

и др. В этом варианте СЧ оставлена возможность ручного набора частоты. Следует заметить, что необходимость работы стойки СИП с любыми КВ передатчиками, в том числе и неавтоматизированными, заставляет оставлять в ней некоторые элементы ручного управления. Сравнение двух вариантов конструкций СЧ позволяет сделать следующие выводы:

1. Практически подтверждается необходимость комплексного использования в ССЧ аналоговых, цифровых и встроенных МП-средств для создания современных автоматизированных систем с высокими тактико-техническими и конструктивными характеристиками (см. таблицу).

2. Наличие встроенного МП в СЧ позволяет использовать последний в автоматизированной измерительной стойке СИП и получить новые функциональные возможности по программируемости работы, записи, хранению и выдаче информации в различных параметрах СЧ.

3. Специфика ССЧ и РТС, куда они входят, особенно высокочастотных не позволяет провести их полную "цифровизацию". Некоторые ФУ (усилители, фильтры, смесители и др.) по-прежнему будут аналоговыми.

Л и т е р а т у р а

1. Шапиро Д.Н., Паин А.А. Основы теории синтеза частот. - М.: Радио и связь, 1981.
2. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах. - М.: Радио и связь, 1984.
3. Поляков Л.А., Гадкин Н.П. и др. Аппаратура измерения качественных показателей радиопередающих устройств магистральной связи. - Электросвязь, 1985, № 3.

В.В. ХАДНОВ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСБОРОК НА ЭТАПЕ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Высокие требования по точности, предъявляемые к выходным характеристикам микросборок, существенно усложняют процесс их проектирования, а использование традиционных методов анализа точности РЗА в ряде случаев дает неверные результаты, поскольку они не учитывают конструктивных особенностей микросборок. Одной из наиболее важных особенностей является наличие сильных корреляционных связей между технологическими погрешностями параметров пассивных элементов. Так, в работе [1] приведены данные о том, что при изменении

расстояния между пленочными резисторами от 0 до 45 мкм коэффициент корреляции меняется от 1 до 0,82 для ориентированных и от 1 до 0 для неориентированных подложек. Поэтому повышение точностных характеристик микросборок может быть достигнуто на этапе разработки топологии подложки рациональным размещением пленочных компонентов, а количественная оценка точности - отклонения выходных характеристик - может быть использована в качестве критерия при автоматизированном решении задач размещения.

Однако расчет отклонений выходных характеристик микросборок представляет определенные трудности, так как размерность решаемой задачи может превышать ресурсы оперативной памяти ЦВМ. В рамках автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры (АСОНИКА) эта задача решается с помощью подсистемы прогнозирования надежности и качества, которая является одной из проблемных подсистем, разрабатываемых на кафедре "Радиотехнические устройства и системы" Московского института электронного машиностроения. Реализованный в подсистеме метод расчета отклонений представляет собой комбинацию методов вероятностных моментов и статистических испытаний и сочетает высокую информативность, быстроту первого и точность второго [2]. При реализации метода были учтены особенности матрицы корреляции технологических погрешностей компонентов микросборки, структура которой приведена на рисунке.

Снижение объема оперативной памяти достигается за счет последовательного расчета составляющих моментов отклонений выходных характеристик от каждого элемента, причем в расчетах используются только ненулевые и неповторяющиеся элементы корреляционных матриц. Обозначим количество компонентов модели микросборки через M . Тогда размерность матрицы корреляции (а следовательно, и размерность задачи)

$$R = M \times M.$$

Использование в расчете только ненулевых элементов позволяет снизить размерность задачи до величины

$$R' = \sum_{i=1}^M R_i,$$

где $R_i = M_i \times M_i$ - размерность матрицы корреляции i -го элемента.

