

Vyzařovací charakteristika vlákna, numerická apertura

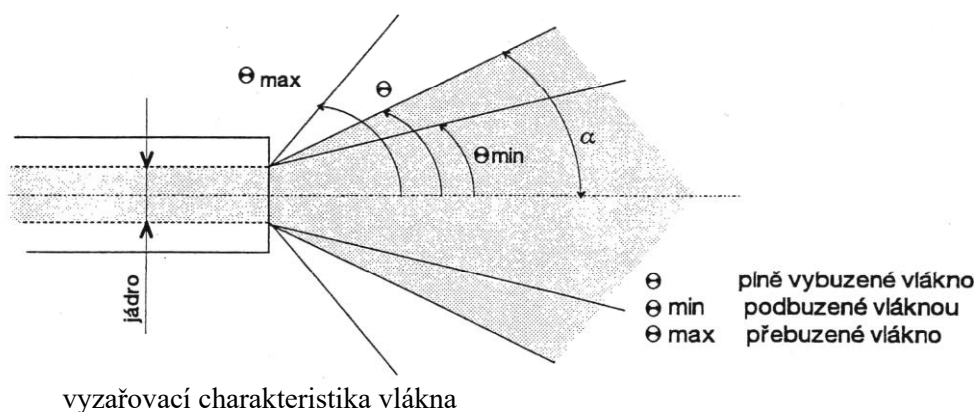
Úvod:

V této praktické úloze je věnována pozornost tomu, jak se chová optické záření po opuštění konce vlákna. Paprsky, které jsou vedeny ve vlákně, vytvoří vždy po opuštění čela vlákna rozbíhavý (tzv. divergentní) svazek. Rozbíhavost tohoto svazku je dána numerickou aperturou a způsobem buzení vlákna.

Numerická apertura je definována z vyzařovací charakteristiky plně vybuzeného vlákna:

$$NA = \sin \alpha$$

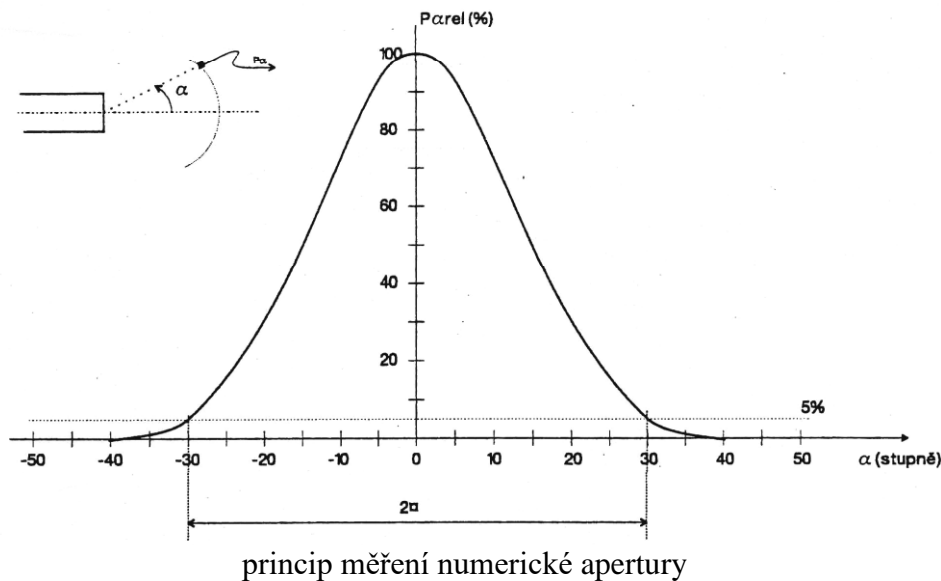
kde úhel α odpovídá polovině šířky vyzařovací charakteristiky, viz obrázek.



Obecně tedy platí, že čím větší numerická apertura vlákna, tím větší rozbíhavost svazku na výstupu vlákna. Na obrázku jsou rovněž naznačeny různé režimy buzení pro jeden typ vlákna. Nevhodně zvolený zdroj záření může vlákno přebudit nebo podbudit, což může v některých případech způsobit i určité komplikace.

Vyzařovací charakteristika se nejčastěji měří fotodetektorem rotujícím kolem čela vlákna. Fotodetektor měří hodnotu optického výkonu P v závislosti na úhlu. Šířka vyzařovací charakteristiky 2α se odečte z poklesu této závislosti na 5 % z maximální hodnoty, jak je vyznačeno na obrázku. Ze znalosti úhlu se vypočítá numerická apertura NA .

