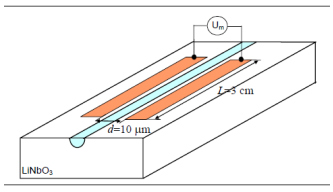
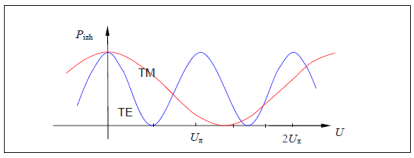
Optične- Vprašanja za ustni izpit

MODULACIJE SO:

- Mach-Zender,
- LiNbO3(Elektrooptični modulatorji se izdelujejo iz elokrooptičnega materiala, največkrat iz litijevega nijobata. Pod vplivom električnega polja se spremeni lomni količnik.)
- On-off
- Direktno amplitudno moduliranje
- Akusto-optični
- Navadni mehanski modulator
- Ventilator



Slika 6: Fazni modulator na LiNbO$_3$.



Slika 9: Mach-Zehnderiev amplitudni modulator, ki ima fazni modulator v obeh veiah interferometra.

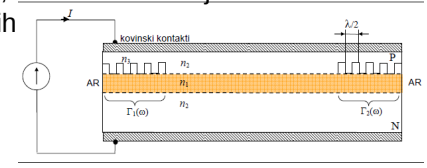
USTNI:

LASERJI:

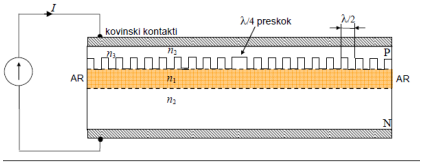
- Razlika med Fabry-Point laser in DFB laser

O: Razlika je v spektru (spektralni črti), ki je pri FP-ju v obliki »glavnika« glavnik rodov, pri dfb-ju pa je ožji. Širina spektralne črte pri DFB laserju je za 10^4 krat boljša kot pri FP laserju FP laser ima na obeh koncih čipa zrcali. DFB pa vsebuje porazdeljeno povratno vezavo.

Za implementacijo zrcala v obliki periodične strukture obstajata dve možnosti. Glede na izvedbo tako dobimo DBR ali DFB laser. Pri DBR (Distributed Bragg reflector) laserju imamo porazdeljeno Braggovo zrcalo, kot prikazuje slika 36. Porazdeljeno Braggovo zrcalo je periodična motnja, kjer se signal delno odbije. Zrcalo je frekvenčno odvisno in selektivno. Pri DFB (distributed-feedback) laserju imamo v celotni strukturi porazdeljeno povratno vezavo, kot prikazuje slika 37. Na sredini imamo preskok za λ/4, zato da se odboji iz obeh strani seštejejo v fazi. Če preskoka ne bi bilo, bi laser nihal na dveh rodovih



Slika 38: Prerez DBR laserja.



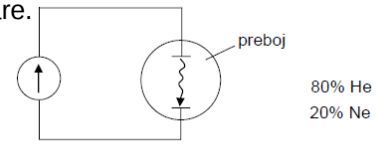
Slika 39: Prerez DFB laserja.

- Katere vrste laserjev poznamo ter katera temperatura laserjem bolj škoduje in zakaj?

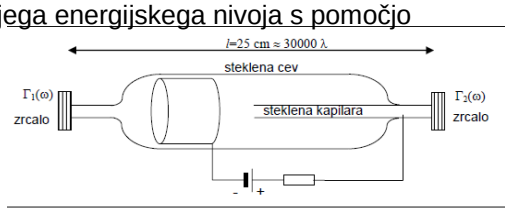
O: Poznamo plinski (HeNe) laser, s periodično strukturo (DFB), polprevodniški. Nizka temperatura bolj škoduje, če ob istem toku zmanjšamo temperaturo, laser odda večjo moč in zato lahko pride do sežiga zrcal in s tem uničenje laserja..

- Kaj v He-Ne laserju določa polarizacijo?

O: Negativna elektroda mora biti velika, ker se segreva, medtem ko iz nje izhajajo elektroni. Naloga steklene kapilare je zgostitev električnega toka in praznjenje spodnjega energijskega nivoja s pomočjo trkov Ne atomov ob stene kapilare.



