



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

256749

(11)

(B1)

[51] Int. Cl.⁴
G 01 J 3/00

[22] Prihlásené 07 02 86

[21] (PV 873-86.J)

[40] Zverejnené 17 09 87

[45] Vydané 15 11 88

[75]

Autor vynálezu

SEBERÍNI MILAN ing., BRATISLAVA

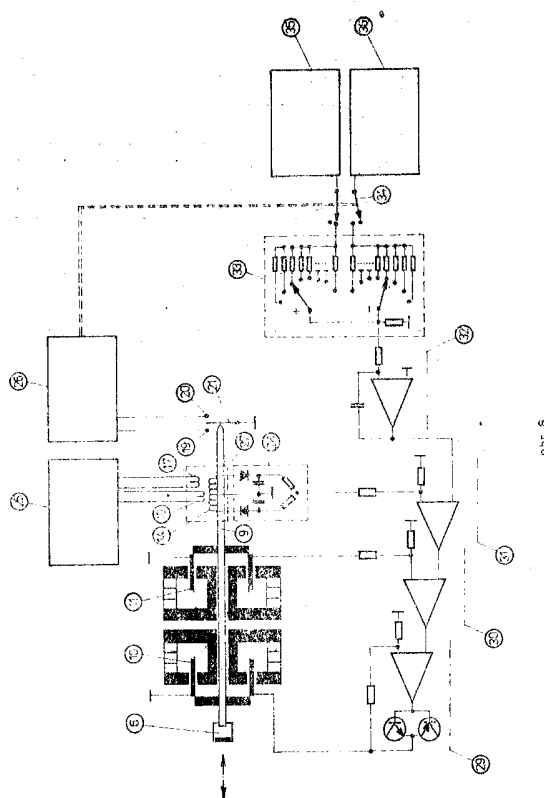
(54) Pohybové zariadenie s konštantnou rýchlosťou pre Mössbauerovu spektroskopiu

1

Riešenie sa týka konštrukcie a zapojenia elektromechanického pohybového zariadenia s priamočiarym pohybom, ktoré generuje pohyb s voliteľnou, prísne konštantnou rýchlosťou pre účel Mössbauerovej spektroskopie. Podstatou riešenia je vybavenie pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením bezdotykovým snímačom polohy a polohovým regulačným obvodom a riadenie takto vzniknutého polohového servomechanizmu prostredníctvom integrátora presným voličom rýchlosti, ku ktorému sa pomocou elektronického prepínača striedavo pripája presný zdroj kladného napätia alebo presný zdroj záporného napätia. Elektronický prepínač sa ovláda riadiacim klopným obvodom. Preklápanie riadiaceho klopného obvodu v okrajových polohách pohybu sa zabezpečuje trojicou kontaktov, z ktorých dva sú nepohyblivé a spojené s preklápacími vstupmi klopného obvodu a medzi nimi sa pohybuje tretí kontakt, upevnený na pohyblivej časti systému a uzemnený.

Možnosti využitia: Pri konštrukcii Mössbauerovho spektrometra s konštantnou rýchlosťou, pri výskume rozptylových a polarizačných javov nízkoenergetického gama žiarenia.

2



Vynález rieši konštrukciu a zapojenie elektromechanického pohybového zariadenia s priamočiarým pohybom, ktoré generuje pohyby s voliteľnou, prísne konštantnou rýchlosťou pre účel bezodrazovej jadrovej gamma-rezonančnej spektroskopie, známej ako Mössbauerova spektroskopie.

Pohybové zariadenie je jednou z najdôležitejších častí Mössbauerovho spektrometra. Jeho účelom je generovať vzájomný pohyb Mössbauerovho rádioaktívneho žiariča voči absorptoru, čím sa dosiahne Dopplerovská modulácia energie fotónov žiarenia. Postupnou zmenou vzájomnej rýchlosti sa dosahuje postupná zmena energie fotónov a takto možno premerať celý energetický interval v určitom okolí Mössbauerovej rezonančnej čiary. Výsledkom je závislosť intenzity zaregistrovaného žiarenia od rýchlosti. Grafickým obrazom tejto závislosti v X - Y rovine je Mössbauerovo spektrum.

Doteraz používané pohybové zariadenia pracujú v tzv. režime s konštantným zrýchlením. Pohyb sa periodicky opakuje s periódou T , priebeh polohy je parabolický. Rýchlosť v priebehu jednej periódy lineárne narastá od určitej trvale nastavenej zápornej hodnoty $-V_{\max}$ až po rovnakú kladnú hodnotu $+V_{\max}$, potom sa skokom zmení na $-V_{\max}$ a celý dej sa opakuje. V priebehu jednej periódy sa teda preskúma celý zvolený energetický interval. S priebehom rýchlosti je zosynchronizované prepínanie kanálov mnohokanálového čítača impulzov, pričom do každého kanála sa uloží početnosť impulzov odpovedajúcich príslušnej rýchlosti. Na rýchlostnej osi sa takto počas jednej periódy realizuje v diskretnom tvare jedno elementárne Mössbauerovo spektrum. Postupným opakovaním tohoto deja sa jednotlivé elementárne spektrá v pamäti sumujú až kým sa nezíska spektrum s dostatočne malou štatistickou chybou.

