Лекція 6

АВТОМАТИЗАЦІЯ КОМПОНОВКИ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Лекція 6. Автоматизація компоновки конструктивних елементів

1. Розбиття схеми на ієрархічні рівні.
2. Алгоритми розміщення елементів.
3. Алгоритм перестановки елементів.
4. Алгоритми послідовного розміщення модулів.
5. Автотрасування.

1. Розбиття схеми на ієрархічні рівні.

Сучасні конструкції електронної апаратури засновані на застосуванні друкованих плат (ДП). Використання друкованих плат дозволяє:

1) збільшити надійність вузлів, блоків і пристрою в цілому;

2) покращити технологічність за рахунок автоматизації операцій зборки і монтажу;

3) підвищити щільність розміщення компонентів;

4) підвищити швидкодію і перешкодозахищеність схем.

Ієрархічний принцип побудови конструкції електронної апаратури систем керування призводить до того, що кожний компонент (модуль, комірка, блок, тобто ТЕЗ) може бути спроектований і сконструйований оптимально у відповідності зі своїм показником якості, що в ідеальному випадку можна визначити як аргумент показника якості компо.нента наступного більше високого рівня.

При розбивці схеми на ієрархічні рівні враховуються:

1) оптимальні розміри модулів різних рівнів;

2) ієрархії цих рівнів;

3) кількість зовнішніх виводів модулів і конкретне призначення (функції) модулів нижнього рівня в модулях вищого (наступного) рівня

Така розбивка переслідує:

1) оптимізацію кількості типів модулів у системі з урахуванням обмежень за вартістю, надійністю і простотою обслуговування;
мінімізацію кількості виводів у більшої частини модулів;
2)розробку системи модулів, що забезпечує мінімальний час діагностики й локалізації несправностей і мінімальну кількість і довжину тестів для контролю працездатності;
3)облік вимог мінімізації кількості міжмодульних з'єднань і їхньої сумарної довжини;
4) рівномірний розподіл щільності з'єднань між модулями різних рівнів;
5)скорочення розриву між складністю модулів нижчого й вищого рівнів, необхідне для правильної організації й розпаралелювання виробництва.

При визначенні вихідних даних модулів під час конструювання процес розміщення йде зверху вниз, а при визначенні оптимальних параметрів конструкцій цих модулів – знизу нагору методом послідовного наближення.

Після вибору оптимального типорозміру модулів приступають до компонування модулів j-го рівня модулями попереднього рівня і їх розміщенню.

