



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 22 12 80
(21) (PV 9107-80)

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 15 09 84

214990

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

G 01 M 1/00

G 01 M 1/08

(75)
Autor vynálezu

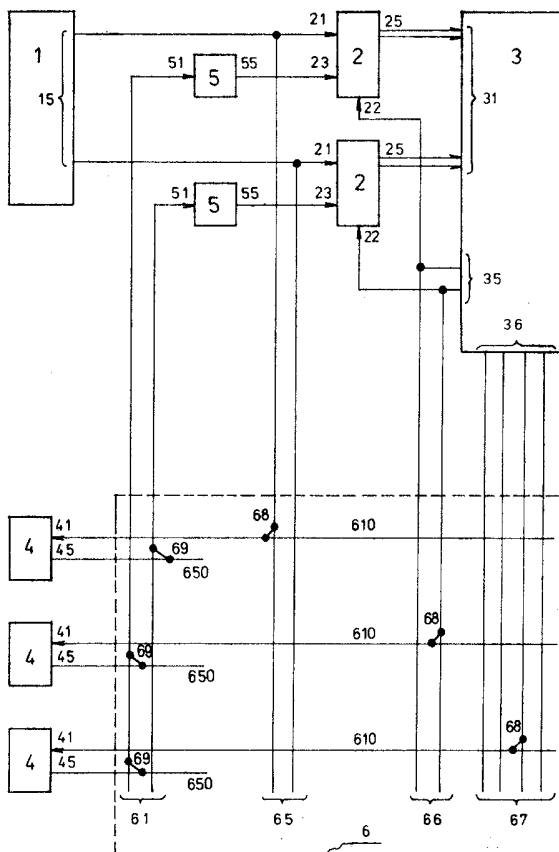
KARPINSKÝ JURIJ ing. CSc., BENEŠ TOMÁŠ ing. CSc., HLAVATÝ VLADIVOJ ing.,
SAJAL PAVEL ing., PRAHA

(54) **Zapojení elektrohydraulického zatěžovacího zařízení s regulací jedné nebo několika výstupních veličin**

Vynález se týká elektrohydraulického zatěžovacího zařízení pro programové zatěžování strojů, konstrukcí, tlakových potrubí, nádob apod.

Účelem vynálezu je zvýšení možnosti prozkoušení většího počtu potenciálně výhodných pomocných vazeb a jejich kombinací, zvyšujících dynamickou přesnost zatěžování při zachování stability celého systému.

Obsahuje generátor signálů žádaných hodnot, snímače regulovaných a pomocných veličin s výstupy napěťových signálů těchto veličin, elektrohydraulické regulátory se vstupy a výstupy propojenými se zatěžovaným objektem a napájecí zdroje elektrické a hydraulické energie. Obsahuje dále sadu vazebních členů a propojovací pole, jež má jednak nejméně jednu skupinu napěťových sběrnic propojitelných s napěťovými vstupy vazebních členů, jednak skupinu proudových sběrnic propojitelných s proudovými výstupy vazebních členů. Napěťové sběrnice z těchto skupin jsou připojeny na výstupy žádaných a nebo skutečných hodnot stavových veličin systému a proudové sběrnice jsou propojeny na korekční vstupy regulátorů. Vazební členy nebo jejich skupiny mohou být uspořádány ve výměnných jednotkách obsahujících odbočky napěťových a proudových sběrnic propojovacího pole.



Vynález se týká zapojení elektrohydraulického zatěžovacího zařízení s regulací jedné nebo několika výstupních veličin.

Elektrohydraulická zatěžovací zařízení se používají pro programové zatěžování strojů, konstrukcí, tlakových potrubí a nádob a jejich součástí, a to jednou nebo současně několika akčními veličinami tak, aby regulované veličiny, například síly, momenty, tlaky kapaliny, deformace součástí nebo výchylky zvolených bodů konstrukce nebo součástí měly požadovaný časový průběh. Účelem zatěžování je zpravidla simulace v laboratoři skutečných zatížení vyskytujících se v provozu, za účelem zjištění pevnosti, životnosti popřípadě dynamických parametrů objektu, např. součástí dopravních prostředků nebo těžebních strojů, stavebních panelů apod. v přesně definovaných podmínkách zkoušky.

Při zatěžování ryze mechanických objektů jsou budící síly nebo momenty vyvozovány hydromotory elektrohydraulických servomechanismů se zpětnou vazbou odvozenou z regulované veličiny, pokud možno bezprostředně související s působením daného servomechanismu. Jednotlivé regulační obvody se zpravidla navzájem ovlivňují přes křížové vazby vznikající v objektu. I bez tohoto ovlivňování nesledují regulované veličiny měnící se žádané hodnoty, zadávané zatěžovacím programem, zcela přesně, zejména při jejich rychlých změnách. Možnosti snížení regulačních odchylek např. zvýšením proporcionálního zesílení a úpravou integračních a derivačních konstant v případě použití běžných PID regulátorů jsou omezeny vznikem nežádoucích překmitů přechodových charakteristik, a při dalším zvyšování zesílení ztrátou stability. Možnosti vzniku nepřipustných oscilací i na kmitočtech řádově převyšujících dosahovaný mezní kmitočet uzavřeného regulačního obvodu servomechanismu, a to dokonce při zesíleních zcela nedostatečných pro dosažení optimálního tvaru přechodové charakteristiky, jsou dány především vlastními resonancecemi zatěžovaných mechanických objektů a jejich součástí. Podobná situace může vzniknout i při dynamických zkouškách hydraulických zařízení, například tlakových nádob buzených přímo řízenou hydraulickou energií.

Pro snížení nepřipustné velikosti regulačních odchylek, způsobené jak zmíněnými křížovými vazbami, tak i nutností používat malá zesílení regulátorů pro zajištění stability s potřebnou rezervou, se používají různé korekční vazby z jednotlivých výstupů generátoru žádaných hodnot a z výstupů signálů regulovaných nebo pomocných veličin měřených na zatěžovaném objektu, které jsou zaváděny na příslušné vstupy regulátorů jednotlivých regulačních obvodů.

