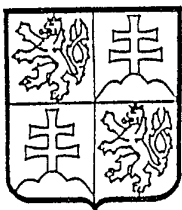


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu :

277187

(21) Číslo přihlášky : 6569-88

(22) Přihlášeno : 03.10.88

(30) Prioritní data :

(13) Druh dokumentu : B6

(51) Int. Cl.⁵ :

G 01 T 1/185

G 01 J 1/42

G 01 N 23/207

(40) Zveřejněno : 19.02.92

(47) Uděleno : 26.10.92

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku : 16.12.92

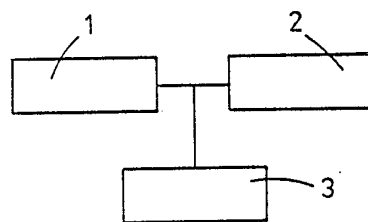
(73) Majitel patentu : ČVUT, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Praha, CS

(72) Původce vynálezu : Sabol Jozef doc. ing. CSc., Praha, CS

(54) Název vynálezu : Zařízení pro kompenzaci počítačových ztrát detekčních systémů

(57) Anotace :

Zařízení pro kompenzaci počítačích ztrát detekčních systémů, kde na výstup detekčního systému /1/ je připojen jednak vstup čítače /2/ impulsů a jednak vstup měřiče /3/ časových intervalů. Výstupní impulsy detekčního systému jsou během měření počítány a zároveň se měří intervaly mezi dvěma po sobě následujícími impulsy, z nichž se vybere nejkratší časový impuls a jeho délka se považuje za aproximační hodnotu uplatňující se mrtvé doby a pomocí ní se provede oprava na počítačích ztráty.



Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro kompenzaci počítačích ztrát vyvolaných mrtvou dobou detekčního systému, které řeší problém detekce a měření ionizujícího záření.

Dosavadní stav techniky

Je známo, že všechny impulsní detektory ionizujícího záření jsou charakterizovány určitou mrtvou dobou, tj. časovým intervalem následujícím po každé zaznamenané částici, během něhož detektor není schopen zaregistrovat další částice. Tento typ mrtvé doby, nazývané také nekumulativní mrtvou dobou, je příznačný zejména pro Geiger-Müllerovy počítače. V praxi se mohou ojediněle vyskytovat i případy mrtvé doby, jež se vyznačují kumulativním charakterem mrtvé doby. V tomto případě, každý vstupní podnět, který by za normálních okolností byl zaregistrován, způsobí vždy opětovné prodloužení intervalu necitlivosti odpovídající příslušné kumulativní mrtvé době. Popisovaný způsob kompenzace počítačích ztrát lze obecně aplikovat pouze pro případ nekumulativní mrtvé doby, avšak pokud se jedná o malé počítačích ztráty, je možné tento způsob použít i pro systémy, vyznačující se kumulativní mrtvou dobou.

Pokud jde o faktory, na nichž mrtvá doba detekčního systému závisí, je třeba mít na paměti, že kromě vlastního detektoru je velikost mrtvé doby detekčního systému do určité míry ovlivněna také parametry některých jeho částí a také tak měřenou četností. Je zřejmé, že napájecí napětí detektoru, zesílení zesilovače a nastavení diskriminační úrovně amplitudového selektoru bude mít vliv na mrtvou dobu příslušného detekčního systému. Jak ukazují výsledky četných měření, mrtvá doba se také mění se změnou četnosti detekovaných částic.

Při vyšších četnostech impulsů dochází u detekčních systémů vyznačujících se mrtvou dobou vždy k určitým ztrátám v počítání. Tyto ztráty jsou dány rozdílem mezi skutečnou četností impulsů n a měřenou četností impulsů m , přičemž platí

$$n - m = n \cdot m \cdot \tau,$$

kde τ je nekumulativní mrtvá doba uvažovaného systému.

Počítací ztráty se často vyjadřují v %, tj.

$$\delta_n = \frac{n - m}{n} \cdot 100 \% = \frac{n \cdot \tau}{1 + n \cdot \tau} \cdot 100 \%,$$

kde vzájemná souvislost mezi n a m je dána známým vztahem

$$n = \frac{m}{1 - m \cdot \tau},$$

pomocí něhož lze naměřenou četnost převést na skutečnou četnost, za předpokladu, že známe mrtvou dobu τ . Obdobným způsobem lze

napsat korekční vztah mezi celkovým počtem impulsů M , naměřeným v časovém intervalu T a skutečným počtem impulsů N , odpovídajícímu stejnému časovému intervalu

$$N = \frac{M \cdot T}{T - M \cdot \tau}$$

Korekce na počítací ztráty lze provést v zásadě dvojím způsobem:

První spočívá v tom, že na základě naměřených hodnot m , respektive M stanovíme pomocí výše uvedených vztahů hodnotu skutečné četnosti n nebo skutečný počet impulsů N .

Druhá možnost získání informace o skutečném počtu impulsů je založena na použití speciálních elektronických obvodů, které měřenou četnost m převádějí bezprostředně na skutečnou četnost n . Tyto obvody mohou pracovat jako analogové a jsou potom součástí analogových měřičů četnosti nebo jako číslicové. V takovém případě na vstup číslicového korekčního obvodu je přiváděna měřená četnost m , zatímco z jeho výstupu je možné odebírat sled impulsů reprezentujících skutečnou četnost n .

Oba popisované způsoby zavádění korekce na mrtvou dobu předpokládají, že známe skutečnou mrtvou dobu daného detekčního systému. Existuje několik metod stanovení mrtvé doby, které se běžně v praxi používají. Jedná se zejména o následující metody:

Metoda dvou radioaktivních zářičů - mrtvá doba se určí na základě výsledku měření každého z těchto zářičů zvlášť a měření obou zářičů dohromady. Přitom aktivita jednotlivých zářičů se volí přibližně stejná a vybírá tak, aby se při měření s jedním takovým zářičem vliv mrtvé doby prakticky neuplatnil, zatímco v odezvě na oba zářiče měřené současně by se ztráty v důsledku mrtvé doby projevíly již znatelně. Určitou nevýhodou této metody stanovení mrtvé doby je poměrně malá přesnost způsobená jednak tím, že při současném měření obou zářičů se může nedefinovatelným způsobem uplatnit rozptyl záření a jednak také tím, že výsledek měření se získává ze vztahu, který obsahuje rozdíl dvou přibližně stejných hodnot veličin vykazujících statistické fluktuace.

Mrtvou dobu detekčního systému lze stanovit také měřením pomocí jednoho radioaktivního zářiče s krátkým poločasem přeměny. Tento způsob měření mrtvé doby vychází ze známého - exponenciálního - průběhu časové závislosti skutečné četnosti impulsů. Vlastní měření se postupně provádí v několika časových intervalech. Je zřejmé, že na začátku, kdy je měřená četnost ještě značně vysoká, bude vliv mrtvé doby na počítací ztráty markantní, zatímco později se již v podstatě neuplatní. Vhodným grafickým znázorněním naměřených dat a jejich interpolací lze potom určit hledanou mrtvou dobu. Kromě náročného a poměrně komplikovaného měření, nevýhodou tohoto způsobu stanovení mrtvé doby je také potřeba použití radionuklidu s velmi krátkým poločasem přeměny. Vzhledem k tomu, že zářič takových vlastností není běžně na pracovištích k dispozici, protože jeho příprava vyžaduje přístup k poměrně silným neutronovým zdrojům, použití této metody je

značně omezeno.

Ke stanovení mrtvé doby je možno využít také některých zákonitostí spojených se závislostí statistických fluktuací impulsů opakovaně měřených ve velkém počtu stejných časových intervalů. Taková metoda je však značně zdlouhavá a komplikovaná, a to jak samotným měřením, tak i co se týká vyhodnocení výsledků, čímž trpí její operativnost.

Za společnou nevýhodu popisovaných zařízení a způsobů stanovení mrtvé doby detekčních systémů lze jednoznačně považovat skutečnost, že hodnota mrtvé doby získaná těmito způsoby, tj. na základě zvláštních měření, jež obvykle předcházejí vlastnímu měření, může sice dobře odpovídat podmínkám, za nichž byla stanovena, ale stejně dobře tato její hodnota se může obecně lišit od hodnoty odpovídající skutečným podmínkám měření nebo experimentu. Je tomu tak zejména proto, že mrtvá doba závisí určitým způsobem nejenom na parametrech detekčního systému, ale také na hodnotách měřené četnosti.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky a problémy spojené s dosud používanými zařízeními a způsoby kompenzace počítačích ztrát na základě stanovení mrtvé doby a následné korekce eliminující vliv mrtvé doby na měřený počet impulsů, jsou odstraněny zařízením podle vynálezu, jehož podstatou je to, že výstup detekčního systému je připojen jednak na vstup čítače impulsů a jednak na měřič časových intervalů. Měřič časových intervalů lze vytvořit z bistabilního klopného obvodu, zapojeného jako dělič kmitočtu, jehož jeden výstup je spojen s jedním vstupem prvního logického hradla AND a zároveň s prvním vstupem číslicového komparátoru a jehož druhý výstup je spojen s jedním vstupem druhého logického hradla AND a zároveň s druhým vstupem číslicového komparátoru. Druhý vstup prvního logického hradla AND a druhý vstup druhého logického hradla AND jsou připojeny na výstup vysokofrekvenčního generátoru impulsů. Výstup prvního logického hradla AND je spojen se vstupem prvního čítače impulsů a výstup druhého logického hradla AND je spojen se vstupem druhého čítače impulsů. Číslicový komparátor je propojen s prvním a druhým čítačem a s registrem.

Zařízení pracuje na principu aproximace mrtvé doby detekčního systému pomocí nejkratšího časového intervalu mezi dvěma po sobě následujícími impulsy na výstupu systému během skutečného měření. Provedené výpočty ukázaly, že počet časových intervalů, které je nutno vyšetřit k tomu, aby se mezi nimi našel takový nejmenší interval, který by dostatečným způsobem approximoval uplatňující se mrtvou dobu, není příliš vysoký a odpovídá zhruba počtu impulsů za normálních měření. V praxi, jak známo, se v běžných měřeních používá předvolby počtu impulsů s ohledem na dosažení vyhovující přesnosti dané především statistickými fluktuacemi. Zařízení umožňuje použití příslušných korekčních vztahů s tím, že místo mrtvé doby se dosadí hodnota nejkratšího časového intervalu mezi sousedními výstupními impulsy detekčního systému. Přitom hodnota tohoto nejkratšího časového intervalu se získá vyhodnocením výstupního impulsního sledu během vlastního měření.

Hlavní výhody zařízení pro kompenzaci počítačích ztrát detekčních systémů podle vynálezu lze spatřovat zejména v následujících skutečnostech. Ke stanovení příslušných oprav není potřeba dalších měření, parametr nezbytný k provedení těchto oprav se získá v průběhu vlastního měření. Opravy na počítačích ztráty nezávisí na skutečné četnosti ani na nastavení parametrů detekčního systému a nepožaduje se žádná předběžná znalost o velikosti mrtvé doby. Vzhledem k uvedeným výhodám, použití zařízení podle vynálezu může rozhodujícím způsobem zvýšit kvalitu a spolehlivost měření ionizujícího záření pomocí běžných detekčních systémů, opatřených zařízením pro vyhodnocení časových intervalů.

Přehled obrázků na výkrese

Vynález bude blíže vysvětlen pomocí připojených výkresů, kde na obr. 1 je znázorněno blokové schéma uspořádání základního zařízení a na obr. 2 je uveden příklad jedné z možných realizací konkrétního zapojení měřiče časových intervalů pro toto zařízení.

Příklady provedení vynálezu

Na výstup detekčního systému 1 je připojen jednak vstup čítače 2 impulsů a jednak měřič 3 časových intervalů. Výstupní impulsy z detekčního systému 1 se přivádějí tedy jednak na čítač 2 impulsů, který po ukončení měření dává informaci o počtu naměřených impulsů M , a jednak na měřič 3 časových intervalů, jehož hlavní funkce spočívá ve stanovení délky nejkratšího časového intervalu mezi dvěma po sobě následujícími impulsy množiny M . Na základě naměřených hodnot M a délky nejkratšího časového intervalu T_n se obdrží korigovaný počet impulsů N_k podle vztahu

$$N_k = \frac{M \cdot T_n}{T - M \cdot T_n}, \text{ kde}$$

kde T je doba měření.

Je zřejmé, že bude-li počet zaregistrovaných impulsů, a tím tedy i celkový počet vyšetřovaných časových intervalů, dostatečně velký, hodnota T_n se bude blížit hodnotě mrtvé doby τ tak, že rozdíl mezi N_n a skutečným počtem impulsů N bude zanedbatelný. Jestliže měřenou veličinou je četnost impulsů, tj. čítač 2 impulsů, popřípadě místo něho zařazený měřič četnosti, udává hodnotu naměřené četnosti m , potom skutečnou četnost n lze získat pomocí analogického vztahu

$$n_k = \frac{m}{1 - m \cdot T_n}$$

kde $n_k \rightarrow n$ při $T_n \rightarrow \tau$.

