



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70662** (13) **U**  
(51) МПК

**H03K 5/153** (2006.01)

**G06G 7/60** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2011 12972</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Николайчук Ярослав Миколайович (UA), Заведюк Тетяна Олексіївна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>04.11.2011</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2012</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2012, Бюл.№ 12</b>	

**(54) МОДЕЛЬ АКСОНА НЕЙРОНА**

**(57)** Реферат:

Модель аксона нейрона містить  $n$  компонентів, де вхід першого компонента є входом моделі аксона нейрона, вихід  $n$ -го компонента є її виходом, входи кожного  $i$ -го компонента підключені до виходу  $(i-1)$ -го компонента, а виходи є сигнальними виходами моделі аксона нейрона з від'ємними потенціалами з одним напрямком руху від входу до виходу моделі аксона нейрона. Кожен  $i$ -й компонент додатково містить D-тригер, перший вхід якого є входом компонента, другий вхід підключений до додатково введеного генератора імпульсів, вихід підключений до першого входу  $i$ -го інверсного компаратора, другий вхід якого підключений до від'ємного потенціалу, а вихід є  $i$ -м сигнальним виходом пристрою, причому величина від'ємного потенціалу рівна половині позитивного потенціалу на виході  $i$ -го компонента.

UA 70662 U



Модель аксона нейрона належить до імпульсної техніки та засобів моделювання складових біологічних нейронів і може бути використана для побудови нейропроцесорів та спецпроцесорів розпізнавання образів.

5 Відомий аналог - модель аксона нейрона, модель Ходжкіна-Хакслі [A.L. Hodgkin, A.F. Huxley "A qualitative description of membrane current and its application conduction and excitation in nerve", J. Physiol. 117(1952), p. 500-544], яка описує генерацію і розповсюдження потенціалів дії в нейронах і реалізується на аналогових елементах.

Недоліком цієї моделі є обмежені функціональні можливості через те, що вона представляє собою комплекс ординарних диференційних рівнянь, який описує характеристики електричного сигналу в аксоні в аналоговому виді.

10 Найбільш близьким технічним рішенням (прототипом) є модель аксона нейрона [Иванов-Муромский К.А. Нейрофизиология, нейрокибернетика, нейробионика. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985.-240 с. - С.17 - рис.5], яка містить n компонентів, де вхід першого компонента є входом моделі аксона нейрона, вихід n-го компонента є її виходом, входи кожного i-го компонента підключені до виходу (i-1)-го компонента, а виходи є сигнальними виходами моделі аксона нейрона з від'ємними потенціалами з одним напрямком руху від входу до виходу моделі аксона нейрона.

Недоліком такої моделі є обмежені функціональні можливості через те, що формування та передавання сигналів "-" вздовж тіла аксона відбувається на основі електричних потенціалів іонів калію та натрію, що ускладнює її штучну реалізацію біохімічним шляхом.

В основу корисної моделі поставлена задача спрощення та мікромініатюризації реалізації моделі аксона нейрона шляхом її виконання на основі мікро- та нанотехнологій, що дозволяє реалізувати модель аксона, яка наближається до його реальних розмірів в біологічних системах з відповідними значеннями потенціалів сигналів, які рухаються по аксону.

25 Поставлена задача вирішується завдяки тому, що модель аксона нейрона містить n компонентів, де вхід першого компонента є входом моделі аксона нейрона, вихід n-го компонента є її виходом, входи кожного i-го компонента підключені до виходу (i-1)-го компонента, а виходи є сигнальними виходами моделі аксона нейрона з від'ємними потенціалами з одним напрямком руху від входу до виходу моделі аксона нейрона, згідно з корисною моделлю, кожен i-й компонент додатково містить D-тригер, перший вхід якого є входом компонента, другий вхід підключений до додатково введеного генератора імпульсів, вихід підключений до першого входу i-го інверсного компаратора, другий вхід якого підключений до від'ємного потенціалу, а вихід є i-м сигнальним виходом пристрою, причому величина від'ємного потенціалу рівна половині позитивного потенціалу на виході i-го компонента.

35 Додаткове введення генератора імпульсів та виконання i-го компонента у вигляді D-тригера та компаратора з інверсним виходом дозволяє забезпечити спрощення та мікромініатюризацію моделі аксона нейрона на основі мікро- та нанотехнологій.

40 Корисна модель ілюструється кресленнями, де на фіг. 1 приведений прототип з входом, виходом, диференціацією на компоненти та сигнальними виходами, на фіг. 2 - модель аксона нейрона у вигляді пристрою на елементах мікроелектроніки.

Запропонований пристрій містить вхід - 1, вихід - 2, сигнальні виходи - 3, D-тригери - 4, генератор імпульсів - 5, компаратор - 6, від'ємний потенціал - 7, компоненти - 8.

