

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Oldřich Hora

Thermistory v technické praxi

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 5-6, 738--742

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137368>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

pro zbývající dráhové rozdíly v určitých spektrálních oblastech, způsobené anomální disperzí celé soustavy.

Citlivost metody je možno zdvojnásobit použitím autokolimace. Je též velmi vhodné zabránit jedné straně destičky v rozpouštění nebo v růstu. To lze snadno uskutečnit přilepením skleněné destičky na tuto plochu, na př. měkkým kanadským balsámem. Bylo by jistě možné konat pokusy také s destičkou za zvýšeného tlaku i teploty, jak to vyžaduje na př. růst křemene. Orientační pokusy, které jsem v tomto směru vykonal, ukazují, že citlivost a čistota experimentů by přinesly v rukou fyzikálního chemika, který se takovou syntésou zabývá, jistě pěkné výsledky.

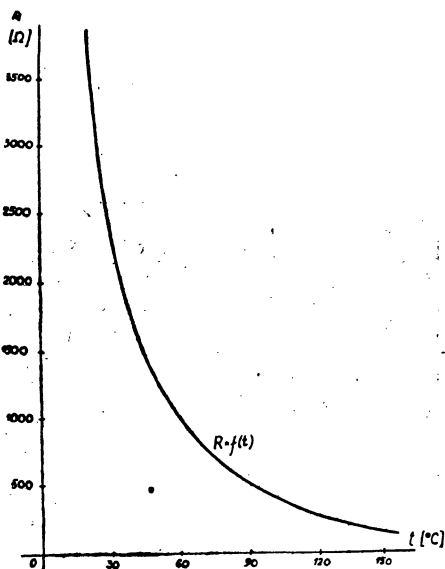
Ing. OLDŘICH HORA

THERMISTORY V TECHNICKÉ PRAXI

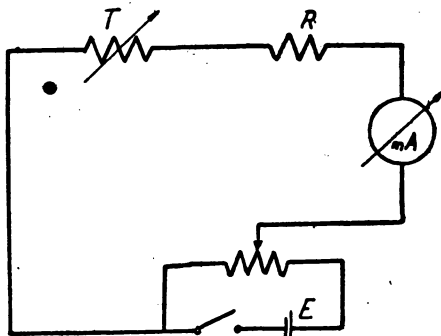
(Výzkumný ústav sítňoproudé elektrotechniky, Běchovice)

Thermistory, neboli tepelně citlivé odpory jsou vyrobeny z polovodičových látek, které se vyznačují značně vysokým, ale proti známým kovovým vodičům záporným teplotním koeficientem elektrického odporu. Pro ilustraci uveďme, že zatímco teplotní koeficient elektrického odporu pro měď je $0,39\%/^{\circ}\text{C}$ pro 20°C , je hodnota tohoto koeficientu pro polovodičové látky v rozmezí $3\text{--}5\%/^{\circ}\text{C}$ pro 20°C . Podle zpráv z literatury jsou látky s takovými vlastnostmi známy již více než sto let, ale průmyslově se jich využívá teprve během posledních dvaceti let. Jejich podstatou jsou obvykle kyslíčníky kovů (kyslíčník manganitý, nikelnatý atd.). Thermistory se mohou vyrábět takto:

1. Kyslíčníky jsou nejprve rozmělněny na prášek, smíchány s vhodnými pojidly, slisovány a pak spékány v určité atmosféře při určitých, poměrně vysokých teplotách;



Obr. 1



Obr. 2

2. polovodičový materiál se taví a takto vyrobené ingoty se po ochlazení rozřezou na potřebné tvary;

3. polovodičový materiál se napařuje na přívodní vodiče.

Tvar thermistorů může být téměř libovolný. Thermistory se vyrábějí v mnoha provedeních (tyčky, válečky, destičky, kuličky, folie, perličky atd.).

Odpor thermistoru, jak již bylo poznamenáno, s teplotou klesá a můžeme ho vyjádřit vztahem

$$R = ae^{\frac{b}{T}}$$

V této rovnici značí R ohmický odpor (Ω), e základ přirozených logaritmů, T absolutní teplotu ($^{\circ}K$), a , b konstanty, závisící na složení materiálu, z něhož je thermistor vyroben.

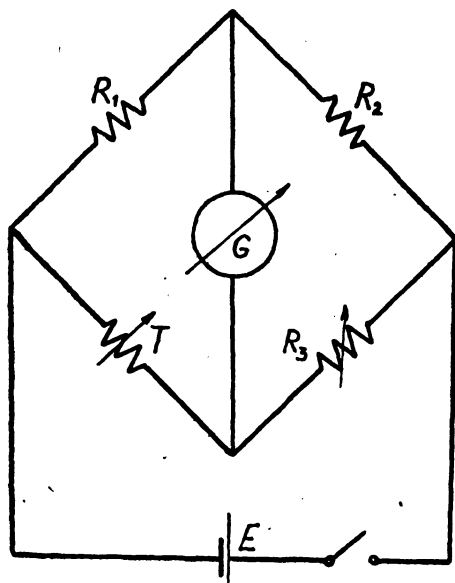
Pro informaci uvádíme závislost ohmického odporu na teplotě pro thermistor typu 12 NR 10, který vyrobil Výzkumný ústav pro elektrotechnickou fyziku v Praze (obr. 1).