V literatuře je popsána řada takových vazeb vhodných pro snížení regulačních odchylek v určité konkrétní aplikaci. Pro vysoký řád regu-

lovaných soustav nelze prakticky vyčerpat všechny technicky realizovatelné vazby a jejich kombinace s vhodným nastavením jejich parametrů. Teoretická analýza, která v zásadě umožňuje navrhnout optimální řízení při použití dostatečného počtu těchto vazeb, u dynamicky složitých objektů prakticky selhává, jednak pro technicky nereálný počet vazeb potřebných pro realizaci optimálního řízení, jednak proto, že matematický model zatěžovaného systému není obvykle znám dostatečně přesně a často se projevují významné nelinearity. Z podobných důvodů bývá obtížná nebo i neproveditelná realizace i teoreticky odvozených suboptimálních algoritmů řízení, splňujících náročnější požadavky než např. prostá regulace s PID korekčním členem.

Proto se v praxi často postupuje při zavádění vazeb z řídicích, regulovaných, popřípadě pomocných veličin empiricky, s výběrem struktury vazeb na základě orientačních rozborů nebo zkušeností z obdobných objektů, které však nakonec nejsou vždy přenositelné, ani tam, kde jde o zdánlivě nepodstatné odchylky dynamických vlastností těchto objektů — různé vzájemné poměry jednotlivých rezonančních kmitočtů, různé vůle, tlumení apod. Odtud plyne rozdílný přístup různých autorů a výrobců zatěžovacích zařízení k volbě pomocných vazeb při zatěžování objektů téhož druhu, např. přední polonápravy automobilu.

Známy postup, vyžadující pro ověření vhodnosti uvažovaných vazeb návrh, zhotovení a zabudování do regulačního systému příslušných jednoúčelových doplňků, silně omezuje možnost cílevědomého prozkoušení většího počtu různých potenciálně výhodných vazeb, jejich kombinací a hodnot jejich parametrů, zvláště proto, že čas na vývoj a zkoušení nového výrobku je z ekonomických i obchodních důvodů omezen.

Tyto nedostatky odstraňuje do značné míry zapojení elektrohydraulického zatěžovacího zařízení s regulací jedné nebo několika výstupních veličin podle vynálezu, které obsahuje generátor signálů žádaných hodnot, snímáče regulovaných a pomocných veličin a výstupy napětových signálů těchto veličin, elektrohydraulické regulátory s elektrickými vstupy a hydraulickými akčními výstupy, propojenými se zatěžovaným objektem buď přímo, nebo prostřednictvím hydromotorů, a dále napájecí zdroje elektrické a hydraulické energie.

Jeho podstata spočívá v tom, že dále obsahuje sadu vazebních členů a propojovací pole jednak s nejméně jednou skupinou napětových sběrnic propojitelných s napětovými vstupy vazebních členů, jednak se skupinou proudových sběrnic propojitelných s proudovými výstupy vazebních členů. Napětové sběrnice ze skupin napětových sběrnic jsou připojeny na výstupy žádaných anebo skutečných hodnot stavových veličin systému a proudové sběrnice ze skupiny

proudových sběrnic jsou propojeny na korekční vstupy regulátorů přímo nebo prostřednictvím převodníku proudu na napětí.

Význam zapojení podle vynálezu spočívá v tom, že uživateli elektrohydraulického zatěžovacího zařízení umožňuje racionalizovat a zefektivnit časově náročné přípravné práce před zahájením vlastních únavových nebo dynamických zkoušek dosud laboratorně nezatěžovaného objektu, jak při ověřování životnostních charakteristik a určování nejslabších článků existujících výrobků pro jejich průběžné zdokonalování, tak při výzkumu a vývoji nových výrobků.

Pomocí sady výměnných jednotek osazených univerzálními vazebními členy několika jednoduchých typů a s nastavitelnými parametry, doplněné případnými výměnnými jednotkami s jednoúčelovými vazebními členy s pevně nastavenými parametry nebo složitější funkcí, může uživatel zatěžovacího zařízení urychleně ověřovat zkušenosti jiných pracovišť, realizovat experimentální optimalizaci parametrů mnoha variant řídicího systému s více méně heuristicky, na základě hrubých rozborů i odborného citu zvolenou strukturou a charakterem vazeb. Je-li pracovník navíc dostatečně fundován a má-li k dispozici potřebnou výpočetní techniku a dostatečné zkušenosti s matematickým popisem zkoumaných objektů, s identifikací soustav a jejich simulací na počítači, může za použití zapojení podle vynálezu operativněji než dosud ověřovat a upřesňovat výsledky teoretické analýzy problému a syntézy resp. simulační optimalizace řídicího systému.

Urychlením těchto přípravných prací, které svým rozsahem, náklady i trváním běžně přesahují vlastní životnostní zkoušky, lze buď zkrátit termíny vývojových prací, nebo tento vývoj zkvalitnit, např. dokonalejším přiblížením podmínek laboratorních experimentů provozním podmínkám zkoušeného objektu, a tak přispět k dosažení vyšších parametrů nového výrobku i ke zkrácení termínu jeho uvedení na trh, s příslušnými důsledky v provozně technické i ekonomické sféře.

Příklad provedení zapojení podle vynálezu je znázorněn na výkresech, kde obr. 1 zobrazuje schematicky dva regulační obvody a čtyři výstupy pomocných veličin z regulované soustavy, obr. 2 schematicky znázorňuje vazební členy ze schematu na obr. 1 provedené na standardizovaných přístrojových kartách s propojovacím polem a konektorovými vidlicemi, obr. 3 pak schematicky znázorňuje zadní stěnu přístrojové vany s odpovídajícími zásuvkami.

