

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

255334

(11)

(B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

[22] Prihlášené 10 04 86

[21] (PV 2619-86.F)

[40] Zverejnené 16 07 87

[45] Vydané 15 11 88

[51] Int. Cl.⁴

G 01 T 1/00

G 01 T 3/00

G 01 T 7/00

H 01 S 3/101

G 01 J 3/42

[75]

Autor vynálezu

GRÖNE RUDOLF ing., BRATISLAVA

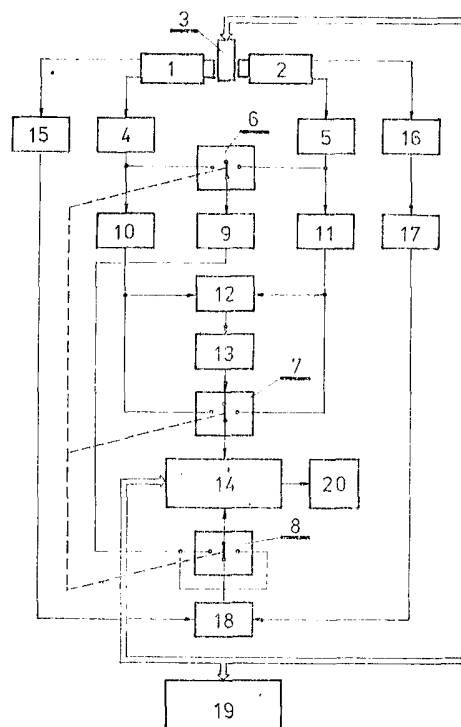
[54] Automatický spektrometer doby života pozitronov

1

Riešenie patrí do odboru jadrovej techniky a rieši spôsob automatického merania spektier doby života pozitronu v látke pri metóde elektrón-pozitronovej anihilácie.

Medzi dve rýchle scintilačné detekčné jednotky je vložené zariadenie na výmenu vzoriek, v ktorom sa nachádza referenčná vzorka, skúmané vzorky a zdroj pozitronov. Elektronické zariadenie umožňuje merať časový interval medzi vznikom pozitronu a jeho anihiláciou v látke. Viacnásobným meraním skúmaných a referenčnej vzorky v rámci jedného meracieho cyklu je možné na základe zmeny parametrov referenčnej vzorky korigovať namerané parametre skúmaných vzoriek a tým vylúčiť vplyv nestability aparatury na namerané výsledky. Zabudovaný impulzný zosilňovač s meniteľným oneskorením a skupina prepínačov umožňuje nastaviť jednokanálové amplitúdové analyzátory pomocou mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Automatický spektrometer doby života pozitronov je riadený riadiacou jednotkou. Je možné ho využiť aj v iných oboroch, kde je potrebné merať štatistické rozdelenie krátkych časových intervalov (rádovo $10^{-9} \div 10^{-10}$ s) ohraničených dvomi impulzami.

2



Vynález sa týka automatického spektrometra doby života pozitronov, ktorý slúži na štatistické určenie časového intervalu medzi vznikom pozitronu v zdroji pozitronov a jeho anihiláciou v látke pri metóde elektrón-pozitronovej anihilácii.

V súčasnosti známe spektrometre doby života pozitronov využívajú nasledovné poznatky z metódy elektrón-pozitronovej anihilácie. Ako zdroj pozitronov sa prevažne používa rozpad izotopu ^{22}Na , kde so vznikom pozitronu je zo žiariča vyžiarený aj fotón gama o energii 1,28 MeV a pri anihilácii pozitronu v látke s najväčšou pravdepodobnosťou vzniknú dva fotóny gama o energiách 0,51 MeV. Spektrometer doby života pozitronov umožňuje vyhodnotiť časový interval, ktorý uplynie medzi vznikom pozitronu a jeho anihiláciou v látke nasledovným spôsobom. Registrujú sa fotóny gama, sprevádzajúce vznik pozitronu a fotóny gama, ktoré vzniknú pri anihilačnom procese tak, že meraná vzorka a zdroj pozitronov sú vložené medzi dve scintilačné detekčné jednotky, ktorých výstupy sú jednak zapojené na vstupy diskriminátorov, jednak na vstupy impulzných zosilňovačov. Výstupy diskriminátorov idú na riadiace vstupy časovoamplitúdového konvertora, ktorého výstup je pripojený na analógový vstup mnohokanálového analyzátora.

