



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57051 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G04C 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ТАЙМЕР

1

2

(21) u201008553

(22) 08.07.2010

(24) 10.02.2011

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) МАЛІНОВСЬКИЙ ВАДИМ ІГОРЕВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптоелектронний таймер, що містить джерело опорної частоти, джерело живлення, три рахункових тригери, оптоелектронну схему 5АБО-НІ, оптоелектронний інвертор, сім резисторів, три світлодіоди, кільцевий шестидесятирозрядний лічильник, кожний розряд якого містить три випромінюючі фототиристри і три світлодіоди для індикації часу, при цьому катод першого світлодіода для індикації часу підключений до анода першого випромінюючого фототиристри, позитивна шина джерела живлення через послідовний узгоджений ланцюг з першого резистора й трьох світлодіодів, оптично пов'язаних з першим, другим і третім випромінюючими фототиристрими нульового розряду кільцевого лічильника, з'єднані з встановлюючими входами трьох рахункових тригерів і входом установки системи, катода перших, других і третіх випромінюючих фототиристрих непарних розрядів об'єднані у відповідні шини, що через другий, четвертий і шостий резистори підключені до інверсних виходів відповідно першого, другого й третього рахункових тригерів, а катода перших, других і третіх випромінюючих фототиристрих парних розрядів об'єднані у відповідні шини, які через третій, п'ятий і сьомий резистори підключені до прямих виходів відповідного першого, другого й третього рахункових тригерів, кожний випромінюючий фототиристр наступного (i+1)-го розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристром попереднього i-го розряду, а кожний випромінюючий фототиристр нульового розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристром останнього п'ятдесят дев'ятого розряду кільцевого лічильника, другі випромінюючі фототиристри одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого й п'ятдесят дев'ятих розрядів додатково оптично

пов'язані з відповідними входами оптоелектронної схеми 5АБО-НІ, вихід якої підключений до рахункового входу першого рахункового тригера, перший випромінюючий фототиристр п'ятдесят дев'ятого розряду додатково оптично пов'язаний із входом оптоелектронного інвертора, вихід якого з'єднаний з рахунковим входом другого рахункового тригера, а рахунковий вхід третього рахункового тригера підключений до виходу джерела опорної частоти, який **відрізняється** тим, що в нього введені четвертий рахунковий тригер, оптоелектронну схему 3І-НІ, схему 2І, два електронних ключі, два резистори, а в кожний розряд кільцевого лічильника введені п'ять світлодіодів для індикації часу, причому емітер першого електронного ключа підключений через перші світлодіоди для індикації часу - до анодів перших випромінюючих фототиристрих, через другі й треті світлодіоди для індикації часу послідовно включені - до анодів других випромінюючих фототиристрих, через четверті світлодіоди для індикації часу - до анодів третіх випромінюючих фототиристрих у кожному розряді, емітер другого ключа з'єднаний через п'ятий світлодіод для індикації часу з анодами перших випромінюючих фототиристрих, через послідовно включені шості і сьомі світлодіоди для індикації часу - до анодів других випромінюючих фототиристрих, через восьмі світлодіоди для індикації часу - до анодів третіх випромінюючих фототиристрих у кожному розряді, колектори першого і другого електронного ключа підключені до позитивної шини джерела живлення, база першого ключа через восьмий резистор з'єднана із прямим, а база другого ключа через дев'ятий резистор - з інверсним виходами четвертого рахункового тригера, вхід установки якого підключений до входу установки системи, а рахунковий вхід - до виходу схеми 2І, яка першим входом з'єднана з виходом оптоелектронної схеми 3І-НІ, оптичні входи якої пов'язані з оптичними виходами першого, другого і третього випромінюючих фототиристрих нульового розряду системи, другий вхід схеми 2І підключений до керуючого входу системи.

(19) UA (11) 57051 (13) U

Корисна модель відноситься до інформаційно-виміральної техніки і може бути використано для створення оптоелектронних пристроїв відображення інформації та систем відліку часу із світловою індикацією для колективного і індивідуального використання.

