



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

233 096

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³ G 01 K 3/04

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 13 06 83

(21) (PV 4228-83)

(40) Zveřejněno 17 07 84

(45) Vydáno 01 01 87

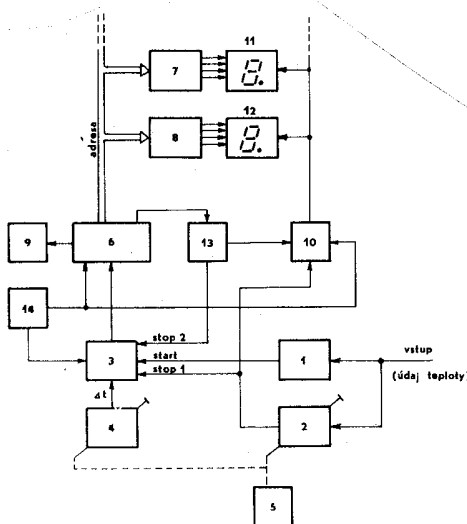
(75)

Autor vynálezu

BRABEC LUDVÍK, PRAHA

(54) Zapojení pro měření střední rychlosti změn teploty

Zapojení pro měření střední rychlosti změn teploty, zejména pro kryochirurgické nástroje. Vynález je z oboru měření teplot. Zapojení umožňuje ve spojení s termometrickou jednotkou měřit střední rychlost zchlazování, a to číslicově. Údaj o dosažené rychlosti je k dispozici na číslicovém displeji ihned po dosažení požadované teploty. Měří se zchlazovací rychlost kolem $-200^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Signál o dosažené teplotě je zpracován v komparátorech. V dalších obvodech probíhá výpočet střední rychlosti zchlazování. Údaj o dosažené rychlosti je k dispozici na číslicovém displeji. Zapojení podle vynálezu je možno využít i pro měření růstu nebo poklesu jiných veličin.



Vynález se týká zapojení pro měření střední rychlosti změn teploty, zejména pro kryochirurgické nástroje.

Měření rychlosti změn teploty se provádí v dosavadní praxi pouze laboratorně, protože běžná potřeba těchto údajů není žádaná. Provádí se pomocí normálního teploměru a stopek měřením času potřebného k dosažení požadovaných teplot. Tento postup je nemožný při provozu kryochirurgických operací.

Uvedený nedostatek odstraňuje vynález zapojení pro měření střední rychlosti změn teploty.

Při hodnocení kvality prováděného kryochirurgického výkonu je velmi důležitým faktorem dosažená rychlost zchlazování maligní tkáně, která má být destruována. Je nutno dosáhnout zchlazovací rychlosti minimálně $-200\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$. (měřeno mezi teplotami $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a -20 až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Jen tak lze zajistit přežití zanedbatelného počtu buněk. Tyto požadavky vyplývají z kryobiologických výzkumů.

Dosud žádný ve světě vyráběný kryokauter není vybaven zařízením pro vyhodnocení rychlosti zchlazování.

Zapojení podle vynálezu umožňuje ve spojení s termometrickou jednotkou měřící teplotu v tkáni měřit střední rychlost zchlazování $\dot{V}_z$ a to číslicově. Termometrická jednotka u světových výrobců kryokauterů rovněž není obvyklá, ale u čs. kryokauterů je dodávána.

Střední rychlost zchlazování je $V_z = \frac{T_2 - T_1}{t}$, kde T_1 je teplotní

bod od kterého začínáme měřit (vhodná je teplota 0°C) a T_2 teplota zchlazování (T_2 nižší než T_1). Teploty T_2 je dosaženo v čase t od počátku měření V_z , tj. od průchodu bodem T_1 .

Teplotu T_2 lze volit podle potřeby (-20°C , -40°C ... atd.). Teplota T_1 může být určena pevně (0°C) což vyhovuje požadavkům.

Údaj o dosažené rychlosti V_z je k dispozici na číslicovém displeji ihned po dosažení teploty T_2 . Rychlé a přehledné zjištění této veličiny nezávisle na obsluze umožní operátorovi posoudit zda výkon byl úspěšný, případně rozhodnout zda jej opakovat.

Na připojeném výkresu je na obr. uveden příklad zapojení. Zapojení provádí výpočet vztahu $V_z = \frac{T_2 - T_1}{t} = \frac{k_1}{t}$, kde k_1 je

volitelná konstanta (zpravidla určená pouze volbou T_2) a zobrazení výsledku. Čas t je odměřován diskretními přírůstky Δt , jejichž velikost se mění při volbě jiné hodnoty T_2 . Volba T_2 a tím určení k_1 a Δt se provádí před začátkem měření.

