

Prestihane z Uklonsko lečo

V področju UV, X-žarkov in γ žarkov so snovi za valovanje nepropustne ali pa imajo lomni količnik $n=1$. Zato teh materialov ne moramo uporabiti za lastine leče, ki so osnovane na lomu valovanja. Za omejeni del spektra \bullet EM valovanja pa lahko uporabimo Uklonske leče. S primerno obliko uklonskih odprtij lahko namreč dosežemo ožjanje (fokussiranje) svetlobe v izbrani smeri.

Uporaba uklonske leče je možna tudi pri drugih vrstah valovanja. Pri vasi bomo uporabili Ultrazvočno valovanje, ker ima večjo valovno dolžino kot svetloba in nižjo frekvenco kot mikrovavi, in jo zato primerno za prihaz delovanja uklonske leče.

Zvočno valovanje v plinih in tekočinah je preprostejša oblika valovanja, ker za opis zadostuje že skalarno tlačno polje

$p(\vec{r}) = p_0 + \int p(\vec{r})$, kjer je p_0 ravnovesna vrednost zračnega tlaka in $p(\vec{r})$ zvočni tlak. Zvočni tlak v razdalji r od točkastega izvora, ki seva valovanje s krožno frekvenco ω izpišemo kot:

$$\int p(r, t) = A \frac{\exp[i(kr - \omega t)]}{r} \quad ; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$
$$\omega = ck$$

V adiabatskem približju je hitrost c dana z enačbo:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

γ ... razmerje specifičnih toplot

Pri razumevanju valovanja si pomagamo s Huygensovim principom, ki pravi da je vsaka točka valovanja nov izvor krožnega valovanja.

Ko valovna fronta naletí na zaslon z odprtino, se valovanje na zaslonu delno odbije in absorbira, v območju odprtine

uporabimo spet Huygensov princip, iz katerega sledi, da imamo tudi sekundarne izvore valovanja. Na ta način nastane valovne fronte, ki širijo tudi v področje geometrijske sence, čemur pravimo uklon.

V posebnem primeru točastega izvora P izračunamo zvočni tlak v poljubni točki Z za zaslonom Z :

$$\delta p(r_0) = C \int_{\text{odprtina}} \frac{\exp[ik(r_p + r_0)]}{r_p r_0} dS$$

r_p ... razdalja od izvora do točke v za odprtini

r_0 ... razdalja od te točke do zaslona.

Posebaj enostavna obravnava je ko imamo uklon na kjer sta izvor P in detektor O postavljena na osi okrogle odprtine. Okroglo odprtino (ker so oddaljene točke v odprtini radialno) lahko razdelimo na kolobarje (Fresnelove cone), ki sevajo valovanje s približno enako fazo. Porčujemo od O radij a okrogle odprtine in opazujemo, kaj se godi s fazno razliko delnih valovanj, ki greta skozi center odprtine in tiki mimo nje. Dobljamo jo kot:

$$\Delta \phi = k \frac{r^2}{2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

če je fuzna razlika manjša ali enaka π , potem vsa delna valovanja med seboj konstruktivno interferirajo. Radij r_1 , ki ustreza temu pogojem ($\Delta \phi(r_1) = \pi$), bomo rekli radij prve Fresnelove cone. Kolobarje z notranjim radijem r_1 in zunanjim r_2 , za katero je fuzna razlika enaka 2π , pravimo druga Fresnelova cone.

Povprečna faza valovanja, ki doseže detektor skozi prvo Fresnelovo cone pa je za π različna od faze valovanja, ki ga prispeva

Prva zona. Radijski krovnici ki ločujejo Fresnelove cone si sledijo kot:

$$r_n = \sqrt{n \lambda x} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

Površina vsake cone je enaka, zato so tudi amplitude prispevkov s posameznih con skoraj enake in vedno v protifazi glede na sosednje cone. Če izdelamo zaslon tako, da je odprta samo vsaka druga Fresnelova cone, se bo amplituda zvočnega polja v izbrani točki zelo ojačala, v preostali smeri pa bo zelo hitro padla.

Zato falšujemo zaslonu pravilno ulonovski leca. vzdolž osi bližja in dalj od točke O , pada amplituda počasneje, hitrost padanja pa podaja globljšo ostrino lece. Razdalji med točkami maksimuma in točko na osi, v kateri pada amplituda na 70%, rečemo globljša ostrina lece. Z njo ocenimo za koliko smo premahnili ravnino slike, da ostane slika še vedno zadovoljivo ostre. Ločljivost lece imamo najmanjši kot med točkastima izvoroma, ki ju v ravnini slike zaznamo kot dve ločeni točki.

Potrebščine

- Ulonski zaslon s premičnimi lobjarji (Fresnelovimi conami) v leseni ghabli z zvočno izolacijo. Zbirni polmer zaporednih Fresnelovih con:

r^n	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}
mm	147	69.9	84.2	97.4	109.9	119.3	128.4	137.3	146.1	154.7

- Ultra-zvočni izvor in detektor, montirana na mehanskih nosilih s translatorji.

