

FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

273 133

(21) PV 8349-87.N  
(22) Přihlášeno 20 11 87

(40) Zveřejněno 12 07 90  
(45) Vydáno 30 12 91

(11)

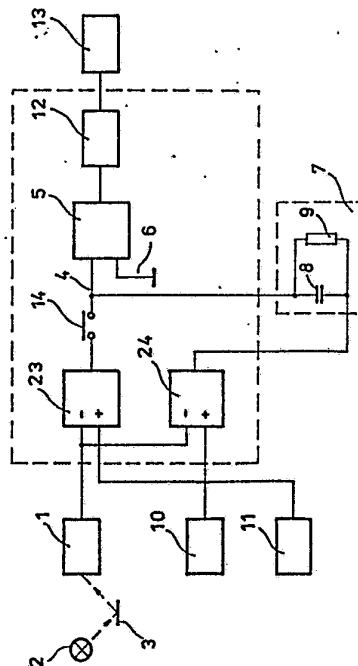
(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 N 33/49

(75) Autor vynálezu ŠIMURDA JIŘÍ RNDr.ing.CSc.,  
JANDA JIŘÍ, BRNO

(54) Přístroj pro měření koncentrace glukózy  
v krvi

(57) Účelem řešení je jednoduchá a levná konstrukce přístroje pro měření koncentrace glukózy v krvi. Výše uvedeného účelu je dosaženo tím, že zdroj minimálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup druhého diferenciálního zesilovače. Zdroj maximálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup prvního diferenciálního zesilovače. Na výstup prvního diferenciálního zesilovače je připojen přes spínač jednak první vstup komparátoru a jednak jeden pól kondenzátoru RC členu. Na druhý pól RC členu je připojen výstup druhého diferenciálního zesilovače, jehož invertující vstup je společně s invertujícím vstupem prvního diferenciálního zesilovače připojen k výstupu detektoru světla. Na výstup komparátoru je připojen měřič časových intervalů, na jehož výstup je připojen zobrazovač.



Vynález se týká přístroje pro měření koncentrace glukózy v krvi (glykémie), pracujícího na principu fotometrického hodnocení barevné reakce speciálních enzymatických diagnostických proužků. Tyto přístroje jsou zpravidla uzpůsobeny k měření reflektance diagnostických proužků exponovaných kapkou krve. Vztah mezi glykemií  $g$  a reflektancí exponovaného proužku  $r$  je nelineární funkcí, kterou lze s dostatečnou přesností aproximovat exponenciální závislostí

$$g = A + B \cdot \exp(-r/\lambda) \quad (1),$$

kde  $A$ ,  $B$ ,  $\lambda$  jsou konstanty závislé na vlastnostech proužků.

Dosavadní glukosometry jsou obvykle opatřeny mikropočítačem, který výpočet glykémie z měřených hodnot reflektance provádí podle vztahu (1) nebo jiné aproximace nelineárního vztahu mezi  $r$  a  $g$ . Vzhledem k tomu, že nové metody léčení diabetu vyžadují časté měření až několikrát během dne i u pacientů v domácí léčbě, je podstatným požadavkem nízká cena, a tím snadná dostupnost přístroje širokému okruhu diabetiků.

Výše uvedený požadavek splňuje přístroj pro měření koncentrace glukózy v krvi podle vynálezu, jehož podstatou je to, že zdroj minimálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup druhého diferenciálního zesilovače. Zdroj maximálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup prvního diferenciálního zesilovače. Na výstup prvního diferenciálního zesilovače je připojen přes spínač jednak první vstup komparátoru a jednak jeden pól kondenzátoru RC členu. Na druhý pól RC členu je připojen výstup druhého diferenciálního zesilovače, jehož invertující vstup je společně s invertujícím vstupem prvního diferenciálního zesilovače připojen k výstupu detektoru světla. Na výstup komparátoru je připojen měřič časových intervalů, na jehož výstup je připojen zobrazovač.

Vyšší účinek přístroje podle vynálezu se projevuje zejména ve sféře ekonomické, kdy jednoduchá konstrukce, a tím i nízká cena umožňuje snadnou dostupnost přístroje širokému okruhu diabetiků.

Příklad provedení přístroje pro měření koncentrace glukózy podle vynálezu je nakreslen v blokové formě na obr. 1. Na obr. 2 je graficky znázorněna závislost mezi reflektancí  $r$  a glykemií  $g$ . Na obr. 3 je znázorněn časový průběh elektrického napětí na paralelním RC členu během vybíjení kondenzátoru. Obr. 4 schematicky znázorňuje alternativu přístroje, ve kterém jsou jako zdroje referenčních napětí použity detektory světla, odraženého od referenčních ploch. Obr. 5 znázorňuje schéma přístroje podle vynálezu, obsahující elektronický přepínač a paměťové prvky zdrojů referenčních napětí.

