

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.

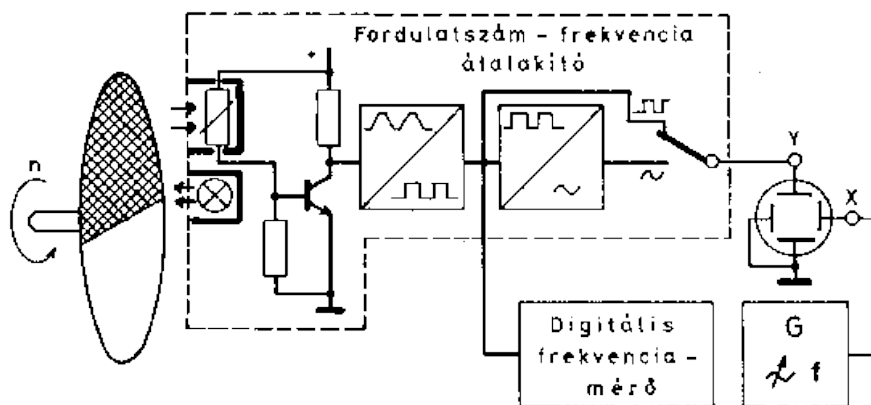
Biztonságtechnikai útmutató

A fordulatszám mérését 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 (möglegyetesen 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 válasszuk 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, un. 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 stroboszkóppal

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 állítsuk, és négyszög hullámformát válasszunk. 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 válasszuk 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 percnkénti 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 _{pontos} (ms)	f _{pont} (Hz)	H (Hz)	h (%)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

MŰSZEREK ADATAI