



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70918** (13) **U**
(51) МПК
G06G 7/60 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

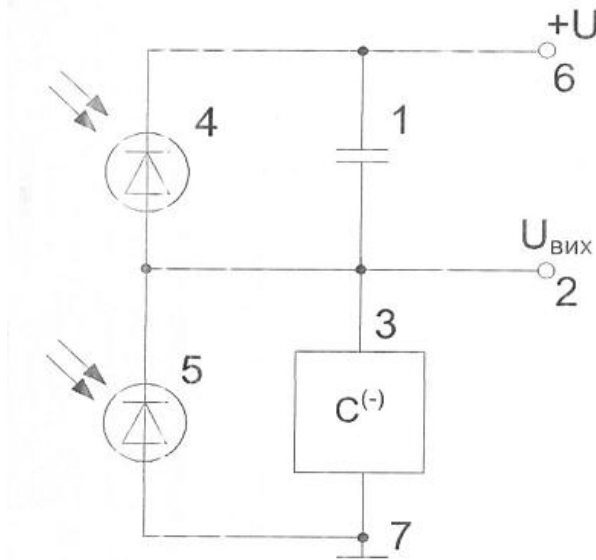
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 15359	(72) Винахідник(и): Філінюк Микола Антонович (UA), Лазарєв Олександр Олександрович (UA), Прикмета Андрій Володимирович (UA), Бондарюк Денис Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.12.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2012, Бюл.№ 12	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) НЕЙРОННИЙ ЕЛЕМЕНТ НА С-НЕГАТРОНІ

(57) Реферат:

Нейронний елемент на С-негатроні містить джерело живлення, фотодіоди, тиристор, С-негатрон, конденсатор.



UA 70918 U

Корисна модель належить до біоніки та обчислювальної техніки і може бути використана як елемент в нейроподібних мережах для моделювання біологічних процесів у пристроях оброблення, аналізу і розпізнавання образів, а також як елемент паралельних обчислювальних структур для вирішення задач цифрового оброблення сигналів, систем алгебраїчних рівнянь, крайових задач теорії поля.

Відомий пристрій для моделювання нейрона (патент України №52771, м.кл. G06G 7/60, 2006 р., бюл. №17), який містить керовані резисторні елементи, блоки моделювання синапсів, які складаються з послідовно з'єднаних узгоджувачів підсилювачів, входи яких є входами блоків моделювання синапсів накопичувачів елементів, елементів затримки, блоки моделювання дендритів, які складаються з суматорів, елементів затримки та інвертора, утворюючих прямий та зворотний ланцюги так, що елементи затримки і суматори по першому неінвертованому входу включені до них послідовно і чергуються між собою, причому зворотний ланцюг починається з суматора, а вихід його останнього елемента затримки з'єднаний через інвертор з входом першого елемента затримки прямого ланцюга, другі неінвертовані входи суматорів прямого ланцюга з'єднані з інвертованими входами суміжних з ними суматорів зворотного ланцюга і є входами блока моделювання дендриту, які з'єднані з виходами відповідної до нього групи блоків моделювання синапсів, вихід кожного елемента затримки прямого ланцюга з'єднаний з другим неінвертованим входом відповідного суматора зворотного ланцюга і є виходом блока моделювання дендриту і дендритним виходом пристрою, а вихід кожного елемента затримки зворотного ланцюга з'єднаний з третім неінвертованим входом відповідного суматора прямого ланцюга, прямий ланцюг закінчується елементом затримки, вихід якого є проксимальним виходом блока моделювання дендриту, формувач вихідних імпульсів, вихід якого є виходом пристрою, пристрій також містить блок синхронізації, входи якого з'єднані з виходом пристрою і його входами, а виходи за кількістю синапсів підключені до керуючих входів резисторних елементів, причому кожний блок моделювання дендриту містить додаткові елементи затримки за кількістю наявних у них елементів затримки без одного та двохідні суматори, кожний додатковий елемент затримки підключений у розрив між наявним у прямому і зворотному ланцюгу послідовно підключеним з ним суматором, виходи двохідних суматорів є дендритними виходами, перший вхід кожного суматора під'єднаний між виходом елемента затримки і входом додаткового елемента затримки прямого ланцюга, а другий вхід - між відповідними їм елементами затримки зворотного ланцюга, кількість двохідних суматорів дорівнює кількості ділянок дендриту між синаптичними контактами.

