



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

199 355

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Přihlášeno 30 04 76

(21) PV 2853-76

(51) Int. Cl. B 64 C 13/50,
13/18

(40) Zveřejněno 31 10 79

(45) Vydáno 01 11 82

(75)

Autor vynálezu

BLAŽEK JOSEF ing., PREŠOV

(54) Elektromechanické a elektrohydraulické servopohony a pohony k řízení letadel

1

Vynález se týká zařízení pro přestavení regulačního členu hydraulického servomotoru autopilota letadel, elektrické řízení letadel, přímé řízení raket, ovládání přívodu tlakového média do hydraulických a pneumatických mechanismů a pro dávkování tekutin.

Dosud známá zařízení k zajištění letu letadel a raket používají autopilotů - zařízení, jehož výkonný prvek bývá spouštěcí mechanismus pro ruční nebo elektrické ovládání letadla člověkem prostřednictvím hydraulických nebo elektrických servomotorů. Klíčovým členem celé soustavy je bustr a jeho regulační člen - šoupátko, který ovládá pohyb a určuje polohu celého mechanismu řízení. Od změny polohy šoupátka-bustru je závislý pohyb ovládací soustavy a proto na její rychlosti je závislá citlivost a přesnost řízení letadla nebo rakety. Je známá řada konstrukcí servomotorů autopilotů, z nich nejrozšířenější jsou následující:

Stále běžící elektromotor s elektromagnetem spínanou spojkou. Je to zastaralé koncept pro přímý pohon kormidla silou až do 60 N. Její nevýhodou je velká spotřeba elektrické energie, opotřebení spojek a pomalý chod spínacích elektromagnetů, které mají zpoždění 50 až 60 ms.

Reverzní elektromotor s převody, který je uváděn do činnosti v případě potřeby přestavení řídicího mechanismu. Nevýhodou tohoto systému je velká časová konstanta (0,2 až 0,5 sekun-

199 355

dy) vyplývající ze setrvačných hmot a značná hmotnost mechanismu. Jednorázové elektromagnety, které jsou používány pro ovládání kormidel rakety nebo antivibračních křidélek letadel, jsou použitelné jen pro malé zdvihy a síly. Jejich časová konstanta je 30 až 150 ms. Jejich výhodou jsou malé rozměry, nízká hmotnost a velká spolehlivost. Speciální polarizované relé, pohybuje přímo regulačním členem hydraulického servomotoru, jeho časová konstanta je 3 až 50 ms, není možné ho vestavět do systému táhla ručního řízení letadla, vyvině jen malou sílu a potřebuje analogový signál. Podobné mechanismy jako jsou autopiloty, se používají k ovládání různých strojů. Výkonným prvkem mechanismu je pneumatický nebo hydraulický válec, do kterého je přiváděno tlakové médium přes rozváděč ovládaný jedním nebo několika elektromagnety. Společnou nevýhodou těchto mechanismů je velká časová konstanta řádově desítky milisekund, kterou způsobují pomalu pracující elektromagnety a několikastupňový systém šoupátek. Z dynamických vlastností plyne nepřesnost polohování, přesnost se dosahuje zpravidla nárazkovým systémem.

Uvedené nedostatky odstraňují elektromechanické a elektrohydraulické servopohony k řízení letadel, raket a jiných strojů podle vynálezu. Podstata vynálezu je v tom, že jako výkonných nebo řídicích prvků je u těchto servopohonů použito impulsně řízených elektromagnetů, to je elektromagnetů, jejichž vinutí je ve stanovených okamžicích napájeno z nabitého kondenzátoru, nebo přes jejichž vinutí se kondenzátor nabíjí. Kapacita kondenzátoru a indukčnost vinutí impulsně řízeného elektromagnetu určuje časovou konstantu obvodu. Ovládání elektromechanických a elektrohydraulických servopohonů je elektrické a v podstatě se neliší od běžně používaných systémů. Změna je v partii, která bezprostředně souvisí s impulsně řízenými elektromagnety. Řídicí elektronický systém vysílá impulsy do elektrického obvodu impulsně řízeného elektromagnetu a tím ho uvádí do činnosti. Každý impuls způsobí jedno přitažení kotvy.

