



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 206 800

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 12 04 79
(21) PV 2517-79

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

H 01 C 10/14
// G 05 F 5/00

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

(75)
Autor vynálezu LUMTZER EDUARD ing., ŘEHOŘ FRANTIŠEK ing., KOŠICE a OUZKÝ FRANTIŠEK, PRAHA

(54) Zapojení řízených nelineárních odporů spojených do společného uzlu

1

Vynález se týká zapojení řízených nelineárních odporů spojených do jednoho uzlu k modelování fyzikálních závislostí pomocí elektrických veličin.

Při modelování fyzikálních závislostí pomocí elektrických veličin, i v regulační a výpočetní technice se používá nelineárních odporů. Jsou to takové odpory, které mají hodnotu elektrického odporu nelineárně závislou na napětí přivedeném na vývody odporu. Tak při modelování důlních větrných sítí, kdy důlní chodby vycházejí z jednoho společného místa a rozebíhají se vějířovitě do různých směrů je možné toto uspořádání při modelových situacích nahradit soustavou nelineárních odporů, které jsou zapojeny do jednoho uzlu, přičemž nelinearita jednotlivých nelineárních odporů se liší. Nelineární odpory, které se dosud pro tento účel používají mají mnoho nevýhod. Při použití termistorů, které je nejčastější, je třeba termistory nejprve zahřát na předepsanou teplotu a při měření je třeba neustále udržovat konstantní teplotu okolí. Zahřátí termistoru ovlivňuje spotřebu elektrické energie. Jakékoli změny okolní teploty zkreslují naměřené výsledky tak, že neodpovídají skutečnosti. Při změnách modelové situace je třeba čekat dlouhou dobu na přechod termistorů a na jejich vyrovnaní v nových podmínkách s ohledem na tepelnou setrvačnost termistorů. Při použití žárovek se navíc nepříznivě projevuje obtížné nastavení, nespolehlivost a prostorová náročnost. Použije-li se elektronek nebo samotných tranzistorů je na závadu velká nepřesnost a malá časová stálost nelineárního odporu. Protože charakteristiky nelineárních závis-

lostí dosud používaných nelineárních odporů nejsou dlouhodobě stálé ani dostatečně přesné a kladou velké nároky jak na prostor, tak na čas při stabilizaci teploty, což nepříznivě ovlivňuje dobu zkoušek i spotřebu elektrické energie, je třeba sestavit takové nelineární odpory, které by tyto nedostatky odstranily. Tento úkol si klade za cíl předložené zapojení řízených nelineárních odporů spojených do společného uzlu. Podle vynálezu, zapojení sestává z řízených odporů, nelineárních zesilovačů, porovnávacích zesilovačů, napájecí jednotky, proměnných a měřicích odporů. Podstata vynálezu spočívá v tom, že mezi každou samostatnou svorkou zapojení a společnou uzemněnou svorkou zapojení je nelineární odpor sestávající ze sériové kombinace řízeného odporu a měřicího odporu. První vývod měřicího odporu je spojen s uzemněnou společnou svorkou zapojení. Každá samostatná svorka zapojení je spojena s prvním vývodem přiřazeného řízeného odporu a s hodnotovým vstupem přiřazeného nelineárního zesilovače, jehož nastavovací vstup je spojen s přiřazenou nastavovací svorkou. Řídicí výstup každého nelineárního zesilovače je spojen přes přiřazený proměnný odpor s řídicím vstupem přiřazeného porovnávacího zesilovače, jehož řídicí výstup je spojen s řídicím vstupem přiřazeného řízeného odporu. Druhý vývod každého řízeného odporu je spojen se druhým vývodem přiřazeného měřicího odporu a s měřicím vstupem přiřazeného porovnávacího zesilovače, jehož zemnicí výstup je spojen se zemí. Se zemí je též spojen zemnicí výstup každého nelineárního zesilovače a zemnicí výstup napájecí jednotky, jejíž napájecí vstup je spojen s napájecí svorkou.

