



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

223 103

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 21 10 74
(21) PV 7184-74

(51) Int. Cl.³ B 25 J 3/00.

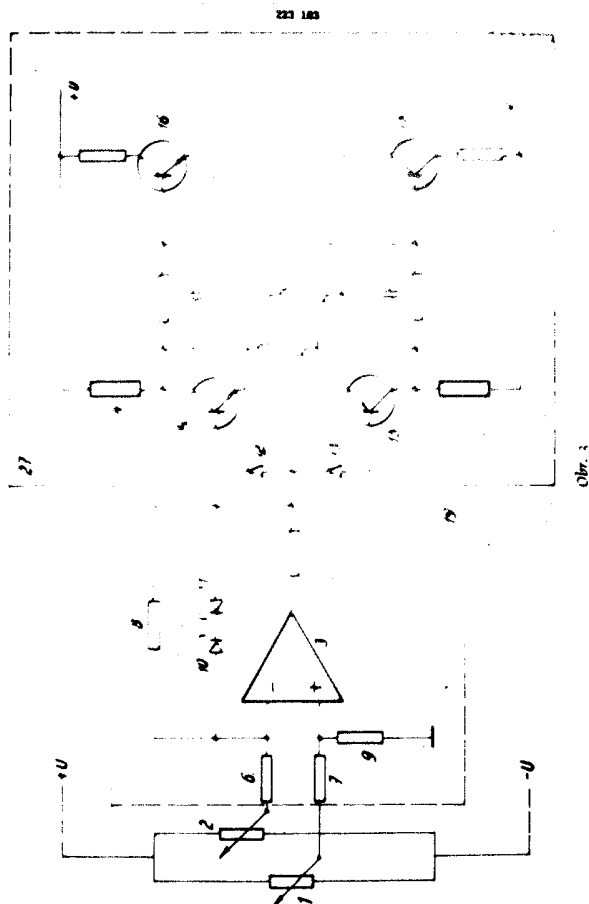
(40) Zveřejněno 28 01 83
(45) Vydáno 01 04 84

(75)

Autor vynálezu KOKESŤ JOSEF ing., CSc., PRAHA

(54) Zařízení k ovládání průmyslových mechanismů s lidskou obsluhou

Zařízení k ovládání průmyslových mechanismů s lidskou obsluhou schopných provádět pohyby současně v několika stupních volnosti. Podstaty vynálezu spočívá v tom, že snímače polohy všech podstatných pohyblivých spojení na manipulátoru jsou svými výstupy připojeny k vyhodnocovacímu zesilovači, k němuž jsou rovněž připojeny odpovídající snímače polohy podstatných pohyblivých spojení pracovního nástroje průmyslového mechanismu. Výstup vyhodnocovacího zesilovače je napojen na ovladače pohonů pohyblivých spojení průmyslového mechanismu.



Vynález se týká zařízení k ovládání průmyslových mechanismů s lidskou obsluhou, schopných provádět pohyby současně v několika stupních volnosti.

Ve snaze co možná nejvíce zvýšit výkon bagrů, nakladačů a jím podobných zemních a dokončovacích strojů jsou konstruktéři vedeni k zařízením stále větších rozměrů. Tato snaha přináší ale i četná omezení a nevýhody, např. tzv. neohrabanost, potíže s váhou a s tím související materiálové problémy.

Je proto nezbytné snažit se na druhé straně o podstatné zvýšení produktivity a výkonu strojů již vyráběných.

Limitujícím faktorem při práci už je ne zařízení, ale člověk sám. Člověk není schopen ovládat více pohybů než dva současně. Jednou rukou lze uchopit a ovládat současně jen jednu páku. Navíc každý pokus ovládat najednou dva či více pohybů vede k vyčerpávajícímu soustředění pozornosti, a tak je dlouhodobě neúnosný.

Navíc vznikají velké časové ztráty tím, že se žádané polohy nástroje dosahuje aproximativně. Je zřejmé, že kromě uvedených časových ztrát vykoná nástroj dráhu nejméně 1,4krát delší, než je nezbytné, a vznikají tak nejméně 28 % časové ztráty.

