



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Měřicí technika

(KKS/MT)

na téma

**Podklady k principu měření a detekce
záření (radiové vlny, neviditelné záření)**

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

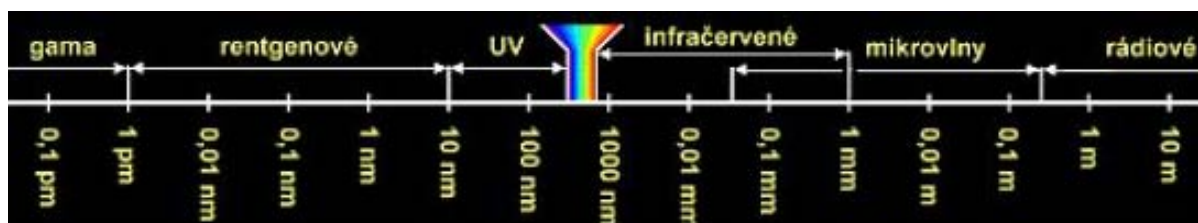
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podklady k principu měření a detekce záření (radiové vlny, neviditelné záření)

Záření

Záření nemusí být jen viditelné (lidským okem) nebo pro člověka neviditelné, je to veškeré záření, které se vyskytuje v přirozeném prostředí nebo člověkem uměle vytvořené.

Spektrum možných druhů záření je uvedeno na obr 1, kde jsou zaneseny nejnámější druhy od radiových vln po gama záření včetně jejich vlnových délek.



Obr. 1 Základní druhy záření včetně vlnových délek [8]

Detektory záření vlastně zpracovávají dopadající energii, která byla vyzářena zdrojem o dané vlnové délce. Po absorpci této energie dochází v detekčním zařízení k převodu na další fyzikální veličinu, např. uvolnění elektronů u fotoelektrických detektorů, apod.

V základních vlnových délkách lze rozdělit detektory (snímací zařízení) pro oblasti měření radiových a mikrovlnné záření, světelného záření, ionizujícího záření.

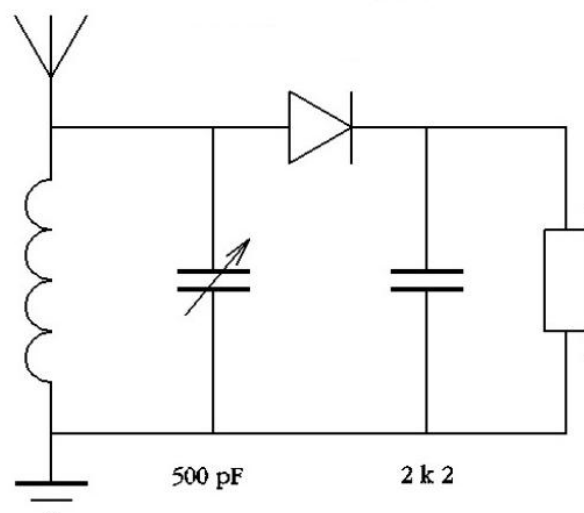
Radiové a mikrovlnné záření

Pro oblast radiových a mikrovlnných záření jsou tyto signály vyzářované zdrojem signálu do okolního prostoru na kmitočtech od 10 kHz do 1000 MHz měřeny (detekovány) pomocí různých druhů měřicích antén. Tato signály se měří přístrojem pro měření (měřicím přijímačem) doplněným o vhodnou měřicí anténu. Základní přehled je uveden na Obr. 1.1

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Druh antény	Rozsah kmitočtů
rámová (smyčková) anténa	9 kHz - 30 MHz
prutová anténa (monopól)	9 kHz - 30 MHz
symetrické (laděné) dipóly	30 MHz - 1000 MHz
Bikónická anténa	20 MHz - 300 MHz
logaritmicko-periodická anténa	200 MHz - 3000 MHz
kónicko-logaritmická anténa	200 MHz - 3000 MHz
složená širokopásmová anténa	30 MHz - 2000 MHz
trychtýřové antény	1 GHz - 40 GHz

