



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207 891

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 16 09 77
(21) PV 6034-77

(51) Int. Cl. G 01 P 3/42

(40) Zveřejněno 28 11 80
(45) Vydáno 01 12 83

(75)

Autor vynálezu KŘIVÁNEK LUBOMÍR ing., PRAHA
SPĚŠNÝ KAREL ing., PRAHA

(54) Zapojení odměřovací části měřicích a proměřovacích číslicově řízených strojů

1

Vynález se týká zapojení odměřovací části měřicích a proměřovacích číslicově řízených strojů.

Dosud používané způsoby odměřování obráběcích strojů ve velké většině nevyhovují přesností a rychlostí odměřování, použijí-li se na číslicově řízených měřicích strojích. Číslicově řízené obráběcí stroje mají v současné době převážně induktivní fázové odměřování pomocí selsynů nebo lineárních induktivních měřítek - induktosynů. Periodická a součtová chyba odměřování, i při použití velmi kvalitních pásových lineárních induktosynů, je větší než $\pm 3 \mu\text{m}$. Z rozboru chyb měření vyplývajících z nepřesností induktosynového odměřování a ze studie požadovaných měření typických skříňových součástek vyplývá, že téměř 40 % měření nelze realizovat s přesností vyplývající z předepsaných tolerancí. Tyto skutečnosti jsou zřejmé také z toho, že při použití stejného odměřovacího systému nelze dosáhnout u měřicího stroje alespoň o řád vyšší přesnost než je přesnost současných číslicově řízených obráběcích strojů. Realizace měřicích strojů, jejichž přesnost nepřevyšuje přesnost obráběcích strojů a neumožňuje tak s dostatečnou přesností měření velmi složitých a na přesnost náročných součástí, má pak velice omezený význam, vyplývající z omezených možností použití.

Významným parametrem měřicích strojů je rychlost měření. Je zřejmé, že při použití současných číslicových řídicích systémů u nichž se informace o poloze pohybujících částí stroje odvozuje od povelových impulsů, je měření za pohybu snímače zatíženo neúnosně vy-

207 881

sokou chybou. Tato chyba není zanedbatelná ani v těch případech, získáme-li informaci o okamžité poloze pohybujících se částí stroje od induktivních měřítka, a to zejména tehdy, není-li pohyblivá část induktivního měřítka napájena harmonickým sinusovým průběhem proudu. V těch případech je nutno signál z měřítka filtrovat velmi účinným filtrem, který způsobuje posunutí fáze signálu měřítka. Všechny tyto skutečnosti vyžadují výrazné snížení rychlosti měření, protože je nezbytné, aby při měření najížděl snímač na měřený objekt velmi malou rychlostí. Tyto nevýhody uspokojivě neodstraňují ani měřicí systémy, u nichž se měří až po zastavení snímače. Kromě toho, že rychlost měření je nižší, kladou tyto systémy ještě vysoké nároky na snímač. Snímač musí ve všech osách vyhodnotit velikost odchylky a údaje o poloze odečtené na jednotlivých souřadnicích stroje se musí o tuto velikost odchylky opravit. Konstrukce snímače vychází velmi složitá, nároky na linearitu snímače jsou značné, protože snímač musí s vysokou přesností vyhodnotit odchylky ve třech složkách i při relativně velkém zdvihu měřicího dotyku snímače.

