



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

211203

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 04 09 80
(21) (PV 6027-80)

(40) Zveřejněno 30 04 81

(45) Vydáno 15 06 84

(51) Int. Cl.³

F 04 D 15/00

(75)

Autor vynálezu

FIBIR JAN ing., MALÁT FRANTIŠEK ing., VARCOP LUDVÍK ing. CSc., PRAHA

(54) Zapojení pro regulaci výkonu nebo otáček motoru pohánějícího
turbokompresor nebo turboexhaustor

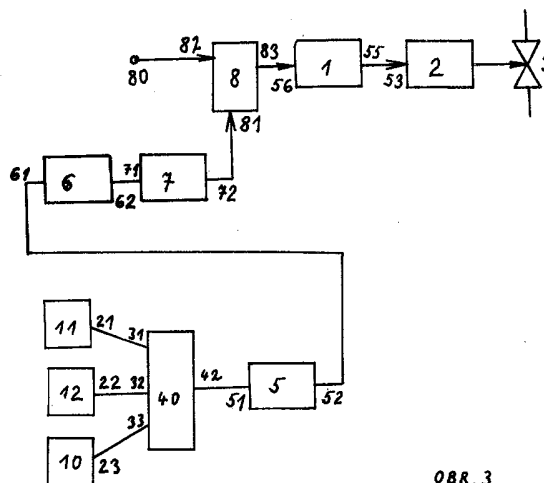
Vynález se týká regulace turbokompresorových a turboexhaustorových agregátů a řeší regulaci výkonu nebo otáček celého agregátu.

V průtočném traktu, obsahujícím turbokompresor nebo turboexhaustor, jsou vysílače tlaku připojené na generátor monotónní funkce, ve kterém se signály z vysílačů zpracovávají.

Výsledný signál se zpracovává v nelineárním převodníku a přes polohový servomechanismus ovládá přídatně regulační orgán.

Signál z nelineárního převodníku se může též zpracovávat v dynamickém převodníku a špičkovém detektoru a přivádět na regulátor.

Vynálezu se využije při regulaci výkonu nebo otáček u turbokompresorových nebo turboexhaustorových soustrojí.



08R.3

Vynález se týká zapojení pro regulaci výkonu nebo otáček motoru, který pohání turbo-kompresor nebo turboexhaustor, kde regulaci zajišťuje regulátor a regulační orgán s příslušným ovládacím polohovým servomechanismem.

Je třeba zajistit regulaci ve dvou základních strukturách. V prvním případě jsou otáčky agregátu principiálně konstantní a jsou dány povahou motoru. Jedná se o pohon turbokompresoru nebo turboexhaustoru synchronním elektromotorem.

Zde je úlohou omezovací regulace výkonu zajistit přiměřené dodržení maximálního elektrického příkonu nutného pro pohon motoru a regulační orgán upravuje poměry na turbokompresoru nebo turboexhaustoru.

Ve druhém případě se požaduje přizpůsobení výkonu motoru zátěžnému výkonu turbokompresoru nebo turboexhaustoru. Mírou této rovnováhy jsou otáčky agregátu. Regulační orgán upravuje přívod energie do motoru. To přichází v úvahu při pohonu turbokompresoru nebo turboexhaustoru parní turbínou.

Dosavadní omezovací regulace výkonu synchronního motoru v prvním případě se provádí tak, že se měří příkon motoru. Ze zadané hodnoty příkonu a z měřené hodnoty příkonu se vytváří regulační odchylka, která se zpracovává např. proporcionálně - integračně - derivačním regulátorem a ten prostřednictvím polohového servomechanismu ovládá regulační orgán, který upravuje průtokové a tlakové poměry na turbokompresoru nebo turboexhaustoru.

Nevýhodou této regulace je velké zpoždění mezi akčním zásahem regulačního orgánu a změnou regulované veličiny. Např. po zásahu regulačního ventilu se nejdříve začne měnit tlakový spád na kompresoru nebo exhaustoru.

Za touto změnou následuje změna zátěžného momentu a konečně se uplatňuje zpoždění mezi zátěžným momentem a elektrickým příkonem motoru.