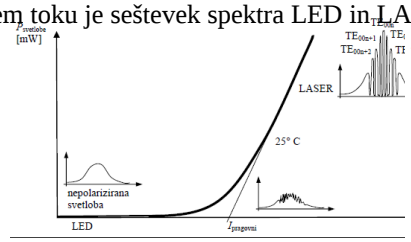
Slika 14: Tlivka napolnjena s helijem in neonom.



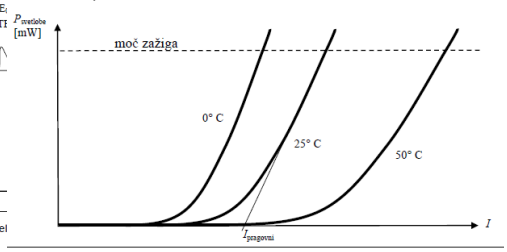
Slika 15: Plinski HeNe laser.

- Ali je za laser nevarnejša visoka ali nizka temperatura, ter kakšna je odvisnost kolenskega in pragovnega toka od te?

O: Nevarnejša je nizka temperatura. Pragovni tok se veča z višanjem temperature. Nižje od kolenskega toka je nepolariziran zvezen šum, pri kolenskem toku je seštevek spektra LED in LASERJA, nad kolenskim tokom se spekter preoblikuje v glavnik rodov.



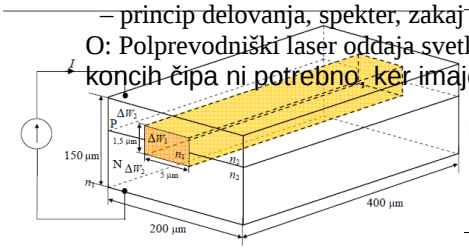
Slika 27: Frekvenčni spekter Fabry-Perojevega laserja v različnih režimih del



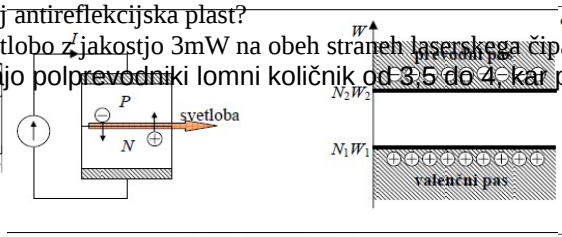
Slika 28: Temperaturna odvisnost karakteristike polprevodniškega laserja.

- Polprevodniški in navadni laserji – kako izgleda, zakaj ni zrcal, spekter. DFB laser – princip delovanja, spekter, zakaj antireflekcijska plast?

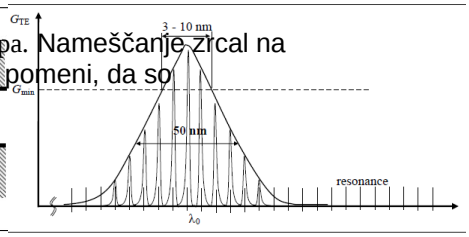
O: Polprevodniški laser oddaja svetlobo z jakostjo 3mW na obeh straneh laserskega čipa. Nameščanje zrcal na koncih čipa ni potrebno, ker imajo polprevodniki lomni količnik od 3,5 do 4, kar pomeni, da so



Slika 20: Struktura laserja.



Slika 19: Zasnova laserja.



Slika 26: Spekter laserske diode.

odbojnosti od koncev velike. Polarizacija ki prihaja in valovoda je vodoravna. Spekter je v obliki glavnika. DFB laser ima v celotni strukturi porazdeljeno povratno vezavo, na sredini ima preskos za lambda/4 zato se odboji iz obeh strani seštevajo v fazi. Če nebi bilo preskoka bi laser nihal na dveh rodovih. Spekter je ozek v obliki špice (navzgor) in je 30MHz. Z antireflekcijsko plastjo dosežemo da ni stranskih odbojev.

- Nariši laser DFB in povej zakaj ima fotodiodo?

O: da lahko vidimo če laser deluje. Fotodioda je naprava, ki spreminja svetlobni tok v električni tok.

- Kako zgleda frekvenčni spekter laserja, kaj vpliva na to, na kateri frekvenci niha laser?

