



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212605

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

G 05 D 3/00

(22) Přihlášeno 28 12 79
(21) (PV 9536-79)

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 15 09 84

(75)

Autor vynálezu

VAVŘÍN JIŘÍ ing., PRAHA

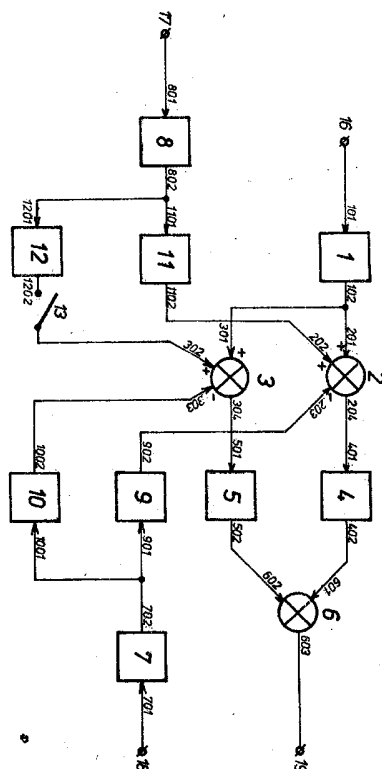
(54) Způsob regulace polohy a zapojení k provádění tohoto způsobu

Vynález se týká číslicově řízených
obráběcích strojů a řeší regulaci polohy
nástroje.

Signál nesoucí informaci o skutečné
poloze se nejprve derivuje, potom se větví
na dva signály. Z nich každý se násobí ji-
nou konstantou. Tím vznikají dva derivované
signály skutečné polohy s různou vlivností.
To samé se provádí se signálem žádané polo-
hy. Od součtu signálu odchylky z derivova-
ného signálu žádané polohy s jednou vlivnos-
tí se odečte derivovaný signál skutečné po-
lohy s jednou vlivností a výsledek se ná-
sobí proporcionální konstantou, což je první
sčítanec. Druhý sčítanec vzniká, když se
od součtu signálu odchylky s derivovaným
signálem žádané polohy se druhou vlivností
odečte signál derivované skutečné polohy
se druhou vlivností. Výsledek se integruje
podle času a vzniká druhý sčítanec. Řídicí
signál regulátoru je součtem obou sčítanců.

Vynálezu se využije u obráběcích stro-
jů.

Podstatu vynálezu vystihuje první bod
definice.



Vynález se týká způsobu regulace polohy nástroje u řízených číslicových strojů a zapojení k provádění tohoto způsobu.

Dosud známé způsoby regulace polohy vycházejí z činnosti obvodů, které obsahují čidlo signálu skutečné polohy, na příklad nástroje obráběcího stroje, dále obsahují zdroj signálu žádané polohy, která se může měnit při obrábění s časem. Rozdíl signálu žádané polohy a skutečné polohy, která se vyhodnotí v rozdílovém členu, se násobí koeficientem úměrnosti a vede se na vstup PI regulátoru. Výstup PI regulátoru napájí například zesilovač pohybového servomotoru, který pohybuje obráběcím nástrojem, na němž je upevněno čidlo skutečné polohy. Jako zpětná vazba se používá signálu rychlosti skutečné polohy násobeného druhým koeficientem úměrnosti; tento úměrný signál se odečítá od signálu na vstupu PI regulátoru. Na vstupu do PI regulátoru je tedy výsledný signál, který je roven rozdílu dvou signálů a který vzniká tak, že od signálu úměrného odchylce skutečné polohy od žádané polohy se odečítá zpětnovazební signál rychlosti skutečné polohy. Tím vznikne odchylka skutečné polohy nástroje od žádané polohy nástroje, která je nezbytná proto, aby nástroj při zastavení nepřeběhnul přes koncovou polohu. K doplnění regulačního obvodu se někdy přičítá na vstupu PI regulátoru ještě signál úměrný části rychlosti žádané polohy, to je signál tzv. "rychlost vpřed" (feed forward). Tím se ovšem původní odchylka při chodu konstantní rychlosti zase zmenšuje, takže se tento způsob regulace používá hlavně při rychloposuvu nástroje obráběcího stroje, kdy nástroj není v záběru s obráběným materiálem a nevadí jeho určité překmitnutí v koncové poloze. Při pracovním pohybu nástroje se signál "rychlost vpřed" (feed forward) vypíná, aby se nezmenšila odchylka skutečné polohy nástroje od žádané polohy nástroje vlivem "rychlosti vpřed" (feed forward). Při zastavení nástroje se pak zastaví signál žádané polohy na konečné hodnotě a nástroj dobíhá bez překmitu, takže konečná hodnota skutečné polohy je rovná konečné hodnotě žádané polohy.