Відома електрична система відліку часу (див. А.С. 362276, МПК G04C 3/00, бюл. №2, 13.12.72), яка складається з кільцевого лічильника, кожен із шістдесяти розрядів якого складається із трьох електричних кіл: перша до анода першого випромінюючого фототиристора підключені катода першого і другого світлодіода індикації часу, друга - до аноду другого випромінюючого фототиристора підключені катода двох кіл із послідовно з'єднаних світлодіодів індикації часу, третя до аноду третього випромінюючого фототиристора підключені катода світлодіодів індикації часу. Сигнал із джерела і опорної частоти поступає на рахунковий вхід першого тригера, виходи якого через резистори комутують катода випромінюючих фототиристорів парних і непарних розрядів лічильника, забезпечуючи індикацію секунд, сигнал випромінюючого фототиристора п'ятдесят дев'ятого розряду поступає через інвертор на рахунковий вхід другого тригера, виходи якого через резистори комутують катода випромінюючих фототиристорів розрядів лічильника, забезпечуючи індикацію хвилин. Сигнали з виходу випромінюючих фототиристорів других розрядів через схему 5АБО-НІ поступають на рахунковий вхід третього тригера, виходи якого через резистори комутують катода випромінюючого фототиристора розрядів лічильника, забезпечуючи індикацію годин. При включенні джерела живлення сигнал з виходу через перший резистор і світлодіода відповідного нульового розряду лічильника. Сигнали з виходу цих випромінюючих фототиристорів через схему 3І-НІ і схему 2І поступають на рахунковий вхід четвертого тригера, виходи якого через резистори керують ключами, колектори яких підключені до джерела напруги, а емітери відповідно до перших світлодіодів індикації часу і до других світлодіодів індикації часу кожного розряду лічильника, забезпечуючи індикацію різного кольору. Вхід установки системи поступає на установлюючі входи тригерів, а також на катод світлодіода. Управляючий вхід системи підключений до другого входу схеми 2І.

Недоліками даного пристрою є велике споживання енергії живлення та великі габарити через використання великої кількості елементів в пристрої.

Відома система відліку часу (див. А.С. 1295362, МПК G04C 3/00, бюл. №9, 07.03.87), яка взята за прототип, що містить джерело опорної частоти, джерело живлення, три рахункових тригери, оптоелектронну схему 5АБО-НІ, оптоелектронний інвертор, сім резисторів, три світлодіода, кільцевий шестидесятирозрядний лічильник, кожний розряд якого містить три випромінюючі фототиристори й три світлодіода для індикації часу, при цьому катод першого світлодіода для індикації часу підключений до анода першого випромінюючого фототиристора, позитивна шина джерела

живлення через послідовний узгоджений ланцюг з першого резистора й трьох світлодіодів, оптично пов'язаних з першим, другим і третім випромінюючими фототиристорами нульового розряду кільцевого лічильника, з'єднані з установчими входами трьох рахункових тригерів і входом установки системи, катода перших, других і третіх випромінюючих фототиристорів непарних розрядів об'єднані у відповідні шини, що через другий, четвертий і шостий резистори підключені до інверсних виходів відповідно першого, другого й третього рахункових тригерів, а катода перших, других і третіх випромінюючих фототиристорів парних розрядів об'єднані у відповідні шини, які через третій, п'ятий і сьомий резистори підключені до прямих виходів відповідного першого, другого й третього рахункових тригерів, кожний випромінюючий фототиристор наступного $(i+1)$ -го розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристором попереднього 1-го розряду, а кожний випромінюючий фототиристор нульового розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристором останнього п'ятдесят дев'ятого розряду кільцевого лічильника, другі випромінюючі фототиристори одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого й п'ятдесят дев'ятих розрядів додатково оптично пов'язані з відповідними входами оптоелектронної схеми 5АБО-НІ, вихід якої підключений до рахункового входу першого рахункового тригера, перший випромінюючий фототиристор п'ятдесят дев'ятого розряду додатково оптично пов'язаний із входом оптоелектронного інвертора, вихід якого з'єднаний з рахунковим входом другого рахункового тригера, а рахунковий вхід третього рахункового тригера підключений до виходу джерела опорної частоти, пристрій також містить четвертий рахунковий тригер, оптоелектронну схему 3І-НІ, схему 2І, два електронних ключі, два резистори, а в кожний розряд кільцевого лічильника - п'ять світлодіодів для індикації часу, причому емітер першого електронного ключа підключений через перші світлодіоди для індикації часу до анодів перших випромінюючих фототиристорів, через послідовно й згідно включені другі й треті світлодіоди для індикації часу - до анодів других випромінюючих фототиристорів, через четверті світлодіоди для індикації часу - до анодів третіх випромінюючих фототиристорів у кожному розряді, емітер другого ключа з'єднаний через п'ятий світлодіод для індикації часу з анодами перших випромінюючих фототиристорів, через послідовно й згідно включені шості й сьомі світлодіоди для індикації часу з анодами других випромінюючих фототиристорів через восьмі світлодіоди для індикації часу з анодами третіх випромінюючих фототиристорів у кожному розряді колектори, першого і другого електричного ключа підключені до позитивної шини джерела живлення, база першого ключа через восьмий резистор з'єднаний із прямим, а база другого ключа через дев'ятий резистор з інверсними виходами четвертого рахункового тригера, вхід установки якого підключений до входу установки системи, а рахунковий вхід - до виходу схеми 2-й, першим входом з'єднаної з

виходом оптоелектронної схеми 3I-II, оптичні входи якої пов'язані з оптичними виходами першого, другого й третього випромінюючих фототиристорів нульового розряду системи, другий вхід схеми 2I підключений до керуючого входу системи.

