الوحـدة العاشـرة

القياسـات الكهربيـة للتيـار

عند دراستنا للقياسات الكهربية استخدمنا أجهزة مختلفة بعضها دقيق ولكن هناك أجهزة أكثر دقة منها ويجب القاء الضوء عليها حتى تكتمل معرفتنا بها.

أولاً: أجهزة قياس شدة التيار

1- *الجلفانومتر:* ويقيس شدة التيارات المستمرة الضعيفة.

2- *الأميتـــــر:* ويقيس شدة التيارات الكبيرة بطريقة مباشرة.

ثانياً: أجهزة قياس فرق الجهد

1- *الفولتميتـــــر:* لقياس فرق الجهد بطريقة مباشرة.

2- *مقياس الجهد:* لقياس ق.د.ك بطريقة غير مباشرة.

ثالثاً: أجهزة قياس المقاومة

1- *الاوممتيـــــر:* لقياس مقاومة بطرقة غير مباشرة.

2- *قنطرة هويتسون والقنطرة المترية:* لقياس المقاومة بطريقة غير مباشرة.

وقبل البدء بإلقاء الضوء على كل جهاز على حدة يجب الإتفاق على الوحدات المستخدمة في قياس هذه الكميات.

أولاً: الأمبير الدولي هو شدة التيار الذي أذا مر في محلول أحد أملاح الفضة لمدة 1ث فأنه يرسب 0.0011183جم منها.

تعريف آخر: هو شدة التيار المار في سلكيين متوازيين طولهما لا نهائي ومساحة مقطعها مهملة بحيث تكون القوة بينهما 2×10^{-7} نيوتن لكل 1م من طولهما.

ثانياً: الأوم العياري الدولي: هو مقاومة عمود من الزئبق طوله 106.3سم ومساحة مقطعه 1مم2 في درجة الصفر المئوي.

ثالثاً: الفولت - وحدة قياس فرق الجهد: هو فرق الجهد بين نقطتين بحيث يجب بذل شغل قدره جول واحد لنقل كمية شحنة قدرها كولوم واحد من أحدى النقطتين إلى الأخرى.

أجهزة قياس شدة التيار:

فكرتهـــا: عند مرور تيار في ملف قابل للدوران حول محور في مجال مغناطيسي فأنه يدور.

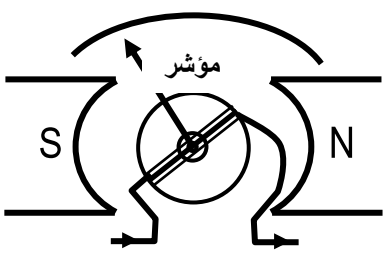
[1] الجلفانومتر

ت تتناسب طردياً مع θ حيث θ زاوية الدوران

تركيبـــه:

1- مغناطيس قوى وثابت على شكل حدوة فرس.
2- ملف عن سلك نحاس معزول حلزوني حول اسطوانة مصمته من الحديد المطاوع والملف قابل للدوران.
3- مؤشر يدور على تدريج الجلفانومتر.

الغرض منه: قياس شدة التيارات المستمرة الضعيفة بطريقة مباشرة لذلك يطلق عليه ميكرو أميتر، مللي أميتر.



طريقة عملة: عند مرور التيار المراد قياسه في الملف يتولد عزم ازدواج على ضلعه الطويلان ويدور الملف ويدور المؤشر دالاً على شدة التيار بطريقة مباشرة.

عيوبـــه:

1- بكثرة الاستعمال يضعف المغناطيس وتقل مرونة السلكين الزنبركين. فيعاني خطأ في التدريج.
2- لا يقيس شدة التيارات العالية لأنه عند مرور تيار أكبر مما يتحمله الملف قد ينصهر أو يدور بقوة كبيرة.

ملاحظـــة:

1) 1 أمبير = 10^{3} مللي أمبير (mA) والعكس 1مللي أمبير = 10^{-3} أمبير.
2) 1 أمبير = 10^{6} ميكروأمبير (μ A) والعكس 1 ميكرو أمبير = 10^{-6} أمبير.

السبب في أن الجلفانومتر لا يقيس شدة التيارات العالية أن مقاومته كبيرة والعلاقة بين شدة التيار والمقاومة عكسية.

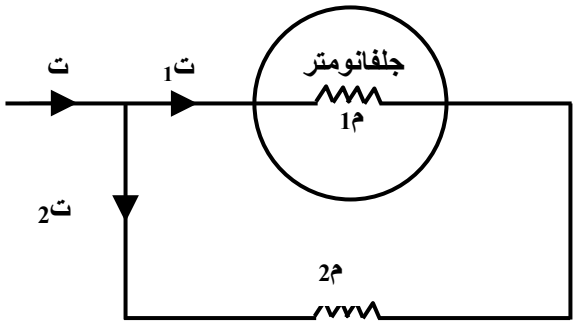
[2] الأميتـر

الغرض منـه: قياس شدة التيارات العالية المستمرة بطريقة مباشرة.

تركيبـــــه: جلفانومتر + مجزئ التيار.

مجزئ التيار: مقاومة صغيرة توصل مع الجلفانومتر على التوازي لأستخدامه في قياس شدة تيار أكبر مما يتحمله.

شـرح عملـــه: عند توصيل الأمير في دائرة كهربية بها مصدر تيار مستمر فإن التيار يتجزأ حيث يمر الجزء الأكبر خلال مجزئ التيار أما الجزء الأصغر فيمر لمقاومة الجهاز ولذلك يتحمل مرور تيار كهربي كبير.



مجزئ التيار

إيجـــاد مقاومـــة المجـــزئ:

∵ م$_1$، م$_2$ على التوازي.