Obr. 1.1 Základní přehled měřicích antén



cívka 80z drátu CuS 0,3 - 0,8 mm
na \varnothing 40 mm

sluchátka
2000 - 4000 Ω

Obr. 1.2 Základní elektrické schéma detekce radiového signálu v pásmu dlouhých vln

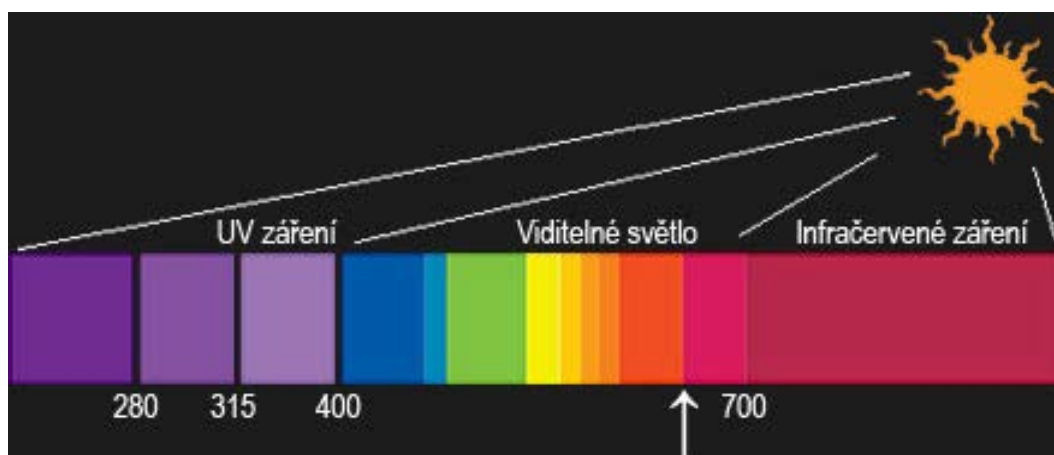
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Světelné (optické) záření

Základní rozdělení detektorů pro optické záření lze rozdělit tří základních skupin a to podle funkčního principu:

1. Tepelné detektory využívají převodu energie optického záření na energii tepelnou. Detekují tedy zvýšení teploty některé svojí části (čidla). Tepelné detektory jsou pro oblasti vlnových délek optického záření 0,2 - 50 mikrometrů. Nejpoužívanějšími tepelnými detektory bývají termistory, termočlánky a pyrometry. Nejčastěji se používají pro detekci tepelného (infračerveného) záření.
2. Fotoelektrické detektory využívají převodu energie optického záření na energii elektrickou. Jsou založeny na vnitřním nebo vnějším fotoelektrickém jevu. Nejčastěji se používají fotodiody. Dalšími fotoelektrickými detektory jsou fototranzistor, fotoodpor, fotoelektrické články a fotoelektrické kamery.
3. Fotochemické detektory využívají fotografické materiály pro detekci záření. Energie optického záření se zde spotřebuje pro iniciaci chemické reakce. Měrou absorbované energie je hustota vyvolaného fotografického snímku.

Jako detektor optického záření (viditelné spektrum světla) slouží lidské oko. Je to vlastně nejstarším a celkem velmi citlivý detektore optického záření, který je „nastaven“ v oblasti vlnových délek 400 až 800 nm (někteří autoři uvádějí hodnoty 400 až 700 nm). Nejcitlivější je lidské oko pro vlnovou délku 555 nm a je schopno detekovat světelný tok již při několika desítkách fotonů za jednu sekundu.



Obr. 1.3 Barevné spektrum viditelného záření s uvedením vlnových délek



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ionizující záření

Ionizující záření, má na člověka a ostatní živé organismy negativní účinky a to jak ve formě dlouhodobého slabého působení, tak i krátkodobého intenzivního ozáření. Působí-li jakékoli ionizující záření na biologický materiál, dochází u něho k absorpci ionizujících částic a následnému poškozování „degradaci“.

