

Электроника

февраль 2003
№2 (52)

Зарегистрирован
Государственным комитетом
Республики Беларусь по печати

Регистрационный № 1067,
10 декабря 1997 года.

Редакционная коллегия:

М.В. Башура
e-mail: electro@bek.open.by
electronica@mail.nsys.by

А.Ф. Чернявский
Академик НАН Беларуси, доктор
технических наук

В.С. Садов
Кандидат технических наук

Е.В. Галушко
Кандидат технических наук


Учредители:

Н.А. Фомин
С.Ю. Муромцева

Журнал «Электроника»
издается при

УП «Белэлектронконтракт»
220092, Республика Беларусь,
г. Минск, пр. Пушкина, 33, офис 2
тел. + 375 (0) 17 251-67-35
<http://electronica.nsys.by>

Официальный провайдер:

 Network Systems
(017) 283-17-11

© Перепечатка материалов,
опубликованных в журнале
«Электроника», допускается
с разрешения редакции.

За содержание рекламных
материалов редакция
ответственности не несет.

Наш подписной индекс:
74857

для предприятий: **748572**

Тираж: 4000 экз.

Подготовка, печать:

1200 экз. Отпечатано тип.

ПЧУП «Интегральные системы и технологии»

г. Минск, Староборисовский тракт, 40-311

Лицензия ЛП № 16 от 21.07.97г.

Подписано в печать 17.02.2003г.

Заказ №

содержание :

СЕМИНАРЫ

«НОВОЕ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ (ПЛИС, DSP, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА)»
Редакция 2

НОВОСТИ ОТ IR 13

РЕЛЕ

МЕХАНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ
Виктор Крачина, г. Минск 16

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

16-ТИ БИТНЫЕ АЦП ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 1 MSPS
В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ SIGNAL
А.А.Шевурдин, г. Минск 20

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ 22

МИКРОСХЕМЫ

МИКРОПОТРЕБЛЯЮЩИЕ АНАЛОГОВЫЕ
КОМПОНЕНТЫ ФИРМЫ MICROCHIP
Дмитрий Коваленко, г. Минск 23

PSICE 4.03 ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

МОДЕЛИРОВАНИЕ MOSFET И IGBT
ТРАНЗИСТОРОВ С ПОМОЩЬЮ SPICE
А.И. Колпаков, г. Санкт-Петербург 24

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ» 28

КОНТАКТНАЯ ХИМИЯ

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ – КАК ВАЖНЕЙШИЙ
ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК
Н.Н. Дзекцер, А.Б. Николаев, О.Г. Кондакова, г. Санкт-Петербург 31

ПРОЦЕССОРЫ

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ADSP-21061 SHARC ФИРМЫ ANALOG DEVICES
В.А. Новиков, К.Г. Климович, г. Минск 34

ДАТЧИКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ДАТЧИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 37

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ЩИТОВЫЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
Елена Романова, Евгений Кадышев, г. Чебоксары 38

МИКРОСХЕМЫ

НИЧТО НЕ БЕСКОНЕЧНО, НО ПРЕДЕЛ МОЖНО ОТОДВИНУТЬ!
Гордон Мур 43

IR

ДИОДЫ, IGBT И ДРАЙВЕРЫ ДЛЯ «БЕЛОЙ» ТЕХНИКИ
Владимир Башкиров, г. Москва 47

«НОВОЕ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ (ПЛИС, DSP, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА)»

30 января 2003 года на базе БГУ проводился тематический семинар для технических специалистов «Новое в современных технологиях разработки электронных устройств (ПЛИС, DSP, измерительная техника)».

В семинаре принимали участие докладчики из г. Минска (ЗАО «СКАНВЕСТ», БГУ), г. Москвы (ЗАО «СКАН», ЗАО «InlineGroup»), г. Воронежа (ЗАО «Scan Engineering Telecom»).

Семинар был открыт докладом заместителя декана механико-математического факультета по информатике и вычислительной технике БГУ Степанца В.Я. (БГУ, Минск, Беларусь) об организованных на кафедре курсах совершенствования подготовки и переподготовки специалистов для электроники в рамках международного проекта REASON.

Заведующий лабораторией логического проектирования объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор Бибило П.Н. (Минск, Беларусь) рассказал о возможностях языков высокого уровня (HDL), в частности о применении языка VHDL в качестве мощного инструмента для удобного и легкого описания сложных устройств.

Кнышев Д.А. (ЗАО InlineGroup, г. Москва, Россия) рассказал о новинках в области программируемой логики фирмы XILINX. В частности было рассказано о 3-х основных направлениях ПЛИС XILINX – дешевых (семейство SPARNAT-II), мощных – система на кристалле (Virtex-IIPro) и с минимальными токами потребления (семейство CoolRunner-II).

Семейство Spartan-II/Spartan-IIЕ появилась как результат упрощения ПЛИС семейства Virtex-II. Представляют собой ПЛИС структуры FPGA с объемом до 600 тысяч системных вентиляей.

Семейство Virtex-IIPro является новым семейством, представляющее собой архитектуру ПЛИС семейства Virtex-II, с системной частотой 450 МГц и представляющее по сути систему на кристалле. Помимо классической FPGA структуры внутри ПЛИС, в зависимости от кристалла, может находиться аппаратно-реализовано до 4-х процессоров PowerPC-405 с рабочей частотой 300 МГц, до 556 200-х МГц-овых умножителей 18х18 бит, до 24-

3,125Гбит/сек Ethernet приемников/передатчиков и до 10 МБит накристалльной памяти.

Семейство CoolRunner-II является единственным семейством на рынке ПЛИС с рекордно-низким потреблением энергии (20,8 мА при частоте 300МГц). ПЛИС этого семейства построена так, что позволяют перейти с минимальными переделками от проекта, реализованного на ПЛИС фирмы ALTERA на ПЛИС XILINX.

Об особенностях работы с программным обеспечением фирмы XILINX и новинках в области измерительной техники компаний Tektronix и Agilent Technologies рассказал Хацук В.А. (ЗАО «СКАНВЕСТ», г. Минск, Беларусь). В частности, участники семинара могли «потрогать руками и покрутить» осциллограф фирмы Tektronix TDS1002 (2 канала, 60МГц, 1 ГВыб/сек, БПФ, 11 автоматических функций измерений), а также было рассказано о новых 2-х канальных осциллографах компании Agilent Technologies

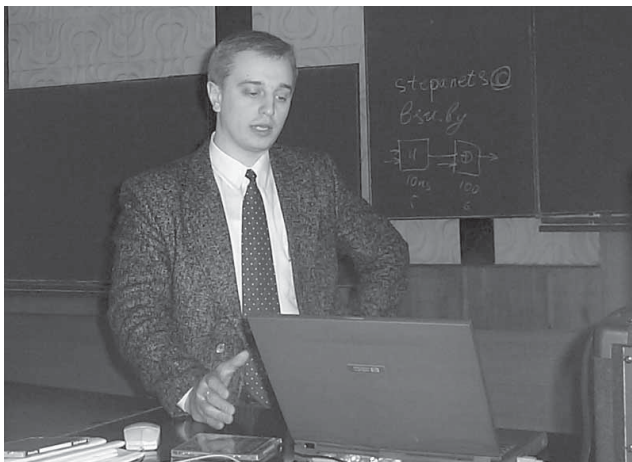


совмещенных с 16-ти битным логическим анализатором.

О новинках Texas Instruments рассказал Гончаров Ю.В. (ЗАО «СКАН», г. Москва, Россия). Во время рассказа которого произошел небольшой курьез: слегка начавшую дремать после обеда публику разбудила Масяня, чей веселый голос раздался из «заснувшего» ноутбука, отключенного от проектора, но по-прежнему подключенному к усилителю, что значительно придало семинару новые силы.

Основной новостью в области средств разработки был выход в конце 2002 года интегрированной среды разработки CodeComposer Studio для сигнальных процессоров семейства C2000, а если быть более точным – для процессоров TMS320F28xx. Теперь и для DSP ориентированных на системы управления существует полная поддержка, включая ядро реального времени DSP/BIOS II. Выпущена вторая версия интегрированной среды разработки CodeComposerStudio с расширенными средствами разработки и анализа в реальном времени, поддерживающая существенно расширенные возможности средств внутрисхемной JTAG эмуляции новых сигнальных процессоров, такие как: - технология высокоскоростного обмена в реальном времени со скоростью до 2Мбит/с HSRTDX, буфер обратной трассировки исполнения программы, а так-





же улучшенная система контроля исполнения кода, позволяющая производить отладку в реальном времени без прерывания исполнения программы.

В старшем семействе сигнальных процессоров C6000 выпущены промышленные образцы DSP на базе ядра C64xx. Процессоры TMS320C64xx выпускаются с тактовой частотой 500 и 600 МГц и с допустимой частотой внешнего интерфейса памяти 100 или 133 МГц.

Новые сигнальные процессоры построены на базе второго поколения ядер с длинным командным словом **Velocity™**. Ядро включает в себя 8 параллельно работающих модулей и при частоте 600 МГц достигает производительности 4800 ММАС. В перспективе планируется довести тактовую частоту DSP до 1.1 ГГц с итоговой производительностью до 8800 ММАС. Мощное высокопараллельное ядро предназначено для обработки больших массивов информации, например в базовых станциях систем сотовой связи третьего поколения или при обработке видеозаписей. При этом сочетание мощных арифметических блоков и специализированных команд позволяет получить пиковую производительность. Одновременно с повышением производительности, ядро второго поколения за счет применения произвольной загрузки пакетов исполнения команд переменной длины и невыровненной обработки данных практически избавлено от недостатков многоразрядных ядер с длинным командным словом. Выпуск мощного ядра еще не означает выпуск законченного решения. Очень важно соблюсти баланс производительности ядра с пропускной способностью остальных компонентов системы. DSP C64xx имеют внутреннюю память, работающую на полной частоте процессора и большой набор скоростных каналов ввода-вывода. Скорость обмена между ядром процессора и массивом внутренней памяти составляет 19,2 Гбайт/с, а суммарная пропускная способность внешних интерфейсов, подключенных через контроллер ПДП, равна 1.6 Гбайт/с, при этом более 1 Гбайт/с приходится на 64-разрядный интерфейс внешней памяти. Базовый DSP TMS320C6414 имеет 1 Мбайт внутреннего ОЗУ, 64-разрядный интерфейс внешней памяти, второй 16-разрядный интерфейс внешней памяти для параллельных периферийных устройств, три последовательных порта McBSP и 32-разрядный управляющий интерфейс хост-порта HPI. В следующей модели TMS320C6415 добавлен интерфейс ATM Utopia2 50 МГц и

интерфейс PCI32/33 МГц master. В старшей модели TMS320C6416 добавлены два дополнительных аппаратных акселератора – витерби сопроцессор VCT и турбо-кодек TCP, которые позволяют резко поднять количество обрабатываемых каналов при применении DSP в составе базовых станций. Все три модели DSP выпускаются в одном и том же корпусе BGA и совместимы по выводам.

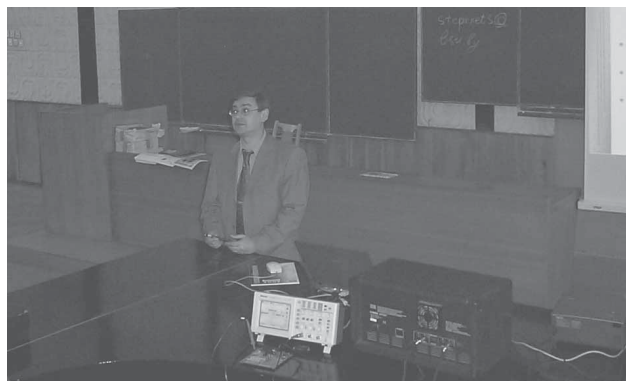
Поскольку сигнальные процессоры семейства C6000 кроме телекоммуникаций ориентированы еще и на обработку видео, то в состав семейства входит и процессор TMS320DM642, снабженный специализированными портами ввода-вывода видеопотоков высокого качества в реальном времени.

Одновременно с развитием старших моделей семейства C6000 продолжает развиваться и младшие модели – выпущен сигнальный процессор с плавающей точкой TMS320C6713 – первый DSP семейства C6000 не в BGA, а в планарном корпусе, что позволяет использовать процессор в бытовой аппаратуре широкого применения, например при обработке звука с подключением аудио потоков через специализированные аудио порты, поддерживающие стандарты ввода/вывода высококачественной аудиоинформации, например S/Pdif.

Для сигнальных процессоров семейства C6000 выпускается полный набор отладочных модулей от стартового набора C6711DSK до набора разработчика средств обработки видеозаписей в реальном времени NVDK.

Развивается и семейство DSP для мобильных применений. Выпущены как новые процессоры на базе ядра C55xx так и устройства на базе ядра C54xx. На базе ядра C55xx выпущены в промышленное производство DSP TMS320VC5510, производительностью 320 и 400 MIPS. Процессор имеет объем внутреннего ОЗУ 320 Кб и выпускается как в коммерческом так и в промышленном исполнении. Также выпущен сигнальный процессор TMS320VC5509 в корпусе PQFP, имеющий расширенный набор аудио интерфейсов и интегрированный контроллер USB. Для новых процессоров доступен полный набор средств разработки, включая как стартовый набор C5510DSK, так и набор разработчика VC5509EVM.

Интересным направлением развития семейства C5000 является выпуск процессоров, поддерживающих технологию OMAP – это микросхемы, содержащие в себе как высокопроизводительное ядро сигнального процессора C54 или C55, так и 32-разрядное ядро общего применения ARM7 или ARM9. Каждое ядро имеет свою память и свой набор интерфейсов, ориентированный на



исполняемые задачи. Так ядро сигнального процессора имеет скоростные последовательные синхронные порты, для обработки потоков информации, а ядро ARM – широкий набор интерфейсов общего применения, начиная от интерфейса клавиатуры и заканчивая интегрированным сетевым контроллером Ethernet. Широкий набор функциональных возможностей позволяет выпускать на базе OMAP процессоров системы класса «система-на-чипе», объединяющие в себе и все наработки для DSP от TI, поддерживаемые технологией eXpressDSP, и весь широкий спектр программного обеспечения для ядра ARM. Для OMAP процессоров существуют наборы разработчика для практически всех операционных систем для мобильных применений, таких как PalmOS, Linux и WinCE.

Наиболее заметный шаг в прошедшем году сделало семейство C2000 – выпущены интегрированные процессоры для систем управления TMS320F28xx, производительностью 120 и 150MIPS. Новые DSP для систем управления построены на базе 32-разрядного ядра C28xx – нового процессорного ядра, сочетающего в себе как мощные арифметические модули для исполнения ЦОС операций, так и специальные блоки для более оптимального исполнения кода общих задач управления. За счет продуманной структуры ядра и оптимизирующего C компилятора процессоры на базе нового ядра при исполнении управляющих алгоритмов сопоставимы по производительности с ядром общего назначения ARM9, существенно превосходя его на ЦОС задачах. Процессоры семейства C2000 предназначены для построения законченных систем управления с минимумом внешних компонентов, поэтому в отличие от остальных семейств DSP имеют до 256 Кбайт встроенной Flash памяти, работающей на частоте 100 или 120МГц. Встроенная Falsh память име-

ет защиту от несанкционированного считывания кода, даже при использовании внутрисхемного JTAG эмулятора. Процессоры F2812 имеют встроенный 16-разрядный АЦП с временем преобразования до 60нс. Перед АЦП установлены два УВХ для параллельного снятия двух отсчетов и 16 входовой мультиплексор со специальной логикой автопереключения каналов и снятия потоков данных со всех каналов с передачей их в ОЗУ без участия ядра процессора. Также DSP TMS320F28xx имеют большой набор встроенных коммуникационных интерфейсов:

- контроллер сети CAN 2.0;
- последовательный порт SPI (UART);
- последовательный порт SCI;
- скоростной синхронный последовательный порт SPI.

Сочетание встроенной Flash памяти и большого набора периферийных интерфейсов позволяет выполнить на базе DSP TMS320F2812 законченные высокоинтегрированные системы управления мощными электродвигателями и другими промышленными объектами.

Капитанов В. Д. (ЗАО «Scan Engineering Telecom», г. Воронеж, Россия) рассказал о новинках в отладочных платах и IP-модулях.

Редакция.

ПРОГРАММАТОРЫ

профессиональные программаторы
для любых микросхем

SEEPROM EEPROM EPROM FLASH PIC PAL MCU

ticom@nsys.by
http://ticom.nsys.by
+375 (17) 263-63-80

ПОДПИСКА – 2003 !!!

ЭЛЕКТРОНИКА

Ежемесячный журнал
для специалистов

ПОДПИСНОЙ ТАЛОН

Прошу оформить подписку на журнал «ЭЛЕКТРОНИКА»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

(Нужные номера зачеркнуть)

Организация

ФИО подписчика

Адрес подписчика (почтовый индекс - обязательно)

Вид деятельности

Тел/факс

Подпись/печать

Для оформления подписки заполненный купон отправлять по факсу: (375-17) 251-67-35









ЧИПСЕТ ДЛЯ ПИТАНИЯ НОВЕЙШИХ МИКРОПРОЦЕССОРОВ КОМПАНИЙ INTEL® И AMD

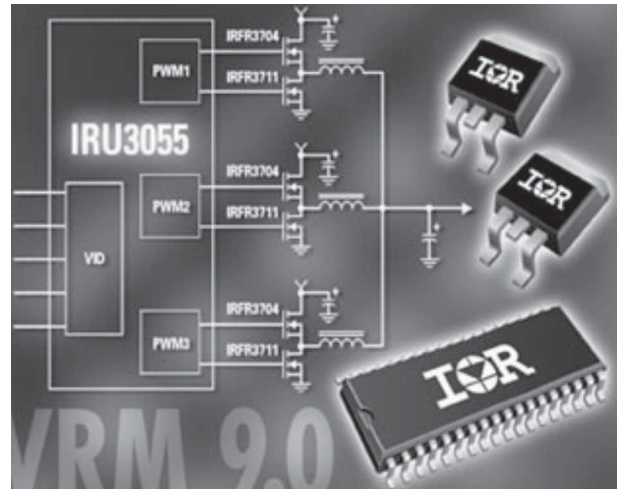
E-mail: fek@fek.by.com

Компания International Rectifier освоила серийное производство комплектного чипсета упрощающего разработку силовых многофазных DC/DC конвертеров с низкими выходными напряжениями, удовлетворяющих спецификации Intel® VRM 9.0.

Чипсет IRUK3055CQ01 состоит из высокоинтегрированной 5-битовой программируемой ИС 3-фазного ШИМ-контроллера со встроенными драйверами силовых МОП-транзисторов синхронных выпрямителей IRU3055CQ, 3 управляющих силовых МОП-транзисторов IRF3704S и 3 транзисторов синхронного выпрямления IRF3711S. Все элементы чипсета оптимизированы для совместной работы в составе трехфазного конвертера, обеспечивающего ток 60А для питания ядра процессоров Intel Pentium® 4 и AMD K7.

ШИМ-контроллер IRU3055CQ позволяет программировать выходное напряжение в диапазоне 1.075- 1.85В с шагом 25мВ и стабилизировать выходное напряжение с погрешностью менее 1% в заданном температурном диапазоне. Эта ИС также имеет широкий набор функций защиты и мониторинга, таких как блокировка по низкому напряжению питания, защита от перенапряжения, программируемый мягкий старт, функцию

Power Good. 20-вольтовые силовые МОП-транзисторы при обеспечении достаточных запасов по напряжению при 12-вольтовом питании позволяют по сравнению с 30-вольтовыми резко снизить потери на проводимость, переключение и управление.



IGBT МОДУЛИ ДЛЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

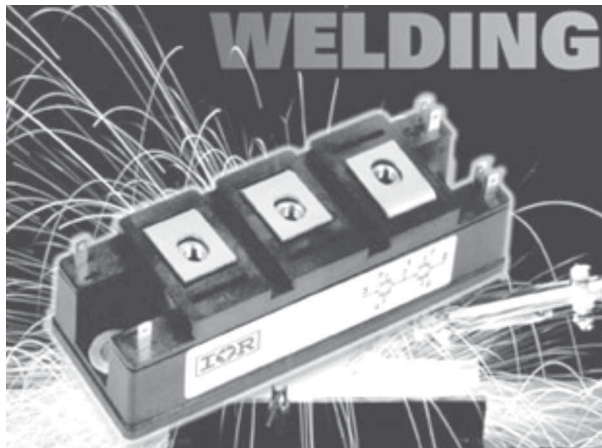
Компания International Rectifier разработала серию 600-вольтовых изолированных силовых IGBT модулей в корпусе INT-A-Пак на ток от 150 до 250А (при 100°С) оптимизированных для применения в силовых индустриальных импульсных устройствах, таких как инверторы для ТIG-машин (аппараты для сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа) и источников бесперебойного питания.

В новых приборах удалось достичь компромисса между потерями на проводимость и переключение для достижения наивысшего в отрасли КПД при минимальном напряжении насыщения на ключе в режиме жесткого переключения с частотой до 1кГц. Новые модули обеспечивают меньшую стоимость реализации при более высокой надежности и перегрузочной способности по сравнению с вариантами на дискретных приборах. Модуль GA100TS60SQ представля-

ет собой изолированный полумост с IGBT стандартного частотного диапазона, имеющих низкое прямое падение (1.11В при 100А), быстро восстанавливающимися антипараллельными диодами серии QuietIRФ. Внешние терминалы эмиттеров обеспечивают блокирование большого тока, протекающего в цепи коллектор-эмиттер, от контура управления, снижая энергию и время переключения. Модуль GA200HS60S в отличие от GA100TS60SQ не имеет диодов и нормирован на ток 250А. Каждый ключ реализован на 2

кристаллах IGBT с прямым падением напряжения 1.19В при токе 200А соединенных параллельно. Низкое напряжение насыщения чрезвычайно важно для таких приложений где требуются низкие потери на проводимость как ТIG-машины и сетевые UPS.

Следствием чрезвычайно низких потерь на проводимость является снижение температуры в блоке и повышение надежности. Это позволяет уменьшить площадь и стоимость теплоотвода снизить цену производства и технического обслуживания.



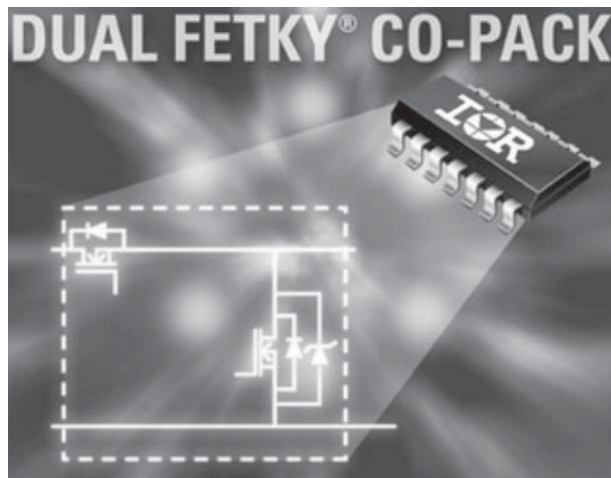
НОВЫЙ DUAL FETKY ЭКОНОМИТ 60% ПЛОЩАДИ СИНХРОННЫХ Понижающих КОНВЕРТОРОВ

Компания International Rectifier анонсировала IRF7335D1 – полупроводниковый прибор типа Dual FETKY, интегрирующий 2 N-канальных МОП-транзистора и диод Шоттки в едином корпусе SO-14.