∵ فرق الجهد ثابت ∴ ت$_1$م$_1$ = ت$_2$ × م$_2$

ولكن ت = ت$_1$ + ت$_2$

∴ ت$_2$ = ت – ت$_1$

ت$_1$م$_1$ = (ت – ت$_1$) × م$_2$

$$\therefore \quad م_2 = \frac{ت_1 \times م_1}{ت - ت_1}$$

مـلاحظـة: يمكن حساب شدة التيار الكلي (ت) المار في الجهاز من العلاقة السابقة كما يلي:

$$ت - ت_1 = \frac{ت_1 \times م_1}{م_2}$$

$$\therefore \quad ت = ت_1 + \frac{ت_1 \times م_1}{م_2} \Leftarrow ت = ت_1 (1 + \frac{م_1}{م_2})$$

$$ت = ت_1 (\frac{م_1 \times م_2}{م_2}) \Leftarrow \boxed{ت = ت_1 \times \frac{م_1 \times م_2}{م_2}}$$

مثـــال: (1):

جلفانومتر مقاومة الداخلية 20أوم يتحمل ملفه تيار مقداره 0.4 أمبير فما مقدار المقاومة اللازم توصيلها مع ملفه على التوازي حتى يقيس تيار كهربي شدته 4 أمبير؟

الحـــــل

$م_1 = 20$ $\quad ت_1 = 0.4$ $\quad ت = 4$ $\quad م_2 = ؟$

$\because م_2 = \frac{ت_1 \times م_1}{ت \times ت_1} = \frac{0.4 \times 20}{4 - 0.4} = \frac{8}{16} = 2.2$ أوم

مثـــال: (2):

أميتر ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج إذا مر به تيار شدته 100 مللي أمبير، وعندما تكون قراءة الأميتر 50 مللي أمبير يكون فرق الجهد بين طرفيه 0.2 فولت. ماذا تقترح عملية ليصبح الجهاز صالحاً لقياس تيارات أقصاها أمبير واحد.

الحـــــل

$ت_1 = \frac{100}{1000} = 0.1$ أمبير. $\quad ت = 1$

$\because م_1 = \frac{جـ}{ت} = \frac{0.2}{0.05} = 4$ أوم $\quad \because م_2 = \frac{ت_1 \times م_1}{ت \times ت_1} = \frac{0.4 \times 1}{1 - 0.1} = \frac{0.4}{0.9} = 0.4$ أوم

يلزم مقاومة 0.4 أوم وتوصل على التوازي.

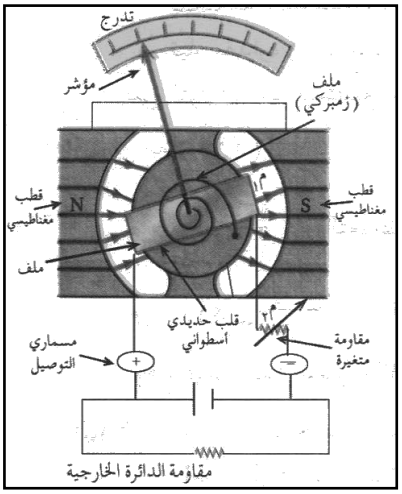
[3] الفولتميتر

الغرض منـه: قياس فرق الجهد بين طرفي موصل.

تركيبـــــه: جلفانومتر + مجزئ جهد.

الجلفانومتر وحدة يقيس فرق جهد، ولكن صغير لأنه مدرج إلى مللى أمبير أو ميكروأمبير ولاستخدامه في قياس فرق جهد كبير يجب زيادة مقاومته.

مضاعف الجهد: مقاومة كبيرة تتصل مع الجلفانومتر على التوالي لاستخدامه في قياس فرق جهد كبير.



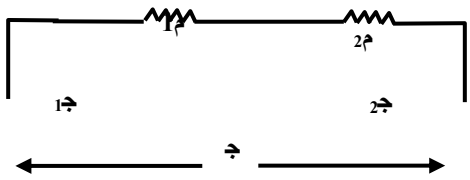
سـ: علـــــل:

1- كبر مقاومة الفولتميتر.

2- يوصل الفولتميتر على التوازي في الدوائر الكهربية.

1- لأن العلاقة بين المقاومة وفرق الجهد طردية فكلما زادت المقاومة زاد فرق الجهد.

2- يوصل الفولتميتر على التوازي في الدائرة يسبب كبر مقاومته فلا يؤثر توصيله على شدة تيار الدائرة.



حساب قيمة مجزئ الجهد

∵ شدة التيار ثابتة. ∴ $\frac{جـ_2}{م_2} = \frac{جـ_1}{م_1}$ = ت

$جـ = جـ_1 + جـ_2$ ∴ $\frac{جـ - جـ_1}{م_2} = \frac{جـ_1}{م_1}$

∴ م = $م_2$ = $م_1 \times \frac{جـ - جـ_1}{جـ_1}$ أوم

يمكن حساب $م_2$ بسهولة من العلاقة جـ = ت ($م_1$ + $م_2$) فولت

ملاحظة: حساب فرق الجهد بين طرفي نقطتين متصلتين على التوازي مع الفولتميتر:

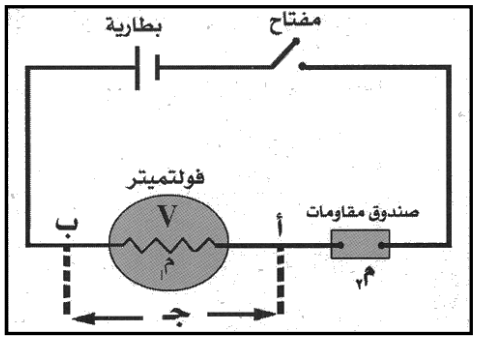
∵ $م_2 = م_1 \times \frac{جـ - جـ_1}{جـ_2}$

∴ $م_1 \times (جـ - جـ_1) = م_2 \times جـ_1$

∴ $جـ - جـ_1 = \frac{جـ_1 \times م_2}{م_1}$ ∴ $جـ = جـ_1 (\frac{م_2}{م_1} + 1)$ جـ = $جـ_1 \times \frac{م_1 + م_2}{م_1}$ فولت

تعيين مقدار المقاومة الكهربية للفولتميتر عملياً.

