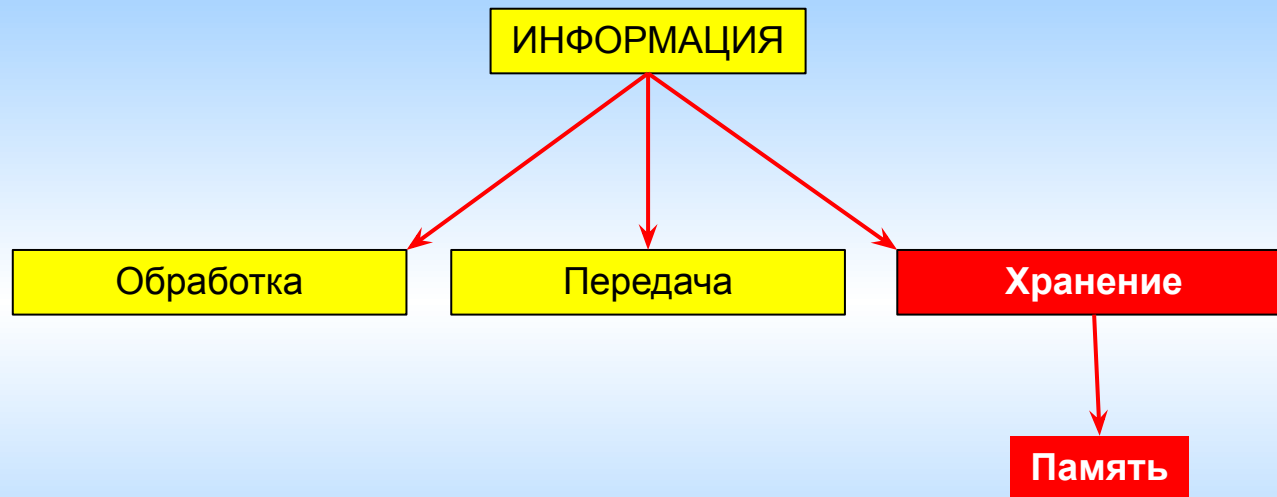




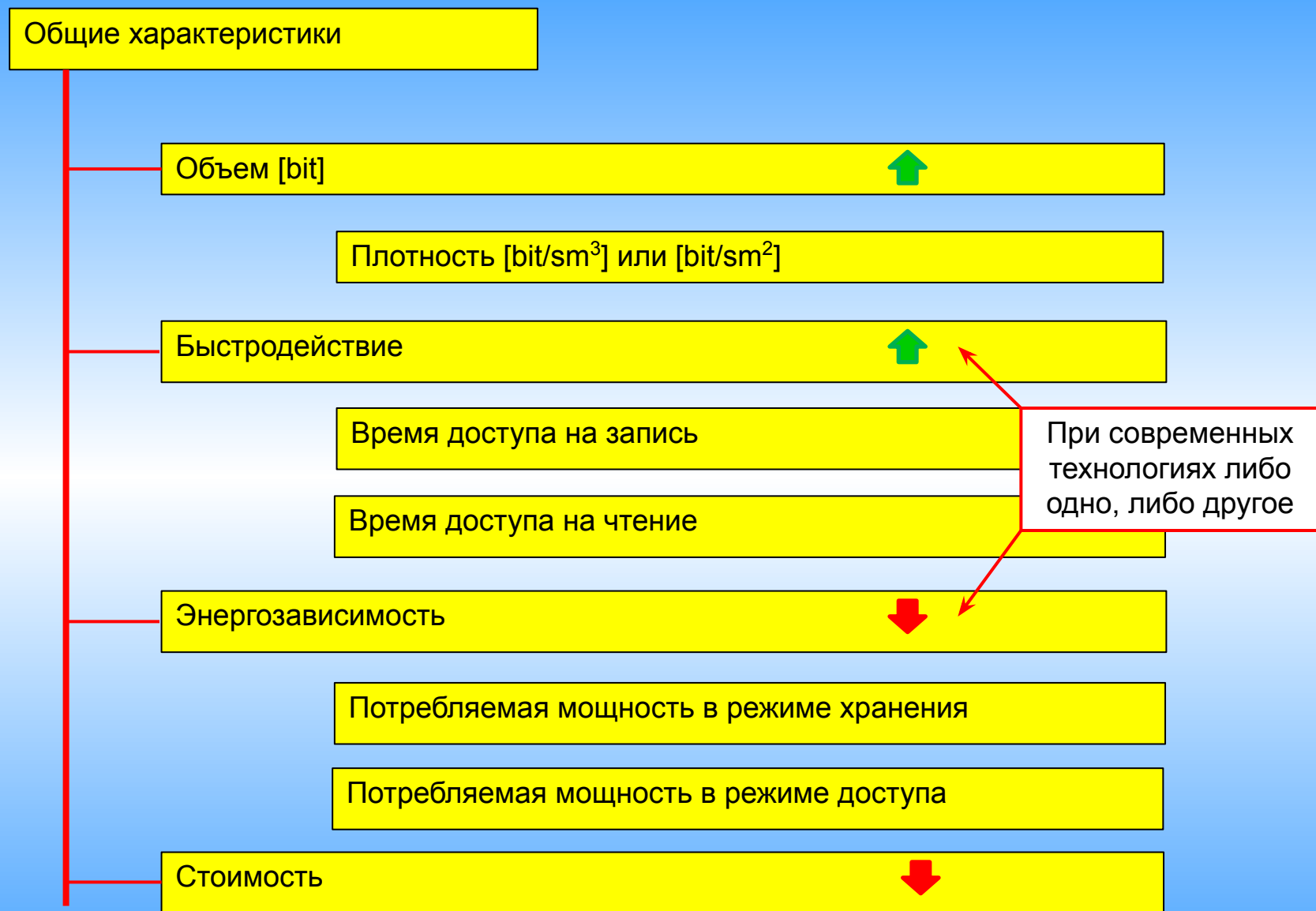
Память

Memory

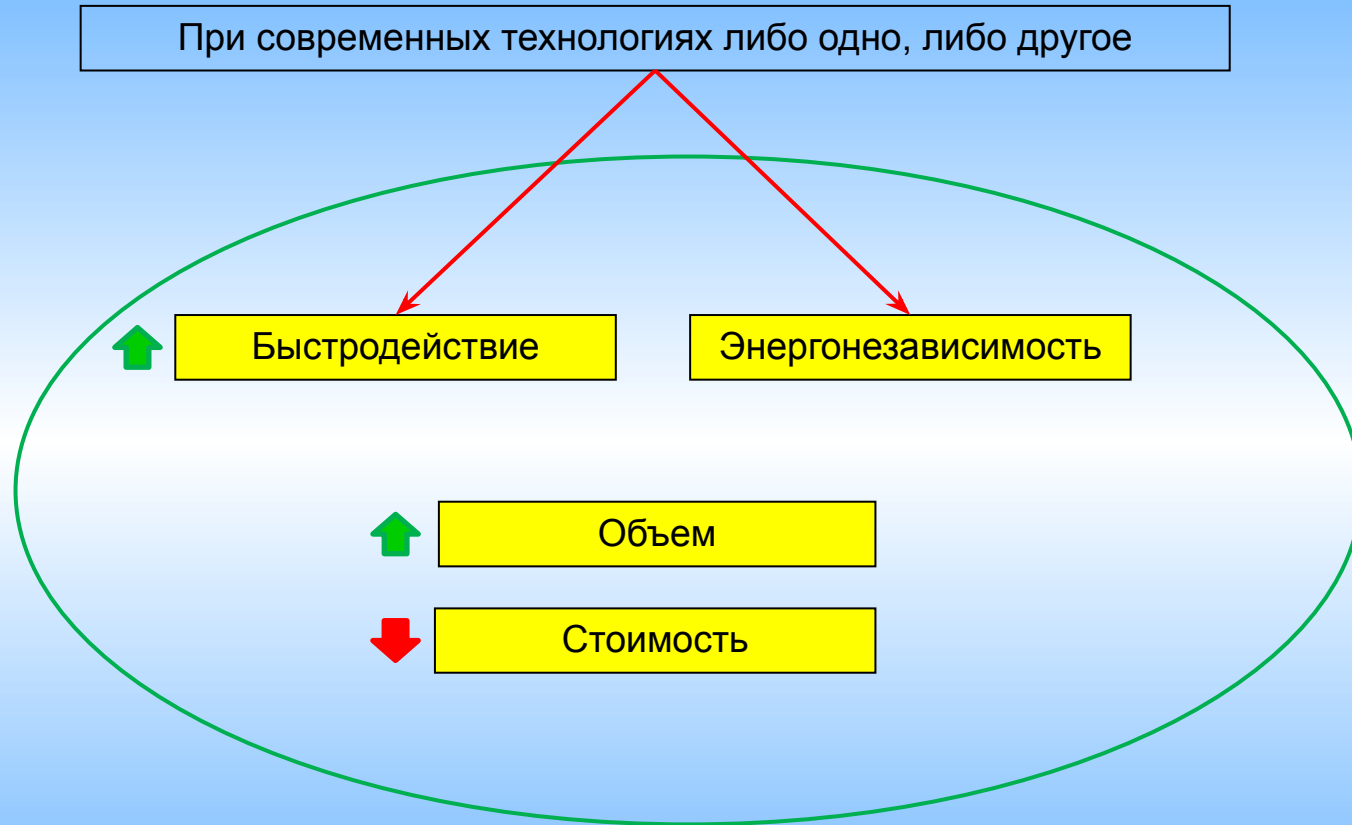
Информация



Характеристики памяти



Идеальная (универсальная) память



Полупроводниковая память

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ПАМЯТЬ

Быстродействие

← или или →

Энергонезависимость

Оперативная память
Random Access Memory (RAM)

- ❑ Static RAM (SRAM)
- ❑ Dynamic RAM (DRAM)

Постоянная память
Read Only Memory (ROM)

- ❑ Mask ROM
- ❑ One Time Programmable ROM (OTP ROM)
- ❑ EPROM
- ❑ EEPROM
- ❑ FLASH

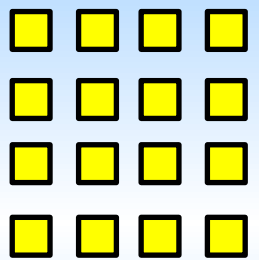
Структура памяти

Память =

Ячейки памяти
Memory Cell

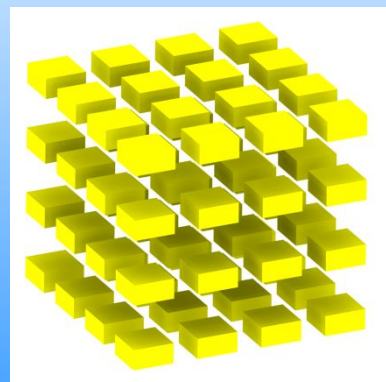
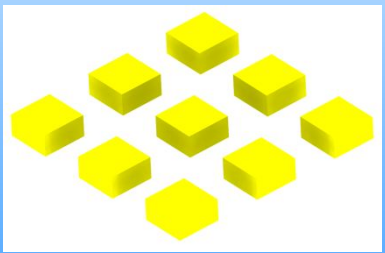
+

Контроль доступа
Access Control

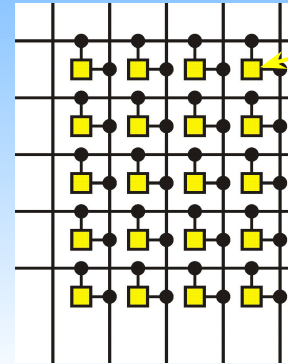


Последовательный доступ
Sequential Access
(SAM)

Произвольный доступ
Random Access
(RAM)