Pro přesná měření numerické apertury je zapotřebí, aby vyzařovací charakteristika byla měřena v dalekém poli. Znamená to, že detektor nesmí být v čele vlákna blíže, než je předepsaná vzdálenost pro daleké pole (tzv. podmínka dalekého pole).



Poznámka:

Podmínka dalekého pole v tomto případě plastových vláken předepisuje vzdálenost cca 3 m. To však z technických důvodů není možné splnit, proto výsledky naměřené v této úloze lze pokládat pouze za orientační.

Základní předpoklady:

Před začátkem práce byste měli být seznámeni s popisem manipulátoru, měřiče optického výkonu, zdroje desky a desky vysílače analogového optického signálu.

Potřebné zařízení a přístroje:

- Deska zdroje (čís. 0)
- Deska vysílače analogového optického signálu (čís. 3)
- Manipulátor OPTEL
- Měřič optického výkonu LM1
- Dva krátké optické kabely

Cíl:

Demonstrovat metodiku měření numerické apertury optického vlákna

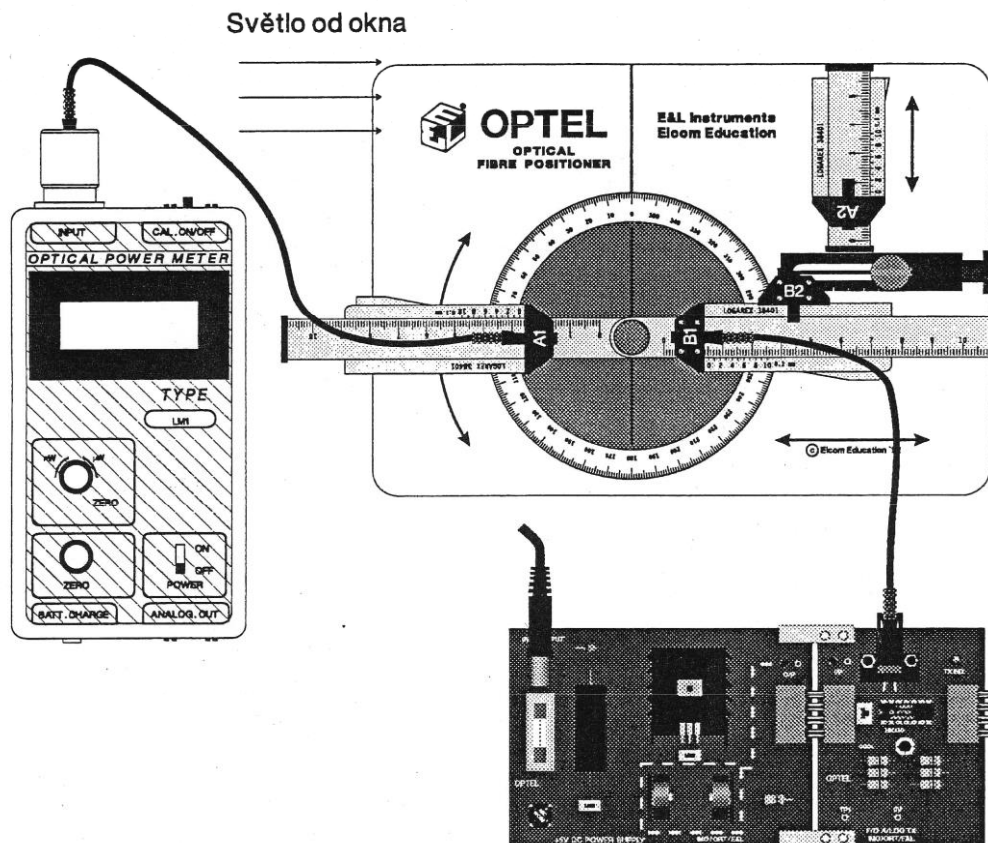
Pracovní postup:

Krok 1 Propojení desek

Propojte desku analogového optického vysílače (čís. 3) s jednou zdrojovou deskou (čís.0). Propojovacím vodičem spojte výstup desky čís. 0 se vstupem desky čís. 3. Tímto jste vybudovali vysílací systém. Potenciometry na zdrojové desce nastavte na maximum (na doraz od sebe).

Krok 2 Příprava měřiče optického výkonu LMI

Připojte síťový napáječ na měřič optického výkonu a zapněte přístroj. Zakryjte optický vstup černou krytkou, nastavte přepínač rozsahu na nulu (ZERO) a knoflíkem nuly vynulujte displej. Při dalším měření se nedotýkejte nulovacího knoflíku. Zkontrolujte, jestli je přepínač kalibrace v poloze vypnuto (OFF). Odšroubujte černou krytku z optického vstupu a zašroubujte adaptér s optickým konektorem. Tím je přístroj připraven měřit optický výkon vystupující z optického kabelu.



