

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



## 6 Hledače radioaktivity

Nejprve pro upřesnění pojmů: radioaktivita nemá nic společného s radio-technikou z předchozí kapitoly. Přirozená radioaktivita, tedy vyzařování pa-prsků a částic byla pojmenována podle prvku radium (Ra, atomové číslo 88), u kterého byla nejprve objevena.

Existuje však přece jen jedna souvislost. Radiotechnika je založena na elektromagnetických vlnách a jeden z druhů radioaktivního záření (gama) je elektromagnetickým zářením – proto jsou i hledače radioaktivity HR pojaty do spektra elektromagnetických vln na *obr. 6*.

U přirozeného (přírodního) radioaktivního záření existují tři druhy částic, vysílaných rozpadajícím se jádrem atomu: alfa, beta a gama. Záření alfa jsou atomy helia (dva protony a dva neutrony), záření beta jsou elektrony a záření gama jsou fotony, tedy velmi energetická kvanta elektromagnetického záření.

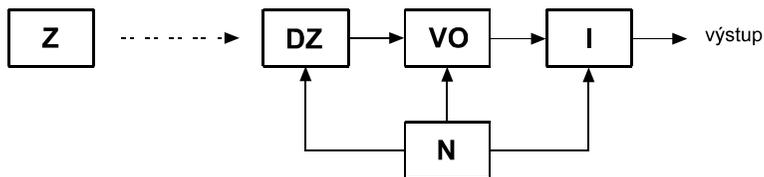
Radioaktivita je přirozený nebo uměle navozený (ostřelováním jádra různými částicemi) samovolný rozpad atomového jádra doprovázený vysláním radioaktivního záření.

Hledače radioaktivity jsou elektronické přístroje, jimiž je možno vyhledávat radioaktivní materiály (a případně i měřit intenzitu jejich radioaktivity). Na *obr. 50* je obecné blokové schéma páru zdroj radioaktivního záření Z a elektronický hledač radioaktivity HR, odpovídající všeobecnému blokovému schématu na *obr. 2* (aktivní hledané, pasivní hledač).



*Obr. 50* Blokové schéma hledání radioaktivity: Z – zdroj radioaktivního záření, HR – hledač radioaktivity

Existuje velké množství elektronických hledačů radioaktivity, nazývaných často měřiče radioaktivity, radiometry, dozimetry apod. Rozdělit je lze zejména podle druhu záření a účelu použití. Rozšířené blokové schéma hledače radioaktivity je na *obr. 51*. Radioaktivní zdroj Z vysílá záření nebo částice, zachycované čidlem (srovnej s *obr. 7*), které elektricky registruje radioaktivní záření. Tímto čidlem je detektor záření DZ, který přeměňuje energii částic v elektrický signál, zpracováváný elektronickými vyhodnocovacími obvody VO a indikovaný indikátorem I. K napájení hledače slouží zdroj napájení N.



Obr. 51 Rozšířené blokové schéma hledání radioaktivity: Z – zdroj radioaktivního záření, DZ – detektor záření, VO – vyhodnocovací obvody, I – indikátor, N – napájecí zdroj

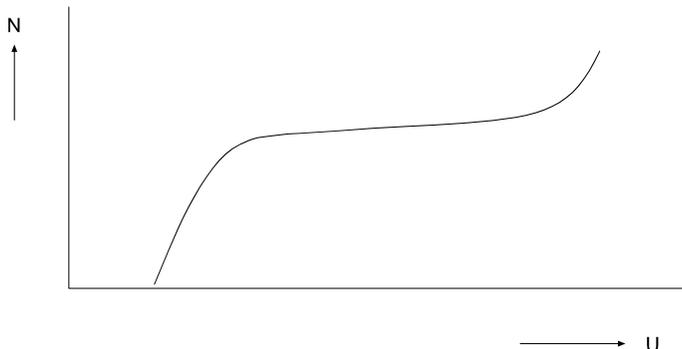
Detektory záření mohou být elektroskopy, ionizační komory, polovodičové přechody a jiná čidla, zakládající se převážně na ionizačním potenciálu radioaktivního záření nebo využívající jeho jiné fyzikální vlastnosti. Příkladem je ionizační integrační komora, krystalový detektor, teleskop kosmického záření apod. Jedním z nejznámějších čidel je dvouelektrodová elektronka, nazývaná podle vynálezců Geiger-Müllerova trubice (GMT).

