

## 8. mérés

### Frekvencia, periódusidő, fordulatszám mérése

#### A mérés célja

A frekvencia, periódusidő, fordulatszám különböző mérési módszereinek megismerése és gyakorlása. A digitális frekvencia- és periódusidő mérő alkalmazási sajátosságainak megismerése. Az oszcilloszkóp használatának gyakorlása a frekvencia- és periódusidő mérése területén.

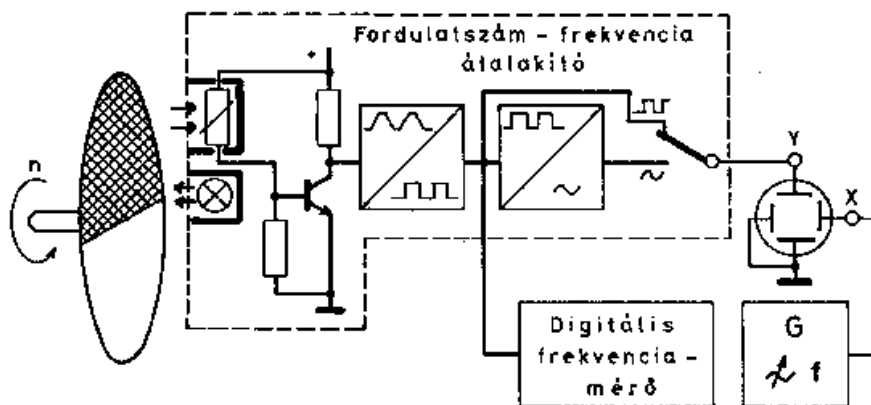
#### Biztonságtechnikai útmutató

A fordulatszám mérést változtatható fordulatszámú váltakozóáramú kommutátoros motoron végezzük, a gépre megengedett maximális fordulatszámot túllépni tilos. A működésben lévő gép közelében végzett műveleteket fokozott óvatossággal, a laboratóriumi szabályzat rendelkezéseit betartva hajtjuk végre.

#### MÉRÉSI FELADATOK

##### A. FORDULATSZÁM MÉRÉSE

###### *Blokkvázlat*



A változtatható fordulatszámú motor tengelyére egy tárcsa van felszerelve, ennek egyik homlokfelülete - az átmérő mentén megosztva - fekete, ill. fehér színű borítással van ellátva. (A tárcsa másik homlokfelületén fekete alapon egy sugárirányú fehér sávot találunk, más fordulatszám mérési módok céljára.) A tárcsa forgását érintésmentesen, optikai módszerekkel érzékeljük. A tárcsát megvilágítjuk, a róla visszaverődő fény foto ellenállást vezérel, amely egy tranzisztor bázisáramát befolyásolja. Amikor a fekete felület halad el a foto ellenállás előtt, a foto ellenállásra visszavert fényáram kicsi, a foto ellenállás gyakorlatilag nem vezet, a tranzisztor sem. A fehér felületről visszaverődő fény hatására a foto ellenálláson áram fog folyni, a tranzisztor is vezet. A tranzisztor kollektor feszültségéből jelformáló áramkörökkel négyzögfeszültséget és (megléhetősen torzított) szinuszos feszültséget állítunk elő. Az előző áramkörök együtt egy fordulatszám-frekvencia átalakítót képeznek. Ennek kimeneteire csatlakozó digitális frekvenciamérővel és oszcilloszkóppal, valamint az oszcilloszkóppal kapcsolatban lévő függvénygenerátorral különböző fordulatszám mérési megoldások adódnak. Ezen felül egyedi műszerekkel - stroboszkóp, digitális tachométer - is végzünk méréseket. A percnkénti fordulatszám, a frekvencia és a periódusidő között a következő kapcsolatok vannak:

$$n \left[ \frac{1}{\text{min}} \right] = 60f[\text{Hz}] = \frac{60}{T[\text{s}]}$$

### Periódusidő mérése digitális frekvencia- és időmérő műszerrel

A viszonylag kis frekvencia miatt a periódusidő mérő módban használjuk a műszert. A méréshatárt úgy választjuk meg, hogy a mért értékre 4 értékes számjegyet kapjunk. (Nagyobb felbontás nem célszerű, a fordulatszám ingadozása miatt a kisebb helyértékű számjegyek változása igen nagy lenne.) A periódusidőből számított fordulatszámot tekinthetjük a helyes mérési eredménynek. *Mivel a műszer órajelét nagy pontosságú kvarc generátor szolgáltatja, ezért az összes mérési módszer közül ezt tekintjük a legpontosabbnak.*

