



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70917** (13) **U**  
(51) МПК  
**G06G 7/60** (2006.01)

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

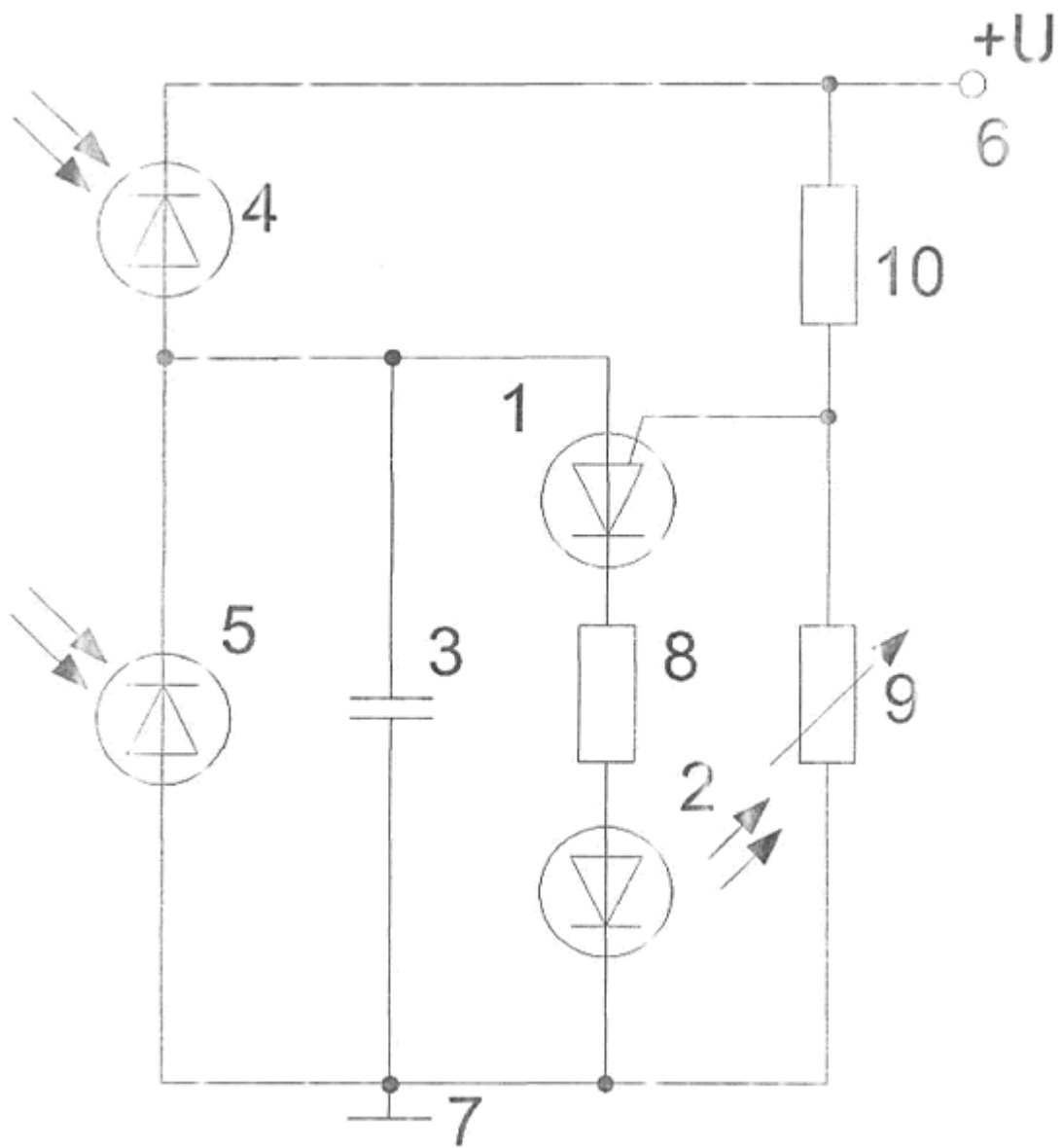
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2011 15358</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>26.12.2011</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2012</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2012, Бюл.№ 12</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Філінюк Микола Антонович (UA), Лазарєв Олександр Олександрович (UA), Прикмета Андрій Володимирович (UA), Бондарюк Денис Володимирович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	---

**(54) НЕЙРОННИЙ ЕЛЕМЕНТ НА НЕГАТРОНІ**

**(57) Реферат:**

Нейронний елемент на негatronі містить світлодіод, резистори, джерело живлення, фотодіоди, конденсатори, тиристор, електричний вихід пристрою, програмований одноперехідний транзистор.

