

УДК.621.391

АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А. Н. Шейк-Сейкин, И. С. Осадчук, Р. В. Гаврилюк, Ю. С. Чихрай, И. В. Запара

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
ansrtf@mail.ru

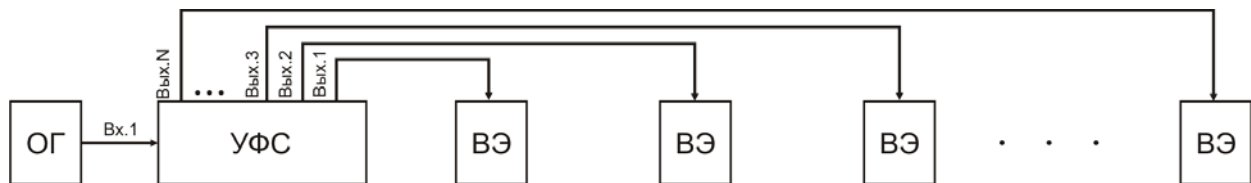
Проведен анализ различных структур систем синхронизации потоков данных в устройствах цифровой обработки сигналов реального времени. Предложен подход к выбору наиболее эффективной структуры, основанный на комплексной оценке аппаратурных затрат на ее реализацию.

Ключевые слова: система синхронизации, граф структуры, усилитель-формирователь, внешняя связь, внутренняя связь.

Реализация систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) в реальном времени предъявляет жесткие требования к синхронизации процессов обработки данных, связанные с распараллеливанием вычислений, обеспечением работы конвейеров и требованием детерминированности потоков данных в системе [1, 2]. Вместе с тем, системному и детальному изложению вариантов и принципов построения систем синхронизации (СНХР) не уделяется должного внимания — есть только частные ссылки на сам факт их наличия в тех или иных системах ЦОС реального времени [3, 4].

Целью работы является определение критериев выбора наиболее эффективной СНХР, которые основаны на учете особенностей структур СНХР и комплексной оценке аппаратурных затрат на их реализацию.

В общем виде СНХР представлена на рисунке.



Структурная схема СНХР в общем виде:

ОГ — опорный генератор, УФС — усилитель-формирователь синхросигналов, ВЭ — вычислительный элемент

Ядром схемы является блок ОГ, который вырабатывает последовательность тактовых импульсов, синхронизирующих работу всех ВЭ с обязательным выполнением условия эквивалентности.

Известны три основные топологии локальных сетей — “шина”, “звезда” и “кольцо” [5]. Соответственно, структура линий связи (ЛС) СНХР может либо относиться к одной из указанных топологий, либо быть их комбинацией.

Основные параметры, характеризующие условия работы СНХР: частота синхронизации F_i ; минимальное время τ_{\min} задержки сигналов в ВЭ; нагрузочная способность источника синхросигналов — максимально допустимые выходной ток $I_{\text{out max}}$ и емкость нагрузки $C_{\text{out max}}$; фактические параметры нагрузки — I_L , C_L и максимальная задержка $\tau_{l \text{ max}}$ распространения синхросигналов в ЛС.

Определим критерии выбора той или иной топологии.

Если выполняются условия

$$F_i \ll 1/\tau_{\min}; I_{\text{out max}} \gg I_L; C_{\text{out max}} \gg C_L; F_i \ll 1/\tau_{l \text{ max}}, \quad (1)$$

то наиболее целесообразной является топология “шина”, и, соответственно СНХР, в которой один выход УФС произвольно подключен ко входам всех ВЭ.

При невыполнении условия (1), что типично для обработки в реальном времени, необходимо использовать топологии “звезда” и “кольцо”, на базе которых реализуются структуры, условно названные параллельная, последовательная и комбинированная.

В СНХР с параллельной структурой формируется определенное число параллельных каналов, равное числу ВЭ, по которым на ВЭ одновременно поступают синхросигналы (см. рисунок). Система внешних ЛС носит глобальный характер, т. к. соединяет все ВЭ, в том числе и далеко разнесенные.

Глобальный характер системы внешних ЛС в СНХР с параллельной структурой может заметно усложнить ее реализацию, особенно если период синхронизации $T_c=1/F_t$ сопоставим с максимальной задержкой $\tau_{l\max}$ распространения сигнала по ЛС, что потребует выравнивания задержек распространения сигналов в них.

Последовательная система СНХР — распределенная система синхронизации, элементы УФС которой фактически входят в состав соответствующего ВЭ, образуя с ним вычислительный кластер, — лишена этого недостатка.

С целью обеспечения синхронности обработки данных в различных реализациях структур СНХР, возникает необходимость в выравнивании задержек в ветвях СНХР на основе уравнивания графа связей путем ввода в его ветви дополнительных элементов задержки. При этом суммарные аппаратурные затраты Q_C на реализацию СНХР (с учетом выравнивания задержек), имеющей параллельную, последовательную и комбинированную структуру, включают в себя расчет числа усилительных элементов (УЭ), внешних и внутренних линий связи (ЛС):

$$Q_C = \eta_{amp} N_{amp} + \eta_{ext} N_{ext} + \eta_{int} N_{int}, \quad (2)$$

где η_{amp} , η_{ext} , η_{int} — веса, отображающие коэффициенты относительной сложности реализации, соответственно, УЭ, внешних и внутренних ЛС относительно ВЭ;

N_{amp} , N_{ext} , N_{int} — количество, соответственно, УЭ, внешних и внутренних ЛС.

Таким образом, в соответствии с интегрированной оценкой аппаратурной сложности (2), компромиссное решение между аппаратурной сложностью и заданной нагрузочной способностью обеспечивает комбинированная структура системы синхронизации.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Воеводин В. В. Математические модели и методы в параллельных процессах.— Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.— 296 с.
2. Каляев А. В. Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой.— Москва: Радио и связь, 1984.— 240 с.
3. Дордопуло А. И., Каляев И. А., Левин И. И., Семерников Е. А. Семейство многопроцессорных вычислительных систем на основе ПЛИС // Материалы Второй междунар. науч. конф. "Суперкомпьютерные системы и их применение" (SSA'2008). — Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008.— С. 44 — 49.
4. Севбо В., Орлов А., Лошаков А. Многопроцессорный вычислительный комплекс для задач ”жесткого” реального времени // Современ. технологии автоматизации.— 2007.— № 3.— С. 32 — 38.
5. Туманов М. П. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие.— Москва: МГИ-ЭМ, 2005.— 71 с.

A. N. Sheik-Seikin, I. S. Osadchuk, R. V. Gavrilyuk, Y. S. Chihray

Analisis of ways to implement the data stream synchronization systems in real time

Analysis of the different structures of data flux synchronizing systems in real-time digital signal processing is carried out. An approach to the choice of the most efficient structure based on a comprehensive assessment of hardware costs for its implementation is proposed.

Keywords: *synchronizing system, graph of structure, forming amplifier, external coupling, and internal coupling.*