V dalším popisu příkladu zapojení podle vynálezu jsou pro jeho zjednodušení považovány všechny signály, nikoli však výkonové akční veličiny, za elektrické, tj. za napětí nebo proudy. V souvislosti s tím jsou v popisovaném vysvět-

lujícím příkladu do regulované soustavy kromě vlastního zatěžovaného objektu zahrnuty i příslušné snímače s převodníky měřených veličin na elektrické napěťové signály. Za součást regulované soustavy jsou považovány i hydromotory, pokud jsou použity a hydraulická energie nepůsobí přímo na objekt, např. zkoušenou tlakovou nádobu. Ve schematu na obr. 1 nejsou uvedeny zdroje elektrické ani hydraulické energie.

Na schematu v obr. 1 jsou pro zjednodušení znázorněny dva regulační obvody a čtyři výstupy pomocných veličin z regulované soustavy, avšak v popisu bude dále uvažován obecný počet regulačních obvodů i pomocných veličin, jejichž konkrétní počty jsou dány aplikací.

V dalším popisu jsou rozlišovány napěťové a proudové vstupy a výstupy funkčních bloků. Při spojení jednoho napěťového výstupu s jedním nebo několika napěťovými vstupy je přenášeným signálem napětí a předpokládá se, že impedance napěťového výstupu je zanedbatelná proti impedanci připojovaných napěťových vstupů, takže přenášené napětí nezávisí prakticky na počtu připojených napěťových vstupů. Při spojení jednoho proudového vstupu s jedním nebo několika proudovými výstupy jsou přenášenými signály proudy, přičemž vstupní proud je součtem výstupních proudů, a předpokládá se, že impedance proudového vstupu je zanedbatelná proti impedanci připojovaných proudových výstupů, takže proud přenášený z každého proudového výstupu prakticky nezávisí na celkovém počtu připojených proudových výstupů. Přitom se však nepožaduje, aby proudové výstupy, jejichž podstatnou charakteristikou v zapojení podle vynálezu je definovanost výstupního proudu při spojení výstupu nakrátko, měly prakticky nekonečnou výstupní impedanci, tj. aby se příslušné funkční bloky na výstupu chovaly jako ideální řízené zdroje proudu. Uvedené předpoklady o napěťových a proudových vstupech a výstupech funkčních bloků jsou splnitelné běžnými prostředky obvodové techniky, např. při použití integrovaných operačních zesilovačů.

Příklad zapojení podle vynálezu uvedený na obr. 1 obsahuje generátor 1 signálů žádaných hodnot se skupinou 15 výstupů, z nichž každý je připojen na vstup 21 signálu žádané hodnoty do příslušného elektrohydraulického regulátoru 2. Vstupy 22 signálu regulované veličiny do každého elektrohydraulického regulátoru 2 jsou spojeny s příslušnými výstupy ze skupiny 35 výstupů napěťových signálů regulovaných veličin měřených na regulované soustavě 3. Elektrohydraulický regulátor 2 obsahuje elektrohydraulický převodník s hydraulickým, např. dvojitým akčním výstupem 25, spojeným s příslušným vstupem ze skupiny 31 vstupů hydraulických akčních veličin do regulované soustavy 3, např. do hydromotorů, přeměňujících hydraulickou energii na mechanickou, nebo přímo do

zkoušeného objektu nebo jeho části hydraulické povahy.

Regulátory 2 jsou dále opatřeny korekčním vstupem 23, sloužícím pro zavádění přídatných signálů odvozených ze skutečného i žádaného stavu regulované soustavy za účelem zlepšení kvality regulace, tj. snížení regulačních odchylek nebo zvýšení rezervy stability. Používání těchto vstupů při regulaci zatěžovacích zařízení je známé a není předmětem vynálezu. V příkladu zapojení uvedeném na obr. 1 se předpokládá, že korekční vstup 23 je napěťový, jak je tomu běžně u průmyslově vyráběných zařízení. Na každý korekční vstup 23 je v tomto případě připojen svým napěťovým výstupem 55 příslušný převodník 5 proudu na napětí, jehož proudový vstup 51 je spojen s příslušnou proudovou sběrnicí ze skupiny 61 proudových sběrnic propojovacího pole 6. Propojovací pole je opatřeno též napěťovými sběrnicemi ve třech skupinách. Sběrnice první skupiny 65 jsou připojeny k jednotlivým výstupům ze skupiny 15 výstupů z generátoru 1 žádaných hodnot, sběrnice druhé skupiny 66 jsou připojeny k jednotlivým výstupům ze skupiny 35 výstupů signálů regulovaných veličin a sběrnice třetí skupiny 67 jsou připojeny k jednotlivým výstupům ze skupiny 36 výstupů signálů pomocných veličin. Propojovací pole 6 obsahuje též vstupní vodiče 610, z nichž každý je spojen s napěťovým vstupem 41, a dále výstupní vodiče 650, z nichž každý je spojen s proudovým výstupem 45 použitých vazebních členů 4.

K uskutečnění propojení každého vstupního vodiče 610 na zvolenou jedinou sběrnicí z kterékoliv skupiny 65, 66, 67 napěťových sběrnic slouží vstupní propojovací prvky 68, které jsou na obr. 1 schematicky naznačeny pouze právě zajišťovaným vodivým propojením, kdežto části těchto propojovacích prvků, které nejsou právě ve funkci, nejsou pro názornost principiálního zapojení uvedeny. Analogicky k propojení každého výstupního vodiče 650 na zvolenou jedinou sběrnicí ze skupiny 61 proudových sběrnic slouží výstupní propojovací prvky 69. Tyto vstupní a výstupní propojovací prvky 68 a 69 mohou být konstrukčně rozdílné nebo shodné. Mohou to být pole kontaktů spojovaných podle volby uživatele vodivými můstky. Spojování může být prováděno např. pájením, pomocí šroubků, technikou ovíjených spojů, zasouváním kolíků do zdířek. Konstrukčně se vstupní propojovací prvek 68 anebo výstupní propojovací prvek 69, realizovaný jako pole propojovacích kontaktů, může prolínat s vazebním členem 4 nebo jeho částí, jestliže se propojení zvolených kontaktů provede můstkem např. z odporníku nebo kondensátoru, který je součástí vazebního členu 4, popřípadě přímo tento vazební člen tvoří. V tomto krajním případě, kdy vazební člen 4 jakožto degenerovaný čtyřpól je vytvořen přímým spojením jeho napěťového vstupu s jeho

