



### Литература

1. Засов В.А., Ромкин М.В. Параллельные вычисления в задаче разделения сигналов в многомерных динамических системах //Труды VI международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления, РАСО-2012». – М.: Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, 2012. – С. 96-102.
2. Cichocki A., Amari S. Adaptive blind signal and image processing: Learning algorithms and applications. - Wiley, 2002.- 555p.
3. Засов В.А, Никоноров Е.Н., Тарабардин М.А. Идентификация входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов //Четвертая международная конференция по проблемам управления (МКПУ-IV): Сб. трудов. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – 2009. - С. 1478-1486.

Д.Н. Карягин, Д.И. Кузнецов

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И НОВОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева – КАИ)

Современные информационные технологии высокопроизводительных вычислений зачастую основаны на параллельных вычислениях. При небольших объемах входного информационного трафика распараллеливание, и, в частности, деление входного сигнала, не вызывает особых затруднений. Но современные потоки настолько велики, что могут передаваться только с помощью СВЧ технологий. Объем информации постоянно возрастает, что вынуждает использовать все более высокочастотные устройства. При этом, если просто разделить входной сигнал на 2 части с помощью низкочастотного тройника, то возникнет несогласованность входных и выходных СВЧ сопротивлений и, как следствие, отражения СВЧ волн, препятствующие нормальной работе системы. При стандартном 50-омном сопротивлении СВЧ тракта коэффициент отражения  $\Gamma$  от входа такого делителя:

$$\Gamma = (Z_{\text{н}} - Z_{\text{г}}) / (Z_{\text{н}} + Z_{\text{г}}) = (25 - 50) / (25 + 50) = -0,333... (!)$$

где общее сопротивление нагрузки  $Z_{\text{н}} = 50 // 50 = 25 \Omega$ ; то есть отражается  $0,333^2 = 0,11 = 11\%$  мощности, что недопустимо много (дело не столько в том, что сигнал сильно ослабляется, но, главное, отраженный сигнал, многократно перетраживаясь в коммутационной системе, вызывает многочисленные непредсказуемые помехи и сбои в работе информационно-вычислительного оборудования). Следовательно, задача согласованного деления и реализации эффективного и доступного СВЧ делителя является особенно *актуальной* для параллельных вычислений. Кроме того, зачастую информация поступает и через спутни-



ковый канал (например, с окнами прозрачности в области 11-12 ГГц), где приемное оборудование достаточно дорогостоящее, поэтому приходится использовать схемы деления и для информационного трафика (например, на первой промежуточной частоте 1,35 ГГц или выше). Дополнительным требованием является возможность реализации таких устройств не по дорогостоящей специальной СВЧ технологии (с поликоровыми подложками, высокой разрешающей способностью, покрытием из драгоценных металлов), а по обычной технологии изготовления печатных плат (например, с стеклотекстолитовыми подложками).

Одним из самых распространенных широкополосных согласованных СВЧ делителей является либо направленный ответвитель, либо многошлейфный мост. К сожалению, обычный направленный ответвитель не может быть реализован по полосковой технологии, так как при половинном делении зазор боковой электромагнитной связи  $S$  становится отрицательным, что технологически нереализуемо. Обычный же многошлейфный мост не только сравнительно узкополосен, но, при попытке расширить рабочую полосу частот за счет увеличения числа шлейфов, имеет слишком узкую, технологически труднореализуемую ширину боковых шлейфов (при числе шлейфов более 2–3).

Поэтому *предложено* новое конструктивное решение на основе направленного ответвителя длиной  $k\lambda/4$ , где  $k=2n+1$  – нечетное число,  $k \geq 3$  (например, 3/4-волновой длины). Хотя величина технологически реализуемого зазора боковой электромагнитной связи  $S$  естественно недостаточна для половинного деления, то для достижения электромагнитной связи 3 дБ используются навесные шлейфы, состоящие из 2 коротких отрезков микрополосковых линий, соединенных индуктивными перемычками. При этом ширина этих линий достаточна для беспрепятственной технологической реализации не только с использованием специальных технологий, но и при обычном технологическом процессе травления печатных плат, который есть на любом электронном предприятии. Особенностью данного конструктивного решения является экономия площади подложки (печатной платы), поскольку неиспользуемая площадь подложки фактически стремится к нулю. Технологически реализуемые шлейфы расположены достаточно компактно, например, параллельно направленному ответвителю, и, фактически, площадь устройства сравнима с площадью обычного направленного ответвителя.

Конструкция устройства полностью совместима с обычной технологией изготовления печатных плат и не требует переналадки технологических процессов производства. Можно использовать в качестве материала подложки (платы) обычные диэлектрики (например, стеклотекстолит). Конструкция патентно защищена. При использовании в быстродействующих сетях резко улучшается качество работы информационной системы в целом. Согласованность деления, отсутствие переотражений выражается в конечном итоге (для пользователя) в резко уменьшении шумов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Задача согласованного деления и реализации доступного СВЧ делителя является особенно *актуальной* для параллельных вычислений, поскольку несогласованное деление приводит к потерям и к преобразованию в



шумы 11% мощности для каждой точки деления. Предложено новое, патентно-чистое конструктивное решение на основе направленного ответвителя с навесными шлейфами. Топология устройства пригодна для беспрепятственной технологической реализации при относительно невысоких требованиях к разрешающей способности травления печатных плат. Особенностью конструктивного решения является экономия площади подложки (печатной платы), поскольку неиспользуемая площадь подложки фактически стремится к нулю. Конструкция устройства полностью совместима с обычной технологией изготовления печатных плат и не требует переналадки технологических процессов производства. При использовании в быстродействующих информационных сетях резко улучшается качество работы информационной системы в целом; согласованность деления, отсутствие переотражений выражается, в конечном итоге, в резком уменьшении шумов и улучшении качества работы.

В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин, В.С. Бышов

## ОРГАНИЗАЦИЯ БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В настоящее время увеличивается количество сетевых устройств, реализующих передачу различных видов данных. Все это меняет вид компьютерных сетей (КС) и ведет к усложнению управления потоками данных и не позволяет обеспечить требуемое качество сетевых сервисов (Quality of Service, QoS). Ответом на кризис КС стало появление принципиально нового подхода к их построению – программно-конфигурируемые сети (ПКС) [1].

В ПКС уровни управления сетью и передачи данных разделяются за счет переноса функций управления (маршрутизаторами, коммутаторами и т. п.) в приложения, работающие на отдельном сервере (контроллере). Благодаря снятию с коммутаторов нагрузки по обработке тракта управления, ПКС позволяет сетевым устройствам направить все свои ресурсы на ускорение перемещения трафика, что существенно повышает производительность и, следовательно, качество обслуживания сетевых сервисов. Для максимизации значений QoS-показателей в настоящее время особое внимание уделяется внедрению и поддержке решений многопутевой стратегии маршрутизации.

Существующие в настоящее время решения многопутевой маршрутизации потоков данных в КС базируются в основном на алгоритме Йена (кратчайших путей) с трудоемкостью расчета оптимальных и резервных маршрутов  $O(N^3)$ , где  $N$  – число коммутаторов ПКС или узлов связи [2]. Для балансировки потоков данных в КС также используют подход перераспределения потоков данных (Traffic Engineering, TE), как расширение алгоритма Йена [3]. В данной работе основное внимание сосредоточено на сравнительном анализе