

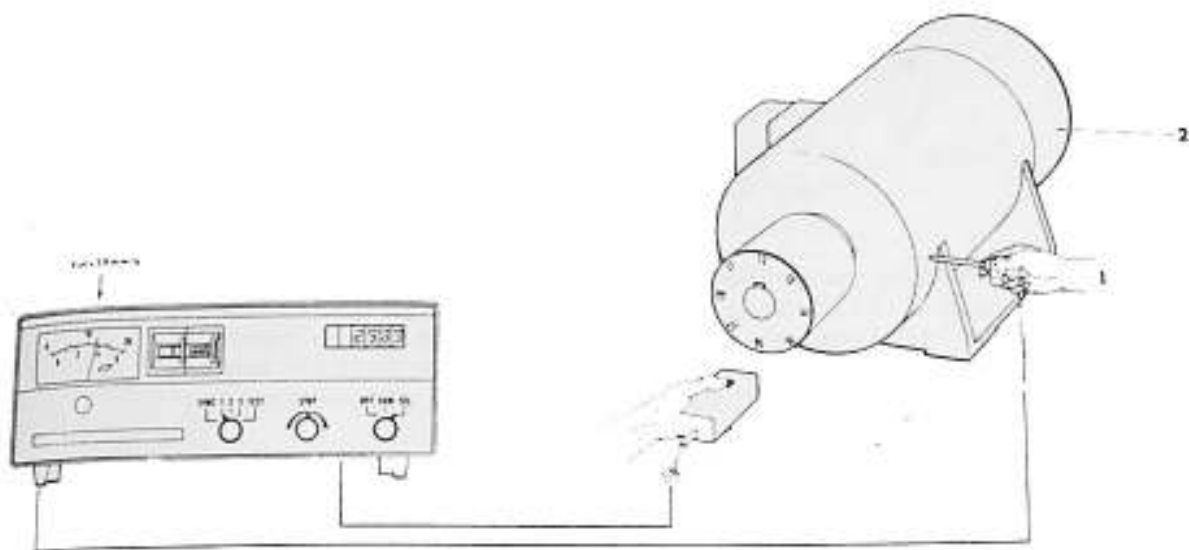
FORGÓRÉSZ DINAMIKUS KIEGYENSÚLYOZÁSA II.

Laboratóriumi gyakorlat – a mérés leírása

A FORGÓRÉSZ DINAMIKUS KIEGYENSÚLYOZÁSA I. Laboratóriumi gyakorlat elméleti útmutatóban összefoglaltuk a kiegyensúlyozással kapcsolatos elméleti ismereteket. Ebben a laborgyakorlati ismertetőben a forgórészek egy ill. két síkban történő dinamikus kiegyensúlyozásának gyakorlati kivitelezéséről adunk egy összefoglalást.

