1ـ الأجهزة المخبرية

1.1ـ مقياس الأمبير

- **التركيب و الوظيفة العامة**:

يستعمل مقياس الآمبير لقياس شدة التيار المار في دارة كهربائية، بحيث يوضع على التسلسل مع عناصر الدارة، يميز الجهاز بحرف كبير (A) و بالنسبة للميلي آمبير (mA).

يتركب من ميناء مزود بمرآة، مؤشر عاكس، طرفي التوصيل.

دور المرآة: تكون القراءة صحيحة عندما يكون المؤشر منطبقا على خياله في المرآة.

مقياس غلفاني

- **مبدأالعمل**:

يعتمد عمل مقياس الآمبير على نوع التيار المراد قياسه.

أ) إذا كان التيار مستمرا: يعتمد عمل مقياس الآمبير على قيمة المفرعة الموضوعة على التفرع مع المقياس الغلفاني.

I_1 : شدة التيار المار في المقياس الغلفاني

I_2 : شدة التيار المار في المفرعة

$I=I_1+I_2$ و يكون $I=\frac{r+R}{R}\times I_1$ حيث: r مقاومة المقياس الغلفاني و R مقاومة المفرعة.

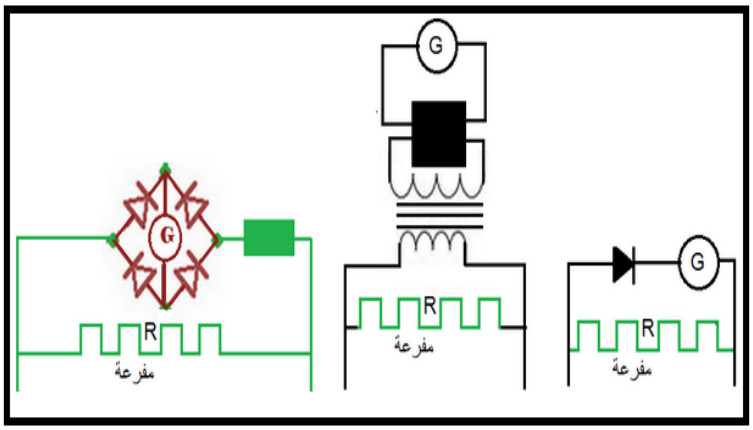
مقياس آمبير

و عليه يجب أن تكون النسبة $\frac{I}{I_1}$ قيمة بسيطة (عدد طبيعي) حتى تتمكن من قياس شدة التيار المار في الدارة اعتمادا على الشدة المارة في المقياس الغلفاني.

ب) إذا كان التيار متناوبا: يضاف إلى التركيب السابق تركيب آخر لتوحيد اتجاه التيار بحيث يستعمل إما ثنائي مساري أو جسر ثنائيات مساري و تسمى هذه العملية بتقويم التيار و عادة ما يزود المقوم بمحول.

- **الأنواع**:

- مقياس آمبير حراري.
- مقياس آمبير إلكتروني.
- مقياس آمبير كهرومغناطيسي.
- مقياس آمبير حديد مغناطيسي.



- **احتياطات**:

قبل توصيل الجهاز يجب:

- اختيار وضع المبدل على "مستمر" أو "متناوب".
- التأكد من قطبية الجهاز واستعمال أكبر عيار.
- اختيار سلم مناسب للقراءة حسب طبيعة التيار.

2.1- مقياس الفولط

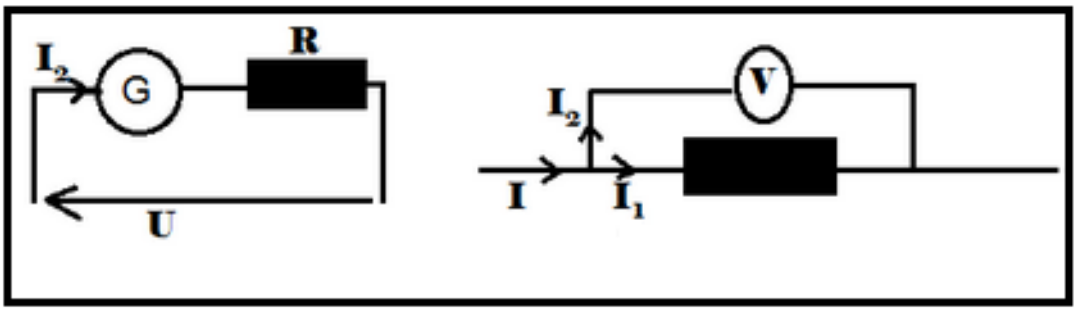
- **التركيب و الوظيفة العامة**:

يستعمل مقياس الفولط لقياس التوتر بين نقطتين من دارة كهربائية و يوضع دائما على التفرع بينهما و يميز الجهاز بحرف "V" و يتركب من: ميناء مزود بمرآة، مؤشر، طرفي التوصيل، عاكس.

- **مبدأ العمل**:

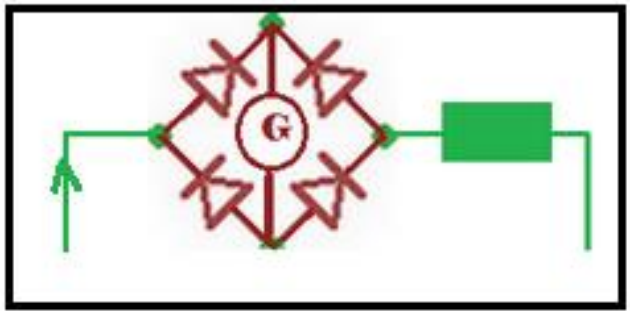
يعتمد عمله على حركة المقياس الغلفاني بحيث يتصرف كمقاومة ميتة.

أ- إذا كان التيار مستمرا: يوضع مع المقياس الغلفاني مقاومة كبيرة بحيث عند وضع الجهاز على التفرع في الدارة لا يغير شدة التيار المار بها.



$$I=I_1+I_2$$

ب- إذا كان التيار متناوبا: يستعمل من أجل ذلك جسر ثنائيات مساري لتقويم التيار.



هناك مقياس فولط للتيار المستمر و المتناوب.

- **الإحتياطات**: نفس محاذير مقياس الأمبير

3-1- جهاز متعدد القياسات

الوصف:

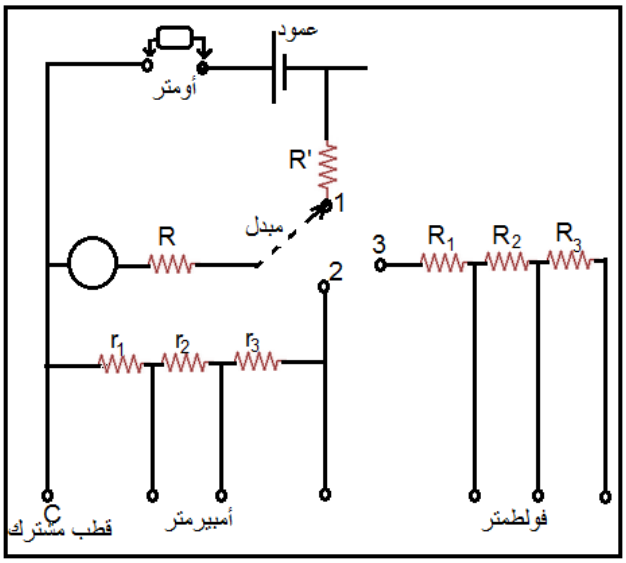
جهاز قياس كهربائي يمكنه قياس مجموعة من المقادير: التوتر، شدة التيار، المقاومة، السعة، درجة الحرارة...إلخ)، كما يسمح بالكشف عن مرابط الترانزستور و الجهة الممررة للصمام الثنائي و هذا في حالة التيارين المستمر و المتناوب.

توجد على الجهاز ثلاثة ألوان رئيسية:

- الأحمر للمتناوب.
- الأسود للمستمر.
- الأخضر للمقاومات.

هناك نوعان من جهاز متعدد القياسات: الرقمي و ذو المؤشر

- **مبدأ العمل**:



رسم تخطيطي بسيط لجهاز مقياس (الآمبير، الفولط، الأوم)
R: مقاومة للحماية، R_x: مقاومة مجهولة، R_1,R_2,R_3: مقاومات كبيرة لمقياس الفولط، r_1,r_2,r_3: مقاومات صغيرة لمقياس الآمبير، E:عمود كهربائي.
مبدأ العمل بالنسبة لمقياس الفولط و الآمبيرمتر كما سبق.
أما بالنسبة لمقياس الأوم فإنه يعمل بالعمود الكهربائي.
في حالة متعدد القياسات الرقمي فإن العمود ضروري لكل القياسات.
عند بداية استعمال (مقياس مقاومات) تقصر الدارة من أجل المعيار المستعمل ثم يعاد إلى الصفر باستعمال الزر المناسب و عند تغيير المعيار يعاد ضبط الصفر من جديد في أقصى اليمين للتدريجات.

- المقاومة المجهولة 'R حيث 'R هي التي تحذف باستعمال الزر و أن $R_x = \frac{E}{I}$ تتعلق بـ E للمولد (العمود) فإذا كانت صغيرة تعوض ببطارية (البيل).

- **كيفية الإستعمال**:

- (O) أو (C) أو (–) الطرف المشترك عند قياس التوتر أو التيار أو المقاومة أو الكشف عن جهة تمرير الصمام ذي الوصلة.
- (+) القطب المخرج للتيار.
- صفر مقياس الآمبير و مقياس الفولط على اليسار في الميناء.
- صفر مقياس الأوم على اليمين في الميناء.
- المعايير نفسها كما سبق في جهازي مقياس الفولط و مقياس الآمبير.
- عند الكشف على حالة ناقل (كابل) توصل طرفي الكابل بـ(C) و (+).
- عند الكشف على الجهة الممررة للصمام ذي الوصلة توصل بجهة ثم تغير جهة التوصيل للتأكد من الجهة التي تمرر.
- المبدل يكون في وضع (Ω) للمقاومات و للصمامات ذات الوصلة.

