

ERBIEM DOTOVANÝ VLÁKNOVÝ OPTICKÝ ZESILOVAČ A LASER VÝUKOVÁ SESTAVA



VLASTNOSTI SESTAVY:

- ✓ Obsáhlý výukový a cvičební manuál
- ✓ Komponenty zapojené do stojanu
- ✓ Bezpečné konektory

URČENO PRO:

- ✓ Technické univerzity
- ✓ Vzdělávací instituce různých stupňů
- ✓ Fyzikální ústavy

Cílem výukové sestavy EDFA optický zesilovač a vláknový laser je poskytnout uživatelům přehled a ucelené znalosti z oblasti vláknové optiky, zejména o optických komponentech, které se využívají v aplikacích pro telekomunikační průmysl. Výukovou sadu lze použít pro charakteristiku a studium vlastností optických DFB zdrojů, čerpacích laserů, FBG mřížek, izolátorů, WDM multiplexerů, atd.

Sestava je však primárně určena pro charakterizaci a seznámení se s vlastnostmi erbiem dotovaného optického EDFA zesilovače, superfluorescentního zdroje a optických vláknových laserů různého typu zapojení.

V řadě praktických úloh tak má uživatel možnost se seznámit nejen se základními vlastnostmi komponent potřebných ke složení EDFA zesilovače či vláknového laseru, ale může si prohloubit získané znalosti pomocí složitějších a komplexnějších teoretických i praktických úloh.

VÝUKOVÁ SADA OBSAHUJE:

- | | |
|---|---|
| 1 Čerpací laser @ 980 nm, 80 mW | 3 Optické útlumové články (5, 10 a 20 dB) |
| 1 Erbiem dotované optické vlákno
(saturační výkon: 10 dBm, zisk: >30 dB) | 1 Pozlacený zrcadlový konec vlákna |
| 1 DFB laserová dioda @ 1550 nm, 1 mW | 1 Optický izolátor |
| 1 Optovláknový vazební člen 90/10 | 1 Optická Braggovské mřížka FBG |
| 2 980/1550 nm multiplexery | 1 Detektor : InGaAs fotodioda |
| | 9 Patchcord s E2000/APC Diamond konektory |

UŽIVATELSKÝ MANUÁL:

Výukový soubor je doplněn obsáhlým a detailně zpracovaným manuálem pro teoretické i praktické seznámení s danou problematikou.

Každý manuál obsahuje teoretickou část a praktickou část. První část manuálu je zaměřená na detailní teoretický popis dané problematiky s potřebným matematickým aparátem pro náročnější uživatele. Jednotlivé kapitoly jsou rovněž doprovázeny grafickým přílohami pro snazší pochopení daného problému. K ověření a procvičení získaných znalostí daného tématu je určen závěr teoretické části manuálu.

Druhá část se věnuje praktickému využití výukové sestavy prostřednictvím několika experimentálních úloh v návaznosti na jednotlivé kapitoly předchozí odborné části.

STRUKTURA MANUÁLU:

- **Teoretická část**
 - Optická vlákna a pasivní komponenty
 - Optické vlastnosti materiálu
 - Spektrální vlastnosti erbia
 - Erbiem dotovaný vláknový zesilovač
 - Superfluorescentní zdroje
 - Erbiem dotovaný vláknový laser
 - Teoretická cvičení

- **Praktická část**
 - Praktická cvičení

TEORETICKÁ ČÁST:

Optická vlákna a pasivní komponenty

Tato část manuálu je věnována základním pojmům týkajících se optických vláken. Po stručném popisu optického vlákna, je podán výklad principu přenosu optického záření v optickém vlákně pomocí geometrické optiky. Následuje analýza šíření optického záření v optickém vlákně se skokovou změnou indexu lomu a s gradientní změnou indexu lomu. Dále zde jsou vysvětleny dva významné fenomény ovlivňující výrazně výkonnost přenosového systému a to útlum a disperze. Na závěr je popsán proces výroby optického vlákna.

V části věnované pasivním komponentám je zdůrazněn popis především těch komponent, které naleznou uplatnění v aplikacích pro telekomunikační průmysl. Nejprve je osvětlena teorie vazby vidů a poté je popis zaměřen na vysvětlení funkce některých pasivních komponent s příklady jejich použití v praxi. Těmito komponentami jsou vláknové vazební členy, vlnové multiplexery, optické izolátory a Braggovské mřížky.

Optické vlastnosti materiálu

V kapitole věnované teoretickému popisu optických vlastností materiálů je nejprve vysvětlena podstata tří základních vlastností a to absorpce, spontánní emise a stimulované emise. Na základě těchto jevů je popsán princip optického zesilování, zesílené spontánní emise a jevů limitující populační inverzi. Závěr kapitoly se soustřeďuje na vysvětlení obecných parametrů zesilovače jako je koeficient zisku či jeho saturace.

Spektrální vlastnosti erbia

V této kapitole je uživatel seznámen se základními spektrálními vlastnostmi iontů erbia, kterými se dotují optická vlákna používaná v optických EDFA zesilovačích. Mezi tyto vlastnosti patří zejména energetické úrovně, emisní a absorpční spektrum iontů erbia.