Napájecí výstup napájecí jednotky je spojen s napájecím vstupem každého nelineárního zesilovače a s napájecím vstupem každého porovnávacího zesilovače.

Výhodou zapojení podle vynálezu je, že umožňuje velmi přesně vymodelovat u jakéhokoli počtu nelineárních odporů spojených do uzlu nelineární závislost mezi napětím přivedeným na příslušnou samostatnou svorku a mezi společnou uzemněnou svorkou zapojení. Tuto nelineární závislost je možno podle potřeby u jednotlivých nelineárních odporů libovolně měnit a případně znova nastavit její původní hodnotu. Změna nelineární závislosti se provádí jednoduchou změnou signálu na příslušné nastavovací svorce. Nastavená nelineární závislost je přesná a časově stálá. U zapojení se neprojevuje tepelná setrvačnost a není třeba udržovat přesnou teplotu okolí. Jakékoli její změny neovlivní přesnost a stálost nastavené nelinearity. Změny modelové situace se mohou uskutečnit během několika desítek sekund, zatímco u dosud známých zapojení trvala změna modelové situace několik hodin. Zapojení vykazuje nízkou spotřebu elektrické energie a je prostorově nenáročné. Je sestaveno z běžně dostupných součástek, což příznivě ovlivňuje jeho cenu.

Příklad zapojení řízených nelineárních odporů zapojených do společného uzlu je schematicky znázorněno na připojeném výkrese, kde jsou dva nelineární odpory.

Jednotlivé bloky zapojení je možno charakterizovat takto. Řízený odpor $\underline{1}_1$ až $\underline{1}_n$ je realizován buď jako tranzistor nebo fototranzistor. Může to být též tranzistor řízený polem nebo elektronka, případně takový elektrický prvek, který umožňuje měnit velikost vlastního elektrického odporu, nebo jím protékaného elektrického proudu v závislosti na napětí nebo na proudu, který se přivádí na jeho řídicí vstup. Nelineární zesilovač $\underline{2}_1$ až $\underline{2}_n$ je

stejnoseměrný zesilovač s nelineární zápornou zpětnou vazbou tvořenou tranzistorem, odpory nebo diodami. Slouží k vytváření nelineární závislosti mezi svým hodnotovým vstupem a svým řídicím výstupem. Nelineární závislost například exponenciální se nastavuje signálem na nastavovacím vstupu nelineárního zesilovače. Proměnný odpor 3_1 až 3_n je běžně známý jakýkoli proměnný odpor například potenciometr, který umožňuje mechanicky měnit vlastní elektrický odpor. Slouží k nastavení signálu, který ovlivňuje velikost proudu protékajícího přiřazeným řízeným odporem. Porovnávací zesilovač 4_1 až 4_n je operační zesilovač s asymetrickým vstupem i výstupem, s proporcionálním nebo proporcionálně - intergačním přenosem a s dostatečně velkým zesílením. Slouží k porovnání napětí na svém řídicím vstupu a na svém měřicím vstupu. Napájecí jednotka 6 je společná pro všechny napájené zesilovače u všech nelineárních odporů. Složení napájecí jednotky 6 je závislé na vstupním napájecím napětí. Je-li vstupní napájecí napětí střídavé, potom je vytvořena z transformátorů. Je-li vstupní napájecí napětí stejnosměrné je vytvořena z tranzistorových měničů. Dále je vybavena usměrňovačem střídavého sekundárního napětí oddělovacího transformátoru, filtračním kondenzátorem a Zenerovou diodou pro stabilizaci stejnosměrného výstupního napětí. Slouží k napájení všech zesilovačů stejnosměrným, stabilizovaným, galvanicky odděleným napětím.

