

### 3. mérés

## Váltakozóáramú fogyasztó vizsgálata $V$ , $A$ , $W$ és $\cos\varphi$ mérővel.

### A mérés célja

A  $W$  mérő és a  $\cos\varphi$  mérő alkalmazási módjának megismerése és gyakorlása. Az egyfázisú lineáris terhelés jellemzőinek, helyettesítő képének meghatározása  $V$ - $A$ - $W$ - $\cos\varphi$  mérés eredményeiből.

Nemlineáris terhelés jellemzőinek meghatározása  $V$ - $A$ - $W$ - $\cos\varphi$  méréssel, a teljesítményviszonyok elemzése.

### Biztonságtechnikai útmutató

A méréseket elektronikus, 50 Hz frekvenciájú szinuszos tápegységről táplált áramkörökön végezzük el. A tápegységet csak a gyakorlatvezető kezelheti, a méréseket az ő útmutatása szerint kell végezni.

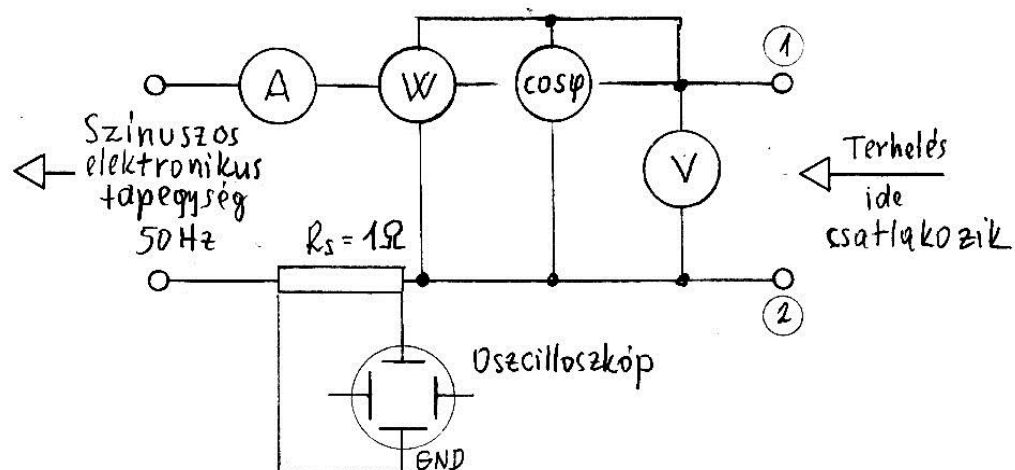
### MÉRÉSI FELADATOK

A mérési feladatokat ugyanazzal a  $V$ ,  $A$ ,  $W$  és  $\cos\varphi$  mérőt tartalmazó - mérőkörrel végezzük el, három vizsgált áramkörön:

- A) Ellenállásterhelés
- B) Párhuzamos R-C terhelés
- C) Nemlineáris terhelés (párhuzamos pufferkondenzátoros egyenirányító váltakozóáramú oldala)

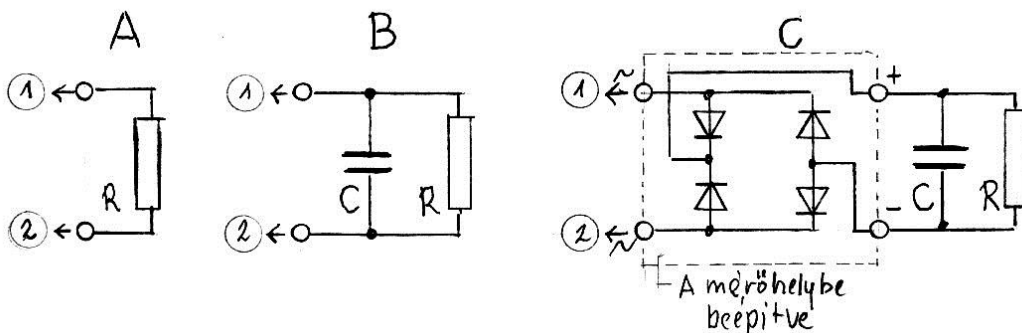
A mérőkörben oszcilloszkóp is szerepel, a vizsgált terhelés árama hullámformájának megfigyelésére. A tápfeszültség, a műszerek méréshatára terhelésenként változó, a gyakorlatvezető útmutatása szerint kell eljárni.