proudovým výstupem dvojpólem z jedné nebo z několika spojených součástek, lze vůbec upustit od použití oddělených vstupních a výstupních propojovacích prvků 68 a 69, a propojení uskutečňovat např. pájením můstků z jednotlivých součástek nebo můstků vytvořených z kombinace několika součástek, a to mezi zvolené napěťové a proudové sběrnice, vhodně uspořádané např. na plošném spoji. Otázku volby znaménka zpětné vazby lze v tomto případě řešit např. zdvojením počtu proudových sběrnic a opatřením každého převodníku 5 proudu na napětí dvěma navzájem invertovanými proudovými vstupy a každý z těchto vstupů spojit s jednou proudovou sběrnicí. V případě vynechání převodníku 5 proudu na napětí lze každý elektrohydraulický regulátor 2 opatřit dvěma navzájem invertovanými proudovými korekčními vstupy 23, což není ve schematu znázorněno, a každý z těchto vstupů spojit s jednou proudovou sběrnicí. Propojovací prvky mohou být i standardní ručně ovládané spínače a přepínače a dále elektromechanická relé nebo elektrické spínací prvky ovládané běžnými prostředky číslicové techniky např. z počítače řídicího funkce celého zatěžovacího zařízení. Jejich počet pak musí odpovídat celkovému počtu potenciálně propojitelných míst v propojovacím poli 6.

V uvedeném příkladu zapojení podle vynálezu generátor 1 signálů vytváří na každém svém výstupu signál žádané hodnoty, který je přiváděn na vstup 21 žádané hodnoty příslušného elektrohydraulického regulátoru 2. V něm je porovnáván se signálem regulované veličiny přiváděným na jeho příslušný vstup 22 z výstupu příslušného snímače ze skupiny 35 výstupů regulovaných veličin. Rozdíl signálů je běžným způsobem zpracováván v elektrohydraulickém regulátoru 2, např. pomocí PID členu, a prostřednictvím neznázorněného akčního elektrohydraulického členu s akčním výstupem 25 elektrohydraulického regulátoru 2, působí na objekt tak, aby se regulační odchylka zmenšovala nebo udržovala na přípustné hodnotě, jak je to běžné u servomechanismů. Analogický proces probíhá ve všech regulačních obvodech podle počtu regulovaných veličin. Signály žádaných hodnot z generátoru 1 a signály regulovaných a pomocných veličin z příslušných skupin 35 a 36 výstupů regulované soustavy 3 jsou přiváděny do propojovacího pole 6 pomocí tří skupin 65, 66, 67 napěťových sběrnic. Podle zvoleného propojení vstupních propojovacích prvků 68 tyto signály jsou přiváděny na vstupy 41 zvolených vazebních členů 4, kde jsou zpracovány, např. zesíleny, zeslabeny, integrovány, derivovány, filtrovány, popřípadě zpracovány nelineárními obvody. Z výstupu 45 každého členu 4 je jeho výstupní signál jako proud zaváděn přes výstupní propojovací člen 69 na jednu sběrnicí ze skupiny 61 proudových sběrnic a z

ní na příslušný proudový vstup 51 převodníku 5 proudu na napětí. Při připojení několika výstupních propojovacích prvků 69 na stejnou proudovou sběrnici je do vstupu 51 převodníku 5 přiváděn součet výstupních proudů připojených vazebních členů 4. Vstupní proudový signál je v převodníku 5 převáděn na úměrný výstupní napěťový signál, který je přes korekční vstup 23 zaváděn do elektrohydraulického regulátoru 2, kde přispívá k vytvoření výsledné akční veličiny, která je takto funkcí jak regulační odchylky, tak i signálu na korekčním vstupu 23. Je-li korekční signál zaveden, jak tomu běžně bývá, do součtového členu mezi akčním členem a PID resp. PI členem regulátoru, zpracovávajícím regulační odchylku, nemůže případná stejnosměrná složka korekčního signálu, způsobená např. posuvem nuly snímačů pomocných veličin, ovlivnit přesnost regulace v ustáleném stavu. Při správné volbě propojení vstupních a výstupních propojovacích prvků 68 a 69, druhů a celkového počtu vazebních členů 4 a hodnot jejich parametrů dochází ke zlepšení dynamického chování celého regulačního systému, které se projeví např. jako zlepšení jeho přechodových charakteristik, tj. zkrácení doby odezvy a snížení překmitů při skoku žádané hodnoty, nebo jako snížení regulační odchylky při buzení obecným, např. stochastickým signálem.

Propojovací pole 6, naznačené na obr. 1 schematicky jako jeden funkční blok, nemusí tvořit nedělitelný konstrukční celek. Jeho sběrnice mohou být dělené a jejich části spojeny např. vícepólovými konektory, např. tehdy, jestliže velký počet elektronických propojovacích prvků s příslušnými ovládacími obvody nelze rozmístit na jedné přístrojové kartě apod. Jiný příklad prakticky výhodného uspořádání s konstrukčně děleným propojovacím polem je uveden na obr. 2 a 3. Vazební členy 4 jsou rozmístěny na výměnných jednotkách, konkrétně v příkladu na obr. 2 na přístrojových kartách 605 s vícepólovými konektorovými vidlicemi 602, zasouváných do přístrojové vany, jejíž zadní stěna 600 je podle obr. 3 opatřena řadou vícepólových konektorových zásuvek 601 s navzájem propojenými stejnolehlými kontakty 603. Vodiče mezi těmito kontakty 603 tvoří hlavní větve dělených proudových a napěťových sběrnic ze skupin 61, 65, 66, 67 uvedených na obr. 1. Kontakty 603, na obr. 3 nepropojené, jsou ve skutečném provedení využity k propojení všech karet s napájecími zdroji a zemnicím vodičem, popřípadě k dalším účelům.