O: Zgleda kot črte na različnih frekvencah- glavnik. Na spekter vpliva vzdolžna koherenčna dolžina. Če je izvor svetlobe zelo ozek, definiramo širino spektra z vzdolžno koherenčno dolžino. Rezonator vpliva na to na kateri frekvenci niha laser.

- Kaj se dogaja z izhodno močjo laserja pri največjem toku?

O: Moč začne upadati.

- Od česa je odvisna barva svetlobe, ki jo oddaja HeNe laser?

O: Barva laserja je odvisna od zrcal, plina, položaja zrcal in točnosti. Barva je odvisna od zrcal s frekvenčno odvisno odbojnostjo. Zrcali s frekvenčno odvisno odbojnostjo $\Gamma_1(\omega)$ in $\Gamma_2(\omega)$ pogojujeta barvo laserja(rdeč, oranžen, rumen,zelen,...).

- Kakšna je polarizacija svetlobe, ki izhaja iz rotacijsko simetričnega HeNe laserja?

O: Polarizacija iz rotacijsko simetričnega laserja je nedoločena.

- Kako dosežemo, da laser oddaja točno določeno linearno polarizirano svetlobo?
- O: Da dosežemo točno določeno linearno polarizacijo svetlobe,damo zrcala pod Brewsterjevim kotom. Dosežemo s pomočjo polarizatorjev.
- Zakaj uporabljamo DFB laserje in ne FB?"

O: ker je DFB boljši, ker ima ožji spekter...

- Zakaj je ožji spekter boljši?

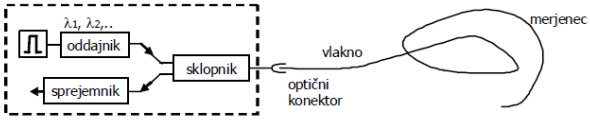
O: ker imamo potem manj valovnih dolžin, ki potujejo z različnimi hitrostmi in imamo tako manj barvne (kromatske) disperzije.

- zakaj se je uveljavilo 1. spektralno okno (850nm) pri optičnih komunikacijah?

O: zaradi izdelave polprevodniških GaAs laserjev.

- Zakaj se je v optičnih komunikacijah najbolj uveljavila valovna dolžina 1550 nm?

O: Uveljavila se je zaradi najmanjšega slabljenja.



Slika: Optični reflektometer v časovnem prostoru.

- Zakaj se je v optičnih komunikacijah najbolj uveljavila valovna dolžina 1300 nm?

O: 1300 nm (drugo spektralno okno) se je uveljavilo zaradi ničelne snovne disperzije vlakna,

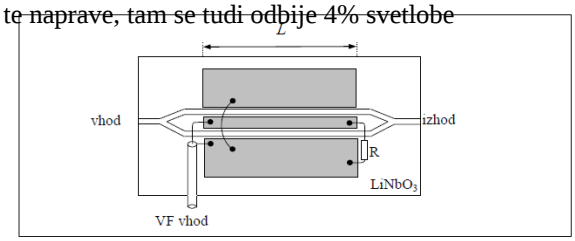
- Opiši polprevodniški laser in povej kako ga napajamo!

O: Polprevodniški laser oddaja svetlobo z jakostjo 3mW na obeh straneh laserskega čipa. Laser lahko niha na več rodovih. polprevodniški laserji imajo razmeroma dober izkoristek pretvorbe električne energije v svetlobno. Polprevodniški laser vsebuje resonator, kjer predstavljata zrcali odbojnosti polprevodnik/zrak na mejnih ploskvah čipa.Vežemo ga v zaporni smeri…

OTDR:

- Katero napravo bi uporabili za prepoznavanje karakteristike položenega vlakna in kako deluje?

O: uporabili bi napravo OTDR(optični reflektometer v časovnem prostoru). Z njim merimo na terenu, npr. kjer je kabel »precvikan«.Tam kjer je pretrgan lahko odčitamo s te naprave, tam se tudi odbije 4% svetlobe nazaj.



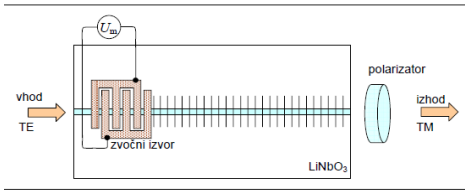
Slika 7: Mach-Zehnderjev amplitudni modulator, ki ima fazni modulator v obeh vejah interferometra.

