SV TEHS

RAMTRON

# Семинар по энергонезависимой памяти
# Октябрь 2001

# История Ramtron

- Основана в 1984
- $18.5M продажи в 1998
- 130 сотрудников
- Находится в Colorado Springs

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

Ramtron CEO

- Отделение FRAM
- Научное отделение
- Отделение высоко-скоростного ДОЗУ

# Бизнес Ramtron

# Схема производства

## Развитие технологии

| 1.0μ SLM,5V | 0.5μ SLM, 5V | 0.6μ DLM, 3V | 0.35μ MLM, 3V |
|---|---|---|---|
| 1998 | 2H/99 | 1H/00 | 1H/01 |

# Технология FRAM

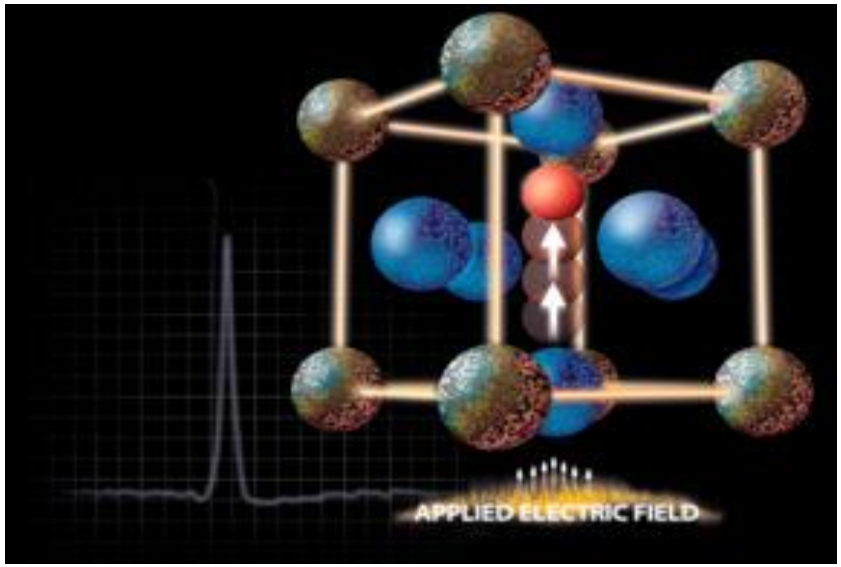
## Идеальная электрически перепрограммируемая память

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

# Введение в технологию

- **FRAM - Ferroelectric RAM, ОЗУ на ферроэлектрических кристаллах**
- **Энергонезависимое ОЗУ без батарейки**

- 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

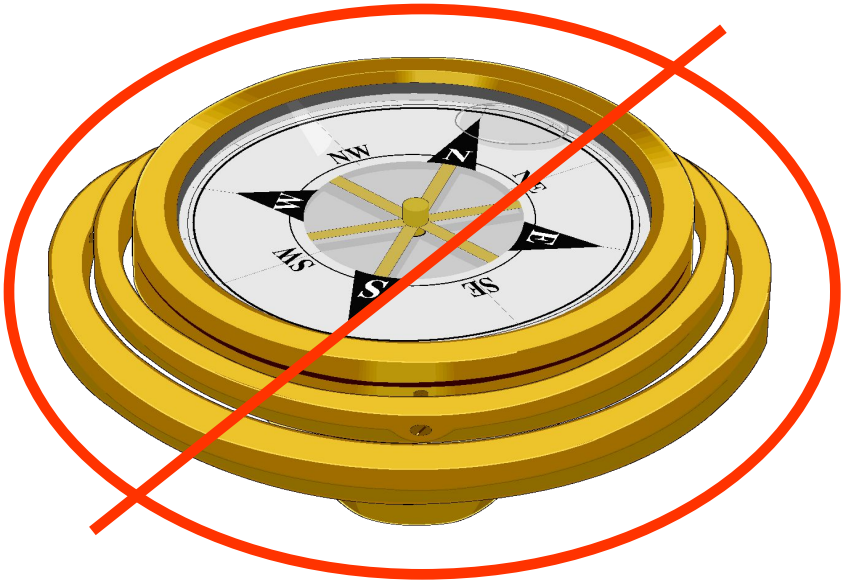


# Мифы о ферроэлектриках

Ферроэлектрики это не ферромагнетики!
Нет магнитного механизма!
Ферроэлектрики используют электрическое поле!

*Нет металла !!!*

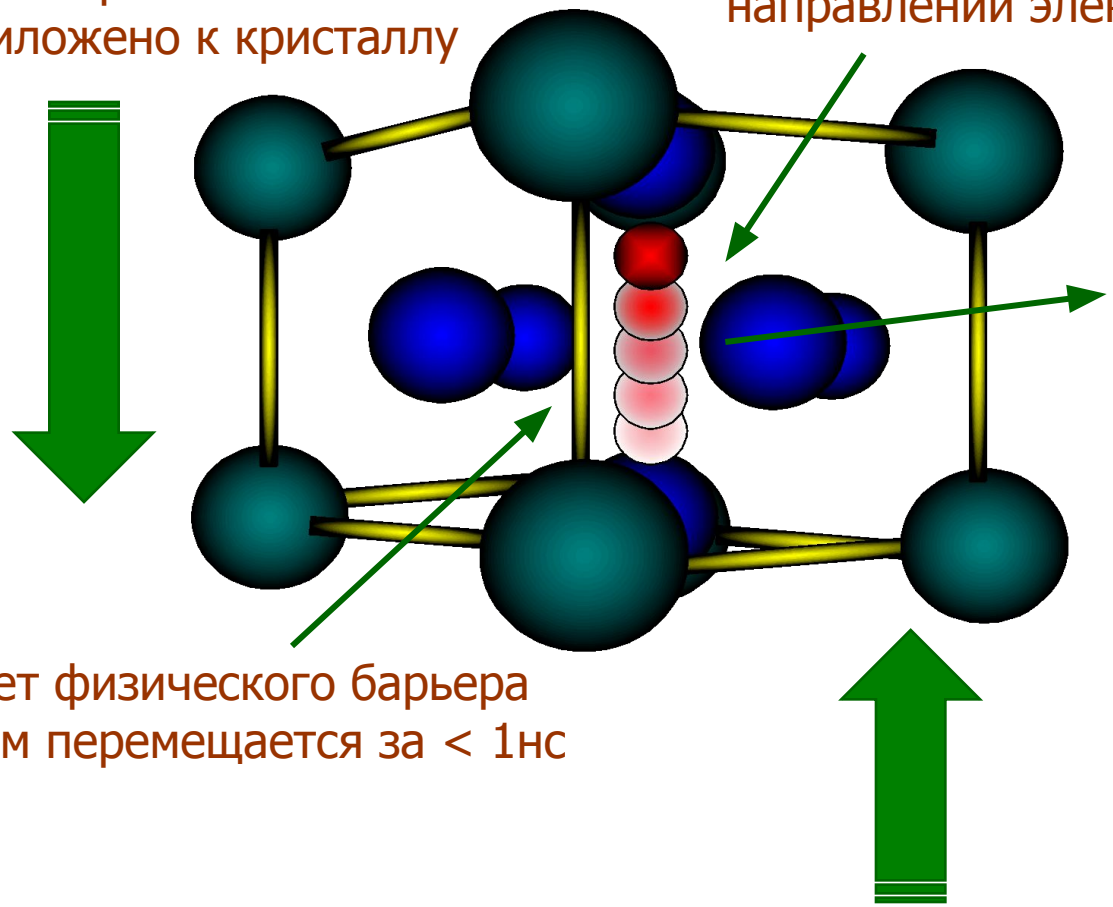
*Нет магнетизма !!!*

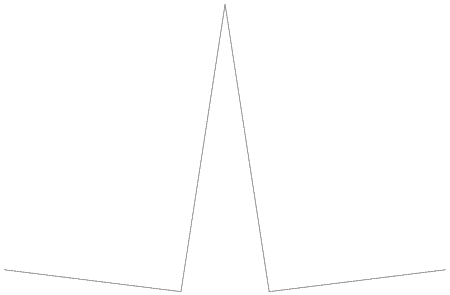


# Чтение и запись FRAM

Электрическое поле приложено к кристаллу

Подвижный атом перемещается в направлении электрического поля





Импульс заряда излучается при пересечении атомом центра кристалла

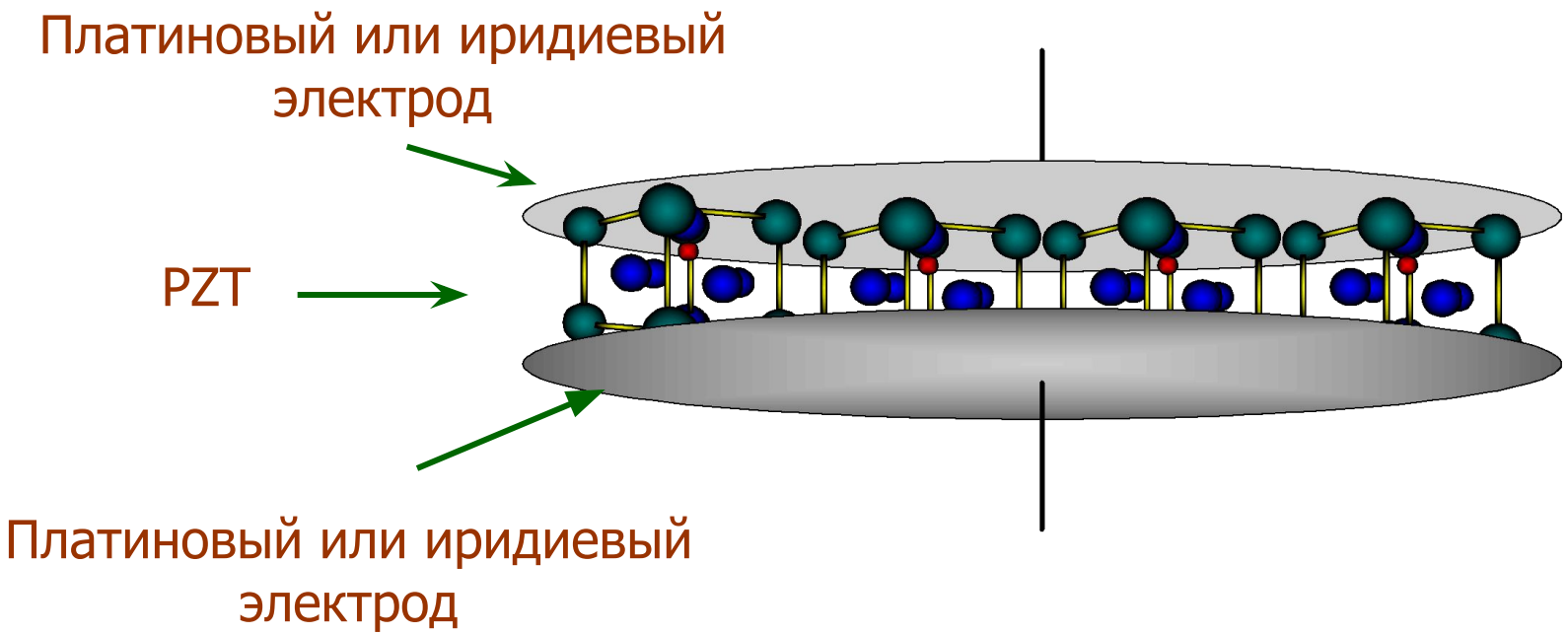
Нет физического барьера
Атом перемещается за < 1нс

После считывания положение атома восстанавливается

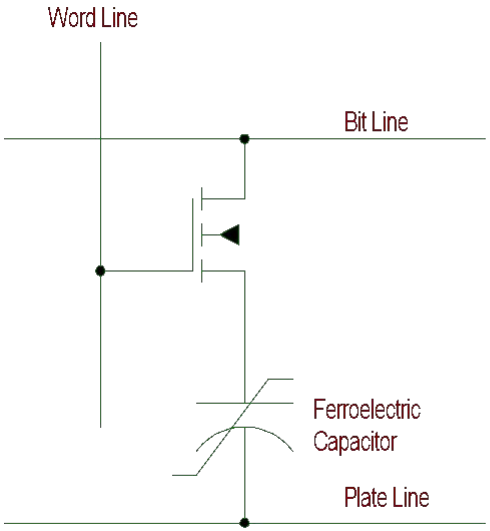
Запись эквивалентна чтению, только восстанавливается новое значение

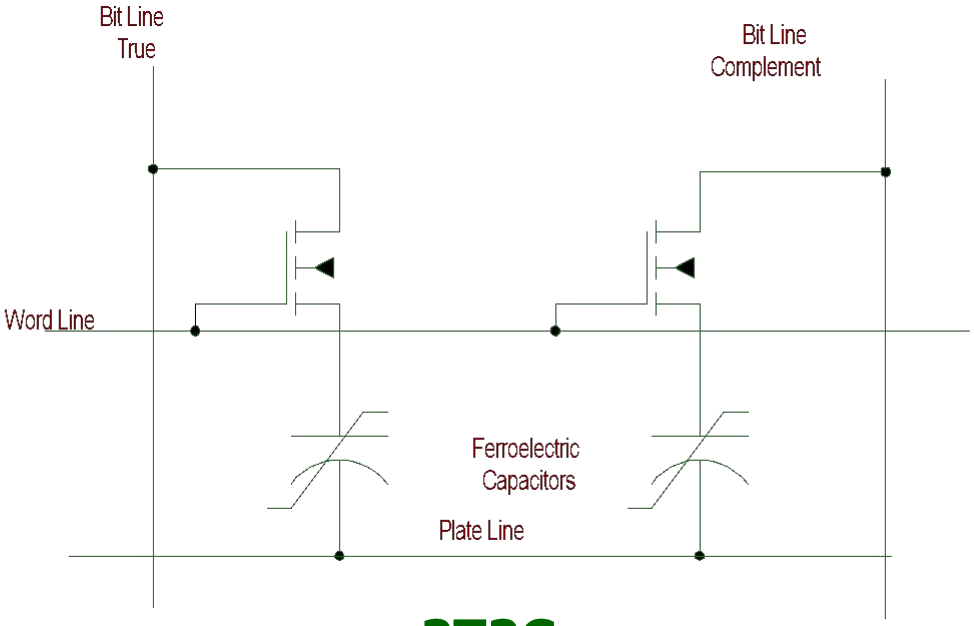
# Конденсаторы

## Из поликристаллических ферроэлектрических пленок формируются конденсаторы



# Ячейка FRAM




## 1T1C

Сигнал с конденсатора сравнивается с опорным

**1Мб и более**

## 2T2C

Сигнал с конденсатора сравнивается с инверсным

**256Кб 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

# Продукты

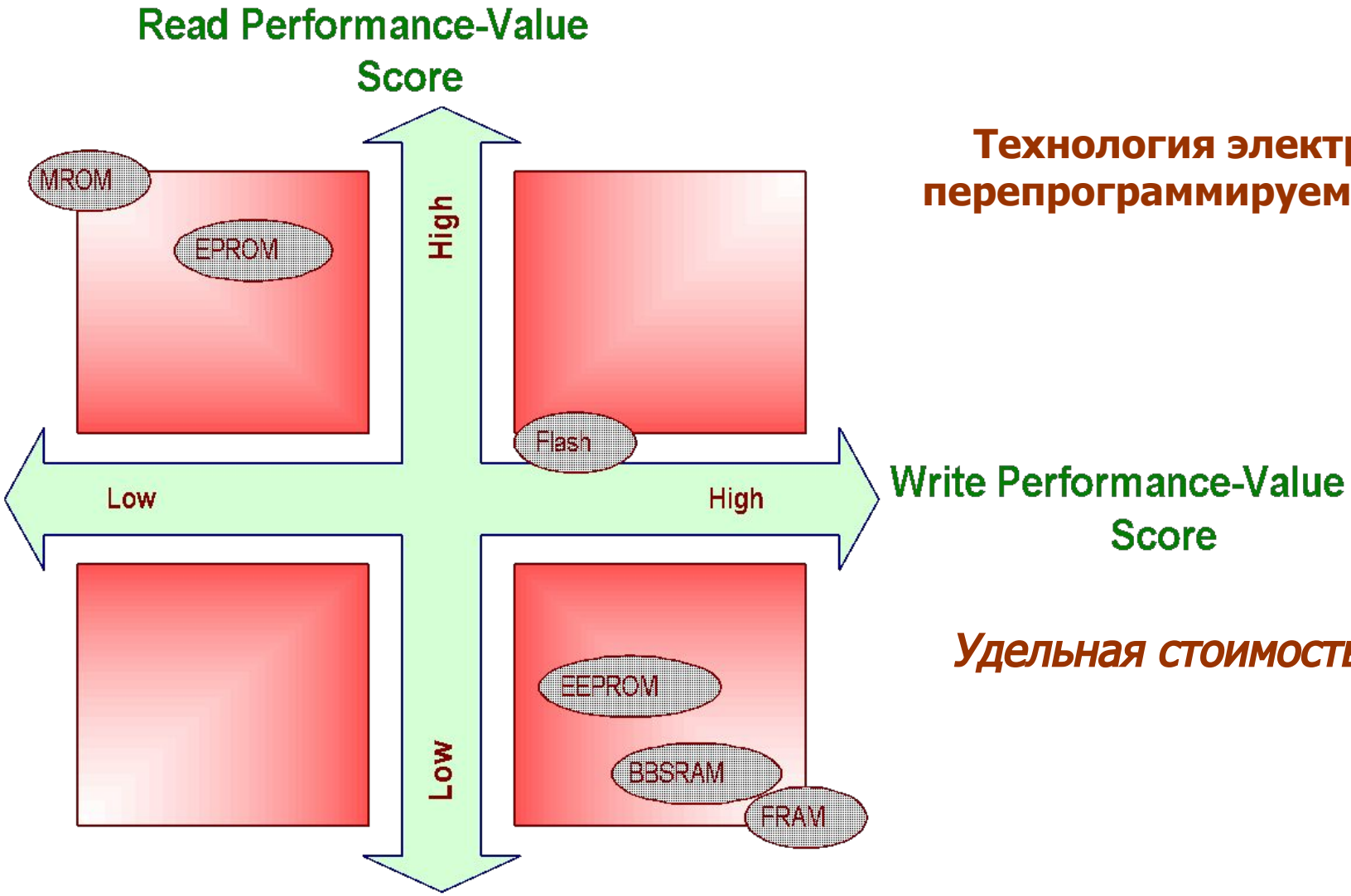
## Последовательная память

| Название | Емкость | Интерфейс | Состояние |
|---|---|---|---|
| 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

| Название | Емкость | Интерфейс | Состояние |
|---|---|---|---|
| FM1608 | 64Kb | Bytewide | Серийная продукция |
| FM18L08 | 256Kb | Bytewide, 2.7-3.6V | Серийная продукция |

# Положение FRAM на рынке




**Технология электрически перепрограммируемой памяти**

***Удельная стоимость различных технологий***

# Рынок ЭППЗУ

**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

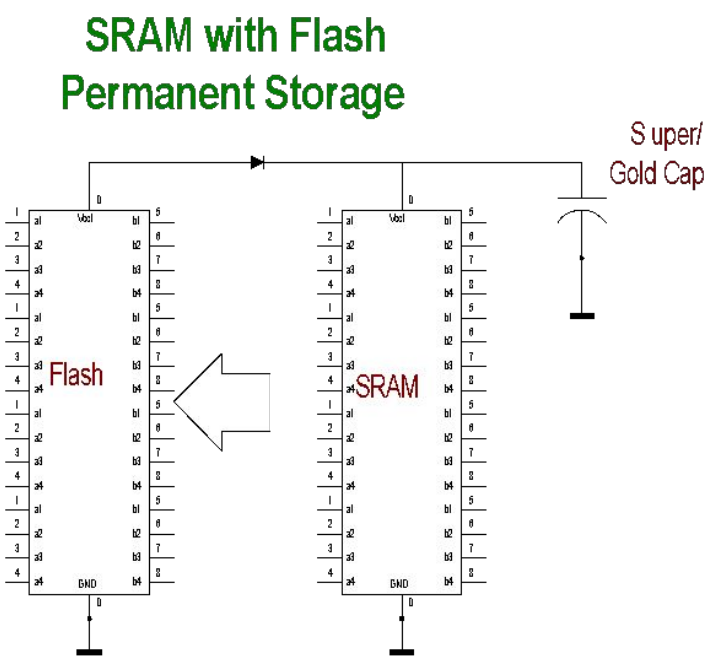
## Конфигурация

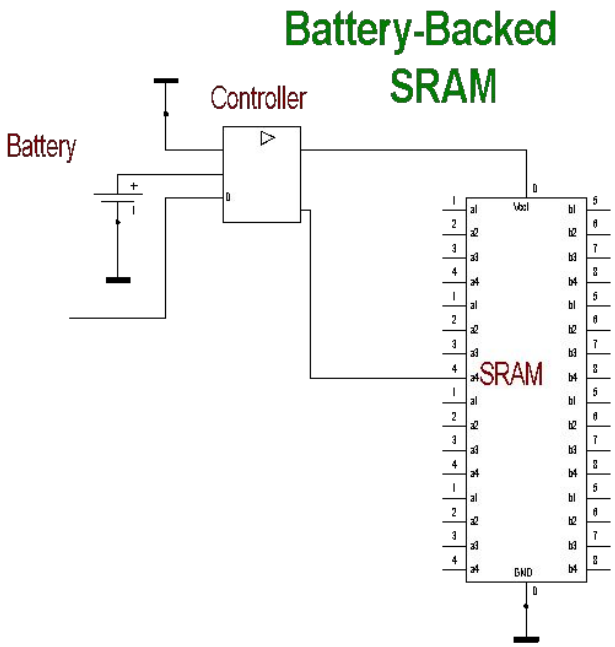
- Управление процессом или конфигурацией
- ЭППЗУ нужно переписывать при изменении состояния
- ЭППЗУ приходится переписывать при выключении питания
- Быстрая запись или большое число циклов удобнее

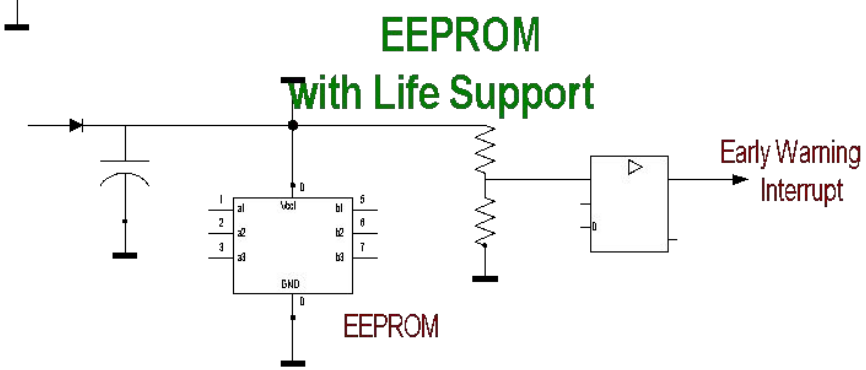
## Идентификация

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

# FRAM и другие решения



# Другие продукты

## 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 |

# Последовательные FRAM

| Параметр | FM24C16 FRAM | Типовой EEPROM | Преимущество FRAM |
|---|---|---|---|
| Ток standby | 10μA | 140μA | 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

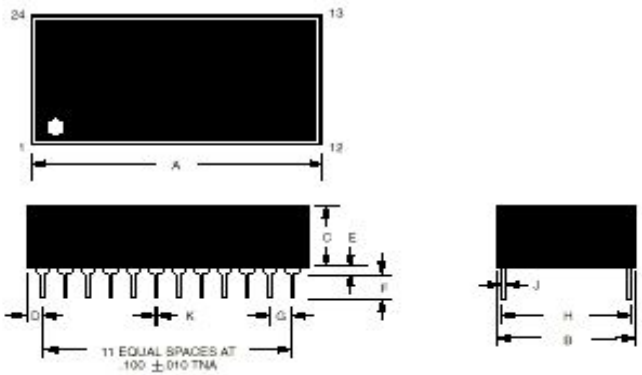
**5. Новые возможности для сбора данных**

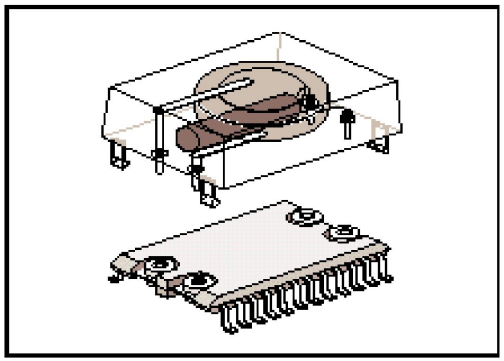
Улучшение функций и новые возможности при минимальной цене

# Параллельная память

## ОЗУ с батарейкой

**И параллельные ЭППЗУ*



**<u>Модульное решение</u>** : Гибридный блок с ОЗУ, батарейкой и контроллером. Корпус DIP или специальная сборка для SMD монтажа.

**<u>Дискретное решение</u>** : Обычное ОЗУ, внешняя батарейка и микросхема супервизора.

# FRAM и ОЗУ с батарейкой

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

## FRAM

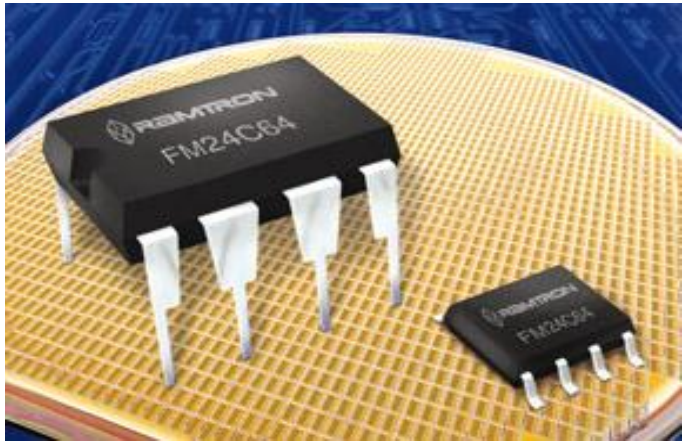
- ~$2.00 для 64Kb
- Однокристальное
- Обычный SMD
- Высокая надежность
- Полная безопасность
- Вибро- и удароустойчиво
- Надежный интерфейс

## ОЗУ с батарейкой

- >$4.00 для 64Kb
- Гибридный модуль или схема
- Специальный большой корпус
- Батарейка может отказать
- Литиевые батарейки опасны
- Чувствительно к ударам
- Повреждение от отрицательных испульсов

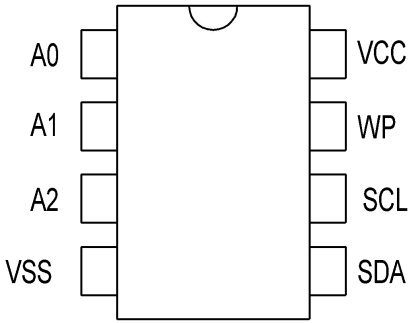
FRAM лучше и стоит дешевле!

# 2-проводная память




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

FM24C64

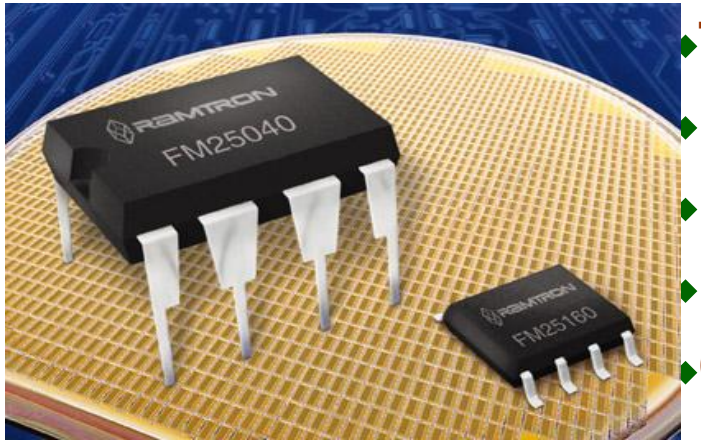



**2-проводная память**

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

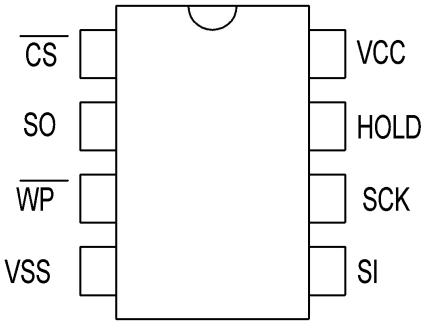
Обмен по двум линиям, CLK и DATA
Входы выборки для 4Kb, 64Kb

# Память с SPI




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

FM25640

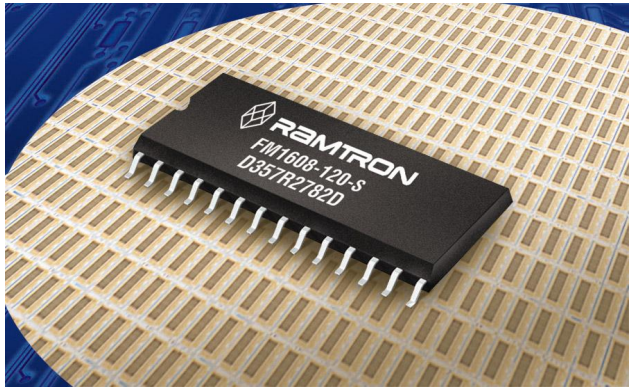



Интерфейс SPI : CS, SCK, DO, DI
Mode 0&3 для FM25640, FM25C160
Mode 0 для FM25040, FM25160

**Память с SPI**

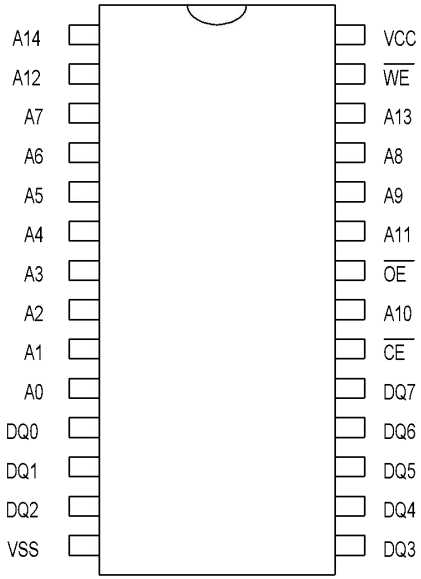
| | | |
|---|---|---|
| FM25040 | 4Kb | 2.1 MHz |
| FM25160 | 16Kb | 2.1 MHz |
| FM25C160 | 16Kb | 5 MHz |
| FM25640 | 64Kb | 5 MHz |

# 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

FM1808




**Параллельная память**

FM1608 8Kx8

FM1808 32Kx8

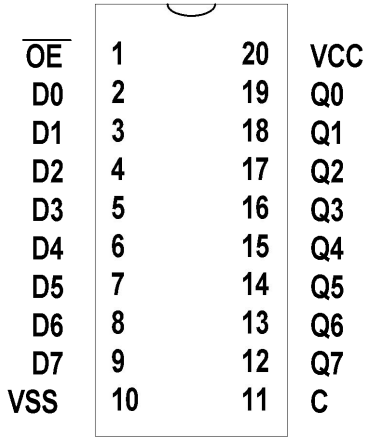
# Соответствие цоколевки

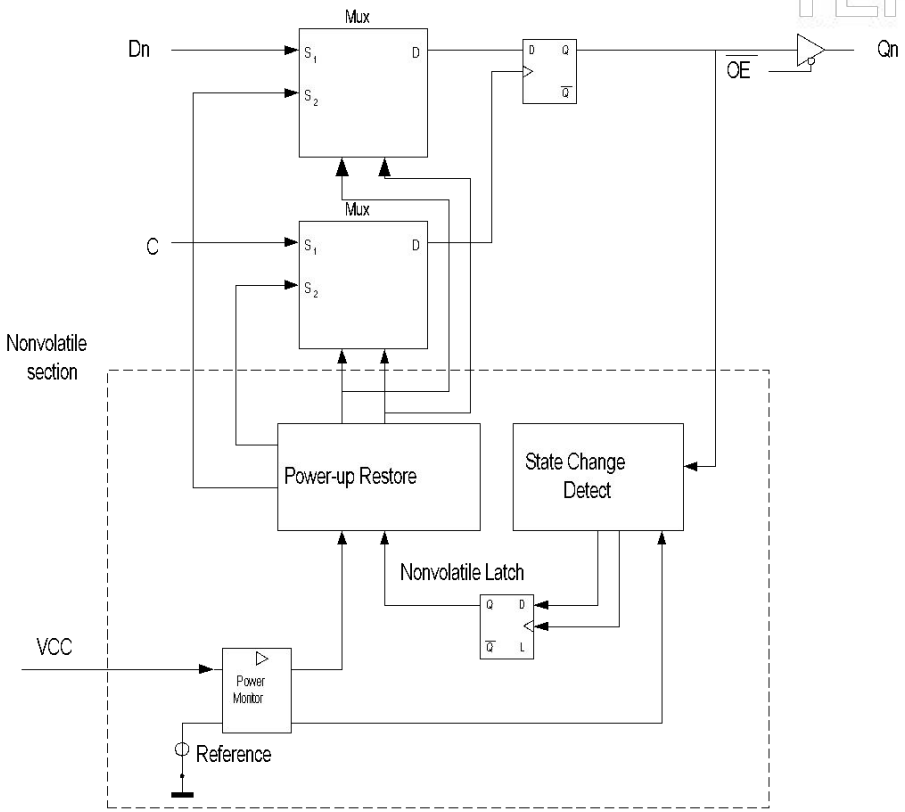
| Ramtron | Atmel (EEPROM) | ST (E2/*BBSRAM*) | Microchip (EEPROM) | Xicor (EEPROM) | Dallas (BBSRAM) | Benchmarq (BBSRAM) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FM24C04 | AT24C04 | M24C04<br>ST24x04<br>ST25x04 | 24C04<br>24AA04<br>24LC04 | X24C04 | - | - |
| FM24C16 | AT24C16 | M24C16<br>ST24x16<br>ST25x16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

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

# Логика с памятью

## 8-разрядный регистр с памятью




- 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

# Применения FRAM

Сбор данных

Замена и расширение ОЗУ

Сохранение конфигурации

Буфер для хранения параметров

# Некоторые применения

## Сбор данных

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

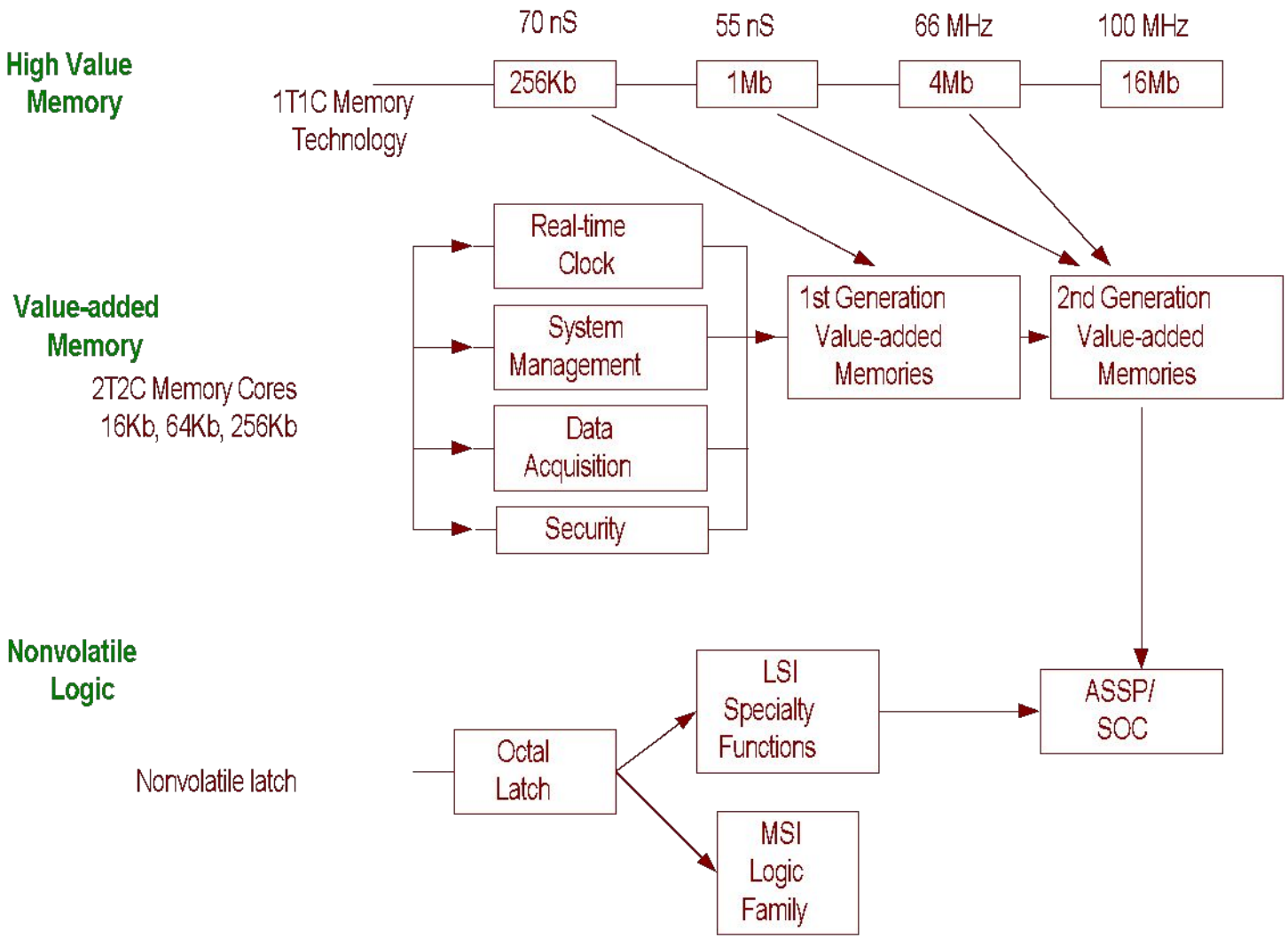
## Хранение конфигурации

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

## Энергонезависимый буфер

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

## Замена и расширение ОЗУ

- Поддержка микроконтроллеров
- Считываетль магнитных карт
- Автомобильное радио

# Ближайшее развитие