

## 6. mérés

### Egyfázisú és háromfázisú nemlineáris áramkör vizsgálata

#### A mérés célja

Egyfázisú és háromfázisú nemlineáris áramkör tulajdonságainak, vizsgálati módszereinek megismerése, HIOKI 3197 típusú teljesítmény minőség analízátor (a továbbiakban PQA) használatának gyakorlása. A műszer teljes műszerkönyve, rövidített áttekintője megtalálható a „Kiegészítő anyagok” között.

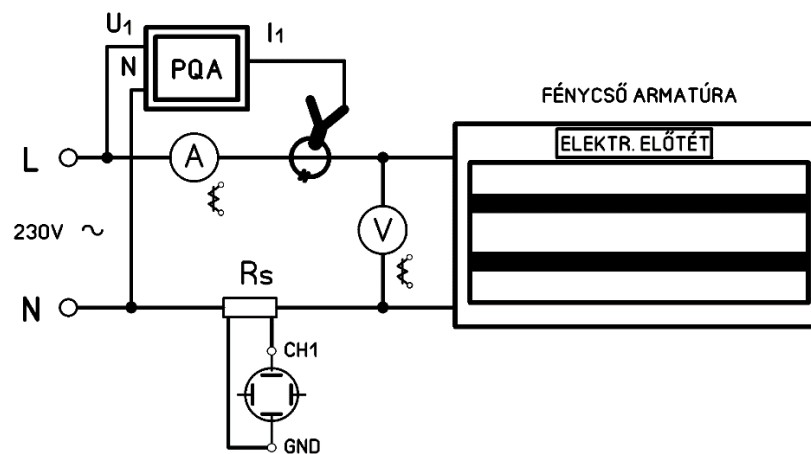
#### Biztonságtechnikai útmutató

A mérési feladatok tápfeszültségét a gyakorlatvezető útmutatása alapján válasszuk. A szabályozható 3x400V tápfeszültség nem földfüggetlen, érintésvédelmi szempontból nem elválasztott, különösen ügyeljünk az áramütés elkerülésére!

#### MÉRÉSI FELADATOK

##### A. FÉNYCSŐ ÁRAMKÖRÉNEK VIZSGÁLATA

###### *Kapcsolás*



Elektronikus előtétell ellátott fénycsőves lámpatest hálózati tápfeszültségének és felvett áramának időfüggvényét megjelenítjük, PQA műszerrel meghatározzuk ennek harmonikus összetevőit. A lámpatestet 230V váltakozófeszültségről tápláljuk. A kapocsfeszültséget lágyvasas műszerrel mérjük. Az áramot a fázisvezetőbe iktatott lágyvasas műszerrel mérjük. A PQA műszerre is csatlakoztatjuk a hálózati feszültséget, az áram érzékelőt (CLAMP) a fázisvezetőre csíptetjük

### Feladat (a)

---

Kapcsoljuk be a PQA műszert. A SYSTEM menüben állítsuk be a kapcsolási elrendezést (WIRING), válasszuk ki az áram érzékelő (CLAMP) típusát. A további beállításokat a gyakorlatvezető segítségével végezzük el.

### Feladat (b)

---

A mérőkört bekapcsolva jegyezzük fel az amper és voltmérő méréshatárát, és a mért értékeket. Figyeljük meg a PQA műszeren az áram és feszültség alakját (VIEW/WAVEFORM menü). Jegyezzük fel a PQA műszerről a feszültség és áram harmonikus összetevőit (VIEW/HARMONICS menü). Megkönnyíti az adatok leírását, ha az F4 gombbal (HOLD) rögzítjük a pillanatnyi állapotot.

### Értékelés

---

A nemszinuszos és csak páratlan rendszámú felharmonikusokat tartalmazó feszültséggel  $U_{eff}$  effektív értékét - az  $U_1$  alapharmonikus és az  $U_3$ ,  $U_5$ ,  $U_7$  és  $U_9$  felharmonikus feszültségek ismeretében a következő módon számíthatjuk:

$$U_{eff} = \sqrt{U_1^2 + U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2 + \dots}$$

Az áram effektív értékét szintén ezen összefüggés értelemszerű alkalmazásával kapjuk.