●Katera merilna metoda je alternativa na OTDR ter kako jo uporabljamo?
O: naprava Mach-Zender (skica). Mach-Zender ima dva para krmilnih elektrod.?????
O: Optični spektralni analizator Za to metodo obstajata dve izvedbi merilne vezave, pri čemer ena uporablja nastavljiv laser in kalibriran merilnik moči, druga pa širokospektralen vir svetlobe in optični spektralni analizator. V obeh primerih dobimo kot rezultat spektralno odvisnost slabljenja optičnega vlakna.

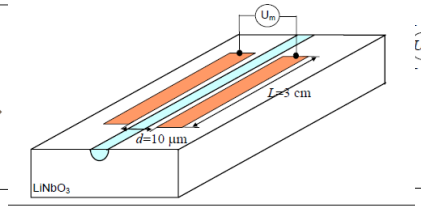
●OTDR:
-da je za merjenje dolžine
-za določanje lokacije motenj (na konektorjih, na zvarih niti ne, ker dober zvar ma prešvoh slablenje, dolžino vlakna-s pomočjo končnega odboja steklo/zrak, kjer se z odbojem vrne 4% signala)
-lahko izmerimo tudi sipanje-ČE imamo res DOBRO fotodiodo
-lahko merimo tudi disperzijo-ko pošlemo signal, je vrnejen signal širši kot poslani=zaradi mnogorodovne disp.... in iz širine vrnjenega signala lahko vidmo kaka je disperzija

MODULATORJI, MODULACIJE:

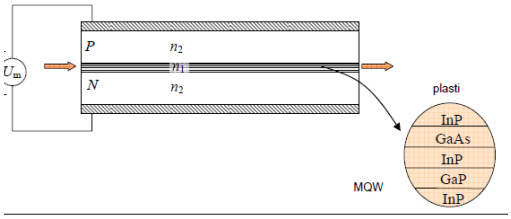
●Vrste modulatorjev, opiši akusto-optični modulator. Zakaj sta grafa različna?
O: (zaradi drugačne polarizacije). Vrste: akustooptični (imajo majhno vstavitveno slabljenje, se ne grejejo, akustično valovanje ustvari v valovodu zgoščine in razredčine, interakcija med zvočnim in svetlobnim valovanjem) , elektrooptični (iz litijevega niobata $LiNbO_3$- lahko se naelektri, Mach-Zenderjev amplitudni modulator), elektroabsorpcijski modulator (enaka zgradba kot polprevodniški laser, če priključimo na modulator napetost, se energijski pas zmanjša in absorbira svetlobo, ki jo daje laser. Če ne priključimo napetosti je energijski pas velik).



Slika 4: Akustooptični filter.



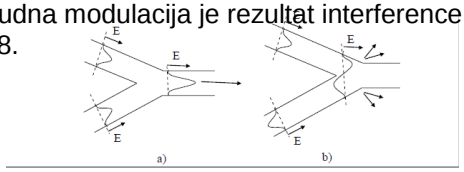
Slika 6: Fazni modulator na $LiNbO_3$.



Slika 11: Zgradba elektroabsorpcijskega modulatorja.

●Modulacijski postopki (amplitudni (Mach-Zenderjev) in elektrooptični modulator- narisat, kako se dogaja modulacija, kaj je fora?). spreminjanje toka in s tem moči (direktno amplitudno moduliranje)

● Amplitudni modulator opis delovanja in skica
Interferenca izstopnih valov v enorodovnem izhodnem Y sklopniku povzroči amplitudno modulacijo vhodnega optičnega vala. Če sta optični dolžini obeh vej enaki, med potujočima valovodnima rodovoma ni fazne razlike in v izhodnem Y sklopniku konstruktivno interferirata. Če zanemarimo izgube v modulatorju, je izhodna optična moč enaka vhodni. Če se optični dolžini obeh vej tako razlikujeta, da je fazna razlika med optičnima valovodoma enaka $n\pi$, sta na izhodu protifazna. V Y sklopniku in izhodnem valovodu vzbujata antisimetričen rod višjega reda, ki se po enorodovnem valovodu ne more širiti. Vsa optična moč se zato izseva v substrat, moč na izhodu modulatorja pa je enaka nič. Med tema dvema ekstremnima primeroma so možna še vsa vmesna stanja, ki so odvisna od fazne razlike med valovoma v vejah interferometra. Amplitudna modulacija je rezultat interference valovodnih rodov v valovnem Y sklopniku, kot prikazuje slika 8.



