

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

219513
(11) (B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 06 06 80
(21) (PV 4023-80).

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 08 85

(51) Int. Cl.³
B 24 B 49/02

(75)
Autor vynálezu

MIRSCH MIROSLAV ing., RŮŽIČKA MIROSLAV ing., PRAHA

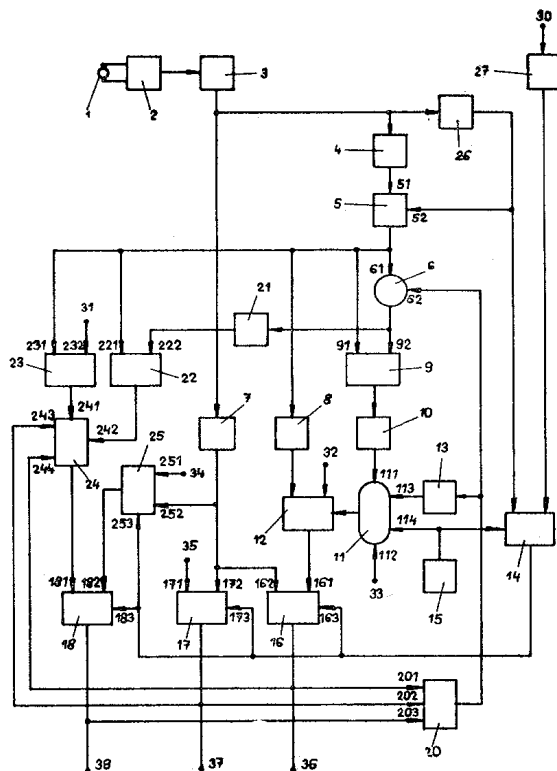
(54) Adaptivní sledovací měřidlo

1

Vynález se týká zapojení adaptivního sledovacího měřidla pro řízení zápichového cyklu na brousicím stroji, při němž se udržuje optimální nastavení i při měnících se podmínkách broušení včetně změny přísuvové rychlosti.

Měřidlo sestává ze snímací hlavy, měřicí části, derivačního obvodu, logaritmických obvodů, dvou paměťových buněk a třídících obvodů. Eliminuje se vliv filtru z části vyhodnocující rychlost úběru materiálu na výsledek výpočtu charakteristické hodnoty, a tím i na adaptivní řízení.

2



Vynález se týká zapojení adaptivního sledovacího měřidla určeného pro řízení zápičového cyklu na brousicím stroji majícím za cíl dosáhnout zadaných geometrických vlastností za minimum času.

Dosud známá adaptivní sledovací měřidla, která využívají jako jediného zdroje informací signálu úměrného průběhu úběru materiálu z obráběné součásti snímaného snímací hlavici se obvykle skládají z části, která vyhodnocuje průběh úběru materiálu, z části, která vyhodnocuje rychlost úběru materiálu, z paměťové části, ve které se ukládají hodnoty rozměrů i rychlosti v důležitých bodech pracovního cyklu a z jednoúčelového počítače, který z naměřených hodnot a z charakteristické hodnoty stanovuje mez pro ukončení hrubování a v další fázi i charakteristickou hodnotu pro následující pracovní cyklus nebo cykly. Nejdůležitější nevýhodou známých řešení je, že filtr, který je součástí všech obvodů vyhodnocujících rychlost úběru materiálu, mění podstatně časový průběh těch složek signálu, ze kterých se získává charakteristická hodnota, to vede k chybám v jejím určení a tím je ovlivněna celá adaptivní činnost zařízení. Další nevýhodou známých řešení je, že vyžadují pro prováděné výpočty relativně velkou paměťovou kapacitu, která dále vyžaduje obsáhlý soubor řídicích obvodů a obvodů pro řešení okrajových podmínek umožňujících činnost zařízení i mimo běžnou pracovní oblast. Tím vycházejí známá adaptivní zařízení neúměrně složitá ve srovnání s konvenčními sledovacími měřidly, což má za následek značný pokles jejich praktické upotřebitelnosti.

