



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34126 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01R 13/00  
G01R 19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ШКАЛЬНИЙ ІНДИКАТОР

1

2

(21) u200803604

(22) 21.03.2008

(46) 25.07.2008, Бюл.№ 14, 2008 р.

(72) КОЖЕМЯКО ВОЛОДИМИР ПРОКОПОВИЧ,  
УА, МАЛІНОВСЬКИЙ ВАДИМ ІГОРЕВИЧ, УА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, УА

(57) Оптоелектронний шкальний індикатор, що містить амплітудно-часовий перетворювач, генератор імпульсів, перший та другий рахункові тригери, перетворювач оптичного сигналу в електричний, задавач часових інтервалів, перший, другий, третій і четвертий логічні елементи І-НІ, керуючий світлодіод, перший і другий запускаючі світлодіоди, шину живлення, перший, другий та третій резистори, перший, другий, третій і четвертий струмозадавальні резистори, світловипромінюючу

шкалу, що містить  $n$  комірок, до складу кожної з яких входять послідовно з'єднані перший і другий індикаційні світлодіоди, перший і другий світлодіоди зв'язку та перший і другий фототиристор та третій фототиристор, який відрізняється тим, що у нього введено  $n+1$  додаткових індикаційних світлодіодів, які є над'яскравими світлодіодами білого кольору світіння, з яскравістю щонайменше 1,5 КД (кандели) та діаграмою розходження світлових променів щонайменше  $120^\circ$ , причому кожна комірка оптоелектронного шкального індикатора містить один парний та один непарний додатковий індикаційний світлодіод, аноди яких підключені до шини живлення, а катоди непарних - до анодів перших індикаційних світлодіодів, катоди парних - до анодів других індикаційних світлодіодів.

Корисна модель відноситься до техніки індикації та систем відображення інформації і може використовуватись для вимірювання і візуального контролю електричних величин.

Відомий шкальний індикатор напруги [див. а. с. 1247763, МПК G01R 19/00, Бюл. №4 від 30.10.84], що містить амплітудно-часовий перетворювач, вхід якого підключений до вхідної шини індикатора, світловипромінюючу шкалу, що складається з  $N$  послідовно оптично зв'язаних комірок, кожна з комірок містить у собі послідовно з'єднані фототиристор, світлодіод і індикаційний світлодіод, запускаючий світлодіод, оптично зв'язаний з фототиристором першої комірки, фототиристори кожної наступної комірки оптично зв'язані з світлодіодами попередньої комірки, генератор імпульсів, два обмежувальних резистори і джерело живлення, тригер, два елементи І-НІ,  $N$  додаткових світлодіодів і  $N$  додаткових фототиристорів, вхід установки в "1" тригера підключений до виходу амплітудно-часового перетворювача, рахунковий вхід - до виходу генератора імпульсів, прямий вихід - до першого входу першого елемента І-НІ, інверсний вихід - до першого входу другого елемента І-НІ, другі входи елементів І-НІ з'єднані з виходами амплітудно-часового перетворювача, катод запускаючого світлодіода підключений до виходу амплітудно-

часового перетворювача, а анод - до джерела живлення через другий резистор, виходи першого і другого елементів І-НІ підключені відповідно до катодів основних фототиристорів непарних і парних комірок, аноди яких через послідовно включені, додатковий світлодіод відповідної даної комірки, основний світлодіод і індикаційний світлодіод тієї ж комірки, а також перший резистор підключені до джерела живлення, додаткові фототиристори, що відносяться до комірок, анодами підключені до анодів основних фототиристорів цих комірок, катодами - до виходу амплітудно-часового перетворювача і оптично зв'язані з додатковими світлодіодами цих комірок.

Недоліками даного шкального індикатора напруги є вузькі функціональні можливості, за рахунок відсутності можливості забезпечення фіксації максимального значення вимірюваної величини за заданий інтервал часу, індикації поточних і максимального значень вхідної величини із більшою ефективністю оптичного виходу з індикаційних елементів.