1. A berendezés leírása.

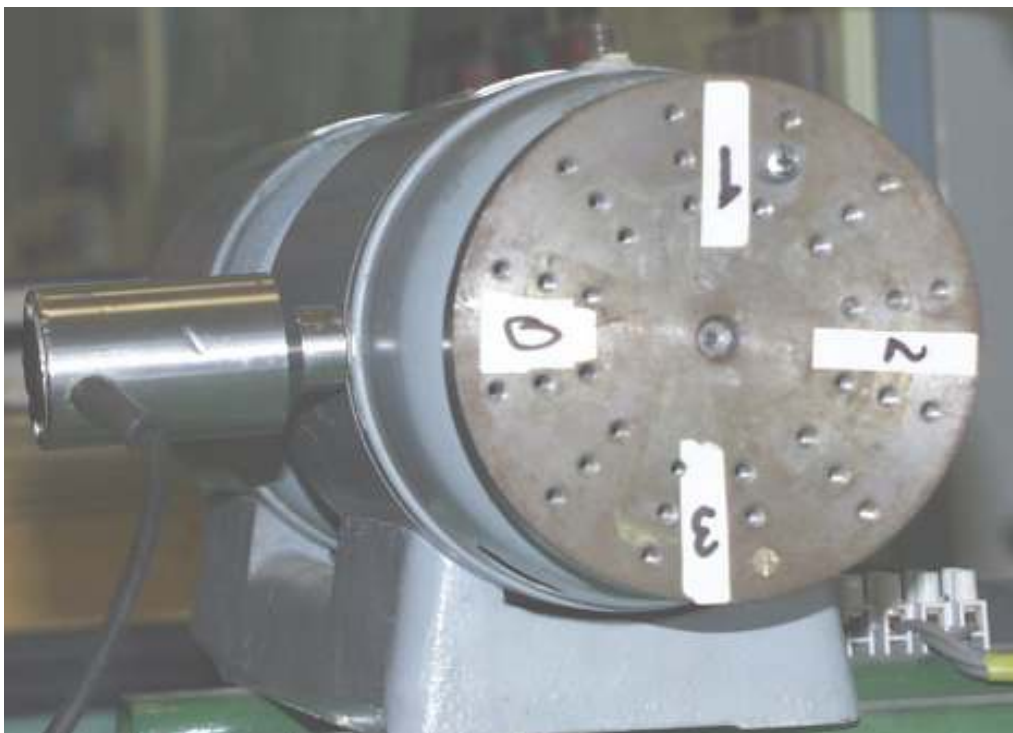
A kiegyensúlyozandó forgórész egy rövidre zárt aszinkron villanymotor forgó-része. A villanymotort bilincsekkel rögzítjük egy fix állványhoz. A motor mindkét végén kinyúlik a forgórész tengelye, melyekre egy-egy tárcsát rögzítettünk. (1.ábra.) A tárcsákon 45° -os osztásban menetes furatokat készítettünk a kiegyensúlyozó tömegek rögzítéséhez. A tárcsákon mindkét oldalon azonos helyzetben 90° -konként forgásirányban 0,1, 2, 3 jelű csíkokat rögzítettünk. Ezen tárcsák homloksíkjai a tulajdonképpeni kiegyensúlyozó síkok. (2.ábra.)



1. ábra: A tömegkiegyensúlyozó berendezés

A kiegyensúlyozatlan forgórészek a rögzítő csapágyak házában egy körbeforgó rezgés-gerjesztést okoznak a bármilyen mereven rögzített csapágyházban. (A kiegyensúlyozatlan tömegen ébredő centrifugális erő a forgórész szögsebességével forogva ad egy erőgerjesztést.) A kiegyensúlyozáshoz tehát egy rezgésmérő műszert kell használnunk. Mi egy SCHENK VIBROTESZT rezgésmérőt használunk a (Carl Schenk A.G. Darmstadt, BRD)A műszer széleskörű felhasználási lehetőségeiből csak azt írjuk itt le, amit közvetlenül használunk a kiegyensúlyozáshoz.

A műszer egy mérődobozból, egy abszolút rezgésmérő-fejből és egy stroboszkóp lámpából áll. A rezgésmérő-fejet és a stroboszkóp lámpát a mérődoboz hátulján található megfelelő dugaszoló aljzathoz csatlakoztatjuk. A rezgésmérő-fejet a kiegyensúlyozandó forgórész egyik csapágyának a síkjában vízszintes helyzetben az előre elkészített csavarral rögzítjük az állórészhez .



2. ábra: A berendezés így elő van készítve a méréshez.

2. Kiegyensúlyozás egy síkban.

Egy síkban történő kiegyensúlyozásnál csak az egyik csapágy síkjában mérjük a rezgés sebességet és az ehhez a csapágyhoz tartozó tárcsára erősítjük fel a kiegyensúlyozó tömegeket. Az egy síkban történő kiegyensúlyozást általában tárcsa alakú alkatrészeknél alkalmazzuk.

