Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*

Tekmovanje v znanju tehnologij 2019

Bilten

Boštjan Batagelj, Blaž Bertalanič,

Marko Meža, Aljaž Blatnik

Fakulteta za elektrotehniko

Univerza v Ljubljani

2020

Predgovor

V šolskem letu 2019/20 je v okviru Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani potekalo peto Tekmovanje v znanju tehnologij -TZT, namenjeno učencem 8. in 9. razredov osnovnih šol.

Osnovni koncept tekmovanja TZT je serija poskusov, ki jih otroci lahko predhodno sami naredijo doma ali pa v šoli in se obenem spoznajo z določenimi pojavi s področja elektrotehnike, tehnike in tehnologije. S pomočjo navodil, predvsem pa lastnega raziskovanja in preskušanja se naučijo dovolj, da lahko na šolskem tekmovanju rešujejo vprašanja s teh tematik. Najboljši tekmovalci iz cele Slovenije so povabljeni na Fakulteto za elektrotehniko na Državno tekmovanje, kjer se udeležijo predavanj o novem pojavu in lahko sami eksperimentirajo. Na koncu rešujejo pisna vprašanja s te tematike. Najboljši so nagrajeni z zlatimi priznanji. V pričujočem Biltenu so vsebine tekmovalnih nalog s Šolskega tekmovanja 2019 in z Državnega tekmovanja na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani 2020.

Ljubljana, marec 2020

Kazalo vsebine

Domači zvočnik - Sam svoj tonski mojster (šolsko tekmovanje) ... 5

Zvočnik ... 5

Potrebni pripomočki ... 5

Opis poteka naloge ... 6

Naloge ... 8

Gaussova puška (šolsko tekmovanje) ... 9

Magnet ... 9

Potrebni pripomočki ... 9

Opis poteka naloge ... 10

Nasveti ... 11

Naloge ... 13

Interferenca - Izmeri podatke z laserjem (šolsko tekmovanje) ... 14

CD/DVD ... 14

Potrebni pripomočki ... 15

Opis poteka naloge ... 16

Dodatno ... 19

Naloge ... 21

Optično vlakno (državno tekmovanje) ... 22

Svetlobno vlakno ... 22

Izdelava optičnega vlakna ... 24

Varjenje optičnega vlakna ... 24

Opis poteka naloge ... 25

Naloge ... 27

Varnostne nalepke proti kraji blaga (državno tekmovanje) ... 29

Varovanje blaga ... 29

Grid-Dip meter ... 30

Magnetostrikcijske nalepke ... 31

Naloge ... 33

Domači zvočnik - Sam svoj tonski mojster

Zvočnik

Zvočnik je naprava, ki električne impulze iz zvočne naprave pretvori v zvočno valovanje oziroma zvok. To stori s pomočjo membrane, na katero je pritrjeno navitje več drobnih žic (tuljava), ki je s koncema povezano z izhodom zvočne naprave, vse skupaj pa je mehansko vpeto tako, da je navitje v magnetnem polju trajnega magneta.

Ob generiranju električnih impulzov na priključkih zvočnika po navitju steče električni tok zvočnega signala, ki v njegovi okolici ustvari šibko magnetno polje. Odvisno od smeri, v katero po navitju teče električni tok, se spreminja tudi smer magnetnega polja. Magnetno polje navitja reagira s trajnim magnetom, saj se nasprotna pola med seboj privlačita, enaka pa odbijata. Tako lahko z električnim signalom rahlo premikamo membrano zvočnika naprej in nazaj, tako potiskamo okoliški zrak, s tem pa ustvarjamo zvočno valovanje, ki ga človek sliši kot zvok.

Slika 1: Elektro-magnetni zvočnik.

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

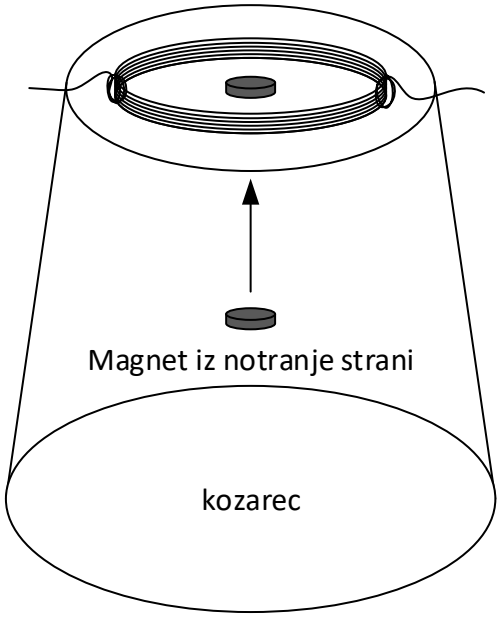
- Papirnat kozarček za piknik (lahko tudi tanek plastičen)
- Tanka bakrena žica za navitje, približno 2m (dobimo iz odsluženega napajalnega kabla)
- 2 okrogla magneta (manjša od dna kozarčka)
- Odslužene stare slušalke / »aux« kabel s 3.5mm vtikačem
- Okrogla palica za navijanje žice
- Lepilni trak
- Brusilni papir

Opis poteka naloge

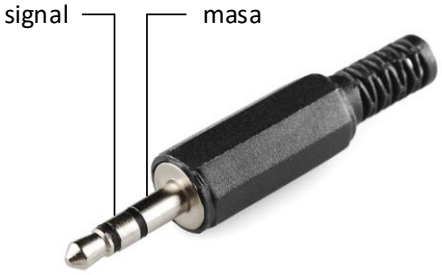
Izdelali bomo preprost zvočnik. Za razliko od široko potrošne proizvodnje bosta tako navitje kot trajni magnet bila na isti membrani. Rahlo odklanjanje zaradi medsebojnega vpliva trajnega magneta in vzbujene tuljave bo povzročilo vibracije, ki jih bomo slišali kot zvok.

Na debelejšo palico navijemo tanko bakreno žico in na vsaki strani pustimo približno 5 cm konca, ki ju rahlo pobrusimo z brusilnim papirjem, da odstranimo zaščitni sloj laka, ki služi kot izolacija. Tako narejeno tuljavo stisnemo skupaj, prosta konca pa kratko ovijemo okoli navitja, da mu pomagata držati obliko ter ga s koškom lepilnega traku pritrdimo na dno kozarčka z zunanje strani.

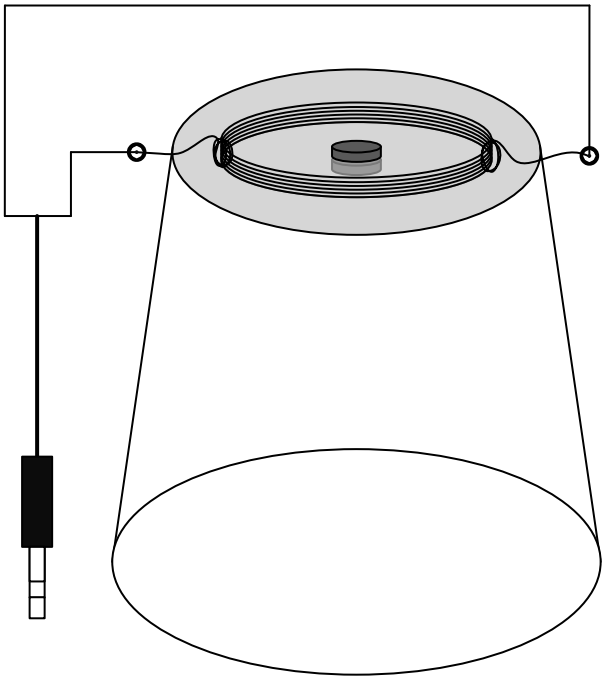
Dno našega kozarčka bo služilo kot membrana zvočnika, vendar sama po sebi še ne more proizvajati zvoka. V kozarček vstavimo enega od magnetov, drugega pa na sredino navitja, tako da se magneta med seboj sprimeta.



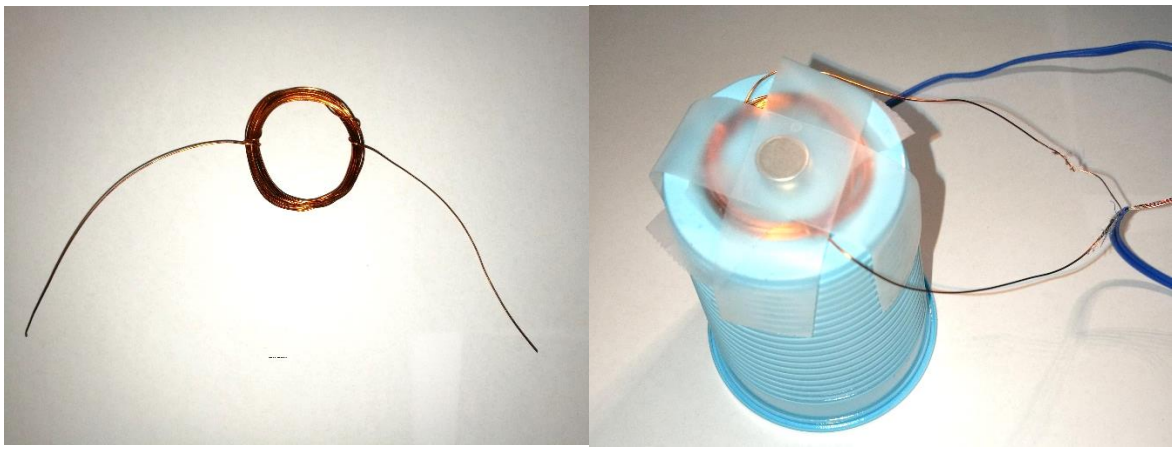
Starim neuporabnim slušalkam odrežemo kabel in mu previdno olupimo izolacijo. V notranjosti navadno najdemo tri med seboj različne žice, sal slušalke oddajajo stereo zvok. Za delovanje potrebujemo samo dve, torej maso in signal za enega izmed kanalov (levi ali desni).



Če žic ne moremo preveriti z Ohm-metrom, lahko pravilni dve preprosto najdemo s preizkušanjem, saj naš zvočnik ne bo deloval edino v primeru, ko hkrati izberemo signal za levo (L) in desno uho (D). Za uspešno povezavo moramo spet odstraniti zaščitni sloj laka na drobnih žicah, kar lahko storimo s finim brusilnim papirjem, ali pa žico segrejemo nad vročim plamenom. Izbrani in pobrušeni žički nato zavijemo na konca navitja in naš zvočnik je končan.



Konektor vtaknemo v zvočniški priključek, nastavimo jakost na največjo moč in prislonimo kozarec k ušesu.



Slika 2: Primer končnega izdelka.

