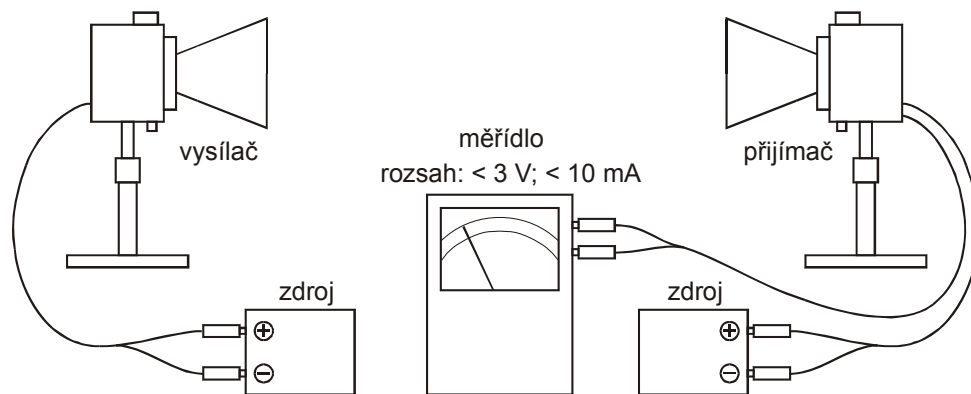


Demonstrace šíření zvukového a mikrovlnného vlnění

Vojtěch Stach,
katedra fyziky, Pedagogická fakulta JU

V tomto článku chceme přiblížit několik základních pokusů se soupravou pro pokusy s mikrovlnami a s nově upravenou soupravou pro šíření zvuku. Školní souprava pro pokusy s mikrovlnami [1], jak je přesně nazván návod k pokusům, je na řadě středních škol a často se s ní nedemonstruje i když pokusy jsou jednoduché a někdy i jediné s informací o mikrovlnách s kmitočtem kolem 10 GHz. Občas totiž zlobí vysílač, což je Gunnova dioda, která je součástí monokrystalu vhodného polovodiče (GaAs), který má tu vlastnost, že při překročení určité proudové hustoty protékajícího proudu vykazuje v oblasti vedení vysokých kmitočtů záporný odpor. Připojením záporného odporu do vhodného sériového rezonančního obvodu se tento obvod rozkmitá a lze z něj odvádět vysokofrekvenční energii. Ta je vysílána anténou trychtýřovitého typu ve tvaru rotačního kužele, připojeného na kruhový vlnovod. Přijímačem je detektor ve společném pouzdře se zesilovačem na kterém je přišroubována přijímací anténa, stejná jako u vysílače. Schéma zapojení soupravy je na obr. 1.



Obr. 1.

1. Pokusy se soupravou pro mikrovlny

1. Směrnost elektromagnetického záření

Trychtýřovité antény jsou natočeny proti sobě a současně černobilé pruhy nastaveny tak, aby výchylka připojeného měřidla byla co největší. Vysílané záření je polarizované. Při změně směru a nebo natočení kolem osy vysílací nebo přijímací antény se výchylka měřidla znatelně zmenší.

2. Stáčení polarizační roviny elektromagnetického vlnění mřížkou

Na měřidle nasměrováním antén nastavíme největší úroveň příjmu, tj. největší výchylku na měřidle. Nyní vložíme mezi přijímač a vysílač kovovou mřížku tak, aby její kovové pásy byly rovnoběžné se směrem polarizace elektromagnetických vln. Výchylka na měřidle se výrazně zmenší. Při vložení mřížky je intenzita elektrického pole rovnoběžná s tyčemi mřížky a vysílané vlnění indukuje v tyčích proud. Mřížka se pak chová jako odrazová deska a měřidlo neukáže výchylku.

Dále kovovou mřížku nyní otočíme o 90° . Výchylka na měřidle se zvětší. Intenzita elektrického pole je kolmá na tyče mřížky. Nyní se indukuje jen malý proud na šířku tyčí a elektromagnetické vlnění mřížkou proniká, což ukáže měřidlo zvětšenou výchylkou. Výchylka je jen o málo menší, než při maximálním příjmu bez mřížky vůbec.

