



1 МИР № ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ 2003

В НОМЕРЕ:

Продукция компании Xemics
Новые компоненты Analog Devices
DC/DC-преобразователи Peak Electronics
Энергонезависимая память RAMTRON
ИФАП-синтезаторы частоты Analog Devices
AC/DC-преобразователи CHINFA

информационно-технический альманах



Элтех
www.eltech.spb.ru

официальный дистрибьютор

**ANALOG DEVICES
RAMTRON
POWER-ONE
PEAK-ELECTRONICS**

официальный поставщик

**POWERTIP
TRACO
FRANMAR
CHINFA
INTERNATIONAL RECTIFIER**



СОДЕРЖАНИЕ

КОРОТКО О ВАЖНОМ..... 3

Весенний марафон семинаров компании
ANALOG DEVICES

Компания **PEAK ELECTRONICS** получила сертифи-
кат качества ISO 9001

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ XEMICS 4

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ANALOG DEVICES 6

ADSP-21161 SHARC – 32-разрядный процессор
цифровой обработки сигналов с плавающей точкой

ADSP-2192 – 16-разрядный процессор цифровой
обработки сигналов с плавающей точкой

AD7654 – 16-разрядный двухканальный АЦП
500kSPS

AD9244 – 14-разрядный АЦП 65 MSPS

ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ 9

ADSP-21513 "BLACKFIN" ANALOG DEVICES

DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ 13

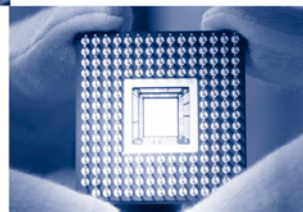
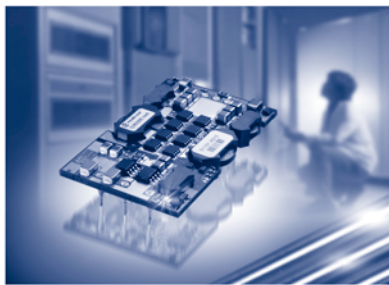
ПРОИЗВОДСТВА PEAK ELECTRONICS

ИФАП-СИНТЕЗАТОРЫ РАДИОЧАСТОТ 14

СЕРИИ ADF4000 ПРОИЗВОДСТВА
ANALOG DEVICES

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ ПАМЯТЬ RAMTRON 22

АС/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ CHINFA 27



Уважаемые друзья,

Вы держите в руках первый номер информационно-технического альманаха «Мир электронных компонентов», подготовленный и выпущенный силами сотрудников компании ЭЛТЕХ.

Главным побудительным мотивом для его появления явилось желание поделиться с Вами, нашими многочисленными заказчиками, тем богатым техническим опытом и знаниями, которыми мы обладаем, рассказать о новых тенденциях и направлениях в различных областях электроники. Мы задумали это издание, прежде всего, как органичное дополнение к печатным и электронным каталогам, распространяемым нашей компанией. Кроме того, на страницах нашего альманаха мы планируем печатать переводы на русский язык тех технических материалов, статей и обзоров, которые нам предоставляют наши поставщики и которые, на наш взгляд, будут интересны Вам.

Мы стоим лишь в самом начале пути становления нового издания и очень рассчитываем на живое участие наших читателей в создании образа и формировании содержания следующих выпусков альманаха. Мы будем признательны Вам за любые отклики, внимательно рассмотрим любые критические замечания, будем очень рады Вашим положительным отзывам.

Мы не планируем замыкаться исключительно на своих материалах и ограничиваться собственными силами. Мы приглашаем Вас, уважаемые читатели, к сотрудничеству в создании альманаха и готовы размещать Ваши статьи, обзоры, критические заметки. Приглашаем к сотрудничеству не только маститых специалистов и разработчиков, но и вступающих на увлекательный путь исследовательских разработок студентов.

Размышляя над периодичностью выхода нашего альманаха, мы решили, что наиболее удобным и реалистичным будет периодичность три-четыре раза в год. Распространяться альманах будет, прежде всего, среди заказчиков компании ЭЛТЕХ. Его также можно будет получить в наших офисах и на выставках, в которых мы принимаем участие.

Итак, в добрый путь по «Миру электронных компонентов»!

Главный редактор

Андрей Борисович Перегуд

Генеральный директор компании «Элтех»

Над материалами номера работали:

Сергей Владимирович Дмитриев

руководитель отдела технической поддержки, sergey@eltech.spb.ru

Андрей Викторович Древланский

заместитель директора компании по рекламе и маркетингу, andrey.dr@eltech.spb.ru

Олег Владимирович Романов

технический специалист, oleg.rom@eltech.spb.ru

Геннадий Валерьевич Горюнов

технический специалист, gennady.gr@eltech.spb.ru

Компания ANALOG DEVICES начинает весенний марафон семинаров

31 марта с семинара в Санкт-Петербурге в России стартует **весенний марафон семинаров компании Analog Devices, посвященных усилителям**. Помимо Санкт-Петербурга, семинары пройдут в **Москве** (01.04), **Ростове-на-Дону** (02.04), **Екатеринбурге** (18.04), **Новосибирске** (21.04). Марафон семинаров охватит также страны Балтии и СНГ. На семинарах выступят с докладами инженеры по применению Джеймс Брайнт (James Bryant) и Дерек Боуэрс (Derek Bowers), а также руководитель российского представительства Analog Devices Евгений Вышинский.

В ходе семинаров будут освещены следующие вопросы:

- основные принципы работы операционных усилителей;
- специальные усилители (инструментальные усилители, усилители с программируемым коэффициентом усиления, изолирующие усилители);
- нормализация сигналов от датчиков;

- особенности совместного использования операционных усилителей, АЦП и ЦАП;
- аналоговая фильтрация;
- усилители сигналов (аудио, видео, телекоммуникационные усилители и т.д.);
- вопросы аппаратного проектирования усилителей.



Место и время проведения семинара в каждом из городов уточняйте на сайте российского представительства компании Analog Devices (www.analog.com.ru) и сайте официального дистрибьютора компании Элтех (www.eltech.spb.ru).

Участие в семинаре бесплатное. Для участия в семинаре необходимо заполнить анкету, которую можно получить в компании Элтех. Каждый участник получит комплект литературы.

Компания PEAK electronics получила сертификат качества ISO 9001



Компания **PEAK electronics**, производитель маломощных DC/DC преобразователей, получила сертификат, подтверждающий соответствие ее системы качества международному стандарту ISO 9001.

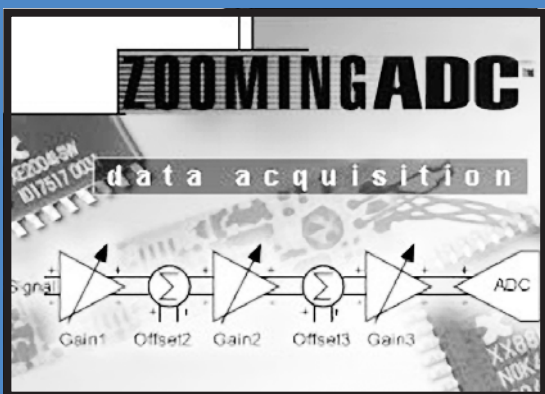
Теперь превосходное качество продукции этой достаточно молодой, но динамично развивающейся, компании из Германии получило документальное подтверждение.

Продукция компании Xemics

7 марта 2003 года компания ЭЛТЕХ заключила дистрибьюторское соглашение со швейцарской компанией Xemics о представлении на российском рынке ее продукции, отличающейся прогрессивностью технических решений. Основными направлениями, развиваемыми компанией Xemics, являются системы сбора и обработки информации с малым энергопотреблением, маломощные радио трансиверы, компоненты технологии Bluetooth™, аудио-кодеки, приемники навигационной аппаратуры GPS. Отличительной особенностью всех разработок Xemics является малое энергопотребление и функциональная завершенность предлагаемых решений.

Bluetooth™ является новой быстроразвивающейся технологией передачи данных по радиоканалу 2,4 ГГц, свободному от лицензирования. Технология беспроводной связи Bluetooth™ была разработана консорциумом Bluetooth SIG (Special Interest Group) Promoters, в который в настоящее время уже вошли около 2000 компаний.

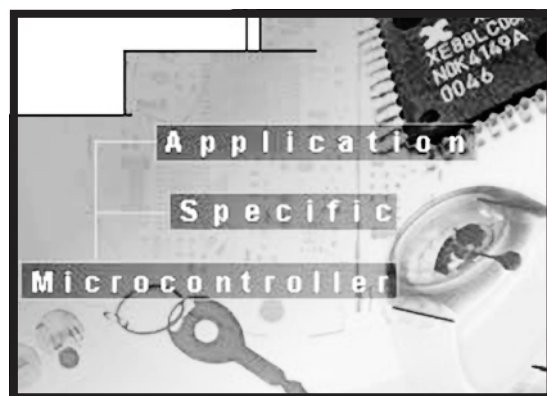
Системы сбора и обработки информации включают в себя серию XE88LC0x микроконтроллеров с масштабируемым 16+10 битным АЦП и серию XE200x уникальных интегральных преобразователей емкость-напряжение с низким энергопотреблением.



- XE2004 Программируемый преобразователь "емкость-в-напряжение" с малым потреблением.
- XE88LC01 Микроконтроллер с низким потреблением и масштабируемым 16+10 битным АЦП.
- XE88LC02 Микроконтроллер с низким потреблением и масштабируемым 16+10 битным АЦП и ЖКИ драйвером.
- XE88LC03 Микроконтроллер с ультра низким потреблением.
- XE88LC05 Микроконтроллер с низким потреблением и масштабируемым 16+10 битным АЦП и встроенными буферизованными ЦАП 16+8 бит.
- XE88LC06A Однокристалльный трансивер на основе микроконтроллера.

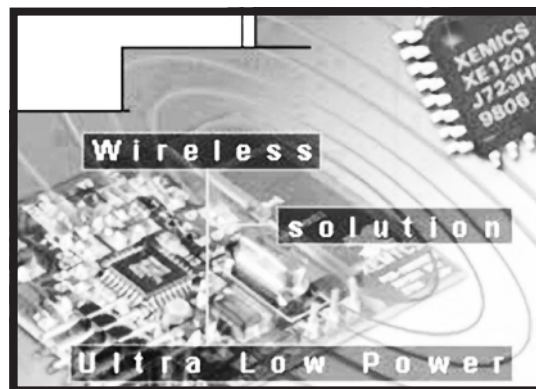
Микросхемы этих серий могут применяться при разработке переносных измерительных приборов с батарейным питанием, интеллектуальных дистанционных датчиках, измерителях ускорения

(акселерометрах), измерителях давления, домашней автоматизации, измерения емкости аккумулятора, считывателей штрих кода и др.



Следующее направление представляет серия XE12xx. Это однокристалльные трансиверы передачи данных с низким энергопотреблением. Серия трансиверов Xemics покрывает диапазон разрешенных для безлицензионного использования частот от 30 КГц до 1 ГГц. В настоящее время серия XE12xx состоит из следующих устройств:

- XE1201A Одноканальный, СВЧ трансивер с малым потреблением в диапазоне 300-500 МГц.
- XE1202 Многоканальный, трансивер с малым потреблением в диапазоне 433/868/915 МГц.
- XE1209 КМОП трансивер с ультра низким потреблением в диапазоне 30-70 КГц.



- XE1218/XE1218A Однокристалльный УКВ приемник с ультранизким потреблением в диапазоне FM 130-230 МГц.

Устройства XE12xx идеально подходят для создания дистанционных сенсоров и измерительных устройств, сис-



X XEMICS

тем безопасности, устройств голосовой коммуникации, домашней автоматизации.

Серия XE2140x предназначена для широкого круга задач использующих технологию Bluetooth™. Эти контроллеры могут применяться в системах слежения и безопасности, дистанционных измерительных системах с батарейным питанием, периферийных компьютерных устройствах, беспроводных линиях передачи данных.

Ко второму направлению технологии Bluetooth™ принадлежат контроллеры серии XE143x. Эти контроллеры дополнительно включают в себя аудио кодеки, и специально предназначены для реализации беспроводных, недорогих телефонных гарнитур с ультра низким энергопотреблением и минимальным количеством внешних компонентов.



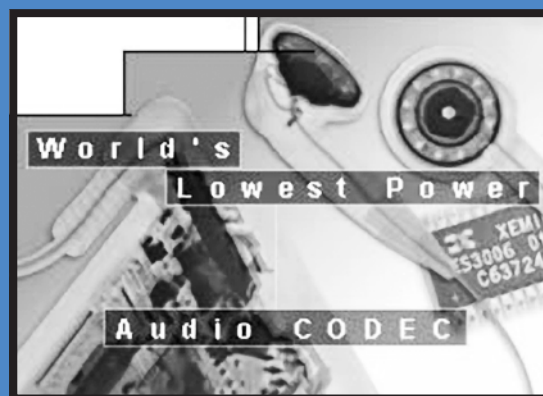
Аудио кодеки фирмы Xemics представлены семейством XE300x, которое включают в себя микрофонные усилители и усилители мощности в маленьком TSSOP корпусе.

- XE3003 Миниатюрный АЦП с программируемым предусилителем и встроенным микрофонным усилителем.
- XE3004 Миниатюрный ЦАП с встроенным выходным усилителем мощности.
- XE3005 Комбинированный кодек интегрирует в себе XE3003 и XE3004.
- XE3006 Кодек XE3005 с технологией "Sandman™".

Микросхема XE1610 включает в себя недорогой законченный встраиваемый приемник системы GPS, который может найти применение при построении карманных компьютеров с навигационными способностями, систем навигации, спутниковой и сотовой телефонии, системах управления транспортом, интеллектуальных игрушках, наручных часах и т. п.

Реализованные на основе уникальной технологии "Sandman™" – чипы серии XE300x переходят в "спящий

режим" при отсутствии аудио сигнала. Кодеки Xemics могут найти применение в аудиоаппаратуре, системах звукозаписи, диктофонах, при



построении систем головных телефонов построенных на основе технологии Bluetooth™, построении гарнитур "свободные руки".

Сочетание прекрасных технических характеристик с невысокой ценой делают устройства Xemics привлекательными для применения в широком спектре задач.

Подробную информацию вы можете найти на сайте www.xemics.com

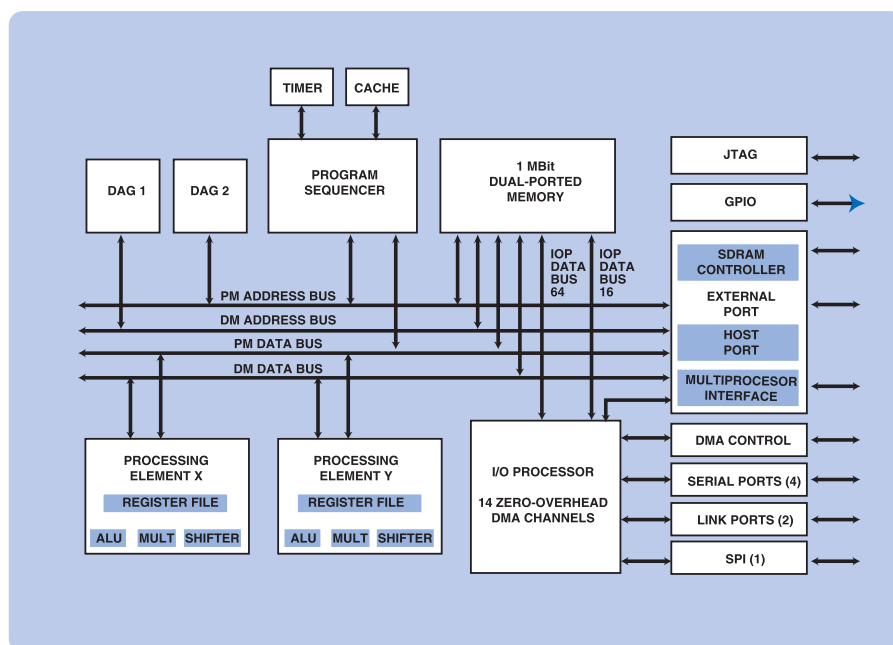


Геннадий Горюнов, gennady.gr@eltech.spb.ru

КОМПАНИЯ “ЭЛТЕХ” ПРЕДЛАГАЕТ НО

ADSP-21161 SHARC®

32-разрядный процессор цифровой обработки сигналов с плавающей точкой



ХАРАКТЕРИСТИКИ

- SIMD-ядро: 100 МГц (10 нс);
- производительность 600 MFLOPS, 600 MOPS (32-разрядные с фиксированной точкой);
- совместимость по коду с ADSP 21x6x SHARC®;
- поддержка 32-разрядных чисел с плавающей точкой по стандарту IEEE, 40-разрядных чисел с плавающей точкой и 32-разрядных чисел с фиксированной точкой;
- выполнение инструкции за один цикл, включая SIMD операции в обоих вычислительных модулях;
- 1 Мбит внутренней SRAM двойного доступа;
- внутренний (on-chip) поток данных 2.4 Гб/с;
- 14 каналов ПДП, работающих без тактов ожидания;
- четыре синхронных последовательных порта с поддержкой стандарта I²C;
- поддержка 128-канальной мультиплексной передачи с временным уплотнением;
- встроенная поддержка внешней памяти SDRAM и SBSRAM;
- обращение за один цикл к 100 МГц 48-разрядной внешней памяти;
- два 100 Мб/с link-порта;
- поддержка стандарта SPI;
- поддержка оптимизированными C и C++ компиляторами;
- поддержка средствами разработки VisualDSP®.

