

612:681.3

**ČÍSLICOVÁ REGISTRACE FYZIOLOGICKÝCH PROCESŮ**

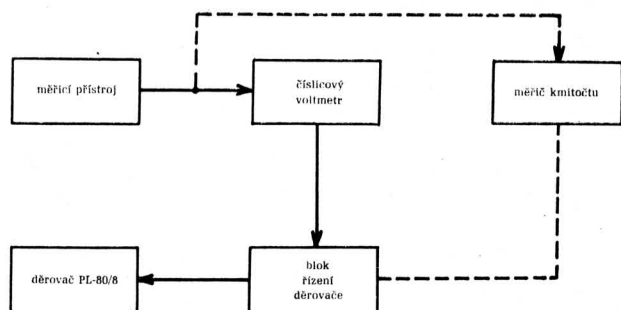
L. J. ABAKUMOVÁ, J. R. BOGANS

(Všesvazový výzkumný ústav lékařské techniky v Moskvě;  
Litevská státní universita P. Stučka v Rize)

Objem biologických informací v posledních letech výrazně narůstá. Stále aktuálnější otázkou se stává způsob registrace fyziologických procesů grafickým záznamem. Grafickou registrací se tak získávají bohaté soubory křivek. Jejich zpracování číslicovým počítačem vyžaduje zabezpečit převod analogového záznamu do digitální formy.

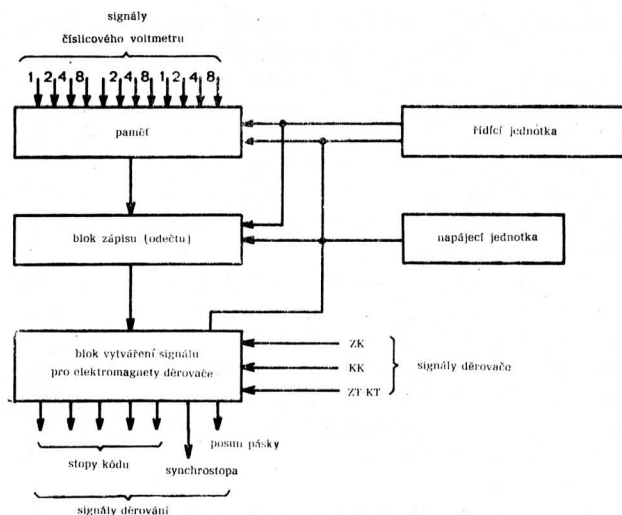
Nejrozšířenější metodou je přímý odečet hodnot z vykreslených charakteristik a jejich vyděrování do děrné pásky. Stále více se však používá analogově číslicového převodníku, který zabezpečí číslicový převod hodnot i jejich vyděrování na pásku. Děrné pásky se vkládají do číslicového počítače vybaveného snímačem děrné pásky. Původně sejmuté cha-

rakteristiky jsou převodem do digitální formy vždy poněkud zkresleny, což je závažné při přesných měřeních. Proto jsou vhodnější přístroje s přímým číslicovým vyjádřením. Většina z nich umožňuje připojit tiskárnu a zachovat tak písemný záznam z měření. V SSSR se k registraci fyziologických procesů ve formě vhodné pro zpracování na číslicovém počítači používá široká škála přístrojů. Příkladem je analogově číslicový převodník typu „Siluet F-002“, voltmetr ECPV-2, číslicové registrační zařízení ECR-1, měřič kmitočtu F-532 s transkriptorem F-549 apod. Využití těchto přístrojů při zkoumání fyziologických procesů je omezeno jednak malou registrační rychlostí, jednak nutností vyděrovat všechny registrované údaje na pásku, je-li ke zpracování k dispozici děrnopáskový číslicový počítač. Proto bylo vyvinuto ve výzkumném ústavu lékařské techniky v Moskvě, ve spolupráci s litevskou universitou P. Stučka v Rize zařízení, jež umožňuje provádět měření fyziologických procesů a jeho registraci do děrné pásky. Měření se současným děrováním pásky v kódu počítače Minsk při připojení různých měřicích přístrojů probíhá s vyhovující přesností tří desetinných míst a rychlostí až 25 znaků za sec. Blokové schéma souboru přístrojů, vhodné pro procesy, které během měření nemění svoji polaritu, je na obr. 1.



Obr. 1. Blokové schéma souboru přístrojů k měření a registraci fyziologických procesů s využitím počítače Minsk 22

Komplet se skládá ze tří standardních přístrojů — číslicového voltmetru typu VK-7-10A (příp. VK-7-10A/1), měřiče kmitočtu s výstupem pro tiskárnu v kódu 1-2-4-8 a děrovače typu PL-80/8. Součástí kompletu je nestandardní přístroj, blok řízení děrovače, zobrazený na obr. 2. Blok řízení zabezpečuje synchronní činnost jednotlivých přístrojů souboru, je vybaven pamětí pro záznam hodnot z číslicového voltmetru, v periodě mezi dvěma okamžiky měření formuje pulsy k ovládání děrovače tak, že zápis jednoho výsledku měření obsahuje tři znaky na děrné pásce. Na jednotlivých úsecích děrné pásky jsou zaznamenána tři měření a služební kódy: rozhraní úseku, příznak desítkového kódu a zápis.

