أجهزة القياس

قسم الاجهزة الطبيـــــــــة

المرحلة الثانيـــــة

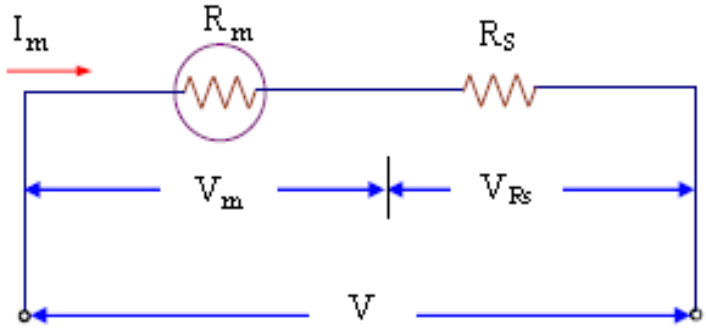
إعداد المدرس

حيدر فاضـــــــل

2023-2022

استخدام جهاز دارسونفال ذي الملف المتحرك لقياس الجهد المستمر (DC Voltmeter)

تعتمد الفكرة الأساسية لاستخدام جهاز دارسونفال ذو الملف المتحرك لقياس الجهد الكهربائي على قانون أوم حيث مرور تيار كهربائي في مقاومة كهربائية يسبب جهد كهربائي يتناسب مع هذا التيار أو يساوي حاصل ضرب المقاومة في التيار. وبما أن جهاز دارسونفال ذا الملف المتحرك لا يشعر إلا بالتيار الكهربائي، ففي هذه الحالة يمكن تحويل الجهد الكهربائي إلى تيار كهربائي بواسطة تطبيقه على مقاومة كهربائية معروفة القيمة وبذلك يتناسب التيار الناتج مع الجهد المطبق، ويعاير الجهاز في هذه الحالة لقراءة الجهد مباشرة. وفي حالة الجهود الصغيرة (حتى ١٠ mv)، يمكن اعتبار مقاومة الجهاز كافية ويمكن للجهاز أن يقيس الجهود الكهربائية بدون إضافات، ولكن للجهود الكهربائية الأعلى من ١٠ mv، لابد من الاستعانة بمقاومة خارجية كبيرة متوالية مع الجهاز(R_S)، تكون مهمتها الأساسية احتلال الجزء الأكبر من الجهد المقاس كمقسم للجهد، كما هو موضح بشكل رقم (٣ -٩).



شكل رقم (٣ -٩) دائرة جهاز دارسونفال ذي الملف المتحرك لقياس الجهد الكهربائي.

ويمكن حساب قيمة المقاومة R_S، تبعاً لقيمة الجهد المقاس V كالآتي:

$$I_m = V/(R_m + R_S) \qquad (٣ -٢٤)$$

$$R_S = (V/I_m) - R_m \qquad (٣ -٢٥)$$

وتعرف حساسية الجهاز (Sensitivity (S)) للقراءة كالآتي:

$$S = 1/I_{FS} \qquad (٣-٣٦)$$

حيث:

I_{FS} : أقصى تيار يستطيع الجهاز تحمله وهو في ذات الوقت التيار المناظر لأقصى انحراف للمؤشر.

وحدات S هي:

$$S \equiv \frac{1}{\text{Ampere}} = \frac{1}{\text{volt/ohms}} = \text{ohm / volt} = \Omega/V \qquad (٣-٣٧)$$

وبالتالي يمكن حساب المقاومة R_S كالآتي:

$$R_S = S \cdot V - R_m \qquad (٣-٣٨)$$

<u>مثال</u> : جهاز دارسونفال ذي الملف المتحرك مقاومته الداخلية تساوي 1 KΩ وتيار اقصى انحراف IFS = 100μA احسب قيمة المقاومة المتوالية مع الجهاز لتمكين الجهاز من قراءة جهد كهربائي حتى 50V