Nevýhodou tohoto způsobu regulace je, že po vypnutí signálu zvaného "rychlost vpřed" (feed forward) se už neindikuje zastavení žádané polohy, kdy náhle klesne signál "rychlost vpřed" (feed forward), který je úměrný části derivace žádané polohy, na nulu. To by pomohlo při rychlém zastavování obráběcího nástroje v koncové poloze, zvláště, když se zastavení musí provést bez překmitu. Zde by měl být signál "rychlost vpřed" (feed forward) co největší. To však není při dosavadním způsobu regulace dost dobře možné, protože by se opět nepřípustně zmenšovala odchylka skutečné polohy nástroje od jeho žádané polohy při rovnoměrném pracovním pohybu, a to by opět ohrožovalo podmínky pro nepřekmitnutí nástroje při jeho zastavování.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že signál nesoucí informaci o skutečné poloze se nejprve derivuje a potom se větví na dva signály, z nichž každý se násobí jinou konstantou, takže vznikají dva derivované signály skutečné polohy s různou vlivností. Stejným způsobem se signál žádané polohy nejprve derivuje a potom větví na dva signály, z nichž každý se násobí jinou konstantou, takže vznikají dva derivované signály žádané polohy s různou vlivností. Od součtu signálu odchylky s derivovaným signálem žádané polohy s jednou vlivností se odečte derivovaný signál skutečné polohy s jednou vlivností a výsledný signál se násobí proporcionální konstantou, čímž vzniká první sčítanec výsledného signálu. Podobně se od součtu signálu odchylky s derivovaným signálem žádané polohy se druhou vlivností odečte signál derivované skutečné polohy se druhou vlivností a výsledný signál se násobí integrační konstantou a integruje se podle času, čímž vzniká druhý sčítanec výsledného signálu. Výsledný řídicí signál regulátoru je součtem obou sčítanců.

Zapojení regulačního obvodu pro regulaci polohy podle vynálezu sestává z rozdílového členu, součtových členů, proporcionálního regulátoru, integračního regulátoru, derivačních členů a děličů. První vstup zapojení je spojen přes rozdílový člen s prvním kladným vstupem druhého součtového členu a s prvním kladným vstupem prvního součtového členu. Výstup prvního součtového členu je spojen přes proporcionální regulátor s prvním vstupem třetího součtového členu. Výstup třetího součtového členu je spojen s výstupem zapojení. Druhý vstup zapojení je spojen přes druhý derivační člen se vstupem čtvrtého děliče. Výstup čtvrtého děliče je

spojen přes přepínač se druhým kladným vstupem druhého součtového členu, jehož výstup je spojen přes integrační regulátor se druhým vstupem třetího součtového členu. Třetí vstup zapojení je spojen přes první derivační člen a přes druhý dělič se záporným vstupem druhého součtového členu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že výstup druhého derivačního členu je dále spojen přes třetí dělič se druhým kladným vstupem prvního součtového členu. Záporný vstup prvního součtového členu je spojen přes první dělič s výstupem prvního derivačního členu.

Výhodou uspořádání podle vynálezu je, že umožňuje nastavit zpětnovazební signály s různými vlivnostmi tak, že ačkoliv zachovává odchylku skutečné polohy nástroje od jeho žádané polohy při jeho rovnoměrném pracovním pohybu, působí derivačně při změnách rychlosti žádané polohy, hlavně při zastavování. To má za následek zlepšení aperiodického průběhu celé regulace polohy nástroje. Tím se příznivě ovlivní regulace polohy nástroje především u obráběcích strojů a výsledkem je zvýšená přesnost a kvalita obráběných výrobků.