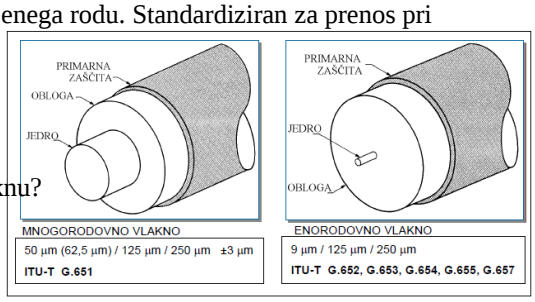
Slika 8: a) interferenca sofaznih in b) protifaznih valovodnih rodov v izhodnem planarnem valovodu.

VLAKNA: Izdelana so iz kremenčevega stekla

●Enorodovno vlakno
O: če lambdo zmanjšujemo se lahko širi več rodov po optičnem vlakni, ker je notri več prostora. Majhen premer jedra okoli 10mikrom, zunanji premer je 125mikrom, dovoljuje širjenje enega rodu. Standardiziran za prenos pri 1300nm in 1550nm

●Mnogorodovno vlakno
O: širjenje nekaj 100 rodov, premer jedra 50 ali 62,5 um, večja velikost jedra omogoča lažje spajanje vlaken.

●Kakšen mora biti lambda za širjenje večih rodov po enorodovnem vlaknu?
O: lambda mora biti majhen.



Slika 4: Standardni primeri dvoplastnih optičnih vlaken.

- Katero vlakno so prej iznašli: mnogorodovno ali enorodovno?

O: prej so iznašli mnogorodovno vlakno

- Kateri dve metodi poznamo za izdelavo enorodovnega optičnega vlakna oz. pretvorbo iz mnogorodovnega v enorodovno optično vlakno ter zakaj je ena od njiju v okviru lab. vaj težko izvedljiva?

O: Ta metoda je A.M pri kateri premer jedra optičnega vlakna zožamo ter skozi usmerimo laserski žarek.

- Na vsaj koliko rodovih (lahko) niha mnogorodovno optično vlakno? (na lab vaji je nihalo na 48-ih)
- Koliko svetlobe se odbije na izhodu iz optičnega vlakna?

O: Odbije se 4% oz 0.2dB

- Zakaj se lomljeni žarek razmaže v podolgovato liso preden izgine?

O: Zato ker ni neskončno ozek.

- Kako bi potekal poskus, če bi bila prizma prevlečena z antirefleksnim slojem na vseh stranicah?

O: Potem nebi bilo stranskih odbojev

- Kje se uporablja Bravster-jevo okno?

O: Uporablja se za polarizacijo laserja. Brewsterjev kot- pri nekem vpadnem kotu TM valovanja se čisto nič ne odbije ampak se samo lomi.

- Kako je polarizirana svetloba na vhodu mnogorodovnega vlakna? O: Na vhodu je polarizacija linearna.
- Kako je polarizirana svetloba na izhodu mnogorodovnega vlakna? O: Na izhodu je polarizacija nedoločena.
- V čem se razlikujeta vzorca na zaslonu pri vlaknu s stopničastim lomnim likom in paraboličnim lomnim likom.

O: Pri stopničastem bi bila NA (numerična apertura) večja in porazdelitev rodov bi bila povsod enaka.

- kakšna je hitrost svetlobe v optičnem vlaknu?

O: odgovor je s svetlobno hitrostjo deljeno z lomnim količnikom, se pravi 3*10^8 m/s deljeno z 1.5(takšen je ponavadi lomni količnik v optičnih vlaknih) kar je 2*10^8m/s

DISPERZIJA:

- Disperzija (vrste disperzij, opis vsake, kako disperzijo imamo v enorodovnem vlaknu?

