

Fénysebesség mérése

jegyzőkönyv



Mérést végezte:
Koroknai Botond (AT5M0G)

Mérés időpontja:
2023.11.9

Jegyzőkönyv leadásának időpontja:
2023.11.17

1. Ismerkedés a mérési elrendezéssel



1. kép. Az oszcilloszkóp képe a legtávolabbi tükorről visszavert jel esetén

Az ábrán az első csatornán (sárga) jelenik meg a led mögé kötött 5 Ω -os ellenálláson keletkezett jel. Míg a másodikon (kék) a fotodetektor által érzékelt, egy tervezérelt tranzisztorral erősített jele. Mint, ahogy az ábrán is látható a visszaérkező jelet erősen fel kell skálázni, hogy láthassuk.

2. Fénysebesség mérése

2.1. Adatgyűjtés

A fényt tükrök segítségével végig vezettem különböző úthoszakon és oszcilloszkópon mértem a visszaérkező jel késését (a kimenő és visszaérkező jel felfutása közti időt).

mérési pont	fényút (m)	időkülönbség (ns)
1	0.98	33.75
2	22.53	99
3	28.626	122.2
4	34.722	147
5	52.113	213

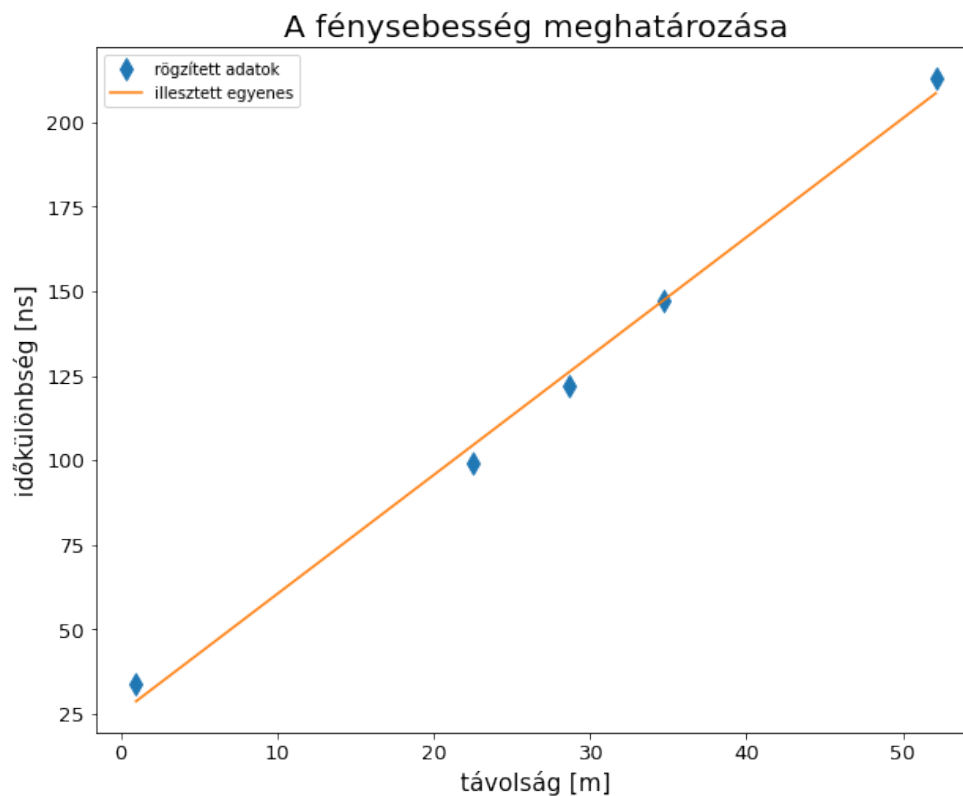
A távolság mérést úgy végeztem, hogy lemértem a padlón található 3 kocka hosszát és vettem az átlagukat, míg a hibájuk így a három mérés szórása lesz. A tükör és fényforrás, valamint tükör és detektor közti távolságot mérőszalaggal mértem le, mely 0.5 mm-es hibával rendelkezik.

Csempe hossza

mérés sorszáma	Csempe hossza [cm]
1	61
2	60.7
3	61.2

Az átlagos csempehossz, így: 60.97 ± 0.21 cm volt. A fényforrás és tükör közti táv: 109 ± 0.005 cm, és a tükör és detektor közti táv: 103 ± 0.005 cm