Všechny tyto nevýhody odstraňuje zapojení odměřovací části měřících a proměřovacích číslicově řízených strojů, u něhož blok napájení fázového měniče je připojen k fázovému měniči, na jehož výstup je připojen předzesilovač signálu fázového měniče, dále filtr a tvarovací obvod a u něhož výstupy řídicího systému jsou připojeny na obvod vyhodnocení fázové odchylky. Jeho podstatou spočívá v tom, že na druhý vstup obvodu pro vyhodnocení fázové odchylky je připojen výstup bloku volby odměřování a čtvrtý výstup řídicího systému pro nastavení výchozí polohy je připojen přes hradlo nulovacího impulsu zpět na čtvrtý vstup prvního impulsně fázového převodníku, přičemž výstup obvodu vyhodnocení fázové odchylky je spolu s pátým výstupem řídicího systému připojen na vstupy akčního prvku jenž je pevnou kinematickou vazbou spojen se snímačem, jehož výstup je připojen na vstup elektroniky snímače, zatímco první výstup elektroniky snímače je připojen na první vstup obvodů blokování povelových impulsů, na jejichž druhý vstup je připojen druhý výstup řídicího systému obsahující informaci o smyslu pohybu, přičemž výstupy první a druhý obvodů blokování povelových impulsů jsou připojeny zpět na řídicí systém, je druhý výstup elektroniky snímače připojen jednak na první vstup bloku volby počátku odměřování, jednak na druhý vstup paměti čítače fázového odměřování a na druhý vstup paměti čítače laserového odměřování.

Výstup snímače výchozí polohy je připojen na vstup řídicího systému a na hradlo nulovacího impulsu. Výstup hradla nulovacího impulsu je připojen na třetí vstup číslicového filtru, dále na třetí vstup dvousměrného čítače fázového odměřování, dále na třetí vstup dvousměrného čítače laserového odměřování, dále na vstup vyhodnocovací elektroniky laseru, dále na čtvrtý vstup druhého impulsně fázového převodníku, dále na čtvrtý vstup prvního impulsně fázového převodníku a na druhý vstup bloku volby počátku odměřování.

Na první vstup bloku kontrolních obvodů je připojen výstup vyhodnocovací elektroniky laseru, obsahující výstupní informaci kontrolních obvodů laseru, dále je na druhý vstup bloku kontrolních obvodů připojen šestý výstup řídicího systému obsahující informaci o stavu čítače povelových impulsů. Zatímco na třetí vstup bloku kontrolních obvodů je připojen výstup dvousměrného čítače laserového odměřování a na čtvrtý vstup bloku kontrolních obvodů

je připojen výstup dvousměrného čítače fázového odměřování, je výstup bloku kontrolních obvodů připojen na řídicí systém.

Výstup laseru s koutovým odražečem a dělicí jednotkou je připojen na vstup vyhodnocovací elektroniky laseru, na jejíž první výstup je připojen první vstup dvousměrného čítače laserového odměřování, na jehož druhý vstup a na druhý vstup čítače laserového odměřování je připojen druhý výstup vyhodnocovací elektroniky laseru. Druhý výstup vyhodnocovací elektroniky laseru je také připojen na druhý vstup druhého impulsně fázového převodníku, na jehož třetí vstup jsou přivedeny hodinové impulsy z řídicího systému a na první vstup druhého impulsně fázového převodníku je připojen třetí výstup vyhodnocovací elektroniky laseru, zatímco výstup druhého impulsně fázového převodníku je připojen na druhý vstup bloku volby odměřování, kdežto první výstup vyhodnocovací elektroniky laseru je připojen na první vstup čítače laserového odměřování, jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače laserového odměřování.

Na první vstup číslicového filtru je připojen výstup filtru a tvarovacího obvodu a na druhý vstup číslicového filtru jsou připojeny hodinové impulsy řídicího systému, třetí výstup číslicového filtru je připojen na první vstup bloku volby odměřování, druhý výstup číslicového filtru je připojen na druhý vstup dvousměrného čítače fázového a na druhý vstup čítače fázového odměřování, zatímco první výstup číslicového filtru je připojen na první vstup dvousměrného čítače fázového odměřování, avšak současně na první vstup čítače fázového odměřování, jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače fázového odměřování.

Na vstupy dekodérů je připojen jednak výstup dvousměrného čítače fázového odměřování, jednak výstup paměti čítače fázového odměřování, jednak výstup dvousměrného čítače laserového odměřování a výstup paměti čítače laserového odměřování. První, druhý, třetí a čtvrtý výstup dekodérů je připojen na vstup počítače, přičemž třetí vstup čítače fázového odměřování a třetí vstup čítače laserového odměřování je připojen na výstup bloku volby počátku odměřování, jehož třetí vstup je připojen na sedmý výstup řídicího systému.

Výhody zapojení odměřovací části číslicově řízených měřících a proměřovacích strojů dle vynálezu spočívají ve velmi vysoké přesnosti měření, vyplývající z laserového odměřování, t. zn. z odměřování pomocí referenčního délkového etalonu, dále ve vysoké rychlosti pohybu v odměřovaných souřadnicích, dosahujících až 100 mm/sec, přičemž měření se provádí za pohybu snímače, Vzhledem k možnosti automatického otáčení snímače řízeného řídicím systémem lze použít třísložkový snímač s jediným měřicím dotykem, jenž má předpoklady dosažení vysoké přesnosti měření i dostupnosti měřicího dotyku snímače do malých vnitřních prostorů měřeného objektu, což nelze dosáhnout u snímače s pěti dotyky. Z hlediska výroby je další významnou výhodou, že zapojení dle vynálezu není úzce speciální pro uplatnění na jediném typu stroje, ale naopak, je navrženo s ohledem na různé modifikace podle požadovaných parametrů, takže pokrývá požadavky na měřicí část široké palety měřících i proměřovacích strojů. Významná je i skutečnost, že zapojení odměřovací části měřících a proměřovacích strojů lze připojit ke komerčně vyráběným číslicovým řídicím systémům, určeným k řízení souřadnic obráběcích strojů. Řídicím systémem lze řídit nejen snímač ve třech souřadnicích, ale i přesné otáčení snímače kolem osy z nebo i jiné pomocné funkce souvise-

207 881

jičí s automatickou výměnou čidel a Pod.

Příklad Provedení zapojení Podle vynálezu je znázorněn na obrázku, který Představuje blokové schéma.

Na obrázku je zapojení odměřovací části jedné souřadnice měřicího stroje, Přičemž např. snímač, elektronika snímače, Případně laser je Pro všechny souřadnice společný. Dělicí jednotky interferometru jsou oddělené a PaPrsek laseru je rozveden do všech tří odměřovaných os, nejméně však do dvou souřadnic stroje.

První až čtvrtý výstup řídicího systému 1 jsou Připojeny na První impulsně fázový Převodník 2 tak, že výstup Povelových impulsů je Připojen na První vstup, výstup obsahující informaci o smyslu Pohybu je Připojen na druhý vstup, výstup hodinových impulsů je Připojen na třetí vstup a výstup Pro nastavení výchozí Polohy je Připojen Přes hradlo nulovacího impulsu 12 na čtvrtý vstup. Výstup Prvního impulsně fázového převodníku 2 je připojen na První vstup obvodu vyhodnocení fázové odchylky 3, na jehož druhý vstup je připojen výstup bloku volby odměřování 23 a na třetí vstup jsou připojeny hodinové impulsy z řídicího systému 1, Přičemž výstup obvodu vyhodnocení fázové odchylky 3 je spolu s pátým výstupem řídicího systému 1 připojen na vstupy akčního prvku 4, jenž je Pevnou kinematickou vazbou spojen se snímačem 5. Výstup snímače 5 je připojen na vstup elektroniky snímače 6, zatímco první výstup elektroniky snímače 6 je připojen na první vstup obvodů blokování Povelových impulsů 7, na jejichž druhý vstup je připojen výstup řídicího systému 1 obsahující informaci o smyslu pohybu, přičemž výstupy První i druhý obvodů blokování Povelových impulsů 7 jsou Připojeny zpět na řídicí systém 1. Druhý výstup elektroniky snímače 6 je připojen na první vstup bloku volby počátku odměřování 8, na druhý vstup paměti čítače fázového odměřování 26 a na druhý vstup Paměti čítače laserového odměřování 18.

Výstup snímače výchozí polohy 11 je Připojen na vstup řídicího systému 1 a na hradlo nulovacího impulsu 12. Výstup hradla nulovacího impulsu 12 je připojen na třetí vstup číslí-cového filtru 22, dále na třetí vstup dvousměrného čítače fázového odměřování 24, dále na třetí vstup dvousměrného čítače laserového odměřování 15, dále na vstup vyhodnocovací elektroniky laseru 14, dále na čtvrtý vstup druhého impulsně fázového převodníku 16, dále na čtvrtý vstup prvního impulsně fázového převodníku 2 a na druhý vstup bloku volby počátku odměřování 8.

