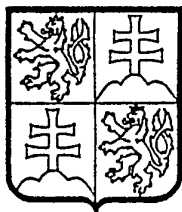


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

PATENTOVÝ SPIS 276 041

(21) Číslo přihlášky : 7520-89.G

(22) Přihlášeno : 28 12 89

(30) Prioritní data :

(13) Druh dokumentu : B6

(51) Int. Cl.⁵ :
G 01 L 7/22

(40) Zveřejněno : 16 07 91

(47) Uděleno : 22 01 92

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku : 18 03 92

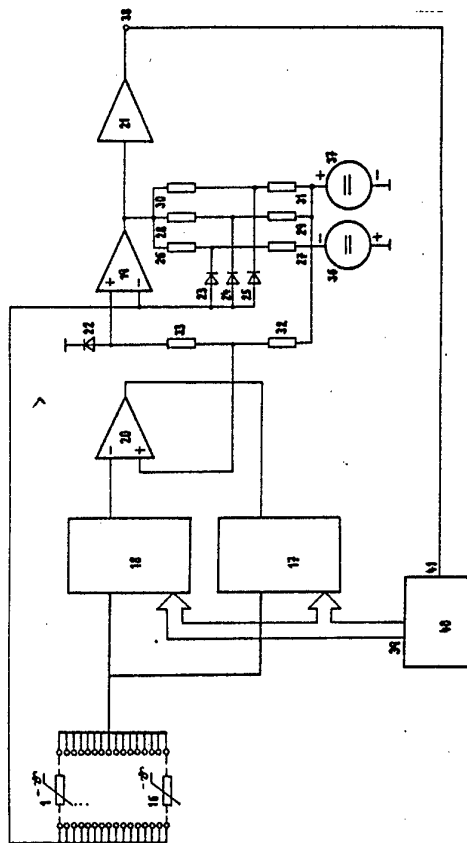
(73) Majitel patentu : ELEKTROPŘÍSTROJ s.p., PRAHA

(72) Původce vynálezu : ODVALIL PAVEL ing., PRAHA

(54) Název vynálezu : Jednotka pro měření teplot

(57) Anotace :

Řešení patří do oboru elektrické měření teplot odporovými teploměry, kde měřicími čidly jsou termistory se záporným teplotním součinitelem odporu. Je řešen problém měření teplot na více místech (tj. přepínání jednotlivých čidel) a problém linearizace teplotní charakteristiky použitých termistorů. Přepínání termistorových čidel se děje pomocí dvou analogových multiplexerů a operačního zesilovače. Operační zesilovač dodává přes jeden z analogových multiplexerů na vybraný termistor měřicí napětí a přes druhý analogový multiplexer kontroluje velikost tohoto napětí. Otázka linearizace nelineární teplotní charakteristiky termistorů je částečně řešena nelineárním zesilovačem, který je vytvořen z dalšího operačního zesilovače a teplotně kompenzovaným diodovým funkčním měničem ve zpětné vazbě. Konečná linearizace je realizována číslicově v návazném mikroprocesoru. Řešení může být využito zejména v oboru klimatizace pro měření širokého rozsahu teplot i jinde, kde rozsah teplot spadá do pracovního rozsahu použitých termistorů.



Vynález se týká jednotky pro měření teplot pomocí termistorových čidel se záporným teplotním součinitelem odporu. Vynález řeší problém přepínání jednotlivých čidel a problém linearizace teplotní závislosti odporu termistoru.

K měření teploty pomocí termistorových čidel se používají různé typy převodníků odporu na jinou veličinu, která je potom měřena. Touto veličinou bývá elektrické napětí, proud, kmitočet nebo časový interval. Při tomto převodu se potom provádí linearizace teplotní charakteristiky termistoru. Běžné metody linearizace jsou následující: linearizace šérioparalelním spojením termistoru s dalšími odpory, která je poměrně levná, ale přináší snížení citlivosti termistoru; linearizace použitím zapojení s více termistory, která umožňuje měření v širším rozsahu teplot, ale naráží na problém zajištění vhodných kombinací termistorů v jednom pouzdře; linearizace pomocí funkčních měničů, která zachovává citlivost i velký rozsah měření, ale použité funkční měniče jsou náročné na množství přesných součástí a bývají teplotně závislé; linearizace pomocí počítače - kde je použit pro zpracování výsledků měření počítač, lze problém linearizace přesunout až do programové části počítače, nevýhodou je však nutnost zajišťovat převodník odporu na číslo s velkým rozsahem výstupních hodnot. Je-li výstupním signálem převodníku odporu na jinou veličinu kmitočet nebo časový interval, přináší to zjednodušení obvodů při následném číslicovém zpracování. Podstatou převodníku zde bývají zpravidla RC obvody s přechodnými ději. Aby výstupní signál nebyl ovlivněn vlastnostmi vedení od termistoru, je třeba převodník umístit k termistoru co nejbližší, čímž je ztiženo snímání teplot více různě vzdálených termistorů jedním pevně umístěným zařízením.