### Periódusidő mérése oszcilloszkóppal

A fordulatszám-frekvencia átalakító kimenetéről négyzögfeszültséget adunk az időeltérítéses módban használt oszcilloszkópra. Az oszcilloszkóp függőleges bemenetét DC csatolási módba kapcsoljuk és erre a bemenetre szinkronozunk. Az időeltérítést olyan fokozatba állítsuk, hogy a négyzögjel egy periódusa jelenjen meg a képernyőn. Két azonos fázishelyzetű pont (két felfutó él vagy két lefutó él) közötti vízszintes távolságnak és az időeltérítés skálaállandójának szorzata megadja a periódusidőt.

### Frekvenciamérés Lissajous módszerrel

A fordulatszám-frekvencia átalakítóról szinuszos jelet adunk az X-Y módban használt oszcilloszkóp függőleges bemenetére, a vízszintes bemenetet pedig a függvénygenerátorról vett szinuszos feszültséggel vezéreljük. Mindkét bemeneten AC csatolást állítsunk be. A függvénygenerátor frekvenciáját változtatva álló - téglalap befoglaló formájú, általában többszörösen hurkolódó - alakzatot, ún. Lissajous ábrát kapunk akkor, ha a bemeneti frekvenciák aránya racionális szám (egész számok aránya). A Lissajous ábra függőleges érintőjének érintési pontjait ( $e_y$ ) és vízszintes érintőjének érintési pontjait ( $e_x$ ) megszámlálva következtethetünk a függőleges bemenet  $f_y$  frekvenciájának és a vízszintes bemenet  $f_x$  frekvenciájának arányára.

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{e_x}{e_y}$$

Legegyszerűbb az értékelés akkor, ha a Lissajous ábra kör, ellipszis vagy egyenes (tehát nincs többszörös hurok az ábrában), ekkor a két bemenet jelének frekvenciája egyezik.

### Fordulatszám mérése stroboszkóp segítségével

A stroboszkóp változtatható frekvenciájú fényimpulzus-sorozatot állít elő, a beépített frekvenciamérője digitálisan kijelzi a felvillanások frekvenciáját. A stroboszkóp fényét ráirányítjuk a motorra szerelt tárcsa homlokfelületére (amelyen fekete alapon egy sugárirányú fehér sáv van). Először a motor fordulatszámához viszonyítva jóval nagyobb fordulatszámnak megfelelő villogási frekvenciát állítsunk be a stroboszkópon. A frekvenciát - a műszer toló-potenciométerének állításával - lassan csökkentjük, figyelve a tárcsán megjelenő alakzat változását. Amikor a frekvencia csökkentése során *először kapunk egyszeres álló jelet*, akkor a felvillanások frekvenciája egyezik a motor forgásának frekvenciájával. A stroboszkóp digitális kijelzőjén közvetlenül a percenkénti fordulatszám olvasható le. (Ha a stroboszkóp frekvenciáját kis értékről indulva növelnénk, egyszeres álló képet kapnánk minden olyan esetben, amikor a forgási frekvencia egész számú többszöröse a felvillanások frekvenciájának. Durva mérési hiba elkövetésének esélye igen nagy lenne.)

### Digitális tachométerrel

A műszer érintésmentesen érzékeli a tárcsa forgását, és infravörös sugarat bocsát ki. A mozgó céltárgyról visszaverődő fényimpulzusok meghatározott ideig történő rögzítése után számítási műveleteket végez, az eredményt az üzemmód választó kapcsoló állásának megfelelő mértékegységben számszerűen megjeleníti. A mérés pontosságát a mérőmű kapuidejét vezérlő kvarc-oszcillátor garantálja.

## Feladatok

---

A motort 0...230 V-os változtatható tápfeszültségről tápláljuk, a fordulatszám változtatása a feszültség változtatásával történik. A gyakorlatvezető által megadott tápfeszültségeken (ezekhez tartozó fordulatszám) végezzük el az előzőekben ismertetett módszerekkel és műszerekkel a fordulatszám vagy a periódusidő vagy a frekvencia mérését. (Megjegyzés: Mechanikus fordulatszám-mérő fékező hatása miatt a tényleges fordulatszám a mérés során csökken. Ilyen mérésnél a digitális frekvenciamérő által mért periódusidőt ismét ellenőrizni kell.)