Na generovanie pohybu s uvedenými vlastnosťami sa používa elektromechanické pohybové zariadenie s konštantným zrýchlením. Ide o systém dvoch mechanicky spriahnutých magnetoelektrických sústav s priamočiarým pohybom, t. j. pohyblivá cievka vo vzduchovej medzere permanentného magnetického obvodu, z ktorých jedna sústava tvorí akčný člen a druhá indukčný snímač rýchlosti. Signál zo snímača, ktorý dáva údaj o okamžitej rýchlosti sa vedie do elektronického regulačného obvodu, ktorý pomocou uzatvorenej slučky spätnej väzby vytvára spolu so systémom rýchlostný servomechanizmus.

Pri riešení určitej skupiny fyzikálnych problémov je nevýhodné premeriavať celý energetický interval a merať súčasne celé spektrum, ale postačí merať len pri dvoch konštantných hodnotách rýchlosti, a to pri rýchlosti odpovedajúcej pozadiu a pri rýchlosti odpovedajúcej rezonancii. Súčasné snímanie celého spektra je na závalu, pretože

úmerne s počtom kanálov narastá doba merania.

Ak má pohybové zariadenie s konštantnou rýchlosťou správne plniť svoju funkciu v celom požadovanom rozsahu rýchlostí, musí prenášať jednosmernú zložku, t. j. jeho amplitúdová frekvenčná charakteristika musí byť konštantná od nulovej frekvencie až po určitú hornú hraničnú frekvenciu. Rýchlostný servomechanizmus túto podmienku nespĺňa. So zmenšovaním rýchlosti klesá úroveň signálu snímača, kvalita regulácie sa zhoršuje a pri rýchlostiach blížiacich sa k nule je systém neovládateľný, nemožno ho riadiť.

Ak v operátorovom tvare zobrazíme schému regulačného obvodu pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením ako rýchlostného servomechanizmu a označíme prenosovú funkciu sústavy spolu so snímačom rýchlosti $pA_{(p)}$, prenosovú funkciu regulačného obvodu $\beta_{(p)}$, vstupnú riadiacu veličinu $w_{(p)}$, výstupnú veličinu, t. j. rýchlosť $v_{(p)}$ a regulačnú odchýlku $e_{(p)}$, potom prenosová funkcia rýchlosti $V_{(p)}$ takejto sústavy bude vyjadrená vzťahom (1)

$$V_{(p)} = \frac{v_{(p)}}{w_{(p)}} = \frac{pA_{(p)}}{1 + pA_{(p)}\beta_{(p)}} \quad (1)$$

a prenosová funkcia regulačnej odchýlky $E_{(p)}$ sústavy bude vyjadrená vzťahom

$$E_{(p)} = \frac{e_{(p)}}{w_{(p)}} = \frac{1}{1 + pA_{(p)}\beta_{(p)}} \quad (2)$$

teda pri nulovej rýchlosti a rýchlostiach blížiacich sa k nule, t. j. pri hodnote operátora $p \rightarrow 0$ je prenos rýchlosti $V_{(0)} = 0$ a prenos regulačnej odchýlky $E_{(0)} = 1$, čo znamená, že sústava je neovládateľná.

Uvedené nedostatky rieši pohybové zariadenie s konštantnou rýchlosťou pre Mössbauerovu spektroskopiu pozostávajúce z pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením, ktoré je vytvorené puzdrom, permanentným magnetickým obvodom vo vzduchovej medzere, ktorého sa v axiálnom smere pohybuje akčná cievka, permanentným magnetickým obvodom vo vzduchovej medzere, ktorého sa v axiálnom smere pohybuje cievka snímača rýchlosti, pričom obe cievky sú mechanicky pevne spojené tiahlom na konci ktorého je upevnený rádioaktívny žiarič a celá pohyblivá časť systému je zavesená na dvoch pružných direktívnych membránach, ktoré sú na svojom obvode upevnené k puzdru, pričom akčná cievka je pripojená k výstupu výkonového zosilňovača, ktorého vstup je pripojený k výstupu rýchlostného regulačného obvodu a vstup rýchlostného regulačného obvodu je pripojený k cievke snímača rýchlosti, ktorej druhý koniec vinutia je uzemnený, ktorého podstatou je, že s pohyblivou časťou systému je

mechanicky pevne spojená pohyblivá cievka snímača plochy ako aj pohyblivý kontakt a s nepohyblivým puzdrom je mechanicky pevne spojená nepohyblivá cievka snímača polohy ako aj dvojica nastaviteľných kontaktov, pričom výstup snímača polohy je pripojený k vstupu amplitúdového detektora a jeho výstup je pripojený k jednému vstupu operačného zosilňovača polohového regulačného obvodu, ktorého výstup je pripojený k vstupu rýchlostného regulačného obvodu a druhý vstup operačného zosilňovača polohového regulačného obvodu je spojený s výstupom integrátora, ktorého vstup je spojený s výstupom presného dvojitého voliča rýchlosti, ktorého oba vstupy sú pripojené k výstupom elektronického prepínača, jeden napäťový vstup elektronického prepínača je pripojený k presnému stabilizovanému zdroju kladného napätia a druhý napäťový vstup elektronického prepínača je pripojený k presnému stabilizovanému zdroju záporného napätia, pričom riadiaci vstup elektronického prepínača je pripojený k výstupu riadiaceho klopného obvodu a preklápacie vstupy riadiaceho klopného obvodu sú spojené s nepohyblivými nastaviteľnými kontaktami a pohyblivý kontakt je pripojený k zdroju konštantného preklápacieho napätia.