2.2. Ábrázolás és a fénysebesség meghatározása



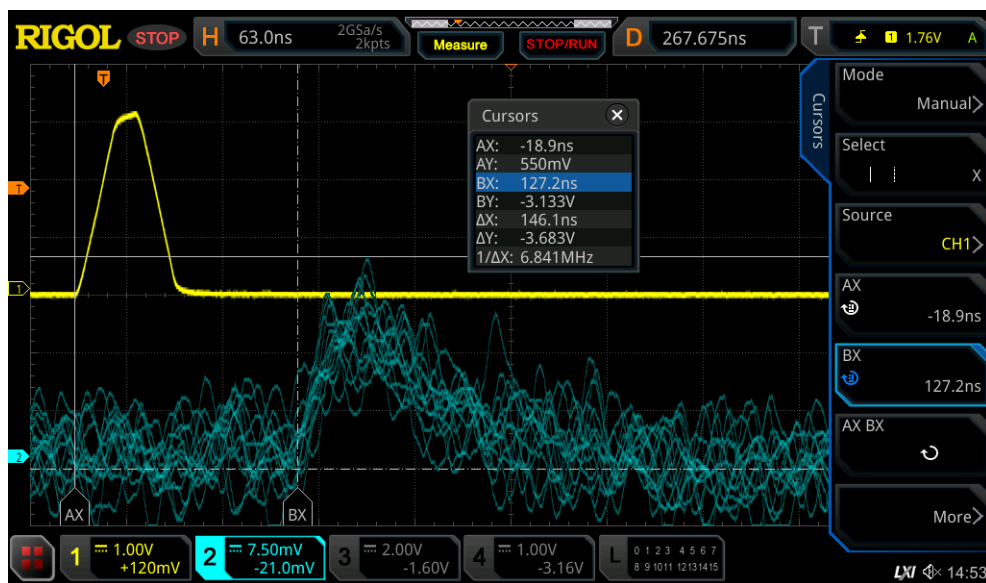
2. kép. Fénysebesség meghatározása

A illesztett modell: $t = T_0 + \frac{1}{c} \cdot x$ volt, ahol T_0 az elektronika késleltetése, x a teljes fényút és c a fénysebesség. Az illesztett értékek:

	$\frac{1}{c} \left[\frac{ns}{m} \right]$	$T_0 [ns]$
érték	3.51	25.31
hiba	0.15	4.76

Mivel $c = \frac{1}{\frac{1}{c}}$, ezért a hibaterjedés alapján c hibáját: $\Delta c = c \cdot \left(\frac{\Delta \frac{1}{c}}{\frac{1}{c}} \right)$ képlettel határoztam meg. Ez alapján a fénysebesség: $c \approx 0.2849 \frac{m}{ns} \approx 2.849 \pm 0.118 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Az eredményünk nagyságrendileg stimmel, körülbelül 5%-al tér el a fénysebesség irodalmi értékétől. Az elektronika becsült késleltetése 25.31 ± 4.76 ns.

3. Az üvegszál vizsgálata



3. kép. Üvegszál vizsgálata

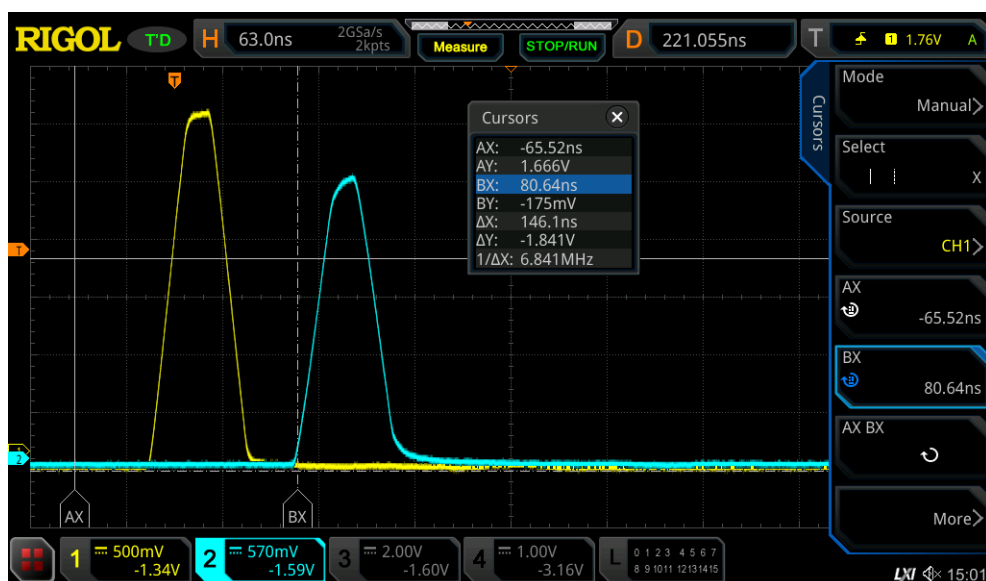
Mint az ábrán is látszik, elég zajos és gyenge jel érkezett vissza az üvegszál túloldalán. Mindenesetre a mért késleltetés 146.1 ns volt a kábel két végpontja között.

