

УДК 681.3

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ МЕАНДРА, ВПИСАННОГО В ПРЯМОУГОЛЬНУЮ ОБЛАСТЬ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ

К. А. Кноп, д. т. н. С. Ю. Лузин, С. А. Сорокин

ООО «Эремекс»
Россия, г. Санкт-Петербург
Luzin@eremex.com

Сравнивается эффективность использования площади топологической линии задержки печатных плат для двух вариантов меандра, вписанного в прямоугольную область, при различных соотношениях ее длины и ширины. Рассмотрены используемые в современной САПР “Allegro” варианты “accordion” и “trombone”.

Ключевые слова: топологическая линия задержки, САПР.

В высокоскоростной цифровой электронике требуется синхронизировать тактируемые сигналы в точках приема. Для этого необходимо, чтобы конфигурации соответствующих трасс на печатной плате обеспечивали одинаковые задержки сигналов. При проектировании печатного монтажа высокоскоростных устройств создание топологической линии задержки сигнала [1, 2] обычно осуществляется вписыванием меандра в некоторую, чаще всего прямоугольную, область. Сравним эффективность использования площади для двух вариантов вписывания меандра в прямоугольную область, которые применяются в системе САПР “Allegro” — *accordion* и *trombone* (рис. 1).

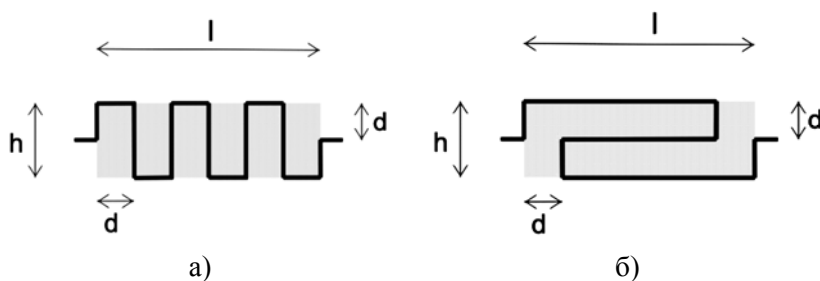


Рис. 1. Варианты вписывания меандра в прямоугольную область: а — “аккордеон”; б — “тромбон”

Длина линии задержки в варианте “аккордеон” складывается из суммы длин горизонтальных (точнее, расположенных вдоль длинной стороны) участков (l) и суммы длин вертикальных (расположенных вдоль короткой стороны) участков (hl/d): $L = l + hl/d$.

Если $h = 2d$, то длина линии задержки в обоих вариантах равна $3l$. Одинаковое увеличение длины l этих областей приводит к одинаковому увеличению длины линий задержки в них. Увеличение ширины ($h > 2d$) прямоугольной области приводит к существенному увеличению длины линии задержки в варианте “аккордеон” (L) и незначительному увеличению в варианте “тромбон” (L_1) (в варианте “тромбон” число вертикальных отрезков равно четырем, в варианте “аккордеон” — l/d). Например, при $h = 6d$, $L = 7l$, в то время как $L_1 = 3l + 8d$.

Уменьшение ширины области ($h < 2d$) возможно для варианта “аккордеон” и невозможно для варианта “тромбон”, поскольку $2d$ — заданное ограничение. Уменьшив ширину области и пропорционально увеличив ее длину, можно при той же площади линии задержки увеличить длину проводника, например получить $L = 4l$ при $h = d$ и $l_1 = 2l$. То есть, эффективность использования площади линии задержки тем выше, чем больше значение отношения длины области задержки к ее ширине. Так, если $h = 2kd$ и $l = 2d$ (два широких полувитка), то $L = 2d(2k + 1)$. Если же $h = 2d$ и $l = 2kd$, то $L = 6kd$, т. е. почти в полтора раза больше.

Увеличение значения отношения длины области задержки к ее ширине особенно важно при выравнивании задержек сигналов в группе проводников.