تجربة:



1) صل الأدوات كما بالشكل.
2) أغلق الدائرة بالمفتاح بعد توصل مقاومة محددة من صندوق المقاومات ($م_1$) ثم سجل قراءة الفولتيمتر المقابلة لها (جـ).
3) غير المقاومة بأخرى من صندوق المقاومات ($م_2$) ثم سجل قراءة الفولتميتر كما سبق (جـ).
4) كرر ما سبق وفي كل مرة سجل المقاومة وفرق الجهد وضع ذلك في جدول.
5) ارسم العلاقة البيانية بين ص ، س ومن الرسم:

أحسب المسافة المقطوعة على المحور السيني حتى نقطة التقاطع بين المحورين فتمثل عددياً مقاومة الفولتميتر.

قراءات الفولتميتر	$جـ_1$	$جـ_2$	$جـ_3$	$جـ_4$	$جـ_5$	$جـ_6$
قيم ص = $\frac{1}{جـ_{أب}}$	$\frac{1}{جـ_1}$	$\frac{1}{جـ_2}$	$\frac{1}{جـ_3}$	$\frac{1}{جـ_4}$	$\frac{1}{جـ_5}$	$\frac{1}{جـ_6}$

قـيم المقاومـات المـأخوذة مـن صندوق المقاومات (م) = س	م1	م2	م3	م4	م5	م6

مثـــال: (1):

فولتميتر أقصى جهد يمكن أن يقيسه هو 20 فولت أريد استخدامه لقياس فرق جهد 25 فوت. فما مقدار المقاومة التي يجب توصيلها على التوالي إذا كانت مقاومة ملفه 400 أوم.

الحـــــل

$جـ_1 = 20$ $\quad جـ = 25$ $\quad م_1 = 400$ $\quad م_2 = ؟$

حل أول: $ت = \frac{جـ}{م} = \frac{20}{400} = \frac{1}{20}$

$جـ = ت\ (م_1 + م_2)$ $\quad \therefore\ 25 = \frac{1}{20}\ (400 + م_2)$ $\quad \therefore\ 500 = 400 + م_2$

$م_2 = 100$ أوم.

حل ثاني:

$\because م_2 = م_1 \times \frac{جـ - جـ_1}{جـ_1} \Leftarrow م_2 = 400 \times \frac{20-25}{20} = 100$ أوم $= \frac{5}{20} \times 400$

مثـــال(2): 1 ميتر مقاومة بلغة 20 أوم وأقصى تيار يمكن أن يقيسه هو 0.001 أمبير فإذا وصل ملفه على التوالي مع مقاومة مقدارها 480 أوم لاستعماله كفولتيمتر أحسب أقصى جهد يمكن أن يقيسه في هذه الحالة؟

الحـــــل

$م_1 = 20$ $\quad ت_1 = 0.001$ $\quad م_2 = 480$ $\quad جـ = ؟$

$\because جـ_1 = ت_1 \times م_1$

$جـ_1 = 0.001 \times 20 = 0.2$ فولت.

$\because جـ = جـ_1 \times \frac{م_1 + م_2}{م_1} \Leftarrow جـ = 0.02 \times \frac{480+20}{20} \Leftarrow جـ = 0.02 \times \frac{500}{20} = 0.5$ فولت.

مثـــال(3):

جلفانومتر حساس مقاومته 4 أوم وأقصى تيار يقيسه واحد مللي أمبير وصل ملقه بمقاومة على التواوي مقدارها أوم واحد ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة مقدارها 999.2 أوم ليستخدم كفولتميتر. فما أقصى جهد يمكن قياسه.

الحـــــل

$م_1 = 4$ $\quad ت_1 = 1$ مللي أمبير $= 0.001$ أمبير $\quad م_2 = 1$ $\quad ت = ؟$

أولاً: كأميتر:

$\because م_2 = \frac{ت_1 \times م_1}{ت - ت_1} \Leftarrow 1 = \frac{0.001 \times 4}{ت - 0.001} \quad \Leftarrow \quad ت - 0.001 = 0.004$

∴ ت = 0.001+ 0.004 = 0.005 أمبير

∵ م$_{ك}$ = $\frac{م_1 + م_2}{م_1 + م_2}$ = $\frac{1\times4}{1+4}$ = $\frac{4}{5}$ = 0.8 أوم

ثانياً: عندما يستخدم كفولتميتر:

جـ = ت (م$_1$ + م$_2$) = 0.005 (0.8 + 999.2) = 0.005× 1000 = 5 فولت

الأوممیتـر

الغرض منه: قياس مقاومة كهربية بطريقة غير مباشرة.

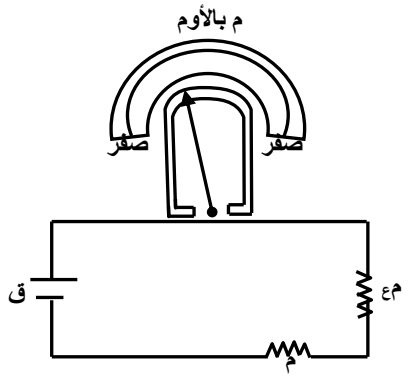
التـركيـــــب: جلفانومتر يوصل على التوالي بعمود جاف قوته الدافعة مناسبة (1.5 فولت) ومقاومة عياريه معلومة (م$_ع$).

شـــرح عملـــه:

3) قبل إدماج المقاومة المجهولة بدائرة الأوممیتر يعطي الجلفانومتر أقصى انحراف (ت$_ع$ = $\frac{ق}{م_1 + م_ع}$)

4) عند توصيل المقاومة (م) المراد قياسها إلى طرفي الأوممیتر فإن التيار المار خلال الجلفانومتر يتعين من: ت = $\frac{ق}{م_1 + م_ع + م}$ حيث م$_1$ مقاومة ملف الجلفانومتر.

5) يدرج الجهاز بحيث يعطي قيمة المقاومة(م) مباشرة.



مـلاحظـة هامـة:

تدريج الأوممیتر معاكس لتدريج الجلفانومتر لأن شدة التيار تتناسب عكسياً مع المقاومة وغير منتظم.

ولذلـــــك:

6) انحراف المؤشر يزداد كلما قلت المقاومة لزيادة شدة التيار والعكس صحيح.

7) عندما تكون الدائرة مفتوحة. أي م = ∞ تكون ت = صفر أما عندما تكون م= صفر تكون ت أقصى قيمة.