Uvedené nedostatky odstraňuje jednotka pro měření teplot pomocí termistorů se záporným teplotním součinitelem odporu, sestávající dále z invertoru, analogových multiplexerů, diodového funkčního měniče a řídící jednotky podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že všechny termistory jsou jedním vývodem připojeny na invertující vstup prvního operačního zesilovače, na jehož výstup je jednak připojen invertor, jehož výstup je připojen na výstupní svorku celé jednotky pro měření teplot, jednak je odtud přes diodový funkční měnič, napájený zdrojem kladného napětí vůči nulovému potenciálu a zdrojem záporného napětí vůči nulovému potenciálu, zavedena záporná zpětná vazba do invertujícího vstupu tohoto prvního operačního zesilovače, a druhé vývody termistorů jsou připojeny přes první analogový multiplexer k výstupu druhého operačního zesilovače a zároveň přes druhý analogový multiplexer k invertujícímu vstupu tohoto druhého operačního zesilovače, jehož neinvertující vstup je propojen se spojem prvních vývodů prvního odporu a druhého odporu, přičemž první odpor je druhým vývodem připojen na zdroj kladného napětí a druhý odpor je druhým vývodem spojen s neinvertujícím vstupem prvního operačního zesilovače a anodou teplotně kompenzační diody, jejíž katoda je spojena s nulovým potenciálem, přičemž odpovídající si adresní vstupy prvního i druhého analogového multiplexeru jsou navzájem spojeny a propojeny na adresní výstupy řídící jednotky. Výhodné provedení jednotky pro měření teplot spočívá v tom, že výstupní svorka jednotky pro měření teplot je propojena s analogovým vstupem řídící jednotky tvořené mikropočítačem.

Výhodou popsaného vynálezu je to, že při dostatečně rychlém přepínání termistorů lze jednou jednotkou pro měření teplot podle vynálezu nahradit několik současně měřících jednotek, což znamená úsporu zvláště tam, kde je třeba měřit teploty průběžně na více místech. Další úsporu znamená použití pouze částečné linearizace teplotní charakteristiky termistorů. Tato úspora spočívá jednak ve zjednodušení diodového funkčního měniče, a tím minimalizaci nároků na množství přesných stabilních součástek, jednak v tom, že návazný analogově-číslicový převodník může být s menším rozsahem výstupních hodnot a tedy i levnější než bez použití linearizace. Částečnou linearizací teplotní charakteristiky termistoru se zde rozumí taková úprava závislosti výstupního napětí

jednotky pro měření teplot na teplotě termistoru, která tuto závislost v požadovaném pracovním rozsahu teplot zhruba přiblíží přímcí. Děje se tak téměř skokovými změnami zesílení vytvořeného nelineárního zesilovače v závislosti na vstupním signálu, tedy teplotě termistoru. Částečná linearizace zajišťuje, aby strmost závislosti výstupního napětí na teplotě termistoru byla dostatečně velká ve všech bodech závislosti. V daném bodě závislosti je dostatečně velká taková strmost, kdy se při změně teploty termistoru o určitý minimální interval, který je dán požadovanou rozlišovací schopností v tomto bodě, změni výstupní napětí minimálně o takovou hodnotu, jakou je schopen rozlišit návazný analogově-číslicový převodník. Konečná linearizace se potom provádí číslicově v mikropočítači. Teplotní závislost, jež bývá nevýhodou diodových funkčních měničů, je tedy kompenzována použitím teplotně kompenzační diody. Při multiplexním způsobu měření se předpokládá periodické střídání všech měřených míst. Za předpokladu dostatečně rychlého přepínání lze při výpočtu výkonového zatížení termistorů měřicím proudem počítat se střední hodnotou výkonu na termistoru, která je několikrát menší, než hodnota maximální v okamžiku vlastního měření. Je tedy možno při měření používat vyšších výkonů, aniž by došlo k nežádoucímu zahřátí termistorů, a tím ke zkreslení výsledků měření. Odtud plyne nižší citlivost na různá průmyslová rušení u jednotky pro měření teplot podle vynálezu v porovnání s dosud užívanými způsoby měření. Vhodnou volbou odporů diodového funkčního měniče lze tvarovat závislost výstupního napětí jednotky pro měření teplot na teplotě termistoru tak, aby tato závislost vykazovala v různých místech různou strmost a měnit tak rozlišovací schopnost zařízení v závislosti na měřené teplotě.