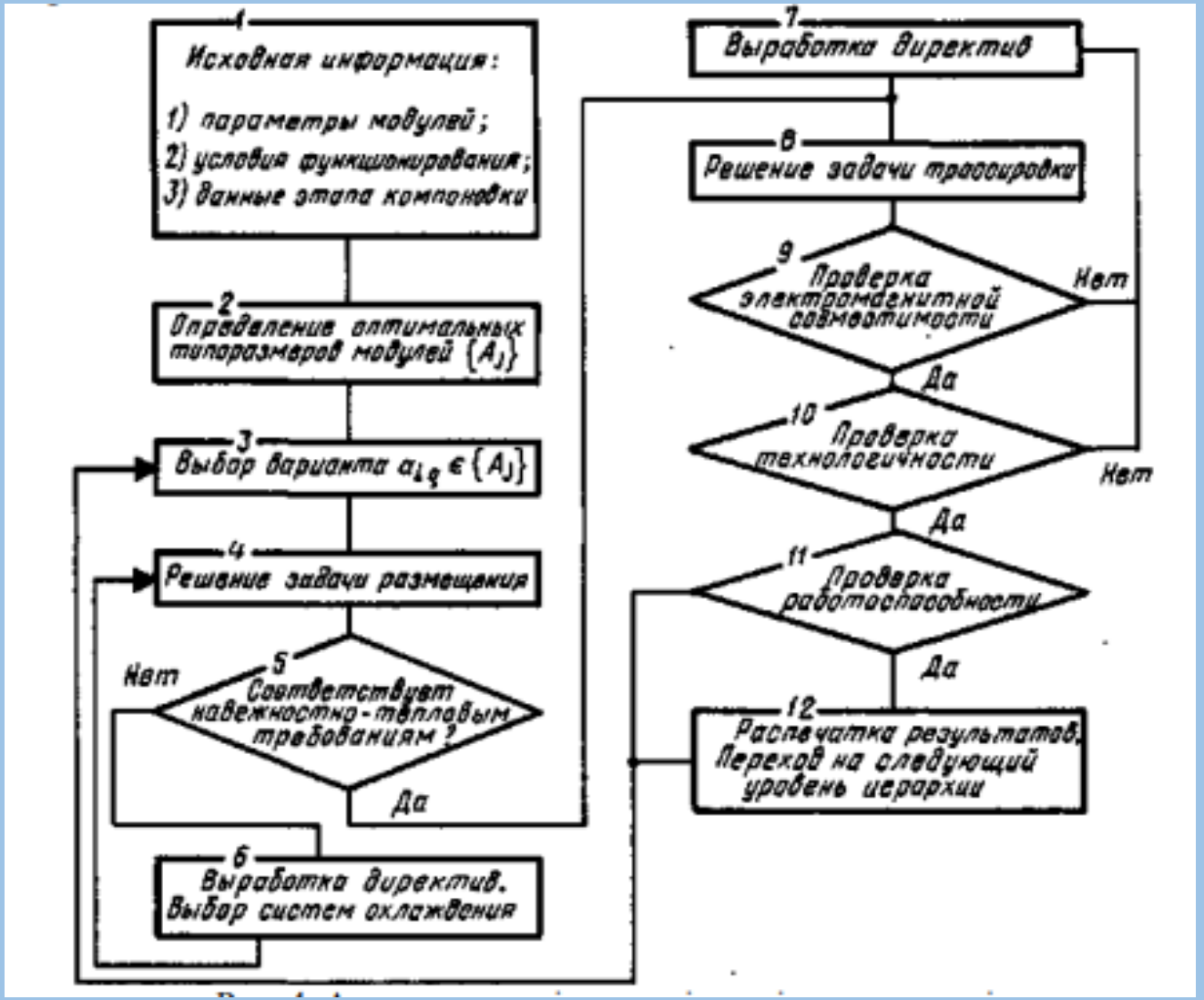
У загальному виді завдання розміщення полягає у відшуканні для кожного модуля пристрою, що розробляється, оптимальної позиції на монтажній площині.

Оптимальне розміщення можна звести до рішення однієї з наступних ситуацій.

1. Розміщення однотипних модулів j-го рівня на монтажній площині модуля (j + 1)-го рівня із заздалегідь заданими однотипними настановними місцями, наприклад розміщення ІС на друкованій платі ТЕЗ. Однотипність модулів і настановних місць полягає в тому розумінні, що будь-яка ІС може бути розміщена в будь-яке гніздо на платі ТЕЗ.
2. Розміщення модулів різних типів j-го рівня на монтажній площині (j+1)-го рівня із заздалегідь певними настановними місцями, наприклад розміщення ІС і навісних елементів (R, C і т.д.) на друкованій платі ТЕЗ.
3. Розміщення модулів (або елементів) різних типів на монтажній площині, коли настановні місця заздалегідь не зазначені й визначаються в процесі розміщення. Наприклад, розміщення елементів на друкованій платі модуля (ТЕЗ).

Автоматизація рішення даних завдань досягається використанням спрощених математичних моделей, що дозволяють приблизно вирішити часткові завдання оптимізації розміщення на кожному рівні ієрархії.
Необхідність спрощення математичної моделі викликана причинами, до яких у першу чергу відносять наступні:
а) рівні й типорозміри модулів, що підлягають оптимізації, відрізняються великою розмаїтістю;
б) модулі (елементи) одного рівня можуть сильно відрізнятися один від одного по своїм конструктивно-технічним характеристикам і призначенню;
в) завдання оптимізації при переході по рівнях конструктивної ієрархії змінюються, внаслідок чого змінюються показники оптимізації й алгоритми рішення. Однак можна виділити ряд завдань, типових для більшості рівнів ієрархії, рішення яких виробляється за допомогою загального сімейства алгоритмів, розроблених в останні роки.

Алгоритм послідовності розміщення модулів



2. АЛГОРИТМІВ РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ.

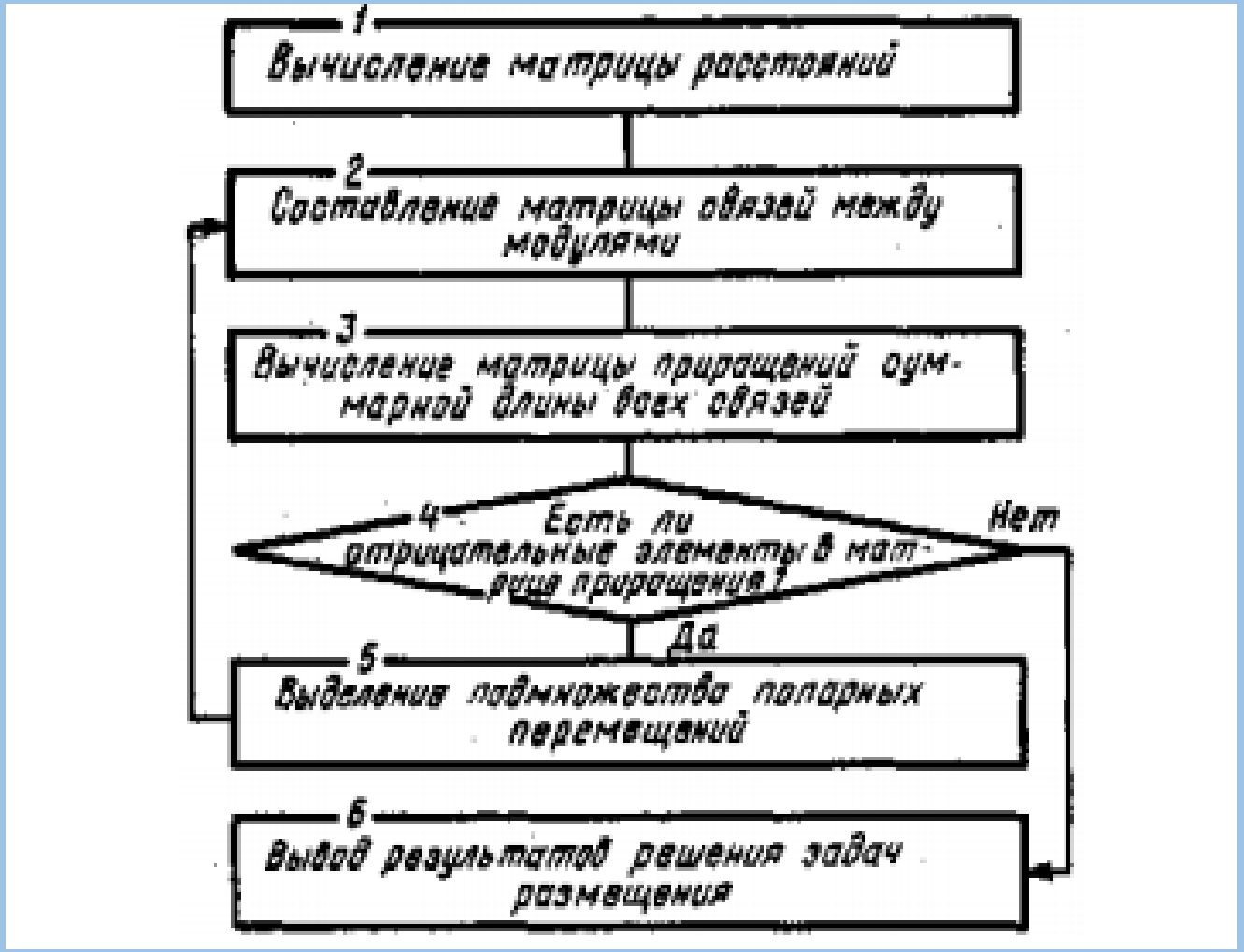
В основу алгоритму, що використовує перестановки, покладений метод спрямованої оптимізації розміщення елементів на платі при виконанні вимог критерію мінімізації сумарної довжини всіх зв'язків між модулями. Робота алгоритму відбувається циклічно. Протягом одного циклу обчислюються значення збільшень сумарної довжини зв'язків на платі для всіх можливих попарних перестановок модулів, число яких дорівнює N = (N – 1)/2. Потім із усієї безлічі перестановок, що дають негативні збільшення, виділяється деяка підмножина, що повинна задовольняти наступним умовам:

а) дозволяти максимально зменшувати сумарну довжину всіх зв'язків;

б) будь-який елемент (модуль) може міняти своє місце тільки один раз;

в) містити в собі такі пари перестановок, при яких елементи (модулі), що міняються місцями, не зв'язані з жодним елементом (модулем) з інших пар. Недотримання хоча б однієї із двох останніх умов погіршує результат розміщення в порівнянні з первісним, тому що при цьому відбувається збільш

Схема алгоритму попарних перестановок



Розглянемо схему алгоритму

Блок 1. Обчислення матриці відстані R між крапками на платі, у яких розміщуються елементи:

$$R = \begin{Vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1N} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{N1} & r_{N2} & r_{N3} & \dots & r_{NN} \end{Vmatrix}$$

Матриця визначається один раз і дійсна для всіх циклів алгоритму. Очевидно, що r11 = r22 = r33 = … = rNN = 0 ...

Блок 2. Складання матриці зв'язків між модулями. Елемент матриці чисельно дорівнює числу провідників, що з'єднують контакти модулів Ei і Ej :

$$K = \begin{Vmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & \dots & k_{1N} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & \dots & k_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{N1} & k_{N2} & k_{N3} & \dots & k_{NN} \end{Vmatrix}$$

Матрицю зв'язків становлять для кожного циклу алгоритму. У першому циклі використовують дані матриці К0 зв'язків початкового розміщення модулів, у другому циклі роботи алгоритму в матрицю К0, заносяться результати перестановок, обчислених у першому циклі, і т.д.

Блок 3. Обчислення елементів матриці збільшень сумарної довжини всіх зв'язків виконується по формулі для всіх можливих попарних перестановок.

Блок 4. Перевірка на наявність негативних елементів. У тому випадку, якщо негативних елементів немає, тобто будь-яка перестановка модулів приводить до збільшення сумарної довжини всіх зв'язків, то результат розміщення, отриманий у попередньому циклі алгоритму, остаточний.

Блок 5. Проведення аналізу всієї безлічі негативних елементів матриці збільшень і виділення безлічі елементів, що відповідають попарним переміщенням, які задовольняють розглянутим раніше вимогам (попарні переміщення виконуються по індексах виділених елементів матриці збільшень і враховуються в наступному циклі алгоритму матриці зв'язків між модулями), якщо умова 4 виконується.

4. АЛГОРИТМИ ПОСЛІДОВНОГО РОЗМІЩЕННЯ МОДУЛІВ.

Перевага алгоритмів цієї групи в тім, що вони не вимагають початкового розміщення. Ці алгоритми часто використовують наступні критерії оптимізації: мінімум довжини самого довгого зв'язку, максимум числа зв'язків між модулями, що перебувають у сусідніх позиціях.

Основна ідея завдання розміщення наступна: *всі модулі впорядковують по якій-небудь ознаці; у встановленій черговості для кожного з них відшукують початкову позицію (наприклад, по сумарній довжині зв'язків із уже розміщеними); потім процес повторюють для модулів, що залишилися, і вільних позицій доти, поки не буде отримане розміщення всіх модулів.*

5. АВТОТРАСУВАННЯ

Автоматично розвести друковані плати можна в таких програмах:

- TopoR (Topological Router);
- Proteus;
- Situs™ Altium Designer;
- SPECCTRA;
- DipTrace;
- EasyEda.