Vstupy prvního komparátoru 1 pro teplotu T_1 a druhého komparátoru 2 pro teplotu T_2 jsou připojeny k výstupu vnější termometrické jednotky kryokauteru. Výstup prvního komparátoru 1 je připojen na ovládací vstup START hradlovacího obvodu 3, výstup druhého komparátoru 2 připojen na ovládací vstup STOP 1 hradlovacího obvodu 3 a na vstup povelového obvodu 10 pro rozsvícení číslicových displejů 11 a 12. Výstup generátoru 4 impulzů Δt vede na vstup hradlovacího obvodu 3, generátor 4 a druhý komparátor 2 jsou spojeny s ovládacím prvkem 5 pro nastavení teploty T_2 a Δt , výstup hradlovacího obvodu 3 je připojen na čítací vstup adresového čítače 6, jehož datové výstupy jsou připojeny na adresové vstupy pamětí 7, 8 s uloženými konstantami. K adresovému čítači 6 je dále připojen vstup optické návěšti 9 a vstup sledovacího obvodu 13 sledujícího naplnění adresového čítače 6, výstupy sledovacího obvodu 13 jsou připojeny na ovládací vstup STOP 2 hradlovacího obvodu 3

a na vstup povelového obvodu 10 pro rozsvěcení číslicových displejů 11 a 12. Jeho výstup je připojen k číslicovým displejům 11, 12, datové vstupy číslicových displejů 11, 12 jsou připojeny k datovým výstupům paměti 7, 8, výstup nulovacího obvodu 14 je připojen na nulovací vstup adresového čítače 6, na příslušný vstup povelového obvodu 10 a na nulování hradlovacího obvodu 3.

Činnost zapojení je následující: Na vstupy komparátorů 1, 2 sledujících při zchlazování dosažení hodnot teploty T_1 a T_2 je přiveden (od termometrické jednotky kryokauteru) analogový signál úměrný teplotě ve sledovaném místě tkáně. V případě, že termometrická jednotka poskytuje pouze číslicový výstup lze rovněž použít řešení podle vynálezu. Pouze komparátory 1 a 2 jsou číslicové komparátory. Při dosažení teploty T_1 otevře komparátor 1 hradlovací obvod 3 (START) a tím přichází na vstup adresového čítače 6 impulsy Δt odměřující čas t . Pravidelný sled impulsů je vytvářen v generátoru 4 impulsů Δt . Hodnota Δt je určena spolu s nastavením sledované hodnoty teploty T_2 v komparátoru 2 pomocí společného ovládacího prvku 5.

Čítáním impulsů Δt roste hodnota adresy pro paměti 7, 8 s uloženými konstantami (například paměti typu ROM). Adresa je přiváděna na adresové vstupy paměti 7, 8 z výstupu adresového čítače 6. Současně bliká optická návěst indikující dosažení teploty T_1 (pro tuto funkci lze vhodně využít například desetinné tečky zatím zhasnutých číslicových displejů 11, 12), která oznamuje začátek měření zchlazovací rychlosti a je v činnosti po celou dobu měření až do vyhodnocení $\bar{V}_z$.

V okamžiku dosažení teploty T_2 výstup komparátoru 2 uzavře hradlovací obvod 3 (STOP I), a tím adresa pro paměti 7, 8 zůstane nastavena na hodnotě přímo úměrné času t potřebnému k zchlazení tkáně z teploty T_1 na teplotu T_2 .

Současně povelový obvod 10 pro rozsvěcení displejů rozsvítí číslicové displeje 11, 12 ukazující hodnotu dosažení střední zchlazovací rychlosti $\bar{V}_z$. Výstup povelového obvodu 10 lze též užít například ke spouštění akustické návěsti upozorňující na dokončené měření $\bar{V}_z$.

Každému času t (odměřovanému diskrétními přírůstky Δt) odpovídá jak bylo uvedeno určitá adresa pro paměti 7, 8. Data uložená v pamětech 7, 8 na této adrese (tj. uložené konstanty) udávají dosaženou zchlazovací rychlost v kódech použitých číslicových displejů 11, 12 (tj. například v kódu BCD pro 7-segmentové displeje vybavené dekodéry) a jsou těmito číslicovými displeji 11, 12 zobrazena.