متعدد القياسات كمقياس لـ:

- درجة الحرارة: المبدل على θ^0C و يغمس الطرف الحساس في السائل. و تقرأ درجة الحرارة.
- سعة مكثفة: المبدل على "F" و تقرأ على الشاشة قيمة سعة المكثفة.
- كاشف لمرابط الترانزستور (E.B.C): يوضع المبدل على (hef) و تقرأ على الشاشة معامل التضخيم عندما تكون طريقة الوصل ملائمة. و هناك تعرف كل الروابط وفق وضع الترانزستور و نوعه: (PNP) أو (NPN).

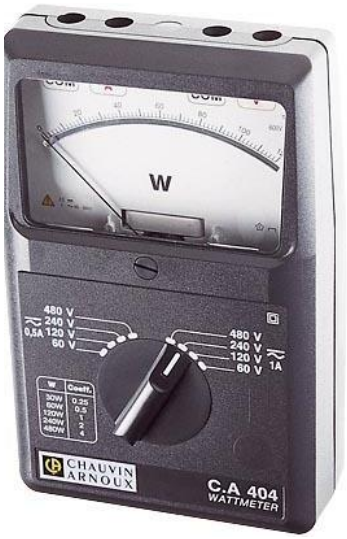
من أجل قياس التوترات العالية يبقى القطب المشترك (C) أما القطب (+) يشار إليه في الجهاز بالتوتر العالي HV و كذلك من أجل التيار من رتبة 10 أمبير مثلا يشار إلى القطب (+) في الجهاز (10A).

- **الصيانة**:

- تجنب صدم الجهاز.
- تجنب إطالة مدة عملية قصر الدارة عند ضبط صفر مقياس الأوم.
- تجنب قياس المقاومات حالة كونها مغذاة.
- يحفظ في مكان جاف.
- التحقق من نوع القياس: (AC) متناوب (DC) مستمر قبل القياس.
- التحقق من قطبية الجهاز قبل القياس.
- ابدأ بأكبر عيار ثم اختر السلم المناسب.
- تفادي التوصيلات الرديئة.
- عدم تغيير وضع المبدل حالة وصله بالدارة.

- عند عدم استعمال الجهاز مدة طويلة انزع العمود.
-عند عدم إشتغال الجهاز تحقق من جودة العمود أو المنصهرة.

4_1 ـ مقياس الواط

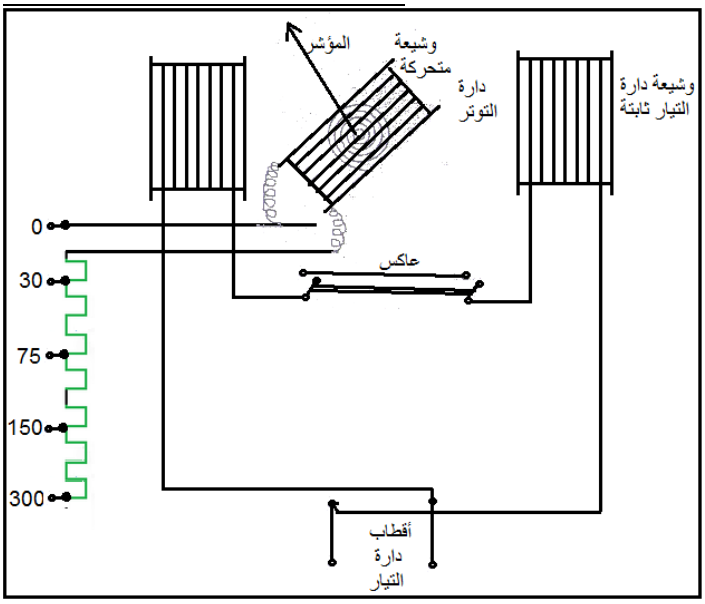


- **التركيب و الوظيفة**:

يستعمل مقياس الواط لقياس الاستطاعة الكهربائية في حالة التيارين المتناوب و المستمر و نركز على النوع الأكثر استعمالا و هو مقياس الواط الكهرديناميكي الذي يتركب من إطار متحرك (دوار) في حقل كهرومغناطيسي لوشيعتين على جانبي محور الجهاز الذي يحتوي على مقاومات موضوعة على التسلسل لتحمل مختلف التوترات المستعملة.

- **مبدأ العمل**:

مبدأ عمل هذا الجهاز هو نفس مبدأ مقياس الآمبير و مقياس الفولط الكهرو-ديناميكي يحتوي على وشيعة من سلك رفيع تسمى دارة التوتر تتحرك في مجال كهرطيسي لوشيعة أو وشيعتين ثابتتين من سلك كبير القطر تسمى دارة التيار، انحراف الوشيعة المتحركة تتناسب مع الإستطاعة.



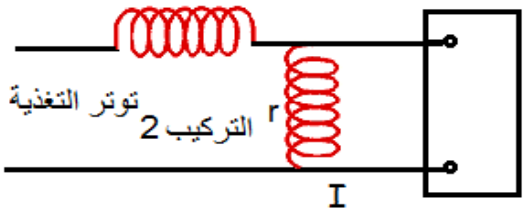
- **كيفية الاستعمال**:

توصل دارة التوتر على التوازي مع آخذة فيصبح الإطار المتحرك خاضعا لمزدوجة تتناسب مع شدة التيار و التوتر و تقوم بدوران يتناسب مع الإستطاعة الممتصة من طرف الآخذة و يحدد توازن سكوني مع عزم الإرجاع.

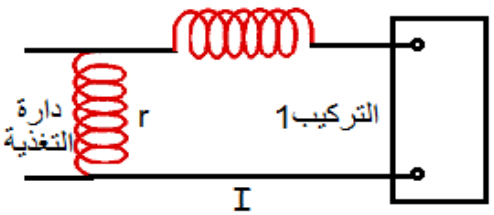
يمكن استعمال طريقة الوصل الطويل أو القصير حسب استطاعة الآخذة.

الحالة العامة للقياس:

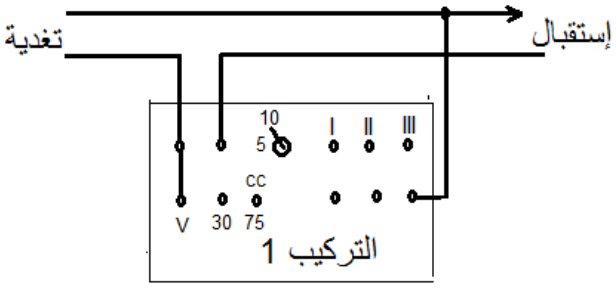
- وصل دارة التوتر باختيار المعيار.
- التأكد أن مبدل التيار على الوضع (قصر الدارة)
- اختر عيار التيار بعد مراقبة قيمته بواسطة مقياس آمبير على التسلسل.
- وصل القطب V بأحد أقطاب A .

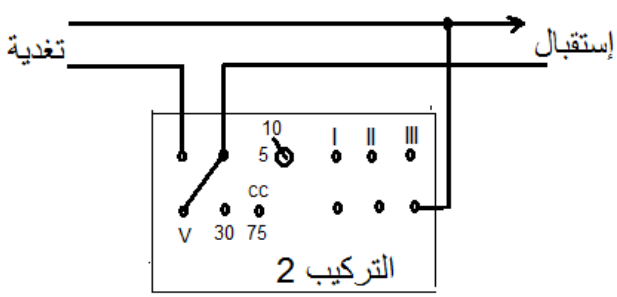


في التركيب 1 القطب a يكون قريبا من الآخذة



في التركيب 2 القطب a يكون قريبا من التغذية:





إذا كان عيار (U) يساوي 300V و عيار (I) يساوي 12,5A و عدد التدريجات 150 فإن: P=lecture×coefficient

حيث: $\text{coefficient}=\frac{U\times I}{\text{échelle}}=\frac{300\times 12,5}{150}=25$ ، منه: P=lecture×25

عند إضافة المحول:

الإستطاعة = القراءة * المعامل * معامل المحول (P=lecture×coefficient×coefficient du transformateur)

معامل المحول = شدة التيار الأولية \ شدة التيار الثانوية.

في حالة التيار المتناوب أحادي الطور في الشكل يكون الاستعمال بنفس الطريقة السابقة.

إذا كانت الشدة أكبر من 5A استعمل النوع 5watts

إذا كانت الشدة أكبر من 10A استعمل النوع 10watts

إذا كانت الشدة أكبر من 25A استعمل النوع 25watts

استعمل محول تيار ثانوي 5A

مثال:يجتاز تيار شدته 50A آخذة تحت توتر 30V نستعمل 50W على العيار 30volts و على العيار 5A مع محول معامله: $a=\frac{50}{5}=10$ ، إذا كان المؤشر على 80 تدريجة نضرب هذه القراءة في a=10 ، فنحصل على:

$$P=80\times 1\times 10=800W$$

- **الإحتياطات الخاصة بالنوع الكهروديناميكي**:

- يستعمل الجهاز في الوضعية المشار إليها على الميناء:
- يراقب التوترات و الشدات قبل أي التوصيل:
- تأكد من وضع الصفر الابتدائي.
- الأخذ بعين الاعتبار معامل الإستطاعة (تجب ص)
- تحقق من الانحراف السليم للمؤشر (نحو اليمين)

- **الأنواع**:

- مقياس الواط الكهروديناميكي.
- مقياس الواط الإلكتروني الرقمي.
- مقياس الواط العام.

1-5- المولدات

المولدات أجهزة تستعمل لتغذية الدارات الكهربائية و هي أنواع: المولد المقوم، الأعمدة، المدخرات...

- **المولد المقوم:**

- **الوصف**:

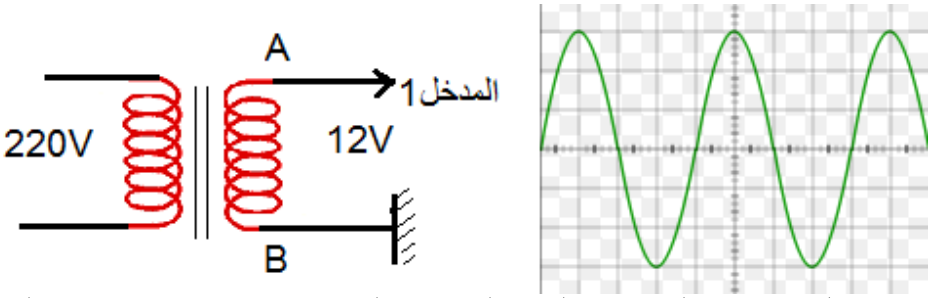
يتكون المولد المقوم أساسا من: محول، صمامات لتقويم التيار المتناوب، منصهر، مبدل (6volt,12volt) ، فاصل للحماية.

