

УДК 004.33:681.7

С. М.ЦИРУЛЬНИК ^a, Г.Л. ЛИСЕНКО ^b

ПЕРЕТВОРЮВАЧІ КОДІВ НА ДИНАМІЧНОМУ ОПТИЧНОМУ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧОМУ ПРИСТРОЇ

^a *Вінницький технічний коледж,
Хмельницьке шосе, 91/2, Вінниця, 21021, Україна,
тел. +380 (432) 51-33-81, E-mail: sovnm@list.ru*

^b *Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна,
тел. +380 (432) 51-33-68, 59-82-32, E-mail: lgl@vstu.vinnica.ua*

Анотація. Приведені принципи функціонування і структури перетворювачів кодів на основі регістрових структур волоконно-оптичних запам'ятовуючих пристроїв.

Ключові слова: волоконно-оптичний запам'ятовуючий пристрій, реєстр зсуву.

ВСТУП

Актуальність. Схемотехніка пристроїв, що працюють на частотах порядку 1 ГГц і вище, відрізняється від традиційної не тільки застосуванням високошвидкісних компонентів, але і методами проектування. Побудова високошвидкісного перетворювача послідовного коду в паралельний і навпаки вирішуються із застосуванням оптичних елементів, що оперують безпосередньо світловими потоками без їх попереднього перетворення в електричні сигнали.

Перетворення високошвидкісних світлових сигналів, що приймаються з волоконно-оптичних ліній зв'язку, в електричний є достатньо складним завданням, оскільки світлові імпульси мають дуже малу тривалість — порядку десяти долі наносекунди і менше. Такі імпульси непросто передати навіть по коротких провідниках на подальшу обробку, яка зазвичай починається з перетворення послідовного коду в паралельний для зниження швидкості потоку даних. Щоб в якійсь мірі полегшити рішення цих задач, вхідні каскади приймальної апаратури виконують на оптичних елементах, які оперують безпосередньо світловими потоками [1].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Питання принципів побудови та аспекти практичного застосування динамічного оптичного запам'ятовуючого пристрою (ДООЗП) на волоконно-оптичній лінії розглядалися у роботі [2]. На рис. 1 зображена структурна схема волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою. На рис. 2 представлена схема волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою з використанням електрооптичних LiNbO_3 комутаторів [2, 3]. Запам'ятовуючий пристрій (рис. 1) складається з двох оптичних комутаторів (ОК), через кожний з яких може вводиться оптична інформація для збереження ($\text{OK1} - \text{Ubx}_1$, $\text{OK2} - \text{Ubx}_2$) або виводиться для зчитування ($\text{OK1} - \text{Ubx}_1$, $\text{OK2} - \text{Ubx}_2$). На рис. 2 електрооптичні комутатори (ЕОК) використовується як ОК. Пристрій містить перший ЕОК₁ на вхід А якого подається оптичний сигнал X_1 . Вихід С ЕОК₁ з'єднаний відрізком L_1 одномодового волокна NZDSF типу SMF-LS з входом А ЕОК₂. Вихід D ЕОК₂ з'єднаний відрізком L_2 одномодового волокна NZDSF типу SMF-LS з входом В ЕОК₁. З виходу С ЕОК₂ зчитується вихідний оптичний сигнал Y_2 після збереження. Вхід В ЕОК₂ можна використовувати також для введення оптичного сигналу X_2 , а вихід D ЕОК₁ для зчитування збереженого сигналу Y_1 .

Пристрій працює наступним чином (рис. 2). У перший момент часу сигнал керування U_1 — відсутній, а U_2 — присутній. Вхідний оптичний сигнал X_1 проходить на вихід С ЕОК₁ через L_1 на вхід А ЕОК₂, з виходу D ЕОК₂ через L_2 на вхід В ЕОК₁. Подавши сигнал U_1 з входу В ЕОК₁ сигнал передається на вихід С ЕОК₁ тим самим утворюючи замкнутий контур. Оптичні імпульси малої тривалості, які можна

