

УДК 538.945

СИНТЕЗ МНОГОЗВЕННЫХ КОММУТАЦИОННЫХ СИСТЕМ АТС

В.И. ФАЛАЛЕЕВ

ОАО “СВЯЗЬИНВЕСТ”

П.Бровки, 18, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 9 января 2003

В статье рассматриваются вопросы синтеза и оптимизации аппаратных затрат при проектировании многомодульных коммутационных структур с децентрализованным программным управлением.

Ключевые слова: коммутатор, нагрузка.

Структура подавляющего большинства коммутационных полей (КП) — набор коммутационных матриц. Классический вариант трехзвенного КП иллюстрирует рис. 1. В общем случае для объединения J -модулей в единое поле необходимо сформировать матрицу $J \times J$, в узлах которой должны быть коммутационные модули необходимой емкости. Аппаратные затраты на реализацию подобного матричного КП при таком решении в общем случае пропорциональны квадрату достигаемой емкости. Предлагаемая ниже методика синтеза позволяет снизить затраты на реализацию КП.

Первая и третья ступени КП (рис. 1) представляют собой унифицированные модули — пространственно-временные полнодоступные неблокируемые коммутаторы $M1-Mj$. Объединение модулей в единое КП осуществляет вторая ступень $S1-Sk$, представляющая собой набор смесителей нагрузки.

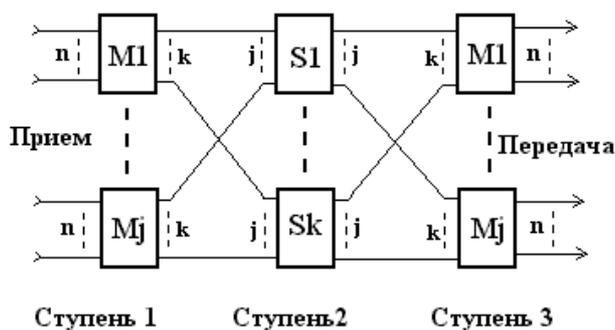


Рис. 1. Структура коммутационных полей

Для синтеза неблокируемого коммутатора необходимо выполнение условия:

$$k=2n-1, \tag{1}$$

где n — количество потоков КП, k — число потоков объединительной ступени. Формула (1) справедлива для любого числа смесителей k более одного и получила название неблокирующей схемы

Клоса [1]. Например, для коммутационного модуля с емкостью 32×32 потока Е1 (1024 точки коммутации) его конфигурация в соответствии с рис. 1 должна находиться в пропорции $n=11$, $k=21$ (1), т.е. 11×21 Е1. Несмотря на то что только одна треть поля обслуживает полезную нагрузку, а остальные две трети — "нужды коммутатора", такая пропорция выгоднее вышеупомянутой квадратичной зависимости.

Пунктир между смесителями и модулями в схеме (рис. 1) указывает на то, что теоретического предела конечной емкости системы не существует, практически — она ограничена емкостью смесительного звена. Если в качестве смесителей нагрузки использовать типовые модульные пространственно-временные блоки 32×32 Е1, то нетрудно получить предельные параметры емкости всей системы. Число смесителей $K=21$, число модулей $j=32$, общая емкость КП составит

$$C=j \cdot n, \tag{2}$$

т.е. $32 \times 11=352$ Е1 или 10560 узловых (работающих с нагрузкой от 0,7 Эрл и выше) портов. Число коммутационных звеньев при этом (затраты) можно найти из выражения

$$Z=j+k, \tag{3}$$

и для рассматриваемого примера оно равно $32+21=53$. Такая же емкость в матричном исполнении потребует $(352/32)^2=121$ звено.

Нетрудно видеть, что схема, представленная на рис. 1, симметрична. Если свернуть ее по оси, проходящей через смесительные звенья, то произойдет совмещение приемопередающих окончаний (тракты приема и передачи в электронных коммутаторах обрабатываются отдельно). В этом случае она вырождается в двухступенчатую смесительно-модульную конфигурацию. Сгруппировав модули по назначению, несложно придти к общепринятой структуре центральной АТС, представленной на рис. 2.

