



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

249939
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 01 K 7/02

(22) Prihlášené 13 08 84

(21) (PV 6132-84)

(40) Zverejnené 31 08 85

(45) Vydané 15 03 88

(75)

Autor vynálezu

ŠTANC STANISLAV ing., PIEŠŤANY, GESE AUGUSTÍN ing. CSc.,
HLOHOVEC, TOMÍK JÁN ing., PIEŠŤANY, VOJTEK ŠTEFAN ing., TRNAVA

(54) Merací systém teplotného rozdielu s automatickou kontrolou presnosti
merania a veľkou spoľahlivosťou snímania

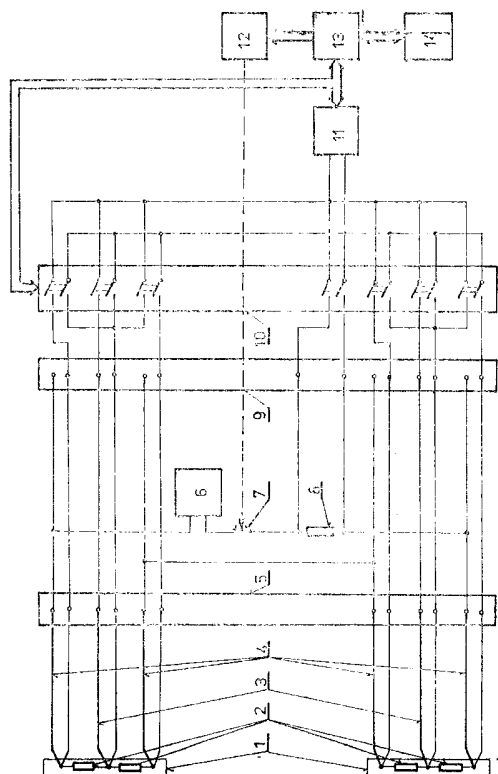
1

Riešenie sa týka oboru merania teplôt a rieši merací systém pre meranie teplotného rozdielu, ktorý si v čase súčasne s meraním kontroluje presnosť merania a ktorý má veľmi vysokú spoľahlivosť snímania.

Podstata riešenia spočíva v tom, že v meracom systéme je na miestach merania teplôt využitá kombinácia dvoch odporových teplomerov a troch termoelektrických článkov, ktoré sú vhodne merané a vyhodnocované voľne programovateľným zariadením pre spracovanie informácií. Termoelektrické články sú využívané ako pre napájanie odporových teplomerov a meranie napäťových úbytkov na nich, tak pre meranie teplotných rozdielov.

Riešenie možno využiť pri meraniach teplotných rozdielov v priemysle a v laboratóriách, pri ktorých znalosť presnosti merania v priebehu využívania meraných údajov a vysoká spoľahlivosť snímania hrá dôležitú úlohu z hľadiska ekonomiky a bezpečnosti pri riadení prevádzok, resp. experimentov.

2



Vynález rieši merací systém teplotného rozdielu s automatickou kontrolou presnosti merania v čase a veľkou spoľahlivosťou snímania, spadá do odboru merania teplôt.

Meracie systémy sa vo všeobecnosti skladajú zo snímačov, meracích trás a meracích prostriedkov. V meracích systémoch pre meranie teplôt a teplotných rozdielov sa používajú často ako snímače odporové teplomery a termoelektrické články. Meracie prostriedky sú budované na prvkoch analógovej, resp. číslicovej techniky. Silný vplyv na presnosť a spoľahlivosť meracích systémov pri meraní teplôt a teplotných rozdielov majú snímače. Pri porovnaní odporových teplomerov a termoelektrických článkov z hľadiska presnosti a spoľahlivosti merania vyznačujú sa tieto navzájom určitými prednosťami a nedostatkami. Medzi prednosťami odporových teplomerov patrí najmä ich veľká dosiahnuteľná presnosť, medzi nedostatky nízka spoľahlivosť (najmä pri výskyte mechanických vibrácií), nemožnosť lokálnych meraní, veľká časová konštanta a potreba napájania. Medzi prednosťami termoelektrických článkov patrí ich jednoduchosť, malé rozmery, malá časová konštanta, nepotrebnosť napájania, vysoká spoľahlivosť, medzi nedostatky malá presnosť.

