

ПАЧЕЧНЫЙ РЕЖИМ КОММУТАЦИИ: РЕАЛИЗАЦИЯ В КООРДИНАТНЫХ И МАТРИЧНЫХ СХЕМАХ

Д.В. Кутузов, А.В. Осовский

Описываются различные режимы коммутации в пространственных коммутационных схемах. Большое внимание уделяется пакетному режиму коммутации, позволяющему организовать параллельную настройку схем коммутаторов при динамически поступающих требованиях на соединение. Приведены примеры реализации пакетного режима, (параллельной) коммутации для координатной и матричной схем.

Коммутаторы являются неотъемлемой частью самых различных информационных систем, таких как многопроцессорные и транспьютерные системы, многоядерные процессоры, коммуникационные и телекоммуникационные сети. И в зависимости от характера информационной системы коммутаторы должны использовать различные режимы установления соединений.

Режим установления соединений характеризует процесс коммутации с точки зрения времени. По режимам коммутацию подразделяют на одиночную, пачечную и разовую.

Так, например, при решении некоторых научно-технических задач на многопроцессорных системах или обработке сигналов сетью сигнальных процессоров список соединений процессоров известен заранее¹, и для организации соединений коммутационная система может использовать режим разовой коммутации.

В локальных вычислительных сетях и телекоммуникационных системах соединения между ресурсами или абонентами сети возникают и распадаются произвольно во времени – динамически, и коммутационная система должна динамически обрабатывать поступающие запросы на соединения. Такой режим взаимодействия абонентов называют одиночной (или случайной) коммутацией.

При пачечной коммутации² соединения возникают пачками или группами. Очевидно, что пачечный режим является универсальным, так как при числе соединений в каждой пачке, равном единице, получается одиночный режим, а если в пачку входят все соединения – разовый режим.

Если при функционировании коммутационной системы время квантуется на такты, но в произвольные моменты времени возникает необходимость установить одно или несколько соединений, т.е. заявки на установление соединений возникают асинхронно, то все возникшие заявки в промежутке времени между соседними тактами ожидают поступления очередного тактового импульса и начинают обрабатываться при его поступлении. Поэтому можно считать, что все эти заявки возникают одновременно. Таким образом, пачкой заявок называются множество заявок, возникших одновременно.

Если k – число новых соединений, которые необходимо установить; k' – число уже установленных к какому-либо моменту времени соединений; N – число входов/выходов системы, которые пронумерованы числами от 0 до $N-1$.

При этом $0 \leq k' \leq N$, $0 \leq k \leq N - k'$, то

при $k = 1$ имеется одиночный режим установления соединений,

при $1 \leq k \leq N-1$ – пачечный режим установления соединений,

при $k' = 0$, $k = N$ – разовый режим установления соединений.

Большинство коммутационных систем ориентированы на реализацию одного из указанных режимов установления соединений. Однако структура некоторых из них может быть модифицирована для совмещения этих режимов. Примером является интегральная схема координатного коммутатора IMS C004 (Inmos). В соответствии с классификацией схема является коммутатором с регулярными динамическими связями.

Коммутатор³ позволяет осуществлять полную коммутацию 32 входов (DI) с 32 выходами (DO) и состоит (см. рис. 1) из 32 мультиплексоров 32×1 (MUX), устройств синхронизации (SYNC), выходных буферов данных (BDO) и устройства управления (CU).

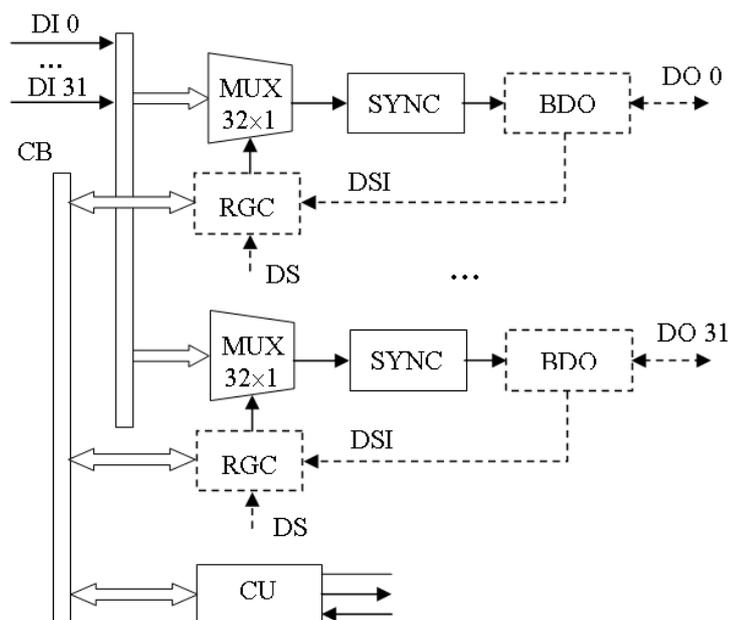


Рис. 1. Координатный коммутатор IMS C004, реализующий одиночный и параллельный разовый режимы коммутации

Каждый из 32 мультиплексов передает сигнал с одной из входных линий в выходную.

Выбор входной линии осуществляется в режиме одиночной коммутации, шестизначным кодом, в котором пять разрядов определяют номер входа, а шестой – установление или разрушение соединения. Команды управления коммутатором подаются в устройство управления, которое осуществляет запись в регистры кода и управление мультиплексами.

