



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 3340

(13) U

(51) 7 H01L31/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОННЕ ФОТОРЕЛЕ

1

2

(21) 2004010486

(22) 22.01.2004

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. №11, 2004р.

(72) Жарков Віктор Якович, Жарков Антон Вікторович, Плотніков Віктор Євгенович, Кізім Ігор Володимирович

(73) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

(57) 1. Електронне фотореле, яке містить джерело живлення з позитивною і негативною клемми, виконавчий орган з вхідними і вихідними виводами, датчик, виконаний за схемою аналога лямбда-діода з анодом і катодом, що містить комплементарну пару польових транзисторів з каналами різного типу провідності, з'єднаних своїми витоками, яке **відрізняється** тим, що воно додатково містить підсилювальний транзистор, два фотодіоди, кожен

фотодіод ввімкнений між затвором одного польового транзистора і стоком іншого зустрічно полярності джерела живлення, база підсилювального транзистора приєднана до катода аналога лямбда-діода, а емітер приєднаний до негативної клемми джерела живлення, вхідні виводи виконавчого органа ввімкнені між колектором підсилювального транзистора і позитивною клеммою джерела живлення, вихідні виводи виконавчого органа призначені для ввімкнення в коло керування об'єкта управління.

2. Електронне фотореле за п.1, яке **відрізняється** тим, що виконавчий орган виконаний в вигляді оптрона з фотовипромінювачем і фотоприймачем, електроди фотовипромінювача є вхідними виводами виконавчого органа, а електроди фотоприймача є вихідними виводами виконавчого органа.

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може бути використана для автоматизації управління об'єктами залежно від освітленості.

Відоме фотореле для управління вуличним освітленням, наприклад ФР-2, яке містить фоторезистор, два транзистори, випрямляч, виконавче реле і струмообмежувальні резистори [Прищеп Л.Г. Учебник сельского электрика. - 3-е изд. доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1986. - С.305]. Недоліком відомого фотореле є велике електроспоживання як в спрацьованому стані - при ввімкненому виконавчому реле, так і в черговому режимі, що обумовлено великою потужністю споживання виконавчого реле і струмообмежувальних резисторів. Оскільки в черговому стані транзистор VT2 шунтує котушку реле К, то в резисторах R1, R2 виділяється потужність навіть більша ніж при ввімкненому реле. Із-за великого електроспоживання відоме фотореле не може використовуватись для управління об'єктами, які живляться від автономних малопотужних джерел, наприклад від акумуляторних або сонячних батарей.

Відомий також багатифункціональний напівпровідниковий прилад із негативним диференціальним опором, що одержав назву лямбда-діод із-за своєї вольтамперної характеристики (ВАХ),

який створений на одному кристалі за допомогою дифузійних процесів і являє собою комплементарну пару польових транзисторів, сполучених за визначеною схемою. Витоки обох транзисторів один з одним і стік кожного з них із затвором іншого сполучені алюмінієвою металізацією [Гота Кано, Хитоо Иваза, Хиромицу Такаги, Ивао Терамото. Лямбда-диод - многофункциональный прибор с отрицательным сопротивлением// Электроника.- 1975.-№13.-С.48-53]. Недоліком відомого пристрою є його нечутливість до освітленості, що не дозволяє використовувати його в схемах фотореле.

Найбільш близьким за технічною сутністю до описаного вибрано пристрій для телеконтролю температури [Пат. 49232А Україна МПК G01K7/16.- Пристрій для телеконтролю температури// Бюлетень Промислова власність. -2001.- №10], який містить джерело живлення, конденсатор, резистори, датчик, виконаний за схемою аналога лямбда-діода, що містить комплементарну пару польових транзисторів, витоки яких з'єднані, стік польового транзистора р-типу з'єднаний з негативною клеммою джерела живлення, між затвором польового транзистора n-типу і стоком польового транзистора р-типу кожної комплементарної пари включений термочутливий елемент, між затвором польового

(13) U

(11) 3340

(19) UA

транзистора із каналом n-типу і його стоком включений регульовальний резистор, між затвором польового транзистора p-типу і стоками кожного польового транзистора, включені резистори, стоки польових транзисторів n-типу кожної комплементарної пари приєднані до першого кінця первинної обмотки трансформатора, яка утворює із згаданим конденсатором паралельний резонансний LC-контур, другий кінець первинної обмотки приєднаний до позитивної клеми джерела живлення, до вторинної обмотки трансформатора приєднаний сигнальний орган.

