Лекция 3
Формализованное представление ЭА при автоматизированном проектировании

1 Описание графов с помощью матриц

2 Формальное описание коммутационных схем

3 Основная модель монтажного пространства

Вопрос 1 Описание графов с помощью матриц

Описание графов с помощью матриц

1. Матрица смежности

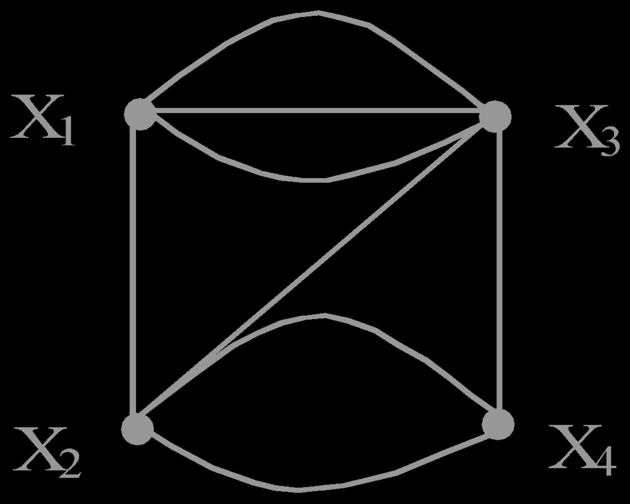
Если задан граф G(X, U), то ему можно поставить в соответствие квадратную матрицу (матрицу смежности) размерностью n x n, где n – мощность множества вершин графа (m – кратность смежных ребер):

$$A = \left\| a_{ij} \right\|_{n \times n}$$

$$a_{ij} = \begin{cases} m(x_i, x_j), & \text{если } x_i,\ x_j \text{ \_смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Описание графов с помощью матриц

1. Матрица смежности. Пример



$$A = \begin{array}{c|cccc|} & x1 & x2 & x3 & x4 \\ x1 & 0 & 1 & 3 & 0 \\ x2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ x3 & 3 & 1 & 0 & 1 \\ x4 & 0 & 2 & 1 & 0 \end{array}$$

Описание графов с помощью матриц

2. Матрица весовых соотношений

строятся аналогично матрицам смежности, но значения их элементов определяются весом ребра графа (T_{ij} – вес связи):

$$C = \left\| c_{ij} \right\|_{n \times n}$$

$$c_{ij} = \begin{cases} T_{ij}, & \text{если } x_i,\ x_j \text{ \_ смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Описание графов с помощью матриц

3. Матрица длин

Это квадратная матрица (L_{ij} – длина ребра):

$$D = \left\| d_{ij} \right\|_{n \times n}$$

$$d_{ij} = \begin{cases} L_{ij}, & \text{если } x_i,\ x_j - \text{смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Описание графов с помощью матриц

4. Матрица инцидентности

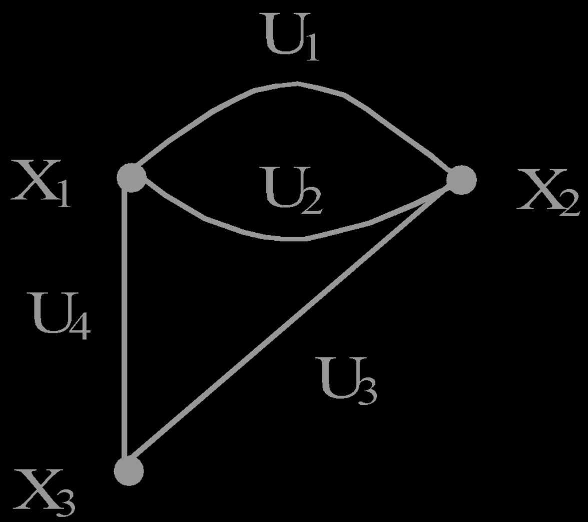
Представляет собой прямоугольную матрицу. Строки матрицы соответствуют вершинам, а столбцы – ребрам графа

$$B = \left\| b_{ij} \right\|_{n \times r}$$

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_{\mathrm{i}},\ u_{j} \text{ – смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Описание графов с помощью матриц

4. Матрица инцидентности. Пример



$$B = \left|\begin{array}{ccccc} & u1 & u2 & u3 & u4 \\ x1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ x2 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ x3 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}\right|$$

Описание графов с помощью матриц

5. Матрица смежности ребер

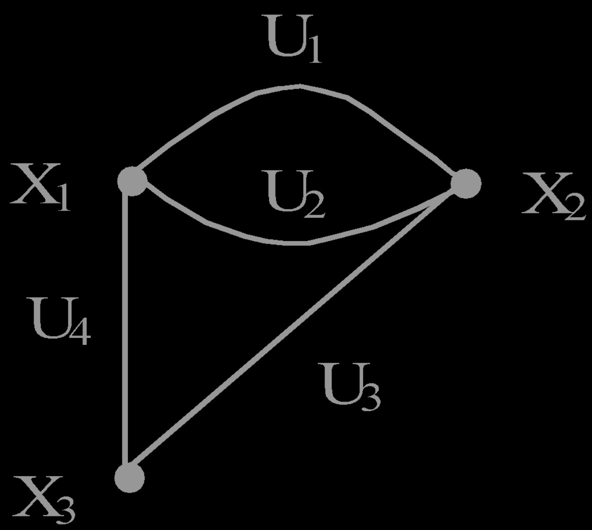
Эта матрица, элементы которой образуются по правилу

$$W = \left\| w_{ij} \right\|_{n \times n}$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } u_{\mathrm{i}},\ u_j \text{ – смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Описание графов с помощью матриц

5. Матрица смежности ребер. Пример



$$W = \begin{array}{c|cccc|} & u1 & u2 & u3 & u4 \\ u1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ u2 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ u3 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ u4 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{array}$$

Вопрос 2 Формальное описание коммутационных схем

Формальное описание коммутационных схем

Элементы схемы → Граф → Матрица

Любую схему можно представить как некоторое **подмножество элементов** X_L:

$$X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$$

соединенных между собой **цепями** из множества E:

$$E = \{e_1, e_2, \ldots, e_m\}$$

Представляя гиперграф H (X, E) матрицей инцидентности B получаем удобную форму представления схемы в памяти компьютера.

Формальное описание коммутационных схем

Электрическую схему задают также в виде **матрицы цепей**:

$$T = \left\| t_{ij} \right\|_{n \times m}$$

Каждый элемент схемы имеет некоторое множество соединительных выводов, которые называются **множеством контактов** С.

$$C = \left\{ c_1, c_2, \dots c_s \right\}$$

Формальное описание коммутационных схем

Тогда любую схему можно задать в виде графа:

$$G\left(X \boxtimes E \boxtimes C, F \boxtimes W\right)$$

F – определяет принадлежность контактов из множества C элементам X;

W - задаются вхождением контакта из множества C в цепи E.

$$f = \left(x_i, c_s\right) \qquad w = \left(c_s, e_j\right)$$

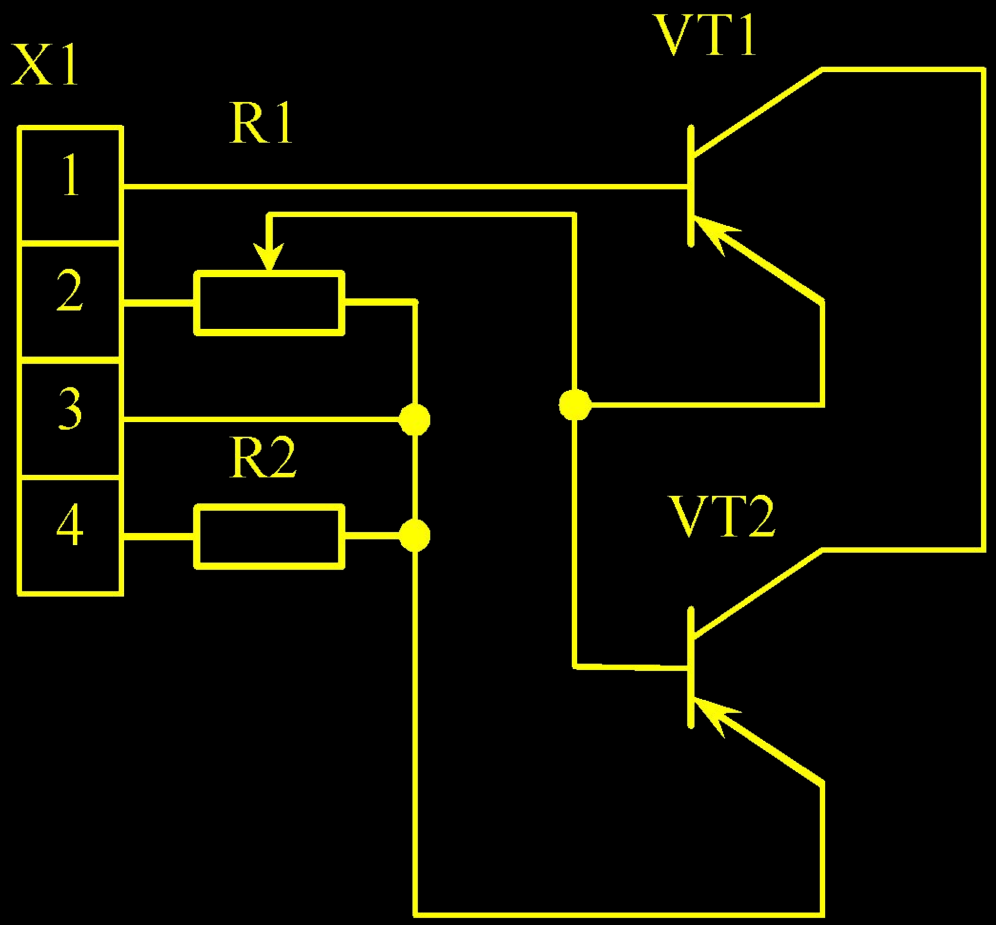
Формальное описание коммутационных схем (2 способ)

Граф вида G задается обычно в виде трехмерной матрицы A, которую можно представить в виде двух матриц A1, A2.

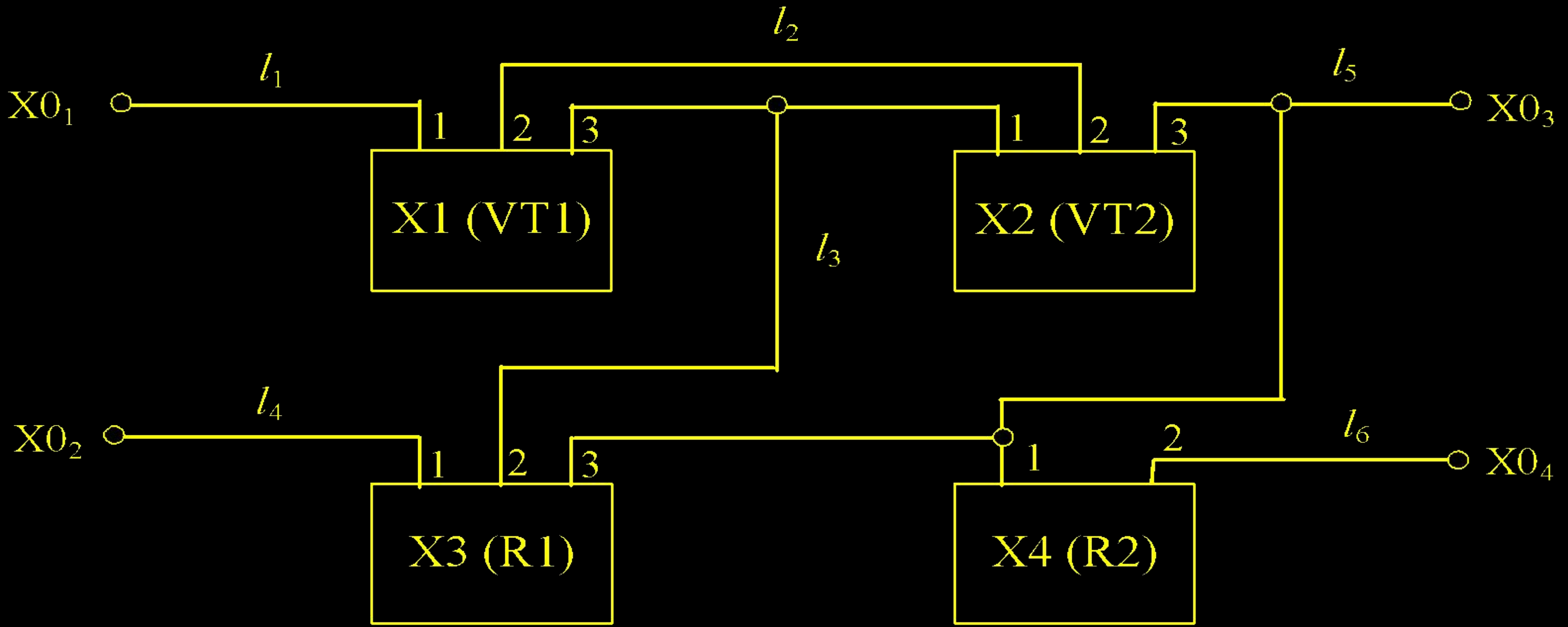
$$A_1 = \left\| a_{ij}^1 \right\|_{E \times C} \qquad a_{ij}^1 = \begin{cases} 1, & \text{если } c_s \in e_j \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

