



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

197 548

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlášené 14 04 77

(21) PV 2443-77

(51) Int. CB H 03 K 13/02

(40) Zverejnené 31 08 79

(45) Vydané 01 5 82

(75)

Autor vynálezu KRÁL DUŠAN Ing., NOVÉ MĚSTO NAD VÁHOM

(54) Zapojenie vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia

1

Vynález sa týka zapojenia vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora na riadenie dráhy nástroja elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia.

Doteraz známe zapojenia číslicových interpolátorov zabudovaných v súvislých riadiacich systémoch elektroiskrových vyrezávacích zariadení sú prevedené tak, že umožňujú priamo len jednosmernú lineárnu alebo kruhovú interpoláciu, pričom u kruhových interpolátorov sú zapojenia prevedené tak, že interpolácia sa prevádza lineárnou interpoláciou strán náhradného mnohoúhelníka. Vlastná lineárna interpolácia je vo všetkých známych zapojeniach prevedená číslicovým interpolátorom, umožňujúcim vytvoriť požadované dve samostatné postupnosti dráhových impulzov, výberom niektorých zo základnej postupnosti impulzov v spoločnom časovom intervale, pričom každá z vybraných postupností obsahuje práve taký počet impulzov, ktorý sa zhoduje s hodnotou dĺžky pravouhlých priemetov  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  celkovej dĺžky interpolovaného lineárneho úseku do posuvových osí. Hlavným obvodom vybavením interpolátorov takéhoto typu sú pamäte, jednosmerné čítače, hradlovacie obvody, realizujúce logický súčet, respektíve súčin. Keďže sa jedná o riadenie pohybu pracovného nástroja obrábacieho zariadenia, u ktorého úber materiálu z obrobku je usku- točňovaný elektroiskrovou metódou, pri ktorej nejde zásadne vylúčiť z procesu obrábania poruchy typu predekratového alebo skratového postavenia nástroja a materiálu obrobku,

je zatiaľ technologicky najvhodnejšie, keď interpolátor zabezpečí ich eliminovanie výjazdom nástroja z miesta poruchy vo vratnom smere dráhy, po ktorej bol do miesta poruchy privedený. U známych zapojení interpolátorov, ktoré zabezpečujú aj výjazd nástroja z miesta poruchy, je tento problém riešený zabudovaním pamäte pre spätný posuv nástroja, do ktorej je priebežne zaznamenávaná zvolená dĺžka dráhy nástroja, ktorá práve predchádza jeho okamžitej polohe. V prípade poruchy vie potom takýto interpolátor zabezpečiť aj vratný posuv s predom pevne zvolenou dĺžkou. Za predpokladu, že je porucha v niektorom mieste dráhy takto odstránená, interpolátor ešte stále pomocou informácií z pamäte pre spätný posuv nástroja riadi posuv nástroja späť do miesta poruchy, ktorá bola predtým príčinou jeho vratného pohybu a až potom sa obnoví vlastná interpolačná činnosť interpolátora a posúvanie nástroja do záberu pokračuje. Toto zapojenie má nevýhodu v samotnej potrebe pamäte pre spätný posuv nástroja a navyše, že je nemožné predom odhadnúť dĺžku spätného pohybu nástroja, čo spôsobuje, že je potom stálym nebezpečením možnosť nedostatočnej kapacity pamäte pre spätný posuv nástroja. K nevýhodám známych zapojení interpolátorov elektroiskrových vyrezávacích zariadení treba ešte pripočítať veľkú východziu nerovnomernosť v postupnostiach dráhových impulzov, ktorú je potom treba dodatočne zmenšovať.

Vyššie uvedené nedostatky odstraňuje zapojenie vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že pamäť je svojím výstupom pripojená na prevodník, ktorý je pripojený jednak výstupom  $\cos \varphi$  na pamäť  $\cos \varphi$  aritmetickej jednotky  $\Delta X$  a jednak výstupom  $\sin \varphi$  na pamäť  $\sin \varphi$  aritmetickej jednotky  $\Delta Y$ . Aritmetická jednotka  $\Delta X$  a aritmetická jednotka  $\Delta Y$  sú výstupmi pripojené na výstupnú jednotku. Do podstaty patrí aj to, že pamäť  $\ell$  je spojená cez blok prepisu  $\ell$  s vratným čítačom  $i$  a pripojená na komparátor  $\ell$ . Vratný čítač  $i$  je pripojený ešte na komparátor  $\ell$ , na generátor hodinových impulzov a na blok riadenia interpolátora. Výstup komparátora  $\ell$ , blok prepisu  $\ell$ , pamäť kvadrantov a iskrište sú pripojené taktiež na vstup bloku riadenia interpolátora. Blok riadenia interpolátora je spojený aj s generátorom hodinových impulzov a oba sú tiež pripojené na aritmetickú jednotku  $\Delta X$ , aritmetickú jednotku  $\Delta Y$  a na výstupnú jednotku. Podstatu vynálezu tvorí aj to, že jeden z výstupov aritmetickej jednotky  $\Delta X$  je pripojený na vstup pamäte  $\ell$ . Pamäť uhla  $\Delta$  je spojená cez blok prepisu uhla  $\Delta$  s vratným čítačom  $\sigma$  a je pripojená na komparátor uhla  $\Delta$ . Vratný čítač  $\sigma$  je pripojený ešte na komparátor uhla  $\Delta$  a generátor hodinových impulzov a blok riadenia interpolátora. Výstup komparátora uhla  $\Delta$ , pamäť smeru obchádzania kruhového úseku a blok prepisu uhla  $\Delta$  je pripojený tiež na vstup bloku riadenia interpolátora.

Výhodou zapojenia vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia je, že sa dá docíliť malá východzia nerovnomernosť diferencie časového intervalu medzi impulzami postupností dráhových impulzov. Tým sa zlepšuje reálny tvar interpolačnej čiary, a tým sa uskutočňuje aj lepšia náhrada žiada-

ného tvaru. Ďalej je umožnená spätná interpolácia z ktoréhokolvek bodu a do ktoréhokolvek bodu až po počiatočný bod interpolovaného lineárneho alebo kruhového úseku. Toto umožňuje spoľahlivé automatické eliminovanie poruchy typu predskratového, alebo priamo skratového stavu v reálnom obrábaní elektroiskrovým rezaním.

Na pripojených výkresoch je znázornené zapojenie vratného lineárno-kruhového číslícového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia, kde na obr. 1 je nakreslená bloková schéma zapojenia, na obr. 2 je znázornená geometrická podstata interpolácie lineárneho úseku a na obr. 3 je znázornená geometrická podstata interpolácie kruhového úseku.

Zapojenie vratného lineárno-kruhového číslícového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia pozostáva z pamäte  $\varphi$  13, ktorá je svojím výstupom pripojená na prevodník 10. Prevodník 10 je pripojený výstupom  $\cos \varphi$  11 na pamäť  $\cos \varphi$  4 aritmetickej jednotky  $\Delta X$  2 a výstupom  $\sin \varphi$  12 na pamäť  $\sin \varphi$  7 aritmetickej jednotky  $\Delta Y$  3. Aritmetická jednotka  $\Delta X$  2 a aritmetická jednotka  $\Delta Y$  3 sú výstupmi pripojené na výstupnú jednotku 1. Pamäť  $\ell$  15 je spojená cez blok prepisu  $\ell$  14 s vratným čítačom i 16 a je pripojená na komparátor  $\ell$  17. Vratný čítač i 16 je pripojený ešte na komparátor  $\ell$  17, na generátor hodinových impulzov 19 a na blok riadenia interpolátora 18. Výstup komparátora  $\ell$  17, blok prepisu  $\ell$  14, pamäť kvadrantov 26 a iskrište 21 sú pripojené taktiež na vstup bloku riadenia interpolátora 18. Blok riadenia interpolátora 18 je spojený aj s generátorom hodinových impulzov 19, pričom oba sú tiež pripojené na aritmetickú jednotku  $\Delta X$  2, aritmetickú jednotku  $\Delta Y$  3 a na výstupnú jednotku 1.

