



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

233771

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 K 7/24

(22) Přihlášeno 13 12 82
(21) (PV 9068-82)

(40) Zveřejněno 13 08 84

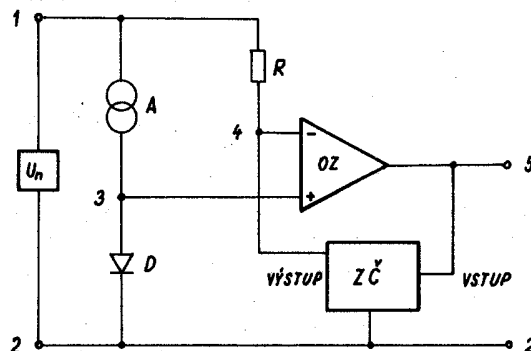
(45) Vydáno 15 08 86

(75)
Autor vynálezu

HOFMANN ANTONÍN ing., TŘEBECHOVICE

(54) Zapojení elektrického převodníku teploty se samočinnou
kompenzací napětí

Vynález se týká zapojení elektrického převodníku teploty se samočinnou kompenzací napětí na polovodičovém čidlu k měření teploty za použití operačního zesilovače a jím řízeného zpětnovazebního članku, přičemž polovodičové čidlo může být teplotně lineární polovodičový odpor, dioda nebo tranzistor, zapojený jako dioda. Podstata vynálezu spočívá jednak v tom, že napětí na diodě se kompenzuje napětím řízeného děliče na teplotním čidlu, jednak v tom, že velikost napětí na diodě je dána velikostí vyrovnávacího proudu.



0BR. 1

Vynález se týká zapojení elektrického převodníku teploty se samočinnou kompenzací napětí na polovodičovém k čidlu měření teploty za použití operačního zesilovače a jím řízeného zpětnovazebního článku, přičemž polovodičové čidlo může být teplotně lineární polovodičový odpor, dioda nebo tranzistor, zapojený jako dioda.

V současné době využívají jednoduché diodové teploměry známé závislosti mezi napětím a teplotou polovodičového přechodu při konstantním proudu. Využívá se polovodičového přechodu i u tranzistorů, případně speciálních odporů. Zdrojem klidového proudu je zdroj napětí s předřazeným velkým odporem. Zdroj napětí napájí i pomocný dělič složený ze dvou odporů, z nichž jeden je nastavitelný. Napětí na diodě a odbočce odporového děliče se měří měřidlem s nastavitelnou citlivostí. Zapojení tvoří kupř. Wheastonův můstek, v jehož jednom rameni je teploměrná dioda.

Odporový dělič se nastaví tak, aby při jedné referenční teplotě (0°C) neprotékal měřidlem proud. Při jiné teplotě polovodičového přechodu je napětí na diodě jiné než na odbočce děliče a měřidlem protéká proud, který je mírou teploty. Při druhé referenční teplotě (100°C) se nastaví citlivost měřidla tak, aby údaj odpovídal teplotě. Nedostatek však je, že proud procházejícím měřidlem, nebo vstupním obvodem měřidla, nebo pomocným děličem na vstupu kompenzačního číslíkového voltmetru zatěžuje obvod teplotního čidla, což je hlavní příčinou nelinearity a chyby převodu. Polovodičovým čidlem může být buď teplotně lineární polovodičový odpor, dioda nebo tranzistor, zapojený jako dioda (dále jen polovodičové čidlo). Měřicí proud ovlivňuje klidový odpor teplotního čidla a výsledek chyb může dosáhnout až jednotky procent. Proměnné zatěžování teplotního čidla vyvolává problémy při nastavování referenčních údajů, protože obvody se navzájem ovlivňují a nastavovací postup je nutné opakovat. Další problém způsobuje připojení teplotního čidla a měřidla k měřicímu obvodu. Pouze jeden prvek může být spojen se společným vodičem a případně stíněn proti rušivým napětím. Na přípójkách k druhému prvku se rušivá napětí uplatní v plné míře. Většina současných zapojení vychází z principu popsaného obvodu. K realizaci dokonalejších proudových zdrojů a k vysekoohmévání oddělení teplotního čidla od měřidla se používá tranzistorů a operačních zesilovačů. Kompenzace počátečního napětí na teplotním čidle se realizuje různými způsoby a zapojení obvykle využívají proudových nebo napěťových komparátorů na bázi operačních zesilovačů.