Недоліками даної системи є вузькі функціональні можливості, за рахунок низької надійності роботи пристрою та достатньо висока напруги живлення, що вимагає використання значної кількості енергії живлення.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширення функціональних можливостей приладу, підвищення надійності функціонування та зменшення енергоспоживання шляхом зниження напруги живлення за рахунок нової організації взаємозв'язків елементів всередині розрядів і зменшення кількості елементів в послідовних колах розрядів.

Поставлена задача вирішується наступним чином: в оптоелектронний таймер, який містить джерело опорної частоти, джерело живлення, три рахункових тригери, оптоелектронну схему 5АБО-II, оптоелектронний інвертор, сім резисторів, три світлодіода, кільцевий шестидесятирозрядний лічильник, кожний розряд якого містить три випромінюючі фототиристори і три світлодіода для індикації часу, при цьому катод першого світлодіода для індикації часу підключений до анода першого випромінюючого фототиристора, позитивна шина джерела живлення через послідовний узгоджений ланцюг з першого резистора й трьох світлодіодів, оптично пов'язаних з першим, другим і третім випромінюючими фототиристорами нульового розряду кільцевого лічильника, з'єднані з установчими входами трьох рахункових тригерів і входом установки системи, катоди перших, других і третіх випромінюючих фототиристорів непарних розрядів об'єднані у відповідні шини, що через другий, четвертий і шостий резистори підключені до інверсних виходів відповідно першого, другого й третього рахункових тригерів, а катоди перших, других і третіх випромінюючих фототиристорів парних розрядів об'єднані у відповідні шини, які через третій, п'ятий і сьомий резистори підключені до прямих виходів відповідного першого, другого й третього рахункових тригерів, кожний випромінюючий фототиристор наступного (i+1)-го розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристором попереднього i-го розряду, а кожний випромінюючий фототиристор нульового розряду оптично пов'язаний з відповідним випромінюючим фототиристором останнього п'ятдесят дев'ятого розряду кільцевого лічильника, другі випромінюючі фототиристори одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого й п'ятдесят дев'ятих розрядів додатково оптично пов'язані з відповідними входами оптоелектронної схеми 5АБО-II, вихід якої підключений до рахункового входу першого рахункового тригера, перший випромінюючий фототиристор п'ятдесят дев'ятого розряду додатково оптично пов'язаний із входом оптоелектронного інвертора, вихід якого з'єднаний з рахунковим входом другого рахункового тригера, а рахунковий вхід третього рахункового тригера підключений до виходу джерела опорної частоти, також в систем

були введені четвертий рахунковий тригер, оптоелектронна схема 3I-II, схема 2I, два електронних ключі, два резистори, а в кожний розряд кільцевого лічильника введені п'ять світлодіодів для індикації часу, причому емітер першого електричного ключа підключений через перші світлодіоди для індикації часу до анодів перших випромінюючих фототиристорів, через послідовно й згідно включені другі й треті світлодіоди для індикації часу - до анодів других випромінюючих фототиристорів, через четверті світлодіоди для індикації часу - до анодів третіх випромінюючих фототиристорів у кожному розряді, емітер другого ключа з'єднаний через п'ятий світлодіод для індикації часу з анодами перших випромінюючих фототиристорів, через послідовно й згідно включені шості й сьомі світлодіоди для індикації часу з анодами других випромінюючих фототиристорів через восьмі світлодіоди для індикації часу з анодами третіх випромінюючих фототиристорів у кожному розряді колектори, першого і другого електричного ключа підключені до позитивної шини джерела живлення, база першого ключа через восьмий резистор з'єднаний із прямим, а база другого ключа через дев'ятий резистор з інверсними виходами четвертого рахункового тригера, вхід установки якого підключений до входу установки системи, а рахунковий вхід - до виходу схеми 2 першим входом з'єднаної з виходом оптоелектронної схеми 3I-II, оптичні входи якої пов'язані з оптичними виходами першого, другого й третього випромінюючих фототиристорів нульового розряду системи, другий вхід схеми 2I підключений до керуючого входу системи.