Новый прибор имеет наивысшую нагрузочную способность по току и на 40% превосходит по этому показателю лучший прибор предыдущего поколения IRF7901D1. Новый прибор IRF7335D1 экономит до 60% площади по сравнению с реализацией на дискретных элементах. Он разработан для применения в понижающих синхронных конверторах с питанием от сети 12В, выходными напряжениями 5, 3.3 и 1.7В, обеспечивающими выходной ток до 11А при питании ноутбуков, десктопов, игровых приставок. Интеграция компонентов упрощает схему, снижает стоимость сборки и повышает объемную плотность энергии.

30-вольтовые МОП-транзисторы оптимизированы для работы в узле синхронного выпрямления. Управляющий ключ имеет заряд затвора 13.3нК и сопротивление канала 17.5нК а выпрямительный ключ сопро-

тивление канала 12.8нК. Диод Шоттки с низким падением напряжения оптимизирован для эффективной работы на высоких частотах переключения.



INTERO® - ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Корпорация International Rectifier анонсировала серию iNTERO® программируемых интеллектуальных модулей, интегрирующих в одном корпусе силовой модуль с драйверами затворов, программируемым DSP контроллером, интерфейсами обратной связи и управления.

Такие устройства имеют наивысшую степень интеграции и предлагают завершенное техническое решение для управления асинхронными электродвигателями или бесконтактными двигателями постоянного тока мощностью до 15кВт. Их применение сокращает время и затраты на проектирование и снижает риски, связанные с отработкой конструкции управляющей и силовой части регулятора электропривода. Из конструкции регулятора исключается более 130 компонентов, дополнительные корпуса, соединители и кабели. Впервые были решены проблемы связанные с размещением контроллера в непосредственной близости от силового модуля. Плата управления программируемых интеллектуальных модулей содержит DSP контроллер серии TMS320 (40Mips) компании Texas Instruments, последовательный порт (2.5 Mbps), совместимый с интерфейсом SCI/IEEE 1596-1992 (Scalable Coherent Interface), интерфейс SPI (Service Provider Interface), CAN (Controller Area Network) интерфейс, стандартный порт JTAG (Joint Action Test Group) IEEE 1149.1 для связи с DSP контроллером и изолированный последовательный порт со стробированием сигнала для связи с квадратным кодером или SPI. Помимо этого она включает полумостовые драйверы затворов ключей инверторов, вторичный источник питания, интерфейс токовых обратных связей, схемы защиты и гальванической раз-

вязки управляющих и силовых каскадов.

Силовой каскад программируемого интеллектуального модуля может быть собран по схеме трехфазный инвертер или по схеме трехфазный выпрямительный мост-чоппер(brake switch)-трехфазный инвертер. В качестве силовых ключей использованы ультрабыстрые NPT IGBT производства IR, не требующие отрицательного смещения по затвору при запираии, нормированные на режим короткого замыкания в течение 10мкс и обеспечивающие прямоугольную область безопасной работы ключа. Сниженное в несколько раз время выключения ключей резко уменьшает потери на переключение на частотах на частотах ШИМ до 20кГц. Сочетание этого преимущества с особенностями высоковольтных интегральных драйверов затворов IR позволяет работать с частотой ШИМ до 20кГц и паузой на переключение до 500нс-в 10раз короче чем при использовании оптодрайверов. Отсутствие дополнительных соединителей и связей, отдельное управление включением/выключением ключей для контроля di/dt ключа, компактная конструкция позволили резко снизить уровень помех и в совокупности с низкими потерями мощности дали возможность разместить плату управления поверх силового каскада и снизить габариты на 50%. Высокая точность и широкий частотный диапазон (5кГц) обработки информации токовых ОС обеспечивают низкий уровень пульсаций момента, особенно на низких скоростях вращения. Узлы защиты программируемых интеллектуальных модулей обеспечивают блокировку работы при низком напряжении сети, защиту от перенапряжения, защиту от сквозных токов, от КЗ в линии, потери нуля, аварийных ситуаций связанных с повреждением

в обмотках двигателя или попыток размыкания силовых цепей при невыключенном приводе. Модули собираются в корпусах типа EMP®, совпадающих по присоединительным размерам с корпусами EconoPack 2. Первые два прибора из новой серии нормированы на токи 25 и 50А и напряжение 1200В. Силовая часть этих модулей собрана по схеме трехфазного инвертера. В дальнейшем серия будет дополнена приборами со схемой силовой части мост-чоппер-инвертер. Для облегчения и сокращения процесса проектирования привода предполагается возможность приобретения заказчиками стартовых наборов, включающих демонстрационную версию регулятора и программное обеспечение, содержащее базовую программу управления электродвигателем конкретного типа и удобный графический интерфейс для интерактивного управления загрузкой программы и управления режимами работы привода и их графического отображения. Свободная демонстрационная версия програм-

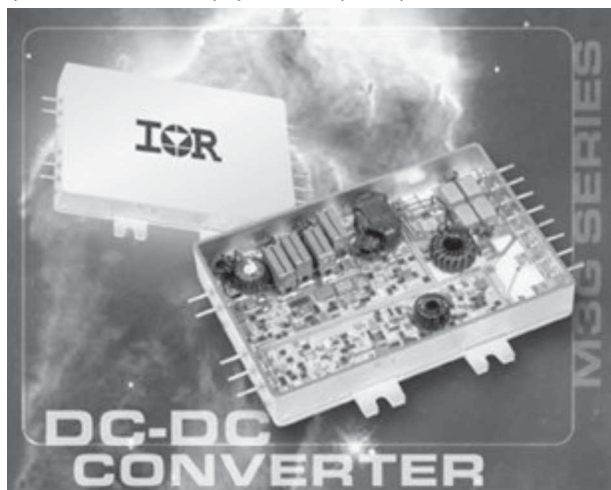
мы для разомкнутого управления асинхронным электродвигателем помещена на сайт www.ifr.com. Программируемые интеллектуальные модули предназначены для создания высококачественного промышленного привода. Они ориентированы на применение в первую очередь в системах промышленных приводов (обрабатывающие центры, роботы), где положительный эффект от внедрения связан с переходом на новую архитектуру распределенного типа. В таких системах децентрализация управления позволяет резко снизить объемы информационных потоков и упростить силовую и информационную кабельные сети, что позволяет существенно снизить стоимость реализации несмотря на более высокую стоимость программируемых интеллектуальных по сравнению с интеллектуальными модулями низшего уровня интеграции. Другим источником экономии является резкое сокращение сроков проектирования, особенно при использовании базового программного обеспечения.

М3G – СЕРИЯ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ РАДИАЦИОННОСТОЙКИХ DC/DC КОНВЕРТОРОВ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Компания International Rectifier приступила к производству семейства М3G коммерческих («off-the-shelf») высоконадежных радиационнстойких DC/DC конвертеров, способных эффективно снизить сроки разработки вторичных бортовых источников питания.

Приборы новой серии являются функционально законченными конвертерами с числом выходов от 1 до 3, способными работать с шинами питания 28, 50 и 70В. Их малая масса, габариты и высокая надежность делает конвертеры серии М3G идеальными приборами для применения на борту геостационарных ИСЗ и косми-

ность конвертеров составляет 40Вт. Выходные напряжения соответствуют стандартному ряду – 3.3, 5, 12 и 15В. Среднее время наработки на отказ (MTBF) составляет не менее 5млн. часов в условиях космического полета. Все применяемые компоненты отвечают требованиям стандартов MIL-STD-975, MIL-HDBK-1547 и GSFC PPL-21.



ческих аппаратов, работающих в дальнем космосе.

Конвертеры серии М3G специфицированы на стойкость к ионизирующему излучению с интегральной дозой до 200 крадс и воздействию единичного импульса излучения (SEE) не менее 82 MeV-см²/mg. Новые приборы имеют встроенные фильтры и устройства синхронизации, что облегчает их интеграцию в схему источника. Объем корпуса составляет всего 43.75 см³ (75x50x11мм) а масса не превышает 80г. Выходная мощ-



Лиц. №14562 до 30.06.2005

ООО "ПРОДИМПОРТ"

г. Минск

Официальный дилер АО "Альфа" (Рига)

т/ф +375 (17) 209-61-83, т +375 (17) 211-06-01

e-mail: p_port@mail.ru

<http://www.prodimport.bizland.com>

Со склада в Минске от ведущих изготовителей:

- Цифровые ИМС стандартов ALS, F, AC, HC
- Операционные усилители
- Интегральные АЦП и ЦАП
- Интегральные компараторы
- Маломощные стабилитроны (P=450 mW)
- Маломощные стабилизаторы (I=100 mA)
- Мощные стабилизаторы (I=1 A)
- Интегральные аналоговые таймеры
- ИМС для телефонии
- Мощные MOSFET для блоков питания
- Магниточувствительные ИМС
- Электролитические конденсаторы

! Бескорпусные элементы

! SMD-компоненты



МЕХАНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

Виктор Крачина. E-mail: vkrachina@fek.by.com

РЕЛЕ КАК ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО

Своеобразие работы реле состоит в том, что электромеханическое устройство испытывает одновременно электрические (нагрев контактов электрическим током, высокие напряжения, электрическая дуга) и механические нагрузки (трение в движущихся частях, удары и механическая деформация контактов, коррозия металлических частей, старение пластика).

Действие всех этих факторов неизбежно, но при правильной эксплуатации реле могут быть приняты меры по обеспечению требуемой надежности.

Механические детали реле

- К механическим деталям реле относятся:
- защитный корпус (кожух);
 - основание с выводами контактов;
 - толкатель и все связанные с ним механические элементы;
 - оси подвижных элементов и подшипники скольжения;
 - контакты и контактные пружины;
 - внутренние соединительные провода;
 - катушка с обмоткой;
 - дополнительные элементы, например, механический индикатор или защелка для ручного включения реле.

МЕХАНИЧЕСКИЙ ИЗНОС КОМПОНЕНТОВ

Все элементы, испытывающие трение и удары, подвержены механическому износу со следующими характерными эффектами:

- стачивание друг о друга материалов трущихся деталей;
- корродирование металлических узлов под воздействием водяных паров;
- абразивное действие частиц пыли из окружающей среды;
- накопление между контактами абразивной и токопроводящей пыли, состоящей из частиц окислов железа, атмосферной пыли и частиц пластиковых элементов реле;
- потеря эластичности пружинных элементов от усталости металла и перегрева;
- испарение пластификаторов из пластика;
- воздействие на металлы и пластики озона и высокомолекулярных соединений, возникающих вследствие электрической дуги;
- утрата защитных покрытий в трущихся металлических элементах и связанная с этим коррозия.

Многообразие видов механического износа приводит к обычному для всех механических устройств старению - дребезгу и расшатыванию подвижных элементов, заклиниванию, истончению и поломкам отдельных деталей механизма реле.

Условия внешней среды и эксплуатации добавляют свой вклад в старение:

- разрушающее воздействие для пластика солнечного и техногенного ультрафиолетового излучения;
- вибрации, дополнительно изнашивающие механические компоненты даже при выключенном реле;

- удары, приводящие к избыточным механическим напряжениям в узлах и способствующие потере прочности хрупких пластиков и разгерметизации реле;

- высокая влажность воздуха и конденсация влаги на внутренних элементах реле, способствующие коррозии и понижению напряжения изоляции;

Механический износ

перед началом эксплуатации реле

Как ни парадоксально звучит, но часть реле подвергается механическому износу еще до начала эксплуатации. Современные миниатюрные реле являются прецизионными механизмами, чувствительными к ударам и вибрациям. Необходимо помнить, что падение реле весом 20 граммов с высоты 50 см на деревянный пол приводит к перегрузкам в реле на уровне 50 G, а при аналогичном падении на каменный пол - до 100 G. Обычно в каталогах указывается предельная ударная нагрузка в 100 G, после которой 50% реле получают необратимые механические повреждения. При анализе ударостойкости пользуются статистическими результатами, не исключаями того, что часть реле без повреждений перенесет удары в 200 G и более. При импульсных воздействиях на прецизионные механизмы очень важно направление удара и в некоторых каталогах даются диаграммы допустимых ударных нагрузок по осям X, Y и Z.

Реле в металлических корпусах меньше боятся ударных воздействий на корпус, но стеклянные изоляторы выводов очень чувствительны к изгибам и ударам. Небольшие трещины в стекле приводят к потере герметизации и прочности вывода со всеми

вытекающими последствиями.

При проверочных и сборочных работах следует избегать механических нагрузок на реле и доставать реле из заводской упаковки только перед установкой в оборудование или на печатную плату.

Для тех, кто полагается на высокую надежность военных реле, приведем взятый из солидного американского справочника отрывок инструкции по монтажу реле в металлических корпусах:

«Персонал должен пройти аттестацию и ежегодную квалификационную комиссию. Все монтажные работы должны вестись на столах с подложенными мягкими резиновыми матами и бортиками, препятствующими падению компонентов со стола на пол ... Запрещается вынимать реле из транспортной упаковки путем высыпания на стол.

При вынимании реле из транспортной упаковки запрещается держать реле над полом или окружающими стол предметами. При случайном падении реле на пол такие экземпляры реле следует отбраковывать и оставлять для дополнительного тестирования. Если после падения у реле наблюдается видимый изгиб или иная деформация выводов, такие реле следует отбраковать, как непригодные для эксплуатации. Пайка должна вестись калиброванным инструментом, гарантирующим отклонение от требуемой температуры пайки не более чем на 10 °С... время пайки не должно превышать 5 секунд, при пайке допускается только очищенный (99%) канифольный флюс ... Пайка контактов дол-

жна производиться в шахматном порядке, не желателен одновременный нагрев двух соседних выводов. После пайки перед промывкой печатные платы должны охлаждаться при температуре окружающей среды не менее 2 часов. Промывка флюса может производиться только 96% раствором этанола при температуре не выше +70 °С и при отсутствии в промывочном растворе любых активаторов ... При ошибках монтажа допускается не более чем 3 перепайки реле, после чего реле следует отбраковать. Реле, выпаянные из печатной платы, непригодны к эксплуатации. При установке реле в монтажный цоколь следует пользоваться специальными экстракторами и избегать наклона корпуса реле при установке и вынимании из цоколя. Цоколи с вынутыми реле следует защищать от пыли с помощью заглушек».

Заметим, что речь идет о реле для военного и космического оборудования, которые, оказывается, могут плохо переносить падение на пол. Тщательность написания инструкции позволяет предположить, что нарушение этих простых указаний ведет к снижению надежности оборудования и рекламациям от клиентов, что также нежелательно и для обычной коммерческой техники.

Большинство требований приведенной инструкции распространяется и на «коммерческие» мощные реле. В любом случае до начала монтажа реле необходимо внимательно прочитать все требования по вибростойкости и температуре пайки, изложенные в каталоге.

МЕХАНИЧЕСКИЙ РЕСУРС РЕЛЕ: ЧИСЛЕННЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Механический ресурс реле определяется как максимальное количество циклов включения и выключения реле при максимальной указанной в каталоге частоте переключения. Электрическая нагрузка контактов отсутствует, окружающая температура соответствует нормальным условиям (+20 °С, относительная влажность воздуха около 50%).

Количественными признаками для окончания тестирования реле являются:

- повышение напряжения включения более чем на 20%;
- снижение напряжения отключения до уровня менее 10% от номинального напряжения включения;
- снижение прочности электрической изоляции на 25% от номинального значения;
- снижение прочности изоляции катушка-контакты на 10% от значения для нового реле.

Указанное в каталогах значение механического ресурса является гарантированным минимумом и обычно просто не проверяется фирмой-производителем для количества циклов более 30 миллионов. Дорогостоящее тестирование мощного реле на более длительный механический ресурс

бессмысленно, потому что мощные реле предназначены для коммутации не сигнальных цепей, а значительных мощностей, и электрический ресурс мощных реле обычно не превышает 10% от механического. Производители реле при указании в каталоге значения электрического ресурса реле ориентируются на требования стандартов, предписывающих для промышленных реле минимальный электрический ресурс, равный 100 тысяч коммутаций при полном токе контактов. Постепенно входит в обращение также новое значение стандартного электрического ресурса, равное 200 тысячам коммутаций.

Многолетние практические исследования механического ресурса реле 60-х и 70-х годов выпуска показывают, что для типичного промышленного реле с 4 переключающими контактами и микромощными нагрузками механический ресурс в среднем составляет 50...100 миллионов коммутаций (речь идет о высококачественном промышленном реле). По-видимому, это значение следует считать предельным, хотя до настоящего времени выпускаются промышленные реле, рассчитанные на механический ресурс в 1 миллиард коммутаций (эти реле разрабатывались в конце 50-х для схем релейной автоматики станков с ЧПУ).



КОРПУС ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

Корпус необходим для защиты реле от пыли, влаги и корродирующих газов, а также для электрической изоляции контактов и катушки от окружающих предметов. Корпуса изготавливаются из пластиков (полимеров), позволяющих совместить конструктивные элементы реле с электрическими изоляторами.

Каждый пластик, применяемый в электротехнике, имеет специфические параметры изоляции. Для инженеров имеют значение три параметра:

- поверхностное сопротивление и поверхностные токи утечки;
- поглощение (накопление) влаги материалом пластика;
- объемное сопротивление материала пластика.

При производстве реле применяется более десятка полимеров, каждый из которых имеет множество модификаций, например, наполнение хлопьями стекловолокна для повышения пожароустойчивости. Кроме полимеров, до сих пор широко применяются фенольные пластики, незаменимые в очень мощных реле и контакторах.

При изготовлении из пластиков деталей для мощных реле параметры изоляции определяются не только материалом пластика, но и окружением этих деталей - воздушными зазорами между контактами, накоплением токопроводящей пыли в механизме реле, конденсацией влаги на поверхности изолирующих деталей. Добавочные факторы, ухудшающие изоляцию, учитываются при конструировании реле и проверяются экспериментально. Эксперимент здесь исключительно важен, потому что точность любого математического моделирования электромеханических устройств невелика и только практическая проверка дает настоящие, точные результаты. Этим, например, и обусловлен тот факт, что удачные конструкции промышленных реле и их модификации выпускаются на протяжении многих десятков лет. Конструкция таких реле совершенствуется годами, поэтому эксплуатационники доверяют проверенным реле больше, чем самым современным конструкциям.

Для упрощения классификации все мощные реле выпускаются в соответствии с определенной категорией изоляции.

КАТЕГОРИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Стандарт определяет такие минимальные требования к изоляции, как защита персонала и оборудования от поражения электрическим током. В соответствии с этим определением электротехническое оборудование подразделяется на 5 основных классов согласно:

- учету снижения качества изоляции при наличии воздействий окружающей среды - пыли, грязи, высокой влажности воздуха, конденсации водяных паров, корродирующих газов и старения материалов;
- процессам старения и деформации в пластике, снижающим прочность изоляции;

- расстоянию между токоведущими частями по воздуху и по поверхности изоляторов (расстояние должно соответствовать применяемому в оборудовании рабочим напряжениям).

Расстояние между токоведущими частями - исключительно важный показатель, характеризующий способность электрического оборудования противостоять накоплению загрязнений на поверхности и сохранять при этом требуемое напряжение изоляции.

В таблице представлены характеристики различных категорий изоляции.

КАТЕГОРИЯ ИЗОЛЯЦИИ			
ГРУППА ИЗОЛЯЦИИ	СНИЖЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИЗОЛЯЦИЮ МОЩНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕН.	ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ДАННОЙ КАТЕГОРИИ ИЗОЛЯЦИИ
АО	малое	очень малая	радиоприемное оборудование, переносное оборудование, карманные радиостанции
A	малое	малая	измерительная техника
B	среднее	время от времени	бытовые электротехнические приборы, устройства освещения, механизм реле
C	высокое	высокая	промышленное оборудование, заводская автоматика и электротехника, реле и контакторы, КИПиА
D	очень высокое	высокая	железная дорога, метро, краны, установленное на открытом воздухе промышленное оборудование



Промышленные мощные реле выпускаются с категорией изоляции В или С. Цифра при букве категории означает рабочее напряжение, например, В250, причем одно и то же реле может соответствовать нескольким категориям изоляции при различных напряжениях эксплуатации. Чаще всего встречаются реле с категорией В400/С250 - практически это означает, что при среднем уровне загрязнений реле допустимо применять в цепях с напряжением 400 В, а в условиях больших загрязнений - только с напряжением 250 В.

Категория изоляции реле - это заводской параметр на момент поставки реле потребителю. Понижение категории изоляции может произойти, например, при перегреве

корпуса реле соседними тепловыделяющими узлами оборудования, поэтому инженеры должны прикладывать все усилия для сохранения категории изоляции как самого реле, так и проектируемого оборудования.

При наличии выбора всегда следует отдавать предпочтение реле в герметичном корпусе.

Лучшим средством для повышения напряжения изоляции электротехнического оборудования в «грязных» условиях является размещение отдельных узлов оборудования в герметичных корпусах со степенью защиты не менее IP65 (полная пыле- и брызгозащита), с вводом кабелей в корпус с помощью герметичных кабельных вводов.

КАТЕГОРИЯ (СТЕПЕНЬ) ЗАЩИТЫ СОГЛАСНО DIN 40050

КЛАСС ЗАЩИТЫ	ПЕРВАЯ ЦИФРА		ВТОРАЯ ЦИФРА
	Защита персонала от прикосновения	Защита корпуса от проникновения пыли	Защита корпуса от брызг воды
IPOO	нет защиты от прикосновения ладонью к токоведущим элементам	никакой защиты от проникновения и накопления пыли	никакой защиты от проникновения брызг воды
IP40	защита от попадания внутрь реле предметов с диаметром > 1 мм (щупы измерительных приборов);	частицы пыли с размерами > 1 мм не могут проникать внутрь реле	защита от вертикально падающих капель небольшого количества воды
IP54	полная изоляция внутренних токоведущих элементов реле от прикосновения или щупов измерительных приборов	защита от накопления опасного для функционирования количества пыли внутри корпуса реле	реле защищено от брызг воды с любой стороны
IP67		полная защита реле от проникновения пыли внутрь корпуса	допускается промывка реле после монтажа окунаем печатных плат в моющий раствор
IP68			реле выдерживает сильные перепады давления и может эксплуатироваться в безвоздушной среде

Продолжение следует.

ПОЛДЕНЬ



Профессиональный паяльный инструментарий из Германии

Микросхемы всех серий, транзисторы, диоды, тиристоры, стабилизаторы, оптроны, свето-диоды и т.д., производства СНГ и стран БАПТИИ.

Микросхемы INTEL, ATMEL, ALTERA, ANALOG DEVICES, MAXIM, MOTOROLA, Burr-Brown, IR, BOURNS, HOLTEK и т.д.

Импортные транзисторы, диоды, светодиоды и т.д.

Импортные установочные изделия: разъемы, панельки, джемперы, клемники, кабель плоский (шпейф) и т.д.

ЖКИ - дисплеи, светодиодные индикаторы.

Резисторы, потенциометры, конденсаторы.

ЧИП - компоненты

Заказы по каталогу FARNELL.

Представительство НТЦ "СИТ"

Тел./факс: (+375 17) 222-59-59, 222-52-92, 222-50-23

E-mail: polden@anitex.by

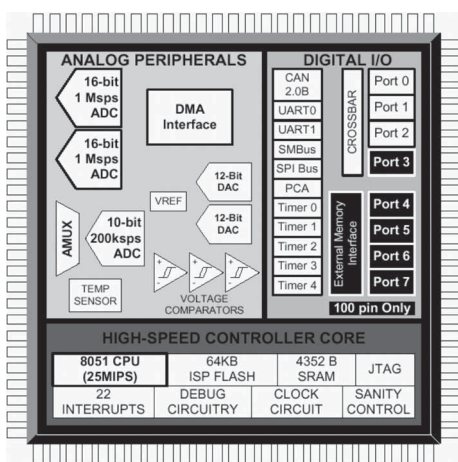
16-ТИ БИТНЫЕ АЦП ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 1 MSPS В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ CYGNAL

А.А.Шевурдин, ОДО «ПремьерЭлектрик». Тел./факс: +375-17-232-5300 E-mail: info@premier-electric.com

Наша сегодняшняя статья посвящена обзору нового семейства микроконтроллеров компании **Cygnal Integrated Products** (начало обзора микроконтроллеров **Cygnal** в номерах 1 и 2 от 2003 года).

Семейство **C8051F06x** представлено четырьмя микроконтроллерами: **C8051F060**, **C8051F061**, **C8051F062** и **C8051F063**.

Основными особенностями рассматриваемого семейства являются встроенные быстродействующие АЦП с разрешением 16 бит и контроллер интерфейса **CAN 2.0B**.



Основные характеристики семейства

ЯДРО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА:

- Высокопроизводительное ядро **CIP-51** производительностью до 25 MIPS (миллионы операций в секунду) и полностью совместимое со стандартным набором инструкций **MSM-51**

- 64 Кбайта программируемой в системе **Flash**-памяти, часть которой может использоваться и как память данных

- 4 Кбайта + 256 байт **ОЗУ**

- Расширенный обработчик до 22 векторов прерываний

- Пять 16-битных таймеров/счетчиков общего применения и дополнительный **Watch-Dog** таймер

- 8 (в **C8051F060/2**) или 4 (в **C8051F061/3**) однобайтных, 5 вольт совместимых портов

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ФУНКЦИИ:

- Три встроенных аналоговых компаратора напряжения с программируемым гистерезисом, временем срабатывания и возможностью генерации прерываний по срабатыванию каждого из компараторов независимо

- Два встроенных 12-битных ЦАП, с возможностью синхронизации выходов ЦАП с таймерами для

реализации ШИМ генератора

- Встроенный 8-канальный АЦП производительностью 200 ksp/s с разрешением 10 бит. АЦП построен на базе аналогового 9-ти канального мультиплектора. Восемь каналов мультиплектора программно коммутируются на порт **P1**, что позволяет применять АЦП в одноканальном или дифференциальном режиме преобразования. Кроме этого, существует функция «оконного детектора» с генерацией прерываний при выходе значения АЦП из диапазона значений «окна». Точность преобразования не хуже ± 1 LSB

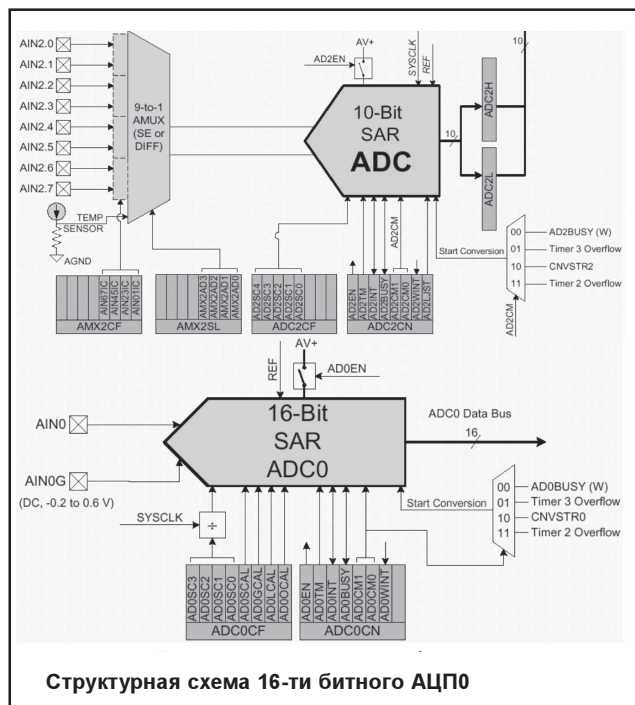
- Девятый канал аналогового мультиплектора является входом встроенного датчика температуры. Точность датчика температуры $\pm 3^\circ\text{C}$

- Возможность использования в качестве источников опорных напряжений для 10-ти битного АЦП и ЦАП: внешнего напряжения, напряжения питания ядра или встроенного источника опорного напряжения

- Два высокопроизводительных АЦП с разрешением 16 бит и производительностью до 1 миллиона преобразований в секунду (**Msps**).

- 16-ти битные АЦП могут работать независимо или совместно - в дифференциальном режиме. При независимой работе аналого-цифровое преобразование может выполняться как обоими АЦП одновременно, так и независимо друг от друга с разными частотами.

- 16-ти битные АЦП имеют отдельные выходы аналоговых входов и питания, отдельные выходы



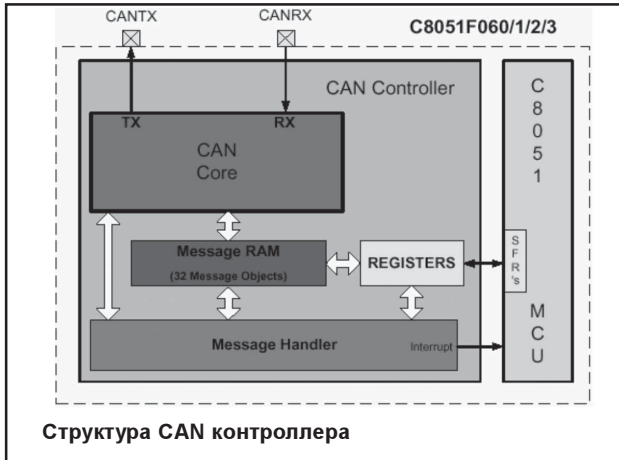
Структурная схема 16-ти битного АЦП0

опорного напряжения и начала внешнего преобразования

- Погрешность АЦП составляет $\pm 0,75 \text{ LSB}$

ИНТЕРФЕЙСЫ:

- Встроенные интерфейсы SMBus™ (I2C™ совместимый), SPI™ и два UART
- Встроенный интерфейс внешней памяти данных с мультиплексированным и не мультиплексированным режимами
- Встроенный контроллер интерфейса Bosch



CAN 2.0B на 32 сообщения, не требующий для приема/передачи дополнительного программного обеспечения или внешних схемотехнических доработок

- Интерфейс прямого доступа к памяти (DMA - DIRECT MEMORY ACCESS).

Этот интерфейс предназначен для непосредственной записи значений аналого-цифровых преобразований 16-ти битных АЦП во внутреннее или внешнее ОЗУ.

Интерфейс программируется командами в области инструкций специальных функций (SFR) – буфере инструкций. Всего может быть записано до 64 команд, которые, вместе с контроллером DMA, обеспечивают запись значений АЦП в память. Таким образом, существенно освобождаются ресурсы ядра микроконтроллера при работе 16-ти битных АЦП с высокими скоростями преобразования

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Встроенные цепи сброса и прецизионный супервизор напряжения питания
- Программируемый встроенный генератор на 25 МГц с точностью $\pm 2\%$, позволяющий микроконтроллеру «налету» переключаться между источниками

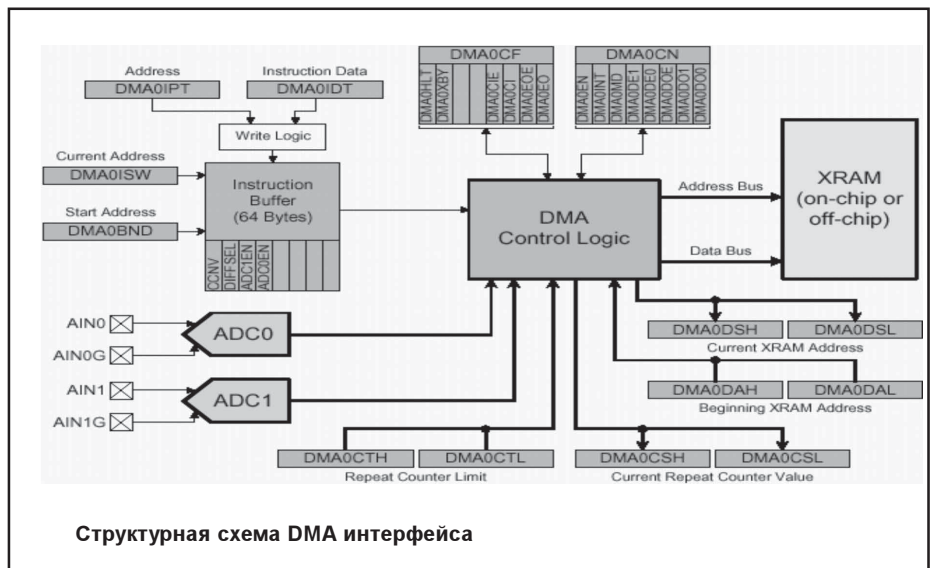
тактовых сигналов: внешний (кварц, RC-цепочка) или встроенный, и таким образом гибко регулировать потребляемую мощность

- Режим работы «в реальном времени» от таймера или счетной матрицы
- Программируемая 16-битная счетная матрица с 6-ю модулями захвата и сравнения
- Встроенный ШИМ генератор, строящийся на базе ПСМ
- Встроенная коммутационная матрица (Crossbar), позволяющая перераспределять альтернативные функции портов

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, КОРПУС И РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА:

- Напряжение питания ядра от 2,7 до 3,6 В
- Минимальное напряжение хранения ОЗУ = 1,5 В
- Токи потребления при $U_{пит}=2,7\text{В}$ $F_{такт}=25 \text{ МГц}$ – 18 мА, $U_{пит}=2,7\text{В}$ $F_{такт}=1 \text{ МГц}$ – 0,7 мА
- Микроконтроллеры Signal производятся в современных корпусах для поверхностного монтажа, занимающих минимум места на плате - 100-выводных TQFP (C8051F060/2) и 64-выводных TQFP (C8051061/3). Диапазон рабочих температур микроконтроллеров от -45°C до $+85^\circ\text{C}$. Температура хранения от -65°C до $+150^\circ\text{C}$

Для получения более подробной информации о микроконтроллерах компании Signal и продукции других производителей электронных компонентов, поставляемых нашей компанией, приглашаем Вас с 17 по 20 марта посетить наш стенд на выставке «Ав-



томатизация. Электроника. Электро», а так же наш семинар, посвященный микроконтроллерам Signal, который будет проходить 19 марта в 12:00 в актовом зале выставочного комплекса «МинскЭкспо» (г. Минск, пр. Машерова 14).

Участники семинара могут зарегистрироваться по факсу, e-mail или у нас на сайте <http://www.premierelectric.com>.



СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ

Республиканская научно-техническая библиотека предлагает специалистам ознакомиться с новыми изданиями, поступившими в фонд библиотеки:

- Бродин, В.Б. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В.Б. Бродин, А.В. Калинин.- М.: ЭКОМ, 2002.- 400 с.- (Соврем. микропроцессор. техника). (214946 004 Б 88).

Раскрываются технологии проектирования микроэлектронных систем на основе микроконтроллеров и БИС программируемой логики (ПЛИС). Описываются «ядра» MCS-51 и AVR современных микроконтроллеров, микроконвертер AdmC812 фирмы Analog Devices, семейства ПЛИС на примере изделий фирмы Altera. Исследуется проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС с использованием языка AHDL и различные средства программирования и отладки микропроцессорных контроллеров.

- Корнеев, В.В. Современные микропроцессоры / В.В. Корнеев, А.В. Киселев.- 2-е изд.- М.: Нолидж, 2000.- 315 с. (183867 681.3 К 67).

Рассматриваются основные типы сверхбольших интегральных схем, используемых при построении персональных компьютеров, рабочих станций и суперЭВМ. Анализируются основные идеи построения суперскалярных микропроцессоров, микропроцессоров с длинным командным словом, а также перспективных мультискалярных микропроцессоров. Приводятся описания универсальных микропроцессоров ведущих зарубежных компаний.

- Микроэлектронные компоненты. Изделия электронной техники. Услуги: Кат. / НПО «Интеграл».- Мн., 2002.- 140 с. (212779 621.3 К 63).

Включены обозначения, аналоги, функциональное назначение, тип корпуса, характеристики и параметры серийно выпускаемых, осваиваемых и разрабатываемых предприятиями объединения «Интеграл» четырехразрядных однокристалльных, КМОП однокристалльных 8-разрядных и КМОП однокристалльных интерфейсных БИС 16-разрядных микроконтроллеров, 16-разрядных КМОП микропроцессоров, 16-разрядных КМОП микропроцессорных комплектов, драйверов и контроллеров ЖК-индикаторов.

- Пухальский, Г.И. Проектирование микропроцессорных систем: Учеб. пособие для вузов / Г.И. Пухальский.- СПб.: Политехника, 2001.- 244 с. (210951 004 П 90).

Характеризуются принципы работы микропроцессоров 8080, 8086 / 8088 и арифметического сопроцессора 8087. Описываются программные методы ввода-вывода с кэшированием и без, по прерыванию и по прямому доступу к памяти. Приводится описание и применение БИС RAM, EPROM и FIFO различных зарубежных фирм, а также интерфейсных БИС, разработанных фирмой Intel для аппаратной поддержки микропроцессоров.

- Ровдо, А.А. Микропроцессоры от 8086 до Pentium III Xeon и AMD-K6-3 / А.А. Ровдо.- М.: ДМК Пресс, 2000.- 592 с.- (Для программистов). (185606 681.3 Р 58).

Содержится последовательное описание архитектуры, системы команд, а также некоторых тонкостей программирования широко используемых в настоящее время мик-

ропроцессоров архитектуры x86.

- Старостин, О.В. Зарубежные микропроцессоры и их аналоги: Справ.- кат.: В 10 т. / О.В. Старостин.- М.: РадиоСофт, 2001.

T.1.- 544 с. (202739 681.3 С 77). Приводятся основные электрические и эксплуатационные параметры микропроцессоров, выпускаемых в настоящее время зарубежными фирмами. Микропроцессорные интегральные схемы классифицированы по архитектурным направлениям (CISC-, RISC-архитектуры и транспьютеры) и по разрядности обрабатываемых команд и данных (от 1 до 64 бит).

T.2.- 574 с. (201776 681.3 С 77). Отражаются параметры 4- и 8- разрядных микроконтроллеров с максимальной тактовой частотой до 2.1 МГц.

T.3.- 574 с. (205311 681.3 С 77). Характеризуются 8-разрядные микроконтроллеры с максимальной тактовой частотой от 2.1 до 12 МГц.

T.4.- 574 с. (205318 681.3 С 77). Характеризуются 8-разрядные микроконтроллеры с максимальной тактовой частотой от 12 до 25 МГц.

Во всех томах приводятся цоколевки, типы корпусов, рекомендуемые замены микроконтроллеров и перечень фирм-изготовителей.

- Шпаковский, Г.И. Параллельные микропроцессоры для цифровой обработки сигналов и медиа данных / Г.И. Шпаковский.- Мн.: БГУ, 2000.- 196 с. (184351 681.3 Ш 83).

Излагаются основные архитектуры параллельных процессов и систем, параллельные алгоритмы. Описываются способы оптимизации параллельных программ и методы размещения данных в памяти. Дается трактовка архитектуры, системы команд, организации вычислений в параллельных микропроцессорах компаний Intel, Texas Instruments, Analog Devices, Philips, построенных на принципах VLIW, SIMD и транспьютероподобных мультипроцессоров.

(в скобках указаны шифры хранения изданий в библиотеке)

Напоминаем, что издания не продаются!

Документы предоставляются для работы в читальных залах бесплатно!

Ознакомиться с изданиями, заказать копии отдельных фрагментов документа можно по адресу: г. Минск, пр. Машерова, 7, РНТБ, читальный зал научно-технической литературы (к. 603), тел. (017) 226-61-88. Дополнительную информацию по интересующей теме можно найти в электронном каталоге книг и периодических изданий РНТБ по адресу <http://rntbcat.org.by>.

Организации, которые заключили с РНТБ Договор на библиотечно-информационное обслуживание могут воспользоваться услугой МБА и заказать издания для своих специалистов по телефону (017) 223-32-41.

В рамках Договора РНТБ оказывает информационную поддержку предприятиям и организациям различных форм собственности и предоставляет более 70 платных библиотечно-информационных услуг.

Справки по вопросам заключения договора и записи в РНТБ можно получить тел. (017)223-31-07 или на сайте библиотеки в сети Интернет www.rlst.org.by.



МИКРОПОТРЕБЛЯЮЩИЕ АНАЛОГОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФИРМЫ MICROCHIP

Дмитрий Коваленко, УП «Альфасофт». E-mail: alfachip@open.by

В последнее время широкое применение получили разнообразные переносные приборы с батарейным питанием: кассовые аппараты, детекторы валют, медицинские диагностические устройства и т.д.

В связи с этим у разработчиков радиоэлектронной аппаратуры возникает необходимость применения низкочастотных компонентов. Фирма MICROCHIP производит ряд аналоговых компонентов с микропотреблением, которые в сочетании с се-

вход CS, позволяющий производить оперативное отключение микросхемы и перевести ее выход в высокоомное состояние.

Из микросхем АЦП заслуживает внимания MCP3221. MCP3221 - 12-разрядное АЦП последовательного приближения с интерфейсом I2C. Поддержка высокоскоростного режима шины I2C (400кГц) позволяет выполнять оцифровку со скоростью до 22.3ksp/s. MCP3221 требует однополярного напряжения питания от 2.7В до 5.5В, имеет внутренние схе-

Операционные усилители

Part#	#per Package	GBWP	Iq typ,na	Vos Max,mV	Operating Voltage,V	Temp. Range	Features	Packages
MCP6041	1	14kHz	600	3	1.4 to 5.5	-40 to 85	Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6042	2	14kHz	600	3	1.4 to 5.5	-40 to 85	Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6043	1	14kHz	600	3	1.4 to 5.5	-40 to 85	Rail-to-rail/CS	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6044	4	14kHz	600	3	1.4 to 5.5	-40 to 85	Rail-to-rail	14-pin,PDIP,SOIC,TSSOP

Компараторы

Part#	#per Package	Iq typ,ha	Vos Max,mV	Operating Voltage,V	Temp.Range	Features	Packages
MCP6541	1	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Push-Pull, Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6542	2	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Push-Pull,Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6543	1	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Push-Pull,Rail-to-rail/CS	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6544	4	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Push-Pull, Rail-to-rail	14-pin,PDIP,SOIC,TSSOP
MCP6546	1	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Open Drain,9V,Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6547	2	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Open Drain,9V,Rail-to-rail	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6548	1	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Open Drain,9V,Rail-to-rail,CS	8-pin,PDIP,SOIC,MSOP
MCP6549	4	1000	5	1.8 to 5.5	-40 to 85	Open Drain,9V,Rail-to-rail	14-pin,PDIP,SOIC,TSSOP


мейством NanoWatt микроконтроллеров 18F1320/2320/4320 позволяют решить практически все схемотехнические задачи.

Семейство операционных усилителей MCP604X имеет невысокую стоимость и хорошие технические характеристики, что позволяет снизить стоимость разрабатываемого прибора продлить срок службы батарей питания. Микросхемы этого семейства работают в диапазоне напряжений 1,4...5,5 В, имеют полосу пропускания 14 кГц, типовой ток потребления 600 нА, а так же имеет rail-to-rail вход и выход. В семействе есть специализированная модель – MCP6043 с дополнительным входом CS. Наличие на этом входе высокого уровня выключает ОУ и переводит его выход в высокоомное состояние, что особенно важно для приборов с батарейным питанием.

Для построения схем с обратной связью хорошо подходят автономные компараторы семейства MCP654X. Микросхемы этих серий работают при напряжениях питания начиная от 1.6 В, типовой ток потребления 600 нА, типовое значения задержки распространения сигнала 4 мкс. Микросхемы MCP6541/2/3/4 имеют выход push-pull, а микросхемы MCP6546/7/8/9 – открытый сток, что позволяет подключать к выходу цепи с напряжением до 10В. MCP6543 и MCP6548 имеют дополнительный

мы выборки и хранения измеряемого сигнала, а также синхронизации преобразования.

Получить более подробную информацию о возможности применения продуктов фирмы MICROCHIP, а также заказать опытные образцы можно у авторизованного представителя в Беларуси – УП «АЛЬФАСОФТ» по т/ф (+375 17) 209 80 45, 284 43 33, а также E-mail: alfachip@open.by или на сайтах: www.microchip.ru и www.alfachip.com.



Автоматическая антивирусная проверка всей почты
Уведомление на пейджер или GSM о поступлении новой почты
Подключение локальных сетей и почтовых доменов, включая MS Exchange
Всегда не менее 20% свободных входных линий
Четыре модемных пула.
Протокол V.90

Network Systems ISP
220013, г. Минск, ул. 2-я Шестая линия, д. 9. Тел./факс: 283 17 11
E-mail: info@nsys.by Web: <http://nsys.by>

МОДЕЛИРОВАНИЕ MOSFET И IGBT ТРАНЗИСТОРОВ С ПОМОЩЬЮ SPICE

А.И. Колпаков, ведущий специалист ООО «Мега-Электроника». E-mail: kai@megachip.ru

Продолжение. Начало в № 4-12, 2002, 1,2003

Симулятор аналоговых схем SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) был разработан в начале 70-х годов в Калифорнийском университете. Программа стала мировым стандартом в области моделирования аналоговых электронных устройств. Принятые в ней принципы описания математических моделей используется многими аналогичными программами (например Micro-Cap V), а формат входного языка SPICE поддерживается большинством пакетов САПР (OrCad, PCAD, ACCEL EDA, TangoPRO и др.).

Первая коммерческая версия программы PSpice для IBM, в которую был внесен ряд улучшений и дополнений, была создана в 1984 г. корпорацией MicroSim и с тех пор это наиболее популярная программа для анализа аналоговых и цифро-аналоговых устройств.

Одним из важнейших применений данной программы является анализ мощных импульсных схем, которые приобретают все большее распространение с появлением силовых MOSFET и IGBT транзисторов. Импульсные источники питания, силовые инверторы и конвертеры, силовые привода – это устройства, для обеспечения надежности которых необходим тщательный анализ режимов работы. Такой анализ возможен только с помощью компьютерного моделирования, точность расчета которого определяется достоверностью математических моделей входящих элементов.