Uvedené nedostatky odstraňuje adaptivní sledovací měřidlo dle vynálezu sestávající ze snímací hlavičky, vyhodnocovacího obvodu, derivačního obvodu, logaritmických obvodů, paměti a třídících obvodů. Jeho podstata spočívá v tom, že výstup ze snímací hlavičky je spojen s vyhodnocovacím obvodem, který je propojen s prvním logaritmickým obvodem, jehož výstup je přiveden na první třídící obvod přes první signálový výstup, přes druhý signálový vstup na druhý řídicí obvod, kam je též připojena přes druhý referenční vstup nulová svorka a přes pátý signálový vstup na rozhodovací obvod, kam je též připojena přes pátý referenční vstup minimální svorka. Vyhodnocovací obvod je dále propojen s interním blokovacím obvodem, jehož výstup je přiveden na derivační obvod přes nulovací vstup a na blokovací obvod. Vyhodnocovací obvod je dále propojen přes filtr s derivačním obvodem přes derivační vstup. Výstup derivačního obvodu je spojen jednak s druhým logaritmickým obvodem, jehož výstup je přiveden na sčítací obvod, kam je též připojena kompenzační svorka. Dále je spojen s prvním srovnávacím obvodem přes třetí signálový vstup a ještě dále je spojen přes čtvrtý signálový vstup s dru-

hým srovnávacím obvodem, kam je též připojena přes čtvrtý referenční vstup referenční svorka a je spojen přes záznamový vstup s první pamětí, jejíž výstup je propojen přes obvod koeficientu s prvním srovnávacím obvodem prostřednictvím třetího referenčního vstupu a s třetím logaritmickým obvodem přes vstup dělitele, když na vstup dělence je přiveden výstup z derivačního obvodu. Výstup z třetího logaritmického obvodu je přiveden na funkční měnič, odkud je zaveden přes paměťový vstup do druhé paměti, jejíž výstup je spojen se sčítacím obvodem, který je svým výstupem připojen přes první referenční vstup do prvního třídícího obvodu. Výstup z prvního srovnávacího obvodu je zaveden přes čtvrtý logický vstup do klíčového obvodu. Tam je též zaveden přes třetí logický vstup výstup z druhého srovnávacího obvodu, přes první klíčovací vstup výstup z druhého třídícího obvodu, který je mimoto připojen i na první inverzní vstup řídicího obvodu a na druhou výstupní svorku a přes druhý klíčovací vstup výstup z prvního třídícího obvodu, který je mimoto připojen i na spouštěcí vstup řídicího obvodu a na první výstupní svorku. Výstup klíčovacího obvodu je přitom spojen přes první logický vstup s třetím třídícím obvodem, který je mimoto spojen přes druhý logický vstup s výstupem rozhodovacího obvodu a jehož výstup je vyveden na třetí výstupní svorku a na druhý inverzní vstup řídicího obvodu. Ten má výstup napojen přímo na vzorkovací vstup první paměti a přes časovač na řídicí vstup druhé paměti, kam je též připojena přes pomocný vstup základní svorka a přes nastavovací vstup nastavovací obvod napojený i na blokovací obvod, který je přes externí blokovací obvod spojen i s blokovací svorkou a jehož výstup je zapojen na první třídící obvod přes první blokovací vstup, na druhý třídící obvod přes druhý blokovací vstup, na třetí třídící obvod přes třetí blokovací vstup a na rozhodovací obvod přes impulsní vstup.

Pokrok dosažený vynálezem spočívá zejména v tom, že toto řešení eliminuje vliv filtru z části vyhodnocující rychlost úběru materiálu na výsledek výpočtu charakteristické hodnoty, a tím i na adaptivní řízení. Zařízení umožňuje udržet optimální nastavení i při měnících se podmínkách broušení včetně změny přísuvové rychlosti a předností zařízení je i to, že obsahuje pouze dvě paměťové buňky a má i značně zjednodušený soubor obvodů pro řešení okrajových podmínek. Tento soubor pracuje ale tak efektivně, že je možno na rozdíl od stávajících zařízení vypustit indikaci informující obsluhu o nutnosti jejího zásahu k návratu zařízení do normální pracovní oblasti.

Předložený vynález je znázorněn na výkrese, který představuje blokové schéma

konkrétního uspořádání adaptivního sledovacího měřidla.