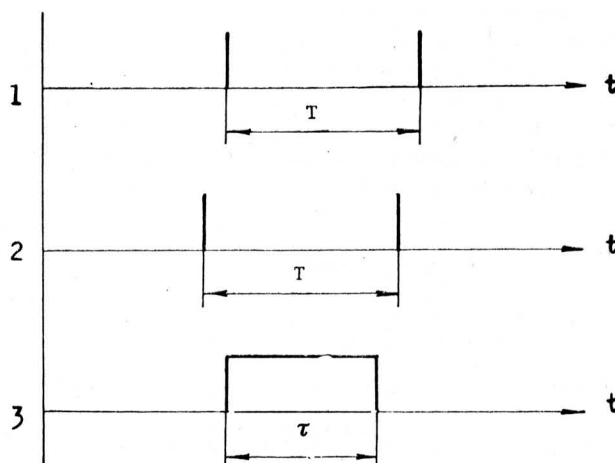


Obr. 2. Schéma bloku řízení děrovače

ZK — začátek kódu

KK — konec kódu

ZT-KT — začátek a konec pohybu pásky



Obr. 3. Časový diagram systému v 1. pracovním režimu  
 $T = 40 \text{ msec}$ ;  $\tau_{\max} = 30 \text{ msec}$ ;  
 1 — signál „start“ na vstupu číslicového voltmetru  
 2 — signál „start tiskárny“  
 3 — doba měření číslicovým voltmetrem

Blok řízení umožňuje dva pracovní režimy: — V prvním režimu se provádí záznam z číslicového voltmetru na děrovač periodicky v intervalu 40 msec. Jde tedy o 25 měření za vteřinu.

— Ve druhém režimu se provádí záznam z číslicového voltmetru na děrovač podle řídicích povelů z bloku řízení děrovače. Číslicový voltmetr s děrovačem jsou propojeny v uzavřené smyčce. Tento způsob práce se uplatní při registraci pomalých procesů nebo tehdy, je-li nositelem informace šířka impulsu, opakovací perioda, kmitočet apod. V těchto případech je číslicový voltmetr nahrazen měřičem kmitočtu, na jehož výstup je možno připojit i tiskárnu.

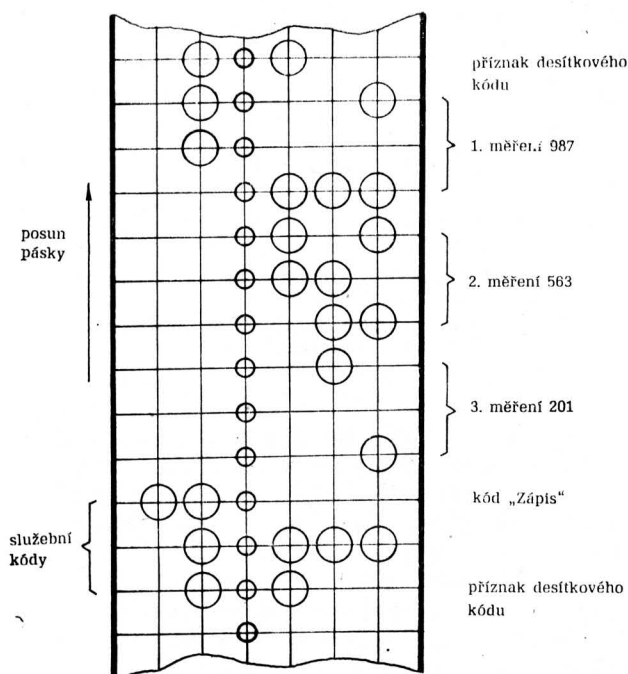
Časový diagram činnosti souboru je na obr. 3. V prvním pracovním režimu přicházejí

z bloku řízení každých 40 msec signály „odečet hodnoty z číslicového voltmetru“ a „start“. Výsledek předešlého měření se uloží do paměti řídicího bloku a zároveň se v průběhu následujících 40 msec vyděruje do pásky. Ve druhém pracovním režimu je povel k odečtení hodnoty z voltmetru signál „start tiskárny“. Doba mezi dvěma následnými signály je větší než 40 msec.

Přesnost vyhodnocení parametrů číslicovým počítačem závisí při odečítání hodnot z grafického záznamu na velikosti vzorkovacího kroku  $\Delta t$ . Je limitována z jedné strany rychlostí děrovače PL-80/8, která je max. 80 znaků za sec, z druhé strany přesností měření samotného číslicového voltmetru a jeho časovou konstantou.