45 Пристрій працює наступним чином - вхідні сигнали у вигляді позитивних імпульсів надходять на вхід 1 і подаються на D-вхід тригера першого компонента. При надходженні вхідних позитивних імпульсів на вхід пристрою 1 відбувається зсув інформації по фронту наростання сигналів генератора імпульсів 5 в тригерах 4, які з'єднані між собою як операційний пристрій "регістр зсуву". В залежності від стану i-го тригера на виході з кожного i-го компаратора 6 формується потенціал, знак якого визначається згідно з виразом:

$$T_i = \begin{cases} 0; 0 - 0.5 = -0.5; \\ 1; 1 - 0.5 = +0.5. \end{cases}$$

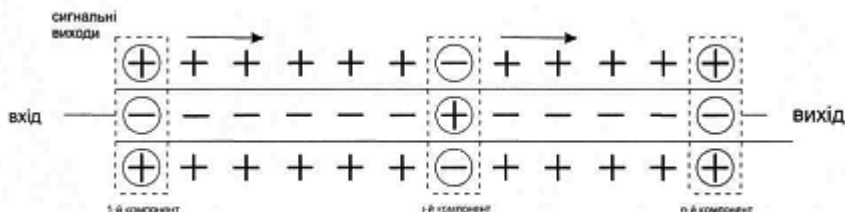
50 В результаті кожен вхідний імпульс, який надходить на вхід 1 пристрою у вигляді від'ємного потенціалу на відповідних виходах 3 рухається синхронно з тактовою частотою генератора імпульсів 5, від входу пристрою 1 до виходу 2, що однозначно функціонально моделює роботу біологічного аксона нейрона.

55 У випадку, коли тривалість імпульсу, який надходить на вхід моделі аксона нейрона, перевищує в кілька разів тактову частоту генератора імпульсів 5, на сигнальних виходах моделі аксона нейрона буде рухатись група від'ємних потенціалів, кількість яких відповідатиме числу імпульсів генератора імпульсів 5, що генеруються на інтервалі часу, рівному тривалості вхідного імпульсу.

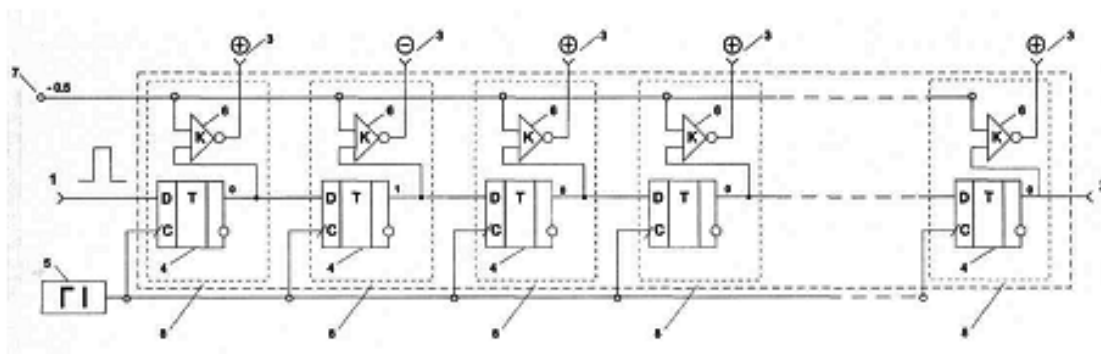
Сучасний рівень розвитку мікроелектроніки та нанотехнологій дозволяє реалізувати запропоновану модель аксона нейрона з розмірами, що наближаються до мікронних розмірів біологічних нейронів. Регулярність структури запропонованого пристрою дозволяє нарощувати її, що розширює функціональні можливості запропонованої моделі аксона нейрона і еквівалентно нарощуванню аксона нейрона конусом росту.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10 Модель аксона нейрона, що містить  $n$  компонентів, де вхід першого компонента є входом моделі аксона нейрона, вихід  $n$ -го компонента є її виходом, входи кожного  $i$ -го компонента підключені до виходу  $(i-1)$ -го компонента, а виходи є сигнальними виходами моделі аксона нейрона з від'ємними потенціалами з одним напрямком руху від входу до виходу моделі аксона нейрона, яка **відрізняється** тим, що кожен  $i$ -й компонент додатково містить D-тригер, перший вхід якого є входом компонента, другий вхід підключений до додатково введеного генератора імпульсів, вихід підключений до першого входу  $i$ -го інверсного компаратора, другий вхід якого підключений до від'ємного потенціалу, а вихід є  $i$ -м сигнальним виходом пристрою, причому величина від'ємного потенціалу рівна половині позитивного потенціалу на виході  $i$ -го компонента.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601