Nasveti:

- Navitje naj ima vsaj 20 ovojev. Žica naj bo debela največ 0.4 mm
- Bolj primerna od slušalk sta klasičen »aux« kabel in avdio kabel za zvočnike
- Zvočnik bo deloval tudi, če imamo magnet le na zunanji strani lončka. V tem primeru ga pritrdimo z lepilnim trakom

Naloge

Kateri del zvočnika proizvaja zvok?

a) **Membrana**
b) Magnet
c) Ohišje
d) Nič od naštetega

Katera sila povzroča vibriranje membrane v zvočniku?

a) Električna
b) **Magnetna**
c) Gravitacijska
d) Mehanska sila

Kaj bi se zgodilo, če membrano na zvočniku zamenjamo z večjo in lažjo?

a) **Slišali bi višjo jakost zvoka, glasnejši zvok**
b) zvočnik bi nehal delovati
c) zvok, ki bi prihajal iz zvočnika, bi bil pretih za človeško uho
d) zvočnik bi oddajal le nizke frekvence

Kolikšna bi bila hitrost širjenja zvoka, če bi zvočnik potopili v destilirano vodo v primerjavi s hitrostjo zvoka v zraku?

a) Enaka
b) Manjša
c) **Večja**
d) Zvok se v vodi ne širi

Kaj bi se zgodilo, če bi namesto plastičnega lončka uporabljali steklen kozarec?

a) Zvočnik bi deloval glasneje, saj steklo bolje prenaša zvok
b) **Zvočnik nebi deloval**
c) Vibracije magnetov, bi takoj razbile steklo

Gaussova puška

Magnet

Vsak magnet ima južni in severni pol (severni pol magneta je del magneta, ki bi se, če ne bi bilo nobenega trenja obrnil proti geografskemu severu Zemlje). Nasprotni poli magneta se med sabo privlačijo, isti pa odbijajo. Magneti v svoji okolici namreč vzpostavijo magnetno polje, ki vpliva na predmete v okolici. Gostejše, kot je magnetno polje, »močnejši« bo magnet in večja bo magnetna sila na predmete, ki se odzivajo na magnetno polje. Polje si lahko predstavljamo kot črte, ki se začnejo na severnem polu magneta in zaključijo na južnem polu magneta. Lahko si jih tudi ogledamo, če na papir, pod katerim je magnet, potresemo železne opilke. Magneti namreč privlačijo tudi nemagnetne materiale, kot je na primer železo, ki samo po sebi ni magneten material. Če ga vstavimo v magnetno polje, le ta kos železa namagneti, zato nanj v magnetnem polju začne delovati sila. Materiali, ki jih lahko namagnetimo se imenujejo feromagnetni materiali.

Če v prazen prostor postavimo kose magnetov in feromagnetnega materiala, smo za to potrebovali nekaj energije, ki se zdaj skriva v postavitvi posameznih kosov. To energijo lahko, če kose spustimo da se prosto gibljejo, sprostimo v kinetično energijo, kar pomeni njihovo gibanje. Energijo, skrito v postavitvi magnetov in feromagnetov, mnogi nepodučeni znanstveniki uporabljajo za »izume« perpetuum mobile naprav, to je naprav, ki se gibljejo ali tečejo neskončno dolgo brez dovedene zunanje energije. To sicer fizikalno ni mogoče, saj energije iz nič ne moremo ustvariti, marveč jo v napravo, ki se premika ali teče na najrazličnejše načine le dovedemo ali odvedemo.

Z bistro postavitvijo magnetov boste izdelali Gaussovo puško, poimenovano v čast nemškemu fiziku Carlu Friedrichu Gaussu, očetu razumevanja magnetizma. Gaussova puška je priljubljena tudi v znanstvenofantastičnih filmih in igrah, saj večini ljudi magnetizem še vedno predstavlja misterij. To s pridom izkoriščajo tudi »čudodelni zdravilci«, ki na podlagi neznanja ustvarjajo mistiko okoli magnetizma in jo izkoriščajo za trženje svojih pripomočkov. Ti naj bi pripomogli k boljšemu počutju in zdravju, za kar pa (razen placebo učinka) ni nobenega resnega znanstvenega dokaza.

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- Zaščitna očala
- Močne paličaste magnete dolžine približno 1cm, premera približno 6mm
- Jeklene kroglice za ležaj, premera približno 8mm (naj NE bodo nerjavne)
- Tračnico za kroglice
- Ravnilo
- Video kamero na pametnem telefonu
- Program VLC za predvajanje videa, kjer lahko ustavimo predvajanje in štejemo sličice videa.

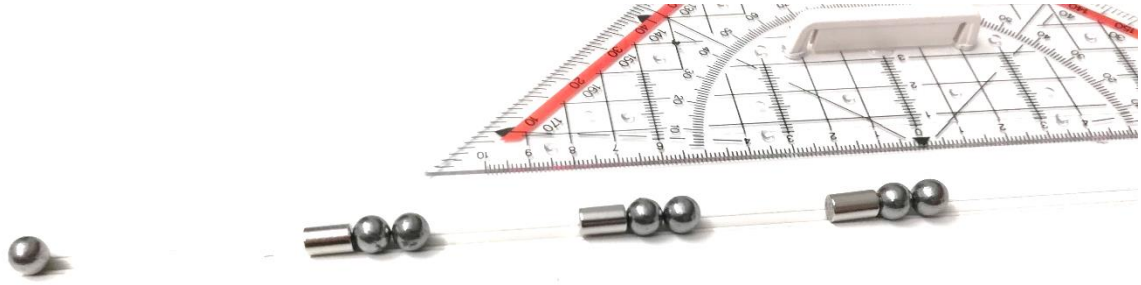
Opis poteka naloge

Gaussova puška ali linijski pospeševalnik v posameznih stopnjah pospeši jekleno kroglico z energijo, shranjeno v postavitvi magnetov in kroglic. Če jo sestavimo pravilno, na koncu puške kroglica odleti s precejšnjo hitrostjo.

V žleb iz nemagnetnega materiala, po katerem se lahko razmeroma prosto kotalijo kroglice, postavimo magnete in kroglice na naslednji način:

kjer je K – Kroglica in M – Magnet.

Seveda poskrbite, da v mirovni legi razporeditev kroglic in magnetov ostane takšna, kot na sliki. V nadaljevanju bomo (Magnet)(Kroglica)(Kroglica) imenovali stopnja Gaussove puške. Postavitev kroglic in magnetov v žlebu je prikazana na sliki Slika 1.



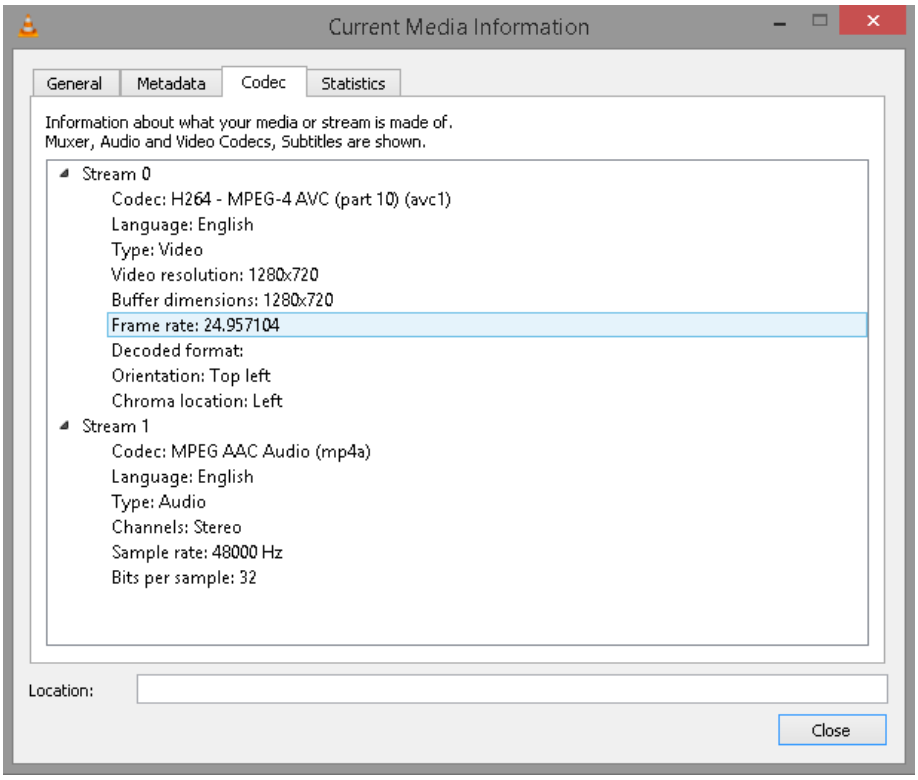
Slika 1: Ideja postavitve eksperimenta.

Ko frcnemo prvo kroglico, le to magnetno polje prvega magneta privlači. Na kroglico deluje magnetna sila, ki jo pospešuje. Kroglici se na poti do drugega magneta povečuje hitrost, s tem pa pridobiva kinetično energijo. Ko se kroglica zaleti v prvi magnet, se del energije sprosti za trk, del energije pa se prenese na zadnjo kroglico, pripeto na prvi magnet. Mehanizem prenosa energije med sprožilno in izstreljeno kroglico je podoben kot pri igrački, imenovani Newtonova zibelka, kjer se kroglice odbijajo zaradi ohranitve gibalne količine. Prenesena energija je dovolj velika, da se zadnja kroglica, pripeta na prvi magnet, od magneta odtrga in začne premikati proti naslednjemu magnetu, kjer se celoten pojav ponovi.

Ko vam uspe prvi strel iz Gaussove puške eksperimentirajte s postavitvijo magnetov in kroglic. Opazujte ali se hitrost kroglice po vsakem trku povečuje ali zmanjšuje. Opazujte, kako na hitrost kroglice vpliva razdalja med posameznimi stopnjami Gaussove puške.

Hitrost kroglice lahko izmerite tako, da ob celoten eksperiment postavite ravnilo, eksperiment posnamete z video kamero in na video posnetku opazujete, kako hitro se giblje kroglica. V ta namen posnetek odprete v programu VLC in z uporabo naprednih kontrol za predvajanje, video predvajate sličico za sličico. (View|Advanced controls) ter preštejete koliko sličic je trajalo gibanje na izbrani dolžini ravnila.

Koliko časa preteče med dvema zaporednima sličicama lahko ugotovite tako, da si ogledate metapodatke video posnetka. V programu VLC to storite s klikom na Tools->Media information |Zavihek Codec.



Slika 2: Video posnetek vsebuje 24,96 na sekundo. Torej je čas med dvema sličicama 1s/24,96 = 0,040 s.

Nasveti:

- Pozor! Za izvedbo eksperimenta je treba uporabiti feromagnetne, jeklene kroglice. Torej kroglice, ki jih je mogoče namagnetiti. To so kroglice, ki jih magnet privlači. Veliko kroglic za ležaje iz nerjavnega jekla v bližini magneta ostane ravnodušnih. Lahko rečemo tudi, da ne odreagirajo na magnetno polje. Ali pa rečemo, da niso iz feromagnetnega materiala.
- Uporabite najmočnejše magnete, ki jih lahko dobite. Običajno se imenujejo neodim magneti (ang. *neodymium magnets*). Kupite juh lahko v specializiranih trgovinah po Sloveniji, ali pa jih poiščete doma.
- Za meritve hitrosti postavite kamero pravokotno na smer gibanja kroglice.
- Za ponovljivost poizkusov si položaje posameznih sestavnih delov puške na tračnici označite s svinčnikom.
- Za primerljivost meritev hitrost kroglice vedno merite na enak način. Za še večjo natančnost izvedite več zaporednih meritev in izračunate povprečno izmerjeno vrednost.
- Tračnico lahko naredite iz tršega papirja.

Video posnetek delujočega eksperimenta je na voljo na povezavi: https://youtu.be/gT4vUWixc2U

Varnostno opozorilo:

Magneti običajno niso izdelani iz zelo trdnega materiala, zato se pri trkih radi okrušijo. Leteči okruški in izstreljene kroglice so nevarni, zato uporabite zaščito za oči!

Izstreljene kroglice lahko poškodujejo predmete, v katere se zaletijo. Rade se tudi odbijajo.