Většina strojů tohoto druhu používá nespojité, nejčastěji třípolohové regulace pohybu pracovního nástroje, tj. umožňuje volbu jen jednoho z následujících tří stavů: pohyb tam - stop - pohyb zpět. Jen výjimečně je realizováno i řízení rychlosti tohoto pohybu. S rostoucím počtem stupňů volnosti však klesá skutečně využitelný výkon stroje.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny zařízením k ovládání průmyslových mechanismů s lidskou obsluhou schopných provádět pohyby současně v několika stupních volnosti, podle vynálezu. Zařízení sestává z manipulátoru, jenž je zjednodušeným funkčním modelem průmyslového mechanismu nebo má odpovídající počet stupňů volnosti, přičemž je opatřen snímači polohy všech podstatných pohyblivých spojení. Podstata vynálezu spočívá v tom, že snímače polohy jsou svými výstupy připojeny na jeden ze vstupů vyhodnocovacího zesilovače stejně jako odpovídající snímače polohy podstatných pohyblivých spojení pracovního nástroje průmyslového mechanismu, přičemž výstup z vyhodnocovacího zesilovače je spojen buď přímo, nebo přes klopné obvody a přes případné výkonové stupně na ovladače pohonů pohyblivých spojení průmyslového mechanismu.

Ovládání uvedeného stroje se lépe přizpůsobí lidské fyziologii. Přizpůsobení spočívá v převedení nespojitých ovládacích signálů dosud používaných, například nahoru - stop - dolů, na signály spojitě, odvozené od jednoduchého manipulátoru. Každý stupeň volnosti pracovního nástroje odpovídá jednomu analogovému ovládacímu signálu, a tedy i jednomu stupni volnosti manipulátoru. Poloha manipulátoru s n stupni volnosti tedy jednoznačně vyznačuje požadovanou polohu pracovního nástroje v n -dimenzionálním prostoru všech možných poloh pracovního nástroje, například lžice bagru. Teprve řídicí logika v závislosti na vzájemné poloze manipulátoru a pracovního nástroje odvodí ovládací signály druhého řádu, které mohou být spojitě nebo nespojitě a slouží již k ovládání pohonů pracovního nástroje, například nahoru - stop - dolů. Takto se poloha nástroje může měnit ve všech n směrech současně.

I když způsob provedení manipulátoru může být v podstatě velmi rozmanitý, fyziologie vnímání požaduje, aby jím byla lomená kloubová páka, jakýsi zmenšený a zjednodušený model pracovního nástroje, na konci přizpůsobený k uchopení. Zejména má souhlasit počet, poloha a míra volnosti všech podstatných kloubových nebo jinak pohyblivých spojení. V jednotlivých kloubech jsou připevněny, nejlépe úhlově citlivé, snímače a podobné snímače jsou i v kloubech skutečného pracovního nástroje.

Přemístí-li řidič manipulátor do jiné cílové polohy, budou odpovídající si snímače dodávat odlišný signál. Rozdíl zachytí řídicí logika a zapne pohyb v příslušných směrech, dokud se rovnováha nevyrovná. U složitých pohybů - oblouky, křivky atp., pokud je bude řidič manipulátorem provádět dostatečně pomalu, bude pracovní nástroj opisovat zcela analogické hladké křivky. Zdá se, že v případech běžných nástrojů se 4 až 6 stupni volnosti postačí řidiči k manipulaci jedna ruka, takže druhá se může věnovat další činnosti, zejména řízení, popojíždění apod.

Tímto způsobem se odstraní mrtvé časy potřebné k přehmatnutí na jinou ovládací páku, zajistí se součinnost všech pohybových mechanismů nástroje a umožní se podstatně zrychlit pohyb nástroje. Kromě zvýšení skutečného výkonu stroje se tím dosáhne vyšší pohyblivosti a obratnosti nástroje - počet stupňů volnosti není teoreticky omezen, což se projeví zvýšením bezpečnosti. Podobnost mechanické konstrukce manipulátoru a pracovního nástroje je mnemotechnickou pomůckou, snižující psychickou únavu a zkracující dobu nutnou k zaškolení nového řidiče. Protože není nutné, aby manipulátor byl namontován pevně uvnitř stroje, je možné případně jej umístit i mimo stroj a vyloučit tak vliv vibrací na řidičův organismus. Rovněž se podstatně zvýší bezpečnost a manipulace: přehlednějším řízením se zmenší možnost styku s vedením pod napětím.

