

ТРАНСМУЛЬТИПЛЕКСОРЫ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ ПРОЦЕССОРОВ СИГНАЛОВ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Хорошавин А.И., Шаповалов В.В., Драган М.П., Пустовой Ю.Е.

Ростовский государственный университет путей сообщения

e-mail: draganmp@mail.ru

В настоящее время трансмультиплексоры (ТМ) используются в сетях технологической связи для решения следующих задач:

- для резервирования 30-ти канальных групп ОЦК по существующим аналоговым системам передачи типа К-60;
- для сопряжения аналоговых групповых сигналов аппаратуры К-60 с цифровой радиорелейной аппаратурой связи, работающей со скоростью 34 Мбит/с;
- для выделения 12-ти канальных групп или отдельных каналов ТЧ в необслуживаемых усилительных пунктах аналоговых систем передачи типа К-60 и т. п.

Авторами для реализации ТМ был выбран алгоритм работы многоуровневого трансмультиплексора с комплексными сигналами [1]. При этом на базе системы MATLAB была разработана полная функциональная модель ТМ. Результаты моделирования с использованием 16-ти разрядной арифметики показали, что для реализации ТМ с электрическими характеристиками, полностью соответствующими стандарту [2], вычислительная мощность используемых цифровых процессоров сигналов (ЦПС) должна составлять порядка 300 MIPS (миллионов инструкций в секунду) как в передающей, так и в приёмной части ТМ. Поэтому такой ТМ должен представлять собой многопроцессорную систему цифровой обработки сигналов с развитыми средствами высокоскоростного межпроцессорного обмена. В качестве таких процессоров авторами выбраны ЦПС, выпускаемые фирмой Analog Devices. В таблице приведены данные о необходимом количестве 16-ти разрядных ЦПС фирмы Analog Devices для реализации указанного алгоритма.

Таблица 1. Количество ЦПС для реализации алгоритма преобразования

Тип ЦПС	Быстродействие, MIPS	Число ЦПС в передатчике ТМ	Число ЦПС в приёмнике ТМ	Шина	Состояние Разработки ТМ
ADSP-2185	40	7	7	ISA-16	Опытная эксплуатация
ADSP-2189	75	4	4	ISA-16	Стендовые испытания
ADSP-2191	150	2	2	cPCI	Изготовление опытного образца
ADSP-2192	300	1	1	PCI	Изготовление опытного образца

Схема ТМ приведена на рисунке.

Особенностями приёмника ТМ являются:

- использование высокоскоростного дельта-сигма АЦП, что позволяет существенно снизить требования к фильтрующим свойствам входных аналоговых цепей;
- использование после АЦП адаптивного цифрового фильтра, позволяющего осуществлять высокоточную коррекцию спектра аналогового группового сигнала К-60 перед подачей его на первую ступень понижения частоты дискретизации;
- использование в первой ступени понижения частоты дискретизации в качестве дециматоров нестационарных КИХ-фильтров 8-го порядка с периодическими во времени коэффициентами. Это позволяет на 30% уменьшить число выполняемых операций умножения по сравнению с использованием стационарных КИХ-фильтров такого же порядка без ухудшения качества фильтрации;
- использование в остальных ступенях понижения частоты дискретизации в качестве дециматоров стационарных КИХ-фильтров 8-го порядка, синтезированных с использованием алгоритма Ремеза. При этом нормированные характеристики КИХ-фильтров разных ступеней отличаются друг от друга.

Особенностями передатчика ТМ являются:

- использование высокоскоростного интерполирующего ЦАП, что позволило существенно снизить требования к фильтрующим свойствам выходных аналоговых цепей;
- использование в разных ступенях повышения частоты дискретизации в качестве интерполяторов стационарных КИХ-фильтров 8-го порядка, синтезированных с использованием

алгоритма Ремеза. При этом нормированные характеристики КИХ-фильтров разных ступеней отличаются друг от друга.

Все ЦПС передатчика и все ЦПС приёмника связаны между собой синхронными линиями связи со скоростью 10 Мбит/с.

Для формирования комплексных каналов ОЦК используются цифровые эллиптические БИХ-фильтры 8-го порядка. При этом для коррекции группового времени запаздывания в этих каналах используется цифровые фазовые фильтры второго порядка.

