

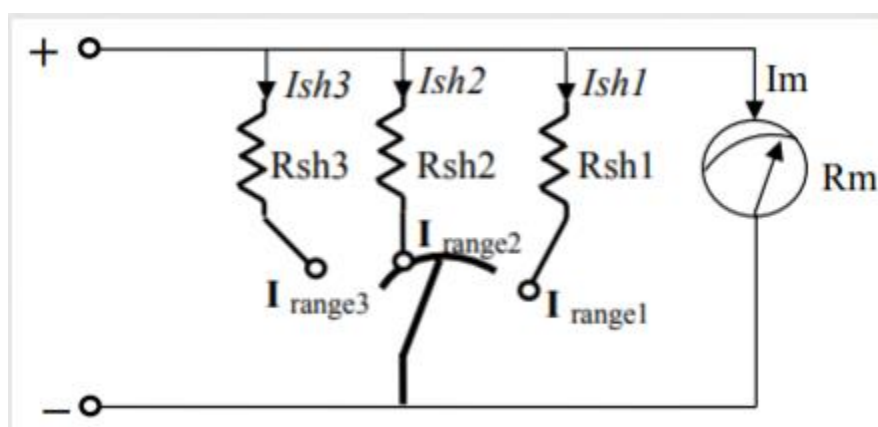
1- D.c Ammeter:

A) Direct D.C Ammeter Method:

The current range of d.c ammeter can be further extended by a number of shunts selected by a range switch; such ammeter is called a multirange ammeter.

$$R_{sh*} = \frac{I_m R_m}{I_{r*} - I_m}$$

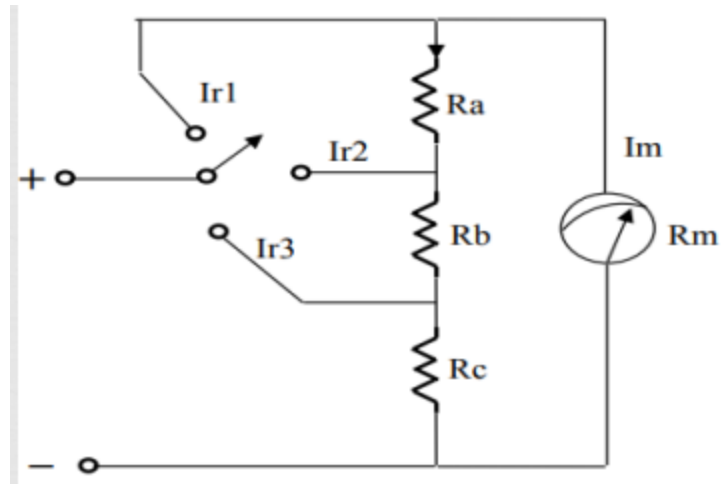
طريقة المباشرة للأميتر التيار المستمر: يمكن زيادة الأطوار الحالي للأميتر التيار المستمر عن طريق عدد من التحويلات المختارة بواسطة مفتاح الأطوار، وايضا يسمى هذا أميتر متعدد الأطوار



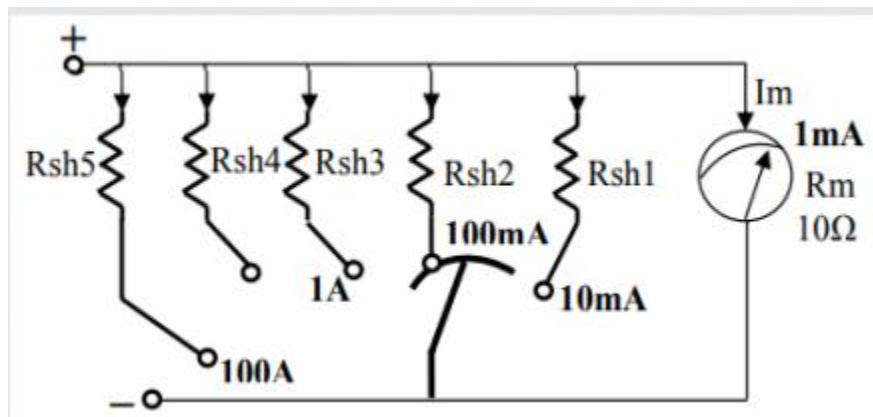
B) Indirect D.C Ammeter Method:

$$\frac{I_{r*}}{I_m} = \frac{R_m + R}{r*} \quad \text{Where } R = R_a + R_b + R_c$$