Odbočky sběrnic všech uvedených skupin 61, 65, 66 a 67 jsou realizovány na každé kartě 605 a jsou propojeny s příslušnými kontakty 604 konektorové vidlice 602. K propojení hlavní větve a odbočky každé sběrnice dochází při zasunutí vidlice 602 do zásuvky 601 přístrojové vany. Při zasunutí většího počtu karet 605 s va-

zebními členy 4 do přístrojové vany každá napěťová a proudová sběrnice je tvořena jednak hlavní větví, spojující příslušné kontakty 603 konektorových zásuvek 601, jednak všemi s ní galvanicky propojenými odbočkami na zasunutých kartách. Napěťový vstup 41 každého vazebního členu 4 je vstupním vodičem 610 spojen se vstupním propojovacím prvkem 68, umístěným rovněž na kartě 605, umožňujícím propojení s odbočkou zvolené sběrnice ze skupin 65, 66, 67 napěťových sběrnic. Obdobně proudový výstup 45 vazebního členu 4 je výstupním vodičem 650 spojen s výstupním propojovacím prvkem 69, umístěným taktéž na kartě 605, umožňujícím propojení s odbočkou zvolené sběrnice ze skupiny 61 proudových sběrnic. Oba propojovací prvky umožňují změnou jejich polohy libovolně volit zapojení vstupu resp. výstupu každého vazebního členu 4 na příslušné napěťové resp. proudové sběrnice propojovacího pole 6. Přitom propojení pochopitelně nezávisí na tom, do které polohy ve vaně je karta s vazebním členem zasunuta, což umožňuje libovolně měnit jejich rozmístění podle okamžitých hledisek uživatele zatěžovacího zařízení. Tato výhoda může být zachována i tehdy, jsou-li propojovací prvky na kartě provedeny jako elektronické, ovládané např. z počítače. Každá karta jako samostatná periferie počítače s vlastní adresou je pak známým sběrnicovým komunikačním systémem propojena s počítačem.

Je zřejmé, že kromě karty jsou i jiné možnosti jak vytvořit výměnné jednotky při zachování podstaty tohoto vynálezu. Rozdělení propojovacího pole 6 je uvedeno na obr. 2 pouze jako příklad. Při větším počtu regulačních obvodů a pomocných veličin měřených na regulované soustavě, a tím i větším počtu skutečných vazeb, lze podle vynálezu naznačené dělení propojovacího pole a jeho sběrnic rozjímatelnými nebo nerozjímatelnými spoji libovolně, popřípadě i diferencovaně prohloubit. Např. je možno všechny sběrnice rozvést do několika přístrojových van, do nichž jsou zasouvány karty 605 s vazebními členy 4 a propojovacími vstupními 68 a výstupními 69 prvky. Jestliže počet sběrnic přesahuje dostupný počet použitelných kontaktů 604 na vidlicích 602 přístrojových karet 605 nebo jiných výměnných jednotek, lze sběrnice rozdělit do několika skupin, z nichž každá nebo jen některá je rozvedena pouze do části použitých přístrojových van. Toto je pouze příklad možného diferencovaného prohloubení konstrukčního rozdělení propojovacího pole 6.

Na každou výměnnou jednotku, např. přístrojovou kartu 605, lze rozmístit jeden nebo několik vazebních členů 4.

Vazební členy 4 svým zapojením a parametry určují druh a velikost vazby uskutečňované ze zvoleného výstupu generátoru 1 nebo regulovaného nebo pomocného výstupu regulované

soustavy 3 do zvoleného korekčního vstupu 23 regulátoru 2. Mohou být s výhodou provedeny jako universální lineární nebo nelineární obvody s nastavitelnými parametry. Např. to mohou být proporcionální členy s frekvenčně nezávislým přenosem, nastavitelným plynule potenciometrem a po skocích rozsahovým přepínačem. V případě zadávání parametrů z počítače může být velikost přenosu ovládána násobícím číslicově analogovým převodníkem.

Kromě proporcionálního členu mohou být použity i jiné lineární, a to frekvenčně závislé členy, např. derivační nebo integrační, nebo se složitější frekvenční charakteristikou, opět s parametry nastavitelnými analogickými způsoby. Pro opakující se aplikace s již známými parametry potřebných vazeb lze naopak s výhodou použít výměnných jednoúčelových jednotek s neproměnnými prvky, např. odporníky a kondensátory.

V příkladu na obr. 1 je pro zjednodušení označení uvedeno použití tří vazebních členů stejného druhu. Je však možno s výhodou kombinovat různé druhy členů. Při propojení několika různých vazebních členů na společnou napáťovou a společnou proudovou sběrnici se jejich přenosy sčítají. Tak je možno pomocí několika základních druhů jednoduchých členů s jediným nastavitelným parametrem realizovat poměrně širokou škálu frekvenčních závislostí vazeb. Např. kombinací proporcionálního, derivačního a integračního členu lze realizovat obecný člen PID. Uplatnit se mohou i složitější lineární vazební členy s charakteristikou frekvenčních filtrů, např. dolní, horní nebo pásmové propusti nebo pásmové zádrže. Kromě lineárních je možno použít i nelineárních vazebních členů, s pevně nastavenými nebo nastavitelnými parametry, např. pro korekci regulačních odchylek, vznikajících při zatěžování výkyvné polonápravy automobilu, kdy značné nelineární kinematické vazby mezi polohami pístnic jednotlivých hydromotorů vedou bez korekce k nepřipustným odchylkám regulovaných zatěžujících sil od požadovaných průběhů.

V případě, že korekční vstup 23 elektrohydraulického regulátoru 2 je proveden jako proudový, je použití převodníku 5 proudu na napětí neodůvodněné a jednotlivé sběrnice ze skupiny 61 proudových sběrnic jsou pak podle vynálezu spojeny přímo s příslušnými korekčními vstupy 23.