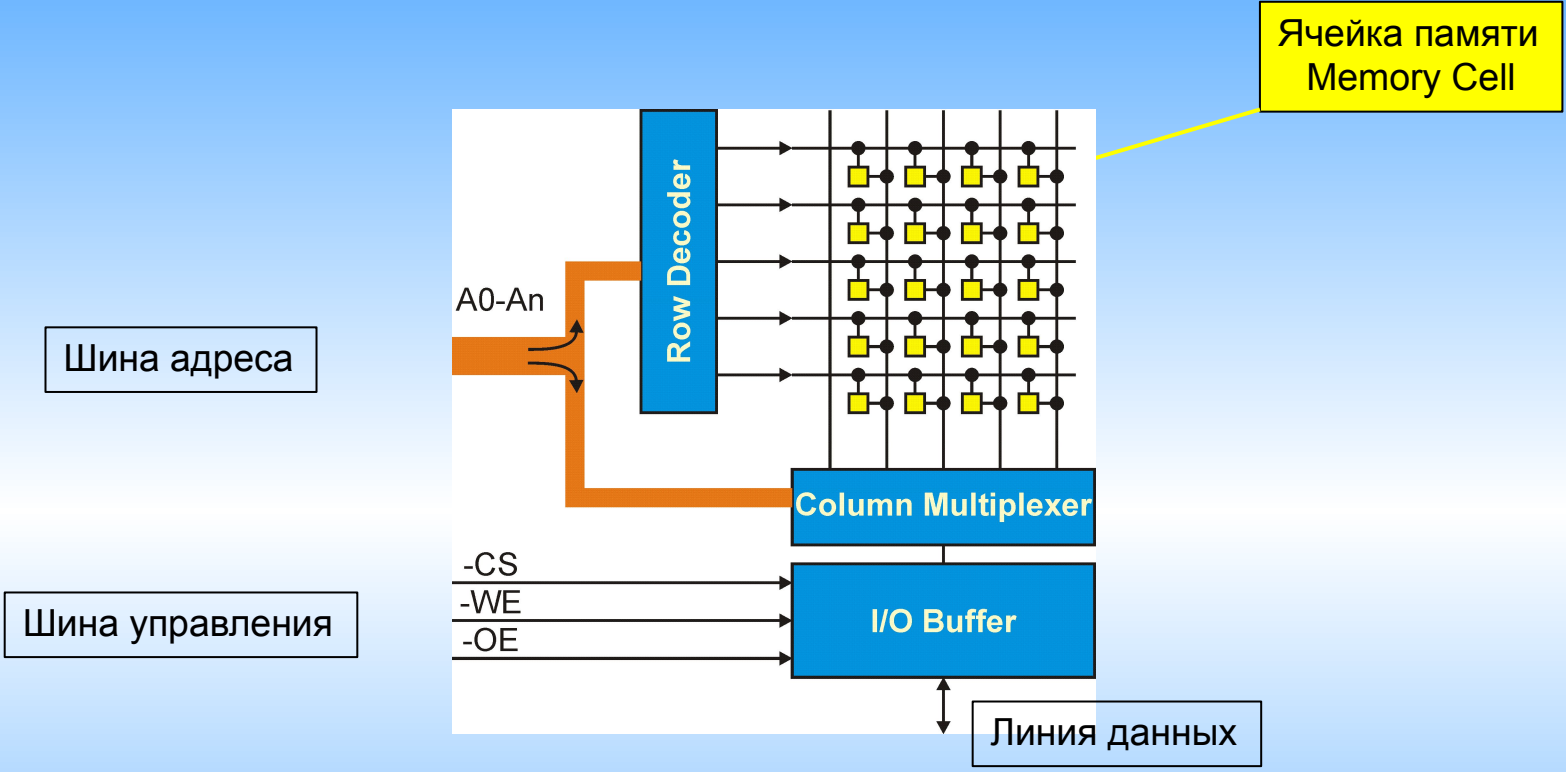


Структура памяти с произвольным доступом

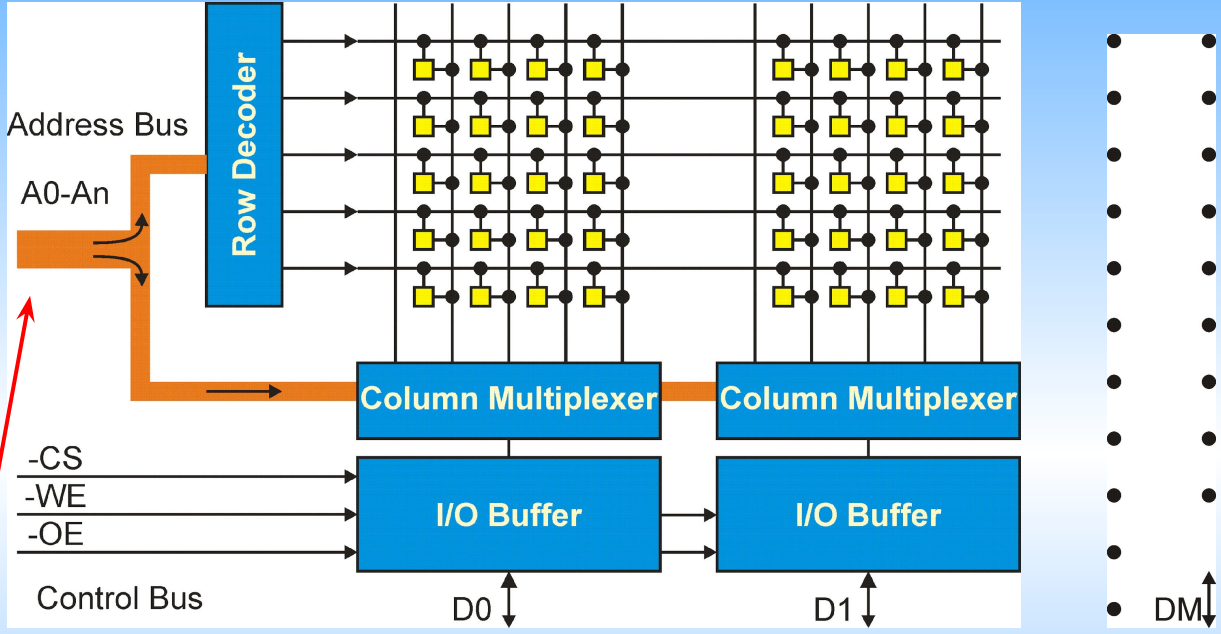


Ячейка памяти
Memory Cell

Структура памяти с произвольным доступом



Структура памяти с произвольным доступом



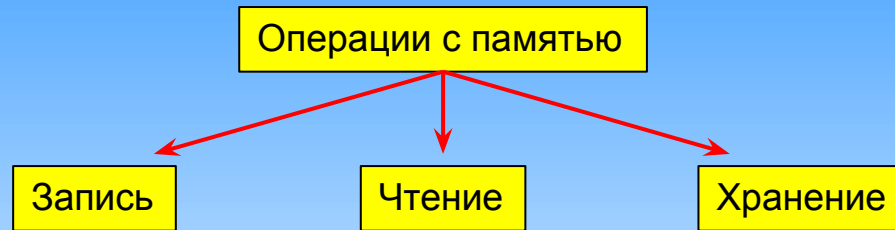
$V = 2^n \text{ word}$

Data Bus (M bit)

$V[\text{bit}] = 2^n \times M$

Шина управления

Control Bus



-WR (Write)	-OE (Output Enable)	Операция
1	1	Хранение
0	1	Запись
1	0	Чтение
0	0	Запрещенная комбинация

-CS (Chip Select)



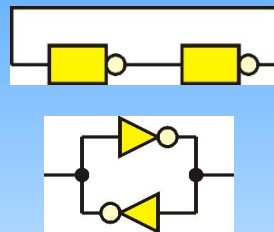
Разрешение работы

-CS	Режим
0	Работа
1	Хранение



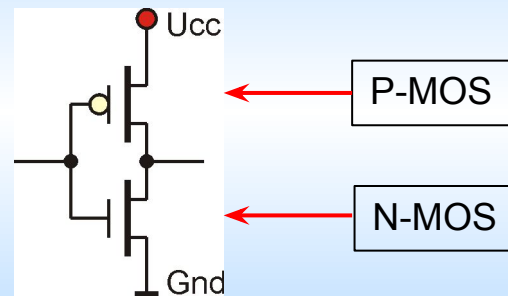
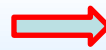
Ячейки памяти SRAM

SRAM Memory Cell



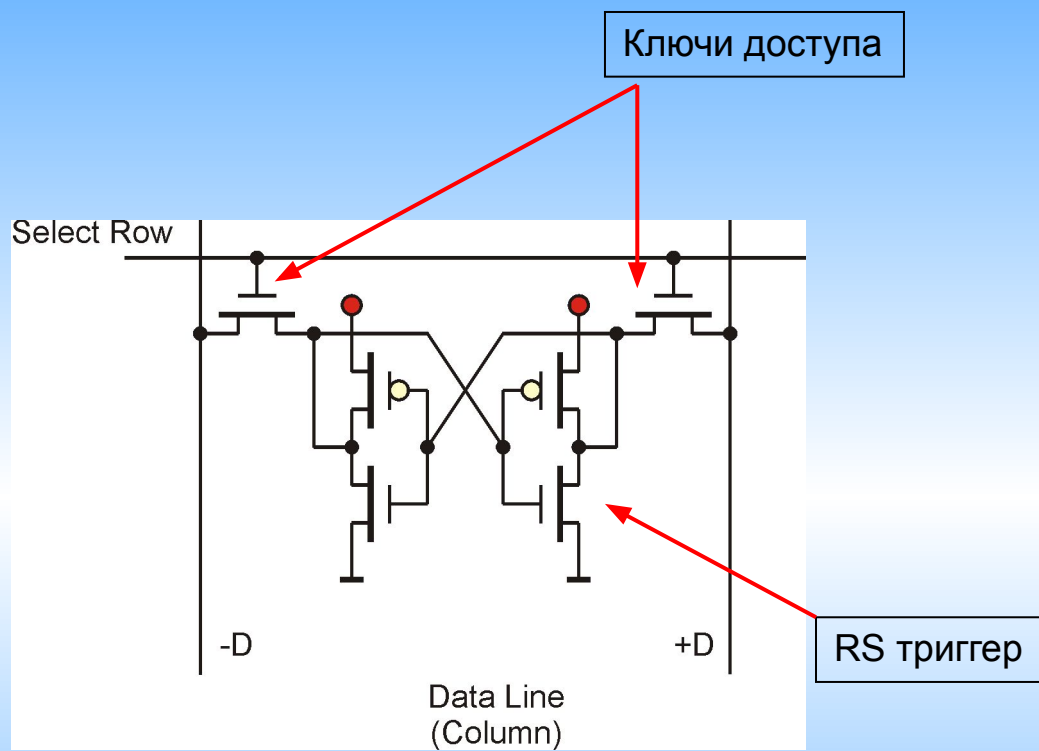
RS триггер - простейшая запоминающая ячейка