## 6.1 Detektor Geiger-Müllerův

Počítáč Geiger-Müllerův (GMT – Geiger-Müller Tube) je detektor ionizujícího záření, patřící mezi ionizační komory. Je to vlastně výbojka se studenou katodou, v níž působením ionizujícího záření vznikají výboje, jejichž režim na působícím záření nezávisí (tzv. Geigerova oblast).

Počátek Geigerovy oblasti je určen napětím, při němž registrační obvod zaznamená první impulzy. Shora je oblast omezena nadměrným zvýšením četnosti samovolných výbojů (tj. výbojů vznikajících bez působení záření) a přechodem do stabilního výboje. Závislost četnosti impulzů  $N$  na napětí detektoru  $U$  při konstantním záření je na obr. 52. Na charakteristice je zřejmá plošina (sedlo, plató) na kterou se umísťuje pracovní bod.

Konstrukčně mívá Geiger-Müllerův počítáč válcovitý tvar a skládá se ze soustavy dvou soustředných elektrod: válcové kovové katody se záporným napětím a tenkého drátu (anody) s kladným napětím. Baňka je plněna plynem, jehož druh i tlak závisí na účelu použití a na druhu detekovaného záření. Částice nebo kvantum ionizujícího záření vyvolá v plynové náplni lavinovitou ionizaci, která zanikne buď tím, že napětí mezi elektrodami klesne pod hodnotu zápalného napětí nebo působením zvláštní plynové náplně, složené z halogenových par, která má tzv. samozhášecí vlastnosti.



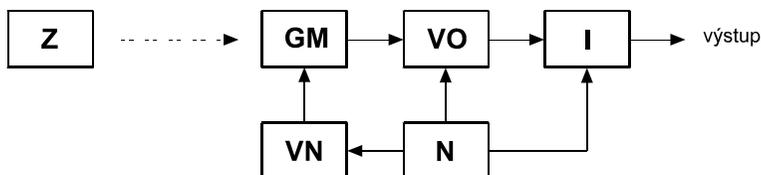
Obr. 52 Závislost četnosti impulzů  $N$  na napětí  $U$  u Geiger-Müllerova počítače

Občas používaný název počítač je odvozen z toho, že každá částice nebo kvantum záření se na výstupních svorkách Geiger-Müllerova detektoru projevuje jako elektrický impulz, takže Geiger-Müllerův počítač vlastně převádí počet částic nebo kvant záření na odpovídající počet impulzů.

## 6.2 Hledač radioaktivity s GMT

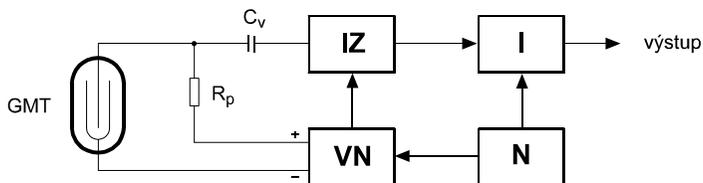
Pro provoz Geiger-Müllerova detektoru záření je zapotřebí vysokého napětí řádu několika set voltů (jedná se o výbojku), vyráběného zpravidla zdrojem vysokého napětí.

Na obr. 53 je blokové schéma elektronického hledače radioaktivity s Geiger-Müllerovým počítačem GM, jehož výstupní signál je zpracováván ve vyhodnocovacích obvodech VO a indikován indikátorem I. K napájení elektronických obvodů hledače slouží napájení N, k výrobě potřebného vysokého napětí pro GMT je určen zdroj vysokého napětí VN.



Obr. 53 Blokové schéma hledání radioaktivity s GMT: Z – zdroj radioaktivního záření, GM – Geiger-Müllerův počítač, VO – vyhodnocovací obvody, I – indikátor, VN – zdroj vysokého napětí, N – napájecí zdroj

Rozšířené blokové zapojení jednoduchého hledače radioaktivity je na obr. 54. V obvodu Geiger-Müllerova detektoru záření GMT je zapojen pracovní odpor  $R_p$ , na němž při výboji vznikající napěťové impulzy, odebrané vazebním kondenzátorem  $C_v$  a zesílené impulzním zesilovačem IZ jsou přiváděny do indikačního nebo registračního obvodu I.