Výhodou zariadenia podľa vynálezu je, že nie je potrebné premeriavať celé energetické spektrum, ale stačí merať len pri dvoch konštantných hodnotách rýchlosti, čím sa meranie značne urýchli. Ďalšou výhodou je, že údaj polohového snímača nie je závislý od rýchlosti, kvalita regulácie polohového servomechanizmu sa so zmenou nastavenej rýchlosti nemení a nezhoršuje sa ani pri rýchlostiach blížiacich sa k nule.

Na priložených výkresoch je znázornená schéma mechanickej konštrukcie, bloková schéma zapojenia zariadenia podľa vynálezu a časové závislosti priebehu polohy, rýchlosti a zrýchlenia pri pohybe s konštantným zrýchlením. Na obr. 2 sú uvedené časové závislosti priebehu polohy $s_{(t)}$, rýchlosti $v_{(t)}$ a zrýchlenia $a_{(t)}$ pri pohybe s konštantnou rýchlosťou. Na obr. 3 je v operátorovom tvare znázornená schéma regulačného obvodu pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením ako rýchlostného servomechanizmu. Na obr. 4 je v operátorovom tvare znázornená schéma regulačného obvodu pohybového zariadenia s konštantnou rýchlosťou, ktoré je predmetom vynálezu. Na obr. 5 je v reze uvedená schéma mechanickej konštrukcie pohybového zariadenia s konštantnou rýchlosťou. Na obr. 6 je znázornená bloková schéma zapojenia pohybového zariadenia s konštantnou rýchlosťou spolu s obvodmi pre generovanie riadiacej vstupnej veličiny a prepínanie smeru pohybu.

Jedno možné konkrétne vyhotovenie vy-

nálezu je znázornené schémou mechanickej konštrukcie na obr. 5 a blokovou schémou zapojenia na obr. 6. Odpovedá mu schéma regulačného obvodu podľa obr. 4 a časové priebehy podľa obr. 2. Kladná aj záporná hodnota rýchlosti je nezávisle nastaviteľná. V ľavej časti obr. 2 je znázornená realizácia Mössbauerovho spektra v dvoch bodoch: v rezonancii pri $+V$ a mimo rezonancie pri $-V$.

V mosadznom puzdre 1 sú umiestnené dva permanentné magnetické obvody 2, 3, ktoré sú s puzdrom 1 pevne spojené plexisklovými prítlačnými krúžkami 4. Na prítlačných krúžkoch 4 sú súčasne upevnené elektrické kontakty pre pripojenie pohyblivých cievok 10, 11.

Vo vzduchovej medzere permanentného magnetu 2 sa v axiálnom smere pohybuje akčná cievka 10, vo vzduchovej medzere permanentného magnetického obvodu 3 sa pohybuje cievka snímača rýchlosti 11. Obe cievky sú mechanicky spriahnuté tiahom 9. Na ľavom konci tiaha 9 je upevnený rádioaktívny žiarič 6, ktorého pohyb predstavuje výstup zariadenia. Pod žiaričom je olovená maska 7. Tiahlo 9 s cievkami 10, 11 a žiaričom 6 tvoria pohyblivý systém, ktorý je pomocou pružných direktívnych membrán 8 upevnený na centrovacích prstencoch 5.

Akčná cievka 10 sa napája z výkonového zosilňovača 29, ktorý je riadený rýchlostným regulačným obvodom 30. Invertujúci vstup operačného zosilňovača rýchlostného regulačného obvodu 30 je pripojený k cievke snímača 11 rýchlosti, ktorej druhý vývod je uzemnený.

Takto popísaný systém tvorí spolu rýchlostný servomechanizmus, ktorý je známy ako pohybové zariadenie s konštantným zrýchlením.

Na pravej strane je k pohyblivej časti systému upevnená plexisklová kostrička 12, na ktorej je navinutá pohyblivá cievka 14 snímača polohy. Na konci plexisklovej kostričky 12 je upevnený pohyblivý kontakt 21.

K nepohyblivej časti zariadenia, t. j. k puzdru 1 je pomocou nosných stĺpikov 13 so závitom upevnená nosná doska 23. Jej poloha sa dá jemne nastavovať v axiálnom smere pomocou matic 22 na nosných stĺpikoch 13. K nastavenej polohe sa nosná doska 23 vycentruje a zafixuje priečnymi skrutkami 24.