КМОП инвертор



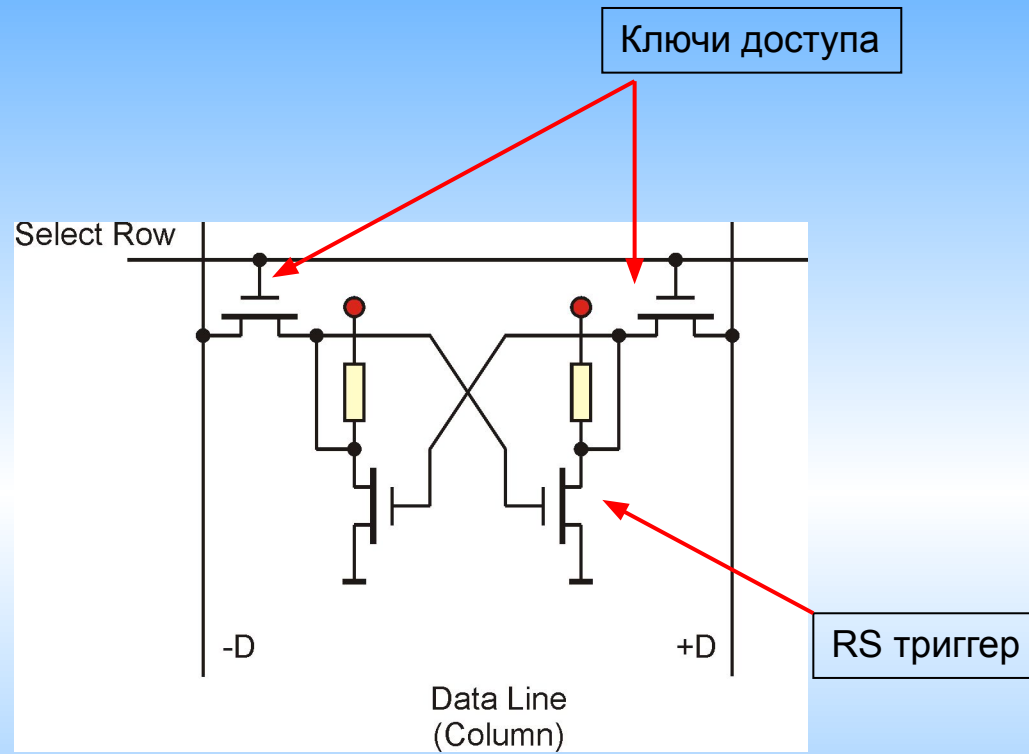
Ячейки памяти SRAM

6-и транзисторная ячейка статической памяти SRAM



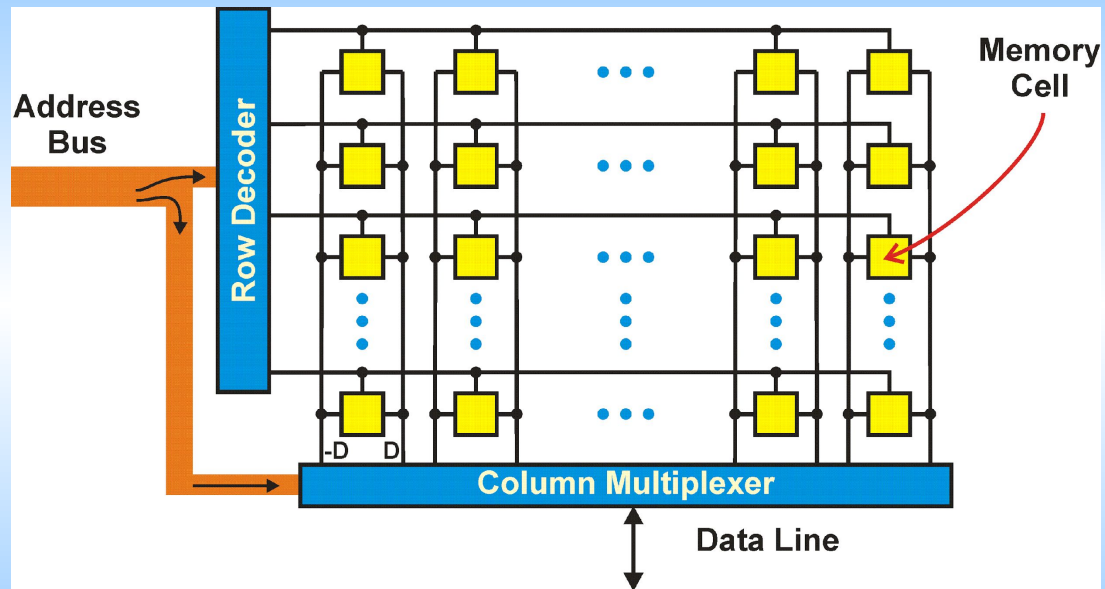
Ячейки памяти SRAM

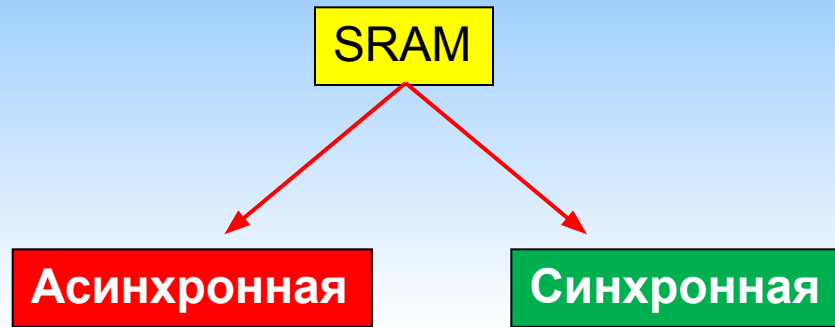
4-х транзисторная ячейка статической памяти SRAM