Vynález je blíže objasněn na dvou příkladech provedení pomocí přiložených výkresů, kde
na obr. 1 je nakreslen schematický náčrt pracovního nástroje s pěti stupni volnosti,
na obr. 2 je nakreslen jemu odpovídající manipulátor,
na obr. 3 je nakresleno schéma stejnosměrné vyhodnocovací jednotky,
na obr. 4 je nakresleno blokové schéma objasňující činnost zařízení, při použití střídavých vyhodnocovacích jednotek,
na obr. 5 je nakresleno zapojení střídavé vyhodnocovací jednotky a pomocných obvodů a

na obr. 6 je nakresleno blokové schéma sestavy střídavých vyhodnocovacích jednotek, včetně pomocných obvodů.

Průmyslový mechanismus podle obr. 1 je pracovní nástroj s pěti stupni volnosti. Odpovídající manipulátor, znázorněný na obr. 2, má na aktivním konci vytvořeno držadlo. Manipulátor je v podstatě zmenšený funkční model pracovního nástroje.

Zařízení znázorněné na obr. 4 sestává z řídicí jednotky a z jedné střídavé vyhodnocovací jednotky.

V každém podstatném pohyblivém spojení průmyslového mechanismu je umístěn první ^{úhlově} citlivý snímač 1 polohy a druhý úhlově citlivý snímač 2 polohy je umístěn do odpovídajících pohyblivých spojení manipulátoru, jenž je vytvořen jako funkční model průmyslového mechanismu. Můstek, který tyto dva úhlově citlivé snímače 1 a 2 polohy tvoří, je napájen z oscilátoru 18. Úhlově citlivé snímače 1 a 2 polohy jsou realizovány potenciometry nebo proměnnými reaktancemi nebo pneumatickým či hydraulickým řídicím elementem. Běžce potenciometrů jsou připojeny na vstupy vyhodnocovacího rozdílového zesilovače 19. Na oscilátor 18 je rovněž připojen tvarovač 20 a pomocný spínač 21, jímž se řídí spínání klopných obvodů 27 a přepínače 28. Přepínač 28 je připojen na výkonové spínače 23, 24, ovládající výkonové obvody 25, 26, tvořené například elektromagnetickými ventily. Výkonové spínače 23, 24 jsou také přes přepínač 28 ovládány signály z budicího obvodu 22, připojeného vstupem na tvarovač 20.

Podrobnější schéma obvodu je rozkresleno na obr. 5.

Pracovní cyklus začíná tím, že oscilátor 18 obsahující transformátor vyprodukuje kladnou půlvlnu signálu. Druhé pomocné vinutí 30 transformátoru má na svém neuzemněném konci záporný potenciál, takže následující diody zůstávají uzavřeny a touto cestou signál neprojde. Naproti tomu první pomocné vinutí 29 je vůči zemí kladné, diody vedou. Jednak se přes RC člen a diody zapálí vypínací tyristor 31, čímž se uzemní první sběrnice A. Kondenzátory 32, které jsou na tuto první sběrnici A zapojeny, komutují

na okamžik napětí na pracovních tyristorech výkonových spínačů 23, 24, které tudíž zhasnou a dále už nevedou. Jakmile se kondenzátory 32 vybijí, klesne proud tyristorem pod přídržnou hodnotu, ten zhasne a kondenzátory 32 se začínají znovu pomalu nabíjet. Kromě toho se však při zavření tyristoru objeví na spodním vstupu prvního hradla 33 opět kladné napětí a to, protože jeho druhý vstup dosud je na úrovni Log1, dá na výstupu Log0. Tato úroveň se invertuje na Log 1 a odvádí do čtvrté sběrnice D. Znamená to, že tato čtvrtá sběrnice D je kladná, právě když oscilátor 18 dává kladnou půlvlnu a když současně jsou pracovní tyristory připraveny k sepnutí.

Jestliže druhý úhlově citlivý snímač 2 polohy dává signál, který je ve fázi s napětím oscilátoru 18, je první vstup druhého hradla 34 pro tuto půlperiodu na kladné úrovni a v okamžiku, kdy i čtvrtá sběrnice D se dostane na Log1, druhé hradlo 34 překloupí, čímž se přes tranzistor otevře první výkonový spínač 23 a zůstává otevřen po celou periodu, dokud se zase neuzavře tím, že vypínací tyristor 31 uzemní první sběrnici A.

Podobný děj se odehrává během druhé, záporné periody, s tím rozdílem, že tentokrát se v činnost uvádějí obvody druhé a třetí sběrnice B, C.

Doplňkové obvody na obr. 5 slouží k tomu, aby bylo možno v případě potřeby automatiku vyřadit. Pro vlastní činnost jsou nepodstatné a lze je bez úprav vypustit.

Na připojeném obr. 3 je znázorněn příklad jiného zapojení vyhodnocovacího obvodu pro jeden stupeň volnosti.

Obvod může být zapojen jako modifikovaný komparátor. Jeho funkcí je dosáhnout stavu, kdy první úhlově citlivý snímač 1 polohy, umístěný na pracovním nástroji a odpovídající druhému úhlově citlivému snímači 2 polohy mechanické konstrukce manipulátoru jsou ve shodné poloze, tj. kdy pracovní nástroj zaujal polohu nastavenou na manipulátoru. Tehdy úhlově citlivé snímače 1 a 2 polohy dodávají shodná napětí vůči zemi a na výstupu ope-

račního zesilovače 3 se objeví zesílený rozdíl obou napětí, tedy nula. Oba klopné obvody 27, které jsou tvořeny čtyřmi tranzistory 14, 16 a 15, 17 jsou proto v klidovém stavu. Jestliže nyní řidič pohne manipulátorem např. tak, že první úhlově citlivý snímač 1 polohy dodává signál větší - kladnější než druhý úhlově citlivý snímač 2 polohy, zvýší se i výstupní napětí operačního zesilovače 3 a v okamžiku, kdy dosáhne prahového napětí jednoho z klopných obvodů 27, způsobí jeho překlopení. Tím dojde ke změně proudu protékajícího zátěží 4, tvořené například elektromagnetickým ventilem s případným výkonovým zesilovačem. Pracovní nástroj a s ním i první odporové čidlo 1 se proto dají do pohybu v takovém směru, aby se opět dosáhlo vyváženého stavu. V daném zapojení platí přibližně

$$U_{\text{výst}} = (U_1 \text{ vst} - U_2 \text{ vst}) \cdot R_8/R,$$

kde $U_{\text{výst}}$ je napětí na výstupu operačního zesilovače 3, $U_1 \text{ vst}$ a $U_2 \text{ vst}$ jsou napětí dodávaná prvním resp. druhým úhlově citlivým snímačem 1 resp. 2 polohy, R_8 je odpor zpětnovazební odporníku 8 a R je odpor sériového spojení prvního odporníku 6 s vnitřní impedancí druhého úhlově citlivého snímače 2 polohy. Hodnoty součástek jsou voleny tak, aby poměrně nízká zesílení operační sítě spolu s prahovým napětím klopných obvodů 27 vytvářelo dostatečně široké pásmo necitlivosti, jehož účelem je zabránit možné nestabilitě soustavy. Z důvodu symetrie jsou použity druhý a třetí odporníky 7 a 9, jejichž hodnoty jsou shodné s hodnotami třetího a zpětnovazební odporníku 6 a 8. Zenerovy diody 10 a 11 omezují výstupní napětí operačního zesilovače 3 tak, aby nedošlo k saturaci ani k ohrožení prvního a druhého tranzistoru 14, 15. Diody 12, 13 jsou křemíkové.

Podobné obvody by bylo možno vytvořit i na hydraulickém nebo pneumatickém základě.

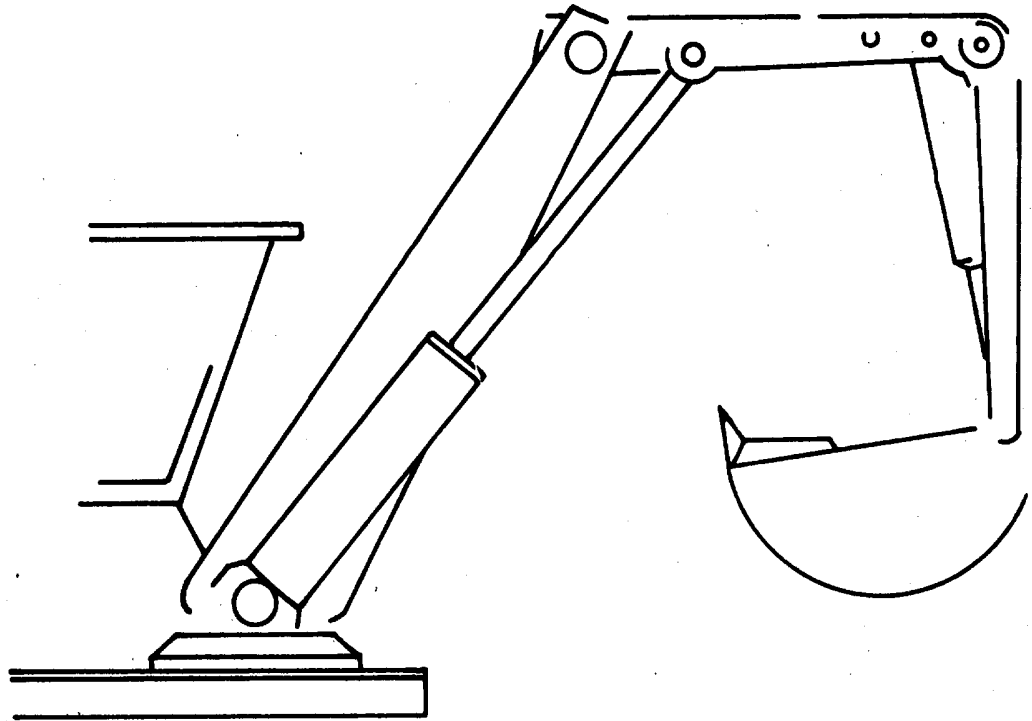
Blokové schéma na obr. 6 znázorňuje řazení střídavých vyhodnocovacích jednotek V_1 , V_2 až V_i , příslušejících jednotlivým pohyblivým spojením průmyslového mechanismu. Řídící jednotka Z obsahuje oscilátor 18, řídící blok 40 a napájecí stabilizovaný zdroj 48. Vyhodnocovací jednotka V_1 , V_2 až V_i je tvořena snímačem 43 a dvěma vyhodnocovači 41, 42. Vyhodnocovače 41, 42 jsou

napojeny na čtyři sběrnice A, B, C, D, vystupující z řídicího bloku 40. Snímač 43 sestává z můstku a z vyhodnocovacího rozdílového zesilovače 19. Vyhodnocovače 41, 42 sestávají z klopného obvodu 27, výkonového spínače 23, 24 a z výkonového obvodu 25, 26. Řídicí blok 40 obsahuje tvarovač 20, pomocný spínač 21, budicí obvod 22 a přepínač 28.

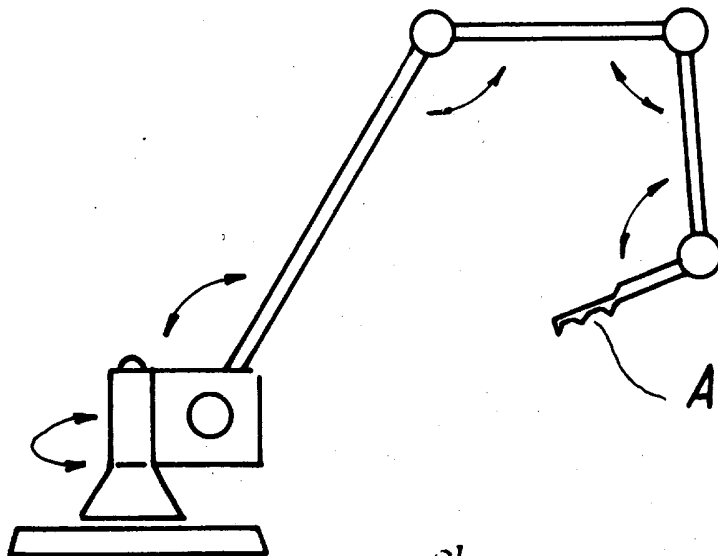
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení k ovládání průmyslových mechanismů s lidskou obsluhou, schopných provádět pohyby současně v několika stupních volnosti, sestávající z manipulátoru, jenž je zjednodušeným funkčním modelem průmyslového mechanismu nebo má odpovídající počet stupňů volnosti, přičemž je opatřen snímači polohy všech podstatných pohyblivých spojení, vyznačené tím, že druhé úhlově citlivé snímače /2/ polohy jsou svými výstupy připojeny na jeden ze vstupů vyhodnocovacího rozdílového zesilovače /19/, stejně jako odpovídající první úhlově citlivé snímače /1/ polohy podstatných pohyblivých spojení pracovního nástroje průmyslového mechanismu, a výstup z vyhodnocovacího rozdílového zesilovače /19/ je napojen na ovladač pohonů pohyblivých spojení průmyslového mechanismu.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že mezi vyhodnocovací rozdílové zesilovače /19/ a ovladače pohonů pohyblivých spojení průmyslového mechanismu jsou zapojeny klopné obvody /27/ a výkonové spínače /23 a 24/.

