



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206516

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 B 9/02

/22/ Přihlášeno 27 12 79
/21/ /PV 1351-79/

(40) Zveřejněno 29 08 80

(45) Vydáno 15 01 83

(75)

Autor vynálezu

STEJSKAL ALOIS ing. a POPELA BOHUMÍR ing. CSc., BRNO

(54) Zapojení vyhodnocovací elektroniky pro laserový interferenční měřicí systém

1

Vynález se týká zapojení vyhodnocovací elektroniky pro laserový interferenční systém, který používá různé optické soustavy interferometru pro měření geometrických veličin.

Při měření laserovými interferometry je měřená veličina úměrná počtu interferenčních jednotek odpovídajících změně rozdílu dvou optických drah v interferenčních soustavách. Uspořádání interferenčních soustav je zvoleno tak, že počet interferenčních jednotek vyjadřuje měřenou veličinu, např. úhel, přímo nebo je zapotřebí násobit počet spočítaných interferenčních jednotek proměnnou konstantou závislou na indexu lomu prostředí. Index lomu prostředí závisí na teplotě, tlaku, vlhkosti atmosféry, na měrné dráze v interferometru. Zejména při měření v provozních podmínkách je zapotřebí při měření větších délek kompenzovat teplotnou roztažnost měřených objektů tak, aby měřená délka byla normována na teplotu 20 °C.

K základním úkolům, které vystupují do popředí v dílenských podmínkách, je vytváření středních hodnot měřených veličin v čase a tímto způsobem eliminovat vlivy vibrací a otřesů. Číslíkové výstupy naměřených hodnot nedávají vždy přehledný obraz o výsledku, kde názornějším se stává analogový zápis, například odchylek od předpokládaného ideálního stavu. Kombinace současných číslíkových a analogových zápisů se jeví optimálním řešením.

Dosavadní stav se vyznačuje řešením, kde počet interferenčních jednotek je zpracováván vzorkováním pomalou aritmetikou a zobrazován na jednom displeji, na kterém může být zobrazena vždy jediná zvolená veličina podle vloženého nebo nastaveného programu. Automatická korekční jednotka je vnějším připojovatelným zařízením, analogové zápisy se realizují rovněž vnějším stolním kalkulátorem, na jehož analogové výstupy je zapojen souřadnicový zapisovač. Měřicí zařízení je tedy sestaveno z řady poměrně drahých přístrojů a vyžaduje obsluhu seznámenou s výpočetní technikou.

206516

Tyto dosevační nevýhody odstraňuje zapojení vyhodnocovací elektroniky pro laserový interferenční měřicí systém, jehož podstatou je, že vstupy interferenčních signálů paralelně spojené s indikátorem signálu jsou spojeny se vstupní jednotkou spojenou výstupem jednak s prvním vstupem kontrolní jednotky a jednak přes hradlo, čítač metrických jednotek s tablem obsahujícím externí výstup a dále pak přes čítač interferenčních jednotek s kontrolní jednotkou spojenou s hradlem a s přepínačem korekcí, zatímco druhý vstup kontrolní jednotky je spojen s čítačem metrických jednotek a třetí vstup se vstupem indikace přerušení měřicího svazku, čtvrtý vstup se vstupem indikace nesprávné funkce laseru, přičemž první výstup kontrolní jednotky je spojen s prvním vstupem řídicí jednotky, spojené s druhým vstupem s obvodem volby funkcí a třetím vstupem přes generátor impulsů s obvodem volby časových intervalů, přičemž pátý vstup kontrolní jednotky je spojen s indikátorem poruch a šestý vstup s prvním vstupem přepínače korekcí a s číslicovým vstupem, mimoto je přepínač korekcí spojen se vstupem vnějších korekcí, zatímco řídicí okruh je čtecími vstupy spojen s řídicí jednotkou, která je řídicím výstupem spojena s tablem s čítačem metrických jednotek, s čítačem interferenčních jednotek, který je spojen s kontrolní jednotkou a vstupní jednotkou.