Přístroj pro měření koncentrace glukózy v krvi je sestaven ze zdroje 2 světla směřovaného na enzymatický diagnostický proužek 3 a z detektoru 1 odráženého světla, jehož výstup je připojen jednak na invertující vstup prvního diferenciálního zesilovače 23 a jednak na invertující vstup druhého diferenciálního zesilovače 24. Výstup zdroje 10 minimálního referenčního napětí je zapojen na neinvertující vstup druhého diferenciálního zesilovače 24. Výstup zdroje 11 maximálního referenčního napětí je zapojen na neinvertující vstup prvního diferenciálního zesilovače 23. Výstup prvního diferenciálního zesilovače 23 je připojen přes spínač 14 jednak na první vstup 4 komparátoru 5, jehož druhý vstup 6 je uzemněn, a jednak na jeden pól RC členu 7, tvořeného paralelní kombinací kondenzátoru 8 a odporu 9. Na druhý pól RC členu 7 je připojen výstup druhého diferenciálního zesilovače 24. Na výstup komparátoru 5 je připojen měřič 12 časových intervalů, na jehož výstup je připojen zobrazovač 13.

Podstatou funkce přístroje podle vynálezu je to, že měření glykémie je zde převedeno na měření časových intervalů. Závislost mezi reflektancí  $r$  a glykemií  $g$  je simulována časovým průběhem elektrického napětí na kondenzátoru 8 během jeho vybíjení přes paralelní odpor 9. Před vlastním měřením je kondenzátor 8 připojen mezi zdroje napětí  $U_{\max} - U_x$  a  $U_{\min} - U_x$ , k jejichž vytvoření slouží první a druhý diferenciální zesilovač 23 a 24.

Měřicí cyklus začíná rozepnutím spínače 14, a tím odpojením kondenzátoru 8 od výstupu prvního diferenciálního zesilovače 23. Počínaje tímto okamžikem se kondenzátor 8 vybíjí a napětí na svorce připojené k prvnímu vstupu 4 komparátoru 5 exponenciálně klesá z původní hodnoty  $U_{\max} - U_x$  na hodnotu  $U_{\min} - U_x$ . Druhý vstup 6 komparátoru 5 je uzemněn. Měřič 12 časových intervalů zaznamená délku intervalu  $T$  od začátku vybíjení kondenzátoru 8 do okamžiku, kdy napětí na kondenzátoru 8 dosáhne nulové hodnoty. Z grafů na obr. 2 a obr. 3 je zřejmé, že interval  $T$  odpovídá ve zvolené analogii hodnotě glykémie  $g$ . Časovou konstantou  $\tau$  RC členu 7, které odpovídá konstanta  $\lambda$  lze volit tak, aby číselná hodnota glykémie  $g$  odpovídala přímo trvání intervalu  $T$  (např. v ms), zobrazeném na zobrazovači 13. Pro potlačení vlivu nestabilit zdroje 2 světla na přesnost měření mohou být referenční zdroje 10 a 11 provedeny jako detektory světla ze zdroje 2 světla, totožné s detektorem 1 světla, které měří intenzitu světla odráženého od referenčních ploch 15 a 16 odpovídajících minimální a maximální koncentraci. Téhož účinku lze dosáhnout v jiné variantě s využitím jediného detektoru světla, jestliže je na výstup detektoru 1 světla připojen elektronický přepínač 17, na jehož první výstup 18 jsou připojeny invertující vstupy prvního a druhého diferenciálního zesilovače 23 a 24, na druhý vstup 19 paměťový prvek 21 zdroje 10 minimálního referenčního napětí a na třetí vstup 20 je připojen paměťový prvek 22 zdroje 11 maximálního referenčního napětí. Detektor světla nejprve postupně zaznamená a do paměťových prvků uloží informace k intenzitě světla odraženého od dvou referenčních ploch a potom zaznamená světlo odražené od diagnostického proužku.