Vlastnosti thermistorů můžeme shrnout do tří základních skupin:

1. Thermistorem protéká nepatrný proud, který jej neohřívá. Umístíme-li thermistor do prostředí s proměnnou teplotou a je-li napětí na obvodě konstantní, mění se ohmický odpor v závislosti na teplotě prostředí. Spolu s odporem se mění také proud. Takové změny lze všeobecně použít pro měření teploty.

2. Thermistor je v prostředí o konstantní teplotě a prochází jím proměnný proud, který jej značně ohřívá nad teplotu prostředí. Takový případ přichází v úvahu pro řízení napětí, pro časové relé, pro měření a řízení výkonů atd.

3. Thermistor je umístěn v prostředí, jehož teplota se nemění, ale mění se jeho tepelná vodivost. Proud thermistoru je v zásadě udržován takový, aby byl rozptylován stále konstantní výkon. Teplota thermistoru závisí na tepelné vodivosti prostředí, a tudíž, čím bude tato vyšší, tím vyšší bude také proud procházející thermistorem. Tato skutečnost se užívá u vakuometrů, vlhkoměrů atd.



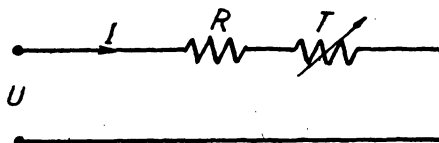
Obr. 3.

Praktické použití

Vlastnosti thermistorů vymezují také nejdůležitější obory jejich použití v technické praxi.

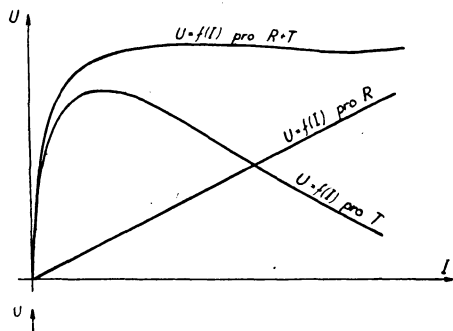
Do první skupiny patří: Měření a řízení teploty, poplašná zařízení, spektrometrie, kompenzace vlivu okolní teploty atd.

Měření a řízení teploty. Pomocí thermistorů lze přímo a velmi přesně měřit a řídit teploty. Proti měření teploty pomocí thermočlánků má použití ther-

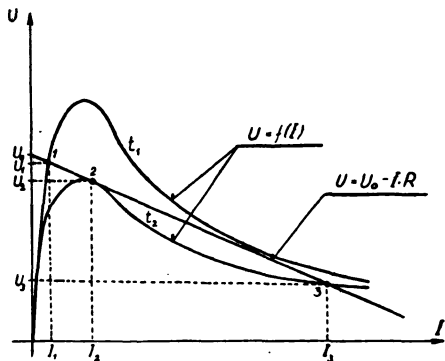


Obr. 4.

mistorů ty výhody, že není zapotřebí žádného nulového bodu, jehož udržování na konstantní teplotě bývá někdy značně obtížné, a dále, že není třeba přesných galvanometrů, že stačí měřicí přístroje běžné jakosti. Měřicí rozsah závisí na užitém thermistoru. Proud procházející obvodem musí být takový, aby ani při maximální teplotě, to jest při minimálním ohmickém odporu se neohřival vlastní thermistor a tak neskrusoval výsledky měření. Na obr. 2 je znázorněno jednoduché zapojení na měření teploty. Pro přesnější měření je možno užít známého zapojení Wheatstoneova můstku, v jehož jedné větvi je zařazen thermistor. Mě-



Obr. 5.



Obr. 6.

ření může být uskutečněno nastavením celého obvodu tak, aby při určité teplotě (na příklad 0°C) neprotékal měřicím přístrojem proud. To znamená, že při změně teploty okolí, ve kterém je thermistor umístěn, změní se jeho ohmický odpor, a měřicím přístrojem pak bude protékat proud úměrný teplotě. Tento případ nastane tehdy, budou-li odpory R_1, R_2, R_3 během měření konstantní. Bude-li však měření uspořádáno tak, že budou konstantní pouze odpory R_1 a R_2 , a velikost odporu R_3 budeme moci libovolně měnit, pak tímto budeme moci kompenzovat změnu odporu thermistoru tak, aby měřicím přístrojem neprocházel proud. Příslušnou hodnotu teploty pak můžeme odečítat na stupnici u proměnného odporu R_3 (obr. 3).

