



## 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 vláknové Braggovské je poskytnout uživatelům přehled a ucelené znalosti z oblasti vláknové optiky, zejména o optických vláknových Braggovských mřížkách FBG. Uživatel má díky tomuto souboru možnost seznámit se s klíčovými vlastnostmi a parametry těchto mřížek, jejich výrobou a použitím ať už v telekomunikačním průmyslu nebo jiných odvětvích.

Výukový soubor uživateli odhaluje různorodé aplikace FBG mřížek v praxi, například použití při vyrovnání zisku zdroje ASE šumu, realizaci přepínací funkce nebo při stabilizaci laserové diody. Nejvhodnější použití sestavy je ovšem pro realizaci optovláknového senzoru pro měření změn mechanického napětí a teploty.

V řadě praktických úloh tak má uživatel možnost se seznámit nejen se základními vlastnostmi a funkcí FBG mřížky ať jako stabilizátoru laserového zdroje nebo jako senzoru, ale může si prohloubit získané znalosti pomocí složitějších a komplexnějších teoretických i praktických úloh.

## VÝUKOVÁ SADA OBSAHUJE:

- |  |  |
|--|--|
| 1 ASE zdroj                            | 1 Braggovská mřížka pro stabilizaci laserové diody |
| 1 Filtr pro vyrovnání zisku (GFF)      | 1 Detektor : InGaAs fotodiody                      |
| 1 Optovláknový vazební člen 1x2, 50/50 | 1 FBG + topné těleso                               |
| 1 Optický izolátor                     | 1 FBG + deformační systém                          |
| 1 Fabry Perot laserová dioda (FP)      | 5 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**
  - Úvod do problematiky FBG mřížek
  - FBG mřížky
    - Optická vlákna
    - Princip Braggovské mřížky
    - Vlastností FBG mřížek
    - Experimentální výsledky
  - FBG senzory
  
- **Praktická část**
  - Praktická cvičení

### TEORETICKÁ ČÁST:

#### Úvod do problematiky FBG mřížek

Úvodní část teoretické části manuálu je věnována historickému vývoji dnes dostupných a velice komerčně užívaných optických mřížek FBG, Fiber Bragg Grating, ať v oblasti telekomunikačního průmyslu tak v oblasti optických senzorů či laserů. Rovněž uživateli přiblíží, proč nacházejí tyto komponenty v optice stále větší oblibu.

### **FBG mřížky**

Významná část manuálu je věnována charakterizaci, popisu a použití optických Braggovských mřížek. Jelikož optická FBG mřížka je speciálně modifikované optické vlákno s pravidelnou změnou indexu lomu jádra optického vlákna je počáteční část kapitoly věnována vlastnostem optických vláken, jejich rozdělení a základním parametrům, které jsou významné z pohledu FBG mřížek.

Následující část kapitoly věnované FBG mřížkám se zaměřuje především na jevy v optickém vlákne, které daly podnět k vývoji těchto komponent jako je odraz, fotosenzitivita, atd. Na názorných obrázcích a pomocí srozumitelného matematického popisu je vysvětlen princip činnosti mřížky. Závěrem této části jsou popsány způsoby výroby Braggovských mřížek v optickém vlákne.

Z další části kapitoly může uživatel čerpat informace pro studium vlastností FBG mřížek. Dozví se jaké typy FBG mřížek jsou dostupné, pro které aplikace a jak lze některé vlastnosti mřížek využít v praxi např. kompenzace chromatické disperze v telekomunikačním průmyslu.

Závěr kapitoly poskytuje uživateli možnost porovnání teoretických modelů závislostí mřížky na okolních podmínkách s experimentálně získanými daty.

### **FBG senzory**

Jedna z aplikací optické Braggovské mřížky je její použití jako senzoru. Mřížka pracuje jako senzor, pokud dochází ke změnám její spektrálních vlastností v závislosti na podmínkách okolního prostředí, jako je teplota, tlak, mechanické napětí nebo vibrace. V této kapitole jsou detailně popsány závislosti parametrů FBG mřížky na změnách okolního prostředí a její využití jako senzoru.

## **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:

#### FBG mřížky

Základní principy FBG mřížek

Charakterizace mřížek

Použití mřížek pro speciální aplikace – telekomunikace, senzory, stabilizace laseru

### 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

##### 1. Vyrovnání zisku zdroje ASE šumu

Úloha umožňuje uživateli realizovat ASE zdroj s vyrovnaným průběhem zisku pomocí FBG mřížky a zároveň pozorovat vliv proudu protékajícího čerpací pumpou na spektrum zdroje s a bez použití GFF filtru.

### 2. Vlastnosti FBG mřížky

Cílem úlohy je změření základních vlastností FBG mřížky, jako je pracovní vlnová délka mřížky, vložný útlum, FWHM, atd. v přenosovém a reflexním režimu. Měření mohou být rovněž provedena na mřížce sloužící jako teplotní senzor nebo jako senzor mechanického napětí.

### 3. Stabilizace laserové diody

Experiment poskytuje možnost pozorovat vliv použití různých FBG mřížek pro stabilizaci laserové diody a jejich porovnání. K experimentu jsou použity rozdílné FBG mřížky – mřížka určená přímo pro stabilizaci FBG, FBG teplotní senzor a senzor mechanického napětí.

### 4. Realizace a studium FBG senzorů

Úkolem této úlohy je zjištění vlivu změn okolního prostředí jako teploty, resp. mechanického napětí na vlastnosti FBG mřížek a tím vysvětlit jejich použití jako senzorů fyzikálních veličin, např. teplotní senzor, resp. senzor mechanického napětí.

### 5. Realizace přepínací funkce pomocí FBG mřížky