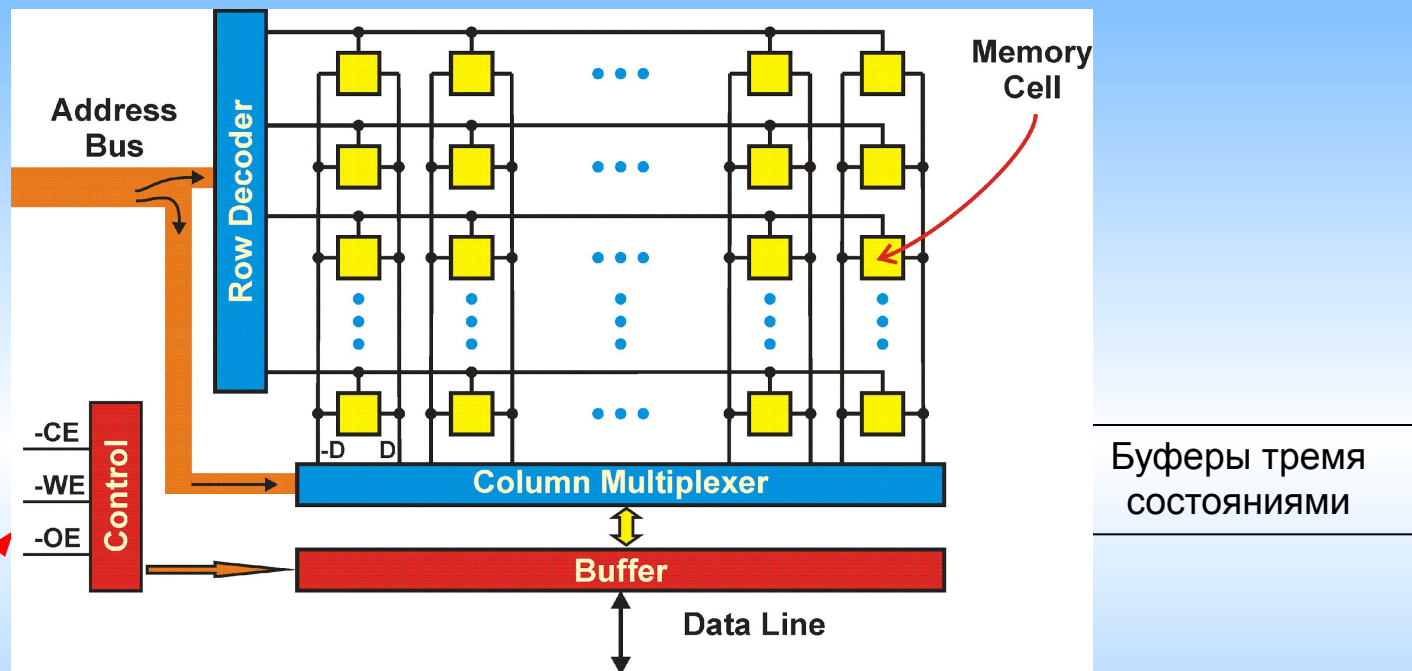
SRAM

Матричная организация ячеек памяти с произвольным доступом





Асинхронная SRAM



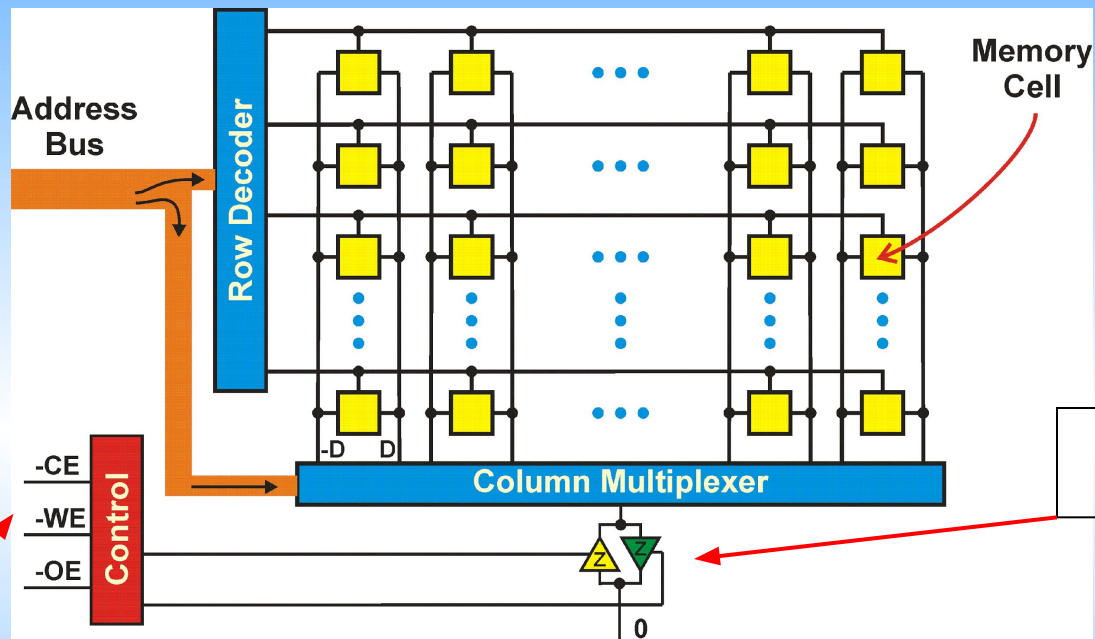
Сигналы управления:

- CS (Crystal Select) – выбор микросхемы.
- WE (Write Enable) – разрешение записи.
- OE (Output Enable) – разрешение выхода.

Двухнаправленная линия данных
с тремя состояниями

Буферы тремя
состояниями

Асинхронная SRAM



Буферы тремя состояниями

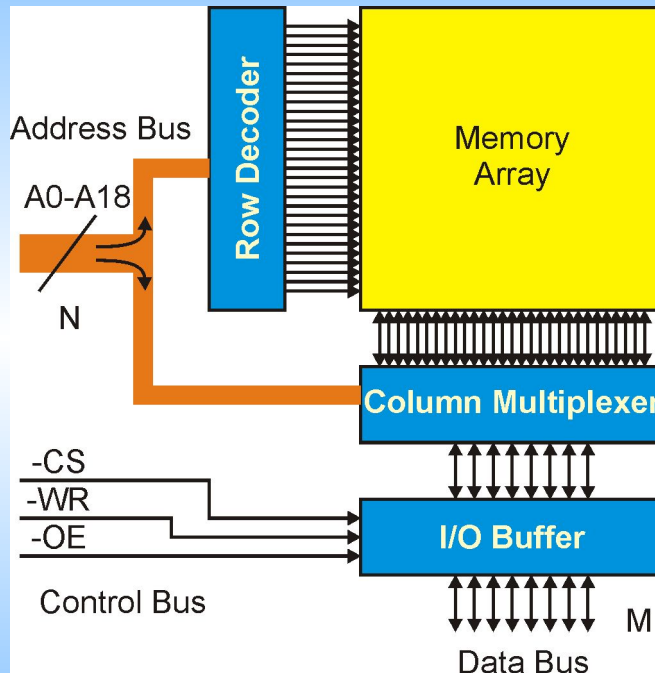
Сигналы управления:

- CS (Crystal Select) – выбор микросхемы.
- WE (Write Enable) – разрешение записи.
- OE (Output Enable) – разрешение выхода.

Двухнаправленная линия данных с тремя состояниями

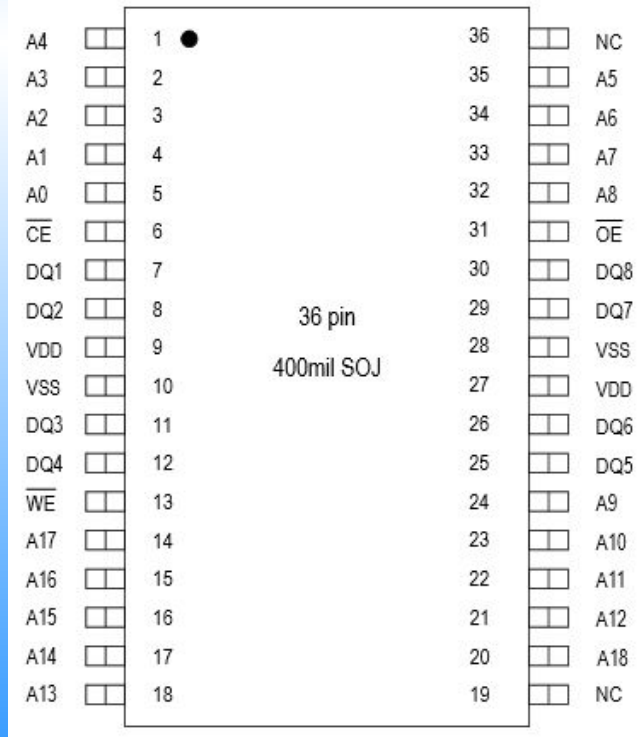
Асинхронная SRAM

ПРИМЕР: 4Мб асинхронная SRAM GS74108 с организацией 512Кх8



Features

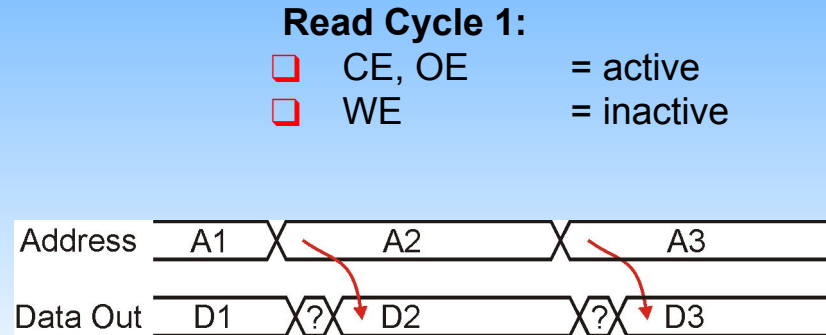
- Fast access time: 7, 8, 10, 12 ns
- CMOS low power operation: 135/120/95/85 mA at minimum cycle time
- Single 3.3 V power supply