Найбільш близьким до запропонованого є оптоелектронний шкальний індикатор [див. а. с. 1275299, МПК G01R 13/00, 19/00, Бюл. №45 від 07.12.86], що містить амплітудно-часовий перетворювач, вхід якого є входом індикатора, генера-

U  
(13)

34126  
(11)

UA  
(19)

тор імпульсів, перший рахунковий тригер, вхід установки одиниці якого з'єднаний з виходом амплітудно-часового перетворювача, а рахунковий вхід - з виходом генератора імпульсів, перший і другий елементи I-II, перші входи яких підключені до виходу амплітудно-часового перетворювача, з'єднаного також з катодом першого запускаючого світлодіода, анод якого через перший резистор з'єднаний із шиною живлення, другі входи елементів I-II підключені відповідно до прямого і інверсного виходам першого рахункового тригера, світловипромінюючу шкалу, що містить  $n$  - комірок, до складу кожної з яких входять послідовно з'єднані перший індикаційний світлодіод, перший світлодіод зв'язку і перший фототиристор, а також другий фототиристор і другий світлодіод зв'язку, перший світлодіод зв'язку кожної комірки оптично зв'язаний з першим фототиристором наступної комірки, задавач часових інтервалів, перетворювач оптичного сигналу в електричний, другий рахунковий тригер, третій і четвертий елементи I-II, керуючий світлодіод, другий запускаючий світлодіод, другий і третій резистори, а кожна комірка світловипромінюючої шкали оснащена другим індикаційним світлодіодом і третім фототиристором, вхід задавача часових інтервалів з'єднаний з виходом генератора імпульсів, анод другого запускаючого світлодіода через другий резистор підключений до шини живлення, вхід установки одиниці другого рахункового тригера з'єднаний з катодом другого запускаючого світлодіода, а рахунковий вхід - з виходом перетворювача оптичного сигналу в електричний, перші входи третього і четвертого елементів I-II з'єднані с катодом другого запускаючого світлодіода і з виходом задавача часових інтервалів, анод керуючого світлодіода через третій резистор з'єднаний з виходом генератора імпульсів, у кожній комірки світловипромінюючої шкали другий індикаційний світлодіод, другий світлодіод зв'язку і третій фототиристор з'єднані відповідно і послідовно, причому аноди всіх індикаційних світлодіодів підключені до шини живлення, катод другого фототиристора кожної комірки з'єднаний з анодом першого фототиристора цієї комірки, аноди других фототиристорів всіх комірок об'єднані і з'єднані з катодом керуючого світлодіода, оптичний вихід якого оптично з'єднаний з оптичним входом перетворювача оптичного сигналу в електричний, катоди третіх фототиристорів непарних комірок з'єднані з виходом першого елемента I-II, а катоди третіх фототиристорів парних комірок - з виходом другого елемента I-II, катоди перших фототиристорів непарних комірок з'єднані з виходом третього елемента I-II, а катоди перших фототиристорів парних комірок - з виходом четвертого елемента I-II, оптичний вихід першого запускаючого світлодіода оптично зв'язаний з оптичним входом третього фототиристора першої комірки, оптичний вихід другого запускаючого світлодіода оптично зв'язаний з оптичним входом першого фототиристора першої комірки, у кожній комірки оптичний вихід другого світлодіода зв'язку оптично зв'язаний з оптичними входами другого фототиристора цієї комірки і третього фототиристора наступної комірки, при цьому перший індикаційний світлодіод ко-

жної комірки має червоний колір світіння, а другий - зелений, причому перший і другий індикаційні світлодіоди кожної комірки мають загальний оптичний вихід, який є виходом комірки.

Недоліками даного шкального індикатора є вузькі функціональні можливості, за рахунок відсутності можливості індикації із більшою ефективністю оптичного виходу з індикаційних елементів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення оптоелектронного шкального індикатора, який дозволяє розширити функціональні можливості, шляхом забезпечення ефективного оптичного виходу.

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний шкальний індикатор, що містить амплітудно-часовий перетворювач, генератор імпульсів, перший та другий рахункові тригери, перетворювач оптичного сигналу в електричний, задавач часових інтервалів, перший, другий, третій і четвертий логічні елементи I-II, керуючий світлодіод, перший і другий запускаючі світлодіоди, шину живлення, перший, другий та третій резистори, перший, другий, третій і четвертий струмозадаючі резистори, світловипромінюючу шкалу, що містить  $n$  - комірок, до складу кожної з яких входять послідовно з'єднані перший і другий індикаційні світлодіоди, перший і другий світлодіоди зв'язку та перший і другий фототиристори та третій фототиристор, введено  $n+1$  додаткових індикаційних світлодіодів, які є над'яскравими світлодіодами білого кольору світіння, з яскравістю щонайменше 1,5 КД (кандели), та діаграмою розходження світлових променів щонайменше  $120^\circ$ , причому кожна комірка оптоелектронного шкального індикатора містить один парний та один непарний додатковий індикаційний світлодіод, аноди яких підключені до шини живлення, а катоди непарних до анодів перших індикаційних світлодіодів, катоди парних до анодів других індикаційних світлодіодів.

На кресленні приведена функціональна схема оптоелектронного шкального індикатора.

Пристрій містить амплітудно-часовий перетворювач 1, генератор імпульсів 2, перший 3 і другий 4 рахункові тригери, перетворювач 5 оптичного сигналу в електричний, задавач 6 часових інтервалів, перший 7, другий 8, третій 9 і четвертий 10 логічні елементи I-II, керуючий світлодіод 11, перший 12 і другий 13 запускаючі світлодіоди, шину живлення 14, перший 15, другий 16 і третій 17 резистори, перші  $18_1-18_n$ , другі  $19_1-19_n$  та додаткові  $29_1-29_{n+1}$  індикаційні світлодіоди, перші  $20_1-20_n$  зв'язки і другі  $21_1-21_n$  світлодіоди зв'язку, перші  $22_1-22_n$  і другі  $22_1-23_n$  і треті  $24_1-24_n$  фототиристори, перший 25, другий 26, третій 27 і четвертий 28 струмозадаючі резистори. Вхід амплітудно-часового перетворювача 1 з'єднаний із вхідною шиною, а вихід - із входом установки "1" тригера 3 і з першим входом першого 7 і "другого 8 елементів I-II, що з'єднані з катодом першого запускаючим світлодіода 12. Анод першого запускаючого світлодіода 12 з'єднаний з першим виводом резистора 15, другий вивід якого підключений до шини 14 живлення. Прямий вихід тригера 3 з'єднаний із другим входом першого елемента I-II 7, а інверс-

ний вихід - із другим входом другого елемента I-II 8. Вихід генератора 2 імпульсів з'єднаний з рахунковим входом першого тригера 3, із входом задавача 6 часових інтервалів і з першим виводом резистора 17, другий вивід якого з'єднаний з анодом керуючого світлодіода 11, оптичний вихід якого оптично з'єднаний з оптичним входом перетворювача 5 оптичного сигналу в електричний, вихід якого з'єднаний з рахунковим входом тригера 4. Вихід задавача часових інтервалів 6 з'єднаний з першими входами третього 9 і четвертого 10 елементів I-II і з входом установки "1" другого тригера 4, а також з катодом другого запускаючого світлодіода 13, анод якого через резистор 16 з'єднаний із шиною 14 живлення. Прямий вихід тригера 4 з'єднаний із другим входом елемента I-II 9, інверсний вихід - із другим входом елемента I-II 10. Індикаційні світлодіоди 18 і 19, додаткові індикаційні світлодіоди  $29_1-29_{n+1}$ , світлодіоди 20 і 21, фототиристри 22-24 утворюють  $n$  - комірок, кожна з яких містить послідовно з'єднані індикаційні світлодіоди 18, непарні додаткові індикаційні світлодіоди 29, світлодіоди 20 і фототиристри 22, згідно послідовно з'єднані індикаційний світлодіод 19, парні додаткові індикаційні світлодіоди 29, світлодіод 21 і фототиристор 24, а також фототиристор 23, катод якого підключений до з'єднання світлодіода 20 і фототиристора 22, при цьому аноди додаткових індикаційних світлодіодів 29 об'єднані. Аноди всіх додаткових індикаційних світлодіодів  $29_1-29_{n+1}$  підключені до шини 14 живлення. Індикаційні світлодіоди  $18_1-18_n$ ,  $19_1-19_n$  мають різні кольори світіння - світлодіоди  $18_1-18_n$  мають червоний (або жовтий) колір світіння, а світлодіоди  $19_1-19_n$  - зелений (або синій) колір світіння. Додаткові індикаційні світлодіоди 29 є над'яскравими в маюють білий колір світіння. Аноди усіх фототиристорів  $23_1-23_n$  з'єднані з катодом керуючого світлодіода 11.

Оптичний вихід першого запускаючого світлодіода 12 з'єднаний оптично з оптичним входом фототиристора  $24_1$  першої комірки, а оптичний вихід другого запускаючого світлодіода 13 оптично з'єднаний з оптичним входом фототиристора  $22_1$  першої комірки. Катоди фототиристорів 22 непарних комірок з'єднані через резистор 27 з виходом третього елемента I-II, а катоди фототиристорів 22 парних комірок - з виходом четвертого елемента I-II через резистор 28. Катоди фототиристорів 24 непарних комірок з'єднані через резистор 25 з виходом першого елемента I-II 7, а катоди парних фототиристорів 24 парних комірок через резистор 26 - з виходом другого елемента I-II 8. Оптичний вихід світлодіода 21 кожної  $i$ -ї комірки оптично з'єднаний з оптичним входом фототиристора 23; цієї ж комірки і з оптичним входом фототиристора  $24_{i+1}$  наступної  $(i+1)$ -ї комірки. Оптичний вихід світлодіода  $20_i$  кожної  $i$ -ї комірки оптично з'єднаний з оптичним входом фототиристора наступної  $(i+1)$ -ї комірки. Індикаційні світлодіоди  $18_1-18_n$ ,  $19_1-19_n$  та додаткові індикаційні світлодіоди 29 утворюють лінійну цифрову шкалу, причому світлодіоди  $18_i$  і  $19_i$  мають загальну оптичну апертуру, а додаткові індикаційні світлодіоди 29 мають вищу апертуру ніж світлодіоди  $18_i$  і  $19_i$ , та відповідно ширшу діаг-