And R= parallel resistors branch with the meter



Example (1): Design a multirange ammeter by using direct method to give the following ranges 10mA, 100mA, 1A, 10A, and 100A. If d'Arsonval meter have internal resistance of 10Ω and full scale current of 1mA.



$$R_{sh*} = \frac{I_m R_m}{I_{r*} - I_m}$$

$$R_{sh1} = \frac{1 \times 10^{-3} \cdot 10}{(10 - 1) \times 10^{-3}} = 1.11\Omega$$

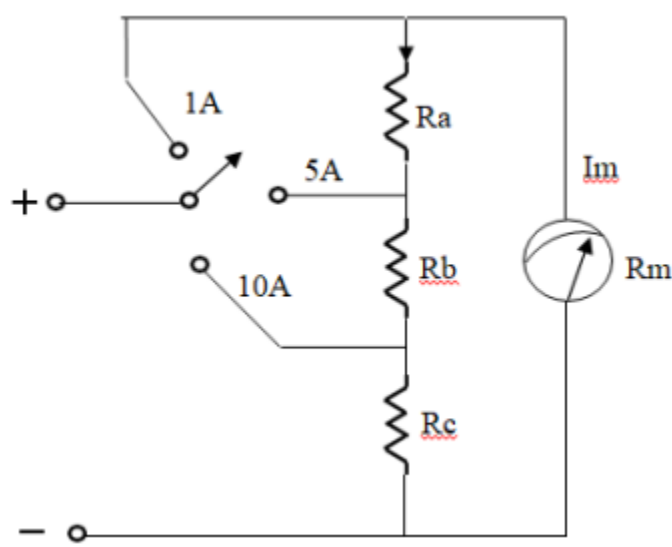
$$R_{sh2} = \frac{1 \times 10^{-3} \cdot 10}{(100 - 1) \times 10^{-3}} = 0.101 \Omega, R_{sh3} = \frac{1 \times 10^{-3} \cdot 10}{1 - 1 \times 10^{-3}} = 0.01001 \Omega,$$

$$R_{sh4} = \frac{1 \times 10^{-3} \cdot 10}{10 - 1 \times 10^{-3}} = 0.001 \Omega, R_{sh5} = \frac{1 \times 10^{-3} \cdot 10}{100 - 1 \times 10^{-3}} = 0.0001 \Omega$$

H.W: Design an Ayrton shunt by indirect method to provide an ammeter with current ranges 1A, 5A, and 10A, if PMMC meter have internal resistance of 50Ω and full scale current of 1mA .
 $R_m = 50 \Omega$, IFSD= $I_m = 1 \text{mA}$

$$\frac{I_r^*}{I_m} = \frac{R_m + R}{r^*} \quad \text{Where } R = R_a + R_b + R_c$$

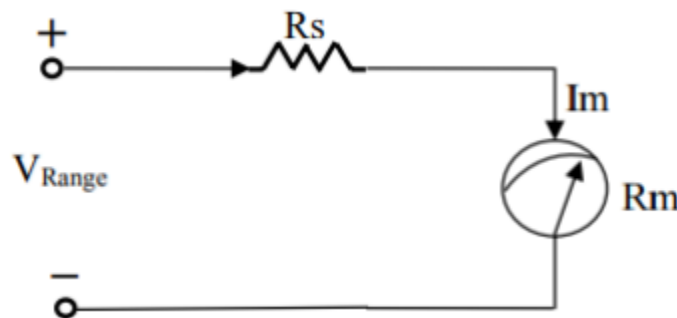
And R = parallel resistors branch with the meter



2- D.C Voltmeter:

A voltmeter is always connect in parallel with the element being measured, and measures the voltage between the points across which its' connected. Most D.c voltmeter employ PMMC meter with series resistor as shown. The series resistance should be much larger than the impedance of the circuit being measured, and they are usually much larger than R_m .