إن الدارات الإلكترونية تحتاج إلى منبع لتيار مستمر أو توتر ثابت مهما تغيرت الحمولة من أجل هذا يزود المولد المقوم بمكثفة للترشيح بالإضافة إلى دارة إلكترونية تتكون من صمام زينر أو ترانزستور.

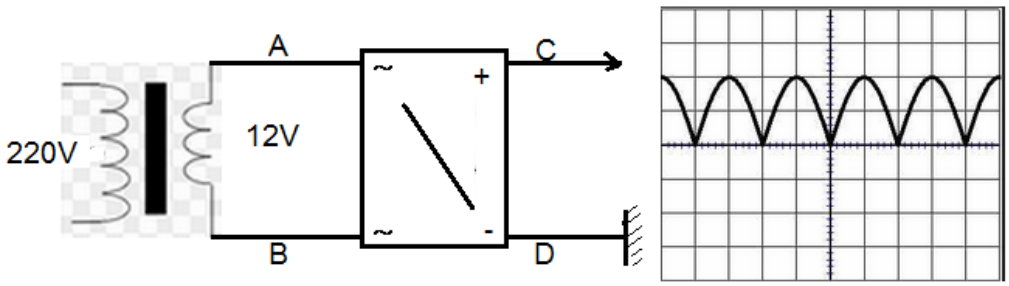
- **التركيب و مبدأ العمل**:

أ- المحول: يعمل محول المولد عن طريق تغذية الوشيعة الولية بتوتر 220volt و تقدم الوشيعة الثانوية فيه توترات 6volt ، 12volt و أحيانا 24volt ، لمعرفة الوشيعة الأولية و الثانوية، نقيس بمقياس الأوم مقاومتي الوشيعتين حيث:

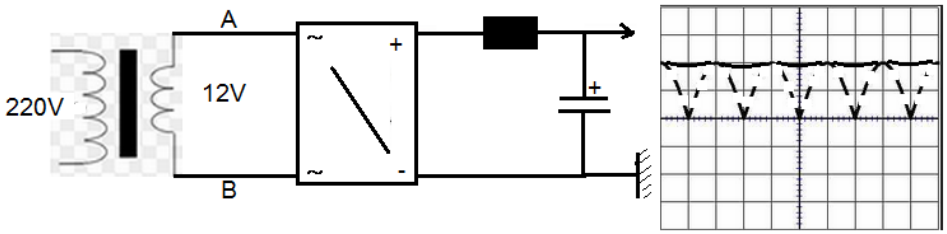
R (الوشيعة الأولية) > R (الوشيعة الثانوية)



ب- التقويم: يعمل جسر الصمامات على تقويم التيار المتناوب إلى تيار وحيد الإتجاه متغير القيمة مع الزمن، يجب التأكد من ربط مدخلي الجسر اللذين يحملان العلامة (-) بمخرج المحول، إن التقويم لا يعطي تيارا مستمرا ثابت القيمة، هذا لا يؤثر على بعض الدارات الكهربائية لكن يصبح مزعجا في بعض تجارب الكهرومغناطيسية أو في الدارات الإلكترونية.



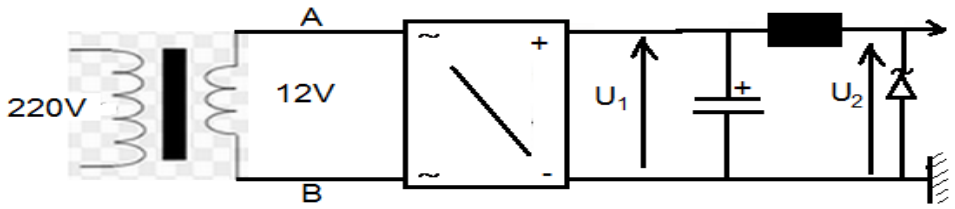
جـ- الترشيح: من أجل إنقاص التغير الحاصل في التيار المقوم، نستعمل مكثفة قيمتها تتراوح بين (1500F - 2200F) تركب بين طرفي مخرج جسر الصمامات مع إحترام القطبية (+) مع (+) و (–) مع (–).



ملاحظة: تستعمل المقاومة (R) ذات القيمة العالية من أجل تفريغ المكثفة بعد عزل الجهاز عن منبع التغذية $\approx$.

د- التثبيت:

1- التثبيت باستعمال صمام زينر.



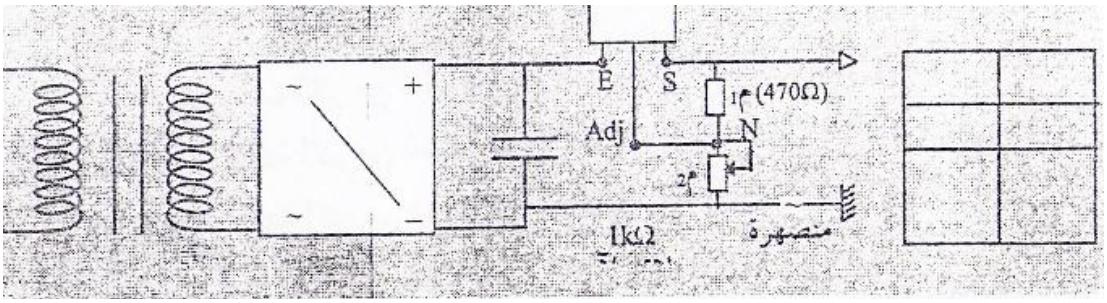
إن صمام زينر يثبت التوتر عند المخرج و هذا من أجل تغيرات معتبرة للتيار. إن توتر الخروج U_1 يكون مساويا إلى توتر زينر U_Z المحدد من طرف الصانع، لتثبيت التوتر بشكل جيد يجب معرفة قيمة مقاومة صمام زينر.

$R=\frac{U_1-U_2}{I_Z}$ حيث: I_Z الشدة الإسمية لصمام زينر، إستطاعة المقاومة $P=R\times I^2_Z$ ، $P=U_1\times I_Z$

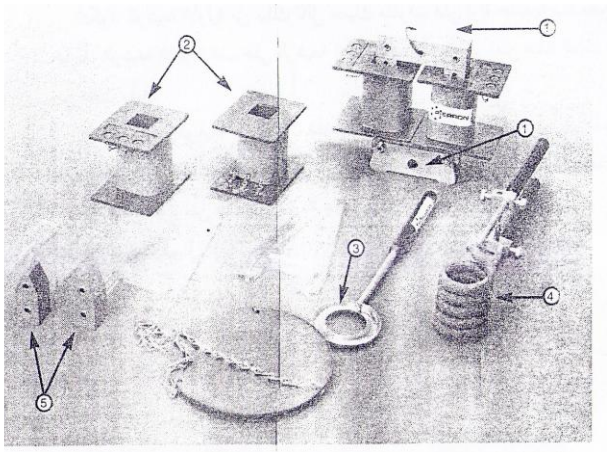
2- التثبيت باستعمال منظم متكامل للتوتر Régulateur de tension LM 7812

يعطى توتر خروج يساوي 12volt و توجد أنواع أخرى تعطي توترات أخرى مثل:

(LM7824) من أجل 12volt و (LM7806) من أجل 6volt.



1-6- المحول التجريبي



- **الوصف**: هو مجموعة متكونة مما يلي:

1- نواة من الحديد اللين (لبوس مستقيم، نواة على شكل حرف U)

2- وشائع من سلك نحاسي.

3- وشيعة مزودة بمقبض و مصباح ذي توتر منخفض.

4- وشيعة ذات 5 حلقات من سلك سميك قطره 6mm للتلحيم.

5- قطبان ذو نهاية مدببة بشكل مخروط.

6- قناة إنصهار بمقبض عازل.

- **مبدأ العمل**: يعتمد على ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي، عند تطبيق توتر متناوب U_1 على الوشيعة L_1 يمر فيها تيار I_1 يولد حقلا مغناطيسيا متناوبا أيضا، يؤدي ذلك إلى تدفقه عبر الوشيعة L_2 عن طريق النواة فيتولد عن هذا التدفق المغناطيسي المتغير (المتناوب) قوة محركة كهربائية ($e = -\frac{d\phi}{dt}$) قادرة على تمرير تيار I_2 مما يؤدي إلى ظهور توتر U_2 بين طرفيها.

يتحقق في الوشيعة ما يلي:

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ (إذا كانت بدون حمولة)

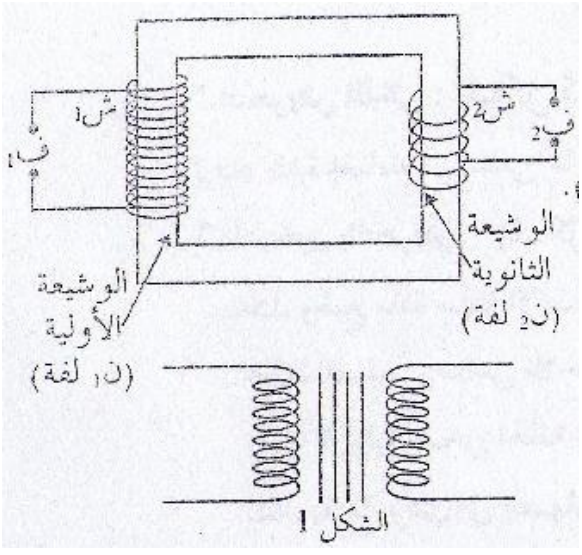
$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$ (إذا كانت محملة)

$\frac{U_1}{U_2}$ نسبة التحويل

$n_1 > n_2$:محول خافض للتوتر.

$n_1 < n_2$: محول رافع للتوتر.

$n_1 = n_2$: محول عازل فقط.



الشكل 1

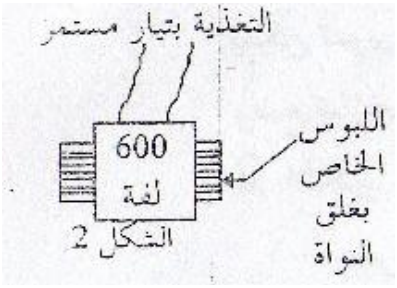
- **كيفية الاستعمال**:

رفع و خفض التوتر(الشكل1): أثناء تركيب محول ما يجب التعرف على مميزات كل وشيعة من حيث التوتر الذي تتحمله و التيار الأعظمي المسموح بتمريره.