#### A mérőkör kapcsolási vázlata



## A terhelések

---



### A) R (ELLENÁLLÁSTERHELÉS) VIZSGÁLATA

#### Feladatok

---

Lejegyezzük a vizsgált ellenállás névleges vagy beállított értékét, a műszerek méréshatárát, leolvassuk a mért értékeket skálafokokban ( $\cos\varphi$  esetén közvetlenül).

#### Értékelés

---

Meghatározzuk a műszerállandókat és a mért értékeket a mennyiségek mértékegységében kifejezve. Ellenőrizzük az ellenállásterhelésre vonatkozó összefüggések teljesülését!

$$P = UI, \quad \cos\varphi = 1, \quad R = \frac{U}{I}$$

### B) PÁRHUZAMOS RC TERHELÉS VIZSGÁLATA

#### Feladatok

---

Lejegyezzük a vizsgált ellenállás névleges vagy beállított értékét, a kondenzátor névleges kapacitását és a műszerek méréshatárát, leolvassuk a mért értékeket skálafokokban ( $\cos\varphi$  esetén közvetlenül).

#### Értékelés

---

Meghatározzuk a műszerállandókat és a mért értékeket a mennyiségek mértékegységében kifejezve.

A közvetlenül mért értékekből ( $U, I, P, \cos\varphi$ ) - eseteként számítási lehetőséggel is élve - meghatározzuk a terhelés látszólagos teljesítményét, meddő teljesítményét, teljesítménytényezőjét, impedanciáját, az impedancia párhuzamos helyettesítő képének összetevőit ( $R_p, X_p$ ). Hasonlítsuk össze a terhelés elemeinek ( $R, C$ ) névleges vagy beállított értékét a mérési eredményekből számított értékekkel.

Az értékelés elvégzéséhez felhasználható összefüggések:

$$S = UI, \quad Z = \frac{U}{I}, \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} = S\sqrt{1 - \cos^2\varphi}, \quad \cos\varphi = \frac{P}{S}$$

$$R_p = \frac{U^2}{P}, \quad X_p = \frac{U^2}{Q} = \frac{U^2}{\sqrt{S^2 - P^2}}$$

### **C) NEMLINEÁRIS TERHELÉS ( PÁRHUZAMOS PUFFERKONDEZÁTOROS EGYENIRÁNYÍTÓ) VIZSGÁLATA**

A párhuzamos pufferkondenzátoros egyenirányító Graetz hídja a mérőhelybe beépített egység. Ennek váltakozóáramú bemenetét csatlakoztatjuk a mérőkörhöz, az egyenáramú kimenetéhez kapcsolódik a párhuzamos pufferkondenzátor és az egyenirányítót terhelő ellenállás.

#### **Feladatok**

Lejegyezzük a terhelőellenállás névleges vagy beállított értékét, a párhuzamos pufferkondenzátor szűrőkondenzátor) névleges kapacitását, a műszerek méréshatárát, leolvassuk a mért értékeket skálafokokban ( $\cos\varphi$  esetén közvetlenül). Megfigyeljük az oszcilloszkópon az áram hullámformáját.

#### **Értékelés**

Meghatározzuk a műszerállandókat és a mért értékeket a mennyiségek mértékegységében kifejezve.

Szinuszos feszültségről táplált nemlineáris terhelés árama nem szinuszos, a teljesítményviszonyai eltérnek a lineáris terhelésétől. Legszembetűnőbb jelenség az, hogy a  $\cos\varphi$  mérő által mért érték jelentősen eltérhet a P/S hányados szerint értelmezett teljesítménytényezőtől, ez utóbbit  $\lambda$ -val jelöljük.

Ideális működésű W mérő a szinuszos feszültségre kapcsolt feszültségtekercsrel az alapharmonikus hatásos teljesítményét méri, szinuszos tápfeszültségű fogyasztó esetén ez megegyezik a fogyasztó tényleges hatásos teljesítményével. Ideális működésű  $\cos\varphi$  mérő az áram alapharmonikusának a feszültséghez viszonyított fázisszöge koszinuszát jelzi ki. A nemlineáris terhelések esetére definiálták az alapharmonikus meddő teljesítmény ( $Q_1$ ) és a torzítási teljesítmény(D) fogalmát.