Недоліком даного пристрою є складність його структури.

Відомий пристрій для моделювання нейрона (а.с. СРСР №482766, м.кл. G06G 7/60, 1975 р., бюл. 32), який містить транзистор, який є активним елементом пристрою і працює в лавинному режимі, п'ять резисторів, три конденсатори та два діоди, причому перший, другий та третій резистори та перший конденсатор забезпечують заданий режим роботи пристрою, гальмівний та збуджуючий входи містять діодноємнісні інтегруючі ланцюги і струмообмежуючі четвертий та п'ятий резистори.

Недоліком даного пристрою є електрична природа вхідних та вихідних сигналів (що ускладнює технологію утворення на таких елементах нейронних мереж з великою кількістю міжз'єднань), апаратна складність та необхідність відносно великих для інтегральних схем напруг (для живлення лавинного транзистора).

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій для моделювання нейрона (патент України №55921, м.кл. G06G 7/00, 2009 р., бюл. №24), який містить джерело живлення, яке з'єднано з катодом першого фотодіода та з виводами першого та другого резисторів, анод першого фотодіода з'єднано з катодом другого фотодіода, з першим виводом першого конденсатора, другим виводом другого резистора та керуючим електродом тиристора, другий вивід першого резистора з'єднано з першим виводом другого конденсатора та анодом тиристора, катод тиристора з'єднано з електричним виходом пристрою та першими виводами третього резистора та третього конденсатора, другий вивід третього резистора з'єднано з анодом світлодіода, катод якого разом з другими виводами першого, другого та третього конденсатори з'єднано із загальною шиною.

Недоліком даного пристрою є складність схемотехнічної реалізації та низька робоча частота.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки такого нейронного елемента на С-негатроні, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається спрощення схемотехнічної реалізації, збільшення робочої частоти та зменшення енергоспоживання.

Поставлена задача вирішується тим, що в нейронний елемент на С-негатроні, який містить джерело живлення, яке з'єднано з катодом першого фотодіода, анод якого з'єднано з катодом другого фотодіода, введено - С-негатрон, перший вивід якого з'єднаний з вихідною клемою та з джерелом живлення через конденсатор, його другий вивід з'єднаний з негативним полюсом джерела живлення.

На кресленні наведено схему нейронного елемента на С-негатроні.

Пристрій містить конденсатор 1, перший вивід якого з'єднаний з джерелом живлення 6, другий вивід конденсатора 1 з'єднаний із вихідною клемою 2 та з першим виводом С-негатрона 3, а також з анодом першого фотодіода 4, та з катодом фотодіода 5, анод якого підключеним до негативного полюса джерела живлення 7, катод першого фотодіода 4 підключений до джерела живлення, другий вивід С-негатрона 3 з'єднаний з негативним полюсом джерела живлення 7.

Нейронний елемент на С-негатроні працює таким чином.

Наявність від'ємної ємності робить С-негатрон потенційно-нестійким та багатофункціональним приладом. При правильному виборі параметрів навантаження схема на С-негатроні буде працювати в режимі перемикавання, а С-негатрон буде виконувати функції порогового елемента. Так при $C_n < |C^{(-)}|$ пряма навантаження перетинає кулон-вольтну характеристику С-негатрона N-типу. При подачі вхідного струму $i(t)$, заряд $q(t)$ на С-негатроні буде збільшуватися, а положення робочої точки зсуватися. При цьому буде забезпечуватися

функція інтегрування вхідного сигналу струму, так як $q(t) = \int_0^t i(t) dt$. При досягненні порогового

значення заряду $Q_{пор}$ відбудеться перемикавання С-негатрона, і робоча точка миттєво перейде з положення $U_{пор}$ в положення U_{high} , а напруга на С-негатроні стрибкоподібно зміниться від $U_{пор}$ до U_{high} .