Některé zapojení dovolují stínit teplotní čidlo i výstup k měřidlu. Všechny tyto úpravy však vedou ke složitým zapojením, obsahujícím minimálně dva operační zesilovače. Každé další zlepšení vlastností zapojení je podmíněno jednak ještě větší složitostí a dále horší teplotní a dlouhodobou stabilitou, protože zapojení obsahuje prvky teplotně závislé, které se nepříznivě podílejí přímo na přenosu měřeného signálu. Značně nepříznivý vliv má teplotní závislost proudové a napěťové nesymetrie vstupů operačních zesilovačů. Zapojení pro nenáročná použití využívají větších klidových proudů až deset mA, ke snížení nepříznivého vlivu nestabilit vstupních obvodů operačních zesilovačů. To však způsobuje vlastní ohřev polovodičového čidla, což vede k velké chybě. Jiným nedostatkem je, že teplotní čidlo bývá galvanicky připojeno ke vstupům operačního zesilovače, které nelze chránit běžnými prostředky proti přepětí vzniklé např. vazbou při odpojení teplotního čidla. Může proto dojít k zahlcení zesilovače příp. i k jeho zničení.

Uvedené nedostatky současného stavu techniky jsou odstraněny vynálezem, jehož podstatou je že v protějším větších místku v uzlu jsou zapojeny teplotní čidlo a výstupní odpor zpětnovazebního článku a ve zbývajících větších místku se společným uzlem jsou zapojeny proudový zdroj s pomocným odporem, přičemž uzly, jsou připojeny ke zdroji napájecího napětí, uzel, společný proudovému zdroji a teplotnímu čidlu, je připojen na neinvertující vstup operačního zesilovače a uzel, společný pomocnému odporu a výstupnímu odporu zpětnovazebního článku, je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače, přičemž výstup operačního zesilovače je spojen se vstupem zpětnovazebního článku a s výstupní svorkou a druhá výstupní svorka obvodu je společná zpětnovazebnímu článku, teplotnímu čidlu a zdroji napájecího napětí.

Zapojení má řadu předností, které jsou důsledkem užitého principu. Hlavní výhodou vynálezu proti dosavadnímu stavu techniky je, že napětí na polovodičovém čidlu je srovnáváno operačním zesilovačem s napětím na odbočce proměnného děliče a jejich rozdíl řídí dělič tak, že dochází k vyrovnání obou napětí. V ustáleném stavu jsou prakticky obě napětí stejná a proto ani teplotní čidlo, ani odbočka řízeného děliče nejsou zatěžovány připojenými vstupními obvody operačního zesilovače.

Vstupy operačního zesilovače lze chránit proti přetížení běžně užívanými způsoby, např. antiparalelním zapojením diod. Dělič, řízený napětovou diferencí, je složen z pevného odporu a výstupního odporu zpětnovazebního članku, jehož druhá strana je připojena na výstup operačního zesilovače a změnou parametrů přenosného članku můžeme měnit výslednou konstantu převodu.

Všechny důležité části obvodu jsou spojeny se společným vodičem, přičemž mírou teploty polovodičového čidla je velikost napětí na vstupu zpětnovazebního članku, což jednak umožňuje snadné připojení vnějších prvků jednak dovoluje stínit teplotní čidlo i výstup, případně použít čtyřvodičového připojení teplotního čidla při dálkovém měření. Výstupní napětí obvodu je úměrné napětí na polovodičovém čidlu a má tedy lineární průběh.

Lze volit nízký klidový proud diodou bez ohledu na odpory vstupů operačního zesilovače, takže dochází k zanedbatelnému vlastnímu ohřevu čidla. Při cejchování lze nezávisle pro dvě teploty nastavit výstupní napětí. Zapojení je jednoduché a využívá minimální počet součástí. U všech součástí lze zajistit dobrou teplotní stabilitu.

Vynález bude blíže popsán a vysvětlen na příkladu možného provedení podle vynálezu s použitím dvou obrázků, kde obr. 1 představuje principiální schéma měřicího zařízení a obr. 2 schéma jednoduché aplikace obvodu převodníku pro měření teploty s diodou jako teplotním čidlem.

Zdroj napětí viz. obr. 1 je připojen ke svorkám 1, 2 a napájí zdroj A klidového proudu diody D a dělič složený z odporu R a výstupního odporu zpětnovazebního članku ZC . Mezi uzly 3, 4 je zapojen vstup operačního zesilovače OZ tak, že uzel 3 s teplotně závislou diodou D je spojen s neinvertujícím vstupem a uzel 4 s výstupem zpětnovazebního članku ZC . Výstupní svorka 5 operačního zesilovače OZ je spojena se vstupem zpětnovazebního članku ZC . Polarita připojení vstupu OZ k uzlům 3, 4 je volena tak, že napětí vzniklé mezi uzly 3, 4 po zesílení operačním zesilovačem OZ a převedení na vstup članku ZC způsobí takovou změnu výstupního odporu članku ZC , že rozdíl napětí mezi uzly 3, 4 je prakticky nulový. Napětí mezi výstupní svorkou 2 operačního zesilovače OZ a společnou svorkou 2 je mírou teploty polovodičového přechodu diody.