Na první vstup bloku kontrolních obvodů 29 je připojen výstup vyhodnocovací elektro-niky laseru 14, obsahující výstupní informaci kontrolních obvodů laseru, dále na druhý vstup bloku kontrolních obvodů 29 je Připojen šestý výstup řídicího systému 1, obsahující informaci o stavu čítače Povelových impulsů. Zatímco na třetí vstup bloku kontrolních obvodů 29 je připojen výstup dvousměrného čítače laserového odměřování 15 a na čtvrtý vstup bloku kontrolních obvodů 29 je připojen výstup dvousměrného čítače fázového odměřování 24 je výstup bloku kontrolních obvodů 29 Připojen na řídicí systém 1.

Výstup laseru s koutovým drazáčem a dělicí jednotkou 13 je připojen na vstup vyhodno-covací elektroniky laseru 14 a jejíž první výstup je připojen první vstup dvousměrného čí-tače laserového odměřování 15, na jehož druhý vstup a na druhý vstup čítače laserového

odměřování 17 je připojen druhý výstup vyhodnocovací elektroniky laseru 14. Druhý výstup vyhodnocovací elektroniky laseru 14 je také připojen na druhý vstup druhého impulsně fázového převodníku 16, na jehož třetí vstup jsou připojeny hodinové impulsy z řídicího systému 1 a na první vstup druhého impulsně fázového převodníku 16 je připojen třetí výstup vyhodnocovací elektroniky laseru 14, zatímco výstup druhého impulsně fázového převodníku 16 je připojen na druhý vstup bloku volby odměřování 23, kdežto první výstup vyhodnocovací elektroniky laseru 14 je připojen na první vstup čítače laserového odměřování 17, jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače laserového odměřování 18.

Na výstup hodinových impulsů řídicího systému 1 je připojen vstup bloku napájení fázového měniče 19, na jehož výstup je připojena posuvná část induktivního fázového měniče 9, zatímco výstup pevné části induktivního fázového měniče 10 je připojen na vstup předzesilovače 20, jehož výstup je připojen na vstup filtru a tvarovacího obvodu 21. Výstup filtru a tvarovacího obvodu 21 je připojen na první vstup číslicového filtru 22, na jehož druhý vstup jsou připojeny hodinové impulsy řídicího systému 1, zatímco třetí výstup číslicového filtru 22 je připojen na první vstup bloku volby odměřování 23, kdežto druhý výstup číslicového filtru 22 je připojen na druhý vstup dvousměrného čítače fázového odměřování 24 a na druhý vstup čítače fázového odměřování 25, první výstup číslicového filtru 22 je připojen na první vstup dvousměrného čítače fázového odměřování 24, avšak současně na první vstup čítače fázového odměřování 25, jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače fázového odměřování 26.

Na vstupy dekodérů 27 je připojen jednak výstup dvousměrného čítače fázového odměřování 24, jednak výstup paměti čítače fázového odměřování 23, jednak výstup dvousměrného čítače laserového odměřování 15 a výstup paměti čítače laserového odměřování 18. První, druhý, třetí a čtvrtý výstup dekodérů 27 je připojen na vstup počítače 29, přičemž třetí vstup čítače fázového odměřování 25 a třetí vstup čítače laserového odměřování 17 je připojen na výstup bloku volby počátku odměřování 8, jehož třetí vstup je připojen na sedmý výstup řídicího systému 1.