Ve druhém případě, například při regulaci otáček soustrojí parní turbína - turbokompresor, se poruchy ze strany tlakového a průtokového režimu na turbokompresoru projeví nejdříve změnou zátěžného momentu, působením kterého se začnou měnit otáčky soustrojí. Toto působení je přibližně integrační. V důsledku změny otáček zasahuje regulátor na polohovou smyčku, jež představuje regulační orgán v přívodu páry do turbíny až se v důsledku změny tlakových a průtokových poměrů na této turbíně začne přizpůsobovat hnací moment zátěžnému momentu.

Regulovaná veličina - otáčky soustrojí - reaguje na tuto nerovnováhu přibližně integračně. Zde je opět značné zpoždění mezi průběhem poruchy a průběhem kompenzačního působení.

V obou případech se v důsledku zpoždění v řetězci při použití jednoho proporcionálně - derivačně - integračního regulátoru řízeného regulační odchylkou bez dalších pomocných měřených nebo regulovaných veličin omezuje dynamická jakost regulace.

Tato jakost je zejména určena stupněm stability a velikostí první maximální přechodné regulační odchylky. Za nepříznivých poměrů může při poruše ustáleného režimu nastat i odpojení motoru od sítě působením ochran, jejichž působení je odvozeno od proudu nebo příkonu motoru nebo působením zabezpečovacího roztěžníku turbíny při proběhnutí soustrojí mimo přípustnou otáčkovou oblast.

Působení nepříznivých vlivů v dynamickém řetězci složeném z turbokompresoru nebo turboexhaustoru a motoru snižuje zapojení pro regulaci výkonu nebo otáček motoru pohánějícího turbokompresor nebo turboexhaustor podle vynálezu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že výstup každého vysílače tlaku v průtočném traktu, obsahujícím turbokompresor nebo turboexhaustor, je spojen s přiřazeným vstupem generátoru monotónní funkce.

Výstup generátoru monotónní funkce je spojen se vstupem nelineárního převodníku. Výstup nelineárního převodníku je spojen s prvním vstupem polohového servomechanismu, ovládacího regulačního orgánu a/nebo je výstup nelineárního převodníku spojen se vstupem dynamického, např. derivujícího převodníku.

Výstup dynamického převodníku je spojen se vstupem špičkového detektoru, jehož výstup je nositelem signálu úměrného přídavné složce zadané hodnoty regulované veličiny pro regulátor.

Výhodou zapojení regulace podle vynálezu je, že využívá závislosti mezi tlakovým režimem stroje a výkonem nutným pro jeho pohon pro zlepšení dynamické jakosti regulace. Tento výkon je v poměrně širokém rozsahu pracovních bodů monotónní funkcí tlaků podél stroje, případně v průtočném traktu v blízkosti stroje.

Měřením tlakového režimu kompresoru nebo exhaustoru se získá možnost vyhodnotit zátěžný moment nebo výkon stroje přímo, tj. bez nežádoucího dynamického zpoždění mezi zátěžným momentem a elektrickým příkonem synchronního motoru nebo otáčkami parní turbíny.

K vyhodnocení zátěžného momentu slouží generátor monotónní funkce. Výstup tohoto generátoru se pak zavede do regulační větve systému, takže regulační orgán může zasáhnout kompenzačně dříve, než by tomu bylo při použití běžného regulačního schématu.

Rychlejší zásah regulačního orgánu vede k vyšší jakosti regulace, tj. zmenšení maximální dynamické odchylky nebo vyšší stability regulace, případně se současně zlepší oba tyto ukazatele. Vyšší jakost regulace umožňuje vyregulování i dynamicky značně nepříznivých poruch ustáleného režimu, aniž nastává nebezpečí havarijních situací.

Při využití vynálezu u turbokompresorů nebo turboexhaustorů poháněných parní turbínou nebo jiným motorem s proměnnými otáčkami, jako je spalovací turbína nebo stejnosměrný elektromotor, se zkracuje přenosová cesta mezi tlakovým režimem kompresoru nebo exhaustoru a výstupní regulovanou veličinou, kterou jsou otáčky agregátu nebo příkon motoru.

Při použití výkonu u systému, kde pracuje paralelně několik turbokompresorových nebo turboexhaustorových agregátů na společnou síť, se urychlení přenosu mezi poruchovými veličinami a regulačními zásahy projevuje příznivě z hlediska paralelního chodu agregátů a to jak na straně elektrické, tak i na straně pneumatické.