Výstupy z impulzných zosilňovačov sú zapojené na vstupy jednokanálových amplitúdových analyzátorov. Výstupy z jednokanálových amplitúdových analyzátorov idú na vstupy koincidenčného obvodu a jeho výstup je pripojený na hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Napäťové impulzy, zodpovedajúce zaregistrovaným fotónom gama v scintilačných detekčných jednotkách, sa jednak tvarujú v diskriminátoroch, jednak zosilňujú v impulzných zosilňovačoch. Vytvarované napäťové impulzy riadia časovoamplitúdový konvertor. Na jeho výstupe sa objaví napäťový signál, ktorého amplitúda je úmerná časovému intervalu medzi príchodom napäťového impulzu na štartovací vstup a impulzu na „stop“ vstup. Tento signál sa zapíše do pamäte mnohokanálového amplitúdového analyzátora len vtedy, keď je splnená podmienka, že impulzy, ktoré spustili a zastavili časovoamplitúdový konvertor boli odvodené od zaregistrovaných fotónov gama o energiách 1,28 MeV a 0,51 MeV. Či je táto podmienka splnená, to zisťujeme pomocou jednokanálových amplitúdových analyzátorov a koincidenčného obvodu, ktoré sú zapojené do bloku spektrometra doby života pozitronov. Zosilnené napäťové impulzy z impulzných zosilňovačov sa porovnávajú v jednokanálových amplitúdových analyzátoroch, z ktorých jeden je nastavený tak, aby prepúšťal napäťové impulzy zodpovedajúce zaregistrovaným fotónom gama o energii 1,28 MeV, druhý je nastavený tak, že prepúšťa napäťové impulzy zodpovedajúce fotónom gama

o energii 0,51 MeV. Keď je splnená podmienka koincidencie, vtedy na výstupe koincidenčného obvodu sa objaví napäťový signál, ktorým sa odblokuje hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora a napäťový signál z časovoamplitúdového konvertora sa zapíše do príslušného kanálu mnohokanálového amplitúdového analyzátora v závislosti na jeho veľkosti. Namerané spektrum doby života pozitronov je závislosť počtu impulzov charakterizujúcich veľkosť časového intervalu na počte kanálov mnohokanálového amplitúdového analyzátora ciachovaných v časovom merítke.

Rozlišovacia schopnosť je špeciálnym prípadom nameraného spektra doby života pozitronov a zistí sa tak, že ako zdroj fotónov gama registrovaných scintilačnými detekčnými jednotkami sa použije taký žiarič, ktorý emituje súčasne dva fotóny gama. Vtedy namerané spektrum je symetrické a zo šírky nameranej krivky v polovici jej výšky určujeme rozlišovaciu schopnosť zariadenia. Rozlišovacia schopnosť u doteraz známych spektrometrov do doby života pozitronov do značnej miery závisí od stability parametrov jednotlivých blokov elektronickej aparatury a od presnosti nastavenia energetických úrovní jednokanálových amplitúdových analyzátorov, ktorá sa doteraz robilo postupným premeriavaním amplitúdového spektra vstupných impulzov a podľa grafického spracovania nameraných výsledkov sa nastavili ich požadované úrovne. Uvedený spôsob merania spektier doby života pozitronov v látke nie je automatizovaný.

Vyššie uvedené nedostatky sú odstránené u automatického spektrometra doby života pozitronov podľa vynálezu, ktorého podstatou je v tom, že pozostáva z hornej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky, dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky, medzi ktorými sa nachádza zariadenie na výmenu vzoriek, v ktorom sú umiestnené skúmané vzorky, referenčná vzorka a zdroj pozitronov. Výstup z hornej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky je pripojený na horný rýchly diskriminátor, ktorý ovláda štartovací vstup časovoamplitúdového konvertora. Dolná rýchla scintilačná detekčná jednotka je pripojená na dolný rýchly diskriminátor, za ktorým je v sérii zapojená oneskorovacia linka. Jej výstup ide na „stop“ vstup časovoamplitúdového konvertora a tento je spojený cez prepínač analógových vstupov s analógovým vstupom mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Horná rýchla scintilačná detekčná jednotka je tiež pripojená na horný impulzný zosilňovač, ktorého výstup ide na kontakty prepínača analógových signálov a súčasne na horný jednokanálový amplitúdový analyzátor. Jeho výstup je zapojený na prepínač hradlovacích signálov a súčasne ide na vstup koincidenčného obvodu. Dolná rýchla scintilačná detekčná jed-

