

Лекция 8

Задачи трассировки и методы их решения

Вопросы лекции

1. Формирование перечня электрических соединений.
2. Размещение соединений по слоям.
3. Обзор алгоритмов трассировки печатных плат.

Состав и взаимосвязь задач топологического проектирования



Вопрос 1.

**Формирование перечня
электрических соединений**

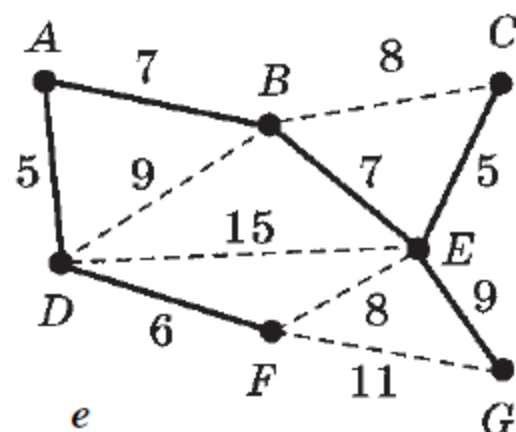
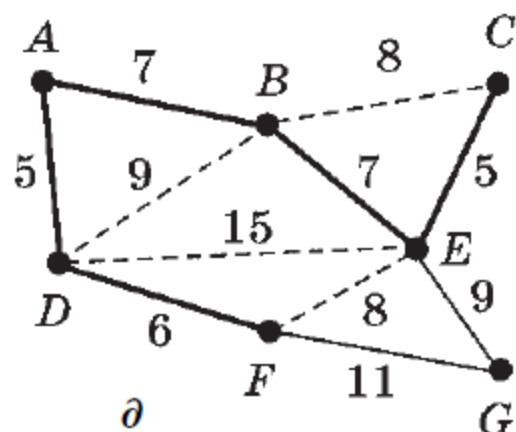
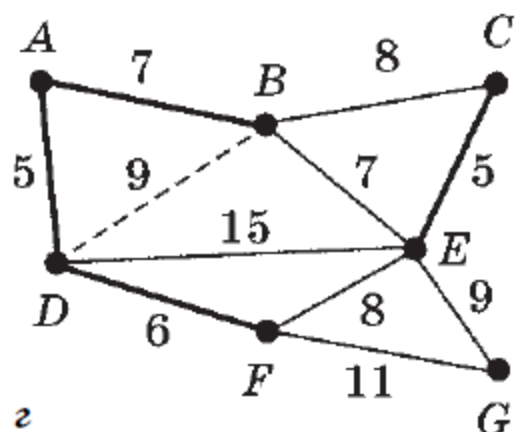
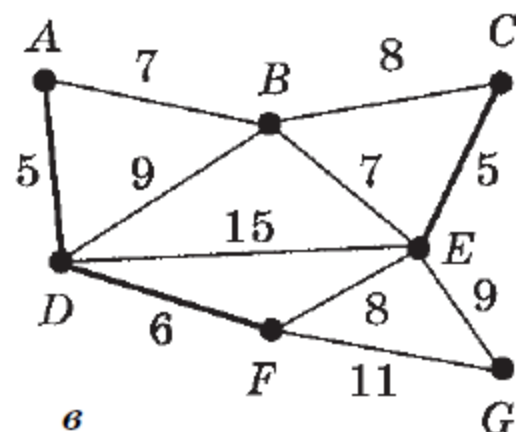
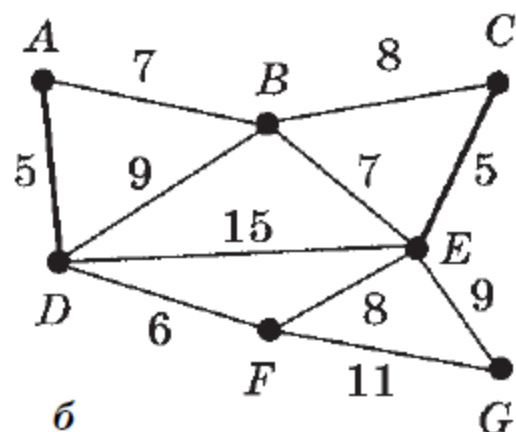
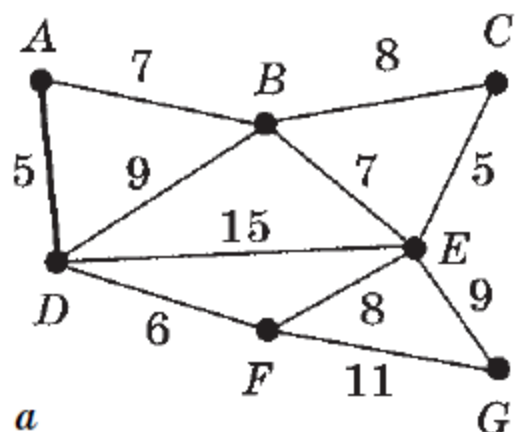
Для определения перечня электрических соединений элементов схемы используются алгоритмы, основанные на методе построения минимального остовного дерева взвешенного связного неориентированного графа. Алгоритмическая реализация метода впервые была представлена в 1956 г. математиком Д. Крускалом и дополнена Г. Лоберманом и А. Вейнбергером в 1957 г.

