

VAJA 32. - MERITEV KARAKTERISTIKE EDFA

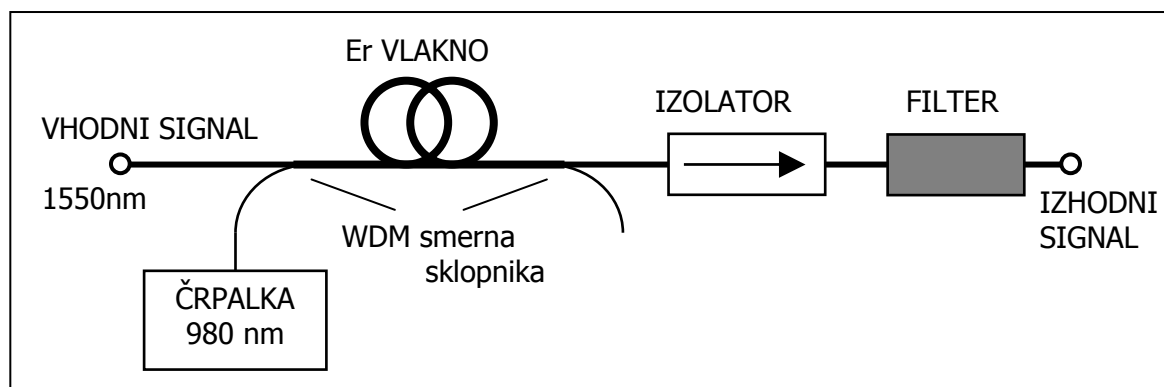
32.1. Optični vlakenski ojačevalnik s primesjo erbija

Optični vlakenski ojačevalnik s primesjo erbija (angl. Erbium Doped Fiber Amplifier - EDFA) je bil izumljen leta 1987. Po letu 1990 so tovrstni optični ojačevalniki pomembno zaznamovali razvoj optičnih komunikacij. Izjemno so vplivali na kakovost ter doseg optičnih zvez ter izboljšali prekoceanske podmorske zveze. Izum EDFA je omogočil uveljavitev sistemov z valvnodolžinskim razvrščanjem (angl. Wavelength Division Multiplexing – WDM), saj tovrstni ojačevaliki ojačajo vse WDM kanale obenem.

Vlakenski ojačevalnik s primesmi erbija je naprava, ki ojačuje optične signale v pasu od 1535 nm do 1565 nm. Njegovo ojačenje običajno znaša od 30 dB do 40 dB in je precej polarizacijsko neodvisno. Največja slabost tovrstnih ojačevalnikov je, da ne delujejo v območju 1300 nm.

Ključni sestavni del optičnega vlakenskga ojačevalnika s primesjo erbija je vlakno dolžine približno 10 m, ki ima zelo tanko jedro obogateno z ioni Er^{3+} (snov iz skupine elementov redkih zemelj). Poleg z erbijem dopiranega vlakna je EDFA sestavljen še iz naslednjih elementov, ki jih prikazuje slika 32.1:

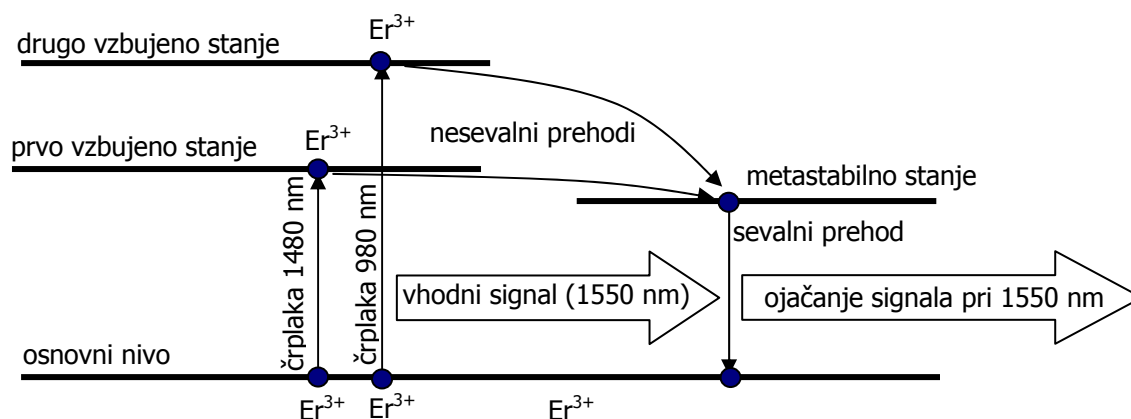
- črpalni laser: 980 nm ali 1480 nm,
- optični vlakenski izolator,
- WDM smerni sklopnik,
- optični filter - dolga periodična struktura.