отримати від волоконного фемтосекундного лазера (100 фс) з довжиною хвилі 1,55 мкм, циркулюють по замкнутому контуру без спотворення їх форми. Причиною розширення тривалості імпульсів є хроматична та поляризаційна модова дисперсія. Застосувавши волокно NZDSF типу SMF-LS з від'ємним значенням показника хроматичної дисперсії $-3,5(\text{пс/нм} \cdot \text{км})$ можна компенсувати значення поляризаційної модової дисперсії, що дозволяє отримати час зберігання інформації біля 100 мкс. Потужність оптичного сигналу X_1 або X_2 повинна бути менше 10 мВт, що забезпечує відсутність нелінійних явищ в одномодовому волокні. Для зчитування сигналу з виходу Y_2 знімається сигнал U_2 , а для зчитування сигналу з виходу Y_1 знімається сигнал U_1 .

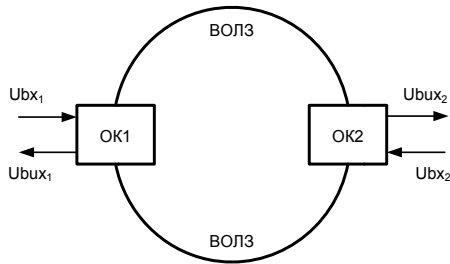


Рис. 1. Структурна схема волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою

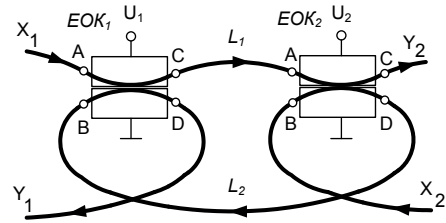


Рис. 2. Схема волоконно-оптичного запам'ятовуючого пристрою з використанням електрооптичних LiNbO_3 комутаторів

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою роботи є дослідження можливостей побудови перетворювачів кодів на ДООЗП для швидкого перетворення телекомунікаційних сигналів.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ

Пропонується розглянути можливість побудови регістру зсуву на базі ДООЗП, а на його основі побудувати перетворювач послідовного оптичного коду у паралельний і навпаки.

Однорозрядний регістр зсуву (рис.3) побудований на двох розглянутих раніше оптичних елементах пам'яті (рис. 2).

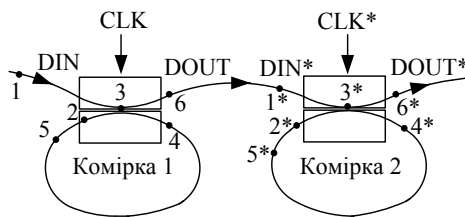


Рис. 3. Регістр зсуву

Синхронізація регістра здійснюється сигналами CLK і CLK^* з однаковою частотою, взаємно зсунутими по фазі на половину періоду.

Припустимо, що в початковий момент часу обидві комірки пам'яті знаходяться в стані логічного 0. Проходження першого імпульсу CLK (рис. 4, момент t_0) не змінює стан регістра. У момент t_1 в точку 1 поступає світловий сигнал $\text{DIN}=\text{D}_0=1$, який починає циркулювати по петлі 3—4—5—2. Приблизно в цей же час формується перший імпульс CLK^* зчитування вихідних даних, але оскільки комірка 2 знаходиться в нульовому стані, то в точці 6* світлового імпульсу немає. У момент t_2 другий імпульс CLK відкриває світловому потоку, що зберігається в комірці 1, шлях до комірці 2: 2—3—6—1*—3*—4*—5*—2*, тому світло повністю «перетікає» з першої комірці в другу, при цьому перша комірка переходить в нульовий стан. У момент t_3 на вхід регістра поступає другий біт даних $\text{D}_1 = 1$ і він запам'ятовується в першій комірці. Приблизно в цей же час під управлінням другого імпульсу CLK^* біт $\text{D}_0 = 1$ у вигляді світлового імпульсу пересилається на вихід регістра. При цьому комірка 2 переходить в нульовий стан. Цикл роботи регістра повторюється.