На Фіг.1 зображено електричну принципову схему пристрою.

На Фіг.2 зображено часові діаграми роботи оптоелектронного таймера.

Оптоелектронний таймер містить: джерело опорної частоти 1; 4 рахункових тригери 2-5: перший 2, другий 3, третій 4 та четвертий 5 рахункові тригери; дев'ять резисторів 6-14: перший 6, другий 7, третій 8, четвертий 9, п'ятий 10, шостий 11, сьомий 12, восьмий 13 та дев'ятий 14; оптоелектронну схему 3I-II 16; оптоелектронний інвертор 17; два електронних ключа: перший 18 і другий 19; джерело живлення 20; три світлодіоди 21-23: перший 21, другий 22 та третій 23; схему 21 24; оптоелектронну схему 5 АБО-II 15. Кожний з розрядів кільцевого лічильника містять три випромінюючі фототиристори 25-27: перший 25, другий 26 та третій 27 та вісім світлодіодів для індикації часу 28-35: перший 28, другий 29, третій 30, четвертий 31, п'ятий 32, шостий 33, сьомий 34 та восьмий 35. Аноди випромінюючих фототиристорів 25 усіх розрядів 0-59 через світлодіоди 28 для індикації часу підключені до емітера першого електронного ключа 18, а через другі світлодіоди для індикації часу 29 - до емітера другого електронного ключа 19, анод другого випромінюючого фототиристора 26 в кожному розряді послідовно підключений через третій 30 та четвертий 31 світлодіоди для індикації часу до емітера першого електронного ключа 18, а через п'ятий 32 і шостий 33 світлодіоди для індикації часу - до емітера другого електронного ключа 19, анод третього випромінюючого фототиристора

27 в кожному розряді через сьомий світлодіод 34 для індикації часу підключений до емітера першого електронного ключа 18, а через восьмий 35 світлодіод для індикації часу - до емітера другого електронного ключа 19. Позитивна шина джерела живлення 20 через послідовний ланцюг з першого резистора 6 і з першого, другого та третього світлодіодів 21-23 з'єднана з установчими входами першого, другого та третього рахункових тригерів 2-5 і входом 36 установки системи. Катоди першого, другого та третього випромінюючих фототиристорів 25-27 непарних розрядів об'єднані відповідно в загальні шини 37-39, що через другий 7, четвертий 9 та шостий 11 резистори підключені до інверсних виходів першого, другого та третього рахункових тригерів 2-4 відповідно. Катоди першого, другого та третього випромінюючих фототиристорів 25-27 парних розрядів об'єднані відповідно в загальні шини 40-42, що через третій 8, п'ятий 10 і сьомий 12 резистори підключені до прямих виходів першого, другого та третього рахункових тригерів 2-4. Кожен випромінюючий фототиристор перший 25, другий 26 та третій 27 (i+1)-го розряду оптично з'єднаний з відповідним першим, другим і третім випромінюючим фототиристором 25-27 попереднього, i-го розряду, а перший 25, другий 26 і третій 27 випромінюючі фототиристори нульового розряду оптично зв'язані з випромінюючими фототиристорами 25-27 п'ятдесят дев'ятого розряду і з першим 21, другим 22 і третім 23 світлодіодами відповідно. Випромінюючі фототиристори 25-27 26-го, 23-го, 35-го, 47-го, 59-го розрядів оптоелектронного таймеру відповідно оптично зв'язані з першим, другим, третім, четвертим, п'ятим виходами оптоелектронної схеми 5АБО-НІ 15, електричний вихід якої підключений до рахункового виходу третього рахункового тригера 4, перший випромінюючий фототиристор 25 59-го розряду оптично зв'язаний із входом оптоелектронного інвертора 17, вихід якого підключений до рахункового входу другого рахункового тригера 3. Вихід джерела опорної частоти 1 підключений до рахункового виходу першого рахункового тригера 2. Випромінюючі фототиристори 25-27 нульового розряду оптично зв'язані з входами оптоелектронної схеми 3І-НІ 16, вихід якої через схему 21 24 підключений до лічильного входу третього рахункового тригера 5, установочний вхід якого підключений до входу 36 установки системи, в прямий і інверсний виходи тригера 6 через восьмий 13 і дев'ятий 14 резистори підключені відповідно до баз першого 18 і другого 19 електронних ключів, колектори яких підключені до позитивної шини джерела живлення 20. Другий вихід схеми 21 24 підключений до керуючого входу 43 системи.