الحل

من المعادلة رقم (٣-٣٨)

$$R_S = SV - R_m$$

ونبدأ بحساب حساسية الجهاز S كما يلي:

$$S = 1/I_{FS} = 1/100\,\mu A = 10\,k\Omega/V$$

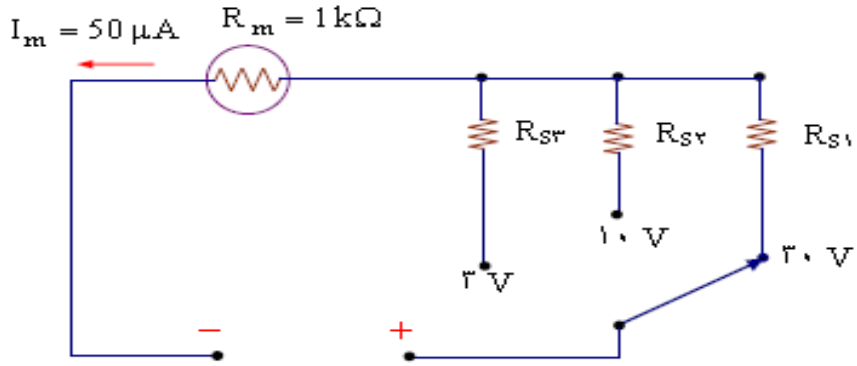
وبتطبيق S في معادلة R_S:

$$R_S = (10\,k\Omega/V \times 50\,V) - 1\,k\Omega = 499\,k\Omega$$

ويمكن استخدام نظام مقاومات منفصلة أو نظام مقاومات متصلة للحصول على أكثر من مدى لقياس الجهد كما هو مبين بالمثالين الآتيين:

مثال رقم (٣-٤)

احسب قيم المقاومات المجهولة R_{S1}, R_{S2}, R_{S3} في نظام جهاز قياس الجهد المبين بشكل رقم (٣-١٠).



شكل رقم (٣-١٠) دائرة قياس الجهد الكهربائي للمثال رقم (٣-٤).

الحل:

نبدأ بحساب حساسية الجهاز S:

$$S = 1/I_{FS} = 1/50\,\mu A = 20\,k\Omega/V$$

لحساب R_{S1} نعتبر نطاق القياس الأول V ٣:

$$R_{S1} = S \cdot V_1 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 3V - 1\,k\Omega = 59\,k\Omega$$

لحساب R_{S2} نعتبر نطاق القياس الثاني V ١٠:

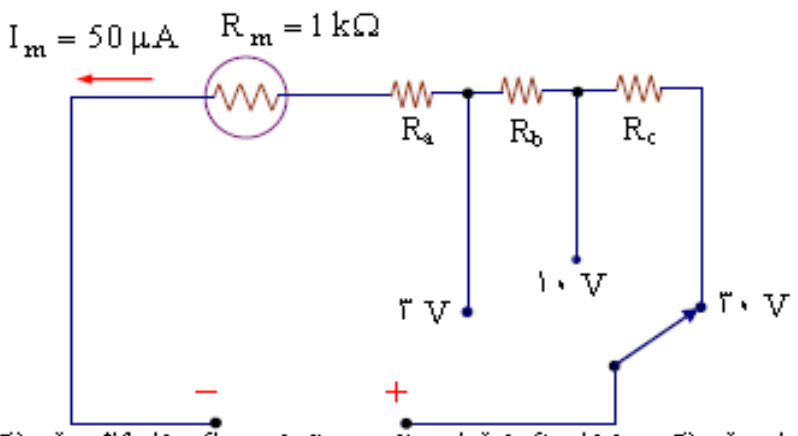
$$R_{S2} = S \cdot V_2 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 10V - 1\,k\Omega = 199\,k\Omega$$

لحساب R_{S3} نعتبر نطاق القياس الثالث V ٣٠:

$$R_{S3} = S \cdot V_3 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 30V - 1\,k\Omega = 599\,k\Omega$$

مثال رقم (٢ -٥)

احسب قيم المقاومات المجهولة R_a, R_b, R_c في نظام جهاز قياس الجهد المبين بشكل رقم (٣ -١١).



شكل رقم (٣ -١١) دائرة قياس الجهد الكهربائي للمثال رقم (٣ -٥).