مثـــال:

جلفانومتر مقاومته 50أوم يصل مؤشرة إلى نهاية التدريج إذا مر به تيار شدته 0.1 أمبير فإذا أريد تعديله إلى أوممیتر فما مقدار المقاومة العيارية التي يجب استخدامها علماً بأن القوة الدافعة الكهربية للعمود المستخدم هي 1.5 فولت؟ وما مقدار المقاومة التي عند قياسها بواسطة الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف إلى منتصف التدريج تماماً؟

الحـــــل

م$_1$ = 50 ت$_ع$ = 0.01 ق = 1.5 ت = $\frac{1}{2}$ × 0.01 = 0.005

1) ∵ ت$_ع$ = $\frac{ق}{م_1 + م_ع}$ ⇐ 0.01 = $\frac{1.5}{50 + م_ع}$ ⇐ 0.01 (50 + م$_ع$) = 1.5

بالقسمة على 0.01 ∴ 50 + م ع = 150 ⇐ م ع = 150 – 50 = 100 أوم

2) ∵ ت = ق / (م + م ع + م 1) ⇐ 0.005 = 1,5 / (م + 100 + 50)

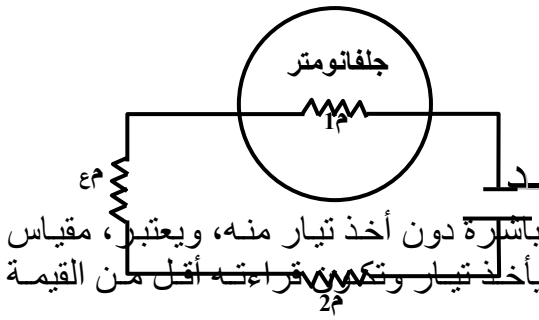
∴ 0.005 (150 + م) = 1.5

بالقسمة على 0.005 ∴ 150 + م = 300 ⇐ م = 300 – 150 = 150 أوم

الأفوميتر

الغرض منه: جهاز لقياس كل من شدة التيار وفرق الجهد والمقاومة.

التركيب: جلفانومتر يتصل معه مقاومة عيارية وعمود كهربي مناسب على التوالي أضيفت له عدد من المجزئات والمقاومات ومفتاح متعدد الأوضاع لتقيس شدة التيار أو فرق الجهد أو المقاومة وتدريج المقاومة معاكس لتدريج شدة التيار وفرق الجهد.



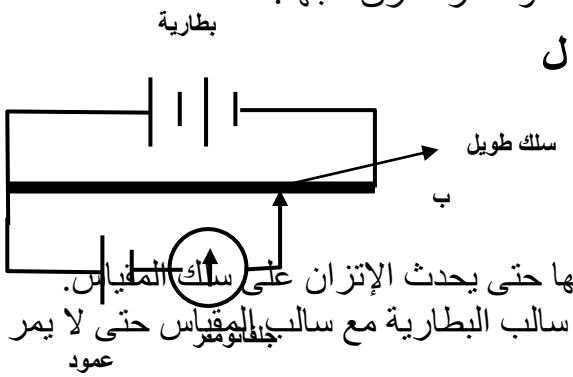
مقياس الجهد

الغرض منه: قياس ق.د.ك لعمود بدقة وبطريقة غير مباشرة دون أخذ تيار منه، ويعتبر، مقياس الجهد أدق من الفولتميتر لأن الفولتميتر يأخذ تيار وتكون قراءته أقل من القيمة الحقيقية.

فكرته: من سلك منتظم المقطع كلما زاد طوله زادت مقاومته زاد فرق الجهد.

∴ حـ ∝ ل

أي أن فرق الجهد يتناسب طردياً مع الطول



تركيبه: بطارية وسلك طويل.

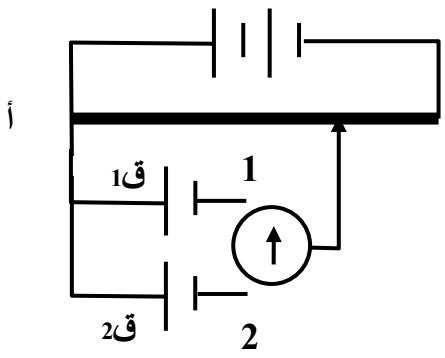
شروط استخدامه:

1- ق.د.ك للبطارية أكبر من ق.د.ك للعمود المراد قياسها حتى يحدث الإتزان على سلك المقياس.

2- أن يتصل موجب العمود مع موجب البطارية وكذلك سالب البطارية مع سالب المقياس حتى لا يمر تيار من أو إلى العمود.

$$\frac{ق_1}{ق_2} = \frac{ل_1}{ل_2}$$

استخدام مقياس الجهد في ايجاد ق.د.ك لعمود



الأدوات المستخدمة: مقياس جهد – عمود عياري (معلوم قوته الدافعة).

خطـــوات التجربـــة:

1- يجب مراعاة شروط المقياس.

2- نأخذ الطريق (1) ويتحرك الزالق على سلك المقياس حتى لا يمر تيار في الجلفانومتر نقيس بالمسطرة المسافة بين (أ) والزالق ولتكن ل1

3- نفتح الطريق (1) ونأخذ الطريق (2) أي العمود المراد إيجا قوته الدافعة ونكرر ما حدث في الخطوة (2) حتى نحصل على ل2.

4- باستخدام العلاقة: $\frac{ق_1}{ق_2} = \frac{ل_1}{ل_2}$ وبمعلوميه ق1،ل1،ل2يمكن إيجاد ق2.

ملحوظة:

1) بنفس التجربة إذا كانت ق1، ق2 مجهولة يمكن إيجاد النسبة بينهما وهي كنسبة ل1: ل2.
2) يمكن استخدامه في المقاومة بين قوتين دافعتين لعموديين كهربيين.