Obr. 54 Rozšířené blokové zapojení jednoduchého hledače radioaktivity: GMT – Geiger-Müllerova trubice,  $R_p$  – pracovní odpor,  $C_v$  – vazební kondenzátor, IZ – impulzní zesilovač, I – indikátor, VN – zdroj vysokého napětí, N – napájecí zdroj

## 7 Hledače poruch

Pod elektronické hledače poruch lze zařadit velké množství hledačů poruch, chyb a defektů jak elektrických vedení a kabelů, tak i elektrických a elektronických obvodů a jejich částí či součástek. V literatuře jsou jen málokdy nazývány hledači a skrývají se pod pojmy jako měřiče, zkoušeče, sondy, indikátory, sledovače signálů, defektoskopy apod.

Elektronickými hledači poruch se zpravidla hledá chyba přenosu (energie nebo signálu) na vedení nebo v elektronických (radioelektronických) obvodech a zařízeních.

Hledače chyb v elektronických obvodech lze rozdělit podle druhu obvodů na analogové (se spojitými signály) a digitální, číslicové (s nespojitými, zpravidla binárními signály nebo dvouúrovňovými stavy obvodů). Analogové hledače jsou často nazývány sledovače signálů, číslicové hledače jsou známy pod pojmem logické sondy.

Zvláštní oddíl elektronických hledačů tvoří hledače elektrických vedení a kabelů nebo jejich chyb a poruch (přerušeni, zkrat atd.).

### 7.1 Hledače kabelů

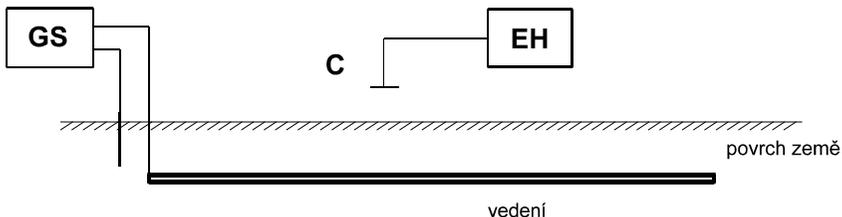
U kabelů a vedení je nutno rozlišit vlastní hledání kabelů či vedení a hledání poruch kabelů. Zejména při provádění stavebních prací je nutnost znát průběh různých kovových potrubí (voda, plyn) a kabelů či vedení (silové, sdělovací aj.), aby se zabránilo jejich poškození. V případě poruchy kabelu je nutno určit nejen průběh vedení v zemi, nýbrž pokud možno přesně místo poruchy za účelem vykopání ve vadném místě a opravy.

Ke zjištění neznámých průběhů kovových vedení uložených v zemi (nebo ve zdi) lze použít obvyklých přístrojů indikujících přítomnost kovových objektů (hledače kovových předmětů – viz kap. 4), využívajících buď vířivých proudů vznikajících v kovovém předmětu působením proměnného magnetického pole, nebo změnu indukčnosti cívky přítomností kovového předmětu v jejím magnetickém poli. V tomto případě je hledané pasivní, hledač může být pasivní nebo aktivní (viz *obr. 1 a 3*).

Zcela jiným způsobem je vyhledávání kabelů nebo vedení hledači, indikujícími přítomnost elektromagnetického pole, které se vytváří kolem vedení, jímž protéká elektrický proud. Hledané je pak aktivní, hledač může být pasivní nebo rovněž aktivní (viz *obr. 2 a 4*).