Způsob regulace podle vynálezu je vysvětlen na připojeném blokovém schématu. Proporcionálně integrační regulátor se rozdělí na proporcionální regulátor 4 a na integrační regulátor 2. K oběma regulátorům se přivádí jak signál S_1 rychlosti skutečné polohy, tak signál rychlosti žádané polohy S_2 , oba s různou vlivností ve formě zpětnovazebních signálů. Signál S_1 rychlosti skutečné polohy

$$S_1 = K_T \frac{dX}{dt}$$

kde

S_1 = signál rychlosti skutečné polohy

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dX}{dt} = v_x$ je rychlost změny skutečné polohy X podle času t .

Signál S_2 rychlosti žádané polohy

$$S_2 = K_T \frac{dW}{dt}$$

kde

S_2 = signál rychlosti žádané polohy

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dW}{dt} = v_W$ je rychlost změny žádané polohy W podle času t .

Tak se signál S_1 rychlosti v_x skutečné polohy X přivádí k proporcionálnímu regulátoru s první vlivností alfa jako první zpětnovazební signál Z_1

$$Z_1 = \alpha K_T \frac{dX}{dt}$$

kde

Z_1 = první zpětnovazební signál

alfa = první vlivnost

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dX}{dt} = v_x$ je rychlost v_x změny skutečné polohy X podle času t .

K integračnímu regulátoru se přivádí signál S_1 rychlosti v_x skutečné polohy X se druhou vlivností beta jako druhý zpětnovazební signál Z_2

$$Z_2 = \beta K_T \frac{dX}{dt}$$

kde

Z_2 = druhý zpětnovazební signál

β = druhá vlivnost

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dX}{dt}$

= rychlost v_x změny skutečné polohy X podle času t .

Dále se signál S_2 rychlosti v_W žádané polohy W přivede k proporcionálnímu regulátoru se třetí vlivností γ jako třetí zpětnovazební signál Z_3

$$Z_3 = \gamma K_T \frac{dW}{dt}$$

kde

Z_3 = třetí zpětnovazební signál

γ = třetí vlivnost

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dW}{dt}$

= v_W rychlost změny žádané polohy W podle času t .

A konečně signál S_2 rychlosti žádané polohy W se přivádí k integračnímu regulátoru se čtvrtou vlivností δ jako čtvrtý zpětnovazební signál Z_4

$$Z_4 = \delta K_T \frac{dW}{dt}$$

kde

Z_4 = čtvrtý zpětnovazební signál

δ = čtvrtá vlivnost

K_T = koeficient úměrnosti rychlosti signálu

$\frac{dW}{dt}$

= rychlost změny žádané polohy W podle času t .

Tím lze dosáhnout toho, že odchylka $W-X$ skutečné polohy X od žádané polohy W zůstává sice při pracovním rovnoměrném pohybu stejná jako dříve, pokud je vypínač 13 ve vypnutém stavu a vliv čtvrtého signálu Z_4 se neuplatní; při náhlých změnách žádané rychlosti v_W zasáhne však svým předvídavým účinkem třetí zpětnovazební signál Z_3 a urychlí přechod celého pohybového ústrojí na novou ustálenou rychlost. Přitom může být hodnota třetí vlivnosti γ rovna nebo menší než hodnota první vlivnosti α . Použije se zde vlastně derivace signálu odchylky skutečné hodnoty X od žádané hodnoty W podle času t . Výsledný signál je možno i vyfiltrovat. Pro tento výsledný signál se v názvosloví regulace obráběcích strojů používá název "rychlost vpřed" (feed forward). Při ustáleném rovnoměrném pohybu je vlastně "rychlost vpřed" (feed forward) rovna nule. Při rychloposuvu je možno čtvrtou vlivnost δ volit různou od nuly, ale menší než druhou vlivnost.