Если же учесть свойство симметрии матрицы корреляции, получим снижение размерности задачи до величины

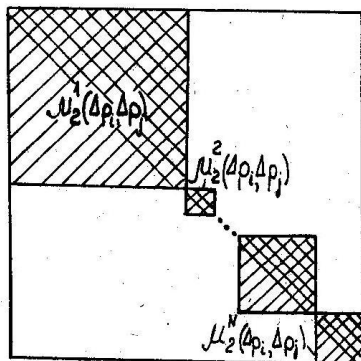
$$R'' = \sum_{i=1}^M K_i,$$

где $K_i = M_i(M_i + 1)/2$ - количество элементов в треугольной матрице.

Поскольку в оперативной памяти должна находиться только матрица корреляции i -го элемента, то максимальная размерность решаемой задачи определяется величиной

$$R^m = \max_{i=1, N} (K_i),$$

что позволяет решать практические задачи на ЕС ЭВМ с объемом оперативной памяти 512 К.



Матрица корреляции технологических погрешностей компонентов микросборки:

□ - нулевые элементы; ▨ - повторяющиеся элементы; ▩ - ненулевые и неповторяющиеся элементы;

$M_2^1(\Delta p_i, \Delta p_j)$ - матрица корреляции технологических погрешностей параметров пленочных элементов; $M_2^2(\Delta p_i, \Delta p_j), \dots, M_2^N(\Delta p_i, \Delta p_j)$ - матрицы корреляции технологических погрешностей навесных элементов.

В результате расчетов на ЦВМ пользователем могут быть получены не только количественные оценки отклонений, но и дополнительная информация о степени влияния тех или иных элементов на суммарную неточность микросборки. На основе анализа этой информации можно разработать рекомендации по изменению топологии подложки и в случае необходимости выбрать регулировочные элементы, что позволит выполнять требования по точности, предъявляемые к выходным характеристикам микросборки.

Л и т е р а т у р а

1. Лрпукин В.А., Железникова Г.И., Чудаковский Н.П. Анализ и учет корреляционных связей между пленочными резистивными элементами на большой подложке. - Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПО, 1975, вып. 4.
2. Маднов В.В. Подсистема для исследования параметрической надеж-

ности РЭА в системе автоматизированного проектирования. - В сб.: Эффективность и надежность технических систем. Материалы семинара. - М.: МДТП им. Ф.Э.Дзержинского, 1985. - 162 с.

В.В.РУМЯНЦЕВ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Одной из основных задач сегодняшнего дня в области схемотехнического проектирования МЭА с учетом требований сквозного характера ее создания является задача предварительного анализа для определения исходных требований к топологическому проектированию. Создание МЭА на основе интегрально-групповых методов производства поставило ряд новых проблем как перед схемотехниками, так и перед конструкторами и технологами. Микроминиатюризация аппаратуры привела к необходимости разработки более сложных математических моделей как отдельных компонентов, так и в целом всего микроэлектронного устройства, объективно необходимым стало изменение соответствующих методов анализа и оптимизации в связи со значительными корреляционными связями между отдельными компонентами и появлением сложных паразитных взаимодействий.

Стремление учесть разработчиком электромагнитные и тепловые связи и ряд других дестабилизирующих факторов в проектируемой конструкции МЭА ставит акцент в основном на двух проблемах: получении адекватной математической модели и ее упрощении не в ущерб точности и достоверности результатов анализа и использовании численно устойчивых и экономных с точки зрения затрат машинного времени методов анализа и оптимизации. В подобной ситуации процесс проектирования носит сложный итерационный характер, принятие окончательных решений происходит в этом случае в условиях неполной, недетерминированной оценки ситуации в связи с существованием некоторого множества квазиоптимальных вариантов конструктивного исполнения микроэлектронного устройства, удовлетворяющих как схемотехническим требованиям технического задания, так и конструкторско-технологическим ограничениям.

Необходимой задачей оценки качества конструктивно-технологического исполнения интегральных микросхем (ИМС), являющихся одним из основных компонентов современной МЭА, становится при этом определение области устойчивости в области изменения электрических (а стало быть и геометрических) параметров компонентов с учетом пара-