Jeden z výstupov aritmetickej jednotky  $\Delta X$  2 je pripojený na vstup pamäte  $\ell$  15. Pamäť uhla  $\Delta$  23 je spojená cez blok prepisu uhla  $\Delta$  24 s vratným čítačom  $\delta$  20 a je pripojená na komparátor uhla  $\Delta$  25. Vratný čítač  $\delta$  20 je pripojený ešte na komparátor uhla  $\Delta$  25, generátor hodinových impulzov 19 a blok riadenia interpolátora 18. Výstup komparátora uhla  $\Delta$  25, pamäť smeru 27 obchádzania kruhového úseku a blok prepisu uhla  $\Delta$  24 je pripojený tiež na vstup bloku riadenia interpolátora 18.

Cyklus činnosti vratného lineárno-kruhového interpolátora elektroiskrového vyrezávacieho zariadenia prebieha v troch taktoch. V prvom takte sa uskutočňuje vloženie charakteristických informácií o interpolovanom úseku do pamätí. Druhý takt je určený na získanie odvodených informácií z informácií zadanych pomocou prevodov a výpočtov. V treťom takte sa uskutočňuje vlastný interpolačný proces.

Pred interpoláciou lineárneho úseku sa zaznamená do pamäte  $\ell$  15 jeho celková dĺžka  $\ell$  s, do pamäte  $\varphi$  13 jeho uhol sklonu  $\varphi$ , do pamäte kvadrantov 26 kvadrant, v ktorom interpolovaný lineárny úsek leží, ak jeho východzí bod  $X_0$ ,  $Y_0$  je fiktívne vložený do stredu súradnicového systému. Ak je z iskrišťa 21 hlásený taký stav, že interpolácia má prebiehať smerom od východzieho ku koncovému bodu, v druhom takte sa signálom z bloku riadenia interpolátora 18 uvoľní impulz z generátora hodinových impulzov 19, ktorým sa uskutoční prevod hodnoty uhla  $\varphi$  zaznamenatej v pamäti  $\varphi$  13 cez prevodník 10 na

funkčné hodnoty  $\sin \varphi$  a  $\cos \varphi$ , ktoré sa zapíšu do pamäte  $\sin \varphi$  7 a pamäte  $\cos \varphi$  4. Tým je interpolátor pripravený k prevedeniu činnosti v treťom takte. Činnosť v treťom takte sa uskutočňuje pomocou riadiacich signálov z bloku riadenia interpolátora 18 a impulzov s frekvenciou  $f$  z generátora hodinových impulzov 19. V sumátore 2 aritmetickej jednotky  $\Delta X$  2 a v sumátore 8 aritmetickej jednotky  $\Delta Y$  3 sa prevedie sčítanie hodnôt zaznamenaných v pamäti  $\cos \varphi$  4 a v pamäti  $\sin \varphi$  7 s hodnotami v akumulátore 6 aritmetickej jednotky  $\Delta X$  2 a v akumulátore 9 aritmetickej jednotky  $\Delta Y$  3 a záznam sumy sčítovaných hodnôt do akumulátora 6 a akumulátora 9. Akumulátor 6 aritmetickej jednotky  $\Delta X$  2 a akumulátor 9 aritmetickej jednotky  $\Delta Y$  3 majú kapacitu dĺžky elementárneho posunutia  $\frac{1}{i}$  /inkrement/, stanoveného ako celočíselný násobok dĺžky  $\Delta \ell$ . Vždy, keď sa postupným sčítovaním uvedených hodnôt práve dosiahne, alebo presiahne kapacita niektorého z akumulátorov 6, 9, vysielala sa v príslušnom kanáli z interpolátora impulz do výstupnej jednotky 1, ktorá ho spracuje v súčinnosti s ďalšími rozlišovacími signálmi z bloku riadenia interpolátora 18 a z generátora hodinových impulzov 19 na impulz s postupnosťou dráhových impulzov. Impulzami z generátora hodinových impulzov 19 s frekvenciou  $f_1$