Toto zapojení je s výhodou rozšířeno tak, že výstup čítače interferenčních jednotek je spojen s filtrační jednotkou spojenou druhým vstupem s prvním výstupem generátorů impulsů, jehož druhý výstup je spojen s prvním vstupem Č-A převodníku pro souřadnici x, opatřeným externími číslicovými vstupy a analogovým výstupem a třetí výstup s prvním vstupem jednotky přímosti, která je spojena výstupem s přepínačem výstupů, opatřeným analogovým výstupem a s číslicově analogovým převodníkem pro souřadnici y, spojeným jednak do uzlu s číslicovým výstupem a s číslicovým voltmetrem a jednak s tablem, s čítačem metrických jednotek a s Č-A převodníkem pro souřadnici x, zatímco výstup filtrační jednotky je spojen jednak s druhým vstupem přepínače vstupů a jednak s prvním vstupem přepínače vstupů, který je druhým vstupem spojen přes korekční jednotku s obvodem volby korekcí a třetím vstupem s přepínačem vstupů a s jednotkou přímosti, přičemž výstup přepínače vstupů je spojen s číslicovým voltmetrem, zatímco řídicí okruh z výstupu řídicí jednotky je spojen s číslicově analogovým převodníkem pro souřadnici x a s přepínačem vstupů, s číslicovým voltmetrem a s filtrační jednotkou.

Mimoto je obvod možno doplnit i tak, že čtvrtý vstup přepínače je spojen se zesilovači spojenými s kontrolními analogovými výstupy čidel a s čidly korekcí.

Předností tohoto zapojení je, že umožňuje řešení v jediném konstrukčním celku a číslicové zobrazení výsledků i analogové výstupy jsou ovládány přímo funkčními tlačítky podle měřené veličiny. Uspořádání používá rychlých číslicových a analogových obvodů, které svým propojením umožňují měřit i průměrované a interpolované údaje s vyšším rozlišením. Kombinací dvou obvodů, a to rychlého číslicového pro hlavní displej a pomalejšího analogového pro malý panelový číslicový voltmetr, jsou zvládnuty požadavky na měření v reálném čase v jediném přístroji, což představuje ekonomicky velmi výhodné řešení. Celé zapojení podle vynálezu umožňuje stavebnicovou stavbu. Pouhým vyjmutím funkčních celků, jejichž funkci nepožadujeme, dochází ke zjednodušení a snížení ceny obzvláště u vícesouřadných odměřovacích systémů, kde se vyhodnocovací elektroniky sdružují.

Vynález blíže objasní přiložený výkres, na kterém je uvedeno blokové zapojení vyhodnocovací elektroniky pro laserový interferenční systém. Základ obvodu tvoří silně orámované jednotky 1 až 14. Tento základní obvod je pak rozšiřován o další obvody.

Jak patrně z blokového schématu, jsou vstupy A a B interferenčních signálů spojeny paralelně s indikátorem 1 signálu a se vstupní jednotkou 2, která je spojena prvním výstupem s kontrolní jednotkou 3. Dále pak přes čítač 2 interferenčních jednotek s konverzní jednotkou 7, přes hradlo 6 čítač 8 metrických jednotek spojený jednak s tablem 2, opatřeným externím výstupem T, a jednak s druhým vstupem kontrolní jednotky 3. Kontrolní jednotka 3 je opatřena vstupem P indikace přerušení měřicího svazku a výstupem L indikace nesprávné funkce laseru. První výstup kontrolní jednotky 3 je spojen s prvním vstupem řídicí jednotky 10.

Druhý výstup kontrolní jednotky 3 je spojen s indikátorem 4 poruch a pátý vstup s přepínačem 14 korekcí, s číslicově analogovým převodníkem 15 pro souřadnici y a ještě s číslicovými výstupy V voltmetru a současně s výstupem číslicového voltmetru 23, jehož vstup je spojen s výstupem přepínače 22 vstupů. Přepínač 22 vstupů je prvním vstupem spojen přes korekční jednotku 20 zesilovače 19 s čidly 18 korekcí. Jeho druhý vstup je spojen se zesilovači 19, které jsou ještě opatřeny kontrolními analogovými výstupy C čidel. Korekční jednotka 20 je spojena se vstupem obvodu 21 volby korekcí a výstupem s přepínačem 14 korekcí, který je opatřen vstupem K vnějších korekcí. Přepínač 14 korekcí je ještě výstupem spojen s konverzní jednotkou 7. Přepínač 22 vstupů je třetím vstupem spojen s prvním vstupem přepínače 25 výstupů a ještě s výstupem filtrační jednotky 24. Filtrační jednotka 24 je prvním vstupem spojena s čítačem 5 interferenčních jednotek a druhým vstupem s prvním výstupem generátoru 13 impulsů. Generátor 13 impulsů je vstupem spojen s obvodem 12 volby časových intervalů a druhým výstupem je spojen s řídicí jednotkou 10, která je spojena se vstupem obvodu 11 volby funkcí.