S otázkou měření teploty a i s měřením jiných veličin úzce souvisí kompenzace vlivu okolní teploty. Ohmický odpor běžných vodičů s teplotou vzrůstá a tento vzrůst kompenzujeme thermistorem, který má záporný teplotní koeficient elektrického odporu a jehož odpor tedy se vzrůstající teplotou klesá. Nejjednodušším druhem teplotně kompenzovaného obvodu je seriové spojení ohmického odporu s thermistorem. Přesnější kompenzace se dosáhne, přemostí-li se thermistor ještě manganovým odporem. Změny odporu celého obvodu a teplotou jsou pak nepatrné (menší než 1%).

Thermistorů lze užít i pro řízení teploty. Změny odporu s teplotou se pak převádějí dalším členem na regulační zařízení, které řídí přívod energie. Podobné uspořádání je i v poplašných zařízeních při použití thermistoru.

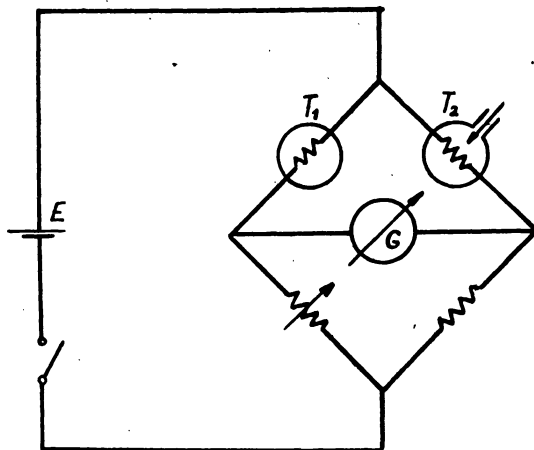
Do druhé skupiny patří: Řízení napětí, časové relé, měření výkonů atd.

Řízení napětí. Thermistory mají kromě nelineární závislosti na teplotě také nelineární závislost napětí na proudu, kterou můžeme vyjádřit vztahem

$$U = k \cdot I.$$

V této rovnici značí U napětí (V), n exponent vyjadřující typ, k konstantu termistoru, I proud (A). Spojíme-li ohmický odpor do serie s termistorem (obr. 4), bude mít napětí na svorkách tohoto obvodu průběh znázorněný na obr. 5. Z obrázku vidíme, že napětí je v určitém proudovém rozsahu téměř konstantní.

Časová relé. Každý termistor potřebuje vždy určitý čas k tomu, aby se zahřál, to jest aby klesl jeho odpor. Tohoto časového zpoždění můžeme pak využít pro konstrukci jednoduchých časových relé. Jsou závislá na časové konstantě užitého termistoru. Nutnou podmínkou pro správné působení však je, aby konečný proud po ohřátí byl vyšší, než je přídržný proud použitého relé, a naopak nižší, než maximální proud termistoru. Aby se vyloučil vliv změn teploty okolí a tím kolísání časového nastavení, je nutné provést tepelnou kompensaci obvodu.



Obr. 7

Ochranné přístroje. Termistorů lze užit také pro ochranu různých druhů zařízení proti překročení maximální dovolené teploty (elektrické stroje a pod.). Zde termistor bývá zapojen do serie s vinutím cívky relé. Zapojení je znázorněno na obr. 4. Výklad působení ukazuje obr. 6. Při teplotě t_1 prochází obvodem I_1 , který je velmi malý a který nemůže přivodit, aby relé zapůsobilo. Při vzrůstu teploty na hodnotu t_2 stoupl by proud v obvodu na hodnotu I_2 , jelikož však bod odpovídající tomuto proudu je nestabilní, stoupne proud v obvodu náhle na hodnotu I_3 . Tento proud je již značně vyšší než proud I_1 a způsobí, že relé zapůsobí. Toto relé pak může spojit, po případě rozpojit signální obvod.

Do třetí skupiny patří: Měření tepelné vodivosti, tlaku, vakua, průtokoměry, ukazatelé výšky hladiny kapalin atd.

Manometry a vakuometry. Tyto přístroje jsou založeny na skutečnosti, že statická charakteristika $U = f(I)$ se mění s tepelným rozptylem prostředí. Je-li tímto prostředím plyn s proměnným tlakem, je rovnovážný stav funkcí elektrických hodnot a tlaku plynu. Jednoduché zapojení může být provedeno ve tvaru Wheatstoneova můstku, který má ve dvou větvích stejné termistory. Termistor T_1 kompenzuje vliv změn okolní teploty. Termistor T_2 je v prostředí s proměnným tlakem. Zapojení je znázorněno na obr. 7.

Analysátory plynů jsou sestaveny na základě poznatku, že každý plyn má jinou tepelnou vodivost.

Průtokoměry. Změna teploty termistoru je závislá na prošlém množství měřené látky.

Ukazatelé výšky hladiny kapalin. Odpor termistorů, umístěných v různých výškách, se mění podle toho, zda tyto jsou na vzduchu nebo jsou ponořeny v kapalině.

Termistorů lze ve velké míře využít také v radiotechnice, zejména pak pro měření výkonu, pro stabilisování oscilátorů, k samočinné regulaci hlasitosti, jako omezovače amplitudy a p.