Оптоелектрична шкала оптоелектронного таймеру конструктивно може бути виконана у вигляді модульного циферблата круглої, овальної, квадратної або іншої форми, розділеного на 60 комірок - сегментів, кожний з яких розділений на три частини. Секунди відображаються у вигляді сегментів на основі першого 28 і другого 29 світлодіодів для індикації часу, хвилини у вигляді сегментів на основі третього 30, четвертого 31, п'ятого 32, шостого 33 світлодіодів для індикації часу, а годи-

ни у вигляді сегментів на основі сьомого 34 і восьмого 35 світлодіодів для індикації часу.

Оптоелектронний таймер працює наступним чином. Вмикається джерело живлення 20, на вхід 36 установки подається імпульс низького рівня потенціалу (Лог-0) довжиною 50 мкс, який також одночасно подається на входи установки, що скидає в нульовий стан прямі виходи першого, другого та третього рахункових тригерів 2-5 і забезпечує короткочасне протікання струму по послідовному ланцюзі з першого резистора 6 і першого 21, другого 22 і третього 23 світлодіодів. При цьому перший-третій рахункові тригери 2-5 обнуляються (на їхніх прямих виходах, а й отже і на шинях 40-42 з'являється низький рівень потенціалу). Перший-третій світлодіоди 21-23 вмикаються на час дії імпульсу установки, і своїми вихідними оптичними сигналами включають оптично пов'язані з ними перші-треті випромінюючі фототиристори 25-27 нульового розряду, тому що на їхніх анодах присутня напруга живлення (через відкритий другий електронний ключ 19, тому що третій рахунковий тригер 5 також знаходиться у стані "0"), а на катодах - рівень "Лог. 0", протікання однакових струмів по ланцюгах: другий світлодіод 29 - перший випромінюючий фототиристор 25 - третій резистор 8 - перший рахунковий тригер 2 - п'ятий 32 і шостий 33 світлодіоди для індикації часу - другий випромінюючий фототиристор 26 - п'ятий резистор 10 - другий рахунковий тригер 3 - восьмий світлодіод для індикації часу 35 - третій випромінюючий фототиристор 27 - сьомий резистор 12 - третій рахунковий тригер 4 викликає включення другого 29, п'ятого 32, шостого 33 і восьмого 35 світлодіодів для індикації часу й першого-третього випромінюючих фототиристорів 25-27 нульового розряду системи. Тривалість імпульсу установки τ_{yst} повинна бути більше суми часу включення рахункових тригерів 2-5 $t_{VKL\ 2-5}$, перших-третьох світлодіодів 21-23 $t_{VKL\ 21-23}$ і перших-третьох випромінюючих фототиристорів 25-27 $t_{VKL\ 25-27}$, тобто:

$$\tau_{yst} \geq \sum_i t_{i\ VKL\ 2-5} + t_{i\ VKL\ 21-23} + t_{i\ VKL\ 25-27}$$

з метою забезпечення надійного включення нульового розряду системи. Номінали другого сьомого резисторів 7-12 визначаються з умови протікання однакових струмів по їх ланцюгах.

Наявність низького рівня потенціалу на прямих виходах першого-третього рахункових тригерів 2-4 та усталених режимів перемикання першого-третього випромінюючих фототиристорів 25-27 забезпечує індикацію нульового розряду оптоелектронного таймеру після вимикання першого-третього світлодіодів 21-23 до приходу першого рахункового імпульсу (мітки часу). Світловий потік від першого-третього випромінюючих фототиристорів 25-27 нульового розряду впливає на оптично пов'язані з ними першого-третього випромінюючі фототиристори 25-27 першого розряду, підготовляючи їх до включення. Однак вони не включаються, тому що на їхніх катодах присутній високий рівень потенціалу.

Збуджені перші-треті випромінюючі фототиристиори 25-27 нульового розряду своїми оптичними виходами впливають на входи оптоелектронної схеми 3I-II 16, на виході якої, а отже, і на рахунковому вході третього рахункового тригера 5 з'являється рівень "Лог. 0", який не призводить до його перемикавання (всі рахункові тригери 2-5 спрацьовують по передньому фронті імпульсу). На другому вході схеми 2I 24 присутній рівень "Лог. 1".

Таким чином, імпульс установки здійснює установку в нульовий стан першого-третього рахункових тригерів 2-5 і зрушення нульового розряду оптоелектронного таймера. В цьому стані він готовий до рахунку й відображення міток часу (першого й наступного імпульсів від джерела опорної частоти 1 із частотою 1 Гц).