В координатном коммутаторе IMS C004 может быть реализован режим параллельной пачечной коммутации⁴, если бы имелась возможность с выходных линий DO загружать в регистры RGC номера входов, к которым требуется установить соединение. Блоки, которые необходимо доработать, показаны на рис. 1 пунктиром. Здесь DSI – вход последовательных данных, а DS – сигнал сдвига регистра RGC.

Параллельная пачечная коммутация⁵ осуществляется следующим образом: начальный сброс коммутатора, затем выдача на шину управления СВ команды параллельной загрузки набора (пачки) регистров RGC, после чего в регистры RGC с линий DO последовательно загружаются номера входов, с которыми необходимо соединить данные выходы.

Параллельная коммутация за счет пачечного режима может быть также реализована в матричных схемах⁶.

Параллельная коммутационная система, реализующая пачечный режим коммутации, обеспечивает параллельную пространственную коммутацию информационных пакетов, поступающих в случайные моменты времени, и состоит из следующих блоков (рис. 2): блока синхронизации поступающего пакета с моментом идентификации (1), элементов коммутации (2) и блоков генерации тэгов выходных линий (3).

Функционирование системы осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом: на вход системы поступают требования на установление соединений. Каждое такое требование представляет собой информационный пакет, имеющий заголовок – тэг, который идентифицирует выходную линию коммутационной системы, на которую необходимо переслать данный пакет. Так как требования на установление соединения (пакеты) поступают на входы системы в случайные моменты времени, т.е. асинхронно, а осуществление идентификации возможно лишь в определенные моменты времени, то требование должно быть задержано до момента, когда возможно начать сравнение тэгов и коммутацию. Такая задержка осуществляется блоками синхронизации поступающих пакетов с моментом идентификации и может быть различна для пакетов, поступивших в разные моменты времени. Несколько требований (пакетов), ожидающих начала идентификации, представляют пачку.

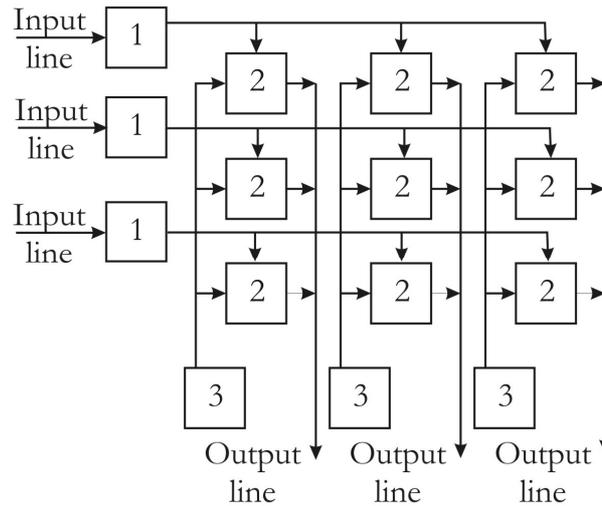


Рис. 2. Параллельная матричная коммутационная система

Идентификация представляет собой процесс побитного сравнения тэга линии, к которой необходимо установить соединение (он содержится в пакете), и тэгов выходных линий, генерацию которых производят блоки 3 (рис. 2). При совпадении тэга выходной линии с тэгом, содержащимся в заголовке пакета, соответствующим коммутационным элементом устанавливается соединение для прохождения пакета на выход системы. После прохождения пакета соединение должно быть разрушено. Все функции разрешения конфликтов, которые возникают, например, при попытке двух и более входных линий установить соединение с одной выходной линией возложены на элементы коммутации 2 (рис. 2).

По результатам моделирования⁷ реализация параллельной коммутации за счет пачечного режима позволяет снизить вероятность потерь требований на соединении⁸ (транзактов) на величину, равную 0,17 (максимальное значение для наиболее критичного режима работы).

Из представленных примеров видно, что реализация пачечного режима в пространственных коммутационных схемах позволяет реализовать параллельную коммутацию при динамически поступающих требованиях на соединение, сократить время настройки коммутатора и снизить вероятность потерь транзактов.

¹ **Головкин Б.А.** Вычислительные системы с большим числом процессоров. М.: Радио и связь, 1995. 318 с.

² **Дудко А.Л.** Неблокирующие коммутационные схемы. М.: Вычислительный центр АН СССР, 1990. 59 с.

³ **Бахтеяров С.Д.** и др. Транспьютерная технология. М.: Радио и связь, 1993. 302 с.

⁴ **Кутузов Д.В.** Реализация режима параллельной коммутации на координатном коммутаторе / Наука: поиск 2003: Сб. науч. ст. Вып. 1. Астрахань: Изд-во «ЦНТЭП», 2003. С. 320–322.

⁵ **Пат.** 67366 Российская Федерация. Координатный коммутатор с параллельной настройкой / Кутузов Д.В., Осовский А.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Астрахан. гос. ун-т. № 2007119411; заявл. 24.05.07; опубл. 10.10.07.

⁶ **Кутузов Д.В.** Параллельная настройка матричной коммутационной системы при динамически поступающих требованиях // Техника и технология. 2005. № 2 (8). С. 57–59.

⁷ **Kutuzov Denis, Osovskiy Alexey.** The Structure and Modeling Results of the Parallel Spatial Switching System // IEEE International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON-2007). Proceedings. Tomsk: The Tomsk IEEE Chapter & Student Branch, Russia, 2007. P. 99–103.

⁸ **Кутузов Д.В., Осовский А.В.** Имитационное моделирование параллельной пространственной коммутационной системы // Известия ВолГТУ. Волгоград: Изд-во ВолГТУ, 2007. Вып. 3. № 9 (35), С. 137–139. (Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах).