

Применение контура циркуляции для последовательно-параллельного преобразования оптической информации

Есман А. К., Зыков Г. Л., Потачиц В. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе показано как последовательный информационный сигнал на входе волоконно-оптического циркулятора преобразуется в параллельную форму на входах регистратора. Дальнейшая обработка сигнала может производиться с любой скоростью в зависимости от быстродействия внешних устройств, работающих совместно с волоконно-оптическим процессором. Используя одновременно несколько таких устройств, можно формировать двумерные массивы данных (матрицы).

Оптические системы обработки информации двумерны по своей природе и способны производить параллельную обработку всего массива данных в реальном времени. Однако значительная часть анализируемых данных представляют собой одноканальные сигналы. Кроме того, последовательно-параллельное преобразование информационного сигнала в оптических системах обработки информации является одной из важнейших операций, позволяющих согласовать производительность процессора со скоростью информационного обмена внешних устройств, а также осуществлять представление информационного сигнала в форме, удобной для реализации ряда операций над векторными величинами и матрицами в оптическом цифровом процессоре [1–4].

Один из наиболее распространенных способов последовательно-параллельного преобразования оптической информации, заключается в том, что последовательность импульсов оптического излучения вводят в оптическую линию задержки, установленную на входе фотоприемника [2]. С помощью последовательно расположенных направленных ответвителей, получают ряд реплик последовательности с временным сдвигом, равным интервалу следования импульсов τ , детектируют выходной сигнал, из которого выделяются импульсы, следующие с временным интервалом, равным длительности последовательности ($2^n \tau$).

В схеме предложенного нами приемного устройства рис. 1 последовательно-параллельное преобразование сигнала осуществляется с использованием волоконно-оптического контура циркуляции, установленного на его входе. Разделение импульсов непосредственно в оптическом канале

дает возможность детектирования сигналов с временным разрешением, превышающим период следования информационных символов, а также снижает требования к полосе пропускания электронного канала за счет обработки сигнала на более низкой тактовой частоте.

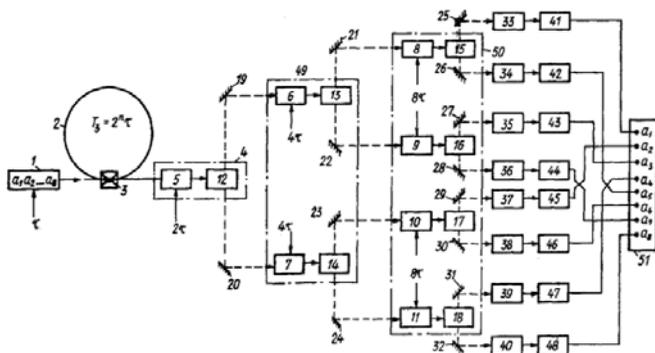


Рис. 1. Приемное устройство с последовательно-параллельным преобразованием информационного сигнала:

1 – информационный сигнал $a_1 \dots a_8$ в последовательном формате; 2 – контур циркуляции; 3 – направленный ответвитель; 4, 49, 50 – схемы поляризационного разделения; 5–11 – поляризационные модуляторы; 12–18 – двулучепреломляющие призмы; 19–32 – зеркала оптической схемы; 33–40 – фотоприемники; 41–48 – интеграторы; 51 – информационная последовательность в параллельном формате

Последовательно-параллельное преобразование в данной схеме осуществляется следующим образом. Импульсная последовательность $\{a_i\}$ в оптической форме с модуляцией интенсивности вводится в волоконно-оптическую рециркуляционную линию задержки, сохраняющую поляризацию излучения, время задержки, на один проход, в которой выбирается равным $2^n \tau$, где τ – интервал следования импульсов.