Передній фронт першого імпульсу опорної частоти впливає на перший рахунковий вхід тригера 2 і змінює потенціали на його виходах на протилежні: на загальній шині 37 з'являється низький рівень потенціалу, а на шині 40 - високий. У зв'язку із цим відбувається включення першого випромінюючого фототиристора 25 першого розряду, тому що він підготовлений оптичним сигналом від першого світлодіода 21 нульового розряду й на його катоді низький рівень потенціалу, одночасно вимикається перший випромінюючий фототиристор 25 нульового розряду, через вирівнювання потенціалів на його електродах. У момент вимикання першого випромінюючого фототиристора 25 нульового розряду зникає оптичний сигнал із входу схеми 3I-II 16, на її електричному виході, а отже й на виході схеми 2I 24 з'являється передній фронт імпульсу, що перемикає третій рахунковий тригер 5 у протилежний стан. Другий електронний ключ 19 закривається, відкривається перший електронний ключ 18 і напруга живлення подається на перший 28, третій 30, четвертий 31 і сьомий 34 світлодіоди для індикації часу всіх розрядів, відбувається перемикання світлодіодів для індикації часу з другого 29, п'ятого 32, шостого 33 і восьмого 35 на перший 28, третій 30, четвертий 31 і сьомий 34.

Перший імпульс опорної частоти включає перший випромінюючий фототиристор 25 першого розряду, а другий й третій 27 випромінюючі фототиристиори нульового розряду залишаються в збудженому стані. Перший світлодіод 28 для індикації часу і перший випромінюючий фототиристор 25 першого розряду перебувають у збудженому стані (Лог. 1) до приходу переднього фронту наступного імпульсу, незважаючи на зникнення оптичного сигналу із входу першого випромінюючого фототиристора 25 першого розряду, за рахунок усталеного режиму першого випромінюючого фототиристора 25 й низького потенціалу на його катоді.

У момент перемикавання рахункового першого рахункового тригера 2 зберігається умова для порушення наступного (i+1)-го й гасіння попереднього i-го розрядів оптоелектронного таймера. При надходженні наступних імпульсів із входу джерела 1 опорної частоти зрушення наступних (i+1)-х і гасіння попередніх i-х розрядів пристрою відбувається аналогічно до 59-го розряду. Наявність оп-

тичного зв'язку між першими випромінюючими фототиристорами 25 59-го розряду та першим випромінюючим фототиристором 25 нульового розряду й оптичним входом оптоелектронного інвертора 17 дозволяє аналогічно включити нульовий розряд і сформувати імпульс переносу на рахунковий вхід другого рахункового тригера 3.

Таким чином, пристрій функціонує в режимі кільцевого лічильника. Оптичний сигнал з першого випромінюючого фототиристора 25 59-го розряду впливає на оптоелектронний інвертор 17, викликаючи появу на його виході (і на рахунковому вході тригера 3) низького рівня потенціалу, що не призводить до перемикавання другого рахункового тригера 3, тому що він спрацьовує по передньому фронті імпульсу високого рівня потенціалу. У момент гасіння першого випромінюючого фототиристора 25 59-го розряду й зрушення режиму першого випромінюючого фототиристора 25 нульового розряду на виході інвертора 17 з'являється передній фронт імпульсу високого рівня потенціалу, що перемикає другий рахунковий тригер 3 у протилежний стан, на шині 38 з'являється низький рівень потенціалу, при якому вмикається другий випромінюючий фототиристор 26 першого розряду (і пов'язані з ним третій 30 і четвертий 31 світлодіоди для індикації часу), тому що він підготовлений оптичним сигналом другого випромінюючого фототиристора 26 нульового розряду, а на його катоді з'являється рівень "Лог. 0". Вимикання другого випромінюючого фототиристора 26 нульового розряду відбувається за рахунок вирівнювання потенціалу на його катоді та аноді.

60-й імпульс джерела 1 опорної частоти призводить до гасіння першого випромінюючого фототиристора 25 і першого світлодіода для індикації часу 28 59-го розряду, збудженню першого випромінюючого фототиристора 25 і першого світлодіода 28 для індикації часу нульового розряду, гасінню другого випромінюючого фототиристора 26 і пов'язаних з ним третього 30 і четвертого 31 світлодіодів для індикації часу нульового розряду. 60-й імпульс джерела 1 опорної частоти також призводить до збудження другого випромінюючого фототиристора 26 та третього 30 і четвертого 31 світлодіодів для індикації часу першого розряду.