На рис. 2, а изображены два компонента с матричным расположением контактов и соединениями 24 пар контактов. Длина самого короткого проводника (d) меньше длины самого длинного (D) вчетверо ($D/d=4$). Проблема выравнивания задержек в том, что наличие широких областей линий задержки для коротких проводников в центре канала заставляет отодвигать крайние проводники, увеличивая D , что, в свою очередь, вынуждает дополнительно расширять центральные области линий задержки. Чтобы избежать лишней “накрутки” или хотя бы уменьшить ее значение, следует реализовать соединения в нескольких слоях (рис. 2, б) и/или увеличить расстояние между компонентами для уменьшения ширины областей топологических линий задержки.

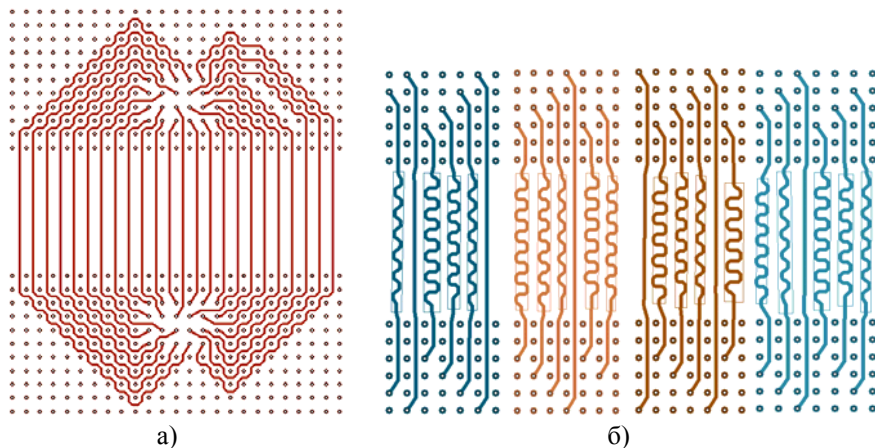


Рис. 2. Соединения двух компонентов с матричным расположением контактов:
а — в одном слое; б — в четырех слоях (с выравниванием задержек сигналов)

Приведем еще один аргумент в пользу длинных узких областей. Наличие в канале объектов, ширина которых превышает ширину проводника (межслойные переходы, топологические линии задержки), требует для перехода от одной ширины к другой создавать буферную зону, величина которой тем больше, чем больше различаются начальная (без объектов) и увеличенная (с объектами) ширина группы проводников [3]. Соответственно, при некоторых условиях создание областей задержки определенной ширины становится невозможным. Кроме того, буферные зоны также снижают эффективность использования площади, ограничивая длину области топологической линии задержки.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. В варианте “тромбон” существенное влияние на величину задержки оказывает только увеличение длины области. Расширение области увеличивает ее площадь, мало изменяя величину задержки сигнала.
2. В варианте “аккордеон” регулировать величину задержки можно при изменении как длины, так и ширины области, кроме того, этот вариант позволяет более эффективно использовать площадь линии задержки.
3. Для уменьшения ширины областей топологических линий задержки следует реализовать соединения в нескольких слоях и/или увеличивать расстояние между компонентами.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лысенко А.А., Полубасов О.Б. Обеспечение заданной длины проводников в САПР ТороR // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2009.— № 4.— С. 3–21.
2. Лысенко А.А., Полубасов О.Б. Проектирование высокоскоростных плат в САПР ТороR // Электроника: НТБ.— 2010.— № 2.— С. 102–103.
3. Кноп К.А., Лузин С.Ю. Оптимизация расположения межслойных переходов на группе проводников // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2015.— № 2–3.— С. 10–13.

Кноп К. А., Luzin S. Yu, Sorokin S. A.

Comparison of the effectiveness of different variants for meander inscribed in a rectangular area of the topological delay line

The article compares effectiveness of PCB topological delay line area usage for two variants of the geometry of the meander inscribed in a rectangular area, with different ratios of its length and width. Considered variants were “accordion” and “trombone”, which are used in a modern CAD “Allegro”.

Keywords: *topological delay line, CAD-system.*