

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

305 093

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G05D 7/06 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)
G05D 3/12 (2006.01)
F16K 3/34 (2006.01)
F16K 3/32 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-495**
(22) Přihlášeno: **26.06.2013**
(40) Zveřejněno: **29.04.2015**
(Věstník č. 17/2015)
(47) Uděleno: **18.03.2015**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **29.04.2015**
(Věstník č. 17/2015)

(56) Relevantní dokumenty:

WO 2004010474; DE 19505915; CN 202522931U; US 5006227; DE 2909628; FR 2897985.

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:
Ing. Michal Moučka, Ph.D., Liberec 6, CZ

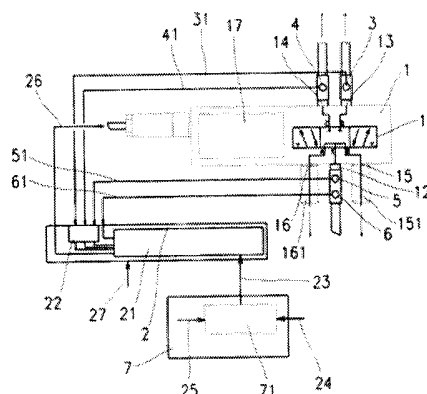
(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, 602 00 Brno

(54) Název vynálezu:

**Kompenzační zařízení pro proporcionální
pneumatický rozváděč**

(57) Anotace:

Kompenzační zařízení pro proporcionální pneumatický rozváděč, který obsahuje vstupní hrdlo (12) pro připojení ke zdroji pracovního média, alespoň jedno výstupní hrdlo (13) pro spojení s pracovním prostorem pneumatického motoru a alespoň jedno výfukové hrdlo (16) a řídicí zařízení (17). Zařízení dále obsahuje mikroprocesorovou kompenzační jednotku (2), která je svými vstupy připojena alespoň k tlakovému čidlu (5) uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče (1) bezprostředně před vstupem k jeho šoupátku, k tlakovým čidlům (3, 4) uspořádaným ve výstupech z pneumatického rozváděče (1) bezprostředně za výstupem od jeho šoupátka a k teplotnímu čidlu (6) uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče (1), přičemž výstup mikroprocesorové kompenzační jednotky (2) je připojen ke vstupu řídicího zařízení (17) pneumatického rozváděče (1).



Kompenzační zařízení pro proporcionální pneumatický rozváděč

Oblast techniky

Kompenzační zařízení pro proporcionální šoupátkový pneumatický rozváděč obsahující vstupní hrdlo pro připojení ke zdroji pracovního média, alespoň jedno výstupní hrdlo pro spojení s pracovním prostorem pneumatického motoru, alespoň jedno výfukové hrdlo, a elektronické řídicí zařízení.

Dosavadní stav techniky

Řízení pneumatických motorů se provádí prostřednictvím průtokového a/nebo tlakového proporcionálního ventilu, resp. rozváděče, umístěného mezi zdrojem tlakového vzduchu a pneumatickým motorem. Velikostí tohoto signálu je proporcionálně řízen průtokový průřez.

Na rozdíl od hydraulických proporcionálních rozváděčů nebo ventilů existují u zařízení pneumatických komplikace, které souvisejí především se stlačitelností plynů a s jejich teplotou. Množství vzduchu přiváděné z rozváděče do pneumatického motoru není zcela úměrné řídicímu signálu, kterým je obvykle elektrický proud nebo napětí.

Pokud se jedná o ovládací pneumatický rozváděč, který většinou není přesně proporcionální, sloužící například k ovládání hydraulického rozváděče, nebo který je zpětnovazebně korigován, není přesná proporcionalita důležitá. Takový pneumatický proporcionální rozváděč využívá například WO 2004/010 474 (A2), který řeší hydraulický proporcionální rozváděč ovládaný běžným pneumatickým proporcionálním rozváděčem. Tento rozváděč slouží při výrobě polovodičových destiček k ovládání dávkování malých přesně stanovených jednotlivých dávek kapaliny k povlakování těchto destiček. K tomu obsahuje oddělený ovládací pneumatickou část a jí ovládanou část k dávkování kapaliny. Na vstupu kapaliny je první tlakové čidlo, na výstupu kapaliny druhé tlakové čidlo. Prostory těchto čidel jsou propojeny kanálem, v němž je uložen třetí plovoucí element, přes který protéká celé dávkované množství tekutiny vystupující z části k dávkování kapaliny. K dávkování kapaliny je řídicí jednotka pneumatické části spřažena s prvním a druhým čidlem tlaku kapaliny. Z hlediska konstrukce ani funkce se zde nejedná o důsledně proporcionální pneumatický rozváděč z oblasti techniky, kterou řeší projednávaná přihláška.