Třetí výstup generátoru 13 impulsů je spojen s jednotkou 16 přímosti a čtvrtý výstup s prvním vstupem číslicově analogového převodníku 17 pro souřadnici x, který je opatřen analogovým výstupem X pro výstup zapisovače a dále externím číslicovým vstupem E. Jeho druhý vstup je spojen s čítačem 8 metrických jednotek a s tablem 2 obsahujícím externí výstup T a s číslicově analogovým převodníkem 15 pro souřadnici y, který je spojen výstupem s druhým vstupem přepínače 25 výstupů a ještě přes jednotku 16 přímosti s třetím vstupem přepínače 25 výstupů a současně se čtvrtým vstupem přepínače 22 vstupů. Přepínač 25 výstupů je svým výstupem spojen s analogovým výstupem Y pro souřadnici y. Pro objasnění funkce zapojení je na blokovém schématu čárkovane vyznačeno zapojení řídicího okruhu.

Řídicí okruh je soustředěn v řídicí jednotce 10, která je opatřena ještě čtecím vstupem 0. Výstup řídicího okruhu z řídicí jednotky 10 je, jak patrně z obrázku, paralelně spojen s těmito obvody: s čítačem 8 metrických jednotek, s čítačem 5 interferenčních jednotek, který je spojen ještě s kontrolní jednotkou 3 a vstupní jednotkou 2, dále pak s číslicově analogovým převodníkem 17 pro souřadnici x, s číslicově analogovým převodníkem 15 pro souřadnici y, dále pak s jednotkou 16 přímosti, s přepínačem 25 výstupů, s tablem 2, s filtrační jednotkou 24, s číslicovým voltmetrem 23, s přepínačem 22 vstupů, který má navíc vnější vstupy R.

Indikátor 1 signálu sestává z komparátorů a logických obvodů, které přes tranzistory ovládají soustavu do čtverce uspořádaných diod. Indikátor 1 signálu zobrazuje Lissajousův obrazec, který vzniká z limitovaných fázově o 90° posunutých interferenčních signálů a náznorně ukazuje fázový a amplitudový stav vstupních interferenčních signálů na vstupech A a B. Indikátor 1 signálu kontroluje správný stav nastavení interferometru. Vstupní jednotka 2 je tvořena klopnými obvody s hysterezí a zabezpečuje tvarovou přesnost vstupních interferenčních signálů. Kontrolní jednotka 3 obsahuje logické obvody a hlídá meze překročení rychlosti vstupních pulsů, přerušení laserového měřicího svazku a změny fáze v interferometru, vstupní data o vlnové délce λ a správnou činnost laseru. Indikátor 4 poruch sestává z tranzistorů ovládaných žárovek, které prosvěćují čtyři světelná pole na předním panelu podle varovných signálů z kontrolní jednotky 3.

Kontrolní jednotka 3 automatickým nulováním brání vzniku falešných výsledků měření při poruchách v signálu. Čítač 5 interferenčních jednotek sestavený z reverzibilních integrovaných dekád počítá impulsy přicházející ze vstupní jednotky 2. Čítač 8 metrických jednotek je rovněž sestaven z reverzibilních dekád a počítá impulsy, které propouští hradlo 6 řízené konverzní jednotkou 7, jejíž algoritmus je ovládán čítačem 5 interferenčních jednotek a výstupem přepínače 14 korekcí. Tím se uskutečňuje převod měřeného údaje v interferenčních jednotkách na stav čítače 8 metrických jednotek, nebo jeho časové vzorky podle nastavení obvodu 12 volby časových intervalů, které jsou zobrazovány na tabuli 2 vybavené digitrony. Řízení zabezpečuje řídicí jednotka 10 podle nastavení obvodu 11 volby funkcí. Generátor 13 impulsů obsahuje přesný stabilizovaný oscilátor a děliče kmitočtu. Řídicí jednotka 10 je

spojena s generátorem 13 impulsů a řídí obvody, které potřebují ke splnění svých funkcí časové impulsy. Jednotky 1 až 14 zabezpečují tedy základní funkce vyhodnocovací elektroniky za předpokladu, že korekční údaje jsou přiváděny do vstupu K vnějších korekcí přepínače 14 korekcí. Tak je tomu u druhé a dalších souřadnic interferenčního laserového měřicího systému.

