



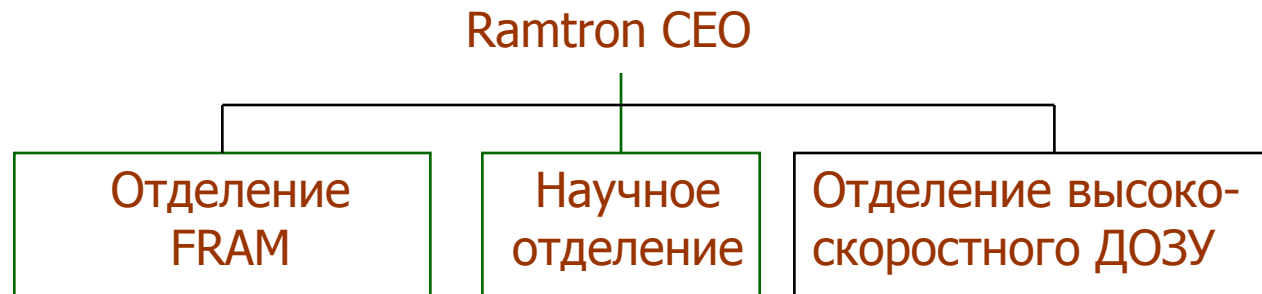
**Семинар по
энергонезависимой памяти
Октябрь 2001**

История Ramtron



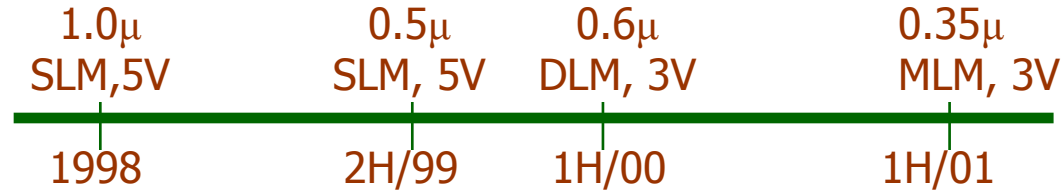
- ◆ Основана в 1984
- ◆ \$18.5М продажи в 1998
- ◆ 130 сотрудников
- ◆ Находится в Colorado Springs

- ◆ Опытное производство в 1993-97
- ◆ Начало продаж в 1998





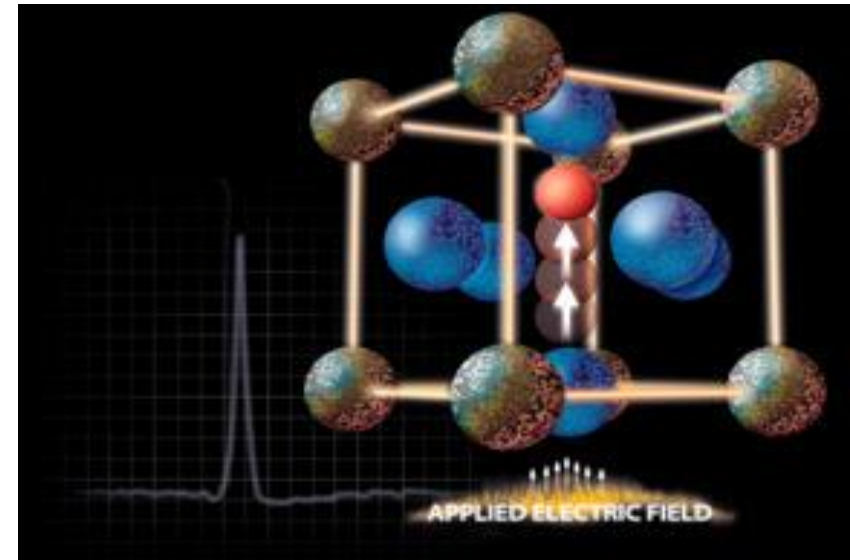
Развитие технологии



Идеальная электрически перепрограммируемая память

- ◆ ОЗУ, не требующее питания
- ◆ Функции ОЗУ и ПЗУ объединяются в одной микросхеме
- ◆ Лишена недостатков других видов ЭППЗУ
- ◆ Минимальное энергопотребление: подходит для носимых приборов и батарейного питания
- ◆ Индустриальный температурный диапазон

- ◆ **FRAM - Ferroelectric RAM, ОЗУ на ферроэлектрических кристаллах**
- ◆ **Энергонезависимое ОЗУ без батареек**
- ◆ Основной элемент памяти – ферроэлектрический кристалл
- ◆ Данные сохраняются подвижным атомом с двумя стабильными состояниями
- ◆ Атом перемещается в направлении приложенного электрического поля, оставаясь на месте после его снятия
- ◆ Подвижный атом стабилен после снятия поля