Impulsně řízený elektromagnet je schopen zkrátit dobu jednoho kroku přestavení regulačního členu hydraulického servomotoru nebo přímo kormidla na méně než 0,5 milisekundy s možnou frekvencí až 200 Hz. V případě, že impulsně řízený elektromagnet je použitý k pohonu hydraulického motoru, je schopen reagovat za 0,3 ms při frekvenci 100 Hz i více. Při ovládání ventilu tlakového média reaguje impulsně řízený elektromagnet se zpožděním 0,2 ms za řídicím signálem a vlastní otevření nebo zavření ventilu trvá 0,2 až 0,3 ms. Možná frekvence řízení ventilu přesahuje 150 Hz i v dlouhodobém režimu práce. Použití impulsně řízených elektromagnetů v rozváděcích podstatně zkracuje časové konstanty a není nutný několikastupňový systém šoupátek. Uvedené parametry umožňují podstatné zvýšení kritického zesílení a frekvence řezu autopilota. Rychlou reakcí na poruchový signál se snižují i elastické kmity letounu vyvolané náporovým tlakem na kormidla. Elektrohydraulické a elektromechanické servopohony a pohony s impulsními elektromagnety umožňují přechod všech strojů, ve kterých jsou použity, na číslicové řízení, synchronní a dálkové ovládání a zlepšuje jejich dynamické charakteristiky. Polohování i aretace polohy jsou možné bez obvykle používaného nárazkového systému, což vede ke snížení hmotnosti systému a zjednodušení řízení.

Na obr. 1 je schéma elektrického zapojení dvojice impulsně řízených elektromagnetů v servopohonu a jejich začlenění do stávajícího systému analogového automatického řízení letadel nebo strojů. Levá část schéma slouží pro záporný, pravá pro kladný smysl pohybu servopohonu. Na obr. 2 je funkční schéma elektromechanického pohonu do výkonu řádově stovek wattů s dvojicí impulsně řízených elektromagnetů, převodovým mechanismem a aretací. Obr. 3 schematicky znázorňuje lineární elektrohydraulický pohon, kterému dodávají tlakové médium čerpadla poháněná dvojicí impulsně řízených elektromagnetů. Na obr. 4 je schéma elektrického zapojení elektromechanického pohonu určeného především pro rotační pohyb. Obr. 5 znázorňuje uspořádání dvojice impulsně řízených elektromagnetů v elektromechanickém rotačním pohonu. Obr. 6 představuje elektrické schéma s impulsně řízenými elektromagnety využitými pro řízení ventilů a šoupátek rozváděčů tlakového média. Obr. 7 je funkční schéma mechanismu pro ovládání ventilů a rozváděčů.

Na obr. 1 polarizované relé 11 je poslední člen stávajícího systému. Má klidovou (neutrální) polohu a v případě řídicího signálu od autopilota nebo jiného řízení propojuje signály klopného obvodu 12 na tyristor záporného okruhu 13 nebo tyristor kladného okruhu 20. Klopný obvod 12 pracuje buď na zvolené frekvenci nebo proměnné frekvenci podle úrovně signálu. V čase, kdy je na tyristor záporného okruhu 13 nebo tyristor kladného okruhu 20 přiváděn řídicí signál, musí být tyristoru napájení záporného okruhu 14 nebo tyristoru napájení kladného okruhu 21 řídicí signál přerušen. Otevřením tyristoru záporného okruhu 13 se vybijí kondenzátor záporného okruhu 15 přes vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16 a vinutí pomocného elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 19. Přepěťová ochrana 24 slouží současně k regulaci doby odpadu kotvy. Otevřením tyristoru kladného okruhu 20 vybijí se kondenzátor kladného okruhu 22 přes vinutí pomocného elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 17. Napájecí napětí je přiváděno na napájecí svorky 23. Na obr. 2 je varianta elektromechanického servopohonu, který se skládá z kotvy elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 31, která je jedním koncem otočně uložena na opěrném čepu 32 a na druhém konci je prostřednictvím čepu 36 otočně uložena západka 33, která je pružinou 35 tlačena do záběru s rohatkou 34. Na jádře elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 30 je vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16 a vinutí pomocného elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 17. Pro kladný smysl pohybu rohatky 34 slouží symetrická skupina členů. Poloha rohatky 34 je zajištěna aretační západkou 38 tlačenu do uložení v tělese mechanismu a do záběru s rohatkou 34 pružinou 39. Pohyb kotvy elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 31 je omezen stavitelným dorazem 32. Vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16, vinutí pomocného elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 17, vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 18 a vinutí pomocného elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 19 jsou spolu propojeny podle elektrického schéma na obr. 1. V případě řídicího signálu pro záporný smysl pohybu od autopilota nebo jiného řízení jsou v určených časových okamžicích napájeny společným proudem vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16 a vinutí pomocného elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 19. Poněvadž kotva elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 31 má podstatně větší hmotnost než západka 33, bude její pohyb opožděn. Západka 33 bude ze záběru s rohatkou 34 vytažena dříve než kotva elektromagnetu pro záporný smysl po-