Аналогічним чином, але при $C_n > |C^{(-)}|$, буде працювати С-негатрон S-типу в режимі перемикавання та виконувати функції інтегрування вхідного струму та функцію порогового елемента.

Перший фотодіод 4 приймає збуджувальні вхідні оптичні сигнали, які перетворюються фотодіодом 4 в струм, що заряджає С-негатрон 3, а гальмівні вхідні оптичні сигнали перетворюються фотодіодом 5 в струм, що розряджає С-негатрон 3. Коли напруга на С-негатроні 3 досягне порогового значення, відбудеться перемикавання С-негатрона 3, в результаті чого відбудеться стрибкоподібна зміна потенціалу на клемі 2. Конденсатор 1 буде визначати нахил прямої навантаження. Живлення прикладається до клем 6 та 7.

Напруга на виході буде визначатися виразами:

$$U_{вих} \leq U_{пор}, \text{ якщо } Q = \int_0^t i_{\Sigma}(t) dt \leq Q_{пор}, \text{ де } i_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n i_j - \sum_{j=1}^m i_j;$$

$$U_{вих} \geq U_{high}, \text{ якщо } Q = \int_0^t i_{\Sigma}(t) dt > Q_{пор}.$$

Таким чином дана схема виконує просторове алгебраїчне сумування вхідних сигналів від фотодіодів: сумарний вхідний струм $i_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n i_j - \sum_{j=1}^m i_j$, де n - кількість фотодіодів збудження, m -

кількість фотодіодів гальмування; та часове інтегрування вхідних сигналів: заряд С-негатрона

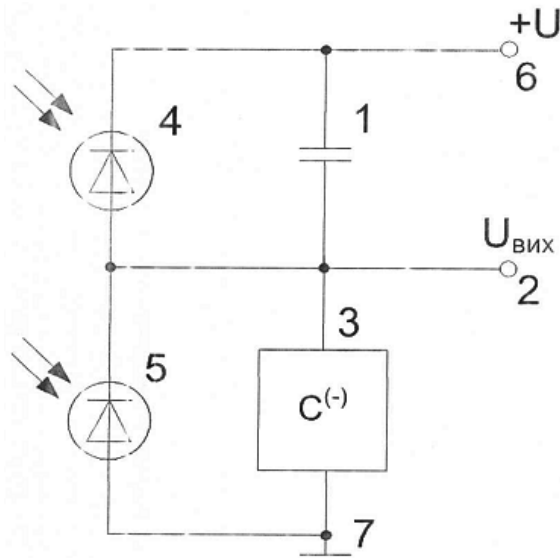
$$Q = \int_0^t i_{\Sigma}(t) dt.$$

Введений в схему С-негатрон дозволяє збільшити максимальну робочу частоту нейронного елемента, яка складає до 1 ТГц, на відміну від нейронного елемента прототипу на тиристорі, де максимальна робоча частота складає до 30 кГц, а також спрощення схемотехнічної реалізації за рахунок меншої кількості елементів схеми та простішої напівпровідникової структури С-негатрона, та зменшення енергоспоживання, так як ємності не споживають активної потужності.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Нейронний елемент на С-негатроні, що містить джерело живлення, яке з'єднано з катодом фотодіода, анод якого з'єднано з катодом другого фотодіода, катод тиристора з'єднано з електричним виходом пристрою, анод тиристора з'єднано з джерелом живлення, який

відрізняється тим, що введено С-негатрон, перший вивід якого з'єднано вихідною клемою, а також з джерелом живлення через конденсатор, його другий вивід з'єднано з негативним полюсом джерела живлення.



Комп'ютерна верстка А. Рябко

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