V popisovaném souboru byl zvolen číslicový voltmetr VK-7-10A (VK-7-10A/1) s minimální dobou měření 30 msec, jež je pro fyziologické procesy přijatelná a chybou nepřesahující  $\pm (0,1 \% U_x + 1 \text{ znak})$ , s výstupem na tiskárnu v kódu 1—2—4—8.

Optimální frekvence 25 měření za vteřinu bylo dosaženo tím, že v každém úseku pásky jsou zaznamenána jen tři třímístná dekadická čísla a místo čtvrtého jsou vyděrovány služební kódy „zápis“ a „příznak desítkového kódu“. Umístění informace a služebních kódů na děrné pásce je na obr. 4.



Obr. 4. Umístění informace a služebních kódů na děrné pásce

Jestliže se zvolí druhý pracovní režim s nižší frekvencí měření, registrují se všechna měření.

Při registraci měření v prvním režimu se výchozí funkce vytváří v počítači speciálním programem podle následujícího algoritmu: Do kaž-

dé buňky paměti se ukládají 3 po sobě jdoucí hodnoty funkce, program uloží po pořádku každou hodnotu do samostatné buňky a každou čtvrtou buňku ponechá volnou. Čtvrtá hodnota funkce  $Y_i$  se získá takto:

Původní funkce se aproximuje v krocích  $(i - 2) \div (i + 2)$  parabolou typu

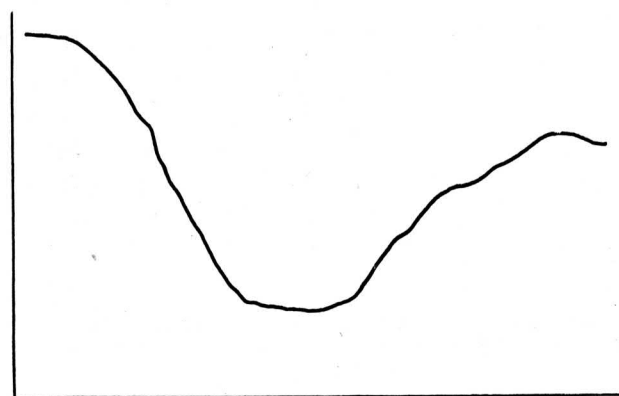
$$y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$$

a metodou nejmenších čtverců se vypočtou hodnoty koeficientů  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Hledaná hodnota funkce ve vypuštěném kroku  $-i-$  se získá dosazením do vztahu

$$Y_i = a + b \cdot x_i + c \cdot x_i^2.$$

Je-li to nezbytné, lze provést vyhlazení empirických hodnot za účelem odstranění anomálií z průběhu charakteristiky, způsobených vnějšími vlivy během měření. V programu se vyhlazení provádí tak, že se výchozí funkce aproximuje po úsecích parabolou  $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$  a koeficienty  $a$ ,  $b$ ,  $c$  se určí pro 5 nebo 7 bodů rovnoměrně dělících zkoumaný úsek charakteristiky. Výchozí funkce (původní nebo vyhlazená) může být nadále využita při řešení nejrušnějších úloh.

Na obr. 5 je uveden jako příklad tvar průběhu zrakové reakce na působení světla. Křivka je výsledkem mnoha opakovaných měření popisovaným systémem a je zpracována počítačem Minsk 22.



Obr. 5. Tvar průběhu zrakové reakce na působení světla

Jestliže se nahradí v souboru přístrojů děrovač PL-80/8 rychlým děrovačem PLK 150 a voltmetr VK-7-10A typem s minimální dobou měření do 20 msec, je možno zvýšit rychlost snímání až na 50 měření za sec.

Blok řízení může být výhodně použit nejen pro registraci fyziologických procesů, ale i pro registraci výsledků lékařských a biologických procesů, zpracovávaných speciálními výpočetními systémy. Proto jsou níže uvedeny jeho parametry.

Základní technické parametry bloku řízení děrovače:

---

|                                                         |         |                                   |             |
|---------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------|
| — Vstupní informace v binárně dekadickém kódu . . . . . | 1—2—4—8 | — Spuštění tiskárny (V) . . . . . | —12         |
| — Počet binárně dekadických míst . . . . .              | 3       | — Příkon (W) . . . . .            | 100         |
| — Logická „1“ na vstupu (V) . . . . .                   | —12     | — Rozměry (mm) . . . . .          | 200×360×470 |
| — Logická „0“ na vstupu (V) . . . . .                   | 0       |                                   |             |
| — Zapnutí měřicího přístroje (V) . . . . .              | 0       |                                   |             |

Zpracovala: Ing. Komárková  
MNO-HT/ZS