

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Шпилевский В.В.

*Институт информационных технологий БГУИР,
г. Минск, Республика Беларусь*

Скудняков Ю.А. - доцент каф. ИСиТ, к.т.н., доцент

Приводятся методы и критерии оптимизации, возникающие в процессе конструирования электронных схем. Дается оценка трудоемкости методов и качество получаемых с их помощью решений.

При конструкторском проектировании ЭА (электронной аппаратуры) решаются задачи, связанные с поиском наилучшего варианта конструкции, удовлетворяющего требованиям технического задания и максимально учитывающего возможности технологической базы производства. Тесная взаимосвязанность задач и большая размерность каждой из них обычно не позволяет предложить метод поиска оптимального конструктивного решения в едином цикле в связи с трудностями создания общей математической модели, комплексно учитывающей особенности конструкторско-технологической базы производства. Поэтому, разработка и реализация алгоритмов и методов решения отдельных задач этапа конструкторского проектирования: компоновки, размещения и трассировки до сих пор остаются актуальными проблемами, решение которых неотъемлемо связано с развитием систем автоматизации проектирования [1-2].

Компоновкой электрической схемы ЭА на конструктивно законченные части называется процесс распределения элементов низшего конструктивного уровня в высший в соответствии с выбранным

критерием. Основным для компоновки является критерий электромагнитотепловой совместимости элементов низшего уровня. Данный критерий определяет область допустимых разбиений схемы на части. В качестве критериев оптимизации могут использоваться такие критерии как: минимум типов конструктивно законченных частей, плотность компоновки, минимум соединений между устройствами, простота диагностирования и др. Очевидно, что внешние соединения между частями схем являются одним из важнейших факторов, определяющих надежность ЭА. Поэтому наиболее распространенным критерием является критерий минимума числа внешних связей. Выполнение этого критерия обеспечивает минимизацию взаимных наводок, упрощение конструкции, повышение надежности и т. д.

Исходной информацией при решении задач размещения являются: данные о конфигурации и размерах коммутационного пространства, определяемые требованиями установки и крепления данной сборочной единицы в аппаратуре; количество и геометрические размеры конструктивных элементов, подлежащих размещению; схема соединений, а также ряд ограничений на взаимное расположение отдельных элементов, учитывающих особенности разрабатываемой конструкции. Задача сводится к отысканию для каждого размещаемого элемента таких позиций, при которых оптимизируется выбранный показатель качества и обеспечиваются наиболее благоприятные условия для последующего электрического монтажа. Особое значение эта задача приобретает при проектировании аппаратуры на печатных платах.

Трассировка соединений является, как правило, заключительным этапом конструкторского проектирования ЭА и состоит в определении линий, соединяющих эквипотенциальные контакты элементов, и компонентов, составляющих проектируемое устройство. Задача трассировки – одна из наиболее трудоемких в общей проблеме автоматизации проектирования РЭА. Это связано с несколькими факторами, в частности с многообразием способов конструктивно-технологической реализации соединений, для каждого из которых при алгоритмическом решении задачи применяются специфические критерии оптимизации и ограничения. С математической точки зрения трассировка – наисложнейшая задача выбора из огромного числа вариантов оптимального решения. Основная задача трассировки формулируется следующим образом: по заданной схеме соединений проложить необходимые проводники на плоскости (плате, кристалле и т.д.), чтобы реализовать заданные технические соединения с учетом заранее заданных ограничений. Основными являются ограничения на ширину проводников и минимальные расстояния между ними с использованием следующего универсального критерия оптимизации, определяющего минимальную суммарную длину связей L между элементами схемы:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} d_{ij} \rightarrow \min ; \text{ где: } C = [c_{ij}]_{n \times n} - \text{ матрица связности между элементами схемы ЭА ; } n - \text{ число элементов ;}$$

$$c_{ij} = \begin{cases} k, & \text{если } i \text{ элемент связан с } j - \text{м элементом } k \text{ связями;} \\ 0 & - \text{ в противном случае} \end{cases}$$

$$D = [d_{ij}]_{n \times n} - \text{ матрица расстояний между элементами схемы ЭА ; } d_{ij} = \sqrt[s]{(x_i - x_j)^k + (y_i - y_j)^k}$$

Если $s = k = 1$, то имеет место ортогональная метрика и $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$;

Если $s = k = 2$, то имеет место евклидова метрика и $d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$, где: x_i, x_j, y_i, y_j –

координаты расположения элементов схемы на монтажной плоскости.

Таким образом, используя вышеприведенный критерий, можно минимизировать суммарную длину соединений между элементами схемы и, тем самым, сократить материальные и финансовые затраты на изготовление ЭА и повысить надежность ее работы.

Для алгоритмизации решения рассмотренных выше задач топологического синтеза разработано программное обеспечение на языке C++, использование которого позволяет проектировать электронные схемы с числом элементов в допустимых пределах.

Список использованных источников:

1. Деньдобренко, Б.Н. Автоматизация конструирования РЭА / Б.Н. Деньдобренко, А.С. Малика – М.: Высшая школа, 1980.
2. Курейчик, В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР/ В.М. Курейчик – М.: Радио и связь 1990.