

FELADATKIÍRÁS - MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

A mérés tárgya: Villamos teljesítmény mérése (4. mérés)
A mérést végzik: Veszelyi Bence Balázs
Neptun-kód: V3UWB0

Mérőcsoport: H12, 41
A mérés időpontja: 2021-03-22

Felhasznált eszközök:

Oscilloszkóp	Agilent 54622A	<gyártási szám>
Függvénygenerátor	Agilent 33220A	<gyártási szám>
Elektronikus teljesítménymérő	Hameg HM8115	<gyártási szám>
Szabályozható AC tápegység	Metrel MA-4804	<gyártási szám>
Hall-szondás árammérő	Hameg HZ-56	<gyártási szám>
Digitális multiméter (6½ digit)	Agilent 33401A	<gyártási szám>
Ellenállásdekád	IET Labs RCS500	<gyártási szám>
Mérőpanel	VIK-II-04	<gyártási szám>
Mérőpanel (transzformátor)	VIK-01-03	--
Fényforrások		
Preparált hosszabbító		

Mérési feladatok

1. Hall-szondás árammérő lakatfogó működésének megismerése

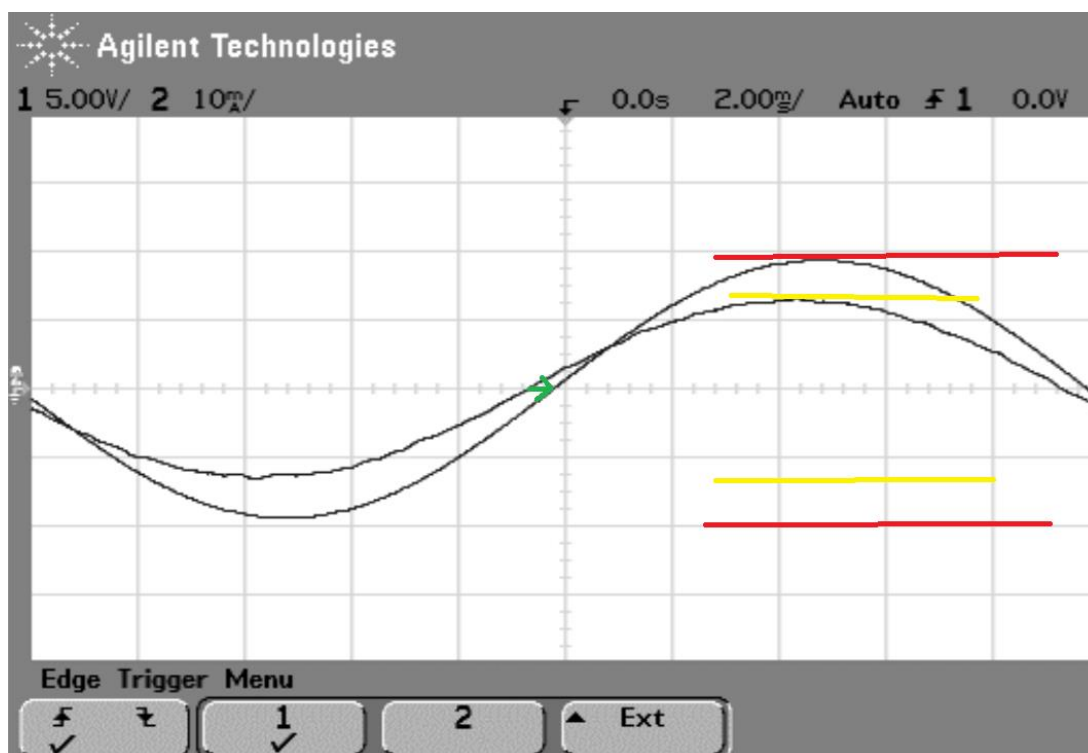
A mérési feladathoz tartozó videó itt tekinthető meg (be kell másolni a böngészőbe):

Foglalja össze saját szavaival a Hall-szondás árammérő legfontosabb tulajdonságait, alkalmazásának módját!

