

# **Folyadékkristályok mérése**

A mérést végezte: Bozsoki Péter  
Hága Péter

mérés dátuma: 1999. október 27.

## A mérés célja

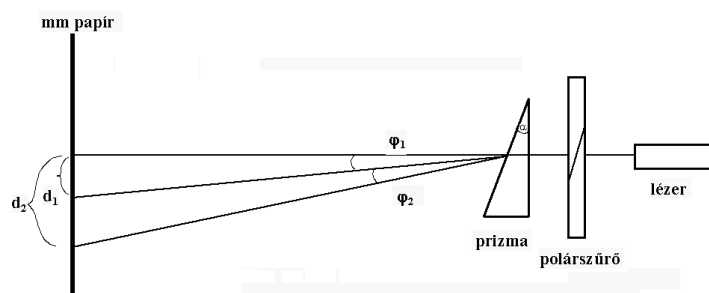
A laboratóriumi vizsgálatok célja, hogy megismerkedjünk a folyadékkristályokkal, és egyszerű méréseket elvégezzünk velük. Két típusukkal foglalkoztunk: a csavart nematikussal és a felületstabilizált ferroelektromos kijelzőkkel. Megvizsgáltuk a különböző típusú kijelzők válaszait a különböző időbeni lefutású elektromos gerjesztésekre.

### Felhasznált eszközök:

- lézer
- folyadékkristályok
- mm papír, mérőszalag
- oszcilloszkóp

### 1. feladat: A törésmutató meghatározása

Nematikus folyadékkristály-prizmán történő kettőstörésből próbáltuk meg meghatározni a törésmutatót. A mérési elrendezést az első ábra mutatja.



1. ábra

mérési összeállítás a törésmutató mérésére

A prizmáról szóródó fénysugarak vetületét milliméterpapíron fogtuk fel, ami a prizmatól  $L$  távolságra volt, a falra felragasztva. Kezdetben az eltérítetlen sugárnyaláb helyét rögzítettük, ez volt a referenciapontunk..

Az adatok: a prizma törőéle  $\alpha = 1,93^\circ$ ,  $L = 370\text{cm} \pm 1\text{cm}$ . Mivel a sugarak eltérülése kicsi, ezért a  $\tan(\varphi) = d/L \approx \varphi$  közelítés indokolt. És innen a törésmutató  $n = \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin(\alpha)} \approx \frac{\alpha + \varphi}{\alpha}$ .

A mm papíron mértük az eltérüléseket:

$$d_0 = 6,1\text{cm} \quad d_e = 8,4\text{cm}$$

Ezekből pedig a fenti összefüggéseket felhasználva kaptuk az ordinális, és az extra ordinális törésmutatót. Ezek:

$$n_0 = 1,49 \quad n_e = 1,67$$

Felmerült problémák, hibaforrások:

Divergens volt a nyaláb, kb. 6 mm átmérőjű volt a fényfolt, igyekeztünk a közepét megtalálni.

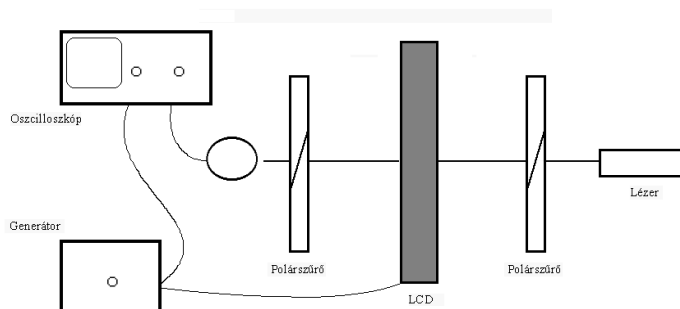
## 2. feladat: A molekulák irányának meghatározása

Az előző mérés során használt kristályban található makromolekulák beállításának átlagos irányát, a direktorvektort kellett meghatározni.

A megtört két fénysugár egymásra merőlegesen polarizált (könnyen ellenőrizhető, csak egy polárszűrőt kell a minta elé tenni, és forgatni). Ha a polarizátor függőlegesen áll, akkor a  $d_0$  sugár, ha vízszintesen áll  $d_e$  sugár marad látható. A direktorral párhuzamosan nagyobb az anyag dielektromos állandója, így a törésmutatója is, mivel arra felé a molekulák nehezebben polarizálhatók. Ebből következik, hogy a jobban eltérülő nyaláb polarizációjának iránya jelöli ki a direktort. Ez a konkrét mintán éppen a vízszintes irányba esett.

## 3-5. feladat: LCD-k vizsgálata

Vizsgálati elrendezés (2. ábra): A lézerfény útjába helyeztük a vizsgálandó kijelzőt, melyet egy jelgenerátorral vezéreltünk. Az áthaladó fény intenzitását egy fotodetektor mérte, melyen eső feszültség arányos volt az intenzitással egy bizonyos küszöbérték alatt. A moduláló feszültséget és a detektor jelét az oszcilloszkóppal vizsgáltuk.



2. ábra

mérési elrendezés a folyadékkristályos kijelzők vizsgálatához

## 3. feladat: a csavart nematikus kijelző vizsgálata

100 Hz-es szinusz-jellel hajtottuk meg a folyadékkristályt, és a bemenő feszültség függvényében vizsgáltuk a kimenet intenzitását, amit fotodióda mért.