Na připojeném výkresu je znázorněno obvodové schéma konkrétního provedení jednotky pro měření teplot.

Jednotka pro měření teplot pomocí termistorů se záporným teplotním součinitelem odporu, invertoru a řidicí jednotky je provedena tak, že všechny termistory 1 až 16 jsou jedním vývodem připojeny na invertující vstup prvního operačního zesilovače 19, na jehož výstup je jednak připojen invertor 21, jehož výstup je připojen na výstupní svorku 38 celé jednotky pro měření teplot, jednak je odtud přes diodový funkční měnič 23 až 31, napájený zdrojem 37 kladného napětí vůči nulovému potenciálu a zdrojem 36 záporného napětí vůči nulovému potenciálu, zavedena záporná zpětná vazba do invertujícího vstupu tohoto prvního operačního zesilovače 19, a druhé vývody termistorů 1 až 16 jsou připojeny přes první analogový multiplexer 17 k výstupu druhého operačního zesilovače 20 a zároveň přes druhý analogový multiplexer 18 k invertujícímu vstupu tohoto druhého operačního zesilovače 20, jehož neinvertující vstup je propojen se spojením prvních vývodů prvního odporu 32 a druhého odporu 33. První odpor 32 je druhým vývodem připojen na zdroj 37 kladného napětí a druhý odpor 33 je druhým vývodem spojen s neinvertujícím vstupem prvního operačního zesilovače 19 a anodou teplotně kompenzační diody 22, jejíž katoda je spojena s nulovým potenciálem. Odpovídající si adresní vstupy prvního i druhého analogového multiplexeru 17, 18 jsou navzájem spojeny a propojeny na adresní výstupy 39 řidicí jednotky 40. Výstupní svorka 38 jednotky pro měření teplot je s výhodou propojena s analogovým vstupem 41 řidicí jednotky 40 tvořené mikropočítačem.

Záporná zpětná vazba z výstupu prvního operačního zesilovače 19 do jeho invertujícího vstupu přes diodový funkční měnič 23 až 31 je provedena tak, že výstup prvního operačního zesilovače 19 je spojen s odpory 26, 28 a 30. Druhý vývod odporu 26 je přes odpor 27 spojen se zdrojem 36 záporného napětí. Druhý vývod odporu 28 je přes odpor 29 spojen se zdrojem 37 kladného napětí. Druhý vývod odporu 30 je přes odpor 31 také spojen se zdrojem 37 kladného napětí. Spoje mezi odpory 26 a 27, 28 a 29, 30 a 31 jsou jednotlivě spojeny s katodami diod 23, 24, 25. Anody těchto diod 23 až 25 jsou vzájemně