199 355

hybu 31 posune celý mechanismus o jeden krok. Počet kroků, jejich frekvence a směr jsou dány dobou trvání, velikostí a charakterem signálu přiváděného na polarizované relé 11 a klopný obvod 12 od řídicího systému viz, obr. 1. Příklad elektrohydraulického servopohonu je na obr. 3. Místo rohatky 34 a západky 33 elektromechanického pohonu ovládá kotva elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 31 čerpadlo záporného smyslu pohybu 40, které tlačí médium na jednu stranu pístu lineárního hydromotoru 41 a kotva pomocného elektromagnetu záporného smyslu pohybu 42 ovládá ventil odtoku tlakového média 43 z druhé strany pístu lineárního hydromotoru 41. Pohyb pístu lineárního hydromotoru 41 v opačném "kladném" smyslu pohybu zabezpečuje souměrně uspořádaná skupina elektromagnetu s čerpadlem a pomocného elektromagnetu s ventilem. Po přivedení řídicího signálu na tyristor záporného okruhu 13 a jeho otevření nastává současný přitah kotvy elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 31 a kotvy pomocného elektromagnetu záporného smyslu pohybu 42. Tím čerpadlo záporného smyslu pohybu 40 dodá tlakové médium na jednu stranu pístu lineárního hydromotoru 41 a tlakové médium z druhé strany pístu lineárního hydromotoru 41 odtéká přes ventil odtoku tlakového média 43 do vyrovnávací nádržky 44, ze které ho nasává čerpadlo záporného smyslu pohybu 40. Na každý impuls řídicího signálu přivedeného na tyristor záporného okruhu 13 nebo tyristor kladného okruhu 20 se lineární hydromotor 41 přestaví o jeden krok v požadovaném smyslu pohybu. Ovládaný člen je na pístnici 45 napojen přes přípojku 46. V případě, že je tohoto mechanismu použito pro výkony, které by elektromagnety obtížně zabezpečovaly, ovládá pístnice 45 regulační člen hydraulického nebo pneumatického servomotoru. Na obr. 4 je elektrické schéma s principem činnosti v podstatě stejným jako podle obr. 1. Naprosto stejnou funkci mají tyristor záporného okruhu 13, kondenzátor záporného okruhu 15, vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16, vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 18, tyristor kladného okruhu 20, kondenzátor kladného okruhu 22 a přepěťová ochrana 24. Do proudových obvodů vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu 16 a vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu 18 je do série přes oddělovací diody 51 zapojeno vinutí elektromagnetu aretace 50. Aretace tak pracuje s jedním elektromagnetem pro kladný i záporný smysl pohybu. Elektromagnet záporného smyslu pohybu 58 (obr. 5) nebo elektromagnet kladného smyslu pohybu 59 určují krokový pohyb obloukové rohatky 57. Aretace mechanismu je provedena aretační západkou 56 pevně spojenou s kotvou elektromagnetu aretace 55. Vinutí elektromagnetu aretace 50 je napájeno při každém kroku podle elektrického schéma na obr. 4. Řídicí elektronický člen 26 na obr. 6 dává signál pro tyristor otevíracího obvodu 21 v případě požadavku na otevření ventilu nebo pro tyristor závěrného okruhu 24 v čase, kdy je nutné ventil uzavřít. Při otevření tyristoru otevíracího obvodu 21 je ze zdroje a filtračního kondenzátoru 20 napájena soustava vinutí elektromagnetu otevíracího obvodu 22 a řídicího kondenzátoru 23. Tímto obvodem prochází proudový impuls na základě rezonančního děje, který je ukončen nabitím řídicího kondenzátoru 23. V tomto okamžiku také vypíná tyristor otevíracího obvodu 21 a ventil je otevřen. Po řízeném otevření tyristoru závěrného okruhu 24 se řídicí kondenzátor 23 vybíjí do vinutí elektromagnetu závěrného obvodu 25 a ventil se uzavírá. Šoupátko ventilu 82 (obr. 7), které se pohybuje v tělese ventilu 83, je pevně spojeno se společnou kotvou 80 dvojice elektromagnetů přes táhlo 81.