Adaptivní sledovací měřidlo sestává ze snímací hlavice **2**, vyhodnocovacího obvodu **3**, filtru **4**, derivačního obvodu **5**, logaritmických obvodů **7**, **8**, **9**, pamětí **6**, **11** a třídících obvodů **16**, **17** a **18**. Výstup ze snímací hlavice **2** je spojen s vyhodnocovacím obvodem **3**, který je propojen s prvním logaritmickým obvodem **7**, jehož výstup je přiveden na první třídící obvod **16** přes první signálový vstup **162**, přes druhý signálový vstup **172** na druhý třídící obvod **17**, kam je též připojena přes druhý referenční vstup **171** nulová svorka **35** a přes pátý signálový vstup **252** na rozhodovací obvod **25**, kam je též připojena přes pátý referenční vstup **251** minimální svorka **34**. Dále je vyhodnocovací obvod **3** propojen s interním blokovacím obvodem **26**, jehož výstup je přiveden na derivační obvod **5** přes nulovací vstup **52** a na blokovací obvod **14**. Vyhodnocovací obvod **3** je dále propojen přes filtr **4** s derivačním obvodem **5** přes derivační vstup **51**. Výstup derivačního obvodu **5** je spojen s druhým logaritmickým obvodem **8**, jehož výstup je přiveden na sčítací obvod **12**, kam je též připojena kompenzační svorka **32**. Dále je spojen s prvním srovnávacím obvodem **22** přes třetí signálový vstup **221** a ještě dále je spojen přes čtvrtý signálový vstup **231** s druhým srovnávacím obvodem **23**, kam je též připojena přes čtvrtý referenční vstup **232** referenční svorka **31** a je spojen přes záznamový vstup **61** s první pamětí **6**, jejíž výstup je propojen přes obvod koeficientu **21** s prvním srovnávacím obvodem **22** prostřednictvím třetího referenčního vstupu **222** a s třetím logaritmickým obvodem **9** přes vstup dělitele **92**, když na vstup dělence **91** je přiveden výstup z derivačního obvodu **5**. Výstup z třetího logaritmického obvodu **9** je přiveden na funkční měnič **10**, odkud je zaveden přes paměťový vstup **111** do druhé paměti **11**, jejíž výstup je spojen se sčítacím obvodem **12**, který je svým výstupem připojen přes první referenční vstup **161** do prvního třídícího obvodu **16**. Výstup z prvního srovnávacího obvodu **22** je zaveden přes čtvrtý logický vstup **242** do klíčovacího obvodu **24**, kam je též zaveden přes třetí logický vstup **241** výstup z druhého srovnávacího obvodu **23**, přes první klíčovací vstup **243** výstup z druhého třídícího obvodu **17**, který je mimoto připojen i na první inverzní vstup **202** řídicího obvodu **20** a na druhou výstupní svorku **37** a přes druhý klíčovací vstup **244** výstup z prvního třídícího obvodu **16**, který je mimoto připojen i na spouštěcí vstup **201** řídicího obvodu **20** a na první výstupní svorku **36**. Výstup klíčovacího obvodu **24** je spojen přes první logický vstup **181** s třetím třídícím obvodem **18**, který je mimoto spojen přes druhý logický vstup **182** s výstupem rozhodovacího obvodu **25** a jehož výstup je vyveden na tre-

tí výstupní svorku **38** a na druhý inverzní vstup **203** řídicího obvodu **20**. Ten má výstup napojen přímo na vzorkovací vstup **62** první paměti **6** a přes časovač **13** na řídicí vstup **113** druhé paměti **11**, kam je též připojena jednak přes pomocný vstup **112** základní svorka **33** a jednak přes nastavovací vstup **114** nastavovací obvod **15** napojený i na blokovací obvod **14**, který je přes externí blokovací obvod **27** spojen i s blokovací svorkou **30**, a jehož výstup je zapojen na první třídící obvod **16** přes první blokovací vstup **163**, na druhý třídící obvod **17** přes druhý blokovací vstup **173**, na třetí třídící obvod **18** přes třetí blokovací vstup **183** a na rozhodovací obvod **25** přes impulsní vstup **253**.