Мифы о ферроэлектриках

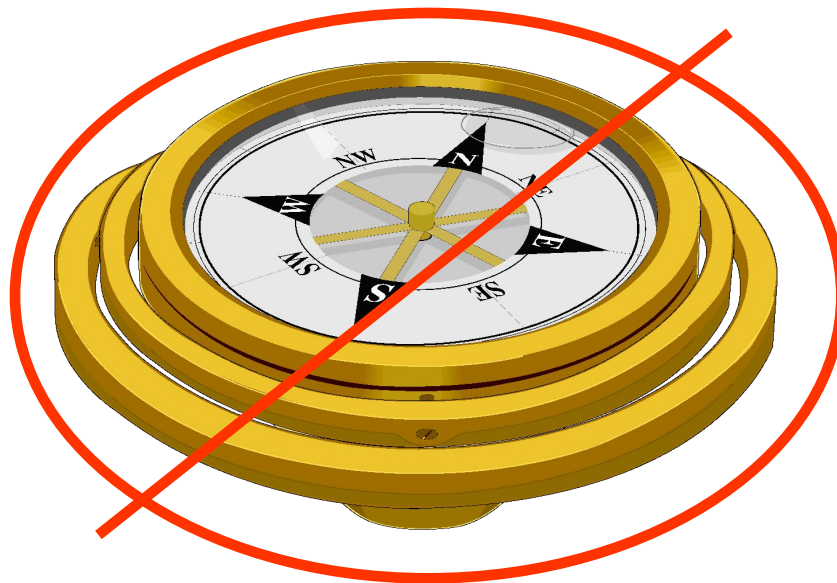
Ферроэлектрики это не ферромагнетики!

Нет магнитного механизма!

Ферроэлектрики используют электрическое поле!

Нет металла !!!

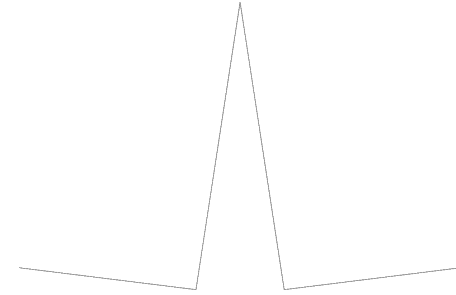
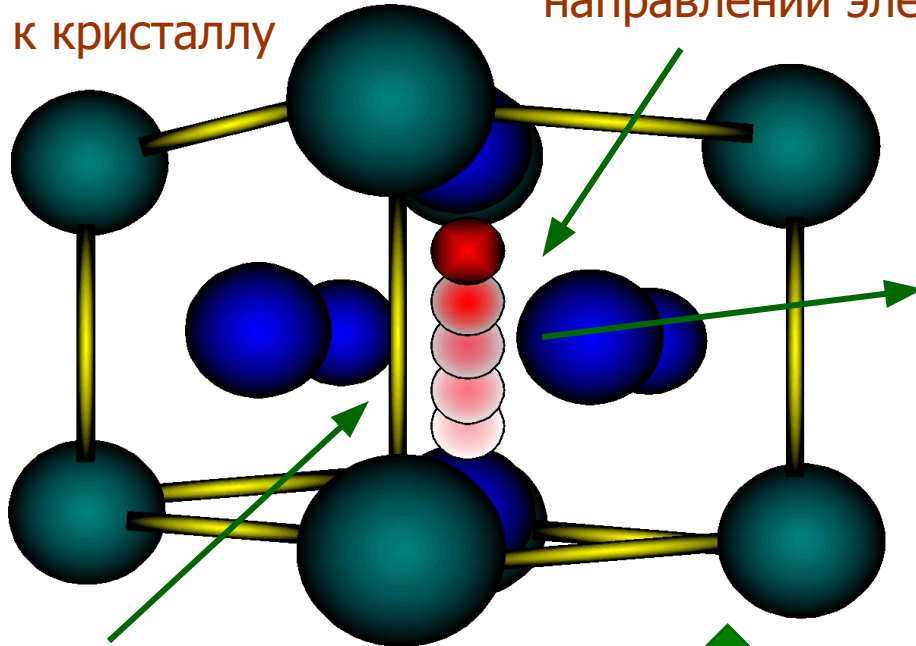
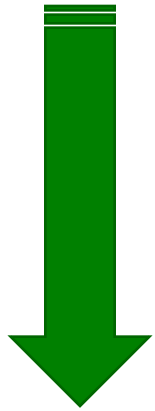
Нет магнетизма !!!



