

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ КРИОТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Н. И. Назаров

В целях дальнейшего изучения свойств вычислительных сред [1] в работе исследуются методы повышения быстродействия криотронной вычислительной среды.

Некоторые вопросы быстродействия контуров, реализованных в среде, рассмотрены в [2], где показано, что длительность переходного процесса пропорциональна квадрату длины сверхпроводящей ветви контура, если размеры среды велики по сравнению с размерами контура, а также рассмотрены случаи, если они сравнимы.

Пользуясь полученными результатами и предположением, что в среде имеются контуры, длина которых близка к длине стороны (практические примеры по реализации устройств показывают, что это предположение обычно выполняется), можно получить зависимость быстродействия от размеров среды. Если на одном конце контура (входе) включить криотроны, переводящие ток из одной ветви в другую (рис. 1, а, ветви окружающей среды не показаны),

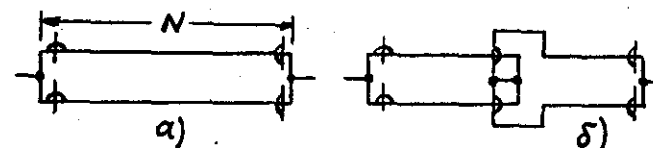


Рис. 1.

то можно найти, что ток на втором конце (выходе) изменяется с постоянной времени

$$T = \left(\frac{2N}{\pi} \right)^2 \tau$$

где N — длина стороны в элементах среды,

$\sigma = L/R$ — отношение индуктивности ветви контура, приходящей на один элемент, к сопротивлению криотрона. Следовательно, длительность переходного процесса в среде пропорциональна квадрату ее стороны.

Несмотря на то, что постоянная времени τ может быть оделена достаточно малой (десятки наносекунд), быстродействие среды сильно падает при увеличении числа элементов и возникает необходимость рассмотрения некоторых возможных методов его повышения. Рассмотрим физические и логические методы, применение которых может значительно повысить быстроедействие.

Физически быстродействие среды может быть повышено рациональным конструированием элемента. Индуктивность можно уменьшить уширением полоски, увеличение сопротивления достигается двойным пересечением вентилей управляющей полосокой; так как достаточно уменьшить индуктивности только информационных шин и сопротивления только соединительных ветвей, площадь элемента среды при этом увеличивается незначительно.

К логическим можно отнести такие методы повышения быстродействия, как минимизация длин контуров, выбор вида и местоположения контуров, изменение вида и свойств основных шунтирующих цепей, каскадирование.

Минимум длины контуров соответствует минимальной длительности переходных процессов. В настоящее время наибольшее внимание уделяется минимизации площади участка среды, занимаемого синтезируемым устройством. Обычно минимум площади обеспечивает минимальную длину контуров.

При выборе вида контура следует учитывать, что желательны контуры наиболее простой формы, т.е., прямоугольные. Лучше, если точки подвода тока к контуру делят контур на равные части; в этом случае времена переключения тока в одну и в другую ветви будут одинаковыми. Замена одного сложного контура несколькими простыми также способствует повышению быстродействия.

Выбор местоположения контура позволяет использовать влияние края среды. Вследствие сокращения длины основной шунтирующей цепочки, если ток к контуру подводится с края среды, длительность переходного процесса может быть сокращена.

Изменение вида и свойств основных шунтирующих цепей — один из эффективных методов повышения быстродействия. От каждого из углов контура обычно отходят две сверхпроводящие ветви, являющиеся ветвями горизонтальных или вертикальных шин; эти шины образуют шунтирующие LR — цепочки. Соответствующей настройкой элементов среды можно добиться того, чтобы контур соединялся с окружающей средой только двумя сверхпроводящими ветвями, необходимыми для подвода тока. В таком случае контур будет шунтирован единственной цепочкой и его быстродействие будет максимальным. Сравнительно легко могут быть изменены свойства LR — цепочек, например, включением дополнительных сопротивлений в поперечных ветвях. Вообще включение сопротивлений в окружающий контур среде способствует повышению его быстродействия.

Для повышения быстродействия длинных контуров может применяться каскадирование путем разбиения контура на несколько частей (рис. 1, б). Владение появлением дополнительных соединительных ветвей индуктивность контура отдельного каскада будет равна не $2NL/K$, где K — число каскадов, а станет больше на некоторую величину nL , зависящую от способа перестройки среды. Кроме того, изменяется вид основных шунтирующих цепей. Если соответствующей настройкой элементов добиться того, чтобы каждый каскад был шунтирован единственной цепочкой, то можно показать, что оптимальное по быстродействию число каскадов будет равно

$$K \approx \frac{2N}{n}$$

при этом длительность переходного процесса при последовательном переключении контуров будет пропорциональна длине контура N , а не N^2 , как ранее, а увеличение быстродействия будет пропорционально N/n .

Важным вопросом, не принимаемым до сих пор во внимание при анализе быстродействия среды, является вопрос об индуктивности междуплатных соединений. Если учесть, что длины таких проводников могут быть сравнимы с длинами сторон отдельных плат, а индуктивности их больше в десятки и сотни раз, то в большинстве случаев может оказаться, что именно междуплатные соединения

будут играть основную роль в замедлении переходного процесса. В исследуемой вычислительной среде не имеется эффективных средств для нейтрализации влияния индуктивностей междуплатных соединений, например, путем использования продольных криотронов. Поэтому при синтезе следует особо учитывать неизбежность значительного увеличения длительностей переходных процессов, если контур не расположен на одной плате.

В заключение отметим, что хотя в некоторых случаях быстродействие среды и может быть повышено в несколько раз (или несколько десятков раз), это не снижает необходимости создания более быстродействующей криотронной вычислительной среды.

Л и т е р а т у р а

1. ЕВРЕЙНОВ Э.В., КОСАРЕВ Ю.Г. Однородные вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск, 1966.
2. НАЗАРОВ Н.И. Методы анализа быстродействия криотронной вычислительной среды. - Вычислительные системы. Новосибирск, "Наука", СО, 1970, вып.40.