propojeny a zavedeny do invertujícího vstupu prvního operačního zesilovače 19. Odporů 26 až 31 a diody 23 až 25 tvoří diodový funkční měnič, jenž spolu s prvním operačním zesilovačem 19 vytváří obvod pro částečnou linearizaci teplotní charakteristiky termistoru. Invertor 21 slouží pro získání výstupního napětí kladné polarizace. Analogové multiplexery 17 a 18 tvoří spolu s druhým operačním zesilovačem 20 obvod pro přepínání termistorů. Výběr termistoru je řízen adresními vstupy analogových multiplexerů. Obvod s odporů 32 a 33 a teplotně kompenzační diodou 22 vytváří pomocná napětí pro funkci linearizačního i přepínacího obvodu. Operační zesilovače 19 a 20 pracují s uzavřenou zápornou zpětnou vazbou. U prvního operačního zesilovače 19 je tato vazba uzavřena přes diodový funkční měnič, u druhého operačního zesilovače 20 je uzavřena přes shodně adresované analogové multiplexery. To znamená, že na jejich invertujících vstupech budou prakticky stejné potenciály jako na vstupech neinvertujících. Tyto stejné potenciály budou i na vývodech termistoru, jenž je právě připojen sepnutými kanály analogových multiplexerů, protože proud protékající analogovým multiplexerem 18 je zanedbatelně malý pro velký vstupní odpor druhého operačního zesilovače 20. Rozdíl těchto potenciálů, čili napětí na termistoru, je tedy dán úbytkem napětí na odporu 33, jenž lze považovat za konstantní. Případné kolísání s teplotou teplotně stabilizační diody 22 je sníženo dělicím poměrem odporového děliče 32, 33 na zanedbatelnou hodnotu. Proud tekoucí právě připojeným termistorem a tedy i společným vodičem termistorů se bude měnit pouze v závislosti na teplotě připojeného termistoru. Tento proud, jenž roste s rostoucí teplotou připojeného termistoru, se rozdělí do tří částí, které protékají diodami 23, 24 a 25. Velikost jednotlivých složek závisí na soustavě odporů 26 až 31. V konkrétním provedení byly odpory 26 až 31 navrženy tak, že proud při teplotách připojeného termistoru do 30 °C teče pouze diodou 23, při teplotách nad 30 °C teče i přes diodu 24 a při teplotách nad 75 °C teče všemi diodami. Postupné otevírání diod má vliv na velikost záporné zpětné vazby prvního operačního zesilovače 19 a tvaruje tak požadovaným způsobem průběh závislosti výstupního napětí na teplotě připojeného termistoru. Změna teploty diod 23 až 25 ovlivňuje velikost napěťového úbytku na těchto diodách. Vzniklé teplotní změny napětí na invertujícím vstupu prvního operačního zesilovače 19 jsou kompenzovány teplotními změnami napětí na teplotně kompenzační diodě 22, která je stejného typu a je udržována na stejné teplotě jako diody 23 až 25, jež jsou přivedeny na neinvertující vstup tohoto operačního zesilovače. Napěťové úbytky na jednotlivých diodách mohou být v závislosti na protékajících proudech rozdílné, jejich teplotní změny jsou však přibližně stejné.

Jednotky pro měření teplot podle vynálezu je možno využít všude tam, kde je třeba jednoduchými prostředky měřit teplotu v širokém rozsahu na několika místech a je přitom k dispozici mikropočítač s analogově-číslicovým převodníkem pro zpracování výsledků. Může se například jednat o případ klimatického zařízení, kde rozsah měřených teplot začíná od nízkých venkovních teplot v zimním období a končí vysokými teplotami topného média, například -20 až 120 °C.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Jednotka pro měření teplot pomocí termistorů se záporným teplotním součinitelem odporu, invertoru a řídící jednotky, vyznačující se tím, že všechny termistory (1 až 16) jsou jedním vývodem připojeny na invertující vstup prvního operačního zesilovače (19), na jehož výstup je jednak připojen invertor (21), jehož výstup je připojen na výstupní svorku (38) celé jednotky pro měření teplot, jednak je

odtud přes diodový funkční měnič (23 až 31), napájený zdrojem (37) kladného napětí vůči nulovému potenciálu a zdrojem (36) záporného napětí vůči nulovému potenciálu, zavedena záporná zpětná vazba do invertujícího vstupu tohoto prvního operačního zesilovače (19), a druhé vývody termistorů (1 až 16) jsou připojeny přes první analogový multiplexer (17) k výstupu druhého operačního zesilovače (20) a zároveň přes druhý analogový multiplexer (18) k invertujícímu vstupu tohoto druhého operačního zesilovače (20), jehož neinvertující vstup je propojen se spojem prvních vývodů prvního odporu (32) a druhého odporu (33), přičemž první odpor (32) je druhým vývodem připojen na zdroj (37) kladného napětí a druhý odpor (33) je druhým vývodem spojen s neinvertujícím vstupem prvního operačního zesilovače (19) a anodou teplotně kompenzační diody (22), jejíž katoda je spojena s nulovým potenciálem, přičemž odpovídající si adresní vstupy prvního i druhého analogového multiplexeru (17,18) jsou navzájem spojeny a propojeny na adresní výstupy (39) řídicí jednotky (40).

2. Jednotka pro měření teplot podle bodu 1, vyznačující se tím, že výstupní svorka (38) jednotky pro měření teplot je propojena s analogovým vstupem (41) řídicí jednotky (40) tvořené mikropočítačem.

1 výkres