раму розходження оптичного випромінювання, що становить не менше ніж  $120^\circ$ .

Пристрій працює наступним чином. При відсутності вхідного сигналу на вході амплітудно-часового перетворювача 1 на його виході присутня нульова напруга, що надходить на катод запускаючого світлодіода 12 і на перші входи елементів I-II 7 і 8. Унаслідок цього світлодіод 12 знаходиться в збудженому стані, а на виходах елементів I-II 7 і 8 присутня напруга високого рівня, що відповідає логічній одиниці, що надходить, на катоди фототиристорів  $24_1-24_n$  і не дозволяє їм відкритися. Так що індикаційний світлодіод  $19_1$ , світлодіод  $21_1$  та парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 не можуть засвітитися, хоча на фототиристор  $24_1$ , до якого вони підключені, подається випромінювання запускаючого світлодіода 12. На виході задавача 6 інтервалів до початку вимірювання присутня нульова напруга, що підтримує на виході елементів I-II 9 і 10 напругу логічної "1", що перешкоджає проходженню струму через фототиристри, які знаходяться в закритому стані.

Запускаючий світлодіод 13 при цьому випромінює, тому що на його катоді присутня нульова напруга. Його випромінювання надходить на оптичний вхід фототиристора  $22_1$  і готує його до спрацьовування. Якщо процес виміру почався, то в момент початку заданого часового інтервалу фіксування максимуму вхідної величини задавач 6 перемикається, і на його виході з'являється напруга логічної "1". При цьому світлодіод 13 гасне, на прямому виході тригера 4 з'являється напруга логічної "1" (тому що на його вхід установки "1" надходить позитивний перепад напруги з виходу задавача 6. На обидва входи елемента I-II 9 надходить напруга логічної "1", унаслідок чого на його виході з'являється нульова напруга, у результаті фототиристор  $22_1$  відкривається, тому що він раніше був підготовлений до спрацьовування випромінюванням запускаючого світлодіода 13, при цьому через світлодіоди  $18_1$  і  $20_1$  та непарні додаткові індикаційні світлодіоди 29 протікає струм і вони збуджуються. Якщо при цьому на вході перетворювача 1 вхідний сигнал відсутній, той цей стан пристрою зберігається протягом всього заданого часового інтервалу фіксування максимуму вхідної величини, тобто горять тільки світлодіоди  $18_1$  і  $20_1$ , а також непарні додаткові індикаційні світлодіоди 29.

Якщо на вхід перетворювача 1 надходить вхідний сигнал, то він перетвориться в послідовність імпульсів, період яких постійний, а тривалість імпульсу пропорційна значенню вхідної величини. Ці імпульси надходять на вхід установки "1" тригера 3 і на перші входи елементів I-II 7 і 8. При надходженні імпульсу з виходу перетворювача 1 на прямому виході тригера 3 установлюється напруга логічної "1", а на інверсному - нульова напруга, запускаючий світлодіод 12 гасне, на виході I-II 7 установлюється нульова напруга, а на виході елемента I-II 8 - напруга логічної "1". Унаслідок цього фототиристор  $24_1$ , що раніше був підготовлений до спрацьовування випромінюванням запускаючого світлодіода 12, відкривається, через світлодіоди 19, 21 та через парний додатковий світлодіод 29