يتم توصيل الفولتميتر دائما بالتوازي مع العنصر الذي يتم قياسه، ويقاس الجهد بين النقاط التي يتم توصيله عبرها. يستخدم معظم الفولتميتر تيار مستمر مع مقياس PMMC مع المقاوم التسلسلي كما هو موضح. يجب أن تكون المقاومة السلسلة أكبر بكثير من مقاومة الدائرة التي يتم قياسها، وعادة ما تكون أكبر بكثير من R_m .



$$R_s = R_T - R_m = \frac{V_{range}}{I_m} - R_m$$

The ohm/volt sensitivity of a voltmeter is given by:

$$S_v = \frac{R_m}{V_{FSD}}$$

So the internal resistance of voltmeter or the input resistance of voltmeter is:

$$R_v = V_{FSD} \times \text{sensitivity}$$

Example: We have a micro ammeter and we wish to adapted it so as to measure 1volt full scale, the meter has internal resistance of 100Ω and IFSD of $0.1\mu A$.

$$R_s = \frac{V}{I_m} - R_m = \frac{1}{0.0001} - 100 = 9.9k\Omega$$

So we connect with PMMC meter a series resistance of $9.9K\Omega$ to convert it to voltmeter

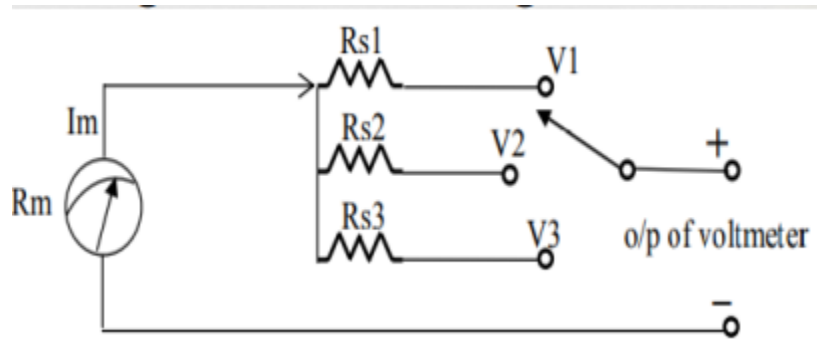
Extension of Voltmeter Range: Voltage range of D.c voltmeter can be further extended by a number of series resistance selected by a range switch; such a voltmeter is called multirange voltmeter.

امتداد اطوار الفولتميتر : يمكن تمديد اطوار جهد الفولتميتر للتيار المستمر من خلال ربط عدد من المقاومة المتسلسلة او المحددة بواسطة مفتاح الأطوار، يسمى الفولتميتر متعدد الفولتية.

a) Direct D.c Voltmeter Method: In this method each series resistance of multirange voltmeter is connected in direct with PMMC meter to give the desired range.

طريقة المباشرة لفولتميتر التيار المستمر: في هذه الطريقة يتم توصيل كل مقاومة للفولتميتر متعدد الأطوار بشكل مباشر مع مقياس PMMC لأعطاء النطاق المطلوب.

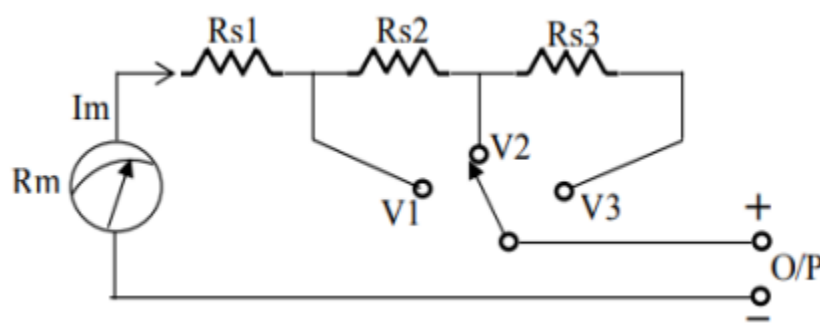
$$R_{s*} = \frac{V_*}{I_m} - R_m$$



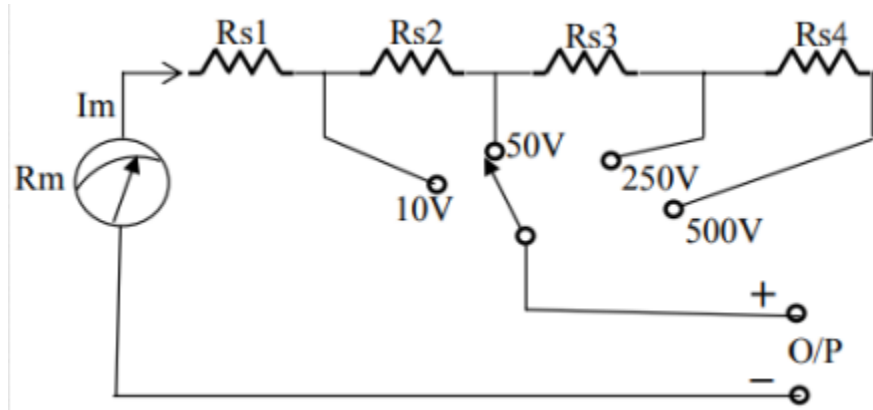
b) Indirect D.c Voltmeter Method: In this method one or more series resistances of multirange voltmeter is connected with PMMC meter to give the desired range.