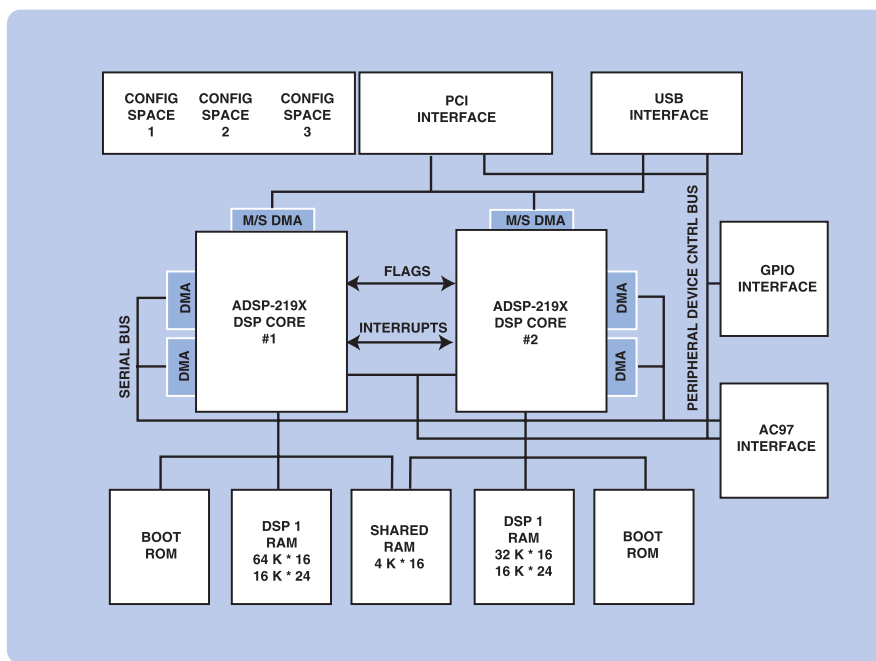
ADSP-21161 является вторым представителем 32-разрядных ЦПОС с плавающей точкой, основанных на SIMD-архитектуре (с одним потоком команд и множеством потоков данных) ядра, которая оптимизирована для высокопроизводительной

цифровой обработки сигнала. Подобно другим SHARC процессорам, ADSP-21161 совместим по набору инструкций с другими представителями семейства и поддерживает как целочисленные, так и вещественные типы данных.

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ANALOG DEVICES

ADSP-2192

16-разрядный процессор цифровой обработки сигналов с фиксированной точкой



ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 16-разрядный с двухпроцессорной архитектурой: 160 МГц / 320 MIPS;
- межпроцессорная связь;
- совместимость по коду с семейством **ADSP-218x**;
- 2,4 Мбит расположенная на кристалле SRAM;
- расположенное на кристалле ПЗУ загрузки (Boot ROM);
- PCI 2.2 33 МГц / 32-разрядный совместимый интерфейс;
- поддержка PCI режимов ведомого и ведущего;
- интегрированный USB 1.1 совместимый интерфейс;
- AC'97 Rev.2.1 совместимый интерфейс;
- 14 каналов ПДП;
- 8 программируемых входов / выходов общего назначения;
- последовательный интерфейс для внешних EPROM / EEPROM устройств;
- поддержка оптимизированными C и C++ компиляторами;
- поддержка средствами разработки VisualDSP®.

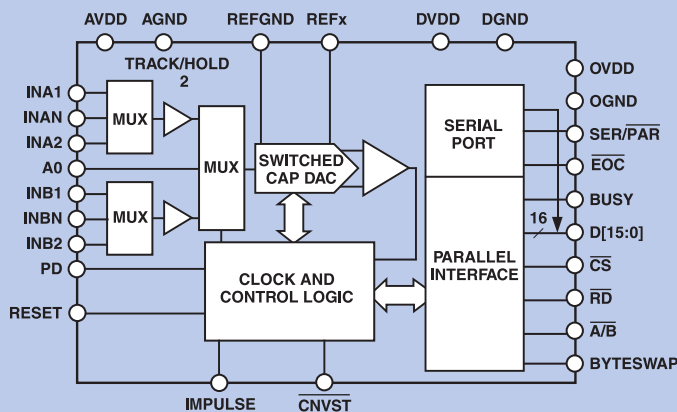
ADSP-2192 является 16-разрядным ЦПОС с фиксированной точкой, содержащим двухпроцессорное ядро. Изделие оптимизировано для приложений многоканальной обработки сигналов голоса/данных и другой информации. **ADSP-2192** является первым изделием, основанным на новом высокопроизводительном ядре цифрового сигнального процессора семейства **ADSP-219x**, способным выпол-

нять 320 миллионов инструкций в секунду (MIPS). Произведенный по высокопроизводительной, малопотребляющей КМОП технологии **ADSP-2192** обладает 6,25 нс. командным циклом (160 МГц / 320 MIPS). Архитектура **ADSP-2192** позволяет процессорам выполнять инструкции параллельно, по две любых инструкции за один командный цикл.

AD7654 16-разрядный, двухканальный, 500 kSPS АЦП

Первый двухканальный АЦП семейства PulSAR™

- АЦП последовательного приближения.
- Одновременная выборка по двум каналам.
- Усилитель выборки и хранения на каждый канал.
- Два входа на каждый канал.
- Отсутствие пропуска кода.
- Параллельный и последовательный интерфейс, совместимый с 3В и 5В логикой.



AD 7654

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон входного сигнала 0...5В.
Интегральная нелинейность ± 3.5 МЗР.
Потребляемая мощность 120мВт при 500кSPS.
Максимальная частота входного сигнала 10МГц.
Отношение сигнал/шум 90дБ.
Коэффициент нелинейных искажений -100дБ.

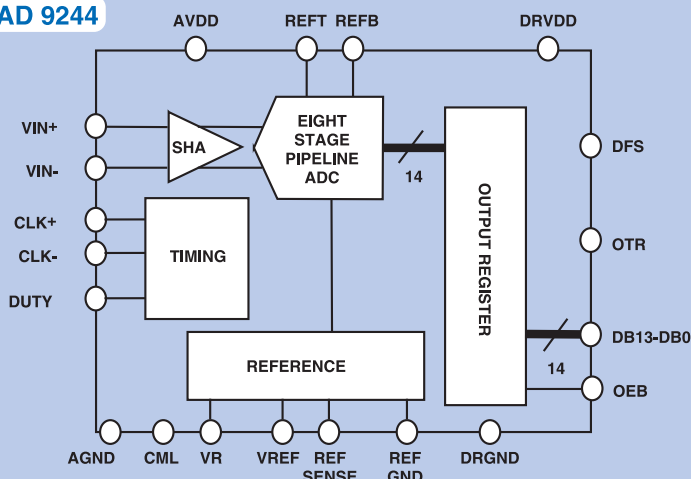
Динамический диапазон 105дБ.
Частота дискретизации 0...500кГц.
Защита от электростатического разряда по входу до 120мА.
Однополярное питание 5В.
Температурный диапазон -40...+85°C.
Тип корпуса LQFP48 и LFCSP48.

AD9244 14-разрядный, 65 MSPS АЦП

Меньшее энергопотребление, чем у подобных АЦП

- Источник опорного напряжения.
- Усилитель выборки и хранения.
- Однополярное питание 5В.
- Выход-индикатор превышения входного диапазона входным сигналом.
- Отсутствие пропуска кода.
- Параллельный интерфейс.
- Выходные данные в прямом и дополнительном коде.

AD 9244



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Дифференциальная нелинейность ± 0.6 МЗР.
Интегральная нелинейность ± 1.9 МЗР.
Потребляемая мощность 590мВт при 65MSPS.
Внутренний ИОН 1В и 2В.
Максимальная частота входного сигнала 750МГц.
Отношение сигнал/шум 75дБ.

Коэффициент нелинейных искажений -87дБ.
Динамический диапазон 89дБ.
Частота дискретизации 0.5...65МГц.
Температурный диапазон -40...+85°C.
Тип корпуса LQFP48.

ADSP-21535 *BLACKfin™* DSP

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Высокопроизводительное 16-разрядное DSP ядро, способное выполнять одновременно два умножения с накоплением (операция MAC)
- Гибкая программная система управления питанием
- Оптимизированный набор команд RISC позволяет добиться высокой эффективности кода и обеспечивает возможность программирования на языках C/C++
- Специализированные команды для применения в системах обработки аудио и видео
- Встроенная периферия, включающая USB, PCI, последовательные порты, UARTs, SPI, таймеры и т.д.
- Среда разработки VisualDSP++™

ПРИМЕНЕНИЕ

- Автомобильная электроника
- Широкополосная домашняя многофункциональная связь
- Центральный коммутатор офис/сеть
- Обработка и печать неподвижных изображений
- Глобальная система навигации (GPS)
- Домашняя сеть/беспроводная сеть LAN
- Обработка сигналов в промышленности
- Интернет
- Передача звука через Интернет
- Модемы
- Офисные мини АТС (PBX)
- Карманные компьютеры (PDA)

- Телекоммуникации
- Видеоконференции
- Интернет-телефония VoIP

ОБЗОР

Семейство *BLACKfin™* DSP представляет собой новейшее семейство цифровых сигнальных процессоров от Analog Devices, объединяющее функции высокопроизводительного процессора обработки сигналов с преимуществами набора команд, свойственного микроконтроллеру.

Построенный с применением Микросигнальной архитектуры (Micro Signal Architecture), процессор *BLACKfin™* DSP может выполнять одновременно две операции умножения с накоплением (операция MAC), имеет высокую тактовую частоту, обладает системой динамическо-

го управления питанием, которая позволяет оптимизировать производительность системы и потребляемую мощность. Кроме того, благодаря преимуществам ортогональной системы команд, процессор *BLACKfin™* DSP оптимизирован для программирования на языках высокого уровня (HLL), подобных C/C++, что позволяет получать предельно эффективный код.

По существу, процессоры *BLACKfin™* DSP – это средство выбора для реализации широкого спектра приложений нового поколения, требующих высокопроизводительной обработки сигналов, наличия микроконтроллерных средств, малой потребляемой мощности, и минимальных затрат времени на разработку в сочетании с высокой степенью интеграции



ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ ЯДРА

Сердцем **Blackfin™ DSP** является 16-разрядное ядро, выполненное по передовой технологии фирмы Analog Devices Inc. Это ядро, созданное совместными усилиями фирм ADI и Intel Corp., имеет **три выдающихся особенности**:

Высокая производительность

Процессоры **Blackfin™ DSP** имеют ядро, способное выполнять одновременно две операции умножения с накоплением (MAC), а также обладают функциями микроконтроллера с эффективными RISC-командами и имеют средства обработки мультимедийной информации. Все эти свойства объединены в одной простой архитектуре с оптимизированным набором команд.

Динамическое управление питанием

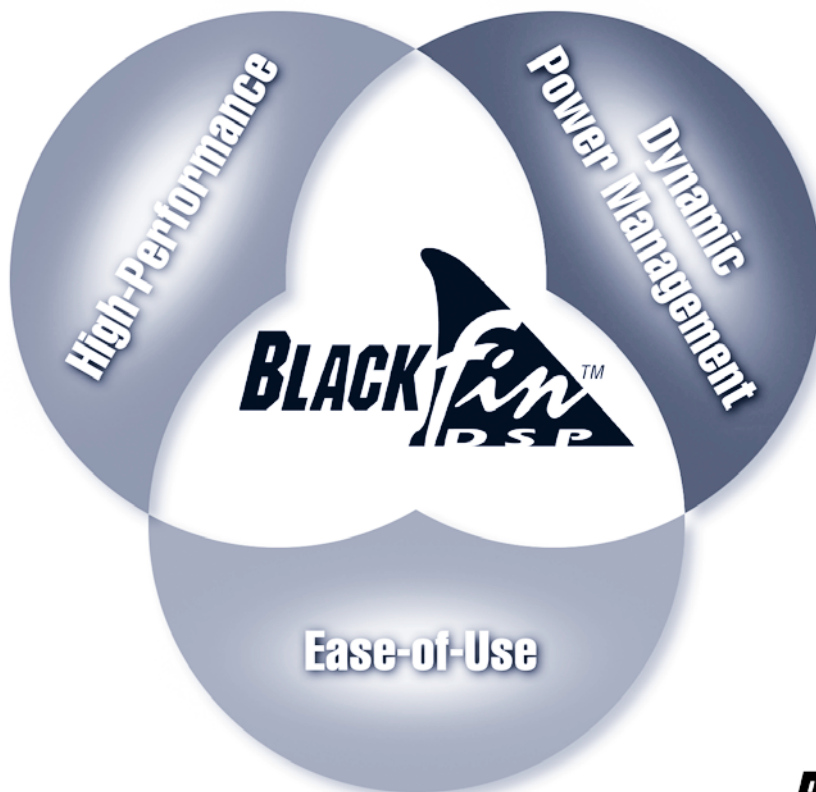
Процессоры **Blackfin™ DSP** обладают схемой тактирования с несколькими режимами пониженного потребления (power-down). Гибкое программное управление дает возможность ограничиться достаточной в данный момент производительностью процессора посредством динамического изменения напряжения питания и частоты тактовых импульсов.

Простота применения

Для процессоров **Blackfin™ DSP** имеется оптимизированный компилятор в сочетании с архитектурой, рассчитанной на применение языков высокого уровня (HLL) для разработки программного обеспечения. Этим обеспечивается плотность кода, сравнимая с плотностью кода для традиционных микроконтроллеров. Кроме того, архитектура имеет ряд особенностей, направленных на поддержку эффективного использования операционных систем реального времени (RTOS). Ядро процессора имеет параллельную конвейерную архитектуру, которая позволяет выполнить максимум операций за один цикл. Например, архитектура процессора позволяет выполнить за один цикл одновременно следующее:

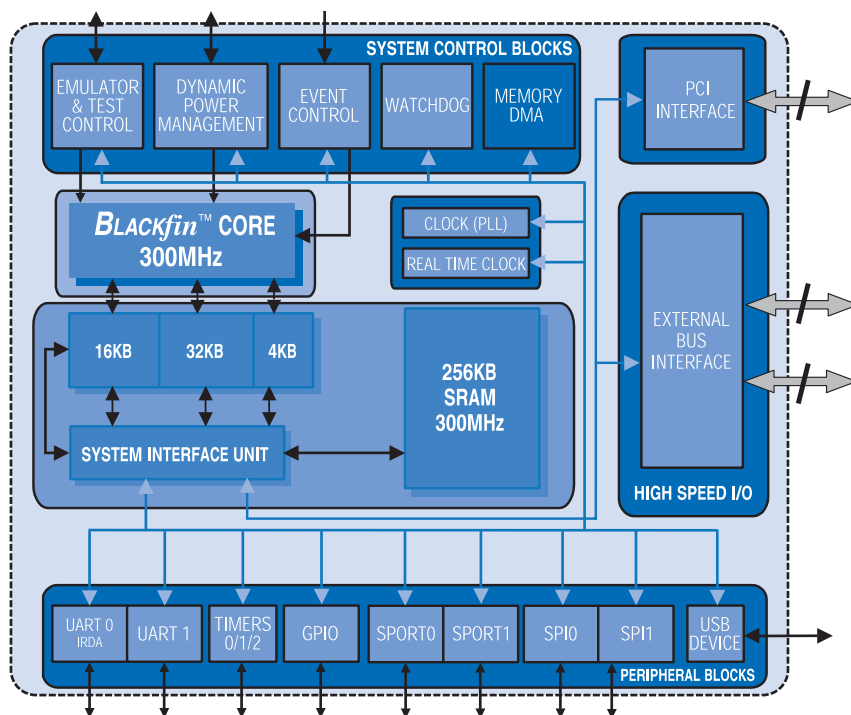
- Выполнить по одной команде в каждом из двух арифметико-логических устройств
- Выполнить две 32-битные пересылки (две операции чтения или 1 чтение/ 1 запись)
- Выполнить два обновления счетчика
- Выполнить операцию обновления аппаратного цикла

За счет обработки столь большого объема информации за один цикл процессор **Blackfin™** обеспечивает очень высокую производительность при обработке сигналов в наиболее требовательных к ресурсам приложениях, при этом обеспечивая минимальное энергопотребление. Процессоры **Blackfin™** вносят революционные изменения в традиционные компромиссы, к которым архитектура системы принуждала программиста в прошлом. Процессоры **Blackfin™** впервые по-настоящему объединяют в себе высоко-производительный цифровой сигнальный процессор и средства, характерные для микроконтроллеров, объединенные в единую архитектуру, которая облегчает разработку всей системы. К тому же



ТРИ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ





ADSP-21535. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

теперь единая среда разработки может использоваться для проектирования всей системы, таким образом способствуя сокращению времени на разработку и снижению суммарных затрат. Применяя в своих разработках процессор **Blackfin™**, производители оборудования могут добиться меньшей цены при более высокой производительности, что обеспечит приход нового поколения средств цифровой коммуникации и мультимедиа.