першої комірки починає протікати струм і вони збуджуються, випромінювання світлодіода 21<sub>1</sub> надходить на оптичні входи фототиристорів 23<sub>1</sub> і 24<sub>2</sub>. Фототиристор 24<sub>2</sub> при цьому підготовляється до спрацювання, але відкритися не може, тому що на його катод з виходу елемента І-НІ 8 надходить напруга логічної "1". Переключенням тригера 3 керують імпульси генератора 2, що надходять на його рахунковий вхід. Період проходження імпульсів генератора 2 дорівнює Т, так що на його виходах формуються протифазні послідовності прямокутних імпульсів, період яких дорівнює 2Т, а тривалість Т. При наявності імпульсу на перших входах елементів І-НІ 7 і 8 дозволяється проходження імпульсів з виходів тригера 3 на виходи цих елементів, так що на катодах фототиристорів 24 непарних і парних комірок по черзі подаються імпульси напруги високого рівня тривалості Т, рівної періоду проходження імпульсів генератора 2. Протягом першого такту тривалості Т нульова напруга подається на катодах фототиристорів 24 непарних комірок, при цьому загоряються світлодіоди 19<sub>1</sub> і 21<sub>1</sub>, 29<sub>2</sub> першої комірки, і світловий сигнал з оптичного виходу світлодіода 21<sub>1</sub> надходить на фототиристор 23<sub>1</sub> першої комірки і фототиристор 24<sub>2</sub> другої комірки, тим самим підготовляються до спрацювання. Однак до закінчення першого такту фототиристор 24<sub>2</sub> другої комірки спрацювати не може, тому що на його катод подана напруга логічної "1" з виходу елемента І-НІ 8. При надходженні наступного імпульсу з виходу генератора 2 на рахунковий вхід тригера 3 він переключається і на його прямому виході з'являється нульова напруга, а на інверсному - напруга логічної "1". Унаслідок цього на виході елемента І-НІ 7 з'являється напруга логічної "1" а на виході другого елемента І-НІ 8 - нульова напруга.

Тепер катод фототиристора 24 другої комірки знаходиться під нульовою напругою, а катод фототиристора 24<sub>1</sub> першої комірки - під напругою логічної "1". Це призводить до того, що світлодіоди 19<sub>1</sub>, 21<sub>1</sub>, та 29<sub>1</sub> гаснуть, а фототиристор 24 - другої комірки, що підготовлений до спрацювання в попередньому такті випромінюванням світлодіода 21<sub>1</sub> відкривається, унаслідок чого загоряються світлодіоди 19<sub>2</sub>, 21<sub>2</sub> та 29<sub>4</sub> другої комірки, випромінювання світлодіода 21<sub>2</sub> надходить на фототиристор 23<sub>2</sub> другої комірки і фототиристор 24<sub>3</sub> третьої, котра спрацює в наступному такті. Процес послідовного спрацювання фототиристорів 24, світлодіодів 21, індикаційних світлодіодів 19 та непарних додаткових світлодіодів 29 комірок продовжується до закінчення імпульсу на виході амплітудно-часового перетворювача 1. У момент закінчення цього імпульсу на виходах елементів І-НІ 7 і 8 а виникає напруга логічної "1", унаслідок чого світлодіоди 19, 21 і парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 всіх комірок гаснуть, фототиристори 24 всіх комірок закриваються, а перший запускаючий світлодіод 12 загоряється на час присутності на виході перетворювача 1 нульової напруги, підготовляючи фототиристор 24, першої комірки до спрацювання на початку наступного циклу виміру й індикації, що починається в момент появи на виході перетворювача 1 наступного імпу-

льсу. Процес спрацювання індикаційних світлодіодів 19, світлодіодів 21, парних додаткових світлодіодів 29 і фототиристорів 24 комірок синхронізований імпульсами генератора 2, тобто протягом кожного такту, тривалість якого дорівнює тривалості періоду проходження імпульсів генератора 2, спрацює одна і тільки одна комірка, а спрацювання наступного комірки починається тільки в момент закінчення попереднього такту і початку наступного. Тому кількість m комірок, що спрацювали і рівне їм число, індикаційних світлодіодів 19 та парних додаткових світлодіодів 29, що засвітились визначається тривалістю t імпульсу на виході амплітудно-часового перетворювача 1 і

тривалістю такту  $m = \frac{t_x}{T}$ , де m - число комірок, що спрацювали, що рівне числу індикаційних світлодіодів 19 та парних додаткових світлодіодів 29, що засвітились; t<sub>x</sub> - тривалість імпульсу на виході перетворювача 1; T - тривалість такту, рівна періоду проходження імпульсів генератора 2. Тривалість t<sub>x</sub> вихідного імпульсу амплітудно-часового перетворювача пропорційна величині вхідного сигналу  $t_x = k \cdot S_{вх}$ , де k - коефіцієнт пропорційності; S<sub>вх</sub> - значення вхідного сигналу.

Таким чином, довжина світної частини шкали індикатора, обумовлена числом світлодіодів 19 та числом парних додаткових світлодіодів 29, що світяться, пропорційна значенню вхідного сигналу.