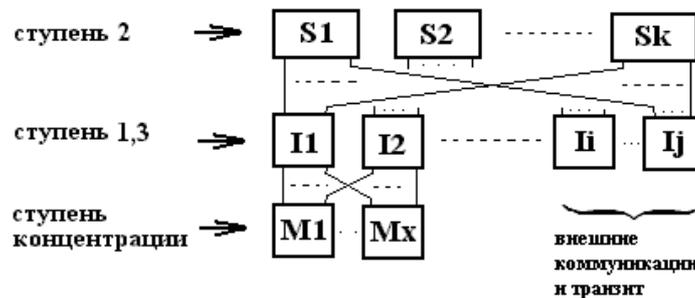


Рис. 2. Структура центральной АТС

Дальнейшее снижение аппаратных затрат возможно, если допустить блокировки КП. Для большинства КС такие потери оговорены в технических условиях и составляют около нескольких промиле, в зависимости от типа устанавливаемых соединений. Применительно к определению вероятности потерь можно считать удовлетворительными значения в диапазоне $(1-5) \cdot 10^{-3}$, т.е. до половины процента. Влияние потерь рассмотрено в [2]. Для снижения затрат необходимо изменение соотношения между n и k . Случай $n > k$ характеризует вариант концентрации нагрузки и используется в АТС для абонентских модулей. На рис. 2 они отображены как $M1-Mx$. Особого внимания заслуживает случай, когда $n=k$. В этом режиме первая и третья ступень (рис. 2) неблокируемы. Оценку блокировок системы можно выполнить, используя приближение Якобеуса: $P = ((a/b)^k) \cdot (((2-a)/(2-b))^{2n-k})$, где $b=k/n$. Для $k=n$:

$$P = \{a(2-a)/2\}^k, \tag{4}$$

где a — нагрузка на соединительную линию (Эрл), $k=n=16 \times 30=480$. Поскольку оценка вероятности выполняется для линии, а не для пучка линий, потоковое значение k умножается на количество каналов в потоке Е1. Зависимость вероятности блокировок расчетной конфигурации от нагрузки приведена в табл. 1, из которой следует, что потери нагрузок по всему диапазону пренебрежи-

мо малы. Согласно (2), емкость оптимизированного по потерям коммутатора будет $32 \times 16 = 512$ Е1 или 15360 узловых портов. Количество звеньев, согласно (3), $32 + 16 = 48$, что несколько ниже, чем для коммутатора Клоса. Матричная реализация такой емкости требует $(512/32)^2 = 256$ звеньев. Итоговые значения для рассмотренных систем приведены в табл. 2.

Таблица 1. Зависимость вероятности блокировок расчетной конфигурации от нагрузки

| Нагрузка | Потери |
|----------|-----------|
| 0,7 | 7 Е-165 |
| 0,75 | 1,1 Е-158 |
| 0,8 | 9,9 Е-154 |
| 0,85 | 5,7 Е-150 |
| 0,9 | 2,6 Е-147 |
| 0,95 | 9,6 Е-146 |

Таблица 2. Значения емкости и количество звеньев оптимизированного по потерям коммутатора

| Тип коммутатора | Емкость | Число звеньев |
|------------------|---------|---------------|
| Матричный | 15360 | 256 |
| Схема Клоса | 10560 | 51 |
| Оптимизированный | 15360 | 48 |

Преимущества оптимизированного варианта очевидны.

В качестве примера рассмотрим вариант расчета конфигурации центральной (опорно-транзитной) АТС, как наиболее общего случая. Исходные данные: абонентская емкость $C_a = 10000$ портов, нагрузка $a_1 = 0,15$ Эрл, внешние коммуникации и транзит $C_s = 2500$ соединительных линий с нагрузкой $a_2 = 0,7$ Эрл. Общая обрабатываемая нагрузка N составит: $N = C_a \cdot a_1 + C_s \cdot a_2$ и равна $10000 \cdot 0,15 + 2500 \cdot 0,7 = 3350$ Эрл.

Минимально необходимая емкость поля групповой ступени коммутации (GSW) в потоках Е1: $C = N/a_2/30$ приблизительно равна: $3350/0,7/30 = 160$.

Применительно к рис. 2 GSW включает в себя ступени 1,2,3. Количество индексных звеньев $I_1 - I_j$; $j = 160/16 = 10$, число смесителей: $k = 160/32 = 5$.

Если абонентский модуль имеет емкость 16×16 Е1, то для нагрузки 0,15 Эрл $n = 14$, $k = 2$ (часть трафика замыкается внутри модуля без занятия коммуникаций на GSW). Число модульных звеньев: $x = 10000/14/30 = 20$.

Общее количество звеньев составит: $0 + 5 + 20 = 35$ и с учетом 100% резервирования GSW будет равно 50. Все это оборудование может быть размещено в трех шестикассетных стativaх высотой около 2 м.

Рассмотренный вариант синтеза применим к любым многомодульным структурам с децентрализованным программным управлением и используется при проектировании серийно выпускаемых в Республике Беларусь станций системы F50/1000.

SYNTHESIS OF SWITCHING SYSTEMS

V.I. FALALEEV

Abstract

The paper clause the questions of synthesis and optimization of hardware expenses are considered in designing multimodular switching structures with decentralized by program control.

Литература

1. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. М., 1992.
2. Фалалеев В.И. // Изв. Белорус. инж. акад. 2000. №1 (9)/1. С. 38.