Na nosnej doske 23 je upevnená kostrička 15, na ktorej je navinutá nepohyblivá cievka 16 snímača polohy. Vedľa nepohyblivej cievky 16 je navinutá pomocná snímacia cievka 17, ktorej účelom je stabilizácia amplitúdy budiaceho signálu. Vinutia cievok 14, 16, 17 tvoria spolu snímač 27 polohy, ktorý sa napája z budiaceho generátora 25. Okolo kostričky 15 s cievkami 16, 17 je umiestnený hliníkový tieniaci prstenec 18, ktorý tieni vyžarovanie vysokofrekvenčnej energie do okolia.

Na nosnej doske 23 sú upevnené dva pevné nastaviteľné kontakty 19, 20, ktoré spolu s pohyblivým kontaktom 21 fungujú ako okrajové prepínače. Pomocou nich sa preklápa riadiaci klopný obvod 26, ktorý pomocou elektronického prepínača 34 striedavo pripája dva presné stabilizované zdroje 35, 36 napätia k presnému dvojitému voliču 33 rýchlosti.

Vysokofrekvenčný signál zo snímača 27 polohy sa v amplitúdovom detektore 28 spracuje na elektrický údaj o okamžitej polohe pohyblivej časti zariadenia. Tento signál sa vedie na invertujúci vstup operačného zosilňovača polohového regulačného obvodu 31. Výstup polohového regulačného obvodu 31 je pripojený na vstup rýchlostného regulačného obvodu 30. Tým sa uzatvára slučka nadradenej spätnej väzby a zo zariadenia sa stáva polohový servomechanizmus.

Vstup polohového servomechanizmu, t. j. neinvertujúci vstup operačného zosilňovača polohového regulačného obvodu 31 je pripojený k výstupu integrátora 32, pomocou ktorého sa konštantné napätie na jeho vstupe prevedie na konštantne sa meniace napätie na výstupe. Vstup integrátora 32 je pripojený k výstupu presného dvojitého voliča 33 rýchlosti.

Funkcia zariadenia je nasledovná: Generátor 25 napája nepohyblivú cievku 16 snímača 27 polohy vysokofrekvenčným budiacim prúdom. Pomocná snímacia cievka 17 slúži na stabilizáciu amplitúdy budiaceho prúdu. Pohyblivá cievka 14 je dvojitá a symetricky navinutá, takže snímač 27 polohy je prevedený ako bezdotykový diferenciálny transformátor.

V závislosti od momentálneho stavu riadiaceho klopného obvodu 26 je k presnému dvojitému voliču 33 rýchlosti pomocou elektronického prepínača 34 pripojený presný stabilizovaný zdroj 35 kladného napätia

alebo presný stabilizovaný zdroj 36 záporného napätia. Na oboch častiach presného voliča 33 rýchlosti je predvolená požadovaná hodnota kladnej a zápornej rýchlosti pohybu, výstup z voliča je konštantné napätie, ktoré sa v integrátore 32 prevedie na konštantne narastajúce napätie, pričom rýchlosť narastania napätia na výstupe je úmerná hodnote napätia na vstupe integrátora 32. Výstupným napätím integrátora 32 sa riadi vstup polohového regulačného obvodu 31, takže poloha pohyblivej časti zariadenia je presne úmerná konštantne sa meniacemu napätiu na výstupe integrátora 32. Tým dochádza k zmene polohy rádiového žiarivého žiarivca 6, ktorý sa pohybuje nastavenou konštantnou rýchlosťou. Keď pohyblivá časť zariadenia dosiahne niektorú krajinú polohu predvolenú nastaviteľnými okrajovými kontaktami 19 alebo 20, preklopí sa riadiaci klopný obvod 26 a pomocou elektronického prepínača 34 sa k druhej polohe presného voliča 33 rýchlosti pripojí zdroj opačnej polarít, tým sa pohybový systém začne pohybovať opačným smerom predvolenou rýchlosťou.

Ak v operátorovom tvare zobrazíme schému regulačného obvodu pohybového zariadenia s konštantnou rýchlosťou ako polohového servomechanizmu a označíme prenosovú funkciu sústavy $A_{(p)}$, prenosovú funkciu rýchlostného regulačného obvodu $\beta_{1(p)}$, prenosovú funkciu polohového regulačného obvodu $\beta_{2(p)}$, prenosovú funkciu snímača rýchlosti p , prenosovú funkciu integrátora $1/p$, riadiacu veličinu rýchlosti na vstupe integrátora $v_{(p)}$, riadiacu veličinu polohy na vstupe polohového servomechanizmu $w_{(p)}$, regulačnú odchýlku polohy $e_{1(p)}$, regulačnú odchýlku rýchlosti $e_{2(p)}$, polohu $x_{(p)}$ a rýchlosť ako výstupnú veličinu $v_{(p)}$, potom prenosová funkcia polohy $X_{(p)}$ takejto sústavy bude vyjadrená vzťahom (3)

$$X_{(p)} = \frac{X_{(p)}}{w_{(p)}} = \frac{A_{(p)}}{1 + pA_{(p)}\beta_{1(p)} + A_{(p)}\beta_{2(p)}} \quad (3)$$

a prenosová funkcia regulačnej odchýlky polohy $E_{x(p)}$ bude vyjadrená vzťahom (4)

$$E_{x(p)} = \frac{e_{1(p)}}{w_{(p)}} = \frac{1 + pA_{(p)}\beta_{1(p)}}{1 + pA_{(p)}\beta_{1(p)} + A_{(p)}\beta_{2(p)}} \quad (4)$$