MOSFET

Стандартные SPICE-модели MOSFET изначально были разработаны для полевых транзисторов малой мощности. По ряду параметров они оказались непригодны для анализа мощных МОП ПТ с вертикальной структурой. Главным недостатком встроенных моделей является недостоверная аппроксимация зависимости паразитных емкостей (и заряда затвора) от напряжения сток-исток. Для того чтобы схемы, использующие мощные MOSFET транзисторы,

можно было моделировать на PSpice, фирма International Rectifier предложила ряд модификаций, приближающих характеристики моделей к параметрам реальных транзисторов. Впервые усовершенствованную модель вертикального полевого транзистора предложил S. Malouyans¹.

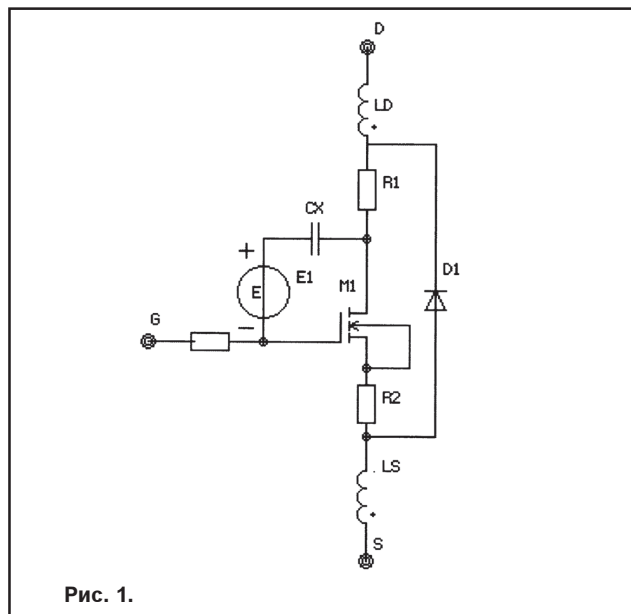


Рис. 1.

Основными параметрами, определяющими поведение мощного MOSFET транзистора при переключении, является емкость сток-затвор (емкость Миллера) и характеристики внутреннего (body) диода, особенно время его обратного восстановления trr. При использовании транзисторов, внутренний диод которых имеет большое соотношение двух внешних быстрых диодов. MOSFET транзисторы третьего поколения фирмы International Rectifier имеют малое время обратного восстановления диода, что позволяет использовать эти транзисторы в полумостовых и мостовых схемах без подключения внешних быстрых диодов.

Для расчета также важное значение имеют паразитные параметры корпуса, в частности индуктивность истока (Is на рис. 1), которая во многом определяет максимальную скорость переключения.

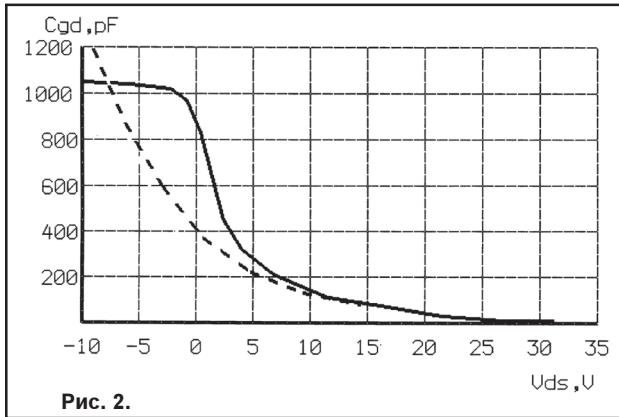
S. Malouyans в своей модели (рис. 1) постарался учесть нелинейную зависимость емкости Миллера от напряжения сток-исток и паразитные индуктивности. Емкость сток-затвор в ней представлена в виде масштабного конденсатора Cx, последовательно соединенного с источником напряжения E1, управляемым напряжением сток-исток и имеющим полиномиальную зависимость высокого порядка. Комбинация Cx и E1 эмулирует поведение емкости Cgd в реальном приборе. Такая модель позволяет производить расчеты с достаточно высокой степенью приближения, однако точность аппроксимации емкости оставляет желать лучшего.

Стоимость пакетов на 30 дней

Ночной (22:00 - 8:00)	23460
Домашний (1 час в день в любое время)	24990
Ночной+ (22:00 - 8:00 + сб., вс.)	30600
Домашний+ (1 час в день в любое время + сб., вс.)	40800
Деловой (2 часа в день в любое время)	40800
Люкс (3 часа в день в любое время)	70380
Деловой+ (2 часа в день в любое время + сб., вс.)	51000
Люкс+ (3 часа в день в любое время + сб., вс.)	81600
Дополнительный почтовый ящик	6630

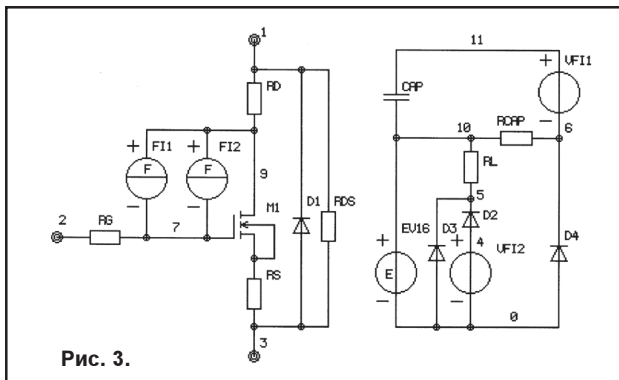
Для читателей журнала подключение бесплатное!

Кроме того расчет коэффициентов полинома для каждого транзистора также представляет известные трудности. На рис.2 приведены для сравнения реальный (сплошной) и расчетный (пунктирный) графики зависимости емкости сток



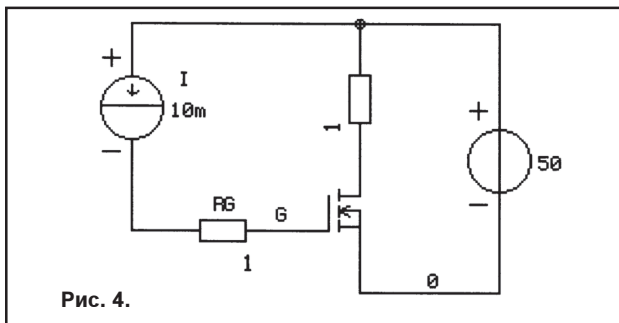
– затвор от напряжения для транзистора IRF730.

В 1997 г. фирма International Rectifier приступила к выпуску полевых транзисторов 5 поколения, в которых за счет совершенствования технологии основные парамет-

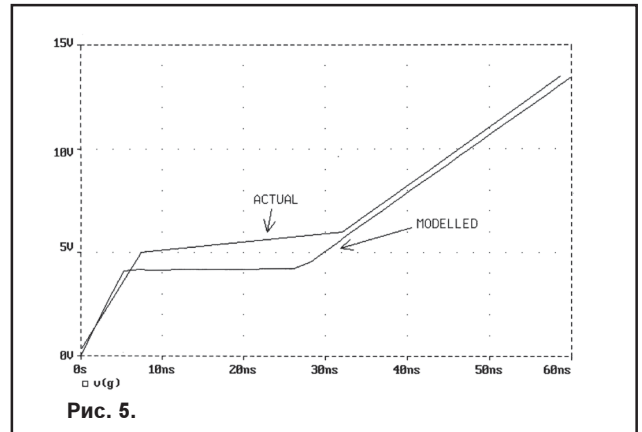


ры (и t_{tr} в том числе) улучшены на 30-50%. Для учета этих особенностей и для повышения точности моделирования фирмой предложена новая модель, учитывающая все основные особенности транзисторов. Схема модели приведена на рис.3.

Стандартная модель M1 Шихмана-Ходжеса², включенная в схему, имеет нулевые емкости, зависящие от напряжения: CBD (подложка-сток), CBS (подложка-исток), CGBO (затвор – подложка). Поведение при обратном восстановлении обеспечивается диодом D1, а нелинейная зависимость емкости сток – затвор формируется специальной под схемой, также приведенной на рис.3. Для точного воспроизведения эффекта Миллера между затвором и сто-



ком включены источники тока FI1 и FI2, управляемые током независимых источников VF12 и VF11. Эти источники имеют нулевое напряжение и используются, как датчики тока. Входным напряжением EV16 для подсхемы является напряжение сток – затвор.

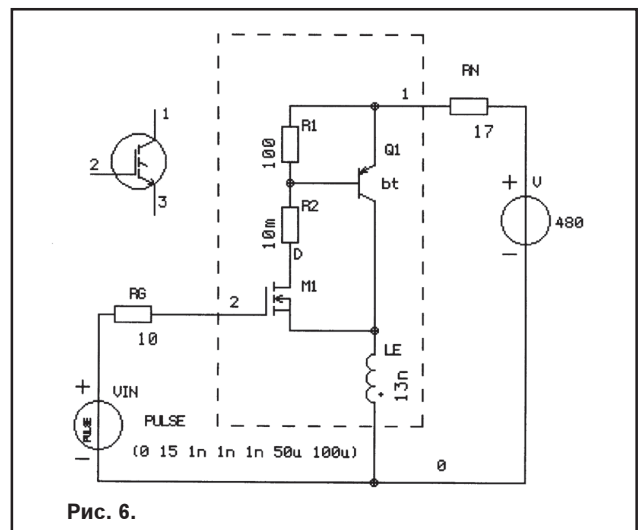


Для оценки предлагаемой модели мы воспользовались графиком зависимости полного заряда затвора от напряжения на затворе $Q_g = f(V_{GS})$, поскольку динамические характеристики транзистора обусловлены зарядом затвора в гораздо большей степени, чем емкостью C_{GS} . В качестве испытуемого выберем транзистор IRF640, имеющий полный заряд затвора 60нК.

На тестовой схеме, приведенной на рис.4, полевой транзистор включается от источника тока I. Напомним, что заряд затвора определяется произведением тока затвора на время:

$$Q_g = I_g \cdot t$$

Таким образом при питании цепи затвора от источника стабильного тока, заряд затвора изменяется пропорционально времени. Ток I_g является масштабным коэффициентом и выбрав его соответствующим образом можно получить градуировку по оси абсцисс в ns, соответствующих nQ. Сравнительные



характеристики заряда затвора для реального транзистора (ACTUAL) и модели (MODELLED) приведены на рис. 5.

Как видно из графиков, показанная модель очень достоверно воспроизводит нелинейный характер зависимости заряда затвора от напряжения, что позволяет моделировать динамические характеристики схем с MOSFET транзисторами с высокой степенью точности.

IGBT

Появление достоверных моделей MOSFET транзисторов делает возможным разработку макромодели транзистора IGBT. Insulated Gate Bipolar Transistor, так расшифровывается аббревиатура IGBT, появились не так давно – в конце 80х годов. Структурно IGBT представляет собой мощный высоковольтный PNP (Q1) транзистор, управляемый от низковольтного МОП транзистора (M1) с индуцированным каналом через высоковольтный N-канальный полевой транзистор. На эквивалентной схеме, приведенной на рис.6, N-канальный транзистор опущен, т.к. его характеристики практически не влияют на характеристики IGBT.

Новая технология позволила соединить в одном элементе достоинства полевых и биполярных транзисторов. У IGBT практически отсутствуют входные токи, они имеют хорошие динамические характеристики, не уступающие MOSFET. В то же время потери у них растут пропорционально току, а не квадрату тока, как у полевых транзисторов. Максимальное напряжение IGBT ограничено только технологическим пробоем и уже сегодня выпускаются транзисторы с рабочим напряжением 1700В. При этом напряжение насыщения не превышает 2-3В в рабочих режимах. Основным недостатком IGBT транзисторов пока остаются высокие динамические потери, что снижает допустимый ток коллектора на частотах выше 10кГц. Объясняется это наличием так называемого «хвоста» – остаточного тока базы биполярного транзистора после закрывания полевого. Поскольку база PNP недоступна, невозможно его активное запираение.

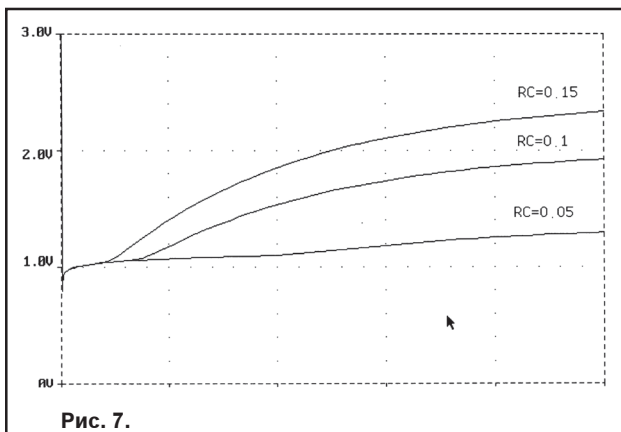


Рис. 7.

Параметры IGBT транзисторов в основном определяются именно характеристиками «полевой части». Скорость включения и выключения, заряд затвора, динамические емкости и входные токи – это свойства входного MOSFET транзистора. «Биполярная часть» IGBT влияет, в основном, на напряжение насыщения и скорость нарастания и спада выходного тока.

Рисунок символа IGBT, схема макромодели (обведено пунктиром) и тестовая схема для испытаний приведена на рис.6.

Методику разработки математической модели IGBT рассмотрим на примере транзистора IRGPC40F фирмы International Rectifier (IR). Напряжение питания 480В – это напряжение коллектора, при котором нормируются характеристики транзистора. Резистор нагрузки R=17Ом устанавливает нормированный ток коллектора, равный 27А.

1. Из библиотеки моделей MOSFET транзисторов фирмы IR выбирается транзистор, характеристики заряда затвора которого наиболее точно соответствуют аналогичным характеристикам IGBT. Таким транзистором является проверенный нами в предыдущем разделе IRF640. На рис.5. приведена реальная и промоделированная зависимость заряда затвора от напряжения на затворе.

2. В описании модели IRF640 необходимо исключить диод D1.

3. Большинство характеристик биполярного транзистора, принятых в Pspice по умолчанию, подходят для данной модели. Для настройки нам могут понадобиться следующие параметры:

ISE – обратный ток эмиттерного перехода (влияет на напряжение насыщения V_{on});

RC – Объемное сопротивление коллектора (влияет на напряжение насыщения V_{on});

TRC1 – Температурный коэффициент RC;

TF – Время переноса заряда (влияет на скорость включения/выключения).

4. Настраивается напряжение открытого транзистора V_{on} . Для этого можно варьировать величину сопротивления R2, но в этом случае невозможно смоделировать температурную зависимость напряжения насыщения. Поэтому R2 примем равным 0.01Ом, а

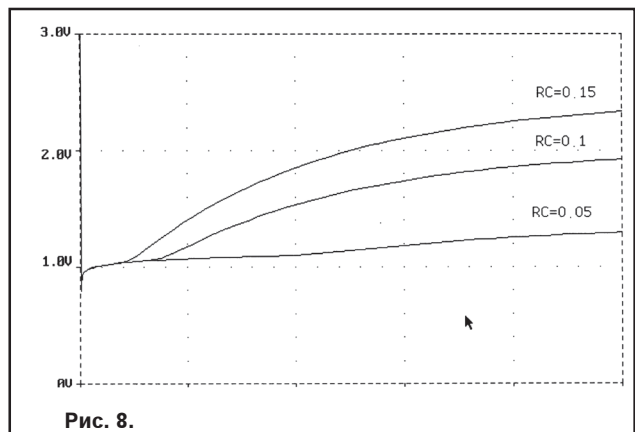


Рис. 8.

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

В 2002 году издательство «Постмаркет» выпустило книгу в двух томах «Проектирование цифровых устройств» Дж. Уэйкерли объемом 1087 страниц.

На протяжении последних трех десятилетий остается справедливым закон Мура (Moore's Law), согласно которому полупроводниковая техника развивается экспоненциально. Эксперты предсказывают, что это будет продолжаться, по крайней мере, в течение еще одного десятилетия. Когда только появились интегральные схемы, в одном корпусе было порядка дюжины транзисторов. Сегодня в результате экспоненциального роста плотности упаковки микропроцессоры преодолели отметку в 10 миллионов транзисторов на один кристалл. Менее чем через 10 лет это число достигнет 100 миллионов.

Чтобы соответствовать закону Мура, радикально изменились методы проектирования. Когда-то разводка логических схем вручную была нормой. Сегодня схема возникает в результате описания ее проектировщиком на языке высокого уровня. Соединения, выполнявшиеся ранее на плате с помощью печатного монтажа, теперь оказались перенесенными внутрь кристалла. Применение принципов программируемой логики позволяет модифицировать логические функции, реализуемые данным кристаллом, и соединения в нем, не вынимая его из схемы, в которой он используется.

Как должна реагировать система образования на требования закона Мура? Что нужно сделать, чтобы студенты могли воспользоваться приобретенными навыками сегодня и имели возможность приспособить их завтра к устройствам будущих поколений? Именно с этой проблемой столкнулся Джон Уэйкерли, когда приступал к работе.

Его подход многогранен. Он основан на исходных принципах цифровой электроники, не меняющихся с развитием технологии, состоящих в рассмотрении комбинационных и последовательностных логических схем и конечных автоматов. Уэйкерли совмещает эти принципы со средствами и практическими приемами проектирования современных устройств. Его подход включает применение таких языков проектирования, как ABEL и VHDL, представление проекта в виде схемы, состоящей из больших структурных блоков, и реализацию проекта средствами программируемой логики. Успех проектирования в значительной степени определяется применением этих методов.

Самая трудная задача состоит в том, чтобы помочь учащимся адаптироваться к неизбежному предстоящим изменениям. Уэйкерли решает эту задачу, раскрывая то, что происходит на уровнях, лежащих ниже уровня логики. Так, например, он приводит транзисторные схемы вентиляей и применяет их при рассмотрении вопросов, относящихся к временным задержкам и шумам. Вентили могут становиться более быстрыми и компактными, работать с другими управляющими напряжениями, но как гарантировать их правильное и надежное функционирование — это как раз то, о чем пойдет речь. Изучая характеристики, ограничения и условия, приводящие к сбою, мы оказываемся способными учесть их на стадии проектирования. Рассматривая в качестве примера различные варианты решения тех или иных задач, мы узнаем, чего стоят компромиссы, и как можно судить о качестве проекта. Благодаря этому наши на-

выки проектирования останутся пригодными и с появлением новых технологий.

Подход Уэйкерли замечателен также формой подачи материала, которая редко встречается в университетских учебниках. Читатель быстро оценит эффективность графического представления, забавный стиль изложения и поучительный характер упражнений.

Закон Мура обрекает учебники на короткую жизнь. А вот учебник Уэйкерли является классическим.

Эта книга предназначена для тех, кто хочет проектировать и создавать реальные цифровые устройства. В ее основе лежит следующая основная мысль: чтобы достичь желаемой цели, необходимо овладеть принципами, но в то же время нужно иметь представление о том, как эти принципы реализуются на практике. Таким образом, «принципы и практика» являются предметом рассмотрения.

Материал этой книги пригоден в качестве учебника по *вводному курсу (introductory course)* цифровой электроники для студентов, специализирующихся в области электроники, вычислительной техники и информатики (computer science). Те, кто не знаком с *основ-*

ными понятиями электроники (electronics concepts) и не интересуется поведением цифровых устройств с точки зрения протекающих в них электрических процессов (например, студенты, специализирующиеся в области информатики), могут при желании пропустить главу 3; остальной материал изложен в книге независимо от содержания этой главы в той мере, в какой это было возможно. С другой стороны, тот, *кто владеет* основами электроники и хочет быстро освоить цифровую технику, может сделать это, прочтя главу 3. Студенты, у *которых нет* начальных сведений по электронике, могут ознакомиться с ними по бесплатному распространяемому 20-страничному пособию Флейшера «*Электрические цепи в кратком изложении*» (M. Fleisher. *Electrical Circuits Review*), имеющемуся на Web-сайте данной книги по адресу: www.ddpp.com.

Хотя уровень изложения в этой книге ориентирован на начальное изучение, содержащийся в ней материал выходит далеко за рамки того, что может быть включено в типичный вводный курс

Несомненно, кто-то воспользуется этой книгой в рамках *продвинутого курса (advanced course)* или в *лабораторном практикуме (laboratory course)*. Подготовленные студенты захотят пропустить начало и сразу поискать самое интересное. Если вы знакомы с основными идеями цифровой электроники, то для вас самыми важными и интересными в этой книге будут разделы, посвященные языкам описания схем (или: языкам описания аппаратуры; hardware description languages, HDLs) ABEL и VHDL, знакомые с которыми вы обнаружите, что пройденные вами ранее курсы программирования в большой степени подготовили вас к проектированию цифровой аппаратуры.

Специалист, уже работающий в области проектирования цифровых устройств (working digital designer), может воспользоваться этой книгой в качестве справочника для самообразования, причем сами такие специалисты бывают двух категорий: *новички и профессионалы старой закалки*.

Если вы только что приступили к практической работе



по разработке и созданию цифровых устройств и прошли в университете «очень теоретический» курс цифрового проектирования, то вам следует сосредоточить внимание на главах 3, 5, 6 и 8—11, чтобы подготовиться к встрече с реальным миром.

Если у вас уже есть определенный опыт, вам, возможно, не нужны все «упражнения на применение», содержащиеся в этой книге, но принципы, изложенные в главах 2, 4 и 7, могут направить ваши мысли в нужном направлении, а содержащиеся там рассуждения о том, что важно, а что - нет, быть может, избавят от чувства вины за то, что вы не пользовались картами Карно на протяжении 10 лет. Примеры в главах 6, 8 и 9 дадут вам новое представление о многообразии методов проектирования и возможность судить об их достоинствах и недостатках. Наконец, описание на языках ABEL и VHDL и примеры, которыми усеяны главы с 4 по 9, могут послужить первым систематическим введением в технику проектирования на основе языков описания схем.

Всем читателям стоит обратить особое внимание на исчерпывающий предметный указатель и на элементы текста, выделенные курсивом; с помощью этого последнего приема я хотел бы привлечь внимание читателя к определениям и к тем случаям, когда предмет обсуждения является важным.

Ниже кратко изложено содержание одиннадцати глав этой книги. Это может напомнить вам тот раздел руководства по программному обеспечению, который обычно носит название: «Для тех, кто терпеть не может читать инструкции и наставления». Возможно, что после того, как вы ознакомитесь с этим перечнем, вам не нужно будет читать все остальное в этой книге.

- В главе 1 приводятся несколько исходных определений и формулируются основные правила, согласно которым в этой книге принимаются решения о том, что считается важным, а что - нет.

- Глава 2 является введением в двоичную систему чисел и двоичные коды. Читателю, уже знакомому с двоичной системой чисел по курсам программирования, все же стоит прочесть параграфы 2.10-2.13, чтобы получить представление о том, какую роль двоичные коды играют в аппаратуре. Для подготовленных студентов хорошим введением в коды, исправляющие ошибки, будут параграфы 2.14 и 2.15. Всем следует прочесть раздел 2.16.1; этот материал используется в примерах проектирования цифровых устройств в главе 8.