إليك مميزات بعض الوشائع:

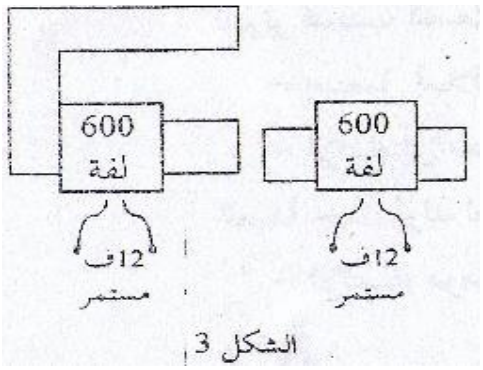
عدد الحلقات	33	66	130	600	1100	6500
قطر السلك (mm)	2,2	1,8	1,5	0,67	0,5	0,2
التوتر (volt)	6	12	24	110	220	1200
شدة التيار (A)	10	6,5	4,5	0,8	0,45	0,06

مثال: الأولية 1100 لفة، الثانوية 33 لفة: نسبة التحويل: $\frac{1100}{33}=33,33$ ، $U_2=\frac{U_1}{33,33}=\frac{220}{33,33}=6,60volt$

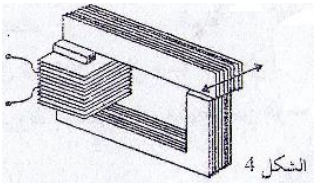


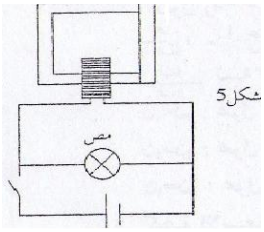
الشكل 2

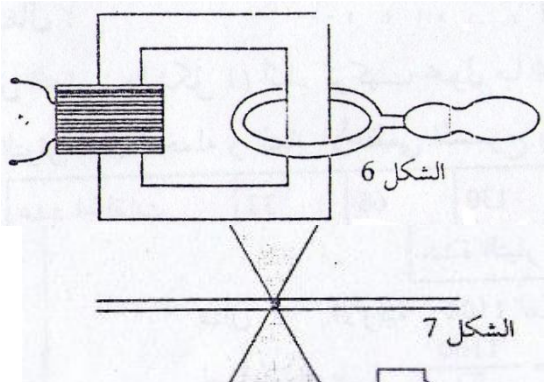
- الكهرومغناطيس(الشكل2): تعمل الجملة عمل كهرومغناطيس مستقيم و عند استعمال النواة(U)نحصل على كهرومغناطيس على شكل حرف (U).
- إبراز التنافر و التجاذب بين أقطاب الكهرومغناطيس (الشكل3)
- الذاتية المتغيرة (الشكل4): يمكن الحصول على ذاتية متغيرة بغلق أو فتح النواة باللبوس تدريجيا.
- التحريض الذاتي (الشكل5): اختر مولدا يعطي توهجا ضعيفا للمصباح.
- عند فتح الدارة تزداد شدة إضائته ثم ينطفئ مما يبرز وجود ظاهرة تحريض ذاتي في الوشيعة.

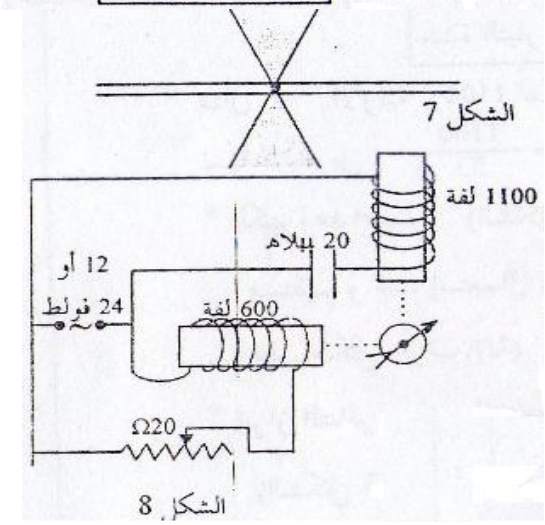


الشكل 3


الشكل 4




الشكل 6


الشكل 7

الشكل 8

- التسخين بالتحريض (الشكل6): عند وضع مادة سهلة الإنصهار مثل خليط: قصدير- رصاص، نلاحظ عند تغذية الأولية، تسخن الحلقة الوحيدة للثانوية، مما يؤدي إلى إنصهار المادة.

- اللحام الكهربائي النقطي(الشكل7): استعمل الوشيعة ذات السلك السميك كثانوية وضع بين القطبين النحاسيين شفرتي حلاقة مثلا. عند تمرير التيار في الأولية لمدة قصيرة يؤدي إلى لحام الشفرتين عند نقطة التماس بين القطبين.
- الحقل المغناطيسي الدوار(الشكل8): يمكن تدوير الإبرة المغناطيسية و ذلك بإبعادها عن وضع توازنها و تركها لفعل الحقل المغناطيسي الدوار.

- **<u>المحاذير و الصيانة</u>**:
- احذر لمس دارة الوشيعة الثانوية و خاصة إذا كان المحول رافعا للتوتر لتجنب الصعق بالكهرباء أو إحداث عطب في الوشيعة الثانوية.
- استعمل أسلاك جيدة العزل في حالة التعامل مع التوترات العالية.
- حفظ سطوح التماس بين اللبوس و النواة من التشويه الميكانيكي (بالصدم مثلا) أو الصدأ حيث يولد ثغرات في النواة تؤثر على نسبة التحويل للمحول.
- الانتباه دوما إلى شروط استعمال أي وشيعة من الوشائع التي بحوزتك من حيث التوتر و التيار.

7-1- وشيعة رامكورف Ruhmkorff

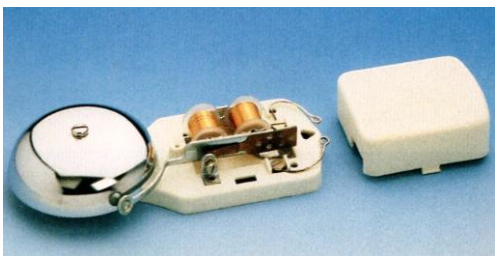
- **الوصف**: تتكون وشيعة رامكورف من وشيعتين و نواة من الحديد اللين، تغلف الوشيعتان بطبقة عازلة. توضع هذه الأجزاء داخل هيكل أسطواني. الآلة مجهزة بمقطع و مبدل و مفجرين.

- **مبدأ العمل**: مبدأ عملها كمبدأ المحول؛ تتكون الوشيعة الأولية من سلك ناقل سميك ملفوف على نواة حديدية لينة مغموسة في عازلة. الوشيعة الثانوية تلف على الوشيعة الأولية عدد لفاتها أكبر من عدد لفات الأولية من سلك رفيع. عند غلق دارة الوشيعة الأولية فإن القاطعة الحديدية تحدث وصلا متقطعا في هذه الدارة فعل القوة المحركة الكهربائية التحريضية في الوشيعة الثانوية و نظرا للعدد الكبير لحلقات الوشيعة الثانوية يصل التوتر بين طرفيها إلى قيمة عالية جدا.

- **الإستعمال**:
- تغذي الأنابيب الغازية.
- تستعمل في تجارب التكهرب.
- توضيح الكمون الممزق في مكثفة هوائية.
- توضيح تدفق الإلكترونات من النهايات المدببة.

- **المحاذير و الصيانة**:
- راقب توتر التغذية 6volt إلى 8volt أو 10volt إلى 12volt.
- يجب أن لا تكون المسافة بين المفجرين أقل من 10cm لكي لا يحدث انفراغ داخل الثانوية.
- التشغيل لمدة قصيرة لا تتجاوز دقيقة.
- تجنب لمس المفجرين مباشرة و إنما عن طريق المقبضين تفاديا لخطر التوتر العالي الذي يؤدي بعض الأحيان إلى بعض العشرات من الكيلوفولط.
- يجب تفادي الانجذاب المتواصل بين المقطع و النواة لكي لا يحدث قصر دارة الوشيعة.

8-1- الجرس الكهربائي



الوصف: لدراسة حركة جسم يُعتمدُ في بعض الحالات قياس المسافات التي يقطعها المحرك خلال أزمنة متساوية ومتعاقبة، وذلك باستعمال الجرس الكهربائي. يتكون الجرس الكهربائي أساساً من وشيعة تخترقها مطرقة فولاذية مشدودة بنابض مرن صغير.

مبدأ العمل:
عند تغذية الوشيعة بتيار كهربائي متناوب (110V أو 220V) تهتز المطرقة تحت تأثيرين: القوة الكهرومغناطيسية وقوة توتر النابض.
يكون تواتر حركة المطرقة ضعف تواتر التيار المغذي (تواتر تيار المدينة في الجزائر 50 Hertz)
في حالة استعمال صمام ثنائي على التسلسل مع الوشيعة يصبح تواتر حركة المطرقة مساويا لتواتر تيار التغذية.

كيفية الإستعمال:
نثبت الجرس فوق حامل ، عند اشتغاله تضرب المطرقة قاعدة الحامل التي نثبت عليها ورق كاربون يجسد أثر الطرقات على شريط من الورق مثبت بدوره بالجسم المتحرك. تتوضح على الشريط علامة كل $\frac{1}{100}$ s أو $\frac{1}{50}$ s.

يضبط الجرس بحيث :
- تكون المطرقة قريبة بكفاية من شريط التسجيل.