Чтение и запись FRAM

Электрическое поле
приложено к кристаллу

Подвижный атом перемещается в
направлении электрического поля



Импульс заряда излучается при
пересечении атомом центра
кристалла

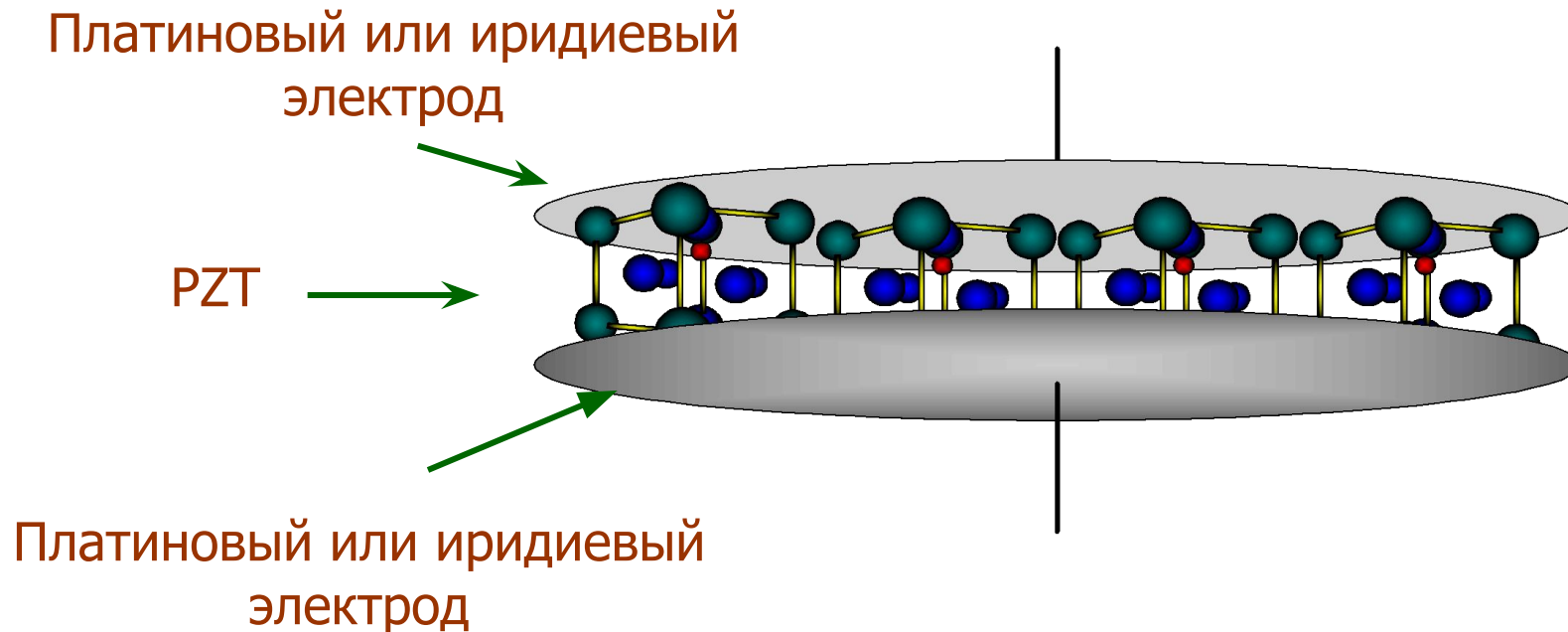
Нет физического барьера
Атом перемещается за $< 1\text{нс}$

