

УДК 681.32

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СХЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ

А. В. Бессонов, д. т. н. С. Ю. Лузин

ООО «ЭРЕМЕКС»
Россия, г. Санкт-Петербург
luzin@eremex.com

Предложен метод локальной оптимизации размещения компонентов, основанный на определении окрестностей некоторого компонента и размещении компонентов группы с учетом требуемого ресурса для трассировки соединений.

Ключевые слова: печатный монтаж, автоматическое размещение компонентов.

Задача размещения компонентов обычно сводится к нахождению варианта отображения графа схемы $G = (X, U)$ в решетку G_r монтажного пространства, при котором минимизируется суммарная длина соединений или суммарное число пересечений [1].

Методы размещения компонентов электронных схем можно условно разделить на две группы: алгоритмы, создающие начальное размещение, и алгоритмы, улучшающие уже существующее. Улучшающие методы, в основном, сводятся к перестановкам элементов – парным или групповым.

Несмотря на важность проблемы и обилие числа публикаций по теме, до настоящего времени отсутствуют эффективные алгоритмы, позволяющие получать качественные решения даже для упрощенных вариантов постановки задачи. Это является одной из главных причин, по которым разработчики предпочитают не использовать программные средства автоматического размещения, а искать решения вручную, несмотря на очевидно высокую трудоемкость такой задачи.

Ручной подход предполагает выделение групп сильно связанных компонентов, нахождение вариантов компактного размещения компонентов внутри группы (формирование блока), и затем размещение блоков. Подобный подход позволяет снизить размер общей задачи, а также существенно уменьшить площадь, занимаемую компонентами, входящими в блок, по сравнению с размещением их по отдельности, тем самым освобождая пространство для прокладки соединений между блоками.

Целью настоящей работы является повышение эффективности автоматизированного размещения компонентов на печатной плате.

Воспользуемся используемым в САПР TороR понятием «сигнальный кластер». Сигнальный кластер – это подсхема, содержащая все возможные пути от выбранного источника к приемникам, за исключением путей, включающих фрагменты силовых цепей. В сигнальный кластер попадают все цепи (кроме силовых), связанные с цепью источника через пассивные компоненты.

На рис.1 показан сигнальный кластер, содержащий цепи ‘MEM_MA[0]’ и ‘MEMSMA[0]’, а также два сигнала с общим источником и приемниками в контактах компонентов ‘DD1’ и ‘DD2’.

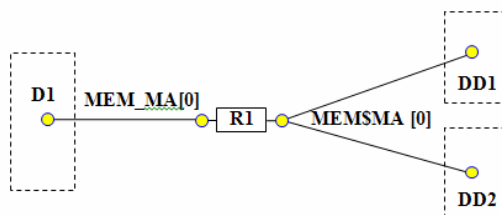


Рис. 1. Сигнальный кластер

Будем рассматривать каждый контакт многополюсника в качестве условного источника сигнала и выделять для каждого сигнала сигнальный кластер. То, что в реальности выбранный контакт

может являться не источником, а приемником, не принципиально, поскольку на выделении подсхемы (сигнального кластера) это никак не сказывается.

В результате будет сформирована подсхема, содержащая двухполюсники, представляющая собой одну компоненту связности и подключенная к одному или нескольким многополюсникам.

Эту подсхему следует разбить на части таким образом, чтобы число общих цепей для частей подсхемы было меньше, чем число внешних цепей подсхемы.

Окрестности каждого из многополюсников будем наращивать последовательно. При этом следует соблюдать некоторые правила:

- многополюсник, имеющий только одну многоконтактную общую цепь с выделенной подсхемой, можно исключить из рассмотрения;
- одноконтактный компонент (например, контрольная точка), по-видимому, должен быть расположен в непосредственной близости от эквипотенциального контакта многополюсника, в том числе в многоконтактных цепях, то есть входить в окрестность многополюсника;
- двухполюсник, оба контакта которого соединены с многополюсником (или окрестностью многополюсника) цепями, не являющимися силовыми, принадлежит окрестности многополюсника;
- двухполюсник, один контакт которого соединен с многополюсником (двухконтактная цепь), а другой принадлежит силовой цепи («земля» или «питание»), очевидно, может быть причислен к окрестности многополюсника.

В качестве примера практического применения описанных выше процедур на рис. 2 представлен фрагмент, содержащий многополюсник, а также 13 двухполюсников и 9 контрольных точек, принадлежащих его окрестности. Соединения, заканчивающиеся межслойными переходами, принадлежат цепям «земли» и «питания». Фрагмент, в котором 23 компонента, имеет только три внешних соединения (незавершенные соединения слева). В данном случае это один сигнальный кластер, и все компоненты, входящие в него, принадлежат окрестности одной микросхемы.

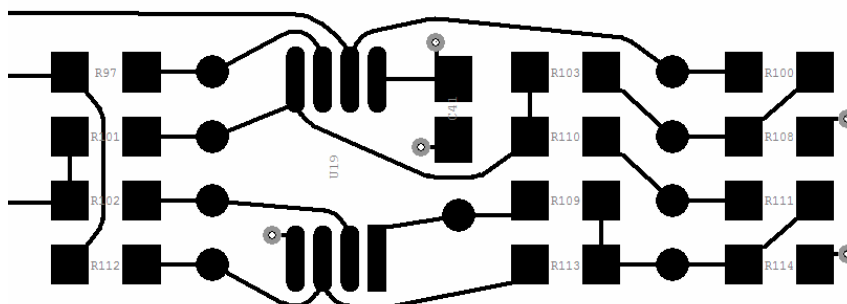


Рис. 2. Многополюсник и принадлежащие его окрестности двухполюсники

Описанный выше подход реализован в САПР ТороR. Он не гарантирует оптимального размещения, однако вариант может быть получен быстро (и автоматически), а значит, может использоваться конструктором в качестве «отправной точки» для дальнейших улучшений и существенно сократить общее время проектирования.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лузин С. Ю., Лячек Ю. Т., Петросян Г. С., Полубасов О. Б. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. – С.-Петербург: БХВ-Петербург, 2010.
2. Лузин С. Ю., Лячек Ю. Т., Полубасов О. Б. Автоматизация проектирования печатных плат. Система топологической трассировки ТороR. – С.-Петербург: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2005.

A.V. Bessonov, S.Yu. Luzin

Clustering of a scheme for automatic component placement.

The paper offers a method for local optimization of component placement. The method is based on the determination of the neighborhood of a certain component and on placement of components of the group according to the required resource for connection routing.

Keywords: *printed circuit board, component placement.*