A feszültség torzítási tényezőjét az  $U_1$  alapharmonikus érték és a felharmonikus feszültségek alapján határozhatjuk meg:

$$THD = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2 + \dots}}{U_1} \cdot 100 [\%]$$

Az áram torzítási tényezőjét szintén ezen összefüggés értelemszerű alkalmazásával kapjuk. Foglalkoztatás táblázatba:

- a feszültség effektív értékét:
  - a lágyvasas műszer szerint
  - a PQA szerint (RMS)
  - a harmonikusokból számítottat
- az áram effektív értékét:
  - a lágyvasas műszer szerint
  - a PQA szerint (RMS)
  - a harmonikusokból számítottat
- a feszültség torzítási tényezőjét:
  - a PQA szerint
  - a harmonikusokból számítottat
- az áram torzítási tényezőjét:
  - a PQA szerint
  - a harmonikusokból számítottat

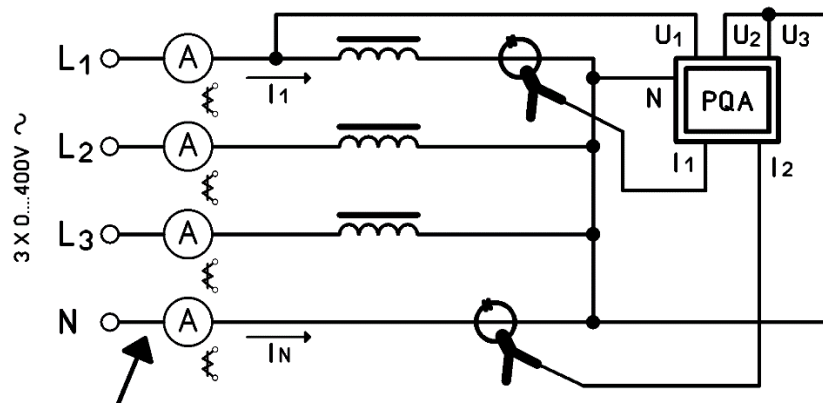
Mért értékek							Számított értékek		
Torz. tény.	Feszültség [V]					Torz. tény.	Feszültség		
THD <sub>U</sub> [%] (PQA)	U <sub>eff</sub>	U <sub>RMS</sub> (PQA)	Harmonikusok [V]					THD <sub>U</sub> [%]	U <sub>eff</sub> [V]
			1.	3.	5.	7.	9.		

Mért értékek							Számított értékek		
Torz. tény.	Áram [A]					Torz. tény.	Áram		
THD <sub>I</sub> [%] (PQA)	I <sub>eff</sub>	I <sub>RMS</sub> (PQA)	Harmonikusok [A]					THD <sub>I</sub> [%]	I <sub>eff</sub> [A]
			1.	3.	5.	7.	9.		

Ugyanazon jellemző ( $U_{eff}$ ,  $I_{eff}$ ,  $THD_U$ ,  $THD_I$ ) különböző módon mért és számított értéke (a megengedett hibahatáron belül) meg kell, hogy egyezzen!

## **B. HÁROMFÁZISÚ NEMLINEÁRIS ÁRAMKÖR VIZSGÁLATA**

### **Kapcsolási vázlat**



Háromfázisú nemlineáris terhelésnek egy üresen járó háromfázisú transzformátort használunk. A terhelést változtatható háromfázisú feszültségről tápláljuk. A mérés során megvizsgáljuk, hogy háromvezetős (nullavezető nélküli) és négyvezetős (nullavezető bekötve) tápláláskor milyen áramköri viszonyok alakulnak ki. Ehhez a nullavezető ágát fogjuk megbontani a nyílal jelölt ponton (a nulla-vezető áramát mérő ampermérőn). Csatlakoztassuk a PQA műszer N, U<sub>1</sub> kapcsaira az L<sub>1</sub> fázisfeszültséget. A két áram érzékelő (CLAMP) közül az I<sub>1</sub>-t csiptessük az L<sub>1</sub> fázisvezetőre, az I<sub>2</sub>-t a nullavezetőre.

### **Feladat (a)**

---

Kapcsoljuk be a PQA műszert. A SYSTEM menüben állítsuk be a kapcsolási elrendezést (WIRING), válasszuk ki az áram érzékelők (CLAMP) típusát. A további beállításokat a gyakorlatvezető segítségével végezzük el.

### **Feladat (b)**

---

A mérőkört bekapcsolva jegyezzük fel az ampermérők méréshatárát, a mért értékeket. Figyeljük meg a PQA műszeren (VIEW/WAVEFORM menü) az áram és feszültség időfüggvényét. Jegyezzük fel a PQA műszerről az áramok harmonikus összetevőit (VIEW/HARMONICS menü). Megkönnyíti az adatok leírását, ha az F4 gombbal (HOLD) rögzítjük a pillanatnyi állapotot.