Kromě zvýšení jakosti regulace a bezpečnosti provozu se u velkých soustrojí projeví znatelně i úspora energie vzhledem k tomu, že se stroje nevzdalují od optimálních pracovních bodů tak daleko, jako v případech bez využití vynálezu.

Příklad zapojení pro regulaci výkonu nebo otáček motoru pohánějícího turbokompresor nebo turboexhaustor podle vynálezu je znázorněn na připojených výkresech v blokovém schématu.

Na obr. 1 je obecné schéma zapojení, na obr. 2 je konkrétní případ zapojení omezovací regulace příkonu synchronního elektromotoru pohánějícího turbokompresor s připojením výstupu nelineárního převodníku na vstup polohového servomechanismu, ovládacího regulačního orgánu, na obr. 3 je konkrétní příklad zapojení omezovací regulace příkonu synchronního motoru pohánějícího turbokompresor s využitím zapojení pro přechodné přestavení žádané hodnoty regulované veličiny.

Jednotlivé bloky zapojení je možno charakterizovat takto: Regulátor 1 je běžný analogový regulátor s proporcionálním, derivačním a integračním působením. Slouží pro zpracování regulační odchylky.

Polohový servomechanismus 2 je sestaven z elektrického výkonového zesilovače, elektrohydraulického převodníku, hydraulického pohonu a pevné zpětné vazby. Slouží k ovládní regulačního orgánu.

Regulační orgán 3 je ventil, klapka apod. Slouží k řízení průtoku v potrubí, ve kterém je zařazen turbokompresor. Generátor 4 monotónní funkce je nelineární převodník, který ze tří vstupních signálů vytvoří výstupní signál, který má vůči všem vstupním signálům monotónní průběh. Slouží k výpočtu příkonu potřebného pro pohon turbokompresoru na základě měřených tlaků.

Nelineární převodník 5 je proporcionální převodník s jednostranným omezením výstupního signálu nebo jiný nesouměrný lineární převodník. Dynamický převodník 6 je derivační člen se zpožděním prvního řádu, sestavený z běžných analogových prvků a slouží k dynamickému zpracování jeho vstupního signálu na tvar vhodný pro využití v hlavním regulačním řetězci.

Špičkový detektor 7 je vytvořen z běžných prvků analogové techniky a slouží k jednostranné špičkové detekci jeho vstupního signálu. Referenční sumátor 8 je sestaven z operačního zesilovače s příslušnými vazbami a slouží k vytvoření regulační odchylky.

Ručně nastavovaná jednotka 10 je zdroj konstantního signálu, jehož velikost se ručně nastaví a je sestaven z konvenčních analogových prvků. Vysílače 11, 12 až 1N tlaku jsou tenzometrické snímače tlaku s elektrickým výstupem a slouží k získání signálů, z nichž se vypočítává příkon potřebný pro pohon kompresoru.

Sumátor 40 je operační zesilovač s příslušnými vazbami a slouží k přibližnému výpočtu příkonu pro pohon turbokompresoru. Derivační převodník 60 je sestaven z operačního zesilovače s vazbami a slouží k derivování vstupního signálu, eventuálně se zpožděním.

V obecném schématu (obr. 1) je výstup 21 prvního vysílače 11 tlaku spojen s prvním vstupem 31 generátoru 4 monotónní funkce. Výstup 22 druhého vysílače 12 tlaku je spojen s druhým vstupem 32 generátoru 4 monotónní funkce.

Výstup 2N posledního vysílače 1N tlaku je spojen s posledním vstupem 3N generátoru 4 monotónní funkce. Výstup 42 generátoru 4 monotónní funkce je spojen se vstupem 51 nelineárního převodníku 5. Výstup 52 nelineárního převodníku 5 je spojen buď se vstupem 61 dynamického převodníku 6, nebo s prvním vstupem 54 polohového servomechanismu 2. Výstup 52 nelineárního převodníku 5 může být též spojen jak se vstupem 61 dynamického převodníku 6, tak s prvním vstupem 64 polohového servomechanismu 2.