Для того, щоб шкала сприймалася у виді неперервної світлової смуги, період T<sub>n</sub> проходження імпульсів амплітудно-часового перетворювача 1 повинний бути таким, щоб виявлялася інерційність зору, що забезпечується співвідношенням  $T_n \leq 20\text{мс}$ . Тривалість часового інтервалу, за час якого фіксується максимальне значення вхідної величини задається за допомогою генератора 2 імпульсів задавача 6 часових інтервалів. У якості останнього використовується подільвач частоти із змінним коефіцієнтом ділення, який формує з імпульсів генератора 2 послідовність імпульсів, тривалість який рівна тривалості часового інтервалу, що задається, а тривалість паузи між ними рівна тривалості імпульсу генератора 2. При наявності на виході задавача 6 нульової напруги світиться запускаючий світлодіод 13, випромінювання якого готує до спрацювання фототиристор 22<sub>1</sub> першої комірки, на виходах елементів 22<sub>1</sub> першої комірки, на виходах елементів І-НІ 9 і 10 присутня напруга логічної „1“, що запобігає відкриттю фото тиристора 22! першої комірки і збудженню світлодіодів 18<sub>1</sub>, 20<sub>1</sub> та додаткового світлодіода 29<sub>1</sub>. Коли на виході задавача 6 з'являється напруга логічної „1“ запускаючий світлодіод 13 гасне, на прямому виході тригера 4 з'являється напруга логічної „1“, а на інверсному - нульова, на виході елемента І-НІ 9 з'являється нульова напруга, а на виході елемента І-НІ 10 - напруга логічної „1“. При цьому світлодіод 13 гасне, а підготовлений його випромінюванням до спрацювання фототиристор 22<sub>1</sub> відкривається, і світлодіоди 18<sub>1</sub>, 20<sub>1</sub> та 29<sub>1</sub> збуджуються.

При появі імпульсу на виході перетворювача 1 починається спрацювання фототиристорів 24 і світлодіодів 21, 19 та парних додаткових 29 світ-

лодіодів комірок, коли спрацює перша комірка, випромінювання світло діода 21 потрапляє на фототиристор 23<sub>1</sub> і готує його до спрацювання. Так як на виході елемента I-HI 9 в цей час присутня нульова напруга і фототиристор 22<sub>1</sub> вже відкритий, то при появі імпульсу на виході генератора 2 фототиристор 23<sub>1</sub> відкривається, з виходу генератора 2 через резистор 17, керуючий світлодіод 11, фототиристори 23<sub>1</sub> і 22<sub>1</sub> тече струм, внаслідок чого керуючий світлодіод 11 збуджується і виділяє світловий імпульс на оптичний вхід перетворювача 5 оптичного сигналу в електричний, з виходу якого на рахунковий вхід тригера 4 надходить електричний імпульс, під дією якого відбувається перемикавання тригера 4, внаслідок чого на виході елемента I-HI 9 з'являється напруга логічної "1", а на виході елемента I-HI 10 - нульова напруга. Тригера 3 і 4 перемикаються під дією того самого імпульсу генератора 2, так що в кожному такті спрацює одна комірка, причому спочатку спрацюють фототиристор 24 і світлодіоди 19, 21 та парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 цієї комірки, а потім фототиристори 23 і 22 і світлодіоди 18, 20 та не парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 цієї комірки. Таким чином, у наступному такті в результаті процесу, що описаний вище, спрацює фототиристор 24 і світлодіоди 21<sub>1</sub> і 19<sub>1</sub> та 29<sub>1</sub> другої комірки, на фототиристор 23<sub>2</sub> надходить випромінювання світлодіода 21<sub>2</sub>, а на катод фототиристора 22<sub>2</sub> подається нульова напруга. Фототиристор 21<sub>2</sub> відкривається, тому що він освітлений випромінюванням світлодіода 20<sub>1</sub>, фототиристор 23<sub>2</sub> відкривається під дією випромінювання світлодіоду 21<sub>1</sub>. При цьому збуджуються світлодіоди 18<sub>2</sub>, 20<sub>2</sub> і 29<sub>2</sub> при наявності на виході генератора імпульсу 2 струм протікає через резистор 17, керуючий світлодіод 11 і фототиристори 23<sub>2</sub> і 22<sub>2</sub> на вихід елемента I-HI 10, внаслідок чого світлодіод 11 виробляє світловий імпульс, що викликає переключення тригера 4. Таким чином, при наявності на виході амплітудно-часового перетворювача 1 першого імпульсу відбувається процес спрацювання комірок, що зазначається у тому, що в кожному такті спрацює спочатку фототиристор 24 і парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 та світлодіоди 19 і 21, а потім фототиристор 23, фототиристор 22, непарні додаткові індикаційні світлодіоди 29 та світлодіоди 18 і 20. Причому цей процес синхронізований імпульсами генератора 2. Якщо імпульс на виході перетворювача 1 закінчився, то на виходах елементів I-HI 7 і 8 установлюється напруга логічної "1", тому що на перші входи надходить нульова напруга. У результаті цього усі фототиристори 24 закриваються, усі світлодіоди 19 і 21 та додаткові індикаційні непарні 29 гаснуть, а запускаючий світлодіод 12 загоряється, підготовляючи своїм випромінюванням фототиристор 24 до спрацювання. У цей час на виході задавача 6 присутня напруга логічної "1", і запускаючий світлодіод 13 не горить. Так як світлодіоди 21 всіх комірок гаснуть, і фототиристори 23 всіх комірок за час паузи між імпульсами генератора 2 під час відсутності випромінювання світлодіодів 21 закриваються, струм через світлодіод 11 не протікає і не подає світлових імпульсів на вхід перетворювача 5