Konkrétní návrh měřiče časových intervalů, který vyhovuje požadavkům stanovení korekce na mrtvou dobu, může být značně rozmanitý v závislosti na zvoleném principu a použitých elektro-

nických obvodech. Příklad jednoho z možných provedení měřiče 3 časových intervalů, umožňující stanovit délku nejkratšího intervalu, je uveden na obr. 2. Měřič 3 časových intervalů je zde tvořen bistabilním klopným obvodem 4, zapojeným jako dělič kmitočtu, jehož jeden výstup je spojen s jedním vstupem prvního logického hradla 5 AND a zároveň s prvním vstupem číslicového komparátoru 9. Druhý výstup bistabilního klopného obvodu 4 je spojen s jedním vstupem druhého logického hradla 6 AND a zároveň s druhým vstupem číslicového komparátoru 9. Na druhé vstupy logických hradel 5 a 6 AND je připojen výstup vysokofrekvenčního generátoru 11 impulsů. Výstup prvního logického hradla 5 AND je spojen se vstupem prvního čítače 7 impulsů a výstup druhého logického hradla 6 AND je spojen se vstupem druhého čítače 8 impulsů. Číslicový komparátor 9 je propojen jednak s prvním i druhým čítačem 7 a 8 impulsů a jednak s registrem 10. Vstupní sled impulsů, odebíraný z detekční jednotky, se přivádí na bistabilní klopný obvod 4, který je zapojený jako dělič kmitočtu. Délkou jeho výstupních impulsů se zajišťuje ovládání prvního a druhého logického hradla 5 a 6 AND, na jejichž druhý vstup jsou přiváděny impulsy z vysokofrekvenčního generátoru 11 impulsů. Prvním čítačem 7 impulsů se počítá počet impulsů na výstupu prvního logického hradla 5 AND a obdobně druhý čítač 8 impulsů slouží k registraci impulsů, které se objeví na výstupu druhého logického hradla 6 AND. Po každém vstupním impulsu se postupně obsah jednotlivého čítače 7, 8 impulsů porovnává v číslicovém komparátoru 9 s obsahem registru 10. Je-li obsah registru 10 rovný nebo větší než obsah příslušného čítače 7 nebo 8 impulsů přeneseme do registru 10. Po každém takovém porovnání obsahu čítače 7 nebo 8 impulsů s obsahem registru 10 se daný čítač 7, 8 vynuluje.

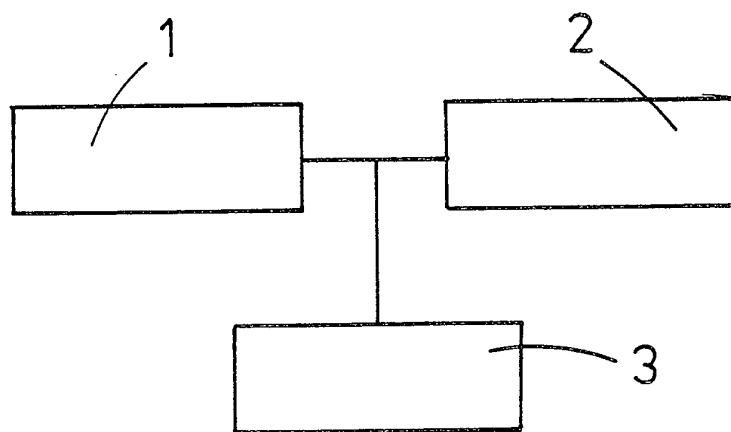
Průmyslová využitelnost

Zařízení podle vynálezu najde uplatnění všude tam, kde se používá detekčních systémů k měření parametrů ionizujícího záření nebo ke stanovení dalších veličin charakterizujících zdroj záření, popřípadě výsledek interakce záření s látkou. Vynález je vhodný zejména pro detekční systémy vyznačující se nekumulativním typem mrtvé doby. V případě nižších počítacích ztrát, tj. kdy součin n a τ je dostatečně malý, takže $n \cdot \tau \ll 1$, lze zařízení použít i pro detekční systémy s kumulativní mrtvou dobou. Další možnou aplikací jsou také analogové digitální převodníky, jež se vesměs vyznačují nekumulativním charakterem mrtvé doby.