Potřebného sečítání výstupních signálů jednotlivých vazebních členů 4 připojených propojovacími členy 69 na stejnou sběrnici ze skupiny 61 proudových sběrnic je možno dosáhnout i při přímém připojení této sběrnice na korekční vstup 23, který není proveden jako proudový ve výše uvedeném smyslu, tj. se zanedbatelnou impedancí proti výstupní impedanci jednotli-

vých připojených vazebních členů 4. K sečítání výstupních signálů dochází v zásadě i tehdy, je-li vstupní impedance korekčního vstupu 23 teoreticky nekonečná. Avšak váha jednotlivých výstupních signálů v takto vzniklém váženém součtu závisí na poměrných hodnotách impedancí jednotlivých paralelně spojených výstupů. Proto je v takovém případě nutno, aby kromě přenosových vlastností vazebních členů 4 při jejich výstupech nakrátko byly dostatečně přesně definovány jejich výstupní impedance, např. takovým vnitřním provedením vazebních členů 4, že jejich výstup 45 je připojen k výstupu zesilovače s nízkou impedancí přes odporník definované hodnoty. Při tomto řešení zachovává zapojení podle vynálezu všechny výhody uvedené při popisu příkladů na obr. 1 a 2, avšak s tím nedostatkem, že při připojení dalšího vazebního členu 4, tj. např. při zasunutí příslušné karty 605 do přístrojové vany při provedení propojovacího pole 6 podle obr. 2, 3 se ovlivňuje velikost vazeb, uskutečňovaných již připojenými na tutéž proudovou sběrnici a nastavenými vazebními členy 4. Je tedy v příkladech popsané použití elektrohydraulického regulátoru 2 s korekčním vstupem 23 provedeným jako proudový se zanedbatelnou impedancí nebo použitím převodníku 5 proudu na napětí v zapojení podle vynálezu pouze výhodnou alternativou, nikoliv však nezbytným znakem zapojení.

Třetí skupina 67 napáťových sběrnic může též obsahovat sběrnice připojené na výstupy regulátorů se signály zobrazujícími vnitřní stavové veličiny v elektrohydraulických regulátorech 2. Např. lze tak uskutečnit pomocnou zpětnou vazbu z polohy šoupátka elektrohydraulického akčního členu elektrohydraulického regulátoru 2.

Naopak, bez vlivu na podstatu vynálezu lze počet sběrnic jakkoliv omezit, např. vynechat třetí skupinu 67 napáťových sběrnic v případě, že kromě regulovaných veličin další veličiny na regulované soustavě 3 nejsou měřeny.

Protože zapojení podle vynálezu umožňuje mimo jiné operativně vyhledávat a zavádět vhodné zpětné vazby z pomocných veličin měřených na regulované soustavě a optimalizovat tak řízení s cílem minimalizovat regulační odchylku nebo zkreslení požadovaného průběhu regulované veličiny v daném frekvenčním pásmu, nebo při zachování přípustné regulační odchylky toto pásmo rozšířit, může být toto zapojení s výhodou použito i ve zvláštním případě buzení zkoušeného objektu pouze jednou akční veličinou.

Vynález lze využít u elektrohydraulických zatěžovacích zařízení pro životnostní a dynamické zkoušky konstrukcí, strojů a jejich součástí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