2.1. Kiegyensúlyozatlanság kezdő helyzetben.

A motort bekapcsolva az üzemi fordulatra felpörgetjük a forgórészt. A stroboszkóp lámpa fényét a kiegyensúlyozó tárcsára irányítjuk kb. arra merőleges irányban. A bal oldali kapcsolót „SYNC” állásba kapcsoljuk, a jobb oldali kapcsolót „SEL” állásba kapcsoljuk. A középső kapcsoló jobbra forgatásával a lámpa villanási frekvenciáját növeljük míg az üzemi fordulathoz közelébe nem jutunk, a jobb oldali felső digitális kijelző mutatja a villanási frekvenciának megfelelő fordulatszámot ford. / perc mértékegységben. Ezután a középső kapcsolót középső állásából kissé jobbra vagy balra forgatva lassan növeljük a villanási frekvenciát addig, míg a tárcsára ragasztott számokat egy kontúrral egyhelyben állónak nem látjuk. Ekkor a digitális kijelzőn a fordulathoz a motorfordulattal egyezik. A középső kapcsolót középső állásba téve a villanási frekvenciát a kiegyensúlyozási folyamat közben már nem módosítjuk. A kiegyensúlyozatlanság szöghelyzetét a rezgésmérő-fej meghosszabbításában, de annak oldalán leolvasott számértékből határozhatjuk meg. Pld. kb. 0,1 szöghelyzet, azaz $\alpha_a = 10^\circ$. A stroboszkóp lámpa mindig a rezgés sebesség maximális értékének pillanatában villan fel, így biztosítva a mindenkor azonos szöghelyzetben történő leolvasást. A rezgés sebesség méréséhez át kell kapcsolnunk a baloldali alsó kapcsolót a „SYNC” állásból az 1 vagy 2 helyzetbe, attól függően, hogy a rezgésmérő-fej melyik hátsó dugaszoló aljzatba lett csatlakoztatva. A felső középső kapcsoló jobb oldali hengerének elforgatásával a kijelzett mérték-egységet mm/sec értékre állítjuk (Rezgés sebesség). A bal oldali hengert addig forgatjuk míg a baloldali kijelző mutató középhelyzet körüli értéket nem mutat. (Mérés-határok 0,006/0,06/0,6; stb. felső skálaosztás, vagy 0,002/0,02/0,2; stb. alsó skálaosztás)

A kiegyensúlyozásnál a mutatott értéket csak „skálaosztásként” olvassuk le és csak relatív értéként használjuk. Leolvasott érték pld. 200 mm/s méréshatárban $r_a=105$ egység.

A **kezdő helyzetben** (kiegyensúlyozó tömeg nélküli) **leolvasott értékek:** pl. $\alpha_a=10^\circ$, $r_a=105$ egység. Ezután a villanymotort leállítjuk.

2.2. Kiegyensúlyozatlanság adott tömeg felerősítésénél.

A kiegyensúlyozó tárcsára a legnagyobb átmérőn fekvő furatba 90° -os szöghelyzetben egy $m=10$ gramm nagyságú próbatömeget rögzítünk, természetesen a motor kikapcsolt állapotában.

Ezután a mérést a 2.1.-ben leírtak szerint megismétljük.

Leolvasott értékek: $\alpha_b=252^\circ$, $r_b=90$ egység.

A felhelyezett 10 g próbatömeget eltávolítjuk, majd a szükséges kiegyensúlyozó tömeget meghatározzuk.

2.3. Kiegyensúlyozó tömeg meghatározása.

A kiegyensúlyozó tömeg nagyságának és szöghelyzetének meghatározását egy vektorábrán tudjuk bemutatni.

Felveszünk egy koordináta rendszert és ebben ábrázoljuk az r_a illetve az r_b vektorokat, melyek végpontjai kijelölik az a illetve b pontokat a koordináta rendszerben. Az $(r_b - r_a)=T_1$ vektor abszolút értékét és az r_a vektorral bezárt szögét meghatározzuk. (167mm , 29°). Meghatározzuk továbbá a koordináta rendszer kezdőpontjából a T_1 vektorra merőleges A_0 illetve a T_1 hatásvonalában fekvő A_1 vektorok abszolút értékét is (51 mm , 92 mm). A T_1 vektor a 10 gramm nagyságú kiegyensúlyozó próbatömeg vektora (Tára vektor). A tömegléptéket a következők szerint határozzuk meg: $u=m/T_1=10/167=0,06\text{ g/mm}$. (3. ábra)

