فولتميتر التيار المتردد AC Voltmeter

كما ذكرنا سابقا ان اكثر الاجهزة شيوعاً هو جهاز القياس ذو الملف المتحرك . ونظرا لأهمية هذا الجهاز وشيوع استعماله سوف نشرح بإيجاز كيفية استخدامه كفولتميتر تيار متردد.

من اجل استخدام جهاز القياس ذو الملف المتحرك لقياس فرق الجهد المتردد (AC) ، يجب ان نقوم بتقويم (rectify) التيار المتردد باستخدام مقوم ديود (diode rectifier) لإنتاج تيار غير متجه (unidirectional current)

يوجد هناك انواع كثيرة من المقومات يمكن استخدامها لتقويم التيار منها :

1. Copper oxide rectifier .
2. Vacuum diode.
3. semiconductor or crystal diode.

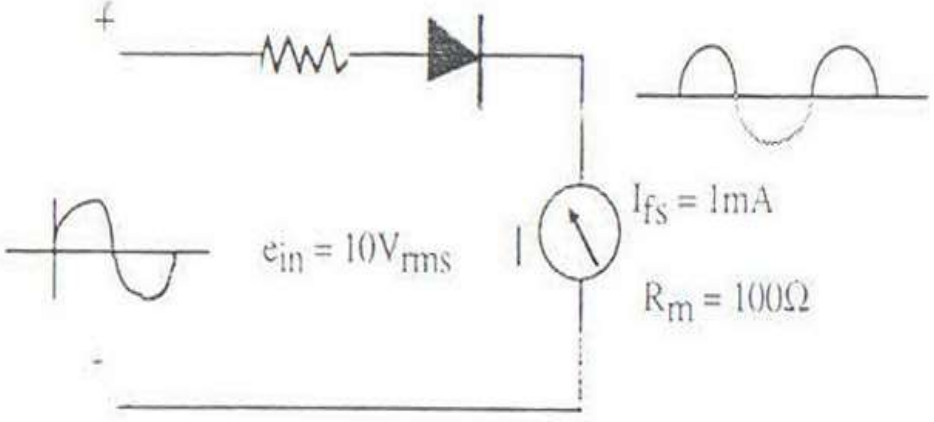
كما نرى في الشكل رقم "1" اضيف لدائرة فولتميتر الملف المتحرك مقوم ديود لقياس فرق الجهد المتردد AC.

وكما نعلم من الوحدة الثالثة ان حساسيه الجهاز عند استخدامه كفولتميتر تيار مستمر هي

$$\text{Sensitivity} = S = \frac{1}{I_{fs}}$$

$R_S = 10k\ \Omega$

$= \frac{1}{1mA} = 1k\ \Omega / v$



شكل رقم "1"

$$= \frac{1}{1mA} = 1k\Omega/V$$

افرض ان مدى القياس هو (10v dc) لجهاز الفولتميتر.

واننا غيرنا مصدر التغذيه من 10 V dc الى 10-Vrms

(rms تعني القيمة الفعالة للجهد ، حيث ان $V_p = \sqrt{2}\, V_{rms}$ ، وتعني V_p قيمة الجهد من القمة الى الصفر)

$$V_p = 10\ V\ rms \times \sqrt{2}$$
$$= 14\ .\ 14\ -V_{peak}$$

ان فولتميتر التيار المستمر يعمل (respond) عند القيمة المتوسطة

(average value) للموجه الجيبيه المترددة

حيث ان القيمة المتوسطة تساوي 0.636 من قيمة القمة ($V_{ave} = 0.636\ V_p$) للموجه الكاملة

$$V_{ave} = 0.636 V_p$$
$$= 0.636 \times 14.14$$
$$= 8.99V \approx 9v$$

وكما نعلم ان الديود لا يسمح بمرور التيار الا في اتجاه واحد ، اذاً فإن الموجه الجيبيه (Sine wave) التي تمر من الديود تظهر على المخرج كنصف موجه جيبية كما في الشكل رقم (1) حيث يختفي الجزء السالب من الاشارة . اذاً تكون القيمة المتوسطة لإشارة المخرج نصف القيمة المتوسطة على المدخل اي 4.5V مما تقدم نستطيع القول ان مؤشر الجهاز ينحرف انحراف كامل عند ادخال اشارة جهدها 10V dc بينما ينحرف بمقدار 4.5v عند ادخال اشارة جهدها 10Vrms اي بمقدار 45% من الانحراف الكلي.