Nedostatkem proporcionálních průtokových pneumatických ventilů nebo rozváděčů známých z dosavadního stavu techniky je navíc jejich v podstatě neregulovatelný tvar statické průtokové charakteristiky, tedy závislosti průtokového množství na velikosti řídicího signálu. Charakteristiky jsou pevně dané a neumožňují uživateli takového ventilu je měnit podle jeho požadavků.

Cílem vynálezu je odstranit nedostatky dosavadního stavu techniky, zvláště zvýšit přesnost množství vzduchu přiváděného rozváděčem do pneumatického motoru a umožnit změnu statické průtokové charakteristiky podle aktuálních požadavků uživatele.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo kompenzačním zařízením pro proporcionální pneumatický rozváděč, jehož podstatou je to, že obsahuje mikroprocesorovou kompenzační jednotku, která je svými vstupy připojena alespoň k tlakovému čidlu uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče, k tlakovým čidlům uspořádaným ve výstupech z pneumatického rozváděče pro pneumatický motor a k teplotnímu čidlu uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče, přičemž výstup mikroprocesorové kompenzační jednotky je připojen ke vstupu řídicího zařízení pneumatického rozváděče.

Nadřazený řídicí systém obsahuje regulátor připojený jedním vstupem na snímač skutečné aktuální polohy výstupního členu připojeného pneumatického motoru, přičemž na jeho druhý vstup je připojen ke zdroji informací o aktuální požadované poloze výstupního členu připojeného pneumatického motoru.

5

Pneumatický rozváděč má dvě výstupní hrdla, v každém z nich je uspořádáno tlakové čidlo spojené samostatně se vstupem mikroprocesorové kompenzační jednotky.

10

Vstupy tlakových čidel jsou se signálovým mikroprocesorem mikroprocesorové kompenzační jednotky spojeny prostřednictvím analogově digitálního převodníku.

Objasnění výkresu

15

Příkladné provedení zařízení podle vynálezu jsou znázorněna na výkrese, kde je na obr. 1 schéma proporcionálního rozváděče zapojeného v okruhu s mikroprocesorovou kompenzační jednotkou a na obr. 2 kompenzované a nekompenzované průtokové charakteristiky proporcionálního rozváděče.

20

Příklady uskutečnění vynálezu

25

Na obr. 1 je přerušovanou čarou znázorněn komerční proporcionální pneumatický rozváděč 1 5/3 se schematicky znázorněným třípolohovým šoupátkem 11 a s pěti vývody. Vstupním hrdlem 12 je připojen napájecí přívod od neznázorněného zdroje tlakového vzduchu, ke dvěma pracovním hrdlům 13, 14 jsou připojeny dva neznázorněné jednočinné pneumatické motory (nebo jeden dvojčinný pneumatický motor), dvě další hrdla 15, 16 jsou výfuková, přičemž jsou k nim připojeny tlumiče 151, 161 výfuku. Zařízení podle vynálezu lze použít i pro jiná schémata rozváděčů. Například pro připojení jednočinného pneumatického válce, jehož pracovní píst je trvale jednostranně zatížen, lze použít rozváděč 3/2, přičemž při vyprazdňování válce účinkem vnější síly je vstup tlakového média šoupátkem připojen společně s výstupem z válce do výfuku. Základním znakem komerčního proporcionálního pneumatického rozváděče je přímá úměrnost výstupního průtokového průřezu, který je otevírán například šoupátkem tohoto rozváděče, velikosti řídicího signálu. A právě proporcionalita průřezu k řídicímu signálu neznamena, vzhledem k charakteru pracovního média, proporcionální průtok.

35

40

Základní součástí kompenzačního zařízení podle vynálezu je mikroprocesorová kompenzační jednotka 2 obsahující signálový mikroprocesor 21. Ten představuje známé za řízení pro digitalizaci analogových signálů, digitální zpracování těchto signálů a následné převedení výsledků do analogové podoby. Výhodou tohoto zpracování digitálním signálovým procesorem je velká rychlost zpracování velkého množství dat.

45

Součástí mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 je dále analogově digitální převodník 22 k vyhodnocování signálů tlaku vzduchu přiváděných od tlakových čidel 3, 4 umístěných ve výstupech pracovních hrdel 13, 14 a od tlakového čidla 5 umístěného ve vstupu do vstupního hrdla 12 proporcionálního pneumatického rozváděče 1. Tlaková čidla 3, 4, 5 jsou spojena se zařízením 22 k vyhodnocování signálů tlaku vzduchu sdělovacími vedeními 31, 41, 51.