Zapojení může být sestaveno z libovolného počtu nelineárních odporů. Každý nelineární odpor je vytvořen z jednoho řízeného odporu 1_1 až 1_n a k němu do série zapojeného přiřazeného měřicího odporu 5_1 až 5_n . Ke každému nelineárnímu odporu je dále přiřazen jeden nelineární zesilovač 2_1 až 2_n , jeden proměnný odpor 3_1 až 3_n a jeden porovnávací zesilovač 4_1 až 4_n . Napájecí jednotka 6 je pro všechny napájené zesilovače společná. Propojení jednotlivých bloků zapojení je provedeno takto. Každá samostatná svorka 7_1 až 7_n zapojení je spojena s prvním vývodem 011_1 až 011_n přiřazeného řízeného odporu 1_1 až 1_n a s hodnotovým vstupem 021_1 až 021_n přiřazeného nelineárního zesilovače 2_1 až 2_n , jehož nastavovací vstup 022_1 až 022_n je spojen přiřazenou nastavovací svorkou 10_1 až 10_n . Řídicí výstup 025_1 až 025_n každého nelineárního zesilovače 2_1 až 2_n je spojen přes přiřazený proměnný odpor 3_1 až 3_n s řídicím vstupem 041_1 až 041_n přiřazeného porovnávacího 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 . Druhý vývod 012_1 až 012_n každého řízeného odporu 1_1 až 1_n je spojen jednak s měřicím vstupem 042_1 až 042_n přiřazeného porovnávacího zesilovače 4_1 až 4_n a jednak přes přiřazený měřicí odpor 5_1 až 5_n se společnou zemní svorkou 8 . Se zemí je též spojen zemnicí výstup 024_1 až 024_n každého nelineárního zesilovače 2_1 až 2_n , zemnicí výstup 044_1 až 044_n každého porovnávacího zesilovače 4_1 až 4_n a zemnicí výstup 063 napájecí jednotky 6 .

Napájecí vstup 061 jednotky 6 je spojen s napájecí svorkou 9 . Napájecí výstup 062 napájecí jednotky 6 je spojen s napájecím vstupem 023_1 až 023_n každého nelineárního zesilovače 2_1 až 2_n s každým napájecím vstupem 043_1 až 043_n každého porovnávacího zesilovače 4_1 až 4_n .

Činnost všech nelineárních odporů je v podstatě stejná, liší se především druhem nelineární závislosti. Tato nelineární závislost se nastavuje buď impedancí nebo napěťovým

signálem, který se přivádí příslušnou nastavovací svorkou 10_1 až 10_n . Proto je činnost popsána jen pro první nelineární odpor sestavený z prvního řízeného odporu 1_1 a z prvního měřicího odporu 5_1 . Na první samostatnou svorku 7_1 a na společnou svorku 8 se přivádí elektrické napětí, které přichází na hodnotový vstup 021_1 prvního nelineárního zesilovače 2_1 . Toto napětí se v první nelineární zesilovači 2_1 upravuje předem nastavenou nelinearitou. V tomto konkrétním případě je závislost mezi hodnotovým vstupem 021_1 a řídicím výstupem 025_1 prvního nelineárního zesilovače 2_1 odmocninová. Prvním nastavovacím odporem 3_1 se zadává požadovaná hodnota proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1_1 . Signál, představující požadovanou hodnotu proudu přichází na řídicí vstup 041_1 prvního porovnávacího zesilovače 4_1 . Na měřicí vstup 042_1 prvního porovnávacího zesilovače 4_1 přichází signál odpovídající skutečné hodnotě proudu procházejícího prvním řízeným odporem 1_1 . Tento signál se získává z úbytku napětí na prvním měřicím odporu 5_1 , protože tento úbytek je lineárně závislý na proudu protékajícím prvním řízeným odporem 1_1 . Rozdíl mezi požadovanou hodnotou proudu a skutečnou hodnotou proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1_1 se v první porovnávací zesilovači 4_1 zesílí a výstupní napětí na jeho řídicím výstupu 045_1 se přivádí na řídicí vstup 013_1 prvního řízeného odporu 1_1 . Tím se mění hodnota elektrického odporu prvního řízeného odporu 1_1 tak dlouho, až se srovná velikost požadované hodnoty protékajícího proudu se skutečnou velikostí proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1_1 . Potom je také napětí na měřicím vstupu 042_1 prvního porovnávacího zesilovače 4_1 stejné jako napětí na jeho řídicím vstupu 041_1 . Protože požadovaná hodnota proudu protékajícího prvním řízeným odporem 1_1 je odvozena od vstupního napětí na první samostatné svorce 7_1 přes první nelineární zesilovač 2_1 je i skutečná hodnota proudu protékajícího přes první řízený odpor 1_1 nelineárně závislá na napětí na první samostatné svorce 7_1 . Společná napájecí jednotka 6 napájí všechny nelineární zesilovače 2_1 až 2_n a všechny porovnávací zesilovače 4_1 až 4_n stejným, stabilizovaným a galvanicky odděleným napětím. Při použití zapojení pro modelování nelineárních odporů důlních větrných sítí, je dán tlakový rozdíl vztahem:

$$h = R \cdot Q^n,$$

kde

h je tlakový rozdíl - deprese

R je odpor větrné cesty

Q je množství procházejícího vzduchu

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

V zapojení, které slouží jako model důlních chodeb zapojených do společného uzlu, představuje napětí mezi každou samostatnou svorkou 7_1 až 7_n a mezi společnou uzlovou svorkou 8 tlakový rozdíl nebo též depresi na příslušném nelineárním odporu. Proud protékající příslušným nelineárním odporem, který tvoří příslušný řízený odpor 1_1 až 1_n a k němu přiřazený měřicí odpor 5_1 až 5_n , představuje množství vzduchu procházejícího důlní chodbou, které se též nazývá důlní vítr. Elektrický odpor nelineárního odporu představuje odpor důlnímu větru, což je odpor, který klade důlní chodba procházejícímu vzduchu.

Vynálezu se využije při modelování fyzikálních závislostí pomocí elektrických veličin,

zejména při modelování důlních větrných sítí i v regulační technice a v automatizaci.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení řízených nelineárních odporů spojených do společného uzlu, sestávající z řízených odporů, nelineárních zesilovačů, porovnávacích zesilovačů, a z řízených, proměnných a měřicích odporů, vyznačující se tím, že mezi každou samostatnou svorkou (7_1 až 7_n) zapojení a společnou uzemněnou svorkou (8) zapojení je zapojen nelineární odpor sestávající ze sériové kombinace řízeného odporu (1_1 až 1_n) a měřicího odporu (5_1 až 5_n), jehož první vývod je spojen s uzemněnou společnou svorkou (8) zapojení, přičemž každá samostatná svorka (7_1 až 7_n) je spojena s prvním vývodem (011_1 až 011_n) přiřazeného řízeného odporu (1_1 až 1_n) a s hodnotovým vstupem (021_1 až 021_n) přiřazeného nelineárního zesilovače (2_1 až 2_n), jehož nastavovací vstup (022_1 až 022_n) je spojen s přiřazenou nastavovací svorkou (10_1 až 10_n) a řídicí výstup (025_1 až 025_n) každého nelineárního zesilovače (2_1 až 2_n) je spojen přes přiřazený proměnný odpor (3_1 až 3_n) s řídicím vstupem (041_1 až 041_n) přiřazeného porovnávacího 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 se druhým vývodem přiřazeného měřicího odporu (5_1 až 5_n) a s měřicím vstupem (042_1 až 042_n) přiřazeného porovnávacího zesilovače (4_1 až 4_n), jehož zemnicí výstup (044_1 až 044_n) je spojen se zemí, se kterou je též spojen zemnicí výstup (024_1 až 024_n) každého nelineárního zesilovače (2_1 až 2_n) a zemnicí výstup (063) napájecí jednotky (6), jejíž napájecí vstup (061) je spojen s napájecí svorkou (9) a napájecí výstup (062) napájecí jednotky (6) je spojen s napájecím vstupem (023_1 až 023_n) každého nelineárního zesilovače (2_1 až 2_n) a s napájecím vstupem (041_1 až 041_n) každého porovnávacího zesilovače (4_1 až 4_n).

