

Mikrovlny

Matěj Laitl, Ondřej Zach
Gymnázium Postupická, Praha 4
Gymnázium T.G. Masaryka, Hustopeče
strohel@gmail.com, ondrej.zach@centrum.cz

Abstrakt:

Mikrovlny, stejně jako světlo, jsou elektromagnetickým vlněním. Z tohoto důvodu mají některé společné vlastnosti. V našem miniprojektu jsme se pokusili pomocí Gunnova oscilátoru tyto vlastnosti ověřit.

1 Úvod

Mikrovlny jsou elektromagnetické záření o frekvencích 300 MHz až 300 GHz. To odpovídá vlnovým délkám 1 mm až 1 m. K jejich prvnímu využití došlo na počátku 40. let 20. století v Anglii a od té doby se staly součástí našeho každodenního života.

2 Vlastnosti mikrovln

Použité vybavení

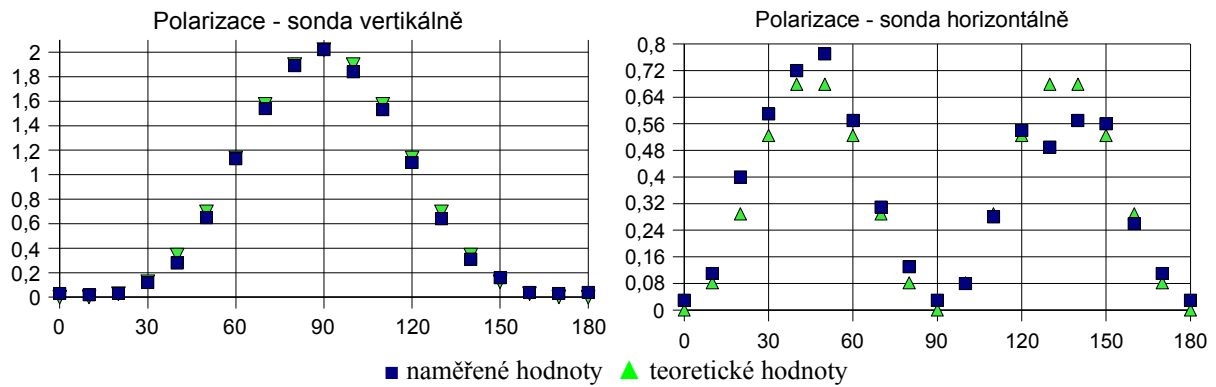
Jako zdroj mikrovlnného záření jsme použili Gunnův oscilátor, který generuje elektromagnetické vlnění o frekvenci 9,4 GHz. K měření hodnot intenzity vlnění jsme použili mikrovlnnou sondu a počítačový program DataStudio.

Polarizace

Gunnův oscilátor vytváří polarizované vlnění. Pomocí polarizační mřížky, kterou jsme umístili mezi zdroj vlnění a sondu, jsme ověřovali platnost vztahu pro závislost prošlé intenzity na úhlu θ mezi směrem mřížky a směrem polarizace, Malusův zákon:

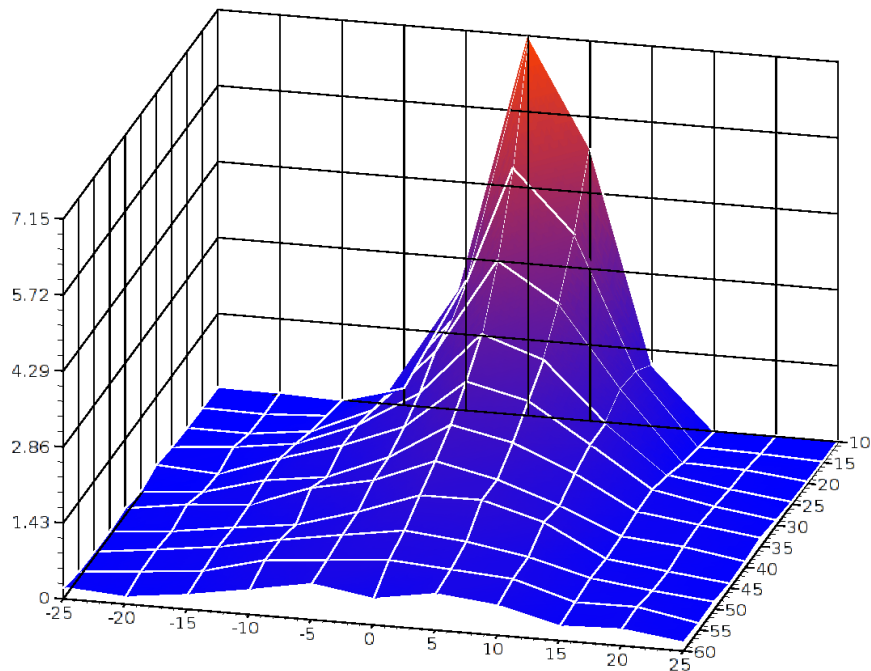
$$I_{(\theta)} = 4I_0(\sin \theta \cos \theta)^2$$

Sondu jsme umísťovali vertikálně a horizontálně. Srovnání teoretických a naměřených hodnot shrnují následující grafy:



Rozložení intenzity elektromagnetického pole

V okolí zdroje elektromagnetického záření vzniká elektromagnetické pole. Jeho intenzita však se vzdáleností od zdroje vlnění klesá. Proměřili jsme intenzitu pole v jednotlivých bodech sítě souřadnic. Výsledky jsme zpracovali programem QtiPlot a zanesli do následujícího grafu.



Stojatá vlna

Pokud dojde k interferenci dvou postupných vln o stejné amplitudě opačného směru, dostaneme stojatou vlnu, která vytvoří místa s amplitudovými maximy a minimy. Tedy místa, kde je amplituda nulová (uzly) a kde je maximální (kmitny). Tato maxima jsou od sebe vzdálena $\frac{\lambda}{2}$.

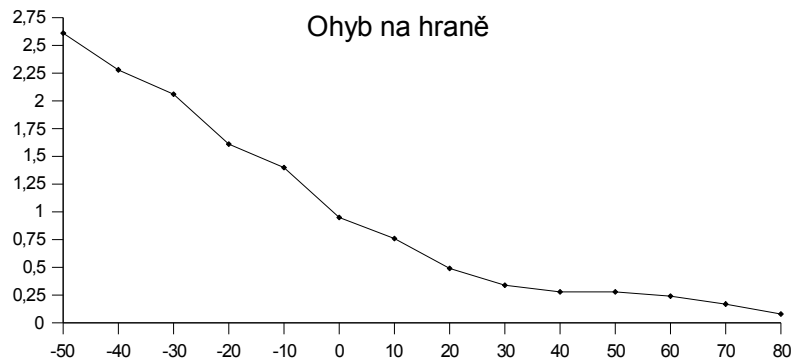
Za sondu jsme vložili kovovou desku, od které se elektromagnetické vlnění odráží. Proměřili jsme rozložení intenzity stojaté vlny – závislost napětí sondy na vzdálenosti od desky. Z naměřených hodnot vyplývá, že vzdálenost dvou uzlů je 1,6 cm, vlnová délka λ je tedy 3,2 cm, což odpovídá frekvenci

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{3,2 \cdot 10^{-2}} = 9,375 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

Naše měření bylo tedy poměrně přesné.

