



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55921 (13) U
(51) МПК (2009)
G06G 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЙРОНА

1

2

(21) u201008531

(22) 08.07.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл.№ 24, 2010 р.

(72) КОЛЕСНИЦЬКИЙ ОЛЕГ КОСТЯНТИНОВИЧ,
БОКОЦЕЙ ІРИНА ВІТАЛІЇВНА, ПАВЛОВ СЕРГІЙ
МИКОЛАЙОВИЧ, КОЛЕСНИЦЬКА ГАННА ОЛЕГІ-
ВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для моделювання нейрона, який
містить просторово-часовий суматор вхідних сиг-
налів, виконаний на конденсаторі і під'єднаний до
генератора імпульсів, який виконаний на тиристорі

з резистивно-ємнісними ланками в катодному та анодному ланцюгах, резистор для встановлення режиму роботи пристрою (режиму очікування або спонтанної активності), який відрізняється тим, що він додатково містить перший та другий фотодіоди та світловипромінювач (для формування вихідного оптичного імпульсу), причому джерело живлення з'єднано з катодом першого фотодіода, анод якого з'єднаний з катодом другого фотодіода та з керуючим електродом тиристора, анод другого фотодіода з'єднаний із загальною шиною, світловипромінювач з'єднаний послідовно з резистором катодного ланцюга тиристора катодом до загальної шини.

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

Відомий пристрій для моделювання нейрона (а.с. СРСР 482766, кл. G06G7/60, 1975р., 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 діодно-ємнісні 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 між'єднань), апаратурна складність, необхідність відносно великих для інтегральних схем напруг (для живлення лавинного транзистора) та невеликий вхідний струм (що обмежує навантажувальну спроможність).

Відомий пристрій для моделювання нейрона (патент України 22956, кл. G06G7/60, 1998р., Бюл. 3), який містить два фотоприймачі, електронний

ключ, біспін-прилад, резистор навантаження, модулятор лазерного випромінювання, лазер та голограму, на якій записано зовнішні зв'язки моделі нейрону, причому анод першого фотоприймача з'єднаний з катодом другого фотоприймача, входом електронного ключа та підкладинкою біспін-прилада, катод першого фотоприймача та омичний контакт біспін-приладу підключено до шини живлення, анод другого фотоприймача, вихід електронного ключа та один із виводів резистора навантаження підключені до загальної шини, запираючий контакт біспін-приладу з'єднано з другим виводом резистора навантаження, керуючим входом електронного ключа та входом модулятора лазерного випромінювання, вихід якого під'єднаний до керуючого входу лазера, вихід якого оптично з'єднаний з голограмою.

Недоліком даного пристрою є його структурна складність та невеликий вихідний струм (що обмежує навантажувальну спроможність при побудові великих нейронних мереж).

Найбільш близьким за технічною суттю є пристрій для моделювання нейрона (а.с. СРСР №376787, кл. G06G7/60, 1973р., Бюл.№17), який містить просторово-часовий суматор вхідних сигналів (виконаний на конденсаторі), під'єднаний до генератора імпульсів, який виконано на тиристорі з резистивно-ємнісними ланками в катодному та анодному ланцюгах, вузол моделювання аксоаксонного синапса, який складається з послідовно

(19) UA (11) 55921 (13) U

з'єднаних формуючої ланки і амплітудного транзисторного модулятора, вихід якого підключено до одного з входів просторово-часового суматора. Крім того, пристрій містить розділювальні напівпровідникові діоди та резистор для встановлення режиму роботи пристрою (режимі очікування або спонтанної активності).

Недоліком даного пристрою є електрична природа вхідних та вихідних сигналів (що ускладнює технологію побудови на таких елементах нейронних мереж з великою кількістю міжз'єднань) та відсутність гальмівних входів (що обмежує функціональні можливості пристрою).

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для моделювання нейрона, в якому введення нових вузлів та зв'язків дозволяє пристрою працювати з оптичними сигналами та наявність як збуджуючих, так і гальмівних входів пристрою, що розширює функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що у пристрій для моделювання нейрона, який містить просторово-часовий суматор вхідних сигналів (виконаний на конденсаторі), під'єднаний до генератора імпульсів, який виконано на тиристорі з резистивно-ємнісними ланками в катодному та анодному ланцюгах, резистор для встановлення режиму роботи пристрою (режимі очікування або спонтанної активності), згідно корисної моделі, введено перший та другий фотодіоди та світловипромінювач, причому джерело живлення з'єднано з катодом першого фото діода, анод якого з'єднано з катодом другого фотодіоду та з керуючим електродом тиристора, анод другого фотодіода з'єднано із загальною шиною, світловипромінювач включено послідовно з резистором катодного резистора тиристора катодом до загальної шини.