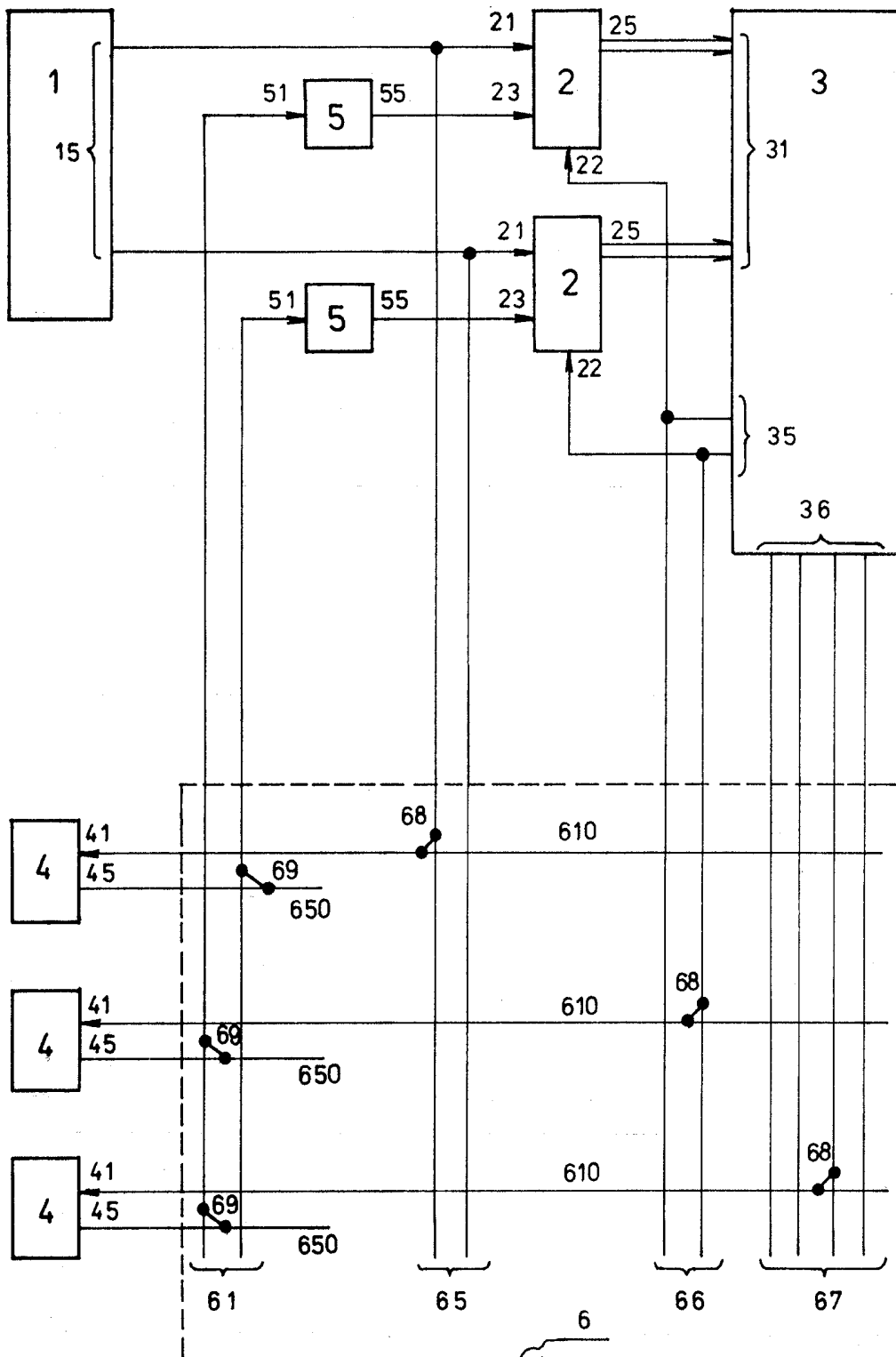
1. Zapojení elektrohydraulického zatěžovacího zařízení s regulací jedné nebo několika výstupních veličin, obsahující generátor signálů žádaných hodnot, snímače regulovaných a pomocných veličin s výstupy napěťových signálů těchto veličin, elektrohydraulické regulátory s elektrickými vstupy a hydraulickými akčními výstupy, propojenými se zatěžovaným objektem buď přímo, nebo prostřednictvím hydromotorů, a dále obsahující napájecí zdroje elektrické a hydraulické energie, vyznačující se tím, že obsahuje sadu vazebních členů (4) a propojovací pole (6) jednak s nejméně jednou skupinou (65, 66, 67) napěťových sběrnic propojitelných s napěťovými vstupy (41) vazebních členů (4), jednak se skupinou proudových sběrnic (61) propojitelných s proudovými výstupy (45) vazebních členů (4), přičemž napěťové sběrnice ze skupin (65, 66, 67) napěťových sběrnic jsou připojeny na výstupy žádaných anebo skutečných hodnot stavových veličin systému a proudové sběrnice skupiny (61) jsou propojeny na korekční vstupy (23) elektrohydraulických regulátorů (2) přímo nebo prostřednictvím převodníku (5) proudu na napětí.
2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že propojovací pole (6) obsahuje napěťové sběrnice ve třech skupinách (65, 66, 67), skupinu (61) proudových sběrnic, vstupní vodiče (610), výstupní vodiče (650), vstupní propojovací prvky (68) a výstupní propojovací prvky (69), přičemž první skupina (65) napěťových sběrnic je spojena s příslušnými výstupy ze skupiny (15) napěťových výstupů generátoru (1) signálů žádaných hodnot a s nimi spojenými vstupy (21) signálu žádané hodnoty do elektrohydraulických regulátorů (2), napěťové sběrnice druhé skupiny (66) jsou spojeny s příslušnými výstupy ze skupiny (35) výstupů napěťových signálů regulovaných veličin a s nimi spojenými vstupy (22) signálu regulované veličiny do elektrohydraulických regulátorů (2), napěťové sběrnice třetí skupiny (67) jsou spojeny s příslušnými výstupy ze skupiny (36) výstupů napěťových signálů pomocných veličin, napěťový vstup (41) každého vazebního členu (4) je spojen s jedním vstupním vodičem (610), který je vstupním propojovacím prvkem (68) spojen se zvolenou napěťovou sběrnicí ze tří uvedených skupin (65, 66, 67), proudový výstup (45) každého vazebního členu (4) je spojen s jedním výstupním vodičem (650), který je výstupním propojovacím prvkem (69) spojen se zvolenou sběrnicí ze skupiny (61) proudových sběrnic.
3. Zapojení podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že každý elektrohydraulický regulátor (2) je opatřen dvěma proudovými korekčními vstupy (23) lišícími se opačnou fází přenosu proudového vstupního signálu na hydraulický akční výstup (25) elektrohydraulického regulátoru (2), z nichž každý je spojen s vlastní proudovou sběrnicí ze skupiny (61) proudových sběrnic.
4. Zapojení podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že elektrohydraulický regulátor (2) s jedním korekčním vstupem (23) je doplněn převodníkem (5) proudů na napětí se dvěma proudovými vstupy lišícími se opačnou fází přenosu proudového vstupního signálu na výstup (55) převodníku a tento výstup (55) je spojen s korekčním vstupem (23) elektrohydraulického regulátoru (2), přičemž každý proudový vstup převodníku je spojen s vlastní proudovou sběrnicí ze skupiny (61) proudových sběrnic.
5. Zapojení podle bodů 1 a 4, vyznačující se tím, že korekční vstupy (23) elektrohydraulických regulátorů (2) jsou provedeny jako proudové, s impedancí zanedbatelnou proti výstupní impedanci vazebních členů (4).
6. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že ve skupině (36) výstupů napěťových signálů pomocných veličin jsou obsaženy i výstupy signálů veličin měřených v elektrických i mechanickohydraulických částech elektrohydraulických regulátorů (2).
7. Zapojení podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že propojovací pole (6) je vytvořeno z několika konstrukčně samostatných částí.
8. Zapojení podle bodu 5, vyznačující se tím, že vazební členy (4) nebo jejich skupiny jsou rozmístěny ve výměnných jednotkách, obsahujících též odbočky všech nebo částí napěťových sběrnic první a druhé skupiny (65, 66) a všech nebo částí proudových sběrnic skupiny (61) proudových sběrnic propojovacího pole (6), kteréžto odbočky jsou vícepólovými konektory propojeny s hlavními větvemi příslušných sběrnic, přičemž napěťový vstup (41) každého vazebního členu (4) je volitelně propojen s odbočkou jedné z napěťových sběrnic a proudový výstup (45) každého vazebního členu (4) je volitelně propojen s odbočkou jedné z proudových sběrnic.
9. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že nejméně jeden vazební člen (4) je proveden jako lineární člen s frekvenčně nezávislým přenosem v pracovním pásmu frekvencí.
10. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že nejméně jeden vazební člen (4) je proveden jako lineární člen s frekvenčně zá-

vislým přenosem v pracovním pásmu frekvencí.