Pazite, da vam magneti ne priščipnejo prstov!

Magnetov nikakor ne pojejte, saj je to lahko smrtno nevarno!

Magnetno polje magnetov lahko poškoduje občutljive naprave, kot so mehanske ure, magnetni nosilci podatkov, kartice. Zato pri ravnanju z magneti ne nosite dragocenih mehanskih ur, prav tako pa pazite, da so dovolj daleč od prenosnih diskov, računalnikov, kreditnih kartic, telefonov.

Naloge

Če si našo Zemljo prestavljamo kot velik magnet, kako je namagneten geografski sever Zemlje?

a) Geografski sever Zemlje predstavlja severni pol magneta.
b) Geografski sever Zemlje predstavlja južni pol magneta.
c) Zemlja ni namagnetena. Magnetno polje, ki ga zaznavamo s kompasi je prisotno zaradi kozmičnega sevanja.
d) Magnetenje ni stalno ampak se s periodo nekaj mesecev obrača in zamenja. Odvisno je od letnega časa.

Kaj je feromagnetni material?

a) Feromagnetni material je material, ki ga je mogoče namagnetiti.
b) Feromagnetni material je material, ki ga ni mogoče namagnetiti.
c) Feromagnetni material ne obstaja. Besedo so si izmislili v tržne namene.
d) Feromagnetni material je vsak material, ki lahko tvori kemijske spojine z železom.

Ali število stopenj Gaussove puške vpliva na končno hitrost kroglice? Kako in zakaj?

a) Vsaka nova stopnja kroglico zavre, zato se z večanjem števila stopenj končna hitrost kroglice zmanjšuje.
b) Število stopenj na končno hitrost kroglice ne vpliva.
c) Vsaka nova stopnja kroglico dodatno pospeši, zato se z večanjem števila stopenj končna hitrost kroglice povečuje.
d) Na končno hitrost kroglice vpliva le začetna hitrost sprožilne kroglice.

Ali se vsa energija spravljena v postavitvi Gaussove puške po njeni sprožitvi prenese na izstreljeno kroglico? Zakaj?

a) Magnetna energija je zelo čista energija. Zato se vsa brez izgub prenese v potencialno energijo izstreljene kroglice.
b) Magnetna energija je zelo čista energija. Zato se vsa brez izgub prenese v kinetično energijo izstreljene kroglice.
c) Ker se del energije ob trkih in trenju porabi za segrevanje magnetov, kroglic in žleba, kot tudi za oddajanje zvoka pri eksperimentu se vsa energija ne prenese v izstreljeno kroglico.
d) Ne. To bi se zgodilo le v primeru, ko bi kroglice in magnete obdali s tanko plastjo gume in bi bili trki bolj prožni. Tako bi se v izstreljeno kroglico prenesla vsa energija.

Zakaj perpetuum mobile, to je naprave, ki se brez dovajanja zunanje energije giblje neskončno dolgo, ni mogoče izdelati?

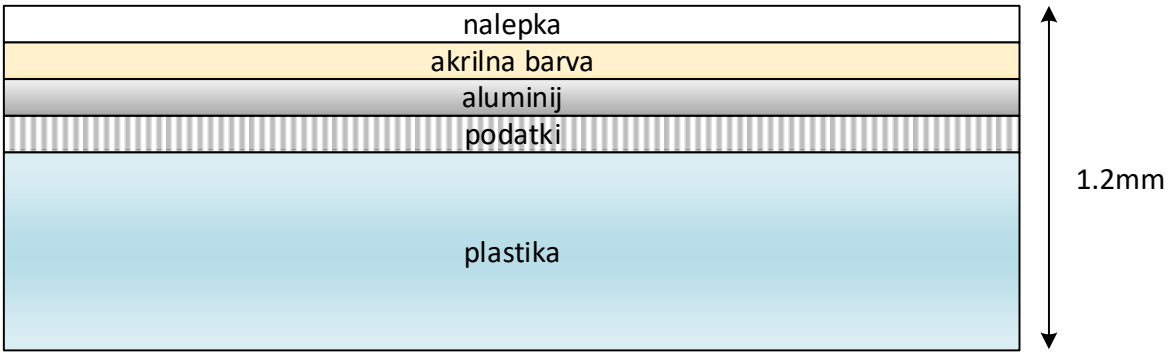
a) Trditev ne drži. Perpetuum mobile je mogoč. To dokazujejo številni video posnetki na spletu.
b) Trditev ne drži. Perpetuum mobile je mogoč. Že razvito tehnologijo skrivajo velika tehnološka podjetja, ki pa svoj izzum skrivajo z ustvarjanjem negativnega javnega mnenja.
c) **Perpetuum mobile ni mogoč, ker se v vsaki resnični napravi izgublja energija, in če energije v napravo ne dovajamo se bo le ta ustavila.**
d) Perpetuum mobile ni mogoč zaradi zemeljskega magnetnega in gravitacijskega polja. Mogoče ga je izdelati v vesolju, daleč od virov gravitacije in magnetnih polj.

Interferenca - Izmeri podatke z laserjem

CD/DVD

CD (kompaktni disk) ali DVD (digitalni video disk) sta digitalna pomnilniška medija. Še desetletje nazaj, sta bila zalo priljubljena in pogosto uporabljena, a ju je naposled le izpodrinil USB ključek, danes pa možnost shranjevanja podatkov v oblačnem sistemu. DVD je zaradi omejene kapacitete nadomestil CD, saj je to želela video industrija, naslednik DVD-ja pa je Blu-ray disk, ki omogoča shranjevanje video vsebine v formatu 4K.

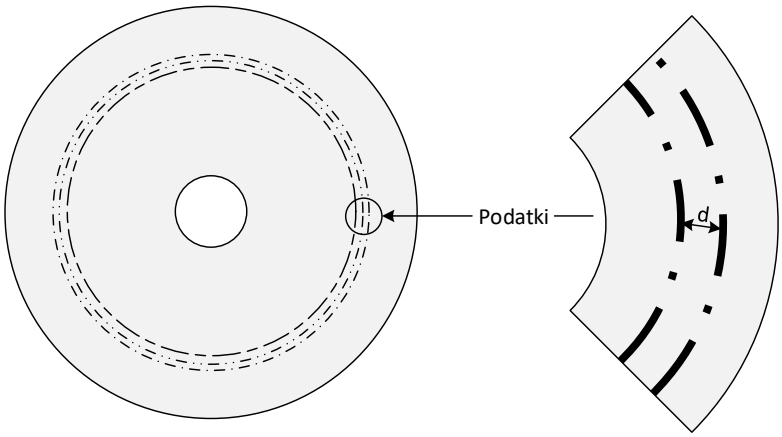
Optični pomnilniški mediji so pri nakladi v velikih količinah silno poceni. Nekoliko dražja je le izdelava bralnikov in zapisovalnikov, saj je treba plošček vrteti, iz njega pa brati s pomočjo optične naprave, ki je občutljiva na vibracije in hipne pospeške. Poenostavljena struktura CD pomnilnika je prikazana na Sliki 1.



Slika 1: Struktura CD-R ploščka po slojih (slika ni v merilu).

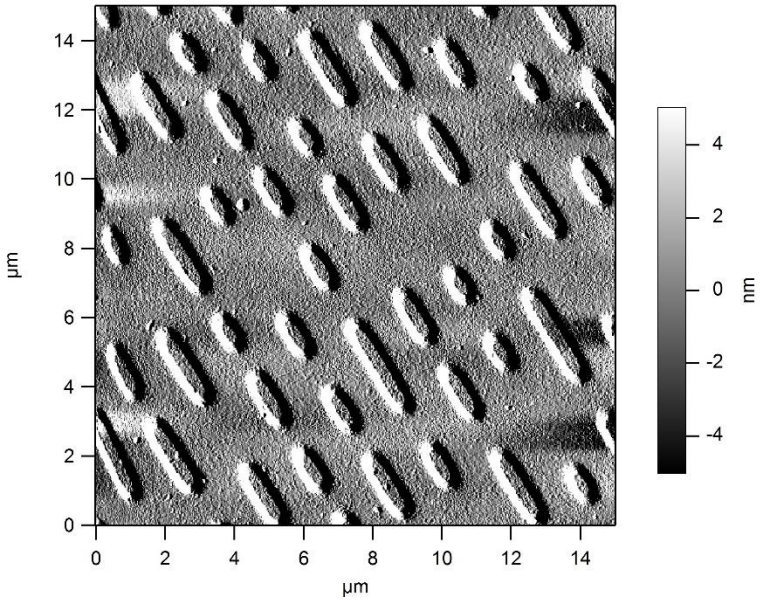
Večji del diska sestavlja prosojna plastika, ki hkrati služi kot mehanska osnova. Tej sledi sloj podatkov, dielektrična snov vdolbin in ravnin, ki jih optični bralnik prebere kot digitalno ničlo ali enico, ter tako sestavi podatke. Nanjo je naparjen tanek sloj aluminija, ki igra vlogo zrcala, podobno kot pri ogledalu v domači kopalnici. Od njega se odbije laserski žarek bralnika, tega pa zazna detektor v optičnem delu. Sledi akrilna zaščitna barva ter nalepka, na katero proizvajalec ali uporabnik napiše vsebino CD-ja.

Podatki so na ploščku nanešeni po spirali, kot to prikazuje Slika 2. Spirala je največja ob robu diska in se manjša proti njegovi notranjosti, skupna dolžina pa za CD disk znaša 5.38 km.



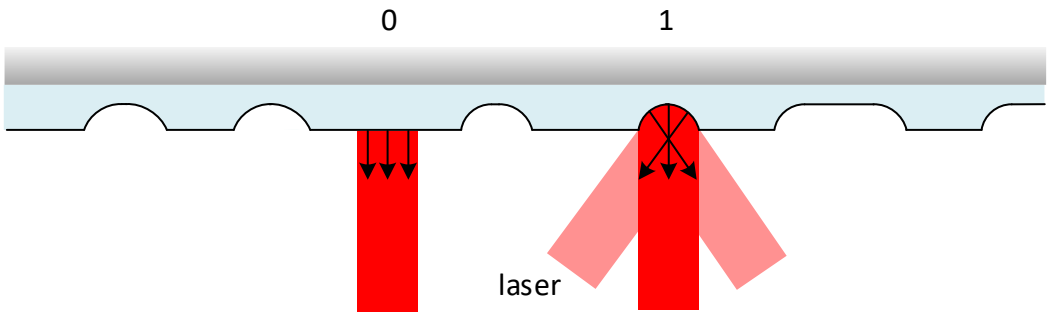
Slika 2: Urejenost podatkov na optičnem mediju.

Ko optična enota bere CD, laser potuje vzdolž površine da pridobi podatke iz vseh sledi. Informacija je na disku shranjena v obliki vdolbinic in ravnin, kot to lahko vidimo na Sliki 3.



Slika 3: Površina CD-ROM pod elektronskim mikroskopom.

Kadar laserski žarek zadane vdolbino, se svetloba razprši v različne smeri, zato detektor to lahko prepozna kot spremembo. Vsaka sprememba je določena kot digitalna enica (1). Če spremembe ni, računalnik prejme digitalno ničlo (0).



Slika 4: Branje informacij z optičnega diska

Vrste s podatki so na disku med seboj razmaknjene za točno določeno dolžino d. Če želimo na enako površino spraviti več podatkov, moramo to razdaljo zmanjšati, kar so storili pri zasnovi DVD diska. To seveda pomeni, da potrebujemo bolj natančen optični bralnik, pri Blu-ray diskih pa celo laser drugačne barve (manjša valovna dolžina svetlobe).

