

Вибір та обоснування елементної бази Вибір дискретних компонентів

Методи вибору серії ІС

Одним з важливих етапів розробки ЕОА є вибір елементної бази і зокрема ІС. Від правильного вибору елементної бази залежить чи буде ЕОА, що розробляється, відповідати вимогам, що опасані (пред'являються) в ТЗ.

*В ТЗ відображені параметри ЕОА, що розробляється. Необхідно вибрати параметри елементної бази та конструюванням доказати, що ціль при розробці ЕОА **досягнуто**. Ви знаєте, що параметри елементної бази та параметри ЕОА, що розробляється не завжди співпадають.*

Вибір серії ІС, тому що ІС є основним елементом (по суті - за складністю). Параметри цього елементу визначають параметри виробу, пристрою. При цьому елементна база не повинна бути надлишкова по параметрам.

Методик вибору ІС на всі випадки життя (оптимальної) поки що нема. Важливість цього питання очевидна. Як узгодити параметри застосовуваних ІС та параметри розроблюваних пристроїв на їх основі, тому що параметри пристроїв визначаються множиною жорстких впливів, внутрішніх та зовнішніх перешкод і т.д., конструктивним виконанням.

Виділяють такі методи:

- по зрівнюваним параметрам
- по узагальненим параметрам
- по матриці параметрів

Ця задача є досить працемістка та складною, відповідальною.

По перше, при порівнянні декількох однакових по призначенню серії логічних елементів виникають деякі труднощі при прийнятті кінцевого висновку про переваги однієї серії перед іншими. Тому що елементи, що мають переваги по всім вибраним параметрам зустрічаються досить рідко. Вони надлишкові для широкого використання; як правило мають переваги по одному або декільком параметрам даний елемент поступається іншим.

По порівнювальним параметрам

В пристроях ЕОА використовується велика кількість типів логічних елементів, яка безперервно **збільшується**.

Догічні елементи та системи логічних елементів відрізняються експлуатаційними даними (діапазон температур t_p° , відносна вологість, вібрація у визначеному діапазоні, багатократні удари з прискоренням, лінійні навантаження з прискоренням, середній тиск), електричними параметрами, складом, конструктивним оформленням.

Значна кількість різних типів елементів пояснюється різноманітністю вимог, що пред'являються до апаратури, прагненням створити апаратуру з найкращими технічними та топологічними характеристиками.

Різнманіття типів логічних елементів робить актуальною задачу їх порівняння та вибору найбільш оптимальних для побудови конкретної апаратури.

Розглянемо один з підходів до побудови Q_i - **функції якості**.

Нехай маємо деяку кінцеву множину КЕ - $\{X\}$. Кожен КЕ характеризується визначеною кількістю параметрів m . Тоді кожен КЕ x_i можна розглядати як деяку точку в m - просторі, що характеризується векторною функцією:

$$P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im}\}$$

p_{im} - числове значення параметра m i -го КЕ.

Оскільки маємо множину КЕ, то сукупність значень p_{ij} утворює множину M точок в m -просторі.

Задамо ціль вибору у вигляді деякого еталонного об'єкту

Ціль вибору визначається характером практичної ситуації., для якої виконується перевірка. Задамо цільвибору у вигляді деякого еталонного об'єкту. Цей об'єкт характеризується параметрами, що прийняті за еталонні. За еталонні можна прийняти:

- максимальне значення параметру $P_{i\max}$
- граничні значення - **max** або **min**, що задовольняють ціль (відхилення тільки вверх або вниз)
- деякі визначенні значення в діапазоні $P_{i\min} < P_{\text{ет}} < P_{i\max}$

Розглянемо яким чином можна визначити якість кожного виробу відносно цілі вибору.

По одному окремому параметру i якість виробу **К** можна визначити наступним чином:

$$\alpha_{iK} = \frac{P_{iK}}{P_{\text{ет}}},$$

α_{iK} - відносний (диференційний) коефіцієнт якості об'єкту **К** по параметру i ;

P_{iK} - кількісне значення параметра i об'єкту **К**

$P_{\text{ет}}$ - еталонне значення параметру i , що визначається ціллю вибору

Враховуючи те, що в **ТЗ** вказується значення параметру $P_{iTЗ}$, тоді

$$\alpha_{iK} = \frac{P_{iK}}{P_{iTЗ}}$$

Данне співвідношення справедливе для тенденції збільшення, тобто $\alpha_{iK} \gg 1$.

Диференційний коефіцієнт дозволяє визначити якість кожного з порівнюваних виробів роздільно, тобто по окремим параметрам. Користуватися важко, тому що виріб має перевагу по одним параметрам а недоліки по іншим.

Вибір ІС по узагальненим критеріям

Узагальнена (комплексна, інтегральна) оцінка враховує окремі (диференційні) оцінки.

Найбільш відомий та широко використовується узагальнений критерій - **робота (енергія)** перемикавання, що виконує ІС при перемиканні - **А**, та визначається

$$A = P_{\text{спож.ср}} \cdot t_{\text{затр.ср}} \Big|_{\min}$$

$$t_{\text{затр.ср}} = L_{\text{пр}} \left(\sum L_{\text{пр}} \right)$$

Чим менше **А**, тим кращі параметри має ІС. В сучасних довідниках наводиться **А**, окремо є $P_{\text{спож.ср}}$ та $t_{\text{затр.ср}}$ - тоді необхідно аналізувати. Величина **А** залежить не тільки від типу ІС, але й від якості проектування топології ІС. (наприклад, довжина зв'язків у різних ІС різна) - тобто від конструкції та технології. Тому **А** зручна для зрівняння схем одного типу, але виготовлених на різному устаткуванні, за різною технологією.

Недолік А: не враховує перешкодостійкість.

Цього недоліку позбавлений другий узагальнений критерій - **добротність**, що визначається

$$Q = \frac{\sqrt{U_n^1 U_n^0}}{A} \Big|_{\substack{K_{\text{роз}}=\text{const} \\ K_{\text{об}}=\text{const}}}$$

$K_{\text{роз}}$ - коефіцієнт розгалуження по виходу.

$K_{\text{об}}$ - коефіцієнт об'єднання по входу.

Q як і **A** залежить від рівня технології, обладнання, конструювання. **Q** більш всебічно характеризує властивості ІС.

Використання узагальнених критеріїв хоч і забезпечує вибір серії ІС, однак не враховує раду характеристик як самих ІС, так і параметрів ЕОА.

Таким чином **загальним недоліком** вибору елементів по зрівнюванню та узагальненим критеріям є відсутність одного інтегрального критерію, за допомогою якого можна виділити з розглядової множини елементів такий КЕ, який володів би оптимальною сукупністю параметрів. Цього недоліку не має методика вибору ІС по матриці параметрів.

Вибір ІС по матриці параметрів

Після встановлення серій ІС, з яких необхідно вибрати оптимальну, параметри кожної вибраної ІС зводять до матриці параметрів, яка має наступний вигляд:

$$X = \begin{matrix} & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \\ \\ & b_1 & b_2 & \cdots & b_m \end{matrix}$$

$i = \overline{1, n}$ - множина зрівнюваних серій ІС

$j = \overline{1, m}$ - кількість врахованих параметрів

b_1, b_2, \dots, b_m - відповідний **коефіцієнт важливості** відповідного параметру

Параметри вибираються з довідника. Параметри для всіх ІС повинні бути однаковими. Кількість параметрів для всіх ІС теж повинно бути однаковим.

Необхідно визначитися з **коефіцієнтом важливості**. Величина ваги коефіцієнта вибирається у відповідності з важливістю того чи іншого параметру. При чому більш важливому параметру повинне відповідати більший ваговий коефіцієнт. Зрозуміло, що величина **коефіцієнту важливості** повинна бути якоюсь обмежена, наприклад

$$\sum_{j=1}^m b_j = 1$$

Про вибір значень вагових коефіцієнтів почитайте гарну книжку: Парфенов Е.М., Камышная Э.Н., Усачов В.П. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для высших учебных заведений. М.: Радио и связь, 1989. - 272 с.

Матрицю параметрів можна скласти для вибору: пристроїв, програм, систем САПР, літаків, автомобілів, ..., тобто будь-яких виробів, що характеризуються кількісними параметрами або якісними, але які можна оцінити кількісно.

Таким чином в основі всіх методів вибору компонентів лежать *параметри*. Один метод вибору відрізняється від іншого тим як використовується ці параметри для вибору елемента, що володіє сукупністю кращих кращих параметрів (властивостей).

Параметри матриці $|X|$ мають кількісні значення. Приводяться до такого вигляду, щоб більшому значенню параметра відповідала краща властивість серії ІС. Параметри, що не задовольняють цій умові перераховуються по формулі:

$$y_{ij} = \frac{1}{x_{ij}} - \text{матриця приведених параметрів}$$

Тоді отримаємо матрицю $|Y|$ - приведених параметрів

параметер кращий - більшому значенню параметра відповідає краща властивість, наприклад тактова частота

більшому значенню цього параметра не відповідає краща властивість - наприклад вартість

$$Y = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_{11} = x_{11} & y_{12} = \frac{1}{x_{12}} & \cdots & y_{1m} = x_{1m} \end{matrix} \\ \begin{matrix} y_{21} = x_{21} \\ \vdots \\ y_{n1} = x_{n1} \end{matrix} & \begin{matrix} y_{22} = \frac{1}{x_{22}} \\ \vdots \\ y_{n2} = \frac{1}{x_{n2}} \end{matrix} & \begin{matrix} \cdots \\ \cdots \\ \cdots \end{matrix} & \begin{matrix} y_{2m} = x_{2m} \\ \vdots \\ y_{nm} = x_{nm} \end{matrix} \end{matrix}$$

Потім елементи $|Y|$ (матриці наведених параметрів) нормалізують так

$$a_{ij} = \frac{\max_j y_{ij} - y_{ij}}{\max_j y_{ij}}$$

Нормований параметер a_{ij} вказує на частку важливості окремого параметра серед інших параметрів

a_{ij} - нормоване значення параметру j елемента i

y_{ij} - поточне значення параметру j елемента ІС i - типу

$\max_j y_{ij}$ - максимальне поточне значення параметру в кожному зі стовпчиків $|Y|$

Є інші методи нормування. Приміняємо таке нормування, тому що більшому значенню параметру відповідає краща властивість.

Отримаємо матрицю нормованих параметрів **A**:

$$A = |a_{ij}|_{n \times m} = \begin{matrix} & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{matrix}$$

$$b_1 \quad b_2 \quad \cdots \quad b_m$$

Для узагальненого аналізу системи параметрів елементів вводять оціночну функцію (функцію якості **Q**), яка показує перевагу однієї серії ІС по відношенню до іншої та визначається як сума добутків елементів i рядка $|A|$ на відповідний ваговий коефіцієнт:

$$Q_i = \sum_{j=1}^m a_j b_j, \text{ де } i - \text{кількість зрівнюваних ІС, кількість рядків.}$$

Тобто множину зрівнюваних параметрів **Іобл. ТІ** ми звернули в точку, яка при своїй сукупності параметрів попадає в область **Т**.

Визначивши **Q**, для кожної зі зрівнюваних серій ІС, вибирають серію, яка найбільш повно задовольняє вимогам, що пред'являються. Кращій серії ІС відповідає менше значення **Q**. Таким чином **Q** дозволяє вибрати ІС, що володіє, з точки зору цільового призначення (по b_{ij}), найкращою сукупністю параметрів.

Тобто виходить узагальнена оцінка ІС, що враховує всі приватні оцінки (диференційні оцінки). Перехід до інтегральної оцінки в будь-якому випадку пов'язаний з необхідністю врахування важливості (ваги) кожного параметру в порівнянні з іншими параметрами. Тобто ми переходимо до створення скалярної функції, що є узагальненою для багатокритерійної оптимізації (згортання векторного критерію).

Врахування коефіцієнту дозволяє отримати узагальнений скалярний критерій шляхом утворення суми приватних критеріїв, помножених на свої вагові коефіцієнти (метод взвішених сум).

Недоліком методу є те, що один критерій компенсується за рахунок інших, які можуть виявитися надмірно великими.

Q визначається сумою, тобто результат ми можемо коригувати величиною окремих доданків.

При цьому можливі два інші шляхи вибору ІС.

Перший оснований на аналізі функціонального складу ЕОА. Цей аналіз показує, що ЕОА складається:

- на 50% зі схем І
- на 25% зі схем АБО
- на 18: з тригерів
- на 17% з інших елементів

Другий шлях складається в розробці та виготовленні якого небусть типового вузлу ЕОА (суматора, процесора, тощо) на зрівнюваних ІС. Провести дослідження для всіх ІС, зробити порівняльний аналіз та вибрати кращу серію ІС.

Деякі мікропроцесори, мікроконтролери, ПЛІС розроблені спеціально для конкретних додатків. Тоді і вибирати нема з чого. Вибір єдиний.

Ми вибрали ІС з позиції розробника. Розробник звичайно "голова", але є технолог (виробник).

В будь-якому випадку вибрана для ЕОА серія ІС повинна відповідати вимогам розробника, виробника, користувача.

Для розробника обрана серія ІС повинна забезпечувати (відповідати необхідним параметрам розроблюваної ЕОА):

- максимальну щільність монтажу
- максимальну швидкодію (певну але не меншу ніж того потребують вимоги до пристрою)
- мінімальну вагу, об'єм, споживану потужність
- мати потенційні можливості для зниження субівартості та зростання параметрів
- повинна надійно працювати у всьому діапазоні впливів

Для виробника:

- дозволяти автоматизацію складання
- наскрізний контроль працездатності всіх конструктивних рівнів (сота, блок, ...)
- допускати зміну однієї серії ІС на іншу з аналогічними та більш високими параметрами
- повинна бути схемна та конструктивна сумісність

Для користувача:

- простота обслуговування, налаштування, діагностики, ремонту
- висока надійність та якість