A T_1 vektor kezdőpontját az origóba eltoljuk és elforgatjuk az óramutató járásával egyezően 128 fokkal, így a T_1 vektor függőleges helyzetbe kerül, minthogy a függőleges „1” szöghelyzetbe helyeztük a próbatömeget. A T_1 vektorral együtt toljuk el illetve forgatjuk az A_0 , A_1 és r_a vektorokat is. Az r_a vektor hatásvonala kimetszi a kiegyensúlyozó körből – mely a kiegyensúlyozó tárcsán az egyik pl. a legnagyobb osztósugarú kör. Ide kellene az r_a abszolút értékéből számított $m_{\text{poláris}}=90*u=90*0,06=6,3\text{ g}$ kiegyensúlyozó tömeget rögzíteni a tárcsaszerű forgórész ún. **poláris** kiegyensúlyozásához. Ennek csak az a baja, hogy ebben a 61 fokos szöghelyzetben nem találunk rögzítő furatot, ezért többnyire az ún. komponens kiegyensúlyozási módszert követjük.

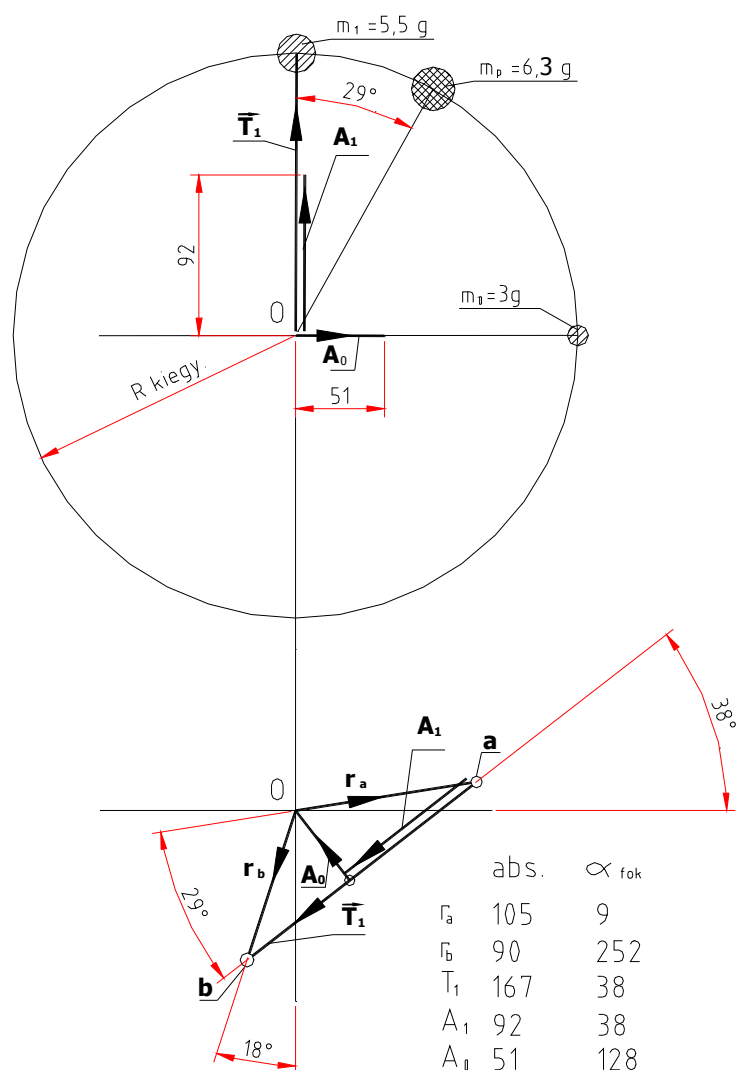
A komponens kiegyensúlyozási módszer lényege, hogy az r_a vektort két merőleges komponensre bontva (T_1 vektor és a rá merőleges irányba) kapjuk az A_1 és az A_0 vektorokat, ezeket a T_1 vektorral együtt eltoltuk ill. elforgattuk, ahogy azt az előző bekezdésben leírtuk. Az A_1 és az A_0 vektorok így a 0 és 1 szöghelyzetbe kerültek, abszolút értékük és a tömeglépték ismeretében kiszámítjuk a megfelelő komponens kiegyensúlyozó tömegek értékét: $m_0=A_0*u=51*0,06=3\text{ g}$; $m_1=A_1*u=92*0,06=5,5\text{ g}$.