## Értékelés

---

Táblázatban foglaljuk össze a közvetlenül mért értékeket, a frekvencia és a periódusidő alapján határozzuk meg az ennek megfelelő percenkénti fordulatszámot. Egy diagramban összevontan ábrázoljuk a különböző műszerek és mérési módszerek kalibrálási görbéit, a helyes értéknek a digitális periódusidő-mérésből számított percenkénti fordulatszámot tekinthetjük. A kalibrálási görbében a független változó a mért percenkénti fordulatszám, a függő változó a percenkénti fordulatszám helyes értéke.

## B. FÜGGVÉNYGENERÁTOR KALIBRÁLÁSA

### Feladatok

---

A FUNCTION GENERATOR (függvénygenerátor) 0,005 Hz...20 kHz frekvenciatartományban szinusz, háromszög és négyszögjel előállítására alkalmas. A függvénygenerátor ATTENUATOR (csillapító, feszültségosztó) nyomógombsávján a 0 dB gombot nyomjuk be, az AMPLITUDE potenciométert a maximális kimenőfeszültséget adó, jobb szélső helyzetbe állítjuk, és négyszög hullámformát választunk. A generátor OUT kimenetén ekkor kb. 5 V csúcsertékű szimmetrikus négyszögfeszültséget kapunk.

A DFT METER (digitális frekvencia és időmérő) FREQ. módban frekvencia, PERIOD módban periódusidő mérésére használható. (Ezen felül időtartam, frekvenciaarány mérésére, impulzusszámlálásra is alkalmas, ezeket az üzemmódokat e mérésben nem használjuk.) Kis frekvenciákon a periódusidő, nagy frekvenciákon a frekvencia mérése ad pontosabb (több értékes számjegyet adó) mérési eredményt.

Kössük össze a függvénygenerátor OUT kimenetét a digitális frekvenciamérő A bemenetével. A gyakorlatvezető által megadott két frekvenciatartományban, a tartományon belül közel egyenletesen elosztott 7-7 frekvencián mérjük meg a függvénygenerátor jelének frekvenciáját vagy periódusidejét. A frekvenciamérő üzemmódját és méréshatárát úgy választjuk meg, hogy a frekvencia vagy periódusidő mért értékére 3...4 számjegyet kapjunk.

### Értékelés

---

A digitális frekvenciamérővel mért értéket tekintjük a frekvencia vagy periódusidő helyes értékének ( $f_p$ ,  $T_p$ ). A periódusidőből a frekvencia a  $f_p=1/T_p$  összefüggéssel számítható. Mindkét vizsgált frekvenciatartományra táblázatban foglaljuk össze a következő mért és számított eredményeket:

- a függvénygenerátoron beállított  $f$  frekvencia;
- a digitális frekvenciamérővel mért  $f_p$  frekvencia vagy  $T_p$  periódusidő;
- periódusidő mérése esetén az ebből számított  $f_p$  frekvencia;
- a függvénygenerátor abszolút hibája, azaz beállított  $f$  frekvencia és a mért (helyes)  $f_p$  frekvencia különbsége.

Mindkét frekvenciatartományra - külön diagramban - ábrázoljuk a függvénygenerátor hibagörbéjét. A hibagörbe független változója a függvénygenerátoron beállított  $f$  frekvencia, függő változója az  $f-f_p$  abszolút hiba.

## ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A percenkénti fordulatszám, a frekvencia és a periódusidő közötti összefüggések.
2. Fordulatszám mérése stroboszkóppal.
3. Periódusidő mérése oszcilloszkóppal.
4. Frekvencia mérése Lissajous módszerrel.
5. A hibagörbe és a kalibrálási görbe értelmezése.

## MELLÉKLETEK

### FORDULATSZÁM MÉRÉSE

Sorsz.	Digit frekvenciamérő			Oscilloszkóp					Tachom.	Strob.
	(négyzetjellel)			(négyzetjellel)			(Lissajous)			
	t(ms)	f(Hz)	n(1/min)	t(ms)	f(Hz)	n(1/min)	f(Hz)	n(1/min)		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

### FÜGGVÉNYGENERÁTOR KALIBRÁLÁSA

Sorsz.	Skálafok (Hz)	T <sub>pontos</sub> (ms)	f <sub>pont</sub> (Hz)	H (Hz)	h (%)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

### MŰSZEREK ADATAI