- В главе 3 по принципу «Вот все, что вы хотели бы знать об этом» рассматривается работа цифровых схем, причем главный упор делается на внешние электрические характеристики логических элементов. Исходными являются такие основные понятия электроники, как напряжение, ток и закон Ома; те, кому этот материал не знаком, могут при желании обратиться к упомянутому выше учебному пособию «*Электрические цепи в кратком изложении*». Если вам не интересно, как именно функционируют реальные схемы, или вы можете позволить себе роскошь поручить грязную работу кому-то другому, то эту главу можно пропустить.

- Глава 4 посвящена принципам проектирования комбинационных логических схем и содержит алгебру переключений, а также анализ, синтез и минимизацию комбинационных схем. В конце этой главы появляются началь-

ные сведения о языках ABEL и VHDL.

- Глава 5 начинается с обсуждения стандартов для документации на цифровые системы, что, возможно, является самым важным для честолюбивых проектировщиков, когда они только приступают к практической работе. Затем в этой главе читатель знакомится с программируемыми логическими устройствами (ПЛУ; programmable logic devices, PLDs), причем здесь его внимание оказывается сосредоточенным на возможности реализации с помощью таких устройств комбинационных логических функций. Остальная часть этой главы посвящена часто используемым комбинационным логическим функциям и их применениям. Для каждой из этих функций описаны стандартные интегральные схемы (ИС) средней степени интеграции, программы на языке ABEL, позволяющие реализовать эти функции с помощью ПЛУ, и модели на языке VHDL.

- Глава 6 представляет собой коллекцию примеров конструирования более сложных комбинационных устройств. В каждом из примеров показано, как можно реализовать данное устройство на основе ИС средней степени интеграции (в тех случаях, когда это имеет смысл), описать его на языке ABEL, имея в виду реализацию с помощью ПЛУ, или на языке VHDL, когда намечено применение кристаллов CPLD или FPGA.

- Глава 7 знакомит с принципами проектирования последовательностных логических схем, начиная с защелок и триггеров. В этой главе упор сделан на анализ и расчет тактируемых синхронных конечных автоматов. Для смелых и отважных эта глава содержит введение в теорию схем классического образца (fundamental mode circuits), а также анализ и расчет последовательностных схем с обратной связью. Заканчивается глава параграфами, в которых речь идет о возможностях, предоставляемых языками ABEL и VHDL при проектировании последовательностных схем.

- Глава 8 целиком посвящена практическим аспектам проектирования последовательностных схем. Как и ранее в главе 5, внимание читателя в этой главе сосредоточено на часто используемых функциях и приведены примеры применения ИС средней степени интеграции, языка ABEL при реализации в ПЛУ и языка VHDL. В параграфах 8.8 и 8.9 обсуждаются неизбежные препятствия на пути создания идеального, абсолютно синхронного устройства, и здесь читатель лицом к лицу сталкивается с важной проблемой: как жить синхронно в асинхронном мире?

- Глава 9 является собранием примеров проектирования конечных автоматов и более сложных последовательностных схем. В каждом примере показано, как решить задачу, составляя программу на языке ABEL при реализации в ПЛУ или на языке VHDL, когда имеется в виду использование кристаллов CPLD или FPGA.

- Глава 10 служит введением в запоминающие устройства и программируемые матричные интегральные схемы типа CPLD и FPGA. Материал, посвященный устройствам электронной памяти, охватывает ПЗУ и статические и динамические ОЗУ, включая их внутреннюю структуру и функциональное описание. Последние два параграфа знакомят с архитектурой кристаллов CPLD и FPGA.

- В главе 11 рассмотрено несколько вопросов смешанного характера, относящихся к практической реализации цифровых проектов и представляющих интерес для разработчиков. Когда я начинал писать эту книгу и думал, что ее объем составит 300 страниц, эта глава была включена в



план для того, чтобы «раздуть» основной материал до более впечатляющих размеров. Теперь очевидно, что книга и без того получилась довольно объемной, но то, что вошло в эту главу, все равно полезно.

В большинстве глав имеются ссылки на литературу, упражнения и задачи. Упражнения, как правило, предусматривают быстрый ответ, который можно непосредственно найти в изложенном материале; часто вопрос просто бывает задан другими словами. Задачи могут потребовать чуть большего усилия мысли. Особенно много упражнений в главе 3, и их назначение состоит в том, чтобы облегчить учащемуся, не специализирующемуся в области электроники, постепенно освоить этот материал.

Фирма Xilinx, Inc. (Сан-Хосе, шт. Калифорния; San Jose, CA 95124) любезно разрешила поместить в конце этой книги два компакт-диска, содержащих программный продукт этой фирмы Foundation Express, предназначенный для проектирования цифровых устройств. Это всеобъемлющий программный продукт, включающий компилятор языка ABEL, трансляторы языков VHDL и Verilog, графический редактор схем и средства моделирования. В значительной степени это программное обеспечение базируется на популярных пакетах Active-CAD™ и Active-HDL™ фирмы Aldec, Inc. Прилагаемый к книге пакет программ включает также программный продукт FPGA Express™ фирмы Synopsys, позволяющий реализовать проекты цифровых устройств на кристаллах CPLD и FPGA с использованием языков ABEL, VHDL и Verilog; помещенная здесь версия поддерживает кристаллы, производимые фирмой Xilinx.

Учебный пакет позволяет создавать проекты, содержащие до 20000 вентилей и размещаемые в одном кристалле. За небольшую плату вы можете получить доступ в режиме online к исчерпывающему набору учебников фирмы Xilinx и к двум ее отличному лабораторным руководствам по адресу: www.prenhall.com/xilinx. Эти и другие ресурсы на данном сайте помогут вам воспользоваться программными средствами Foundation.

Даже в том случае, если вы не готовы создавать собственные оригинальные проекты, вы можете воспользоваться программными средствами Foundation, чтобы проверить или видоизменить любой из примеров в данном учебнике, поскольку исходный текст всех программ имеется на Web-сайте этой книги, о чем сказано ниже.

На специальном Web-сайте этой книги www.ddpp.com размещено много вспомогательного материала. Учтясь прежде всего будут интересовать листинги программ всех примеров, приведенных в этой книге, написанных на языках C, ABEL и VHDL. Кроме того, имеются заархивированные (архиватором ZIP) директории проектов, созданных в программной среде Foundation, включающие не только исходные тексты на языках ABEL и VHDL, но также схемы, созданные средствами графического редактора схем, которыми можно воспользоваться для моделирования в ряде примеров.

На Web-сайте DDPP имеется раздел «живых» ссылок, включающий указатели на многие полезные сайты, которые вы можете использовать в качестве отправной точки в собственном независимом приобретении знаний.

На Web-сайт перенесены два приложения из предыдущих изданий - «Электрические цепи в кратком изложении» Брюса М. Флейшера и «Стандартные обозначения IEEE (IEEE Standard Symbols)». При выполнении студентами лабораторного практикума для них может оказаться полезным компактный четырехстраничный справочник по цоколевке интегральных микросхем, который в

предыдущих изданиях размещался с внутренней стороны обложки.

На Web-сайте DDPP имеется еще одна вещь, которая может понравиться или не понравиться студентам, - это новые задачи, постепенно собираемые автором в процессе преподавания цифровой электроники в Станфордском университете при содействии всех заинтересованных.

На Web-сайте DDPP имеются дополнительные материалы, предназначенные только для преподавателей. Эта часть сайта защищена паролем. Если вы собираетесь ею воспользоваться, то, пожалуйста, учтите, что вам понадобится неделя на получение регистрационного имени и пароля путем выполнения указанной на сайте процедуры.

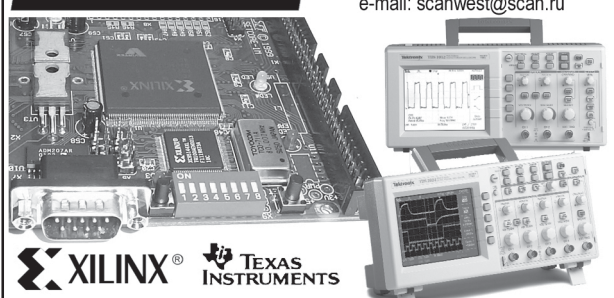
В предназначенной для преподавателей части сайта содержатся файлы со всеми рисунками и таблицами этой книги. Вы можете непосредственно воспользоваться этими файлами для изготовления демонстрационных слайдов или включить отобранный материал в ваши собственные иллюстрации.

Более половины задач этой книги снабжены ответами, помещенными на сайте объем этого материала эквивалентен 200 печатным страницам. Имеются также примеры экзаменационных заданий с решениями.

Другим важным источником сведений, полезных для преподавателей, является университетская программа фирмы Xilinx (www.xilinx.com/programs/univ). Этот сайт содержит обширную информацию об изделиях фирмы Xilinx, предлагаемых ею учебных средствах и о скидках на кристаллы и инструментальные модули, которые вы могли бы использовать в своих лабораторных курсах по цифровой электронике.

Книгу Дж. Уэкерли «Проектирование цифровых устройств» можно приобрести в книжных магазинах и офисе ЗАО «Сканвест».

СКАНВЕСТ 220024 г. Минск ул. Кижеватова д. 7/2
оф. 2 тел./факс: 275-62-61, 275-67-50
e-mail: scanwest@scan.ru



XILINX **TEXAS INSTRUMENTS**
Mentor Graphics **ET** **hp** **Tektronix**
Enabling Innovation
Metaphase **TIRES** **Agilent Technologies**
ideas **Brüel & Kjær** **Sony Precision Technology Inc.**

- САПР электроники
- САПР машиностроения
- Измерительная техника
- Вычислительная техника
- Электронные компоненты
- Системы радиочастотной идентификации
- Полный спектр продукции ф. Texas Instruments
- ПЛИС XILINX (САПР, ИМС, отладочные платы, IP)

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ – КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Н.Н. Дзекцер, А.Б. Николаев, О.Г. Кондакова

Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются одними из наиболее энергоемких производств. В этой связи весьма актуальна проблема повышения надежности и экономичности их электроустановок и, соответственно, электрических контактов.

На основе рассмотрения физико-механических свойств и микрогеометрии поверхностей контакт-деталей показаны пути уменьшения и стабилизации электрического сопротивления контактов. Установлены целесообразность применения алюминиевых кремниво-магниевых сплавов, нанесения защитных металлопокрытий на контактные поверхности и, из последних решений, использования специальных смазок.

По данным ОРГРЭС, 10% аварий электрооборудования происходит из-за неисправности электрических контактов; статистика ВНИИПО позволяет утверждать, что примерно 50% возгораний промышленных предприятий происходит по вине электрооборудования, в свою очередь, половина пожаров в электроустановках обусловлена надежностью контактных соединений.

Эта проблема особенно актуальна для алюминиевых проводников, каковыми, как правило, являются шины и токоведущие жилы проводов и кабелей. Объясняется это пониженными контактными свойствами алюминия: склонностью к образованию на поверхности непроводящих посторонних пленок, а также низкими пределами текучести и ползучести. Таким образом, создание надежных и экономичных контактных соединений является важнейшей задачей, от решения которой во многом зависит объем использования в электроустановках проводникового алюминия, проводимость которого, отнесенная к массе металла, в 2 раза выше экономической проводимости меди. Здесь следует также подчеркнуть дефицитность меди: по данным ЮНЕСКО запасы полезных ископаемых составляют: железные руды – 100 млрд. т, титан – 10 млрд. т, алюминий – 4 млрд. т, медь – 0,4 млрд. т.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является замена разборных (болтовых, сжимных) соединений неразборными (сварными, паяными). Наиболее широкое применение для выполнения цельнометаллических соединений проводников получили электродуговая, термитная и газовая сварки. Электродуговая сварка шин и профилей в настоящее время повсеместно применяется при монтаже протяженных токопроводов, ошинок распределительных устройств и трансформаторных подстанций. Термитная и газовая сварки в основном используются для соединения, оконцевания и ответвления алюминиевых жил проводов и

кабелей. Дальнейшее развитие для соединения и оконцевания медных и алюминиевых жил проводов и кабелей получил способ опрессовки. Весьма широко применяются в монтажной практике пороховые инструменты для выштамповки наконечников из однопроволочной жилы.

Однако замена разборных соединений неразборными не всегда возможна: неосуществима в монтажных условиях сварка разнородных металлов, например меди с алюминием; затруднена сварка в сильных магнитных полях; сварка нецелесообразна при необходимости осуществления частых разъемов оборудования. Сказанное приводит к тому, что примерно половина всех монтируемых контактных шин, жил проводов и кабелей выполняются разборными.

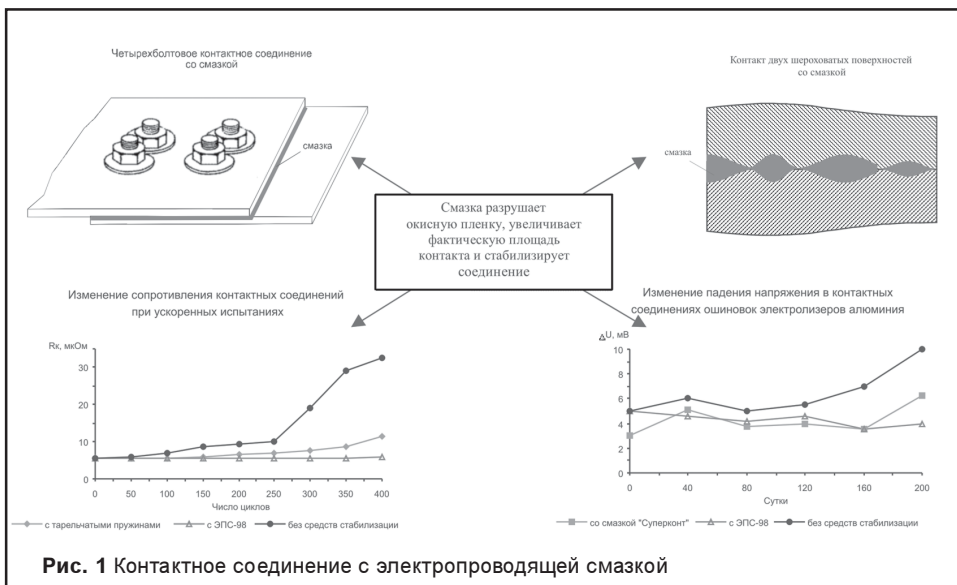
Каким образом обеспечить надежность разборных контактных соединений алюминиевых проводников?

Решающее влияние на поведение контактных соединений оказывает переходное сопротивление R_k . Изучение характера контактирования шероховатых поверхностей [1, 2] показывает:

- переходное сопротивление линейно зависит от микротвердости контакт-деталей;
- от нагрузки – в степени 0,85 – 1,0;
- поверхности контакт-деталей рекомендуется обрабатывать по 5 – 7 классу;
- от номинальной площади контактирования сопротивление зависит незначительно: при ее увеличении в 10 раз R_k уменьшается всего на 30 – 40%;
- оптимизация соединения связана с выбором конструкции контактного узла и определением усилия сжатия контакт-деталей.

Указанные результаты получены для контактных соединений, поверхности которых свободны от посторонних пленок. Однако пленки на поверхностях контакт-деталей вызывают сужение пятен контактирования. В этом случае ток протекает не через всю первоначально существовавшую фактическую площадь касания, а только через некоторую ее часть, свободную от посторонних пленок – через так называемую эффективную контактную поверхность. Увеличение этой поверхности связано со стабилизацией в эксплуатации усилия сжатия контактного соединения. Средствами стабилизации этого усилия являются тарельчатые пружины, цветной крепеж и т.п.

Кроме того, установлено [2], что легирование алюминия магнием (0,5 – 1%) значительно уменьшает микроползучесть алюминия, а также изменяет свойства пленок на контактных поверхностях, что, соответственно, повышает контактные свойства материала. Отсюда вытекает целесообразность применения вместо алюминия кремниво-магниевых сплавов типа АД31Т. Альтернативным вариантом стаби-



лизации контактов является применение металлического покрытия поверхностей контакт-деталей. Оптимальным видом покрытия являются химические или электрохимические покрытия никелем или цинком толщиной 6 мкм, а также абразивное (натиркой) покрытие оловянисто-цинковыми припоями.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является применение специальных электропроводящих смазок.

Нами разработана и изготавливается электропроводящая смазка ЭПС-98, представляющая собой композицию, состоящую из основы, металлического порошка и стабилизирующих добавок.

Использование проводящей контактной смазки позволяет уменьшить контактное сопротивление за счет увеличения эффективной контактной поверхности, снизить контактную температуру в результате уменьшения сопротивления, и увеличить срок службы контакта благодаря стабилизации сопротивления во времени (рис.1).

По данным ОРГРЭС, 10% аварий электрооборудования происходит из-за неисправности электрических контактов; статистика ВНИИПО позволяет утверждать, что примерно 50% возгораний промышленных предприятий происходит по вине электрооборудования, в свою очередь, половина пожаров в электроустановках обусловлена надежностью контактных соединений.

Эта проблема особенно актуальна для алюминиевых проводников, каковыми, как правило, являются шины и токоведущие жилы проводов и кабелей. Объясняется это пониженными контактными свойствами алюминия: склонностью к образованию на поверхности непроводящих посторонних пленок, а также низкими пределами текучести и ползучести. Таким образом, создание надежных и экономичных контактных соединений является важнейшей задачей, от решения которой во многом зависит объем использования в электроустановках проводниково-

го алюминия, проводимость которого, отнесенная к массе металла, в 2 раза выше экономической проводимости меди. Здесь следует также подчеркнуть дефицитность меди: по данным ЮНЕСКО запасы полезных ископаемых составляют: железные руды – 100 млрд.т, титан – 10 млрд.т, алюминий – 4 млрд.т, медь 0,4 млрд.т.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является замена разборных (болтовых, сжимных) соединений нераз-

борными (сварными, паяными). Наиболее широкое применение для выполнения цельнометаллических соединений проводников получили электродуговая, термитная и газовая сварки. Электродуговая сварка шин и профилей в настоящее время повсеместно применяется при монтаже протяженных токопроводов, ошинок распределительных устройств и трансформаторных подстанций. Термитная и газовая сварки в основном используются для соединения, оконцевания и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Дальнейшее развитие для соединения и оконцевания медных и алюминиевых жил проводов и кабелей получил способ опрессовки. Весьма широко применяются в монтажной практике пороховые инструменты для выштамповки наконечников из однопроволочной жилы.

Однако замена разборных соединений неразборными не всегда возможна: неосуществима в монтажных условиях сварка разнородных металлов, например меди с алюминием; затруднена сварка в сильных магнитных полях; сварка нецелесообразна при необходимости осуществления частых разъемов оборудования. Сказанное приводит к тому, что примерно половина всех монтируемых контактных шин, жил проводов и кабелей выполняются разборными.

Каким образом обеспечить надежность разборных контактных соединений алюминиевых проводников?

Решающее влияние на поведение контактных соединений оказывает переходное сопротивление R_k . Изучение характера контактирования шероховатых поверхностей [1, 2] показывает:

- переходное сопротивление линейно зависит от микротвердости контакт-деталей;
- от нагрузки – в степени 0,85 – 1,0;
- поверхности контакт-деталей рекомендуется обрабатывать по 5 – 7 классу;
- от номинальной площади контактирования сопротивление зависит незначительно: при ее увеличении в 10 раз R_k уменьшается всего на 30 – 40%;

- оптимизация соединения связана с выбором конструкции контактного узла и определением усилия сжатия контакт-деталей.

Указанные результаты получены для контактных соединений, поверхности которых свободны от посторонних пленок. Однако пленки на поверхностях контакт-деталей вызывают сужение пятен контактирования. В этом случае ток протекает не через всю первоначально существовавшую фактическую площадь касания, а только через некоторую ее часть, свободную от посторонних пленок – через так называемую эффективную контактную поверхность.

Увеличение этой поверхности связано со стабилизацией в эксплуатации усилия сжатия контактного соединения. Средствами стабилизации этого усилия являются тарельчатые пружины, цветной крепеж и т.п.

Кроме того, установлено [2], что легирование алюминия магнием (0,5 – 1%) значительно уменьшает микроползучесть алюминия, а также изменяет свойства пленок на контактных поверхностях, что, соответственно, повышает контактные свойства материала. Отсюда вытекает целесообразность применения вместо алюминия кремниево-магниевого сплава типа АД31Т. Альтернативным вариантом стабилизации контактов является применение металлического покрытия поверхностей контакт-деталей. Оптимальным видом покрытия являются химические или электрохимические покрытия никелем или цинком толщиной 6 мкм, а также абразивное (натиркой) покрытие оловянисто-цинковыми припоями.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является применение специальных электропроводящих смазок.

Нами разработана и изготавливается электропроводящая смазка ЭПС-98, представляющая собой композицию, состоящую из основы, металлического порошка и стабилизирующих добавок.

Использование проводящей контактной смазки позволяет уменьшить контактное сопротивление за счет увеличения эффективной контактной поверхности, снизить контактную температуру в результате уменьшения сопротивления, и увеличить срок службы контакта благодаря стабилизации сопротивления во времени (рис. 1).

При использовании смазки ЭПС-98 отпадает необходимость в применении других способов стабилизации электрического сопротивления: медно-алюминиевых наконечников и пластин, тарельчатых пружин, металлопокрытий контактирующих поверхностей и т.д.

Применение смазки обеспечивает:

- снижение переходного контактного сопротивления в 2... 10 раз и стабилизацию его на низком уровне на весь срок службы контактов при температурах до 150°C (кратковременно до 250°C);

- защиту контактов при многократных и длительных токовых перегрузках и перегревах до 150°C без

заметного изменения исходных электрических показателей;

- снижение потерь электроэнергии (1 кг смазки обеспечивает экономию электроэнергии в общепромышленных сетях 10 000 кВт·час в год, на металлургических предприятиях до 100 000 кВт·час в год);

- защиту электрических контактов от коррозии.

Расход смазки: 0,3 кг на 1 м² контактной поверхности.

ЭПС-98 превосходит отечественные и зарубежные аналоги: смазку Electrolube (Франция), Dowchemical (США), Vicon13 (Великобритания).

Список литературы:

1. Бойченко В.И., Дзекцер Н.Н. Контактные соединения токоведущих шин. – Л.: Энергия, 1978.-144 с.

2. Дзекцер Н.Н., Висленев Ю.С. Многоамперные контактные соединения. – Л.: Энергоатомиздат, 1987.-128 с.

По вопросам получения дополнительной информации и поставок обращаться в компанию УП «Белэлектронконтракт», тел. +375 (0) 17 251-67-35.

ИП Сергиевич Н.П.

snp@open.by

т/ф. 2690552, 8-029 6844309, 6844310

Разработка и изготовление печатных плат. Высокое качество, короткие сроки изготовления. Поставка со склада в Минске материалов фирмы PETERS для производства печатных плат (защитные маски термо, фото, УФ, маркировочная краска УФ, покрывные защитные лаки и др.).

Электронные компоненты: резисторы, конденсаторы керамические, электролитические, чип, диоды, светодиоды, Филипс тиристоры, транзисторы.