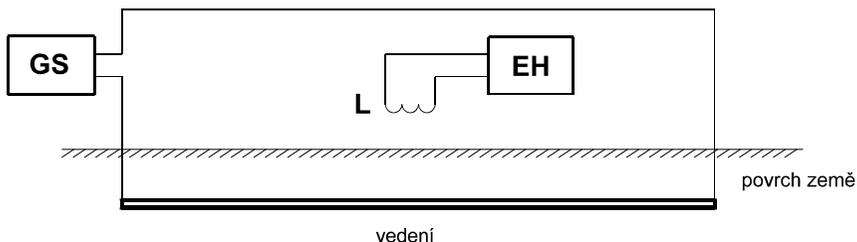
Jestliže se induktivně snímá magnetická složka pole, je čidlem zpravidla cívka, při kapacitním snímání elektrické složky pole je čidlem přístroje anténa (kapacitní sonda).

Pokud vedení samo není aktivní (není pod proudem) a je přístupný alespoň jeden konec vedení, je možno hledané aktivovat připojením generátoru signálu GS, jak je schematicky znázorněno na obr. 55. Elektronický hledač EH snímá elektrické pole kapacitní sondou C.



Obr. 55 Kapacitní vyhledávání vedení v zemi: GS – generátor signálu, C – kapacitní sonda, EH – elektronický hledač

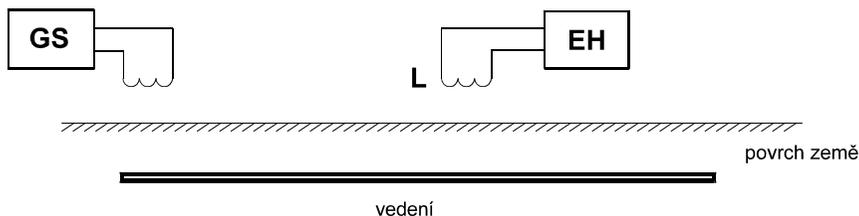
Jsou-li přístupné oba konce vedení (kabelu nebo vodivého potrubí), lze připojit generátor signálu GS podle obr. 56 a elektronický hledač EH snímá magnetické pole snímací cívkou L.



Obr. 56 Induktivní vyhledávání vedení v zemi: GS – generátor signálu, L – indukční sonda, EH – elektronický hledač

Není-li vedení vůbec galvanicky přístupné, je možné indukční navázání generátoru podle obr. 57. Signál má zpravidla vyšší kmitočet (např. 30 kHz).

Pro vyhledávání kabelů, vedení a potrubí mohou být využívány i další fyzikální jevy (odraz elektrického signálu, radioaktivita aj.).



Obr. 57 Indukční navázání generátoru při induktivním hledání vedení v zemi: GS – generátor signálu, L – induktivní sonda, EH – elektronický hledač

Pro hledání vedení ve zdi lze použít jak hledačů kovových předmětů, tak i hledačů (indikátorů) magnetického pole při zatíženém vedení (protéká proud a kolem vodiče je magnetické pole) nebo hledačů (indikátorů) elektrického pole při nezatíženém vedení, pokud ovšem není stíněno (viz indikátory pole v kap. 7.4.2).

## 7.2 Hledače poruch vedení

Někdy je vedení nebo kabel porušen a často spolu s jeho hledáním se hledá i tato porucha. Může to být přerušeni nebo svod či zkrat (mezi jednotlivými vodiči nebo mezi vodičem a stínícím pláštěm). Přesné nalezení (lokalizace) chyby je důležitá pro opravu, zejména je-li kabel v zemi a je nutno na příslušném místě kopat.

### 7.2.1 Hledače přerušeni

Při hledání přerušeni kabelu nebo vedení se připojí generátor signálu podle obr. 55 a kapacitní sonda se pohybuje podél kabelu tak dlouho, dokud dává signál. Tam, kde signál zaniká, je místo přerušeni.

Jinou metodou je měření kapacity mezi dvěma vodiči nebo vodičem a pláštěm (používá se zejména u koaxiálních kabelů). Ze známé kapacity neporušeného vedení lze vypočítat vzdálenost přerušeni od místa měření. Vylepšením této metody je měření kapacity přerušeni kabelu z obou stran, přičemž poměr kapacit dává přímo poměr délek od míst měření k místu přerušeni.

Přerušeni žil vícežilového kabelu nebo jejich svod či zkrat lze zjišťovat různými přípravky, které slouží k rychlému přezkoušení kabelů a hledání případných chyb. Indikace bývá vícenásobná, odpovídající počtu žil v kabelu.