**Measurement of Electric Quantities**

**Pengukuran Besaran – besaran Listrik**

To measure electric quantities are used certain electric meters which have the measuring limit to the value of the electric quantity measured. Electric meters are instruments for measuring and indicating magnitudes of electric quantities values, such as current, charge, potential, and power along with the electrical characteristics of circuits such as resistance capacitance and inductance. In this sub chapter we will learn some measurements of electric quantities, that is for current, voltage and resistance.

Untuk mengukkur besaran – besaran listrik digunakan alat ukur listrik tertentu yang mempunyai batas pengukuran terhadap nilai suatu besaran listrik yang diukur. Alat ukur listrik merupakan alat untuk mengukur dan menunjukkan nilai suatu besaran listrik seperti arus, muatan, tegangan, dan daya serta sifat – sifat listrik pada rangkaian seperti hambatan kapasitansi dan induktansi. Dalam sub bab ini kita akan mempelajari beberapa pengukuran besaran – besaran listrik, yaitu kuat arus, tegangan dan hambatan.

1. Measurement of Current

Pengukuran Arus

To measure the electric current strength in circuits is used an instrument which is called ammeter. Basically ammeter consist of a galvanometer and one or more resistors which are called shunt resistor.

Untuk mengukur kuat arus listrik pada suatu ranngkaian digunakan alat yang disebut amperemeter. Pada dasarnya amperemeter terdiri dari sebuah galvanometer dan satu atau lebih resistor yang disebut resistor shunt.

Galvanometer is a device which used to measure small values of electric current. Galvanometers use three principle, that an electric current flowing in a coil of wire produces magnetic field that can deflect a magnetized needle placed near the coil.

Galvanometer adalah alat yang diguanakan untuk mengukur nilai arus listrik yang kecil. Galvanometer memanfaatkan prinsip, bahwa suatu arus listrik yang mengalir pada kumparan kawat menghasilkan medan magnet yang dapat menyimpangkan jarum magnetis yang terdapat dekat kumparan tersebut.

The defection angle of the magnetized needle is related to the quantity of the electric current flowing in the wire, therefore by calibrating the magnitude of deflection angle for each value of electric current flowing by using a certain scale, then the value of electric current can be determined

Sudut penyimpangan jarum magnetis berhubungan dengan kuantitas arus listrik yang mengalir pada kawat, sehingga denagn mengkalibraasi besar sudut penyimpangan jarum untuk setiap nilai arus listrik yang mengalir dengan menggunakan skala tertentu, maka nilai arus listrik dapat ditentukan.

To obtain accurate measurements of current, then the resistance of an ammeter is made much smaller than the circuit resistance. While for upgrade the ability of measurement of an ammeter, the a shunt resistor must be set parallel with to galvanometer, therefore the surplus of electric current will flow pass through the shunt resistor.

Untuk mendapatkan pengukuran arus yan gakurat, maka hambatan suatu amperemeter dibuat jauh lebih kecil dari hambatan rangkaian. Sedangkan untuk mengingatkan kemampuan pengukuran suatu amperemeter maka suatu resistor shunt harus dipasang parallel dengan galvanometer, sehingga kelebihan arus listrik akan mengalir melalui resistor shunt.

If the current of complete scale in ammeter is expressed with I which has value n times greater than the current of complete scale in galvanometer (Ig), then the multiple of the maximum measuring limit of the ammater can be determined by the equation as follow.

Jika arus skala penuh pada amperemeter dinyatakan dengan I yang mempunyai nilai n kali lebih besar dari arus skala penuh pada galvanometer(Ig), maka kelipatan batas ukur maksimum amperemeter dapat ditentikan denga persamaan sebagai berikut.

n = I/Ig (multiple of the maximum measuring limit equal multiple of the maximum measuring limit divided by current of complete scala in galvanometer)

where

dengan

n = multiple of the maximum measuring limit

 = kelipatan batas ukur maksimum

I = current of complete scale in ammeter

 = arus skala penuh pada amperemeter

Ig = current of complete scala in galvanometer

 = arus skala penuh pada galvanometer

In its using to measure electric current in a circuit, ammeter must be set in series to the circuit, therefore in this case the substitute resistance of Rsh and Rg is the internal resistance of ammeter, which the value is

Dalam penggunaanya untuk mengukur arus listrik pada sebuah rangkaia, amperemeter harus dihubungkan secare seri terhadap rangkaian sehingga dalam hal ini hambatan pengganti dari Rsh dan Rg merupakan hambatan dalam amperemeter, yang besarnya adalah

RA = $\frac{R\_{g} x R\_{sh}}{R\_{g}+ R\_{sh}}$ (internal resistance of ammeter equal internal resistance of galvanometer multiplien by internal resistance sh divided by internal resistance of galvanometer plus internal resistance of sh)

Where

Dengan

RA = internal resistance of ammeter

 = hambatan dalam amperemeter

1. Measurement of voltage

Pengukuran Tegangan

The instrument used to measure the potential difference or voltage is voltmeter. Voltmeter is arranged by a galvanometer and one or more resistors which are connected in series.