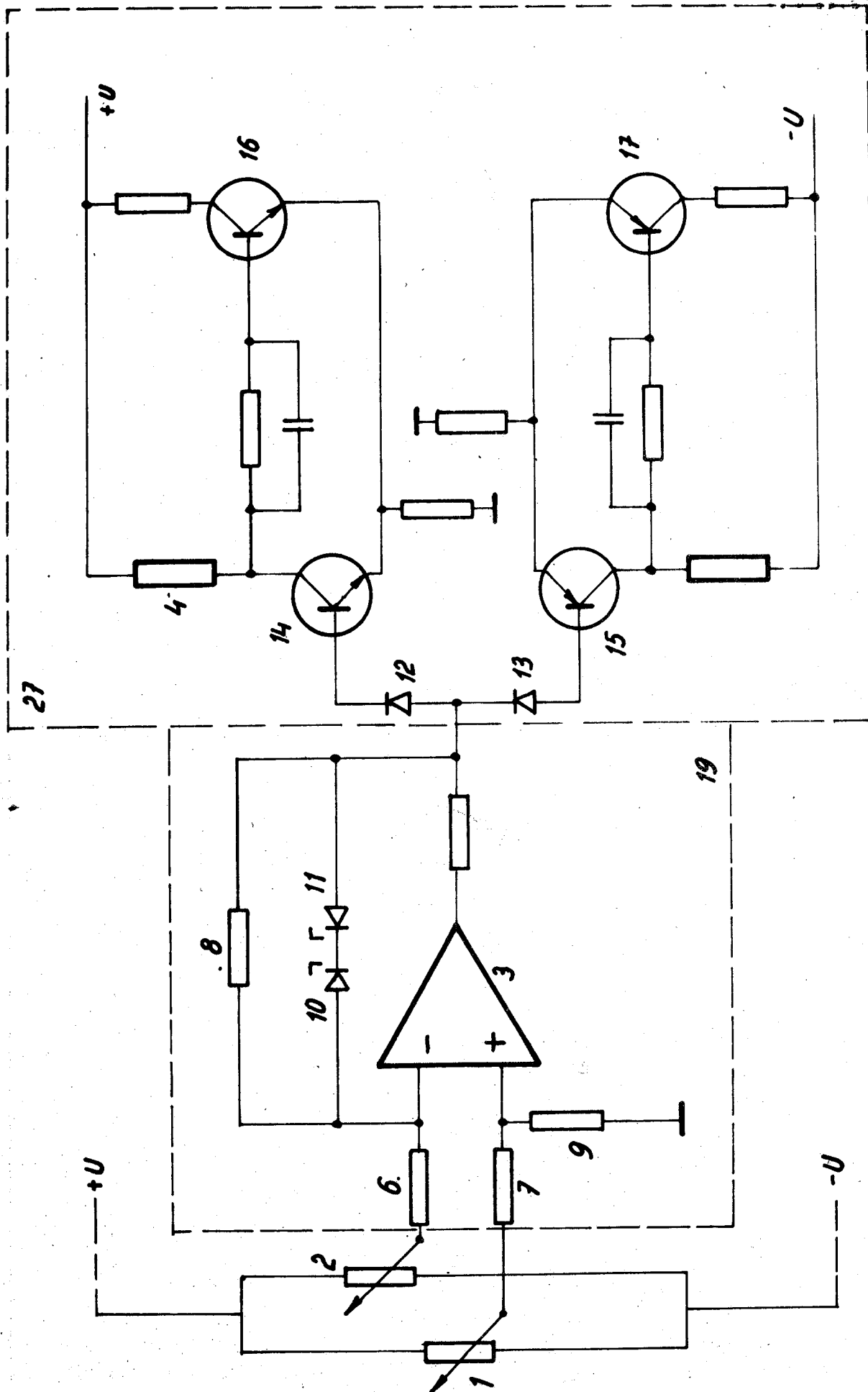
5 výkresů



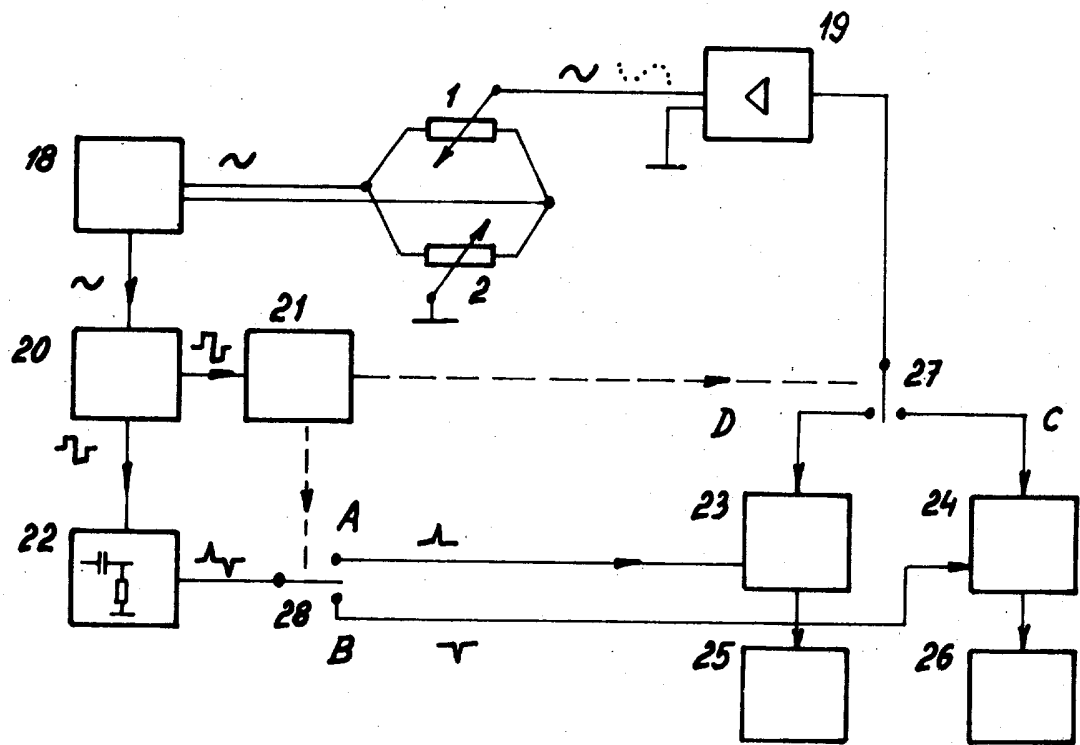
Obr. 1



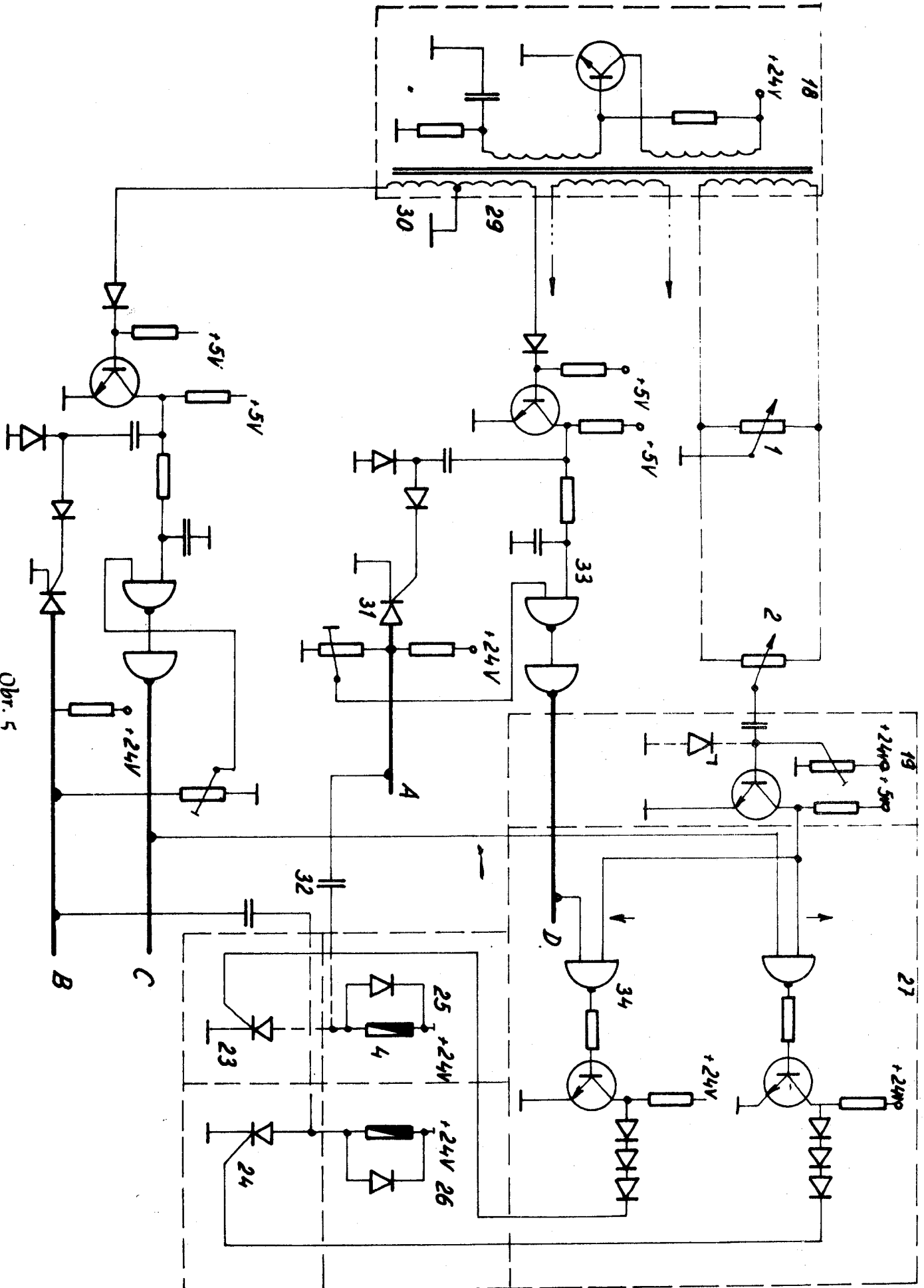