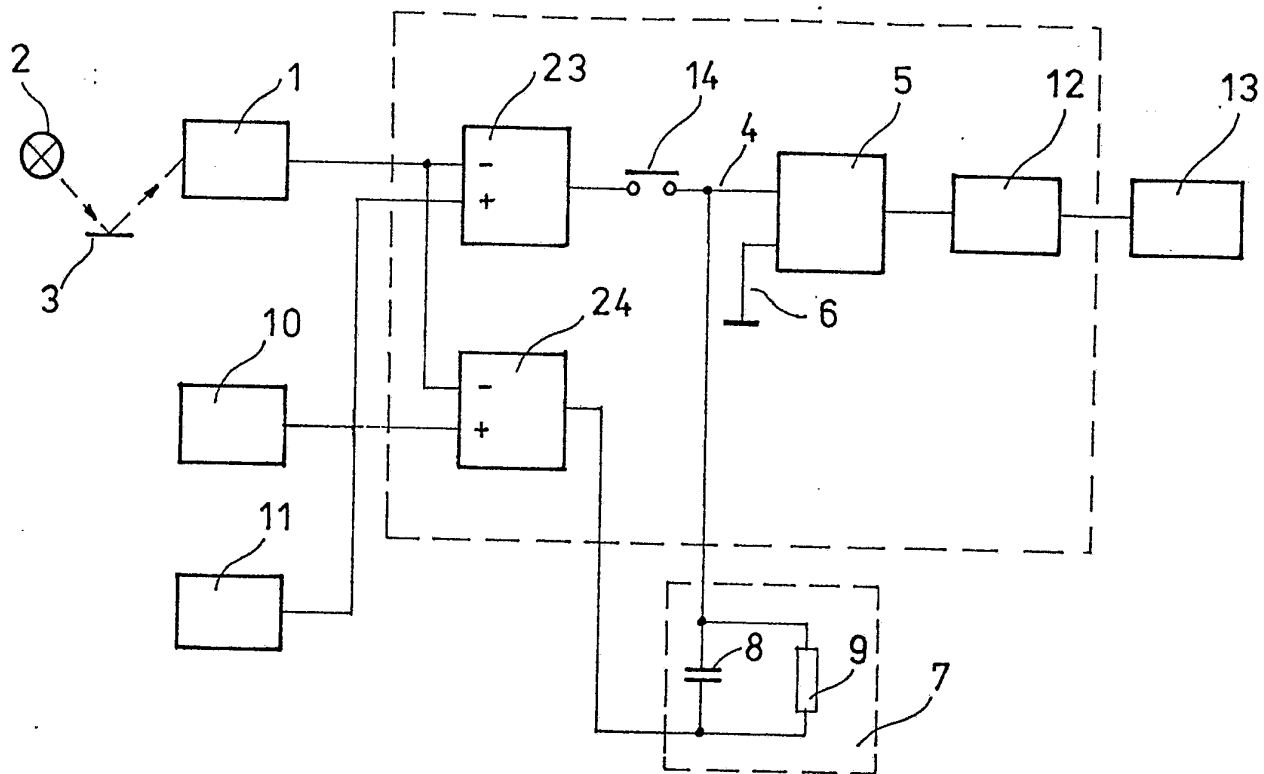
Řešení přístroje pro měření glykémie podle vynálezu je určeno pro návrh miniaturizovaných levných glukometrů. Při realizaci je možné s výhodou využít levných hromadně vyráběných integrovaných obvodů. Přístroj může být například upraven v pouzdrů digitálních hodin, přičemž měřič intervalů a zobrazovač jsou součástí jejich elektroniky. Jinou možností je využití jednočipového A/D převodníku, který zahrnuje oba diferenciální zesilovače, komparátor i měřič intervalů. Na vývody A/D převodníku určené k připojení integračního kondenzátoru se připojí RC člen.