В результате многократного прохождения последовательности импульсов в циркуляторе на его выходе выделяется серия $\{b_i\}$ из 2^n повторяющихся последовательностей $\{a_i\}$, содержащая 2^{2n} элементов рис. 2. Например, для последовательности длиной 8 символов (2^3) вида 10110010 $b_i = 10110010 \ 10110010 \ 10110010 \ 10110010 \ 10110010 \ 10110010 \ 10110010 \ 10110010$ и количество элементов серии равно 64. Выходной сигнал волоконно-оптического циркулятора подвергается

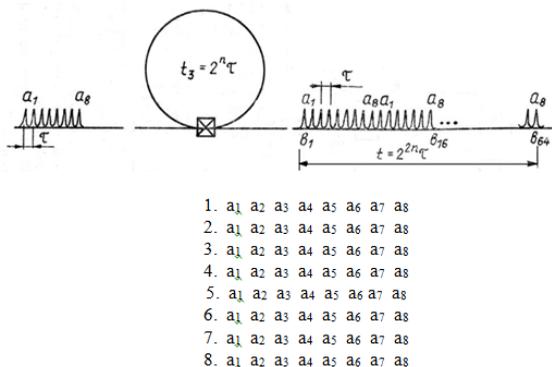


Рис. 2. Принцип последовательно-параллельного преобразования в волоконно-оптическом контуре циркуляции и формирование 2^n повторяющихся последовательностей $\{a_i\}$

поляризационной модуляции гармоническим сигналом, период которого на первой ступени ($k = 1$) в два раза превышает период следования импульсов. Если поляризационная модуляция сигнала осуществляется электрооптическим модулятором, размах гармонического сигнала выбирается равным полуволновому напряжению модулятора, при этом плоскость поляризации на пиках положительной полуволны составляет угол 90° с плоскостью поляризации на пиках отрицательной полуволны. Гармоническая форма модулирующего сигнала позволяет избежать ограничений на быстрдействие способа со стороны электрического канала модуляции, поскольку при гармоническом модулирующем сигнале, имеющем нулевую ширину спектра, электрический канал модуляции выполняется в виде резонансной системы, управляемой схемой фазовой автоподстройки частоты. Далее лучи, имеющие взаимно ортогональные направления поляризации, пространственно разделяются с помощью двулучепреломляющей призмы. После разделения в одном из лучей оказываются импульсы b_1, b_3, b_5, \dots , в другом – импульсы b_2, b_4, b_6, \dots . Каждый из этих лучей на второй ступени подвергается поляризационной модуляции гармоническим сигналом, имеющим период 4τ , в результате поляризационного деления выделяются четыре луча, содержащие импульсы $b_1, b_5, b_9, \dots, b_3, b_7, b_{11}, \dots, b_2, b_6, b_{10}, \dots, b_4, b_8, b_{12}, \dots$. Указанные лучи вновь подвергаются поляризационной модуляции, и в результате выделяется восемь лучей, содержащих следующие импульсы:

1. $b_1, b_9, b_{17}, b_{25}, b_{33}, b_{41}, b_{49}, b_{57}$
2. $b_5, b_{13}, b_{21}, b_{29}, b_{37}, b_{45}, b_{53}, b_{61}$
3. $b_3, b_{11}, b_{19}, b_{27}, b_{35}, b_{43}, b_{51}, b_{59}$
4. $b_7, b_{15}, b_{23}, b_{31}, b_{39}, b_{47}, b_{55}, b_{53}$
5. $b_2, b_{10}, b_{18}, b_{26}, b_{34}, b_{42}, b_{50}, b_{58}$
6. $b_6, b_{14}, b_{22}, b_{30}, b_{38}, b_{46}, b_{54}, b_{62}$
7. $b_4, b_{12}, b_{20}, b_{28}, b_{36}, b_{44}, b_{52}, b_{60}$
8. $b_8, b_{16}, b_{24}, b_{32}, b_{40}, b_{48}, b_{56}, b_{64}$