مثـــال:

استخدم مقياس جهد لقياس القوة الدافعة الكهربية لعمود فاتزنت مع 60سم من سلك المقياس في الوقت الذي أتزن فيه عمود عياري قوته الدافعة 1.44 فولت مع 64سم من سلك المقياس أحسب القوة الدافعة للعمود؟

الحـــل

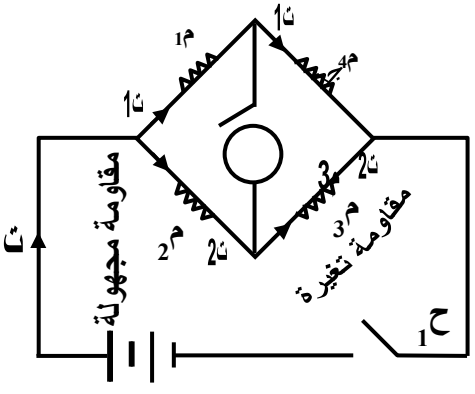
ق1 = ؟ ق2 = 1.44

ل1 = 60 ل2 = 64

$\because \frac{ق_1}{ق_2} = \frac{ل_1}{ل_2} \Leftarrow \quad \therefore \frac{ق_1}{1.44} = \frac{60}{64} \Leftarrow \therefore ق_1 = \frac{60 \times 1.44}{64} = 1.35$ جول.

قنطرة هويتستون

الغرض منها: جهاز لإيجاد مقاومة مجهولة بدقة وبطريقة غير مباشرة باستخدام (3) مقاومات معلومة منهم واحدة متغيرة.



تركيبهـــــا:

1) 4 مقاومات م1، م2، م3، م4 مرتبة على التوالي.
2) المقاومتان م1، م4 معلومة أما المقاومة م3 فهي معلومة متغيرة والمقاومة م2 مجهولة.

طريقـــة العمـــل:

1- أصل المقاومات كما بالرسم ثم أغلق دائرة الجلفانومتر ثم البطارية.

2- غير من ($م_3$) حتى يحدث الإتزان ولا يمر تيار في الجلفانومتر.

$$\therefore \quad \frac{م_2}{م_3} = \frac{م_1}{م_4}$$

ويمكن إيجاد $م_2$ بمعلومية $م_1$، $م_3$، $م_4$

ملحوظة:

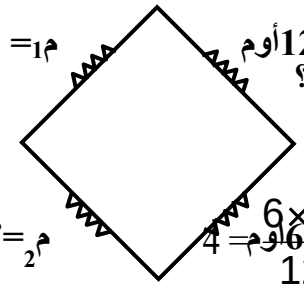
1- يسمى المقدار $\frac{م_1}{م_4}$ بذراعي النسبة.

2- النتائج التي يتم الحصول عليها غير دقيقة.

3- كثرة المقاومات المعلومة في القنطرة جعلنا نفكر في أخرى.

مثـــال(1):

في الشكل أحسب مقدار المقاومة المجهولة حتى تكون القنطرة متزنة؟



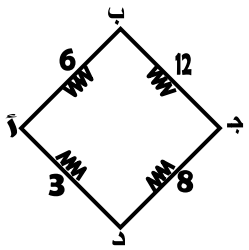
الحـــل

$\because \quad \frac{م_2}{م_3} = \frac{م_1}{م_4}$ $\quad \therefore \frac{م_2}{6} = \frac{8}{12}$ $\quad \therefore م_2 = \frac{8 \times 6}{12} = 4$ أوم

مثـــال(2):

هل القنطرة في الشكل متزنة وما التعديل الذي يمكن عمله في المقاومة 3 أوم حتى يحدث الاتزان.

الحـــــل



أولاً: شروط الاتزان $\frac{م_1}{م_4} = \frac{م_2}{م_3} \Leftarrow \frac{6}{12} \neq \frac{3}{8}$ إذن: القنطرة غير متزنة

ثانياً: نعتبر أن 3 أوم مجهولة ونحسب قيمتها عند الاتزان.

$\therefore \frac{م_2}{8} = \frac{6}{12} \Leftarrow$ $م_2 = \frac{8 \times 6}{12} = 4$ أوم

يجب توصيل المقاومة (3) أوم بمقاومة على التوالي قدرها أوم واحد لحدوث اتزان.

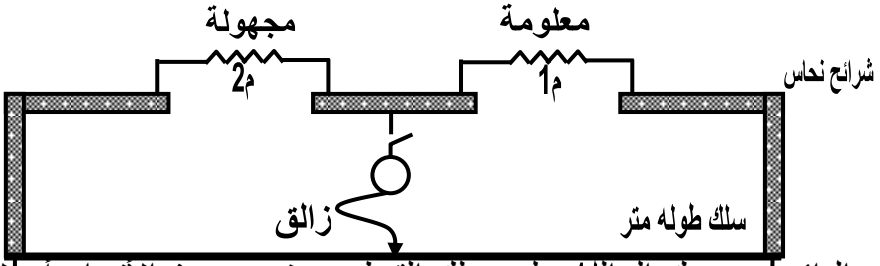
القنطرة المتريـة

الغرض منها: جهاز لإيجاد مقاومة مجهولة بدقة وبطريقة غير مباشرة باستخدام مقاومة واحدة معلومة.

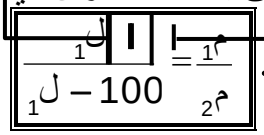
فكرتهـــــا: عند ثبوت سمك السلك ونوع مادته كلما زاد طوله زادت مقاومته أي:

م تتناسب طردياً مع ل

تركيبهـــا: شرائح من النحاس بينهما فجوتان بها م1، م2 وبينهما سلك طوله 1 متر. مثبتة على لوحه خشبية مدرجة



الخطوات: نغلق الدائرة ونحرك الزالق على سلك القنطرة حتى يحدث الاتزان أي لا يمر تيار في الجلفانومتر. نقيس ل1 بالمسطرة فيكون: $\therefore \frac{م_1}{م_2} = \frac{ل_1}{ل_2}$



ومنها نوجد قيمة المقاومة المجهولة م2 بمعلومية م1 ، ل1

مثـــال(1) وصلت مقاومة 40 اوم في قنطرة متربة وعند الاتزان كان طول السلك المقابل لها 60سم أحسب مقدار المقاومة المجهولة الموضوعة في القنطرة في الجزء الآخر من سلكها؟

الحـــــل

$م_1 = 40$ $ل_1 = 60$ $م_2 = ؟$

$\therefore \frac{م_1}{م_2} = \frac{ل_1}{100 - ل_1} \Leftarrow \frac{40}{م_2} = \frac{600}{60-100} \Leftarrow \frac{40}{40} = \frac{م_2}{60}$

$م_2 = \frac{40 \times 40}{60} = 26.6$ أوم

مثـــال(2): قنطرة متربة استخدمت في مقارنة مقاومة مجهولة بأخرى معلومة قدرها 24 أوم فكانت نقطة الإتزان تقسم السلك بنسبة2: 3. فما قيمة المقاومة المجهولة.