Недолік пристрою-прототипу в тім, що він не реагує на освітленість і не може використовуватись для автоматизації об'єктів управління залежно від освітленості.

В основу корисної моделі поставлена задача створення електронного фотореле, яке додатково містить два фотодіоди, кожен фотодіод ввімкнений між затвором одного польового транзистора і стоком іншого зустрічно полярності джерела живлення, що забезпечує зменшення струму відпливу до мізерної величини в черговому режимі при нормальній освітленості і відкриття лямбда-діода за рахунок зсуву його ВАХ вправо при зменшенні освітленості фотодіодів в нічний час з подачею сигналу через підсилювальний транзистор на вхід виконавчого органу і за рахунок цього забезпечує використання фотореле для управління об'єктами залежно від освітленості, наприклад, для управління маяками, світлофорами або електроогорожами для випасу худоби, які живляться від акумуляторних або сонячних батарей.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що електронне фотореле, яке містить джерело живлення з позитивною і негативною клемми, виконавчий орган, з вхідними і вихідними виводами, датчик, виконаний за схемою аналога лямбда-діода з анодом і катодом, що містить комплементарну пару польових транзисторів з каналами різного типу провідності, з'єднаних своїми витоками, згідно корисної моделі додатково містить два фотодіоди і підсилювальний транзистор, кожен фотодіод ввімкнений між затвором одного польового транзистора і стоком іншого зустрічно полярності джерела живлення, база підсилювального транзистора приєднана до катода аналога лямбда-діода, емітер приєднаний до негативної клеми джерела живлення, вхідні виводи виконавчого органу ввімкнені між колектором і позитивною клемою джерела живлення, вихідні виводи виконавчого органу призначені для ввімкнення в коло керування об'єкта управління.

Також поставлена задача досягається за рахунок того, що виконавчий орган виконаний в вигляді оптрона з фотовипромінювачем і фотоприймачем, електроди фотовипромінювача є вхідними виводами виконавчого органу, а електроди фотоприймача є вихідними виводами виконавчого органу.

Ввімкнення фотодіодів згідно корисної моделі між затвором одного польового транзистора і стоком іншого зустрічно полярності джерела живлення, забезпечує зменшення струму відпливу до мізерної величини (наноампери) в черговому режимі вдень, при нормальній освітленості, і відкриття

лямбда-діода за рахунок зсуву його ВАХ вправо при зменшенні освітленості фотодіодів вночі з подачею сигналу через підсилювальний транзистор на вхід виконавчого органу і за рахунок цього забезпечує використання фотореле для управління об'єктами залежно від освітленості, наприклад, для управління маяками, світлофорами або електроогорожами для випасу худоби, які живляться від акумуляторних або сонячних батарей.

Ввімкнення виконавчого органу через підсилювальний транзистор до джерела живлення дозволяє вмикати вихідні виводи виконавчого органу в коло керування силовими комутаційними апаратами, наприклад магнітними пускатками.

Виконання виконавчого органу в вигляді оптрона забезпечує гальванічну розв'язку його вхідних і вихідних кіл, чим підвищується його електробезпека та надійність роботи.

Таким чином, запропонована корисна модель реагує на зміну освітленості при мізерному струмі в черговому режимі (наноампери), що дозволяє використовувати її для управління об'єктами, що живляться від автономних малопотужних джерел, залежно від освітленості, наприклад для управління маяками, світлофорами або електроогорожами для випасу худоби, які живляться від малопотужних акумуляторних або сонячних батарей.