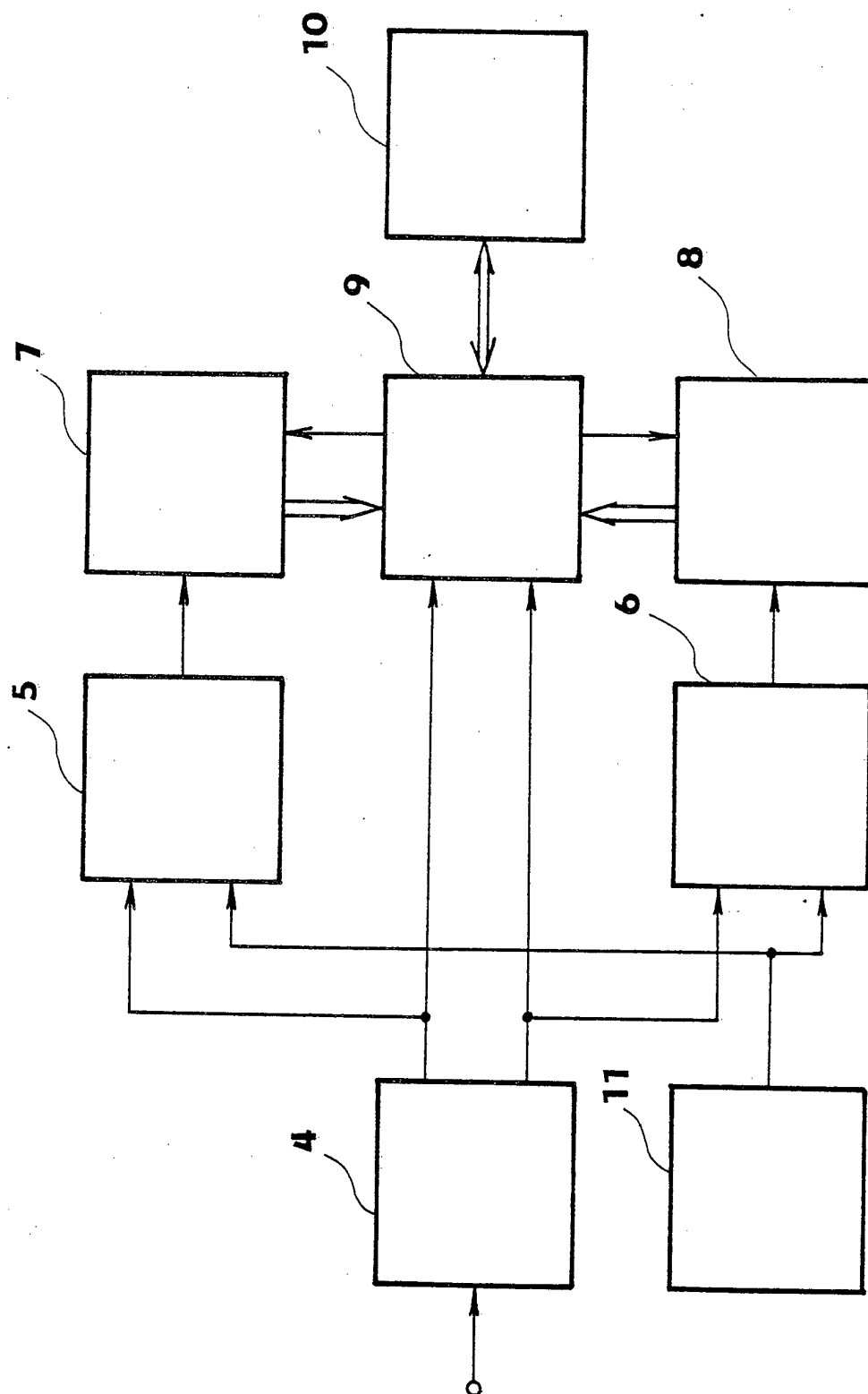
P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Zařízení pro kompenzaci počítačích ztrát detekčních systémů, vyznačující se tím, že výstup detekčního systému /1/ je připojen jednak na vstup čítače /2/ impulsů a jednak na vstup měřiče /3/ časových intervalů.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že měřič /3/ časových intervalů je tvořen bistabilním klopným obvodem /4/ zapojeným jako dělič kmity, jehož jeden výstup je spojen s jedním vstupem prvního logického hradla /5/ AND a zároveň s prvním vstupem číslicového komparátoru /9/ a jehož druhý výstup je spojen s jedním vstupem druhého logického hradla /6/ AND a zároveň s druhým vstupem číslicového komparátoru /9/, druhý vstup prvního logického hradla /5/ AND a druhý vstup druhého logického hradla /6/ AND jsou připojeny na výstup vysokofrekvenčního generátoru /11/ impulsů, kde výstup prvního logického hradla /5/ AND je spojen se vstupem prvního čítače /7/ impulsů a výstup druhého logického hradla /6/ AND je spojen se vstupem druhého čítače /8/ impulsů, přičemž číslicový komparátor /9/ je propojen jednak s prvním čítačem /7/ impulsů, jednak s druhým čítačem /8/ impulsů a jednak s registrem /10/.

2 výkresy



Obr. 1

Obr. 2