Výstup 62 dynamického převodníku 6 je spojen se vstupem 71 špičkového detektoru 7, jehož výstup 72 je připojen ke členu, na kterém se vytváří regulační odchylka. (Na výkresu není znázorněno.) Na vstupu 56 regulátoru 1 je signál regulační odchylky. Výstup 55 regulátoru 1 je spojen s druhým vstupem 53 polohového servomechanismu 2, jehož výstup je spojen se vstupem regulačního orgánu 3.

V příkladu konkrétního provedení omezovací regulace příkonu synchronního elektromotoru pohánějícího turbokompresor (obr. 2) je první vysílač 11 tlaku v sání turbokompresoru svým výstupem 21 připojen na první vstup 31 sumátoru 40.

Druhý vysílač 12 tlaku ve výtlaku turbokompresoru je svým výstupem 22 připojen na druhý vstup 32 sumátoru 40.

Ruční nastavovací jednotka 10 je svým výstupem 23 připojena na třetí vstup 33 sumátoru 40. Výstup 42 sumátoru 40 je spojen se vstupem 51 nelineárního převodníku 2. Nelineární převodník 2 má proporcionální přenos s jednostranným omezením výstupního signálu.

Výstup 52 nelineárního převodníku 2 je spojen s prvním vstupem 54 polohového servomechanismu 2, ovládacího regulačního orgánu 3. Druhý vstup 53 polohového servomechanismu 2 je spojen s výstupem 55 regulátoru 1. Vstup 56 regulátoru 1 je spojen s obvodem vyhodnocujícím regulační odchylku, který není na výkresu znázorněn.

Ve druhém příkladu konkrétního zapojení (obr. 3) je zapojení vysílačů 11, 12 tlaku, ručně nastavované jednotky 10, sumátoru 40 a nelineárního převodníku 2 stejné jako v předchozím případě.

Výstup 52 z nelineárního převodníku 2 je spojen se vstupem 61 dynamického převodníku 6, jehož výstup 62 je spojen se vstupem 71 špičkového detektoru 7, který zpracovává jen signály jedné polaritě. Výstup 72 špičkového detektoru 7 je spojen s prvním vstupem 81 referenčního sumátoru 8, jehož druhý vstup 82 je spojen se svorkou 80, na niž se přivádí signál regulační odchylky. Výstup 83 referenčního sumátoru 8 je spojen se vstupem 56 regulátoru 1. Výstup 55 regulátoru 1 je spojen s druhým vstupem 53 servomechanismu 2, ovládacího regulačního orgánu 3.

Zapojení pracuje takto. Z výstupních signálů ze snímačů 11, 12 až 1N tlaku (obr. 1) v kompresorovém traktu se vypočte prostřednictvím generátoru 4 monotónní funkce příkon turbokompresoru. Nositelem tohoto příkonu je výstupní signál z generátoru 4 monotónní funkce.

V nelineárním převodníku 2 se zpracovává výstupní signál z generátoru 4 monotónní funkce např. proporcionálně s jednostranným omezením nebo obecně nelineárně nesouměrně. Tím se získá na výstupu 52 nelineárního převodníku 2 přídavný regulační signál. Tento signál se může využít k přímému působení na polohový servomechanismus 2. Může se též využít po dalším zpracování v dynamickém, např. v derivujícím převodníku 6 a v jednostranném špičkovém detektoru 7 k přechodné změně žádané hodnoty regulované veličiny, která se reguluje regulátorem 1. Přídavného regulačního signálu lze využít též oběma způsoby současně.

Nastane-li porucha ustáleného režimu, např. vzrůstem tlaku v sání turbokompresoru (obr. 2), pak se vlivem vzrůstu výstupní veličiny z vysílače tlaku 11 změni též výstupní signál ze sumátoru 40. Je-li přitom výchozí pracovní bod nelineárního převodníku 2 v proporcionální části jeho charakteristiky, mění se též výstupní veličina na jeho výstupu 52.

V důsledku toho se na vstupu 54 servomechanismu 2 změni příslušná vstupní veličina a regulační orgán 3 se prostřednictvím servomechanismu 2 začne pohybovat ve směru kompenzačního působení proti dané poruše, aniž by se znatelně změnila regulovaná veličina.