Po průchodu proudového impulsu vinutím elektromagnetu otevíracího obvodu 72 nebo vinutím elektromagnetu závěrného obvodu 75 je šoupátko ventilu 82 přestavováno do polohy otevřeno nebo zavřeno. V žádané poloze je drženo aretačí polohy mechanismu 88. Tlakové médium je do ventilu přiváděno přes vstup 84 k výstupu 85. Ventil může být opatřen i vstupem odtoku 86 a výstupem odtoku 87.

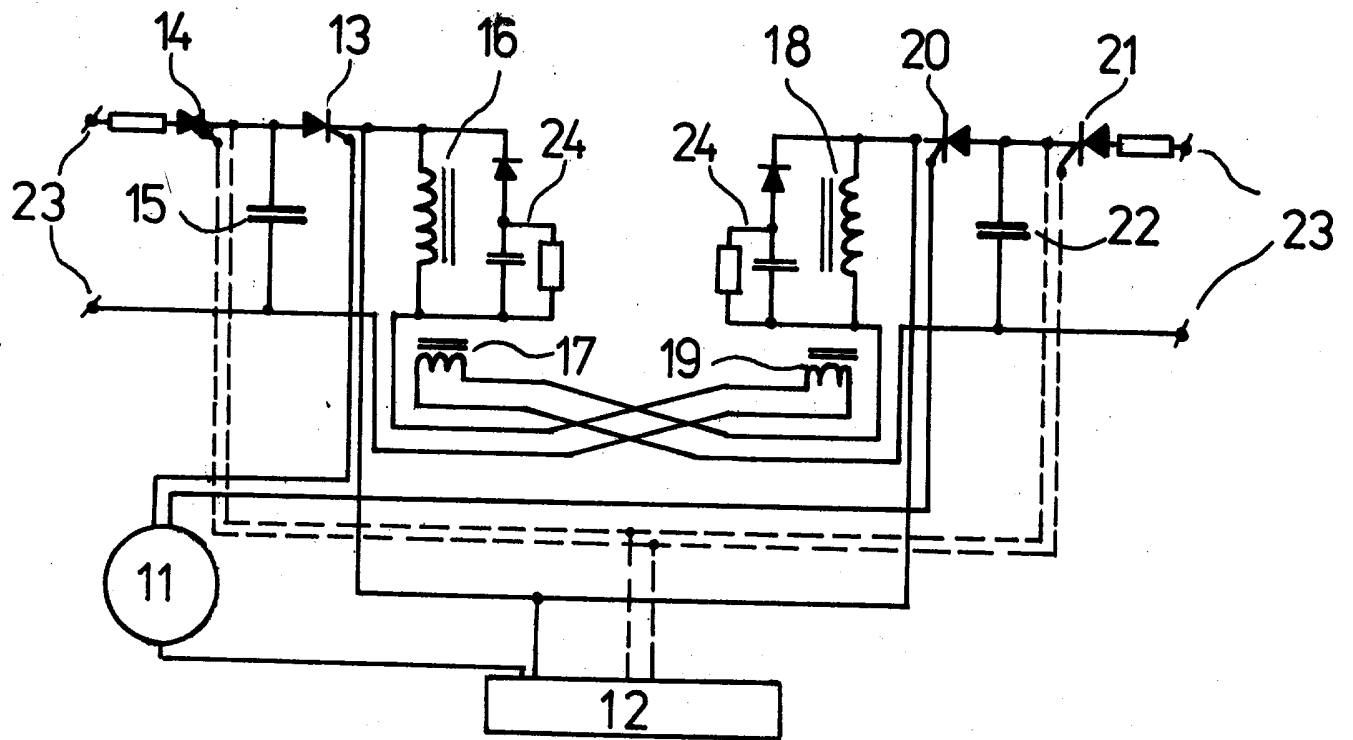
Zařízení podle vynálezu je určeno především k ovládání kormidel letadel a raket, ale je možné použít ho všude tam, kde se používají hydraulické, pneumatické nebo elektrické pohony a servopohony. Zařízení je možné využít i pro dávkovací a vstřikovací zařízení tekutin, k ovládání odpojovačů v rozvodnách elektrické energie a jisticích zařízeních s velmi rychlou činností (řádově desetiny milisekund). Mezi další výhody patří vysoká účinnost daná impulsně řízenými elektromagnety, kterými protéká proud prakticky jen v době přestavování kotvy. Účinnost ještě zvyšuje možnost využívání akumulované energie elektromagnetu po přitahu kotvy.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