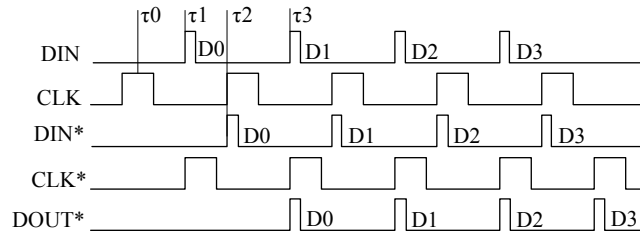


Рис. 4. Часові характеристики регістра зсуву

Схема двохрозрядного перетворювача послідовного коду в паралельний (рис. 5) виконана на основі оптичного регістра зсуву (рис. 4). Виходи першого і другого розрядів регістра підключені через ключі, що керуються синхросигналом CLK3, до паралельних виходів (DOUT1, DOUT2) перетворювача.

Вихідні стани комірок 1—4 нульові, перший імпульс CLK1 (рис 6, момент τ_0) не змінює його. У момент τ_1 одиничний біт D0 завантажується в першу комірку, у момент τ_2 він переміщується в другу комірку, а перша комірка приймає значення нуля. У момент τ_3 одиничний біт D1 записується з входу DIN в першу комірку, і приблизно в цей же час біт D0 з другої комірки переписується в третю, а друга комірка встановлюється в нуль. В період τ_4 — τ_5 в другій і четвертій комірках присутні одиничні біти D1 і D0. У момент τ_5 ці біти одночасно передаються на виходи DOUT1 і DOUT2 завдяки тому, що одночасно відкриті ключі, що керуються імпульсами CLK2 і CLK3. Імпульс CLK3 повинен трохи перебивати в часі імпульс CLK2, щоб створити гарантію того, що вся світлова енергія з комірки 2 (4) направлена тільки на вихід перетворювача, а не в сусідню справа комірку. У наступному циклі перетворення на паралельні виходи DOUT1 і DOUT2 передається наступна пара біт (D3 і D2) і т.д.

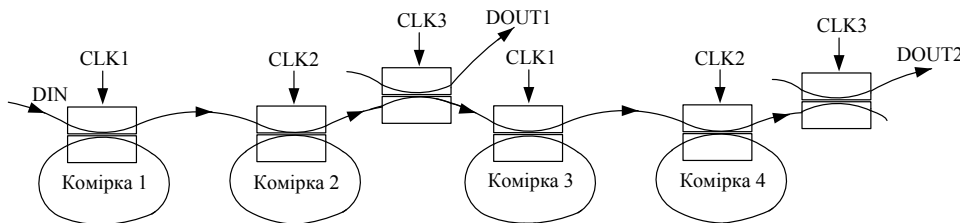


Рис. 5. Двохрозрядний перетворювач послідовного коду в паралельний

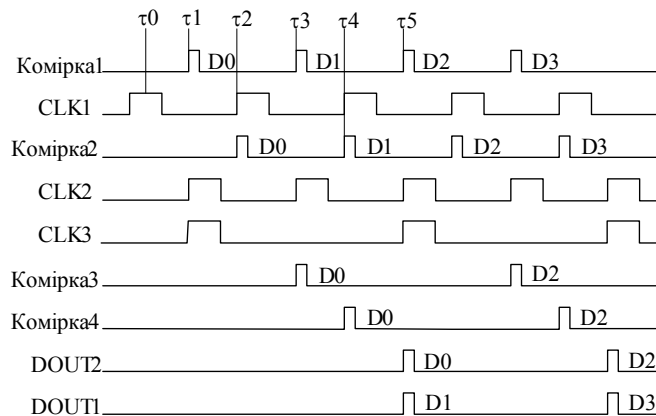


Рис. 6. Часові характеристики перетворювача послідовного коду у паралельний

Трьохрозрядний перетворювач паралельного коду в послідовний (рис. 7) містить чотири оптичні елементи пам'яті. У початковому стані в комірках записані логічні 0 (рис. 8, момент τ_0). Введення першого трьохрозрядного слова паралельних даних D0—D2 в перетворювач здійснюється по входах IN1—IN3 у момент τ_1 . Оскільки $CLK1 = 1$, біт D0 з входу IN1 не потрапляє в комірку 1, а проходить безпосередньо на вихід OUT перетворювача. В той же час біт D1 запам'ятовується в комірці 2, а біт D2 — в комірці 4. У момент τ_2 під управлінням синхроімпульсу CLK2 біти D2 і D1 переписуються з комірок 4 і 2 в комірки 3 і 1. У момент τ_3 синхросигнал CLK1 викликає видачу біта D1 на вихід перетворювача з комірки 1 і переміщення біта D2 з третьої комірки в другу. У момент τ_4 біт D2 переписується з другої

