

Mikrovlny a jejich použití v praxi

Jindřich Košťál, Gymnázium Vysoké Mýto, jikos@seznam.cz

Miroslav Lalouček, SPŠ Vlašim, laloucek@seznam.cz

Helena Paschkeová, Gymnázium, Brno – Řečkovice, Ebelka@seznam.cz

Abstrakt:

Mikrovlenné záření je běžnou součástí každodenního života. Jedná se o elektromagnetické záření o frekvencích 300 MHz až 300 GHz. Naše práce shrnuje jeho vlastnosti, stejně jako jeho užití a výskyt v praxi.

1 Úvod

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlny o frekvencích 300 MHz až 300 GHz a odpovídající vlnové délce od 1 metru po 1 milimetr. Jsou svým chováním velmi podobné viditelnému světlu. V dnešním moderním světě mají široké využití. Používají se nejen k ohřevu potravin, ale i k vysoušení knih či tkanin, obrábění materiálů, přenosu informací, radiolokaci, restaurování uměleckých děl, navigaci a v mnoha dalších odvětvích.

2 Historie

První setkání s elektromagnetickými vlnami (a tedy i mikrovlnami) učinil James Clerk Maxwell svými známými rovnicemi v roce 1886. Dva roky po té demonstroval existenci mikrovln Heinrich Hertz na své aparatuře, která detekovala a produkovala mikrovlny ve spektru velmi krátkých vln (řádově 30 – 300 MHz). Využití mikrovln k ohřevu potravin poprvé použil Percy Spenser, když se mu při výrobě magnetronu pro radar firmě Raytheon roztavila v kapse čokoláda.

3 Vlastnosti mikrovln

V našem projektu jsme zkoumali chování mikrovln v prostoru. Především jsme se soustředili na jejich šíření, polarizaci a moderní využití v praxi.

Použité vybavení

K našim experimentům jsme použili Gunnův oscilátor, který vysílá vertikálně polarizované vlnění o stálé frekvenci 9,4 GHz. Pro detekci záření jsme použili sondu, kterou jsme za použití zesilovače připojili k počítači. Výsledky jsme po té zpracovávali programem DataStudio.

Polarizace

Gunnův oscilátor vysílá lineárně polarizované záření, tzn. že vektor elektrické intenzity kmitá stále v jednom směru. Kvantitativně tento jev popisuje Malusův zákon:

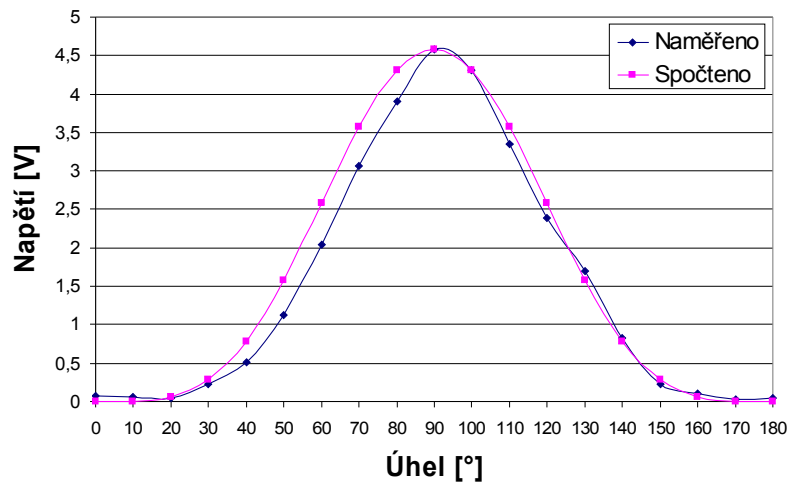
$$I(\theta) = I_0 \cdot \cos^2(\theta) \quad (1)$$

kde I_0 je maximální intenzita záření a θ je úhel mezi vektorem intenzity a propustným směrem polarizátoru. Polarizátor je filtr, který má tu vlastnost, že propouští vlnění polarizované jen v určitém směru. Protože při samotném měření sonda elektrického pole nemůže detekovat veškeré dopadající záření, používáme upravený Malusův vzorec:

$$I(\theta) = I_0 \cdot \sin^4(\theta) \quad (2)$$

Naměřené hodnoty jsme zanesli do grafu č. 1.