V příkladu jednoduchého provedení elektrického převodníku pro měření teploty viz. obr. 2 je zdroj klidového proudu $100 \mu A$ odvozen ze zdroje napětí $U = 15 V$ stabilizovaného Zenerovou diodou ZD s předřazeným odporem $R1$ a stabilizačním odporem $R2$. Zpětnovazební člank ZC je složen pouze ze dvou odporů $R4$, $R5$. Odpor $R1$ společně s výstupním odporem zpětnovazebního članku ZC tvoří dělič napětí, řízený výstupním napětím operačního zesilovače OZ z uzlu 5. Mezi uzly 3, 4 jsou antiparalelně zapojeny dvě ochranné diody $D1$, $D2$.

Výstupní napětí U_o převodníku pro měření teploty je odebíráno z odbočky 6 nastavitelného odporu $R5$ a společného vodiče 2. Teplotně závislá dioda D má ochranné stínění spojené se společným vodičem 2. Operační zesilovač OZ je napájen běžným způsobem. V klidovém stavu se ustaví prakticky nulový potenciální rozdíl mezi uzly 3, 4. Odpor $R4$ nastavíme při referenční teplotě $0^\circ C$ na výstupu 6 nulový napětí. Při druhé referenční teplotě $100^\circ C$ nastavíme odporem $R5$ na výstupu 6 napětí $100 mV$. Převodník pracuje v tomto zapojení s převodem teploty na napětí $1 mV/1^\circ C$.

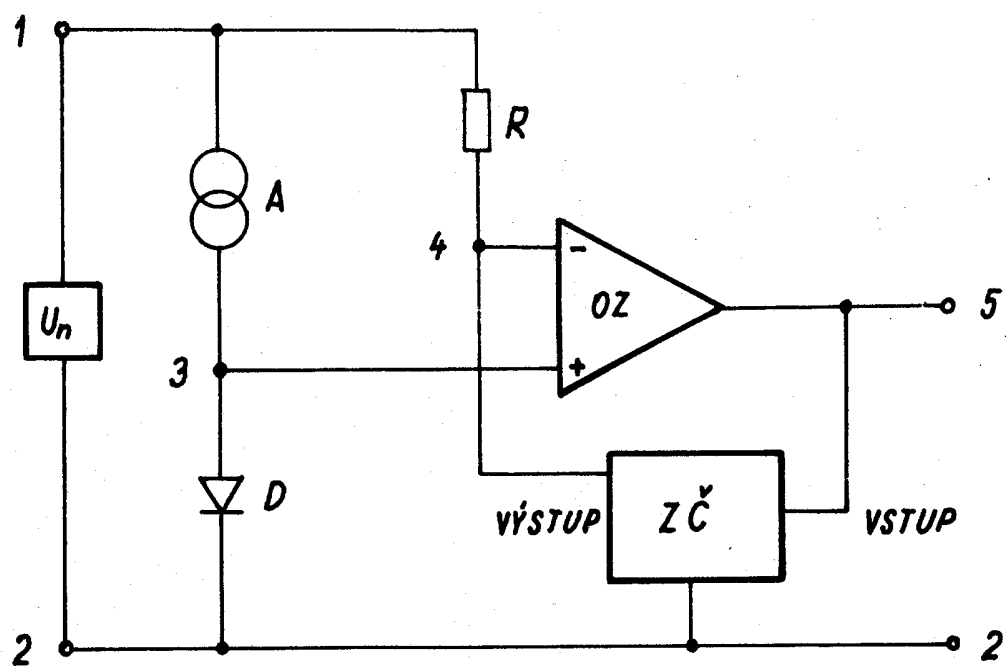
Přesným měřením výstupního napětí U_0 se dosahuje rozlišitelnost teplotních rozdílů v oblasti $0,01^\circ\text{C}$ v rozsahu teplot -50°C až 150°C .