50

V neznázorněném provedení jsou tlaková čidla 3, 4, 5 přímo součástí kompenzační jednotky 2, přičemž jsou namísto sdělovacích vedení 31, 41, 51 připojena k hrdlům 12, 13, 14 proporcionálního pneumatického rozváděče 1 vzduchová potrubí. Ve schématu rozváděče jsou písmeny označeny jednotlivé přípoje: X – vstup, C, D – výstupy do neznázorněného dvojčinného pneumatického motoru, A, B – výfuky od neznázorněného dvojčinného pneumatického motoru.

Ve vstupu do vstupního hrdla 12 proporcionálního pneumatického rozváděče 1 je dále umístěno teplotní čidlo 6, jehož výstup je sdělovacím vedením 61 připojen do signálového mikroprocesoru 21 mikroprocesorové kompenzační jednotky 2.

- 5 Na vstup 23 signálového procesoru 21 je připojen nadřazený řídicí systém 7 (např. PLC). Součástí nadřazeného řídicího systému 7 je regulátor 71, na jehož vstup 24 je přiváděn signál neznázorněného snímače polohy výstupního členu připojeného přímočarého pneumatického motoru. Vstupem 25 přijímá regulátor 71 informaci o aktuální požadované poloze výstupního členu připojeného přímočarého pneumatického motoru. Výstup mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 je připojen komunikačním vedením 26 do řídicího zařízení 17 pneumatického rozváděče 1. Komunikační vedení 27 připojené k mikroprocesorové kompenzační jednotce 2 slouží k nahrání parametrů popisujících průtokové vlastnosti pneumatického rozváděče 1 a parametrů popisujících požadovaný tvar průtokové charakteristiky z běžného personálního počítače (PC).
- 10
- 15 Postup měření vychází ze statické průtokové charakteristiky, která je pro daný proporcionální pneumatický rozváděč 1 známa.

- Na obr. 2 je znázorněna statická charakteristika ventilu, tedy závislost průtoku Q vzduchu (osa Y) na velikosti řídicího signálu, kterým je elektrické napětí U (osa X). V neznázorněném provedení je řídicím signálem elektrický proud. První kvadrant souřadnicového systému přísluší výstupu D do prvního pracovního prostoru pneumatického motoru, čtvrtý kvadrant souřadnicového systému přísluší výstupu C do druhého pracovního prostoru pneumatického motoru, třetí kvadrant souřadnicového systému přísluší výfuku A z prvního pracovního prostoru pneumatického motoru a druhý kvadrant souřadnicového systému přísluší výfuku B z druhého pracovního prostoru pneumatického motoru. Nekompensované křivkové průběhy jsou statickými charakteristikami pneumatického rozváděče bez mikroprocesorové kompenzační jednotky 2.
- 20
- 25

- Nekompensovanou křivkovou závislost c_1 resp. d_1 průtoku do pracovního prostoru pneumatického motoru lze popsat rovnicí této změřené křivky nebo řadou bodů polynomu. V této formě je informace uložena do mikroprocesorové kompenzační jednotky 2. Požadovaný příslušný lineární průběh c_2 resp. d_2 kompenzované charakteristiky se do mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 vloží pomocí směrnice lineárního průběhu c_2 resp. d_2 .
- 30

- Do analogově digitálního převodníku 22 mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 se přivádí signál teplotního čidla 6, tedy hodnota okamžité teploty vzduchu ve vstupním hrdle 12 pneumatického rozváděče 1 a signály tlakových čidel 3 a 4 umístěné ve výstupech pneumatického rozváděče 1. Po zpracování analogově digitálním převodníkem 22 jsou tyto signály předány do mikroprocesorové kompenzační jednotky 2, která z nich na pomoci normy ISO6358 počítá hodnotu řídicího napětíového signálu, který se předává do řídicího zařízení 17 pneumatického rozváděče 1. Ten odpovídá požadované, obvykle lineární, charakteristice průtoku média do pracovního prostoru pneumatického motoru.
- 35
- 40

- Běžný proporcionální pneumatický rozváděč nebo ventil, jehož charakteristika není vzhledem ke stlačitelnosti a závislosti na teplotě ideální, má v kombinaci s mikroprocesorovou kompenzační jednotkou 2 podle vynálezu statickou charakteristiku velmi blízkou přímce.
- 45