Slika 32.1. – Zgradba optičnega vlakenskga ojačevalnika s primesjo erbija.

Na višje energetske nivoje se erbijeve ione črpa s svetlobo črpalnega signala. Za črpalni laser se pri tem uporablja optični vir na valovni dolžini 980 nm ali 1480 nm. Če črpalni laser deluje z valovno dolžino 1480 nm, se erbijeve ioni dvignejo iz osnovnega nivoja na prvi vzbujeni nivo. Če črpalni laser deluje z valovno dolžino 980 nm, se erbijeve ioni dvignejo na drugi vzbujeni nivo. Pri prehodu delcev iz metastabilnega na osnovni nivo nastane stimulirana emisija (signal) in spontana emisija (šum) svetlobe v področju valovne dolžine 1550 nm, kot to prikazuje slika 32.2. Ojačevalni proces je porazdeljen na celotni dolžini aktivnega vlakna. Hkrati s koristnim signalom ojačuje ojačevalnik tudi

lasten šum, ki neizogibno nastaja s spontano emisijo v aktivnem delu vlakna, to pa je od vseh prednosti tudi edina večja pomanjkljivost tega ojačevalnika.



Slika 32.2. – Prehodi med nivoji v primeru erbija.

32.2. Seznam potrebnih pripomočkov

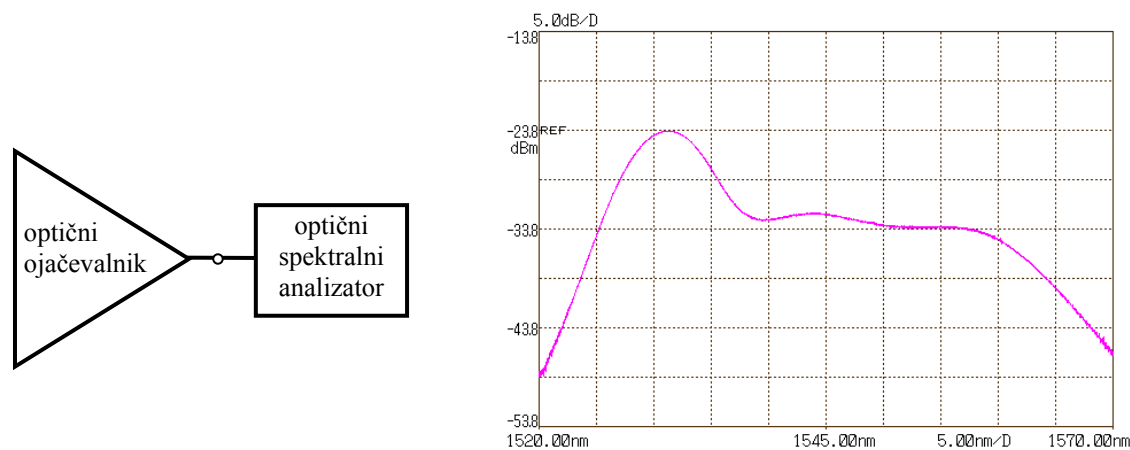
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) laserski vir z nastavljivo valovno dolžino,
- (2) EDFA (merjenec),
- (3) nastavljivi optični slabilnik,
- (4) optični spektralni analizator z uklonsko mrežico,
- (5) povezovalni optični FC/PC kabli in pripadajoči adapterji.

Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov je prikazana na naslednjih slikah.