Je-li dosaženo zchlazovací rychlosti vyšší než je měřicí rozsah, zůstává nastavena adresa 0 (případně 1) a displej ukazuje stav přetížení měřiče V_z vysokou hodnotou V_z . Naopak při velmi nízkých zchlazovacích rychlostech je nastavena nejvyšší adresa pro paměti 7, 8 (adresový čítač je naplněn) dříve než je dosaženo teploty T_2 . Pak sledovací obvod 13 sledující naplnění adresového čítače 6 uzavře (výstupem STOP 2) hradlovací obvod 3 a rozsvítí přes povelový obvod 10 číslicové displeje 11, 12, které ukazují nejnížší možnou hodnotu V_z a signalizují tak dosažení dolního konce měřicího rozsahu. Nejnížší hodnota V_z je tedy uložena v pamětech 7, 8 na nejvyšší adrese.

Údaj naměřené zchlazovací rychlosti zůstává dále rozsvícen na číslicových displejích 11, 12 po překročení teploty T_2 . Příprava pro nové měření rychlosti spočívá ve vynulování adresového čítače 6 a zhasnutí číslic displejů povelovým obvodem 10. Toto provádí nulovací obvod 14. Spuštění nulovacího obvodu 14 lze odvodit například od změny výstupu prvního komparátoru 1 při zpětném dosažení teploty T_1 během ohřevu tkáně na teplotu $+ 36^\circ\text{C}$ (tedy $> T_1$). Tento ohřev následuje po zchlazování a probíhá malou rychlostí v souladu s požadavky kryobiologie. Nulovací obvod 14 dále zajišťuje nulování čítače 6 a obvodů 3 a 10 po zapnutí napájení (zajištění počátečního stavu). Výstupy komparátorů T_1 1 a T_2 2 mohou být snadno galvanicky odděleny vazebními členy (například optočleny) od dalších obvodů zapojení v případě, že obvody termometrické jednotky jsou plovoucí.

Popis činnosti zapojení lze doplnit uvedením rozsahu a rozlišení, kterých lze dosáhnout, bude-li displej popisovaného

zapojení například 2-místný (2 x 7-segmentový displej LED apod.) což pro aplikace v kryochirurgii vyhoví. Dvoumístný displej udává střední zchlazovací rychlost $\bar{V}_z$ ve $^{\circ}\text{C}/\text{min} \times 10$, lze například měřit od rychlosti $-30^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (údaj na displeji 03) do $-990^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (údaj displeje 99). Při využití možnosti zobrazení některých nečíslcových znaků na 7-segmentovém displeji lze dále indikovat v několika bodech rychlosti $\bar{V}_z$ až do $-9990^{\circ}\text{C}/\text{min}$ i na dvoumístném displeji. Rozlišení $-10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ je zachováno až do hodnot $\bar{V}_z = -340^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Při dalším vzrůstu $\bar{V}_z$ rozlišení klesá, (rozdíl konstant odpovídajících hodnotě $\bar{V}_z$, které jsou v pamětech uloženy na sousedních adresách se zvětšuje). To je dáno hyperbolickým průběhem již zmíněné závislosti $\bar{V}_z = \frac{k_1}{t}$, kde k_1 = konstanta.

Tato varianta zapojení vyžaduje 2 paměťové obvody s kapacitou 256×4 bity.

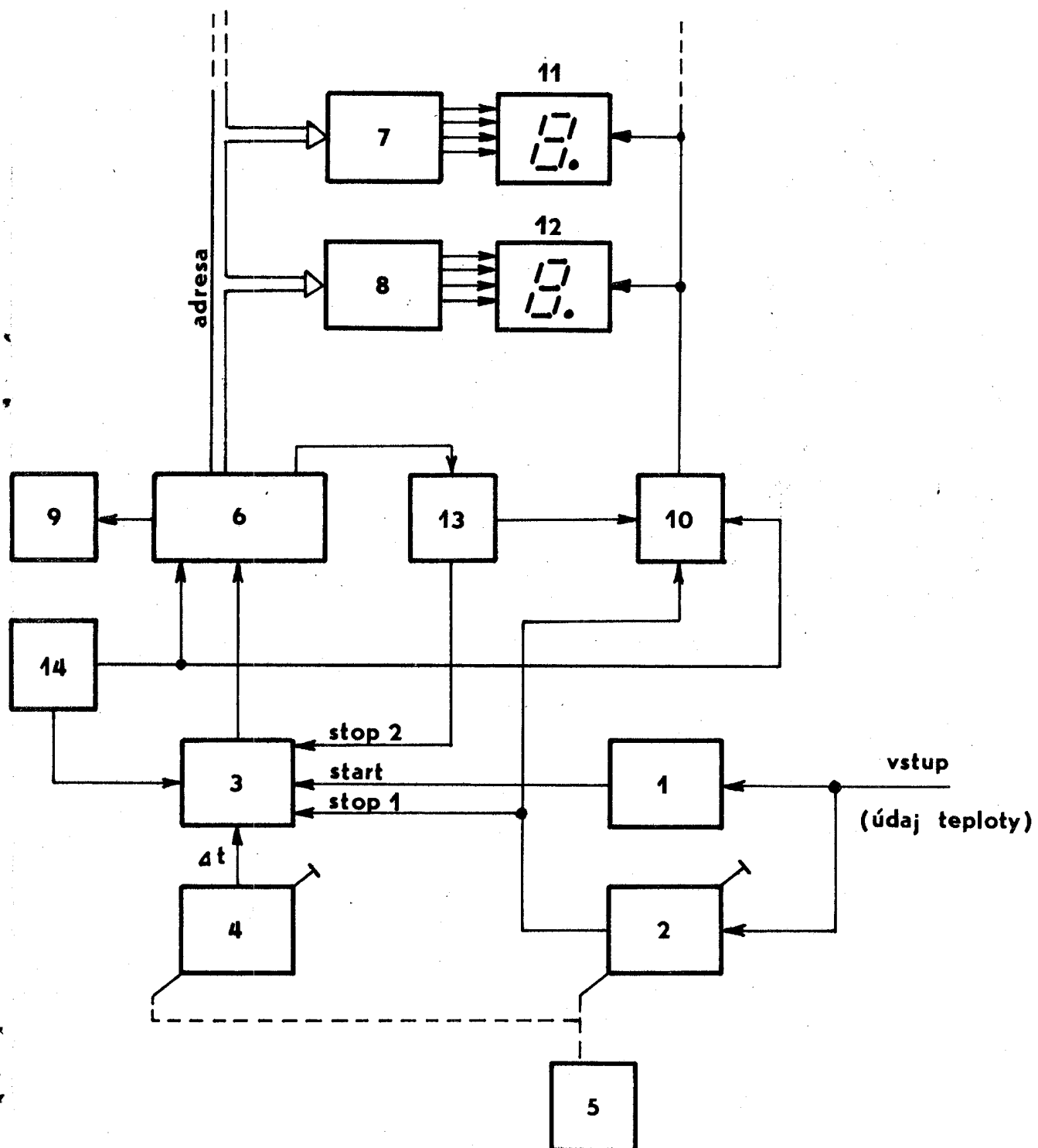
V zapojení lze za cenu zvětšení pamětí zvýšit počet míst displeje, získat větší rozsah měření, větší rozlišení.

Zapojení podle vynálezu lze přirozeně užít i pro měření rychlosti ohřevu. Použití se nemusí omezovat pouze na oblast kryochirurgie. Lze také měřit střední rychlosti růstu či poklesu jiné veličiny, která vstoupí do definičního vztahu pro $\bar{V}_z$ (viz vpředu) místo teplot T_1, T_2 .

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení pro měření střední rychlosti změn teploty, zejména pro kryochirurgické nástroje, vyznačené tím, že vstupy prvního komparátoru (1) a druhého komparátoru (2) jsou připojeny k vnější termometrické jednotce, výstup prvního komparátoru (1) je připojen na ovládací vstup START hradlovacího obvodu (3), výstup druhého komparátoru (2) je připojen na ovládací vstup STOP 1 hradlovacího obvodu (3) a na vstup povelového obvodu (10), výstup generátoru (4) impulsů Δt je zapojen na vstup hradlovacího obvodu (3), generátor (4) a druhý komparátor (2) jsou spojeny s ovládacím prvkem (5) pro nastavení T_2 a Δt , výstup hradlovacího obvodu (3) je připojen na čítačí vstup adresového čítače (6), jehož datové výstupy jsou připojeny na adresové vstupy první (7) a druhé (8) paměti k adresovému čítači (6) je připojen vstup optické návěsti (9) a vstup sledovacího obvodu (13), výstupy sledovacího obvodu (13) jsou připojeny na ovládací vstup STOP 2 hradlovacího obvodu (3) a na vstup povelového obvodu (10), jehož výstup je připojen k číslíkovým displejům (11, 12), datové vstupy číslíkových displejů (11, 12) jsou připojeny k datovým výstupům pamětí (7, 8), výstup nulovacího obvodu (14) je spojen s nulovacím vstupem adresového čítače (6) a s příslušným vstupem povelového obvodu (10) a s hradlovacím obvodem (3).

1 výkres



OBR. 1