

Vlastnosti mikrovlnného záření

J. Jarina*, J. Mužík**, V. Vondrášek***

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

*jjarina@centrum.sk **j.muzik@gmail.com

***vondrasek.v@seznam.cz

Abstrakt

Mikrovlny, teda elektromagnetické vlny o vlnovej dĺžke väčšej ako 1 mm a menšej ako 1 m, majú v dnešnej dobe veľmi široké uplatnenie. V priebehu našej prezentácie sme chceli formou demonštrácie ukázať niektoré fyzikálne vlastnosti tohto žiarenia.

1 Úvod

A čo to tie mikrovlny vlastne sú? Mikrovlnné žiarenie je elektromagnetické žiarenie ležiace vo frekvenčnom pásme $3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^{11}$ Hz (inak 300 MHz – 300 GHz). V spodnom okraji pásma susedí s FM rozhlasovým vysielaním, v hornej časti spektra susedí s infračervenou oblasťou.

Už v roku 1864 po prvýkrát predpokal existencie EM žiarenia J. C. Maxwell. Následne v roku 1888 H. Hertz prakticky dokázal existenciu EM vln. V roku 1934 bol vyvinutý prvý radar. V roku 1945 pán P. Spencer rozpustil nechťal čokoládu, keď pracoval na radari. Od tejto chvíľe sa začínajú využívať mikrovlny v bežnom živote (napr. mikrovlnky).

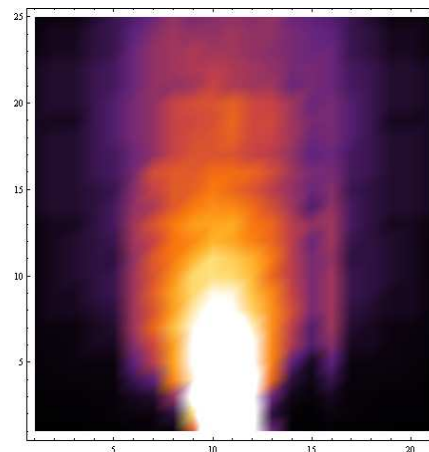
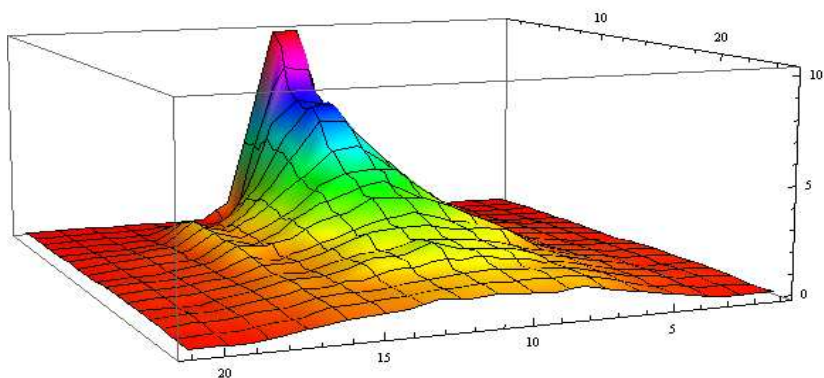
Dnes majú mikrovlny veľmi široké využitie v úplne bežnom živote. Väčšina telekomunikačných technológií je založená práve na báze mikrovln. Všetky GSM siete mobilných telefónov, prenosy údajov (WiFi, Bluetooth), televízne signály... Pomocou mikrovlnného žiarenia môžeme detekovať vzdialené objekty v rádioastronómii. Systém satelitnej navigácie GPS a komunikácia s inými satelitmi prebiehajú tiež vďaka mikrovlnnému žiareniu. V každej domácnosti nájdeme mikrovlnnú rúru... Ďalšie využitia sú napríklad pri sušení kníh alebo dreva, hubení domácich škodcov či dokonca nesmrtiacich zbraniach.

2 Použité vybavenie

K našim experimentom sme použili Gunnov oscilátor, ktorý vysiela vertikálne polarizované vlnenie s frekvenciou 9,4 GHz. Pre detekciu žiarenia sme použili sondu pre detekciu elektrického poľa, zosilovač a merané hodnoty sme pozorovali na voltmetri alebo ako audio výstup v reproduktorech. Namerané hodnoty sme následne zapisovali v programe MS Excel a následne spracovali v programe Mathematica. K dispozícii sme mali taktiež súpravu pre prácu s mikrovlnami (hranol, šošovka, vlnovod, polarizačný filter...).