notka je pripojená na dolný impulzný zosilňovač, ktorého výstup ide tiež na prepínač analógových signálov a súčasne na vstup dolného jednokanálového amplitúdového analyzátora. Dolný jednokanálový amplitúdový analyzátor je pripojený na prepínač hradlovacích signálov a súčasne na druhý vstup koincidenčného obvodu. V sérii s koincidenčným obvodom je zapojený prispôsobovací blok, jeho výstup cez vhodne nastavený prepínač hradlovacích signálov ovláda hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Výstupy horného alebo dolného impulzného zosilňovača môžu byť podľa zvolenej polohy prepínača analógových signálov ďalej upravované pomocou impulzného impulzného zosilňovača môžu byť podľa ktorý cez vhodne nastavený prepínač analógových vstupov je spojený s analógovým vstupom mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Fotóny gama produkované pri vzniku pozitronu a jeho anihilácii v látke sa registrujú hornou alebo dolnou rýchlou scintilačnou detekčnou jednotkou. Napäťové impulzy odvodené od zaregistrovaných fotónov gama v hornej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotke sa tvarujú v hornom rýchlom diskriminátore, ktorého diskriminačná úroveň je nastavená tak, že na jeho výstupe sú len napäťové impulzy odvodené od zaregistrovaných fotónov gama o energii 1,28 MeV. Obdobne napäťové impulzy z dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky sa tvarujú v dolnom rýchlom diskriminátore, ktorý je nastavený na energiu 0,51 MeV. Výstupné impulzy z horného rýchleho diskriminátora spúšťajú časovoamplitúdový konvertor, výstupné impulzy z dolného rýchleho diskriminátora po prechode oneskorenou linkou, ktorá je do obvodu zaradená kvôli posunu pracovného bodu časovoamplitúdovaného konvertora do lineárnej oblasti, idú na „stop“ vstup časovoamplitúdového konvertora. Na jeho výstupe, ktorý cez prepínač analógových vstupov je pripojený na analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora, sa objaví napäťový impulz, ktorého amplitúda je úmerná časovému intervalu medzi štartovacím a „stop“ signálom. Napäťové impulzy hornej a dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky po zosilnení v hornom a dolnom impulznom zosilňovači idú na vstupy horného a dolného jednokanálového amplitúdového analyzátora. Horný jednokanálový amplitúdový analyzátor je nastavený tak, aby prepúšťal napäťové impulzy, ktoré sú odvodené od zaregistrovaných fotónov gama o energii 1,28 MeV, dolný jednokanálový amplitúdový analyzátor je nastavený na energiu 0,51 MeV. Výstupné impulzy z horného a dolného jednokanálového amplitúdového analyzátora sa porovnávajú v koincidenčnom bloku. Za predpokladu, že súčasne alebo vo vhodne zvolenom krátkom časovom intervale horný jednokanálový amplitúdový analyzátor prepustí napäťový impulz od zaregistrovaného

fotónu gama o energii 1,28 MeV a dolný jednokanálový amplitúdový analyzátor impulz od fotónu gama o energii 0,51 MeV, vtedy na výstupe koincidenčného bloku sa objaví napäťový impulz, ktorý po prechode cez prispôsobovací blok uvoľní hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora a napäťový impulz z časovoamplitúdového konvertora sa zapíše do príslušného kanála mnohokanálového amplitúdového analyzátora v závislosti od jeho amplitúdy. Takto predpokladáme, že pri vhodne zvolenej aktivite zdroja pozitronov, časový interval medzi štartovacím a „stop“ impulzom transformovaný na veľkosť amplitúdy v časovoamplitúdovom konvertore zodpovedá časovému intervalu medzi vznikom a anihiláciou toho istého pozitronu. Nastavenie úrovni jednokanálových amplitúdových analyzátorov sa robí postupne pomocou impulzného zosilňovača s jednotkovým zosilnením s meniteľným oneskorením výstupného impulzu pomocou skupiny prepínačov a pomocou mnohokanálového amplitúdového analyzátora nasledovne:

výstupné unifikované impulzy z nastaveného horného alebo dolného jednokanálového amplitúdového analyzátora, ktoré sú oneskorené oproti analógovým vstupným impulzom, idú cez vhodne nastavený prepínač hradlovacích signálov na hradlovací vstup a uvoľňujú analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora. Na analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora je privedený cez vhodne nastavený prepínač analógových vstupov výstup impulzného zosilňovača s meniteľným oneskorením, ktorý kompenzuje časové oneskorenie impulzov po prechode jednokanálovým amplitúdovým analyzátorom. Vtedy impulzy na analógovom vstupe mnohokanálového amplitúdového analyzátora majú tú istú amplitúdu, ako impulzy na vstupe nastaveného jednokanálového amplitúdového analyzátora, len sú posunuté o dobu, ktorú potrebuje jednokanálový amplitúdový analyzátor na vyhodnotenie impulzu. Na obrazovke mnohokanálového amplitúdového analyzátora bude zobrazená časť amplitúdového spektra impulzov, ktoré nastavovaný jednokanálový amplitúdový analyzátor prepúšťa. Činnosť automatického spektrometra doby života pozitronov ovláda riadiaca jednotka, teda aj zariadenie na výmenu vzoriek. Riadiaca jednotka podľa vhodne zvoleného časového programu v rámci jedného meracieho cyklu pomocou zariadenia na výmenu vzoriek postupne presúva skúmané vzorky a referenčnú vzorku na meracie miesto ku zdroju pozitronov a súčasne prepína časti pamäte mnohokanálového amplitúdového analyzátora tak, aby príslušnej meranej vzorke bola priradená jej zodpovedajúca časť pamäte, do ktorej sa ukladajú namerané výsledky. Takto v rámci meracieho cyklu sa viacej razy vymenia na meracom mies-

te skúmané vzorky a referenčná vzorka. Po ukončení meracieho cyklu riadiaca jednotka umožní spracovať namerané výsledky na periférnom zariadení.

Vyšší účinok predmetu vynálezu je v tom, že použitím zariadenia na výmenu vzoriek, ktorom sa okrem skúmaných vzoriek nachádza aj referenčná vzorka so známym meranými parametrami, je možné po viacnásobnom premeraní všetkých vzoriek v rámci jedného meracieho cyklu na základe zmeny parametrov referenčnej vzorky korigovať namerané výsledky skúmaných neznámych vzoriek a tým vylúčiť vplyv nestability obvodov automatického spektrometra doby života pozitronov na namerané výsledky. Ďalej nastavovanie jednocanálových amplitúdových analyzátorov pomocou mnohokanálového amplitúdového analyzátora, vhodne nastavených prepínačov a impulzného zosilňovača s meniteľným oneskorením umožňuje rýchle a presné nastavenie energetických úrovní jednocanálových amplitúdových analyzátorov a tým sa podstatne zlepšuje rozlišovacia schopnosť zariadenia. Použitie riadiacej jednotky umožňuje automatizovať merací cyklus viacerých skúmaných vzoriek, čo doteraz nebolo možné.

Na priložených výkresoch je na obr. 1 znázornená bloková schéma spektrometra doby života pozitronov používaného v súčasnosti a na obr. 2 je znázornená bloková schéma automatického spektrometra doby života pozitronov.