Presnosť merania teplôt s odporovými teplomermi a s termoelektrickými článkami v prevádzkových meraniach, pokiaľ zanedbávame ďalšie chyby na trase a meracích prístrojoch, môže dosiahnuť u odporových teplomerov cca stotiny $^{\circ}\text{C}$, u termoelektrických článkov z obecných kovov cca 1°C . Relatívne malá presnosť merania s termoelektrickými článkami je spôsobená najmä tým, že nie je možné preniesť overené hodnoty termoelektrických článkov z laboratória do reálnych podmienok. Podľa najnovších platných teórií nevzniká termonapätie v meracom konci termoelektrického článku, ale v jednotlivých elektródach termoelektrického článku vplyvom teplotného spádu po jeho dĺžke, pričom nie je možné pri overovaní v laboratóriu zabezpečiť, aby bol teplotný spád po dĺžke termoelektrického článku identický s teplotným spádom po dĺžke v prevádzkových podmienkach. Vo svete sú známe aj také meracie systémy, ktoré využívajú súčasne odporový teplomer a dva termoelektrické články, aby sa zlúčili niektoré prednosti a odstránili niektoré nedostatky oboch druhov snímačov. Doteraz známe meracie systémy teplôt a teplotných rozdielov mali dve nevýhody. Meracie systémy si v čase automaticky nekontrolovali presnosť merania a ich spoľahlivosť snímania nebola dostatočná pre extrémne ťažké prevádzkové podmienky.

Vyššie uvedené nevýhody meracích systémov odstraňuje merací systém teplotného rozdielu s automatickou kontrolou presnosti a veľkou spoľahlivosťou snímania, ktorého podstatou je, že porovnávacie konce termoelektrických článkov v horúcej rezerve

a termoelektrických článkov v studenej rezerve sú vyvedené do izotermickej krabice, odporové teplomery sú pripojené na zdroj prúdu cez vypínací kontakt, slúžiaci na meranie parazitných termonapätí, odporový normál a napájacie vetvy termoelektrických článkov v studenej rezerve, ďalej sú odporové teplomery prostredníctvom meracích vetiev termoelektrických článkov v studenej rezerve a termoelektrických článkov v horúcej rezerve, odporový normál a termoelektrické články v horúcej rezerve cez prepínač meracích miest pripojené na vstup analógovo-číslícového prevodníka voľne programovateľného zariadenia na spracovanie informácií, ktoré slúžia na výpočet výberovej smerodatnej odchýlky z teplotných rozdielov dvojíc odporových teplomerov umiestnených v identickej teplote, na overovanie termoelektrických článkov v horúcej rezerve, prostredníctvom odporových teplomerov a na automatické prepínanie výsledkov merania z odporových teplomerov na meranie z overených termoelektrických článkov v horúcej rezerve v prípade výskytu porúch na odporových teplomeroch, pričom termoelektrické články v studenej rezerve vyvedené na svorkovnicu slúžia na meranie v prípade súčasných porúch odporových teplomerov a termoelektrických článkov v horúcej rezerve.