3 Rozloženie intenzity elektromagnetického poľa

V okolí zdroja vzniká elektromagnetické žiarenie, ktoré má rôznu intenzitu v rôznych miestach pred žiaričom. Jednotlivé hodnoty napätia na sonde (merali sme elektrické pole) na štvorcovej sieti 50×60 cm každého 2,5 cm a hodnoty sme si zapisovali. Hodnoty sme potom spracovali a znázornili na grafoch (obr. 1, 2).



Obr. 1 a 2 Rozloženie intenzity poľa v grafoch

Z grafov je vidieť, že najväčšie intezity elektrického poľa sú v tesnej blízkosti žiaríča. Táto intenzita s rastúcou vzdialenosťou pomerne prudko klesá.

4 Lineárna polarizácia žiarenia

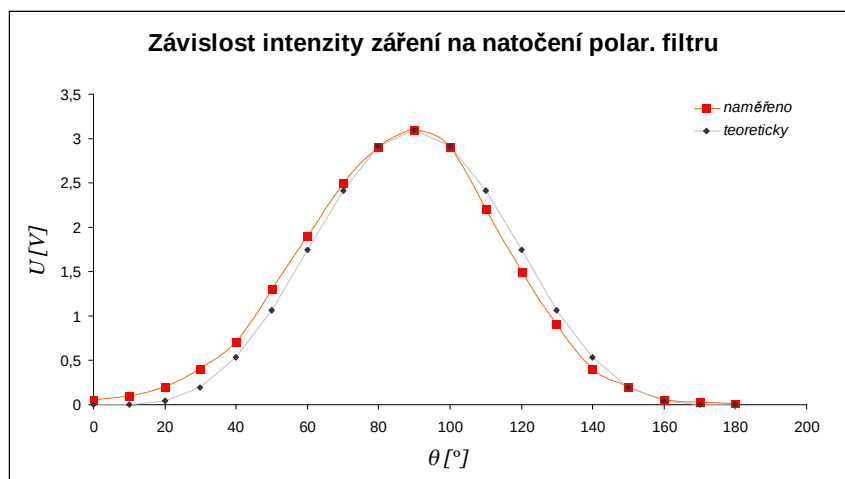
Gunnov oscilátor vysiela lineárne polarizované žiarenie, tj. vektor elektrickej intenzity kmitá stále v jednom smere. Kvantitatívne tento jav popisuje Malusov zákon:

$$I(\theta) = I_0 \cdot \cos^2 \theta$$

kde I_0 je maximálna intenzita žiarenia a θ je uhol medzi vektorom intenzity a priepustným smerom polarizátoru. Polarizátor je filter, ktorý má tú vlastnosť, že prepúšťa vlnenie polarizované iba v určitom smere. Pretože pri samotnom meraní sonda elektrického poľa nemôže detekovať všetky smery dopadajúceho žiarenia, používame upravený Malusov vzorec:

$$I(\theta) = I_0 \cdot \sin^4 \theta$$

Merali sme intenzitu žiarenia, pričom sme filter vždy pootočili o rovnaký uhol. Výsledky sme zapisovali. Opäť sme všetky hodnoty spracovali do grafu (obr. 3).