Технічна суть і принцип дії запропонованого електронного фотореле пояснюється графічним матеріалом: на Фіг.1 подана принципова електрична схема фотореле; на Фіг.2 - ВАХ фотодатчика.

Електронне фотореле містить джерело живлення 1 з позитивною 2 і негативною 3 клемми, фотодатчик 4, виконавчий орган 5, з вхідними виводами 6, 7 і вихідними виводами 8, 9, підсилювальний транзистор 10 з електродами бази 11, емітера 12 і колектора 13. Фотодатчик 4, виконаний за схемою аналога лямбда-діода з анодом 14, приєднаним до позитивної клеми 2, і катодом 15, приєднаним до негативної клеми 3 джерела живлення 1, містить комплементарну пару польових транзисторів 16, 17 різного типу провідності, з'єднаних своїми витоками 18, 19, між затвором 20 польового транзистора 16 із каналом n-типу і стоком 21 польового транзистора 17 із каналом p-типу ввімкнений перший фотодіод 22, між затвором 23 польового транзистора 17 із каналом p-типу і стоком 24 польового транзистора 16 із каналом n-типу ввімкнений другий фотодіод 25. База 11 підсилювального транзистора 10 приєднана до катода 15 аналога лямбда-діода, емітер 12 транзистора 10 приєднаний до негативної клеми 3 джерела живлення 1. Виконавчий орган 5 вхідними виводами 6, 7 ввімкнений між позитивною клемою 2 джерела живлення 1 і колектором 13 підсилювального транзистора 10. Вихідні виводи 8, 9 виконавчого органу 5 призначені для ввімкнення в коло керування об'єкта управління.

Виконавчий орган 5 виконаний в вигляді оптрона. На Фіг.1 в якості виконавчого органу 5 показаний тиристорний оптрон з фотовипромінювачем в вигляді світлодіода 26, анод якого з'єднаний з позитивною клемою 2 джерела живлення 1, а катод - з колектором 13 підсилювального транзистора 10, і фотоприймачем в вигляді фототиристора 27. Електроди світлодіода 26 є вхідними виводами

6,7 виконавчого органу 5, а електроди фототиристора 27 є вихідними виводами 8, 9 виконавчого органу 5. Виконання виконавчого органу 5 в вигляді оптрона забезпечує гальванічну розв'язку вхідних 6, 7 і вихідних 8, 9 кіл, чим підвищується його електробезпека та надійність роботи.

Пристрій працює таким чином

Положення ВАХ лямбда-діода залежить від освітленості: вранці ВАХ зміщується вліво, і лямбда-діод закривається, а ввечері ВАХ зміщується вправо, і лямбда-діод відкривається. ВАХ аналога лямбда-діода формується добром параметрів комплементарної пари польових транзисторів 16, 17 та фотодіодів 22, 25. В якості останніх можуть бути використані германієві фотодіоди широкого спектру. Характеристика аналога лямбда-діода містить ділянку ОА із позитивним диференціальним опором, властивим звичайному діоду, і ділянку АВ із негативним диференціальним опором, як у тунельного діода. З ростом прикладеної до лямбда-діода напруги позитивної полярності (анод 14 позитивний) струм спочатку зростає, в точці А при деякій напрузі U_A він досягає максимального значення, а потім зменшується. При напрузі U_B , рівній сумі напруг польових транзисторів 16, 17, обидва транзистори закриваються і струм лямбда-діода зменшується до мізерної величини. При подальшому збільшенні напруги лямбда-діод залишається в закритому стані аж до збільшення напруги до величини пробію $U_{пр}$, яка більша від напруги живлення $U_{ж}$, ($U_{пр} > U_{ж}$), тому пробію не настає. Особливістю ВАХ аналога лямбда-діода є наявність ділянки АВ із негативним диференціальним опором, яка може зміщатися при зміні освітленості фотодіодів 22, 25.

