



## VLASTNOSTI SESTAVY:

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

## URČENO PRO:

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

Cílem interferometrické výukové sestavy je poskytnout uživatelům přehled a ucelené znalosti z oblasti vláknové optiky, zejména z oblasti interferometrie. Výukovou sadu lze použít pro charakteristiku a studium vlastností základních interferometrů typu Michelson, Mach-Zehnder, Fabry-Perot a kruhového interferometru.

Sestava zároveň umožňuje pozorování optické interference, posuvu vlnové délky DFB laserové diody, Dopplerova jevu, měření rychlosti rotace disku, případně měření termální expanze skleněného jednovláknového optického vlákna.

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

## VÝUKOVÁ SADA OBSAHUJE:

1 DFB laserová dioda @ 1550 nm, 1 mW, modulace 1 MHz	2 Optický útlumový článek
1 InGaAs detektor (BW > 10 MHz)	1 Optovláknový topný článek
1 Optický izolátor	1 Počítadlo
2 Optovláknový vazební člen 2×2, 50/50	1 Rotační disk pro Dopplerův jev
2 Pozlacené zrcadlové konce vlákna	8 Patchcord s E2000/APC Diamond konektory



# INTERFEROMETRICKÁ OPTOVLÁKNOVÁ VÝUKOVÁ SESTAVA

## 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
  - Fotodetektory – polovodiče
  - Polovodičové optické vysílače
  - Interferometrie
  - Teoretická cvičení ke každé z kapitol
  
- **Praktická část**
  - Praktická cvičení

### **Optická vlákna**

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.

## **Fotodetektory - polovodiče**

V kapitole věnované teoretickému popisu fotodetektoru je nejprve vysvětlena podstata materiálu známého pod pojmem polovodič i různé způsoby transportu elektrického náboje, které se v tomto materiálu vyskytují. Následuje detailní pohled na fyzikální mechanismy diody s PN přechodem. Závěr kapitoly je věnován popisu dvou hlavních optických fotodetektorů: PIN fotodiodě a APD diodě.

## **Polovodičové optické vysílače**

Tato kapitola popisuje hlavní fyzikální vlastnosti polovodičových vysílačů (běžně nazývané LED diody), které mohou vyzařovat v blízké UV oblasti optického spektra, viditelném nebo blízkém IR pásmu (vlnové délky mezi 0,3 a 2  $\mu\text{m}$ ). Nicméně dále se manuál omezuje především na tu část optického spektra, která je určena pro telekomunikační průmysl. Tedy těm zdrojům záření, které vyzařují v okolí 0,85  $\mu\text{m}$ , 1,3  $\mu\text{m}$  a 1,5  $\mu\text{m}$ , což odpovídá třem základním telekomunikačním oknům s minimálním útlumem optického vlákna. Toto omezení se nevztahuje na popis použitých materiálů, ani na popis probíhajících procesů uvnitř zdroje záření. Navíc rozsáhlá část této kapitoly je rezervována pro popis laserových diod, které vynikají v telekomunikačním průmyslu díky svým kvalitativním parametrům.

## **Interferometrie**

Poslední kapitola teoretické části manuálu se zaměřuje na popis základních vlastností interference a interferometrie. Uživateli jsou osvětleny podmínky, za kterých dochází v optice k interferenci, dále princip skládání dvou monochromatických i polychromatických vln různých vlastností, či popis základních součástí využívající vlastností interference. Podstatná část této kapitoly se věnuje charakterizaci vlastností a principu činnosti různých typů interferometrů, jako interferometrů typu Fabry-Perot, Mach-Zehnder, Michelson atd. Závěrečná část je soustředěna na výklad Dopplerova jevu a jeho využití.

## **TEORETICKÁ CVIČENÍ:**

Závěr teoretické části manuálů je věnován procvičení jednotlivých 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:

### Optická vlákna

- Počet vidů přenášených v optickém vlákne
- Šířka pásma jednovidového optického vlákna
- Výpočet útlumové bilance
- Disperze jednovidového optického vlákna
- Disperze mnohavidového optického vlákna

### Pasivní komponenty

- Polarizačně závislý optický izolátor
- Polarizačně nezávislý optický izolátor

### Polovodiče

- Elektrické pole a potenciál na rozhraní PN přechodu
- Profil hustoty pohybujícího se náboje a proudu podél polarizovaného PN přechodu
- Zesilující činitel lavinové fotodiody

### Laserové diody

- Vlastnosti laserové diody

### Interferometrie

- Základy interferometrie
- Lloydovo zrcadlo
- Amplitudově dělený interferometr: Michelsonův interferometr

## PRAKTICKÁ CVIČENÍ:

Druhá část výukového souboru je zaměřena na praktické využití výukové sestavy prostřednictvím několika experimentálních úloh v návaznosti na jednotlivé 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 nefunkční 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. Měření vlastností útlumových článků

Úloha je zaměřena na měření útlumového koeficientu vláknových útlumových článků s cílem zjistit zda dané útlumové články jsou symetrické či nesymetrické.

### 2. Měření vlastností optických izolátorů

Cílem úlohy je změření základních vlastností optického izolátoru.

### 3. Měření vlastností optického vazebního členu

Měření je zaměřeno na zjištění vložného útlumu vazebního členu, směrovosti vazebního členu s cílem ukázat, že daný člen je symetrický.

### 4. Charakteristika laserové diody a fotodetektoru

Úkolem této úlohy je změření charakteristik DFB laserové diody emitující na vlnové délce 1,55  $\mu\text{m}$  jako změření prahu vyzařování diody, analýzy spektra diody a odhad senzitivity detektoru přijímacího modulu.

### 5. Měření teplotní dilatace

Základem této úlohy je studium vlastností a porovnání různých typů optických interferometrů např. typu Michelson, Mach-Zehnder, Fabry-Perot a kruhový interferometr. Další částí je měření teplotní dilatace SMF-28 optického vlákna.

### 6. Měření posuvu vlnové délky laserové diody

Cílem úlohy je zjištění posuvu vlnové délky DFB laserového zdroje, odezvy polovodičového laseru na modulaci jeho optické frekvence.

### 7. Měření rychlosti pomocí Dopplerova jevu

Předmětem úlohy je studium Dopplerova jevu a jeho využití pro zjištění rychlosti rotace disku.