Princip činnosti zařízení je založen na podobnosti po sobě následujících brousicích cyklů. To umožňuje přenášet výsledky získané v jednom cyklu do cyklu následujícího pomocí parametru označovaného jako charakteristická hodnota. Tuto funkci zastává v zařízení dle vynálezu koeficient úměrnosti mezi napružením soustavy stroj-nástroj-obrobek a rychlostí úběru materiálu, který je obvykle označován jako časová konstanta soustavy. Pomocí této charakteristické hodnoty lze mez ukončení hrubování **M**, ze které obráběná součást po vyjiskřování dosáhne přímo žádaný rozměr stanovit ze vztahu:

$$M = v \cdot T (1 - k) \quad (1)$$

kde

v — je rychlost úběru materiálu

T — časová konstanta soustavy

a kde k je definován

$$k = \frac{V_2}{V_1} \quad (2)$$

V_1 — je rychlost úběru materiálu při ukončení hrubování

V_2 — je rychlost úběru materiálu při ukončení vyjiskřování.

Volbou velikostí konstanty k se zadávají žádané geometrické vlastnosti obráběné plochy.

Charakteristická hodnota T pro následující pracovní cyklus se odvozuje během vyjiskřování z poměru rychlosti úběru materiálu na začátku a na konci zadaného časového intervalu. Obecně lze tento postup popsat rovnicí:

$$T = g_1 \left(\frac{V_4}{V_3} \right) \quad (3)$$

kde

V_3 je rychlost úběru materiálu na začátku zadaného časového intervalu

V_4 je rychlost úběru materiálu na konci zadaného časového intervalu.

Funkce g_1 je obvykle značně složitá transcendentní funkce, která má strukturu odvozenou od filtru užitého v zařízení a jako parametry zde vystupují začátek a konec zadaného časového intervalu.

V průběhu broušení snímá snímací hlavice **2** přírůstek na obráběné součásti **1** a převádí jej na měřonosnou veličinu. Tato veličina se v měřicí části **3** upraví do formy vhodné pro další zpracování. Následující filtr **4**, který má pevně určené časové konstanty, potlačí nežádoucí složky signálu a ze zbývajících složek se v derivačním obvodu **5** odvodí signál úměrný rychlosti úběru materiálu v . Pak se oba signály odpovídající přírůstku na obráběné součásti **1** a rychlosti úběru materiálu převedou v prvním logaritmickém obvodu **7** a druhém logaritmickém obvodu **8** do logaritmického tvaru. Signál z výstupu druhého logaritmického obvodu **8** se ve sčítacím obvodu **12** sloučí se signálem z výstupu druhé paměti **11**, který je úměrný logaritmu charakteristické hodnoty T z minulého cyklu a se signálem z kompenzační svorky **32**, který je úměrný logaritmu činitele $(1 - k)$. Tím je dosaženo, že na výstupu sčítacího obvodu **12** je signál úměrný logaritmu meze pro ukončení hrubování M jak je definována ve vztahu (1). Takto získaný signál se srovnává v prvním třídícím obvodu **16** se signálem z výstupu prvního logaritmického obvodu **7**, který je úměrný logaritmu přírůstku.

Při rovnosti obou signálů se změní stav paměťového obvodu, který je součástí prvního třídícího obvodu **16** a na výstupu tohoto třídícího obvodu se objeví signál odpovídající povelu pro ukončení hrubování a začátku vyjiskřování, který se převádí do navazujících obvodů brusky přes první výstupní svorku **36**. Mimoto vybudí tento signál přes spouštěcí vstup **201** řídicí obvod **20**, který má zabudován pomocný časový člen, jenž slouží ke kompenzaci zpoždění v navazujících obvodech brusky. Po uplynutí časového posuvu dá řídicí obvod **20** na svém výstupu povel ke spuštění časovače **13**, který slouží k odměření zadaného časového intervalu během vyjiskřování a k spouštění záznamu do druhé paměti **11**. Signál z výstupu řídicího obvodu **20** také zablokuje první paměť **6** prostřednictvím jejího záznamového vstupu **61**. První paměť **6** procházel do té doby volně signál úměrný rychlosti úběru materiálu a jejím zablokováním je dosaženo zaznamenání signálu na začátku zadaného časového intervalu, který odpovídá hodnotě V_3 .

Úkolem navazujícího třetího logaritmického obvodu **9** je vydělit signál z výstupu derivačního obvodu **5** signálem z výstupu první paměti **6** a výsledek převést do logaritmického tvaru. Od okamžiku zablokování

první paměti **6** se výstupní signál třetího logaritmického obvodu **9**, který dosud trvale odpovídal poměru 1 , mění dle poměru okamžité rychlosti úběru materiálu v rychlosti úběru materiálu na začátku zadaného časového intervalu V_3 .