Антенны ММДС 2500-2686 мГц, выход ДМВ, усиление 49 дБ, шум 1 дБ.

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ADSP-21061 SHARC ФИРМЫ ANALOG DEVICES

В.А. Новиков, К.Г. Климович. E-mail: klimovich_k@bsu.by

Продолжение. Начало в № 12,2002

ADSP-2106X SHARC – семейство быстродействующих 32-разрядных цифровых сигнальных процессоров, оптимизированных для выполнения приложений ЦОС. ADSP-21061 – представитель этого семейства процессоров SHARC с плавающей точкой.

ADSP-21061 объединяет ядро ADSP-21000 со встроенной конфигурируемой двухпортовой оперативной памятью статического типа (SRAM) объемом 1 Мбит и процессор ввода/вывода (I/O) со специализированной шиной ввода/вывода, формируя тем самым законченную систему. Изготовленный по CMOS-технологии, ADSP-21061 обладает 20 наносекундным циклом выполнения команды (при этом одна команда обрабатывается за один цикл) и соответственно пиковой скоростью 50 миллионов операций в секунду. Поставляется в корпусе типа MQFP с 240 выводами.

Кроме этого, в спецификации отмечено: имеет два генератора формирования адресов данных (DAG1, DAG2) с поддержкой модульной и бит-реверсной адресации; эффективный аппаратный секвенсор; поддерживает различные форматы с плавающей точкой 32 и 40 бит и параллельные вычисления; имеет общий объем адресуемой памяти 4 Гслова; обладает мощным контроллером прямого доступа к памяти (ПДП, DMA), имеющим 6 каналов и работающем на частоте ядра параллельно с выполнением команд; поддерживает простой интерфейс с 16 и 32 битными микропроцессорами; обладает возможностью к мультипроцессорной обработке; имеет два синхронных последовательных порта со скоростью передачи 40 Мбит/с.

ADSP-21061 включает в себя следующие архитектурные особенности ядра семейства ADSP-21000 (рис. 1):

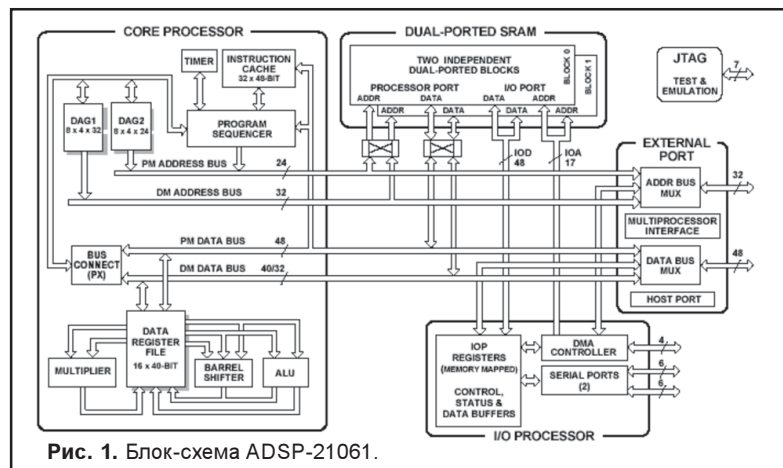


Рис. 1. Блок-схема ADSP-21061.

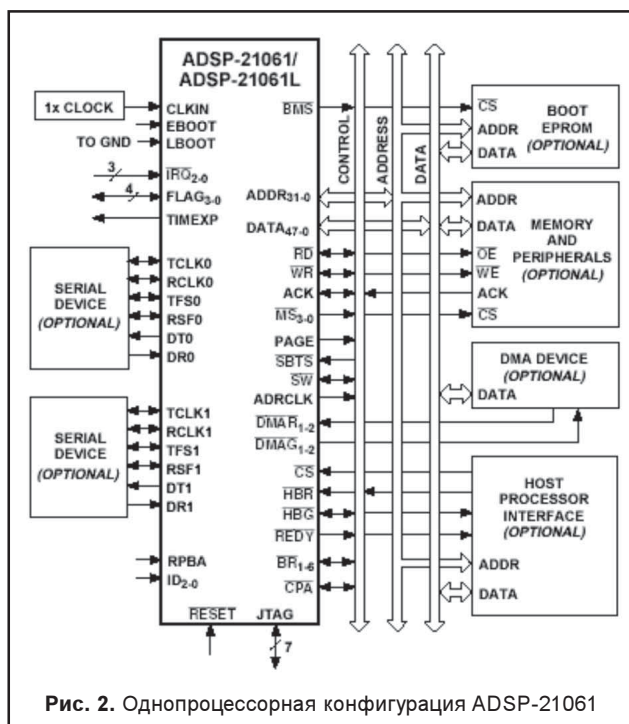


Рис. 2. Однопроцессорная конфигурация ADSP-21061

- вычислительный модуль (АЛУ, умножитель с накоплением, устройство сдвига, файл регистров данных);
- генераторы формирования адресов данных (DAG1, DAG2);
- секвенсор (программный контроллер последовательности выполняемых циклов) с КЭШем;
- таймер;
- встроенная память объемом 1 Мбит;
- порт для взаимосвязи с внешней памятью;
- порт соединения с хост-процессором и мультипроцессорный интерфейс;

- контроллер прямого доступа к памяти;

- последовательные порты.

На рис. 2 приведена типичная однопроцессорная конфигурация.

Рассмотрим эти блоки подробнее.

Независимый параллельный вычислительный модуль – это АЛУ, умножитель с накоплением и устройство сдвига, выполняющие команды за один такт. Эти три устройства располагаются параллельно, что обеспечивает максимальную производительность. Сам вычислительный модуль поддерживает 32-битный формат данных стандарта IEEE

как с плавающей, так и с фиксированной точкой, а также расширенный 40-битный формат с плавающей точкой. 48-разрядное слово команды вмещает в себя ряд параллельных операций. Например, ADSP-21061 может, условно говоря, в одной команде умножать, складывать, вычитать и осуществлять переход.

Файл регистров данных – 40-разрядное устройство с 32 регистрами (16 основных и 16 вспомогательных), используемое для передачи данных между вычислительным модулем и внутренней памятью, а также для хранения промежуточных результатов.

Встроенный КЭШ – ADSP-21061 включает в себя встроенный программный КЭШ, который является селективным, поэтому кэшируются только команды, которые при выборке из памяти конфликтуют с данными, передаваемыми по шине данных памяти программ (program memory, PM).

Генераторы адресов данных и аппаратный циклический буфер (ЦБ) – два генератора адреса

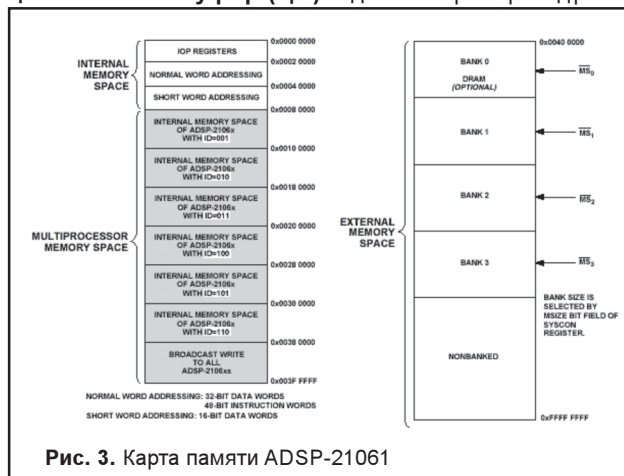


Рис. 3. Карта памяти ADSP-21061

данных в ADSP-21061 осуществляют аппаратную циклическую буферизацию данных. Циклическая буферизация позволяет выполнять эффективное программирование линий задержки и других структур данных, применяемых в цифровой обработке сигнала. Два генератора адреса данных в ADSP-21061 содержат достаточное количество регистров для создания до 32 ЦБ (16 основных и 16 вспомогательных). Генераторы адреса автоматически формируют значения кругового (циклического) указателя, улучшая производительность. ЦБ могут начинаться и заканчиваться на любой ячейке памяти.

Двухпортовая внутрикристалльная память – ADSP-21061 содержит 1 мегабит встроенной памяти типа SRAM, организованной как два банка по 0,5 Мбит в каждом (рис. 3).

Каждый банк имеет восемь 16-разрядных столбцов. В каждом столбце 4КБ 16-разрядных слов. Каждый блок памяти доступен независимо от того, какое устройство к нему обращается параллельно – основной процессор, процессор I/O или контроллер

ПДП. Наличие двухпортовой памяти и отдельных встроенных шин позволяют выполнять две передачи данных от ядра и одну от процессора I/O за один цикл. На ADSP-21061 память может быть сконфигурирована как 32Кслов для 32-разрядных данных, 64Кслов для 16-разрядных данных, 16Кслов для 48-разрядных команд (и 40-разрядных данных) или как комбинации различных форматов данных до 1 мегабита. В ADSP-21061 поддерживается и 16-разрядный формат хранения данных в памяти с плавающей точкой, что удваивает объем данных, которые могут храниться в памяти. Преобразование между 32-разрядным и 16-разрядным форматами с плавающей точкой выполняется одной командой. Каждый блок памяти может хранить комбинацию кода и данных, но доступ наиболее эффективен тогда, когда один блок хранит данные, используя память данных (data memory, DM), а другой блок хранит команды и данные, используя PM. Использование таким образом разделенных шин DM и PM для доступа к разным блокам памяти гарантирует передачу данных за один цикл. В этом случае команда должна быть в КЭШе. Также за один цикл можно передать один из операндов данных в периферийное устройство через внешний порт ADSP-21061.

Внешняя память и периферийное оборудование – внешний порт ADSP-21061 обеспечивает сопряжение процессора с внешней памятью и периферийными устройствами. 4-гигабитное внешнее адресное пространство включается в объединенное адресное пространство ADSP-21061. Отдельные внутрикристалльные шины для PM, DM и I/O мультиплексированы во внешнем порту с целью создания внешней системной 32-разрядной адресной шины и 48-разрядной (или 32-разрядной) шиной данных.

Интерфейс хост-процессора обеспечивает простое подключение к стандартным микропроцессорным шинам (16- или 32-разрядной) с помощью минимально необходимых дополнительных аппаратных средств и поддерживает асинхронную передачу сигналов на рабочей частоте процессора. Хост-интерфейс доступен также через внешний порт и его адреса также есть в общей карте памяти. Для хост-интерфейса доступны два канала ПДП.

Контроллер ПДП (DMA) – встроенный контроллер DMA позволяет выполнять передачу данных без вмешательства процессора. Он работает независимо и параллельно с ядром процессора, благодаря чему вместе с передачей данных ядро может выполнять команды программы. Передача данных с помощью DMA может осуществляться между внутренней памятью ADSP-21061 и последовательными портами, а также между внешним портом и периферийным устройством. Из шести каналов DMA, имеющих в ADSP-21061, четыре доступны через последовательные порты, а два через внешний порт процессора (для соединения с хост-процессором, другим ADSP-21061, памятью). Программы также могут быть заг-

ружены в ADSP-21061 с использованием каналов DMA.

Последовательные порты – ADSP-21061 имеет два синхронных последовательных порта, которые являются связующим звеном между широким разнообразием цифровых и смешанных сигналов периферийных устройств. Последовательные порты могут работать на частоте процессора, обеспечивая максимальную скорость передачи данных до 40 Мбайт/с. Данные могут быть автоматически переданы из последовательного порта во внутреннюю память и получены из нее с помощью DMA. Каждый из последовательных портов поддерживает многоканальный TDM-режим (мультиплексная передача с временным разделением).

Последовательные порты могут работать с различными форматами передачи данных и с длинами слов, изменяющимися от 3 до 32 бит. Частота работы последовательного порта и синхронизация могут быть заданы внутренне или внешне.

Мультипроцессорный режим. ADSP-21061 обладает аппаратными и программными средствами для создания мультипроцессорных систем обработки сигналов. Объединенное адресное пространство обеспечивает прямой межпроцессорный доступ к внутренней памяти любого ADSP-21061. Переключение

ведущего процессора происходит за один цикл. С целью обеспечения простоты создания мультипроцессорных систем логика арбитража шины входит в состав чипа и позволяет создавать системы из 6 процессоров и host-процессора. Арбитраж шины может быть с фиксированным или вращающимся приоритетом. Для межпроцессорных команд предусмотрен вектор прерываний. Максимальная производительность межпроцессорной передачи данных 5000 Мб/сек через внешний порт или через порты линков.

Программа загрузки – начальная загрузка внутренней памяти ADSP-21061 может быть осуществлена с 8-битной микросхемы памяти типа EPROM или хост-процессора. Выбор источника для начальной загрузки определяется выводами BMS (Boot Memory Select). Для начальной загрузки могут использоваться также 16- или 32-битные хост-процессоры.

Продолжение следует.

Литература:

1. ADSP-21061/61L DSP Microcomputer Data Sheet. Analog Devices Inc., 1999.
2. ADSP-2106x SHARC User's Manual. Second Edition. Analog Devices Inc., 1996.

ОДО “БелНИК и К”

Импортные и отечественные компоненты:

Разъемы (ШР, СНО, СНП, ГРППМ, СР, ОПП, РС и др.)

Микросхемы

Транзисторы

Модули

Диоды

Тиристоры

Резисторы (МЛТ 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 Вт; ПЭВ; ПЭВР; СП и др.)

Конденсаторы электролитические, танталовые и др.

Электромеханические, твердотельные реле

Автоматические выключатели (А, АЕ, АП)

Оптоэлектроника

Симисторы

Пускатели (ПМЕ, ПМА, ПМЛ)

15 000 наименований на складе

Под заказ минимальные сроки поставок

Импортные электронные компоненты известных мировых производителей:

BB, IR, PII, AD, TI, AMD, DALLAS, ATMEL, MOTOROLA, MAXIM, INTEL и др.

220036, г. Минск, Бетонный проезд, 21, к. 10.

Отдел сбыта: тел/факс: (017) 256-74-93, 256-57-44, 259-64-39.

Отдел снабжения: (017) 286-26-70, 259-64-39.

E-mail: belnik@infonet.by

ДАТЧИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОДУКЦИИ

Растровые датчики

Измерение перемещений, размеров, формы, деформации технологических объектов.

Модельный ряд с рабочим диапазоном: от 1 до 55 мм и дискретностью отсчета от 10 до 0.1 мкм; скорость перемещения измерительного наконечника: до 1 м/с.

Триангуляционные лазерные датчики

Бесконтактные измерения перемещений, размеров, формы, деформаций любых технологических объектов, уровня жидкостей и сыпучих материалов.

Модельный ряд с рабочим диапазоном от 1 до 500 мм; погрешность: 0.1%-0.2% диапазона; быстродействие: до 2000 измерений в секунду.

Конфокальные оптические датчики

Бесконтактное измерение размеров и перемещений с погрешностью менее 1 мкм.

Датчики угла поворота индуктивного (магниторезистивного) типа для жестких условий эксплуатации.

Разрешение: 6 угловых минут; частота вращения: до 10 об/с; рабочий диапазон температур: - 60...+70 °С.

Датчики угла наклона емкостного типа. Диапазон 0... 180 °С; разрешение 1 угл.мин.

Лазерные сканеры для специальных применений.

Частота съема – до 500кГц, пространственное разрешение <1мм.

Магнитометры феррозондового типа для измерения трех компонент и модуля вектора индукции магнитного поля. Предназначены для неразрушающего контроля, дефектоскопии и технической диагностики. Диапазон измерения индукции магнитного поля: - 2000...+2000А/м; погрешность: 0.1%.

Системы сбора, обработки и цифровой индикации данных

Автономные, многоканальные, перепрограммируемые модули для приема и преобразования сигналов с датчиков, цифровой индикации, регистрации, накопления данных и передачи их в ПК.

Электронные динамометрические ключи

Предназначены для контролируемой затяжки ответственных резьбовых соединений.

Модельный ряд с рабочим диапазоном от 10 до 1000Нм; погрешность измерения 1% диапазона; цифровая индикация; контроль поля допуска крутящего момента.

Приборы контроля геометрических параметров колесных пар

Электронные скобы для измерения диаметра колесных пар и параметров гребня. Сканирующие лазерные профилометры для снятия профиля поверхности катания. Автоматизированные системы учета износа колесных пар. Варианты исполнения для колесных пар локомотивов, вагонов, метро и трамваев.

Контрольно-измерительное оборудование для производства кинескопов

Системы контроля несоосности и неперпендикулярности горловины конуса. Датчики бесконтактного контроля расстояния экран-маска. Оптические датчики контроля сборки электронно-оптических систем (ЭОС) с погрешностью измерения зазоров ±2 мкм. Машины автоматической сборки ЭОС.

Контрольно-измерительное оборудование для энергетики

Автоматизированные системы лазерной центровки узлов турбоагрегатов. Электронные скобы для контроля диаметра валов турбин. Системы контроля тепловых деформаций турбин. Аппаратура контроля факела газомазутных котлоагрегатов.

Оборудование для автоматизации дорожно-строительных работ

Аппаратура автоматического управления положением рабочих органов автогрейдеров и других строительных машин, включающая лазерный сканер слежения за копирной направляющей, датчики угла наклона, микропроцессорный модуль индикации и управления. Аппаратура слежения за полосой для разметочных машин на базе лазерного сканера. Аппаратура для измерения ровности, прочности, углов наклона и коэффициента сцепления дорожного покрытия.

Оборудование для метрологических лабораторий

Модернизация измерительных машин ДИП1... 3: подключение к ПК, установка программ координатных измерений. Модернизация установок для поверки концевых мер длины 70701. Модернизация эвольвентомеров БВ-5062. Автоматизированные рабочие места для поверки измерительных головок.

Оборудование для ультразвуковой очистки

Модели с производительностью от 5 до 70000 изделий/час

Оборудование и ПО для тренажеров и обучающих комплексов

Микропроцессорные средства сбора информации с датчиков, средства отображения состояния объектов. Программы обработки данных, формирования виртуальных миров, обучающие и контролирующие программы

Готовятся к выпуску

- оптические (теневые) микромеры для измерения размеров стационарных и движущихся объектов. Рабочий диапазон 25 мм, погрешность ±2 мкм;
- динамометрические ключи с программированием от РС и протоколированием результатов затяжек;
- оптические датчики толщины пленок с разрешением 0,1 мкм;
- электронные компасы для систем навигации.

Беларусь, Минск, тел/факс +375-17-2653513

e-mail: info@riftek.com

http://www.riftek.com

ЩИТОВЫЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Елена Романова, начальник отдела маркетинга ОАО «Электроприбор»,
Евгений Кадышев, д.э.н., профессор ЧГУ. E-mail: comm@elpr.cbх.ru

В настоящей статье с позиций производителя дается обзор российского рынка щитовых электроизмерительных приборов.

Щитовые электроизмерительные приборы – это те самые изделия, с которыми специалисты разных отраслей сталкиваются каждый день. Они стоят в любом энер-



гетическом щите и обеспечивают гарантийный срок эксплуатации более 10 лет. А реально каждый из специалистов знает, что эти приборы могут использоваться десятилетиями. В нашей стране их выпускают уже более 60 лет и в советские времена было несколько заводов выпускавших эти изделия. И на сегодняшний день, многие ТЭСы, ГЭСы, АЭСы и другие объекты до сих пор оснащены приборами 60, 70-ых годов, которые уже сняты с производства и не всегда у эксплуатационников есть информация на что их можно заменить. В этой статье мы не ставили перед собой задачу описать только продукцию одного завода, наша цель – помочь пользователям разобраться в гамме этих приборов. Статья содержит ответы на наиболее часто задаваемые вопросы.

Щитовые электроизмерительные приборы служат для измерения электрических параметров цепи в сетях постоянного и переменного тока. По способу отображения информации они могут быть цифровые и стрелочные. В предлагаемом Вам обзоре мы будем рассматривать только стрелочные приборы.

Итак, стрелочные приборы бывают различных систем: магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, ферродинамической, индукционной и тепловой. Наиболее массово производятся в нашей стране приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем.

Приборы магнитоэлектрической системы более чувствительные и более точные, не чувствительны к изменению магнитных полей и температуры, имеют малую потребляемую мощность, но, с другой стороны – плохо переносят токовые перегрузки. Благодаря всем своим достоинствам приборы именно этой системы получили самое широкое распространение.

Сравнительная простота устройства электромагнит-

ной системы и отсутствие в них токоведущих подвижных частей дают возможность изготавливать приборы стойкие к перегрузкам. К недостаткам этих приборов относят зависимость показаний от внешних магнитных полей.

В СССР было несколько крупных заводов, выпускающих щитовые приборы: ОАО «Электроприбор» (г. Чебоксары), ОА «Краснодарский ЗИП» (г. Краснодар), ОАО «Электроточприбор» (г. Омск), ОАО «Мегомметр» (г. Умань, Украина), «Амурэлектроприбор» (г. Благовещенск), ПО «Электроизмеритель» (г. Витебск, Беларусь), АОЗТ «Вибратор» (г. Санкт-Петербург), «Электроточприбор» (г. Ереван, Армения). И каждое из этих предприятий специализировалось на своей определенной нише щитовых приборов. Например, Чебоксарский завод выпускал только миниатюрные и малогабаритные приборы, Краснодарский ЗИП – крупногабаритные приборы. Номенклатуру определяло государство, оно же выступало и в качестве заказчика.



Как следствие гибкой работы с заказчиками, предоставлением скидок при оптовых партиях, строгое соблюдение сроков поставки изделий (сегодня это как правило 4 - 7 дней) - продукция ОАО «Электроприбор» пользуется большим спросом у потребителей России и ближнего зарубежья, что влечет за собой рост рыночной доли наших изделий в общем объеме рынка щитовых электроизмерительных приборов СНГ. Темпы роста рыночной доли ОАО «Электроприбор» представлены в виде диаграммы на рис. 1. За 100% принята емкость Российского рынка электроизмерительных приборов.

Чебоксарский «Электроприбор» выпускает более 100 наименований стрелочных приборов с диапазонами измерений по току: от 10µА до 40 кА; по напряжению: от 10мВ до 15кВ, с квадратным наличником, профильные, миниатюрные, малого и среднего габаритов; по назначению: приборы общего применения, а также специальные с широким диапазоном условий эксплуатации (см. таблицу 1). Предприятие является единственным в России производителем миниатюрных и высокочувствительных приборов с диапазонами измерений от 10µА и 10 µВ.