Uplatnit tyto vlastnosti umožňuje nastavení jednotlivých vlivností a jejich vzájemný poměr. Uvedený způsob regulace je možno provádět na regulačním obvodu, který je zapojen takto: První vstup 16 zapojení je spojen se vstupem 101 rozdílového členu 1. Výstup 102 rozdílového členu 1 je spojen s prvním kladným vstupem 301 druhého součtového členu 3 a s prvním kladným vstupem 201 prvního součtového členu 2. Výstup 204 prvního součtového členu 2 je spojen se vstupem 401 proporcionálního regulátoru 4. Výstup 402 proporcionálního regulátoru 4 je spojen s prvním vstupem 601 třetího součtového členu 6. Výstup 603 třetího součtového členu 6 je spojen s výstupem 12 zapojení. Druhý vstup 17 zapojení je spojen se vstupem 801 druhého derivačního členu 8. Výstup 802 druhého derivačního členu 8 je spojen se vstupem 1101 třetího děliče 11. Výstup 1102 třetího děliče 11 je spojen se druhým kladným vstupem 202 prvního součtového členu 2. Výstup 802 druhého derivačního členu 8 je dále spojen se vstupem 1201 čtvrtého děliče 12. Výstup 1202 čtvrtého děliče 12 je spojen přes vypínač 13 se druhým kladným vstupem 302 druhého součtového členu 3. Výstup 304 druhého součtového členu 3 je spojen se vstupem 501 integračního regulátoru 5. Výstup 502 integračního regulátoru 5 je spojen se druhým vstupem 602 třetího součtového členu 6. Třetí vstup 18 zapojení je spojen se vstupem 701 prvního derivačního členu 7.

Výstup 702 prvního derivačního členu 1 je spojen jednak přes první dělič 9 se záporným vstupem 203 prvního součtového členu 2 a jednak se vstupem 1001 druhého děliče 10. Výstup 1002 druhého děliče 10 je spojen se záporným vstupem 303 druhého součtového členu 3. Výstup 802 druhého derivačního členu 8 je dále spojen přes třetí dělič 11 se druhým kladným vstupem 202 prvního součtového členu 2, jehož záporný vstup 203 je spojen přes první dělič 9 s výstupem 702 prvního derivačního členu 1.

Na první vstup 16 zapojení přichází signál odchylky $W-X$ skutečné polohy X regulovaného prvku od žádané polohy W regulovaného prvku. Tento signál se v rozdílovém členu 1 násobí koeficientem K_D rozdílového členu 1. Za rozdílovým členem 1 se signál rozděluje na dvě stejné části a vede se na první kladný vstup 201 prvního součtového členu 2 a na první kladný vstup 301 druhého součtového členu 3. Ze druhého vstupu 17 zapojení přichází signál W žádané polohy. Ve druhém derivačním členu 8 se tento signál derivuje a násobí koeficientem K_T pohybu při konstantní rychlosti, čímž vzniká signál $K_T v_W$ rychlosti žádané polohy.

Tento signál se dělí na dvě stejné části. Jedna jeho část se vede přes třetí dělič 11 se třetí vlivností γ na kladný vstup 202 prvního součtového členu 2. Druhá část se vede přes čtvrtý dělič 12 se čtvrtou vlivností δ , a přes vypínač 13 na druhý kladný vstup 302 druhého součtového členu 3. V obou součtových členech 2 a 3 se signál v_W rychlosti změny žádané hodnoty přičítá k signálu odchylky přicházejícímu z rozdílového členu 1. Na třetí vstup 18 zapojení přichází signál skutečné polohy X regulovaného členu. V prvním derivačním členu 7 se tento signál derivuje podle času a násobí se koeficientem K_T , čímž vzniká signál $K_T v_x$ rychlosti skutečné polohy. Potom se dělí na dvě stejné části, z nichž jedna se přivádí přes první dělič 9 s první vlivností α na záporný vstup 203 prvního součtového členu 2. Druhá jeho část se vede přes druhý dělič 10 se druhou vlivností β na záporný vstup 303 druhého součtového členu 3. V prvním součtovém členu 2 se tento signál odečítá od součtu signálu v_W rychlosti změny žádané hodnoty a signálu odchylky $W-X$ a přivádí se přes proporcionální regulátor 4, ve kterém se násobí koeficientem zesílení K_g proporcionálního regulátoru 4; tak vzniká proporcionální a derivační složka výsledného signálu přicházející na první vstup 601 součtového členu 6.