S preprostim poskusom bomo izmerili, kakšna je razdalja med posameznimi tračnicami s podatki na optičnem disku.

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

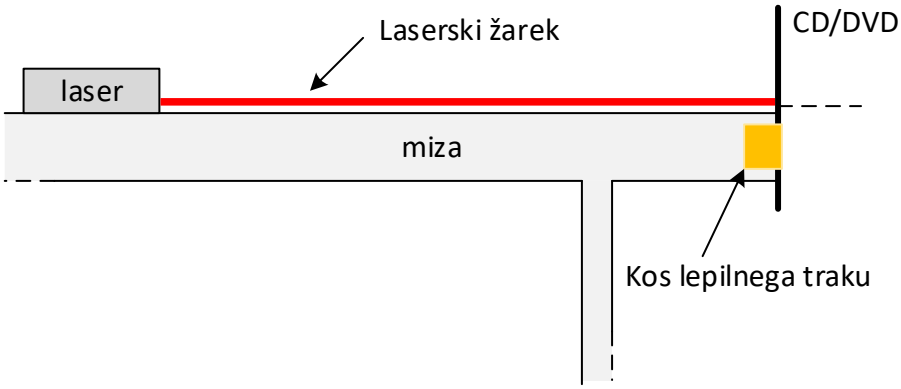
- Odslužen CD in DVD disk
- Laser (rdeč ali zelen – najdemo jih v kazalnikih za tablo, igračah)

- geotrikotnik ali kotomer
- Mali karo papir ali milimetrski A4 list
- Lepilni trak

Opis poteka naloge

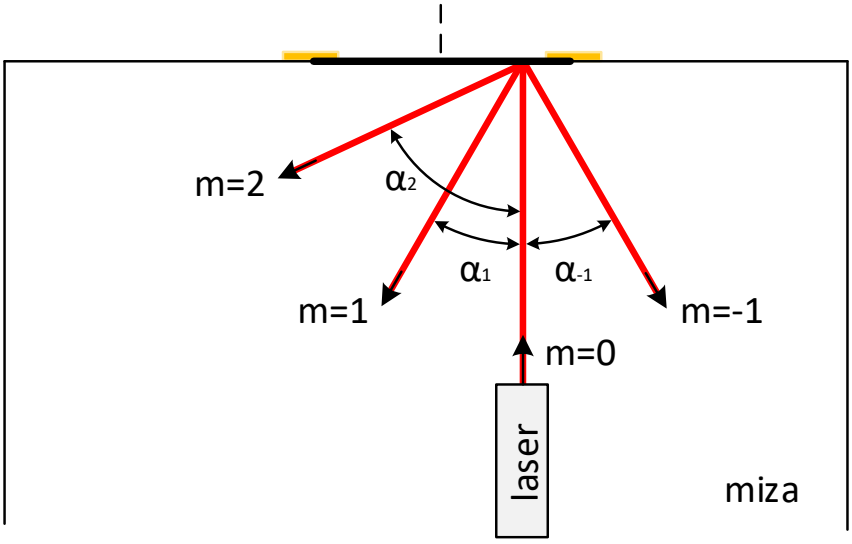
Razdaljo med tračnicami d na optičnem podatkovnem mediju bomo izmerili s pomočjo interferenčnega vzorca, ki je posledica uklona svetlobe na uklonski mrežici. S podrobno razlago pojava se za zdaj ne bomo ukvarjali, posvetili se ji bomo na koncu poglavja.

Pri izvedbi poskusa moramo biti zelo natančni! Že majhni premiki laserja pod napačnim kotom, ali naklon CD ploščka nam lahko da nepravilen rezultat. Previdno postavimo merilno mesto, kot to prikazuje Slika 5 in 6.



Slika 5: Pogled s strani

CD plošček z lepilnim trakom za stene namestimo na rob ravne mize. Pri tem poskrbimo, da se nad površino mize nahaja vsaj 2/3 notranje luknje, saj moramo z laserskim žarkom zadeti točno na sredinsko črto diska. Laser namestimo čimbolj vodoravno s površino mize in ga usmerimo proti disku tako, kot to prikazuje Slika 6. Pri tem pazimo, da laserski žarek ne zaide v oči, saj lahko s tem trajno poškodujemo vid!



Slika 6: Pogled od zgoraj

Laserski žarek mora ciljati tisti del ploščka, kjer črte s podatki potekajo navpično na površino mize, saj bomo le tako dobili želen in pravilen vzorec, glede na svojo merilno postavitev. Na mizo položimo mali karo ali milimetrski papir in nanj s svinčnikom previdno vrišemo poti laserskih žarkov, kot to prikazuje zgornja slika. Z geotrikotnikom ali kotomerom izmerimo zahtevane kote in jih vpišemo v preglednico. Pri izvedbi meritev se lahko zgodi, da žarka označenega z m=2 ne vidimo, oziroma se ne pojavi. Meritev ponovimo še za DVD disk.

Tip ploščka	λ valovna dolžina laserja	$\lvert m \rvert$ število žarka	$\propto$ izmerjeni kot	d izračunana razdalja
CD		1		
CD		1		
DVD		1		
DVD		1		

Tabela 1: Zbirna tabela

Razdaljo d izračunamo s pomočjo enačbe:

$$d = \frac{m \cdot \lambda}{\sin(\propto)}$$

kjer je m (1,2,3 ...) število žarka od sredinskega ($m = 0$), λ valovna dolžina laserskega žarka v metrih, $\propto$ pa naš izmerjen kot za pripadajočo številko žarka.

Valovna dolžina žarka je odvisna od barve našega laserja. Spodnja tabela prikazuje običajne vrednosti polprevodniških laserjev (takšnih, ki so v igračah, kazalcih, lučkah). Če poznamo natančno valovno dolžino uporabljenega laserja, računamo z njo.

Barva laserja	λ valovna dolžina
Rdeča	650 nm
Zelena	520 nm
Vijolična/modra	445 nm

Tabela 2: Valovne dolžine laserjev

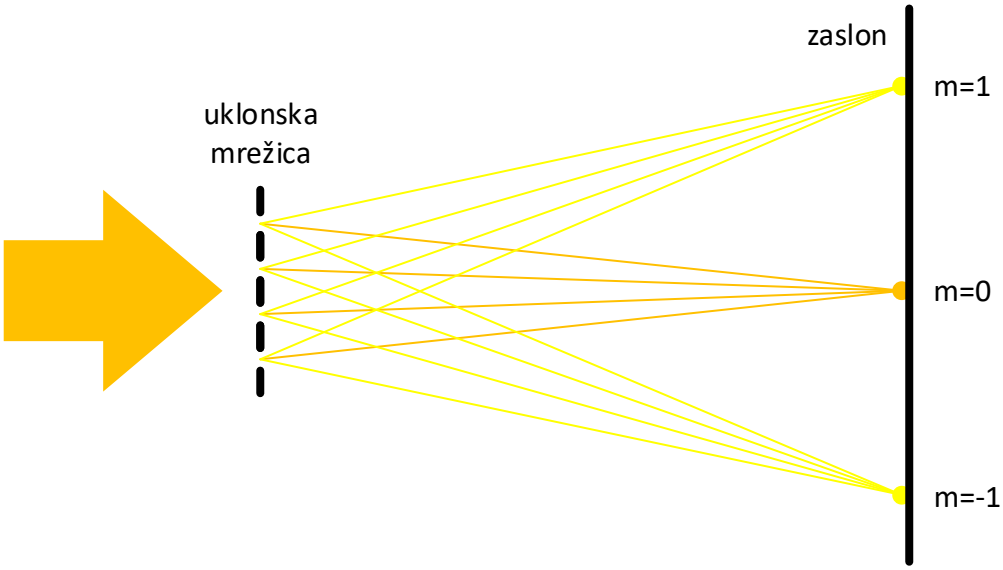
Razdalje posameznih meritev za različne m na koncu povprečimo, saj tako dobimo natančnejši rezultat. Primerjajmo vrednosti razdalje d med CD in DVD.
Na podlagi izračunane razdalje d in meritve območja diska kjer se nahajajo podatki (rahel sivkast odtenek) izračunamo število ovojev spirale za CD in DVD disk.

Nasveti:

- Z uporabo različnih barv laserja lahko s povprečenjem vseh meritev dobimo še točnejši rezultat.
- Ceneni rdeči laserji pogosto niso točni v valovni dolžini, zato je račun le približen.
- Če žarkov ne vidimo na mizi, rahlo nagnemo plošček, da se pokažejo vzorci. Pri dnevni svetlobi bomo videli izrazitejši le odsek daljice, pri popolni temi pa tanko črto v smeri žarka.
- Najboljši rezultat dobimo s CD-R ali DVD-R diski, kjer je informacija trajno zapisana v samo strukturo in je ni mogoče brisati, ko pri CD-RW ali DVD-RW tehnologiji. Le ta v svoji notranjosti uporablja posebno snov, ki ji je možno spreminjati lomni količnik z močnim laserjem.
- Do interferenčnega vzorca pride zaradi praznih vdolbin v notranjosti, ki skupaj z zrcalom (sloj aluminija) delujejo kot uklonska mrežica.
- Drobne napake pri vpadnem kotu laserskega žarka, pomenijo velike napake pri preračunu razdalje d. Poskrbimo da je vpadni žarek čimbolj pravokoten na ravnino CD/DVD ploščka. Pomagajmo si z ravno črto karo lista.

Dodatno

Zakaj pride do vzorca na površini papirja? Gre za fizikalen pojav, ki se zgodi, ko valovanje (tudi svetloba) pade na površino uklonske mrežice. Uklonska mrežica je ploščica, ki ima veliko število majhnih rež (manjših od valovne dolžine). Reže so navadno prozorni deli v ploščici. Primitivne uklonske mrežice dobimo, če na okvir napnemo drobne tanke žice, ki jih namestimo precej skupaj, da dobimo fino sito. Ko valovanje prispe do rež, se na vsaki izmed rež ukloni (širi se v področje sence za oviro). Za uklonsko mrežico dobimo vrsto valov, ki se v nekaterih točkah seštejejo tako, da tam dobimo zgoščino (svetlo piko), drugje pa se med sabo odštejejo in izničijo (temno področje). Če v prostor namestimo zaslon, pojav s pomočjo svetlobe opazujemo s prostim očesom.