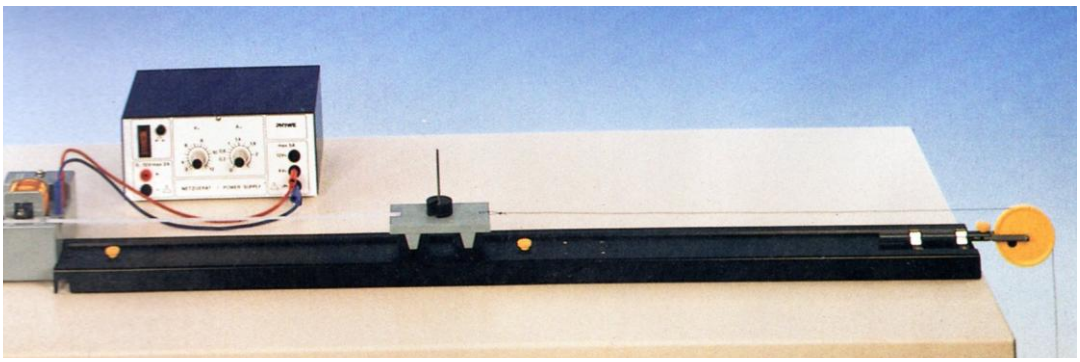
- لتجسيد مواضع الطرقات.
- لعدم إبطاء الحركة بسبب ضغط المطرقة على الشريط.

- تراقب حركة مطرقة الجرس في غياب شريط التسجيل.
- يمرّر شريط التسجيل عبر الجرس ثم ثبته في التحرك.
- يوضع المتحرك وهوساكن قرب الجرس.
- يشغل الجرس ثم يترك المتحرك حرا مع إبقاء الجرس مشتغلا طوال مدة التسجيل.
- يختار على التسجيل مبدا الأزمنة ومبدأ الفواصل.

بعض الإستعمالات:

التركيب 1: يمكن من دراسة حركة السقوط الحر.

التركيب 2: يمكن من دراسة حركة متسارعة.



9_1 المنضدة والنضد الهوائيان

الوصف:

المنضدة ذات حامل ذاتي:

عبارة عن صفيحة زجاجية مستوية يحيط بها إطار خشبي يرتكز على أرجل ملولبة تمكن من ضبط أفقية المنضدة وترفق هذه المنضدة باللوازم التالية:

1. ورق تسجيل.
2. حاملان ذاتيان يتوفر كل واحد منهما على مفجّر (مولد شرارات) مركزي.
3. مولد الشرارات.

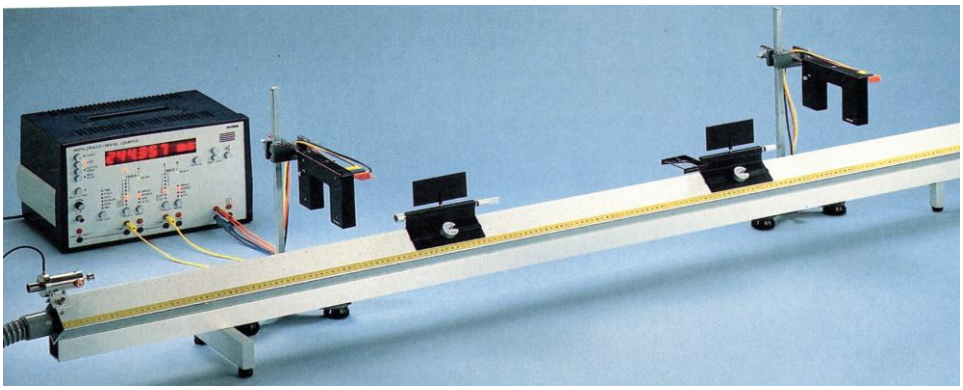
4. حلقات لدراسات التصادمات المرنة والتصادمات اللّينة.
5. حاقة لتحقيق إنفجار المجموعة.
6. قاذف مدرج.
7. جهاز تحديد مركز عطالة المجموعة.
8. قاعدة الفولاذ لتحقيق دوران الحامل حول نقطة.
9. قطع من الفولاذ لإمالة المنضدة . كل قطعة تقابلها زاوية

ميل $\sin\alpha = \frac{1}{16}$.

النضد الهوائي:

عبارة عن أنبوب طوله حوالي مترين، مدرّج، يحتوي على ثقوب صغيرة متجانسة على طوله، ويرفق باللوازم التالية:

1. مضخة هوائية لبعث تيار من الهواء داخل الأنبوب.
2. خيّالين يمكنهما الحركة على طول الأنبوب.
3. خلايا كهروضوئية.
4. صفائح عاتمة تثبت على الخيالين.
5. كرونومتر.
6. أقراص لتغيير كتلة الخيالين.
7. قاذف.



مبدأ العمل:

❋ **المنضدة ذات الحامل الذاتي:**

يشبه مبدأ عمل النضد الهوائي، حيث تستعمل فيه أجسام صلبة أسطوانية ومزودة بمضخة هواء صغيرة تعمل بواسطة الأعمدة الكهربائية. تحدث هذه المضخة وسادة هوائية بين الجسم والطاولة، الشيء الذي يجعل الإحتكاك مهملاً.

يتوفر الجسم الأسطواني على مفجّرين (Eclateurs) مسجّلين: أحدهما مثبت في نقطة أسفل محوره والثاني مثبت في نقطة من سطحه.

أثناء الإستعمال، يوصل الجسم الأسطواني بمولد الشرارت الكهربائية ويتم التسجيل على ورق التسجيل الذي يوضع فوق المنضدة.

❋ **النضد الهوائي:**

يوصل الأنبوب بمضخة تبعث فيه تياراً هوائياً لرفع الجسم عن الأنبوب بحيث الإحتكاكات مهملة ويتم تسجيل الأزمنة بواسطة خلايا كهروضوئية وهو موجب أساساً الحركات المستقيمة واستنتاج مبدأ إنحفاظ كمية الحركة.

كيفية الإستعمال:

- عدم تحريك الحامل الذاتي فوق المنضدة دون تشغيله.
- عدم تشغيل مولد الشرارت بكيفية مستمرة ولمدة تفوق أثناء التجيل لإتلافه.
- لضبط أفقية الجهاز يتم تشغيل أحد الحاملين الذاتيين وسط المنضدة والعمل على في هذا الوضع بالتأثير على الأرجل اللولبية.
- التأكد من أفقية الجهاز يتم قذف الحامل والتحقق من إستقامة حركته.
- يستحسن إستعمال ورق عادي ضعيف السمك وذلك بوضعه فوق ورق التسجيل الذي سبق إستعماله ، بهذه الطريقة يتم إقتصاد ورق التسجيل من جهة وتزويد التلاميذ بالتسجيلات من جهة أخرى.

- عند الحصول على تسجيلات غير مرضية ، يتعين القيام بتنظيف مفجر الحامل الذاتي وكذا المفجرين المتواجدين داخل مولد الشرارات وضبط المسافة بينهما في تقريباً.

المحاذير و الصيانة:

- لربح الوقت والحفاظ على المنضدة ولوازمها، يستحسن تشغيل الجهاز في مكان مستقر وتغليفه بعد كل إستعمال.
- لتخزين الجهاز لمدة طويلة ينبغي تنظيفه من الغبار ووضع اللوازم في المحفظة المخصصة لها.
- يتم تخزين ورق التسجيل مستوياً داخل علبة لوقايته من الرطوبة.
- يتم تنظيف المفجرات وقاعدة الحامل الذاتي بواسطة خرقة مبللة بالكحول العادي.

10-1 أنابيب الحزم الإلكترونية

- **الوصف**:

أنبوب انحراف الحزم الإلكترونية في مجال كهربائي و مغناطيسي، حبابة مفرغة من الهواء قدر الإمكان. تحتوي على فتلة (في بداية عنق الحبابة) للتسخين وانبعاث الإلكترونات، تليها مجال كهربائي لتسريع الحزم الإلكترونية (مجال التسريع $\vec{E_1}$). تدخل الحزمة أخيرا في الحبابة داخل مجال كهربائي $\vec{E_1}$ بسرعة $\vec{v_0}$ ثم في مجال $\vec{E_2}$(مجال الانحراف)، يحدث الانحراف بواسطة مغناطيس طبيعي أو كهربائي (وشيعتي هيلمولتز)، و توجد أنابيب أخرى مثل أنبوب *Crookes*: بالصليب، بالشق،أنبوب الحيود، أنبوب به مروحة.

- **مبدأ التشغيل**: عند خروج الإلكترونات من مجال التسريع تكون: $\Delta E_c = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2} m \times v_0^2 - 0 = e \times U_1$ و $v_0^2 = 2\frac{e}{q_e} U_1$

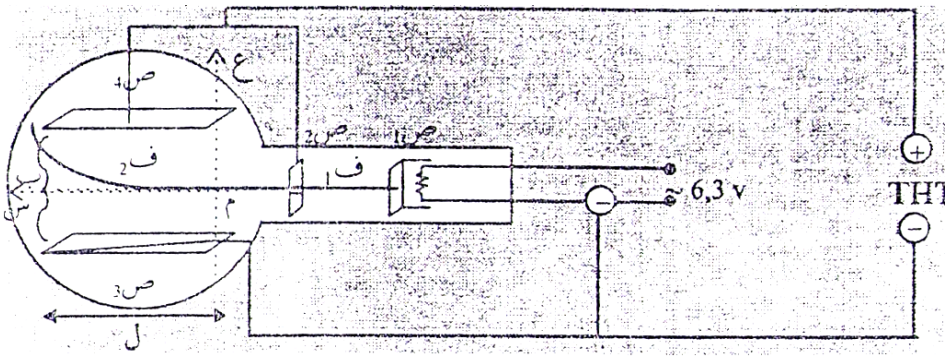
حيث U_1 توتر التسريع.