الحـــــل

$\frac{2}{3} = \frac{ل_1}{ل_2}$ $24 = م_2$ $؟ = م_1$

$\because \frac{م_1}{م_2} = \frac{ل_1}{ل_2} \Leftarrow \frac{2}{3} = \frac{م_1}{24}$ $\therefore م_1 = 16$ أوم

مثـــال(3): في قنطرة مترية كانت الفجوة اليمنى بها مقاومتين على التوازي (6، 3) أوم والفجوة اليسرى بها مقاومة (3) اوم حدد موضع الاتزان.

الحـــــل

$م_1 = \frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2}$

$\therefore م_1 = \frac{3 \times 6}{3 + 6}$ 2 أوم

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{ل}{100 - ل}$ $\therefore \frac{2}{3} = \frac{ل}{100 - ل}$

$3 ل = 200 - 2ل$

$3 ل + 2ل = 200$

$ل = 40$سم عند المقاومتين.

$5ل = 200$

تذكـر أن

<u>الأمبير الدولي:</u> هو شدة التيار الذي عند مروره في أحد محاليل الفضة لمدة 1 ث لكان وزن المادة المترسبة 0.11183 جم.

<u>أجهزة قياس شدة التيار:</u>

1- *<u>الجلفانومتر:</u>* الذي يستخدم لقياس شدة التيارات الضعيفة بطريقة مباشرة، ويتركب من ملف قابل للدوران بين قطبي مغناطيس ومقاومته كبيرة. ومن عيوبه ضعف المغناطيس ونقص مرونة السلكين الزنبركين بكثرة الاستعمال.

2- *<u>الأميتر:</u>* لقياس شدة التيارات العالية وبطريقة مباشرة مقاومته صغيرة ويوصل على التوالي.

<u>مجزئ التيار:</u> مقاومة صغيرة توصل مع الجلفانومتر على التوازي لاستخدامه في قياس شدة تيار أكبر من تدريجه.

$$\text{م}_2 = \frac{\text{ت}_1 \text{م}_1}{\text{ت} - \text{ت}_1} = \text{أوم}$$

الأميتـــر	الفولتميتـــر	الأوممیتـــر
1- لقياس شدة التيار.	لقياس فرق الجهد.	لقياس المقاومة الكهربية.
2- يتركـب مـن جلفـانومتر + مجزئ تيار.	يتركـــب مـــن جلفـــانومتر + مضاعف جهد.	يتركـب مـن جلفـانومتر + عمـود كهربي + مقاومة عيارية
3- مقاومته صغيرة.	مقاومته كبيرة	لا يوصل في دائرة كهربية
4- يوصل على التوالي.	يوصل على التوازي.	
5- تدريجـه منـتظم مقسـم إلـى أميترات.	مقسم إلى فولتات.	تدريجه غير منتظم.

<u>مقياس الجهد:</u> يستخدم في قياس ق.د.ك بدقة وبطريقة غير مباشرة، ومن شروط *<u>استخدامه:</u>*

1- ق.د.ك للبطارية أكبر من ق.د.ك للعمود.

2- يتصل موجب العمود مع موجب البطارية كذلك السالب بسالب البطارية.

ويمتاز مقياس الجهد عن الفولتميتر أنه لا يأخذ تيار من العمود المراد قياس قوته الدافعة.

قنطرة هويتسون	القنطرة المترية
1- تستخدم لإيجاد مقاومة مجهولة بمعلومية (3) مقاومات.	تسـتخدم لإيجـاد مقاومـة مجهولـة باسـتخدام مقاومة واحدة معلومة.
2- يوجد بها صعوبة في الحصول على الإتزان بسبب ذراعي النسبة	تصل الدقة فيها بدرجة كبيرة.

أسئلـة تقويم الوحدة

س1: أكمل الفراغات التالية بما يناسبها من كلمات:

أ- تعد القنطرة المترية جهازاً بديلاً للـ.....؛ لأن استخدامها يكون أسهل منها في تعيين قيمة مقاومة كهربائية مجهولة.

ب- مقياس الجهد يقيس (ق. د. ك) لمصدر كهربائي بطريقة..... من استخدام الفولتميتر.

جـ- الأميتر جهاز يستخدم لقياس شدة التيار بطريقة.....

د- من فوائد مجزئ التيار المستخدم في جهاز..... هو جعل الأميتر يقيس..... ويوصل مع مقاومته الداخلية على..... بينما مجزئ الجهد يوصل مع المقاومة الداخلية للفولتميتر بطريقة.....، ويجعل الفولتميتر يقيس فروق جهد.....

س2: ضع علامة (✓) أمام الفقرة الصحيحة، وعلامة (×) أمام الفقرة الخطأ فيما يلي:

1- الفولتميتر عبارة عن جهاز الجلفانومتر، ولكن تم تعديله ( )

2- يوصل كل من الأميتر والفولتميتر في الدوائر الكهربائية على التوالي ( )

3- يضاف إلى جهاز الجلفانومتر بدلاً عن سلك لي رفيع سلك حلزوني أكثر سمكاً؛ ليتحمل قياس شدة تيار كهربائي أكبر مما يتحمله ملفه. ( )

4- عند استخدام الجلفانومتر ذي الملف المتحرك كفولتميتر، توصل مقاومة كبيرة على التوالي مع ملف الجلفانومتر. ( )

5- يتم توصل مقاومة عيارية بالأوممييتر ( )

6- يوجد أسطوانة من النحاس الأحمر داخل ملف الجلفانومتر. ( )

س3: علل ما يلي:

أ) يتم توصيل مقاومة كبيرة مع المقاومة لملف الفولتميتر على التوالي.