Vyhodnocovací elektronika pro první souřadnici obsahuje však další funkční obvody, o které je podle potřeby rozšiřována. Jsou to zejména obvody, které potřebují ke splnění svých funkcí časové impulsy, například přepínače 22 vstupů, integrátor jednotky 16 přímosti, integrátor filtrační jednotky 24, časová základna číslicové analogového převodníku 17 pro souřadnici x zapisovače. Dále pak jednotky pro korekční systém s možností zcela automatického nebo poloautomatického a současně manuálního provozu. Jsou to jednak čidla 18 korekcí, zesilovače 19 korekcí, korekční jednotka 20 a jednak obvod 21 volby korekcí, přepínač 22 vstupů a číslicový voltmetr 23. Korekční systém kontroluje měřicí podmínky a podle nich koriguje naměřené výsledky. Čidla 18 korekcí s vestavěnými platinovými odpory v masticích slouží k měření teploty atmosféry a teplot měřených objektů. Součástí čidel 18 korekcí je i barometr a hygrometr s elektrickým výstupem,

Signály z čidel 18 korekcí jsou zesilovány zesilovači 19, přivedeny do korekční jednotky 20 s analogovou výpočetní sítí. Na korekční jednotku 20 navazuje obvod 21 volby korekcí vybavený tlačítkovými a číslicovými přepínači, které umožňují manuální volbu vstupních veličin: teplot, tlaku, vlhkosti, součinitele teplotní délkové roztažnosti, hodnoty interferenční jednotky. Přepínač 22 vstupů připojuje řadu měřených i kontrolovaných analogových údajů na číslicový voltmetr 23 buď automaticky, nebo podle obvodu 11 volby funkcí. Při délkových měřeních je při nulování čítačů na počátku každého měření číslicový voltmetr 23 automaticky připojován na výstup korekční jednotky 20 a poskytuje pro převod na metrickou míru hodnotu interferenční jednotky, jinak cyklicky zobrazuje hodnoty všech čidel i dílčí vypočítávané výsledky.

Při měření malých deformací s filtrem a přímostí jsou zobrazovány na číslicovém voltmetru 23 integrované údaje z filtrační jednotky 24 a jednotky 16 přímosti. Souřadnicové zápisy od celých hodnot v rozsazích ± 5 , ± 50 , $\pm 500 \mu\text{m}$ jsou v závislosti na měřené souřadnici, v rozsazích od 0,001–70 m umožňují číslicové analogový převodník 15 pro souřadnici y spojený s přepínačem 25 výstupů a Č-A převodník 17 pro souřadnici x. Oba převodníky 15 a 17 poskytují také zápisy všech měřených veličin v čase buď kontinuálně, nebo po krocích. Jsou to zejména odchylky od nulové hodnoty při úhlových i délkových deformacích. Vnější propojením externího číslicového vstupu E číslicové analogového převodníku 17 s číslicovým výstupem V číslicového voltmetru 23 lze zapisovat měřené veličiny v závislosti na teplotách měřených čidly 18 korekcí. Externího číslicového vstupu E lze využít i k přivedení číslicového údaje z vnějšího měřeného objektu.

Při spolupráci s výpočetní technikou je možné pomocí vnějších vstupů R programově řídit v kódu BCD přepínač 22 vstupů a přejímat z číslicového výstupu V vstupní data korekcí do počítače při modelovém výpočtu korekcí, například při dlouhodobých měřeních velkých konstrukcí. Externí výstup T údajů zobrazovaných tablem 9 je opatřen vyrovnávací pamětí a je v paralelním kódu BCD. Analogové výstupy X a Y pro souřadnice x, y jsou určeny pro souřadnicový zapisovač. Kontrolní analogové výstupy C umožňují kontinuální zápis teplot, tlaku, rel. vlhkosti v metrologických laboratořích. Číslicový voltmetr 23 má paralelní číslicový výstup V v kódu BCD. Vstup K vnějších korekcí spojený s přepínačem 14 korekcí slouží k externímu vložení korekčních jednotek, zejména u vicesouřadných měřicích systémů. Čtecí vstup Q umožňuje synchronizovat počátek a čtení automatických měření podle měřeného objektu.