Таблица 1. Номенклатура приборов производства ОАО «Электроприбор» (г. Чебоксары)

Тип прибора	Диапазон измерения	Класс Точности	Символ Прибора	Габарит, мм	Тип прибора	Диапазон измерения	Класс Точности	Символ Прибора	Габарит, мм
Магнитоэлектрическая система. Постоянный ток					M42300	mA, A, kA, V, kV	1,5		80x80
M4243	mA, V	1,0		30x100	M42301	mA, A, kA, V, kV	1,5		60x60
M4245	μA	4,0		60x60	M42303	mA, A, V, kA, kV	2,5		40x40
M4247	μA	4,0		21x40	M42304	μA, mV	1,5		80x80
M4248	μA	2,5		21x54	M42305	μA, mV	1,5		60x60
M4250	mA, A, V, kA, kV	1,5		80x80	M42306	μA, mV	2,5		40x40
M4251	mA, A, V, kA, kV	1,5		60x60	ЭА0607	mA, A, kA	1,5		96x96
M4256	μA	1,5		80x80	ЭВ0607	V, kV	1,5		96x96
M4257	μA	1,5		60x60	ЭА0608	mA, A, kA	1,5		72x72
M4262	mA, A, V, kA, kV	1,5		80x80	ЭВ0608	V, kV	1,5		72x72
M4263	mA, A, V, kA, kV	1,5		60x60	ЭА0609	mA, A, kA	1,5		48x48
M4264	mA, A, kA, V, kV	1,5		120x120	ЭВ0609	V, kV	1,5		48x48
M4264 К	mA, A, kA, V	1,5		120x120	ЭА0610	μA	1,5		96x96
M4265	μA, mV	1,5		120x120	ЭВ0610	mV	1,5		96x96
M4272	mA, A, V, kA, kV	1,5		96x96	ЭА0611	μA	1,5		72x72
M4273	μA, mV	1,5		96x96	ЭВ0611	mV	1,5		72x72
M4276	mA, A, V, kA, kV	1,5		72x72	ЭА0612	μA	1,5		48x48
M4277	μA, mV	1,5		72x72	ЭВ0612	mV	1,5		48x48
M4278	mA, A, V, kA, kV	1,5		48x48	ЭА0620	mA	1,5		32x100
M4291	μA	1,5		24x67	ЭА0623	μA	1,5		30x96
M4292 М	μA	1,5		24x72	ЭА0624	μA	1,5		24x72
M4293	μA	1,5		30x100	ЭА0630	μA	1,5		80x80
M4294 М	μA	1,5		30x96	ЭВ0630	mV	1,5		80x80
M42148	μA, mA	4,0		21x54	ЭА0632	μA	1,5		80x80
M42175	A	4,0		80x80	ЭА0633	μA	1,5		60x60
M42200	mA, A, V, kA, kV	1,5		32x100	ЭА0634	μA	2,5		40x40
M42201	mA, A, V, kA, kV	1,5		26x74	ЭА0670	μA	1,5		48x48
M42202	μA	1,5		26x74	ЭВ0670	mV	1,5		48x48
M42203	μA	1,5		32x100	И Индикаторы				
M42243	MA	1,0		42x140	M4286	2-3 mA			φ 23
M42272	kA, A, kV, V	1,5		96x96	M4284	μA			35x40
M42276	kA, A, kV, V	1,5		72x72	M4263.8	7,5A ; 10A	10,0		60x60



Таблица 1. Номенклатура приборов производства ОАО «Электроприбор» (г. Чебоксары)

Тип прибора	Диапазон измерения	Класс Точности	Символ Прибора	Габарит, мм	Тип прибора	Диапазон измерения	Класс Точности	Символ Прибора	Габарит, мм
Магнитоэлектрическая система с выпрямителем					Электромагнитная система. Постоянный ток				
Ц4204М	V	2,5		80x80	Э4200	A, V	1,5		120x120
Ц4205	V	2,5		60x60	Э4201	A, V	1,5		80x80
Ц42175	V	4,0		80x80	Э4202	A, V	1,5		60x60
Ц42300	μA, mA, V	2,5		80x80	К Приборы комбинированные				
Ц42302	μA, mA, V	2,5		60x60	Ц4286	V, kΩ	5,0		80x115
ЭА0705	MA	1,5		120x120	ЭК0601	μA, mA, V, kV, kΩ	3,0		66x100
ЭВ0702	V, kV	1,5		120x120	ЭК0602	V, kΩ	6,0		66x100
ЭВ0702К	V, kV	1,5		120x120	У Приборы учебные				
ЭВ0703	V, kV	1,5		96x96	Учебный	A, V	4,0		80x120
ЭВ0704	V, kV	1,5		72x72	Комплект Учебный 2 (6 шт.)	μA, mA, mV, V	2,5		80x120
Электромагнитная система. Переменный ток					Комплект Учебный 3 (6 шт.)	μA, mA, V, Ω	2,5		80x120
					ЭА0700	A, kA	1,5		80x80
ЭА0701	A, kA	1,5		60x60	М42170	mA	4,0		80x120
ЭА0702	A, kA	1,5		120x120	Ваттметры, варметры, частотомеры *				
ЭА0703	A, kA	1,5		96x96	Ц42303		1,5		120x120
ЭА0704	A, kA	1,5		72x72	Ц42304	45 ... 55 Гц 450 ... 550 Гц	1,5		120x120
ЭА0706	A	1,5		96x96	Указатель последовательности чередования фаз				
ЭА0707	A	1,5		72x72	УПЧФ-1				120x55x25
Э4203	A, V	1,5		120x120	УПЧФ-1М				100x66x32
Э4204	A, V	1,5		80x80					
Э4205	A, V	1,5		60x60					

Все перечисленные в таблице 1 приборы сертифицированы как средства измерения.

Выпускаемые приборы применяются на стандах ТЭЦ, ГЭС, АЭС, на щитах транспортных средств МПС, в составе бортовой аппаратуры боевой техники, бытовой технике и во многих других сферах.

Одной из особенностей предприятия является то обстоятельство, что практически 100% выпускаемой продукции являются средствами измерения. Метрологическое обеспечение выпускаемой продукции осуществляется метрологической службой предприятия, в состав которой входит отдел главного метролога и испытательная лаборатория. На предприятии имеется представительство заказчиков, с аккредитованным подразделением на право поверки

средств измерения.

В структуре предприятия имеется специальное конструкторско-технологическое бюро (СКТБ) общей численностью 140 человек, которое обеспечивает разработку всей новой техники и занимается подготовкой и внедрением ее в серийное производство. В советские годы именно это подразделение являлось головным в стране по разработке миниатюрных и малогабаритных приборов.

Мы непрестанно работаем над расширением нашей номенклатуры. За многие десятилетия приборы неоднократно модернизировались, старые типы снимались с производства и заменялись на новые. Снятые с производства приборы и выпускаемые сегодня их аналоги указаны в таблице 2.

Таблица 2. Приборы снятые с производства и их новые аналоги

№	Наименование выпускаемого прибора	Тип выпускаемого прибора	Тип заменяемого прибора (снятого с производства)
1.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M42300	M4200, M42100
2.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M42301	M4202, M42101
3.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M42303	M4203, M4224, M4230, M4231
4.	Микроамперметры, милливольтметры	M42304	M4204, M42102, M42104
5.	Микроамперметры, милливольтметры	M42305	M4205, M42103, M42105
6.	Микроамперметры, милливольтметры	M42306	M4206
7.	Микроамперметры	ЭА0632	M4240, M42007
8.	Микроамперметры	ЭА0633	M4241, M42008
9.	Микроамперметры	ЭА0634	M42009
10.	Милливольтметры специальные	ЭВ0630	M4213, M4221
11.	Микроамперметры специальные	ЭА0630	M4220
12.	Микроамперметры	M4256	M4252
13.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M4251	M4255
14.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M4250	M4254
15.	Микроамперметры	M4257	M4261
16.	Микроамперметры, миллиамперметры, вольтметры	Ц42300	Ц4200
17.	Микроамперметры, миллиамперметры, вольтметры	Ц42302	Ц4202
18.	Вольтметры	Ц4204М	Ц4204
19.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M4250	M4258
20.	Амперметры, миллиамперметры, вольтметры	M4251	M4259

Часто от наших заказчиков можно слышать такой вопрос: «На что я могу заменить XXX прибор?». Для удобства пользования

эксплуатационников, сведения о приборах разных производителей с аналогичными характеристиками сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Сведения о заменяемых аналогах

Тип прибора – «Электроприбор» (г. Чебоксары)	Изготовитель аналога	Тип прибора – аналог (ед. измерения)	
M42300, M4250 (mA, A, mV, V, kV) M42304, M4256 (mV) M42304, M4256 (μA)	ОАО «Электроточприбор» г. Омск	ЭА2233, (mA, A, mV, V) ЭВ2233 (mV, V) M2003-M1, ЭА2332 (μA)	
M42305 (mV, мкА) M42301, M4251 (mA, A, kA, V, kV) M4257 (μA)		M2001/1-M1 (mA, A, kA, mV, V)* M2001-M1 (мкА, kA, kV) ЭА2230 (μA) ЭВ2231 (mV, kV, V) ЭА2231 (mA, A, kA)	
M42306 (μA), M42303 (mA)		ЭА2239 (μA, mA)	
M4250, M4262(mA); M4256 (μA)		M1400 (mA, μA)	
M4257 (μA); M4251 (mA)		M1360 (μA, mA)	
M4265 (μA, mV), M4264 (mA)		M2027-M1 (μA, mA, mV)	
ЭА0632 (μA)		ЭА2240 (μA)	
M4264 (mA, A, kA, V, kV), M4265 (mV) M4272 (mA, A, kA, V, kV), M4273 (mV) ЭА0706 (A) непоср. Вкл. До 50А ЭА0704 (A, kA, V, kV) ЭА0707 (A) непоср. Вкл. До 50А ЭА0703 (A, kA, V, kV) ЭА0702 (A) непоср. Вкл. До 10А Э4203 (A) непоср. Вкл. До 50А ЭВ0702 (V), Э4203 (V, kV) ЭА0702 (A) непоср. Вкл. 10-60А ЭА0705 (mA), Э4203 (A, V) Шунт 75ШИС (от 20 до 500А), Шунт 75ШИСВ (от 600 до 2500А) Доб. Сопротивление P4201		M381 (mA, A, kA, mV, V, kV) M381-1 (mA, A, kA, mV, V, kV) E349 (A) непоср. Вкл. До 100А E349 (A, kA, V, kV) E350 (A) непоср. Вкл. До 300А E350 (A, kA, V, kV) Э365-1(A) непоср. Вкл. До 300А Э365-1 (V, kV) Э365-2 (A) непоср. Вкл. 50-300А Ц33-M1 (mA, A, V) Шунт 75ШС (от 5 до 500А), Шунт 75ШСМ (от 75 до 7500А) Доб. Сопротивление P3033	
		ОАО «Краснодарский ЗИП» г. Краснодар	



Таблица 3. Сведения о заменяемых аналогах

Тип прибора – «Электроприбор» (г. Чебоксары)	Изготовитель аналога	Тип прибора – аналог (ед. измерения)
ЭА0700 (А) непосредр. Вкл. До 10А Э4204 (А) непосредр. Вкл. До 50А	ПО «Электроизмеритель» г. Витебск	Э8030-М1, Э8031-М1, Э8032-М1, Э8033, Э8035-М1 (А)
Ц42300 (mA), Э4204 (V)		Э8030-М1, Э8031-М1, Э8032-М1 Э8033, Э8035-М1 (mA, V)
ЭА0700 (А), Э4204 (А), ЭВ0702 (V)	ОАО «Мегомметр» г. Умань	ЭА0200 (А), ЭВ0200 (V)
M42300, M4250, M4262 (V)		ЭВ0201, ЭВ0203 (V)
M42301, M4251, M4263 (V)		ЭВ0202 (V)
M42301 (mA), M4257 (μA)		MA0202 (μA, mA)
M42300, M4250 (mA,A), M42304 (μA)		MA0201, MA0203 (μA,mA,A)
M4264 (mA,A), M4265 (μA)		MA0200(μA, mA,A)
M42301, M4251, M4263 (mA, A, kA, V, kV),	Завод «Амурэлектроприбор» г. Благовещенск	M1001 (mA, A, kA, V, kV),

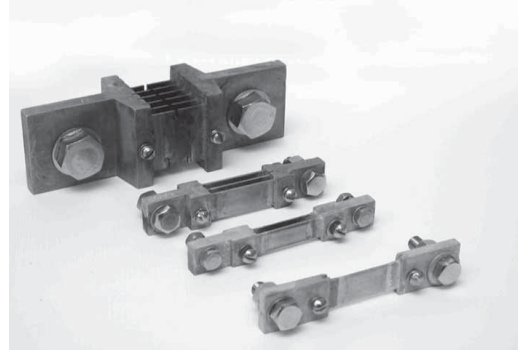
Последние десять лет – один из сложнейших этапов в более чем 40-летней истории нашего предприятия. Думаем, не только нашего предприятия, но и отрасли в целом. Сегодня главная заслуга и наша общая победа в том, что удалось сохранить научный, инженерный и производственный потенциал большинства предприятий и организаций приборостроения и отрасли в целом. Традиционно, предприятие чутко реагирует на запросы потребителей, внося соответствующие их требованиям изменения в номенклатуру и конструкцию приборов. Не смотря на все трудности, именно за последние 10 лет мы сумели реализовать следующие наиболее значимые для нас проекты:

- серийный выпуск приборов электромагнитной системы;
- серийный выпуск приборов непосредственного включения до 50А;
- с поддержкой наших партнеров из Краснодарского ЗИП, выпуск шунтов на токи до 2500А и классом точности 0,5 и 0,2;
- производство приборов еврогабарита, в том числе и со сменными шкалами, стараясь не отставать от зарубежных производителей;
- разработка и серийный выпуск цифровых щитовых приборов с классом точности 0.1, 0.2 и 0.5;
- благодаря тесной работе с кафедрой ИВК Ульяновского Государственного технического университета, нами разработана серия приборов не имеющих аналогов в мире. Это приборы с емкостным датчиком положения стрелочного указателя, позволяющие организовать дополнительный канал автоматического считывания и управления;
- наше новое изделие - измеритель параметров электробезопасности зданий ЭК0604 в 2001 году получил медаль в номинации «Контроль качества и безопасности»;
- серийный выпуск устройств защитного отключения УЗО – Б на большие токи до 630А;

Там где есть необходимость измерять большие токи – не обойтись и без шунтов.

Шунты предназначены для расширения диапазонов измерений (до 2500А) показывающих и регистрирующих электроизмерительных приборов постоянного тока (амперметров) и могут быть использованы в различных отраслях

промышленности (энергетике, транспорте, электротехнической промышленности и т.п.).



Класс точности – 0,5 и 0,2

Номинальные токи – от 1 до 2500 А.

Номинальное напряжение – 75 мВ или 60 мВ.

На предприятии ведется непрерывная работа по обновлению выпускаемой продукции с учетом современных требований как по внешнему виду, так и по техническим решениям. Специалисты объединения имеют сорокалетний опыт разработки и постановки на производство аналоговых электроизмерительных приборов, в их арсенале имеется ряд новых технических решений, в том числе по разработке миниатюрных приборов габарита 20x20, 30x30 и О 11 мм, расширяющих номенклатуру выпускаемых изделий и ждущих своего потребителя.

Вы всегда можете обратиться на наш завод за консультацией и наши специалисты помогут Вам выбрать необходимое в щите средство измерения.

Предприятие готово к сотрудничеству в части разработки и производства приборов по техническим требованиям заказчика.

В следующей статье мы хотим предложить на Ваш суд наше видение рынка новых для Российских приборостроителей изделий – цифровых щитовых электроизмерительных приборов. Это те наработки, которые мы сконцентрировали при изучении рынка своих изделий, которые могут быть полезны при выборе средства измерения.



НИЧТО НЕ БЕСКОНЕЧНО, НО ПРЕДЕЛ МОЖНО ОТОДВИНУТЬ!

Гордон Мур (Gordon E. Moore), Корпорация Intel

За последние 50 лет производство интегральных микросхем выросло из стадии младенчества и превратилось в крупнейшую отрасль мировой экономики.

Помимо самостоятельной ценности, интегральные микросхемы стали основополагающим элементом всей электронной промышленности с годовым оборотом в триллион долларов и нашли свое применение практически в любой продукции современной цивилизации – от автомобилей до поздравительных открыток. Оглядываясь назад, трудно поверить, что былые прогнозы, основанные на передовых научно-технических расчетах своего времени, предполагали, что себестоимость транзисторов может, в конечном счете, снизиться до 50 центов. Эти прогнозы не учитывали появления интегральных микросхем и их последующей эволюции, что в настоящее время позволяет объединить сотни миллионов транзисторов в рамках единой интегральной структуры.

Развитие и рост полупроводниковой промышленности в значительной степени обуславливались уникальными особенностями технологии создания интегральных схем и беспрецедентной адаптационной способностью рынка этих изделий. На рис. 1.1.1. – 1.1.3 представлены графики роста объемов производства полупроводниковой промышленности за последние 30 лет, приблизительное количество ежегодно выпускаемых транзисторов и средняя стоимость одного транзистора, получаемая в результате деления соответствующих показателей из двух предыдущих графиков. Наряду с обобщенным ежегодным приростом порядка 15% в год, график объемов производства (рис. 1.1.1.) иллюстрирует взлеты и падения, которые переживала полупроводниковая промышленность в результате нарушения баланса между имеющимися производственными мощностями и потребностями рынка. На рис. 1.1.2., напротив, демонстрируется плавный рост ориентировочного количества ежегодно выпускаемых транзисторов. Из графика видно, что за последние 30 лет объем ежегодного производства транзисторов вырос на 8 порядков, при этом обобщенный среднегодовой прирост составил 78% (указанный временной интервал включает и несколько лет в 70 – 80-х годах, на протяжении которых годичный прирост превышал 100%).

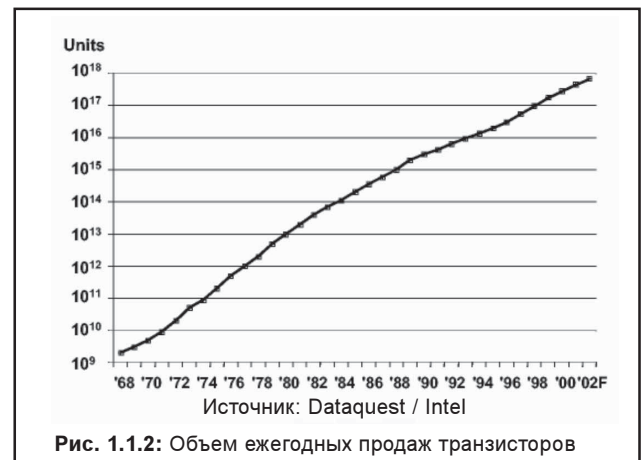
На рис. 1.1.3 приведены данные, полученные в ре-

зультате деления объемов на приблизительное количество производимых транзисторов. Из графика видно, что средняя отпускная цена в пересчете на один транзистор за последние 30 лет снизилась на 6 порядков, составив в 2002 году примерно 20 миллионных долей цента. Более того, стоимость одного транзистора в современных модулях динамической оперативной памяти (DRAM) еще на порядок ниже. Небывалое снижение цены производимой продукции в сочетании с увеличением его потребления и стало движущей силой развития всей полупроводниковой промышленности.

Тем не менее, экспоненциальное изменение любой физической величины не может длиться вечно. Та или иная причина всегда ограничивает продолжение роста. В полупроводниковой промышленности кривая экспоненциального развития многих процессов рано или поздно приближается к подобным ограничениям. Если мы хотим сохранить исторически сложившийся темп прогресса, потребуются новые обходные маневры. Полупроводниковой индустрии в ближайшее десятилетие или чуть позже снова придется преодолевать барьеры. Уже в настоящее время выравнивание графика роста прибыли в полупроводниковой промышленности, начавшееся в 1994 году, дает повод для определенной озабоченности.

Основополагающий технологический фактор, обусловивший выдающиеся достижения отрасли, заключается в том, что уменьшение размеров устройства улучшает практически все характеристики электронной микросхемы. Транзисторы работают быстрее и потребляют меньше энергии. Возможности интегральной реализации сложных функций увеличиваются, в результате чего улучшается надежность систем, уменьшаются их размеры и масса, и обеспечивается возможность создания все более сложных систем, обладающих низкой стоимостью и повышенной надежностью. Но что самое важное - значительно увеличившаяся плотность размещения компонентов существенно снижает себестоимость продукции.

Минимальный размер элемента производимых интегральных микросхем с момента их первого появления снижался по экспоненте (рис. 1.1.4.). Во всяком случае, скорость уменьшения размеров элемента за последние несколько лет увеличилась по сравнению с традиционным «уменьшением вдвое за шесть лет». Это вызвано тем, что



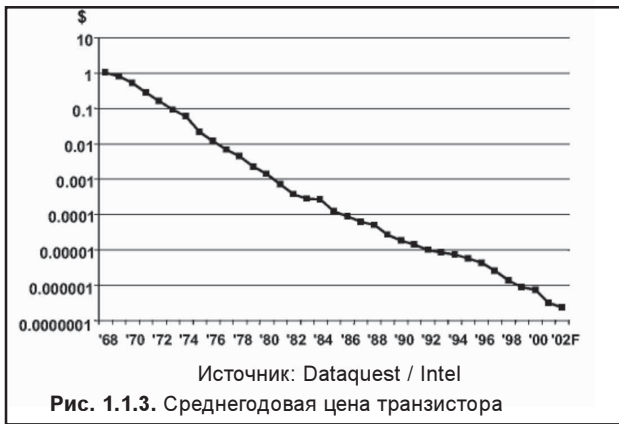


Рис. 1.1.3. Среднегодовая цена транзистора

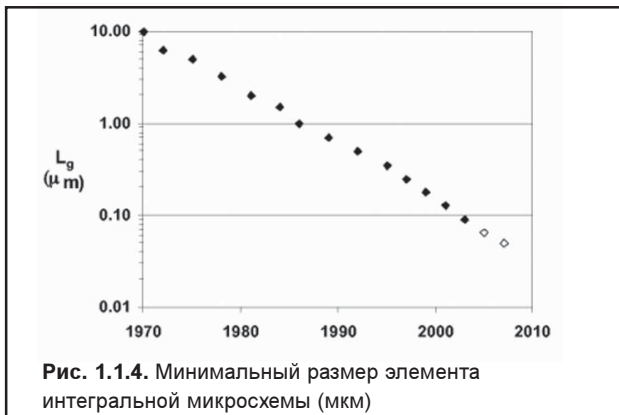


Рис. 1.1.4. Минимальный размер элемента интегральной микросхемы (мкм)

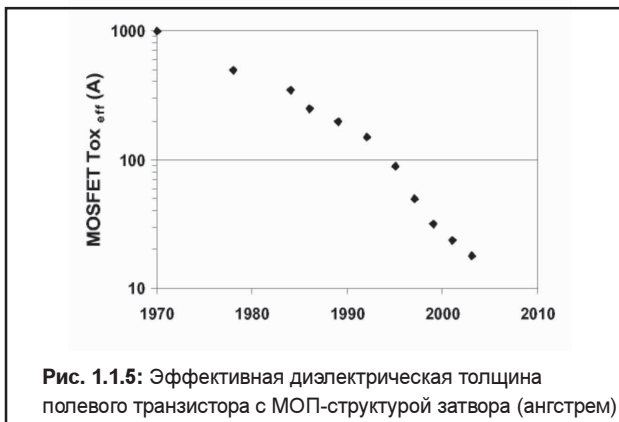


Рис. 1.1.5: Эффективная диэлектрическая толщина полевых транзисторов с МОП-структурой затвора (ангстрем)

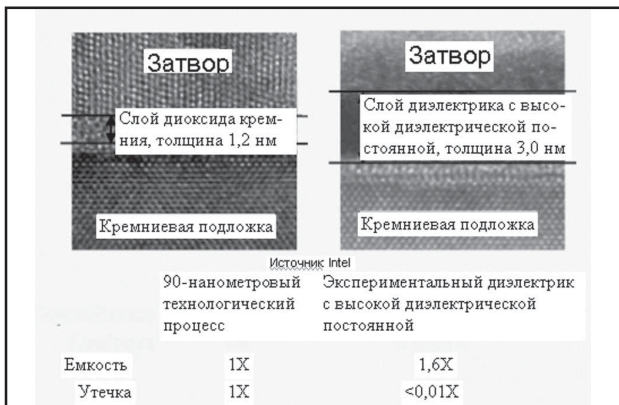


Рис. 1.1.6: Вещество с высоким значением диэлектрической постоянной в качестве диэлектрика затвора

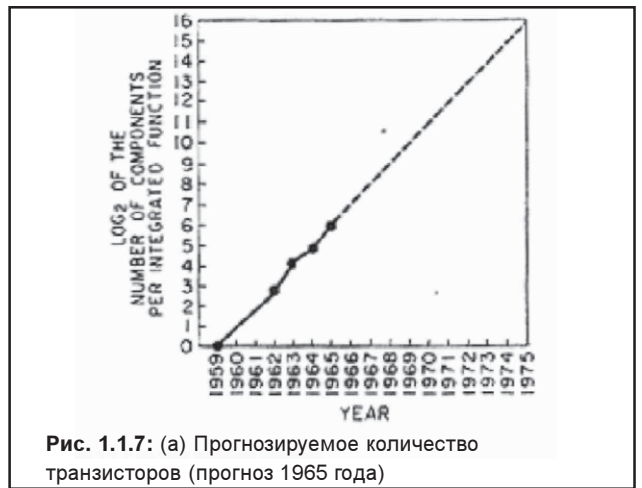


Рис. 1.1.7: (а) Прогнозируемое количество транзисторов (прогноз 1965 года)

производители микросхем вынуждены бороться за конкурентоспособность своей продукции. Как показано в докладе «Перспективы развития полупроводниковых технологий, 2001 г.» (Technology Roadmap for Semiconductors, 2001 Edition), период между переломными моментами технологий приближается к двум годам вместо исторически сложившихся трех. Даже несмотря на увеличивающиеся технологические трудности и финансовые затраты, сопровождающие уменьшение размеров элементов, конкурентное преимущество, получаемое от выхода на рынок продукции следующего поколения, поддерживает процесс миниатюризации. Производители вынуждены корректировать свои разработки в направлении повышения конкурентоспособности в соответствии с новыми технологическими достижениями в отрасли.