Vytvorením meracieho systému teplotného rozdielu podľa navrhovaného riešenia, využívajúceho pre meranie teplôt a teplotných rozdielov kombináciu odporových teplomerov a termoelektrických článkov, sa vhodne kĺbia prednosti oboch druhov snímačov — presnosť a spoľahlivosť — a navyiac sa získajú nové vyššie účinky. Dvojnásobným meraním teploty a teplotného rozdielu z odporových teplomerov zvýši sa presnosť merania teploty a teplotného rozdielu. Z meraných teplotných rozdielov dvojíc odporových teplomerov umiestnených v identickej teplote, získa sa možnosť sledovania presnosti merania z odporových teplomerov v čase. Päťnásobným snímaním teploty na jednom z miest teplotného rozdielu, kde sa 2-krát sníma teplota prostredníctvom odporových teplomerov, 1-krát prostredníctvom termoelektrického článku v horúcej rezerve a 2-krát prostredníctvom termoelektrických článkov v studenej rezerve, získa sa extrémne vysoká spoľahlivosť snímania aj v ťažkých prevádzkových podmienkach. Pri poruche merania v dôsledku prerušenia odporového teplomeru sa výstup meracieho systému automaticky prepína na meranie z termoelektrických článkov v horúcej rezerve, ktoré sú pred ich použitím overené prostredníctvom odporových teplomerov, zistí a vypíše sa adresa prerušeného meracieho obvodu odporového teplomeru. Takto využívané termoelektrické články v horúcej rezerve získajú presnosť merania, ktorá sa blíži k presnosti merania s odporovými

rovými teplomerami. Pri súčasnej poruche odporových teplomerov a termoelektrických článkov v horúcej rezerve, možno po prepojení využiť pre meranie teplotného rozdielu termoelektrické články v studenej rezerve.

Na pripojenom výkrese je znázornená schéma meracieho systému teplotného rozdielu podľa vynálezu.

Merací systém teplotného rozdielu s automatickou kontrolou presnosti a veľkou spoľahlivosťou snímania má teplotné snímače umiestnené v miestach teplotného rozdielu 1, pričom každý teplotný snímač obsahuje dva odporové teplomery 2, jeden termoelektrický článok v horúcej rezerve 3 a dva termoelektrické články v studenej rezerve 4. V izotermickej krabici 5 sú termostatované porovnávacie konce termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 a termoelektrických článkov v studenej rezerve 4. Prúdový zdroj 6 napája cez vypínací kontakt 7 odporový normál 8 a napájacie vetvy termoelektrických článkov v studenej rezerve 4 odporové teplomery 2. Merací systém ďalej obsahuje svorkovnicu 9, prepínač meracích miest 10, analógovo-číslcový prevodník 11, ovládací prvok 12, voľne programovateľné zariadenie pre spracovanie informácií 13 a indikačné a zapisovacie zariadenie 14. Prepínač meracích miest 10, analógovo-číslcový prevodník 11, ovládací prvok 12 a indikačné a zapisovacie zariadenie 14 tvoria periférie voľne programovateľného zariadenia pre spracovanie informácií 13. Napájacie vetvy termoelektrických článkov v studenej rezerve 4 slúžia pre napájanie odporových teplomerov 2, meracie vetvy termoelektrických článkov v studenej rezerve 4 a termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 slúžia pre meranie napätových úbytkov z odporových teplomerov 2. Termoelektrické články v horúcej rezerve 3 a termoelektrické články v studenej rezerve 4 slúžia zároveň na meranie teplotných rozdielov. Merací systém môže pracovať v 3 režimoch, podľa technického stavu teplotných snímačov. V základnom režime, kedy sa nevyskytlo žiadne prerušenie odporových teplomerov 2, v režime horúcej rezervy, kedy je porušený jeden, resp. viacero odporových teplomerov 2 a systém využíva pre meranie termoelektrické články v horúcej rezerve 3 a v režime prevádzky studenej rezervy, kedy sú súčasne prerušené odporové teplomery 2 a termoelektrické články v horúcej rezerve 3 a systém využíva pre meranie termoelektrické články v studenej rezerve 4. V základnom režime sa snímajú v každom meracom cykle napätové úbytky z odporových teplomerov 2, napätové signály z termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 a napätový úbytok z odporového normálu 8. Pred spracovaním nameraných údajov v meracom cykle, kontroluje voľne programovateľné zariadenie pre spracovanie informácií 13, podľa veľkosti napätia na odporovom normále 8 prerušenosť me-