После считывания
положение атома
восстанавливается

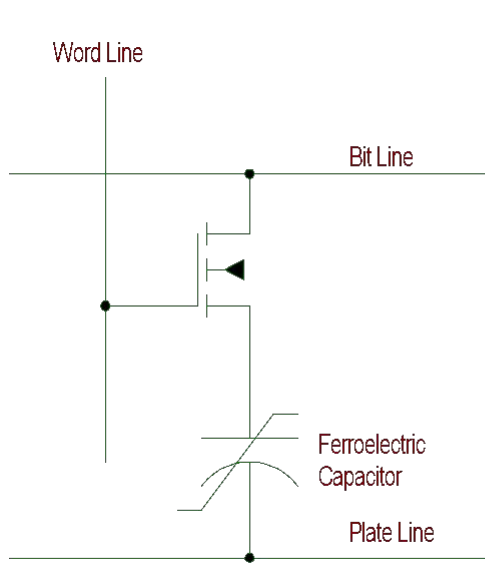


Запись эквивалентна чтению, только
восстанавливается новое значение

Из поликристаллических ферроэлектрических пленок формируются конденсаторы



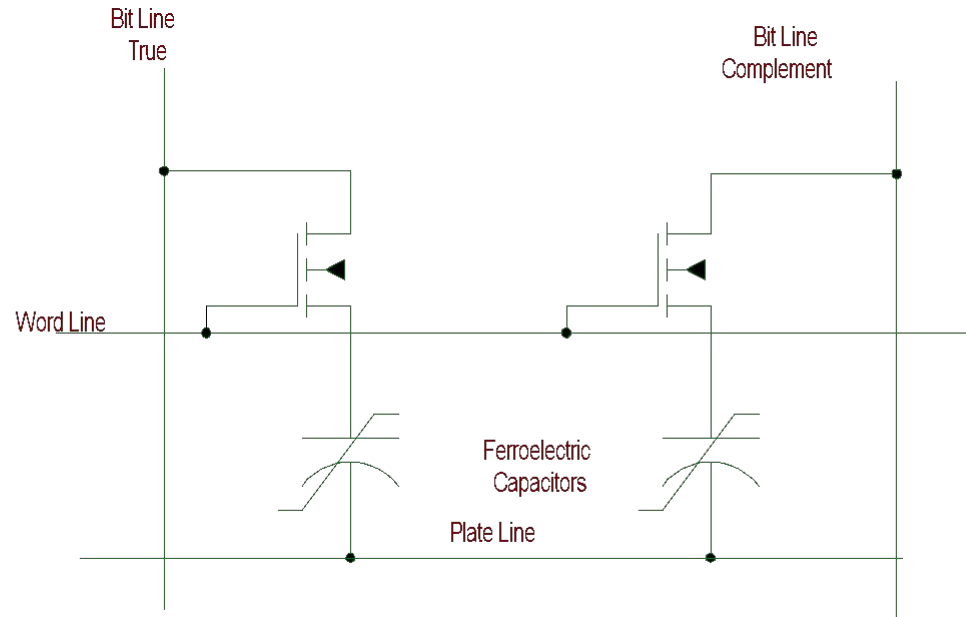
Ячейка FRAM



1T1C

Сигнал с конденсатора
сравнивается с опорным

1M6 и более



2T2C

Сигнал с конденсатора
сравнивается с инверсным

256K6 и менее

Продукты Ramtron

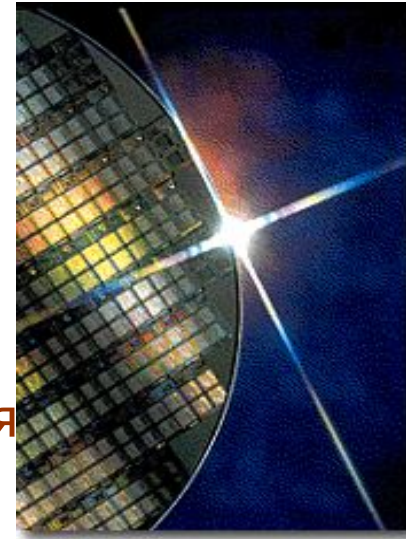
Улучшенная память

Стандартная цоколевка, новые возможности



Память с дополнениями

Интегрированная память и периферия



Логика с памятью

Решение системных задач технологией
памяти

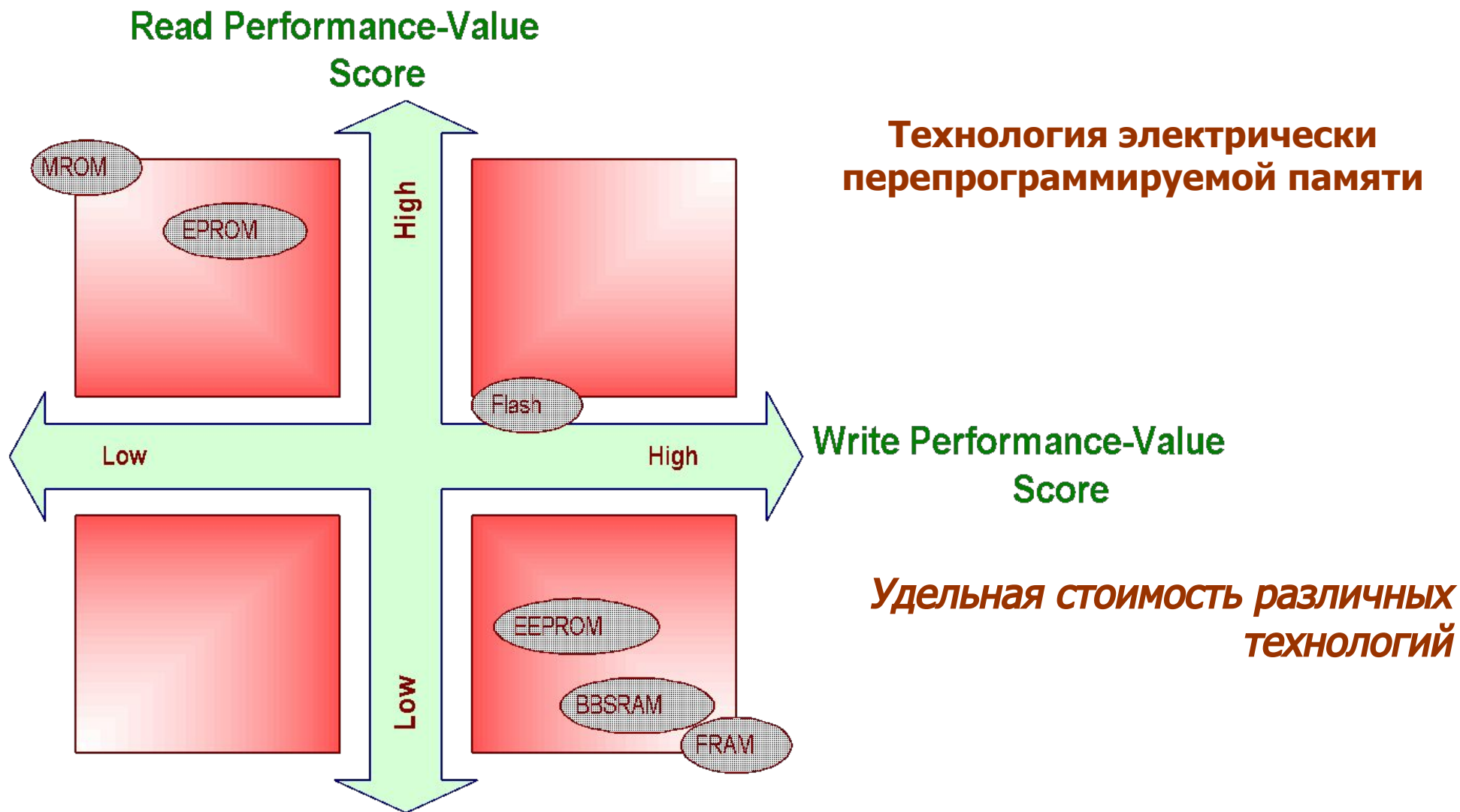


Последовательная память

<u>Название</u>	<u>Емкость</u>	<u>Интерфейс</u>	<u>Состояние</u>
FM24C04	4Kb	2-wire	Серийная продукция
FM24C256	256Kb	2-wire	Серийная продукция
FM25040	4Kb	SPI mode 0	Серийная продукция
FM25C160	16Kb	SPI mode 0 & 3	Серийная продукция
FM25640	64Kb	SPI mode 0 & 3	Серийная продукция
FM24CL16	16Kb	2-wire, 2.7-5.5V	Серийная продукция
FM24CL64	64Kb	2-wire, 2.7-3.6V	Серийная продукция