Prenosová funkcia rýchlosti $V_{(p)}$ pri riadení veličinou $u_{(p)}$ na vstupe integrátora bude vyjadrená vzťahom (5)

$$V_{(p)} = p \cdot \frac{1}{p} \cdot X_{(p)} \quad (5)$$

a prenosová funkcia regulačnej odchýlky rýchlosti $E_{v(p)}$ pri riadení veličinou $u_{(p)}$ na vstupe integrátora bude vyjadrená vzťahom (6)

$$E_{v(p)} = p \cdot \frac{1}{p} \cdot E_{x(p)} \quad (6)$$

teda prenosová funkcia podľa vzťahu (5) je totožná s prenosovou funkciou podľa vzťahu (3) a prenosová funkcia podľa vzťahu (6) je totožná s prenosovou funkciou podľa vzťahu (4). Pri hodnote operátora $p \rightarrow 0$ je potom prenos rýchlosti $V_{(0)}$ nenulový a prenos regulačnej odchýlky rýchlosti $E_{v(0)}$ sa blíži k nule. To znamená, že sústava si aj

pri nulovej rýchlosti, teda v ustálenom stave zachováva vlastnosti servomechanizmu a dá sa riadiť vstupnou veličinou.

Vybavením pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením presným, lineárnym, bezdotykovým a časovo stabilným snímačom polohy, vytvorením polohového servomechanizmu a riadením takéhoto servomechanizmu pomocou integrátora na jeho vstupe vznikne pohybové zariadenie, ktoré umožňuje generovať pohyb Mössbauerovho rádioaktívneho žiariča s konštantnou rýchlosťou. Tým sa umožní meranie Mössbauerovho spektra len v dvoch bodoch, v rezonancii a mimo rezonancie, čo umožňuje vypustiť z merania všetky ostatné body rezonančnej čiary. To prináša podstatné, 100- až 500nás-

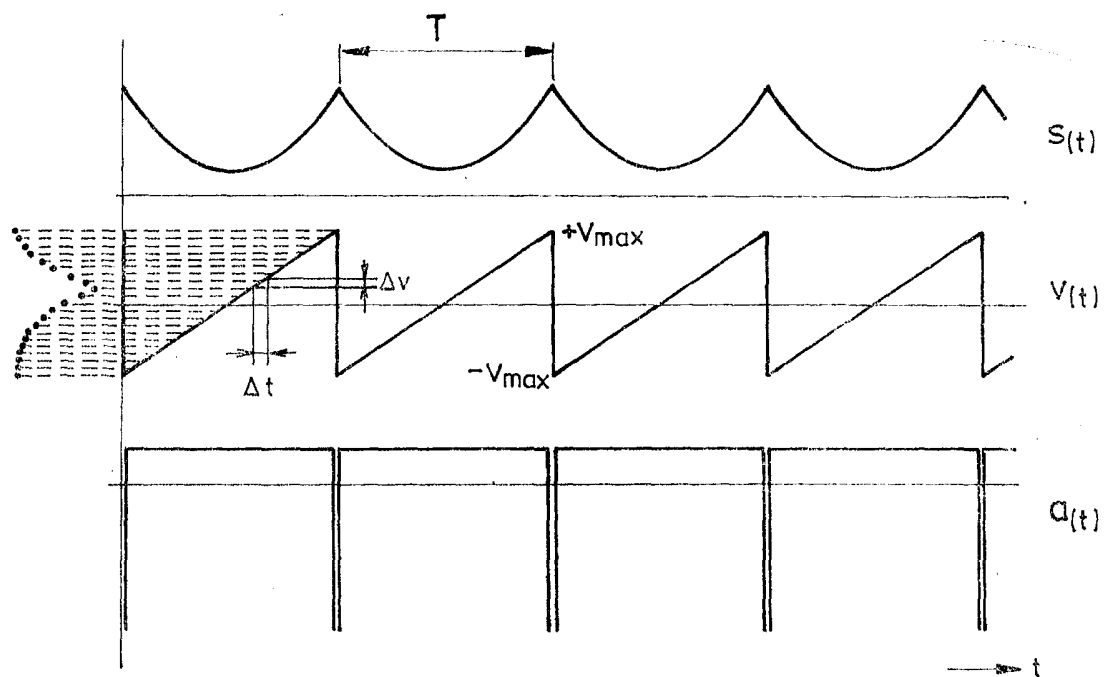
sobné skrátenie doby merania a tým umožňuje efektívne skúmanie javov, ktorých výskum bol doteraz nemožný alebo mimoriadne obtiažný.

Pohybové zariadenie s konštantnou rýchlosťou je určené predovšetkým na konštrukciu Mössbauerovho spektrometra s konštantnou rýchlosťou. Oblasť použitia bude hlavne pri výskume rozptylových a polarizačných javov nízkoenergetického gama žiarenia, ako napríklad Rayleighov rozptyl a selektívna excitácia jadrových podhládín. Prevažnú väčšinu doteraz existujúcich pohybových zariadení s konštantným zrýchlením možno pripraviť na univerzálne zariadenia podľa vynálezu.

