



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206 859

(11) (B 1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 05 79
(21) PV 3523-79

(51) Int. Cl.³
G 05 F 5/00
// H 01 C 10/14

(40) Zveřejněno 15 09 80
(45) Vydáno 15 02 84

(75)

Autor vynálezu
LUMTZEK EDUARD ing., KOŠICE, OUZKÝ FRANTIŠEK, PRAHA, ŘEHOŘ FRANTIŠEK ing. a
ŠTEBINSKÝ LADISLAV ing., KOŠICE

(54) Zapojení řízených nelineárních odporů v paralelní kombinaci

1

Vynález se týká zapojení řízených nelineárních odporů v paralelní kombinaci, pro automatizační, regulační a výpočetní techniku a pro modelování fyzikálních závislostí pomocí elektrických veličin.

V regulační a výpočetní technice se často používá nelineárních odporů. Jsou to takové odpory, u nichž je hodnota elektrického odporu nelineárně závislá na elektrickém napětí přivedeném na vývody tohoto odporu. Také při modelování fyzikálních závislostí pomocí elektrických veličin je potřeba vytvořit paralelní kombinaci různých nelineárních odporů, které mají stejnou nelineární závislost. Je to na příklad při modelování důlních větrných sítí. V tomto případě je tlakový rozdíl, zvaný též deprese vyjádřen napětím na nelineárním odporu; odpor větrné cesty představuje hodnota elektrického odporu nelineárního odporu a množství větrů představuje proud protékající nelineárním odporem. Pro tento účel se dosud používá termistorů nebo žárovek, případně elektronek nebo tranzistorů. Společnou nevýhodou všech těchto nelineárních odporů je, že charakteristika závislosti elektrického odporu přivedeného na vývody nelineárního odporu není dlouhodobě stálá a není ani dostatečně přesná. V případě použití termistorů, které je nejobvyklejší, je třeba značného množství elektrické energie nutné k zahřátí termistorů. Dále je třeba udržovat konstantní teplotu okolí. Měření je zdlouhavé s ohledem na tepelnou setrvačnost termistorů, která se nepříznivě projevuje při změnách modelové situace.

Při použití žárovek jsou nevýhody stejné jako při použití termistorů a navíc se nepříznivě projevuje nespolehlivost, obtížné nastavení odporu a rozměrnost celého zařízení. Při použití elektronek a tranzistorů je na závadu značná nepřesnost nelineárního odporu a jeho malá dlouhodobá stálost. Další velkou nevýhodou všech těchto prvků je časová náročnost na stabilizaci teploty při změně modelových situací, která se pohybuje řádově v hodinách, což značně prodlužuje celé měření.

Tyto nedostatky odstraňuje zapojení řízených nelineárních odporů v paralelním uspořádání podle vynálezu. Zapojení sestává z nelineárního členu, napájecího bloku, rozdílových zesilovačů, zpětnovazebních a nastavovacích odporů. Podstata vynálezu spočívá v tom, že řízený odpor je spolu s přiřazeným zpětnovazebním odporem zapojen mezi vstupními svorkami zapojení. První vstupní svorka zapojení je spojena s prvním vývodem každého řízeného odporu a s informačním vstupem nelineárního členu. Nastavovací vstup nelineárního členu je spojen s nastavovací svorkou.

Řídicí výstup nelineárního členu je spojen přes příslušný proměnný odpor s řídicím vstupem přiřazeného rozdílového zesilovače. Řídicí výstup každého rozdílového zesilovače je spojen s řídicím vstupem přiřazeného řízeného odporu. Druhý vývod každého řízeného odporu je spojen jednak se zpětnovazebním vstupem přiřazeného rozdílového zesilovače a jednak se druhým vývodem přiřazeného zpětnovazebního odporu. První vývod každého zpětnovazebního odporu je spojen se druhou vstupní svorkou zapojení a se zemní svorkou, se kterou je též spojen zemnicí výstup každého rozdílového zesilovače, zemnicí výstup nelineárního členu a zemnicí výstup napájecího bloku. Napájecí výstup napájecího bloku je spojen s napájecím vstupem každého rozdílového zesilovače a s napájecím vstupem nelineárního členu. Napájecí vstup napájecího bloku je spojen s napájecí svorkou.