Vynález lze využít při realizaci jednoduchých elektrických převodníků teploty s použitím polovodičových čidel, jakými jsou diody a tranzistory zapojené jako diody, případně speciální teplotně lineární polovodičové odpory. Ve spojení s číslíkovými voltmetry lze dostatečně přesně měřit teplotu v uvedeném rozmezí. Stabilita a tím i přesnost závisí na vlastnostech použitých součástí, pro vedení funkčních částí obvodu a především na vlastnostech polovodičového čidla. Volbou složitějších zpětnovazebních článků lze dosáhnout požadované konstanty převodu, např. $10\text{ mV}/^\circ\text{C}$. Při zvýšených nárocích na přesnost lze obvod teplotně stabilizovat.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

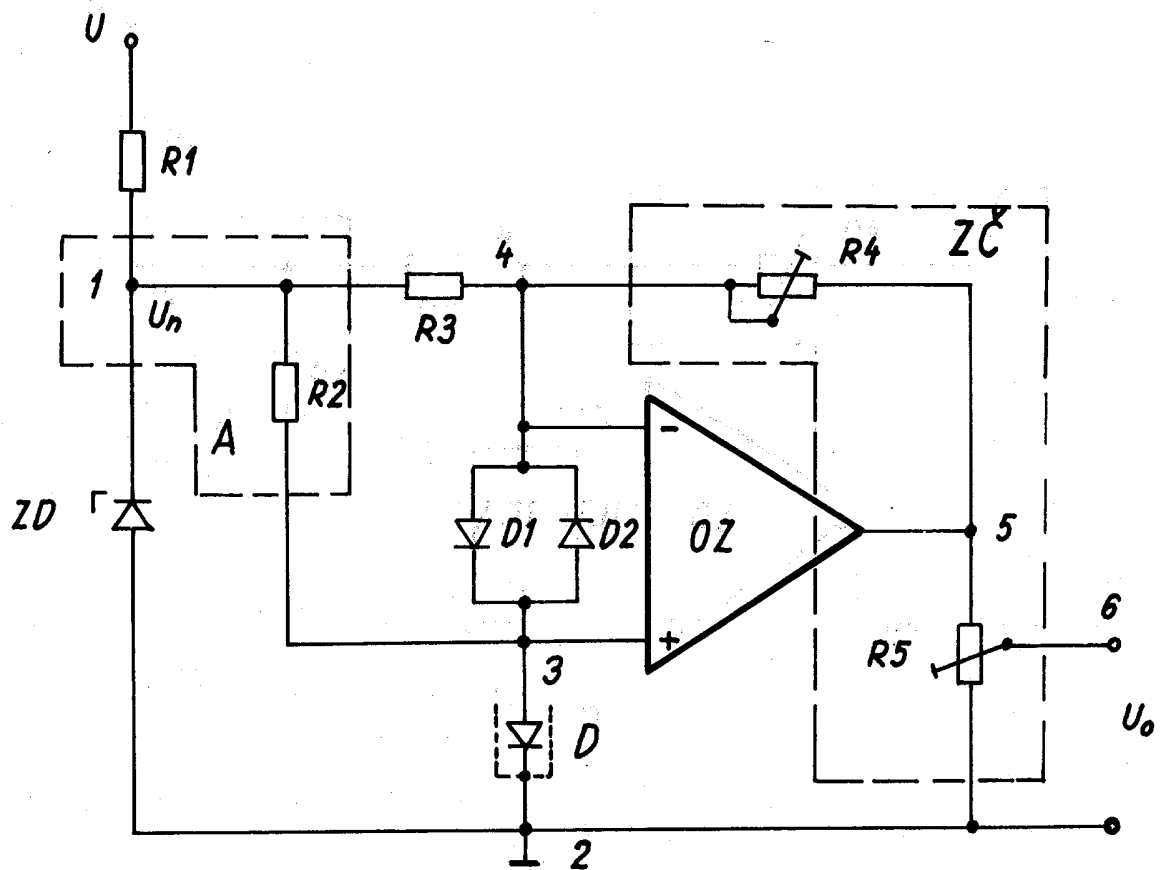
Zapojení elektrického převodníku teploty se samočinnou kompenzací napětí čidlem za použití můstkového obvodu samočinně vyrovnávaného operačním zesilovačem a jím řízeného zpětnovazebního článku, přičemž polovodičovým čidlem teploty může být polovodičový teplotně lineární odpor, polovodičová dioda nebo tranzistor zapojený jako dioda, vyznačené tím, že v protějšcích větvích můstku v uzlu (2) jsou zapojeny teplotní čidlo (D) a výstupní odpor zpětnovazebního článku (ZČ) a ve zbývajících větvích můstku se společným uzlem (1) jsou zapojeny proudový zdroj (A) s pomocným odporem (R), přičemž uzly (1, 2) jsou připojeny ke zdroji napájecího napětí (U_n), zatímco uzel (3), společný proudovému zdroji (A) a teplotnímu čidlu (D), je připojen na neinvertující vstup operačního zesilovače (OZ) a uzel (4), společný pomocnému odporu (R) a výstupnímu odporu zpětnovazebního článku (ZČ) je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače (OZ), přičemž výstup operačního zesilovače (OZ) je spojen se vstupem zpětnovazebního článku (ZČ) a s výstupní svorkou.

2 výkresy



OBR. 1

233771



OBR. 2