Slika 7: Interferenčni vzorec

Točke kjer nastanejo zgoščine lahko točno izračunamo, če le poznamo razdaljo d med posameznimi režami uklonske mrežice in uporabljano valovno dolžino (valovna dolžina laserskega žarka), po spodnji enačbi:

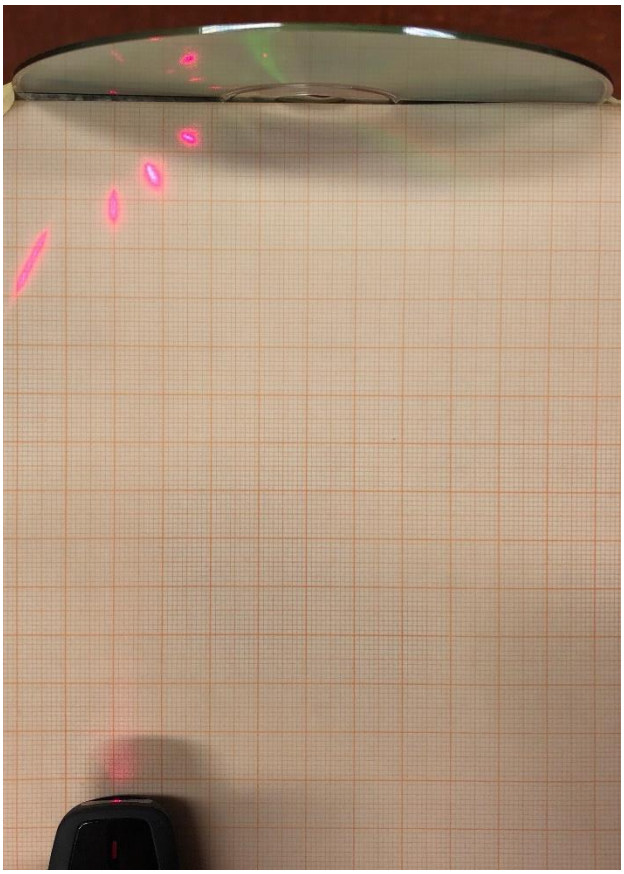
$$d \cdot \sin(\propto) = m \cdot \lambda$$

Kjer je d razdalja med režama uklonske mrežice, α kot med vpadnim žarkom in zgoščino, m red žarka (celo število, pozitivno, nič ali negativno), ter λ valovna dolžina v metrih.

Uklonske mrežice imajo lahko tudi več sto rež na milimeter. Po načinu delovanja jih delimo na:

- prosojne uklonske mrežice
- odbojne uklonske mrežice

V prosojnih uklonskih mrežicah so reže izdelane na prosojni snovi, opazujemo pa svetlobo, ki gre skozi mrežico, pri odbojnih uklonskih mrežicah, pa so reže izdelane na odbojni površini (zrcalo), zato opazujemo odbito svetlobo. CD ali DVD spadata v skupino odbojnih uklonskih mrežic.



Slika 7: Primer meritve s CD/DVD odbojno uklonsko mrežico

Naloge

Kako so zapisani podatki na optičnem mediju (CD/DVD)?

a) Z vdolbinami in ravninami v sloju med plastiko in aluminijem
b) S črnimi črtami in pikami v sloju med plastiko in aluminijem
c) Z drobnimi zrcali v notranjosti diska
d) Z spreminjajočo se razdaljo med kolobarji spirale

Zakaj na DVD disk uspemo zapisati večjo količino podatkov?

a) Uporabljamo laser z večjo valovno dolžino
b) Razdalja med podatki na disku je večja, uporabljamo slabšo optiko
c) Razdalja med podatki na disku je manjša, uporabljamo boljšo optiko
d) Ker lahko pišemo na obe strani ploščka

Kako bi se pri CD disku spremenil kot med glavnim laserskim žarkom (m=0) in prvim interferenčnim snopom (m=1), če bi namesto rdečega laserja uporabili zelenega?

a) Kot bi bil večji kot pri rdečem laserju
b) **Kot bi bil manjši kot pri rdečem laserju**
c) Valovna dolžina laserja ne vpliva na kot
d) Tega ne moremo napovedati

Kdaj se disk v pogonu vrti hitreje, če predvajamo zvokovni nosilec (CD-audio)?

a) Kadar beremo glasbo bližje sredini
b) Disk se vedno vrti z enako hitrostjo
c) Kadar beremo glasbo bližje robu
d) Tega ne moremo napovedati

Kako je tehnologija Blue-ray dobila svoje ime?

a) Ker je bila razvita v istem obdobju kot tehnologija Bluetooth
b) Ker za branje uporablja laser z valovno dolžino 405nm
c) Ker je izdelan disk na pogled modre barve
d) Ker za branje uporablja laser z valovno dolžino 650nm

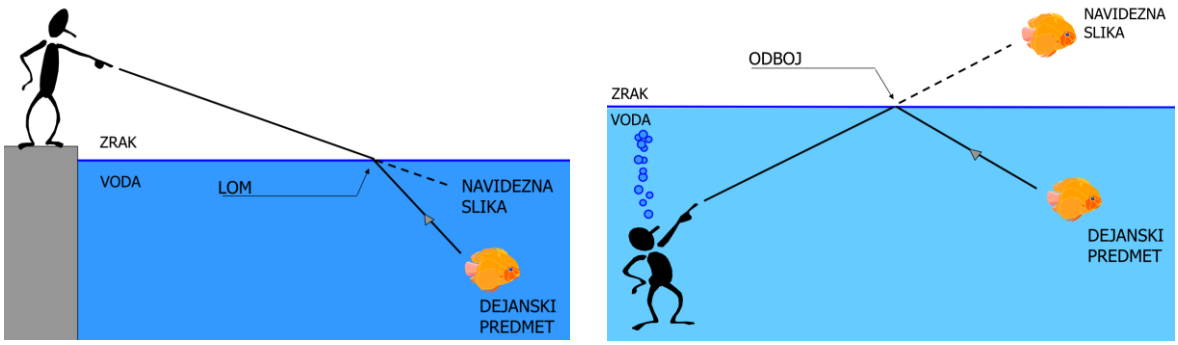
Optično vlakno

Svetlobno vlakno

Optične komunikacije, osnovane na svetlobnem vlaknu, so zelo pomembne za sodobno informacijsko-komunikacijsko družbo saj so edini medij, ki omogoča prenos resnično velikih količin informacij. Po 50 letih od izuma svetlobnega vlakna se prenos informacijskih podatkov po dielektričnem (električno neprevodnem) svetlovodu, ki je izredno majhnih dimenzij, hkrati pa velikih zmogljivosti, danes zdi povsem samoumeven. Le malo ljudi pa ve, kateri fizikalni pojavi omogočajo prenos podatkov s pomočjo svetlobe in zakaj je svetlobno vlakno tako edinstveno.

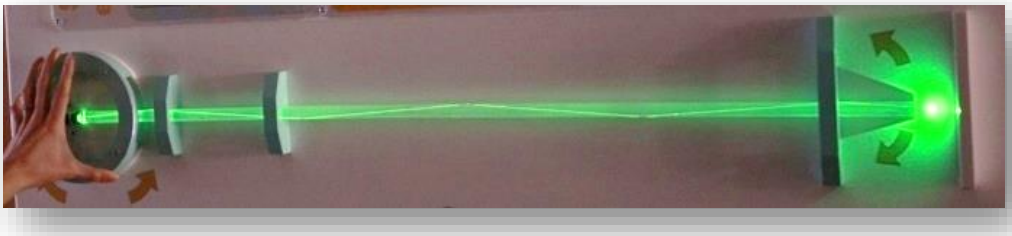
Svetloba je del elektromagnetnega spektra tako kot radijski valovi, le da ima mnogo višjo (10.000–krat in več) frekvenco. Po praznem prostoru (vakuumu) potuje s hitrostjo približno 300 000 km/s. V primeru, da se svetloba razširja po snovi, se upočasni. Faktor, ki nam podaja za koliko se je upočasnila svetloba v snovi v primerjavi z vakuumom, imenujemo lomni količnik snovi in znaša za steklo približno 1,5.

Ena sama snov lahko svetlobni žarek upočasni, ne more pa ga preusmeriti. Če želimo preusmeriti in voditi svetlobni žarek, potrebujemo vsaj dve snovi, kjer na meji prihaja do odboja in loma, kot to prikazuje Slika 1. Pri lomu sta vpadni in lomljeni kot določena s Snellovim lomnim zakonom, ki ga z leta 1621 zapisal danski matematik Willebrord Snellius. Odkril je tudi zakonitost popolnega odboja, ki nastane v primeru, ko svetloba prehaja iz gostejše v redkejšo snov pod dovolj topim kotom.



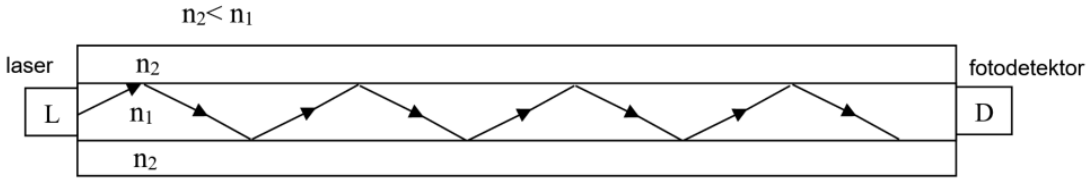
Slika 1. Lom svetlobnega žarka (a) in odboj svetlobnega žarka (b) na meji med zrakom in vodo.

Svetlobni žarek iz zelenega laserskega kazalnika zlahka ujamemo v plastično palico premera 1 cm, kot to prikazuje Slika 2. Na mejah med plastično palico in zrakom vidimo popolni odboj, pri čemer je z naklonom laserja mogoče žarek pripeljati na konec svetlobnega vodnika prek različnega števila odbojev.



Slika 2: Prikaz širjenja svetlobe po optičnem svetlovodu.

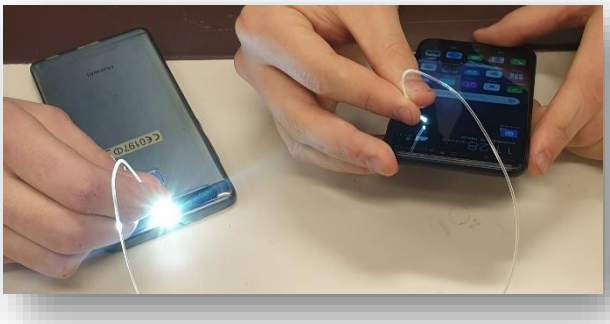
Za namene vodenja svetlobe lahko dielektrike oblikujemo v različne svetlovodne naprave. Svetlovod iz enega samega dielektrika ima slabost v tem, da vsakršna umazanija, ki se nabere na zunanjem delu svetlovoda, moti njegovo delovanje (popolni odboj). Z namenom zmanjšanja zunanjih vplivov je za praktično uporabo smiselneje izdelati svetlovod iz dveh dielektrikov, kot prikazuje slika 3. Svetloba je pri tem ujeta v notranjem dielektriku in zunanji vplivi ne motijo delovanja svetlovoda. Krožnosimetrični dielektrični valovod, ki se uporablja za vodenje svetlobe, imenujemo optično vlakno. Lomni količnik notranjega dielektrika (n_1) mora biti večji od lomnega količnika zunanjega dielektrika (n_2). V ta namen je mogoče uporabiti različna stekla ali različne plastike ali pa kombinacijo stekla in plastike.



Slika 3: Svetlovod z zunanjim zaščitnim dielektrikom.

Popolni odboj je brezizguben in ne prispeva k slabljenju svetlobnega signala. Signal, ki potuje po svetlovodu se oslabi zaradi pojava sipanja. Pri trku svetlobnega kvanta (fotona) ob molekulo snovi se foton sipa. Po Angleškemu fiziku lordu Johnu Rayleighu, ki je odkril fizikalni pojav sipanja svetlobe na molekulah medija po katerem potuje svetloba, pojav imenujemo Rayleighovo sipanje. Lord Rayleigh sipanja svetlobe ni opazoval v svetlovodu temveč na zemeljskem ozračju in ugotovil, da prav to sipanje daje nebu značilno modro barvo.

Tudi v plastično vlakno premera 2 mm je svetlobo relativno enotno ujeti. Za primer lahko naredimo poskus z lučko iz mobilnega telefona, kot prikazuje Slika 4. Pri tem se z očesom ali kamero na telefonu opazuje svetloba, ki je prepotovala na drug konec vlakna. Ko svetlobni izvor prekinjamo, s pomočjo svetlobnih impulzov prenesemo informacijo na drugo stran optičnega vlakna. Na morebitnih krivinah svetlovoda opazimo tudi izhajanje svetlobe, ki bi jo nepridiprav lahko uporabil tudi za prisluškovanje komunikaciji, če podatki niso šifrirani.