$$R_{s1} = \frac{V1}{I_m} - R_m, \quad R_{s2} = \frac{V2 - V1}{I_m} - R_m$$

$$R_{s3} = \frac{V3 - V2}{I_m} - R_m$$



Example (1): A basic d'Arsonval movement with internal resistance of 100Ω and half scale current deflection of 0.5 mA is to be converted by indirect method into a multirange D.c voltmeter with voltages ranges of 10V , 50V , 250V , and 500V .



sol :-

$$I_{FSD} = I_{HSD} * 2 = 0.5\text{mA} * 2 = 1\text{mA}$$

$$R_{S1} = \frac{V_1}{I_m} - R_m = \frac{10}{1 * 10^{-3}} - 100 = 9.9\text{K}\Omega$$

$$R_{S2} = \frac{V_2 - V_1}{I_m} - R_m = \frac{50 - 10}{1 * 10^{-3}} - 100 = 39.9\text{K}\Omega$$

$$R_{S3} = \frac{V_3 - V_2}{I_m} - R_m = \frac{250 - 50}{1 * 10^{-3}} - 100 = 199.9\text{K}\Omega$$

$$R_{S4} = \frac{V_4 - V_3}{I_m} - R_m = \frac{500 - 250}{1 * 10^{-3}} - 100 = 249.9\text{K}\Omega$$

3- Ohmmeter and Resistance measurement: When a current of 1A flows through a circuit which has an impressed voltage of 1volt, the circuit has a resistance of 1Ω . $R = V / I$

قياس الأوميتير والمقاومة: عندما يتدفق تيار 1 A خلال دائرة ذات جهد 1 فولت، فإن مقاومة الدائرة هي 1Ω .

a) Indirect method by ammeter and voltmeter: This method is unaccurate unless the ammeter has a small resistance and voltmeter have a high resistance.

طريقة غير مباشرة بواسطة الأميتر والفولتميتر. هذه الطريقة غير دقيقة ما لم يكن الأميتر مقاومة صغيرة و الفولتميتر ذو مقاومة عالية.

b) Series Ohmmeter: R_x is the unknown resistor to be measured, R_2 is variable adjusted resistance so that the pointer read zero at short circuit test. Series ohmmeter is the most generally used meter for resistance measurement.

الأوميتير المباشرة R_x : هي المقاوم غير المعروف المراد قياسه، R_2 هي مقاومة متغيرة مضبوطة بحيث يقرأ المؤشر الصفر عند اختبار ماس كهربائي. مقياس الأوميتير المتسلسل هو أكثر استخداماً لقياس المقاومة.

c) Shunt Ohmmeter: Shunt ohmmeter are used to measure very low resistance values. The unknown resistance R_x is now shunted across the meter, so portion of current will pass across this resistor and drop the meter deflection proportionately. The switch is necessary in shunt ohmmeter to disconnect the battery when the instrument is not used.

تحويل الأوميتير :يتم استخدام مقياس التحويل لقياس قيم المقاومة المنخفضة جداً. يتم الآن تحويل المقاومة غير المعروفة R_x عبر العداد، لذلك سيمر جزء من التيار عبر هذا المقاوم ويؤدي إلى انحراف العداد بشكل متناسب. المفتاح ضروري في مقياس التحويل لفصل البطارية عند عدم استخدام الجهاز.

d) Voltage Divider (potentiometer): The meter of voltage divider is voltmeter that reads voltage drop across R_s which dependent on R_x . This meter will read from right to left like series ohmmeter with more uniform calibration.

مقسم الجهد/مقياس الجهد : مقياس مقسم الجهد هو الفولتميتر الذي يقرأ انخفاض الجهد عبر R_s والذي يعتمد على R_x سيقراً هذا العداد من اليمين إلى اليسار مثل مقياس الأوميتير المتسلسل بدرجة بمعايرة أكثر