Druhy ionizujícího záření se rozdělují na:

Záření alfa – tvořeno proudem jader helia, je vysoce ionizující, ale má malou pronikavost (je pohlčeno listem papíru nebo 40 cm vzduchu)

Záření beta - je tvořeno tokem elektronů nebo pozitronů s velkou rychlostí (je pohlčeno tenkým Al plechem nebo 2,5 m vzduchu)

Záření gama - je elektromagnetické záření s vlnovými délkami kratšími než 300 pm - jedná se o záření s nejvyšší frekvencí. Jeho ionizační účinky jsou poměrně nízké, ale má velmi vysokou pronikavost (nelze zcela pohlčit, jen oslabit silnou vrstvou materiálu s těžkými prvky – Pb, ...)

Neutronové záření - je tok částic bez náboje, které sice ionizaci nezpůsobují, ale porušují stabilitu atomu, čímž mohou vyvolat radioaktivitu u látek neradioaktivních. Má 5x až 10x větší účinek než záření gama.

Rentgenové záření - má podobnou povahu jako záření gama, má však větší vlnovou délku (10 nm - 1 pm).

Kosmické záření - má částicovou i elektromagnetickou složku.

Veličiny spojené ionizujícím zářením:

Aktivita – charakterizuje množství radioaktivní látky. Aktivita je počet radioaktivních přeměn v látce vztažený na jednotku času. Jednotka je Becquerel [s⁻¹].

Dávka - absorbovaná dávka je energie absorbovaná v jednotce hmotnosti ozařované látky v učitým místě. Jednotkou absorbované dávky je gray [J.kg⁻¹] (dříve se používala jednotka rad)

Ekvivalentní dávka – stanovuje se ze vztahu $H = D \cdot Q \cdot N$, kde D je absorbovaná dávka, Q je jakostní faktor záření (alfa-20, beta a gama-1 apod.) a N je součin ostatních modifikujících parametrů. Současnou jednotkou je sievert. Dřívější jednotkou (dávkový ekvivalent) byl 1 rem. Platí vztah 1 Sv = 100 rem. Ekvivalentní dávky lze použít pro vyjádření radiační zátěže jen v oblasti radiačních limitů a nižších dávek. Nelze je použít pro stanovení účinků při velkých dávkách radiace.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZDROJE		Dávka ($\mu\text{Sv/r}$)
PŘÍRODNÍ ZDROJE		
Prostředí	Kosmické záření	280
	Záření zemské kůry	260
Vnitřní radioisotopy v těle		260
UMĚLÉ ZDROJE		
Prostředí	Technolog. zvýšení (uhlí atd.)	40
	Spad z jaderných výbuchů	40
	Jaderné elektrárny	3
Lékařství	Diagnostika	780
	Radioizotopy	140
Profesionální expozice		10
Spotřební zboží a další		50

