

# Teljesítmény mérése – 7. fejezet

## /Képletgyűjtemény/

### 1. A villamos teljesítmény $p(t)$ pillanatértéke

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

### 2. Egyenáramú teljesítmény adott $R$ ellenálláson

$$P_{DC} = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

### 3. Szinuszos jelek esetén a hatásos, a meddő és a látszólagos teljesítmény

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\varphi); \quad Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin(\varphi)$$

$$S = U_{eff} \cdot I_{eff} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Ahol  $\varphi$  a feszültség és áram közti fáziskülönbség  $\cos(\varphi)$  pedig a teljesítménytényező.

### 4. Komplex periódikus jelek

Ebben az esetben hatásos és meddő teljesítményt csak az azonos frekvenciájú feszültség- és áramösszetevők hoznak létre:

$$P = U_0 \cdot I_0 + \sum_{i=1}^{\infty} U_i \cdot I_i \cdot \cos(\varphi); \quad Q = \sum_{i=1}^{\infty} U_i \cdot I_i \cdot \sin(\varphi)$$

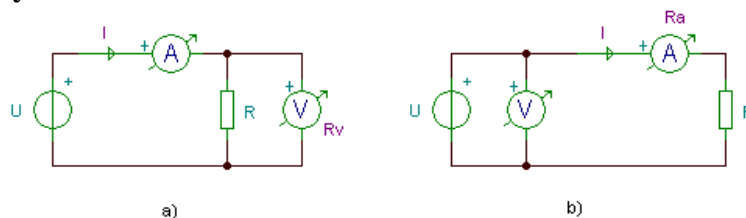
### 5. Többfázisú rendszerben az egyes fázisok teljesítménye az alábbi módon összegezhető

$$P = \sum_{k=1}^n P_k$$

### 6. A villamos energia (munka)

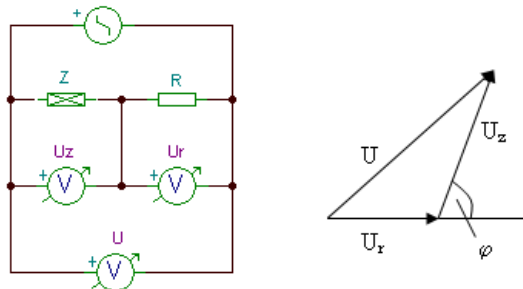
$$W = \int_0^{T_m} u(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

### 7. DC teljesítmény mérése



a)  $P = U \cdot I - \frac{U^2}{R_v}$       b)  $P = U \cdot I - I^2 \cdot R_a$

### 8. Három voltmérős módszer – $Z$ impedancián keletkező hatásos teljesítmény mérése



$$U^2 = U_r^2 + U_z^2 + 2 \cdot U_r \cdot U_z \cdot \cos(\varphi)$$

$$P = \frac{U^2 - U_r^2 - U_z^2}{2 \cdot R}$$

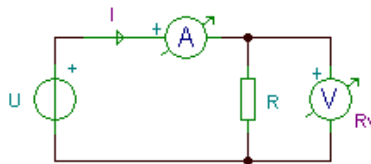
## Példák

### 7.1. feladat

Egy ohmos fogyasztón disszipálódó egyenáramú teljesítményt áram és feszültség méréseivel mérünk olyan kapcsolásban, amelyben a voltmérő  $10\text{k}\Omega$ -os belső ellenállása okoz rendszeres hibát. Az ampermérőről  $100\text{mA}$ -t, a voltmérőről  $10\text{V}$ -ot olvasunk le. Mekkora a teljesítménymérés rendszeres hibája? Mekkora fogyasztón disszipálódó teljesítmény? Mekkora a fogyasztó ellenállása?