ب) يوصل الأميتر مع مقاومة ملفه مقاومة صغيرة على التوالي.

ج) مقياس الجهد جهاز يقيس (ق . د. ك) مصدر بدقة أكبر من الفولتمير.

س4: أشرح مع الرسم كيف يمكنك استخدام القنطرة المترية في تعيين قيمة مقاومة مجهولة.

س5: بين بالتجربة: كيف يمكنك استخدام مقياس الجهد في تعيين (ق. د. ك) لعمود كهربائي جاف؟

س6: جلفانومتر مقاومة ملفه (0.5) أوم وأكبر تدريج له (5) أمبير؛ فإذا أردنا استخدامه ليقيس شدة تيار (10) أمبير، فأحسب مقدار قيمة مقاومة مجزئ التيار اللازم توصيلها مع مقاومة ملفه؟

س7: جلفانومتر يمر به تيار شدته (0.4) أمبير وينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج المكتوب عليه، وفي هذه الحالة يكون الفرق في الجهد بين طرفيه يساوي (50) فولت، فكم تكون قيمة مجزئ الجهد الذي يجعله يصلح لقياس فرق جهد 200 فولت؟

س8: ما المقصود بكل مما يأتي:

(مجزئ التيار – مجزئ الجهد – الأوممييتر – الأفوممييتر)

س9: إذا أردت أن تستخدم الفولتميتر في قياس فرق جهد بين نقطتين، وكان فرق الجهد المراد قياسه أكبر من التدريج المدون على الفولتميتر، فكيف يمكنك أن تعدله ليقيس لك فرق الجهد المطلوب؟

س10: لماذا يعد مقياس الجهد أدق من الفولتميتر في قياس (ق. د. ك) لمصدر تيار مستمر؟

س11: أشرح تجربة عملية لقياس مقاومة كهربائية مجهولة القيمة باستخدام كل من:

أ- القنطرة المترية.

ب- قنطرة هويتستون.

س12: وضح بتجربة عملية كيف يمكنك تعيين المقاومة الكلية لجهاز الفولتميتر؟

إجابـة تقويم الوحـدة

س1: أكمل الفراغات:

أ – قنطرة هوميتسون. ب- أدق. ج- مباشرة.

د- الجلفانومتر – شدة تيار كبيرة على التوازي – على التوالي كبيرة.

س1/ ضع (✓) أم (✘):

1- ✓ 2- ✘ الفولتميتر يوصل على التوازي.

3- ✓ 4- ✓

5- ✓ 6- ✘ اسطوانة مصمته من الحديد المطاوع.

س3/ علل لما يأتي:

1- حتى يقيس فرق جهد كبير لأن العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار طردياً، وفي حالة كبر مقاومة الفولتميتر لا يمر به تيار كبير في الدائرة.
2- حتى يقيس شدة تيار كبيرة لأن ت تتناسب طردياً مع 1م.
3- لأن الفولتميتر يأخذ تيار من العمود فتكون قراءته أقل من القيمة الحقيقية بينما مقياس الجهد لا يأخذ أي تيار.

س4/ أنظر الإجابة داخل الشرح.

س5/ أنظر الإجابة داخل الشرح.

س6/ $م_2 = \frac{ت_1 \times م_1}{ت - ت_1} = \frac{0,5 \times 5}{5 - 10} = 0.5$ أوم

س7/ $جـ = ت\ (م_1 + م_2)$ $200 = 0.4\ (\frac{50}{0,4} + م_2) = 375$ أوم.

حل آخر:

$\because م_2 = م_1 \frac{جـ - جـ_1}{جـ_1} \Leftarrow م_2 = \frac{50}{0,4} \times \frac{50 - 200}{50} \Leftarrow م_2 = \frac{150}{0,4} = 375$ أوم

جـ8/ **مجزئ التيار:** هي مقاومة صغيرة جداً توصل مع ملف الأميتر على التوازي حتى يستطيع قياس شدة تيار كبير.

مجزئ الجهد: هي مقاومة كبيرة جداً توصل مع ملف الفولتمتير على التوالي حتى يستطيع قياس فرق الجهد كبير.

الأوممیتر: هو جهاز يستخدم لقياس المقاومة الكهربية لموصل أو لدائرة كهربية بطريقة مباشرة.

الأوفوميتر: هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار وفرق الجهد والمقاومة.

جـ9/ بتوصيل ملفه على التوالي بمقاومة كبيرة جداً.

جـ10/ لأنه لا يأخذ تيار كهربي من الدائرة أو من العمود المطلوب قياس فرق الجهد بين طرفيه ولذلك تكون قراءته دقيقه.

جـ11/ أنظر الإجابة.

جـ12/ أنظر الإجابة.

أسئلة على الوحدة

س1/ أشرح مستعيناً بالرسم تركيب الجفاتومتر أو الملف المتحرك وبين كيفية استعماله ونظرية عمله؟

س2/ صف مع الرسم الأمتير؟ ووضح كيف يمكن تغيير الحد الأقصى لشدة التيار الذي يقيسه مع إثبات العلاقة التي تذكرها؟

س3/ صف مع الرسم تركيب الفولتميتر؟ وأشرح طريقة استخدامه لقياس فرق الجهد؟ ثم بين كيف يمكن استخدامه لقياس فرق جهد كبير؟

س4/ قارن بين:

1) الأميتر- الفولتميتر .
2) قنطرة هويتسون – القنطرة المترية.