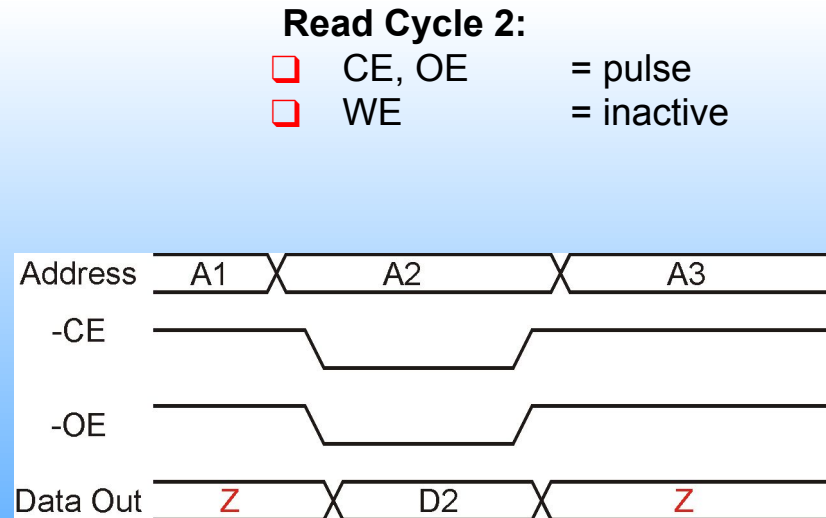
Асинхронная SRAM

ПРИМЕР: 4Мб асинхронная SRAM GS74108 с организацией 512Кx8.
Временные диаграммы. Чтение.

Сигналы управления в состоянии чтения.
Меняется адрес и следом меняется
состояние выхода. Этот режим –
отличительный признак асинхронности.



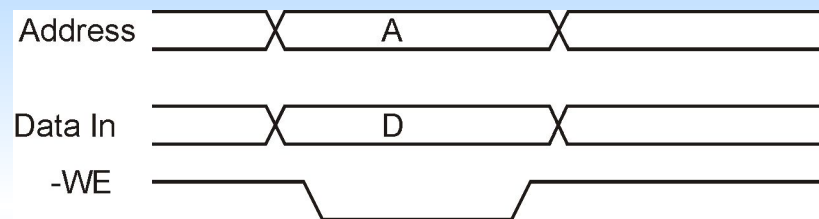
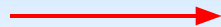
Сигналы управления моргают.
Данные на выходе появляются только
тогда, когда $-\text{CE}$ и $-\text{OE}=0$.



Асинхронная SRAM

ПРИМЕР: 4Mb асинхронная SRAM GS74108 с организацией 512Kx8.
Временные диаграммы. Запись.

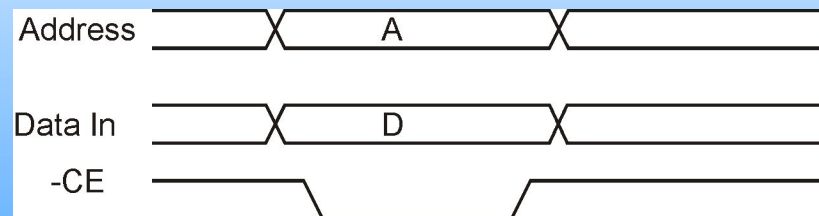
Режим Intel или 86.
Моргает сигнал -WE .



Write Cycle 1:

- CE, = active
- OE = inactive
- WE = control

Режим Motorola или 68.
Моргает сигнал -CE .



Write Cycle 2:

- CE, = active
- OE = inactive
- CE = control

Асинхронная SRAM

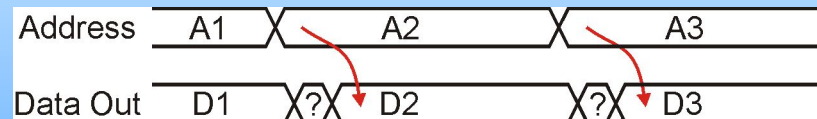
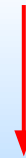
ПРИМЕР: 4Mb асинхронная SRAM GS74108 с организацией 512Kx8.
Временные диаграммы. Запись.

При записи необходимо всегда моргать
либо -CE либо -WE .

Вопрос:

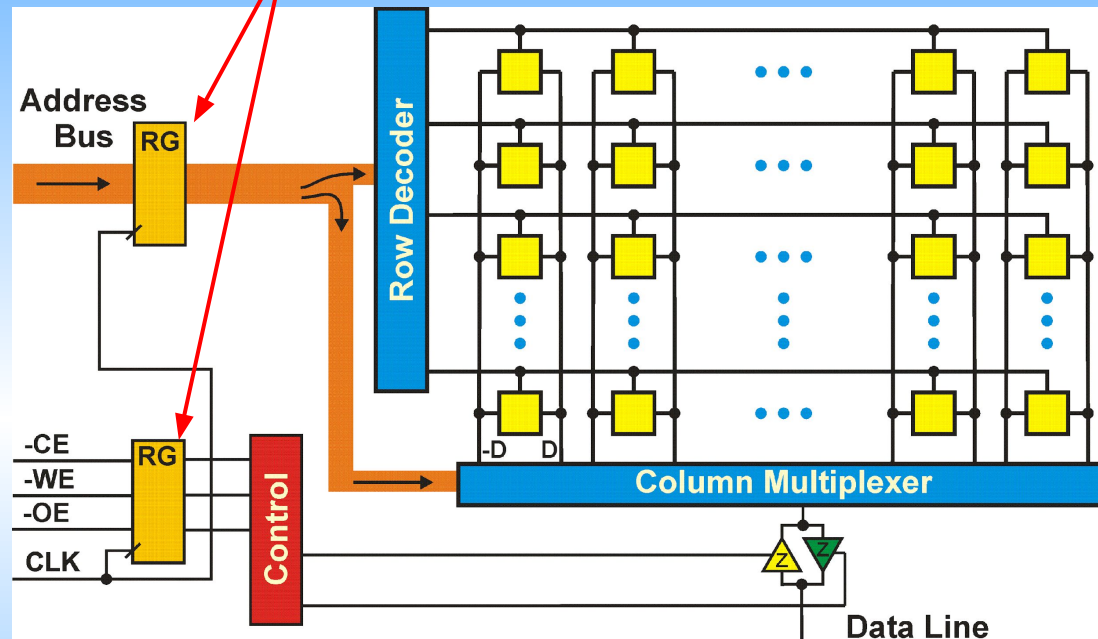
Почему нельзя использовать режим с удержанием -CE и -WE в состоянии записи и перебирая адреса записывать информацию?

Такой режим чтения – возможен!