ونستطيع حساب قيمة المقاومة الضاربة (Multiplier resister)

$$R_s = \frac{V_{ac}}{I_{dc}} - R_m$$

$$= \frac{0.45\ V_{rms}}{I_{dc}} - R_m =$$

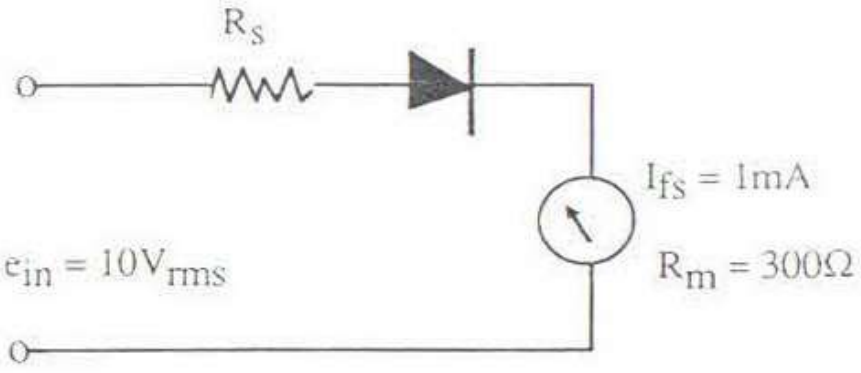
ومن المعادله اعلاه نجد ان

$$Sen_{ac} = 0.45\ sen_{dc}$$

مثال

أوجد قيمة المقاومة الضاربه (Multiplier resistor)

لمدى 10Vrms للفولتميتر الموضح بالشكل



الحل (1)

$$S_{dc} = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{1}{1_{mA}} = \frac{1k\Omega}{V}$$

$$R_s = S_{dc} \times Range_{dc} - R_m$$

$$= \frac{1k\Omega}{V} \times \frac{0.45\ V_{rms}}{1} - R_m$$

$$= \frac{1K\Omega}{V} \times \frac{4.5v}{1} - 300 = 4.2k\Omega\ .$$

(2) الطريقة الثانية

$$S_c = 0.45\ S_{dc}$$

$$= 0.45\ \frac{1}{I_{fs}}$$

$$= \frac{450\Omega}{v}$$

$$R_s = S_{ac} \times Range_{ac} - R_m$$

$$= \frac{450\Omega}{v} \times \frac{10v}{1} - 300\Omega$$

$$= 4.2\ k\ \Omega$$

٣) الطريقة الثالثة

$$R_s = \frac{0.45\ Vrms}{I_{fs}} - R_m$$

$$= \frac{0.45 \times 10\ Vrms}{1\ mA} - 300\ \Omega$$

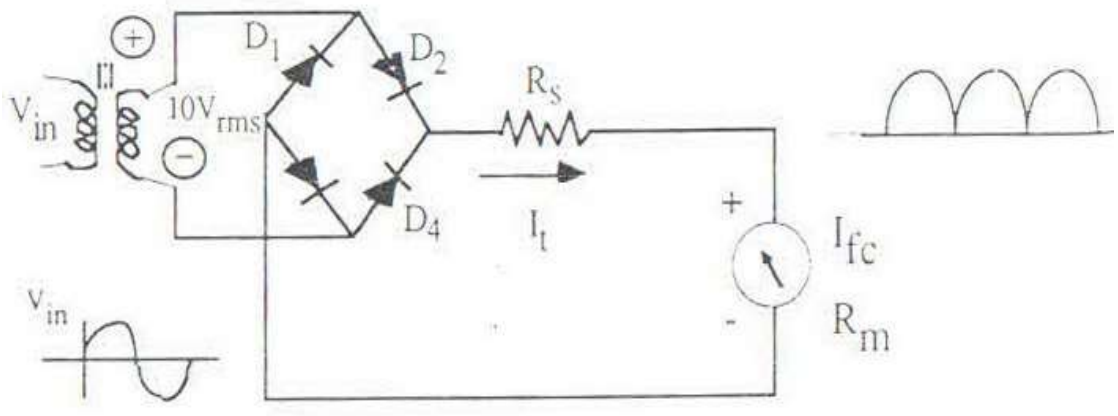
$$= \frac{4.5V}{1mA} - 300\ \Omega$$

$$= 4.2\ k\Omega\ .$$

استخدام مقوم الموجه الكامله لفولتميتر الملف المتحرك

Darsonval Meter Movement used with Full Wave Rectification.