Obr. 1.4 Základní přehled zdrojů ionizovaného záření

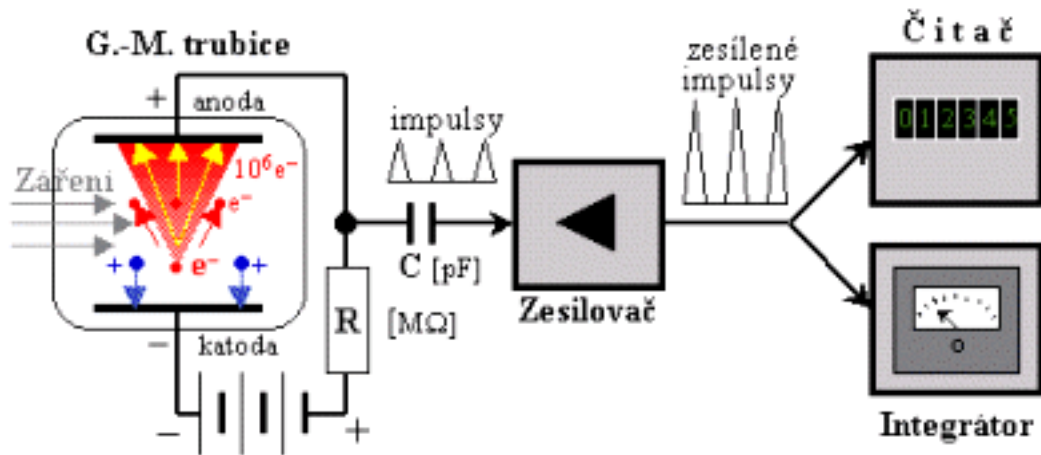
Detektory ionizujícího záření

Detektor ionizujícího záření je takové technické zařízení, které je schopno měřit vlastnosti ionizujícího záření. Měření ionizujícího záření (které je lidským okem neviditelné) probíhá za pomoci příslušných fyzikálních metod a vhodné přístrojové techniky. Přístroje pro měření pak umožňují zkoumat vlastnosti tohoto a poskytují kvantitativní informace o intenzitě, energii, prostorové distribuci a příp. dalších vlastnostech záření.

Geiger – Müllerův čítač

Nejnámějším přístrojem je tzv. Geiger-Müllerův čítač (viz. obr. 1.5), jehož základem je tzv. G-M trubice. Celkové uspořádání principu přístroje pro měření ionizujícího záření na principu G-M čítače je uveden na obr. 1.6.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.5 Základní schématické znázornění G-M čítače [9]



Obr. 1.6 – Digitální přístroj pro měření radioaktivity (ionizujícího záření)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dozimetr

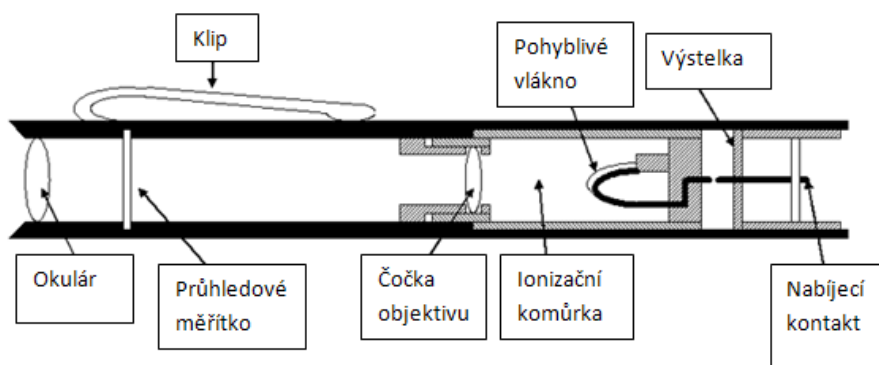
Dozimetry jsou přístroje sloužící k měření hodnoty ozáření.

Druhy:

- Filmový
- Prstový (termoluminiscenční)
- Kapesní dozimetr (s křemenným vláknem)

Kapesní dozimetr s křemenným vláknem

Je-li výstup pera připojen na stejnosměrné napětí (150-200 V) dojde k tzv. nabití, tenké pozlacené křemenné vlákno je coulombovými silami odpuzováno od elektrody. Průchodem ionizujícího záření vzduchem ionizační komory dojde k uvolnění iontů ze vzduchu v ní obsažen a tím ke zmenšení náboje na elektrodě a dojde ke zmenšení sil působících na křemenné vlákno, které se postupně přibližuje k elektrodě. Pero má okulár a stupnici, na kterou je promítán obraz křemenného vlákna.



Obr. 1.7 – Princip dozimetrického měření radioaktivity (ionizujícího záření)



Obr. 1.8 – Stupnice dozimetrického měření radioaktivity v jednotkách Rentgen.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [2] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [3] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [4] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [5] JENČÍK, J., Volf, J. a kol.: *Technická měření*. ČVUT v Praze, Praha 2000, ISBN 80-01-02138-6
- [6] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [7] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [8] Vlnění, <http://fyzweb.cz/>
- [9] Záření, <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/16/161.html>
- [10] Detekce záření, http://cs.wikipedia.org/wiki/Detektor_ionizuj