Signál odpovídající tomuto poměru se zpracovává ve funkčním měniči **10**, který realizuje transformaci popsanou funkcí g_1 dle vztahu (3), která je konkretizována dle pevně určených časových konstant filtru **4**, dle zadaného časového intervalu časovače **13** a s ohledem na pomocný časový posuv v řídicím obvodu **20**.

Výstupní signál z funkčního měniče **10** se od okamžiku spuštění časovače **13** spojitě zaznamenává v druhé paměti **11**. Při ukončení časového intervalu odměřovaného časovačem **13** se signálem do řídicího vstupu **113** tato paměť zablokuje a na jejím výstupu zůstane zaznamenán signál odpovídající poměru okamžité rychlosti úběru materiálu v a rychlosti úběru materiálu V_3 převedený do logaritmického tvaru a transformovaný funkcí g_1 , a protože signál v má v tomto okamžiku hodnotu V_4 odpovídá signál na výstupu druhé paměti **11** charakteristické hodnotě T dle vztahu (3) v logaritmickém tvaru. Tím je získána charakteristická hodnota T pro následující cyklus.

Během vyjiskřování se plynule snižuje přírůstek i rychlost úběru v . Když tato rychlost poklesne do oblasti určené předem zadaným koeficientem k , je i přírůstek v oblasti konečného rozměru. Druhý třídící obvod **17** srovnává signál z výstupu prvního logaritmického obvodu **7**, který je úměrný logaritmu přírůstku, se signálem z nulové svorky **35**, který odpovídá konečnému rozměru v logaritmickém tvaru. Při rovnosti obou signálů se mění stav paměťového obvodu, který je součástí druhého třídícího obvodu **17** a na výstupu tohoto obvodu se objeví signál odpovídající povelu pro ukončení vyjiskřování a tím i brousicího cyklu, který se převádí do navazujících obvodů brusky přes druhý výstup **37**.

Popsaná činnost se opakuje při každém brousicím cyklu. Poněkud odlišná situace nastává jen u prvního brousicího cyklu, kdy na výstupu druhé paměti **11** není k dispozici charakteristická hodnota T z minulého cyklu. V tomto případě pracuje zařízení tak, že současně s uvedením zařízení do činnosti dává po určenou dobu nastavovací obvod **15** na svém výstupu signál, který prostřednictvím nastavovacího vstupu **114** odblokuje pomocný vstup **112** druhé paměti **11**, aby mohl signál ze základní svorky **33** přejít na její výstup. Tento signál odpovídá charakteristické hodnotě T pro první cyklus a volí se s ohledem na bezpečnost tak, aby byl roven maximálně přípustné charakteristické hodnotě T .

Není-li v prvním cyklu případně výjimečně v některém z cyklů následujících dosaže-

no po dostatečně dlouhém vyjiskření konečného rozměru, vstupují do činnosti pomocné obvody, které umožní dokončit pracovní cyklus dobrušováním malou dokončovací rychlostí. Tyto obvody pracují tak, že poklesne-li během vyjiskřování rychlost úběru v pod předvolený zlomek rychlosti úběru na začátku vyjiskřování nebo poklesne-li rychlost úběru pod zvolenou absolutní hodnotu, zapojí se dobrušování. První srovnávací obvod **22** srovnává signál z výstupu derivačního obvodu **5**, který je úměrný rychlosti úběru v , se signálem z výstupu obvodu koeficientu **21**, který odpovídá rychlosti úběru na začátku vyjiskřování, znásobené pevně zvoleným koeficientem, jenž se volí vždy menší než koeficient k ve vztahu (1). Druhý srovnávací obvod **23** srovnává signál úměrný rychlosti úběru v se signálem z referenční svorky **31**, který je úměrný minimální použitelné rychlosti úběru. Při rovnosti signálů na vstupech prvního srovnávacího obvodu **22** nebo druhého srovnávacího obvodu **23** se objeví na příslušném výstupu signál, který se upraví v klíčovacím obvodu **24**. Účelem tohoto obvodu je zaručit, že se na jeho výstup dostane jen signál vzniklý během vyjiskřování. Toho se dosahuje tím, že se na jeho první klíčovací vstup **243** přivede signál z výstupu druhého třídicího obvodu **17**, který odpovídá ukončení cyklu a na druhý klíčovací vstup **244** signál z výstupu prvního třídicího obvodu **16**, který odpovídá začátku vyjiskřování. Vyjiskřování je pak definováno jako stav kdy je signál na druhém klíčovacím vstupu **244** a není signál na prvním klíčovacím vstupu **243**. Signál, který prošel klíčovacím obvodem **24** změní prostřednictvím prvního logického vstupu **181** stav paměťového obvodu v třetím třídicím obvodu **18**. Tím se na výstupu tohoto obvodu objeví signál odpovídající povelu pro dobrušování, který se převádí do navazujících obvodů prusky přes třetí výstup **38**.

