

## Послідовний алгоритм розміщення

Вихідною інформацією для розміщення є схема електрична принципова (ЕП) - матриця з'єднань, конструктивні параметри елементів, монтажного поля (простору), посадкових місць.

Послідовні алгоритми розміщення елементів представляють собою n-кроковий процес, на кожному кроці якого вибирається один з нерозміщених елементів та установлюється в одну з вільних позицій - ПМ.

В загальному випадку ми маємо:

1. Множину елементів  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$ , яку необхідно розмістити
2. Множину ПМ  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_m\}$  для установки цих елементів

В загальному випадку  $|X| \leq |P|$ , тобто  $n \leq m$ , але часто  $n = m$ . Якщо  $m > n$ , то необхідно ввести  $(m - n)$  фіктивних елементів.

Неодмінною умовою послідовного алгоритму є те, що один або декілька КЕ повинні бути розміщені. Тоді отримаємо  $\{X_k\}$  - підмножина елементів, розміщених до k-го кроку, відповідно  $\{P_k\}$  - підмножина позицій, зайятих цими елементами. Відповідно  $\overline{X_k} = \{X \setminus X_k\}$  та  $\overline{P_k} = \{P \setminus P_k\}$  підмножини нерозміщених елементів та підмножини вільних позицій.

В основу послідовних алгоритмів розміщення покладено евристичний принцип оптимізації цільової функції, який зводиться до вибору на даному кроці локально оптимальної (вільної, незанятої) позиції для одного з нерозміщених елементів при незмінності положення раніш розміщених елементів. Оскільки критерій мінімуму сумарної довжини з'єднань в силу відмічених раніш причин найбільш розповсюджений, то він використовується в цій групі алгоритмів

$$\sum L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} d_{rs} = \min$$

$a_{ij}$  - число зв'язків між  $x_i$  та  $x_j$

$d_{rs}$  - відстань між ПМ  $P_r$  та  $P_s$ , в які розміщені  $x_i$  та  $x_j$  відповідно.

Таким чином оптимізація функції  $L$  зводиться до вибору на даному кроці  $x_i \in \overline{X_k}$  та знаходженню позиції  $P_j \in \overline{P_k}$  для його розміщення.

*В алгоритмах розміщення по зв'язності (послідовний алгоритм) елемент та позиція вибираються незалежно.*

### Вибір елементу.

Будь-яке правило вибору елементу для розміщення ґрунтується на обчисленні "міри зв'язності" ще нерозміщених елементів з вже розміщеними.

Природна міра зв'язності між елементами  $x_i$  та  $x_j$  визначається з матриці  $||A||$ . Для кожного нерозміщеного елементу визначається сумарна зв'язність з уже розміщеними елементами

$$C_i = \sum_{x_j \in X_k} a_{ij} = \max$$

Часто елемент для розміщення вибирають по числу зв'язків нерозміщеного елемента як з розміщеними так і з нерозміщеними елементами.

$$C_i = \sum_{x_j \in X_k} a_{ij} - \sum_{x_j \in \bar{X}_k} a_{ij} = \max$$

До цього ж типу відноситься характеристика відносної зв'язності

$$C_i = \frac{\sum_{x_j \in X_k} a_{ij}}{\sum_{x_j \in \bar{X}_k} a_{ij}} = \max$$

На наступному кроці алгоритму розміщується елемент, що має максимальний коефіцієнт відносної зв'язності.

Таким чином вибір елемента, використовуючи будь-яку формулу, виконується по зв'язності.

Потрібно відмітити, що можуть використані й більш тонкі правила вибору наступного елемента по зрівненню з розглянутими. Наприклад, для кожного нерозміщеного елемента можна враховувати ймовірності зв'язків не тільки з розміщеними, але й з нерозміщеними елементами використанні точних моделей опису.

Так для нерозміщеного елемента  $x_i$  визначається характеристика

$$C_i = \max_{x_j \in X_k} a_{ij}, \text{ причому } a_{ij} \text{ визначається наступним чином}$$

$$a_{ij} = \sum_{s \in I_{ij}} \frac{\rho_s + \lambda}{\rho_s} \omega_s,$$

де

$I_{ij}$  - множина ланцюгів, що зв'язує елементи  $x_i$  та  $x_j$

$\rho_s$  - розмір ланцюга

$\omega_s$  - ваговий коефіцієнт

$\lambda$  - цілочисельний параметер

$\lambda$  дозволяє диференціювати вклад ланцюгів різного розміру. Чим більше значення  $\lambda$ , тим більше вплив ланцюгів з малим значенням  $\rho_s$ . Очевидно, що  $\lambda = 0$   $a_{ij}$  дорівнює сумарній вазі ланцюгів між елементами  $x_i$  та  $x_j$ , тому що  $\rho_s \geq 2$ , то  $\lambda \geq -1$  ( $\rho_s = 2$  - до ланцюга входять два вивода).

Однак потрібно мати на увазі, що основною перевагою послідовного алгоритму розміщення є - швидкодія.

Тому використання складних оцінок повинно бути обґрунтовано зростанням ефективності алгоритму розміщення.

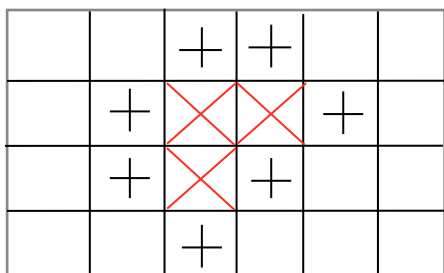
Використовуване правило вибору може привести до декількох елементів-кандидатів для розміщення. В цьому випадку або розміщається будь-який з них, наприклад, з меншим номером, або кінцевий вибір серед цих елементів виконується з використанням іншої характеристики.

### Вибір позиції



Вибір вільної позиції  $P_r$  для розміщення елемента виконується по критерію мінімального приросту довжини з'єднань елемента з вже розміщеними

елементами  $X_k$



- Розміщені елементи

$+$  - сусідні вільні ПМ, в які потрібно розмістити елементи.

Для кожної позиції  $P_r \in \overline{P_k}$  визначають

$$\Delta L_r = \sum_{x_j \in X_k} a_{ij} d_{P_r P_s} - \sum_{x_j \in X_k} a_{ij} d_{P_r P_s} = \min$$

$\sum_{x_j \in X_k} a_{ij} d_{P_r P_s}$  - розміщені елементи

$\sum_{x_j \in X_k} a_{ij} d_{P_r P_s}$  - нерозміщені елементи

Для економії обчислень завжди доцільно розглядувати не всю множину незанихтих позицій, а тільки частину. Видно, що ці позиції знаходяться на периферії множини занятих позицій, Вони на рис. відмічені відповідно "X" ( заняті ) та "+" ( вільні). Є й інші методи вибору позицій. При виборі позицій, як і при виборі елементів, можливі ситуації, коли використовуване правило не дає однозначної відповіді: позиції рівноцінні. Тоді можуть бути використані додаткові оцінки. Наприклад: позиція вибирається на основі близькості до "центру тяжіння" елементів, зв'язаних з розміщенням.

В послідовному алгоритмі особливо визначається правило вибору першого елементу та першої позиції для цього розміщення. Так, якщо елемент має найбільшу зв'язність з групою елементів, якщо є група елементів сильно зв'язаних елементів, то їх доцільно розміщати в одну з центральних позицій, тому що  $d_{rs} = \min$ .

Так, якщо зовнішні виводи розміщені по периметру конструктива, то першим доцільно вибирати елемент, що має найбільшу зв'язність.

Якщо в ПУ зовнішні виводи розташовані з однієї сторони, то доцільно розташувати елементи, що маєть максимальну зв'язність з роз'ємом, посередені роз'єму.

### Розміщення з урахуванням KB3

Метод послідовного розміщення розподіляє КЕ по ПМ, які найбільш зв'язані з вже розподіленими КЕ та найменш з тими, які ще потрібно розмістити.

Під час пошуку найкращої позиції для чергового елементу важливо, щоб сумарна довжина його зв'язків мінімально залежала від положення ще нерозміщених елементів. Ця вимога буде виконуватися, якщо черговим кандидатом на розміщення буде елемент, що володіє максимальним KB3. Таким чином KB3 вводиться для полегшення відшуку чергового елементу - претендента на розміщення. KB3 визначається таким чином

$$KBC_{\bar{x}_j} = \frac{\sum_{i=1}^k a_i}{\sum_{i=1}^k a_i + \sum_{j=1}^{n-k} a_j} = \max$$

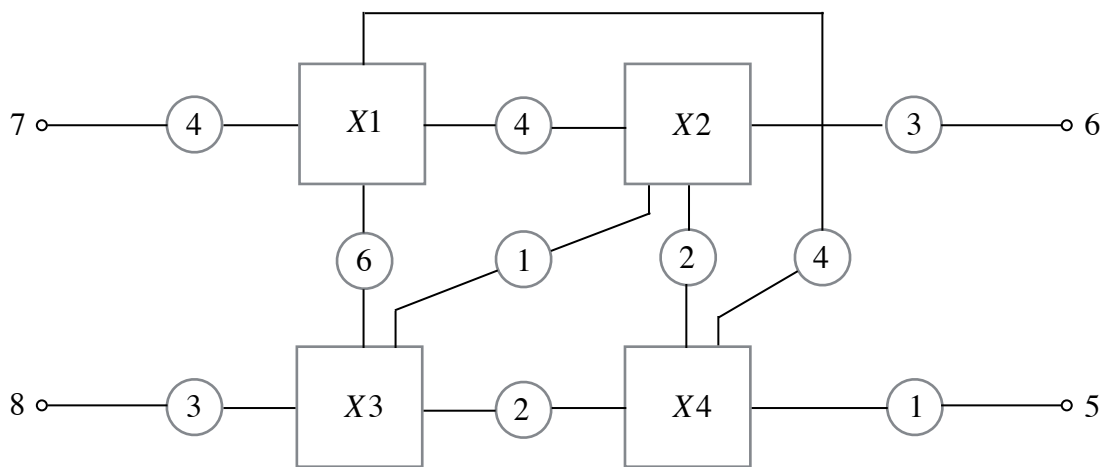
$KBC_{\bar{x}_j}$  - коефіцієнт відносної зв'язності нерозміщеного елементу  $\bar{x}_j$

$\sum_{i=1}^k a_i$  - сума зв'язків  $\bar{x}_j$  з усіма розміщеними елементами та задіяними контактами роз'єму

k-кроку (активні зв'язки)

$\sum_{j=1}^{n-k} a_j$  - сума зв'язків  $\bar{x}_j$  з усіма нерозміщеними елементами (пасивні зв'язки)

Визначемо послідовність установки елементів по KBЗ.



5, 6, 7, 8 - контакти роз'єму

X1, X3 - розміщені на k-му кроці

Потрібно визначити, який X2 або X4 розмістити першим. Для цього визначимо  $KBC_{X2}$  та  $KBC_{X4}$  нерозміщених елементів

$$KBC_{X2} = \frac{\overbrace{4+1+3}^{\text{розміщені елементи}} \text{ контакти роз'єму}}{\underbrace{4+1+3}_{\text{розміщені}} + \underbrace{2}_{\text{нерозміщені}}} = \frac{8}{10}$$

$$KBC_{X4} = \frac{\overbrace{2+4+1}^{\text{розміщені елементи}} \text{ контакти роз'єму}}{\underbrace{2+4+1}_{\text{розміщені}} + \underbrace{2}_{\text{нерозміщені}}} = \frac{7}{9}$$

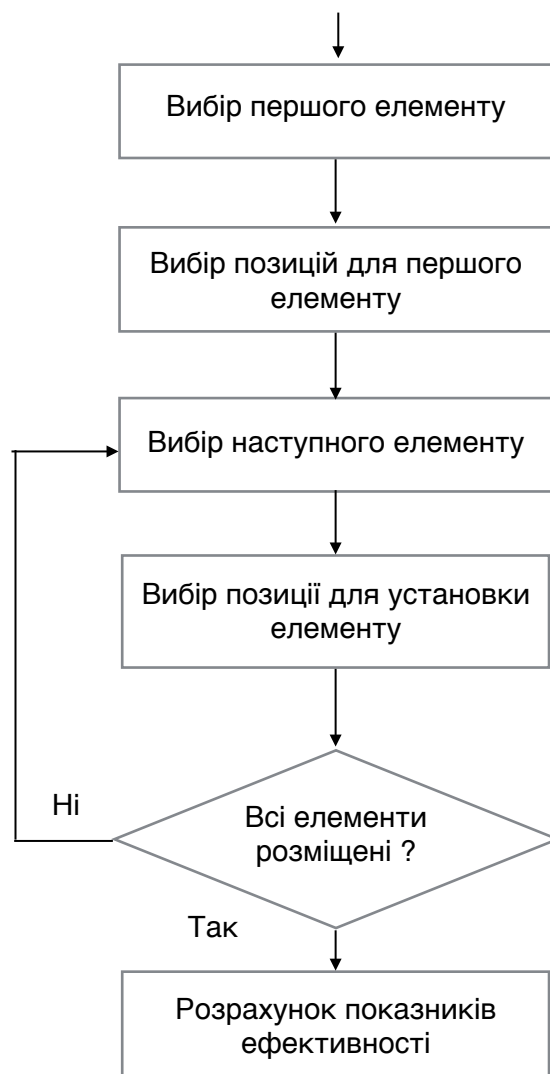
X2 має першочергове розміщення. Розміщення по KBЗ можна робити по матриці зв'язку. KBЗ елементів можна визначити по матриці  $\|A\|$