- Pomocí nadřazeného řídicího systému 7 lze využít mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 podle vynálezu ke změně sklonu výsledné přímkové charakteristiky podle požadavků uživatele a tím ke změně chování připojeného neznázorněného pneumatického motoru. K tomu se do regulátoru 71 nadřazeného řídicího systému 7 přivádí na vstup 24 signál snímače polohy výstupního členu tohoto pneumatického motoru a na vstup 25 informace o aktuální požadované poloze výstupního členu tohoto pneumatického motoru. Příslušný výstup 23 regulátoru 71 je po zpracování v signálovém procesoru 21 předáván komunikačním vedením 26 do řídicího zařízení 17 pneumatického rozváděče 1, přičemž výsledkem odesílaného signálu je požadovaný nový sklon přímko-
- 50

vé charakteristiky závislosti korigované změny průtočného průřezu ve výstupu rozváděče na velikosti řídicího signálu, kterým je v příkladném provedení řídicí napětí.

Prostřednictvím mikroprocesorové kompenzační jednotky 2 podle vynálezu lze dosáhnout přímkové charakteristiky závislosti korigovaného výstupního průtočného průřezu na velikosti řídicího signálu, navíc je pomocí známého zdvihu připojeného pneumatického motoru měnit sklon výsledné přímkové charakteristiky. Rovněž je možné doplnit elektricky ovládaný rozváděč s vhodným uspořádáním šoupátka a jím řízených průtočných průřezů zařízením odpovídajícím mikroprocesorové kompenzační jednotce 2.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Kompenzační zařízení pro proporcionální šoupátkový pneumatický rozváděč, který obsahuje vstupní hrdlo (12) pro připojení ke zdroji pracovního média, alespoň jedno výstupní hrdlo (13) pro spojení s pracovním prostorem pneumatického motoru, a alespoň jedno výfukové hrdlo (16), a řídicí zařízení (17), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje mikroprocesorovou kompenzační jednotku (2), která je svými vstupy připojena alespoň k tlakovému čidlu (5) uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče (1) bezprostředně před vstupem k jeho šoupátku, k tlakovým čidlům (3, 4) uspořádaným ve výstupech z pneumatického rozváděče (1) bezprostředně za výstupem od jeho šoupátka a k teplotnímu čidlu (6) uspořádanému na vstupu do pneumatického rozváděče (1), přičemž výstup mikroprocesorové kompenzační jednotky (2) je připojen ke vstupu řídicího zařízení (17) pneumatického rozváděče (1).

2. Kompenzační zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mikroprocesorová kompenzační jednotka (2) je prostřednictvím nadřazeného řídicího systému (7) připojena k snímači polohy výstupního členu připojeného pneumatického motoru, přičemž k nadřazenému řídicímu systému (7) je také připojen zdroj informací o aktuální požadované poloze výstupního členu připojeného pneumatického motoru.

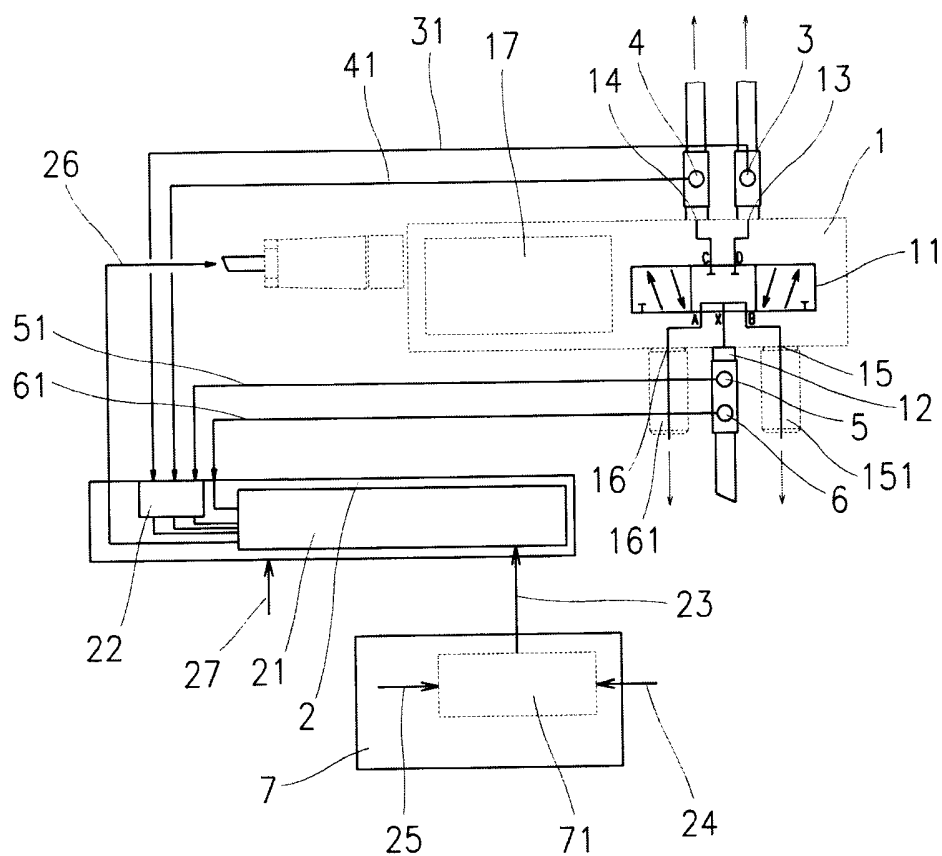
3. Kompenzační zařízení podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mikroprocesorová kompenzační jednotka (2) obsahuje signálový mikroprocesor (21), přičemž výstupní signál regulátoru (71) nadřazeného řídicího systému (7) je přiváděn přímo na vstup (23) tohoto signálového mikroprocesoru (21).