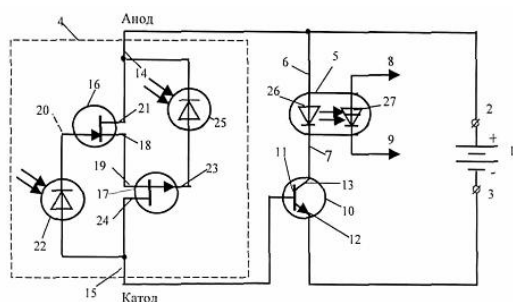
Вдень, за нормальної освітленості, ВАХ 28 (Фіг.2) аналога лямбда-діода займає ліве положення, напруга U_B менша ніж напруга живлення $U_{ж}$, лямбда-діод закритий, і фотодіоди 22, 25, що ввімкнені зустрічно полярності джерела живлення 1, працюють в генераторному режимі, зменшуючи абсолютну величину потенціалів на затворах 20, 23 польових транзисторів 16, 17. Сигнал від

фотодатчика 4 на базу 11 підсилювального транзистора 10 не поступає, транзистор закритий, струм через вхідні виводи 6,7 виконавчого органу 5 не протікає, і його вихідні виводи 8, 9 в колі керування об'єкта управління розімкнені.

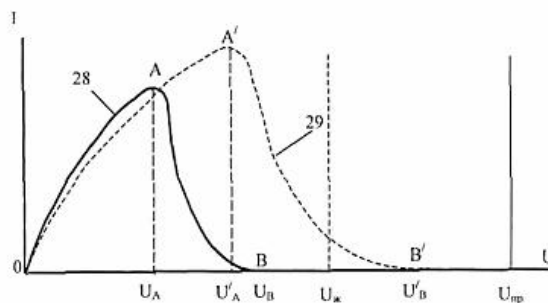
Ввечері, при зменшенні освітленості, фотоелектрорушійна сила фотодіодів 22, 25 зменшується. Абсолютна величина потенціалів на затворах 20, 23 польових транзисторів 16, 17 збільшується. Тому ВАХ аналога лямбда-діода зміщується вправо (на Фіг.2 - пунктирна лінія 29). У діапазоні напруг, обмежених точками A' , B' , що відповідають напругам U_A' , U_B' ($U_B' > U_{ж}$), лямбда-діод відкритий, а фотодіоди 22, 25 переходять в фотодіодний режим. Сигнал від фотодатчика 4 (з катода 15 лямбда-діода) поступає на базу 11 підсилювального транзистора 10. Через емітер 12 - колектор 13 протікає струм, і виконавчий орган 5 вхідними виводами 6, 7 вмикається в коло джерела живлення 1. Коли через світлодіод 26 протікає струм, фототиристор 27 відкривається і вихідними виводами 8, 9 замикає коло керування об'єкта управління.

Вранці, із збільшенням світлового потоку, обернений струм фотодіодів в фотодіодному режимі зростає, а їхній обернений опір і, відповідно, напруга на затворах 20, 23 польових транзисторів 16, 17 зменшується. ВАХ лямбда-діода зміщується вліво, напруга U_B стає меншою ніж напруга живлення $U_{ж}$, лямбда-діод закривається, і фотодіоди 22, 25 переходять в генераторний режим, зменшуючи абсолютну величину потенціалів на затворах 20, 23 польових транзисторів 16, 17. Підсилювальний транзистор 10 при цьому закривається, і виконавчий орган 5 своїми вихідними виводами 8, 9 розмикає коло керування об'єкта управління.

Слід зазначити, що опір фотодіода в фотодіодному режимі значно більший, ніж в фотогенераторному режимі. Тому енергоекономічне фотореле буде менше споживати енергії порівняно з прототипом не тільки в черговому режимі, а й в спрацьованому стані.



Фіг. 1



Фіг. 2