Pospaná vyhodnocovací elektronika je řešena tak, aby mohla automaticky vyhodnotit a číslicově i analogově zobrazit údaje poskytované lineárními, diferenčními a bezkontaktními interferometry. Základní funkce jsou zejména: měření délek v metrických jednotkách s možností normalizace údajů na 20 °C, měření délek v interferenčních jednotkách, tj. zlomcích

vlnové délky laserového záření, měření rychlosti, malých úhlů, přímosti, deformací a diferencí s rozlišením vyšším než 10 nm, kolmosti a přímocharosti. Pro délková měření je vyhodnocovací elektronika vybavena automatickými korekcemi s možností poloautomatického i manuálního provozu. V prostředí s vibracemi je možné vytvářet střední hodnoty integrováním. Je zajištěna automatická kontrola a testování správné funkce celého systému.

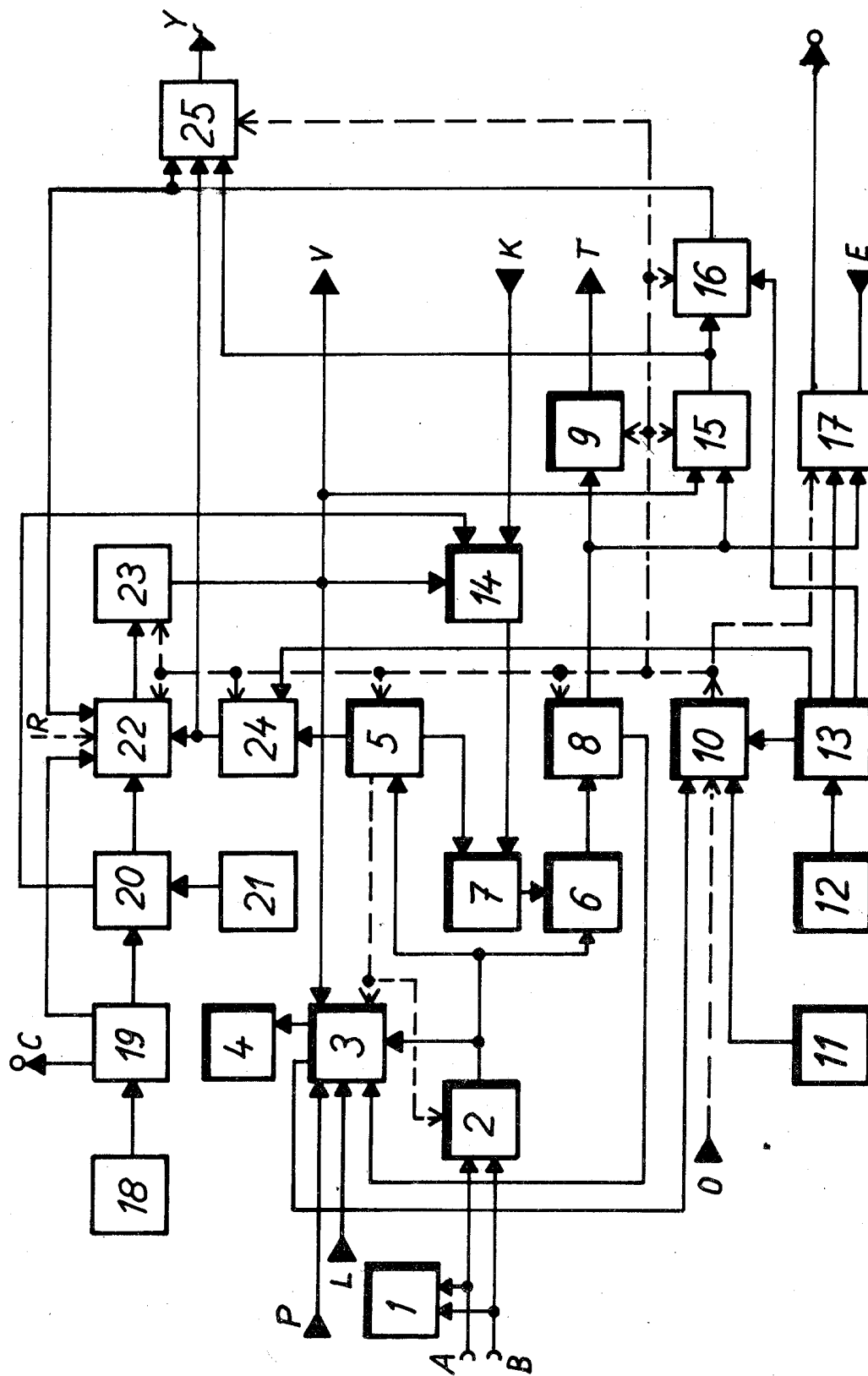
Vyhodnocovací elektronika je určena jako součást laserového interferenčního systému LIMS kompaktní konstrukce, určeného k sériové výrobě.