ПОРТАТИВНАЯ МАЛОМОЩНАЯ АРХИТЕКТУРА

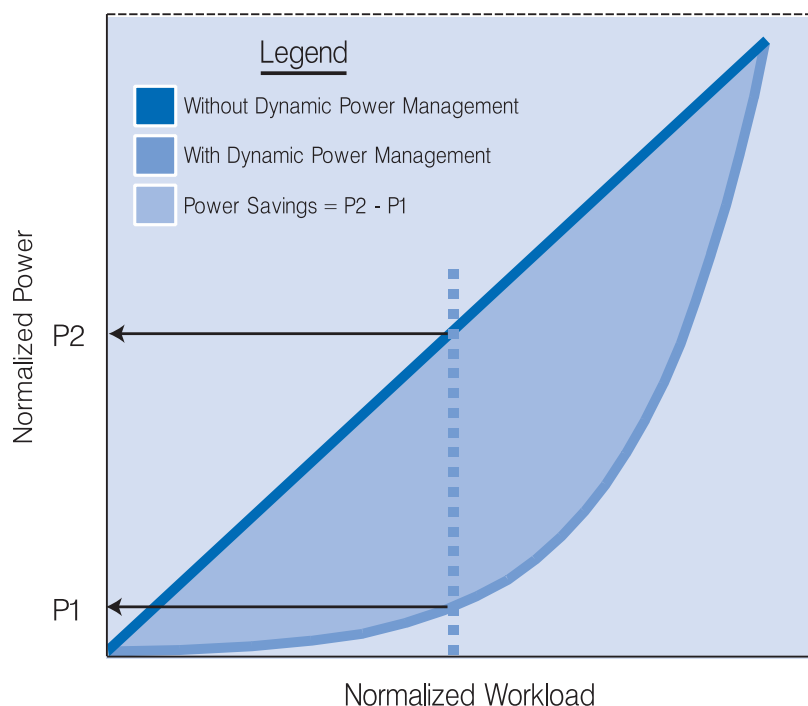
В процессоре **Blackfin™** применена система динамического управления питанием, предназначенная для управления ключевыми параметрами: потреблением энергии и производительностью, таким образом позволяя разработчику полностью оптимизировать свою разработку для конкретной задачи. Процессоры **Blackfin™** разработаны по принципу "выполнить максимум за один цикл" для того, чтобы максимизировать объем вычислений на единицу потребляемой мощности. Приложение может динамически изменять как рабочую частоту, так и напряжение питания ядра процессора, что приводит к значительному уменьшению суммарной потребляемой мощности.

Это означает более продолжительную работу батарей в портативных устройствах.

го поколения в области цифровой связи и Интернета. За счет сочетания в нем стандартных промышленных коммуникационных интерфейсов с высокопроизводительным DSP-ядром, производители оборудования получают возможность разрабатывать эффективные по стоимости устройства быстро и эффективно, без необходимости применять дополнительные внешние компоненты. В периферию первого процессора **Blackfin™** входят: UART, SPI, последовательные порты, универсальные таймеры, часы реального времени, сторожевой таймер, устройство USB и интерфейс шины PCI для дальнейшего расширения периферии.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Процессоры поддерживаются лидирующей в промышленности интегрированной системой разработки VisualDSP++™. Широчайший диапазон программного обеспечения, включающего компиляторы, линкеры, отладчики, симуляторы, средства генерации кода и внутрисхем-



ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ

Первый процессор из серии **Blackfin™** – это устройство типа система-на-кристалле с высокой степенью интеграции, предназначенное для разработок ново-



ные эмуляторы доступны на фирме ADI. Данные средства предоставляет также большое независимое сообщество, поддерживающее приложения на цифровых сигнальных процессорах: Analog Devices DSP Collaborative™. Пожалуйста, обращайтесь в представительство фирмы ADI за консультациями по выбору и доступности продукции фирмы.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОРА BLACKFIN™ ADSP-21535

Ядро процессора

- Высокопроизводительное ядро DSP с тактовой частотой 300 МГц:
 - способно выполнять одновременно две 16-битные операции умножения с накоплением (MAC), таким образом обеспечивая производительность 600 миллионов операций MAC в секунду
 - два 32-битных арифметико-логических устройства
 - два 40-битных аккумулятора
 - четыре 8-битных видео арифметико-логических устройства
 - параллельное вычисление адресов с помощью генераторов адреса (DAG) для кольцевого буфера, поддержка бит-реверсивной адресации
 - 40-битный сдвиговый регистр для манипуляций с битами и перемежения данных
 - гибкое программное динамическое управление питанием
 - RISK-подобная регистровая и командная структура для облегчения программирования и обеспечения поддержки компилятора
 - расширенные мультимедийные команды для обработки мультимедиа
- Развитая система отладки,

трассировки и мониторинга производительности

Память

- Единое 4-гигабитное адресное пространство с 32-разрядными адресами
- 308 КБайт встроенной памяти:
 - 16 КБайт статическое ОЗУ кэш-памяти команд
 - 32 КБайт статическое ОЗУ кэш-памяти данных
 - 4 КБайт высокоскоростной сверхоперативной памяти ("блокнота")
 - 256 КБайт быстрое статическое ОЗУ
- Блок управления памятью обеспечивает ее защиту
- Синхронный контроллер памяти обеспечивает подключение динамической памяти SDRAM без дополнительной обвязки
- Асинхронный контроллер памяти без дополнительной обвязки обеспечивает подключение статической памяти SRAM, а также памяти FLASH, ROM и EPROM
- Гибкие средства инициализации (загрузка через SPI, последовательный порт или из внешней памяти)

Периферия

- 32-разрядная шина PCI V2.2 на 33 МГц обеспечивает гибкий интерфейс с поддержкой режимов master и slave
- Контроллер USB V1.1

ПОДДЕРЖКА DSP

www.analog.com/dsp/tools

e-mail: dsptools.support@analog.com

- Контроллер прерываний
- Два порта UART с автоматической настройкой скорости (один UART поддерживает инфракрасную связь в стандарте IrDA®)
- Три универсальных 32-битных счетчика-таймера с функцией широтно-импульсной модуляции (PWM)
- Два последовательных порта, совместимых со стандартом SPI
- Два 6-выводных полнодуплексных синхронных последовательных порта
- 12-канальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA) и контроллер обмена с памятью через DMA обеспечивает работу с внутренней и внешней памятью, а также работу через шину PCI
- Часы реального времени
- Сторожевой таймер
- 16 линий порта ввода-вывода общего назначения
- Интерфейс JTAG для отладки
- Встроенная система ФАПЧ обеспечивает диапазон умножения тактовой частоты с коэффициентом от 1 до 31

Прочее

- 256-выводной корпус PBGA
- Напряжение питания 1,5 В с возможностью питания входов/выходов от источника напряжением 3,3 В
- Температурный диапазон от 0°C до +70°C

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ PEAK ELECTRONICS



PIN-for-PIN аналоги популярных серий DC-DC преобразователей **TEN3/TEN4/TEN5/TEN6** со склада в Санкт-Петербурге и под заказ.

Рабочий диапазон температур: 40...+85°C

TRACO	PEAK	Цена в \$ (с НДС)		TRACO	PEAK	Цена в \$ (с НДС)	
Серия TEN3	Серия PEN3	1...9шт	10...99шт	Серия TEN5	Серия PEN5	1...9шт	10...99шт
Вход 9...18В				Вход 9...18В			
TEN3-1210	PEN3-123R3E2:1	13.79	13.27	TEN5-1210	PEN5-123R3E2:1	19.45	15.74
TEN3-1211	PEN3-1205E2:1	15.46	14.88	TEN5-1211	PEN5-1205E2:1	19.45	15.74
TEN3-1212	PEN3-1212E2:1	15.46	14.88	TEN5-1212	PEN5-1212E2:1	19.45	16.51
TEN3-1213	PEN3-1215E2:1	15.46	14.88	TEN5-1213	PEN5-1215E2:1	19.45	16.51
TEN3-1221	PEN3-1205Z2:1	17.65	16.99	TEN5-1221	PEN5-1205Z2:1	20.59	17.85
TEN3-1222	PEN3-1212Z2:1	17.65	16.99	TEN5-1222	PEN5-1212Z2:1	20.59	18.91
TEN3-1223	PEN3-1215Z2:1	17.65	16.99	TEN5-1223	PEN5-1215Z2:1	20.59	18.91
Вход 18...36В				Вход 18...36В			
TEN3-2410	PEN3-243R3E2:1	13.26	12.77	TEN5-2410	PEN5-243R3E2:1	19.45	15.74
TEN3-2411	PEN3-2405E2:1	14.74	14.18	TEN5-2411	PEN5-2405E2:1	19.45	15.74
TEN3-2412	PEN3-2412E2:1	14.74	14.18	TEN5-2412	PEN5-2412E2:1	19.45	16.02
TEN3-2413	PEN3-2415E2:1	14.74	14.18	TEN5-2413	PEN5-2415E2:1	19.45	16.02
TEN3-2421	PEN3-2405Z2:1	17.47	16.82	TEN5-2421	PEN5-2405Z2:1	20.59	17.85
TEN3-2422	PEN3-2412Z2:1	16.64	16.02	TEN5-2422	PEN5-2412Z2:1	20.59	20.33
TEN3-2423	PEN3-2415Z2:1	16.64	16.02	TEN5-2423	PEN5-2415Z2:1	20.59	20.33
Вход 36...72В				Вход 36...72В			
TEN3-4810	PEN3-483R3E2:1	14.78	14.23	TEN5-4810	PEN5-483R3E2:1	20.59	17.20
TEN3-4811	PEN3-4805E2:1	16.10	15.49	TEN5-4811	PEN5-4805E2:1	20.59	17.20
TEN3-4812	PEN3-4812E2:1	16.10	15.49	TEN5-4812	PEN5-4812E2:1	21.74	17.79
TEN3-4813	PEN3-4815E2:1	16.10	15.49	TEN5-4813	PEN5-4815E2:1	21.74	17.79
TEN3-4821	PEN3-4805Z2:1	18.83	18.13	TEN5-4821	PEN5-4805Z2:1	22.88	19.27
TEN3-4822	PEN3-4812Z2:1	18.18	17.49	TEN5-4822	PEN5-4812Z2:1	22.88	20.33
TEN3-4823	PEN3-4815Z2:1	18.18	17.49	TEN5-4823	PEN5-4815Z2:1	22.88	20.33
Серия TEN4	Серия PEN4	1...9шт	10...99шт	Серия TEN6	Серия PEN6	1...9шт	10...99шт
Вход 9...36В				Вход 9...36В			
TEN4-2410	PEN4-243R3E4:1	19.45	17.34	TEN6-2410	PEN6-243R3E4:1	20.59	18.19
TEN4-2411	PEN4-2405E4:1	19.45	17.34	TEN6-2411	PEN6-2405E4:1	20.59	18.19
TEN4-2412	PEN4-2412E4:1	20.59	17.49	TEN6-2412	PEN6-2412E4:1	20.59	18.19
TEN4-2413	PEN4-2415E4:1	20.59	17.49	TEN6-2413	PEN6-2415E4:1	20.59	18.19
TEN4-2421	PEN4-2405Z4:1	20.59	19.57	TEN6-2421	PEN6-2405Z4:1	24.02	20.70
TEN4-2422	PEN4-2412Z4:1	22.88	19.27	TEN6-2422	PEN6-2412Z4:1	22.88	19.68
TEN4-2423	PEN4-2415Z4:1	22.88	19.27	TEN6-2423	PEN6-2415Z4:1	22.88	19.68
Вход 18...72В				Вход 18...72В			
TEN4-4810	PEN4-483R3E4:1	20.59	17.99	TEN6-4810	PEN6-483R3E4:1	21.74	19.10
TEN4-4811	PEN4-4805E4:1	20.59	17.99	TEN6-4811	PEN6-4805E4:1	21.74	19.10
TEN4-4812	PEN4-4812E4:1	20.59	18.19	TEN6-4812	PEN6-4812E4:1	20.59	18.77
TEN4-4813	PEN4-4815E4:1	20.59	18.19	TEN6-4813	PEN6-4815E4:1	20.59	18.77
TEN4-4821	PEN4-4805Z4:1	22.88	20.33	TEN6-4821	PEN6-4805Z4:1	25.18	21.51
TEN4-4822	PEN4-4812Z4:1	22.88	20.33	TEN6-4822	PEN6-4812Z4:1	24.02	20.85
TEN4-4823	PEN4-4815Z4:1	24.02	20.33	TEN6-4823	PEN6-4815Z4:1	24.02	20.85

При закупках от 100 шт. действуют специальные цены!!!

Одиночные радиочастотные синтезаторы с импульсно-фазовой автоподстройкой частоты серии ADF4000

Сергей Дмитриев, sergey@eltech.spb.ru, и Юрий Никитин, к.т.н., syntez@loniir.ru

Настоящая статья открывает серию статей о синтезаторах частот производства ANALOG DEVICES Inc., являющихся базовыми элементами любых систем связи, навигации, кабельного и спутникового телевидения. В серии будут рассмотрены синтезаторы с импульсно-фазовой автоподстройкой частоты (PLL)

Фирма ANALOG DEVICES Inc. (ADI) предлагает широкий спектр микросхем одиночных цифровых синтезаторов частот на основе систем квазиаппроксимационной импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП) серии ADF4000, имеющих вполне конкурентоспособные цены на рынке компонентов для радиосвязи.

Серия включает в себя синтезаторы с целочисленным (integer-N) коэффициентом деления. Синтезаторы изготавливаются по современной 0,35мк ВМСОМ технологии, могут работать в интервале питающих напряжений 2,7-3,3В (ADF 4106) и 2,7-5,5В (все остальные) и в диапазоне рабочих температур -40...+85°C.

PLL синтезаторы являются базовыми элементами гетеродинов, модуляторов и демодуляторов любой беспроводной системы связи, включая навигационные системы GPS/GLONASS, мобильные телефоны всех стандартов, персональные информационные устройства (PDA), базовые станции сотовой связи, беспроводные LAN/LMDS (Local Area Network/Local Multipoint Distribution System), SDH/SONET (Synchronous Digital Hierarchy/Synchronous Optical NETwork), схемы тактовых генераторов, системы кабельного и спутникового телевидения и тестовое коммуникационное оборудование.



ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВОГО СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

Прежде всего, уточним, что под термином «цифровой синтезатор частот», применительно к системам импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП) (или [Impulse] Phase Locked Loop – PLL), мы понимаем цифровые, т.е. использующие, в основном, цифровую схемотехнику, элементы кольца ИФАП:

- тракт формирования частоты опорного сигнала,
- тракт приведения частоты перестраиваемого генератора (ГУН) или Voltage Controlled Oscillator (VCO)
- частотно-фазовый детектор (ЧФД) или Phase Frequency Detector with Charge Pump.

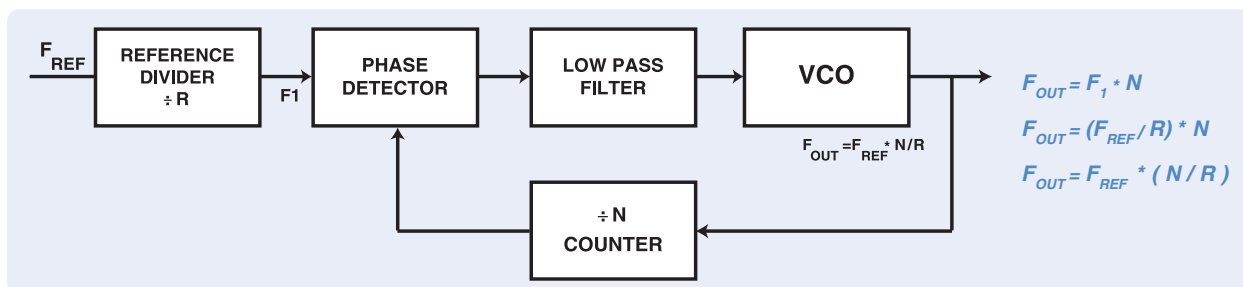
Тракт формирования частоты опорного сигнала представляет собой делитель с фиксированным целочисленным коэффициентом деления (ДФКД) или Reference Divider, а его коэффициент деления R может устанавливаться внешним управляющим словом, например, от 1 до 16384.

Тракт приведения частоты перестраиваемого генератора суть делитель с переменным коэффициентом деления в N раз (ДПКД) или Divider with a float factor of division, integer-N Divider, его коэффициент деления также устанавливается внешним кодом и может изменяться с единичным шагом.

В низкочастотных синтезаторах (например, в ADF4001) тракт деления частоты ГУН в N раз выполнен на обычных счетчиковых делителях частоты ДПКД, поскольку используемая КМОП (CMOS) технология позволяет реализовывать триггеры счетчика с временем переключения до 4...6 нс.

Поэтому и тракт деления частоты опорного генератора ДФКД обеспечивает надежную работу синтезатора до значений $F_{REF} < 250\text{МГц}$ (например, в ADF4106). Следует отметить, что все синтезаторы серии ADF4000 обеспечивают минимальный коэффициент деления опорной частоты R=1.

Рис.1. Структурная схема однопетлевого ФАП-синтезатора частоты



R (Reference Divider) - делитель опорной частоты;

PD (Phase Detector) – импульсно-фазовый детектор;

LPF (Low Pass Filter) – петлевой фильтр нижних частот ФНЧ;

VCO (Voltage-Controlled Oscillator) – генератор управляемый напряжением (ГУН);

DFFD - Divider with a float factor of division - делитель с переменным коэффициентом деления - ДПКД;

FREF - частота опорного (кварцевого) генератора;

FOUT - выходная частота синтезатора;

R - коэффициент деления опорного делителя;

F1 - частота сравнения;

F1 – приведенная частота ГУН после деления в ДПКД;

N - коэффициент деления DFFD (целое число без остатка).

Введение «прескалера», или двухмодульного предварительного делителя частоты, позволило поднять рабочую частоту ДПКД до современных значений (например, до 4 ГГц у синтезатора ADF4113 и до 6 ГГц у синтезатора ADF4106). Минимальный модуль прескалера $P_{\text{MIN}} = 8$ позволяет обеспечить $N_{\text{MIN}} = 56$.

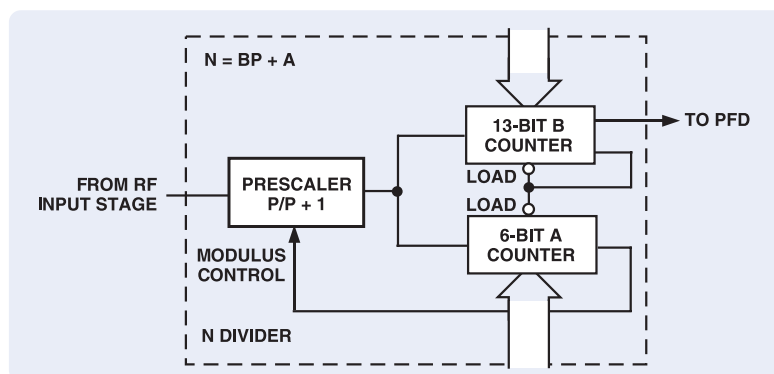


Рис.2. Структурная схема двухмодульного прескалера

Выходную частоту синтезатора можно определить по формуле:

$$f_{\text{VCO}} = [(P \cdot B) + A] \cdot F_{\text{REF}} / R \cdot N \cdot F_{\text{REF}} / R, \quad (1)$$

где f_{VCO} — выходная частота синтезатора; P — модуль прескалера; B — коэффициент деления счётчика B ; A — коэффициент деления счётчика A ($0 \leq A < B$); F_{REF} — частота опорного колебания; R — коэффициент деления опорного делителя.

Любой прескалер состоит из поглощающего счетчика Swallowing Counter (счетчик A на рис.2) и схемы поглощения импульса $P/P+1$. Суммарная задержка переключения этих узлов не должна быть кратной периоду входного колебания, т.е. активные перепады входных и управляющих импульсов не должны совпадать.

В противном случае возникает эффект «состязаний» и устройство начинает работать со сбоями. На практике стараются, чтобы величина суммарной задержки в прескалере не превышала минимального периода входного колебания. Иными словами, задержка в прескалере определяет максимальную рабочую частоту микросхемы.

Интересной особенностью работы прескалера в синтезаторах ADF4110/1/2/3 является так называемый **режим ресинхронизации**, или восстановления синхронизации входной радиочастоты на выходе прескалера — RESYNCHRONIZING THE PRESCALER OUTPUT.

В режиме синхронизации работы прескалера моменты его переключения из режима «деление на P » в режим «деление на $P+1$ » стробируются частотой входного сигнала RF. Стробирование уменьшает фазовый шум N -делителя (джиттер), но предъявляет более жесткие требования к величине и стабильности внутренних задержек микросхемы. Поэтому максимальная входная частота на RF входе, при которой синтезатор надежно работает, может уменьшиться.



ЧАСТОТНО-ФАЗОВЫЙ ДЕТЕКТОР

Частотно-фазовый детектор в синтезаторах серии ADF4000 выполнен на D-триггерах, дополненных логикой сброса и выравнивания задержек — схемой anti-backlash pulse width.

Введение программируемой задержки на переключение триггеров от 1,5 до 6 нс (ADF4110/1/2/3) позволяет получить практически линейную статическую характеристику фазового детектора с крутизной $1/2\pi$. Кроме того, отсутствует эффект «проскальзывания» в окрестностях точки сшивания двух пилообразных характеристик ЧФД, т.е. в области нулевых фазовых расстройек.

Дополняется цифровая часть ЧФД парой комплементарных полевых транзисторов с малыми токами управления и утечки — схемой подкачки (точнее, поддержания) заряда Charge Pump.

Такое построение фазового детектора с внешними цепями — изодромным звеном — позволяет в режиме синхронизма обеспечить временное рассогласование $\Delta\tau$ между одноименными перепадами импульсов опорного колебания и приведенного колебания ГУН не более единиц наносекунд.

Сказанное означает, что на выходе фазового детектора присутствует фазовая ошибка $\Delta\varphi = 2\pi \cdot \Delta\tau / T_0$, где $T_0 = 1/F_{\text{оп}}$ — период сравнения в кольце ИФАП. Так, если частота сравнения в кольце $F_{\text{оп}} = 200 \text{ кГц}$ (стандарт GSM), то $\Delta\varphi$ не превысит $360^\circ \cdot 3 \text{ нс} / 5 \text{ мкс} = 0,216^\circ$.

Иными словами, в системе ИФАП наблюдается квазиастатизм по фазе, в то время, как в обычном кольце ИФАП с обычным ИФД типа RS-триггера или схемы «исключающее ИЛИ» фазовая ошибка есть функция начальной расстройки ГУН и изменяется по диапазону.

Разумеется, утверждение о квазиастиатизме справедливо «в среднем», т.е. статистически. Кроме того, при увеличении частоты сравнения в кольце, например, до 10 МГц, фазовая ошибка, при прочих равных условиях, увеличится и составит $\Delta\varphi = 360^\circ \cdot 3 \text{ нс} / 100 \text{ нс} = 10,8^\circ$.

Поэтому синтезаторы ИФАП с ЧФД называют **квазиастатическими**. Чтобы кольцо ИФАП стало астатическим не только по частоте, но и по фазе, в цепь регулирования необходимо ввести идеальный интегратор. ЧФД в паре с изодромным звеном выполняет эту роль тем точнее, чем ниже частота сравнения в кольце.

Астатизм по фазе приводит к дополнительному фазовому набегу $\pi/2$ и система ИФАП подходит к границе устойчивости. Для корректировки амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) кольца в районе частоты среза вводят изодромное звено, которое представляет собой последовательное соединение R и C.

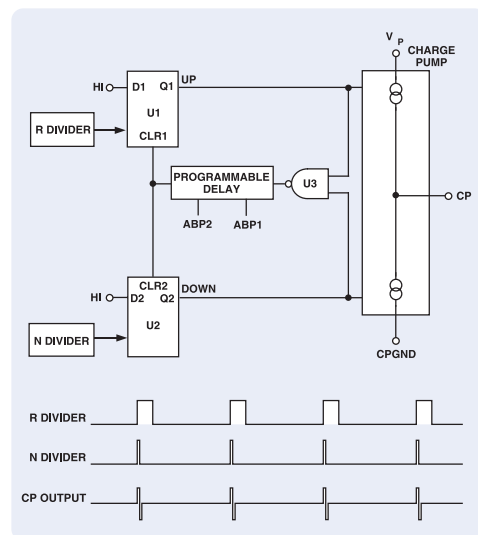


Рис.3. Структурная схема ЧФД со схемой подкачки заряда

Такое звено, подключенное параллельно генератору тока на выходе Charge Pump, позволяет наиболее экономным способом корректировать АЧХ кольца и обеспечивает его устойчивую работу в диапазоне выходных частот.

Остальные элементы кольца ИФАП – петлевой фильтр нижних частот (ФНЧ) и генератор управляемый напряжением (ГУН) являются внешними для микросхем серии ADF4000 и подробно не рассматриваются.

Для первоначального освоения методов программирования микросхем синтезаторов серии ADF4000 и получения навыков работы с ними можно воспользоваться программным обеспечением ADF4XXX evaluation Software, находящимся на сайте www.analog.com. Там же приведена программа Loop Filter Design, позволяющая спроектировать необходимый петлевой фильтр нижних частот.



ХАРАКТЕРИСТИКИ «СТАНДАРТНЫХ» МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗАТОРОВ СЕРИИ ADF4000

Итак, во-первых, у всех синтезаторов серии ADF4000 минимальный коэффициент деления частоты опорного колебания $R_{\min} = 1$. Во-вторых, алгоритм, структура и временные параметры загрузки данных по последовательному интерфейсу во всех синтезаторах серии одинаковы.

Могут лишь различаться размеры управляющих слов и число контрольных разрядов (у ADF4252, например, 3 контрольных разряда C0, C1, C2 вместо двух – C1 и C2 – у остальных синтезаторов серии). Пользователь может выбрать два варианта загрузки – по фронту или потенциальный.

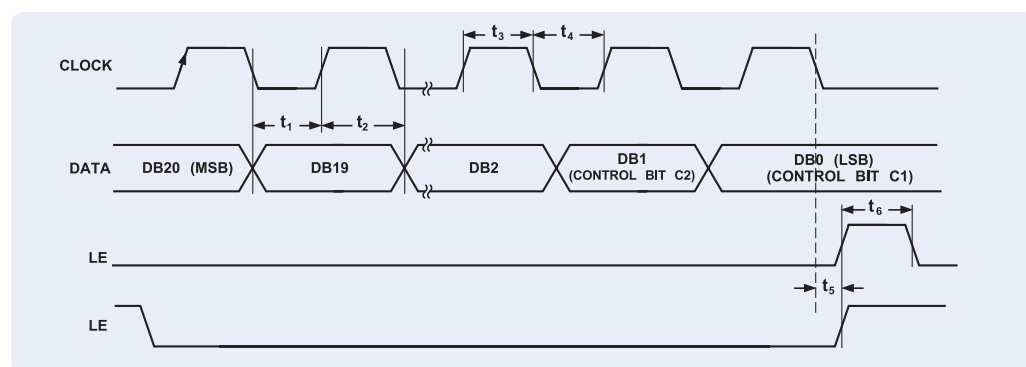


Рис.4. Временная диаграмма загрузки данных в синтезаторы серии ADF4000

Частотные характеристики однопетлевых синтезаторов серии ADF4000 по радиочастотному входу RF Input, по опорному входу REFIN, по выходу прескалера PROUT и по входу фазового детектора PDIN приведены в табл. 1

Таблица 1	Частотные характеристики однопетлевых синтезаторов частот серии ADF4000								
Вывод	ADF4001	ADF4106	ADF4110	ADF4111	ADF4112	ADF4113	ADF4116	ADF4117	ADF4118
RF Input, МГц	200	6000	550	1200	3000	3700	550	1200	3000
REFIN, МГц	100	250	100	100	100	100	100	100	100
PROUT, МГц	—	300	200	200	200	200	165	165	165
PDIN, МГц	55	56	55	55	55	55	55	55	55

Первые синтезаторы серии – ADF 4116/7/8 (рис.6) были полными (pin совместимыми) аналогами синтезаторов LMX2306/16/26 «платиновой» серии фирмы National Semiconductor, но некоторые их параметры и функции были расширены.

Кроме обеспечения $R_{\text{MIN}} = 1$ синтезаторы ADF 4116/7/8 позволяют программно устанавливать два значения выходного тока фазового детектора (Charge pump) – 250мкА или 1 мА.

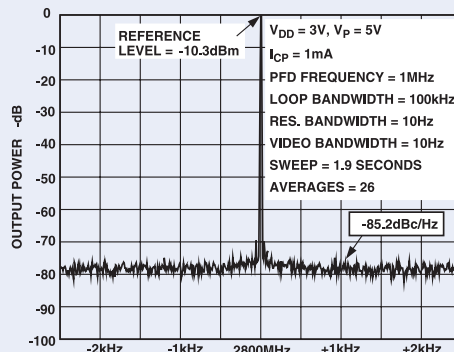
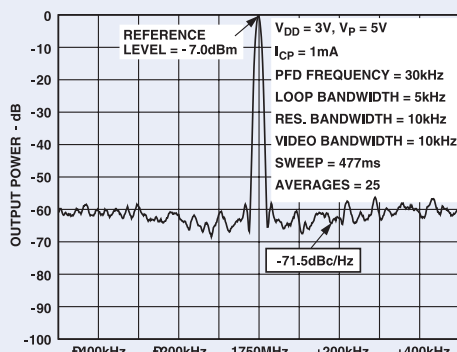


Рис.5. Фазовые шумы синтезатора частоты ADF4118 в ближней зоне отстройки от несущего колебания

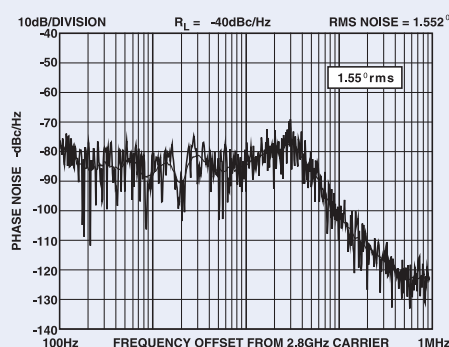
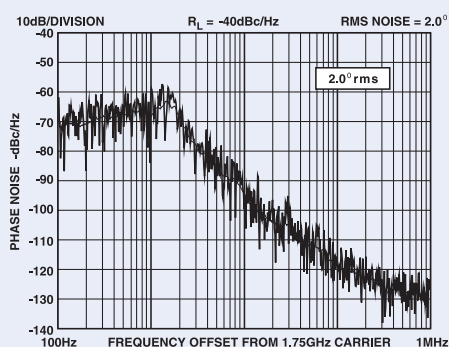


Рис.6 Фазовые шумы синтезатора частоты ADF4118 в дальней зоне отстройки от несущего колебания

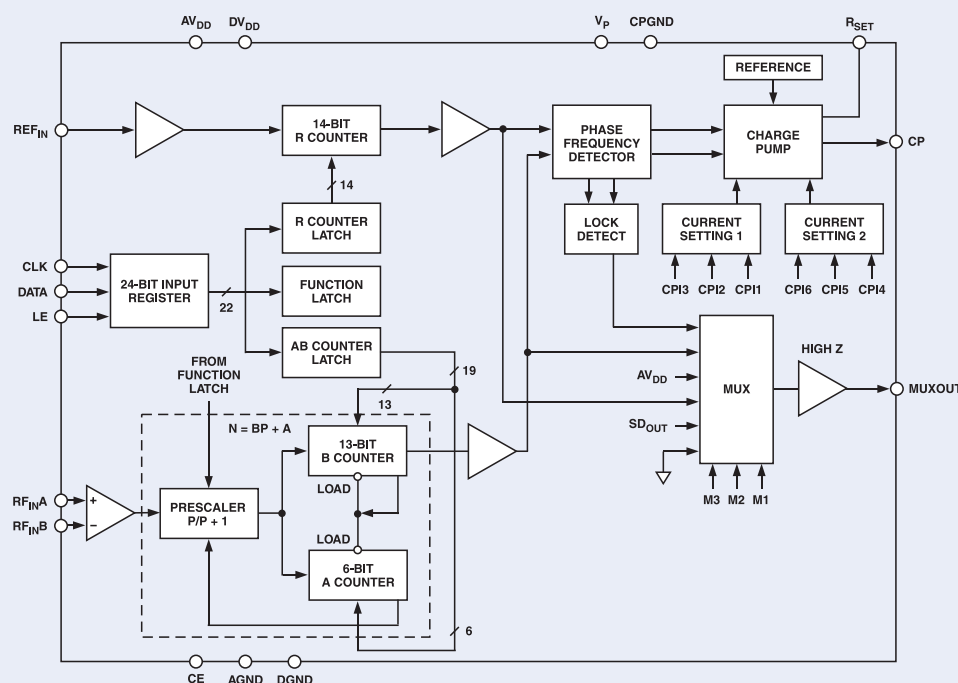


Рис.7 Функциональная схема цифровых синтезаторов серии ADF41**

В режиме «быстрого захвата» (FastLock) возможно программируемое переключение выходного тока фазового детектора из стандартного режима (low) 250мкА в режим (high) 1мА в течение 3...63 периодов частоты сравнения с шагом четыре периода (т.е. 3, 7, 11 и т.д. до 63), в зависимости от параметров петли ИФАП.

Увеличение тока фазового детектора во время переходного процесса способствует его форсированию, т.е. уменьшению времени переключения с частоты на частоту за счет кратковременного увеличения коэффициента усиления кольца ИФАП.

Таблица 2 Описание функций и обозначение выводов синтезаторов ADF4116/7/8

№ выв.	Обознач.	Выполняемая функция
1	FLo	Выход «быстрого захвата». Можно использовать для переключения внешнего резистора, чтобы изменить полосу пропускания петлевого фильтра. Это ускоряет процесс захвата кольца ИФАП.
2	CP	Выход схемы поддержания заряда. При включении, обеспечивает выходной ток $\pm 1\text{ср}$ для внешнего петлевого фильтра, который управляет внешним ГУН.
3	CPGND	«Земля» схемы поддержания заряда.
4	AGND	Аналоговая «земля». Общий провод для прескалера.
5	RFinB	Комплементарный вход для ВЧ прескалера. Необходимо соединить с шиной заземления с помощью небольшого проходного конденсатора емкостью, обычно, 100пФ.
6	RFinA	Вход ВЧ прескалера. Этот вход для малых сигналов подключается к выходу ГУН.
7	AVDD	Питание аналоговых цепей. Можно подавать +2.7...5.5В. Развязывающие конденсаторы к шине аналоговой земли необходимо размещать как можно ближе к этому выводу. AVDD должно быть равно величине DVDD.
8	REFIN	Вход опорной частоты. Это КМОП-вход с порогом VDDD/2 и эквивалентным сопротивлением 100кОм. Входной сигнал может быть ТТЛ/КМОП уровней или синусоидальным, через конденсатор.
9	DGND	Цифровая земля.
10	CE	Вход вкл-выкл. микросхемы. Низкий логический уровень выключает микросхему и переводит выход схемы поддержания заряда в высокоомное состояние. Высокий логический уровень включает микросхему, в зависимости от состояния разряда отключения F2.
11	CLK	Вход тактовой частоты. Тактовая частота используется для тактирования последовательного ввода данных в регистры. Данные запоминаются 21-разрядном регистре сдвига по фронту тактового импульса.
12	DATA	Последовательный вход данных. Данные загружаются СЗР вперёд, с двумя МЗР в качестве контрольных. Это высокоомный КМОП-вход.
13	LE	КМОП-вход разрешения загрузки. Высокий уровень загружает данные, хранящиеся в регистрах сдвига, в один из четырёх регистров-защёлок, который выбирается с помощью разрядов управления.
14	MUXOUT	Выход мультиплексора позволяет вывести наружу либо сигнал захвата, либо приведённую частоту опорного колебания, либо приведённую частоту ГУН.
15	DVDD	Питание цифровой части. Можно подавать +2.7...5.5В. Развязывающие конденсаторы к шине цифровой земли необходимо размещать как можно ближе к этому выводу. Величина DVDD должно быть равна величине AVDD.
16	Vp	Питание схемы поддержания заряда. Должно быть больше или равно VDD. В системах с VDD=3В, Vp может быть равно 5В и использоваться для управления ГУН с диапазоном управления до 6В.

Однако, увеличение коэффициента усиления в кольце ИФАП может привести к его возбуждению, и почти всегда приводит к перегулированию, что, впрочем, не страшно.



ХАРАКТЕРИСТИКИ «УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ» МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗАТОРОВ СЕРИИ ADF4000

Синтезаторы ADF4110/1/2/3 являются «продвинутой» разработкой предыдущих. Они позволяют устанавливать выходной ток фазового детектора плавно и ступенчато в интервале значений от 0,294мА до 8,704мА во-первых, с помощью внешнего резистора, а во-вторых, внутри «аналогового» интервала, программными средствами – до 8 значений.

Столь широкий выбор установок дает разработчику аппаратуры удобный инструмент для проектирования синтезаторов частот, особенно широкополосных. Например, изменение тока фазового детектора в статическом режиме позволяет выровнять по диапазону коэффициент усиления в кольце ИФАП, который может изменяться из-за неодинаковой крутизны управляющей характеристики ГУН в начале и в конце рабочего диапазона.

В режиме «быстрого захвата» (FastLock) также возможно переключение выходного тока фазового детектора из выбранного режима в режим переключения также в течение 3...63 периодов частоты сравнения с шагом четыре периода, в зависимости от требований, предъявляемых к параметрам петли ИФАП.

Таблица 3

Описание функций и назначение выводов в синтезаторах ADF4110/1/2/3

№ выв.	Обознач.	Выполняемая функция
1	RSET	Подключение резистора между этим выводом и CPGND устанавливает максимальный выходной ток схемы поддержания заряда. Номинальное напряжение на выводе RSET равно 0.56В. Взаимосвязь между ICP и RSET приведена ниже: $ICP_{max} = \frac{23.5}{R_{SET}}$ например, при $R_{SET}=4.7\text{кОм}$, $ICP_{max}=5\text{мА}$

Остальные выводы имеют обозначения и выполняемые функции, аналогичные ADF4116/7/8 (см. табл. 2)

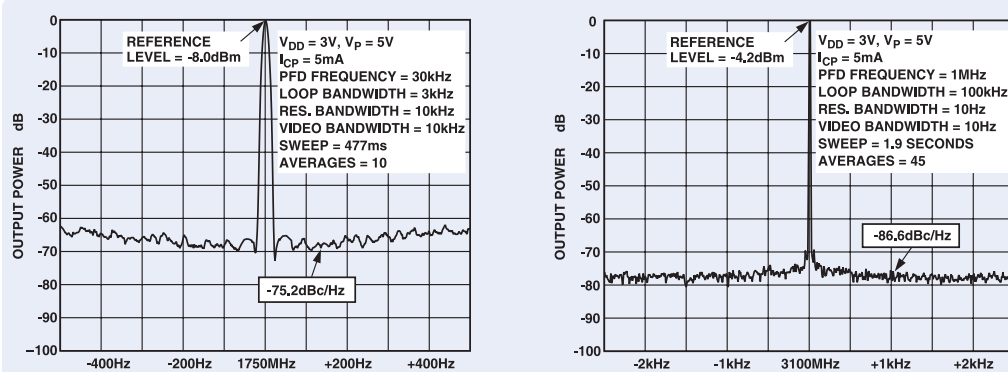


Рис.8 Фазовые шумы синтезатора частоты ADF4113 в ближней зоне отстройек от несущего колебания

Из одноканальных синтезаторов серии ADF4000 следует также отметить ADF4001 (рис.9, 10) и ADF4106. Первый из них позволяет синтезировать выходную частоту, равную входной (опция N = 1), т.е. использовать кольцо ИФАП в качестве высокочастотного следящего полосового фильтра, модулятора или демодулятора сигналов ЧМ в относительно низкочастотном (до 200МГц) диапазоне. Такой синтезатор удобен при синтезе вторичных источников опорных колебаний, в частности, кварцевых.

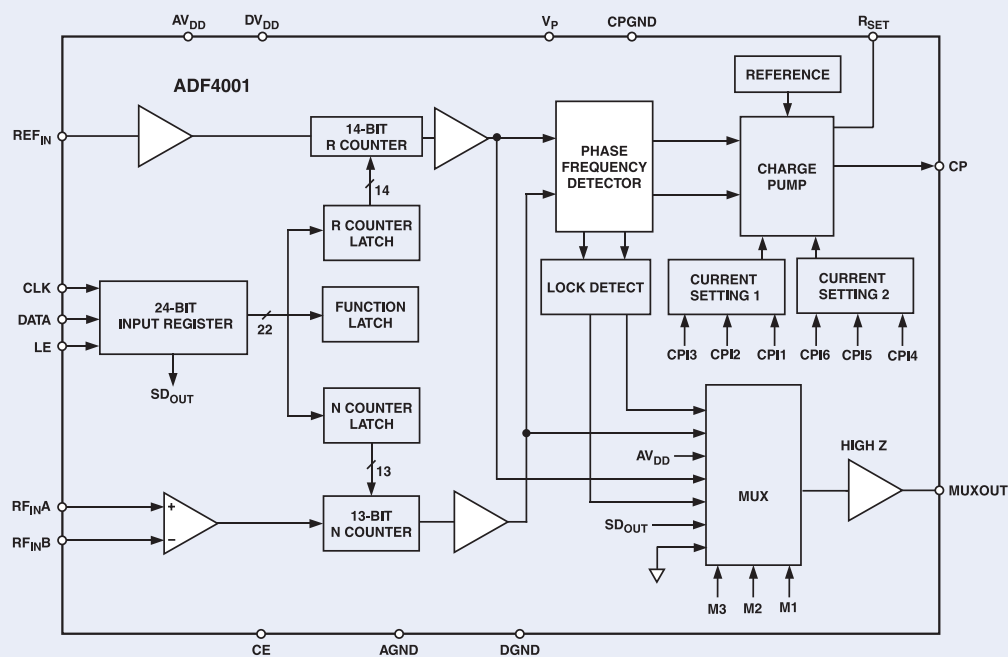


Рис.9. Функциональная схема «тактового» синтезатора частоты ADF4001

Рис.10. Фазовые шумы синтезатора частоты ADF4001 как функция отстройки от несущего колебания на выходной частоте 200МГц и частоте сравнения 200кГц

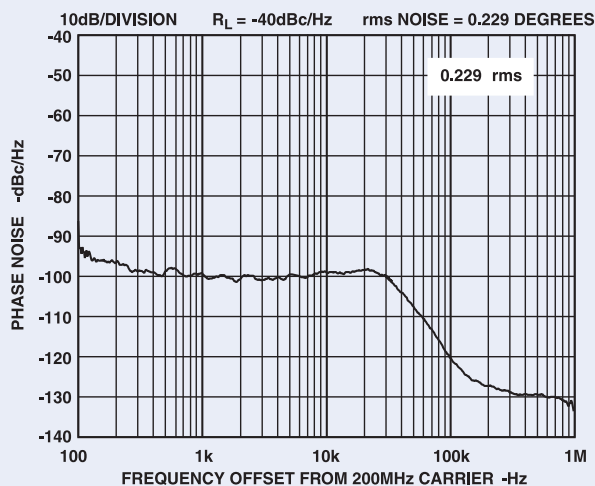


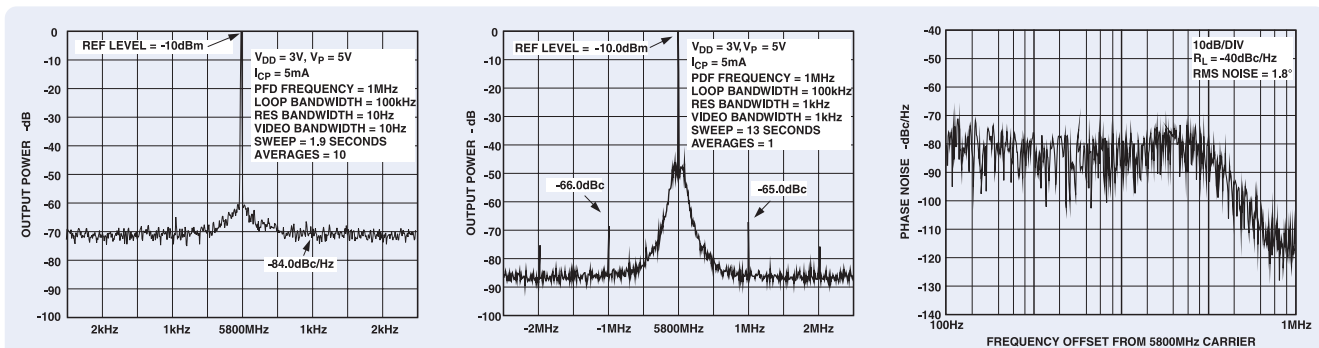
Таблица 4
Описание функций и назначение выводов в “тактовом” синтезаторе ADF4001

№ выв. Обознач.	Выполняемая функция
1 RSET	Подключение резистора между этим выводом и CPGND устанавливает максимальный выходной ток схемы поддержания заряда. Номинальное напряжение на выводе RSET равно 0.66В. Взаимосвязь между ICP и RSET приведена ниже: $ICP_{max} = \frac{23.5}{R_{SET}}$ например, при $R_{SET}=4.7k\Omega$, $ICP_{max}=5mA$ <i>Остальные выводы имеют обозначения и выполняемые функции, аналогичные ADF4116/7/8 (см. табл.2)</i>

Второй синтезатор ADF4106 (рис. 7) позволяет синтезировать сетку частот в диапазоне от 0,5 ГГц до 6 ГГц. Типичные спектральные характеристики выходного колебания синтезатора, собранного с использованием микросхемы ADF4106 приведены на рис.11, а описание функций и назначение выводов – в табл.5.

Все перечисленные синтезаторы относятся к классу синтезаторов с целочисленным коэффициентом деления на N (integer-N). Иными словами, в таких синтезаторах приведение частоты перестраиваемого генератора к частоте сравнения производится с помощью делителей с целочисленным коэффициентом деления. В этом случае шаг сетки синтезируемых частот и частота сравнения суть одно и то же.

Рис. 11. Типовой спектр синтезатора ADF4106 в зоне малых и больших отстройек от несущей


Таблица 5
Описание функций и назначение выводов в “тактовом” синтезаторе ADF4106

№ выв. Обознач.	Выполняемая функция
1 RSET	Подключение резистора между этим выводом и CPGND устанавливает максимальный выходной ток схемы поддержания заряда. Номинальное напряжение на выводе RSET равно 0.66В. Взаимосвязь между ICP и RSET приведена ниже: $ICP_{max} = \frac{25.5}{R_{SET}}$ например, при $R_{SET}=5.1k\Omega$, $ICP_{max}=5mA$ <i>Остальные выводы имеют обозначения и выполняемые функции, аналогичные ADF4116/7/8 (см. рис.8)</i>



ВОЗМОЖНЫЙ ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

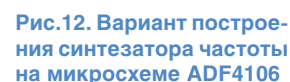
Пример построения синтезатора частот на микросхеме ADF4106 приведен на рис.12. Идея заключается в том, что уровень помеховых составляющих увеличивается при умножении частоты и уменьшается при ее делении – по логарифмической шкале на $\pm 20 \lg N$, где N- коэффициент умножения или деления.

Построение синтезатора, формирующего сетку в N-кратном диапазоне (в нашем примере в 4-х кратном) с последующим внешним делением в N раз (в нашем примере на 4), позволяет обеспечить минимальное время переключения частот 70мксек с точностью до фазовой ошибки 10° , дополнительное уменьшение дискретных побочных спектральных составляющих (ПСС) на 12дБ и наиболее чистую спектральную линию выходного колебания (рис.13).

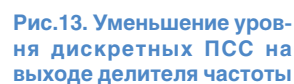
Диапазон синтезируемых частот от 5,8ГГц до 6ГГц трансформируется делением в требуемую область частот 1450МГц-1500МГц. Шаг сетки в кольце равен 800кГц, полоса прозрачности (частота среза кольца) составляет 80кГц.

После деления шаг сетки становится равным 200кГц, а уровень дискретных ПСС, кратных частоте шага сетки не превышает минус 100дБс (минус 100дБ относительно несущей – carrier). Исключения составляют ПСС, отстоящие от несущей на $\pm 800k\Gamma$ – их уровень не превышает минус 90дБс. Мал и уровень фазовых шумов при отстройке от несущей на 1кГц – не более минус 94дБ/Гц.

Фирма Analog Devices Inc. имеет на своем сайте страничку www.analog.com/pll, на которой представлена интерактивная программа ADIsimPLL расчета кольца ИФАП, собранного с использованием микросхем серии ADF4000.



В следующей статье серии будут рассмотрены двойные радиочастотные синтезаторы с импульсно-фазовой автоподстройкой частоты серии ADF4200.

21

Энергонезависимая память RAMTRON – новое качество вашей продукции

Сергей Дмитриев, sergey@eltech.spb.ru

Сегнетоэлектрическая энергонезависимая память RAMTRON, изготавливаемая по патентованной технологии FRAM, с уникальными характеристиками по быстродействию, энергопотреблению и сроку хранения данных может сразу же улучшить характеристики РЭА.

Энергонезависимая память является неотъемлемой частью современных микропроцессорных устройств и предназначена для длительного хранения данных при отключении электропитания.

Американская фирма RAMTRON предлагает широкий ассортимент энергонезависимых сегнетоэлектрических ОЗУ (емкостью 4...256Кбит), выполненных по технологии FRAM, объединяющих высокую скорость чтения/записи и низкое энергопотребление со способностью сохранять данные при пропадании электропитания (без подпитки резервной батареей или использования резервного ЭСППЗУ).

Микросхемы FRAM изготавливаются с популярными последовательным (I²C или SPI) или параллельным интерфейсами, предназначены для работы в промышленном диапазоне температур (-40...+85°C), совместимы по выводам с большинством EEPROM и статическими ОЗУ ведущих мировых производителей и имеют вполне конкурентоспособные цены.



МИКРОСХЕМЫ FRAM С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ 2^х-ПРОВОДНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ I²C

Последовательный 2-х проводный интерфейс I²C является надёжным промышленным протоколом передачи данных в жёстких условиях эксплуатации.

Фирма RAMTRON предлагает широкий спектр энергонезависимых ОЗУ с этим интерфейсом. Технические данные микросхем FRAM с последовательным 2-х проводным интерфейсом I²C приведены в табл.1

Преимущества микросхем FRAM с интерфейсом I²C

- долговечность > 10¹⁰ циклов запись/чтение (>10¹² для FM24C04A, →∞ для FM24CL64, FM24CL16, FM24CL04)
- срок хранения данных > 10 лет
- одинаковая скорость чтения и записи с быстродействием шины I²C до 1МГц
- ток потребления в режиме чтение/запись: 0.3...1.2мА (в режиме хранения: 1...100мкА)
- поддержка стандартного быстродействия шины 100КГц и 400КГц
- рабочий диапазон температур: -40...+85°C

Табл.1 Технические характеристики микросхем FRAM с интерфейсом I²C

Наименование	Емкость, Кбит	Корпус	Быстродейств. шины, МГц	U _{пит.} , В	I _{потр.} , мА
FM24CL64-S	8Kx8	SOIC8	1	2.7-3.6	0.3
FM24CL16-S	2Kx8	SOIC8	1	2.7-3.6	0.3
FM24CL04-S	512x8	SOIC8	1	2.7-3.6	0.3
FM24C256-SE	32Kx8	SOIC8W	1	5	1.2
FM24C64-S(P)	8Kx8	SOIC8(DIP8)	1	5	1.2
FM24C16-S(P)	2Kx8	SOIC8(DIP8)	1	5	0.5
FM24C04A-S	512x8	SOIC8	1	5	0.5

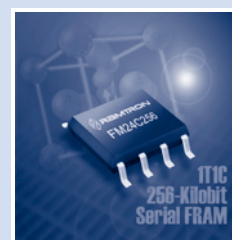


Рис. 1. Структурная схема и расположение выводов FM24C256-SE

Counter – счётчик

Address latch – регистр-защёлка адреса

FRAM array – массив памяти FRAM

Serial to parallel converter – преобразователь последовательного кода в параллельный

Data latch – регистр-защёлка данных

Control logic – управляющая логика

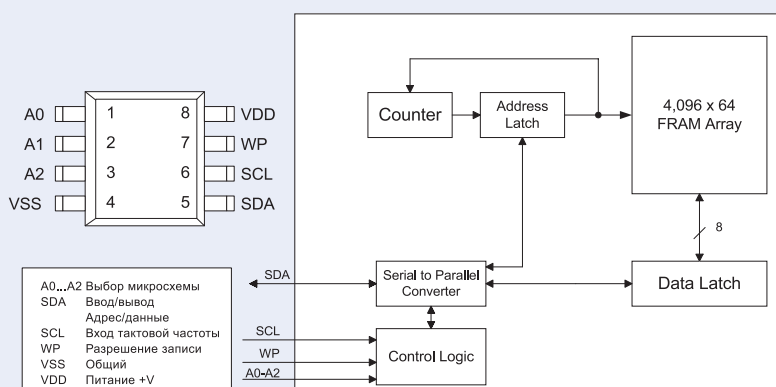


Рис.2. Возможные схемы подключения микросхем FRAM с 2-х проводным интерфейсом.

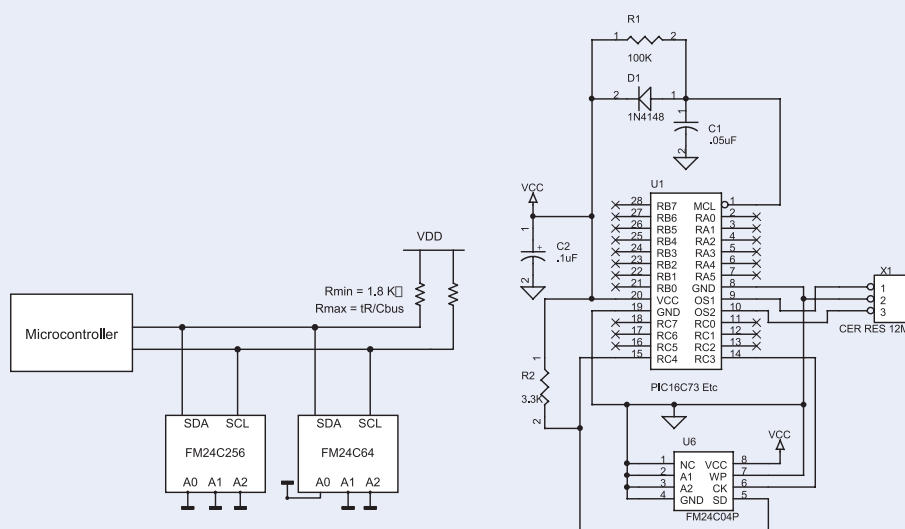


Табл. 2 Сравнительные характеристики микросхемы FM24C16 и pin-for-pin аналогов

Изготовитель	Наименование	$I_{\text{потр.}}$ в режиме хранения	$I_{\text{потр.}}$ в режиме записи (100 КГц)	Число циклов записи	Время записи байта	Время записи всего объема памяти
Ramtron	FM24C16	10мкА	150мкА	10^{10}	72мкс	47мс
Atmel	AT24C16	18мкА	3мА	10^6	10мс	1.3с
ST	ST24C16	300мкА	2мА	10^6	10мс	1.3с
Microchip	24AA16	100мкА	3мА	10^6	10мс	1.3с
Xicor	X24C16	150мкА	3мА	10^5	10мс	1.3с

Двухпроводный интерфейс — это широко известный многоточечный протокол, использующий последовательный вход тактовой частоты (SCL) и последовательную линию ввода-вывода данных (SDA).

К двухпроводной шине можно подключить несколько микросхем FRAM с помощью входов выбора микросхем A0...A2. 2-х проводной протокол RAMTRON разработан для многоточечных применений, но может с успехом использоваться и в обычных приложениях.

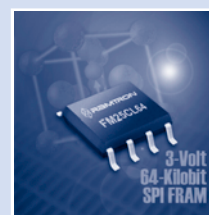


МИКРОСХЕМЫ FRAM С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ SPI

Память с интерфейсом SPI обычно используется для приложений «точка-точка», требующих значительно более высоких скоростей передачи данных, чем может обеспечить обычный 2-х проводной интерфейс. Технические характеристики микросхем FRAM с интерфейсом SPI приведены в табл. 3

Табл. 3 Технические характеристики микросхем FRAM с интерфейсом SPI

Наименование	Емкость, Кбит	Корпус	Быстродейств. Режим шины, МГц	Режим SPI	$U_{\text{пит}}$ В	$I_{\text{потр.}}$ мА
FM25CL64	8Kx8	SOP8	20	0/3	3...3.6	10
FM25CL04	512x8	SOIC8	20	0/3	2.7...3.6	10
FM25640-S(P)	8Kx8	SOIC8 (DIP8)	5	0/3	5	4.5
FM25C160-S(P)	2Kx8	SOIC8 (DIP8)	5	0/3	5	4.5
FM25040-S(P)	512x8	SOIC8 (DIP8)	2.1	0	5	2.5



Преимущества микросхем FRAM с интерфейсом SPI

- долговечность: $> 10^{10}$ циклов запись/чтение (для FM25CL64 и FM25CL04 $\rightarrow \infty$)
- срок хранения данных: > 10 лет
- одинаковая скорость чтения и записи с быстродействием шины SPI до 20МГц
- ток потребления в режиме чтение/запись: 2.5...15мА (в режиме хранения: 1...10мкА)
- поддержка режимов SPI: 0 & 3
- pin-for-pin совместимость с промышленными EEPROM (Atmel, Microchip, ST и пр.)
- рабочий диапазон температур: -40...+85°C

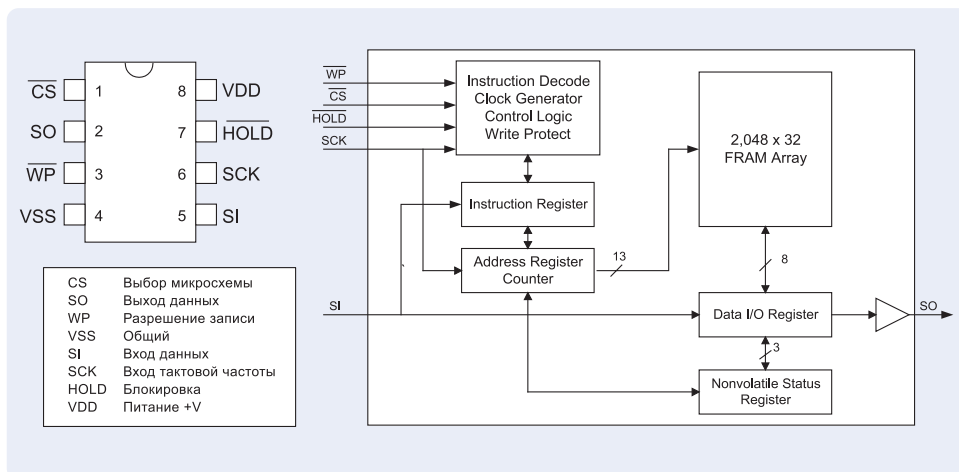


Рис. 3. Структурная схема и расположение выводов FM25CL64.

Instruction decode – декодирование команд
Clock generator – тактовый генератор
Control logic – управляющая логика
Write protect – защита от записи
Instruction register – регистр команд
Address register counter – счётчик регистра адреса
FRAM array – массив памяти FRAM
Data I/O register – регистр ввода-вывода данных
Nonvolatile status register – энергонезависимый регистр состояния

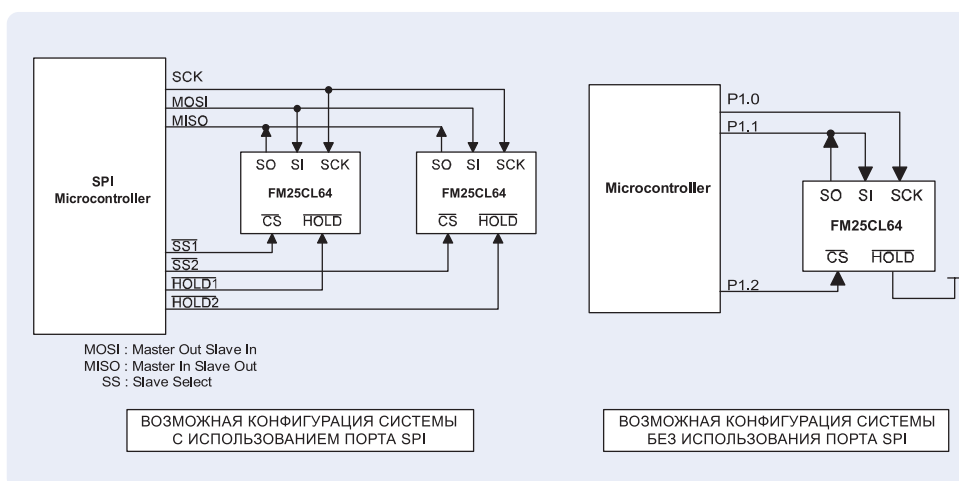


Рис.4. Возможные схемы подключения микросхем FRAM с интерфейсом SPI.

MOSI – выход ведущего, вход ведомого
MISO – вход ведущего, выход ведомого
SS – выбор ведомого

Каждая микросхема FRAM имеет вход выбора микросхемы, позволяющий соединять друг с другом остальные линии интерфейса, если в системе необходимо использование нескольких микросхем памяти.

Последовательный вход (SI) и последовательный выход (SO) могут быть соединены вместе, для экономии портов ввода-вывода микроконтроллера. Возможные схемы подключения микросхем FRAM с интерфейсом SPI приведены на рис. 4.



МИКРОСХЕМЫ FRAM С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Микросхемы FRAM с параллельным интерфейсом имеют байтовую организацию памяти и стандартное, аналогичное микросхемам SRAM (статическое ОЗУ), расположение выводов.

Они «защёлкивают» каждый адрес на спаде импульса выбора микросхемы (chip enable). По своей сути, они работают аналогично SRAM, но обеспечивают энергонезависимое хранение информации без необходимости батареи подпитки.

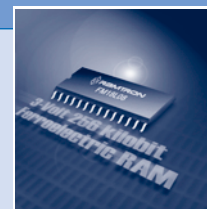
Технические характеристики микросхем FRAM с параллельным интерфейсом приведены в табл.4

Преимущества микросхем FRAM с параллельным интерфейсом

- долговечность: $> 10^{10}$ циклов запись/чтение (для FM18L08-S(P) $\rightarrow \infty$)
- срок хранения данных: > 10 лет
- время доступа к микросхеме: 70...120 нс

- время цикла чтение/запись: 130...180нс
- ток потребления в режиме чтение/запись: 15...25мА (в режиме хранения: 15...20мкА)
- pin-for-pin совместимость с SRAM & EEPROM (Atmel, Microchip, ST и пр.)
- рабочий диапазон температур: -40...+85°C

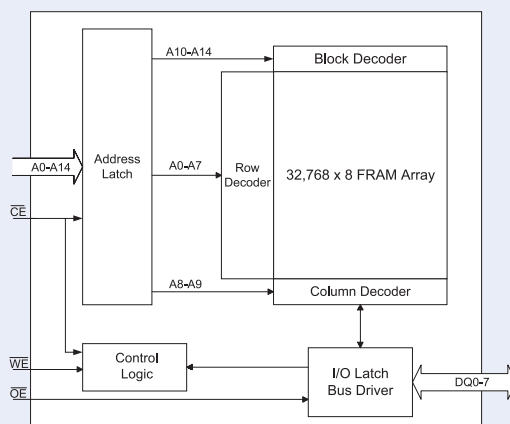
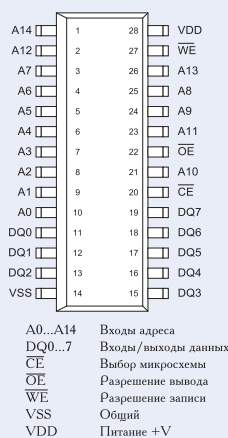
Табл. 4. Технические характеристики микросхем FRAM с параллельным интерфейсом



Наименование	Емкость, Кбит	Корпус	Время доступа, нс	U _{пит} , В	I _{потр.} , мА
FM18L08-70-S(P)	32Kx8	SOIC28 (DIP28)	70	3...3.6	15
FM1808-70-S(P)	32Kx8	SOIC28 (DIP28)	70	5	25
FM1608-120-S(P)	8Kx8	SOIC28 (DIP28)	120	5	15

Рис.5. Структурная схема и расположение выводов FM1808.