Tím je regulační zásah urychlen proti případu, že by větev s vysílači 11, 12 tlaku, sumátorem 40 a nelineárním převodníkem 2 byla vypuštěna. Výsledkem je podstatně vyšší jakost regulačního pochodu. Sumátor 40 zde funguje jako generátor monotónní funkce, která je v tomto případě rovnicí roviny ve třírozměrném prostoru.

Ručně nastavovaná jednotka 10 se využije pro nastavení bodu zlomu charakteristiky nelineárního převodníku 2 do pracovního bodu turbokompresoru určeného požadavkem, aby přídavná regulační větev, vytvořená z ručně nastavované jednotky 10, vysílačů 11, 12 až 1N tlaku, sumátoru 40 a nelineárního převodníku 2 nezasahovala, pokud je výkon motoru v oblasti, kde regulace výkonu nemá zasahovat.

Přitom špičkový detektor 7 pracuje tak, že jeho výstupní veličina je rovna nebo větší než absolutní hodnota jeho vstupní veličiny a pokud je absolutní hodnota vstupní veličiny

menší než okamžitá absolutní hodnota výstupní veličiny, pak se tato veličina s časem anuluje. Nastane-li např. porucha ustáleného režimu vzrůstem tlaku před turbokompresorem, pak se změna prakticky se zanedbatelným zpožděním výstupní signál z nelineárního převodníku 2, pokud tento byl v počátečním stavu v pracovním bodě, na proporcionální části své charakteristiky.

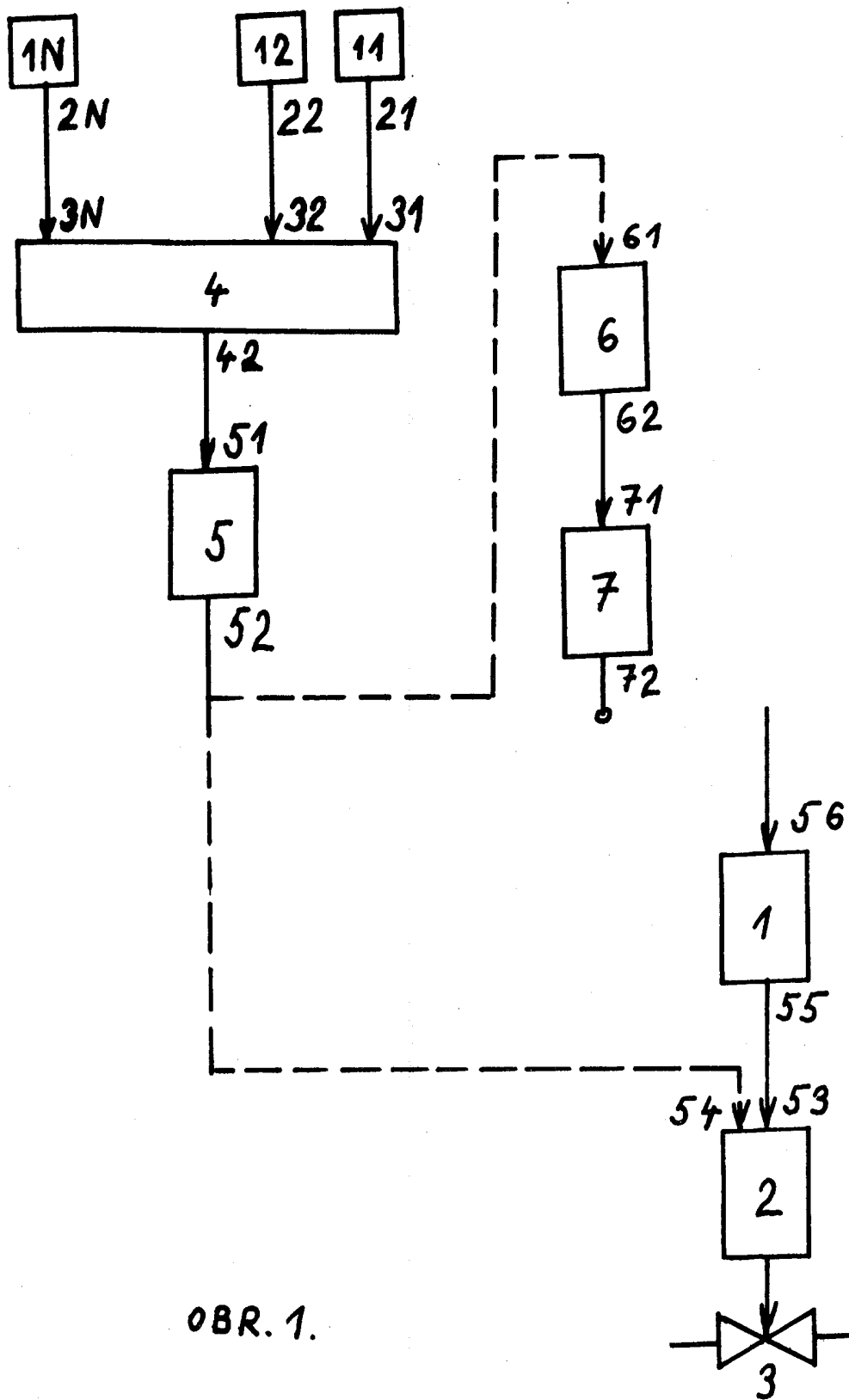
Změna výstupní veličiny z nelineárního převodníku 2 se v derivačním převodníku 60 derivuje se zpožděním prvního řádu a příslušná změna výstupní veličiny na výstupu 64 derivačního převodníku 60 se přenesou přes špičkový detektor 7, který způsobí přechodný posuv žádané hodnoty regulované veličiny v tom smyslu, že regulační orgán 3 zasáhne kompenzačně proti působení poruchy režimu dříve, než by tomu bylo bez použití přídavné vazby podle vynálezu realizované řetězcem, ve kterém jsou vysílače 11, 12 až 1N tlaku, sumátor 40, nelineární převodník 2, dynamický převodník 6 a špičkový detektor 7.