#### Megoldás

1. Mérési összeállítás:



a)

2. Mért teljesítmény, és a fogyasztón valójában disszipálódó teljesítmény:

$$P_m = U \cdot I = 1\text{W}; \quad P_R = U \cdot I - \frac{U^2}{R_v} = \underline{\underline{0.99\text{W} = P_R}}$$

3. A mérés rendszeres hibája

$$\Delta P = P_m - P_R = \frac{U^2}{R_v} = \underline{\underline{10\text{mW} = \Delta P}}$$

4. A fogyasztó ellenállása

$$R = \frac{U^2}{P_R} = \underline{\underline{101.01\ \Omega = R}}$$

### 7.2. feladat

Egy  $R = 1\text{k}\Omega$  ellenálláson folyó áram időfüggvénye a következő:  $I(t) = [10 + 10 \cdot \cos(314 \cdot t + \pi/6)]\text{mA}$ . Mekkora az  $R$  ellenálláson disszipálódó (hasznos) teljesítmény.

#### Megoldás

$$P = I_0^2 \cdot R + \frac{\hat{I}_1^2}{2} \cdot R = \left[ 10^2 \cdot 1 + \frac{10^2}{2} \cdot 1 \right] \text{mW} = \underline{\underline{150\text{mW} = P}}$$

### 7.21. feladat

3 voltmérős módszerrel teljesítményt mérünk. A generátor feszültség  $U_G = 10V$ , a normállenállás értéke  $R_N = 100\Omega$ , a normállenálláson és a vizsgált impedancián eső feszültség  $U_N = U_z = 5.8V$ .

- Mekkora az impedancián disszipálódó teljesítmény? Mekkora  $\cos(\varphi)$  értéke?
- Mekkora a mérés relatív hibája  $k=2$  kiterjesztési tényezővel, ha a normállenállás hibáját elhanyagoljuk, a voltmérők osztálypontossága 0.5, és mindegyik 10V-os méréshatárban mér? A hibák eloszlása egyenletesnek tekinthető.
- Induktív vagy kapacitív a terhelés?

#### Megoldás

- a) **Disszipálódó teljesítmény:**

$$P = \frac{U_G^2 - U_N^2 - U_z^2}{2 \cdot R_N} = \underline{\underline{163.6mW = P}}$$

**A teljesítménytényező értéke:**

$$\cos(\varphi) = \frac{U_G^2 - (U_N^2 + U_z^2)}{2 \cdot U_N \cdot U_z} = \underline{\underline{0.4863 = \cos(\varphi)}}$$

- b) **Teljesítmény mérésének relatív hibája**

1) Feszültségmérők hibái:

$$h_G = \frac{U_{\max}}{U_G} \cdot op; \quad h_z = \frac{U_{\max}}{U_z} \cdot op; \quad h_N = \frac{U_{\max}}{U_N} \cdot op$$

2) Relatív érzékenységek:

$$c_G = \frac{\partial P}{\partial U_G} \cdot \frac{U_G}{P} = \frac{2 \cdot U_G^2}{U_G^2 - U_N^2 - U_z^2}; \quad c_z = \frac{\partial P}{\partial U_z} \cdot \frac{U_z}{P} = -\frac{2 \cdot U_z^2}{U_G^2 - U_N^2 - U_z^2}$$

$$c_N = \frac{\partial P}{\partial U_N} \cdot \frac{U_N}{P} = -\frac{2 \cdot U_N^2}{U_G^2 - U_N^2 - U_z^2}$$

3) Teljesítmény mérés relatív hibája  $k=2$  kiterjesztéssel:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{k}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{c_G^2 \cdot h_G^2 + c_z^2 \cdot h_z^2 + c_N^2 \cdot h_N^2} = 4.56\% = \underline{\underline{\frac{\Delta P}{P}}}$$

- c) Az, hogy a terhelés induktív, vagy kapacitív jellegű, nem állapítható meg, ugyanis erről ez a mérés nem ad felvilágosítást, mert mind pozitív  $\varphi$  (induktív), mind negatív  $\varphi$  (kapacitív) esetén ugyanazt az értéket kapjuk, ha koszinuszát vesszük, és  $\varphi$  előjele pedig nem volt kikötve a feladatban.