Работа алгоритма предполагает выполнение следующих шагов.

1. Вычисляются длины (веса) l_r всех ребер графа по формуле (3.13) или (3.14).

2. Все ребра ранжируются по величине, т. е. $l_{r_1} < l_{r_2} < \dots < l_{r_n}$.

3. Строится минимальное связывающее дерево, для этого берется первое ребро и соединяются две вершины, затем отбирается очередное по величине ребро и, если при его использовании не образуется цикла, то оно остается в качестве проводника. В противном случае выбирается следующее ребро и т. д.



Этапы построения минимального остовного дерева алгоритмом Вейнбергера — Лобермана

Вопрос 2

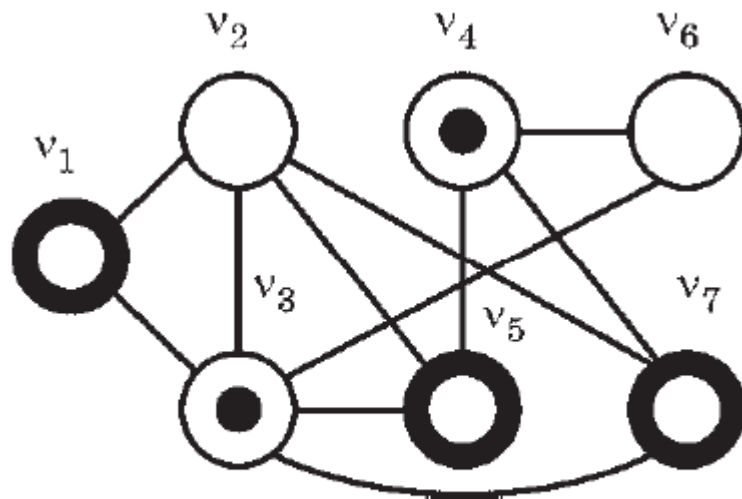
Размещение соединений по слоям

После размещения электронных компонентов в МКП следующим этапом проектирования печатного узла является определение числа сторон (слоев) платы для размещения по ним печатных проводников в соответствии с электрической схемой устройства.

При решении этой задачи возможны два случая:

- 1) предварительная трассировка не проводилась;
- 2) трассы отдельных цепей получены.