A Hall-szondás árammérő egy olyan eszköz, amely egyenáramtól 100 kHz-ig képes árammérésre. Egy áramjárta félvezető lapkán létrejövő mágneses tér és az arra merőlegesen létrejövő feszültség (Hall-feszültség) mérésén alapszik. A műszer érzékenysége (átalakítási tényezője) 100 mV/A, fontos a lakatfogó megfelelő elhelyezése, fázisban legyen a feszültség és az áram! Ha oszcilloszkóppal együtt alkalmazzuk, akkor az átlagolás bekapcsolása (elég zajos kimeneti jele van az árammérőnek).

2. Szinuszos feszültséggel táplált RLC-hálózat teljesítményviszonyainak mérése oszcilloszkóp használatával

A kapott ábra:



A leolvasott értékek (amplitúdó és idő):

$$U = 9 \text{ V}$$

$$I = 12 \text{ mA}$$

$$\Delta T = 1/5 \cdot 2 \text{ ms} = 0.4 \text{ ms}$$

Pirossal a feszültség, sárgával az áram és zölddel az időeltolódást jelöltem. Az effektív értékeket definíció szerint, a leolvasott amplitúdók

gyök 2-vel történő osztásával számotam ki:

$$U_{\text{RMS}} = \frac{U}{\sqrt{2}} = 6.364 \text{ V}$$

$$I_{\text{RMS}} = \frac{I}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2} \text{ mA} = 8.485 \text{ mA}$$

A fázishoz az alábbi képletre van szükség: $\varphi = \frac{\Delta T}{T} * 360^\circ$, ahol $T=1/50\text{Hz}$
 $= 20\text{ms}$ (50Hz-es frekvenciájú gerjesztőjel miatt). Behelyettesítve: $\varphi = \frac{0.4 \text{ ms}}{20 \text{ ms}} * 360^\circ = 7.2^\circ$

A meghatározandó értékek a hatásos teljesítmény, a meddő teljesítmény, a látszólagos teljesítmény és a $\cos(\varphi)$, ezeket most más definíció szerint tudtam számolni:

$$P = U * I * \cos(\varphi) = 53.57 \text{ mW}$$

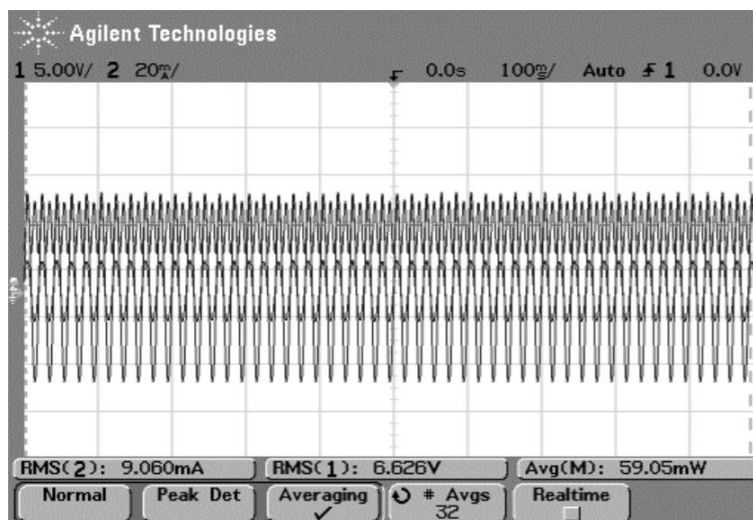
$$Q = U * I * \sin(\varphi) = 6.77 \text{ mVAR}$$

$$S = U * I = 54 \text{ mVA}$$

$$\cos(\varphi) = 0.9921$$

3. Általános periodikus feszültséggel táplált RLC-hálózat teljesítményviszonyainak mérése oszcilloszkóp használatával

A kapott ábra:



A teljesítménymérés definíciója szerint mért értékek:

$$U_{\text{RMS}} = 6.626 \text{ V, (továbbiakban: „U”)}$$

$$I_{\text{RMS}} = 9.06 \text{ mA, (továbbiakban: „I”)}$$

$$P = 59.05 \text{ mW}$$

A meghatározandó értékek a meddőt teljesítmény és a $\cos(\varphi)$.