Výhodou zapojení podle vynálezu je, že umožňuje s dostatečnou přesností uskutečnit libovolnou nelineární závislost elektrického proudu nebo elektrického odporu na elektrickém napětí přivedeném na svorky zapojení. Tato nelineární závislost je stejná u všech řízených odporů zapojených mezi vstupními svorkami zapojení bez ohledu na hodnotu elektrického odporu příslušného řízeného odporu. Závislost je libovolně reprodukovatelná a časově stálá. Zapojení je prostorově nenáročné a nevyžaduje konstantní teplotu okolí. S ohledem na svoji vysokou účinnost má nízkou spotřebu elektrické energie. Úspora elektrické energie se též projevuje v tom, že umožňuje rychle provést modelované změny a okamžitě odečítat naměřené hodnoty. Změna modelových situací a odečtení naměřených hodnot trvá řádově desítky sekund. Zapojení je velmi jednoduché a levné a lze je snadno sestavit z běžně dostupných součástek.

Příklad zapojení dvou řízených nelineárních odporů v paralelním uspořádání podle vynálezu je znázorněno v blokovém schématu na připojeném výkresu.

První vstupní svorka 7 zapojení je spojena s prvním vývodem 011_1 až 011_n každého řízeného odporu 1_1 až 1_n a s informačním vstupem 021 nelineárního členu 2 . Řízené odpory 1_1 až 1_n jsou tranzistory nebo fototranzistory, případně tranzistory řízené polem nebo elektronky, které umožňují měnit velikost vlastního elektrického odporu, nebo jimi protékaného

proudu, buď vlivem napětí nebo vlivem proudu, který se přivádí na jejich řídicí vstup 013_1 až 013_n . Počet i velikost elektrického odporu jednotlivých řízených odporů 1_1 až 1_n není omezena. Nelineární člen 2 je stejnosměrný zesilovač s nelineární zápornou zpětnou vazbou tvořenou diodami a odpory nebo tranzistory. Výstupní napětí nelineárního členu je nelineárně závislé na vstupním napětí přivedeném na jeho informační vstup 021 .

Nastavovací vstup 022 nelineárního členu 2 je spojen s nastavovací svorkou 10. Nastavovací svorka 10 je spojena buď s napětím nebo s impedancí, a slouží k nastavení nelinearity nelineárního členu 2. Řídicí výstup 025 nelineárního členu 2 je spojen s jedním vývodem každého nastavovacího odporu 3_1 až 3_n . Nastavovací odpory 3_1 až 3_n jsou proměnné odpory, kterými se nastavuje požadovaná hodnota proudu procházejícího příslušným řízeným odporem 1_1 až 1_n . Hodnota proudu procházejícího příslušným řízeným odporem 1_1 až 1_n je závislá na velikosti napětí na řídicím výstupu 045_1 až 045_n přiřazeného rozdílového zesilovače 4_1 až 4_n . Řídicí výstup 045_1 až 045_n rozdílového zesilovače 4_1 až 4_n je spojen s řídicím vstupem 013_1 až 013_n přiřazeného řízeného odporu 1_1 až 1_n . Rozdílový zesilovač 4_1 až 4_n je operační zesilovač s asymetrickým vstupem a výstupem a s dostatečně velkým zesílením. Jeho přenos je proporcionální nebo proporcionálně integrační. Slouží k porovnávání napětí na svém řídicím vstupu 041_1 až 041_n s napětím na svém zpětnovazebním vstupu 042_1 až 042_n . Zpětnovazební vstup 042_1 až 042_n každého rozdílového zesilovače 4_1 až 4_n je spojen se druhým vývodem 012_1 až 012_n přiřazeného řízeného odporu 1_1 až 1_n a se druhým vývodem přiřazeného zpětnovazebního odporu 5_1 až 5_n . Zpětnovazební odpor 5_1 až 5_n je stabilní elektrický lineární odpor, který slouží k měření proudu protékajícího přiřazeným řízeným odporem 1_1 až 1_n . Druhý vývod každého zpětnovazebního odporu 5_1 až 5_n je spojen se druhou vstupní svorkou 8 zapojení a se zemní svorkou. Se zemní svorkou je též spojen zemnicí výstup 044_1 až 044_n každého rozdílového zesilovače 4_1 až 4_n , zemnicí výstup 024 nelineárního členu 2, a zemnicí výstup 063 napájecího bloku 6. Napájecí blok 6 je vytvořen z transformátorů v tom případě, když je na napájecí svorce 9, která je spojena s jeho napájecím vstupem 061 střídavé napětí. Je-li na napájecí svorce 9 stejnosměrné napětí, potom je napájecí blok 6 vytvořen z tranzistorových měničů. Součástí napájecího bloku 6 je usměrňovač střídavého sekundárního napětí oddělovacího transformátoru a obvod pro filtraci a stabilizaci stejnosměrného výstupního napětí.