Funkce odměřovací části číslicově řízených měřicích a proměřovacích strojů je následující. Polohovou vazbu uvažujeme v prvním případě uzavřenou přes induktivní fázové odměřování. V tom případě blok volby odměřování 23 je otevřen pro signál z výstupu číslicového filtru 22, jehož výstup je propojen s druhým vstupem obvodu pro vyhodnocení fázové odchylky 3. Hradlo nulovacího impulsu 12 je otevřeno pro signál z řídicího systému 1, zatímco pro signál ze snímače výchozí polohy 11 je uzavřeno. Před měřením nejprve řídicí systém 1 najede ve všech souřadnicích do referenčního bodu. Při najíždění do referenčního bodu je na výstupu řídicího systému 1, konkrétně na druhém výstupu určujícím smysl pohybu, signál odpovídající smyslu pohybu snímače do výchozí polohy a současně se na prvním výstupu povelových impulsů objeví povelové impulsy, jejichž frekvence určuje rychlost pohybu snímače. Po najetí souřadnice do výchozí zóny induktivního fázového odměřování se objeví na výstupu snímače výchozí polohy 11 signál, který se přivádí na první vstup řídicího systému 1. V řídicím systému 1 se sfázuje průběh referenční a povelové frekvence ve výchozí zóně odměřová-

07 881

ní a po sfázování se na čtvrtém výstupu řídicího systému 1 objeví signál, který přes otevřené hradlo nulovacího impulsu 12 nuluje první a druhý impulsně fázový převodník 2 a 16 číslicový filtr 22, vyhodnocovací elektroniku laseru 14 a dvousměrné čítače laserového a fázového odměřování 15 a 24. Po najetí do výchozí zóny odměřování se objeví na sedmém výstupu řídicího systému 1 signál, který se přivádí do bloku volby počátku odměřování 8 a tím se otvírá cesta nulovacího impulsu na vstupy čítačů laserového a fázového odměřování 17 a 25. Po nastavení výchozího bodu odměřování se automaticky kalibruje měřicí dotyk snímače 5 na kalibrační měrce, obvykle prizmatického tvaru. Funkce obvodů odměřovací části stroje i postup měření při kalibraci měřicího dotyku jsou shodné jako při měření.

Na druhém výstupu rozlišení smyslu pohybu řídicího systému 1 se objeví signál odpovídající smyslu pohybu snímače ke kalibrační měrce. Počet impulsů na prvním výstupu řídicího systému 1 udává dráhu, frekvence impulsů rychlost pohybu snímače 5. Volíme-li počátek odměřování v dané souřadnici v místě dotyku snímače s kalibrační měrkou, vyšle se signál z řídicího systému 1 do bloku volby počátku odměřování 8 a otevře se tak cesta čtecímu impulsu z prvního výstupu elektroniky snímače 6 na nulovací vstupy čítačů laserového odměřování 17 a fázového odměřování 25, které se vynulují v okamžiku vychýlení snímače 5 na kalibrační měrce. V okamžiku vychýlení dotyku snímače 5 z nulové polohy na kalibrační měrce se také zastaví přísun povelových impulsů a pohyb souřadnice se podle předem stanoveného programu zastaví. Obvod pro blokování povelových impulsů 7 po příchodu signálu z druhého výstupu elektroniky snímače 6 zablokuje přísun povelových impulsů ve zbývajících souřadnicích, t.j. v ose y a z. Současně se zablokuje přísun povelových impulsů v souřadnici x pro souhlasný smysl pohybu. Blokování povelových impulsů se zruší až při návratu měřicího dotyku snímače 5 zpět do nulové polohy. Na prvním výstupu elektroniky snímače 6 se objeví po dotyku snímače s měřeným objektem čtecí impuls, který se přivádí na vstupy paměti čítačů laserového a fázového odměřování 18 a 26. Do paměti čítačů laserového a fázového odměřování 18 a 26 se přepíše stav čítačů laserového a fázového odměřování 17 a 25.

Z pevné části induktivního fázového měniče 10 se signál o dráze snímače 5 vede na předzesilovač 20 a dále na filtr a tvarovací obvod 21, z kterého se přivádí na číslicový filtr 22. V číslicovém filtru 22 se signál obsahující informaci o dráze snímače 5 převádí na impulsní formu. Tyto impulsy se přivádějí z prvního výstupu číslicového filtru 22 na první vstupy dvousměrného čítače fázového odměřování 24 a čítače fázového odměřování 25. Číslicový filtr 22 obsahuje obvody pro rozšíření odměřovací zóny induktivního fázového měniče a obvody k rozlišení smyslu pohybu snímače 5. Signál obsahující informaci o smyslu pohybu snímače 5 se z druhého výstupu číslicového filtru 22 přivádí na druhé vstupy dvousměrného čítače fázového odměřování 24 a čítače fázového odměřování 25.