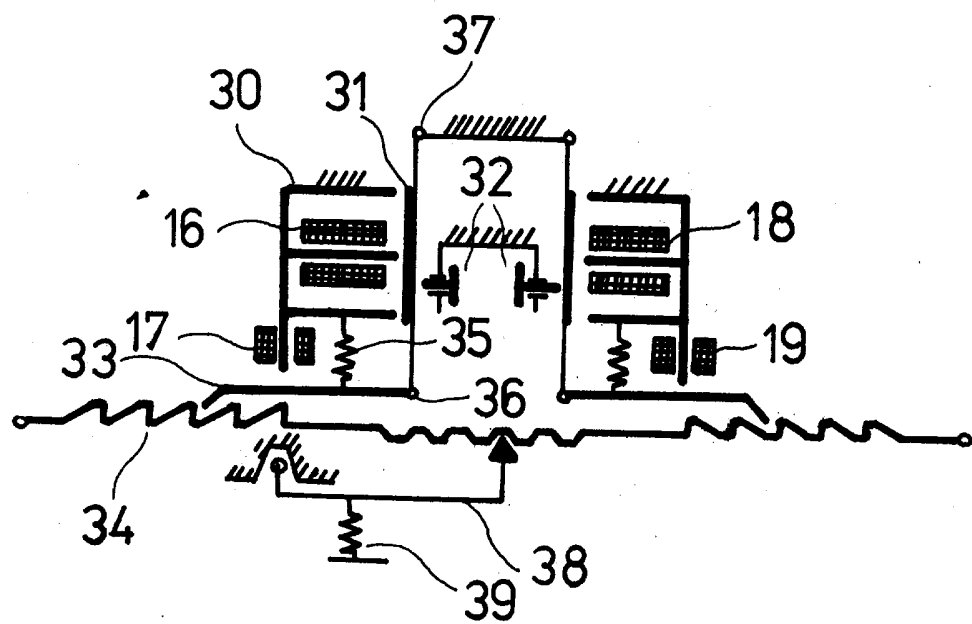
1. Elektromechanické a elektrohydraulické servopohony a pohony k řízení letadel s elektromagnety jako výkonnými nebo řídicími prvky, pro krokový pohyb pohonu v záporném i kladném smyslu, vyznačující se tím, že vinuté elektromagnetu pro záporný smysl pohybu (16) je k napájecím svorkám (23) připojeno paralelně současně s kondenzátorem záporného okruhu (15), přičemž mezi jeden konec kondenzátoru záporného okruhu (15) a jeden konec vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu (16) je zapojen spínací člen například tyristor záporného okruhu (13), podobně vinuté elektromagnetu pro kladný smysl pohybu (18) je k napájecím svorkám (23) připojeno paralelně současně s kondenzátorem kladného okruhu (22), přičemž mezi jeden konec vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu (18) je zapojen spínací člen například tyristor kladného okruhu (20), řídicí elektroda tyristoru kladného okruhu (20) a tyristoru záporného okruhu (13) je připojena přes polarizované relé (11) na výstup řídicího systému, např. na klopný obvod (12)

2. Elektromechanické a elektrohydraulické servopohony a pohony podle bodu 1, vyznačené tím, že mezi jeden konec vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu (18) a jeden konec kondenzátoru kladného okruhu (22) je zapojeno vinuté pomocného elektromagnetu pro kladný smysl pohybu (17) a mezi jeden konec vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu (16) a jeden konec kondenzátoru záporného okruhu (15) je zapojeno vinuté pomocného elektromagnetu pro záporný smysl pohybu (19).

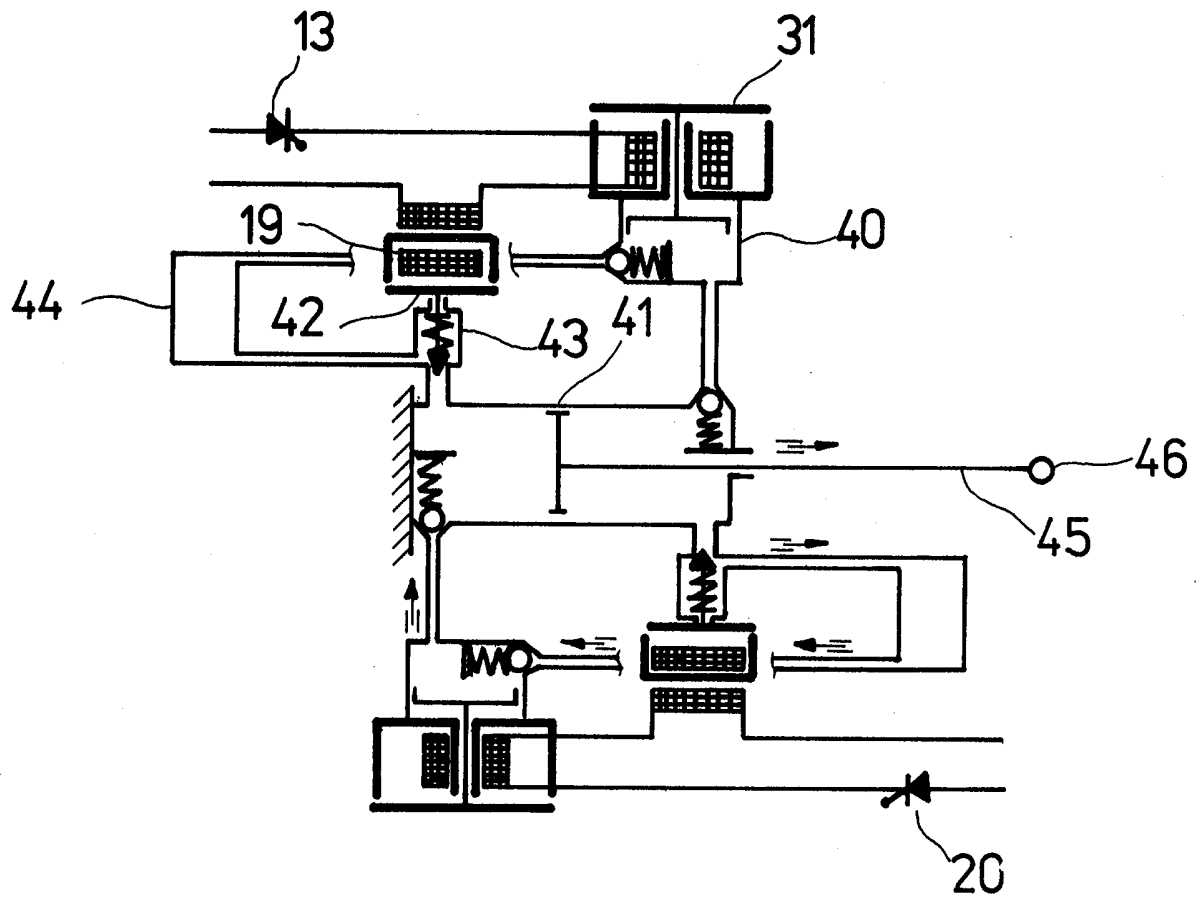
3. Elektromechanické a elektrohydraulické servopohony a pohony podle bodu 1, vyznačené tím, že mezi jeden konec vinutí elektromagnetu pro záporný smysl pohybu (16) a jeden konec kondenzátoru záporného okruhu (15) je zapojeno vinuté elektromagnetu aretace (50), které je současně zapojeno také mezi jeden konec vinutí elektromagnetu pro kladný smysl pohybu (18) a jeden konec kondenzátoru kladného okruhu (22).



