



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **20675** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
G06F 17/15

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ЦИФРОВИЙ ЗНАКОВИЙ КОРЕЛЯТОР

1

(21) u200606363

(22) 08.06.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Корніловська Наталя Володимирівна, Лур'є Ірина Анатоліївна, Рогальський Франц Борисович, Рогальський Олександр Францович

(73) ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Цифровий знаковий корелятор, що містить перший n-розрядний регістр зрушення, n блоків множення, перемикач вибору режиму роботи, другий n-розрядний регістр зрушення, інформаційні входи регістрів зрушення є однойменними входами

2

ми корелятора, розрядні виходи регістрів зрушення з'єднані з відповідними входами блоків множення, тактовий вхід другого n-розрядного регістра зрушення з'єднаний з тактовим входом першого n-розрядного регістра, та схему порівнянь кодових слів, які на момент порівняння знаходяться в першому та другому регістрах зрушення, який **відрізняється** тим, що в нього введено сумарно-різницевий підсилювач, в якому входи збігів та розбіжностей кодових знаків порівнювальних кодових слів з'єднані з розрядними виходами блоків множення збігів та розбіжностей кодових знаків порівнювальних кодових слів.

Корисна модель відноситься до області електронної схемотехніки, зокрема до електронних трактів приймання-передачі інформації.

Найбільш близьким пристроєм, який прийнято за прототип, є цифровий корелятор [патент SU 1282158A1], що містить перший n-розрядний регістр зрушення, n - блоків множення, перемикач вибору режиму роботи, другий n-розрядного регістра зрушення, інформаційні входи регістрів зрушення є однойменними входами корелятора, розрядні виходи регістрів зрушення з'єднані з відповідними входами блоків множення, тактовий вхід другого n-розрядного регістра зрушення з'єднаний з тактовим входом першого n-розрядного регістра зрушення та схемою порівнянь кодових слів, які на момент порівняння знаходяться в першому та другому регістрах зрушення та перетворення кількості порівнянь в напругу.

Проте схема приведеного корелятора досить велика за апаратним складом і вимагає використання великих обчислювальних потужностей.

В основу цієї корисної моделі покладена задача створення цифрового корелятора, схема якого забезпечила б синтез кореляційної функції з невеликими апаратними витратами при використанні невеликих обчислювальних потужностей.

Це досягається тим, що в цифровий корелятор який містить перший n-розрядний регістр зрушення, n блоків множення, перемикач вибору режиму

роботи, другий n-розрядний регістр зрушення, інформаційні входи регістрів зрушення є однойменними входами корелятора, розрядні виходи регістрів зрушення з'єднані з відповідними входами блоків множення, тактовий вхід другого n-розрядного регістру зрушення з'єднаний з тактовим входом першого n-розрядного регістра зрушення, та схему порівнянь кодових слів, які на момент порівняння знаходяться в першому та другому регістрах зрушення, введено сумарно-різницевий підсилювач, в якому входи збігів та розбіжностей кодових знаків порівнювальних кодових слів з'єднані з розрядними виходами блоків множення збігів та розбіжностей кодових знаків порівнювальних кодових слів.

Суттєвою відмінністю від найближчого аналога є введення в схему сумарно-різницевого підсилювача, що визначає чого більше в момент порівняння збігів порівнювальних знаків чи розбіжностей та перетворює результат визначення в напругу форму зручну для спостереження кінцевого результату. Таким чином сумарно-різницевий підсилювач забезпечує цифрову функцію - підсумовування кількості збігів та розбіжностей, та аналогову - перетворення цієї кількості в напругу. А також на відміну від відомих технічних рішень, де при одержанні цифрового сигналу з аналогового формується n - розрядний двійковий код, причому, чим більше значення n тим точніше перетворення ам-

(13) U

(11) 20675

(19) UA

плітуди аналогового сигналу в цифровий код в разі використання сумарно різницевого підсилювача, значенням амплітуди аналогового сигналу нехтують, формують трьох розрядний знаковий цифровий код, інформаційна ємність знакового цифрового коду значно менше звичайного двійкового.

Тому і автоматичне знаходження знакових цифрових кореляційних функцій вимагає менших апаратних витрат, ніж звичайних цифрових кореляційних функцій, одержаних на відомих кореляторах.