داخل مجال الانحراف:

وفق $\overrightarrow{ox}$: $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ إذن الحركة مستقيمة منتظمة معادلتها الزمنية من الشكل: $x = v_0 \cdot t$ حيث $(\alpha = 0)$ ، $\cos\alpha = 1$

وفق $\overrightarrow{oy}$: $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ، $F = m \cdot a$ و نعلم أن: $F = q \cdot E = q \cdot \frac{U_2}{d}$ و منه: $a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U_2}{x}$ إذن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام معادلتها الزمنية من الشكل: $y = \frac{1}{2} \frac{q}{m} \cdot \frac{U_2}{d} \cdot t^2$ و معادلة المسار: $y = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{U_2}{U_1} \cdot x^2$

و منه الانحراف: $i = \frac{1}{2} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{U_2}{d \cdot v_0} \cdot l^2$ و $\tan\alpha = \frac{i_y}{i_x} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{1}{4 \cdot d} \cdot \frac{U_2}{U_1} \cdot l$



- **كيفية الإستعمال**:

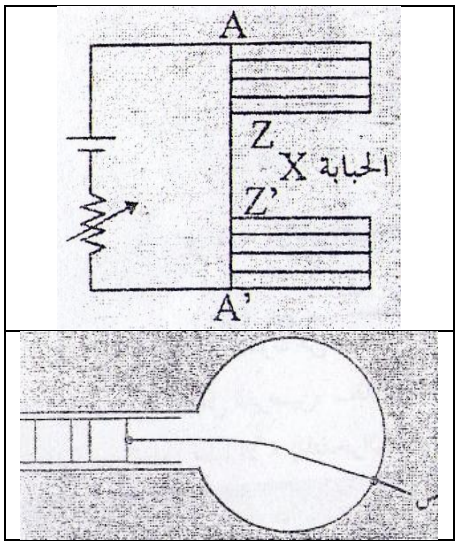
أ- دارة التسخين: $6,3volt$ متناوب، مكثفة التسريع: 3500 إلى $5000volt$ ، مكثفة الانحراف: $0volt$ إلى $5000volt$ يوصل القطب السالب المنقوش على بلاستيك الحبابة في نهاية العنق بكل من دارة التسخين و الصفيحة السالبة S_1 و الصفيحة السالبة S_3 لـ (–) THT . أما S_2 و S_4 فتوصل بـ(+) لمولد THT.

إذا استعملنا مولدا واحدا (THT) مهما كان تغير التوتر تبقى زاوية الإنحراف ثابتة، و لا تزداد إلا شدة لمعان الحزمة.

وإذا كانت المكثفة (C_3,C_4) مغذاة لوحدها، يمكن عندئذ عكس الأقطاب، فإذا غيرنا التوتر الذي يغذيها تغيرت زاوية الإنحراف.

ب- الانحراف في مجال مغناطيسي:

- المجال المغناطيسي الطبيعي للتوضيح: قرب قضيبا مغناطيسيا لمكثفة الانحراف، نلاحظ الانحراف (دارة الانحراف غير مغذاة كهربائيا)
- المجال الكهرطيسي (وشيعة هيلمولتز): عدد الحلقات 320 حلقة تتحمل تيارا حتى 2A أقطابها (Z,A) تغذى بمولد توتر مستمر 12volt مع معدلة 15Ω و يكون التوصيل (A',A)، (Z',Z) كلما زدنا في قيمة المعدلة زادت زاوية الانحراف.



- إذا كانت مكثفة الانحراف غير مشحونة تكون زاوية الإنحراف معدومة.
- إذا كانت مكثفة الانحراف غير خاضعة لمجال مغناطيسي تكون زاوية الانحراف معدومة.
- يوجد أنبوب آخر لانحراف الحزم الإلكترونية يشابه الأول و يخالفه في الجزء الأخير (لا يحتوي على مكثفة الانحراف)، تستعمل وشيعتا هيلمولتز لتوجيه الحزمة نحو نقطة x باستعمال معدلة.
- يوضع بجوار كاشف كهربائي لدراسة خصائص الشحن السالبة.
- يمكن إطفاء شمعة مشتعلة بهذا السيل من الإلكترونات...
- تركيب دارة التسخين و التسريع هي نفسها كما في السابق.

- **المحاذير و الصيانة**:

- تجنب الصدمات أثناء العمل و عند إعادته يوضع داخل حافظته.
- تجنب الهز أثناء العمل و بعد قطع التوتر حتى يبرد سلك التسخين.
- توتر التسخين 6,3volt فقط لا أكثر.
- تترك أسلاك توصيل التوتر العالي مكشوفة أثناء العمل.
- وشيعة هيلمولتز و مقاومتها قليلة توصل دوما مع معدلة في أقصى قيمتها عند البداية (I=1,5A)
- لا تشتغل فوق طاولة معدنية.
- يوضع الجهاز بعيدا عن الحرارة و الغبار و الرطوبة في مكان لا عال و لا منخفض.
- لا يعرض الجهاز لأشعة الشمس طويلا.
- لا تشغل الجهاز إلا بعد 30s من التسخين.

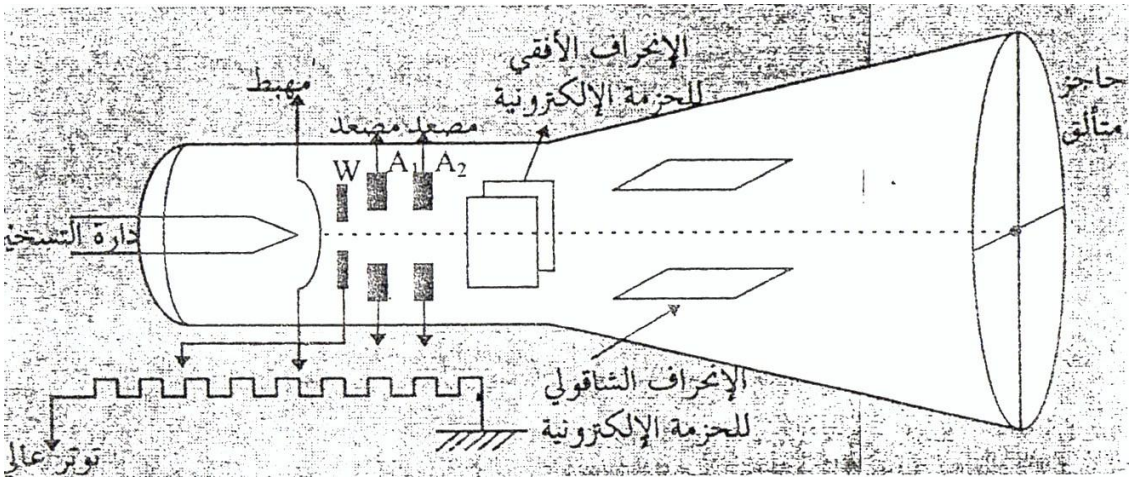
11.1 ـ راسم الإهتزاز المهبطي

- **تعريف**:

هو جهاز كهربائي (إلكتروني) يمكننا من رسم المنحنى البياني لتغيرات التوتر الكهربائي بدلالة الزمن في حالة التيار المستمر أو التيار المتناوب. كما يمكن أن يقيس التواتر والدور. وهو أيضا جهاز يعطي المنحنى المميز للمركبات الإلكترونية (مقاومة، صمام ثنائي ...)

- **مبدأ العمل**:

- أنبوب مفرغ من الهواء، الضغط بداخله حوالي (10^{-7}mm زئبق)
- المدفع الإلكتروني: سلك رفيع معدني يسخن فيحرر إلكترونات فيدفعها المهبط.
- A_1مصعد أول ينظم تركيز الإلكترونات على الحاجز، A_2 مصعد ثان ينزع الإلكترونات.
- Wنظام مصاعدة تعمل عمل عدسة إلكترونية مقربة كهرساكنة.
- الصفائح الشاقولية للانحراف الأفقي للحزمة الإلكترونية على الشاشة.
- الصفائح الأفقية للانحراف الشاقولية للحزمة الإلكترونية على الشاشة.
- عند ما لا يطبق أي توتر على الصفائح تظهر الحزمة في مركز الحاجز (الشاشة).
- قاعدة الزمن (المسح) تتكون من تراتزيستور متصل بالصفائح الشاقولية للإنحراف الأفقي.
- المكثفة الأفقية تعمل على مسح حركة الحزمة أفقياً.
- من أجل تثبيت الظاهرة على الشاشة يجب أن يكون التواتر المدروس يساوي عدد مضاعف صحيح لتواتر المسح.



ـ كيفية الإستعمال:

- التغذية: 220 فولط (~)، التواتر: Hertz 40-60.
- التوصيل بالأرض ضروري عند التغذية (⊥).
- شغل الجهاز دون توصيل أي جهاز به وانتظر 30 ثانية على الأقل. أضبط سرعة المسح على 0,1ms/cm تحدث ظاهرة الإنطباع الشبكي لعين المشاهد.
- شغل زر الإضاءة للحصول على إضاءة مناسبة ولا تفرط في الإضاءة.
- يوضع الجهاز على طاولة خشبية أفقية غير معدنية .
- عند أي إشكال راقب الصاهرة فقط دون فتح الجهاز.

❖ وضع أزرار التشغيل:

- زر تشغيل الجهاز (ON/OFF) أو POWER.
- زر ضبط الشدة الضوئية INTENSITY.
- شاهد ضوئي بجانب زر التشغيل عموماً.
- زر ضبط بؤرية ودقة البقعة الضوئية.
- زران (02) يمكنان من تحريك البقعة الضوئية شاقولياً: واحد لكل منحنى.
- زر يمكن من تحريك البقعة الضوئية أفقياً.
- زر له 3 أوضاع (أعلى، وسط، أسفل) من أجل نوعية التوتر: (GNO-DC-AC) أي : متناوب - مباشر- الأرض أو: (~ = ⊥).
- (V/ΔV) يوجد زران: واحد لكل مدخل (معيار التوتر) (Y_2,Y_1)، (Y_B,Y_A)، (CH_2,CH_1) المدخل الأول والثاني.
- (T/ΔT) قاعدة الزمن: زر يزيد من سرعة المسح في نفس الوقت نقيس به التواتر أو الدور.
- XY حذف قاعدة الزمن.
- زر لظهور المنحنى تناوبياً.
- زر لإظهار المنحنيين في نفس الوقت (DUAL)، (BOTH)، (CHEEP).
- معاينة مميزة ثنائي القطب (TEST).
- جمع المنحنيين (ADD).
- عكس المنحنى الثاني (INV).

ـ الإستعمالات:

- مقياس توتر كهربائي مستمر ومتناوب.
- المنحنى المميز للنواقل الأومية مع كل حالات الجمع المتسلسل والمتوازي.
- المنحنى المميز للصمام الثنائي وصمام زينر.
- المنحنى المميز للمولد.
- كشف وحساب تواترات الظواهر الدورية مثال: تواتر كهربائي، حساب تواترات الصوت بعد تحويلها إلى موجة كهربائية...
- جمع تابعين دوريين بالنسبة للزمن.