Последовательность импульсов $\{b_i\}$ составлена из повторяющихся последовательностей $\{a_i\}$, поэтому $b_1 = b_9 = b_{17} = b_{25} = b_{33} = b_{41} = b_{49} = b_{57} = a_1$, аналогично $b_5 = b_{13} = b_{21} = b_{29} = b_{37} = b_{45} = b_{53} = b_{61} = a_5$, $b_3 = b_{11} = b_{19} = b_{27} = b_{35} = b_{43} = b_{51} = b_{59} = a_3$ и т.д. Таким образом, в каждом из восьми лучей выделяются серии из восьми импульсов, первая серия содержит восемь импульсов a_1 , вторая – a_5 , далее – $a_3, a_7, a_2, a_6, a_4, a_8$. Эти импульсы детектируются и интегрируются на интервале длительности серии, равном $2^n \tau$, после чего вводятся в параллельный регистр в порядке $a_1, a_2, a_3, \dots, a_8$. Интегрирование на интервале 2^n позволяет использовать всю энергию протектированных сигналов, однако работоспособность способа сохраняется и при другом периоде интегрирования, его уменьшение приводит к потере энергии некоторой части сигнала, увеличение к возрастанию вклада шумов детектирования и фона в выходной сигнал.

Достоверность преобразования оптических сигналов в соответствующие им электрические сигналы будет, определяется в данном случае работоспособностью и надежностью работы всех элементов многоканального матричного фотоэлектрического преобразователя.

Литература

1. Одинокоев, С. Б. Оптическая система записи и считывания матриц голограмм / С. Б. Одинокоев, М. В. Борисов // Автометрия. –2000. – № 6. – С. 33–37.
2. Jackson, K. Optical fiber delay-line signal processing / K. Jackson [at al.] // IEEE Transaction of microwave theory and techniques. – 1985. – Vol. MTT-33, № 3. – P. 193–210.
3. Nelson, G. L. Fiber optic demonstration of MIL-STD-1760 stores interconnect / G. L. Nelson, G. J. Cosimini, D. J. Bartnik // Aerospace and Electronics Conference NAECON: Proceedings of the IEEE 1991 National. – 1991. – Vol. 1. – P. 258 –264.

4. Картвелишвили, К. З. Оптический циркулятор и его возможности для измерительной техники / К. З. Картвелишвили, А. Г. Данелия, Д. И. Гарибашвили // Измерительная техника. –1997. – №8. – С. 43–47.

УДК 681.327.68

Оптическое запоминающее устройство циркуляционного типа

Есман А. К., Зыков Г. Л., Потачиц В. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе рассматривается техническое решение построения оперативной памяти на волоконно-оптическом контуре циркуляции. Приведены функциональная схема и принцип работы разработанного устройства. Предложенное техническое решение позволяет в 2 раза повысить максимальную частоту следования импульсов в контуре циркуляции при одинаковой полосе пропускания фотоприемников, увеличить максимальную информационную емкость памяти при той же длине контура.

Терабитные скорости передачи информации, небольшие потери и широкая полоса пропускания одномодовых волоконных световодов позволяют использовать замкнутые линии задержки с циркуляцией сигнала в качестве аналога динамического запоминающего устройства для высокоэффективного оперативного хранения и обработки информации [1–5].

В данной работе предлагается техническое решение построения оперативной памяти на волоконно-оптическом контуре циркуляции, позволяющий повысить тактовую частоту, а следовательно, увеличить информационную емкость памяти (рис. 1).

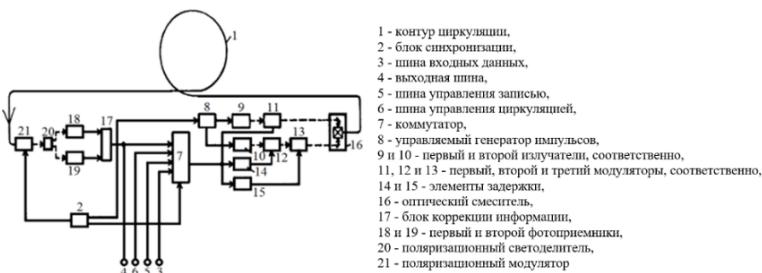


Рис. 1. Функциональная схема устройства