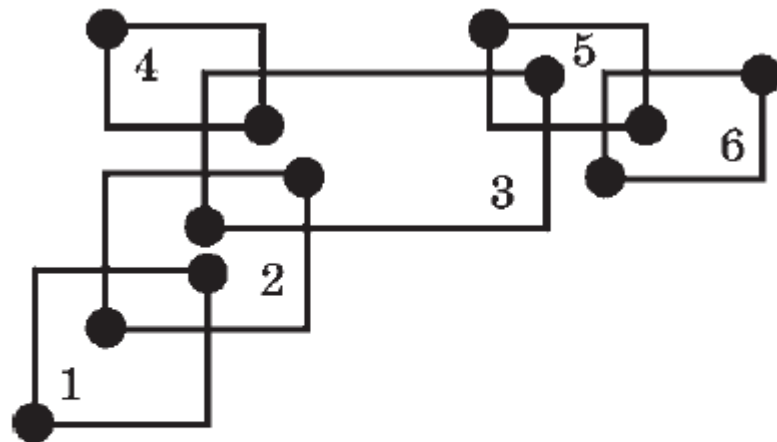
Как в первом, так и во втором случае, при определении числа слоев платы часто используется метод «раскраски» графа, основанный на понятии хроматического числа $X(G)$, которым называется минимально необходимое количество цветов, в которое можно раскрасить вершины, причем вершины одного цвета не должны быть смежными



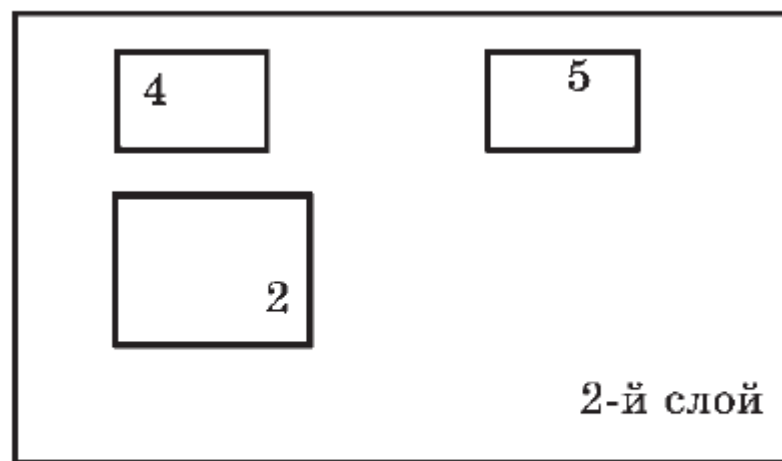
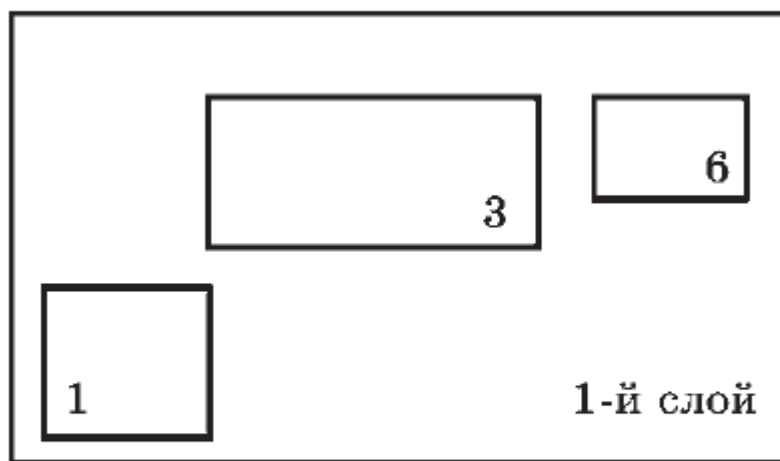
Раскрашенный граф

Ранжирование вершин по степеням и цветам

Вершины, V	v_3	v_2	v_4	v_5	v_7	v_1	v_6
Степень, $s(v_i)$	5	4	3	3	3	2	2
Цвет 1 \odot (красный)	1		1				
Цвет 2 \circ (зеленый)		2					2
Цвет 3 \bullet (синий)				3	3	3	



Замена цепей схемы
прямоугольниками



Распределение цепей схемы по слоям

Вопрос 3

**Обзор алгоритмов трассировки
печатных плат**

Методы решения задач трассировки

Алгоритмы определения порядка проведения соединений

Волновой алгоритм

Алгоритм встречной волны

Волновой алгоритм соединения комплексов

Алгоритм минимального отклонения от соединительной линии

Алгоритм обхода занятых дискрет

Лучевой алгоритм

Волновой алгоритм трассировки многослойных печатных плат

Алгоритм Хейса

Принципы канальной трассировки