Podobně se ve druhém součtovém členu 3 odečítá od součtu signálu odchylky $W-X$ a signálu rychlosti žádané hodnoty v_W signál v_x rychlosti skutečné polohy a výsledek se přivádí do integračního regulátoru 5, ve kterém se integruje a dále se vede na druhý vstup 602 třetího součtového členu 6. Ve třetím součtovém členu 6 se signály z obou jeho vstupů sečtou a na jeho výstupu 603 je výsledný regulační signál, který je též na výstupu 19 zapojení. Výsledný regulační signál na výstupu 19 zapojení obsahuje proporcionální, derivační i integrační složku a může již budit koncový zesilovač.

Při zapnutí rychloposuvu se sepne vypínač 13 a součet všech tří signálů na vstupech druhého součtového členu 3 se ustálí na nule působením integračního regulátoru 5, který tak dlouho opravuje výslednou dráhu, pokud nemá na svém vstupu 501 nulový součtový signál. Při vypnutí vypínače 13 přestane působit čtvrtá vlivnost δ , to znamená, že její působení na regulaci je rovno nule. Protože ostatní vlivnosti, to je první vlivnost α , druhá vlivnost β a třetí vlivnost γ , jsou nenulové, působí v signálu derivace odchylky podle času při změnách rychlosti tak, že tlumí kmity pohybujícího se servomechanismu až do aperiodického stavu. To je zvláště důležité v regulačních obvodech pro regulaci polohy nástroje číslicově řízeného obráběcího stroje, kde nástroj nesmí překročit přes svoji koncovou polohu.

Vynálezu se využije zvláště při regulaci polohy nástroje u číslicově řízených obráběcích strojů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob regulace polohy, vyznačující se tím, že signál nesoucí informaci o skutečné poloze se nejprve derivuje a potom se větví na dva signály, z nichž každý se násobí jinou konstantou, takže vznikají dva derivované signály skutečné polohy s různou vlivností, a stejným způsobem se signál žádané polohy nejprve derivuje a potom větví na dva signály, z nichž každý se násobí jinou konstantou, takže vznikají dva derivované signály žádané polohy s různou vlivností, načež se od součtu signálu odchylky s derivovaným signálem žádané hodnoty s jednou vlivností odečte derivovaný signál skutečné polohy s jednou vlivností a výsledný signál se násobí proporcionální konstantou, čímž vzniká první sčítanec výsledného signálu, a podobně se od součtu signálu odchylky s derivovaným signálem žádané polohy se druhou vlivností odečte signál derivované skutečné polohy se druhou vlivností a výsledný signál se násobí integrační konstantou a derivuje se podle času, čímž vzniká druhý sčítanec výsledného signálu, přičemž výsledný řídicí signál regulátoru je součtem obou sčítanců.

2. Zapojení obvodu pro regulaci polohy k provádění způsobu podle bodu 1, které sestává z rozdílového členu, součtových členů, proporcionálního regulátoru, integrálního regulátoru, derivačních členů a děličů, u něhož je první vstup zapojení spojen přes rozdílový člen s prvním kladným vstupem druhého součtového členu a s prvním kladným vstupem prvního součtového členu, jehož výstup je spojen přes proporcionální regulátor s prvním vstupem třetího součtového členu, jehož výstup je spojen s výstupem zapojení, jehož druhý vstup je spojen přes druhý derivační člen se vstupem čtvrtého děliče, jehož výstup je spojen přes vypínač se druhým kladným vstupem druhého součtového členu, jehož výstup je spojen přes integrální regulátor se druhým vstupem třetího součtového členu, přičemž třetí vstup zapojení je spojen přes první derivační člen a přes druhý dělič se záporným vstupem druhého součtového členu, vyznačující se tím, že výstup (802) druhého derivačního členu (8) je dále spojen přes třetí dělič (11) se druhým kladným vstupem (202) prvního součtového členu (2), jehož záporný vstup (203) je spojen přes první dělič (9) s výstupem (702) prvního derivačního členu (7).

1 list výkresů