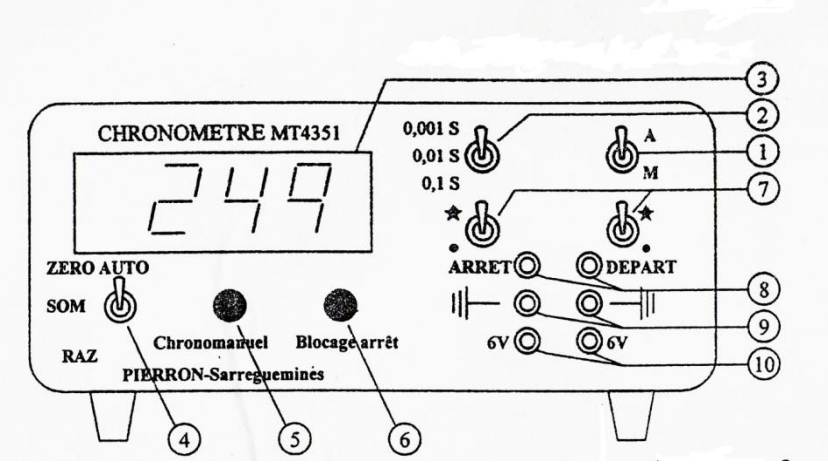
- عكس تابع جيبي بالنسبة للزمن.
- حساب فرق الصفحة بين تابعيين جيبيين بالنسبة للزمن وتقدم أو تأخر تابع عن الآخر.
- دراسة شحن وتفريغ مكثفة أو وشيعة.

ـ الصيانة والحفظ:

- قبل تشغيل الجهاز يجب التأكد من ملائمة توتر التغذية 220 ± 10% volt.
- عدم ترك البقعة الضوئية لمدة طويلة من الزمن على الشاشة.
- يمنع منعا باتاً وصل راسم الإهتزاز بتيار متناوب مباشر إلا بعد استعمال محول عازل.
- عند حفظ الجهاز وتخزينه يجب تنظيفه من الغبار وعزله بغطاء بلاستيكي بعيداً عن كل المؤثرات الخارجية (حرارة، غبار، رطوبة، ضوء الشمس ...)

12.1ـ الكرونومتر الإلكتروني

ـ الوصف: هو جهاز يستعمل لقياس الزمن.



مبدأ العمل:

يمكن التعرف على مبدأ عمل الكرونومتر بمعرفة وظيفة كل أعضاء الميقاتية وهي كالتالي:

- قاطعة لتشغيل الجهاز، مبدل بثلاثة أوضاع 0,001s / 0,01s / 0,1s حيث الزمن بالثانية يحسب كالتالي:
- (القراءة) x (المعيار المختار) = t، عارض رقمي.
- المبدل: الصفر الآلي، المجموع، إعادة التصفير.
- الصفر الآلي: يعيد الميقاتية إلى الصفر بعد كل قياس.
- المجموع: لا تعود الميقاتية إلى الصفر في هذه الحالة بل يضاف العد الزمني السابق إلى العد الزمني الحالي.
- إعادة التصفير: في هذه الحالة يعود الجهاز إلى الصفر يدوياً.
- ضاغطة الميقاتية اليدوية: تعمل الميقاتية بدون أداة تحكم خارجية.
- يتوقف الإنطلاق والإيقاف للعد على وضعية المواصل للعاكسات 7.
- في الوضعية (*) ينطلق العد ويتوقف بالضغط على الضاغطة 5.
- في الوضعية (*) ينطلق العد ويتوقف برفع أيدينا عن الضاغطة 5.
- ضاغطة عزل دارة التوقيف: عند الضغط على هذا الزر، تفقد دارة التوقيف تحكمها ما لم ننزع أيدينا عن هذه الضاغطة.
- عاكسة (° , *) تعني غلق وفتح الدارة.
- في الوضع * يرتبط انطلاق أو إيقاف العد بإضاءة الخلية الكهروضوئية.
- في الوضع ° يرتبط انطلاق أو إيقاف العد بإظلام الخلية الكهروضوئية.
- يمكن أن تستبدل اللواقط الضوئية بملامسات ميكانيكية.
- أقطاب الانطلاق والإيقاف الساخنة: بواسطة سلكي توصيل من الجهاز الإنطلاق بأقطاب الإنطلاق للكرونومتر ثم بسلكي توصيل آخرين صل جهاز الإيقاف بأقطاب "الإيقاف" للكرونومتر، تحقق من أن عاكسي الكرونومتر على وضعية "انفتاح" (°).

- **المحاذير والصيانة**: عدم وصل مرابط الإنطلاق أو الوصول بمنبع لتيار خارجي.

1- 13- ميزان كوتون

- **الوصف**:

يتكون ميزان كوتون من ذراعين متساويين، يحتوي أحدهما على سلك مستقيم والذي يمثل الجزء النشيط الخاضع للحقل المغناطيسي المراد قياسه.

يقوم فعل القوة الكهرومغناطيسية بإخلال توازن الميزان ثم يعاد هذا الأخير بواسطة أثقال (كتل عيارية) التي توضع على كفة يحملها الذراع الثاني.

ليس للقوى المطبقة على الأسلاك الناقلة الأخرى أي تأثير على التوازن. عند التوازن تكون شدة الثقل مساوية للقوة الكهرومغناطيسية (في النموذج المصور)

- **مبدأ العمل**:

نضع دائمًا عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي يعني على $\vec{B}$.

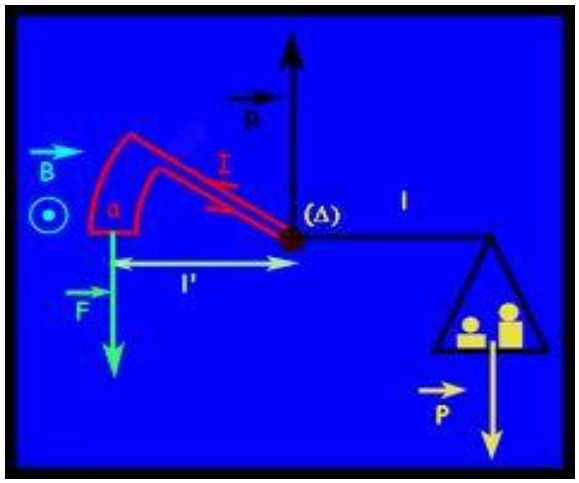
$$\alpha = 90° \Rightarrow \sin\alpha = 1 \Rightarrow F = B.I.\ell$$

عند التوازن تكون شدة القوتين $\vec{F}$, $\vec{P}$ متساويتين: $F = P = m.g$ ، وبالتالي: $B \,.\, I \,.\, \ell = m \,.\, g$

مثال عددي: $g = 10\ N/kg$, $\ell = 2\ cm$, $I = 10A$ و منه $B = \dfrac{F}{I \,.\, \ell} = \dfrac{10\ m}{10 \times 0{,}02} = 50\ m$

نعبر عن الكتلة بالغرامات، ليكن: $m'(g) = 10^3 m\,(kg)$ و منه: $B = 50.10^{-3} m' = 0{,}05.m'$

يكون الحقل بالتسلا مساوياً إلى واحد من عشرين من الكتلة بالغرام، للميزان حساسية تساوي 5، إذن يمكن كشف حقول ذات قيمة: $B = \dfrac{0{,}005}{20} = 2{,}5 \,.\, 10^{-4}$ Tesla



- **كيفية الإستعمال**:

1. يستعمل ميزان كوتون عموماً لقياس شدة المجال المغناطيسي حسب العبارة: $B = \dfrac{m \,.\, g}{I \,.\, \ell}$ ، حيث قياس شدة التيار تتم بسهولة بواسطة مقياس آمبير.
2. يمكن استعمال الجهاز في الأعمال التطبيقية من أجل تحقيق جزئي لعلاقة لابلاص، بالفعل يمكن قياس $F = m \,.\, g$ لقيم مختلفة لـ B وI.
3. إذا كان معلوماً، يمكن حساب الجداء $B \,.\, I \,.\, \ell$ حيث (I، ℓ) مقاسة من قبل وتتحقق من أن النسبة $\dfrac{F}{I}$ ثابتة.

- **الصيانة**:

أثناء استعمال ميزان كوتون يجب الانتباه إلى شدة التيار الكهربائي الأعظمية التي يتحملها الناقل، توجد بعض النماذج يستعمل فيها الزئبق لنقل التيار إلى الذراع النشيط، لذلك يجب تسوية الميزان جيداً ومن الأفضل إفراغ الزئبق في الحوض المناسب يحقنة.

1-14- آلة ويمشورت (Wimshurst)

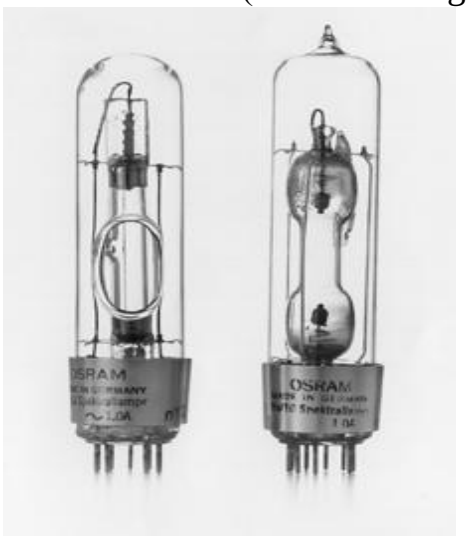
ـ الوصف:
تتكون من قرصين من مادة عازلة يحمل كل منهما قطاعات من القصدير أو من الألمنيوم، حامل القرصين، ناقلان متصالبان غير متلامسان يحملان في نهايتيهما مكانس على التماس مع القطع، قطبا الآلة (المتفجران)، مكثفتا (لايد).
تستعمل الآلة كمنبع للشحنات الكهربائية أو مولد للتوتر المستمر و العالي و تستعمل في المجالات التعليمية (البيداغوجية) فقط.