оптичного сигналу в електричний, тому тригер 4 зберігає стан, у який він переключений в останньому такті. При цьому на виході одного з елементів I-HI 9 або 10 є присутнім нульова напруга, а на виході іншого - напруга логічної "1", причому катод фототиристора 22 останньої комірки, що спрацювала, підключений до виходу того елемента I-HI, на якому присутня нульова напруга, так що фототиристор 22 залишається відкритим, а світлодіоди 18, 20 та непарні додаткові індикаційні світлодіоди 29 цієї комірки залишаються збудженими. Фототиристори ж 22 попередніх комірок закриваються в передостанніх тактах, і тому випромінюють тільки світлодіоди 18 і 20 та та непарні додаткові індикаційні 29 останньої комірки, що спрацювала. Світлодіод 18 разом з непарним додатковим 29 цієї комірки індукує максимальне значення, що зберігається, вхідної величини, а світлодіод 20 освітлює фототиристор 22 наступної комірки. Якщо тепер значення вхідної величини перевищує максимальне значення, що запам'яталось індикатором, то тривалість імпульсу перетворювача 1 збільшиться і стане більше максимальної тривалості попередніх імпульсів даного циклу виміру, тривалість якого дорівнює тривалості заданого часового інтервалу. У цьому випадку протікає вже зазначений процес послідовного спрацювання фототиристорів 24 і світлодіодів 19, 21 та парних додаткових 29 світлодіодів комірок, що зберігають попереднє максимальне значення вхідної величини. При цьому фототиристори 22 і 23 цих комірок залишаються закритими і загоряються тільки світлодіоди 21 і індикаційні світлодіоди 19 разом з парними додатковими індикаційними світлодіодами 29, керуючий світлодіод 11 не збуджується і тригер 4 не переключається. Коли процес спрацювання фототиристорів 24 і світлодіодів 19, 21 та парних додаткових 29 досягає комірки, що індукує збережене максимальне значення вхідної величини, фототиристор 22 якої відкритий, і збуджуються світлодіоди 21 і 19 та парні додаткові індикаційні 29 цієї комірки, випромінювання світлодіода 21 надходить на фототиристор 23 цієї комірки і при надходженні імпульсу з генератора 2 цей фототиристор відкривається. При цьому через світлодіод 11 протікає струм, він збуджується, його світловий сигнал надходить на вхід перетворювача 5 оптичного сигналу в електричний, і вихідний сигнал перетворювача 5 переключає тригер 4. Унаслідок цього починається спрацювання наступної комірки: на катод її фототиристора 24, що підготовлений до спрацювання випромінюванням світлодіода 21 попередньої комірки, надходить нульову напругу і він відкривається, що приводить до збудження світлодіодів 19, 21 та парних додаткових індикаційних світлодіодів 29 фототиристором 22 цієї комірки, підготовлений до спрацювання випромінюванням світлодіода 20 попередньої комірки. Фототиристор 22 відкривається, що приводить до збудження світлодіодів 20<sub>1</sub> і 18<sub>1</sub> та 29<sub>1</sub> цієї комірки, фототиристор 23 підготовляється до спрацювання випромінюванням світлодіода 21 цієї ж комірки, при надходженні наступного імпульсу генератора 2 він спрацює, через світлодіод 11 тече струм, він збуджується і дає

світловий імпульс, у результаті чого переключається тригер 4. Далі йде вже описаний процес послідовного спрацьовування комірок, що закінчується при закінченні імпульсу амплітудно-часового перетворювача 1 тим, що деяка комірка індукує нове значення максимуму вхідного сигналу. Індикація максимального значення вхідного сигналу здійснюється протягом усього часу, поки на виході задавача часового інтервалу 6 присутня напруга логічної

Скидання пристрою у початковий стан здійснюється подачею на перші входи елементів І-НІ 9 і 10 імпульсу нульової напруги. При цьому на виходах елементів І-НІ 9 і 10 встановлюються напруги одиничного рівня, у результаті чого світлодіоди 18, 20 та непарні додаткові індикаційні 29 всіх комірок гаснуть, фототиристоры 22 і 23 закриваються, запускаючи світлодіод 13 загоряється.