Ha a látszólagos teljesítmény definíciójából indulunk ki, akkor átrendezve Q-ra az alábbi képletet és behelyettesítve az eredményt

kaphatjuk:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(U * I)^2 - (U * I * \cos(\varphi))^2} = 10.811 \text{ mVAR}$$

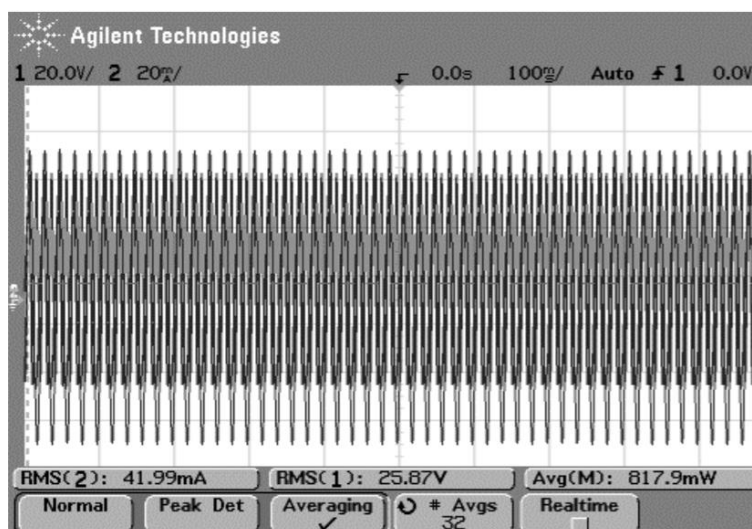
A $\cos(\varphi)$ -t a hatásos teljesítmény képletének átrendezésével és behelyettesítéssel kaptam:

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{U * I} = \frac{59.05 \text{ mW}}{6.626 \text{ V} * 9.06 \text{ mA}} = 0.9836$$

$$\varphi = \cos^{-1}(0.9836) = 10.39^\circ$$

4. AC tápegységgel táplált RLC-hálózat teljesítményviszonyainak mérése

A kapott ábra:



U	I	P	Q	$\cos \phi$
25.8 V	0.043 A	0.811 W	0.742 var	0.70

Az oszcilloszkóp által mért értékek:

$$U = 25.87 \text{ V}$$

$$I = 41.99 \text{ mA}$$

$$P = 817.9 \text{ mW}$$

Ezekből az előző feladatban alkalmazott módszerekkel kiszámítható Q és $\cos(\varphi)$:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(U * I)^2 - (U * I * \cos(\varphi))^2} = 714.88 \text{ mVAR}$$

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{U * I} = \frac{817.9 \text{ mW}}{25.87 \text{ V} * 41.99 \text{ mA}} = 0.7529$$

Az elektronikus teljesítménymérő által mért értékek:

$$U = 25.8 \text{ V}$$

$$I = 0.043 \text{ A} = 43 \text{ mA}$$

$$P = 0.811 \text{ W} = 811 \text{ mW}$$

$$Q = 0.742 \text{ VAR}$$

$$\cos(\varphi) = 0.7$$

A kétféle mérési eredmények közül az oszcilloszkópról leolvasottak alapján kiszámolt értékek pontosabbnak tűnnek. Azonban ezeket nekünk kellett kiszámolni, míg az elektronikus eszköznél csak leolvasni.

5. Hálózati feszültséggel táplált fényforrások teljesítményviszonyainak mérése

A kapott eredmények

Halogén 1

Teljesítménymérő

U_1 (V)	I_1 (A)	P_1 (W)	$\cos(\phi)_1$
20	0,057	1,15	1
80	0,111	8,91	1
140	0,148	20,8	1
200	0,180	36,2	1
230	0,195	45,1	1

Oszcilloszkóp

U_2 (V)	I_2 (A)	P_2 (W)	$\cos(\phi)_2$
19,6	0,057	1,11	0,99
79,9	0,110	8,77	1,00
139,6	0,146	20,3	1,00
198,8	0,177	35,1	1,00
228,5	0,192	43,6	0,99

