي ذكر سابقا

زر مدخل اشارة الاطلاق :

في حالة اختيار لاستخدام اشارة اطلاق خارجية فإنه يستخدم هذا المدخل

6-مداخل القنوات:

يوجد للأسيلوسكوب ثلاثة مداخل رئيسية

وهذه المداخل هي:

مدخل القناة الأولى :

عن طريقه يمكن إدخال الموجة التي يراد رؤيتها في القناة الأولى

مدخل القناة الثانية :

عن طريقه يمكن إدخال الموجة التي يراد رؤيتها في القناة الثانية

مدخل اختبار القطع الالكترونية :

هذا المدخل لايوجد في كل الأسيلوسكوبات حيث أنه يعتبر اختيارياً

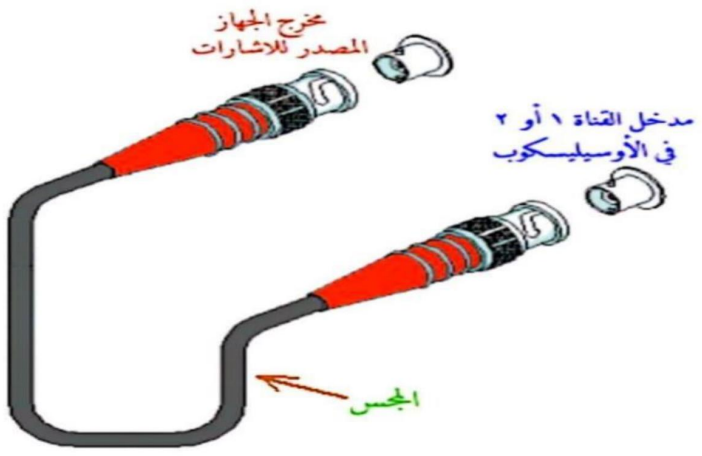
عن طريق هذا المدخل يمكن عرض المنحنيات الخاصة بالقطع الاليكترونية المختلفة

التوصيلات المستخدمة لربط الدوائر بالاسيلوسكوب:

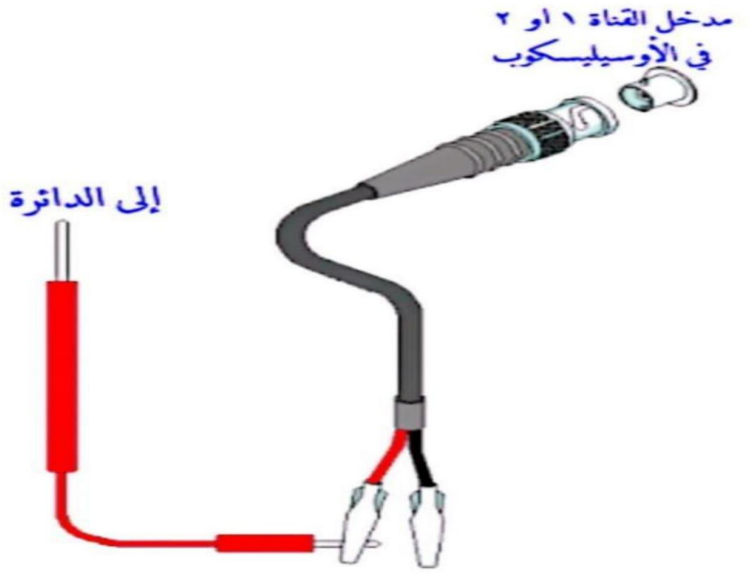
يستخدم نوع من التوصيلات يسمى بالمجسات (probes) وهي تأتي بأشكال متعددة حسب استعمالها

إذا كان الاسيلوسكوب سيربط بجهاز يصدر الإ شارات فإنه يستخدم المجس ذو الرأسين من نوع BNC-BNC

حيث يربط أحد الأطراف بمدخل الإشارة في ا لاسيلوسكوب و الطرف الآخر بمخرج جهاز مصدر الإشارات



أما إذا كان سيستعمل الاسيلوسكوب لرؤية الإ
شارات الصادرة في مواقع معينة من دائرة ما
فيستحسن أن يستعمل مجس ذو رأس BNC
ورأس ملاقط



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

يوجد أجهزة الكترونية صغيرةو تقوم ايضا
برسم الإشارة