**UA 70917 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 двовходові 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 двоходових 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. С06G 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 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 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 і анодом світлодіода, катод якого разом з другими виводами першого, другого та третього конденсаторів з'єднано із загальною шиною.

Недоліком даного пристрою є низька робоча частота.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки такого нейронного елемента на негatronі, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається збільшення діапазону робочих частот та можливість керувати порогом активації нейрона та амплітудою вихідного імпульсу.

Поставлена задача вирішується тим, що в нейронний елемент на негatronі, який містить світлодіод, анод якого з'єднано з першим виводом першого резистора, а катод - з негативним

поллюсом джерела живлення, яке з'єднано з катодом першого фотодіода, анод якого з'єднано з катодом другого фотодіода та з першим виводом конденсатора, введено негatron - програмований одноперехідний транзистор, затвор якого через другий резистор з'єднаний із позитивним полюсом джерела живлення, а також через підстроюваний резистор - із негативним полюсом джерела живлення, катод програмованого одноперехідного транзистора з'єднаний з першим резистором, анод програмованого одноперехідного транзистора з'єднаний з першим виводом конденсатора, а також з анодом першого фотодіода та з катодом другого фотодіода.

На кресленні наведено схему нейронного елемента на негatronі.

Пристрій містить програмований одноперехідний транзистор 1, катод якого з'єднаний із другим виводом першого резистора 8, другий вивід якого з'єднаний анодом світлодіода 2, катод якого з'єднаний з негативним полюсом джерела живлення 7, затвор програмованого одноперехідного транзистора 1 через другий резистор 10 з'єднаний із позитивним полюсом джерела живлення 6, а також через підстроюваний 9 резистор із негативним полюсом джерела живлення 7, анод програмованого одноперехідного транзистора 1 з'єднаний з негативним полюсом джерела живлення 7 через конденсатор 3, а також з анодом першого фотодіода 4 та з катодом другого фотодіода 5, анод якого підключений до негативного полюса джерела живлення 7, катод першого фотодіода 4 підключений до джерела живлення 6.

Нейронний елемент на негatronі працює таким чином.

Перший фотодіод 4 приймає збуджувальні вхідні оптичні сигнали які перетворюються першим фотодіодом 4 в струм, що заряджає конденсатор 3, а гальмівні вхідні оптичні сигнали перетворюються другим фотодіодом 5 в струм, що розряджає конденсатор 3. Коли напруга на аноді програмованого одноперехідного транзистора 1 під дією вхідних імпульсів досягне порогового значення (при даній напрузі живлення), програмований одноперехідний транзистор 1 відкривається, і конденсатор 3 розрядиться через програмований одноперехідний транзистор 1, перший резистор 8 та світлодіод 2, формуючи імпульс струму, що перетвориться світлодіодом 2 в імпульс оптичного випромінення. Після розряду конденсатора 3 програмований одноперехідний транзистор 1 закривається і нейронний елемент повертається в режим очікування. Живлення прикладається до клем 6 та 7.

Введений в схему негatron - програмований одноперехідний транзистор 1 дозволяє збільшити максимальну робочу частоту нейронного елемента, яка складає до 400 кГц, на відміну від нейронного елемента прототипу на тиристорі, де максимальна робоча частота складає до 30 кГц, спростити схемотехнічну реалізацію за рахунок меншої кількості елементів схеми, а також дозволяє здійснювати керування напругою активації нейрона.

Напруга активації визначається за формулою:

$$U_p = \eta \cdot U_{ж} = \frac{R_1}{R_1 \cdot R_2} \cdot U_{ж}$$

де  $U_{ж}$  - напруга живлення;

$R_1$  - номінал резистора 9;

$R_2$  - номінал резистора 10.

Змінюючи опір  $R_1$  підстроюваного резистора 9, можна змінювати значення напруги активації нейрона.

Вихідний струм визначають за формулою:

$$I_{max} = \frac{U_p - U_T - U_R - U_{VD}}{R_3}$$

де  $U_p$  - напруга активації;

$U_T$  - напруга, що впаде на відкритому одноперехідному транзисторі 1;

$U_R$  - напруга, що впаде на першому резисторі 8;

$U_{VD}$  - напруга, що падає на р-n-переході світлодіоду 2;