$$f_1 = f \frac{\Delta \ell}{1}$$

sa mení stav vratného čítača i 16 v doprednom smere. V okamžiku zhody stavu pamäte  $\ell$  15 so stavom vratného čítača i 16 sa s výstupným signálom z komparátora  $\ell$  17 cez blok riadenia interpolátora 18 interpolačný proces ukončí. Počas interpolačného procesu sa takto zabezpečí, že v jednotlivých postupnostiach dráhových impulzov sa vyslalo

$$n_{1X} = \ell_s \cdot \cos \varphi$$

$$n_{1Y} = \ell_s \cdot \sin \varphi$$

impulzov s frekvenciou

$$f_{1X} = f \cdot \frac{\Delta \ell}{1} \cdot \cos \varphi$$

$$f_{1Y} = f \cdot \frac{\Delta \ell}{1} \cdot \sin \varphi$$

V okamžiku, keď je z iskrišťa 21 hlásená porucha, blok riadenia interpolátora 18 zabezpečí, že sa v dobe medzi prevedením jednotlivých aritmetických operácií uskutoční prepis stavu pamäte  $\cos \varphi$  4 a pamäte  $\sin \varphi$  7 na ich komplement, čím sa nasledujúcimi sumáciami za súčasného pripočítavania jednotky v najnižšom ráde uskutočňuje postupné odpočítavanie hodnoty  $\sin \varphi$ , alebo  $\cos \varphi$  od okamžitých stavov akumulátorov 6, 9. Súčasne sa signálom z bloku riadenia interpolátora 18 zaistí spätný chod vratného čítača i 16 a jeho stav sa s impulzami s frekvenciou  $f_1$  z generátora hodinových impulzov 19 znižuje k nule. Signál do riadiacej jednotky 1 sa z interpolátora vysielal v okamžiku nulového stavu niektorého z akumulátorov 6, 9, alebo pri jeho prechode cez tento stav. Ukončenie interpolačného procesu, uskutočňovanom vo vratnom smere, je indikované signálom z komparátora  $\ell$  17, po dosiahnutí nulového stavu vratného čítača i 16. Ak sa má uskutočniť interpolačia smerom od koncového k počiatočnému bodu lineárneho úseku ihneď od jej zahájenia, v druhom takte pracovného cyklu interpolátora okrem spomenutých operácií cez blok prepisu  $\ell$  14

sa zabezpečí nastavenie vratného čítača i 16 na stav pamäte  $\ell$  15.

Pred interpoláciou kružnice treba v prvom takte pracovného cyklu vložiť do pamäti interpolátora dĺžku jej polomeru  $r$  do pamäte  $\ell$  15, uhol  $\varphi$  sklonu rádius-vektora jej východzieho bodu interpolovanej kružnice do pamäte  $\varphi$  13, ak jej stred je fiktívne stotožnený so stredom súradného systému, kvadrant, v ktorom rádiusvektor leží, do pamäte kvadrantov 26, stredový uhol  $\Delta$  kruhového úseku do pamäte uhla  $\Delta$ , znak smeru obchádzania kružnice do pamäte smeru 27 a znak kružnice do pamäte druhu 28. Výstupný signál pamäte druhu 28 prikazuje, že údaje zaznamenané v pamäti  $\varphi$  13, v pamäti  $\ell$  15 a v pamäti kvadrantov 26, musí interpolátor považovať za charakteristické údaje kružnice. Potom v druhom takte pracovného cyklu interpolátora sa postupne signálmi z bloku riadenia interpolátora 18 a impulzami z generátora hodinových impulzov 19 zabezpečí sériová zmena stavu pamäte  $\varphi$  13 o 90 v smere určenom záznamom v pamäti smeru 27, a tým pretransformovanie programovej hodnoty uhla  $\varphi$  na hodnotu  $\varphi'_1$ , čo je uhol sklonu polstrany náhradného tristošesťdesiatuholníka s bodom dotyku vo východnom bode interpolovanej kružnice. Na odpočítanie 90 impulzov dodaných na vstup pamäte  $\varphi$  13 z generátora hodinových impulzov 19 využije sa vratný čítač  $\delta$  20 s komparáciou vyhodnocovanou komparátorom uhla  $\Delta$  25 na stav 90. V okamžiku, keď sa v pamäti  $\varphi$  13 dosahuje stav 90 a jeho násobky, zmení sa stav pamäte kvadrantov 26 na nasledujúci v smere určenom záznamom v pamäti smeru 27. Ďalšou operáciou druhého taktu pred interpoláciou kružnice je výpočet polovičnej dĺžky strany  $\ell_c$  náhradného tristošesťdesiatuholníka podľa vzťahu