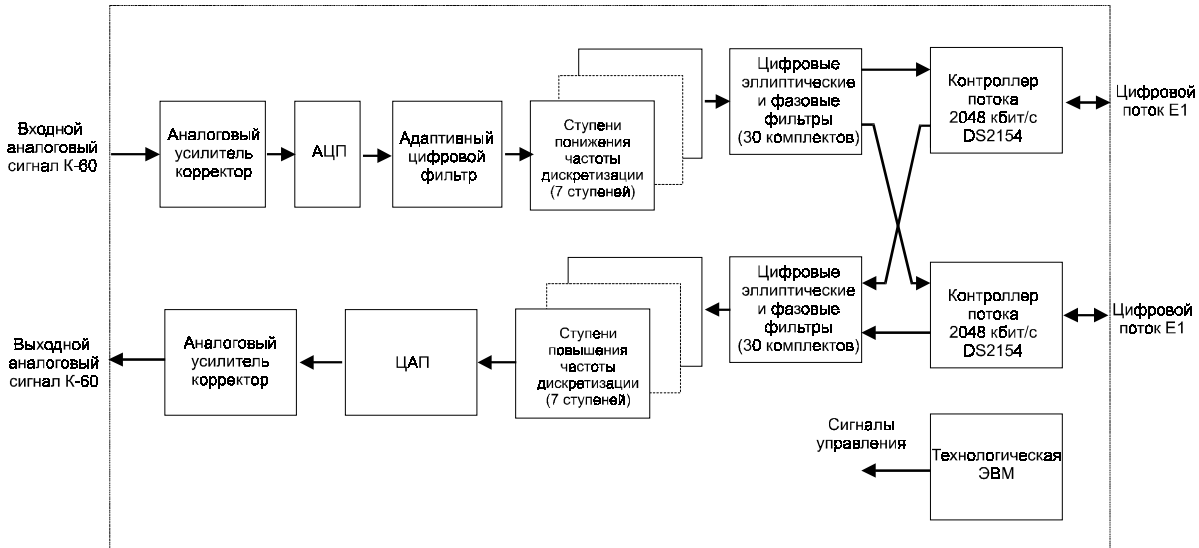


Рис.1. Структурная схема трансмультиплексора

Для демодуляции и формирования линейных сигналов цифровых потоков 2048 кбит/с, тактовой, цикловой и сверхцикловой синхронизации, для выделения сигналов сигнализации и формирования каналов ОЦК используются интегральные приёмопередатчики типа DS2154 фирмы Dallas Semiconductor (США).

Разработанные ТМ размещаются в конструктивах промышленных ЭВМ типа IBM PC и имеют встроенные средства измерений и диагностики, а также средства дистанционного управления и контроля.

Финансирование НИОКР по разработке ТМ осуществляется МПС РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольденберг Л. М., Матюшкин Б. Д., Поляк М. Н. Цифровая обработка сигналов. Справочник. М.: «Радио и связь» 1985г., стр.239-242
2. ITU-T Recommendation G.792 Characteristics common to all transmultiplexing equipment (Extract from Blue Book).



TRANSMULTIPLEXOR ON THE BASE OF DSP, PRODUCED BY ANALOG DEVICES

Khoroshavin A., Shapovalov V., Dragan M., Pustovoy Y.

Nowadays transmultiplexors (TM) are used to solve the next tasks in the networks of technological communications:

- for organization of backups for digital links, carrying 30 tone channels (E1), by using the existing 60-channel analog transmission system with frequency division of channels (such communication systems in Russian technical literature are called K-60);
- for splicing the analog group signals of K-60 systems with 34 Mbit/s digital radio-relay system;
- for dropping 12-channel groups and tone channels in unattended repeater stations in analog transmission systems K-60 etc.

The work algorithm of multilevel transmultiplexor with complex signals was chosen for realization of TM. This algorithm is described in [1]. During the development a full functional model of TM on the base of MATLAB system was created. The results of algorithm modeling by using 16-bit arithmetic operations show, that for realization of TM with electrical parameters, which agree with the standard [2], the performance of DSP should be about 300 MIPS in transmitter and in receiver of TM. Therefore, such TM should be an multiprocessor DSP system, which has comprehensive facilities of high speed of interprocessor communications.

For this multiprocessor system the authors chose DSP produced by Analog Devices.

The unique features of the receiver of TM are:

- the use of high speed delta-sigma ADC, which allows to minimize the requirements for input analog devices;
- the use of adaptive digital filter, placed after ADC. That feature allows to make precision correction of analog group signal;
- the use of time-variable 8-order FIR-filters with periodical coefficients for decrease the sampling rate in the first cascade of transformation. This feature allows to minimize the volume of arithmetical operations (for 30%);
- the use of stationary 8-order FIR-filters for decrease the sampling rate in others cascades of transformation. FIR filters are developed according to Remez algorithm. The characteristics of filters of different cascades vary.

The unique features of the transmitter of TM are:

- the use of high speed delta-sigma DAC, which allows to minimize the requirements for output analog filter devices;
- the use of stationary 8-order FIR-filters to increase sampling rate in cascades of transformation. FIR filters are developed according to Remez algorithm. The characteristics of filters of different cascades are vary.

8-order digital elliptic FIR-filters are used to make complex tone channels. 2-order digital phase filters are used to correct group delay in this channels.

REFERENCES

1. Гольденберг Л. М., Матюшкин Б. Д., Поляк М. Н. Цифровая обработка сигналов. Справочник. М.: «Радио и связь» 1985г., pgs. 239-242 (In Russian)
2. ITU-T Recommendation G.792 Characteristics common to all transmultiplexing equipment (Extract from Blue Book).