Індикаційні світлодіоди 18 і 19 а також додаткові індикаційні світлодіоди 29 мають різні кольори світіння: світлодіоди 18 - червоного (або жовтого) кольору, світлодіоди 19 - зеленого (або синього), а додаткові індикаційні світлодіоди 29 - білого кольору світіння. Так як світлодіоди 18 і 19 кожної комірки мають загальну вихідну оптичну апертуру, то колір шкали залежить від режиму роботи. А завдяки широкій діаграмі розходження оптичного випромінювання додаткових індикаційних світлодіодів 29, а також тому, що вони є над'яскравими, забезпечується ефективна оптична індикація величин, навіть під достатньо великим кутом спостереження на індикаційне табло. У той час, коли загоряються обоє індикаційних світлодіодів 18 і 19 та додаткові індикаційні світлодіоди 29 комірок, шкала стає жовтою, так як сумуються обоє кольори. Якщо замінити світлодіоди 18 та 19 на світлодіоди жовтого та синього кольорів світіння, то можна домогтися зеленого кольору світіння шкали.

А використання додаткових індикаційних світлодіодів 29, дозволяє значно підвищити яскравість відображення.

Максимальне значення вхідного сигналу. Що зберігається індукується світлодіодом 18 та непарним додатковим світлодіодом 29 відповідної комірки у вигляді червоної (або жовтої) та яскравої білої крапок на шкалі. Значення вхідної величини є меншим за максимальне значення, що зберігається і індукується світлодіодами 19 зеленого (або синього) кольору світіння, та парними додатковими індикаційними світлодіодами 29 білого кольору

світіння у вигляді зеленої (або синьої) смуги з яскравою білою крапкою, довжина якої пропорційна значенню вхідної величини.

Нехай тепер з виходу амплітудно-часового перетворювача 1 надходить імпульс, тривалість якого менше тривалості попереднього (внаслідок зменшення вхідного сигналу). Тоді, починаючи з моменту надходження цього імпульсу відбувається описаний процес послідовного спрацьовування фототиристорів 24 і світлодіодів 21, 19 та непарних додаткових індикаційних світлодіодів 29 комірок. Однак внаслідок того, що на виході задавача 6 присутня напруга логічної „1“, запускаючи світлодіод 13 не випромінює. Так як світлодіод 13 не освітлює фототиристор 22<sub>1</sub>, то цей фототиристор залишається закритим у всіх тактах, що попереджує збудження світлодіодів 20, 18 та непарних додаткових світлодіодів 29 першої комірки. Так як фототиристор 22<sub>1</sub> залишається закритим і фототиристор 22 залишається закритими в попередніх тактах, то через керуючий світлодіод 11 струм не протікає і він не випромінює. Тому на рахунковий вхід тригера не надходять імпульси з виходу перетворювача 5 оптичного сигналу, цей перетворювач не переключається і зберігає стан, в якому він переключається при індикації максимального значення вхідної величини за час попереднього імпульсу. Таким чином, відкритим залишається тільки фототиристор 22 комірки, відповідаючий останньому заповненому значенню вхідної величини. Так як світлодіоди 18<sub>1</sub> і 20<sub>1</sub> та 29<sub>1</sub> першої комірки не збуджуються, то не можуть відкриватися фототиристори 22 і 23 і засвітитися світло діоди 18, 20 та непарні додаткові індикаційні 29 наступних комірок. Таким чином, в цьому випадку загоряються індикаційні світлодіоди 19 та парні додаткові індикаційні світлодіоди 29 кількість яких пропорційно значенню вхідної величини, і горять світлодіод 18 та парний додатковий індикаційний світлодіод 29 одної комірки, номер якої пропорційний максимальному значенню вхідної величини, яка запам'яталась.

Резистори 15-17 задають струми через відповідні світлодіоди, а резистори 25-28 стабілізують струми через комірки в процесі їхніх спрацьовувань і усувають вплив розкиду параметрів елементів на величину струмів комірок. При ідентичності параметрів елементів комірок резистори 25-28 можуть бути відсутніми.