$$\ell_c = r \cdot \operatorname{tg} 30'.$$

Pre túto operáciu sa u interpolátora využíva aritmetická jednotka  $\Delta Y$  3, v ktorej sa pred zahájením násobenia cez prevodník 10 zaznamená do jej pamäte  $\sin \varphi$  7 hodnota  $\operatorname{tg} 30'$ . Vypočítaná dĺžka  $\ell_c$  je potom zaznamenaná do pamäte  $\ell$  15 namiesto dĺžky polomeru  $r$ . Druhý takt sa ukončí operáciami prislúchajúcimi tejto časti pracovného cyklu pred interpoláciou lineárneho úseku. Činnosťou ako pri interpolácii samostatného lineárneho úseku, je zahájený tretí takt aj pri interpolácii kružnice. Zinterpolovaním prvého úseku dĺžky  $\ell_c$ , a ďalej vždy každého nepárneho v poradí, sa v dobe prerušenia ďalšej interpolácie prevedie zmena stavu pamäte  $\varphi$  13 o jednotku v smere určenom zápisom v pamäti smeru 27, s nasledujúcim prevodom a zápisom do pamäte  $\cos \varphi$  4 a pamäte  $\sin \varphi$  7 nových funkčných hodnôt  $\sin$ ,  $\cos$  a vynulovaním vratného čítača i 16. Po týchto operáciach sa interpolačný proces opakuje. Zinterpolovaním druhého úseku dĺžky  $\ell_c$ , a ďalej každého párneho v poradí, sa v dobe prerušenia interpolácie prevedie zmena stavu vratného čítača  $\delta$  20 o jednotku a pokiaľ komparátor uhla  $\Delta$  25 neindikuje zhodu so stavom pamäte uhla  $\Delta$  23, interpolačný proces po vynulovaní vratného čítača i 16 pokračuje interpoláciou ďalšieho úseku dĺžky  $\ell_c$ . Interpolácia kružnice je ukončená v okamžiku zhody stavov pamäte uhla  $\Delta$  23 a vratného čítača  $\delta$  20. Interpolácia kružnice vo vratnom smere sa uskutočňuje vratnou interpoláciou jednotlivých úsekov dĺžky  $\ell_c$ , zmenou stavov pamäte  $\varphi$  13, pamäte kvadrantov 26 a vratného čítača  $\delta$  20 vo vratnom smere k nastavenému smeru pri priamej interpolácii.