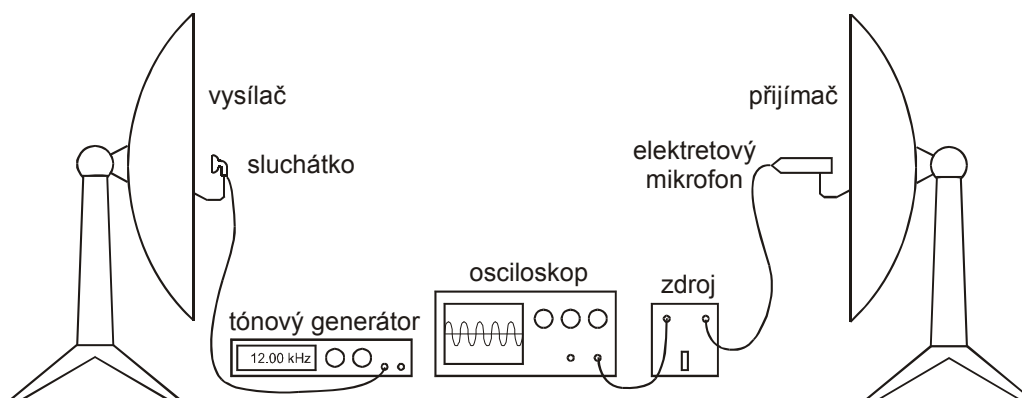
3. Odraz elektromagnetických vln na kovové desce

Antény přijímače a vysílače z původní souosé polohy vychýlíme tak, aby se osy ve vzdálenosti asi 1 metr protínaly pod úhlem $60^\circ - 120^\circ$. Do průsečíku os vložíme kovovou desku tak, aby kolmice k rovině desky půlila úhel os přijímače a vysílače. Při vychýlené poloze antén měřidlo neukazuje výchylku. Po přiložení desky v popsaném směru se výchylka obnoví. Tímto pokusem můžeme modelově demonstrovat odraz elektromagnetických vln na ionosféře.

V citované příručce [1] je ještě řada dalších pokusů, které zde dále nebudeme popisovat. Nám jde nyní především o srovnání elektromagnetických a zvukových vln, kde některé vlastnosti jsou podobné a jiné se diametrálně liší.

II. Pokusy se soupravou pro šíření zvuku

Na katedře fyziky Pedagogické fakulty JU nás předchází souprava pro pokusy s mikrovlnami a návštěva technického muzea v Mnichově inspirovala k sestavení několika pokusů se zvukovými vlnami. K tomu jsme využili směrových kulových antén, historického charakteru, z předchozích demonstrací na katedře fyziky s decimetrovými vlnami. Do „ohniska“ vysílače jsme umístili sluchátko z walkmanu a do „ohniska“ přijímače elektretový mikrofon. Signál z mikrofonu po zesílení přivádíme na osciloskop, obr. 2.



Obr. 2.

1. Demonstrace hranice slyšitelnosti zvuku

Vysílací anténu nastavíme směrem k posluchačům a tónovým generátorem měníme frekvenci vysílaného zvuku. Horní hranici zvuku udávanou v literatuře tj. 20 kHz nikdo většinou již neslyší. Úměrně věku je horní hranice slyšitelnosti 12 – 15 kHz.

2. Směrnost šíření zvuku

Vysílač a přijímač nastavíme souose a jejich polohu ve vodorovném směru a i příslušnou frekvenci, asi 12 kHz, nastavíme tak, aby zaznamenané vlnění na obrazovce osciloskopu mělo maximální výchylku. Pak vysílač nebo přijímač vychýlíme ze souosého postavení a amplituda vlnění na osciloskopu se výrazně zmenší.

3. Odraz zvukového vlnění

Vychýlené antény z předchozího uspořádání II b) nyní ponecháme a kolmo na osu úhlu, podobně jako v pokusu I 3., postavíme dřevěnou desku (asi 60 x 80 cm) a zjistíme, že amplituda vlnění na osciloskopu se opět zvětšila. Nastal odraz zvukových vln na překážce.

Za zvuk považujeme podélné mechanické vlnění vzduchu v rozsahu vnímaném sluchovým orgánem [2]. Zvukové vlnění není příčné a tedy ani polarizované [3]. Nemůžeme proto se soupravou provádět pokusy stejné jako se soupravou pro mikrovlny, tj. pokusy I 2.

S oběma soupravami lze provádět ještě pokusy se stojatými vlnami. Pro mikrovlnnou soupravu jsou popsány v [1]. Se soupravou pro zvukové vlny nastavíme kmitočet generátoru asi na 2,5 kHz a přibližováním vysílací nebo přijímací antény ve směru jejich osy zaznamenejme na osciloskopu střídavé zvětšení a zmenšení amplitudy.

Literatura

- [1] Vodička, I. A kol.: Školní souprava pro pokusy s mikrovlnami, Komenium, n. p. Praha, 1985
- [2] Slavík, J.: Základy fyziky I, ČSAV Praha, 1961
- [3] Borucki, H.: Einführung in die Akustik, Wissenschaftsverlag Zürich, 1989