Mikrokontrollerek és alkalmazásaik Labor

Arduino Clap Sensitive Light Control

Beadás: 2019.05.17.

Nagy Kapolcs Ompoly

(W7R17G)

3. évfolyam

Pénteki csoport

Félévi Projekt Jegyzőkönyv

I. Projektmunka célja

A projekt célja, hogy mikrokontroller segítségével egy LED szalagot írányítsunk hangérzékelővel.

II. Eszközök

- Uno R3 board
- USB cable
- Jump Wires
- Sound Sensor Module
- LED strip
- SS8050 NPN Transistor

III. Mérésleírás

III.1. Fraunhofer-diffrakció

III.1.1. Egy rés

Keskeny résen áthaladó és a rés síkjára merőleges fénynyaláb egy része eltérül az eredeti iránytól, fényelhajlás lép fel. Az intenzitás $I(\alpha)$ eloszlását a szög függvényében az

$$I = I_0 \cdot \frac{sin^2\epsilon}{\epsilon^2},\ ahol\ \epsilon = \frac{a}{\lambda}\pi sin\alpha \tag{1}$$

egyenlet adja, ahol α az eltérülés szöge, I_0 az $\alpha = 0$ szögnél mérhető főmaximum intenzitása, a a rés szélessége, $\lambda = (632.8 \pm 0.1)\ nm$ a fény hullámhossza. Az intenzitás minimumhelyei:

$$sin\alpha_n = n\frac{\lambda}{a},\ ahol\ n = \pm 1, \pm 2, \cdots \tag{2}$$

Az α_n szög az n. minimumhely eltérüléshez tartozó szög. Ha a fényt a rés méretéhez képest messze, egy távoli ernyőn fogjuk fel, akkor az alábbi közelítés érvényes:

$$sin\alpha \approx tg\alpha = \frac{x}{L}, \tag{3}$$

ahol x a főmaximum középpontjától mért távolsága a minimumhelyeknek, L az ernyő és a rés közötti távolság.

A mérés során az intenzitás helyfüggését vizsgáljuk. A számítógép által vezérelt detektor segítségével grafikont kapunk, amelyen a kiértékelő programmal meghatározhatjuk a minimumhelyeket. Az a résszélességet meghatározhatjuk, ha ábrázoljuk x_n minimumok helyeit n függvényében. Az adatokra egyenest illesztve, annak meredekségéből meghatározhatjuk a-t.

$$a = \frac{\lambda L}{m}, \tag{4}$$

ahol m az illesztett egyenes meredeksége.

III.1.2. Kéttős rés

Kettős rés esetében a feladat hasonló mint az egy résnél. A mérésnél két a szélességű rés helyezkedik el egymástól d távolságra. A fény hullámtermészetéből adódóan a réseken átjutó fénynyalábok interferálnak. Az elméletben várt intenzitáseloszlás az alábbi módon módosul:

$$I = I_0 \cdot \frac{sin^2(\pi \frac{a}{\lambda} sin\alpha)}{(\pi \frac{a}{\lambda} sin\alpha)^2} cos^2(\pi \frac{d}{\lambda} sin\alpha) \tag{5}$$

A kapott grafikonon két függvény konvolúciója látható. A szorzat első tényezőjének minimumhelyei adják az elsőrendű minimumhelyeket, melyekre egyenest illesztve megkaphatjuk a rácsszélességet.

A másodosztályú minimumok helyéből pedig a d rácstávolság fejezhető ki:

$$x_k = k^* \cdot \frac{\lambda L}{d},\ ahol\ k^* = \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{3}{2}, \cdots \tag{6}$$

Hasonlóan, lineáris függvényt illesztve a d réstávolság meghatározható:

$$d = \frac{\lambda L}{m} \tag{7}$$

Ahol m az illesztett egyenes meredeksége.

III.1.3. Hajszál

Pont fordítva engedi át a fényt mint a rés, de az elméleti leírása megegyezik az *egy rés* alatt írtakkal, hiszen a Babinet-elv szerint egy alakzat komplementere által elhajlított fény intenzitáseloszlása a távoli ernyőn ugyanolyan függvénnyel írható le, mint az alakzaté, az elhajlási kép viszont különbözik. Tehát az ernyőn megjelenő kép a rés és a vékony szál esetében azonos, kivéve a rés és a szál mögötti területeket. A szálon létrejövő elhajlás tehát ugyanúgy kezelhető, mint a rés esetében. A minimumhelyekre illesztett egyenes meredekségéből a szál vastagsága meghatározható.