$$A_2 = \left\| a_{ij}^2 \right\|_{X \times C} \qquad a_{ij}^2 = \begin{cases} 1, & \text{если } c_s \in x_i \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Формальное описание коммутационных схем (Пример)



Формальное описание схем (Пример)



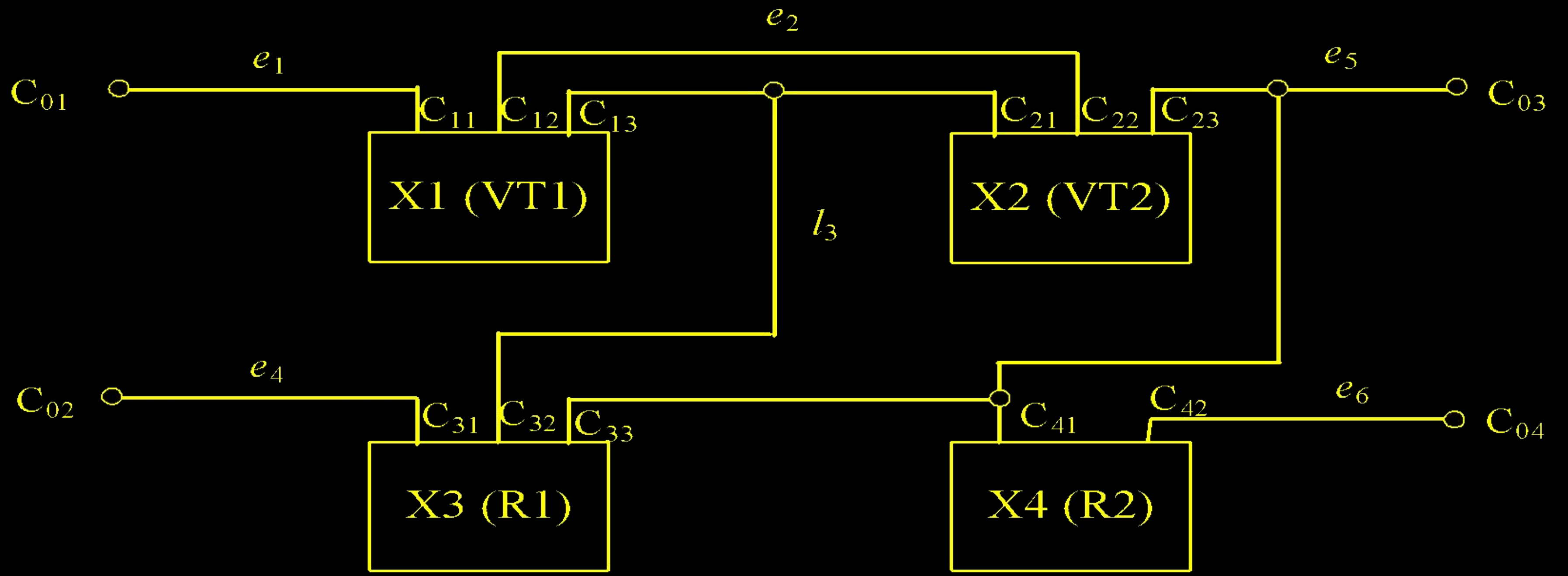
Матрица инцидентности:

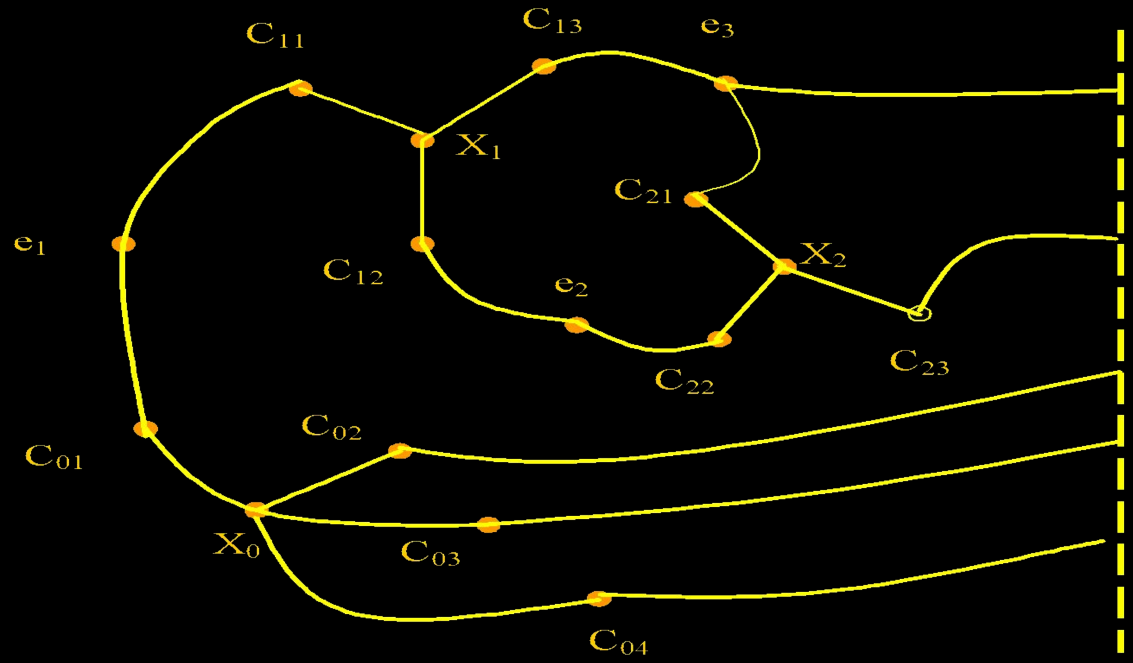
$$B = \begin{array}{c|cccccc} & l1 & l2 & l3 & l4 & l5 & l6 \\ \hline X0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ X1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ X2 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ X3 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ X4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

Матрица цепей:

$$T = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline X0 & l1 & l4 & l5 & l6 \\ X1 & l1 & l2 & l3 & 0 \\ X2 & l3 & l2 & l5 & 0 \\ X3 & l4 & l3 & l5 & 0 \\ X4 & l5 & l6 & 0 & 0 \end{array}$$

Формальное описание схем (Пример)





Часть графа:

$$G(X \cup E \cup C, F \cup W)$$

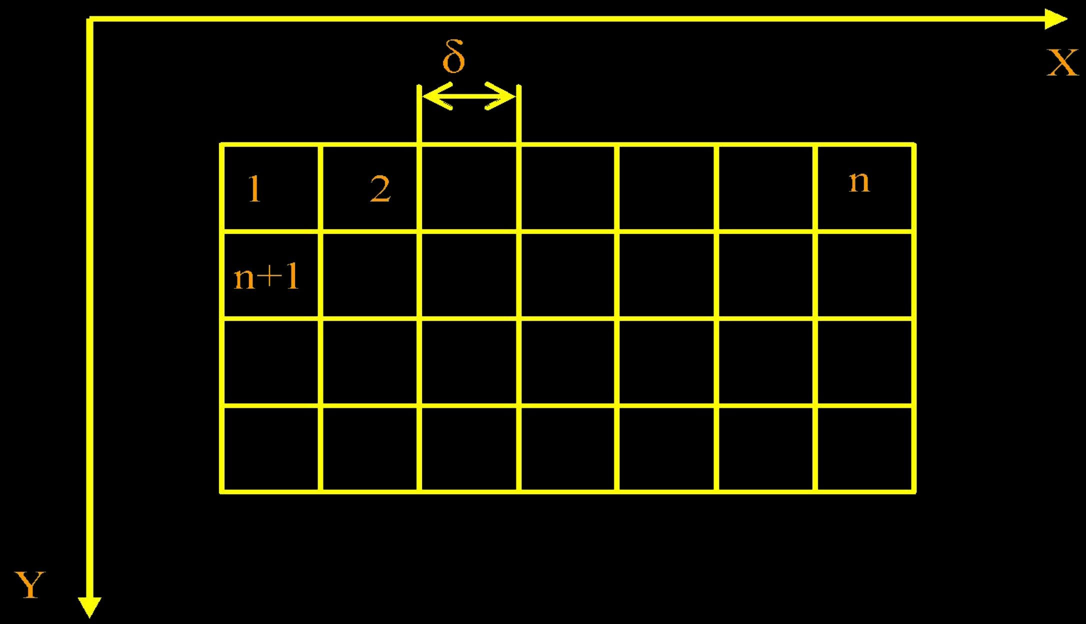
Формальное описание схем (Пример)

$$A_1 = \begin{array}{c|ccccccccccccccc}
 & C_{01} & C_{02} & C_{03} & C_{04} & C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{41} & C_{42} \\
e_1 & 1 & & & & 1 & & & & & & & & & & \\
e_2 & & & & & & 1 & & & 1 & & & & & & \\
e_3 & & & & & & & 1 & 1 & & & & 1 & & & \\
e_4 & & 1 & & & & & & & & & 1 & & & & \\
e_5 & & & 1 & & & & & & & 1 & & & 1 & 1 & \\
e_6 & & & & 1 & & & & & & & & & & & 1
\end{array}$$

$$A_2 = \begin{array}{c|ccccccccccccccc}
 & C_{01} & C_{02} & C_{03} & C_{04} & C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{41} & C_{42} \\
x_0 & 1 & 1 & 1 & 1 & & & & & & & & & & & \\
x_1 & & & & & 1 & 1 & 1 & & & & & & & & \\
x_2 & & & & & & & & 1 & 1 & 1 & & & & & \\
x_3 & & & & & & & & & & & 1 & 1 & 1 & & \\
x_4 & & & & & & & & & & & & & & 1 & 1
\end{array}$$

Вопрос 3 Основная модель монтажного пространства

Модель монтажного пространства (монтажного поля)



Монтажным пространством элементов конструкций называется некоторая область, ограниченная габаритами этих элементов.

Двумерное монтажное пространство называется монтажным полем.

Различают регулярное и нерегулярное монтажное поле.

Модель монтажного пространства

Минимальный размер ячейки

$$\delta \geq h + 2s$$

где *h* – ширина проводника, *s* – минимальное расстояние между проводниками.

Общее число дискретных ячеек:

$$N = n \cdot m$$

Место любого *i*-го дискрета на монтажном поле однозначно может быть указано его координатами (x_i, y_i) в системе дискретных координат, либо индексом *I*

$$i = x_i + (y_i - 1) \cdot n$$

дискрет → код

Модель монтажного пространства

Машинный эквивалент дискретного монтажного поля - двумерный массив B (X,Y), значения каждого элемента которого соответствуют состоянию дискрета с координатами X, Y,

либо одномерный массив B(I).

$\delta \geq h + 2s \rightarrow 0 \Rightarrow$ возрастает класс точности ПП

Модель монтажного пространства

Аналогично можно поставить в соответствие каждой ячейке вершину графа, тогда модель можно описать графом G (X, U), вершины которого соответствуют вершинам дискретов, а ребра – отображают связи между дискретами.

Модель монтажного пространства описывается также матрицей расстояний (L_{ij} – длина ребра):

$$D = \left\| d_{ij} \right\|_{n \times m}$$

$$d_{ij} = \begin{cases} L_{ij}, & \text{если } x_i,\ x_j - \text{смежные} \\ 0, & \text{если - нет} \end{cases}$$

Вопросы по прочитанному материалу?

Спасибо за внимание!