يبين الشكل رقم "2" الدائرة الكهربائية لفولتميتر الملف المتحرك باستخدام مقوم الموجه الكامله .



شكل رقم "2"

بالرجوع الى الشكل رقم "2"

$$Vp = \sqrt{2}\ V\ rms$$

$$= \sqrt{2}\ 10 = 14.14 - Vpeak$$

وكما نعلم ان المركبة المستمرة او القيمة المتوسطة

$$V_{ave} = 0.636 V_p = 9V\ .$$

ومن المعادلة اعلاه نلاحظ انه

$$S_{ac} = 0.9\ S_{dc}$$

مثال

بالرجوع الى الشكل رقم "2" اذا علمنا انه $R_m = 500\Omega$ وأن $I_{fs} = 1mA$ أوجد قيمة المقاومة الضاربة (Multiplier Res.)

اذا استخدمنا الجهاز على مدى 10Vrms كفولتميتر

الحل

$$S_{dc} = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{1}{1mA} = \frac{1k\Omega}{V}$$ وكما نعلم ان

$$S_{ac} = 0.9\ S_{dc}$$

$$= 0.9 \times \frac{1k\Omega}{V} = \frac{900\Omega}{V}$$

$$R_s = S_{ac} \times Range - R_m$$

$$R_s = \frac{900\Omega}{V} \times 10\ Vrms - 500\ \Omega$$

$$= 8.5\ k\Omega$$

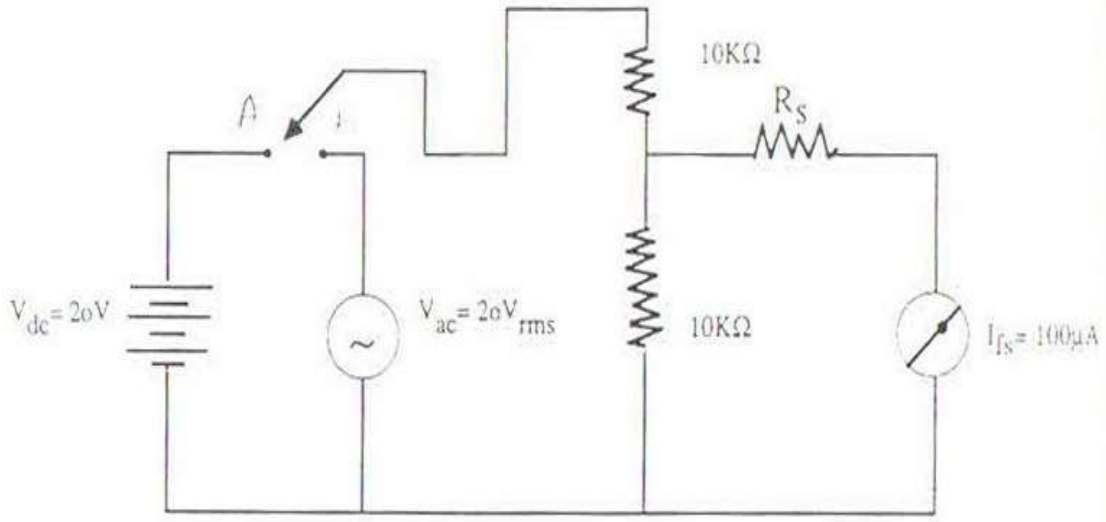
أثر التحميل لفولتميتر التيار المتردد

Loading Effects of Ac Voltmeters

كما بينا فيما سبق ان حساسيه جهاز الفولتميتر تقل عند استخدام مقوم نصف موجة او مقوم الموجة الكامة في حالة استخدامه كفولتميتر تيار متردد . وتبعاً لذلك فان اثر التحميل (Loading effect) يزداد عنه في حاله dc فولتميتر .