Slika 4: Komunikacija preko svetlovoda s pomočjo lučke na pametnem telefonu.

Za prenos informacij preko interneta se danes uporablja stekleno svetlobno vlakno, ki s pomočjo odboja vodi lasersko svetlobo od centrale ponudnika storitev do uporabnikovega modema. Leta 1966 je C. K. Kao ugotovil, da je kremenovo steklo, človeku že 4.500 let znan material iz Mezopotamije in Egipta, primerna surovina za izdelavo svetlobnega vlakna. V letu 1970 so izdelali prvo kot las tanko vlakno (premera 125 mikro metra), ki je ustrezalo tedanjim predstavam o slabljenju. To je bil zgodovinsko prelomni trenutek, v katerem je zasijalo svetlobno vlakno; tehnično skoraj popolno, pa vendar ceneno prenosno sredstvo (iz materiala, ki je na voljo v nepreglednih količinah).

Izdelava optičnega vlakna

Danes je steklo za izdelavo optičnega vlakna izredno čisto. Vsebuje le 0,1 delčka nečistoče na milijon molekul stekla SiO_2. Inženirji za slabljenje svetlobnega signala uporabljamo enoto decibeli. Zmanjšanje signala za 3 dB ustreza zmanjšanju za eno polovico (50%). Sodobna svetlobna vlakna imajo pri izbrani valovni dolžini slabljenje 0,2 dB/km, kar pomeni, da se signal zmanjša za 3 dB (oziroma za polovico), ko prepotuje dolžino 15 km.

Svetlobno vlakno se izdeluje z dvostopenjskim procesom. V prvem koraku se izdela surovec, ki ima obliko valja, ki ga prikazuje Slika 5. Iz surovca se kasneje v vlečnem stolpu izdela svetlobno vlakno, ki ima tudi obliko valja, a s premerom 125 μm in dolžino nekaj km.

Slika 5: Meritve surovca iz katerega se izdela svetlobno vlakno.

Surovec na Sliki 4 ima premer $d = 17\ mm$ in dolžino $h = 40\ cm$. Za izračun koliko optičnega vlakna premera $r = 125\ \mu m$ dobimo v industrijskem procesu iz izmerjenega surovca je potrebno izenačiti volumna vstopnega surovca in izhodnega optičnega vlakna.

$$V_{surovca} = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h \qquad V_{vlakna} = \pi\left(\frac{r}{2}\right)^2 \cdot l$$

$$l = \left(\frac{d}{r}\right)^2 \cdot h = \left(\frac{0{,}017\ \mathrm{m}}{0{,}125\ 10^{-6}\ \mathrm{m}}\right)^2 \cdot 0{,}4\ \mathrm{m} = (136)^2 \cdot 0{,}4\ \mathrm{m} = 18496 \cdot 0{,}4\ \mathrm{m} = \underline{\underline{7{,}398\ \mathrm{km}}}$$

Optično vlakno je zgrajeno iz jedra, po katerem potuje svetloba, in obloge, ki omejuje svetlobo na jedro in ščiti pred zunanjimi vplivi. Dodatno ga pred mehanskimi poškodbami ščiti eden, dva ali več zaščitnih slojev iz plastičnih mas.

Varjenje optičnega vlakna

Ker se optična vlakna izdelujejo v nekaj deset kilometrskih dolžinah, jih je za daljše razdalje potrebno spajati. V primeru razstavljivih spojk se poslužujemo konektorjev, v primeru trajnih spojev pa je najprimernejše varjenje. Pri varjenju olupljena, čista in lepo odrezana konca svetlobnih vlaken namestimo v varilnik med električni elektrodi, kjer se s pomočjo električnega obloka, ki tiranja nekaj sekund, stali steklo obeh koncev.

Varjenje optičnega vlakna se poslužimo tudi, ko se vlakno pretrga. Pred tem je seveda potrebno ugotoviti, kje je vlakno pretrgano oziroma kje je konec vlakna. V praksi je za merjenje dolžine

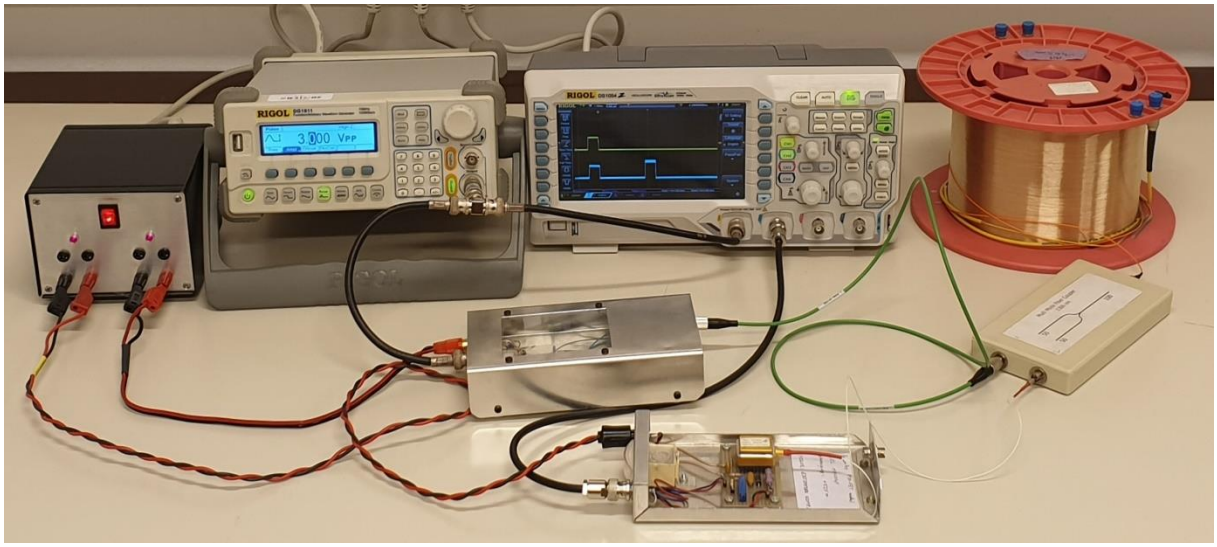
svetlobnega vlakna zelo priročen optični reflektometrski merilnik razdalje, ki omogoča merjenje dolžine vlakna z enega samega konca. Za meritev optične zveze je zato zaželena merilna naprava, ki zna izmeriti svetlobo vlakno v vkopanem kablu z dostopom na enem samem koncu optične zveze.

Tovrstno reflektometrsko meritev izvedemo tako, da se v vlakno na enem koncu pošlje znan signal in nato opazuje, kaj se po določenem času zaradi različnih odbojev vrne na isti konec vlakna. Za učinkovito izvedbo reflektometrske meritve je v vlakno treba oddati časovno kratek impulz svetlobe. Svetlobni impulz se odbije predvsem na odprtem (prostem) koncu vlakna in na konektorskih spojih. Precej slabotnejše je Rayleighovo sipanje svetlobe v steklu vzdolž celotne dolžine vlakna. Odboji na zvarih pa so zanemarljivo majhni.

Posamezne odbite signale po času prihoda v sprejemnik med seboj loči merilnik, saj mora vsak signal preteči najprej pot od oddajnika do točke odboja in se potem po isti poti vrniti nazaj. Iz izmerjenega časa med oddajo impulza in sprejemom odboja se lahko izračuna mesto konca vlakna ali položaj napake vzdolž vlakna.

Opis poteka naloge

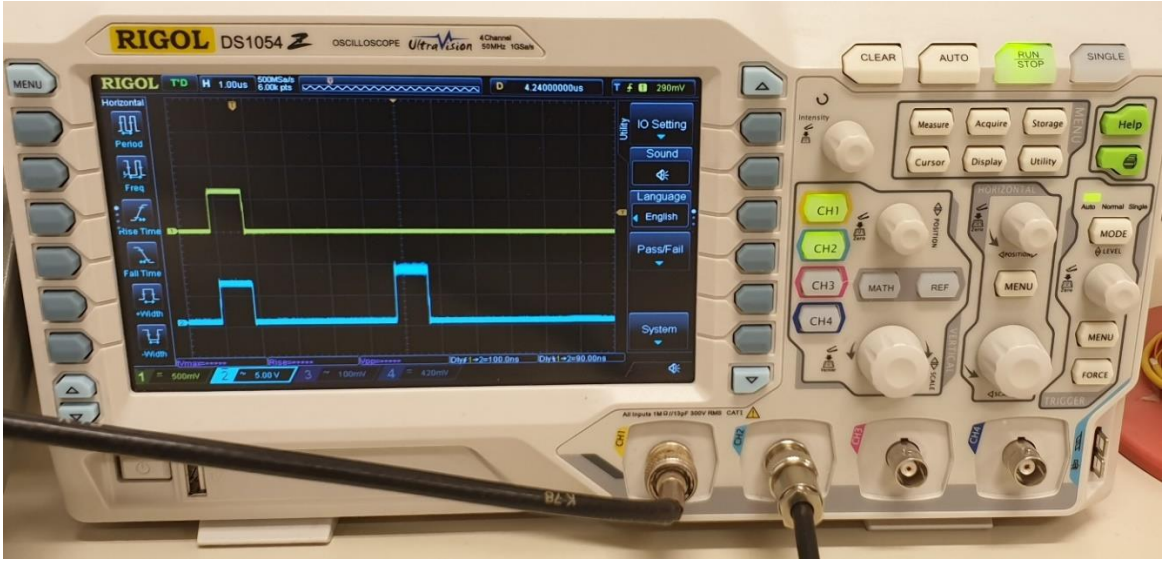
Za laboratorijski prikaz delovanja optičnega reflektometrskega merilnika v časovnem prostoru potrebujemo oddajnik optičnih impulzov, smerni sklopnik, optični sprejemnik in prikazovalnik rezultata meritve, ki so prikazani na Sliki 6. Glavna omejitev optičnega reflektometra je uporaben domet. Signal reflektometra se sicer širi po istem vlaknu kot signal resnične optične zveze, vendar mora signal reflektometra isto pot preteči dvakrat.



Slika 6: Postavitev optičnega reflektometrskega merilnika v laboratoriju.

Poleg tega so odboji slabotni: najmočnejši odboj na prostem koncu vlakna znaša komaj 4 % moči vpadne svetlobe, odboji na dobrih konektorjih so še manjši.

V našem primeru sta impulza na zaslonu osciloskopa razmaknjena za 5 mikro sekund, kot to prikazuje slika 7. Ker vemo, da je svetlobna hitrost v svetlobnem vlaknu zmanjšana za lomni količnik 1,5, lahko izračunamo dolžino vlakna navitega na kolut.



Slika 7: Zaslon iz optičnega reflektometrskega merilnika v laboratoriju. Zgornji (rumen) impulz je bil poslan v svetlobno vlakno. Spodnja (modra) impulza sta se odbila od merjenega vlakna. Prvi moder impulz se je odbil na vstopu v vlakno, drugi moder impulz se je odbil od konca vlakna.