الحل:

نبدأ بحساب حساسية الجهاز S:

$$S = 1/I_{FS} = 1/50\,\mu A = 20\,k\Omega/V$$

لحساب R_a نعتبر نطاق القياس الأول V ٣:

$$R_a = S \cdot V_1 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 3V - 1\,k\Omega = 59\,k\Omega$$

لحساب R_b نعتبر نطاق القياس الثاني V ١٠:

$$R_a + R_b = S \cdot V_2 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 10V - 1\,k\Omega = 199\,k\Omega$$

$$R_b = 199\,k\Omega - R_b = 199\,k\Omega - 59\,k\Omega = 140\,k\Omega$$

لحساب R_c نعتبر نطاق القياس الثالث V ٣٠:

$$R_a + R_b + R_c = S \cdot V_3 - R_m = 20\,k\Omega/V \times 30V - 1\,k\Omega = 599\,k\Omega$$

$$R_c = 599\,k\Omega - (R_a + R_b) = 599\,k\Omega - 199\,k\Omega = 400\,k\Omega$$

٢ -٢ -٣ -٢ -١ تأثير الحمل في حالة استخدام جهاز الملف المتحرك كجهاز قياس للجهد

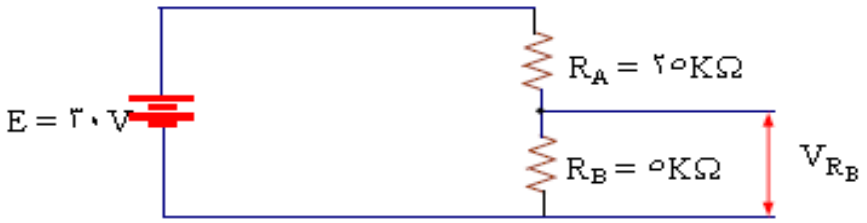
Voltmeter Loading Effect

يجب أن تكون مقاومة جهاز قياس الجهد كبيرة جدا بالنسبة للحمل المراد قياس الجهد على طرفيه، حتى تمنع مرور التيار بالجهاز إلا بالقدر اللازم فقط لانحراف المؤشر، أما إذا صغرت قيمة المقاومة فإنه يمر بها جزء كبير من التيار مما يؤثر على دقة القراءة، وهو ما يسمى بتأثير الحمل.

يوضح شكل رقم (٣ -١٣) وضعا يؤدى إلى أخطاء في قراءة الجهد في بعض الحالات، والمطلوب قياس فرق الجهد على طرفي المقاومة R_B، وبتطبيق قاعدة مجزئ الجهد، يكون الجهد على طرفي المقاومة R_B بدون توصيل مقياس الجهد هو:

$$V_{R_B} = E \times \frac{R_B}{R_A + R_B} \qquad (٣ -٣٩)$$

$$V_{R_B} = 30V \times \frac{5\ k\Omega}{25\ k\Omega + 5\ k\Omega} = 5\ V$$



شكل رقم (٣ -١٣) دائرة توضح تأثير الحمل في حالة الفولتميتر.

بقياس هذا الجهد بواسطة فولتميتر له مقاومة داخلية مقدارها $10\ k\Omega$، ففي هذه الحالة يقلل الفولتميتر من القيمة الفعلية لمقاومة الدائرة، لأنه موصل على التوازي مع المقاومة R_B، وبالتالي تكون محصلة المقاومتين على التوازي R_{eq} تساوي:

$$R_{eq} = R_B // R_V$$

$$= \frac{R_B \times R_V}{R_B + R_V}$$

$$= \frac{5\ k\Omega \times 10\ k\Omega}{5\ k\Omega + 10\ k\Omega} = 3.33\ k\Omega$$

وبناء على ذلك، تكون قراءة الجهد التي يشير إليها مقياس الجهد، وبتطبيق قاعدة مجزئ الجهد تساوي:

$$V_{R_B} = E \times \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R_A} = 30\,V \times \frac{3.33\,k\Omega}{3.33\,k\Omega + 25\,k\Omega} = 3.53\,V$$

وهنا نجد أن نسبة الخطأ في قيمة الجهد نتيجة لتأثير الحمل تساوي % ٢٩.٤ ، وهذا التأثير كبير نظرا لأن مقاومة مقياس الجهد صغيرة جدا.

ولكي يعطى مقياس الجهد بيانا صحيحا لقيمة الجهد ، ينبغي ألا تزيد مقاومته الداخلية كثيراً جداً عن المقاومة التي يقاس الجهد بين طرفيها ، فمن الأفضل في الحالة الموضحة في شكل رقم (٣ -١٢) أن تزيد مقاومة مقياس الجهد الداخلية ، عن مئة ضعف قيمة مقاومة الحمل ، أي أن المقاومة الداخلية يتحتم أن تعادل ٥٠٠kΩ أو أكثر.