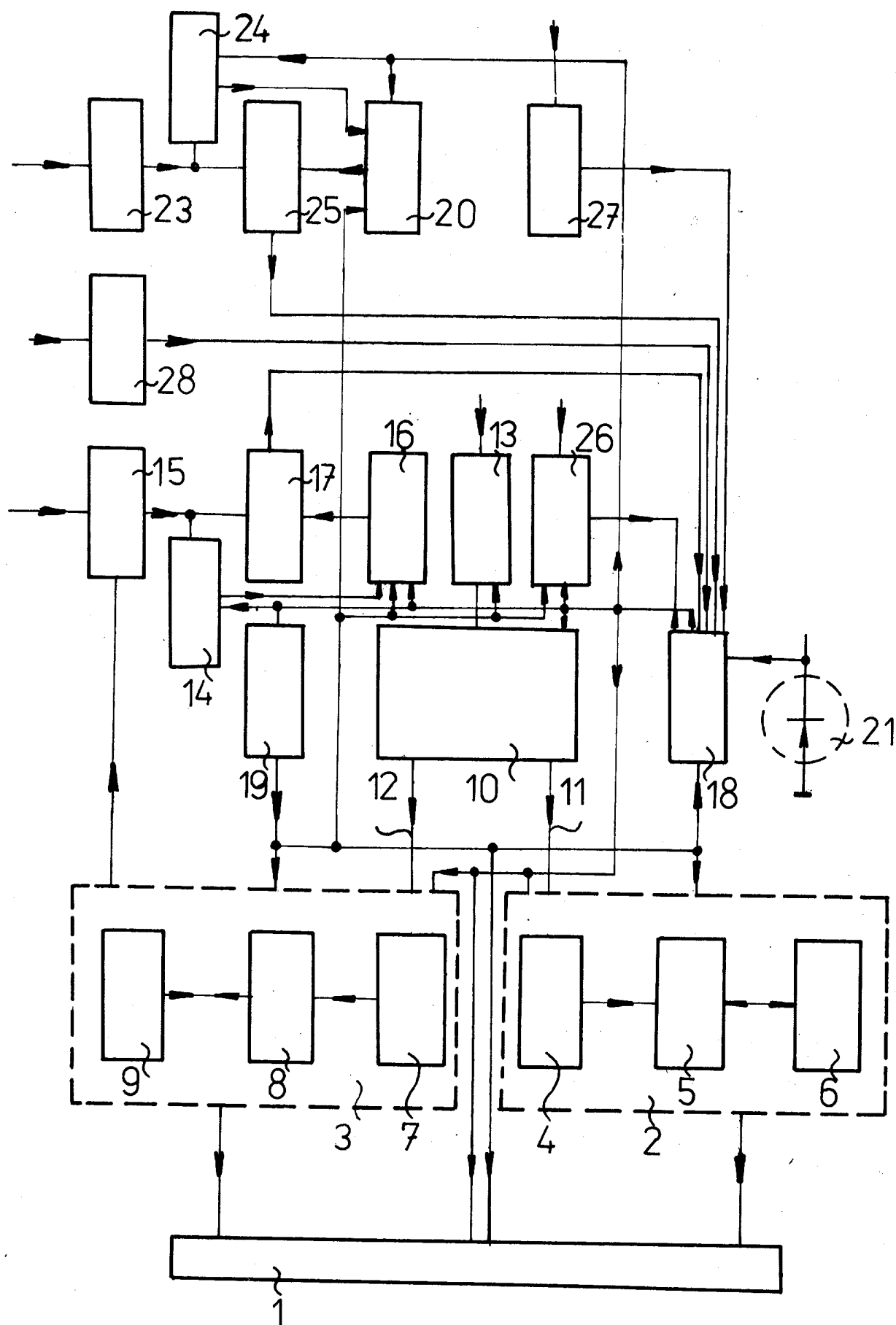
v tých istých okamžikoch ako bolo popísané pri priamej interpolácii. Ukončenie interpolácie je aj teraz indikované signálom z komparátora uhla  $\triangle 25$ , ale po dosiahnutí nulového stavu vratného čítača  $\delta 20$ . Keď sa má kružnica interpolovať vo vratnom smere od jej zahájenia, obvody bloku riadenia interpolátora  $18$  v súčinnosti s impulzami z generátora hodinových impulzov  $19$  k už popísaným operáciám druhého taktu zaistenia nastavenia vratného čítača  $\delta 20$  na stav pamäte uhla  $\triangle 23$ , synchronne s ňou sa prestaví o počet stavov číselne zhodným s hodnotou v pamäti uhla  $\triangle 23$ , pamäť uhla  $\varphi 13$ , a to v tom istom smere v akom bola uskutočnená zmena jej stavu o  $90^\circ$ . Adekvátne s prestavením pamäte  $\varphi 13$  sa mení stav aj pamäte kvadrantov  $26$ . Ešte pred ukončením druhého taktu po výpočte dĺžky  $\ell_c$  sa nastaví stav vratného čítača  $i 16$  cez blok prepisu  $\ell 14$  na stav pamäte  $\ell 15$  so zaznamenanou dĺžkou  $\ell_c$ . Táto posledná operácia sa potom pridáva k operáciám počas prerušenia interpolácie na okrajových úsekoch dĺžky  $\ell_c$ .