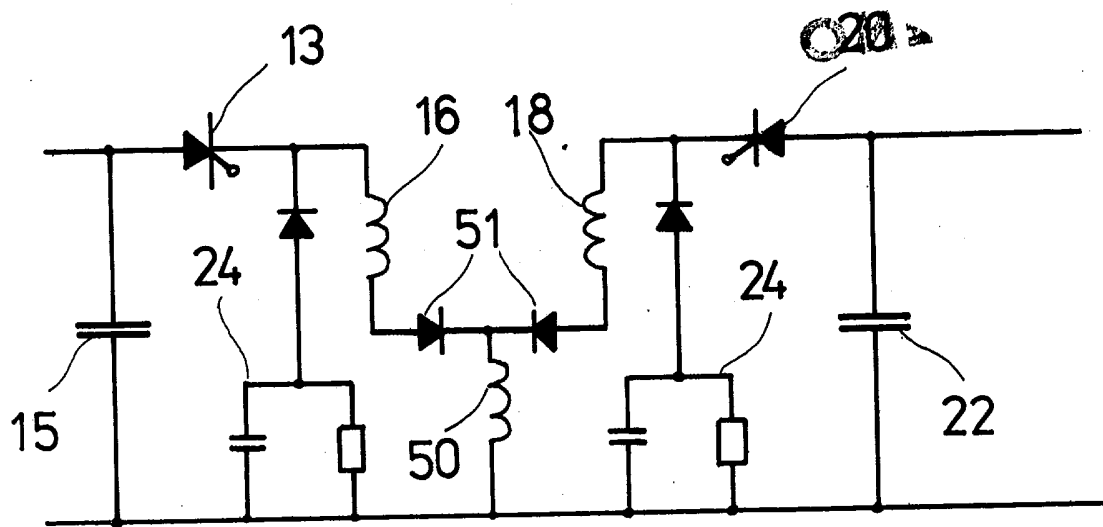
Obr. 1



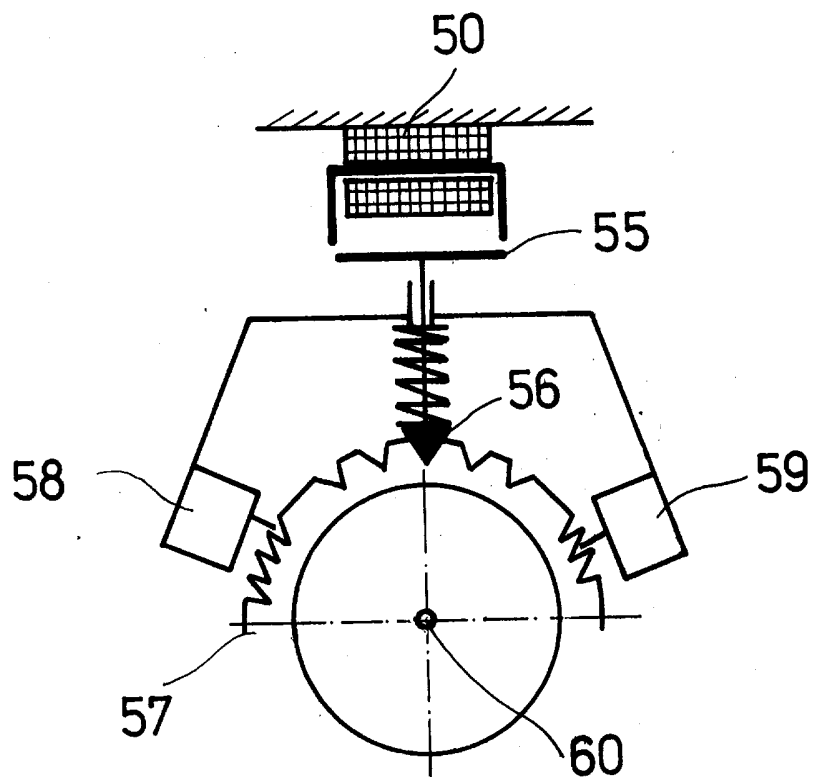
Obr. 2



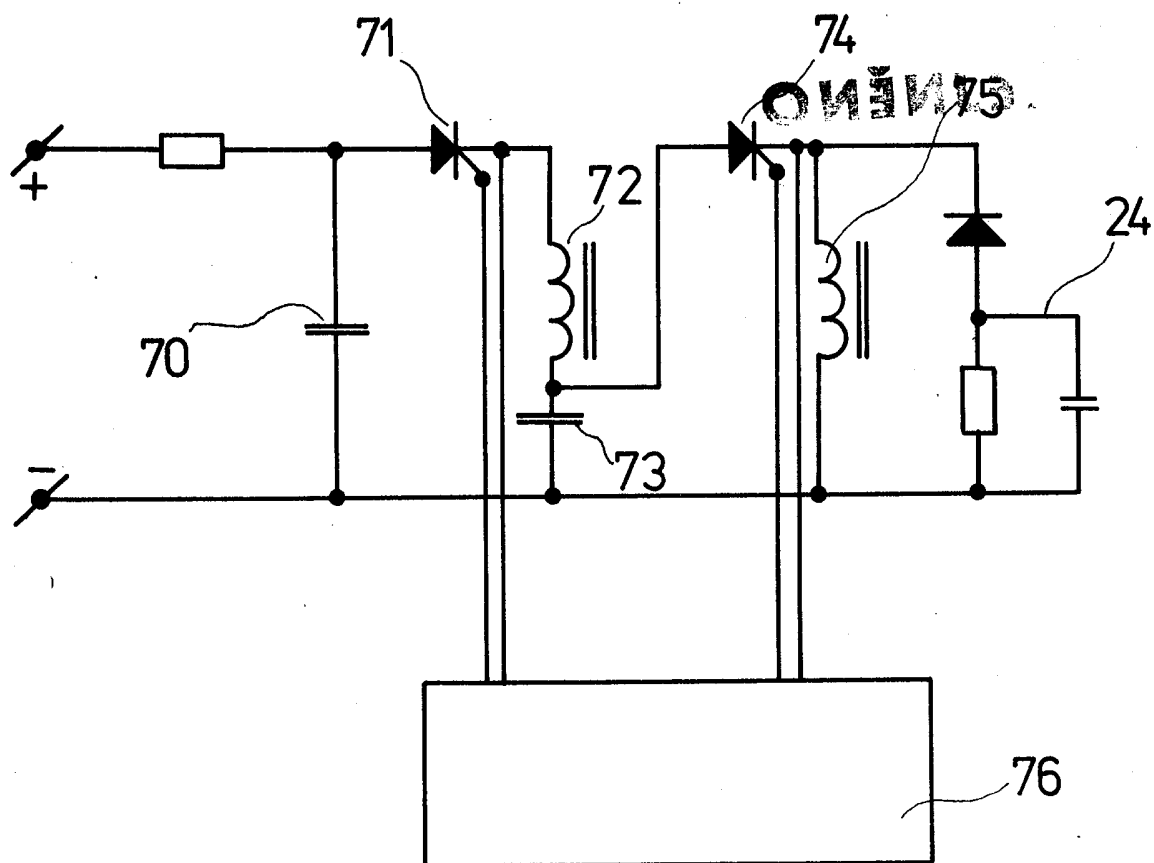