4. Kompenzační zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pneumatický rozváděč (1) má dvě výstupní hrdla (13, 14), v každém z nich je uspořádáno tlakové čidlo (3, 4) spojené samostatně se vstupem mikroprocesorové kompenzační jednotky (2).

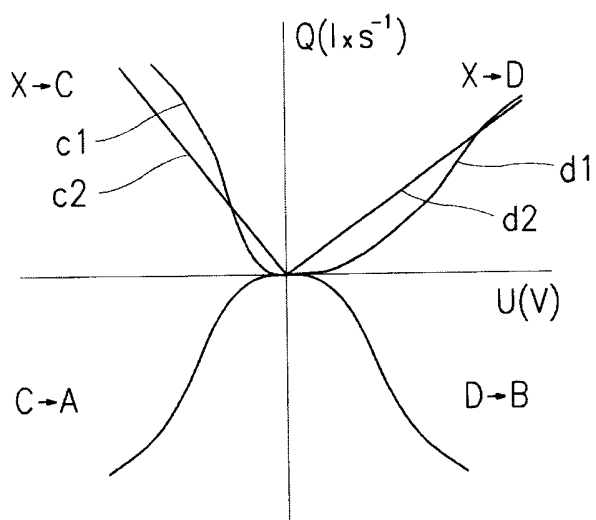
5. Kompenzační zařízení podle nároku 3 nebo 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vstupy tlakových čidel (3, 4, 5) jsou se signálovým mikroprocesorem (21) mikroprocesorové kompenzační jednotky (2) spojeny prostřednictvím analogové digitálního převodníku (22) pro zpracování tlakových signálů.

Seznam vztahových značek:

	1	pneumatický rozváděč
	11	šoupátko
5	12	vstupní hrdlo
	13	pracovní hrdlo
	14	pracovní hrdlo
	15	hrdlo (výfukové)
	151	tlumič výfuku
10	16	hrdlo (výfukové)
	161	tlumič výfuku
	17	řídící zařízení (pneumatického rozvaděče)
	2	mikroprocesorová kompenzační jednotka
	21	signálový mikroprocesor
15	22	zařízení k vyhodnocování signálů
	23	vstup signálového procesoru (od regulátoru)
	24	vstup regulátoru (od snímače výstupního členu motoru)
	25	vstup regulátoru (s informací o aktuální žádané poloze v.č. motoru)
	26	komunikační vedení (z kompenzační jednotky do řídícího zařízení rozváděče)
20	27	komunikační vedení (nahrávání parametrů průtokových vlastností)
	3	tlakové čidlo (v pracovním hrdle 13)
	31	sdělovací vedení (čidla 3)
	4	tlakové čidlo (v pracovním hrdle 14)
	41	sdělovací vedení (čidla 4)
25	5	tlakové čidlo (ve vstupním hrdle 12)
	51	sdělovací vedení (čidla 5)
	6	teplotní čidlo
	61	sdělovací vedení (čidla 6)
	7	nadřazený řídící systém
30	71	regulátor (nadřazeného řídícího systému)
	A	výfuk
	B	výfuk
	C	výstup (do prvního pracovního prostoru pneumatického motoru)
	D	výstup (do druhého pracovního prostoru pneumatického motoru)
35	Q	průtočné množství
	U	elektrické napětí
	X	vstup (do rozváděče)
	c1	nekompenzovaná křivková závislost (pro výstup C)
	c2	lineární průběh kompenzované charakteristiky (pro výstup C)
40	d1	nekompenzovaná křivková závislost (pro výstup D)
	d2	lineární průběh kompenzované charakteristiky (pro výstup D)



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu