

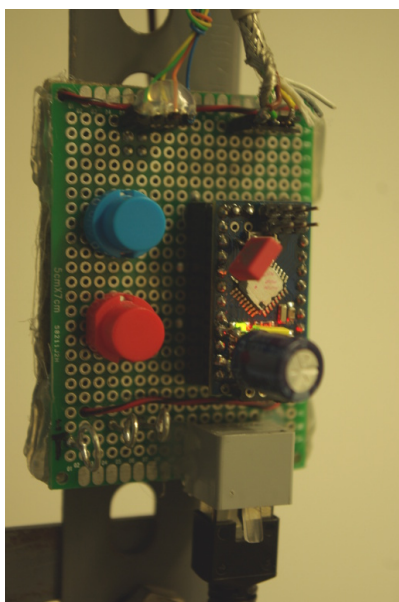
## Súrlódó síkinga lengésének mérése

A mérési elrendezés az alábbi ábrán látható:



Az inga egy potenciométer forgójára van rögzítve így a forgó tengelyére merőleges síkban tud mozogni. A potenciométer leágazásán mért feszültséget, amely a kitérés szögétől függ, egy mikrovezérlő digitalizálja, és a számítógépen soros vonalról olvasható. A mikrovezérlő két gombjának működési funkciója:

- a mérés kezdete illetve lezárása,
- az alapállapotba visszaállítás.



Megjegyzés: Az inga *alsó*, *súlyos* részere egy háromtengelyes gyorsulásmérőt szereltünk, ennek adatait is szolgáltatja a mikrovezérlő.

# 1. feladat: Az inga szögmérőjének kalibrálása.

## 1.1. feladat

A szögtartományt jól lefedő, legalább 7 különböző kitérítés mellett - álló pozícióban - mérje meg, hogy az ingára kötött érzékelőből a mikrovezérlő milyen értékeket jelez.

Határozza meg az adatpontok eloszlásának várható értékét és szórását, és vegye fel a táblázatba ezeket az értékeket!

A táblázat oszlopai rendre:

- $\Theta$  a kitérítés szöge, radiánban,
- $\mu_x$  a mikrovezérlő adott kitéréshez tartozó mérési adatainak várható értéke,
- $\sigma_x$  a mikrovezérlő adott kitéréshez tartozó mérési adatainak szórása.

$\Theta$	$\mu_x$	$\sigma_x$
x	y	z

**A méréshez szükséges adatok eléréséről!** A mérési elrendezésről és a kalibrációról [youtube](https://www.youtube.com/playlist?list=PLbvdP_beRmgi2xVJ5O35J7OnGZwxlv5yL) videók (https://www.youtube.com/playlist?list=PLbvdP\_beRmgi2xVJ5O35J7OnGZwxlv5yL) állnak rendelkezésére.

1. Az első felvétel (13 mp hosszú snitt) a mérési elrendezést mutatja meg működés közben.
2. A második felvétel (37 mp hosszú snitt) a kalibrációs pozíciókat tekinti át. Az így leolvasott távolságatokra támaszkodva lehet az inga különböző kitérítési szögeit meghatározni. A szög meghatározásához a szögfüggvényekre támaszkodhat, azaz arctan távolságok aránya, amelyeket a videók alapján kell meghatározni.
3. A harmadik felvétel (2p 10 mp hosszú snitt) a kalibrációs mérésen és az adatgyűjtésen vezet végig.

A konkrét kalibrációs pozíciók mindenkinek egyénre szabottak, így a távolságok leolvasását is egyénileg kell elvégezni (azaz nem születik két egyforma szögsorozat!). A `course/inga/??????/kalibralas?.txt` mappában található az adatok. A könyvtárnév mindenkinek a saját **Neptun kódja**, amiben **7 kalibrációs fájl** talál feldolgozandó.