## P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

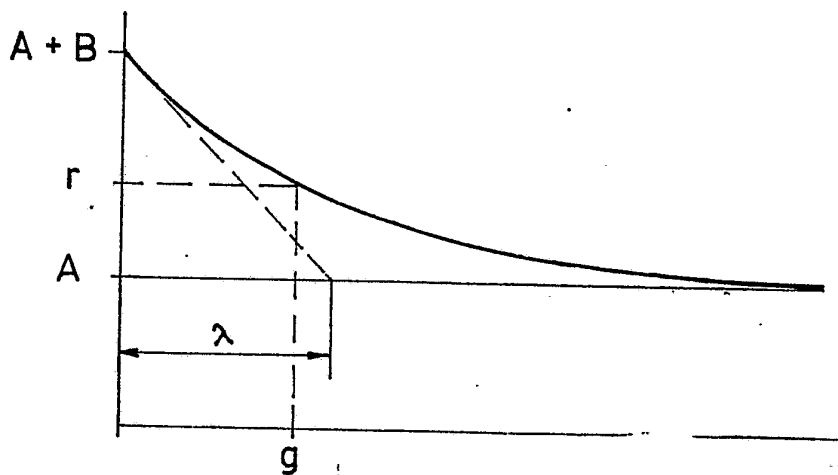
1. Přístroj pro měření koncentrace glukózy v krvi, opatřený zobrazovačem a detektorem světla, směřovaným na paprsek, který je odražen od měřeného proužku, osvětleného zdrojem světla, vyznačující se tím, že zdroj (10) minimálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup druhého diferenciálního zesilovače (24), zdroj (11) maximálního referenčního napětí je připojen na neinvertující vstup prvního diferenciálního zesilovače (23), na jehož výstup je připojen přes spínač (14) jednak první vstup (4) komparátoru (5) a jednak jeden pól RC členu (7), tvořeného paralelní kombinací kondenzátoru (8) a odporu (9), na jehož druhý pól je připojen výstup druhého diferenciálního zesilovače (24), jehož invertující vstup je společně s invertujícím vstupem prvního diferenciálního zesilovače (23) připojen k výstupu detektoru (1) světla, na který je směřován světelný paprsek ze zdroje (2) odražený od enzymatického diagnostického proužku (3), přičemž druhý vstup (6) komparátoru (5) je uzemněn a na výstup komparátoru (5) je připojen měřič (12) časových intervalů, na jehož výstup je připojen zobrazovač (13).
2. Přístroj pro měření koncentrace glukózy v krvi podle bodu 1, vyznačující se tím, že zdroj (10) minimálního referenčního napětí a zdroj (11) maximálního referenčního napětí jsou tvořeny detektory (1) světla, směřovanými na paprsky, odražené od referenční plochy (15) odpovídající minimální koncentraci a od referenční plochy (16) odpovídající maximální koncentraci.
3. Přístroj pro měření koncentrace glukózy v krvi podle bodu 1, vyznačující se tím, že na výstup detektoru (1) světla je zapojen vstup elektronického přepínače (17), na jehož

první výstup (18) jsou připojeny invertující vstupy prvního a druhého diferenciálního zesilovače (23, 24), na druhý výstup (19) elektronického přepínače (17) je připojen paměťový prvek (21) zdroje (10) minimálního referenčního napětí a na třetí výstup (20) elektronického přepínače (17) je připojen paměťový prvek (22) zdroje (11) maximálního referenčního napětí.

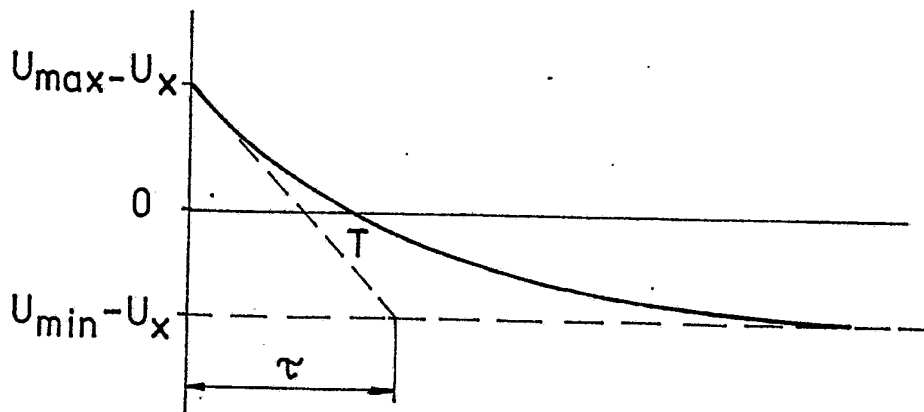
3 výkresy



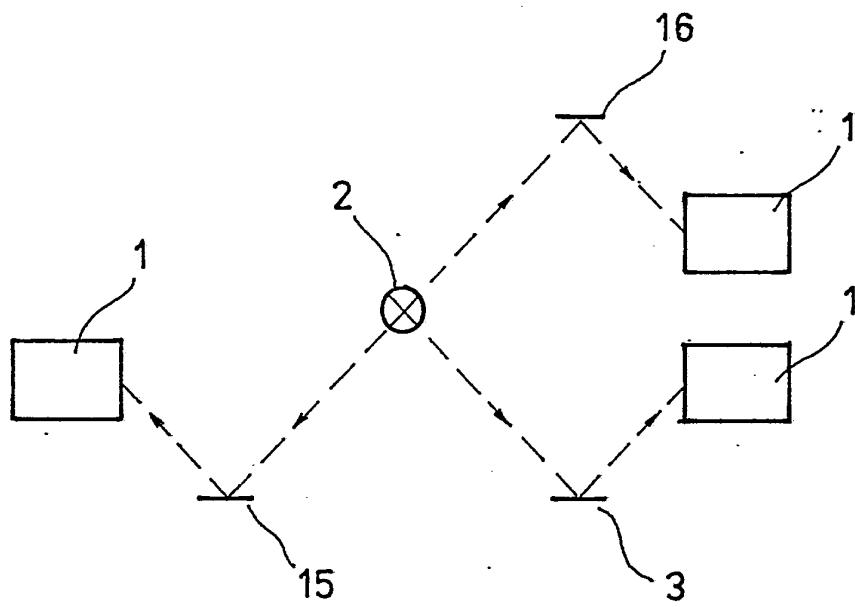
Obr. 1



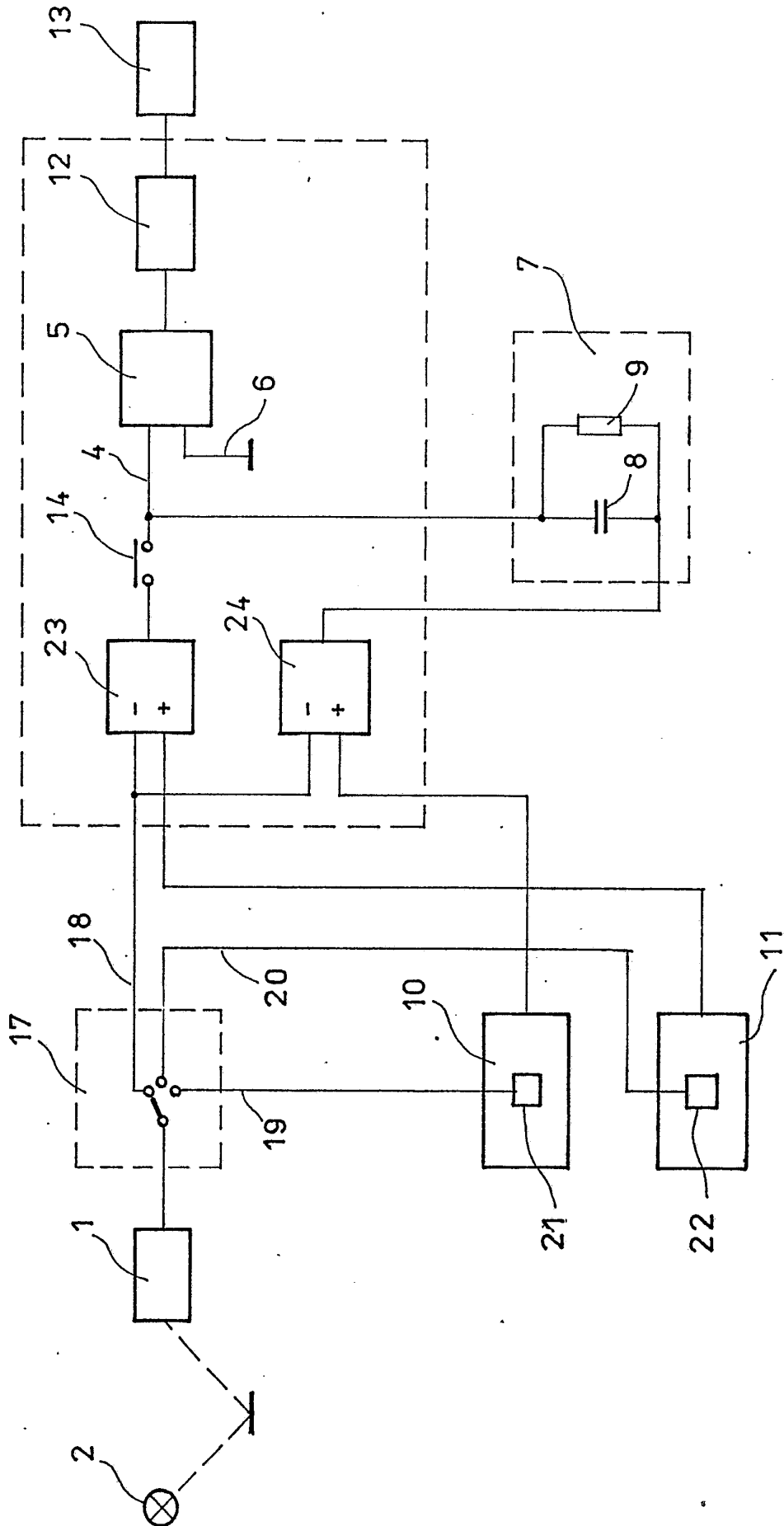
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5