III.2. Fresnel-diffrakció

Ebben a mérési elrendezésben nem párhuzamosított sugárnyalábbal dolgozunk. A Fresnel-diffrakciót vizsgáljuk, mégpedig úgy, hogy egy pengét helyezünk a fény útjába. Ezt nem tudjuk analitikusan megoldani, mivel a pontszerű fényforrás keltette fényt gömbhullámokkal kell leírni, és a féltér egészéből eredő járulékokat folytonosan összegezni. A féltér intenzitáseloszlását a következő képlet adja meg:

$$x = \nu\sqrt{\frac{\lambda b(a+b)}{2a}}, \tag{8}$$

ahol x az elhajlás, b a penge és az ernyő, a pedig a penge és a lézer közötti távolság.

IV. Mérési adatok és kiértékelés

IV.1. Egy rés

A méréshez tartozó grafikont csatolok a jegyzőkönyvhöz. Ezt a mérés további részeiben készített grafikonokat a mérőhelyen elhelyezett számítógép és kiértékelő program segítségével készítettük. Az egyrésnél mért minimumok helyei.

Rés elhajlási képének kioltási helyei			
k	x_k	k	x_k
-5	58.012	1	117.9347
-4	67.8843	2	127.807
-3	77.9862	3	137.2202
-2	87.3994	4	147.0925
-1	97.2717	5	156.9649

Az adathalmazra egyenest illesztettem.

1MINIMUM.png

Az illesztett egyenes meredeksége:

$$m = (9.91 \pm 0.03)\ mm$$

A meredekség és a mért $L = (2067 \pm 1)\ mm$ ernyőtávolság segítségével a rés szélessége:

$$a = \frac{\lambda L}{m} = (0.1319 \pm 0.0002)\ mm$$
$$\Delta a = a(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m})$$

IV.2. Kéttős rés

A csatolt grafikon a kettős rés elhajlási képének másodrendű minimumhelyeit ábrázolja a sorszámuk függvényében.

k	min	k	min
-3	73.5362	1	119.3754
-2	85.0663	2	130.6243
-1	96.4558	3	142.0138

Az adathalmazra egyenest illesztettem.

2MINIMUM.png

Az illesztett egyenes meredeksége:

$$m = (11.41 \pm 0.02)\ mm$$

A meredekség és a mért $L = (2067 \pm 1)\ mm$ ernyőtávolság segítségével a két rés távolsága:

$$d = \frac{\lambda L}{m} = (0.1392 \pm 0.0003)\ mm$$
$$\Delta d = d(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m})$$

IV.3. Hajszál

A csatolt grafikon a hajszál elhajlási képének minimumhelyeit ábrázolja a sorszámuk függvényében.

k	min	k	min
-3	58.2044	1	125.244
-2	75.1801	2	142.048
-1	91.4611	3	159.032

Az adathalmazra egyenest illesztettem.

3MINIMUM.png

Az illesztett egyenes meredeksége:

$$m = (16.78 \pm 0.04)\ mm$$

A meredekség és a mért $L = (2067 \pm 1)\ mm$ ernyőtávolság segítségével a hajszál szélessége:

$$a = \frac{\lambda L}{m} = (0.1080 \pm 0.0003)\ mm$$
$$\Delta a = a\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m}\right)$$

IV.4. Penge

Itt analitikusan nem tudunk számolni, de a mérés során adatsorra illesztett elméleti görbét kinyomtatva csatolom a jegyzőkönyvhöz.
A mérés megkezdése előtt egy nyalábtágítót helyeztünk el a lézer és a penge közé, ezzel biztosítottuk a kellően nagy teret.

freshnel.png

$$a = 633\ mm \text{ és } b = 2067.75\ mm$$

A féltér határát a penge éle határozza meg. Az elméleti és az illesztett görbe nem fedi teljesen egymást. Ennek oka az, hogy a penge éle nem tekinthető végtelen vékonynak, valamint a tér sem korlátlan.

V. Diszkusszió

A mérést sikeresnek tekinthetjük,az illesztések pontosak és a mérési eredmények hűen tükrözik a valóságot.