



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11961 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H03M 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ БІОСИГНАЛІВ

1

2

(21) u200507021

(22) 15.07.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Кожем'яко Володимир Прокопович, Прудіус Пилип Григорович, Заболотна Наталія Іванівна, Дмитрук Віта Віталіївна, Мутасім Якуб Ешхак

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Аналого-цифровий перетворювач для біосигналів, що містить лічильник імпульсів, блок перетворення напруги в частоту і генератор часових інтервалів, виходи яких підключені відповідно до лічильного і керувального входів лічильника, а також джерело напруги, який **відрізняється** тим, що блок перетворення напруги в частоту містить ключ, формувач імпульсів і паралельно з'єднані запускарна і часозадавальна комірки, причому

запускарна комірка містить послідовно з'єднані резистор і світловипромінювач, кожна часозадавальна комірка виконана у вигляді оптрона з позитивним зворотним оптичним зв'язком, оптичний вихід запускарної комірки підключений до оптичного входу першої часозадавальної комірки, оптичний вихід кожної часозадавальної комірки з'єднаний з оптичним входом кожної наступної часозадавальної комірки, оптичний вихід останньої часозадавальної комірки підключений до оптичного входу формувача імпульсів, вихід якого з'єднаний з керувальним входом ключа, перша загальна точка запускарної і часозадавальної комірок з'єднана з загальною шиною, а друга через ключ з'єднана з вхідною шиною блока перетворювача напруги в частоту, а вхідна шина генератора часових інтервалів з'єднана з виходом джерела напруги.

Корисна модель відноситься до вимірювальної та біомедичної техніки, а саме до пристроїв перетворення інформації і може бути використана в різних системах автоматичного контролю в універсальних цифрових вимірювальних пристроях і біомедичних системах.

Відомий оптоелектронний аналого-цифровий перетворювач [Бакмутский В. Д. Универсальные цифровые измерительные приборы и системы. Киев, "Техника", 1979, с. 128, рис. 301], що містить дискретний сканістр з рекурентними оптичними зв'язками, джерело напруги, диференціюючу ланку, вимірювальний механізм, блок керування і генератор пилкоподібної напруги.

Недоліком такого перетворювача є складність.

За прототип обраний аналого-цифровий перетворювач [Балакай В. Г. и др. Интегральные схемы АЦП и ЦАП. "Энергия", 1978, с. 72, рис. 1.23], що містить лічильник імпульсів, блок перетворення напруги в частоту, генератор часових інтервалів, виходи яких підключені відповідно до лічильного і керуючого входів лічильника, і джерело напруги.

Недоліком є низька надійність, що обумовлено наявністю ряду прецизійних елементів, метрологі-

чна відмова яких приводить до відмови всього пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення аналого-цифрового перетворювача для біосигналів, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається простота конструкції аналого-цифрового перетворювача для біосигналів, що підвищує надійність та точність пристрою, а з метою розширення функціональних можливостей при використанні аналого-цифрових перетворень біосигналів інформація в перетворювачі задається тільки на оптичному рівні, що дозволяє його використовувати в інтегрованому із сенсором чіпі для введення всередину живих тканин з виводом інформації в цифровому виді через волокно на термінал обробки.

Поставлена задача досягається тим, що в аналого-цифровому перетворювачі для біосигналів, що містить лічильник імпульсів, блок перетворення напруги в частоту і генератор часових інтервалів, виходи яких підключені відповідно до лічильного і керуючого входів лічильника, а також джерело напруги, блок перетворення напруги в частоту містить ключ, формувач імпульсів і паралельно з'єднані запускарна і часозадавальна комірки,

(19) UA (11) 11961 (13) U

причому запускаюча комірка містить послідовно з'єднані резистор і світловипромінювач, кожна часозадаюча комірка виконана у вигляді оптрона з позитивним зворотнім оптичним зв'язком, оптичний вихід запускаючої комірки підключений до оптичного входу першої часозадаючої комірки, оптичний вихід кожної часозадаючої з'єднаний з оптичним входом кожної наступної часозадаючої комірки, оптичний вихід останньої часозадаючої комірки підключений до оптичного входу формувача імпульсів, вихід якого з'єднаний з керуючим входом ключа, перша загальна точка запускаючої і часозадаючих комірок з'єднана з загальною шиною, а друга через ключ з'єднана з вхідною шиною блоку перетворювача напруги в частоту, а вхідна шина генератора часових інтервалів з'єднана з виходом джерела напруги.

На кресленні представлено структурну електричну схему пристрою.

Пристрій містить лічильник 1 імпульсів, блок 2 перетворення напруги в частоту, що містить ключ 3, формувач 4 імпульсів, паралельно з'єднані запускаючу комірку 5 і  $m$  часозадаючих комірок  $6_1...6_m$ . Запускаюча комірка 5 складається з послідовно з'єднаних резистора 7 і світловипромінювача 8. Кожна часозадаюча комірка  $6_1...6_m$  являє собою оптрон, виконаний на послідовно з'єднаних світловипромінювачах  $9_1...9_m$  і фотоприймачах  $10_1...10_m$ , зв'язані позитивним оптичним зворотнім зв'язком з оптичного виходу світловипромінювачів  $9_1...9_m$  на оптичний вхід фотоприймачів  $10_1...10_m$ . Оптичний вихід світловипромінювача 8 з'єднаний з оптичним входом фотоприймача  $10_1$  першої часозадаючої комірки  $6_1$ . Оптичний вихід світловипромінювачів  $9_1...9_m$  кожної часозадаючої комірки  $6_1...6_m$  з'єднаний з оптичним входом фотоприймачів  $10_1...10_m$  наступної часозадаючої комірки  $6_1...6_m$ . Оптичний вихід світловипромінювача  $9_m$  останньої часозадаючої комірки  $6_m$  з'єднаний з оптичним входом формувача 4 імпульсів, вихід якого підключений до керуючого входу ключа 3. Всі часозадаючі комірки  $6_1...6_m$  з'єднані через ключ 3 з вхідною шиною 11 блоку 2 перетворення напруги в частоту. До керуючого входу лічильника 1 імпульсів підключений вихід генератора 12 часових інтервалів, який виконаний аналогічно блоку 2 перетворення напруги в частоту, причому вхідна шина генератора 12 часових інтервалів з'єднана з джерелом 13 напруги.