Laserové odměřování měří dráhu snímače 5 s přesností nejméně o řád vyšší. U laserového odměřování se výstupní impulsy obsahující informaci o dráze snímače 5 vedou z prvního výstupu vyhodnocovací elektroniky laseru 14 na první vstupy dvousměrného čítače laserového odměřování 15 a čítače laserového odměřování 17 a signál obsahující informaci o smyslu pohybu se z druhého výstupu vyhodnocovací elektroniky laseru 14 přivádí na druhé vstupy dvousměrného čítače laserového odměřování 15, čítače laserového odměřování 17 a druhého

impulsně fázového převodníku 16. Na první vstup druhého impulsně fázového převodníku 16 se přivádějí impulsy ze třetího výstupu vyhodnocovací elektroniky laseru 14 představující stejný dráhový inkrement jako u odměřování fázového. Výstupy dvousměrného čítače laserového odměřování 15, paměti čítače laserového odměřování 17, dvousměrného čítače fázového odměřování 24, paměti čítače fázového odměřování se přivádějí do dekodérů 27 a výstup z dekodérů 27 je připojen na počítač 29, případně na číslicové displeje. Blok kontrolních obvodů 28 registruje stav kontrolních obvodů laserového odměřování např. přerušení paprsku, překročení max. dovolené rychlosti, chybné vlnové délky a pod. a současně stavy jednotlivých čítačů vždy po zastavení stroje. V případě překročení povolených hodnot se objeví signál o závadě a na výstupu bloku kontrolních obvodů 28 se objeví signál, vedený na vstup řídicího systému 1, který na tento signál provede najetí do výchozí polohy.

Druhý případ odměřování předpokládá polohovou vazbu uzavřenou přes laserové odměřování. V tom případě blok volby odměřování 23 je otevřen pro signál z výstupu prvního impulsně fázového převodníku 16, jehož výstup je propojen s druhým vstupem obvodu pro vyhodnocení fázové odchylky 3. Funkce všech bloků zůstávají shodné. Ve speciálních případech vycházejících z požadavku velmi přesného a rychlého měření nemusí být induktivní fázové odměřování využito k řízení souřadnic. V těchto případech je výchozí bod odměřování určen přímo signálem snímače výchozí polohy 11 a hradlo nulovacího impulsu 12 je otevřeno pro nulovací signál snímače výchozí polohy 11, zatímco pro signál z řídicího systému 1 je uzavřeno.

Zapojení odměřovací části měřicích a proměřovacích číslicově řízených strojů lze využít pro všechny měřicí a proměřovací stroje, řízené komerčně vyráběnými číslicovými řídicími systémy.

P ř e d m ě t v y n á l e z u

1. Zapojení odměřovací části měřicích a proměřovacích číslicově řízených strojů, u něhož blok napájení fázového měniče je připojen k fázovému měniči, na jehož výstup je připojen předzesilovač signálu fázového měniče, dále filtr a tvarovací obvod a u něhož výstupy řídicího systému jsou připojeny na obvod vyhodnocení fázové odchylky vyznačené tím, že na druhý vstup obvodu pro vyhodnocení fázové odchylky (3) je připojen výstup bloku volby odměřování (23) a čtvrtý výstup řídicího systému (1) pro nastavení výchozí polohy je připojen přes hradlo nulovacího impulsu (12) zpět na čtvrtý vstup prvního impulsně fázového převodníku (2), přičemž výstup obvodu vyhodnocení fázové odchylky (3) je spolu s pátým výstupem řídicího systému (1) připojen na vstupy akčního prvku (4) jenž je pevnou kinematickou vazbou spojen se snímačem (5) jehož výstup je připojen na vstup elektroniky snímače (6), zatímco první výstup elektroniky snímače (6) je připojen na první vstup obvodů blokování povelových impulsů (7) na jejichž druhý vstup je připojen druhý výstup řídicího systému (1) obsahující informaci o smyslu pohybu, přičemž výstupy první a druhý obvodů blokování povelových impulsů (7) jsou připojeny zpět na řídicí systém (1), je druhý výstup elektroniky snímače (6) připojen jednak na první vstup bloku volby počátku odměřování (8), jednak na druhý vstup paměti čítače fázového odměřování (26) a na druhý vstup paměti čítače laserového odměřování (18).