Az anyag törésmutatóját az alábbi képlet segítségével tippelhetjük meg: $t = \frac{n}{c} L$

$$\text{Rendezzük át: } n = \frac{tc}{L} = \frac{1.46 \cdot 10^{-7} \cdot 2.849 \cdot 10^8}{20.06} = 2.074 \pm 0.564$$

A hibát a hibaterjedés képletével határoztam meg: $\Delta n = n \cdot \left(\frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta T_0}{T_0} + \frac{\Delta \frac{1}{c}}{\frac{1}{c}} \right) = 0.564$. sajnos L hibáját nem tudtam.

4. A propagációs idő mérése



4. kép. Koaxiális kábel vizsgálata

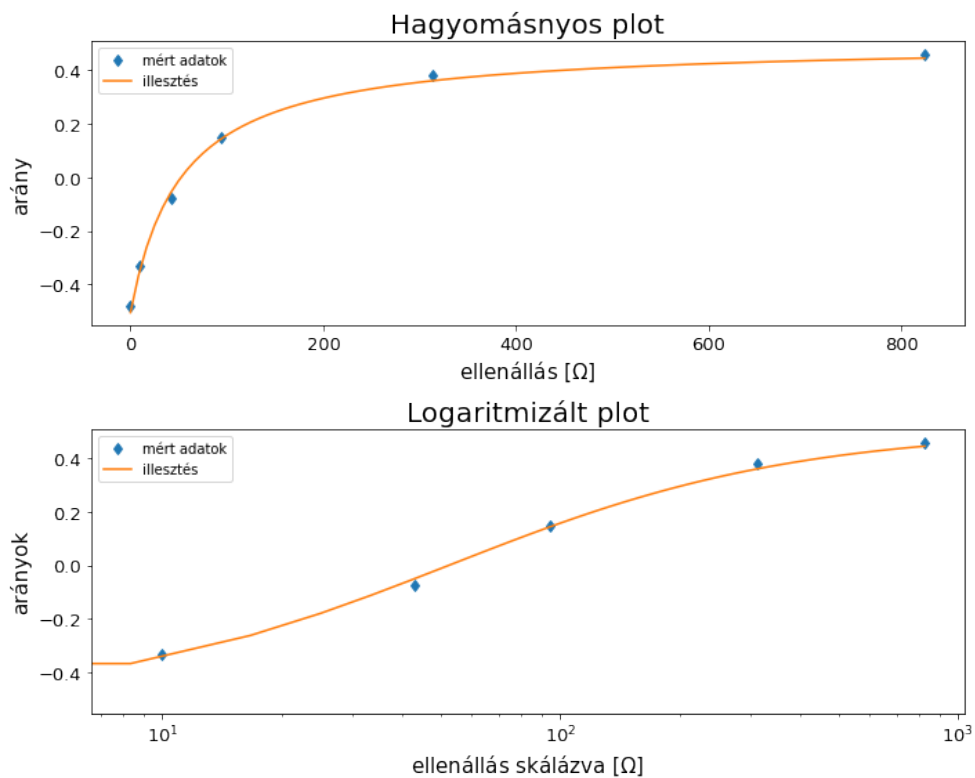
A mért időkülönbség $95.76 \text{ ns} = 9.576 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ volt. A kábel hossza pedig 19.2 m. Ebből a jel terjedési sebessége a kábelben $v = \frac{s}{t} = \frac{19.2}{9.576 \cdot 10^{-8}} = 20050125 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ez a fénysebesség irodalmi értékének körülbelül a 66.9%-a.

5. Visszaverődések vizsgálata koaxiális kábelben

A mérés során hét különböző ellenállás mellett feljegyeztem a gerjesztés, valamint a visszavert jel amplitúdó nagyságainak arányát.

mérés száma	lezáró ellenállás [Ω]	gerjesztési amplitúdó [V]	visszavert amplitúdó [V]	visszavert/gerjesztett aránya
1	0	3.016	-1.45	-0.481
2	10	3.021	-1	-0.331
3	43	3.025	-0.233	-0.77
4	94	3.025	0.450	0.149
5	314	3.041	1.16	0.381
6	824	3.032	1.391	0.459
7	∞	3.027	1.462	0.483

Ezt követően ábrázoltam a mért adatokat. Mivel végtelent nem tudtam ábrázolni, így azt kihagytam.



5. kép. Mért adatok hagyományosan valamint logaritmizálva

A méréshez tartozó leírást követve az alábbi modellt illesztettem:

$$\frac{U_{vissza}}{U_{be}} = Q \cdot \frac{R - R_0}{R + R_0}$$

Az illesztésből kapott paraméterek:

paraméter	Q	R_0 [Ω]
érték	0.506	52.58
hiba	0.011	2.79

Ahol Q jelöli a jel veszteségét, és R_0 a hullámellenállást.