Graf 1



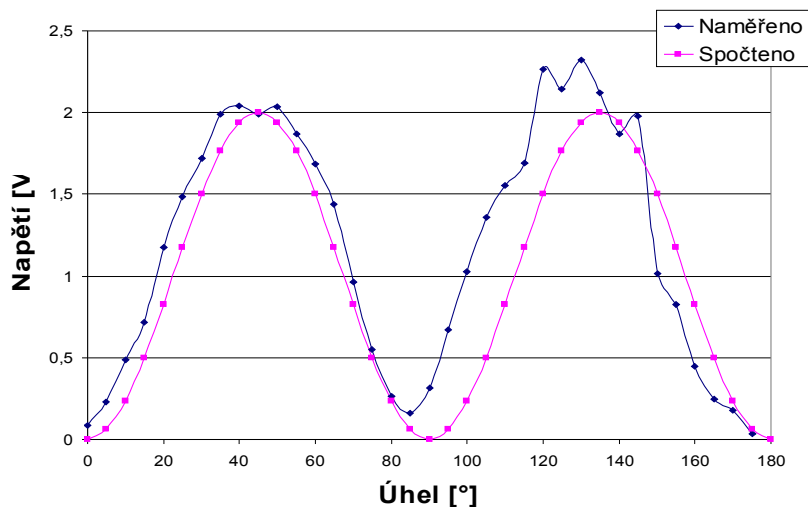
Graf 1: Měření polarizace při vertikálním nastavení sondy

Pro polohu sondy kolmo na osu zářiče je vzorec opět upraven do následující podoby:

$$I(\theta) = 4 \cdot I_0 \cdot \cos^2(\theta) \cdot \sin^2(\theta) \quad (3)$$

Naměřené i teoreticky vypočítané hodnoty jsme zanesli do grafu č. 2.

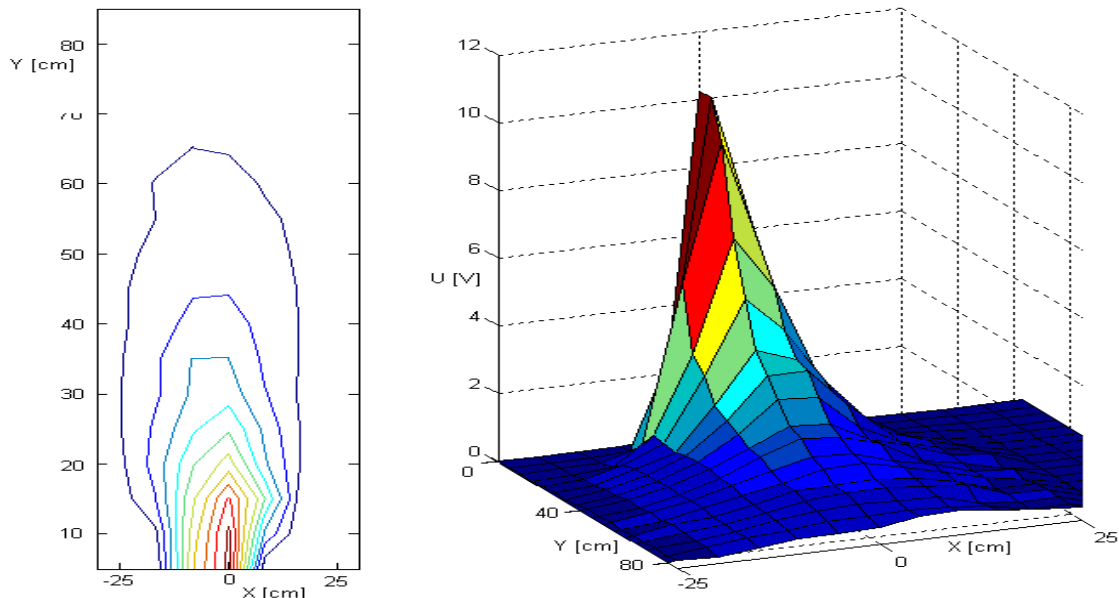
Graf 2



Graf 2: Měření polarizace při horizontálním nastavení sondy

Rozložení intenzity elektromagnetického pole

V okolí zdroje vzniká elektromagnetické záření, které má různou intenzitu v závislosti na vzdálenosti od zdroje. Jednotlivé hodnoty napětí na sondě (měří elektrické pole) jsme měřili na čtvercové síti 11×17 a po té zobrazili v MATLABu.