Параллельная 8-разрядная память

<u>Название</u>	<u>Емкость</u>	<u>Интерфейс</u>	<u>Состояние</u>
FM1608	64Kb	Bytewide	Серийная продукция
FM18L08	256Kb	Bytewide, 2.7-3.6V	Серийная продукция



**Увеличение важности
FRAM**

3 категории пользователей



Сбор данных

- ◆ Сбор и накопление данных о системе
- ◆ ЭППЗУ нужно часто перезаписывать
- ◆ Быстрая запись и большое число циклов необходимы

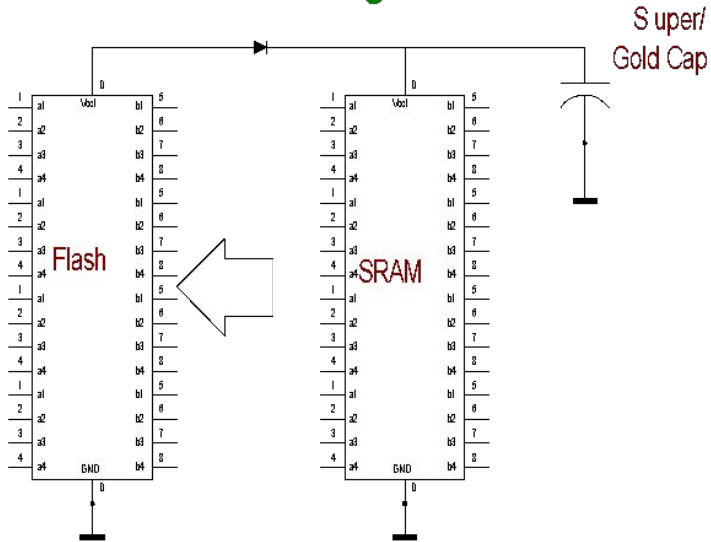
Конфигурация

- ◆ Управление процессом или конфигурацией
- ◆ ЭППЗУ нужно переписывать при изменении состояния
- ◆ ЭППЗУ приходится переписывать при выключении питания
- ◆ Быстрая запись или большое число циклов удобнее

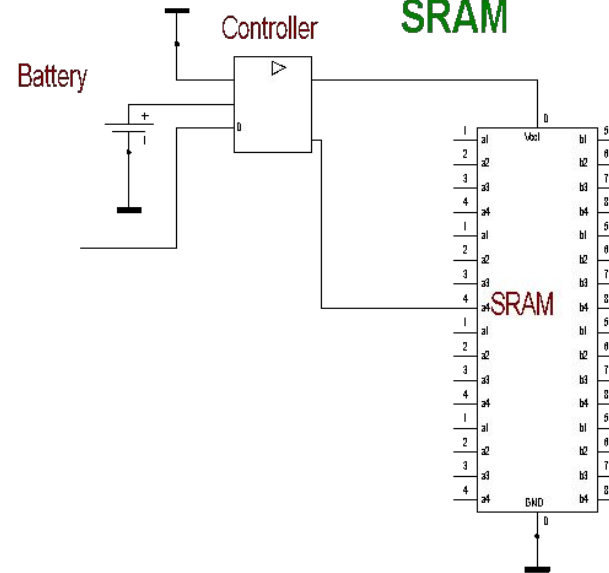
Идентификация

- ◆ Различные цели
- ◆ Память записывается однажды или несколько раз
- ◆ Большое число циклов записи не нужно

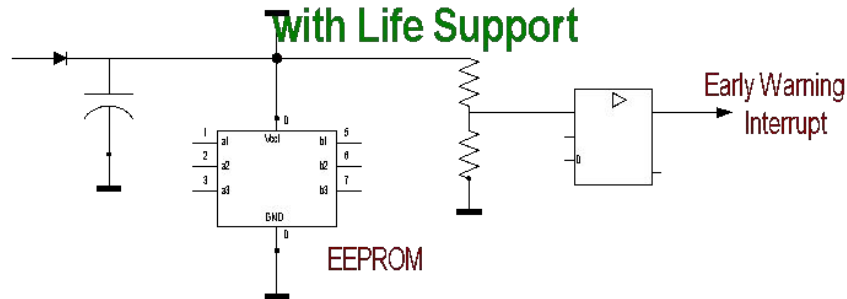
SRAM with Flash Permanent Storage



Battery-Backed SRAM



EEPROM With Life Support



Память с дополнениями

Название Описание Состояние

FM3808 256Kb 8-разрядная плюс RTC Планируется

FM3064 64Kb последовательная плюс RTC Планируется

FM4064 64Kb последовательная плюс супервизор Планируется

Логика с памятью

Название Описание Состояние

FM573 8-разрядная защелка с памятью(ИР33) Серийная продукция

FM574 8-разрядный регистр с памятью Серийная продукция

Параметр	FM24C16 FRAM	Типовой EEPROM	Преимущество FRAM
Ток standby	10 μ A	140 μ A	14X
Ток при работе	0.15mA	2.8 mA	19X
Запись 1 байта	0.072mS	10mS	139X
Запись 16 кб	.047S	1.3S	28X
Число циклов	10,000,000,000	777,500	12,900X

**Преимущества FRAM
компенсируют небольшое
увеличение цены**

Цифры для EEPROM – усредненные
по 4 производителям

Почему FRAM ?

1. Разница в цене порядка \$0.50

Эта сумма не очень значительна в большинстве применений

2. Медленная запись в ЭППЗУ – больше вероятность сбоя

Насколько велика ценность записываемых данных ?

3. Для ЭППЗУ нужен супервизор при выключении питания

FRAM фактически обходится дешевле в системе

4. Уменьшение затрат на ремонт/обслуживание

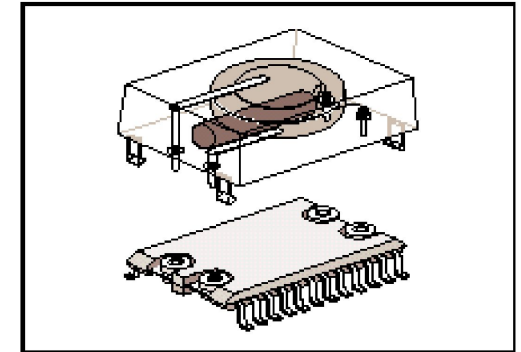
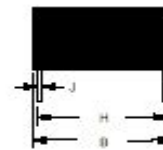
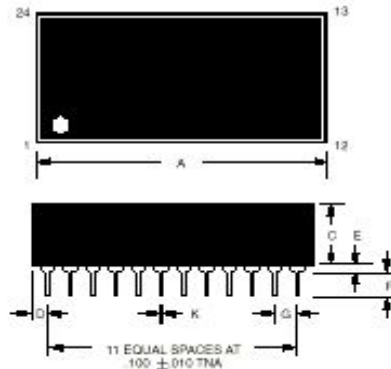
Возможность выхода из строя ЭППЗУ из-за недостаточного числа циклов перезаписи

5. Новые возможности для сбора данных

Улучшение функций и новые возможности при минимальной цене

ОЗУ с батареей

**И параллельные ЭППЗУ*



Модульное решение : Гибридный блок с ОЗУ, батареей и контроллером. Корпус DIP или специальная сборка для SMD монтажа.

Дискретное решение : Обычное ОЗУ, внешняя батарея и микросхема супервизора.

*FRAM и ОЗУ с батареей быстро записываются,
допускают много циклов перезаписи, но...*

FRAM

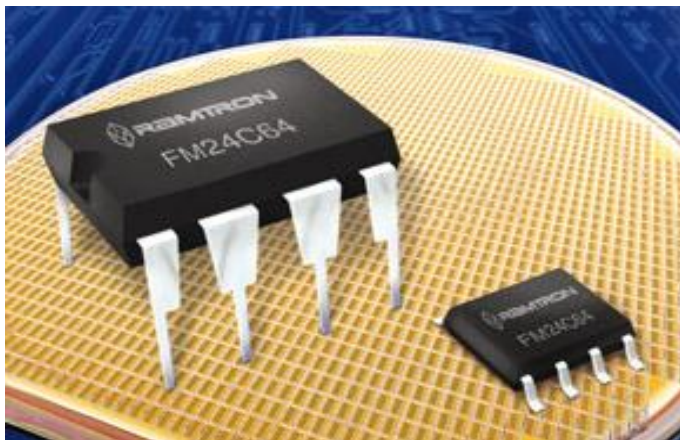
- ◆ ~\$2.00 для 64Kb
- ◆ Однокристальное
- ◆ Обычный SMD
- ◆ Высокая надежность
- ◆ Полная безопасность
- ◆ Вибро- и удароустойчиво
- ◆ Надежный интерфейс

ОЗУ с батареей

- ◆ >\$4.00 для 64Kb
- ◆ Гибридный модуль или схема
- ◆ Специальный большой корпус
- ◆ Батарея может отказаться
- ◆ Литиевые батарейки опасны
- ◆ Чувствительно к ударам
- ◆ Повреждение от отрицательных импульсов

FRAM лучше и стоит дешевле!

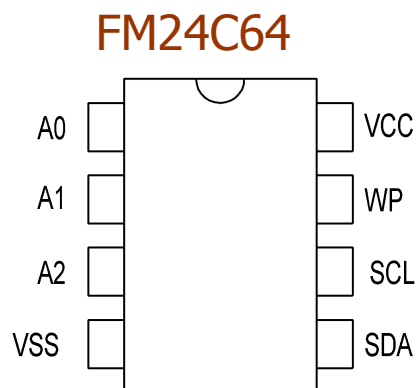
2-проводная память



- ◆ Тактовая частота до 1MHz (64K)
- ◆ Питание 5V
- ◆ NoDelay™ Write – нет задержки при записи
- ◆ 1E10 циклов обращения
- ◆ Стандартный протокол и цоколевка