На кресленні приведена структурна схема пристрою.

Пристрій для моделювання нейрона містить перший 1 та другий 2 фотодіоди, конденсатор 3 для просторово-часового підсумовування, генератор імпульсів, що виконаний на тиристорі 4 з резистором 5, світловипромінювачем 6 та конденсатором 7 в катодному ланцюгу і резистором 8 та конденсатором 9 в анодному ланцюгу, резистор 10 для встановлення режиму роботи пристрою (очікування або фонової активності), електричний вихід 11 та оптичний вихід 12 пристрою, а також збуджувальний 13 та гальмівний 14 входи пристрою. Джерело живлення з'єднано з катодом фотодіода 1 та з першими выводами резисторів 8 та 10. анод фотодіода з'єднано з катодом фотодіода 2, з першим виводом конденсатора 3, другим виводом резистора 10 та керуючим електродом тиристора 4. Другий вивід резистора 8 з'єднано з першим виводом конденсатора 9 та анодом тиристора 4. Катод тиристора 4 з'єднано з електричним виходом 11 пристрою та першими выводами резистора 5 та конденсатора 7. Другий вивід резистора 5

з'єднано з анодом світловипромінювача 6, катод якого разом з другими выводами конденсаторів 3, 7 та 9 з'єднано із загальною шиною.

Пристрій для моделювання нейрона працює таким чином.

Перший фотодіод 1 приймає збуджувальні вхідні оптичні сигнали з входу 13, а вхідні оптичні сигнали перетворюються фотодіодом 1 в струм, що заряджає конденсатор 3, а гальмівні вхідні оптичні сигнали перетворюються фотодіодом 2 в струм, що розряджає конденсатор 3. Напряга живлення тиристора 4 менша напруги перемикавання при струмі керуючого електрода, що регулюється резистором 10 (в режимі очікування). Коли напруга на керуючому електроді тиристора 4 під дією вхідних імпульсів досягне порогового значення (при даній напрузі живлення), тиристор 4 відкривається, на резисторі 5 і світловипромінювачі 6 створюється вихідний позитивний імпульс напруги, який надходить на вихід 11 (світловипромінювач 6 формує в цей час вихідний оптичний імпульс на виході 12). Конденсатор 9 розряджається через відкритий тиристор 4, резистор 5 і світло випромінювач 6, напруга на аноді тиристора 4 зменшується і він закривається. Конденсатор 7, що зарядився під час відкритого стану тиристора 4, розряджається через резистор 5 і світловипромінювач 6, формуючи задній фронт вихідного імпульсу. Після замикавання тиристора 4 конденсатор 9 заряджається від джерела напруги через резистор 8 до початкового значення, моделюючи фазу пониження збудження (відносна рефрактерність).

Завдяки наявності оптичних входів та виходів даний пристрій може легко використовуватись при побудові імпульсних нейронних мереж з великою кількістю елементів та зв'язків між ними. Організація великої кількості оптичних зв'язків реалізується набагато простіше, ніж електричних зв'язків за допомогою оптичних та голографічних засобів. Крім того, завдяки тому, що тиристор може перемикає великі струми, в якості світловипромінювача 6 може використовуватись кілька паралельно з'єднаних світлодіодів або напівпровідникових лазерів. Це дає змогу навантажувати пристрій на цілий рядок або стовпчик матриці світлодіодів або напівпровідникових лазерів, що спрощує структуру побудови великих нейронних мереж, де один нейрон повинен передавати свій вихідний сигнал на всі інші нейрони. Наявність в запропонованому пристрої крім збуджувальних також і гальмівних входів підвищує адекватність пристрою своєму біологічному прототипу та дозволяє організовувати нейронні мережі як з додатними, так і з від'ємними коефіцієнтами синаптичних зв'язків (що розширює функціональні можливості).

Якщо в якості тиристора використати світловипромінюючий тиристор, то тоді світловипромінювач 6 можна виключити зі схеми, а оптичним виходом пристрою буде апертура світловипромінюючого тиристора.