Mimo tuto funkci je dobrušování zapojováno ihned na začátku pracovního cyklu, je-li přídavek na obrábění malý, protože pak není zaručeno, že při obrábění hrubovací rychlostí by nevznikl zmetek. Rozhodovací obvod **25** srovnává signál z prvního logaritmického obvodu **7**, který je úměrný logaritmu přídavku, se signálem z nulové svorky **35**, který je úměrný logaritmu minimálně přípustného přídavku. Navíc se do rozhodovacího obvodu **25** přivádí signál z výstupu blokovacího obvodu **14**, který se ruší na začátku pracovního cyklu. Je-li signál na pátém signálovém vstupu **252** menší než signál na pátém referenčním vstupu **251**, vytvoří pádová hrana signálu přiváděného na impulsní vstup **253** na výstupu rozhodovacího obvodu **25** signál, který změní prostřednictvím druhého logaritmického vstu-

pu **182** stav paměťového obvodu v třetím třídicím obvodu **18**, a tím se na jeho výstupu objeví signál odpovídající povelu pro dobrušování.

Poslední součást obvodů pro řešení okrajových podmínek jsou vazby mezi výstupy druhého třídicího obvodu **17**, resp. třetího třídicího obvodu **18** a řídicího obvodu **20**. Signál na prvním inverzním vstupu **202** nebo druhém inverzním vstupu **203** ukončí vybuzení řídicího obvodu **20** a ten dá signálem ze svého výstupu povel k vynulování časovače **13** a tím k zablokování druhé paměti **11** a k odblokování první paměti **6**. Tímto uspořádáním je dosaženo, že charakteristická hodnota T se odvozuje jen z průběhu rychlosti úběru při vyjiskřování. Pro případ, kdy dojde výjimečně ke zkrácení vyjiskřování pod dobu nastavenou na časovači **13**, zajišťuje tato úprava, že charakteristická hodnota T pro následující kus bude vždy zvětšena a tak se předejde výrobě možného zmetku.