Address latch – регистр-защёлка адреса
 Row decoder – декодер строк
 Block decoder – декодер блока
 Column decoder – декодер столбцов
 Control logic – управляющая логика
 I/O latch – регистр-защёлка ввода-вывода
 Bus driver – буфер шины



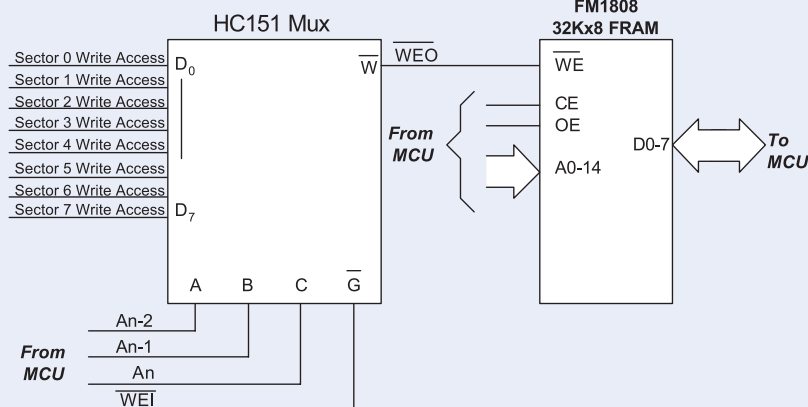
В обычной микропроцессорной системе существуют два вида памяти: память программ и память данных. Соответственно, для их хранения, используются две различные микросхемы памяти – ПЗУ для хранения памяти программ и ОЗУ для хранения памяти данных.

Память программ должна быть энергонезависимой, т.е. не терять своё содержимое при пропадании электропитания. Обычно, она не является перезаписываемой, более того, возможность изменения содержимого ПЗУ в большинстве случаев крайне нежелательно. Но, иногда, возможность перезаписи ПЗУ прямо в приборе бывает необходима. Т.е. на первое место выходит требование запрета несанкционированной записи в ПЗУ.

Память данных, наоборот, может быть энергозависимой, если есть резервное устройство для сохранения данных при пропадании электропитания. Главное требование - быстрое и лёгкое чтение-запись данных. Этим требованиям обычно удовлетворяют микросхемы SRAM (статическая память с произвольным доступом).

Рис.6. Возможная схема организации защиты от записи в ОЗУ на основе FRAM

Sector 0 Write Access – разрешение записи в сектор 0
 Sector 7 Write Access – разрешение записи в сектор 7
 From MCU – от микроконтроллера
 To MCU – к микроконтроллеру



Микросхемы FRAM, обеспечивая энергонезависимость хранения информации с высокой скоростью чтения-записи и низким энергопотреблением, позволяют объединить оба вида памяти в одной микросхеме.

Возможная схема организации защиты от записи в ОЗУ по секторам приведена на рис. 6. В качестве мультиплексора можно применить, например, микросхему ADG608BN(BR) производства Analog Devices, Inc.



ПОДСИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ FRAM

Системы измерения и накопления данных требуют ведения журнала операций и состояния системы, который должен быть помещён в память и сохраняться до возникновения отказа при любых условиях, даже при отключении электропитания.

Фирма RAMTRON предлагает интегральные схемы для разрешения этой проблемы (Problem Solver FRAM Memories), которые являются микропериферийной подсистемой, объединяющей низкое энергопотребление и высокое качество памяти FRAM с часами реального времени, системным супервизором и сторожевым таймером в одном кристалле.

Просто добавьте ваш микроконтроллер и связной интерфейс, чтобы получить законченное решение.

Микросхемы Problem Solver содержат память FRAM ёмкостью 256Кбит с параллельным (FM3808) или последовательным 2-х проводным интерфейсом (FM30C256) и работают от стандартного напряжения питания +5В.

Так как, во время пропадания электропитания, память FRAM не нуждается в подпитке резервной батарейкой, то для питания часов реального времени можно использовать просто конденсатор.

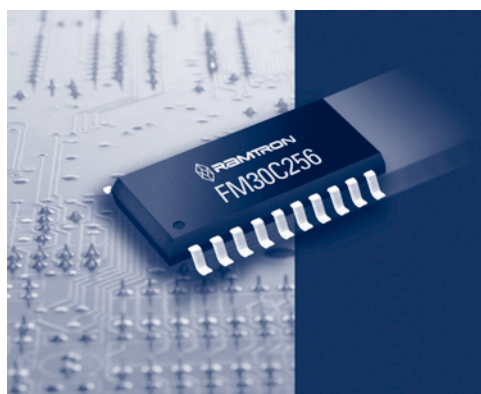


Рис. 7. Микросхемы Problem Solver

ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ FRAM

- счётчики электрической энергии
- счётчики расхода газа или воды
- кассовые аппараты
- хранение данных медицинского контроля
- хранение данных бесконтактного распознавания в системах RF/ID
- энергонезависимый буфер для хранения оперативных данных в RAID массивах
- системы управления двигателями
- хранение системных установок в разнообразном оборудовании
- замена ОЗУ с питанием от батарей
- замена микромощных ОЗУ

Подробную техническую информацию о продукции RAMTRON можно найти на сайте компании www.ramtron.com. Практически все указанные микросхемы присутствуют на складе в Санкт-Петербурге. Возможна поставка бесплатных образцов для тестирования под хорошо обоснованные проекты.

В заключение хочется ещё раз отметить, что микросхемы FRAM соединяют в себе быстродействие и лёгкость записи памяти SRAM и энергонезависимость памяти FLASH и EEPROM, что позволяет получить новые качественные характеристики РЭА.

CHINFA – ещё один “тайваньский тигр” на рынке AC-DC преобразователей

Сергей Дмитриев, sergey@eltech.spb.ru

Российский рынок AC-DC и DC-DC преобразователей достаточно насыщен разнообразными предложениями отечественных и зарубежных производителей. Но компания CHINFA имеет все возможности занять достойное место на российском рынке импульсных источников питания, благодаря некоторым особенностям выпускаемой продукции и более чем конкурентоспособным ценам

Компания CHINFA (ТАЙВАНЬ) начала свою деятельность в 1985 году в качестве лаборатории по разработке источников питания для военных применений, а стала независимой компанией под названием CHINFA Electronics Ind. Co., Ltd в 1989 году.

Производство компании было сертифицировано по стандарту качества ISO 9001 в 1994г. В настоящее время спектр продукции включает AC-DC, DC-DC и DC-AC преобразователи в различных конструктивных исполнениях.

В настоящей статье обращается внимание разработчиков на наиболее интересные, по нашему мнению, AC-DC преобразователи компании CHINFA, которые, благодаря техническим параметрам и более чем конкурентоспособным ценам, позволят завоевать этой продукции достойное место на российском рынке электронных компонентов.



AC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ УСТАНОВКИ НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ

Для установки на печатную плату компания CHINFA предлагает AC-DC преобразователи серии KAM/KAD с выходной мощностью от 7 до 30 Вт. Преобразователи выпускаются с тремя габаритными размерами и выходной мощностью 7, 10, 15, 25 и 30 Вт.

Рис.1. Структурные схемы AC-DC преобразователей серии KAM/KAD

Line filter – сетевой фильтр

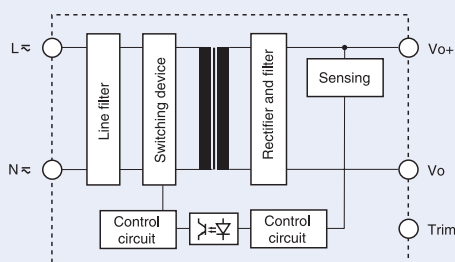
Switching device – коммутирующий ключ

Rectifier and filter – выпрямитель и фильтр

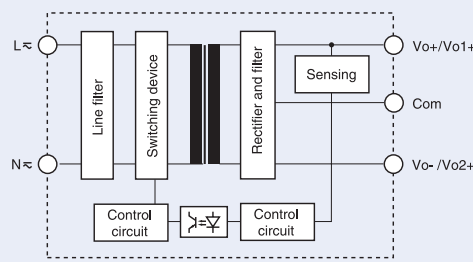
Sensing – Датчик обратной связи

Control circuit – схема управления

Trim – Подстройка выходного напряжения



Преобразователи с одиночным выходом



Преобразователи с двумя выходами

Основные технические параметры AC-DC преобразователей серии KAM/KAD

- Частота преобразования: 80...120 КГц
- Электрическая прочность изоляции: 3000В AC
- Входное напряжение: 85...265V AC, 47...63 Гц
- Точность установки выходного напряжения: $\pm 2\% U_{ном}$
- Минимальная нагрузка: отсутствует для моделей с одним выходом, 20% для моделей с двумя выходами
- Уровень помех на выходе: $< 1\% U_{вых}$ (размах), для $U_{вых}=3.3В$ < 100 мВ
- Температурный коэффициент $U_{вых}$: $< \pm 0.02\%/^{\circ}C$
- Защита от короткого замыкания: продолжительная
- Максимально допустимая температура корпуса: $< +80^{\circ}C$
- Рабочий диапазон температур: $-20^{\circ}C...+51^{\circ}C$ (полная мощность, при $+71^{\circ}C$ $R_{вых}=0.6R_{ном}$)
- Диапазон температур хранения: $-40^{\circ}C...+100^{\circ}C$
- Нарботка на отказ (по MIL-HDBK-217F, Gf): > 245000 час при $+40^{\circ}C$
- Стандарты электробезопасности: сертифицированы по UL1950, TUV, EN60950
- Электромагнитная совместимость: сертифицирован по EN55022, EN55082-1
- Пластмассовый корпус

Преобразователи серии KAM/KAD представляют собой обратноходовые преобразователи с одним или двумя выходными напряжениями и имеют ряд преимуществ, отличающих их от большинства тайваньской продукции.

Универсальный входной диапазон и встроенный входной фильтр – внутренний варистор вместе с внешним предохранителем и встроенным входным фильтром образуют

эффективную схему защиты от бросков входного напряжения, которые всегда присутствуют в большинстве приложений (преобразователи выдерживают броски 1.2/50мкс амплитудой до 2000В фаза-фаза и пачки импульсов 5/50нс частотой 5КГц и амплитудой 2000В).

Возможность запуска преобразователя с коротким замыканием (КЗ) на выходе и автоматическим восстановлением после устранения КЗ – обеспечивается схемой ограничения мощности потребления во входной цепи. Это позволяет преобразователю запускаться с большой ёмкостной нагрузкой на выходе.

KAM

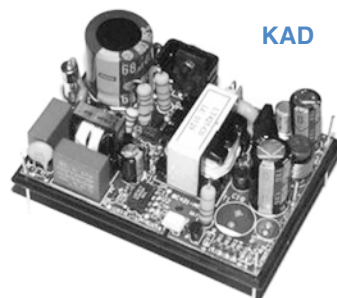
KAD


Рис.2. Внешний вид AC-DC преобразователей серии KAM/KAD

Табл. 1
Технические характеристики преобразователей серии KAM/KAD

Преобразователи с одним выходом					Габариты, мм	Наименование модели
Ряд выходных напряжений [В], подставляется вместо «х» в обозначение 3.3(03)	5(05)	12	15	24		
Выходные токи, [А]						
2	1.5	0.63	0.5	0.32	58 x 47 x 19	KAM07x/KAD07X
3.3	2	0.84	0.67	0.42	76 x 51 x 23	KAM10x
4	3	1.25	1	0.62	76 x 51 x 23	KAM15x/KAD15X
7	5	2.1	1.7	1	90 x 64 x 33	KAM25x
7.5	6	2.5	2	1.25	90 x 64 x 33	KAM30x/KAD30X
Преобразователи с двумя выходами со ср. точкой или общим минусом					Габариты, мм	Наименование модели
Ряд выходных напряжений, подставляется вместо «х» в обозначение ±12В(12)	±15В(15)	+5В/+3.3В(503)	+5В/+12В(512)			
Выходные токи, [А]						
±0.32	±0.25	+0.6/+1	+0.6/+0.3		58 x 47 x 19	KAM07xD/KAD07xD
±0.42	±0.335	+0.8/+2	–		76 x 51 x 23	KAM10xD
±0.625	±0.5	+1/+3	–		76 x 51 x 23	KAM15xD/KAD15xD
±1	±0.8	–	+2.5/+1		90 x 64 x 33	KAM25xD
±1.25	±1	+3/+1.5	+3/+1.25		90 x 64 x 33	KAM30xD/KAM30xD

Габаритные размеры и расположение выводов преобразователей серии KAM07/KAD07 соответствуют аналогичным преобразователям серии TML05, серий KAM10 KAM15/KAD15, KAM30/KAD30 преобразователям серии TPM10, TPM15, TPM30, TML30 фирмы TRACO.



АС–DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ УСТАНОВКИ НА DIN-РЕЙКУ

Для установки на DIN-рейку компания CHINFA предлагает AC-DC преобразователи серии DRA с одним выходом и выходной мощностью от 5 до 120Вт. Преобразователи выпускаются с тремя габаритными размерами и выходной мощностью 5, 10, 18, 30, 60 и 120Вт.

Основные технические параметры AC-DC преобразователей серии DRA

- Частота преобразования: >50...100КГц
- Электрическая прочность изоляции: 3000В AC
- Входное напряжение: 90...265V AC, 47...63Гц
- Точность установки выходного напряжения: ±2%Uном

- Минимальная нагрузка: отсутствует, для KAM120 >5%
- Уровень помех на выходе: <50мВ
- Температурный коэффициент $U_{вых}$: $\leq \pm 0.02\%/^{\circ}\text{C}$
- Защита от короткого замыкания: продолжительная
- Рабочий диапазон температур: $-10^{\circ}\text{C} \dots +51^{\circ}\text{C}$ (полная мощность, при $+71^{\circ}\text{C}$ $P_{вых}=0.6P_{ном}$)
- Диапазон температур хранения: $-25^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$
- Нарботка на отказ (по MIL-HDBK-217F, Gf): > 200000 час при $+40^{\circ}\text{C}$
- Стандарты электробезопасности: сертифицированы по UL1950, TUV, EN60950
- Электромагнитная совместимость: сертифицированы по EN50081-1 class B
- Устойчивость к электромагнитным воздействиям: EN61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8
- Пластмассовый корпус

Fuse – предохранитель

Line filter – сетевой фильтр

Inrush current limiter and rectifier –
Ограничитель пускового тока и
выпрямитель

Switching device – коммутирующий
ключ

Rectifier – выпрямитель

Current detection – датчик тока

PWM controller – ШИМ контроллер

Opto-isolation – опторазвязка

Reference & Error Amp. – Усилитель
сигнала ошибки

Output level detection – Индикация
наличия выходного напряжения

Vout ADJ. – подстройка выходного
напряжения.