مثال

احسب قراءة الفولتميتر المبين بالشكل ادناه اذا اغلق المفتاح على النقطة A ثم اذا اغلق المفتاح على النقطة B واذا علمنا ان المقوم المستخدم مقوم نصف موجه ثم مقوم الموجه الكامه وكان المدى هو 10V , dc rms



ان قراءة الجهاز عند استخدام dc فولتميتر

$$S_{dc} = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{1}{100MA} = \frac{10k\Omega}{V}$$

$$R_s = S_{dc} \times Range$$

$$= \frac{10k\Omega}{V} \times 10\ V = 100\ k\Omega$$

$$V = 20V \frac{100k\Omega // 10\ k\ \Omega}{100k\Omega // 10\ k\Omega} + 10\ k\Omega$$

$$= 20V \times \frac{9.09\ k\Omega}{9.09K\Omega + 10K\ \Omega} = 9.52\ V$$

ان قراءة الجهاز عند استخدامه كفولتميتر مع موحد نصف موجه كما يلي

$$S_{hw} = 0.45\, S_{ac} = \frac{4.5k\Omega}{V}$$

$$R_s = S_{hw} \times \text{Range} = 4.5 \times 10 = 45\ k\Omega$$

$$V = 20v \times \frac{45k\Omega // 10\ k\ \Omega}{45\ k\Omega // 10k\Omega + 10k\Omega}$$

$$= 20v \times \frac{8.18\ k\Omega}{8.18\ k\Omega + 10\ k\Omega} = 9V$$

وعند استخدام موحد موجه كامله

$$S_{FW} = 0.9 S_{dc} = 9K\Omega$$

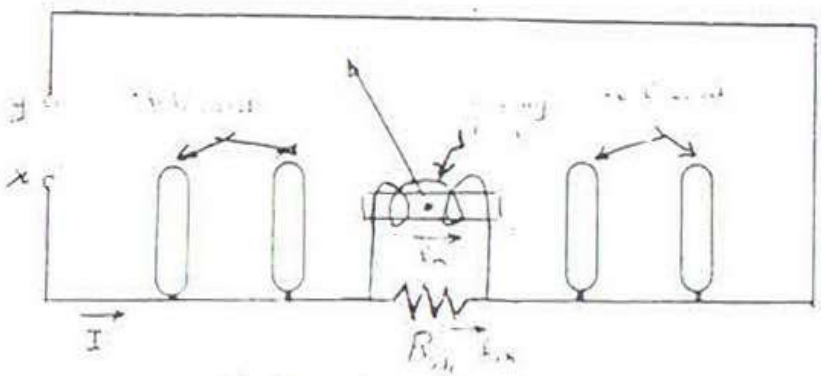
$$R_s = S_{fw} \times \text{Rang} = 90\ k\Omega$$

$$V = 20V \times \frac{90\ k\Omega // 10\ k\ \Omega}{90\ k\ \Omega + // 10k\Omega + 10k\ \Omega}$$

$$= 20v \times \frac{9k\ \Omega}{9k\Omega + 10k\Omega} = 9.47.$$

أميتر التيار المتردد Alternating Current Ammeter

يستخدم جهاز القياس الكهروديناميكي (Electrodynamometer) وحده دون اي تعديلات او ملحقات عليه كأميتر لقياس التيار المتردد والمباشر على السواء ، حيث يوصل هذا الجهاز مع الدائرة المراد قياس شدة التيار المار بها على التوالي ويعتبر هذا النوع من الاجهزة الشائعة الاستخدام . ويبين الشكل رقم (١) الدائرة العمليه لأميتر التيار المتردد من نوع كهروديناميكي.



شكل (١) : أميتر من نوع كهروديناميكي.

وكما نرى بالشكل ان المقاومة R_{sh} (shunt resistor) توصل مع الملف الثابت على التوازي .

مثال : اذا علمنا ان جهاز قياس من نوع كهروديناميكي استخدم كجهاز قياس التيار وكان تيار كل المدى لهذا الجهاز هو $I_{fs} = 10mA$ ، واردنا قياس تيار قدره 1A، أوجد قيمة المقاومة R_{sh} اذا علمنا ان مقاومه الجهاز الداخليه $R_n = 40\ \Omega$.

الحل :

بالرجوع الى الشكل (1) نلاحظ ما يلي :

$$I = n\ I\ M$$

$$R_{sh} = \frac{R_n\ I_m}{n\ I_m - I_m}$$

$$R_{sh} = \frac{R_m}{n-1} = \frac{40}{100 - 1} = \frac{40\Omega}{99}$$

$$= 0.404\ \Omega$$