Obr. 3



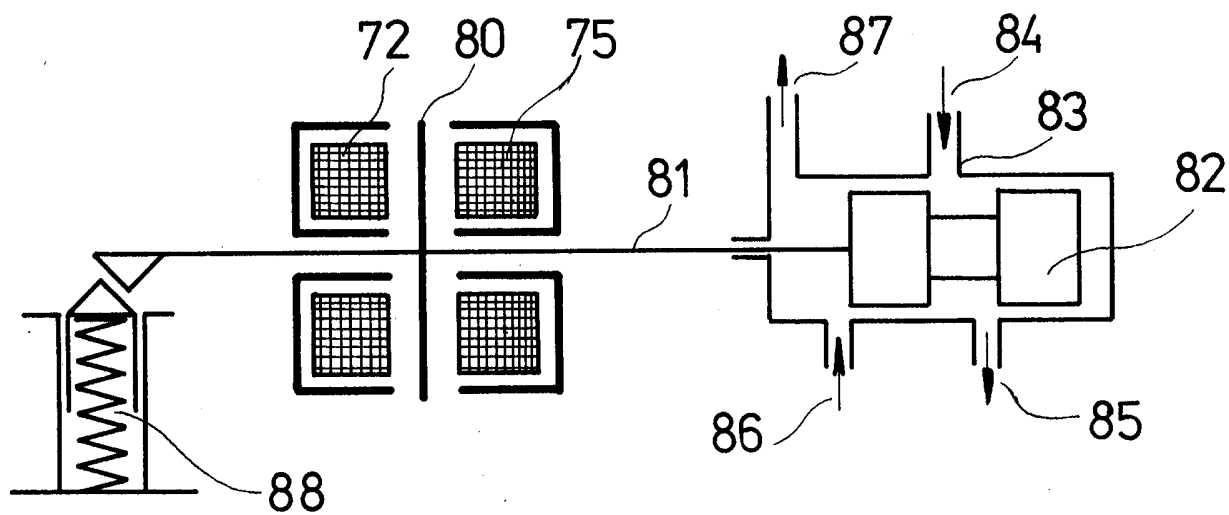
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7