racíh obvodov odporových teplomerov 2. V prípade, že meracie obvody odporových teplomerov sú neprerušené, počíta voľne programovateľné zariadenie pre spracovanie informácií 13 z napätových úbytkov odporových teplomerov 2 a napätového úbytku z odporového normálu 8 teploty zo všetkých odporových teplomerov 2, teplotné rozdiely miest teplotného rozdielu 1 a teplotné rozdiely dvojíc odporových teplomerov 2, ktoré ležia v identickej teplote. Ďalej z napätových signálov termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 počíta teplotné rozdiely miest teplotných rozdielov 1. Pri výpočte teplôt z odporových teplomerov 2 treba zohľadňovať parazitné termonapätia na meracích trasách, ktoré sa superponujú na napätové úbytky z odporových teplomerov 2. Parazitné termonapätie na meracích trasách sa získava pri prerušení prúdového napájacieho obvodu odporových teplomerov 2 vypínacím kontaktom 7. Frekvencia merania parazitných termonapätí závisí od rýchlosti zmeny teploty v čase po dĺžke meracích tras. Ovládanie vypínacieho kontaktu, v závislosti od frekvencie merania parazitných termonapätí, možno prevádzať prostredníctvom ovládacieho prvku 12 voľne programovateľného zariadenia pre spracovanie informácií 13, resp. ručne. Z vypočítaných teplotných údajov pre merací cyklus v základnom režime vystupujú údaje o teplotách a teplotnom rozdiel miest teplotného rozdielu 1 počítaných z odporových teplomerov 2 na indikačné a zapisovacie zariadenie 14. Údaje o meraných rozdieloch dvojíc odporových teplomerov 2, ktoré ležia v identickej teplote sa využívajú pre výpočet výberovej smerodatnej odchýlky. Výberová smerodajná odchýlka charakterizuje presnosť meracieho systému, prostredníctvom nej je možné sledovať presnosť merania s odporovými teplotami 2 v čase. Počet meracích cyklov, v priebehu ktorých sa počíta výberová smerodajná odchýlka, závisí od presnosti s akou má výberová smerodajná odchýlka nahradzovať smerodajnú odchýlku systému merania s odporovými teplomerami 2. Údaje teplotných rozdielov miest teplotného rozdielu 1, získané súčasne z odporových teplomerov 2 a termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 sa využívajú pre získanie opravných koeficientov pre termoelektrické články v horúcej rezerve 3. Opravné koeficienty sa získavajú pre každý merací cyklus, z nich sa potom filtrovaním získavajú výsledné opravné koeficienty. Počet meracích cyklov, ktoré sú zohľadňované pri výpočte výsledných opravných koeficientov závisí od presnosti analógovo-číslcového prevodníka, od jeho vlastností pre potlačenie rušivých napätí a od úrovne rušivých napätí na meracích trasách. Takto získané výsledné opravné koeficienty sú výsledkom overovania termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3, prostredníctvom

odporových teplomerov 2 v reálnych podmienkach, využívajú sa v prípade poruchy odporových teplomerov 2. V praktických prípadoch môže byť počet meracích cyklov, v priebehu ktorých sa počíta výberová smerodatná odchýlka a výsledné opravné koeficienty v rozsahu 1 až 100. (Jeden merací cyklus pre výpočet výberovej smerodatnej odchýlky by postačoval jedine v prípade, keby sa výsledný teplotný rozdiel skladal z niekoľkých dielčích teplotných rozdielov.) V prípade, že v meracom cykle po zosnímaní zistí voľne programovateľné zariadenie pre spracovanie informácií 13, že je niektorý z meracích obvodov odporových teplomerov 2 prerušený, začína merací systém pracovať v režime horúcej rezervy. V tomto režime zistí voľne programovateľné zariadenie pre spracovanie informácií 13 adresnosť prerušeného meracieho obvodu odporových teplomerov 2 a vypočíta teplotné rozdiely miest teplotného rozdielu 1 už z overených termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3. Na indikačné a zapisovacie zariadenie vypíše adresu prerušeného meracieho obvodu odporových teplomerov 2 a teplotné rozdiely z termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3. Adresa prerušeného meracieho obvodu odporových teplomerov 2 sa zisťuje na základe veľkosti napäťových úbytkov z odporových teplomerov 2. Na neprerušených meracích obvodoch odporových teplomerov 2 sú merné napäťové úbytky približne rovné nule, na prerušenom meracom obvode je meraný napäťový úbytok rovný napätiu nezafarženého prúdo-