Pracoviště pro měření vyzářovací charakteristiky

Krok 3 Propojení optických kabelů

Zasuňte konec jednoho optického kabelu do konektoru na desce optického vysílače a konec druhého kabelu do adaptéru na měřiči optického výkonu. Volný konec kabelu od měřiče optického výkonu zasuňte do měřicí sondy manipulátoru A1 a volný konec kabelu od optického vysílače do sondy B1 manipulátoru. Celou sestavu popisuje obrázek.

Poznámka:

Přijímací kabel orientujte vstupním čelem směrem od okna, viz obrázek. Dále se doporučuje pracoviště co nejvíce zastínit (např. stáhnout rolety, zhasnout), a potlačit tak vliv osvětlení pozadí.

Krok 4 Sledování efektu rotace detekčního kabelu

Odaretujte otočný stolek aretační maticí odspodu. Pravý posuv nastavte do polohy 0 mm. Tím bude zajištěno, že čelo měřeného(vysílacího) kabelu bude v ose rotace. Levým posuvem vzdalte konec přijímacího kabelu na maximální vzdálenost 45 mm. Tento kabel bude nahrazovat detektor a bude snímat výkon vyzařovaný z vlákna a jeho hodnotu přenesete do měřiče optického výkonu.

Nastavte levé rameno do počáteční polohy 0 stupňů, odečtěte počáteční hodnotu optického výkonu P_0 a zaznamenejte ji do tabulky. Postupně otáčejte rameno levého posuvu do poloh předepsaných v tabulce a měřte v nich hodnoty optického výkonu P . Výsledky zapisujte do tabulky.

Úhel (stupně)	Optický výkon P_α [nW]	Normovaná hodnota $P_{\alpha_{rel}}$ [%]
50		
45		
40		
35		
30		
20		
10		
0		100
-10		
-20		
-30		
-35		
-40		
-45		
-50		

Poznámka:

Protože při tomto měření je signál velice slabý je nezbytně nutné maximálně zatemnit místnost!

Krok 5 Přepočítání naměřených výsledků

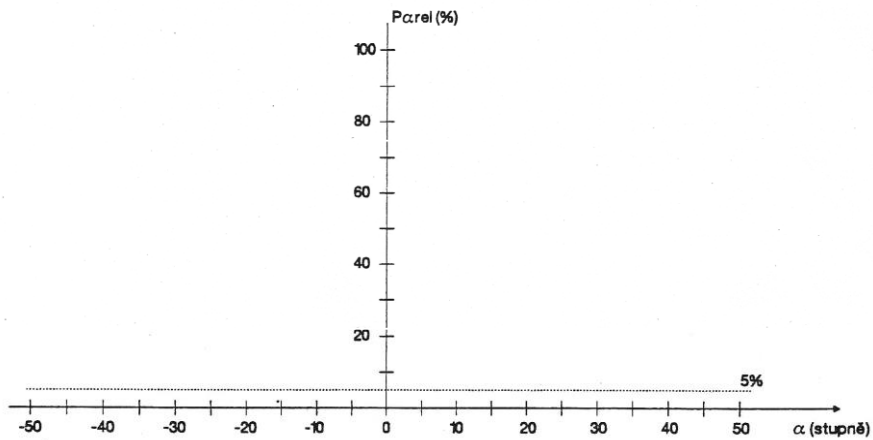
Hodnotu výkonu P_0 považujte za 100 % základ a vypočítejte normované hodnoty optického výkonu $P_{\alpha_{rel}}$ pro všechny řádky v tabulce podle vzorce:

$$P_{\alpha_{rel}} = \frac{P_\alpha}{P_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Výsledky запиšte do pravého sloupce tabulky. Údaje $P_{\alpha_{rel}}$ jsou v procentech.

Krok 6 Zakreslení výsledků měření do grafu

Zakreslete výsledky měření do souřadnicového systému, který je na obrázku.



Krok 7 Zpracování výsledků měření

Z průsečíku křivky s úrovní 5 % v grafu odečtete úhel 2α stejně, jako je to vyznačeno v obrázku v úvodu úlohy. Numerickou aperturu vypočítejte pomocí vzorce:

$$NA = \sin \frac{2\alpha}{2}$$

Úkoly:

Seznamte se s principem měření numerické apertury.

Seznamte se s vlastnostmi optického přenosu v otevřeném prostoru a indexem lomu.