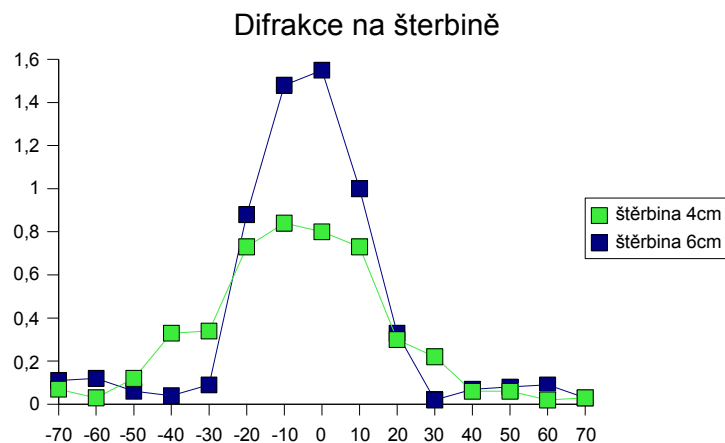
Ohyb na hraně

Pokud vlnění dopadá na hranu, dochází k ohybu a vlnění se dostává i do míst za překážkou, kam by podle přímočarého šíření nemohlo dosáhnout. Mezi zdroj a sondu jsme umístili překážku (tak, aby roh překážky byl na čáře rovnoběžné s osou vysílače) a měřili jsme napětí na sondě v prostoru za ní. Naměřené hodnoty jsme opět zanesli do grafu, záporné hodnoty osy x označují prostor, kde se vlnění může šířit přímo, kladné hodnoty pak prostor za stínítkem.



Difrakce na štěrbině

Další vlastností elektromagnetického vlnění je ohyb na štěrbině. Dochází k němu, pokud je velikost štěrbin srovnatelná s vlnovou délkou. Mezi zářič a sondu jsme umístili štěrbinu nejprve o velikosti 40 mm a dále o velikosti 60 mm. Sondou jsme pohybovali po půlkružnici, jejíž střed byl ve středu štěrbiny a zjišťovali jsme závislost napětí na sondě na úhlu, který svírá sonda se středem štěrbiny. Hodnoty ukazuje následující graf:



Fokusace čočkou

Další vlastností elektromagnetického vlnění je možnost jeho zaostření pomocí čoček – fokusace. Mezi zářič a sondu vložíme čočku – konvexní pouzdro naplněné cukrem. Poté zjišťujeme vzdálenost sondy od čočky, kdy je napětí na sondě největší. Změřená hodnota je ohniskovou vzdáleností čočky, námi zjištěná hodnota byla 21,5 cm.

Vedení vlnění

Z rozložení intenzity elektromagnetického pole je vidět, že intenzita záření velmi rychle klesá se vzdáleností. Tomu lze předejít použitím jiného způsobu vedení, jedním z nich je tzv. Lecherovo vedení. Jedná se o dva dráty, mezi kterými je zdrojem vyvoláváno stojaté vlnění. Náš pokus ověřil funkčnost tohoto vedení, po přiložení sondy k němu lze najít kmitny a uzly stojatého vlnění ve vedení. Další možností je použití vlnovodu, ve kterém se vytvoří speciální druh vlny. Ta je však schopna postupovat jen při dosažení jisté frekvence, a proto nelze tento typ vedení použít k přenosu střídavého napětí.

3 Závěr

Mikrovlny mají stejnou fyzikální podstatu jako světlo, a proto mají některé shodné vlastnosti. V našem miniprojektu jsme ověřovali polarizaci elektromagnetického vlnění, intenzitu elektromagnetického pole a kvazioptické vlastnosti mikrovln, jako lom na hraně, difrakce na štěrbině a fokusace čočkou.

Mikrovlny mají dnes široké využití, slouží k přenosu dat (TV, satelit, Wi-Fi), ohřívání potravin (mikrovlnná trouba), restaurování památek a ochraně životního prostředí (rozklad toxických látek).

Poděkování

Děkujeme organizátorům Fyzikálního týdne, Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze a našemu supervizorovi Janu Čepilovi za konzultace.

Reference:

- [1] HALLIDAY, D. – RESNICK, R. – WALKER, J.: *Fyzika, část 4* Prometheus, 2000
- [2] KOL.: *Fyzikální týden - sborník příspěvků* FJFI ČVUT 2006 27-30
- [3] <http://fyzport.fjfi.cvut.cz/Praktika/Mikrovlny/praktika/wwwpraktika/praktika.html>
- [4] http://www.chemagazin.cz/Texty/CHXV_1_cl1.pdf