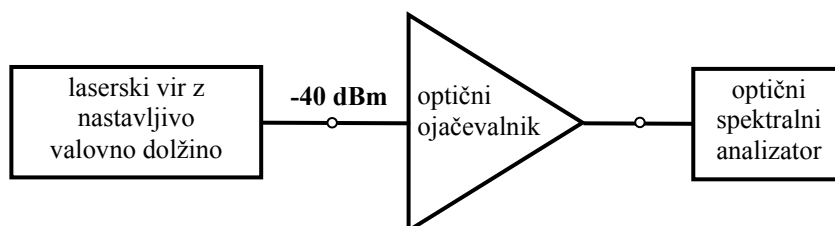
32.3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri vaji najprej izmerimo odvisnost spontane emisije od valovne dolžine. To naredimo s pomočjo optičnega spektralnega analizatorja, na katerega prikolopimo optični ojačevalnik. Postavitev merilnih pripomočkov in rezultat meritve prikazuje slika 32.3.

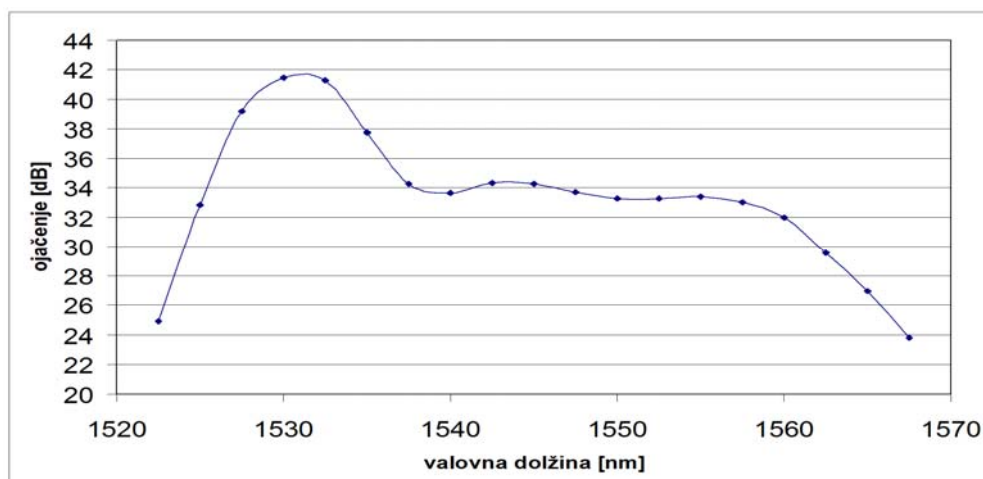


Slika 32.3. – Merilna postavitev in potek ojačene spontane emisije za EDFA.

Vajo nadaljujemo z meritvijo stimulirane emisije. Opravimo jo tako, da na vhod EDFA pripeljemo nemoduliran optični signal moči -40 dBm, katerega valovno dolžino lahko spreminjamo. Merilno vezavo prikazuje slika 32.4. Ko spreminjamo valovno dolžino vhodnega optičnega signala in opazujemo ojačenje, dobimo graf na sliki 32.5. Iz le-tega razberemo, da so signali različnih valovnih dolžin različno ojačeni in si zabeležimo valovno dolžino, pri kateri nastopi najvišje ojačanje.

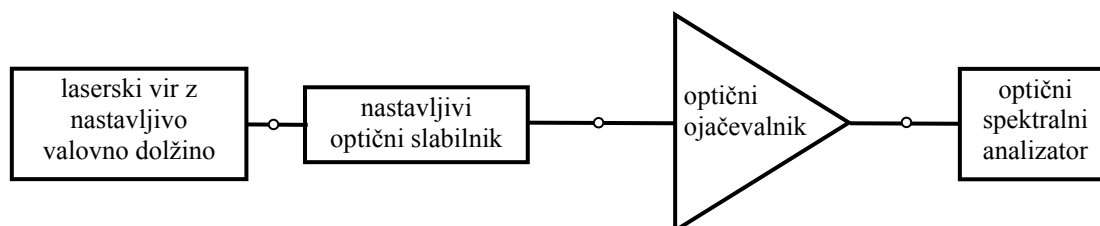


Slika 32.4. – Merilna postavitve in potek ojačene stimulirane emisije za EDFA.