س5/ كيف يمكن تحويل الجلفاتومتر إلى أو مميتر؟ وضح ما تقول؟

س6/ علل لما يأتي:

1) يوصل الأميتر في الدوائر الكهربية على التوالي.
2) يوصل الفولتيمر في الدوائر الكهربية على التوازي.
3) يضاف إلى الجلفاتومتر سلك حلزوني سميك.
4) يحتوي الأفوموميتر على عدد من المجزئات ومفتاح متعدد الأوضاع.
5) يوصل القطب السالب للعمود المراد تعيين قوته الدافعة بالقطب السالب لبطارية لقياس الجهد.
6) يشترط أن تكون ق. د. ك لبطارية المقياس أكبر من ق. د. ك للعمود المتصل به.
7) وجود مقاومة معلومة متغيرة في قنطرة هو هويتسون.
8) القنطرة المترية أفضل من قنطرة هويتسون في قياس المقاومة الكهربية.

مسائـل

1- مللي أميتر مقاومته 1.9 أوم يقيس تيار كهربي أقصاه 500مللى أمبير. فما مقاومة المجزئ اللازم لقياس تيار أقصاه 10 أمبير. (0.1 أوم)

2- جلفانومتر مقاومته 19 أوم ينحرف مؤشرة إلى نهاية تدريجه عندما يمر به تيار شدته 0.05 أمبير فما أكبر شدة تيار يبقيه إذا وصل به مجزئ مقاومته أوم واحد؟ (1 أمبير)

3- جلفانومتر مقاومته 150 أوم يصل مؤشرة إلى نهاية تدريجه إذا مر فيه تيار شدته 10مللي أمبير ماذا يجب إجراؤه حتى يمكن استخدامه كفولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه 25 فولت؟(2350أوم)

4- جلفانومتر حساس مقاومته 200 أوم أقصى تدريج له 2مللى أمبير – أحسب

أ- مقاومة المجزئ اللازم لقياس تيارات أقصاها 5 أمبير.

ب- المقاومة اللازمة لأستخدامه في قياس فرق 10 فولت. (0.08أوم– 4800أوم)

5- جلفانومتر مقاومته 50أوم يتخرق مؤشرة إلى نهاية مقياسه إذا مر به تيار شدته 0.002 أمبير أحسب:

أ-دلالة انحرافه الكلي بالفولت إذا استخدم كفولتميتر بتوصيلة على التوالي بمقاومة 450أوم.

ب- دلالة انحرافه الكلي بالأمبير إذا استخدم كأميتر بتوصيلة على التوازي بمقاومة0.1أوم.

6- أميتر مدرج إلى مملي أمبير مقاومته 50 أوم أريد استخدامه كفولتيمتر أحسب المقاومة التي توصل بالأميتر على التوالي لكي تصبح دلالة كل مملي أمبير على تدريجه دلالة على فرق جهد مقداره فولت واحد (950 أوم)

7- النقاط أ، ب، جـ، د مأخوذة في ترتيب دائري تكون أركانه قنطرة هوميستون فإذا كانت مقاومة الأذرع (أب – ب جـ - جـ د – د أ) على الترتيب هي 2، 5، 4، 2 أوم – أحسب قيمة المقاومة التي لو وصلت بالذراع (د أ) حدث اتزان. (8 على التوازي)

8- وصلت مقاومة 6 أوم بالطرف الأيسر لقنطرة مترية ووصل بطرفها الأيمن مقاومة 4 أوم فإذا وصلت مقاومة 2 أوم على التوالي مع المقاومة 6 أوم أحسب المسافة التي تحركها نقطة الاتزان. (6.67 سم)

9- يتكون مقياس جهد من بطارية قوتها الدافعة 2 فولت ومقاومتها الداخلية أوم واحد وسلك طوله 100سم، ومقاومته 4 أوم وطول الجزء الذي يتزن مع عمود كهربي قوته الدافعة 1.08 فولت. (67.5سم)

10- وصلت بطارية ذات قوة دافعة كهربية كبيرة بسلك طوله 20متر فاتزن 50سم منه مع 72سم من سلك مقياس الجهد في حين أن عمود قوته الدافعة 1.05 فولت أتزن مع 35سم من سلك المقياس أحسب القوة الدافعة للبطارية بإهمال مقاومتها الداخلية؟ (86.4 فولت)

11- تتكون أذرع قنطرة هويستون من المقاومات، $م_1$،$م_2$، $م_3$،$م_4$، في ترتيب دائري فإذا كانت $م_1$= 10أوم، $م_2$= 20أوم، $م_3$= 30أوم أحسب مقدار $م_4$كي تصبح القنطرة في حالة اتزان وإذا بدلت $م_1$، $م_2$ كل منهما مكان الأخرى أوجد قيمة المقاومة اللازمة لتوصيلها مع $م_4$ حتى تعود القنطرة لوضع الاتزان؟ (15 أوم – 45 أوم على التوالي).

12- استخدمت قنطرة متربة لتعيين مقاومة مجهولة بالاستعانة بمقاومة معلومة قيمتها 5.5أوم فكان طول سلك القنطرة المقابل للمقاومة المجهولة في حالة الاتزان 45سم أحسب المقاومة المجهولة (4.5 أوم)

13- قنطرة مترية مقاومة سلكها 10أوم استخدمت في تعيين قيمة مقاومة مجهولة بمقاومة معلومة مقدارها 24 أوم فكانت نقطة الاتزان تقسم السلك بنسبة 3:2 على الترتيب أحسب قيمة المقاومة المجهولة (16 أوم).

14- جلفانومتر مقاومته 100أوم أقصى قراءة له 0.02 أمبير – أحسب المقاومة المعيارية لتحويلة إلى أوممتير باستعمال عمود قوته الدافعة 3 فولت، وما مقدار المقاومة التي عند قياسها تجعل المؤشر ينحرف إلى 0.25 تدريجه تماماً. (50-450 أوم)

15- جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تيار تزيد شدته عن 10ملل أمبير. فإذا كانت مقاومته 19.1 أوم. فأوج مقدار المقاومة اللازمة لتعديل الجلفانومتر ليصبح صالحاً للاستعمال.

أ- كأميتر لقياس تيار أقصاه واحد أمبير. (0.19 أوم)

ب- كفولتميتر لقياس فرق جهد أقصاه 5 فولت. (480.9 أوم)

ج- كأوممتير لقياس مقاومة 10 أوم إذا وصل عمود قوته الدافعة الكهربية 1.5 فولت. (120.9 أوم)