Аналогічно, 120-й імпульс джерела опорної частоти 1 переводить у збуджений стан другий випромінюючий фототиристор 26 та третій 30 і четвертий 31 світлодіоди для індикації часу другого розряду й перший випромінюючий фототиристор 25 і перший 28 світлодіод для індикації часу нульового розряду. При цьому третій випромінюючий фототиристор 27 і сьомий 34 світлодіод для індикації часу нульового розряду залишається в збудженому стані.

600-й імпульс переводить у збуджений стан другий випромінюючий фототиристор 26 та третій 30 і четвертий 31 світлодіоди для індикації часу другого розряду, оптичний сигнал від другого випромінюючого фототиристора 26 впливає на вхід оптоелектричної схеми 5АБО-II 15, на електричному виході якої (і на рахунковому вході третього рахункового тригера 4 відповідно) з'являється низький рівень потенціалу. Третій рахунковий тригер

4 спрацьовує по передньому фронту імпульсу високого рівня потенціалу. У момент гасіння другого випромінюючого фото тиристора 26 другого розряду (прихід 660-го імпульсу джерела опорної частоти) на виході схеми 5АБО-НІ 15 з'являється передній фронт імпульсу високого рівня потенціалу, що перемикає третій рахунковий тригер 4 та включає третій випромінюючий фототиристор 27 першого розряду, тому що він підготовлений оптичним сигналом третього випромінюючого фото тиристора 27 нульового розряду. При цьому, на його катоді з'являється рівень "Лог. 0" (шина 39), а також вимикається третій випромінюючий фототиристор 27 нульового розряду. Перші випромінюючі фототиристори 25 перебувають у збудженому стані за період $T=1$ с. Другі випромінюючі фототиристори 26 за період - 1 хв., а треті випромінюючі фототиристори 27-10 хв.

1200-й імпульс джерела опорної частоти 1 аналогічно приводить до збудження третього випромінюючого фототиристора 27 другого розряду та сьомого світлодіода 34 для індикації часу, а також першого 25 і другого 26 випромінюючих фототиристорів нульового розряду. Таким чином, за період часу, що рівний 1 годині (3600 імпульсів або 3×1200), послідовно спрацьовують сьомі 34 світлодіоди для індикації часу і треті випромінюючі фототиристори 27 першого, другого, третього, четвертого й п'ятого розрядів системи. Подальший відлік час (таймінг) і оптичне відображення інформації про час відбувається аналогічно до повторного збудження перших-третьох 25-27 випромінюючих фототиристорів нульового розряду.

В певний момент часу, коли перші 25, другі 26 і треті 27 випромінюючі фототиристори перебувають у збудженому стані, їх оптичні сигнали впливають на входи оптоелектронної схеми 3І-НІ 16 і викликають появу на її електричному виході та відповідно і на виході четвертого рахункового тригера 5 рівня "Лог. 0", що не приводить до стану перемикання четвертого рахункового тригера 5, тому що він спрацьовує по передньому фронту імпульсу високого рівня потенціалу. Прихід наступного імпульсу джерела опорної частоти 1 викликає гасіння першого випромінюючого фототирис-

тора 25 нульового розряду та зникнення одного оптичного сигналу на вході схеми 3І-НІ 16. Поява на електричному виході схеми 3І-НІ 16 переднього фронту імпульсу високого рівня потенціалу перемикає четвертий рахунковий тригер 5 у протилежний стан. При цьому напруга живлення перемикається із першого 28, третього 30, четвертого 31 та сьомого 34 світлодіодів для індикації часу (оскільки закривається перший електронний ключ 18) на другий 29, п'ятий 32, шостий 33 і восьмий 35 світлодіоди для індикації часу через відкритий другий електронний ключ 19.

Подальше відображення інформації поточного часу відбувається за допомогою другого 29, п'ятого 32, шостого 33 і восьмого 35 світлодіодів для індикації часу, причому, доцільним є використання сучасних типів над'яскравих і ультраяскравих кольорових світлодіодів (з яскравістю $I_L > 100 - 1000$ кД), що дозволяє ефективно і якісно відображення інформації про поточний час відліку оптоелектронного таймера.

При кожному переході поточного часу відбувається перемикання парних і непарних груп світлодіодів для індикації часу, тобто половину періоду циклу $T/2$ роботи пристрою функціонують перший 28, третій 30, четвертий 31 і сьомий 34 світлодіоди для індикації часу в кожному активному розряді в даний момент часу, а іншу половину циклу - працюють другий 29, п'ятий 32, шостий 33 і восьмий 35 світлодіоди для індикації часу в кожному активному розряді.