Spektrometer doby života pozitronov na obr. 1 pozostáva z hornej scintilačnej detekčnej jednotky 2 a dolnej scintilačnej detekčnej jednotky 3, medzi ktorými je umiestnený zdroj pozitronov s meranou vzorkou 1. Výstup hornej scintilačnej detekčnej jednotky 2 je pripojený na vstup horného impulzného zosilňovača 4, ktorého výstup je napojený na vstup horného jednocanálového amplitúdového analyzátora 5. Výstup dolnej scintilačnej detekčnej jednotky 3 je pripojený na vstup dolného impulzného zosilňovača 5, ktorého výstup ide na vstup dolného jednocanálového amplitúdového analyzátora 7. Výstupy horného 6 a dolného jednocanálového amplitúdového analyzátora 7 sú napojené na vstupy koincidenčnej jednotky 8, z ktorej výstup ide na hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 9. Druhý výstup z hornej scintilačnej detekčnej jednotky 2 je pripojený na vstup horného diskriminátora 10, ktorého výstup je spojený so štartovacím vstupom časovoamplitúdového prevodníka 12. Druhý výstup z dolnej scintilačnej detekčnej jednotky 3 je pripojený na vstup dolného diskriminátora 11 a jeho výstup ide na „stop“ vstup časovoamplitúdového prevodníka 12. Výstup z časovoamplitúdového prevodníka 12 je zapojený na analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 9.

Na obr. 2 automatický spektrometer doby života pozitronov sa skladá z hornej rých-

lej scintilačnej detekčnej jednotky 1 a dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky 2, medzi ktorými sa nachádza zariadenie 3 na výmenu vzoriek, v ktorom okrem skúmaných vzoriek a referenčnej vzorky je umiestnený aj zdroj pozitronov. Prvý výstup hornej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky 1 je pripojený na vstup horného impulzného zosilňovača 4, ktorého výstup je paralelne spojený s prepínačom 6 analógových signálov a so vstupom horného jednocanálového amplitúdového analyzátora 10. Výstup z tohto analyzátora 10 je napojený paralelne na vstup koincidenčného bloku 12 a na prepínač 7 hradlovacích signálov. Prvý výstup dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky 2 je pripojený na vstup dolného impulzného zosilňovača 5, ktorého výstup je paralelne spojený s prepínačom 8 analógových signálov a so vstupom dolného jednocanálového amplitúdového analyzátora 11. Výstup z dolného jednocanálového amplitúdového analyzátora 11 je napojený jednak na druhý vstup koincidenčného bloku 12, jednak na prepínač 7 hradlovacích signálov. Výstup koincidenčného bloku 12 ide na vstup prispôsobovacieho bloku 13, za ktorým je v sérii zapojený prepínač 7 hradlovacích signálov. Pri vhodne zvolenej polohe prepínača 7 hradlovacích signálov ide výstup prispôsobovacieho bloku 13 na hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14. Druhý výstup z hornej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky 1 ide tiež na vstup horného rýchleho diskriminátora 15, ktorého výstup je zapojený na štartovací vstup časovoamplitúdového konvertora 18, podobne druhý výstup dolnej rýchlej scintilačnej detekčnej jednotky 2 je pripojený na vstup dolného rýchleho diskriminátora 16, ktorého výstup je cez sériovo pripojenú oneskorovaciu linku 17 zapojený na „stop“ vstup časovoamplitúdového konvertora 18 a jeho výstup je cez vhodne nastavený prepínač 8 analógových vstupov pripojený na analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14. Pri vhodne nastavenom prepínači 8 analógových signálov, pri nastavovaní jednocanálových amplitúdových analyzátorov 10, prípadne 11 a pri vhodne zvolenej polohe prepínača 7 hradlovacích signálov je možné na hradlovací vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14 pripojiť výstup horného jednocanálového amplitúdového analyzátora 10, prípadne dolného jednocanálového amplitúdového analyzátora 11. Súčasne pomocou vhodne nastaveného prepínača 8 analógových vstupov sa na analógový vstup mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14 pripojiť výstup impulzného zosilňovača 4 s meniteľným oneskorením, na ktorého vstupe podľa vhodne zvolenej polohy prepínača 6 analógových signálov je pripojený výstup z horného impulzného zosilňovača 4, prípadne dolného impulzného zosilňovača 5. Výmenu vzoriek nachá-

dzajúcich sa v zariadení 3 na výmenu vzoriek, ich meranie podľa vhodne zvoleného programu, raidenie mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14 a riadenie periférnych zariadení 20 zabezpečuje riadiaca jednotka 19.

