

МЕТОДИ СИНТЕЗУ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ

1. Принципи та етапи проектування цифрових фільтрів.
2. Методи синтезу частотно-вибіркового дискретних фільтрів

Принципи проектування цифрових фільтрів

Під проектуванням (синтезом) цифрового фільтра, як правило, розуміють відшукування таких наборів коефіцієнтів різницевого рівняння або передатної (системної) функції при яких характеристики фільтра, що утворюється, задовольняють заданим вимогам, у якості яких можуть бути використані імпульсна і частотна характеристики, характеристика групового часу затримки і т.д.

При більш широкому підході, у задачу проектування також входить і вибір структури фільтра з урахуванням кінцевої точності обчислень. Це особливо актуально при апаратній реалізації фільтрів з використанням спеціалізованих ВІС або цифрових сигнальних процесорів.

Етапи проектування цифрових фільтрів

- I. Постановка задачі апроксимації**
- II. Аналітичний синтез дискретного фільтра**
- III. Реалізація (програмна або апаратна)
цифрового фільтру**

Порівняння нерекурсивних і рекурсивних фільтрів

Переваги НФ у порівнянні з РФ:

- Нерекурсивні фільтри можуть мати точно лінійну ФЧХ.
- Потужність власних шумів (дисперсія погрешностей округлення) НФ, як правило, набагато менше, ніж у РФ і не має тенденції до нагромадження в силу відсутності зворотних зв'язків.
- Для НФ простіше обчислення коефіцієнтів, що пояснюється лінійною залежністю апроксимуючої функції від коефіцієнтів.
- НФ є принципово стійкими системами, у той час як стійкість РФ апріорно гарантувати не можна. Стійкість РЦФ завжди необхідно перевіряти за тим або іншим критерієм стійкості.

Порівняння нерекурсивних і рекурсивних фільтрів

Головним недоліком НФ у порівнянні з РФ є те, що при однакових вимогах до АЧХ, відсутність вимог до лінійності ФЧХ і однаковій частоті дискретизації, вони вимагають виконання істотно більшого числа арифметичних операцій (більшого порядку фільтра) при своїй реалізації.

Методи синтезу частотно-вибіркових дискретних фільтрів

- **Аналітичні методи** забезпечують рішення задачі апроксимації в замкнутій аналітичній формі. До них відносяться методи синтезу рекурсивних фільтрів (РФ) за даними аналогового фільтру-прототипу і в першу чергу методи *білінійного* та *інваріантного* перетворення.
- **Ітераційні методи**, поєднуючи аналітичний і чисельний підходи, не дають однозначної відповідності параметрів розрахункових і заданих характеристик і вимагають, як правило, ряду уточнюючих процедур. Ітераційними є методи *вагових функцій (вікон)* і *частотної вибірки*, що використовуються для синтезу нерекурсивних фільтрів (НФ).
- **Чисельні методи** ґрунтуються на безпосередній апроксимації заданої частотної характеристики з мінімальною погрішністю відповідно до певного критерію оптимальності.

Початковими даними для синтезу ДФ по заданій частотній характеристиці є:

- частоти зрізу, затримання ω_c , ω_z , що визначають межі і значення смуг пропускання, затримання і перехідних смуг фільтру;
- допустима нерівномірність АЧХ фільтру в смузі пропускання (або ослаблення на межах смуги пропускання у разі монотонних АЧХ) a_n , дБ;
- мінімальне загасання АЧХ в смузі затримання a_z , дБ.

Типові частотні характеристики фільтрів