Tehát, ha a 0 és 1 szöghelyzetben az m_0 illetve m_1 tömegeket rögzítjük a kiegyenlítő sugáron lévő furatokban, akkor ugyanazt az eredményt kapjuk, mint a poláris kiegyensúlyozásnál, de a 0 és 1 szöghelyzetekben biztosan van rögzítő furat.

2.4. A kiegyensúlyozás ellenőrzése.

A komponens kiegyensúlyozó tömegek rögzítése után a forgórész felpörgetése után ellenőrizzük a kiegyensúlyozatlanság értékét, tehát leolvassuk a kijelzett rezgés sebesség értékét és a hozzátartozó szöghelyzetet a kiegyensúlyozó tárcsának a stroboszkóp lámpával való megvilágítása után. Ha a kiegyensúlyozatlanság a 0 érték közelében van, akkor helyesen

szerkesztettük meg a vektorábrát és befejeztük a kiegyensúlyozást. Ha a kiegyensúlyozatlanság számottevő értékű, akkor meg kell keresnünk, hogy hol hibáztunk.



3. ábra: A kiegyensúlyozás vektorábrája

2.5. Kiegyensúlyozó tömegek meghatározása számítással.

Természetesen a fent bemutatott vektorábra megrajzolása léptékhelyesen kissé körülményes lenne, ezért egy számítási módszert dolgoztunk ki Excel táblázat felhasználásával, a számítás menetét illetve a mérési eredmények bevitelét itt bemutatjuk, s a laborban a táblázat rajta lesz a számítógépen és így egyszerűen meghatározhatók a kiegyensúlyozó tömegek értékei.

Kiegyensúlyozás egy síkban						
			x /mm/	y /mm/		mm
Induló helyzet	r_a /mm/	<u>105</u>	103,7	16,4	A_1	<u>92,8</u>
	alfa a /fok/	<u>9</u>				
90 fok kezdő m	r_b /mm/	<u>90</u>	-28,0	-85,5	A_0	<u>49,1</u>
	alfa b /12/	<u>252</u>				
90 fok kezdő tömeg	gram	<u>10,0</u>				
	szöghelyz	<u>90,0</u>				

tömeglépték	g/mm	0,060				
Tára vektor	T₁	166,6	-131,7	-102,0		
	alfa T₁	37,8				g
Kiegyensúlyozó szöghelyzet	T₁-ra szög fok	28,8			Kiegy tömeg Kompon m₁	5,6
	Kiegyensúlyozó tömeg gramm Poláris m_p	6,30			Kiegy tömeg Komp m₀	2,9

A táblázatban az aláhúzott számok mérési értékek, tehát ezeket lehet ill. kell beírni! A többi érték számítási eredmény, ide nem szabad beírni, a vastagon bekeretezett kockákban a felhasználható eredmények vannak.

Természetesen ajánlott egy szabadkézi vázlaton a vektorábrát megrajzolni, hogy az előjelek és szögeértékek nagyságrendjét ellenőrizni tudjuk.

3. Kiegyensúlyozás két síkban

A két síkban történő kiegyensúlyozásnál azt feltételezzük, hogy a két kiegyensúlyozó sík független egymástól, vagyis az egyik síkban felerősített tömeg nem befolyásolja a másik síkban lévő kiegyensúlyozatlanság értékét. Ezen feltételezés hiányában nagyon bonyolulttá válik a kiegyensúlyozási folyamat, s ez már meghaladná a laborgyakorlat időkeretét, és már a szaktárgyak keretébe tartoznak.

A fenti feltételezéssel tulajdonképpen a 2. pontban leírtakat végrehajtjuk először a forgórész egyik tengelyvégén lévő kiegyensúlyozó tárcsán, majd a másik tengelyvégén lévő kiegyensúlyozó tárcsán is elvégezzük a kiegyensúlyozást.

Ezután az első kiegyensúlyozó tárcsán újra ellenőrizzük a kiegyensúlyozottságot, az első kiegyensúlyozási értékekhez viszonyított változás megmutatja a feltételezésünk helyességét ill. a második kiegyensúlyozó sík befolyását az első síkra.