O: Kromatske= barvna (valovodna, snovna), Nekromatske (mnogorodovna, polarizacijska). V enorodovnem vlaknu imamo polarizacijsko disperzijo.

- Kako bi razložil nekomu kaj je to disperzija? Katere vrste poznamo, kako se proti njej borimo?

O: Je razširitev impulza. V vlakno vstopi lepo oblikovan digitalni optični impulz, iz vlakna pa dobimo razširjen impulz. Po razširitvi pride do prekrivanja impulzov (ISI). Disperzija je linearen pojav- razširitev narašča premosorazmerno z naraščanjem dolžine optičnega vlakna. Proti njej se borimo tako da zmanjšamo premer jedra, toliko da se bo po njem širil samo en osnovni rod svetlobnega valovanja. Drugi način je da izdelamo vlakno z gradientnim lomnim likom, pri katerem se lomni količnik jedra zvezno spreminja v lomni količnik obloge.

- Koliko svetlobe se odbije pri prehodu zrak/steklo?

O: (n-1)/(n+1). Zrak ima 1, steklo ima lomni količnik 1,5.

- Kje se impulz hitreje širi: po optiki ali po koaksialnem kablu?

O: po optiki, ker je manjše slabljenje kot pri koaksialnem kablu.

- Kakšen je koordinatni sistem pri grafu, ki ga nariše risalnik?

O: y-os je moč, x-os je kot.

- Zakaj je nebo modre barve, opis.

O: V vidnem delu svetlobnega spektra je svetloba z najkrajšo valovno dolžino vijolične oz modre barve. Ta svetloba se najbolj sipa na molekulah v atmosferi zato vidimo nebo modre barve.

- Rayleighovo sipanje – kakšno je slabljenje enorodovnega optičnega vlakna?

O: Pri sipanju se svetloba razprši v vse smeri. Svetloba krajših valovnih dolžin se bolj sipa kot daljših. Z naraščanjem valovne dolžine slabljenje pada.

- Slabost mnogorodovnih vlaken, zakaj smo želeli enorodovna?

O: Pri mnogorodovnih je prihajalo do večjih zakasnitev, večjega slabljenja. Slabost mnogorodovnih je predvsem mnogorodovna disperzija

- Popolni odboj vs. Brewsterjev kot

O: Pri popolnem odboju je kot vpadnega žarka enak kotu odbitega žarka in ni lomljenega žarka. Pri Brewsterjevem kotu ni odbitega žarka, vendar je samo lomni žarek.

- Koliko svetlobe se odbije pri prehodu zrak/steklo.

O: Odbojnost ja. Prehod is zraka v steklo. dobiš odbojnost=0,2 in potem to kvadriraš in dobiš 4%.

- Kako se izdela optično vlakno?

O: Delimo na enostopenjski in dvostopenjski proces.

- Pri enostopenjskem imamo dve posodi. Vsaka je napolnjena s steklom s svojim lomnim količnikom, ki izhajata na dnu posode, kjer se ohladi in predstavlja optično vlakno. Slabost so nečistoče. Izdela pa se lahko z neomejeno dolžino v enem kosu.
- Pri dvostopenjskem procesu pa se najprej izdela čisto palico surovca. Imamo trdno cev , katero zatesnimo in v njo s pomočjo kisika vpihujemo silan. Na zunanji strani cevi je gorilnik na vodik. Ko z gorilnikom segrejemo plin, nastanejo zrnca katera se usedejo na stene cevi. Cev se vrti da se nanos prime enakomerno, medtem se gorilnik premika. Ko so plasti nanešene se iz cevi izčrpajo plini in se poveča moč gorilnika, in tako nastane kolaps. Nato nesemo surovec v vlečni stolp kjer izvlečemo vlakno. Na vrhu stolpa stalimo surovec v grelcih. Kremenčevo steklo se stali in steče v obliki solze navzdol. Nato solzo odrežemo in vlečemo vlakno v peč. S hitrostjo in temperaturo določamo premer vlakna. Vlakno gre skozi merilnik debeline in utrjevalec primarne zaščite, nato se navije na kolut. Na koncu vlakna preizkusimo, nato sledijo še meritve optičnih lastnosti. Čisto na koncu ga še pobarvamo.