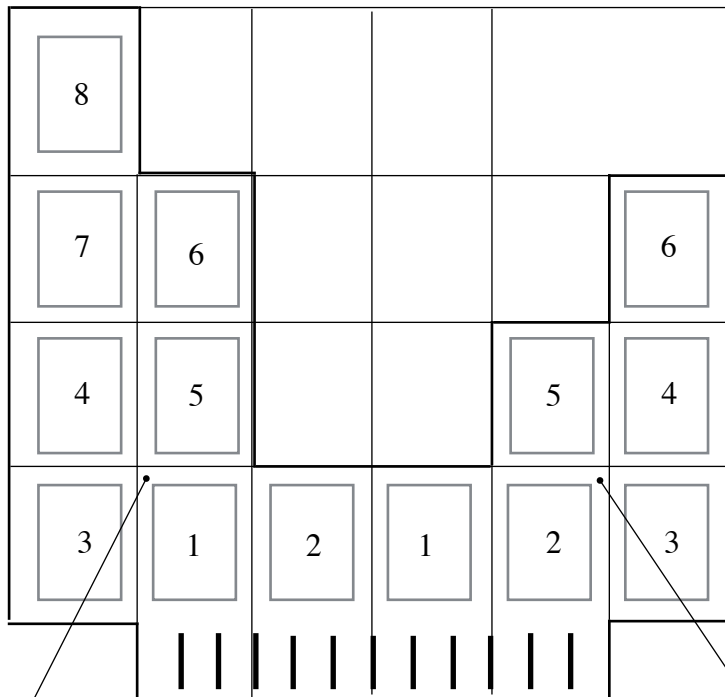
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	5	6	7	8
$x_1$	0	4	6	4	0	0	4	0
$x_2$	4	0	1	2	0	3	0	0
$x_3$	6	1	0	2	0	0	0	3
$A = x_4$	4	2	2	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	3	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3	0	0	0	0	0

1, 3, 6 - розміщені елементи

$$KBC_{x_2} = \frac{a_{21} + a_{23} + a_{26}}{a_{21} + a_{23} + a_{24} + a_{26}} = \frac{4 + 1 + 3}{4 + 1 + 2 + 3}$$

Послідовний алгоритм розміщення можна представити так





Первий комплект зв'язності.  
Перша група розміщення

Другий комплект зв'язності

Порядок розміщення такий

Допустимо, що до початку розміщення на ДП з однієї зі сторін розміщено тільки роз'єм, КЕ, декілька КЕ

1. Підраховуються КВЗ всіх елементів, що підлягають розміщенню. Вибираються елементи з  $KBZ = \max$ . Очевидно, що таким буде елемент, що має найбільше число зв'язків з роз'ємом.
2. Вибраний елемент установлюється (наприклад, в кутку плати) на одну з вільних ПМ, ближчих до Р. Цей елемент є початком формування I групи розміщення.
3. Перераховуються КВЗ всіх залишившихся КЕ. Знову вибирається елемент з  $KBZ = \max$ . Якщо декілька елементів мають рівне максимальне КВЗ, то пріоритет на розміщення отримує елемент з більшим числом активних зв'язків (з роз'ємом)
4. З усіх допустимих позицій вибирається найвигідніша з точки зору мінімальної довжини зв'язків  $\min \sum L$  з уже розташованими елементами. Наступний КЕ установлюється на вибране ПМ.

Якщо наступний КЕ на розміщення не входить до сформованого на даному етапі I комплекта зв'язності, а має зв'язки тільки з роз'ємом, то його поміщують в другому вуглі плати, ближче до роз'єму. Цей елемент буде початком формуванням другого комплекта зв'язності (Рис).