Iz izmerjenih podatkov lahko izračunamo dolžino vlakna navitega na kolutu.

$$l = \frac{c}{n} \cdot \frac{T}{2} = \frac{3 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{1{,}5} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}\ \text{s}}{2} = \underline{\underline{500\ \text{m}}}$$

Naloge

Kaj se zgodi z ne polariziranim žarkom, ki pod kotom vpade iz zraka na vodno gladino?

a) odbije se nazaj od koder je prišel
b) v celoti se odbije nazaj v zrak pod enakim kotom
c) delno se lomi, delno pa odbije

Zakaj prihaja do popolnega odboja (žarek se v celoti odbije na meji dveh snovi), če vpadni in odbiti žarek oklepata topi kot?

a) ker ima snov v kateri se nahaja žarek večji lomni količnik od snovi kamor vstopa
b) ker vedno velja Snellov lomni zakon
c) ker se pri topih vpadnih kotih jakost žarka zmanjša za 50%

Zakaj vidimo nebo modre barve?

a) ker valja Snellov lomni zakon
b) ker je svetloba deležna Rayleighovega sipanja
c) ker zadane v dežne kapljice

Kaj pomeni 3 dB slabljenja svetlobe?

a) da je žarek prepotoval 3 decilitre vode
b) da se jakost žarka zmanjša za 50%
c) da se žarek oslabi za 3%

Podatke prenašamo po optičnem vlaknu tako da:

a) v vlakno pošiljamo svetlobne impulze, ki predstavljajo logična stanja signala
b) po optičnem vlaknu prenašamo električne impulze s podatki
c) laser priklopimo na konstanten vir električnega toka

Katre so dobre lastnosti komunikacij po optičnem vlaknu v primerjavi z drugimi komunikacijskimi tehnikami?

a) signali potujejo s svetlobno hitrostjo 300 000 km/s
b) optično vlakno ima najnižje slabljenje signala
c) signalu po optičnemu vlaknu je nemogoče prisluškovati

Kaj je glavna pomanjkljivost steklenega optičnega vlakna?

a) krivinsko slabljenje
b) steklo je dražje od bakra
c) težavna izdelava

Kaj se zgodi če optično vlakno ukrivimo?

a) na krivini svetloba izhaja iz vlakna
b) na krivini se svetloba odbije nazaj proti izvoru
c) na krivini se svetloba upočasni

Pri kateri valovni dolžini v zraku ima stekleno optično vlakno ima najnižje slabljenje?

a) 850 nm
b) 1310 nm
c) 1550 nm

Pred spajanjem optičnih konektorjev moramo paziti, da

a) olupimo izolacijo
b) niso umazani

c) delamo v temi

Vzamemo optično vrvico, ki slabi signal za 50%. Zaporedno ji dodamo vrvico, ki tudi slabi signal za 50%. Za koliko se zmanjša signal, ko prepotuje obe vrvici?

a) zmanjša se za 50%
b) zmanjša se za 100%
c) zmanjša se za 75%

Koliko optičnega vlakna s premerom 0,125 mm lahko izvlečemo iz steklene palice dolžine 1 m in premera 1,25 cm?

a) 10 km
b) 1000 m
c) 100 m

Steklena optična vlakna spajamo z varjenjem z električnim oblokom. Pri spajanju standardnih telekomunikacijskih vlaken traja električni oblok približno:

a) 2 sekundi
b) 3 milisekunde
c) 2 mikrosekundi

Pri reflektometrskem merilniku dolžine optičnega vlakna se največ svetlobe odbije od:

a) konektorja
b) zvara
c) konca vlakna

Na zaslonu merilnika OTDR vidimo dva odboja, ki sta med seboj oddaljena za 1 mikro sekundo. Kolikšna je dolžina vlakna (med odbojema)? (Pri izračunu upoštevaj, da hitrost svetlobe v optičnem vlaknu znaša 200 000 km/s.)

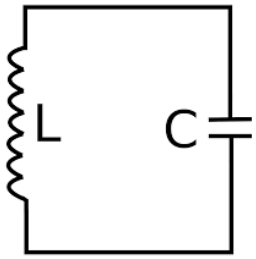
a) 200 m
b) 100 m
c) 100 km

Varnostne nalepke proti kraji blaga

Varovanje blaga

Elektronsko varovanje blaga danes deluje bolj kot psihološka varovalka, ki od namere kraje odvrača predvsem vsakdanjega kupca. Vsak trgovec se verjetno zaveda, da profesionalni tatovi lahko odtujijo blago iz trgovine kljub številnim načinom kako to preprečiti. Čeprav kraje iz trgovin po podatkih mednarodne trgovinske zveze predstavljajo kar 2% vrednosti blaga v trgovini, se trgovci pogosto odločajo med uporabniško izkušnjo (torej zadovoljnim kupcem) in nadzorom nad izdelkom (poostrenim elektronskim varovanjem).

Najpogostejši način elektronskega varovanja blaga so varnostne nalepke, ki sprožijo alarm ob izhodu iz trgovine, če le te niso ustrezno deaktivirane. Najcenejše med njimi so nalepke, ki so zgrajene z vezavo skrbno izbrane tuljave (označene z L) in kondenzatorja (označenega s C).

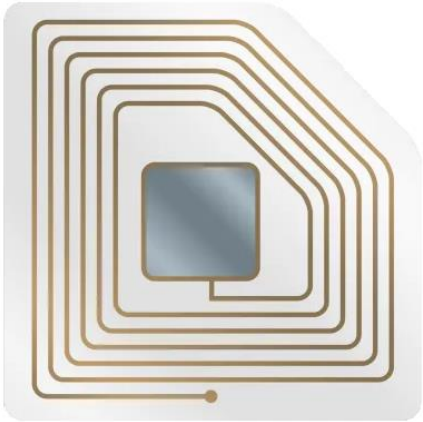


Slika 1: Električna zgradba varnostne nalepke.

Kadar se varnostna nalepka nahaja v spreminjajočem se elektro-magnetnem polju, zaniha na točno določeni frekvenci (frekvenco določa natančna izbira vrednosti tuljave in kondenzatorja). Ta frekvenca je navadno okoli 8.2 MHz. (Za primerjavo: Radijske postaje v Sloveniji se nahajajo na frekvencah med 87.5 MHz – 108.0 MHz).

Naprave ki varujejo izdelke pred krajo (varnostna vrata pri izhodu), so sposobne zaznati, da se v njihovi bližini nahaja varnostna nalepka, saj jim ta zaradi nihanja odvzame del oddajane moči na izbrani frekvenci (8.2 MHz). Če je nalepka deaktivirana (izdelek smo kupili), ali pa nalepke ni v bližini varnostnih vrat, se alarm varnostne naprave ne sproži.

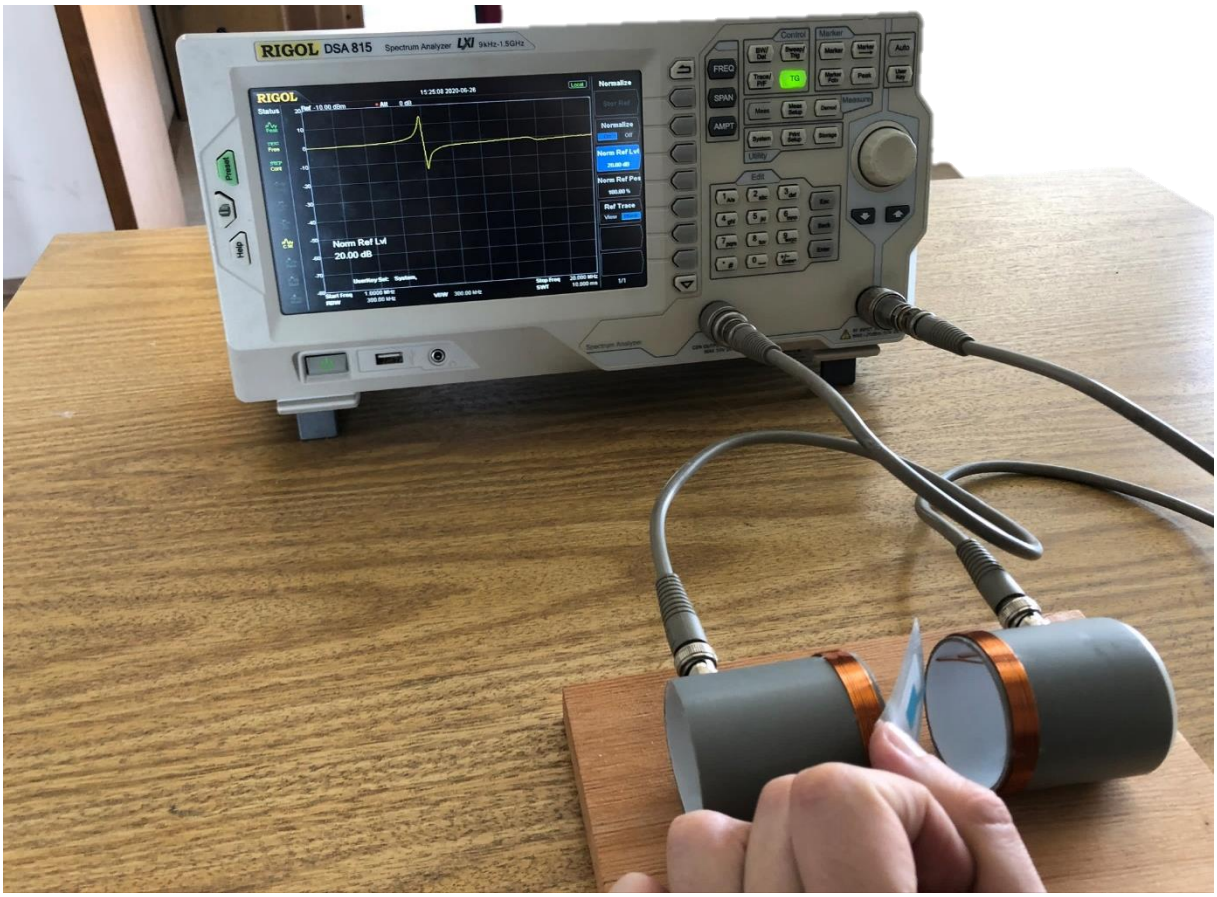
Slika 2 prikazuje tipično strukturo varnostne nalepke, ki je skrita navadno kar pod črtno kodo izdelka, ali pa v etiketi prišiti na majico.



Slika 2: Prerez strukture varnostne nalepke.

Nalepko sestavlja tuljava navita v spiralo in v sredini pa se nahaja kondenzator, ki ga tvorita dve tanki aluminijasti krpici z vmesnim izolativnim slojem (preprečuje kratek stik). Takšna zasnova in gradnja omogoča izdelavo res cenenega izdelka (uporaba ALU folije, plastike in lepila), cena nalepk pa je tako malo pod 1 centom na kos, kar ne predstavlja velikega stroška.

Ali nalepka deluje lahko preverimo s pomočjo spektralnega analizatorja s sledilnim izvorom. Ta na svojem izhodu pošilja signale točno določenih frekvenc, ki jih isto časno sprejema na vhodu in prikaže jakost na zaslonu naprave. Izhod in vhod peljemo na oddajno in sprejemno tuljavo, ki jo sestavimo s pomočjo vodovodne cevi in nekaj ovoji bakrene žice. Obrnemo jo tako, da se nahajata v isti osi, vmes pa pustimo dovolj prostora, da vanj lahko postavimo varnostno nalepko. Postavitev je prikazana na Sliki 3.



Slika 3: Meritev varnostnih nalepk s pomočjo spektralnega analizatorja s sledilnim izvorom.