07 891

2. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že výstup snímače výchozí polohy (11) je připojen jednak na vstup řídicího systému (1) a jednak na hradlo nulovacího impulsu (12), zatímco výstup hradla nulovacího impulsu (12) je připojen na třetí vstup číslicového filtru (22), dále na třetí vstup dvousměrného čítače fázového odměřování (24), dále na třetí vstup dvousměrného čítače laserového odměřování (15), dále na vstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14), dále na čtvrtý vstup druhého impulsně fázového převodníku (16), dále na čtvrtý vstup prvního impulsně fázového převodníku (2) a na druhý vstup bloku volby počátku odměřování (8).
3. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že na první vstup bloku kontrolních obvodů (28) je připojen výstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14), obsahující výstupní informaci kontrolních obvodů laseru, dále je na druhý vstup bloku kontrolních obvodů (28) připojen šestý výstup řídicího systému (1) obsahující informaci o stavu čítače povelových pulsů, zatímco na třetí vstup bloku kontrolních obvodů (29) je připojen výstup dvousměrného čítače laserového odměřování (15) a na čtvrtý vstup bloku kontrolních obvodů (28) je připojen výstup dvousměrného čítače fázového odměřování (24), kdežto výstup bloku kontrolních obvodů (28) je připojen na řídicí systém (1).
4. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že výstup laseru a koutovým odražečem a dělicí jednotkou (13) je připojen na vstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14) na jejíž první výstup je připojen první vstup dvousměrného čítače laserového odměřování (15), na jehož druhý vstup a na druhý vstup čítače laserového odměřování (17) je připojen druhý výstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14) obsahující informaci o smyslu pohybu, který je současně připojen na druhý vstup druhého impulsně fázového převodníku (16) na jehož třetí vstup jsou přivedeny hodinové impulsy z řídicího systému (1) a na první vstup druhého impulsně fázového převodníku (16) je připojen třetí výstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14), zatímco výstup druhého impulsně fázového převodníku (16) je připojen na druhý vstup bloku volby odměřování (23), kdežto první výstup vyhodnocovací elektroniky laseru (14) je připojen na první vstup čítače laserového odměřování (17), jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače laserového odměřování (18).
5. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že na první vstup číslicového filtru (22) je připojen výstup filtru a tvarovacího obvodu (21) a na druhý vstup číslicového filtru jsou připojeny hodinové impulsy řídicího systému (1), je třetí výstup číslicového filtru (22) připojen na první vstup bloku volby odměřování (23), druhý výstup číslicového filtru (22) je připojen na druhý vstup dvousměrného čítače fázového odměřování (24) a na druhý vstup čítače fázového odměřování (25), zatímco první výstup číslicového filtru (22) je připojen na první vstup dvousměrného čítače fázového odměřování (24), avšak současně na první vstup čítače fázového odměřování (25), jehož výstup je připojen na první vstup paměti čítače fázového odměřování (26).
6. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že na vstupy dekodérů (27) je připojen jednak výstup dvousměrného čítače fázového odměřování (24), jednak výstup paměti čítače fázového odměřování (26), jednak výstup dvousměrného čítače laserového odměřování (15) a výstup paměti čítače laserového odměřování (18), zatímco první, druhý, třetí a čtvrtý

výstup dekodérů (28) je připojen na vstup počítače (29), přičemž třetí vstup čítače ^{207 881} fázo-
vého odměřování (25) a třetí vstup čítače laserového odměřování (17) je připojen na výs-
tup bloku volby počátku odměřování (8), jehož třetí vstup je připojen na sedmý výstup
řídícího systému (1).

1 výkres