При перетвореннях аналогових сигналів в знакові аналогові сигнали  $x(t)$  замінюють їх знаками, тобто виконується перетворення

$$\operatorname{sgn} x = \begin{cases} -1 & \text{при } x < 0 \\ 0 & \text{при } x = 0 \\ 1 & \text{при } x > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Процес знаходження знакової кореляційної функції можна ілюструвати таким чином:

$$r_x(\tau) = M \left[ \overset{\circ}{\operatorname{sgn} x(t)} \overset{\circ}{\operatorname{sgn} x(t-\tau)} \right] \quad (2)$$

де  $r_x(\tau)$  - знакова кореляційна функція,  $x(t)$  - центрована функція, тобто без сталої складової,  $M$  - функція осереднення.

З формули (2) видно, що алгоритм функціонування корелятора складається з часових зрушень  $(t-\tau)$ , виявлення побітових збігів та розбіжностей (знак множення) та визначення сумарного осередненого їх значення ( $M$ ).

У випадку знаходження цифрових знакових кореляційних функцій кількість часових зрушень, виявлень побітових збігів та розбіжностей на одну кореляційну функцію значно менша, ніж у випадку знаходження звичайних цифрових кореляційних функцій (за рахунок нехтування амплітудною інформацією аналогового сигналу). Тому і є можливість зменшення апаратних витрат.

Відомо також, що є можливість відновлення звичайної кореляційної функції, якщо відома знакова кореляційна функція. Вони пов'язані співвідношенням

$$\rho_x(\tau) = \sin \left[ \frac{\pi}{2} r_x(\tau) \right] \quad (3)$$

де:  $r_x(\tau)$  - знакова кореляційна функція;

$\rho_x(\tau)$  - нормована автокореляційна функція.

Співвідношення (3) справедливе для нормальних стаціонарних випадкових процесів.

На Фіг.1 представлена електрична структурна схема цифрового знакового корелятора.

Відомо, що корелятор визначає міру однако-вості прийнятого кодового слова з кодовим словом, що зберігається в пам'яті корелятора.

Принцип дії знакового цифрового корелятора

такий. Ключ S1 виконує функцію записування - збереження кодового слова в регістрі зрушення статичному(1). Якщо ключ S1 замкнуто, то реалізується записування, а якщо ключ S1 розімкнуто, то реалізується режим збереження. У регістрі зрушення статичному весь цикл вимірів зберігається знаковий сигнал - кодове слово, кореляційну функцію якого необхідно визначити. Це кодове слово надходить на вхід 5. На вхід 6 регістру зрушення динамічного(2) у реальному масштабі часу надходить кодове слово у виді знакового сигналу порівняльну кореляційну функцію якого (з кодовим словом, що знаходиться в регістрі зрушення статичному) треба знайти. На вхід 7 надходять тактові імпульси, що зрушують. Схема порівняння - перемножувач (3) визначає кількість порозрядних збігів і розбіжностей кодових знаків того, що зберігається в регістрі зрушення статичному ( $RG_{\text{статич.}}$ ) і того, що знаходиться в даний момент в регістрі зрушення динамічному ( $RG_{\text{дин.}}$ ). Сумарно-різницевий підсилювач перетворює переважаючу кількість збігів і розбіжностей у напругу - форму, зручну для спостереження. Таким чином на виході 8 цифрового знакового корелятора спостерігають цифрову знакову кореляційну функцію.

На Фіг.2 представлена електрична функціональна схема сумарно-різницевого підсилювача. На входи 1-7 подається інформація про кількість розбіжностей в кодових словах, що порівнюються. На входи 8-14 - про кількість збігів. На виході 15 сумарно-різницевого підсилювача фіксується результат алгебраїчного підсумовування кількості збігів та розбіжностей в кожний момент порівняння.

На Фіг.3 представлена розгалужена структурна схема цифрового знакового корелятора. На цій схемі 1 - регістр зрушення статичний, S1 - ключ, який, реалізує функцію запису-збереження, елементи 2-15 - перемножувач, причому елементи 2-8 - це суматори по модулю 2, які реалізують такий алгоритм:

$$\begin{aligned} 1+1 &= 0 \\ 1+0 &= 1 \\ 0+1 &= 1 \\ 0+0 &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Отже на виходах ми маємо кількість розбіжностей кодових знаків. Елементи 9-15 - це інвертори. На їх виходах - кількість спів падань кодових знаків, тому, що при інвертуванні ми маємо:

$$\begin{aligned} 1+1 &= 0 & \left| \begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right. \\ 1+0 &= 1 & \\ 0+1 &= 1 & \\ 0+0 &= 0 & \end{aligned} \quad (5)$$

На виході стовпчика - результат інвертування. Елемент 16 - це регістр зрушення динамічний. На його вхід 2 надходить знакове кодове слово, кореляційний зв'язок якого необхідно визначити з кодовим словом, що зберігається в регістрі зрушення статичному. Елемент 17 - сумарно-різницевий підсилювач, на входи 15-21 якого надходить результат розбіжностей кодових знаків, а на входи

22-28 - результат співпадань порівнювальних кодових знаків.

Для аналізу запропонованих схем було виконане моделювання цифрового знакового корелятора з використанням пакету прикладних програм Electronics Workbench.

На Фіг.4 показана електрична принципова схема для досліджень знакової цифрової кореляційної функції. Знаковий цифровий корелятор побудовано на ІМС DD4, DD5, DD6-DD19, DA1, резисторах R2-R8, R10-R16, R9 та R17. На ІМС DD1-DD3 побудовано генератор квазівипадкових послідовностей (КВП), який використовується в якості знакового цифрового сигналу. КВП, що безперервно циклічно повторюється, подається на інформаційний вхід регістра зрушення динамічного (DD5). Ключ S1 використовується для реалізації режимів записування та збереження в регістрі зрушення статичному (DD4) таких саме сигналів, як і ті, що подаються на інформаційний вхід регістра зрушення динамічного. Таким чином на виході корелятора фіксується автокореляційна функція. Якщо S1 замкнуто - реалізується режим записування КВП в регістр зрушення статичний, в якому кодове слово зберігається протягом всього циклу визначення кореляційної функції. Якщо S1 розімкнено - реалізується збереження КВП в регістрі зрушення статичному.

На Фіг.4 також зображено G1 - генератор тактових імпульсів, який використовується в якості імпульсів зрушення в регістрах зрушення, О1 - осцилограф для відслідковування кореляційної функції, А1 - аналізатор для відстеження часових діаграм в різних точках регістрів зрушення.

Показані також витoki живлення +Vcc, +Vdd та +5B.

На ІМС DD6-DD19 змонтовано схему порів-

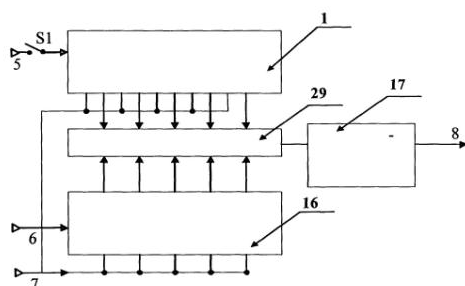
нянь кодових слів, які на момент порівняння знаходяться в першому та другому регістрах зрушення (статичному та динамічному) для визначення кількості збігів та розбіжностей кодових знаків порівнювальних кодових слів.

Схема, яку змонтовано на ІМС DA1, є суммарно-різничний підсилювач. Він виконує функцію цифрового суматора збігів та розбіжностей, а також функцію цифро-аналогового перетворення унітарного кода - переважуючої кількості збігів чи розбіжностей в напругу-форму зручну для візуального спостереження кореляційної функції.

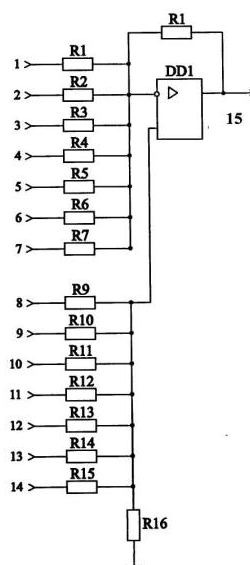
Результати моделювання представлені на Фіг.5, Фіг.6, Фіг.7. На Фіг.5 представлена автокореляційна функція періодичних КВП. Видно, що все кодове слово 1011000 спресовано в один центральний пік. На Фіг.6 та на Фіг.7 представлені часові діаграми сигналів на виходах статичного та динамічного регістрів зрушення. Видно процес часового зрушення періодичної КВП 1011000.

Аналіз результатів моделювання показує, що запропонований пристрій дозволяє одержати цифрову знакову кореляційну функцію. Апаратні та обчислювальні затрати при цьому мінімальні. Для одержання цифрової знакової кореляційної функції семирозрядного кодового слова необхідно 5 корпусів цифрових ІМС та одного корпуса аналогових мікросхем.

Запропонований цифровий знаковий корелятор можна використовувати в області електронної схемотехніки, зокрема в електронних трактах приймання-передачі інформації для синтезу кореляційної функції, бо в порівнянні з існуючими пристроями, він має невеликі апаратні витрати та потребує використання невеликих обчислювальних потужностей, що обумовлює його промислове значення.



Фіг.1



Фіг.2