#### P R E D M E T V Y N Á L E Z U

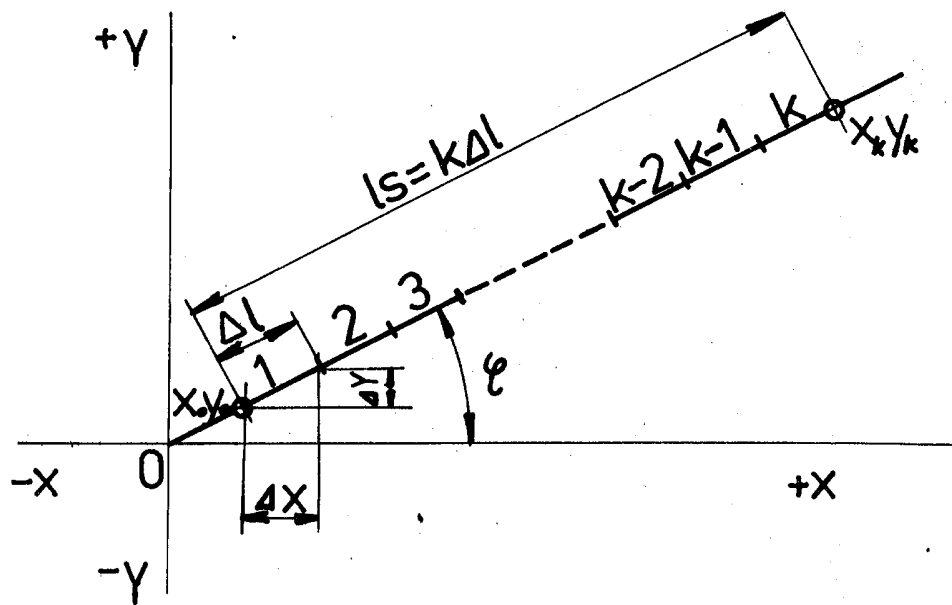
1. Zapojenie vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vrezávacieho zariadenia, pozostávajúce z výstupnej jednotky, z pamätí polohových informácií interpolovaných úsekov, čítačov častí interpolovaných úsekov, prevodníka uhla sklonu, aritmetických jednotiek, generátora hodinových impulzov, bloku riadenia interpolátora, vyznačujúce sa tým, že pamäť  $\varphi /13/$  je svojím výstupom pripojená na prevodník  $/10/$ , pričom prevodník  $/10/$  je pripojený jednak výstupom  $\cos \varphi /11/$  na pamäť  $\cos \varphi /4/$  aritmetickej jednotky  $\triangle X /2/$  a jednak výstupom  $\sin \varphi /12/$  na pamäť  $\sin \varphi /7/$  aritmetickej jednotky  $\triangle Y /3/$ , zatiaľ čo aritmetická jednotka  $\triangle X/2/$  a aritmetická jednotka  $\triangle Y /3/$  sú výstupmi pripojené na výstupnú jednotku  $/1/$ .
2. Zapojenie vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vrezávacieho zariadenia podľa bodu 1, vyznačujúce sa tým, že pamäť  $\ell /15/$  je spojená cez blok prepisu  $\ell /14/$  s vratným čítačom  $i /16/$  a pripojená na komparátor  $\ell /17/$ , pričom vratný čítač  $i /16/$  je pripojený ešte na komparátor  $\ell /17/$ , na generátor hodinových impulzov  $/19/$  a na blok riadenia interpolátora  $/18/$ , kým výstup komparátora  $\ell /17/$ , blok prepisu  $\ell /14/$ , pamäť kvadrantov  $/26/$  a iskrište  $/21/$  sú pripojené taktiež na vstup bloku riadenia interpolátora  $/18/$ , zatiaľ čo blok riadenia interpolátora  $/18/$  je spojený aj s generátorom hodinových impulzov  $/19/$ , pričom oba sú tiež pripojené na aritmetickú jednotku  $\triangle X /2/$ , aritmetickú jednotku  $\triangle Y /3/$  a na výstupnú jednotku  $/1/$ .
3. Zapojenie vratného lineárno-kruhového číslicového interpolátora elektroiskrového vrezávacieho zariadenia podľa bodu 1 a 2, vyznačujúce sa tým, že jeden z výstupov aritmetickej jednotky  $\triangle X /2/$  je pripojený na vstup pamäte  $\ell /15/$ , pričom pamäť uhla