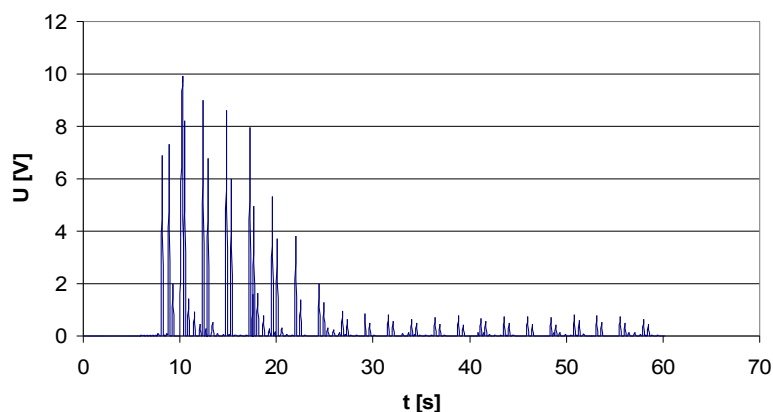
Graf 3: Rozložení intenzity el pole před Gunnovým oscilátorem

Komunikace mobilního telefonu a jeho vyzařování do okolí

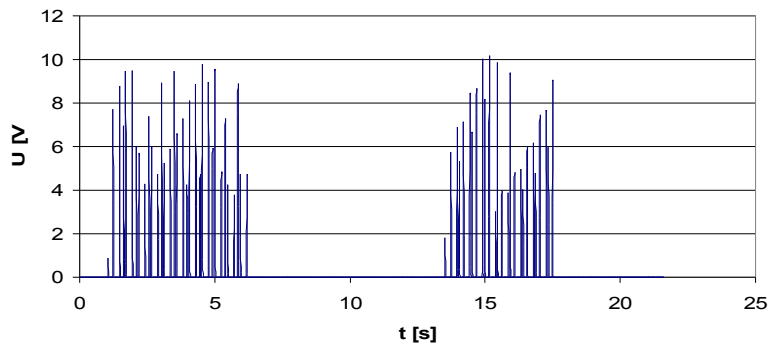
Vyzkoušeli jsme odezvu sondy elektrického pole na mobilní telefon. Telefon jsme přiložili do vzdálenosti 1 cm od sondy zadní stěnou směrem k sondě a pomocí programu DataStudio jsme zaznamenali intenzitu elektrického pole okolo něj. Proměřili jsme odeslání i přijetí SMS, stejně jako reakci na odchozí a příchozí hovor. Naměřené intenzity jsou vykresleny v grafech pod textem. Stejná měření jsme provedli i s telefonem namířeným přední stranou k sondě, zde však měřená intenzita byla prakticky nulová.

Jak je vidět z grafu volání, intenzita při příchozím hovoru klesne zhruba po 15 s na zhruba 8 % z maximální hodnoty. Po zvednutí hovoru již k žádné změně nedochází, intenzita klesá na nulu v okamžiku ukončení hovoru.

Reakce sondy na prozvonění telefonu



Reakce sondy na odeslání sms a přijetí výpisu



Pokusy s mikrovlnnou troubou

Úkolem bylo změřit stojaté vlnění v mikrovlnné troubě. První měření jsme provedli s teplocitlivým faxovacím papírem. Postupem času se na papíře vytvořily tmavé kruhy. Byly ovšem velice nezřetelné. Proto jsme se rozhodli pokus zopakovat s bobtnajícím marschmallowny. Výsledky pokusu můžete pozorovat níže na fotce. Změřili jsme nejmenší vzdálenost mezi uzly na 6 cm. Jedná se tedy o polovinu vlnové délky stojaté vlny. Vlnová délka je tedy 12 cm. Podle vztahu $c = \lambda \cdot f$ vychází, že by mikrovlnka měla dodávat vlnění o frekvenci 2,5 GHz. Mikrovlnka ve skutečnosti září na frekvenci 2,4GHz, proto jsme dostali relativně dobrý odhad.



Obrázek 1: Demonstrace výskytu stojatých vln v mikrovlnce

4 Shrnutí

Mikrovlny mají stejnou podstatu jako světlo, je to elektromagnetické záření. V našem projektu jsme potvrdili, že Gunnův oscilátor (o výkonu 20 mW) vyzařuje lineárně polarizované mikrovlnné záření a také jsme proměřili jeho intenzitu před zářičem. Z tohoto měření jsme zjistili, že toto pole klesne na 10% původní hodnoty již po 70 cm a dále klesá.

Dále jsme měřili odezvu sondy na mobilní telefon a stojaté vlnění v mikrovlnné troubě. Potvrdili jsme, že mikrovlnné záření se hojně využívá v praxi.

Poděkování

Především bychom chtěli poděkovat pořadatelům Fyzikálního týdne a našemu supervizorovi Michalu Kazdovi.

Reference:

[1] doc. Ing. Ivan Stoll, CSc., Elektřina a magnetismus, Vydavatelství ČVUT Praha, 1998

[2] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrovlny>

[3] <http://fyzika.fj.cvut.cz>