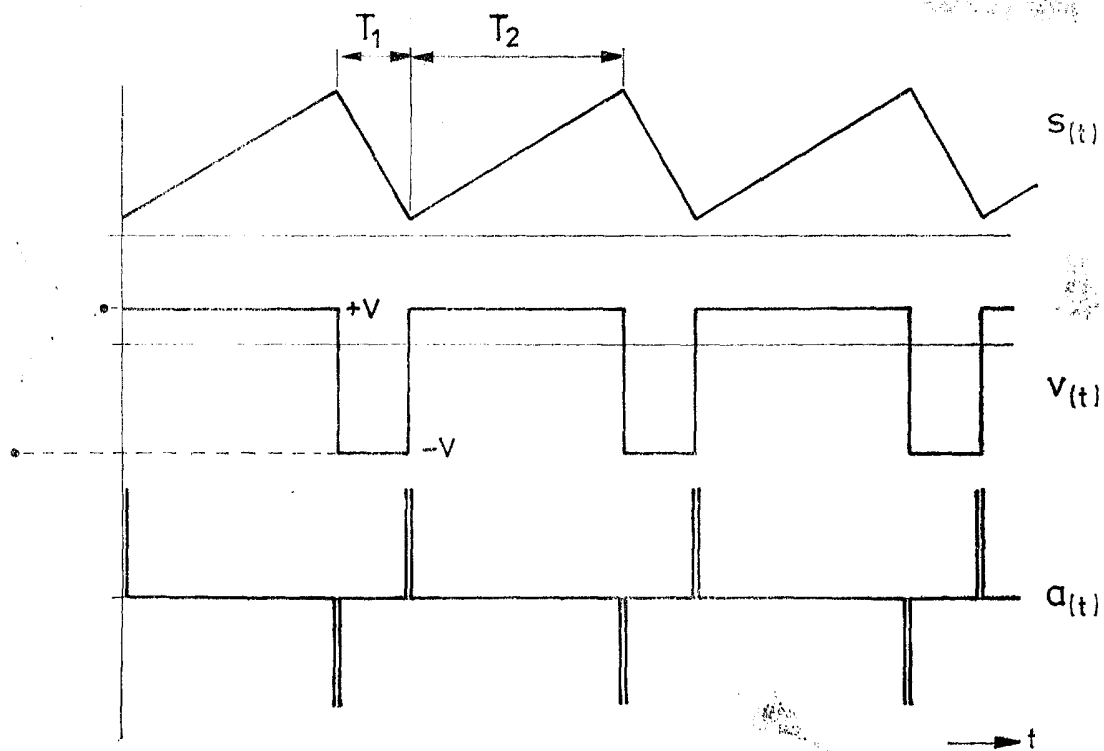
PREDMET VYNÁLEZU

Pohybové zariadenie s konštantnou rýchlosťou pre Mössbauerovu spektroskopiu, pozostávajúce z pohybového zariadenia s konštantným zrýchlením, ktoré je vytvorené puzdrom, permanentným magnetickým obvodom vo vzduchovej medzere, ktorého sa v axiálnom smere pohybuje akčná cievka, permanentným magnetickým obvodom vo vzduchovej medzere, ktorého sa v axiálnom smere pohybuje cievka snímača rýchlosti, pričom obe cievky sú mechanicky pevne spojené tiahlom, na konci ktorého je upevnený rádioaktívny žiarič a celá pohyblivá časť systému je zavesená na dvoch pružných direktívnych membránach, ktoré sú na svojom obvode upevnené k puzdru, pričom akčná cievka je pripojená k výstupu výkonového zosilňovača, ktorého vstup je pripojený k výstupu rýchlostného regulačného obvodu a vstup rýchlostného regulačného obvodu je pripojený k cievke snímača rýchlosti, ktorej druhý koniec vinutia je uzemnený, vyznačujúce sa tým, že s pohyblivou časťou systému je mechanicky pevne spojená pohyblivá cievka (14) snímača (27) polohy ako aj pohyblivý kontakt (21) a s nepohyblivým puzdrom (1) je mechanicky pevne spojená nepohyblivá cievka (16) sní-