A naplófájlok ötoszlopos szöveges állományok, amikben az oszlopok jelentése rendre:

- idő [s],
- kitérítéssel arányos feszültség jellegű mennyiség (10-bites AD átalakítót tartalmaz a mikrovezérlő),
- $a_1$ ,
- $a_2$ ,
- $a_3$ , ahol  $a_i$  redre egy-egy egymásra merőleges tengelyen mért gyorsulás, együttmozgó rendszerben,  $2g$  egységekben. Ezeket az adatokat nem boncolják a laborfeladatok.

In [ ]:

## 1.2. feladat

Az előző táblázat mérési pontjaira illesszen modellt. Lineáris kapcsolatot tételezünk fel a  $\mu_x(\Theta)$  relációjára. Készítsen erről ábrát! Adja meg az illesztés paramétereit és azok hibáit is. Továbbá határozza meg, hogy mekkora a konverziós tényező, azaz 1 radián szögelfordulás hatására, mekkora változást tapasztal a mikrovezérlővel digitalizált feszültségek adataiban. (Megjegyzés: híján a mikrovezérlő AD átalakítójának kalibrációjának, a feszültséget nem tudjuk SI mértékekben - Voltban - kifejezni, de ez nem baj, mert a mérés további részében ez impliciten rejtve marad.)

In [ ]:

## 1.3. feladat

A mérési naplófájlok utolsó három oszlopában ( $a_i$ ) gyorsulásadatok szerepelnek. Ezek alapján is ki lehet a kitérítés szögét ( $\Theta$ ) számolni. A kalibrációs feladatokat így is elvégezheti. Ha ezt az utat választja, akkor az 1.1. feladat táblázatához nem muszáj a videóra hagyatkoznia, de a szög kiszámolásának pontos menetét is tartalmazza a jegyzőkönyv.

In [ ]:

## 2. feladat

Normál lengés vizsgálata. Mérje meg az inga mozgását, majd illessze az alábbi összefüggés paramétereit a mérési adatokhoz különböző kezdeti feltételek mellett! Az illesztési paraméterek hibáit is adja meg!

$$\Theta(t) = \Theta_0 + \Theta_{\max} e^{-t/\tau} \sin(2\pi t/T + \phi).$$

Készítsen ábrákat, és gyűjtse táblázatba az illesztés paramétereit! Ügyeljen arra, hogy az előző feladat kalibrációs paramétereit figyelembe véve, ebben a feladatban a  $\Theta$  a fizikailag természetesen értelmezhető radián egységekben legyen kifejtve.

$\Theta_0$	$\Delta\Theta_0$	$\Theta_{\max}$	$\Delta\Theta_{\max}$	$\tau$	$\Delta\tau$	$T$	$\Delta T$	$\phi$	$\Delta\phi$
----- ----- ----- ----- -----	x   dx	y   dy	z   dz	a   da	b   db				

**A mérési feladat megoldásához használandó naplófájlok helye.** Minden hallgatónak egyedi adatfájlokkal kell dolgozni, amelyeket a 11 darab `course/inga/?????/?/lenges?.txt` fájlokban talál meg. Ne felejtse az összes ábrát a jegyzőkönyvbe tenni!

In [ ]:

In [ ]:

### 3. feladat

A lengési idő amplitúdófüggésének vizsgálata. Az alábbi összefüggés igazolásához az előző feladat illesztési paramétereire támaszkodva végezze el az elemzést. Készítsen ábrát és összegezze a tapasztalatait! Az illesztésnél vegye figyelembe a paraméterek hibáját is! Diskutálja az illesztés pontosságát!

$$T = T_0 \left( 1 + \frac{\Theta_{\max}^2}{16} + \mathcal{O}(4) \right).$$

In [ ]:

Tapasztalatok:

In [ ]:

### 4. feladat

Készítsen ábrát a  $\tau(\Theta_{\max})$  kapcsolatról. Értelmezze az ábrát, a hibákat is figyelembe véve!

In [ ]:

Értelmezés: