

導出シリーズ 第54回 「電圧計の倍率器」

テスター(マルチメーター)はスイッチを切り替えるだけで、電流や、電圧や、抵抗を測定できる。この仕組みの根幹を成す部分は電流計である。

【電流計の仕組み】

電流計は、コイルに流れる電流が永久磁石が作る磁界から受ける力の法則(フレミングの法則)を利用している。「フレミングの法則」によると、磁界から電流に比例した力が生じる。

メーターの針にばねを取り付け、磁界から電流が受ける力によって、針が比例して振れることを利用する(針にばねを取り付けることで「フックの法則」により針が力に比例して振れる)。

針の振れ角 θ とコイルに流れる電流 I の関係が $\theta = kI$ となる。このメーターの針が振り切れる(メータの最大目盛に振れる)のときの振れ角を θ_0 としよう。

$\theta_0 = kI_0$ となるから、このメータが測定できる電流の最大値は $I_0 = \frac{\theta_0}{k}$ である。このメーターを「 I_0 [A] の電流計」という。

メーターのコイルの抵抗を r [Ω] とすると、このメーターに電圧 V [V] を加えたと、オームの法則 $V = IR$ より、流れる電流は $I = \frac{V}{r}$ になり、そのときメーターの針の振れが $\theta = \frac{kV}{r}$ と

なる。よって、メーターで測定できる電圧の限界は $V_0 = \frac{r\theta_0}{k}$ である。よって、このメーターは

「 v_0 [V] の電圧計」になる。電圧計も電流計も基本的には同じものである。

【電圧計の測定限界を変えるには】

10 [V] の電圧計(内部抵抗が r [Ω]) がある。この電圧計に抵抗1個(倍率器という抵抗)を組み込むことによりを 50 [V] の電圧計に作り変えたい。

このとき、メーターのコイルに直列に R [Ω] の抵抗を接続すればよい。このとき、コイルに 10 [V] が加わり、抵抗に 40 [V] 加わるようにすれば、全体として 50 [V] の電圧になるのだ。そのため、50 [V] のとき、メーターが最大目盛を示す。コイル、抵抗とも直列だから、同じ電流 I [A] とすると、 $10 = Ir$ 、 $40 = IR$ だから、 $R = 4r$ である。

一般に、 V_0 [V] の電圧計を nV_0 [V] の電圧計(n 倍の電圧が計れる電圧計)にする場合、元の電圧計のコイルに V_0 [V] が、直列に接続した抵抗(倍率器)に $(n-1)V_0$ [V] がかかるようにすれば、全体としてを nV_0 [V] となる。

よって、コイル、抵抗は直列接続で同じ電流 I [A] が流れるから $V_0 = Ir$ 、 $(n-1)V_0 = IR$ が成立するから、元の電圧計の内部抵抗 r の $n-1$ 倍である $R = (n-1)r$ の抵抗(倍率器)を直列に接続すればよいのだ。

V_0 [V] の電圧計を nV_0 [V] の電圧計にするには

→ $R = (n-1)r$ [Ω] の抵抗(倍率器)を直列に接続する!