За прошедшие годы несколько раз казалось, что технологические барьеры должны замедлить или даже остановить описанные выше тенденции, однако, поскольку ставки были высоки, компании-производители нашли способы обойти возникшие препятствия. Тем не менее, в течение двух ближайших десятилетий производители встретятся с новым и еще более фундаментальным барьером – вещества состоят из атомов, а зона действия современной полупроводниковой технологии приближается к размерам атомов. Указанная проблема, скорее всего, проявит себя в толщине диэлектрика, изолирующего затвор транзистора (рис. 1.1.5). По мере развития технологии данный параметр также уменьшался примерно по экспоненциальному закону. Как показывает микрофотография электронного перехода (рис. 1.1.6.), при использовании диоксида кремния в качестве диэлектрика затвора транзисторы сле-



Рис. 1.1.7: (б) Прогнозируемое количество транзисторов (прогноз 1965 года с наложением реальных данных 1975 года)



дующего поколения будут иметь слой диэлектрика толщиной всего в несколько молекул. Впрочем, в данном случае есть возможность использования материалов с более высокой диэлектрической постоянной, что позволяет достичь заданных характеристик электрического поля посредством более толстого слоя изолятора. Такое решение отодвигает наступление описываемой проблемы.

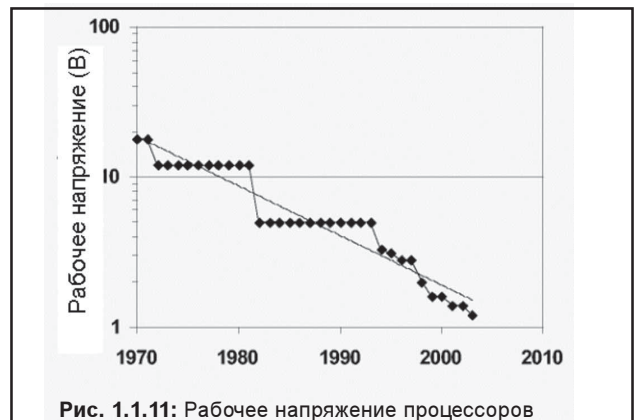
Еще одна хорошо известная экспоненциальная зависимость описывает увеличение сложности наиболее сложных интегральных микросхем. Поведение этой зависимости обуславливается уменьшением размеров фотошаблонов и улучшением технологии производственных процессов, что экономически оправдывает создание все более сложных кристаллов микросхем. Я первый уловил эту тенденцию на начальном этапе существования интегральных микросхем [1], когда пытался предсказать тенденции развития микроэлектроники на очередное десятилетие. На рис. 1.1.7.(а) показан первоначальный прогноз 1965 года (т.н. «ежегодное удвоение»), который впоследствии был назван «Законом Мура». На рис. 1.1.7.(б) показан тот же самый прогноз с учетом данных, имевшихся в 1975 году. На рис. 1.1.8. показан аналогичный график, включающий мой прогноз 1975 года [2] и данные, иллюстрирующие реальное развитие событий. Приблизительно двухлетний цикл удвоения, предсказанный в 1975 году, в значительной степени является следствием уменьшения размеров шаблонов и увеличения размеров кристаллов. Увеличение темпа роста сложности, произошедшее после 1975 года, обусловлено включением еще одной движу-

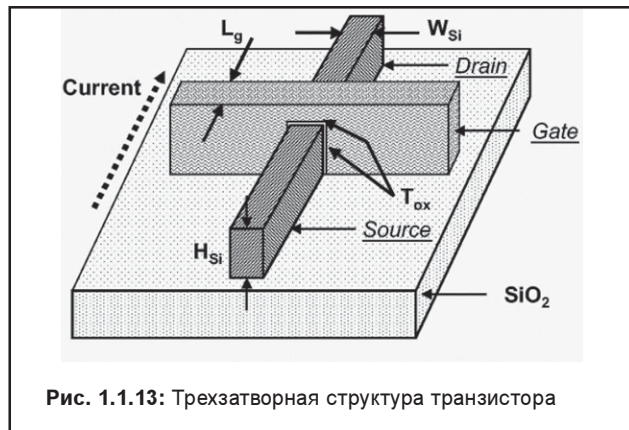


щей силы – усовершенствование схемотехники и конструирования микросхем позволили уменьшить долю теряемой ранее поверхности полупроводникового кристалла. В 1975 году существовавшие на тот момент резервы уменьшения исчерпывались, что замедлило темпы развития.

Многие другие параметры также имеют примерно экспоненциальный закон поведения, в основном из-за их связи с уменьшающимися размерами и увеличивающейся сложностью микросхем. Например, на рис. 1.1.9. показан рост производительности компьютеров, обусловленный как наличием более быстрых транзисторов, так и их количеством, нарастающим по экспоненциальному закону. Рис. 1.1.10. иллюстрирует изменение мощности рассеяния микропроцессорных интегральных схем, которая увеличивается, несмотря на все попытки уменьшить рабочее напряжение (рис. 1.1.11.) и минимизировать рассеивание токов.

Для того чтобы исторически сложившаяся тенденция продолжилась, транзистор интегральной микросхемы должен сам эволюционировать, то есть извратиться от планарной структуры, обычно используемой сегодня. К настоящему моменту предлагаются несколько идей, которые призваны уменьшить рассеивание токов и обеспечить повышение быстродействия. Указанные идеи включают в себя структуры полностью обедненного кремния на диэлектрике (fully-depleted SOI) [3], а также структуры с двумя [4] и тремя затворами [5]. На рис. 1.1.12. показаны направления, в которых развивается обычный планарный транзистор. Изменениям подвергается даже кристаллическая структура кремния. С целью повышения подвижности носителей заряда и, как следствие этого, улучшения рабочих характеристик транзистора его кристаллическая решетка деформируется [6]. На рис. 1.1.13. проиллюс-





трировано одно из наиболее радикальных нововведений, исследуемых в настоящее время: трехмерный транзистор с тремя затворами. Использование подобных транзисторов позволит обеспечить прогресс технологии, по крайней мере, еще на несколько поколений. Технологические трудности продолжают нарастать; аналогичную нагрузку создают и финансовые проблемы. В качестве примера можно привести изменение стоимости литографической машины за последние несколько поколений развития микроэлектроники. Очевидно, что в отрасли, где рост доходов замедляется, этот фактор также представляет собой труднопреодолимое препятствие. Однако микроэлектроника встречалась с трудностями и раньше, однако все их успешно преодолела и достигла сегодняшних высот.


Существует множество способов решения проблем, стоящих перед микроэлектроникой в наше время. Изобретательность инженеров и ученых, преодолевавших возникавшие ранее препятствия, была фантастической, и я надеюсь, что так будет и впредь. По крайней мере, на несколько ближайших поколений существуют решения, которые обеспечат развитие отрасли примерно с той же скоростью, с какой оно происходило до настоящего времени. Однако даже если в будущем циклы удвоения увеличатся, скорость развития полупроводниковой индустрии будет намного превосходить соответствующие показатели практически всех остальных отраслей техники. Полупроводниковая индустрия — действительно революционная технология!

Список используемой литературы

- [1] G. E. Moore, «Cramming more Components onto Integrated Circuits», *Electronics*, vol. 38, no. 8, April 19, 1965.
- [2] G. E. Moore, «Progress in Digital Integrated Electronics», *Technical Digest of International Electron Devices Meeting*, p. 11, Dec. 1975.
- [3] R. Chau, et al, «A50nm Depleted-Substrate CMOS Transistor (DST)», *Technical Digest of International Electron Devices Meeting*, pp. 621-624, Dec. 2001.
- [4] X. Huang, et al. «Sub 50-nm FinFET: PMOS», *Technical Digest of International Electron Devices Meeting*, pp. 67-70, Dec. 1999.

[5] R. Chau et al, «Advanced Depleted Substrate Transistors: Single-gate, Double-gate and Tri-gate», *Extended Abstracts of the 2002 International Conference on Solid State Devices and Materials*, pp. 68-69, Sept. 2002, Nagoya, Japan.

[6] S. Thompson, et al, «A 90nm Logic Technology Featuring 50nm Strained Silicon Channel Transistors, 7 Layers of Cu Interconnects, Low k ILD, and 1mm² 6-T STAM Cell», to be published in the *Technical Digest of International Electron Devices Meeting*, Dec., 2002.



ГИБКИЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ПРОВОД

производство и поставка

Характеристики:

- Нихромовая спираль в термостойкой пластмассовой оболочке;
- Напряжение питания : 12-220 В;
- Удельная мощность: 2-50 Ватт/метр;
- Максимальная рабочая температура поверхности: +105° С;
- Выпускаются 2-х видов: ПН-провод нагревательный, ПНХ-провод нагревательный с наличием холодных концов;
- СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ РБ, РФ.

Область применения:

- Промышленные и бытовые нагревательные приборы различного назначения (электро-грелки, электро-одеяла и т. п.);
- "теплый пол";
- Системы антиобледенения (крыши, водостоки, тротуары);
- Обогрев сидений автомобиля;
- Антизапотевание витрин и т. п.

ЛИТОПЛАСТ

220038, г. Минск, пер. Козлова, 7а. Тел./факс (+37517):
289-99-24, 235-61-42, 544-27-77, 544-27-76, 235-61-40.
E-mail: litoplast@nsys.by

DIODE SOLUTIONS

Input Bridges

Power Level	Input Voltage	Part #	I _o	V _{RRM}	Package
250W	120 V _{AC} 230 V _{AC}	KBPCT04	3A	400V	D-46
		KBPC106	3A	600V	D-46
	120 V _{AC}	4GBU04	4A	400V	D-40
		4GBU04	4A	400V	D-39
		6GBU04	6A	400V	D-40
		KBPC604	6A	400V	D-72
500W	120 V _{AC}	KBPC108	3A	800V	D-46
		KBPC110	3A	1000V	D-46
	230 V _{AC}	4GBU06	4A	600V	D-40
		4GBU06	4A	600V	D-39
		4GBU08	4A	800V	D-39
		4GBU10	4A	1000V	D-40
750W	120 V _{AC}	8GBU04	8A	400V	D-40
		KBPC804	8A	400V	D-72
	230 V _{AC}	6GBU06	6A	600V	D-40
		KBPC606	6A	600V	D-72
		6GBU08	6A	800V	D-40
		KBPC608	6A	800V	D-72
1000W	120 V _{AC}	6GBU10	6A	1000V	D-40
		KBPC610	6A	1000V	D-72
	230 V _{AC}	26MB80A	25A	400V	D-34A
		8GBU06	8A	600V	D-40
		KBPC806	8A	600V	D-72
		8GBU08	8A	800V	D-40
1000V	8GBU10	8A	1000V	D-40	
	KBPC810	8A	1000V	D-72	

Input Diodes

Part #	I _F (avg) @ TC	V _{RRM}	V _{FM} @ I _F	Package
8EVS085	8 @ 95°C	800V	1.1	D-Pak
8EVS125	8 @ 95°C	1200V	1.1	D-Pak
10EVS08	10A @ 105°C	800V	1.1	D-Pak, TO-220, FullPak
10EVS12	10A @ 105°C	1200V	1.1	D-Pak, TO-220, FullPak

Soft Start SCR

Part #	I _{TRMS}	I _F (avg) @ TC	V _{RRM} -V _{RRM}	V _{FM} @ I _{FM}	Package
8TVS085	8A	6.0 @ 112°C	800V	1.15V @ 6.5A	D-Pak
10TTS08	10A	6.5 @ 112°C	800V	1.15V @ 6.5A	TO-220, DPAK
12TTS08	12A	8 @ 108°C	800V	1.02V @ 8A	TO-220, DPAK
16TTS08	16A	10 @ 98°C	800V	1.4V @ 10A	TO-220, FullPak, DPAK
16TTS12	16A	10 @ 98°C	1200V	1.4V @ 10A	TO-220, FullPak, DPAK

ДИОДЫ, ИГВТ И ДРАЙВЕРЫ ДЛЯ «БЕЛОЙ» ТЕХНИКИ

600V IGBTs

Non-Punch-Through (NPT) Technology

These rugged devices are all short-circuit rated (min 10µsec) with a square wave. With a reduced current tail & lower switching losses, they are optimized for motor drive applications in appliances with switching frequencies 8.5kHz.

Part Number	Package	I _C (A) @ T _C 100°C	V _{CE(sat)} Typ. @ T _J =25°C	V _{CE(sat)} Typ. @ T _J =150°C	E _{swich} @ T _J 125°C (mJ)
ULTRAFAST, SHORT-CIRCUIT RATED					
IRGS6860KD	D ² Pak Co-Pack	7	1.8V	2.20V	0.338
IRG6860KD	TO-262 Co-Pack	7	1.8V	2.20V	0.338
IRGS16860KD	TO-262 Co-Pack	7	1.8V	2.20V	0.338
IRG16860KD	FullPak Co-Pack	6 @ 90°C	1.8V	2.20V	0.338
IRGS10860KD	D ² Pak Co-Pack	12	1.8V	2.20V	0.390
IRG810860KD	TO-220 Co-Pack	12	1.8V	2.20V	0.390
IRGS110860KD	TO-262 Co-Pack	12	1.8V	2.20V	0.390
IRG110860KD	FullPak Co-Pack	7.5	1.8V	2.20V	0.390
IRGS15860KD	D ² Pak Co-Pack	20	1.8V	2.20V	0.840
IRG15860KD	TO-220 Co-Pack	20	1.8V	2.20V	0.840
IRGS15860KD	TO-262 Co-Pack	20	1.8V	2.20V	0.840
UP-COMING NEW IGBT NPT PRODUCTS					
IRGR3860KD	D-Pak Co-Pack	3	1.80V	2.20V	0.25
IRGS4860KD	D ² Pak Co-Pack	4	1.80V	2.20V	0.25
IRGB4860KD	TO-220 Co-Pack	4	1.80V	2.20V	0.25
IRGS14860KD	TO-262 Co-Pack	4	1.80V	2.20V	0.25
IRGB8860KD	TO-220	8	1.80V	2.20V	180
IRGB6860KD	TO-220	6	1.80V	2.20V	180

Punch-Through (PT) Technology

The established (PT) family offers low conduction losses in lower switching frequency applications.

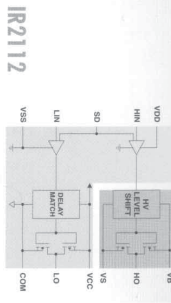
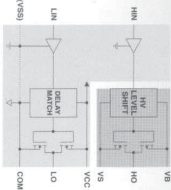
Part Number	Package (Co-Packs)	I _C (A) @ T _C 100°C	V _{CE(sat)} Typ. @ T _J =25°C	V _{CE(sat)} Typ. @ T _J =150°C	E _{swich} @ T _J 125°C (mJ)
FAST, NON SHORT-CIRCUIT RATED					
IRG4BC20FD	FullPak	7.7	1.66V	1.76V	1.35
IRG4BC20FD	TO-220	9.0	1.66V	1.76V	1.35
FAST, SHORT-CIRCUIT RATED					
IRG4BC15MD	TO-220	8.6	1.88V	2.10V	3.00
IRG4BC20MD-S	D ² Pak	11	1.85V	2.07V	3.49
IRG4BC20MD	TO-220	11	1.85V	2.07V	3.49
ULTRAFAST, SHORT-CIRCUIT RATED					
IRG4RC10KD	D-Pak	5	2.39V	2.63V	0.56
IRG4RC20KD	TO-220	9	2.27V	2.43V	0.85
IRG4RC20KD-S	D ² Pak	9	2.27V	2.43V	0.85
IRG4RC30KD	FullPak	9.2	2.21V	2.36V	1.69
ULTRAFAST, NON SHORT-CIRCUIT RATED					
IRG4RC10UD	FullPak	3.9	2.15V	2.30V	0.45
IRG4RC10UD	D-Pak	5	2.15V	2.30V	0.45
IRG4RC150D-S	D ² Pak	7.8	2.02V	1.95V	0.76
IRG4RC150D	TO-220	7.8	2.02V	1.95V	0.76
IRG4RC150D-L	TO-262	7.8	2.02V	2.40V	0.76

IC DRIVERS

High and Low Side Drivers

These devices drive both high and low side switches independently. Minimum dead time is controlled by the micro controller or DSP. Both devices can be conducting simultaneously for applications where needed, such as SR drives.

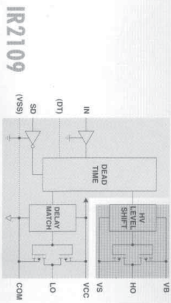
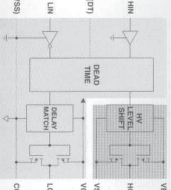
Part #	Package	Voltage	Output Source/ Sink Current	V _{CC} Range	V _{SS} Range	Delay	Features
IR2106	8-lead PDIP						Soft turn-on, Noninverting input, 3.3V, 5V, and 15V logic compatible
IR2106S	8-lead SOIC	600	+120/-250 mA	10 - 25V with UVLO	10 - 25V with UVLO	50 nsec	Same as 2106 plus all high voltage pins on one side, Separate logic and power ground
IR21064	14-lead PDIP					Max.	
IR21064S	14-lead SOIC						
IR2112	14-lead PDIP					30 nsec	Noninverting input
IR2112-1	14-lead PDIP					Max.	5-20V, Separate logic supply Shutdown input, -1 and -2
IR2112-2	16-lead PDIP	600	+200/-420 mA	10 - 25V with UVLO	10 - 25V with UVLO		package has high creepage
IR2112S	16-lead SOIC						



Half Bridge Drivers

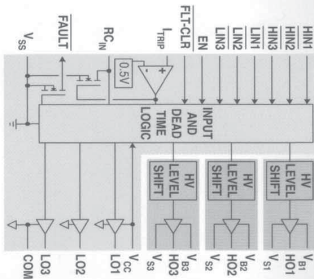
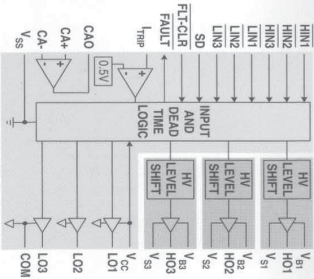
The half bridge drivers provide dead time control with shoot-through protection to avoid cross-conduction. They are ideal for induction and DC busless drives.

Part #	Package	Voltage	Output Source/ Sink Current	V _{CC} Range	V _{SS} Range	Dead Time	Features
IR2108	8-lead PDIP					Fixed 500 ns	Separate high and low side inputs, 3.3V, 5V, 15V logic compatible, soft turn-on
IR2108S	8-lead SOIC						
IR21084	14-lead PDIP						Same as 2108, plus all high voltage pins on one side.
IR21084S	14-lead SOIC	600	+120/-250 mA	10 - 25V with UVLO	10 - 25V with UVLO	0.5-5µs	Separate logic & power gnd.
IR2109	8-lead PDIP					Fixed 500 ns	Single input plus shutdown, 3.3V, 5V, and 15V logic compatible, Soft turn-on
IR2109S	8-lead SOIC						
IR21094	14-lead PDIP						Same as 2109, plus all high voltage pins on one side, Separate logic & power gnd.
IR21094S	14-lead SOIC					Set by external R, 0.5-5µs	



Three Phase Drivers

Part #	Package	Voltage	Output Source/ Sink Current	V _{CC} Range	V _{SS} Range	Dead Time	Features
IR2133	28-lead PDIP						All inputs inverting, Separate high and low inputs, Under-voltage lockout on all drivers, Overcurrent comparator built in, Latching fault logic, Fault clear input, Synchronized shutdown input, Uncommitted Dr-amp
IR21331	44-lead PLCC					10 - 25V with UVLO	Cannot be less than 200ns
IR2133S	28-lead SOIC	600	+200/-420 mA	10 - 25V with UVLO	10 - 25V with UVLO		Lower output current version of 2133, 5V inverting input logic, Programmable fault clear delay, soft turn-on driver
IR2135	28-lead PDIP					12 - 25V with UVLO	Same as 2136, except high side noninverting, Higher UV lockout threshold
IR21351	44-lead PLCC					12 - 25V with UVLO	
IR2135S	28-lead SOIC						
IR2136	28-lead PDIP					10 - 25V with UVLO	
IR21361	44-lead PLCC					10 - 25V with UVLO	
IR2136S	28-lead SOIC	600	+120/-250 mA	12 - 25V with UVLO	12 - 25V with UVLO		
IR21362	44-lead PLCC						
IR21362S	28-lead SOIC						



APPLIANCE APPLICATIONS



UVLO — Under Voltage Lockout