PŘEDMĚT VÝNÁLEZU

1. Zapojení vyhodnocovací elektroniky pro laserový interferenční měřicí systém vyznačené tím, že vstupy (A a B) interferenčních signálů paralelně spojené s indikátorem (1) signálu jsou spojeny se vstupní jednotkou (2) spojenou výstupem jednak s prvním vstupem kontrolní jednotky (3) a jednak přes hradlo (6) čítač (8) metrických jednotek s tablem (9) obsahujícím externí výstup (T) a dále pak přes čítač (5) interferenčních jednotek s konverzní jednotkou (7) spojenou s hradlem (6) a s přepínačem (14) korekcí, zatímco druhý vstup kontrolní jednotky (3) je spojen s čítačem (8) metrických jednotek a třetí vstup se vstupem (P) indikace přerušení měřicího svazku, čtvrtý vstup se vstupem (L) indikace nesprávné funkce laseru, přičemž první výstup kontrolní jednotky (3) je spojen s prvním vstupem řídicí jednotky (10) spojené druhým vstupem s obvodem (11) volby funkcí a třetím vstupem přes generátor (13) impulsů s obvodem (12) volby časových intervalů, přičemž pátý vstup kontrolní jednotky (3) je spojen s indikátorem (4) poruch a šestý vstup s prvním vstupem přepínače (14) korekcí a s číslicovým výstupem (V), mimoto je přepínač (14) korekcí spojen se vstupem (K) vnějších korekcí, zatímco řídicí okruh je štecími vstupy (0) spojen s řídicí jednotkou (10), která je řídicím výstupem spojena s tablem (9) s čítačem (8) metrických jednotek, s čítačem (5) interferenčních jednotek, který je spojen s kontrolní jednotkou (3) a vstupní jednotkou (2).

2. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že výstup čítače (5) interferenčních jednotek je spojen s filtrační jednotkou (24) spojenou druhým vstupem s prvním výstupem generátoru (13) impulsů, jehož druhý výstup je spojen s prvním vstupem číslicově analogového převodníku (17) pro souřadnici x, opatřeným externími číslicovými vstupy (E) a analogovým výstupem (X) a třetí výstup s prvním vstupem jednotky (16) přímosti, která je spojena výstupem s přepínačem (25) výstupů opatřeným analogovým výstupem (Y) a s číslicově analogovým převodníkem (15) pro souřadnici y, spojeným jednak s číslicovým výstupem (V) a s číslicovým voltmetrem (23) a jednak s tablem (9), s čítačem (8) metrických jednotek a s číslicově analogovým převodníkem (17) pro souřadnici x, zatímco výstup filtrační jednotky (24) je spojen jednak s druhým vstupem přepínače (25) vstupů a jednak s prvním vstupem přepínače (22) vstupů, který je druhým vstupem spojen přes korekční jednotku (20) s obvodem (21) volby korekcí a třetím vstupem s přepínačem (25) vstupů a s jednotkou (16) přímosti, přičemž výstup přepínače (22) vstupů je spojen s číslicovým voltmetrem (23), zatímco řídicí okruh z výstupu řídicí jednotky (10) je spojen s číslicově analogovým převodníkem (17) pro souřadnici x, s přepínačem (22) vstupů, s číslicovým voltmetrem (23) a s filtrační jednotkou (24).

3. Zapojení podle bodu 1 a 2 vyznačené tím, že čtvrtý vstup přepínače (22) je spojen se zesilovači (19) spojenými s kontrolními a analogovými výstupy (C) čidel a s čidly (18) korekcí.



O P R A V E N K A

k popisu vynálezu k autorskému osvědčení č.

2 0 6 5 1 6

místo:

(21) {1351-79}

správně:

(21) {9351-79}

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY
