

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.В. Непомнящий, Е.А. Вейсов

Проектирование сенсорных микропроцессорных систем управления

Монография

Красноярск
СФУ
2010

УДК 621.37
ББК 32.844.1
Н 53

Рецензенты:

Губарев Василий Васильевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники, Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск;

Аристов Анатолий Владимирович, д-р техн. наук, доцент, заместитель директора института дистанционного образования, Томский политехнический университет, г.Томск.

Непомнящий О.В.

Н 53 Проектирование сенсорных микропроцессорных систем управления: монография / О.В. Непомнящий, Е.А. Вейсов. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2010. – 149 с.

ISBN 978-5-7638-1985-4

Изложены основные сведения по современным датчикам, средствам сопряжения и методам проектирования систем с датчиками. Подробно рассмотрены группы и классы датчиков. Приведены сведения о методах и способах оцифровки аналоговых сигналов, известные подходы к моделированию электронных систем управления на основе гибридных устройств. Сделан сравнительный анализ языковых средств представления проекта. Даны практические рекомендации по проектированию микропроцессорных систем с датчиками.

Предназначено для научных работников в области микропроцессорной техники и микроэлектроники, аспирантов и студентов направлений подготовки специалистов 090102.65, 090103.65, 090104.65, и 230100.65 укрупненных групп 090000 «Информационная безопасность» и 230000 «Информатика и вычислительная техника».

ISBN 978-5-7638-1985-4

УДК 621.37
ББК 32.844.1

© Сибирский
федеральный
университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
РАЗДЕЛ I. ДАТЧИКИ И СХЕМОТЕХНИКА СРЕДСТВ СОПРЯЖЕНИЯ.....	7
Глава 1. Общие сведения о датчиках.....	8
Глава 2. Резистивные датчики	11
Глава 3. Усилители выходных сигналов.....	16
3.1. Общие сведения об операционных усилителях.....	16
3.2. Прецизионные усилители	20
3.3. Шумы и помехи в цепях с операционными усилителями	21
3.4. Операционные усилители с однополярным питанием.....	22
3.5. Инструментальные усилители.....	23
3.6. Защита входов усилителя от выбросов напряжения	25
Глава 4. Тензометрические датчики.....	30
4.1. Тензодатчики – общие сведения.....	30
4.2. Применение тензодатчиков для измерения силы	32
4.3. Измерение потоков жидкостей и газов	33
4.4. Измерение деформации.....	34
Глава 5. Датчики с высоким входным сопротивлением	38
5.1. Фотодиоды.....	38
5.2. Зарядовые датчики.....	41
5.2.1. Пьезоэлектрический датчик	43
5.2.2. Шумопеленгаторы	44
5.2.3. рН пробник	44
5.2.3. Приборы с зарядовой связью	44
Глава 6. Датчики положения и перемещения.....	48
6.1. Линейные дифференциальные трансформаторы.....	48
6.2. Датчики Холла.....	51
6.3. Оптические кодировщики	53
6.4. Сельсины и синус-косинусные вращающиеся трансформаторы.....	54
6.5. Индуктосины.....	57
6.6. Акселерометры.....	59

Глава 7. Датчики температуры	63
7.1. Датчики температуры – общие сведения.....	63
7.2. Термопары и компенсация холодного спада	63
7.3. Резистивные датчики температуры.....	72
7.4. Термисторы.....	73
7.5. Полупроводниковые датчики температуры.....	76
7.6. Датчики температуры с цифровым выходом	77
7.7. Термореле и регуляторы с установкой температуры.....	79
7.8. АЦП с датчиком температуры на одном кристалле	80
Глава 8. Аналого-цифровые преобразователи.....	83
8.1. АЦП последовательного приближения	83
8.2. Сигма-дельта АЦП.....	86
Глава 9. Сети датчиков, интеллектуальные датчики	89
9.1. Токовая петля.....	89
9.2. Объединение датчиков в сеть	92
9.3. MicroConverter™	95
 РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	 97
Глава 10. Общие аспекты моделирования цифровых электронных устройств с датчиками	98
10.1. Математические модели.....	98
10.2. Алгоритмы анализа датчиков с аналоговым выходом и схем сопряжения с микропроцессорными устройствами.....	105
10.3. Алгоритмы анализа цифровых модулей сопряжения.....	110
10.4. Методы моделирования генерируемых и воздействующих полей	112
Глава 11. Языки описания аппаратуры	115
Глава 12. Программные средства моделирования радиоэлектронной аппаратуры.....	121
12.1. Пакеты программ схемотехнического проектирования радиоэлектронных средств и устройств	121
12.2. Пакеты программ конструкторского проектирования радиоэлектронных средств и устройств	126

12.3. Программные системы для электродинамического моделирования СВЧ-устройств и полей.....	129
Заключение.....	132
Список литературы	134
Приложения	137

Введение

В современном мире микропроцессорная техника применяется при решении самых разнообразных задач в области сбора и обработки информации, систем автоматического управления и др. Практически любая электронная система, обладающая достаточной функциональной сложностью, реализуется с помощью микропроцессорных устройств. Не менее интенсивно происходит развитие устройств ввода различных видов сигнала в вычислительную систему – датчиков.

В первом разделе монографии приведены основополагающие методы и способы построения микропроцессорных систем с различными датчиками (сенсорами), методы организации и применения датчиков различных типов. Рассмотрены схемотехника средств сопряжения на основе операционных усилителей, принципы построения согласующих звеньев. Также рассмотрены практические приемы применения датчиков в системах управления и контроля. Даются основополагающие методики расчета цепей сопряжения микропроцессорных систем с датчиками.

Во втором разделе монографии представлены известные подходы к моделированию электронных систем ввода и анализа сигнала. Рассмотрены принципы построения математических моделей означенных систем. Изложены методы описания электронных модулей при помощи языковых средств. Представлены программные комплексы, применяющиеся для моделирования систем на современном этапе развития. Дано описание законченных программно-аппаратных комплексов.