Vynálezu se využije u turbokompresorů nebo turboexhaustorů poháněných synchronním motorem, parní turbínou nebo jiným motorem s proměnnými otáčkami, např. spalovací turbínou, stejnosměrným elektromotorem, i v systémech, kde pracuje paralelně několik turbokompresorových nebo turboexhaustorových agregátů na společnou potrubní síť.

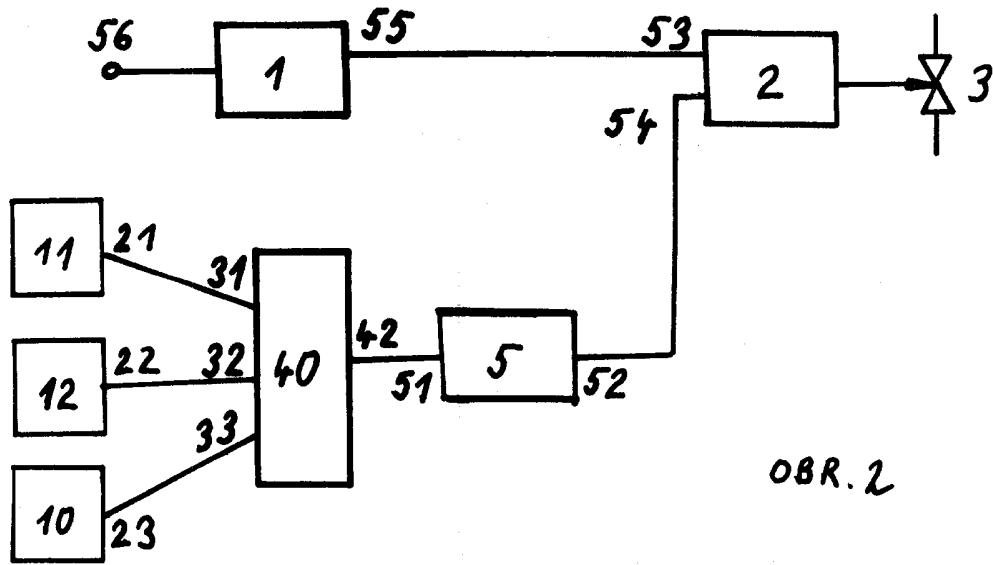
PŘEDMĚT VÝNÁLEZU

Zapojení regulace výkonu nebo otáček motoru pohánějícího turbokompresor nebo turboexhaustor, vyznačující se tím, že výstup (21, 22 až 2N) každého vysílače (11, 12 až 1N) tlaku v průtočném traktu, obsahujícím turbokompresor nebo turboexhaustor, je spojen s přiřazeným vstupem (31, 32 až 3N) generátoru (4) monotónní funkce, jehož výstup (42) je spojen se vstupem (51) nelineárního převodníku (5), jehož výstup (52) je spojen s prvním vstupem (54) polohového servomechanismu (2), ovládajícího regulační orgán (3), a/nebo je výstup (52) nelineárního převodníku (5) spojen se vstupem (61) dynamického, např. derivujícího převodníku (6), jehož výstup (62) je spojen se vstupem (71) špičkového detektoru (7), jehož výstup (72) je nositelem signálu úměrného přídavné složce žádané hodnoty regulované veličiny pro regulátor (1).

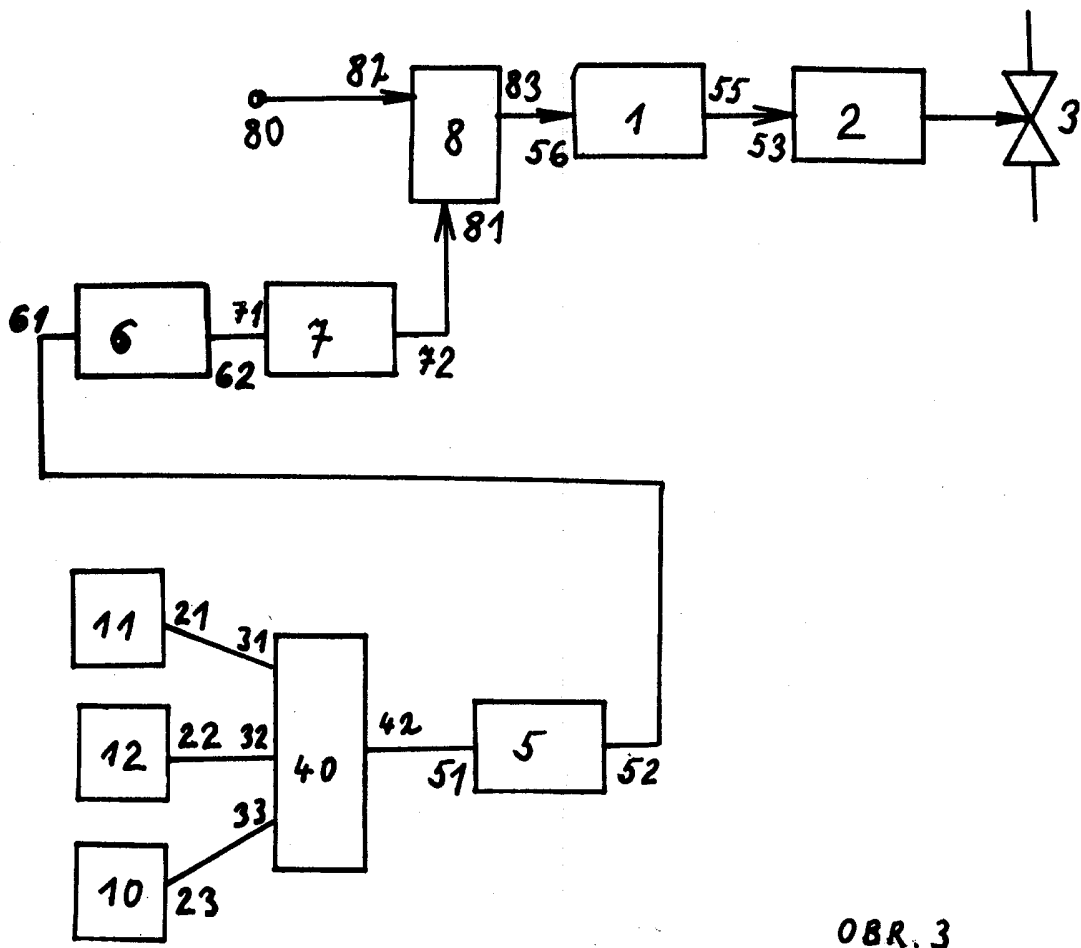
2 listy výkresů



OBR. 1.



OBR.2



OBR.3