Činnosť automatického spektrometra doby života pozitronov je nasledovná:

vykoná sa ciachovanie časovoamplitúdového konvertora pomocou oneskorovacej linky s meniteľným oneskorením výstupného impulzu oproti vstupnému. Takto sa zistí závislosť časového oneskorenia „stop“ impulzu oproti štartovaciu impulzu časovoamplitúdového konvertora 13 v závislosti na počte kanálov mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14. Ďalej sa nastaví vhodné napäťové, resp. energetické úrovne jednokanálových amplitúdových analyzátorov 10, 11 pomocou impulzného zosilňovača 4 s meniteľným oneskorením, skupinou prepínačov 6, 7 a pomocou mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14. Zistí sa rozlišovacia schopnosť automatického spektrometra doby života pozitronov a určí sa, do ktorých kanálov mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14 sa zobrazuje „nulový“ čas. Do zariadenia 3 na výmenu vzoriek sa vloží referenčná vzorka a skúmané vzorky, v riadiacej jednotke 19 sa nastaví časový interval, za ktorý sa budú na meracom mieste meniť referenčné a skúmané vzorky, nastaví sa počet týchto intervalov v rámci celého meracieho cyklu. Spustí sa merací cyklus, pri ktorom sa sapačinnne po uplynutí nastaveného časového intervalu menia vzorky na meracom mieste v zariadení 3 na výmenu vzoriek. Súčasne so zmenou vzoriek sa automaticky prepínajú časti pamäte mnohokanálového amplitúdového analyzátora 14 tak, aby namerané údaje práve meranej vzorky boli uložené do jej priradenej časti pamäte. Po ukončení meracieho cyklu riadiaca jednotka 19 zabezpečí spracovanie nameraných údajov tak, že podľa zmeny nameraných parametrov referenčnej vzorky sa korigujú namerané údaje skúmaných vzoriek.

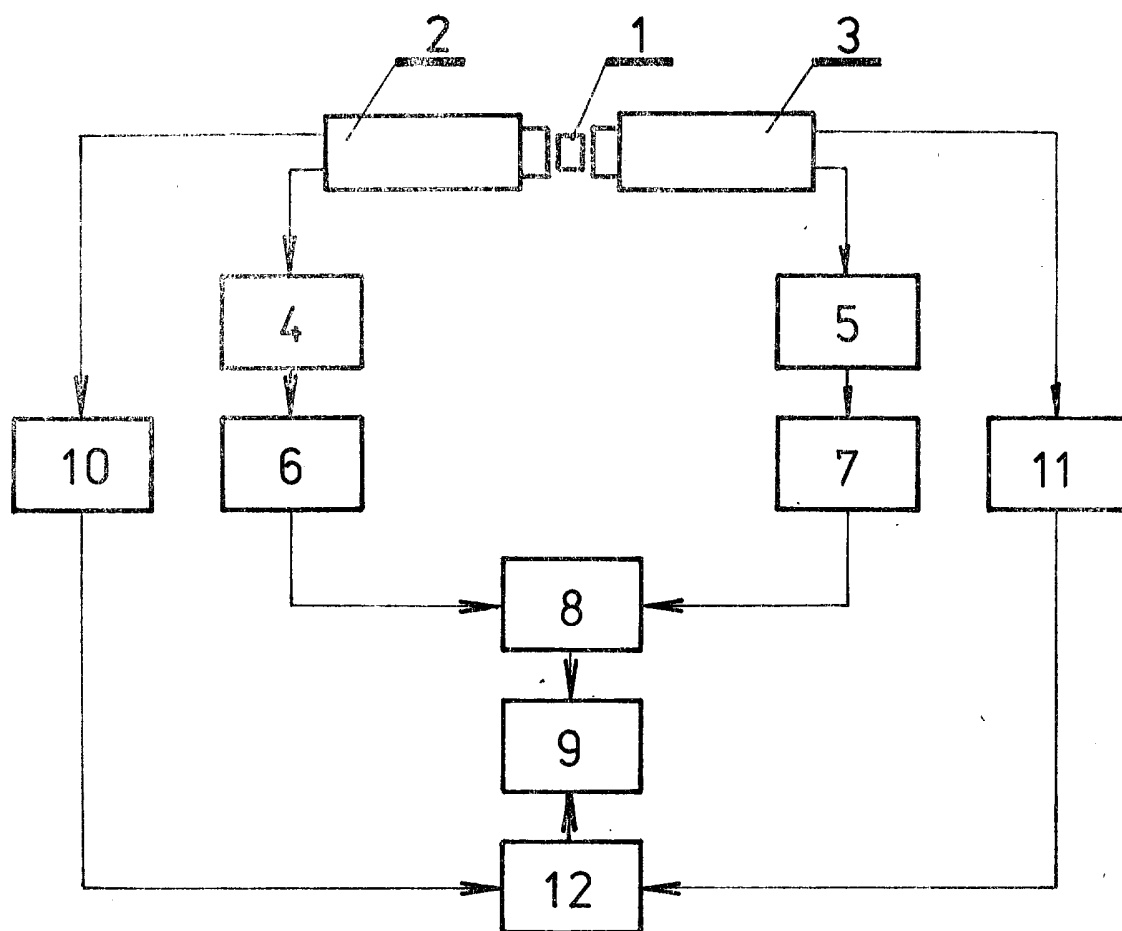
Zariadenie automatického spektrometra doby života pozitronov je možné využiť aj v iných oblastiach vedy, kde je treba merať štatistické rozdelenie krátkych časových intervalov rádove $(10^{-8} - 10^{-10} \text{ s})$, ktoré sú ohraničené dvomi impulzami.