Smoothing circuit – схема сглаживания
напряжения

115/230V select – переключение
входного напряжения 115/230В AC

DC ON (Green LED) – Выход в норме
(зелёный светодиод)

DC LOW (Red LED) – Выход ниже
нормы (красный светодиод)

RDY (Relay contact) – Сигнал
готовности (контакты реле)

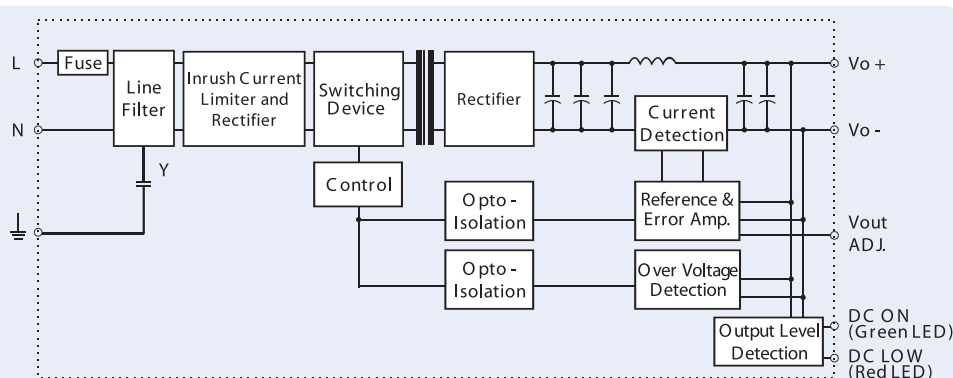


Рис.3. Структурные схемы преобразователей серий KAM 5/10/18/30/60

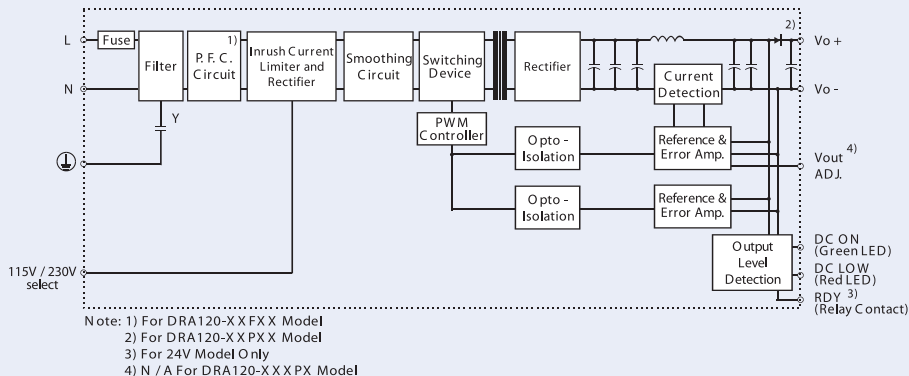


Рис.4. Структурные схемы преобразователей серий KAM 120

Преобразователи серии DRA представляют собой обратноходовые преобразователи с одним выходным напряжением и имеют ряд преимуществ, отличающих их от большинства тайваньской продукции.

Универсальный входной диапазон и встроенный входной фильтр – внутренний варистор вместе с внешним предохранителем и встроенным входным фильтром образуют эффективную схему защиты от бросков входного напряжения, которые всегда присутствуют в большинстве приложений (преобразователи выдерживают броски 1.2/50мкс амплитудой до 1000В фаза-фаза, до 2000В фаза-заземление и пачки импульсов 5/50нс частотой 5КГц и амплитудой 1000В).

В условиях перегрузки по выходу схема защиты отключает преобразователь, при устранении перегрузки происходит автоматическое восстановление рабочего режима.

Преобразователи серии DRA120 несколько отличаются от своих младших моделей. Эти преобразователи имеют несколько опций:

Наличие или отсутствие встроенного корректора коэффициента мощности. Наличие которого, позволяет заметно снизить уровень гармоник и помех в первичной сети, что очень важно для питания любого телекоммуникационного оборудования.

Наличие или отсутствие функции параллельного включения преобразователей по выходу без развязывающих диодов. Наличие этой функции позволяет наращивать выходную мощность системы электропитания без применения громоздких внешних диодов с радиаторами.



Рис.5 Внешний вид преобразователей серии DRA

Табл. 2

Технические характеристики преобразователей серии DRA

Ряд выходных напряжений [В], подставляется вместо «х» в обозначение 5(05)	Выходные токи, [А]				КПД	Наименование модели
	12	15	24	48		
1	0.42	0.34	0.21	—	До 76%	DRA05-х
2	0.84	0.67	0.42	—	До 76%	DRA10-х
3	1.5	1.2	0.75	—	До 77%	DRA18-х
6	2.5	—	1.25	0.625	До 84%	DRA30-х
10	5	—	2.5	1.25	До 86%	DRA60-х
—	10	—	5	2.5	До 87%	DRA120-xwyz

Для серии DRA120: w=F – с корректором коэффициента мощности

w=S – без корректора коэффициента мощности

y=P – с возможностью параллельного включения по выходу

y=S – без возможности параллельного включения по выходу

z=A – зажим проводов под винт

z=B – зажим типа «Wago»

Габаритные размеры и электрические параметры преобразователей серии DRA соответствуют аналогичным преобразователям серии TSL фирмы TRACO.

В заключение хочется отметить, что все разнообразие рассмотренных AC/DC-преобразователей отличается высокой надежностью. Хорошие технические характеристики, низкие цены (в 1,5...2 раза ниже европейских и американских аналогов) и большое разнообразие моделей позволяют оптимально организовать систему электропитания в промышленной автоматике.

НИЖЕ ПРИВОДИТСЯ ПРАЙС-ЛИСТ НА AC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 7...30 ВТ ДЛЯ УСТАНОВКИ НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ (СЕРИИ КАМ/КАД) И С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 5...120 ВТ ДЛЯ УСТАНОВКИ НА DIN-РЕЙКУ (СЕРИЯ DRA).

Модель	Комментарий (вход: 85...265V AC, 47...63Гц, рабочий диапазон температур: -20 ...+71°C)	Цены, \$ (с НДС)		
		<10	10...49	50...99
КАМ0703	7Вт, выход 3.3В/2А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.57	18.88	17.34
КАМ0705	7Вт, выход 5В/1.5А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.57	18.88	17.34
КАМ0712	7Вт, выход 12В/0.63А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.57	18.88	17.34
КАМ0715	7Вт, выход 15В/0.5А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.57	18.88	17.34
КАМ0724	7Вт, выход 24В/0.32А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.57	18.88	17.34

Модель	Комментарий (вход: 85...265V AC, 47...63Гц, рабочий диапазон температур: -20 ...+71°C)	Цены, \$ (с НДС)		
		<10	10...49	50...99
KAM0712D	7Вт, выход: $\pm 12В/\pm 0.32А$, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	22.62	20.77	19.07
KAM0715D	7Вт, выход: $\pm 15В/\pm 0.25А$, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	22.62	20.77	19.07
KAM07503D	7Вт, два выхода: +5В/0.6А, +3.3В/1А, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	22.62	20.77	19.07
KAM07512D	7Вт, два выхода: +5В/0.6А, +12В/0.3А, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	22.62	20.77	19.07
KAD0703	7Вт, выход 3.3В/2А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	18.36	16.86	15.48
KAD0705	7Вт, выход 5В/1.5А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	18.36	16.86	15.48
KAD0712	7Вт, выход 12В/0.63А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	18.36	16.86	15.48
KAD0715	7Вт, выход 15В/0.5А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	18.36	16.86	15.48
KAD0724	7Вт, выход 24В/0.32А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	18.36	16.86	15.48
KAD0712D	7Вт, выход: $\pm 12В/\pm 0.32А$, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.2	18.56	17.03
KAD0715D	7Вт, выход: $\pm 15В/\pm 0.25А$, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.2	18.56	17.03
KAD07503D	7Вт, два выхода: +5В/0.6А, +3.3В/1А, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.2	18.56	17.03
KAD07512D	7Вт, два выхода: +5В/0.6А, +12В/0.3А, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	20.2	18.56	17.03
KAM1003	10Вт, выход 3.3В/3А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.42	20.59	18.9
KAM1005	10Вт, выход 5В/2А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.42	20.59	18.9
KAM1012	10Вт, выход 12В/0.84А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.42	20.59	18.9
KAM1015	10Вт, выход 15В/0.67А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.42	20.59	18.9
KAM1024	10Вт, выход 24В/0.42А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.42	20.59	18.9
KAM1012D	10Вт, выход: $\pm 12В/\pm 0.42А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	24.67	22.65	20.79
KAM1015D	10Вт, выход: $\pm 15В/\pm 0.335А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	24.67	22.65	20.79
KAM10503D	10Вт, два выхода: +5В/0.8А, +3.3В/2А, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	24.67	22.65	20.79
KAM1503	15Вт, выход 3.3В/4А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.53	23.44	21.51
KAM1505	15Вт, выход 5В/3А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.53	23.44	21.51
KAM1512	15Вт, выход 12В/1.25А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.53	23.44	21.51
KAM1515	15Вт, выход 15В/1А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.53	23.44	21.51
KAM1524	15Вт, выход 24В/0.62А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.53	23.44	21.51
KAM1512D	15Вт, выход: $\pm 12В/\pm 0.625А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	28.06	25.76	23.64
KAM1515D	15Вт, выход: $\pm 15В/\pm 0.5А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	28.06	25.76	23.64
KAM15503D	15Вт, два выхода: +5В/1А, +3.3В/3А, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	28.06	25.76	23.64
KAD1503	15Вт, выход 3.3В/4А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.78	20.91	19.19
KAD1505	15Вт, выход 5В/3А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.78	20.91	19.19
KAD1512	15Вт, выход 12В/1.25А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.78	20.91	19.19
KAD1515	15Вт, выход 15В/1А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.78	20.91	19.19
KAD1524	15Вт, выход 24В/0.62А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	22.78	20.91	19.19
KAD1512D	15Вт, выход: $\pm 12В/\pm 0.625А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.04	22.99	21.1
KAD1515D	15Вт, выход: $\pm 15В/\pm 0.5А$, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.04	22.99	21.1
KAD15503D	15Вт, два выхода: +5В/1А, +3.3В/3А, изоляция 3000V AC, 76x51x23мм	25.04	22.99	21.1
KAM2503	25Вт, выход 3.3В/7А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	31.69	29.09	26.7
KAM2505	25Вт, выход 5В/5А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	31.69	29.09	26.7
KAM2512	25Вт, выход 12В/2.1А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	31.69	29.09	26.7
KAM2515	25Вт, выход 15В/1.7А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	31.69	29.09	26.7
KAM2524	25Вт, выход 24В/1А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	31.69	29.09	26.7
KAM2512D	25Вт, выход $\pm 12В/\pm 1А$, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	34.81	31.97	29.35
KAM2515D	25Вт, выход $\pm 15В/\pm 0.8А$, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	34.81	31.97	29.35
KAM25512D	25Вт, два выхода: +5В/2.5А, +12В/1А, изоляция 3000V AC, 58x45x19мм	34.81	31.97	29.35
KAM3003	30Вт, выход 3.3В/7.5А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	35.1	32.23	29.58
KAM3005	30Вт, выход 5В/6А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	35.1	32.23	29.58
KAM3012	30Вт, выход 12В/2.5А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	35.1	32.23	29.58
KAM3015	30Вт, выход 15В/2А, рег. вых= $\pm 10\%$ Уном, изоляция 3000V AC, 89x64x33мм	35.1	32.23	29.58

Модель	Комментарий (вход: 85...265V AC, 47...63Гц, рабочий диапазон температур: -20 ...+71°C)	Цены, \$ (с НДС)		
		<10	10...49	50...99
KAM3024	30Вт, выход 24В/1.25А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	35.1	32.23	29.58
KAM3012D	30Вт, выход: ±12В/±1.25А, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	38.25	35.13	32.25
KAM3015D	30Вт, выход: ±15В/±1А, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	38.25	35.13	32.25
KAM30503D	30Вт, два выхода: +5В/3А, +3.3В/1.5А, изоляция 3000V AC, 58х45х19мм	38.25	35.13	32.25
KAM30512D	30Вт, два выхода: +5В/3А, +12В/1.25А, изоляция 3000V AC, 58х45х19мм	38.25	35.13	32.25
KAD3003	30Вт, выход 3.3В/7.5А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	31.34	28.78	26.41
KAD3005	30Вт, выход 5В/6А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	31.34	28.78	26.41
KAD3012	30Вт, выход 12В/2.5А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	31.34	28.78	26.41
KAD3015	30Вт, выход 15В/2А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	31.34	28.78	26.41
KAD3024	30Вт, выход 24В/1.25А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	31.34	28.78	26.41
KAD3012D	30Вт, выход: ±12В/±1.25А, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	34.14	31.35	28.77
KAD3015D	30Вт, выход: ±15В/±1А, изоляция 3000V AC, 89х64х33мм	34.14	31.35	28.77
KAD30503D	30Вт, два выхода: +5В/3А, +3.3В/1.5А, изоляция 3000V AC, 58х45х19мм	34.14	31.35	28.77
KAD30512D	30Вт, два выхода: +5В/3А, +12В/1.25А, изоляция 3000V AC, 58х45х19мм	34.14	31.35	28.77
Вышеперечисленные AC-DC преобразователи серии KAM совместимы по выводам с аналогичными по характеристикам преобразователями серий TPM и TML фирмы TRACO				
Модель	Комментарий (вход: 90...265V AC, 47...63Гц, рабочий диапазон температур: -10 ...+50°C)	Цены, \$ (с НДС)		
		<10	10...49	50...99
DRA05-05	5Вт, выход 5В/1А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	25.6	23.8	22.1
DRA05-12	5Вт, выход 12В/0.42А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	25.6	23.8	22.1
DRA05-15	5Вт, выход 15В/0.34А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	25.6	23.8	22.1
DRA05-24	5Вт, выход 24В/0.21А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х23мм	25.6	23.8	22.1
DRA10-05	10Вт, выход 5В/2А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	28.1	26.1	24.2
DRA10-12	10Вт, выход 12В/0.84А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	28.1	26.1	24.2
DRA10-15	10Вт, выход 15В/0.67А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	28.1	26.1	24.2
DRA10-24	10Вт, выход 24В/0.42А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х23мм	28.1	26.1	24.2
DRA18-05	18Вт, выход 5В/3А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	33.1	30.7	28.5
DRA18-12	18Вт, выход 12В/1.5А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	33.1	30.7	28.5
DRA18-15	18Вт, выход 15В/1.2А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х23мм	33.1	30.7	28.5
DRA18-24	18Вт, выход 24В/0.75А, рег. вых=±10%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х23мм	33.1	30.7	28.5
DRA30-05	30Вт, выход 5В/6А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х41мм	39.4	36.5	33.7
DRA30-12	30Вт, выход 12В/2.5А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х41мм	39.4	36.5	33.7
DRA30-24	30Вт, выход 24В/1.25А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х41мм	39.4	36.5	33.7
DRA30-48	30Вт, выход 48В/0.625А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х41мм	39.4	36.5	33.7
DRA60-05	60Вт, выход 5В/10А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х41мм	46.9	43.3	40.1
DRA60-12	60Вт, выход 12В/5А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х41мм	46.9	43.3	40.1
DRA60-24	60Вт, выход 24В/2.5А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 115х90х41мм	46.9	43.3	40.1
DRA60-48	60Вт, выход 48В/1.25А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000VAC, 115х90х41мм	46.9	43.3	40.1
DRA120-12SSA	120Вт, выход 12В/10А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 127х124х64мм	65.7	60.6	55.9
DRA120-24SSA	120Вт, выход 24В/5А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000V AC, 127х124х64мм	65.7	60.6	55.9
DRA120-48SSA	120Вт, выход 48В/2.5А, рег. вых=+15%Уном, изоляция 3000VAC, 127х124х64мм	65.7	60.6	55.9
Вышеперечисленные AC-DC преобразователи серии DRA функционально совместимы с аналогичными по характеристикам преобразователями серий TCL и TSL фирмы TRACO				
В серии DRA возможны варианты исполнения с встроенным корректором коэффициента мощности и/или с возможностью непосредственного параллельного объединения преобразователей по выходу.				



МИР ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

ВЫПУСК № 1, 2003

Санкт-Петербург

ул. Победы, д. 11
тел. (812) 327 9090
факс (812) 373 9890
e-mail: info@eltech.spb.ru

Москва

Н.Сыромятническая ул., д. 5/7
тел. (095) 916 0832, 916 7536, 916 7537
факс (095) 916 7523
e-mail: info@eltech.msk.ru

Екатеринбург

ул. Радищева, д. 4
тел./факс (3432) 777 094, 577 037
e-mail: info@eltech.ur.ru

Ростов-на-Дону

Соборный переулок, д. 94
тел. (8632) 203 071, 203 072
тел./факс (8632) 439 334
e-mail: info@eltech.rost.ru

Новосибирск

ул. Коммунистическая, д. 35
тел. (3832) 125 874, 125 875
факс (3832) 234 737
e-mail: info@eltech.nsk.ru

Удмуртия

оё. 10 ёаò Î ёòÿáðÿ, ä. 53
òää. (3412) 600 660
Òàèñ (3412) 600 661
e-mail: info@eltech.udm.ru

www.eltech.spb.ru

дизайн и пре-пресс

андрей степанов