A fenti mennyiségek közötti kapcsolatokat az alábbi összefüggések írják le, ezekben a következő jelöléseket alkalmaztuk:

- U: a fázisfeszültség effektív értéke.
- I: a hálózat nemsinuszos terhelőáramának effektív értéke (csak effektívérték-mérő műszerekkel mérhetjük).
- $I_1$ : a hálózat terhelőárama alapharmonikus összetevője (a mért értékekből számítható).
- $I_2, I_3, \dots, I_n$ : a hálózat terhelőáramának felharmonikusai.
- P: a hatásos teljesítmény, ez egyben az alapharmonikus hatásos teljesítménnyel is megegyezik (a wattmérő ezt méri).
- $\cos\varphi_1$ : az alapharmonikus teljesítménytényezője (a  $\cos\varphi$  mérő ezt méri).
- S: a látszólagos teljesítmény (a mért értékekből számítható).
- $S_1$ : az alapharmonikus látszólagos teljesítménye (a mért értékekből számítható).
- $Q_1$ : az alapharmonikus meddő teljesítmény (a mért értékekből számítható).
- D: a torzítási teljesítmény (a mért értékekből számítható).
- $\lambda$ : a teljesítménytényező (a mért értékekből számítható, általában nem egyenlő  $\cos\varphi_1$ -el).

- a) A látszólagos teljesítmény:  $S = U \cdot I$
- b) A teljesítménytényező és kapcsolata  $I_1$ -el illetve  $\cos\varphi$ -vel:  $\lambda = \frac{P}{S} = \frac{U \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1}{U \cdot I} = \frac{I_1}{I} \cos\varphi_1$
- c) Az alapharmonikus áram:  $I_1 = I \frac{\lambda}{\cos\varphi_1}$
- d) Az alapharmonikus látszólagos teljesítmény:  $S_1 = U \cdot I_1 = U \cdot I \frac{\lambda}{\cos\varphi_1}$
- e) Az alapharmonikus meddő teljesítmény:  $Q_1 = S_1 \cdot \sin\varphi_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2}$
- f) A torzítási teljesítmény értelmezése, a teljesítmények közötti kapcsolatok:  

$$S^2 = (U \cdot I)^2 = U^2 (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2)$$

$$S^2 = U^2 I_1^2 + U^2 (I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2) = S_1^2 + D^2 = P^2 + Q_1^2 + D^2$$
- g)  $D = U \sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2} = \sqrt{S^2 - P^2 - Q_1^2}$

A V-A-W-cosφ mérő által mért értékekből az előző összefüggésekkel a következő lépésekben határozzuk meg az alábbi mennyiségeket:

- az a) összefüggéssel számítsuk ki az S látszólagos teljesítményt,
- a b) összefüggésből P/S hányados adja a λ teljesítménytényezőt,
- a c) kapcsolat alapján - az előző számítás λ értékét is felhasználva - kaphatjuk meg a áram I<sub>1</sub> alapharmonikus összetevőjét,
- a d) összefüggéssel - U és I<sub>1</sub> ismeretében - az S<sub>1</sub> alapharmonikus látszólagos teljesítmény számítható,
- az e) összefüggés - P és S<sub>1</sub> ismeretében - megadja a Q<sub>1</sub> alapharmonikus meddő teljesítményt,
- végül a g) szolgáltatja számunkra a D torzítási teljesítményt.

## ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A V-A-W mérős méréssel kapott eredményekből hogyan számíthatjuk egy lineáris terhelés impedanciájának abszolút értékét, párhuzamos helyettesítő képének rezisztív (ohmos) és reaktív összetevőjét?
2. V-A-W-cosφ mérés eredményeiből hányféle módon számíthatjuk egy lineáris terhelés meddő teljesítményét?
3. Nemlineáris terhelés esetén egy ideális működésű cosφ mérő melyik két mennyiség (egy feszültség és egy áram) közötti fázisszög koszinuszával egyező értéket mutat?
4. Nemlineáris terhelés esetén a következő mennyiségek közül melyik mérhető közvetlenül és melyiket kaphatjuk számítással:
  - látszólagos teljesítmény,
  - hatásos teljesítmény,
  - teljesítménytényező,
  - alapharmonikus cosφ,
  - alapharmonikus meddő teljesítmény,
  - torzítási teljesítmény?
5. Lineáris terhelés esetén milyen kapcsolat van a látszólagos, a hatásos és a meddő teljesítmény között? Hogyan módosul ez nemlineáris terhelés esetén a torzítási teljesítmény megjelenésével?
6. A torzítási teljesítményt hogyan számíthatjuk ki szinuszos tápfeszültség esetén, ha ismerjük a nemlineáris terhelés áramának harmonikus összetevőit (pl. megmértük spektrumanalizátorral)?