PREDMET VYNÁLEZU

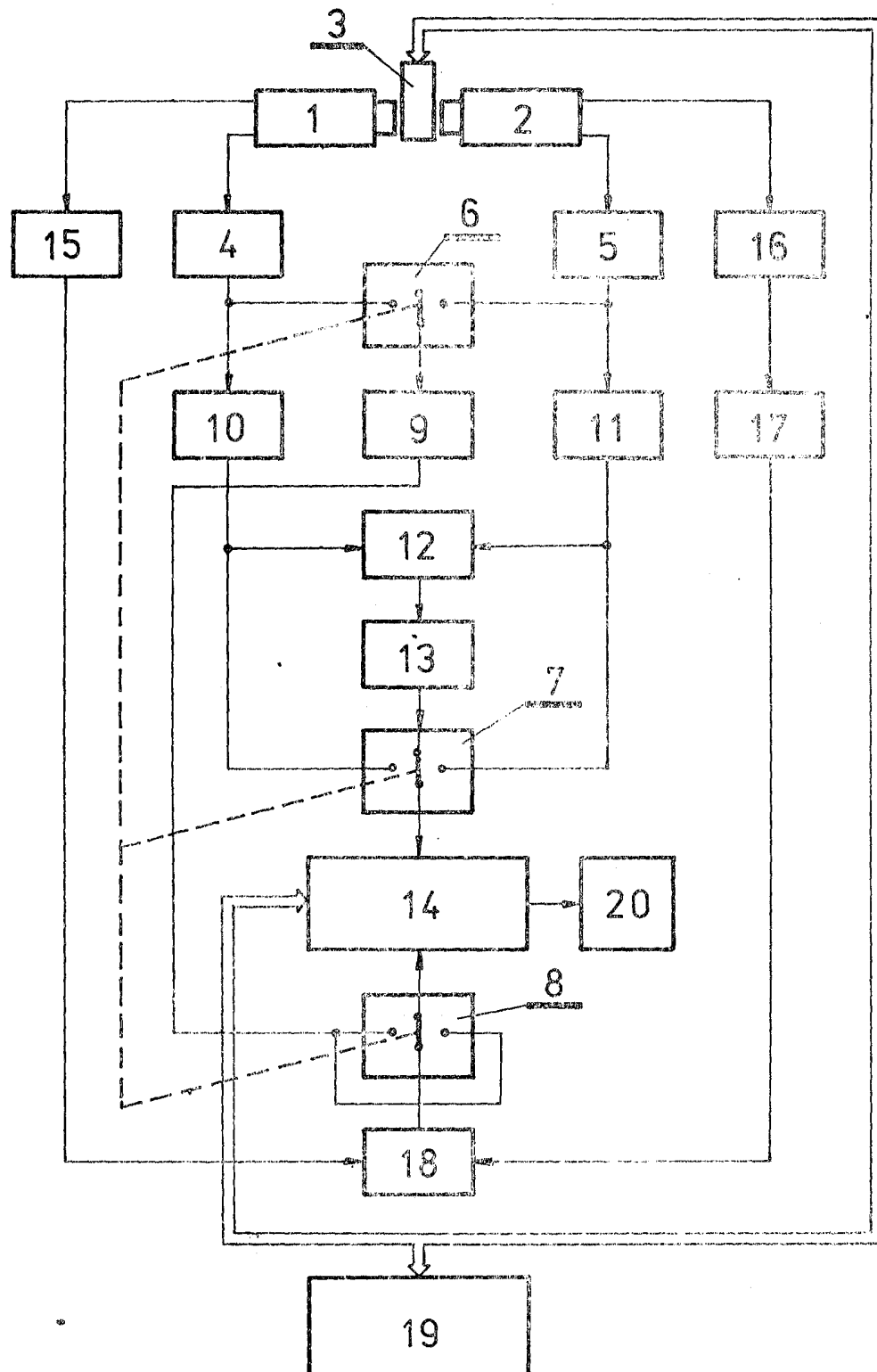
1. Automatický spektrometer doby života pozitronov so zariadením na výmenu vzoriek, impulzným zosilňovačom s meniteľným oneskorením, skupinou prepínačov a riadiacou jednotkou, vyznačujúci sa tým, že medzi hornou rýchlou scintilačnou detekčnou jednotkou (1) a dolnou rýchlou scintilačnou detekčnou jednotkou (2) je vložené zariadenie (3) na výmenu vzoriek, pričom horná rýchla scintilačná detekčná jednotka (1) je pripojená paralelne na horný impulzný zosilňovač (4) a horný rýchly diskriminátor (15) a ďalej dolná rýchla scintilačná detekčná jednotka (2) je paralelne pripojená na dolný impulzný zosilňovač (5) a dolný rýchly diskriminátor (16), na horný impulzný zosilňovač (4) je paralelne pripojený prepínač (6) analógových signálov a horný jednokanálový amplitúdový analyzátor (10) a tiež na dolný impulzný zosilňovač (5) je paralelne pripojený prepínač (6) analógových signálov a dolný jednokanálový amplitúdový analyzátor (11), horný jednokanálový analyzátor (10) je paralelne prepojený na koincidenčný blok (12) a na prepínač (7) hradlovacích signálov, dolný jednokanálový amplitúdový analyzátor (11) je paralelne pripojený na koincidenčný blok (12) a na prepínač (7) hradlovacích signá-

