

5. СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ ПАКЕТИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ (МОДЕЛЮВАННЯ) СХЕМОТЕХНІКИ

5.1 Основні вимоги до пакетів проектування

Спочатку про вимоги до структури таких пакетів. Сучасний пакет прикладних програм повинен забезпечити проведення всіляких розрахунків РЕП широкого призначення.

Аналіз нелінійних схем (необов'язково чисто аналогових) включає вирішення наступних завдань:

- розрахунок режиму по постійному струму при відключених джерелах змінного сигналу;
- розрахунок перехідних процесів під дією джерел змінного періодичного сигналу;
- пошук періодичних рішень при дії періодичного сигналу;
- пошук періодичних вирішень автоколивальних систем у відсутності зовнішніх сигналів;
- спектральний аналіз періодичних рішень;
- розрахунок чутливості, облік статистичного відхилення параметрів, аналіз найгіршого випадку;
- параметрична оптимізація.

Аналіз лінійних аналогових схем включає вирішення наступних завдань:

- розрахунок комплексного коефіцієнта підсилення (або передавальної функції), вхідних і вихідних опорів (провідності);
- розрахунок рівня внутрішніх шумів;
- дослідження стійкості;
- побудова перехідного процесу при гармонійній і довільній зовнішній дії;

- розрахунок чутливості, облік статистичного розкиду параметрів, розгляд найгіршого поєднання параметрів;
- параметрична оптимізація.

Передбачається взаємодія програм аналізу лінійних і нелінійних схем: вихідна схема описується як нелінійна, потім розраховується режим по постійному струму і в зоні знайденої робочої точки програмно виробляється лінеаризація характеристик, після цього проводиться аналіз лінійного режиму.

Аналого-цифрові (АЦП, ЦАП, компаратори, таймери) і чисто цифрові пристрої моделюються в режимі розрахунку перехідних процесів, тобто в тимчасовій області. Проте інші режими також доступні. Наприклад, в режимі Dynamic DC (аналіз по постійному струму) тимчасові затримки сигналів в цифрових пристроях ігноруються і розраховуються лише вихідні логічні рівні (логічна “1” і логічний “0”) в стаціонарному режимі.

Крім того в режимі AC (розрахунок частотних характеристик: АЧХ і ФЧХ) цифрові компоненти не беруть участі в аналізі малосигнальних частотних характеристик. Але для аналогових частин АЦ- і ЦА- інтерфейсів складаються лінеаризовані схеми заміщення їх вхідних і вихідних комплексних опорів.

5.2 Коротка історична довідка

Провідною компанією на ринку автоматизованого проектування схемотехніки аналогової, аналого-цифрової і цифрової радіoeлектронної апаратури на платформі персональних комп'ютерів до недавнього часу була корпорація Microsim.

Перша програма моделювання схемотехніки SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) була розроблена фахівцями цієї компанії на початку 70-х років минулого століття в Каліфорнійському університеті (м. Берклі).

Вона виявилася настільки вдалою, що з тих пір інтенсивно розвивається, і де-факто стала еталонною програмою моделювання чисто аналогових пристроїв.

Модифікація цієї програми під назвою PSPICE, перша версія якої для IBM PC була створена в 1984 році, стала основою всіх розроблених САПР для моделювання схемотехніки (проектування).

Далі компанією Microsim в 1990 році на основі загального обчислювального ядра PSPICE був створений програмний пакет Design Center в середовищі Windows. Він дозволяв реалізувати не лише текстове, але і графічне введення електричних принципових схем, а також проектування не лише аналогових, але і аналого-цифрових (компаратори, АЦП, ЦАП) і чисто цифрових пристроїв (вентилі, тригери, лічильники, пристрої пам'яті і тому подібне).

Подальші версії Design Center 6.0, 6.1 і 6.2 (1994 – 1996р.) були доповнені програмами для проектування програмованих логічних матриць (ПЛМ) і розробки топології друкарських плат.

Починаючи з 1996 р., корпорація Microsim стала розробляти нове покоління САПР для моделювання схемотехніки під назвою Design Lab 8.0 (1997 р.), яка вже мала ряд додаткових можливостей, у тому числі:

- можливість моделювання програмованих логічних ІС (ПЛІС) фірми Xilinx;
- синтез аналогових і аналого-дискретних фільтрів на конденсаторах з перемиканням;
- можливість створення нових моделей компонентів;
- підвищену надійність алгоритмів розрахунку перехідних процесів.

Нарешті, на початку 1998 р. сталося об'єднання корпорацій Microsim і ORCAD, яке стимулювало розвиток їх провідних проектів Design Lab і ORCAD. Нова фірма отримала назву ORCAD.

У березні 2000 р. ця об'єднана фірма випустила чергову версію ORCAD 9.2, яка дозволяє проводити моделювання аналогових, аналого-цифрових і

цифрових пристроїв, параметричну оптимізацію, а також ефективну розробку топології і трасування друкарських плат, тобто наскрізне проектування.

Також широко використовується система проектування (моделювання) схемотехніки типа Micro-Cap (Microcomputer Circuit Analysis Program) компанії Spectrum Software. Цей пакет прикладних програм також в значній мірі розвивався на основі обчислювального ядра SPICE.

Перша версія цієї програми (найбільш проста) MC-1 була створена у вересні 1982 року. Вона дозволяла здійснити графічне введення лінійних і нелінійних схем лише аналогових пристроїв і їх моделювання, а також отримати динамічне відображення графіків характеристик в процесі моделювання.