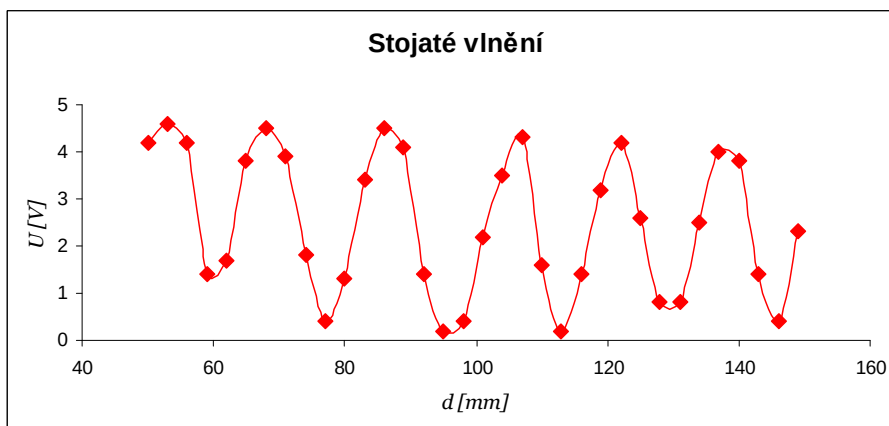


Obr. 3 Graf závislosti intenzity žiarenia na natočení polar. filtru

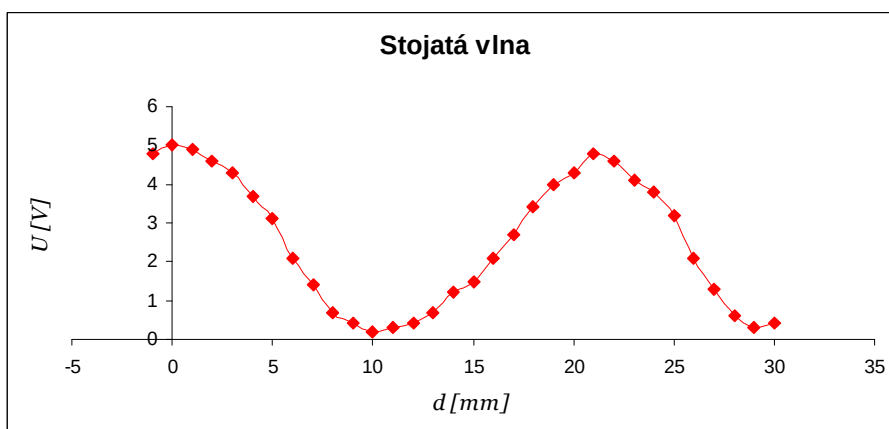
V Grafe môžeme vidieť dve krivky, červenou je znázornená naša krivka, z hodnôt, ktoré sme namerali. Čiernou je krivka stanovená pomocou výpočtu. Vidieť, že sa nám až na menšie odchýlky podarilo pomerne presne demonštrovať polarizáciu žiarenia.

5 Stojaté vlnenie

Použitím odraznej dosky môžeme vytvoriť stojaté vlnenie. Amplituda tohto vlnenia sa nemení. Maximálna je v tzv. kmitniach a nulová v uzloch. Vzdialenosť kmitien a uzlov je polovica vlnovej dĺžky. Všetky body kmitajú harmonicky s rovnakou fázou.



Obr. 4 Graf k stojatému vlneniu



Obr. 5 Stojatá vlna

V prvom grafe (obr. 4) sme merali stojaté vlnenie, keď sme si zapisovali údaj intenzity každé 3 mm. Pomerne dobre sa na ňom dajú pozorovať uzly a kmitne. V druhom grafe (obr. 5) je znázornená iba jedna vlna. Tu sme intenzitu merali každý milimeter a opäť spracovali do grafu.

6 Ďalšie pokusy na vlastnosti mikrovĺn (ktoré sme robili, nonespracovaváli výsledky)

Vlnovod

Pomocou vlnovodu sa mikrovlnné žiarenie môže dostať aj na miesta kde by sa priamo zo žiariča nemolo šancu dostať. Napríklad pomocou vlnovodu môžeme merať sondou intenzitu

za rohom, kde predtým bola nulová. Avšak je tu podmienka že vlnovod musí spĺňať určité parametre vzhľadom na žiarič.

Šošovka

Mikrovlnné žiarenie má množstvo podobných vlastností s viditeľným svetlom čiže aj pri ňom môžeme pozorovať zmenu vlnovej dĺžky žiarenia po prechode šošovkou. Záleží od materiálu čo dáme do šošovky aká bude nová vlnová dĺžka.

Lom

Tak ako pri viditeľnom svetle tak aj pri mikrovlnách môžeme pozorovať lom žiarenia. Skúšali sme lom na hranole a pomerne dobre sme ho mohli pozorovať.

7 Záver

Prakticky sme overili a odskúšali niekoľko základných vlastností mikrovlnného žiarenia, niektoré z nich sme vyhodnotili pomocou počítača a porovnali s hodnotami, ktoré by sme mali dostať zo vzorcov. Celkovo by som hodnotil naše pokusy za pomerne podarené, keďže sa výsledky veľmi nelíšili od očakávaných hodnôt.

8 Pod'akovanie

Chceli by sme poďakovať pánovi Ing. Vojtěchovi Svobodovi, CSc. za poskytnutie vybavenia a možnosti si všetky experimenty odskúšať a namerať v praktikách.

Referencie

[1] Microwave, <http://en.wikipedia.org/wiki/Microwave>

[2] Mikrovlny, <http://praktika.fjfi.cvut.cz/Mikrovlny/Mikrovlny.pdf>