lov, ďalej na výstupnú svorku koincidenčného bloku (12) je pripojený prispôsobovací blok (13) a tento cez prepínač (7) hradlovacích signálov je zapojený na hradlovaciu svorku mnohokanálového amplitúdového analyzátora (14), výstupná svorka horného rýchleho diskriminátora (15) je pripojená na štartovaciu svorku časovoamplitúdového konvertora (18), na výstupnú svorku dolného rýchleho diskriminátora (16) sú pripojené v sérii oneskorovacia linka (17) a „stop“ svorka časovoamplitúdového konvertora (18), výstupná svorka časovoamplitúdového konvertora (18) je cez prepínač (8) analógových vstupov spojená s analógovou svorkou mnohokanálového amplitúdového analyzátora (14), na ktorú je cez prepínač (8) analógových vstupov pripojený tiež impulzný zesilovač (9) s meniteľným oneskorením, ďalej riadiaca jednotka (19) je pripojená na riadiace svorky mnohokanálového amplitúdového analyzátora (14) a tiež na zariadenie (3) na výmenu vzoriek.

2. Automatický spektrometer doby života pozitronov podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že zariadenie (3) na výmenu vzoriek, kde sa pri meraní cyklicky vkladá referenčná vzorka a skúmané vzorky sú pripojené na riadiacou jednotku (19).



Obr. 1



Obr. 2