Alat yang digunakan untuk mengukur beda potensial atau tegangan adalah voltmeter. Voltmeter disusun dari sebuah galvanometer dan satu atau lebih resistor yang dihubungkan seri.

To obtain the accurate measurement of voltage, then the resistance of a voltmeter is made much greater than the circuit resistance. Therefore to upgrade the ability of measurement of a certain voltmeter, then must be set a series resistor which are connected in series with the galvanometer, it will cause the surplus of voltage will given to the series resistor.

Untuk mendapatkan pengukuran tegangan yang akurat, maka hambatan suatu voltmeter dibuat jauh lebih besar dari hambatan rangkaian. Sehingga untuk meningkatkan kemampuan pengukuran suatu voltmeter, maka harus dipasang resistorseri yang dihubungkan secara seri dengan galvanometer, hal ini akan menyebablkan kelebihan tegangan akan diberikan pada resistor seri.

If the voltage complete scale in voltmeter is expressed with V which has value of times greater than the voltage of complete scale in galvanometer (Vg), then the multiple of maximum measuring limit of the voltmeter can be determined by the equation as follow.

Jika tegangan skala penuh pada voltmeter dinyatakan dengan V yang mempunyai nilai n kali lebih besar dari tegangan skala penuh galvanometer (Vg), maka kelipatan batas ukur maksimum voltmeter dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

n = $\frac{V}{V\_{g}}$ (multiple of the maximum measuring limit equal voltage of complete scale in voltmeter divided by voltage of complete scale in galvanometer)

where

dengan

n = multiple of the maximum measuring limit

 = kelipatan batas ukur maksimum

V = voltage of complete scale in voltmeter

 = tegangan skala penuh pada voltmeter

Vg = voltage of complete scale in galvanometer

 = tegangan skala penuh pada galvanometer

1. Measurement of Resistance

To measure electric resistance we can be use an instrument which is called ohmmeter. Basically ohmmeter is made by ammeter circuit, where the electric current measured by the ammeter and the emf ($ε$) known can be used to determine the value of a certain resistance (Rs) by a certain calibration.

Untuk mengukur hhambatan listrik kita dapat menggunakan sebuah alat yang disebut ohmmeter. Pada dasarnya ohmmeter dibuat dari rangkaian amperemeter, dimana arus listrik yang diukur oleh amperemete dan ggl ($ε$) yang diketahui dapat digunakan untuk menentukan nilai suatu hambatan (Rs) dengan kalibrasi tertentu.

Usually function of voltmeter, ammeter and ohm meter is combined in an instrument called multimeter.

Biasanya fungsi voltmeter, amperemeter dan ohmmeter digabungkan dalam sebuah alat yang disebut multimeter.

Voltmeter, ammeter, and ohmmeter principle explained above is the analogue of voltmeter, ammeter, and ohmmeter principle. However, now beside those there are digital voltmeter, ammeter and ohmmeter which can show the measurement value of voltage current and resistance in form of numbers.

Prinsip voltmeter, amperemeter dan ohmmeter yang telah diuraikan diatas merupakan analog dari prinsip voltmeter, amperemeter dan ohmmeter. Akan tetapi sekarang selain itu terdapat voltmeter, amperemeter dan ohmmeter digital yang dapat menampilkan nilai pengukuran tegangan, arus dan hambatan nilai dalam bentuk angka.

Sample problem

Contoh soal

A galvanometer which its resistance is 30$Ω$ (thirty ohm) will experience the complete scale deflection at 500 mA (five hundred miliAmpere). Calculated the resistance of shunt resistor so that it can be used to measure the currentof 3A (three Ampere)!

Sebuah galvanometer yang hambatannya 30$Ω$ akan mengalami penyimpanagan skala penuh pada 500mA. Hitung hambatan resistor shunt agar dapat digunakan untuk mengukur arus 3A!

n = I/Ig (multiple of the maximum measuring limit equal multiple of the maximum measuring limit divided by current of complete scala in galvanometer)

because I = 3A and Ig = 500mA = 0,5 A, then

karena I = 3A dan Ig = 500mA = 0,5 A, maka

n = $\frac{3 A}{0,5 A}$ = 6

Rsh = $\frac{Rg}{n-1}$

 = $\frac{30Ω}{6-1}$

 = 6$Ω$