Erbiem dotovaný vláknový zesilovač

Podstatou této kapitoly teoretické části manuálu je nejenom přiblížit uživateli princip funkce erbiem dotovaného vláknového optického zesilovače, jeho složení, způsoby vnitřního uspořádání, ale i poskytnout mu porovnání teoretických výsledků modelu zesilovače s naměřenými výsledky zesilovače obdobných vlastností.

Superfluorescentní zdroje

Ve výše zmíněné kapitole zaměřené na EDFA se uživatel dozvěděl, že za určitých podmínek se čerpané erbiem dotované vlákno chová jako 1,55 μm signální zesilovač. Je zajímavé, že stejné optické vlákno se v nepřítomnosti externího signálu injektovaného do optického vlákna chová jako světelný zdroj. Tyto zdroje jsou známy pod pojmem superfluorescentní vláknové zdroje.

Tato kapitola detailně popisuje princip takovýchto zdrojů, různá vnitřní uspořádání nutná k jejich realizaci, modely výstupního výkonu v závislosti na parametrech jako čerpací výkon, délka vlákna. Na závěr je uživateli poskytnuto porovnání s křivkami získanými z experimentálních měření.

Erbiem dotovaný vláknový laser

Pokud je stejné obohacené optické vlákno umístěno v rezonanční dutině mezi dvě zrcadla, vytvoří se tak erbiem dotovaný vláknový laser. Ke studiu tohoto typu laseru nalezne uživatel v této kapitole informace o principu laseru, vnitřním uspořádání, spektrálních vlastnostech rezonanční dutiny, aj. Rovněž bude seznámen se statickými a dynamickými vlastnostmi laseru.

TEORETICKÁ CVIČENÍ:

Závěr teoretické části manuálů je věnován procvičení výše zmíněných kapitol pomocí jednoduchých i komplexních početních úloh. Struktura teoretických úloh umožní uživateli lépe pochopit danou problematiku.

Struktura příkladů a teoretických cvičení

- Zadání úlohy
- Otázky k dané úloze
- Potřebný teoretický aparát
- Výsledky cvičení:
 - Vypočtené výsledky
 - Grafický výstup, je-li vyžadován
 - Odpovědi na položené otázky

Seznam témat teoretických cvičení:

Optický zesilovač

- Studium zesilujícího média
- Výpočet vlastností čerpací pumpy
- Výpočet klíčových parametrů zesilovače

PRAKTICKÁ CVIČENÍ:

Druhá část výukového souboru je zaměřena na praktické využití výukové sestavy prostřednictvím několika experimentálních úloh v návaznosti na kapitoly předchozí odborné části. Pomocí návodu k úloze, propojovacích optických kabelů a komponent daného výukového souboru je umožněno uživateli realizovat různé sestavy, zapojení či měření tak, aby si mohl ověřit znalosti získané ze studia teoretické části manuálu dané problematiky.

Uživatel není omezen pouze na experimenty uvedené v manuálu, ale může vzájemně propojovat komponenty i jiných výukových souborů a tím vytvářet složitější celky, na kterých bude provádět měření.

Pro ověření správnosti naměřených a vypočtených dat každé úlohy je součástí praktické části manuálu i kompletní souhrn výsledků a měření. Tyto výsledky uživateli umožní snadno a rychle odhalit chybu zapojení, případně vadnou komponentu.

Struktura úlohy

- Potřebná aparatura pro uskutečnění úlohy
- Cíle experimentu
- Připomenutí, shrnutí základních poznatků k dané úloze, teoretické shrnutí
- Popis nastavení úlohy, postup
- Výsledky úlohy:
 - Naměřené a vypočtené výsledky
 - Grafický výstup, je-li vyžadován
 - Závěr a zhodnocení úlohy

Seznam praktických úloh

Níže zmíněné úlohy jsou vypracovány ve dvou provedení a to buď pro měření s použitím nebo bez použití optického spektrálního analyzátoru.

1. Charakteristika komponent

Úloha je zaměřena na měření vlastností 980 nm čerpacího laseru a 1,5 μm DFB laseru.

2. Charakteristika erbiem dotovaného optického vlákna

Cílem úlohy je změření základních vlastností erbiem dotovaného optického vlákna, jako je měření absorpčního koeficientu vlákna, spektra zesílené spontánní emise, fluorescence obohaceného vlákna.

3. Studium fluorescentního dotovaného vlákna

Měření je zaměřeno na zjištění a porovnání spekter fluorescentního dotovaného optického vlákna v různém uspořádání.

4. Studium Braggovské vláknové mřížky

Úkolem této úlohy je zjištění spektrálních vlastností Braggovské mřížky.

5. Studium erbiem dotovaného vláknového zesilovače

Základem této úlohy je studium vlastností optického EDFA zesilovače, porovnání různých vnitřních uspořádání zesilovače. Součástí úlohy je měření zisku, saturace zisku, účinnosti a šumových vlastností zesilovače.

6. Studium erbiem dotovaného vláknového laseru

Cílem úlohy je ověření znalostí získaných ze studia teoretické části věnované vláknovým laserům. Pro různá uspořádání laseru má uživatel možnost zjistit statické vlastnosti laseru, chování laseru při přechodových jevech, zobrazit relaxační oscilace nebo pozorovat chování laseru při změně modulační rychlosti.