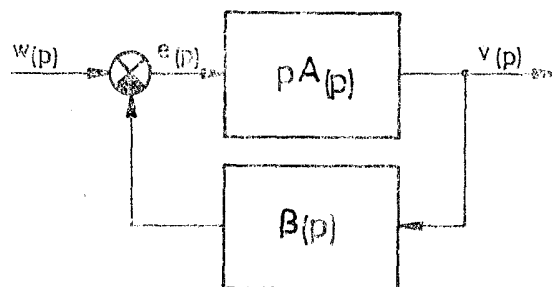
mača (27) polohy, ako aj dvojica nastaviteľných kontaktov (19) a (20), pričom výstup snímača (27) polohy je pripojený k vstupu amplitúdového detektora (28) a jeho výstup je pripojený k jednému vstupu operačného zosilňovača (31) polohového regulačného obvodu, ktorého výstup je pripojený k vstupu rýchlostného regulačného obvodu (30) a druhý vstup operačného zosilňovača polohového regulačného obvodu (31) je spojený s výstupom integrátora (32), ktorého vstup je spojený s výstupom presného dvojitého voliča (33) rýchlosti, ktorého oba vstupy sú pripojené k výstupom elektronického prepínača (34), jeden napäťový vstup elektronického prepínača (34) je pripojený k presnému stabilizovanému zdroju (35) kladného napätia a druhý napäťový vstup elektronického prepínača (34) je pripojený k presnému stabilizovanému zdroju (36) záporného napätia, pričom riadiaci vstup elektronického prepínača (34) je pripojený k výstupu riadiaceho klopného obvodu (26) a preklápacie vstupy riadiaceho klopného obvodu (26) sú spojené s nepohyblivými nastaviteľnými kontaktami (19) a (20) a pohyblivý kontakt (21) je pripojený k zdroju konštantného preklápacieho napätia.