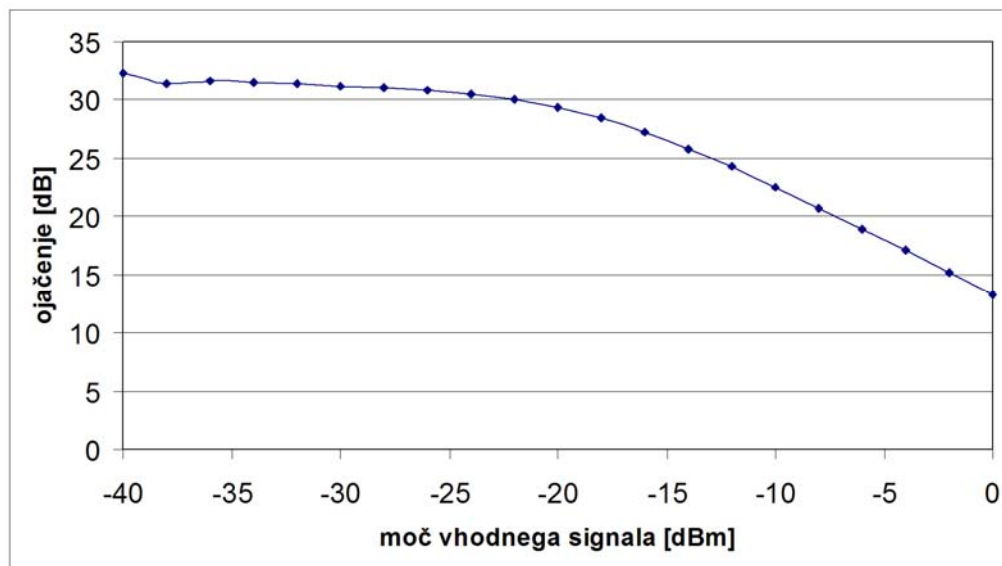
Slika 32.5. – Ojačenje v odvisnosti od valovne dolžine vhodnega optičnega signala ($P_{vh} = -40$ dBm).

Za konec vaje opravimo še meritev ojačenja v odvisnosti od moči vhodnega optičnega signala. Meritev opravimo tako, da na vhod EDFA pripeljemo nemoduliran optični signal, ki ga predhodno oslabimo. Merilno vezje prikazuje slika 32.6. Ko s pomočjo nastavljanja slabilnika spreminjamo moč vhodnega optičnega signala in opazujemo ojačenje EDFA, dobimo potek ojačenja, ki ga prikazuje graf na sliki 32.7.



Slika 32.6. – Postavitev za merjenje ojačenja v odvisnosti od moči vhodnega signala.

Iz slike 32.7. razberemo, da so vhodni optični signali nižje moči izpostavljeni višjemu ojačenju. Kot bo kasneje pokazano, je pri vhodnem signalu pomembna povprečna optična moč. Torej velja, da so vhodni optični signali nižje povprečne optične moči izpostavljeni višjemu ojačenju.



Slika 32.7. – Ojačenje v odvisnosti od moči vhodnega signala za primer valovne dolžine 1550 nm.

32.4. Prikaz značilnih rezultatov

Vse merilne rezultate predstavi v grafični obliki.

32.5. Vprašanja in naloge vaje

1. Izmeri in nariši ojačenje spontane emisije!
2. Izmeri in nariši ojačenje stimulirane emisije pri različnih valovnih dolžinah!
3. Koliko znaša ojačevalni pas merjenega EDFA?
4. Koliko znaša maksimalno ojačenje merjenega EDFA in pri kateri valovni dolžini nastopi?
5. Pri valovni dolžini maksimalnega ojačenja izmeri in nariši ojačenje stimulirane emisije v odvisnosti od moči vhodnega signala!