Коломбет Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов

ББК 32.852

К61 УДК 621.3.049.17.0

Рецензенты: доктор технических наук Д. Е. Полонников, доктор технических наук П. А. Арутюнов

Редакция литературы по электронике

Коломбет Е. А.

К61 Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. — М.: Радио и связь, 1991.—376 с: ил.

ISBN 5-256-00375-5

Рассматриваются особенности схемотехники и применения микроэлектронных средств обработки аналоговых сигналов: операционных усилителей, перемножителей, компараторов напряжения, аналоговых таймеров, схем дискретизации, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, однокристальных систем сбора обработки сигналов, аналоговых микропроцессоров, выпускаемых отечественной промышленностью. Значительное внимание уделяется цифровой обработке аналоговых сигналов с применением микропроцессоров. Описываются конкретные примеры построения аналого-цифровых систем, ориентированных на программно-управляемую обработку аналоговых сигналов в аппаратуре различного функционального назначения.

Для инженерно-технических работников, связанных с разработкой и применением аналоговых и аналого-цифровых микросхем.

Производственное издание

Коломбет Евгений Александрович

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Заведующий редакцией Ю. Н. Рисе в. Редактор М. М. Лисина. Переплет художника В. Е. С а м о-х и н а. Художественный редактор Л- С. Ш е и и
. Технический редактор А. Н. З о л о т а р е в а. Корректор А К- А к и м е н к о в а

ИБ № 2019

Сдано в набор 20.07.90. Подписано в печать 31.07.91.

Формат 60Х88 Бумага газетная. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,03. Усл . кр.-отт. 23,03. Уч.-изд. л. 26,10. Тираж 20 000 экз Изд. N° 22780. Зак. № 1047. Цена 4 р.

Издательство «Радно и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

Печать и изготовление тиража в Московской типографии № 4 Государственной ассоциации предприятий, организаций и объединений полиграфической промышленности «АСПОЛ»

зак. 1396. Москва, И-41, Б. Переяславская, 46

ISBN 5-256-00375-5 © Коломбет Е. А., 1991

Содержание книги Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов

Предисловие
1.1. Основные понятия и определения
1.2. Оценка эффективности микроэлектронных средств обработки аналоговых сигналов
Глава 2. **Операционные усилители**

Микросхемотехника операционных усилителей
Параметры операционных усилителей
Схемотехнические способы улучшения параметров операционных усилителей
Особенности применения операционных усилителей в электронных приборах

Глава 3. **Перемножители напряжений**
Перемножители и делители на операционных усилителях
Базовая структура полупроводниковых перемножителей и их параметры
Особенности применения полупроводниковых перемножителей

Глава 4. **Обработка аналоговых сигналов аналоговыми микросхемами**
Усиление и ослабление
Суммирование и вычитание
Вычисление абсолютной величины сигнала
Логарифмирование
Интегрирование и дифференцирование
Обработка радиочастотных сигналов
Выполнение специальных математических операций
Взаимное преобразование аналоговых величин

Глава 5. **Общие вопросы цифровой обработки аналоговых сигналов**
Дискретизация и квантование аналоговых сигналов
Коды, используемые в преобразователях
Передача аналоговых сигналов по длинным линиям связи
Цифровая обработка звуковых и видеосигналов

Глава 6. **Компараторы напряжения**
Микросхемотехника компараторов и их проектирование с оптимальными параметрами
Особенности применения полупроводниковых компараторов
Специализированные компараторы на операционных усилителях

Глава 7. **Аналоговые таймеры**
Принципы построения таймеров
Особенности применения таймеров
Одновибраторы на таймерах
Мультивибраторы на таймерах
Специализированные генераторы на таймерах

Глава 8. **Устройства дискретизации аналоговых сигналов**
Аналоговые запоминающие устройства
Аналоговые ключи
Усилители-ограничители

Глава 9. **Цифро-аналоговые преобразователи**
Принципы преобразования цифровых сигналов в аналоговые
Преобразователи частоты в напряжение
Типовые структуры БИС ЦАП. Параметры ЦАП
Источники опорного напряжения
Особенности применения БИС ЦАП

Глава 10. **Программно-управляемая обработка аналоговых сигналов**
Усилители с цифровым управлением
Программируемые источники напряжения и тока
Генераторы сигналов с цифровым управлением
Выполнение математических операций под управлением ЭВМ
Программируемые активные фильтры
Применение ЦАП 6 контрольно-измерительной аппаратуре

Глава 11. **Аналого-цифровые преобразователи**
Преобразователи напряжение-частота
Интегрирующие АЦП
АЦП со ступенчатым пилообразным напряжением
АЦП последовательного приближения
Параллельные АЦП
Параметры АЦП и особенности проектирования
Специальные типы АЦП
Особенности применения БИС АЦП

Глава 12. **Системы цифровой обработки аналоговых сигналов**
Работа АЦП в микропроцессорной системе
Применение АЦП в контрольно-измерительной аппаратуре
Применение АЦП в системах цифровой передачи информации
Системы сбора и преобразования аналоговых сигналов
Примеры систем цифровой обработки аналоговых сигналов

Приложение
Список литературы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание нового поколения миниатюрных информационно-измерительных систем стало возможным вследствие ряда взаимосвязанных особенностей развития современной электронной аппаратуры.

К числу наиболее важных особенностей можно отнести: переход от централизованной структуры информационно-измерительной системы к распределенной; расширение требований к функциональным возможностям этой системы; создание микроэлектронных средств обработки аналоговых сигналов на базе микросхем с различной степенью интеграции схемных функций. В соединении с непрерывным совершенствованием системотехнических принципов построения информационно-измерительных систем, опирающихся на применение цифровых ЭВМ, указанные особенности обусловливают возможность перехода на новый уровень в технике обработки аналоговых сигналов.

В начале 80-х годов в основном завершилось совершенствование параметров отечественных аналоговых микросхем средней степени интеграции и создана достаточно широкая номенклатура операционных усилителей, перемножителей, компараторов, таймеров и др. Превалирующей тенденцией в развитии аналоговых микросхем является увеличение степени интеграции схемных компонентов и функций в одной конструктивной единице — микросхеме — в первую очередь за счет размещения на одном кристалле аналоговых и цифровых микросхем. Этого требует широкое использование в информационно-измерительных системах микропроцессорных наборов цифровых микросхем для обработки информации и управления различными процессами. Очевидна все большая потребность в этих системах, которые позволяют организовать программное управление операцией над аналоговым сигналом или выполнить преобразование аналоговых сигналов в цифровые либо цифровых в аналоговые. В результате успешных работ в этом направлении в последние годы были созданы однокристальные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, подсистемы сбора и обработки данных и процессоры для обработки аналоговых сигналов — цифровые процессоры.сигналов.

Функции, выполняемые аналоговыми электронными узлами на базе аналоговых микросхем, весьма многообразны. Сюда относятся усиление, формирование, сравнение, интегрирование, дифференцирование и др. Соответственно этому разнообразна и номенклатура, аналоговых микросхем: операционные усилители, стабилизаторы, компараторы, фазовые детекторы, перемножители, модуляторы, активные фильтры и др. В зависимости от планируемых областей использования аналоговые микросхемы делятся на специализированные и общего применения. В частности, операционные усилители, компараторы, перемножители и таймеры являются аналоговыми микросхемами общего применения. При этом подразумевается, что на их основе можно построить схемные узлы, выполняющие различные операции над аналоговыми сигналами.

Благодаря тому, что аналоговые микросхемы выполняют операции в реальном масштабе времени, они оказались исключительно полезными при построении быстродействующих информационно-измерительных систем, реализующих какой-либо один алгоритм обработки аналоговых сигналов. При этом системы, построенные на аналоговых микросхемах, не

позволяют достичь высокой точности обработки аналоговых сигналов, которая обычно требуется от современных систем управления объектами. Чтобы информационно-измерительная система на базе аналоговых микросхем выполнила другой алгоритм обработки аналоговых сигналов, требуется ее перепроектирование, т. е. изменение структуры связей схемных узлов.
С увеличением степени сложности и многообразия создаваемых технических и технологических электронных систем управления объектами, их нормальное функционирование становится невозможным без применения ЭВМ. Это обусловлено в первую очередь ростом различной и быстроменяющейся информации о поведении управляемых объектов. Причем сами объекты могут существенно различаться по своим параметрам. Решением проблемы стало использование для обработки аналоговых сигналов электронных систем на основе цифровых процессоров.

Принципиальная особенность цифровой системы обработки аналоговых сигналов заключается в том, что содержащаяся в ней ЭВМ входит в состав измерительной цепи и участвует в получении результатов обработки. Создание и применение цифровых процессоров сигналов для цифровой обработки аналоговых сигналов — следствие компьютеризации измерений (как части обработки), проявляющейся не только в применении вычислительной техники для автоматизации управления функционированием и обработки результатов измерения, но и, это главное, для реализации части процедуры обработки аналоговых сигналов в цифровой форме на программной основе.

Указанная трансформация структуры системы обработки аналоговых сигналов существенно меняет как функциональные и предельные возможности информационно-измерительных систем, так и методы их анализа и синтеза. При этом можно выделить два аспекта проблемы создания этих систем на базе ЭВМ — системотехнический и метрологический. К первому относятся обеспечение совместимости аналоговых и цифровых узлов, организация управления их работой, выбор и применение стандартных интерфейсов, развитие программного системного обеспечения и разработка принципов системной унификации функциональных узлов. Ко второму аспекту проблем следует отнести обеспечение соответствия аппаратных и программных средств требованиям к информационно-измеримтельным системам, рациональное распределение функций между аналоговой и цифровой частями систем, а также развитие метрологии цифровых процессоров сигналов и информационно-измерительных систем в целом.

В книге сосредоточено внимание на первом аспекте — схемотехническом обеспечении внедрения цифровой обработки аналоговых сигналов. Приведенные схемы являются примерами сопряжения аналоговых узлов с цифровыми цепями управления либо примерами цифровой обработки аналоговых сигналов. Основой универсальности применения современных информационно-измерительных систем является создание и массовое использование многофункциональных больших и сверхбольших микросхем (БИС и СБИС), причем не только преобразователей, но и нового класса средств обработки — однокристальных систем сбора и обработки данных и цифровых процессоров сигналов. В этих условиях проектирование функциональных узлов информационно-измерительных систем должно быть основано на системном подходе, в частности, они должны удовлетворять требованиям системной совместимости, проблемной ориентации на задачи обработки аналоговых сигналов, решаемые измерительными системами, а их качество должно описываться одинаковыми параметрами. В книге предпринята попытка такой

системный подход построить на базе информационно-энергетической теории информационно-измерительных систем.

Основной упор в книге, как и в предыдущих публикациях автора, делается на практические аспекты применения аналоговых и аналого-цифровых микросхем различной степени интеграции, выпускаемых отечественной промышленностью. В части аналоговых микросхем средней степени интеграции дается общее представление о типовых структурах (это необходимо для их успешного применения) и обобщается опыт построения на их основе различных функциональных узлов. В части же аналого-цифровых БИС и СБИС делается попытка раскрыть основные, аспекты аппаратурной реализации цифровой обработки аналоговых сигналов, вплоть до описания выпускаемых серийно однокристальных информационно-измерительных систем.

Насколько все это удалось — судить читателям, критические замечания и пожелания которых будут с благодарностью приняты.

Скачать книгу Коломбет Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. Москва, Издательство Радио и связь, 1991