Obr. 2

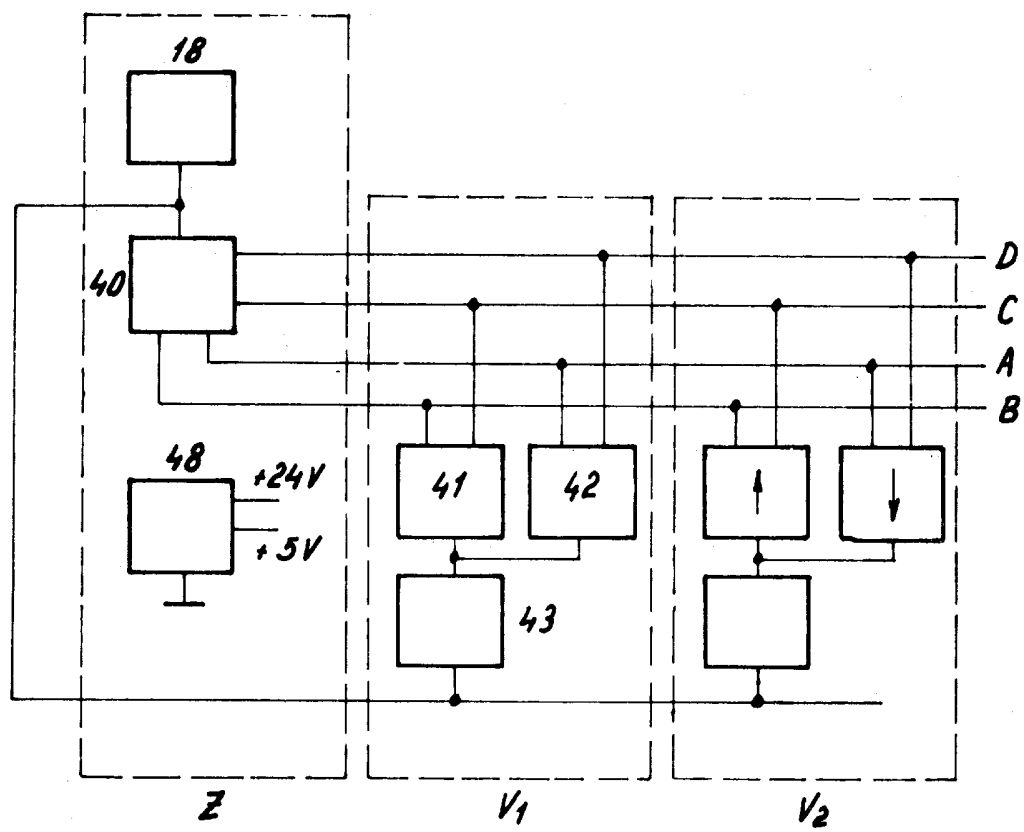


Obr. 3



Obr. 4





Obr. 6