Керуючий вхід 43 дозволяє змінити стан четвертого рахункового тригера 5 шляхом подачі на нього рахунковий вхід через схему 2І 24 низького рівня потенціалу (Лог. 0), тобто дозволяє управляти подачею напруги живлення на одні або інші групи світлодіодів для індикації часу. При подачі на вхід 43 імпульсів (Лог. 0) із певною частотою можна по черзі включати перший 28, третій 30, четвертий 31, сьомий 34 або другий 29, п'ятий 32, шостий 33 та восьмий 35 світлодіоди для індикації часу в кожному активному розряді оптоелектронного таймера.

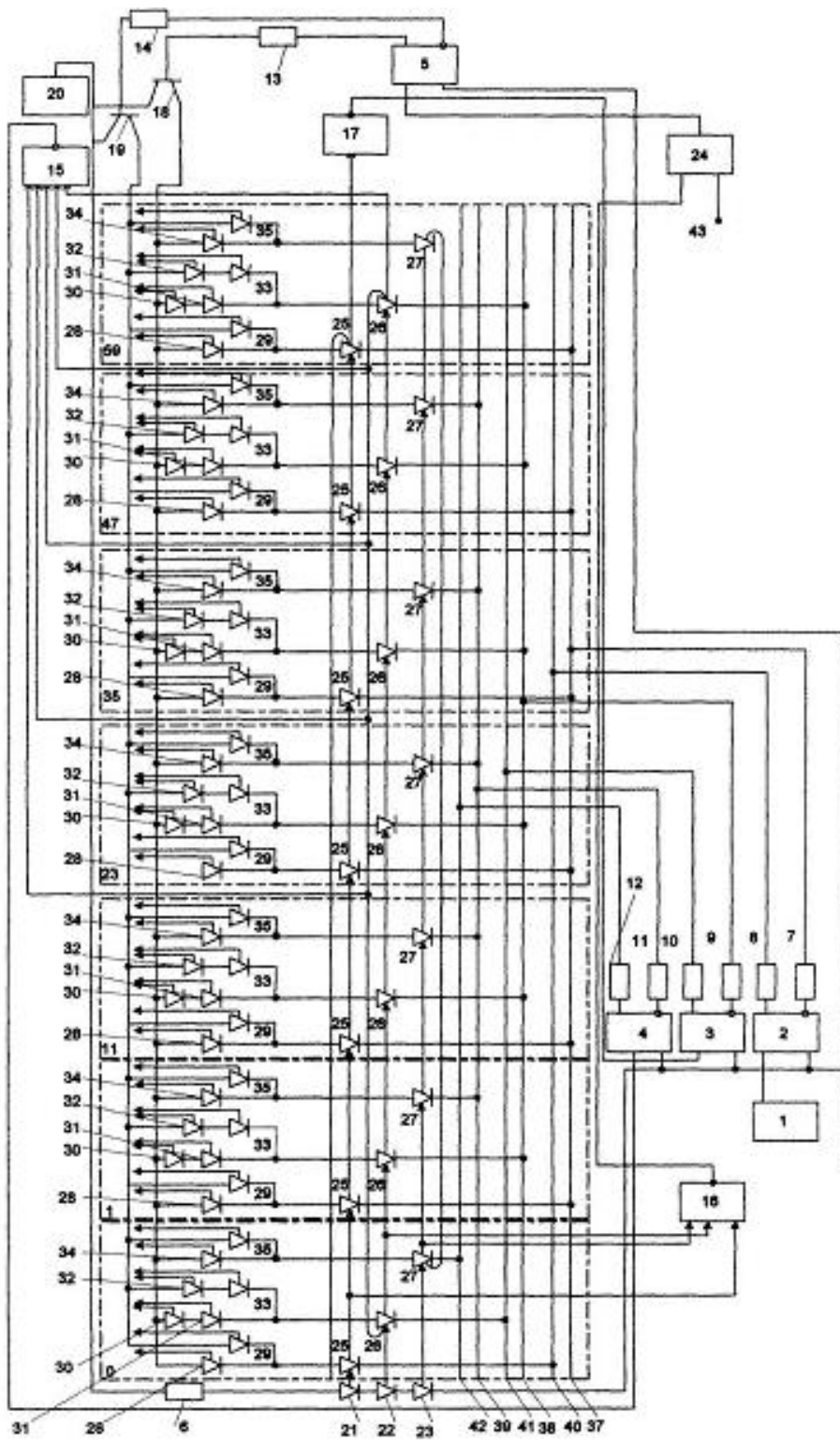


Fig. 1