### **Feladat (c)**

---


Kapcsoljuk be a tápfeszültséget, állítsunk be kb 3x400V vonali feszültséget a terhelésen, majd figyeljük meg a megjelenő időfüggvényeket. A fázisáram nemszinuszos, a jel szimmetria viszonyai miatt elvben csak páratlan rendszámú felharmonikusokat tartalmaz. A hárommal osztható rendszámú felharmonikusok (pl a 150 Hz frekvenciájú 3. harmonikus és a 450 Hz-es 9. harmonikus) mindhárom fázisban azonos fázishelyzetűek (un. zérussorrendű rendszert képeznek), emiatt a nullavezető áramában összegződnek. A 3. harmonikus amplitúdója a legnagyobb, a nullavezető áramában ezért a 150 Hz frekvenciájú komponens a domináló (a terhelés kisebb aszimmetriája miatt más komponensek, pl az alapharmonikus is jelen van a nullavezető áramában.). Bontsuk meg a nullavezető ágát ( a nyíllal jelölt ponton) és figyeljük meg változásokat. A nullavezető hiányában a zérussorrendű áramkomponensek nem tudnak kialakulni, a fázisáram felharmonikus tartalma csökken, viszont a fázisfeszültség fog torzulni. (Ez az egyik oka annak, amiért nem alkalmazunk a primer és szekunder oldalon egyaránt földeletlen csillagpontú, csillag/csillag kapcsolású transzformátorokat.) Végezzük el az  $I_1$  fázisáram és az  $I_N$  nullavezető árama harmonikus összetevőinek mérését mind a négyvezetős, mind a háromvezetős (nullavezető nélküli) esetben. Megfigyelhetjük, hogy a fázisáram 3. felharmonikus összetevőjének közel háromszorosa mérhető a nullavezetőben a négyvezetős esetben. Háromvezetős kapcsolásra áttérve a fázisvezető áramának 3. harmonikus összetevője jelentősen lecsökken. (Nem szűnik meg teljesen, mivel szórt kapacitásokon keresztül ilyenkor is kialakul a zérussorrendű áramok részére egy nagy impedanciájú zárt árampálya.)


## Értékelés

Az A feladatban ismertetett összefüggések értelemszerű alkalmazásával, a mérési eredmények alapján határozzuk meg az áramok effektív értékét és torzítási tényezőjét!

Foglaljuk táblázatba az alábbiakat!

- Az  $I_1$  áram effektív értékét mindkét esetre:
  - a lágyvasas műszer szerint
  - a PQA szerint (RMS)
  - valamint a harmonikusokból számítottat
- Az  $I_1$  áram torzítási tényezőjét mindkét esetre
  - a PQA szerint
  - valamint a harmonikusokból számítottat
- Az  $I_N$  áram effektív értékét
  - a lágyvasas műszer szerint
  - a PQA szerint (RMS)
  - valamint a harmonikusokból számítottat
- Az  $I_N$  áram torzítási tényezőjét:
  - a PQA szerint
  - valamint a harmonikusokból számítottat

Négyvezetős táplálás									
Mért értékek								Számított értékek	
Torz. tény.	Áram [A]							Torz. tény.	Áram
$THD_1$ [%] (PQA)	$I_{eff}$ 	$I_{RMS}$ (PQA)	Harmonikusok [A] (PQA)					$THD_1$ [%]	$I_{eff}$ [A]
			1.	3.	5.	7.	9.		
$I_1$									
$I_N$									

Háromvezetős táplálás									
Mért értékek								Számított értékek	
Torz. tény.	Áram [A]							Torz. tény.	Áram
$THD_1$ [%] (PQA)	$I_{eff}$ 	$I_{RMS}$ (PQA)	Harmonikusok [A] (PQA)					$THD_1$ [%]	$I_{eff}$ [A]
			1.	3.	5.	7.	9.		
$I_1$									

Ugyanazon jellemző ( $I_{eff}$ ,  $THD_1$ ) különböző módon mért és számított értéke (a megengedett hibahatáron belül) meg kell, hogy egyezzen!

## ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Nemszínuszos feszültség, áram effektív értékének és torzítási tényezőjének meghatározása az harmonikus összetevők ismeretében.
2. A nullvezetőben folyó áram sajátosságai háromfázisú nemlineáris áramkörben.
3. Milyen változást okoz a fázisáram harmonikus összetevőiben az, ha egy négyvezetős táplálású nemlineáris terhelés nullvezetőjét bontjuk?
4. Milyen alakú a fázisáram, milyen rendszámú felharmonikusokat tartalmaz?
5. A nullvezető árama milyen rendszámú felharmonikusokat tartalmaz? Melyik ezek közül a legnagyobb amplitúdójú?
6. Mi alkotja a háromfázisú nemlineáris terhelést?