Cyklická činnost celého zařízení je řízena signálem z interního blokovacího obvodu **26** v souladu s přemísťováním snímací hlavice **2**. Na začátku pracovního cyklu je snímací hlavice **2** nasazena na obráběnou součást **1**. Tím nastane vzestup signálu na výstupu vyhodnocovacího obvodu **3**, který je vyhodnocen v interním blokovacím obvodu **26** tak, že přestane na svém výstupu dávat blokovací signál. To vede jednak k ukončení nulování derivačního obvodu **5** prováděnému přes nulovací vstup **52** a jednak k zrušení signálu na výstupu blokovacího obvodu **14**, který uvádí prostřednictvím blokovacích vstupů, a to prvního blokovacího vstupu **163**, druhého blokovacího vstupu **173** a třetího blokovacího vstupu **183** do základního stavu paměťové obvody, jež jsou součástí třídicích obvodů, a to prvního třídicího obvodu **16**, druhého třídicího obvodu **17** a třetího třídicího obvodu **18**. Na konci pracovního cyklu je snímací hlavice **2** sejmuta z obráběné součásti **1** a nastalý pokles signálu je v interním blokovacím obvodu **26** vyhodnocen tak, že začne opět na svém výstupu dávat blokovací signál. Pro případ poruchy při nasazení snímací hlavice **2** na obráběnou součást **1** je zařízení vybaveno pomocným obvodem, který pracuje tak, že na blokovací svorce **30** je přímo z brousicího stroje zaveden signál, který se ruší během pracovního cyklu. Tento signál se zpracovává v externím blokovacím obvodu **27** a z něj se přivádí na blokovací obvod **14**, který při zrušení blokovacího signálu na kterémkoliv ze svých vstupů ruší signál na svém výstupu. Tím se umožní, aby výstup druhého třídicího obvodu **17** přešel do stavu odpovídajícího ukončení cyklu. Tím se stroj uvede do klidového stavu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Adaptivní sledovací měřidlo sestávající ze snímací hlavičky, vyhodnocovacího obvodu, derivačního obvodu, logaritmických obvodů, pamětí a třídících obvodů, vyznačující se tím, že výstup ze snímací hlavičky (2) je spojen s vyhodnocovacím obvodem (3), který je propojen s prvním logaritmickým obvodem (7), jehož výstup je přiveden na první třídící obvod (16) přes první signálový vstup (162), přes druhý signálový vstup (172) na druhý třídící obvod (17), kam je též připojena přes druhý referenční vstup (171) nulová svorka (35), a přes pátý signálový vstup (252) na rozhodovací obvod (25), kam je též připojena přes pátý referenční vstup (251) minimální svorka (34), dále je vyhodnocovací obvod (3) propojen s interním blokovacím obvodem (26), jehož výstup je přiveden na derivační obvod (5) přes nulovací vstup (52) a jednak na blokovací obvod (14), dále je vyhodnocovací obvod (3) propojen přes filtr (4) s derivačním obvodem (5) přes derivační vstup (51), načež výstup derivačního obvodu (5) je spojen s druhým logaritmickým obvodem (8), jehož výstup je přiveden na sčítací obvod (12), kam je též připojena kompenzační svorka (32), dále je spojen s prvním srovnávacím obvodem (22) přes třetí signálový vstup (221) a ještě dále je spojen přes čtvrtý signálový vstup (231) s druhým srovnávacím obvodem (23), kam je též připojena přes čtvrtý referenční vstup (232) referenční svorka (31) a jednak je spojen přes záznamový vstup (61) s první pamětí (6), jejíž výstup je propojen přes obvod koeficientu (21) s prvním srovnávacím obvodem (22) prostřednictvím třetího referenčního vstupu (222) a s třetím logaritmickým obvodem (9) přes vstup dělitele (92), když na vstup dělence (91) je přiveden výstup z derivačního obvodu (5), přičemž výstup z třetího logaritmického obvodu (9) je přiveden na funkční měnič (10),

odkud je zaveden přes paměťový vstup (111) do druhé paměti (11), jejíž výstup je spojen se sčítacím obvodem (12), který je svým výstupem připojen přes první referenční vstup (161) do prvního třídícího obvodu (16), načež výstup z prvního srovnávacího obvodu (22) je zaveden přes čtvrtý logický vstup (242) do klíčovacího obvodu (24), kam je též zaveden přes třetí logický vstup (241) výstup z druhého srovnávacího obvodu (23), přes první klíčovací vstup (243) výstup z druhého třídícího obvodu (17), který je mimoto připojen i na první inverzní vstup (202) řídicího obvodu (20) a na druhé výstupní svorce (37) a přes druhý klíčovací vstup (244) výstup z prvního třídícího obvodu (16), který je mimoto připojen i na spouštěcí vstup (201) řídicího obvodu (20) a na první výstupní svorku (36), přičemž výstup klíčovacího obvodu (24) je spojen přes první logický vstup (181) s třetím třídícím obvodem (18), který je mimoto spojen před druhý logický vstup (182) s výstupem rozhodovacího obvodu (25) a jehož výstup je vyveden na třetí výstupní svorku (38) a druhý inverzní vstup (203) řídicího obvodu (20), který má výstup napojen přímo na vzorkovací vstup (62) první paměti (6) a přes časovač (13) na řídicí vstup (113) druhé paměti (11), kam je též připojena přes pomocný vstup (112) základní svorka (33) a přes nastavovací vstup (114) nastavovací obvod (15) napojený i na blokovací obvod (14), který je přes externí blokovací obvod (27) spojen i s blokovací svorkou (30), a jehož výstup je zapojen na první třídící obvod (16) přes první blokovací vstup (163), na druhý třídící obvod (17) přes druhý blokovací vstup (173), na třetí třídící obvod (18) přes třetí blokovací vstup (183) a na rozhodovací obvod (25) přes impulsní vstup (253).