Синхронная SRAM

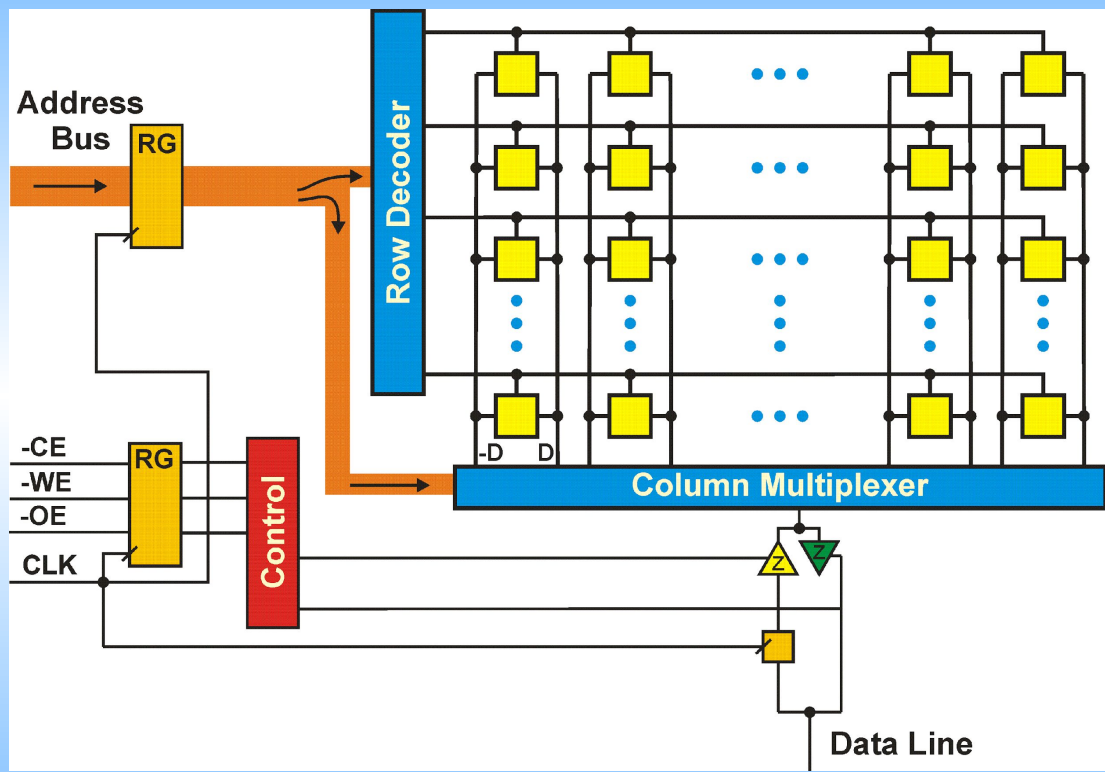
Регистры для защелкивания адресов и сигналов управления



На шину данных тоже ставятся регистры.
Возможно два варианта.

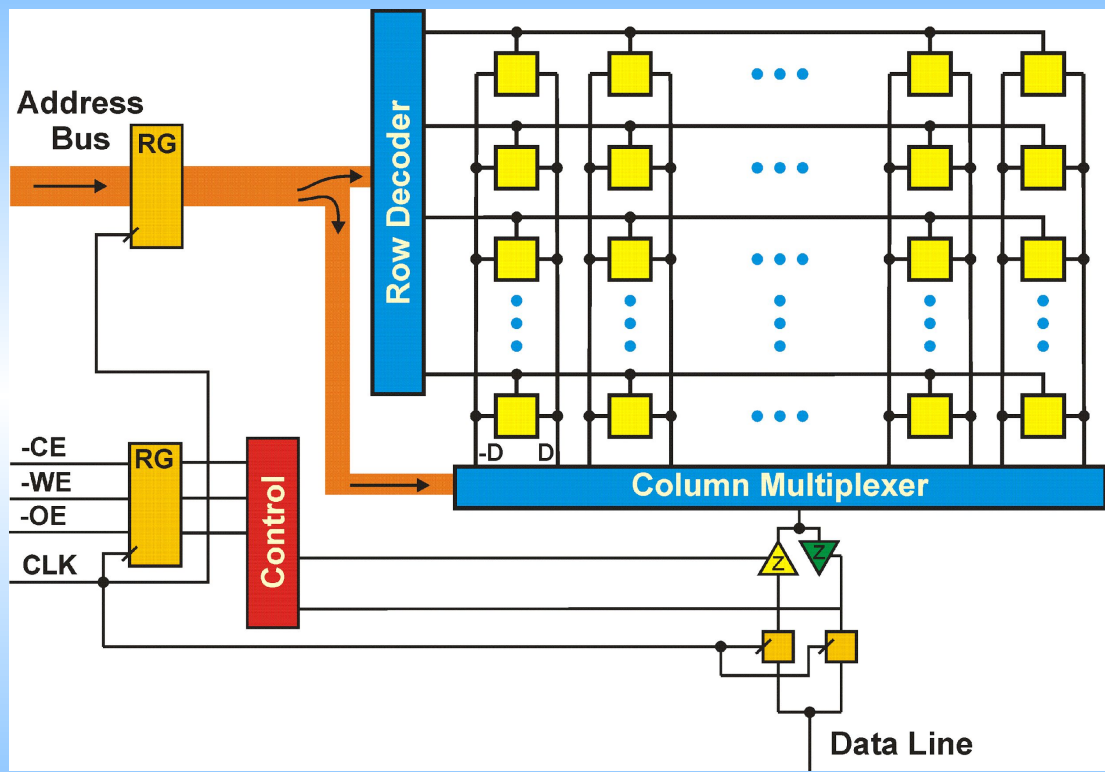
Синхронная SRAM

Flow-through (F/T) Synchronous SRAM



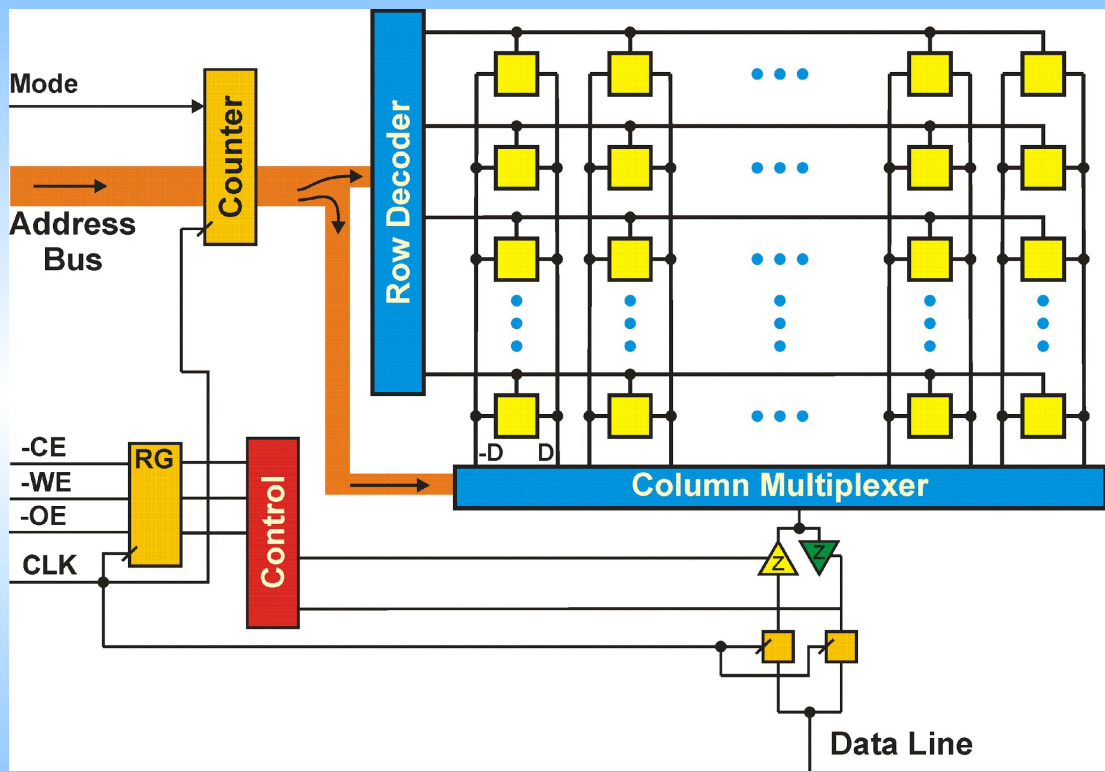
Синхронная SRAM

Pipelined (P/L) Synchronous SRAM



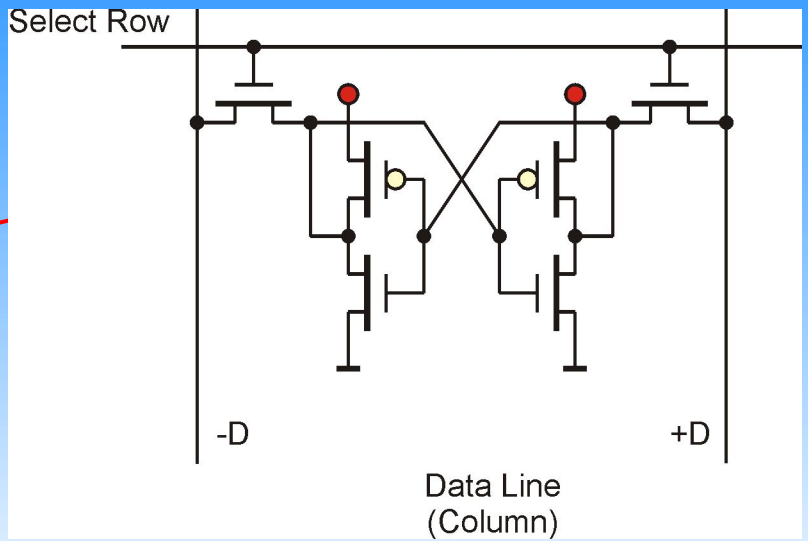
Синхронная SRAM

BURST SRAM



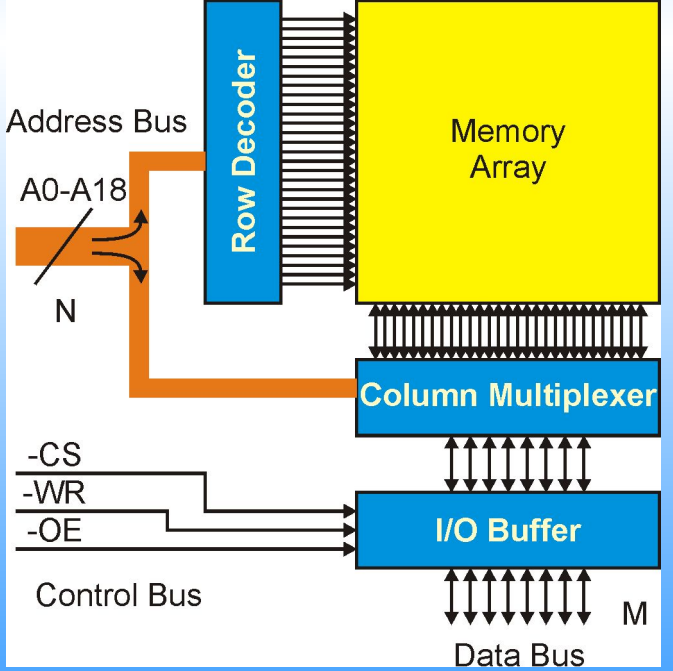
Ограничения SRAM

- ❑ Большая ячейка памяти: 6 транзисторов.
 - ❑ Мало ячеек на кристалле.
 - ❑ Большая цена кристалла.
- ❑ Большое количество выводов. Для 1 мегабайтной памяти уже необходимо 20 линий адреса.
 - ❑ Большая цена корпуса.

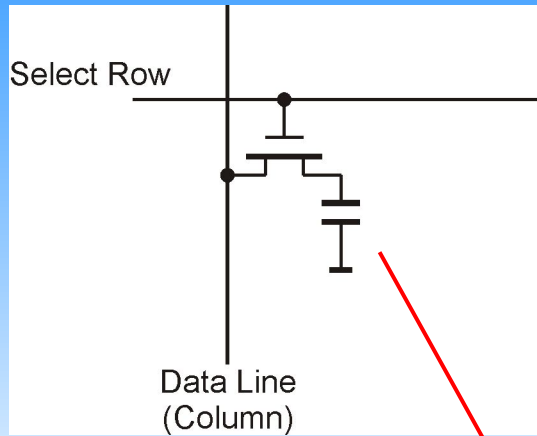