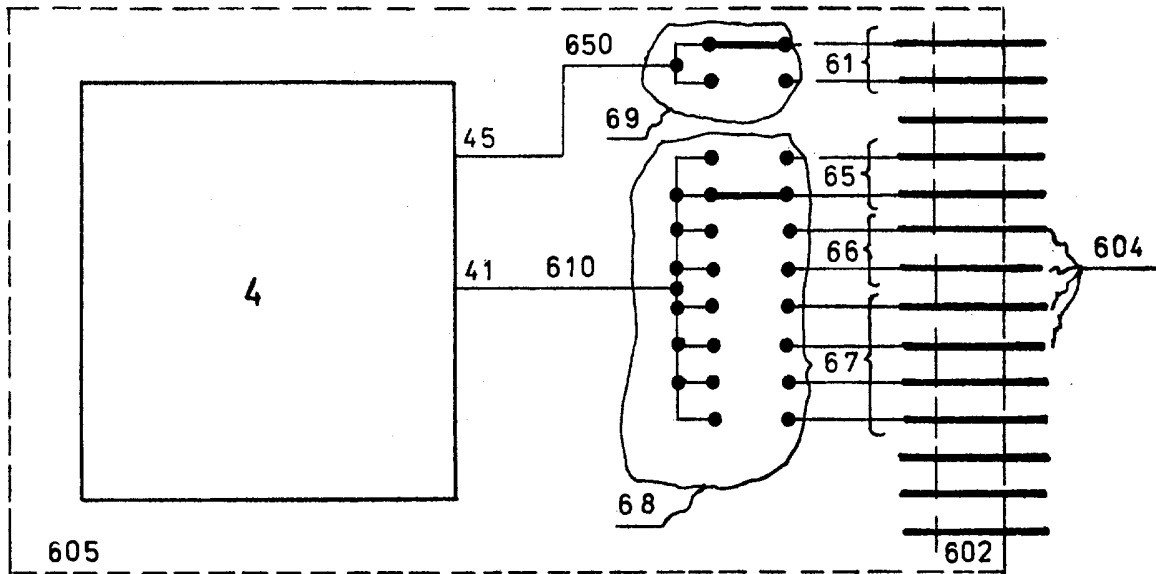
11. Zapojení podle bodu 10, vyznačující se tím, že nejméně jeden vazební člen (4) je proveden jako derivační nebo integrační člen.
12. Zapojení podle bodu 10, vyznačující se tím, že nejméně jeden vazební člen (4) je proveden jako dolní nebo horní nebo pásmová propust, nebo jako pásmová zadrž.
13. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že nejméně jeden vazební člen (4) je proveden jako nelineární.
14. Zapojení podle bodů 9 až 13, vyznačující se tím, že část nebo všechny vazební členy (4)

jsou provedeny jako degenerované čtyřpóly s jedním dvojpólem zapojeným mezi napěťový vstup (41) a proudový výstup (45) vazebního členu (4).

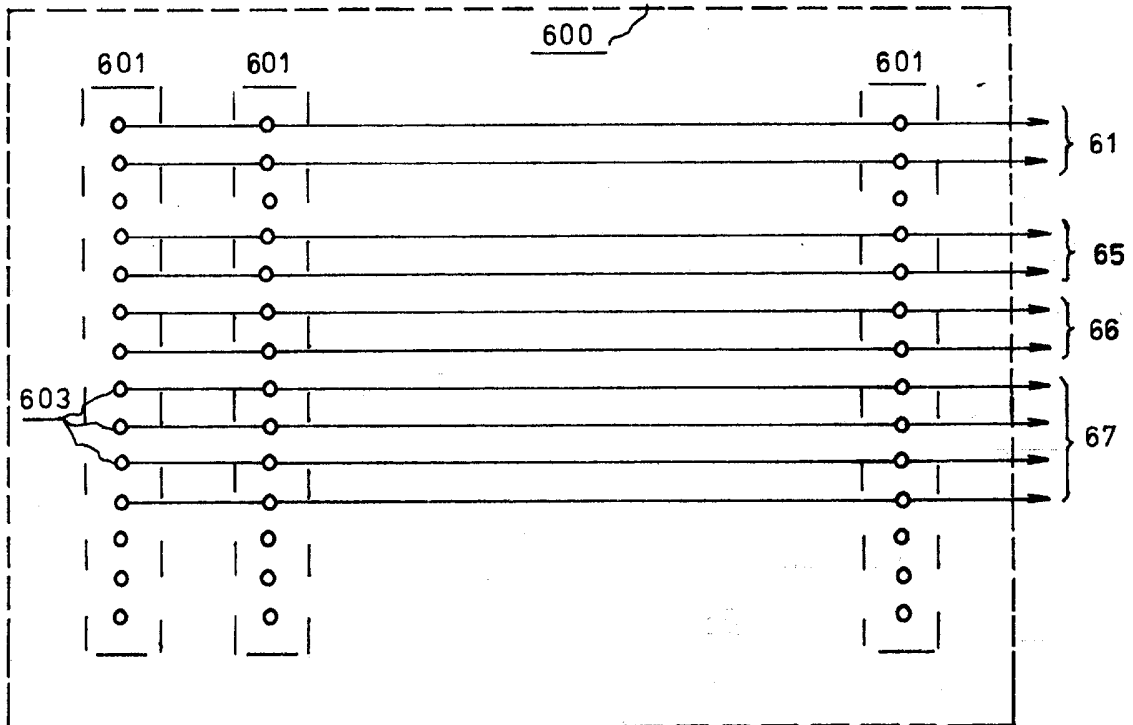
15. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že vstupní propojovací prvky (68) anebo výstupní propojovací prvky (69) jsou provedeny jako ručně přestavitelné.
16. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že prvky pro ovládání nastavení propojovacích prvků (68, 69) anebo pro volbu parametrů anebo funkce vazebních členů (4) jsou opatřeny vstupy a výstupy pro komunikaci s řídicím počítačem.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3