$\triangle /23/$  je spojená cez blok prepisu uhla  $\triangle /24/$  s vratným čítačom  $\delta /20/$  a je pripojená na komparátor uhla  $\triangle /25/$ , pričom vratný čítač  $\delta /20/$  je pripojený ešte na komparátor uhla  $\triangle /25/$ , generátor hodinových impulzov  $/19/$  a blok riadenia interpolátora  $/18/$  zatiaľ čo výstup komparátora uhla  $\triangle /25/$ , pamäť smeru  $/27/$  obchádzania kruhovéh. a blok prepisu uhla  $\triangle /24/$  je pripojený tiež na vstup bloku riadenia interpolátora  $/18/$ .

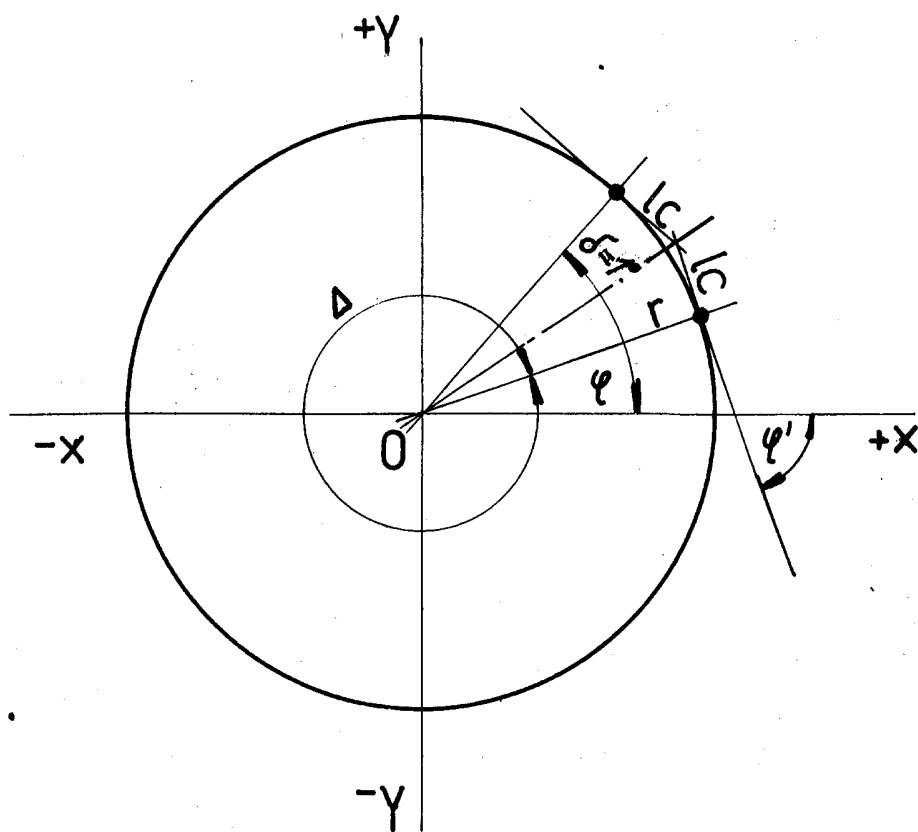
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3