Filtrace se provádí obvykle kondenzátorem a stabilizace se provádí Zenerovou diodou. Napájecí výstup 062 napájecího bloku 6 je spojen s napájecím vstupem 023 nelineárního členu 2 a s napájecím vstupem 043_1 až 043_n každého rozdílového zesilovače 4_1 až 4_n .

Funkce zapojení bude pro jednoduchost popsána pro řízení prvního nelineárního odporu, který je tvořen prvním řízeným odporem 1_1 a prvním zpětnovazebním odporem 5_1 , přestože nelinearita všech řízených nelineárních odporů připojených na vstupní svorky 7, 8 zapojení je řízena jedním společným nelineárním členem 2. Na první vstupní svorku 7 zapojení a na druhou vstupní svorku 8 zapojení se přivádí elektrické napětí. Toto napětí přichází na informační vstup 021 nelineárního členu 2, ve kterém se upravuje předem nastavenou nelinearitou. Nelinearita je závislá na buď na napěťovém signálu nebo na impedanci přivedené na na-

stavovací svorku 10. V tomto konkrétním případě je závislost výstupního signálu na řídicím výstupu 025 nelineárního členu 2 exponenciálně závislá na napětí na informačním vstupu 021 nelineárního bloku 2. Exponent je roven $\frac{1}{2}$, takže závislost je odmocninová. Výstupní napětí z řídicího výstupu 025 nelineárního členu 2 se vede přes první nastavovací odpor 3₁ na řídicí vstup 041₁ prvního rozdílového zesilovače 4₁. Prvním nastavovacím odporem 3₁ se zadává požadovaná hodnota proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁. První rozdílový zesilovač 4₁ porovnává hodnotu požadovaného proudu, která je na jeho řídicím vstupu 041₁ s hodnotou skutečného proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁, která je na znětnovazebním vstupu 042, prvního rozdílového zesilovače 4₁ a která se získává z úbytku napětí na prvním zpětnovazebním vstupu 042, prvního rozdílového zesilovače 4₁ a která se získává z úbytku napětí na prvním zpětnovazebním odporu 5₁. Úbytek napětí na prvním zpětnovazebním odporu 5₁ je lineárně závislý na proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁. Rozdíl mezi požadovanou hodnotou proudu a skutečnou hodnotou proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁ se v prvním rozdílovém zesilovači 4₁ zesílí a výstupní napětí na jeho řídicím výstupu 045₁ se přivádí na řídicí vstup 013₁ prvního řízeného odporu 1₁. Tím se mění hodnota elektrického odporu prvního řízeného odporu 1₁ tak dlouho, až se srovná velikost požadované hodnoty proudu se skutečnou hodnotou protékajícího proudu, to znamená, že napětí na zpětnovazebním vstupu 042, prvního rozdílového zesilovače 4₁ je stejné napětí jako napětí na jeho řídicím vstupu 041₁. Protože požadovaná hodnota proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁ je odvozena od vstupního napětí na první vstupní svorce 7, přes nelineární člen 2, je i skutečná hodnota proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1₁ nelineárně závislá na vstupním napětí na vstupních svorkách 7, 8 zapojení. Nelineární člen 2 i první rozdílový zesilovač 4₁ se napájejí ze společného napájecího bloku 6. Stejněsměrné napájecí napětí z napájecího bloku 6 je galvanicky odděleno od vstupního napětí přivedeného na napájecí svorku 9, tím je umožněno zapojovat paralelní kombinace nelineárních odporů do série. Potom každá paralelní kombinace má své galvanicky oddělené zapojení. Použije-li se zapojení pro modelování nelineárních odporů důlních větrných sítí, potom tlakový rozdíl zvaný též deprese, představuje napětí na nelineárním odporu, to je vstupní napětí na vstupních svorkách 7, 8 zapojení. Množství vzduchu procházející důlní chodbou, tak zvaný vítr, představuje proud protékající nelineárním odporem, který tvoří první řízený odpor 1₁ a první zpětnovazební odpor 5₁. Odpor větrné cesty, to je odpor, který klade důlní chodba procházejícímu vzduchu představuje hodnota elektrického odporu nelineárního odporu, což je v tomto případě sériové zapojení prvního řízeného odporu 1₁ a prvního zpětnovazebního odporu 5₁.