Версія MC-7 (2001 року) володіє наступними основними характеристиками:

1. Наявність графічного редактора принципів схем.
2. Можливість проведення параметричної оптимізації в режимах розрахунку пристроїв по постійному струму, а також в тимчасовій і частотній областях.
3. Засоби синтезу пасивних і активних аналогових фільтрів.
4. Велика бібліотека компонентів, що включає найбільш популярні цифрові ІС і аналогові компоненти типу діодів, БТ, ПТ, магнітних сердечників, НВЧ-ліній передач з втратами, датчиків Холу та ін.
5. Забезпечення інтерфейсу з програмами розробки друкарських плат ORCAD, P-CAD та ін.
6. Багатоваріантний аналіз при варіації параметрів, статистичний аналіз по методу Монте-Карло і інші характеристики.

Для пакету MC-7 є студентська (демонстраційна) і професійна версії. Наприклад, перша призначена для моделювання простих схем, що містять не більше 50 компонентів або 100 зв'язків (число вузлів + число індуктивностей + число джерел сигналів). Крім того, можливості демоверсії обмежені: у ній відсутня програма MODEL складання математичних моделей компонентів за

експериментальними даними, недоступна команда доставлення списку з'єднань схеми для їх передачі в системі розробки друкарських плат, обмежені можливості засобів синтезу аналогових фільтрів, побудови тривимірних графіків і ряду інших.

У професійній версії МС-7 максимальний об'єм схеми збільшений до 10 тисяч вузлів, але її вартість набагато вища. Відзначимо, що моделювання в студентській версії виконується у декілька разів повільніше, ніж в професійній.

Студентську версію можна отримати по Інтернету, звернувшись на сайт www.spectrum-soft.com (дистрибутив демоверсії займає 3,9 Мб). Пакет Micro-Cap7 випускається для платформ IBM, NEC і Macintosh.

В даний час фахівці цієї компанії розробили нові версії родини: Micro-Cap 8 і 9.

З інших систем автоматизованого моделювання схемотехніки слід виділити:

Electronics Workbench, версія 5.0 (див. сайт www.interactiv.com) – на відміну від інших систем на екрані дисплею зображуються вимірювальні прилади (осцилографи, вольтметри і ін.) з органами управління, максимально наближеними до реальності. Користувач звільняється від вивчення досить абстрактних правил складання завдань на моделювання. Досить на схему помістити двоканальний осцилограф і генератор сигналів – і програма сама повідомить, що потрібно аналізувати перехідні процеси. Якщо ж на схемі розмістити аналізатор спектру, то буде спочатку розрахований режим по постійному струму, виконана лінеаризація нелінійних компонентів і потім вироблений розрахунок характеристик схеми в частотній області. Діапазон аналізованих частот, коефіцієнт посилення і характер оцифровування даних (у лінійному або логарифмічному масштабі) встановлюються на лицьовій панелі за допомогою миші. Проте практика показує, що точність розрахунків, отримуваних за допомогою такого пакету, на жаль, невелика.

Protel DXP (на сайті www.protel.com) – система наскрізного проектування аналогових і цифрових електронних пристроїв, що інтенсивно розвивається, яка розроблена фірмою Protel International (нова назва Altium).

Microwave Office 2002 (на сайті www.mwoffice.com) – дозволяє моделювати НВЧ пристрої, задані як у вигляді принципів, так і у вигляді функціональних схем. Тут моделювання стаціонарних режимів нелінійних пристроїв виконується методом гармонійного балансу, а в разі слабких нелінійних пристроїв використовуються функціональні ряди Вольтерри-Вінера. Можна проводити також аналіз шумів і синтез топології мікросмужних ліній.

Слід зазначити, що для проектування складних радіоелектронних пристроїв і систем на рівні функціонально-логічного проектування використовують наступні програмні пакети:

System VIEW фірми Elanix (www.elanix.com) - призначений для системотехнічного моделювання систем аналогової, цифрової і аналого-цифрової обробки сигналів, систем зв'язку, систем автоматичного регулювання і управління та ін. Він є “конструктором”, що дозволяє із стандартних “чорних ящиків” (якось: підсилювачів, помножувачів, модуляторів, демодуляторів, генераторів, джерел різних сигналів і ін.) створювати функціональні схеми пристроїв і виконувати моделювання при дії на них різних сигналів і перешкод.

ADS (Advanced Design System) фірми Agilent – це пакет, призначений для моделювання з метою аналізу характеристик сучасних радіосистем, що містять блоки аналогової і цифрової обробки сигналів різного функціонального призначення.

Необхідно також згадати про існування сучасних інтегрованих САПР для проектування надвеликих ІМС (НВІС), наприклад, НВІС типу систем на одному кристалі – “system on chip”. Такі НВІС містять до 10^6 і більш електронних компонентів на одному кристалі. Вони виконуються по поєднаній BiCMOS-технології і містять, як правило, три частини: аналогову,

аналого-цифрову (АЦП і ЦАП) і цифрову (на процесорах цифрової обробки сигналів). Ці САПР складаються з великого числа програм, що розрізняються орієнтацією на різні проектні процедури і різних типів схем. Найбільш відомими розробниками інтегрованих САПР є фірми Synopsys, Cadence Design Systems, Mentor Graphics.