Azt tapasztaltuk, hogy a kijövő jel frekvenciája a bemenő jel kétszerese volt. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a kijelző két oldalán található polarizátor egymásra merőleges és a közeg olyan, hogy pont  $90^\circ$ -t forgat az  $E_{\text{fény}}$  térerősség vektoron. Tehát kikapcsolt állapotban átlátszik. Ha azonban teret kapcsolunk rá annak polarizációjától függően elforgatja a molekulákat, átlátszatlanná téve a kristályt. Tehát mindegy, hogy éppen merre "áll" a tér, egy perióduson belül kétszer veszi fel ugyanazt az értéket.

$U_{be}=2,5$  V alatt nem tapasztaltunk változást. Ennek oka az, hogy a kijelző egy adott küszöb-feszültség alatt nem működik.

Bemenő jel (V)	Kijövő jel (mV)
100 Hz	200 Hz
10	18
8	30
6	40
4	zaj
3,5	zaj
2,5	zaj
0	zaj

1.táblázat: csavart nematikus cella feszültség karakterisztikája

A táblázat a bemenő szinusz jel amplitúdójának függvényében kapott válaszjelet tartalmazza, ez alapján a kijelzőt 6 V körüli feszültségen célszerű működtetni, hiszen ekkor a legnagyobb a kapott válaszjel.

#### 4. feladat: a csavart nematikus kijelző kapcsolási ideje, reakciója különböző dinamikájú bemenő jelekre

Tanulmányoztuk a kijelző válaszát különböző alakú és frekvenciájú vezérlő feszültségre. Tapasztalataink megfeleltek a jegyzetben a működésről írtaknak: feszültség hiányában a kijelző átengedte a fényt, ellenkező esetben elnyelte. Az LCD érzékenysége alacsonyabb, mint a négyzetjellel segítségével vizsgáltuk. A jelalak exponenciálisan tartott a bemenő jelhez. 25 Hz 10V-os jellel üzemeltetve a LCD-t oszcilloszkópon néztük az exponenciális felfutását, mikor jó közelítéssel elérte a határértéket, ezt vettük  $5\tau$ -nak. Innen  $\tau \approx 1,2ms$  értéket kaptunk.

A további méréseket 10V amplitúdójú szinusz, háromszög és négyzetjellel végeztük, célunk az volt, hogy a frekvencia függvényében vizsgáljuk a válaszjel amplitúdóját. A megfelelő értékeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

	Bemenő jel			Kijövő jel	
alakja	frekvenciája	feszültsége	alakja	frekvenciája	feszültsége
	(Hz)	(V)		(Hz)	(V)
szinusz	100	10	négyszög	200	0,05
"	250	10	"	500	0,04
"	500	10	"	1000	0,015
háromszög	100	10	négyszög	200	0,16
"	250	10	"	500	0,075
"	500	10	"	1000	0,015
négyszög	100	10	négyszög	200	0,0008
"	250	10	"	500	

2. táblázat: csavart nematikus cella különböző bemenő jelekre adott válaszai

A háromszög-jelre ugyanúgy tapasztaltuk a frekvenciakétszereződést, de a jelalakból kivesztek a magas frekvenciájú komponensek, a viszonylag magas kapcsolási idő miatt, tehát a válaszfüggvény lekerekített alakú volt. Négyyszögjelre azt tapasztaltuk, hogy 250 Hz után nem visz át, s ez előtt a jelalak módosul, ami szintén a kapcsolási idő véges volta miatt van.

## 5. feladat: a ferroelektromos kijelző vizsgálata

Ennél a kijelzőnél külön kellett felállítani a polarizátorokat, amiket addig tekertünk, amíg a legnagyobb amplitúdójú, legkevésbé eltorzult jelalakot nem kaptuk szinuszos bemenetre.

A cella működése eltért az előzőtől. A kimenő frekvencia megegyezik a bemenő jel frekvenciájával, itt már számít a tér iránya. Ez a fajta cella sokkal alkalmasabb jelvezérelt kontrasztváltásra, mert az előzőnél hűebben követi a feszültségváltozásokat. 20 Hz-es négyyszögjellel vizsgálva a cellát a kapcsolási időt kb.0.3ms-nak találtuk.

A táblázatban nem került feltüntetésre, de kis, negatív, fázistolást minden mérésnél észleltünk.

	Bemenő jel			Kijövő jel	
alakja	frekvenciája	feszültsége	alakja	frekvenciája	feszültsége
	(Hz)	(V)		(Hz)	(V)
szinusz	100	3	négyszög	100	0,26
"	250	3	"	250	0,33
"	500	3	"	500	0,31
"	1000	3	"	1000	0,22
háromszög	100	3	négyszög	100	0,6
"	250	3	"	250	0,45
"	500	3	"	500	0,38
"	1000	3	"	1000	0,18
négyszög	100	5	négyszög	100	0,65
"	250	5	"	250	0,55
"	500	5	"	500	0,45
"	1000	5	"	1000	0,3

3. táblázat: ferroelektromos cella különböző bemenő jelekre adott válaszai

Hibaforrások a 3-5. feladatoknál, mérés pontossága:

1/ A feszültség- és időadatokat az oszcilloszkópról olvastuk le. Bár a monitor rácsosított, mégis relatív nagy hibával lehet leolvasni a készüléket kb.  $\delta = 1\text{mm}/1\text{cm} = 10\%$ .

2/ Sajnos az oszcilloszkóp is elég tökéletlenül működött (remegett, vibrált), ami jelentősen nehezítette a mérést.