Tlakový rozdíl - deprese je dán vztahem $h = R \cdot Q^n$,

kde h je tlakový rozdíl - deprese,

R je odpor větrné cesty,

Q je množství vzduchu a

n je exponent, který se pohybuje v rozmezí 1,6 až 2,4.

Vynález se využije v regulační technice, při modelování fyzikálních závislostí pomo-

ci elektrických veličin, zejména při modelování důlních větrných sítí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení řízených nelineárních odporů v paralelní kombinaci, vyznačující se tím, že každý řízený odpor (1_1 až 1_n) je spolu s přiřazeným zpětnovazebním odporem (5_1 až 5_n) zapojen mezi vstupními svorkami (7, 8) zapojení, jehož první vstupní svorka (7) je spojena s prvním vývodem (011_1 až 011_n) každého řízeného odporu (1_1 až 1_n) a s informačním vstupem (021) nelineárního členu (2), jehož nastavovací vstup (022) je spojen s nastavovací svorkou (10) a řídicí výstup (025) nelineárního členu (2) je spojen přes příslušný proměnný odpor (3_1 až 3_n) s řídicím vstupem (041_1 až 041_n) přiřazeného rozdílového zesilovače (4_1 až 4_n), jehož řídicí výstup (045_1 až 045_n) je spojen s řídicím vstupem (013_1 až 013_n) přiřazeného řízeného odporu (1_1 až 1_n), jehož druhý vývod (012_1 až 012_n) je spojen jednak se zpětnovazebním vstupem (042_1 až 042_n) přiřazeného rozdílového zesilovače (4_1 až 4_n) a jednak se druhým vývodem přiřazeného zpětnovazebního odporu (5_1 až 5_n), jehož první vývod je spojen jednak se druhou vstupní svorkou (8) zapojení a jednak se zemní svorkou, se kterou je též spojen jednak zemnicí výstup (044_1 až 044_n) každého rozdílového zesilovače (4_1 až 4_n), jednak zemnicí výstup (024) nelineárního členu (2) a jednak zemnicí výstup (063) napájecího bloku (6), jehož napájecí výstup (062) je spojen jednak s napájecím vstupem (043_1 až 043_n) každého rozdílového zesilovače (4_1 až 4_n) a jednak s napájecím vstupem (023) nelineárního členu (2), přičemž napájecí vstup (061) napájecího bloku (6) je spojen s napájecí svorkou (9).