Kadar v vmesni prostor postavimo delujočo nalepko na zaslonu vidimo spremembo signala pri frekvenci približno 8.2 MHz. Če je nalepka deaktivirana pojava ne vidimo.

Grid-Dip meter

Za vsakdanjo rabo je uporaba spektralnega analizatorja s sledilnim izvorom za preprečevanje kraje precej draga naprava, zato uporabljamo drugačno rešitev. Resonančno frekvenco nalepke lahko izmerimo s pomočjo Grid-Dip metra. Grid-dip meter je eden od osnovnih merilnikov v visokofrekvenčni tehniki. Omogoča merjenje frekvence aktivnih vezij v pasivnem (absorpcijskem) načinu ter merjenje resonančnih pojavov (resonančne frekvence) v aktivnem načinu. Njegovo ime izhaja iz časa elektronk, kjer se je za opazovanje pojavov meril tok skozi mrežico (ang. grid). Ob resonanci se je mrežni tok elektronke zmanjšal in posledica je bila upad (ang. dip) toka. Grid-dip metri so enostavne naprave in se po navadi mehansko uglašujejo na željeno frekvenco, zato je točnost slednjih redko pod 2 %.

Slika 4: Grid-Dip meter z zamenljivimi tuljavami.

Delovanje in merjenje z Grid-Dip metrom je naslednje. Osnovni del merilnika je LC nihajni krog (podobno kot pri varnostni nalepki), ki ga sestavljata mehansko nastavljivi kondenzator ter zamenljiva tuljava, ki jo preprosto zamenjamo na zunanji strani ohišja z drugo (za drugačno frekvenčno območje).

V aktivnem načinu, kjer je LC nihajni krog vzbujan z notranjim vezjem in priključeno baterijo, uporabljamo Grid-Dip meter kot izvor signala. Gumb za občutljivost oz. jakost signala nastavimo tako, da analogni indikator kaže okoli polovico odklona. Nato nalepko približamo zunanji tuljavi in vrtimo nastavljivi gumb za izbiro frekvence. Ob resonančni frekvenci nalepke, bo sklop iz tuljave Grid-Dip metra na merjenec največji in kazalec indikatorja bo upadel – viden bo »dip«. Takrat smo izmerili resonančno frekvenco nalepke.

Postavlja se vprašanje, kako varnostno nalepko deaktivirati, ko kupimo izdelek? Prekiniti je potrebno nihajni krog, tako se varnostna nalepka en bo več odzivala na vzbujevalni signal. To lahko naredimo preprosto tako, da nalepko prerežemo. Vendar do nje pogosto nimamo dostopa, ali pa je iskanje zamudno. Na blagajnah zato uporabljajo posebna področja, pod katerimi se nahaja močan magnet, ki povzroči da se zaradi pojava visoke napetosti na lističih kondenzatorja le ta uniči. Zato na teh mestih pogosto vidimo opozorilo, da nanj ne smemo odlagati plačilnih kartic, saj bi jih lahko uničili (razmagnetili).

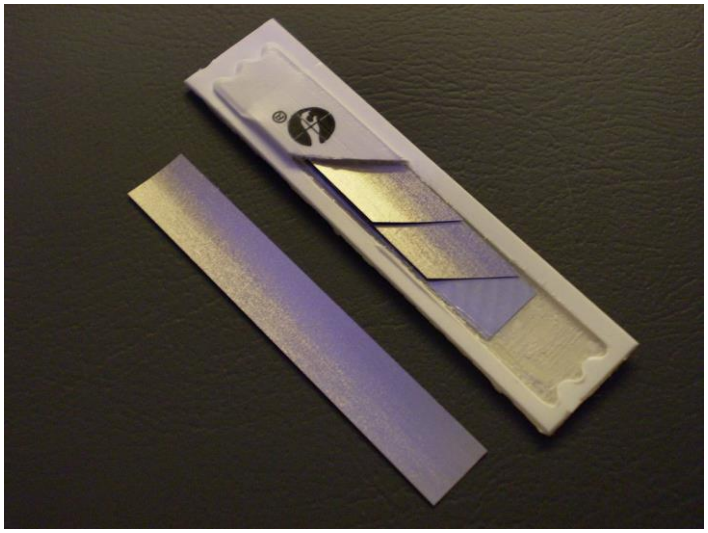
Magnetostrikcijske nalepke

Poleg preprostih varnostnih nalepk z resonančnim krogom, se pogosto uporabljajo tudi nalepke, ki izkoriščajo drugačen pojav imenovan magnetostrikcija. Takšne nalepke navadno najdemo v obliki podolgovatih belih pravokotnikov skrite v škatlice parfumov, elektronskih naprav ali nalepljene na embalažo dragih pijač. Najdemo jih skrite tudi v platnicah knjig v knjižnici, saj omogočajo da jih tako deaktiviramo kot ponovno aktiviramo.

Slika 5: Drugačna izvedba varnostnih nalepk

Njihovo delovanje lahko ponazorimo z delovanjem glasbenih vilic. Te zanihajo le z določeno frekvenco, ki jo določa dolžina in oblika palic. Tudi varnostna nalepka zaniha samo z določeno frekvenco, saj so akusto-magnetni trakovi v notranjosti odrezani na točno določeno dolžino.

Varnostna vratca v tem primeru oddajajo signal (navadno okoli 58 KHz) v obliki kratkih impulzov, nato pa poslušajo ali slišijo odmev na isti frekvenci. Ta odmev bi povzročila aktivirana varnostna nalepka. Za deaktivacijo nalepke se v notranjosti nahaja magnetna kovina, ki vpliva na delovanje akusto-magnetnih trakov. S pomočjo zunanjega magneta se kovina razmagneti, s tem pa vpliva na delovanje akusto-magnetnih trakov. Nalepka tako ne bo več »odmevala« oziroma se odzivala na vzbujevalno frekvenco. Vse kovinske dele proizvajalci nalepk spravijo v plastično ohišje, ki mu dodajo samolepilni trak. Takšno nalepko lahko z magnetom znova namagnetimo in jo tako ponovno aktiviramo.



Slika 6: Prerezana akusto-magnetna nalepka (vir: Wikipedija)

Najnovejše varnostne nalepke uporabljajo tehnologijo RFID (Radiofrekvenčna identifikacija). Podobno kot brezstične plačilne kartice ali vozovnice za avtobus, poleg naloge varovanja blaga, hranijo tudi informacije o artiklu in njegovi ceni. Nekatere trgovine v tujini tehnologijo izrabljajo z namenom hitrejšega obračunavanja nakupljenega blaga pri blagajni. Uničevanje takšnih nalepk je nekoliko težje, saj so pred močnimi napetostnimi sunki, ki preostale nalepke navadno uničijo, zaščitene. Trgovci nalepk ob nakupu ne uničijo, le zbrišejo jo iz sistema, zato varnostna vrata (ki jih tudi lahko preberejo), ne piskajo.

Naloge

1. Na kakšnih frekvencah se nahajajo FM radijske postaje v Sloveniji?
   a) 87.5 – 108.0 kHz
   b) 87.5 – 108.0 GHz
   c) 87.5 – 108.0 MHz
2. Kaj pomeni kratica FM kadar govorimo o prenosu signala?
   a) Frekvenčna modulacija
   b) Fina med-frekvenca
   c) Frekvenčna maska
3. Kaj na privzetem zaslonu spektralnega analizatorja predstavljata x in y os?
   a) X os: Frekvenca signala, Y os: Jakost signala v dBm
   b) X os: Jakost signala v dBm, Y os: Frekvenca signala
   c) X os: Frekvenca signala, Y os: Jakost signala v voltih
4. S katero izmed naštetih naprav <u>ne moremo</u> samostojno izmeriti frekvence delovanja varnostne nalepke iz trgovine z oblačili?
   a) Spektralni analizator s sledilnim izvorom
   b) Osciloskop
   c) Grid-Dip meter
5. Kako z Grid-Dip metrom izmerimo resonančno frekvenco varnostne nalepke iz trgovine?
   a) Nalepki se približamo s kondenzatorjem Grid-Dip metra, nato počasi vrtimo uglaševalni gumb, dokler se kazalec ne odkloni
   b) Grid-Dip meter postavimo na mizo, nato se mu z nalepko počasi približujemo, dokler se na zaslonu ne izpiše frekvenca
   c) Nalepki se približamo s tuljavo Grid-Dip metra, nato počasi vrtimo uglaševalni gumb dokler ne opazimo odklona kazalca
6. Kaj pomeni odklon kazalca Grid-Dip metra, kadar ta deluje v aktivnem načinu (oddaja signal)?
   a) Merjenec je v kratkem stiku
   b) Merjenec oddaja premalo energije
   c) Merjenec je odvzel energijo Grid-Dip metru
7. Kaj potrebuje povsem pasivna elektronska varnostna nalepka, da zaniha na izbrani frekvenci?
   a) Vsaj en kondenzator in eno tuljavo
   b) Vaj eno tuljavo in en upor
   c) Vsaj en upor in en kondenzator
8. Zakaj kartic z magnetnim trakom ne smemo odlagati na posebej označeno območje pri pultu blagajn?
   a) Močan magnet, namenjen uničevanju varnostnih nalepk, lahko kartico razmagneti
   b) Površina je zelo hrapava in bi lahko uničila občutljiv magnetni trak
   c) Kartico lahko pozabimo na blagajni, ali pa nam jo kdo ukrade

9. Kateri del nihajnega kroga zelo tankih varnostnih nalepk uniči deaktivator pri pultu blagajn?
   a) Tuljavo
   b) Deaktivator samo razmagneti nalepko in je ne uniči
   c) Kondenzator
10. Kakšen pojav izkoriščajo bele pravokotne varnostne nalepke, ki jih navadno najdemo skrite v parfumih?
   a) Magnetostrikcijo
   b) Elektromagnetno valovanje
   c) Zvonjenje glasbenih vilic
11. Kako aktiviramo bele pravokotne varnostne nalepke, ki v notranjosti vsebujejo več kovinskih trakov in jih navadno najdemo skrite v parfumih?
   a) Raz-magnetimo poltrdo magnetno kovino
   b) Namagnetimo poltrdo magnetno kovino
   c) Aktiviramo kondenzator v nihajnem krogu
12. Varnostni nalepki s kovinskimi trakovi odstranimo <u>ne</u>magnetne trakove, jih skrajšamo s škarjami in ponovno vstavimo nazaj v ohišje. Kaj se zgodi s frekvenco?
   a) Resonančna frekvenca se zviša
   b) Resonančna frekvenca se zniža
   c) Resonančna frekvenca ostane nespremenjena
13. Zakaj ne slišimo delovanja varnostnih ograj pri izhodih trgovine, če izbrane zaščitne nalepke delujejo na frekvenci 18 kHz in nismo ničesar ukradli?
   a) Frekvenca se nahaja izven slišnega območja človeka
   b) Ker so tuljave zaprte v plastično ohišje ki slabi zvok
   c) Ker človek ne more zaznati spremembe magnetnega polja
14. Kaj pomeni kratica RFID?
   a) Radiofrekvenčna identifikacija
   b) Radio frekvenčna identifikacijska disperzija
   c) Resno fizično industrijsko delo
15. Kateri izmed naštetih ukrepov <u>ne bo</u> zaščitil brezstične kartice pred neželenim branjem na daljavo?
   a) Kartico ovijemo v aluminijasto folijo za živila
   b) Kartici v notranjosti prerežemo tuljavo
   c) Od banke zahtevamo, da kartici zamenja PIN številko