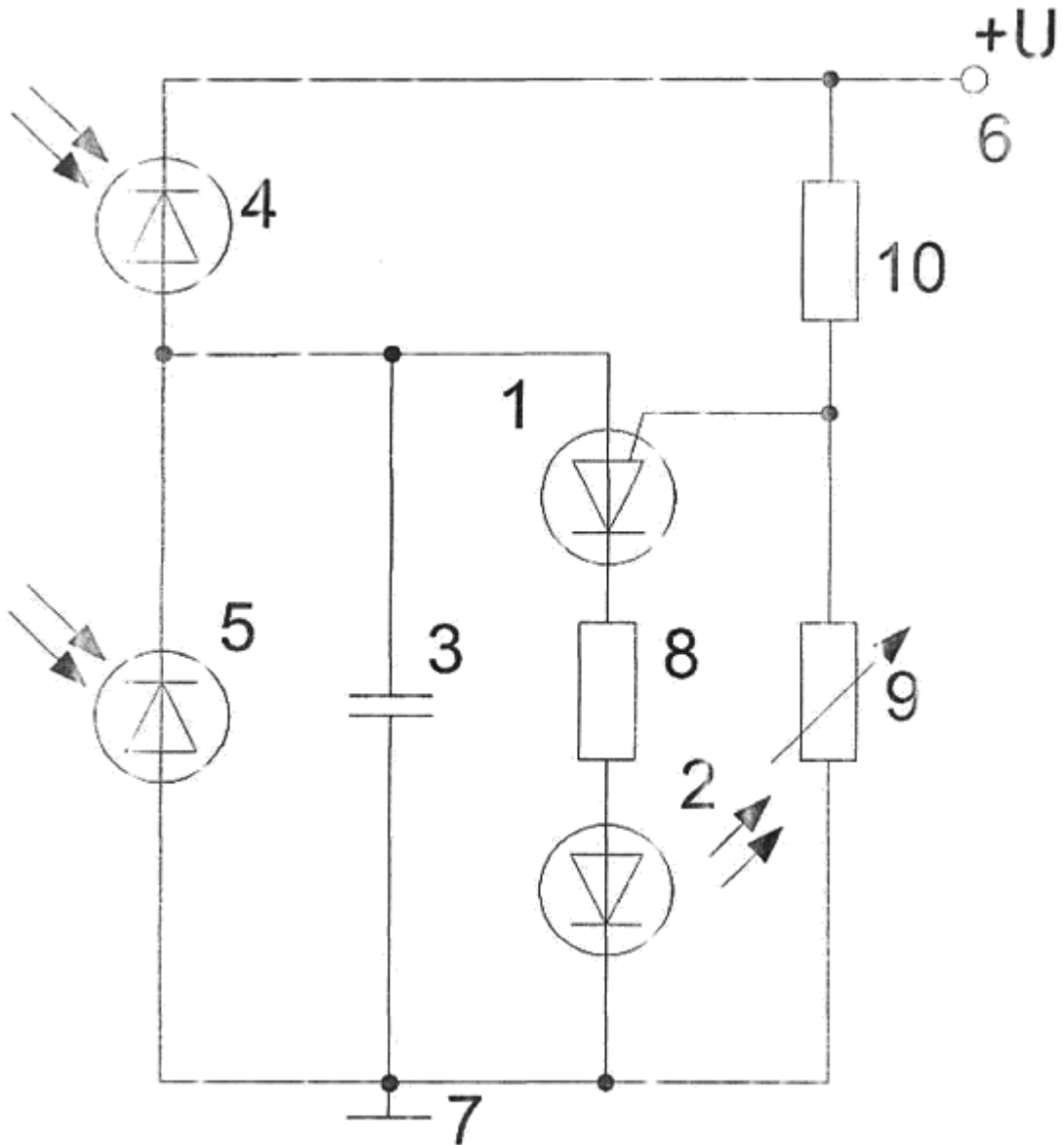
$R_3$  - номінал першого резистора 8.

Змінюючи опір першого резистора 8, можна змінювати амплітуду вихідного імпульсу нейрона.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Нейронний елемент на негatronі, що містить світлодіод, анод якого з'єднано з першим виводом першого резистора, а катод - з негативним полюсом джерела живлення, яке з'єднане з катодом фотодіода, анод якого з'єднано з катодом другого фотодіода, з першим виводом конденсатора та керуючим електродом тиристора, катод тиристора з'єднано з електричним виходом пристрою, анод тиристора з'єднано з джерелом живлення, який **відрізняється** тим, що введено

- 5 програмований одноперехідний транзистор, затвор якого через перший резистор з'єднаний із позитивним полюсом джерела живлення, а також через підстроюваний резистор - із негативним полюсом джерела живлення, катод програмованого одноперехідного транзистора з'єднаний через другий резистор з анодом вихідного світлодіода, анод програмованого одноперехідного транзистора з'єднаний з першим виводом конденсатора, а також з анодом першого фотодіода та з катодом другого фотодіода.




---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

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