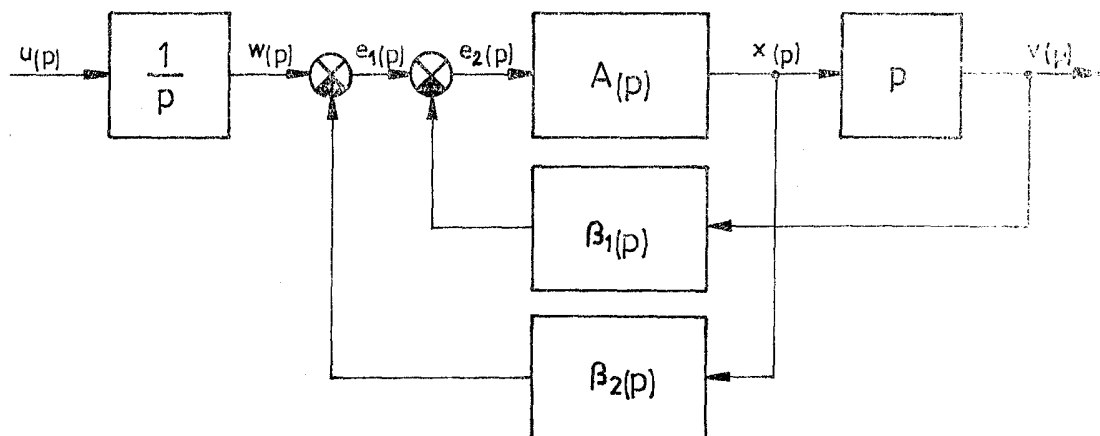
obr.1



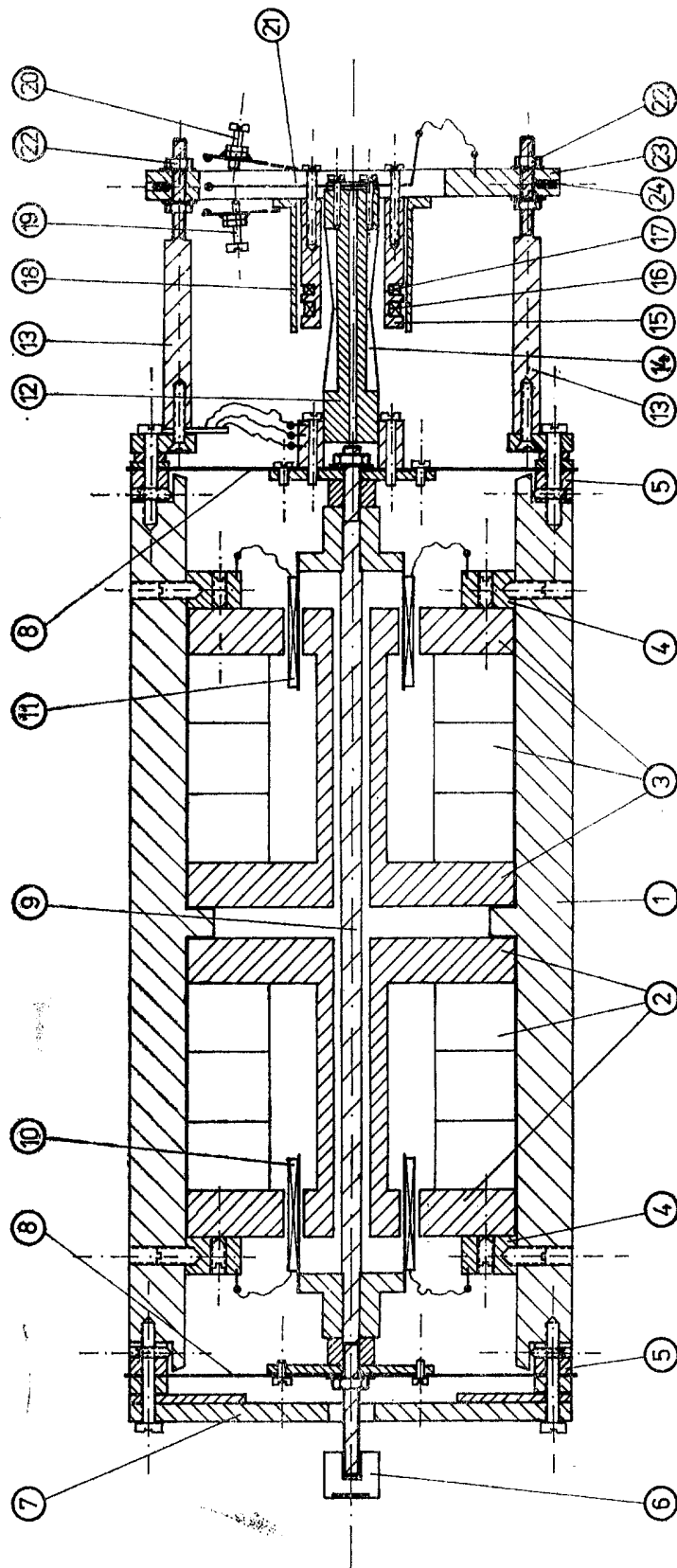
obr.2



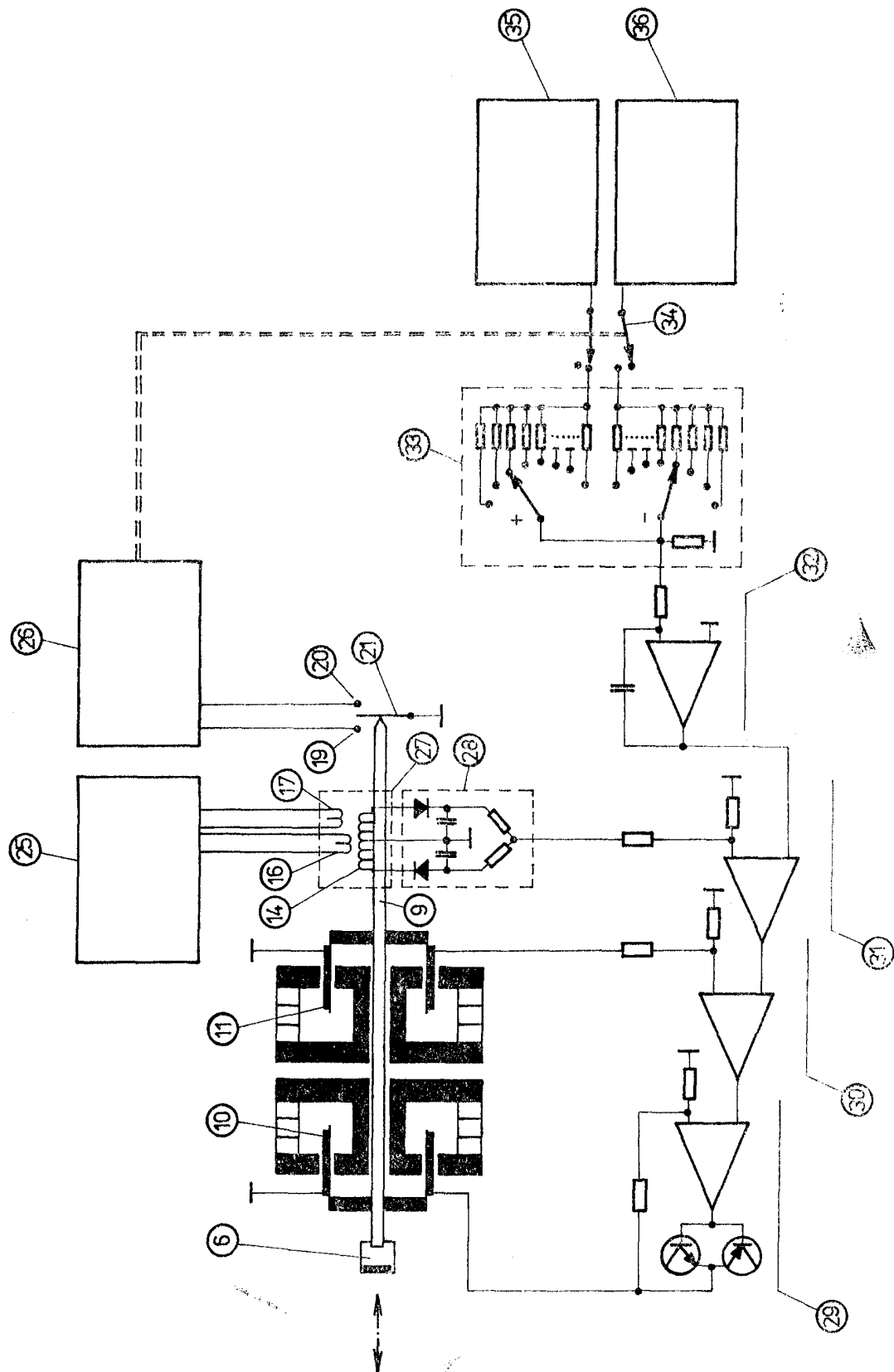
obr. 3



obr. 4



obr 5



6. 1. 0