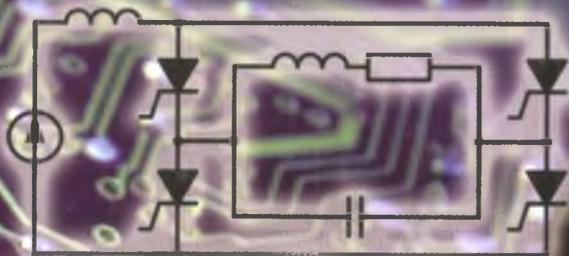


А.Б.ШЕИН, Н.М. ЛАЗАРЕВА

Методы проектирования



$$x(t) = \Phi(t, t_0)x(t_0) + \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)f(\tau)d\tau = \dots$$

электронных устройств



«Инфра-Инженерия»

**А.Б. ШЕИН
Н.М. ЛАЗАРЕВА**

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Научное пособие

**Инфра-Инженерия
Москва
2011**

УДК 621.396.6.049.77: 681.3.06

ББК 32.973.2

Ш39

Рецензенты:

- зав. кафедрой автоматики и системотехники Тихоокеанского государственного университета, доктор технических наук, профессор Чье Ен Ун;

- главный научный сотрудник ОАО "ВНИИР", доктор технических наук, профессор А.Г. Иванов.

Научный редактор:

кандидат технических наук, доцент Г.В. Малинин

Шеин А.Б.

Ш 39 Методы проектирования электронных устройств / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. - Москва: Инфра-Инженерия, 2011. - 456 с.

ISBN 978-5-9729-0041-1

В книге изложены 25 новых методов проектирования электронных устройств, которые отличаются от известных своей простотой, универсальностью и общностью подходов к решению задач. Для всех методов, вошедших в книгу, выполнены специальные математические проверки, подтверждающие их правильность и правомерность. Кроме того, работа каждого метода поясняется различными примерами его реализации.

В издании на примерах схем устройств силовой электроники рассматривается решение задач анализа и параметрического синтеза аналитическими и численными методами, так как именно эти методы являются основными в теории схемотехнического проектирования.

Книга предназначена для научных работников, инженеров и аспирантов, занимающихся схемотехническим проектированием электронных устройств.

© ШЕИН А.Б., ЛАЗАРЕВА Н.М., авторы, 2011

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2011

ISBN 978-5-9729-0041-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ И ЭКСТРАПОЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ..... | 6 |
| 2. АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПО МЕТОДУ СОПРЯЖЕННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ АМПЛИТУД..... | 41 |
| 3. ОПЕРАТОРНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ..... | 68 |
| 3.1. Методы решения ОДУ на основе операторного метода.. | 88 |
| 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНОГОЧЛЕНОВ. МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ КОРНЕЙ МНОГОЧЛЕНОВ..... | 104 |
| 5. МЕТОД ПЕРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЯ В ЗАДАЧАХ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ..... | 148 |
| 5.1. Обобщенное описание метода..... | 159 |
| 5.1.1. Формирование уравнений состояния электронных устройств с сосредоточенными параметрами компонентов..... | 173 |
| 5.1.2. Формирование уравнений состояния электронных устройств с переменными по времени параметрами компонентов..... | 188 |
| 6. ПРИВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА К НЕОДНОРОДНЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ N -ГО ПОРЯДКА. ПРЯМАЯ ЗАДАЧА..... | 195 |
| 6.1. Метод приведения систем дифференциальных уравнений первого порядка к неоднородным дифференциальным уравнениям n -го порядка..... | 238 |
| 7. ПРИВЕДЕНИЕ НЕОДНОРОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИ- АЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ N -ГО ПОРЯДКА К СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА. ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА..... | 251 |

8. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

| | |
|---|-----|
| В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ | 256 |
| 8.1. Точное решение уравнений состояния электронных устройств | 264 |
| 8.2. Численное решение уравнений состояния электронных устройств на основе ряда Тейлора | 273 |
| 8.3. Полиномиальная аппроксимация уравнений состояния электронных устройств | 280 |
| 8.4. Метод решения неоднородных дифференциальных уравнений n -го порядка | 293 |
| 8.5. Полиномиальная аппроксимация неоднородных дифференциальных уравнений | 301 |
| 8.6. Численное решение уравнений состояния электронных устройств с повышенной точностью на основе формул низкого порядка точности | 309 |
| 8.7. Решение уравнений состояния электронных устройств на основе свойства ортогональности базисных функций | 329 |
| 8.8. Численный метод решения уравнений состояния электронных устройств на основе обнуления невязки в узлах сетки решения | 337 |
| 8.9. Численный метод решения уравнений состояния электронных устройств на основе обнуления интегральной невязки в узлах сетки решения | 340 |
| 8.10. Численное решение уравнений состояния электронных устройств на основе интегрального метода наименьших квадратов | 342 |

9. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

| | |
|--|-----|
| В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ | 348 |
| 9.1. Ускоренный расчет установившегося режима работы электронных устройств периодического действия | 348 |
| 9.1.1. Метод ускоренного расчета установившегося режима работы электронных устройств периодического действия | 353 |

| | |
|---|-----|
| 9.1.2. Метод ускоренного расчета установившегося режима работы электронных устройств на основе формул точного решения уравнений состояния | 356 |
| 10. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДУ | 360 |
| 11. СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ..... | 363 |
| 11.1. Синтез параметров компонентов схем электронных устройств | 365 |
| 11.1.1. Параметрический синтез электронных устройств на основе метода решения уравнений состояния с использованием свойств ортогональности базисных функций | 390 |
| 11.1.2. Параметрический синтез электронных устройств на основе формул точного решения уравнений состояния | 414 |
| 11.1.2.1. Метод решения систем алгебраических уравнений | 429 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 440 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 442 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 445 |