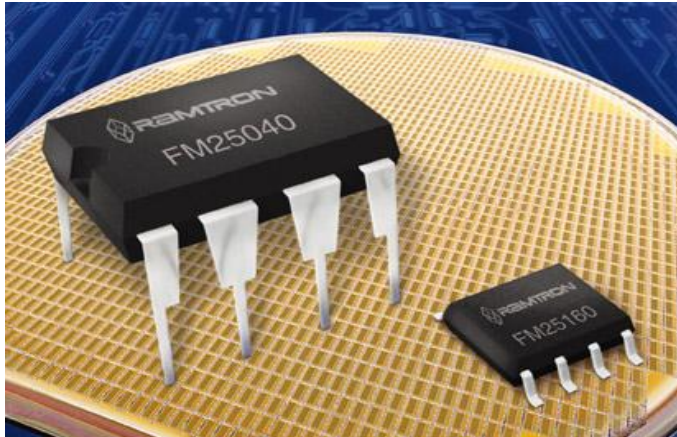
2-проводная память

FM24C04	4Kb	400 kHz
FM24C16	16Kb	400 kHz
FM24C64	64Kb	1 MHz



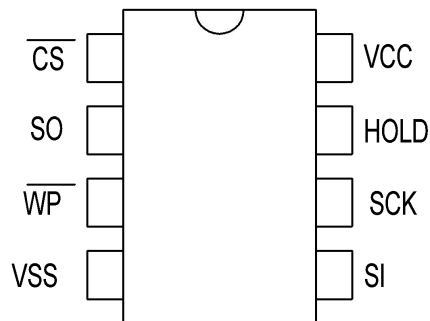
Обмен по двум линиям, CLK и DATA

Входы выборки для 4Kb, 64Kb



- ◆ Тактовая частота до 5MHz (для новых)
- ◆ Питание 5V
- ◆ NoDelay™ Write – нет задержки при записи
- ◆ 1E10 max циклов обращения
- ◆ Стандартный протокол и цоколевка

FM25640

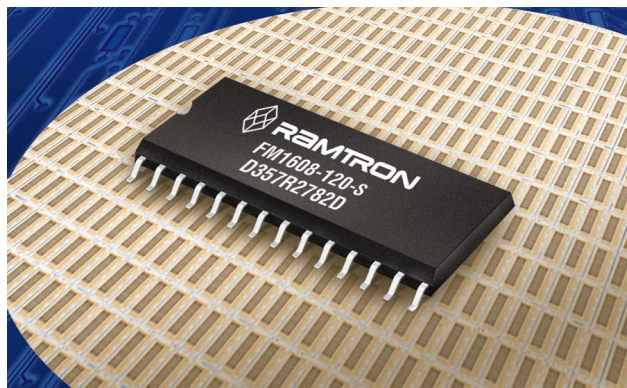


Память с SPI

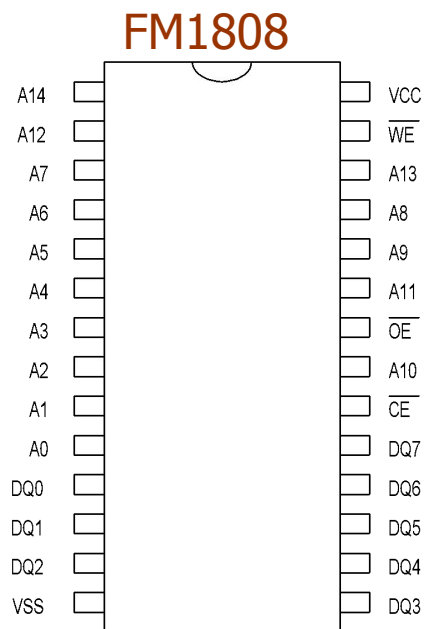
FM25040	4Kb	2.1 MHz
FM25160	16Kb	2.1 MHz
FM25C160	16Kb	5 MHz
FM25640	64Kb	5 MHz

Интерфейс SPI : CS, SCK, DO, DI
 Mode 0&3 для FM25640, FM25C160
 Mode 0 для FM25040, FM25160

Параллельная память



- ◆ 120 ns время выборки, 70 ns разрабатывается
- ◆ Питание 5V
- ◆ NoDelay™ Write – нет задержки при записи
- ◆ 1E10 max циклов обращения
- ◆ Стандартный протокол и цоколевка, как у ОЗУ