Пристрій працює наступним чином.

При замиканні ключа 3 перетворювана напруга  $U_x$  подається на часозадаючі комірки  $6_1...6_m$  і запускаючу комірку 5 блоку 2 перетворення напруги в частоту. При цьому починає випромінювати світло випромінювач 8 запускаючої комірки 5. Після цього спрацює перша часозадаюча комірка  $6_1$ , оскільки на її оптичний вхід поступає випромінювання від запускаючої комірки 5, потім спрацює друга часозадаюча комірка  $6_2$  і т.д. Час, через який з'явиться оптичний сигнал на вході формувача 4 імпульсів, визначиться кількістю часозадаючих комірок  $6_1...6_m$  і їх часом спрацювання. При спрацюванні останньої часозадаючої комірки  $6_m$

формувач 4 імпульсів формує короткочасовий імпульс, на час дії якого ключ 3 розмикається і напруга  $U_x$  відключається від часозадаючих комірок  $6_1...6_m$ , внаслідок чого вони всі гасяться за час  $\tau_{\text{гас}}$ , причому цей час повинен бути менше тривалості сформованого імпульсу

$$\tau_{\text{гас}} \leq t_i.$$

Після завершення дії імпульсу ключ 3 знову замикається і процес повторюється спочатку.

Таким чином, пауза між імпульсами, що формуються формувачем 4 імпульсів, приблизно дорівнює періоду слідування імпульсів, дорівнює

$$T_x = M \tau_x,$$

де  $M$  - кількість часозадаючих комірок  $6_1...6_m$  в блоці 2 перетворення напруги в частоту;

$\tau_x$  - час спрацювання часозадаючої комірки  $6_1...6_m$ .

Кожна часозадаюча комірка  $6_1...6_m$ , як генеративний оптрон з фотоприймача і світловипромінювача з позитивним зворотнім оптичним зв'язком, має час спрацювання:  $t_3 = t_1 + t_2$ ,

де  $t_1$  - час запуску оптрона по його оптичному входу;

$t_2$  - час запуску оптрона по його електричному входу дорівнює

$$t_2 = \frac{a\tau}{U_a} 10^5,$$

де  $U_a$  - вхідна прикладена напруга.

Позначимо  $a\tau \cdot 10^5$  через  $K$ , оскільки ця величина для даного типу оптронів постійна. Крім того, оскільки  $t_2 \gg t_1$ , то можна прийняти, що

$$t_3 \approx t_2 = \frac{K}{U_a},$$

тобто час спрацювання оптрона обернено пропорційний прикладеній напрузі.

Звідси виходить, що

$$\tau_x = \frac{K}{U_x}.$$

В цьому випадку період слідування імпульсів з виходу блоку 2 перетворення напруги в частоту і відповідно частота слідування імпульсів  $f$  дорівнює

$$T_x = M\tau_x = M \frac{K}{U_x}; f = \frac{1}{T_x} = \frac{U_x}{MK}.$$

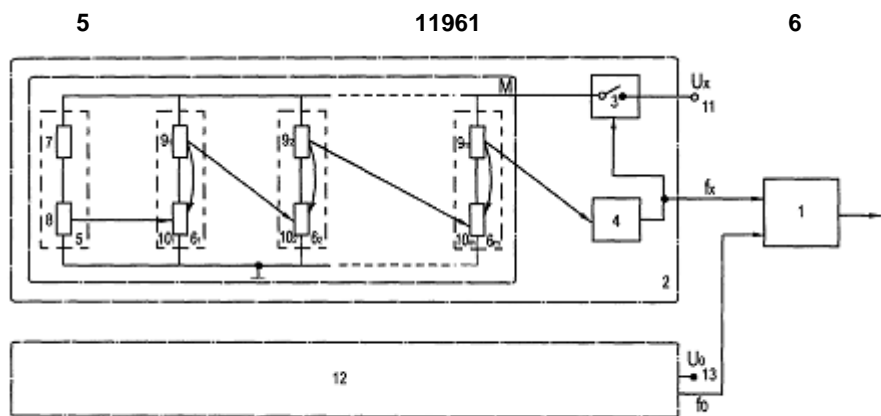
Частота слідування імпульсів на виході генератора 12 часових інтервалів дорівнює

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{N\tau_0} = \frac{U_0}{NK},$$

де  $N$  - число часозадаючих комірок  $6_1...6_m$  генератора 12 часових інтервалів.

Вихідний код лічильника 1 імпульсів, дорівнює кількості лічильних імпульсів, що поступили на лічильний вхід лічильника 1 за час  $T_0$  від блоку 2 перетворення напруги в частоту визначається наступним чином:

$$n_x = \frac{T_0}{T_x} = \frac{f_x}{f_0} = \frac{U_x}{MK} = \frac{N N_x}{M U_0}.$$



Фиг.