Kompakt 3

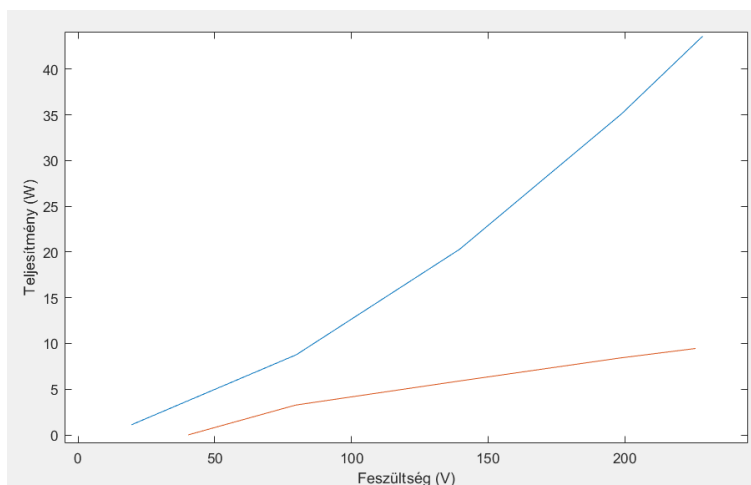
Teljesítménymérő

U_1 (V)	I_1 (A)	P_1 (W)	$\cos(\phi)_1$
40,3	0	0	NaN
80	0,064	3,37	NaN
140	0,069	6,11	0,98
200	0,066	8,37	0,98
230	0,071	10,20	0,98

Oszcilloszkóp

U_2 (V)	I_2 (A)	P_2 (W)	$\cos(\phi)_2$
40,3	0,000	0	NaN
79,6	0,060	3,26	0,68
140,1	0,064	5,92	0,66
198	0,063	8,40	0,67
225,9	0,065	9,45	0,64

A feszültség-teljesítmény karakterisztikájának felrajzolásához több pontban kell megmérnünk az értékeket. Az elektronikus teljesítménymérőn nézve különböző feszültségértékeket veszünk fel, majd leolvassuk a hozzájuk tartozó adatokat. MATLAB segítségével ábrázoltam a kapott eredményeket (az oszcilloszkóp adatai alapján):



Az ábráról azt olvashatjuk le (kékekkel a halogén, narancssal a kompakt fénycső értékei láthatóak), hogy a kompakt fénycső sokkal kevesebb

tejesítményt vesz fel, így a hatásfoka és az élettartama is jobb/hosszabb lesz.

Az oszcilloszkóppal pontosabb eredményeket kapunk. Több helyen is láthatunk NaN értéket, ez akkor jelenik meg ha nem folyik áram és így $\cos(\varphi)$ -re nem kaphatunk értelmes eredményt (elhanyagolhatóan kicsit).

6. Hibaszámítás

A számítás pontossága a leolvasási pontosságától függ.

A feszültség és áram leolvasásánál a függőleges tengelyt néztem mindkét esetben, amely minden nagy lépték között 4 alléptékre van osztva. Abban az esetben, ha a jel pont 2 kis lépték között van és én valamelyik kislépték értékére olvasom le, akkor pont nagylépték / 4 / 2-es hibaaránnal „dolgoztam”, ez a legrosszabb eset. Feszültségben és áramban kifejezve ugyanez:

$$U_h = \frac{5 \text{ V} * \frac{1}{4} * \frac{1}{2}}{9 \text{ V}} = 0.0694 = 6.94 \%$$

$$I_h = \frac{10 \text{ mA} * \frac{1}{4} * \frac{1}{2}}{12 \text{ mA}} = 0.1042 = 10.42\%$$

(általánosan: hiba =(lépték hiba * osztásköz)/(leolvasott érték))

Az idő leolvasása (és abból ΔT , majd $\cos(\varphi)$ számítása) hasonló worst case hibával történhetett, ott 5 alléptékre van osztva a vízszintes tengely, nem 4-re így a lépték hiba = $1/5 * 1/2 = 0.1$ lehet.

$$T_h = \frac{2 \text{ ms} * \frac{1}{5} * \frac{1}{2}}{0.4 \text{ ms}} = 0.5 = 50 \%$$

Az időtartam leolvasása rettenetesen nagy hibával lehetséges, ennek a magyarázata az osztásköz és a leolvasott érték nagyságrendében keresendő. Például, ha 10 ms-os nagyságrendű értéket kellett volna leolvasni, akkor a hibánk 2% lenne, mivel nagyon kicsi az érték így a hibánk is látványosan megnő.