Параллельная память

FM1608 8Kx8

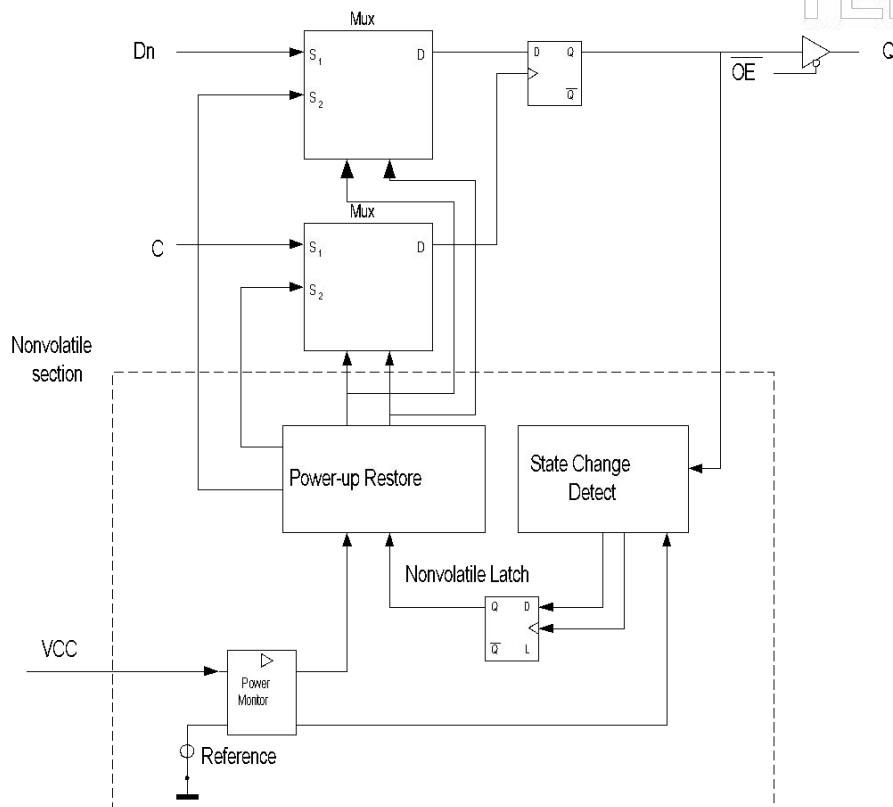
FM1808 32Kx8

Ramtron	Atmel (EEPROM)	ST (E2/BBSRAM)	Microchip (EEPROM)	Xicor (EEPROM)	Dallas (BBSRAM)	Benchmark (BBSRAM)
FM24C04	AT24C04	M24C04 ST24x04 ST25x04	24C04 24AA04 24LC04	X24C04	-	-
FM24C16	AT24C16	M24C16 ST24x16 ST25x16	24C16 24AA16 24LC16	X24C16	-	-
FM25040	AT25040	M95040 ST95P04	25C040 25AA040 25LC040	X25040 X25057	-	-
FM25160	AT25160	M95160	25C160 25AA160 25LC160	X25160 X25170	-	-
FM1608	AT28C64	M28C64 M48Z08 M48Z18 M48Z58	28C64	X28C64 X28HC64	DS1225	BQ4010
FM1808	AT28C256	M48Z35	-	X28C256 X28xC256	DS1230	BQ4011

* FRAM имеют ту же цоколевку, что и SRAM с батареей, но SMD корпуса имеют меньшие габариты.

8-разрядный регистр с памятью

\overline{OE}	1	20	VCC
D0	2	19	Q0
D1	3	18	Q1
D2	4	17	Q2
D3	5	16	Q3
D4	6	15	Q4
D5	7	14	Q5
D6	8	13	Q6
D7	9	12	Q7
VSS	10	11	C



- ◆ Управление реле и клапанами
- ◆ Интерфейс переключателей и индикаторов передней панели
- ◆ Замена перемычек и управляющих сигналов
- ◆ Инициализация состояния входов и выходов
- ◆ Сохранение состояния и диагностика ошибок при отключении питания
- ◆ Не требуется последовательная память, если нужны несколько бит



Сбор данных



Замена и расширение ОЗУ



Сохранение конфигурации



Буфер для хранения параметров

Сбор данных

- ◆ Счетчики электричества
- ◆ Счетчики воды, газа
- ◆ Измерители
- ◆ Счетчики игрушек
- ◆ Системы идентификации
- ◆ Медицинские датчики
- ◆ Маркеры
- ◆ Спидометры

Энергонезависимый буфер

- ◆ Буфер RAID диска
- ◆ Файловая таблица PDA
- ◆ Управление двигателем
- ◆ Системы автоматического регулирования
- ◆ Промышленные системы
- ◆ Банкомат

Хранение конфигурации

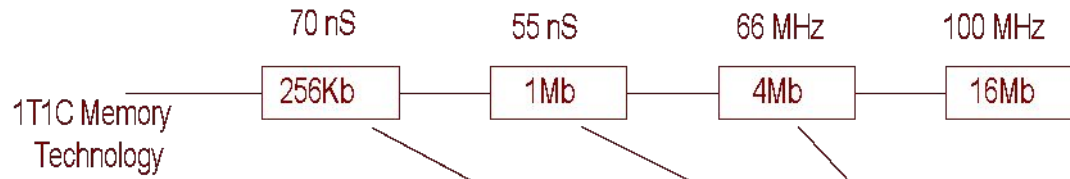
- ◆ Лазерные принтеры
- ◆ Копировальные аппараты
- ◆ Телефоны
- ◆ Кассовые аппараты
- ◆ Set top box
- ◆ Видеоустройства
- ◆ Интерфейсы ProfiBus

Замена и расширение ОЗУ

- ◆ Поддержка микроконтроллеров
- ◆ Считывает магнитных карт
- ◆ Автомобильное радио

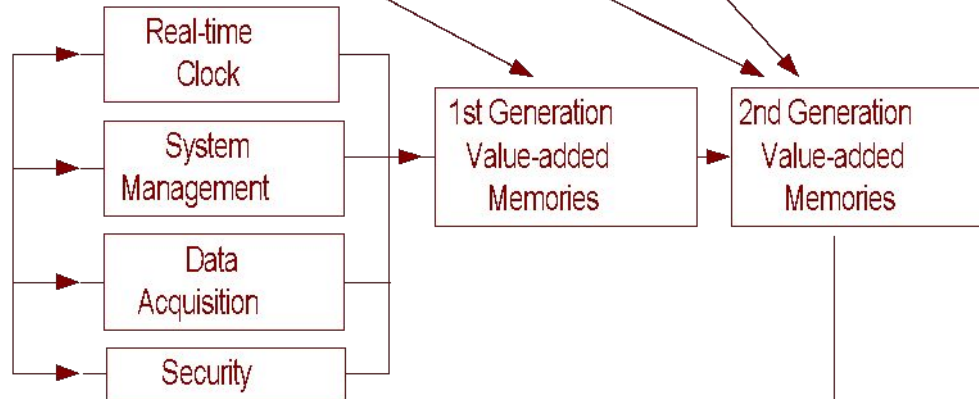
Ближайшее развитие

High Value Memory



Value-added Memory

2T2C Memory Cores
16Kb, 64Kb, 256Kb



Nonvolatile Logic

Nonvolatile latch