vého zdroja 6. Teplotné rozdiely miest teplotného rozdielu 1 z termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3 sa počítajú s výslednými opravnými koeficientami, získanými pri overovaní prostredníctvom odporových teplomerov 2, v základnom režime. Takýmto spôsobom sa podstatne zvýši presnosť merania teplotného rozdielu z termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3, ktorá sa blíži k presnosti merania teplotného rozdielu z odporových teplomerov 2. V prípade, že sa na jednom, resp. oboch teplotných snímačoch prerušia súčasne odporové teplomery 2 a termoelektrické články v horúcej rezerve 3, môže pracovať merací systém v režime studenej rezervy. V tomto režime je potrebné prepojiť termoelektrické články v studenej rezerve 4 na miesta termoelektrických článkov v horúcej rezerve 3, na prepínači meracích miest 10, v mieste medzi svorkovnicou 9 a prepínačom meracích miest 10.

Výhodne možno uvedený merací systém použiť v prípade, keď sa teplotný rozdiel meria viacnásobne. Ako príklad možno uviesť viacnásobné meranie teplotného rozdielu chladiva jadrového reaktora na jednotlivých chladiacich slučkách. V takomto prípade možno sledovať presnosť meracieho systému prostredníctvom výberovej smerodatnej odchýlky pre každý jednotlivý merací cyklus. Vhodnou voľbou odporového normálu v schéme meracieho systému možno eliminovať vplyv systematickej chyby analógovo-číslícového prevodníka na meranú teplotu prostredníctvom odporových teplomerov.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Merací systém teplotného rozdielu s automatickou kontrolou presnosti merania a veľkou spoľahlivosťou snímania, využívajúci pre snímanie teplôt kombináciu odporových teplomerov a termoelektrických článkov, signály, z ktorých sú merané analógovo-číslícovým prevodníkom, vyhodnocované voľne programovateľným zariadením na spracovanie informácií, zobrazované indikačným a zapisovacím zariadením sa vyznačuje tým, že porovnávacie konce termoelektrických článkov v horúcej rezerve (3) a termoelektrických článkov v studenej rezerve (4) sú vyvedené do izotermickej krabice (5), odporové teplomery (2) sú pripojené na zdroj prúdu (6) cez vypínací kontakt (7) slúžiaci na meranie parazitných termonapätí, odporový normál (8) a napájacie vetvy termoelektrických článkov v studenej rezerve (4), ďalej sú odporové teplomery (2) prostredníctvom meracích vetiev termoelektrických článkov v studenej rezerve (4) a termoelektrických článkov v horúcej rezerve (3), odporový normál (8) a termoelektrické články v horúcej rezerve (3) cez prepínač meracích miest (10) pripojené na

vstup analógovo-číslícového prevodníka (11) voľne programovateľného zariadenia na spracovanie informácií (13), ktoré slúži na výpočet výberovej smerodatnej odchýlky z teplotných rozdielov dvojíc odporových teplomerov (2) umiestnených v identickej teplote, na overovanie termoelektrických článkov v horúcej rezerve (3) prostredníctvom odporových teplomerov (2) a na automatické prepínanie výsledkov merania z odporových teplomerov (2) na meranie z overených termoelektrických článkov v horúcej rezerve (3) v prípade výskytu porúch na odporových teplomeroch (2), pričom termoelektrické články v studenej rezerve (4) vyvedené na svorkovnicu (9) slúžia na meranie v prípade súčasných porúch odporových teplomerov (2) a termoelektrických článkov v horúcej rezerve (3).

2. Merací systém teplotného rozdielu podľa bodu 1, sa vyznačuje tým, že vypínací kontakt (7) v napájacom okruhu odporových teplomerov (2) je spojený s ovládacím prvkom (12) voľne programovateľného zariadenia pre spracovanie informácií (13).