• Enota z elektronic: generator sinusne napetosti s Pickrenco

40.2 kHz ($\pm 0.1\%$) predajačevalni signala z detektorja, filter in

opracovalnik signala

• Osciloskop

Naloge:

1. Izmeri valovno dolžino ultrazvoka in določi yorišino razdaljo uklonske leče

2. Izmeri amplitudo in fazo zvočnega polja na mestu prihajajoče slike izvora. Kot lečo uporabi naprej vsak posamezni kolobar in potem še naprej šest različnih kombinacij kolobarjev.

3. Sestavi sodo ali lito uklonsko mrežo lečo in zanj izmeri prečni in vzdolžni prerez uklonske slike.

4. Izmeri prečni profil uklonske slike za izvor, ki je izmehnen 1 z osi.

Navodila:

Meritve pri tej vaji delamo z uporabo računalniškega programa ki komunicira z osciloskopom.

Valovno dolžino izmerimo, tako, da za uklonsko lečo brez

vstavljenih obročev premikamo detektor v vzdolžni smeri ter štejeemo ponovitve signala, npr. maksimuma na x osi osciloscopa.

Prečni detektorja je enak ovalovni dolžini, ko se slika signala

ponovi.

Meritve op za vsako cono kucelimo tako da zapremo vse ostake in uporabimo program za meritev.

Soda in liho leco sestavimo tako da odpremo k lite in sode cone. Spet merimo s programom. Merimo se v precni smeri. Precno per meritev potakimo ko izvor ~~pot~~ izmalnemo iz sledinc,

Meritve

Meritve sem zaradi epidemije dobil v obliki .txt in .pdf datoteh.

x

$x_0 = 0 \text{ mm}$

$x_n = 80.5 \pm 0.5 \text{ mm}$

$p = 9$

$$\lambda = \frac{x_n - x_0}{p}$$

$\lambda = 8.94 \pm 0.01 \text{ mm}$

$r_n = \sqrt{n} \lambda f \Rightarrow \frac{r_n^2}{n \lambda} = f$

$n = 1$

$r_1 = 48.7 \text{ mm}$

$a = 55 \text{ cm}$

$f = 26.5 \pm 0.3 \text{ cm}$

$b = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{a}\right)^{-1}$

$b = 51.1 \pm 0.5 \text{ cm}$

Amplituda in faza zvocnega polja (kombinacije)	
n	U _{RMS} [mV]
[1, 2]	200
[2, 4]	1240
[1, 3, 4]	920
[1, 2, 3, 4]	250
[6, 7, 8]	460
[3, 5, 7]	1860

Amplituda in faza zvocnega polja		
n	U _{RMS} [mV]	$\Delta\phi$
1	724	0
2	730	π
3	654	0
4	674	π
5	614	0
6	580	π
7	560	0
8	540	π
9	485	0
10	500	π

$\frac{U_g(x)}{U_{max}} = 0.7$

g ... globinska ostrina

Iz grafa odčitam:

$U_{max} = 3.28 \text{ mV} \pm 0.01 \text{ mV}$

pri $x_{max} = -30.5 \pm 1 \text{ mm}$

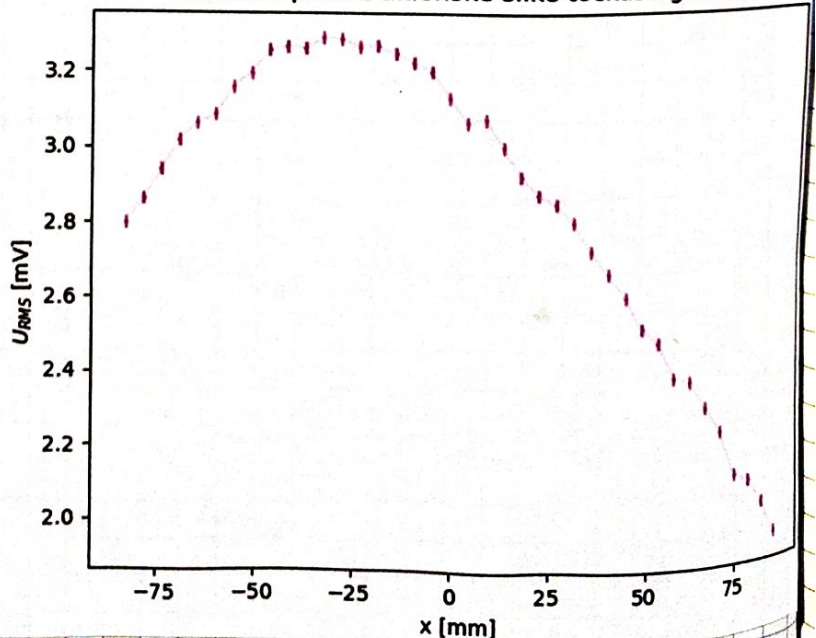
$U_g = 2.30 \pm 0.02 \text{ mV}$

pri $x_g = 67.5 \pm 1 \text{ mm}$

$g = x_g - x_{max}$

$\Rightarrow g = 98 \pm 3 \text{ mm}$

Vzdolzni prerez uklonske slike tockastega vira



Precni prerez uklonske slike tockastega vira