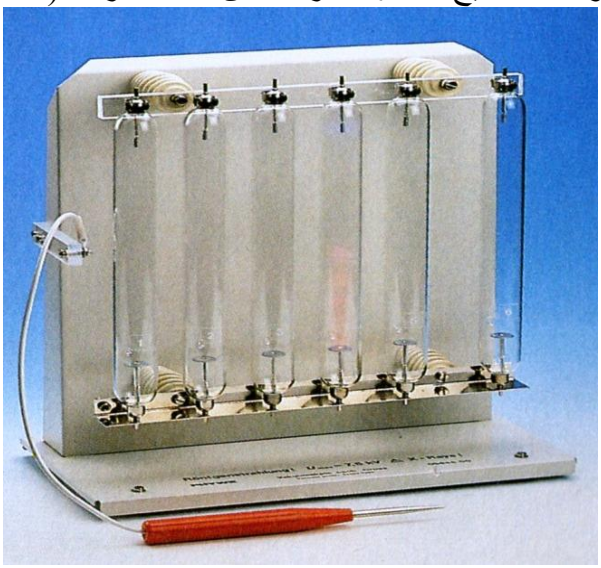
ـ مبدأ العمل:
يعتمد عملها على فصل الشحنات الكهربائية من القطع بواسطة المكانس عند تدوير القرصين في إتجاهين متعاكسين.

ـ المحاذير و الصيانة:
- عند استعمال الآلة يجب أن تكون غير حاملة للغبار و في مكان غير رطب (جاف)
- عند الرطوبة الشديدة تسخن بواسطة مجفف الشعر.
- عدم مسك المكانس باليد.
- تجنب إحداث شرارات و المفجران متباعدان جدا.
- تفرغ المكثفتان عند الانتهاء من العمل.
- تحفظ في مكان بعيد عن الرطوبة و الغبار.

1-15- أنابيب جيسلر والمصابيح الطيفية

ـ الوصف:
- أنابيب مفرغة من الهواء قدر الإمكان وتملأ تحت ضغط ملائم بغاز مثل: (O_2، CO_2، H_2، He، Ne)
- توجد مصابيح بداخلها غاز المعدن مثل الغازات (الأبخرة): (Na، Hg، Cu، Cd...)





ـ مبدأ العمل:
تخضع هذه الأنابيب إلى توتر عال باستعمال آلة ويمشورت أو وشيعة رامكورف أو مولد توتر عال، فتصطدم الحزم الإلكترونية بجزيئات الغاز أو البخار فتثيرها فتصبح الذرات في حالة تهيج وعند إعادة الاستقرار فإنها تعطي ضوءًا يكون مميزا للمادة المدروسة.

ـ كيفية الاستعمال:
في قاعدة هذه المجموعة من الأنابيب وصلة مشتركة عموما هي القطب السالب أما في الأعلى فكل أنبوب له مأخذه الخاص. عند التغذية بالتوتر العالي تشع هذه الأنابيب إشعاعات ضوئية مرئية وغير مرئية. نلاحظ الإشعاعات المرئية وباستعمال المطياف نستطيع أن نحلل الأطياف التي يبثها كل معدن أو غاز وقياس أطوال موجاتها.
ـ الصيانة: نفس الصيانة بالنسبة لأنابيب الحزم الإلكترونية.

16-1- مقياس الـpH (الـpH متر)

- **الوصف**: يتكون مقياس الـpH من: مقياس فولط، مضخم للتيار أو التوتر بين المسريين.
مجس ذو مسريين أحدهما نظامي والآخر زجاجي قد يكونا منفصلين أو مجموعين مع بعض في تركيب واحد.(مسرى مركب Electrode Combinée)

- **الأنواع**:هناك نوعان من مقياس الـpH:
  - مقياس ذو مؤشر قياسي و ميناء مدرج بوحدة الـpH.
  - مقياس رقمي.

- **مبدأ العمل**:
عند وضع المسرى الزجاجي في المحلول المراد قياس قيمة الـpH له. تنشأ فيه قوة محركة كهربائية للعمود المكون من المسريين والمحلول، تضخم هذه القوة المحركة الكهربائية (التوتر) إلى قيمة أكبرلقياس دقيق.

- **كيفية الاستعمال**:

قبل القياس يجب معايرة الجهاز كالتالي:
- التحقق من توصيل المسبار بالجهاز.
- ينظف المسبار بالماء المقطر.
- تقاس درجة حرارة المحلول المدروس بالمحرار، يضبط مقياس الـpH على هذه الدرجة باستعمال زر الضبط الموافق (يجب المحافظة على هذه الوضعية طيلة المعايرة والقياس)
- يغمس المسبار بعناية في المحلول الموقي الأول بحيث تنغمر النهاية الكروية (على الأقل) في المحلول دون ملامسة قعر الإناء المستعمل ثم تضبط قيمة الـpH على قيمة pH المحلول الموقي.
- يوضع المقياس في الوضعية "0" قبل إخراج المسبار من المحلول الموقي.
- يغسل المسبار بالماء المقطر قبل الانتقال إلى المعايرة بالمحلول الموقي الثاني.
- تكرر نفس العملية باستعمال المحلول الموقي الثاني.

أثناء القياس تتبع الخطوات التالية:
- يغمس المسبار في المحلول المدروس ويضبط المقياس في الوضعية "pH".
- بعد استقرار القراءة تسجل قيمة القياس.
- يوضع المقياس في الوضعية "0" قبل إخراج المسبار من المحلول.
- من أجل أخذ قياسات جديدة، يغسل المسبار بالماء المقطر (إذا كان مسموحاً بذلك)

- **الصيانة**:

بعد القياس:
- يوضع المقياس في الوضعية "0".
- يغسل المسبار بالماء ويجفف بورق الترشيح.
- تحفظ النهاية الكروية للمسبار بالغمد لتفادي كسره.
- تجديد محلول خزان المسرى الزجاجي (محلول KCl) حسب تواتر الإستعمال وعند هذا التجديد يغمر المسرى في محلول KCl تركيزه 0,1 عياري لمدة 12 ساعة ثم في محلول ذو $4 \leq pH \leq 6$ لمدة 8 ساعات على الأقل.

17-1- جهاز قياس الناقلية

- **ضبط درجة الحرارة:**

يحتوي الجهاز على محرار يغمس دوما مع مسبار خلية قياس الناقلية و تتم عملية ضبط درجة الحرارة تلقائيا.

- **ضبط معامل درجة الحرارة:**

يؤثر تغير درجة الحرارة على المحاليل المائية من حيث تركيبتها الكمية و كذلك على حركية الشوارد في المحاليل لذلك تتغير ناقلية أي محلول بتغير درجة الحرارة، و لكي يأخذ الجهاز بعين الاعتبار أي تغير في ناقلية المحلول في حالة

تغير درجة الحرارة يعدل القيمة التي يقيسها بزيادة أو إنقاص نسبة مئوية من هذه القيمة لكل درجة حرارة مئوية (°C)، و التي يقدرها من خلال ضرب معامل درجة الحرارة CT بقيمة مرجعية يعرفها الجهاز، يضبط معامل درجة الحرارة بالنسبة لأغلبية المحاليل المائية: $CT = 2\ \%\ °C$.

و هذه قيم CT لبعض المحاليل المائية:

المحلول عند $25\ °C$	التركيز %	معامل درجة الحرارة CT
HCl	10	1,56
KCl	10	1,88
NaCl	10	2,14
HF	1,5	7,20

ـ معايرة خلية قياس الناقلية:

- نعاير الخلية باستعمال محلول مرجعي لكلور البوتاسيوم KCl تركيزه المولي $C_0 = 0,01\ mol.L^{-1}$ مثلا و نضبط سلم الجهاز في المجال $0 - 2000\ \mu S/Cm$.
- نضبط درجة الحرارة على درجة حرارة المحلول بغمس المحرار في المحلول.
- نغسل الخلية بالماء المقطر ثم نجففها بورق جوزيف.
- نغسل الخلية بغمسها في كأس يحتوي على كمية صغيرة من المحلول المرجعي KCl ثم نسحبها منه و لا نجففها و نرمي هذه الكمية من المحلول.
- نملأ الكأس من جديد بكمية من المحلول المرجعي ثم ننتظر دقيقة كي يحدث التوازن الحراري في الكأس. نقيس درجة حرارة المحلول و نضبط ناقلية الجهاز على القيمة المرجعية التي نجدها في الجدول الآتي والتي تتعلق بدرجة حرارة المحلول و تركيزه.

مثلا: عند درجة الحرارة $16\ °C$ و المحلول تركيزه المولي $0,01\ mol.L^{-1}$ لدينا: $\sigma = 1173\ \mu S / Cm$، و بما أن الجهاز يقيس الناقلية G حيث: $G = k.\sigma$ نحسب G في حالة $k = 1,032$ و الذي نجده مكتوب على مسبار الخلية: $G = 1,032 \times 1173 = 1210 \times 10^{-4} S$ ثم نضبط الجهاز على هذه القيمة.

درجة الحرارة °C	التركيز المولي (بـ mol.L-1) لمحلول الـ KCl			
	1,00	0,10	0,02	0,01
10	83190	9330	1994	1020
11	85040	9560	2043	1045
12	86890	9760	2093	1070
13	88760	10020	2142	1095
14	90630	10250	2193	1121
15	92520	10480	2243	1147
16	94410	10720	2294	1173
17	96310	10950	2345	1199
18	98210	11190	2397	1225
19	100140	11430	2449	1251
20	102070	11670	2501	1278
21	104000	11910	2535	1305
22	105940	12150	2606	1332
23	107890	12390	2659	1359
24	109840	12640	2712	1386
25	111800	12880	2765	1413
26	113770	13130	2819	1441
27	115740	13370	2873	1468

- نغسل الخلية بالماء المقطر ثم نضعها في كأس يحتوي على الماء المقطر و تصبح الخلية جاهزة لأخذ أي قياس.

ـ ملاحظات أخرى:

- عند إنجاز عدة قياسات لمحاليل مختلفة يجب غسل الخلية بالماء المقطر بعد كل قياس.
- عند استعمال جهاز قياس الناقلية لمعايرة الأحماض و الأسس أو المحاليل المؤكسدة و المرجعة تغمس الخلية في المحلول الذي نريد معايرته و لا تسحب منه إلا عند انتهاء المعايرة.
- يستحسن استخدام مخلاط مغناطيسي حتى تكون المحاليل التي نقيس ناقليتها متجانسة، خاصة في المعايرة بالناقلية (معايرة الأحماض والأسس و كذلك المحاليل المؤكسدة و المرجعة)، نهمل ناقلية الماء أمام ناقلية المحاليل الشاردية.
- الجهاز يقيس ناقلية محلول حجمه $1Cm^3$.