комірки в першу і у момент τ_5 поступає на вихід перетворювача. До моменту τ_6 всі комірки переходять в нульові стани. У момент τ_7 на входи перетворювача поступає нове трьохрозрядне слово і всі процеси повторюються.

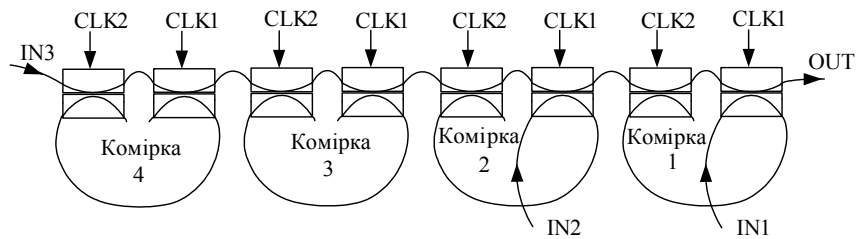


Рис. 7. Перетворювач паралельного коду у послідовний

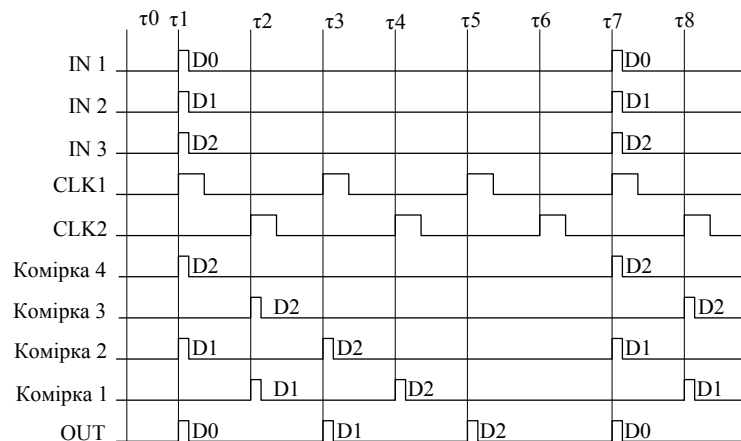


Рис. 8. Часові характеристики перетворювача паралельного коду у послідовний

ВИСНОВКИ

Розглянуті пристрої: реєстр зсуву, перетворювачі кодів можуть застосовуватися в оптичних телекомунікаційних пристроях при обробці високошвидкісних (близько 1 Гбіт/с і вище) потоків даних, а саме для синхронізації пристроїв у системах скремблювання, для захисту інформації, що передається, від несанкціонованого доступу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевкопляс Б. В. Высокоскоростные преобразователи кодов в телекоммуникационных устройствах// Схемотехника. – 2007. – №3.– С.11-16.
2. Цирульник С.М. Розробка принципів побудови і структурної організації динамічної пам'яті на волоконно-оптичних лініях: Дисертація кандидата технічних наук: 05.13.05; - Захищена 25.05.2007; Затв. 20.09.2007. – Вінниця., 2007. - 174 с: іл.
3. Пат. Україна, МПК₇ G 02 B 5/172. Волоконно-оптичний запам'ятовуючий пристрій/ Кожем'яко В. П., Лисенко Г.Л., Цирульник С. М., Кобзаренко Р. Л. – №25481; Заявл. 28.02.2007; Опубл. 10.09.2007.

Надійшла в редакцію 05.10.2008р.

ЦИРУЛЬНИК СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ – к.т.н., відмінник освіти України, голова циклової комісії «Радіотехніка» Вінницького технічного коледжу, Вінниця, Україна, тел.: (8-0432) 51-33-81 E-mail: sovnm@list.ru