Задача:

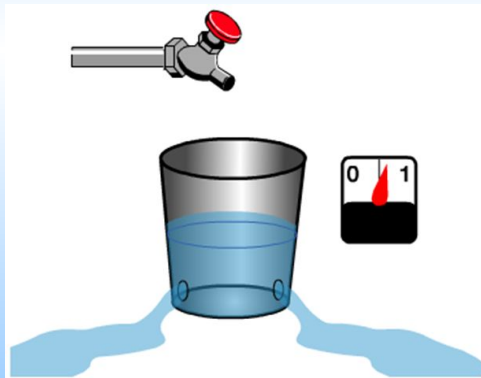
1. Уменьшить размеры ячейки памяти.
2. Сделать интерфейс с мультиплексированием.



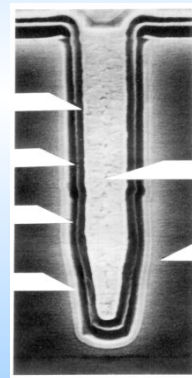
Ячейка DRAM



- ❑ $C \sim 30 \text{ fF}$
- ❑ Утечка $\sim 1 \text{ fA}$



Cell Plate Si
Capacitor Insulator
Storage Node Poly
2nd Field Oxide

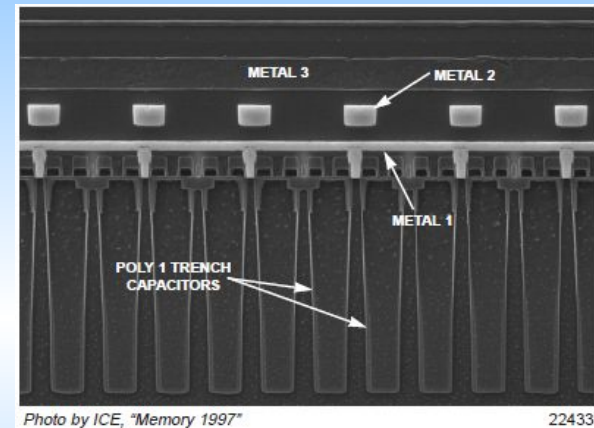
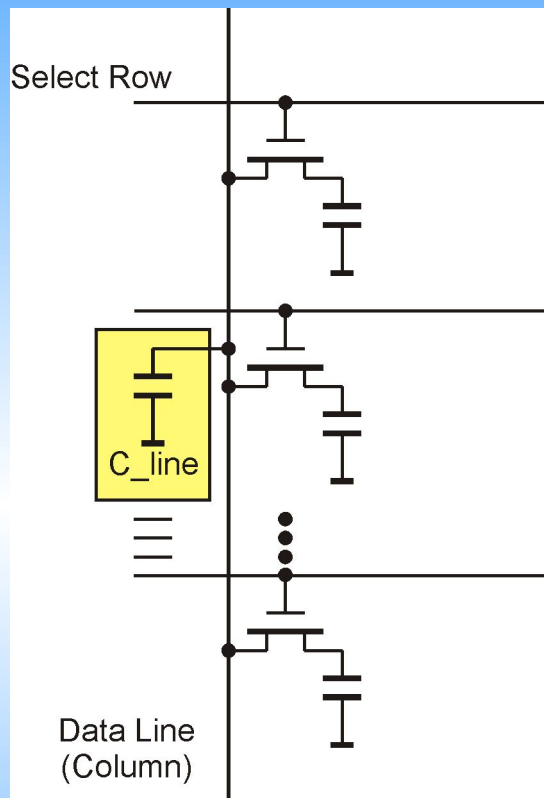


Refilling Poly
Si Substrate

Ячейка динамической памяти:

- ❑ Достоинство – простота
- ❑ Недостаток – время хранения заряда на конденсаторе менее 100 мс

Ячейка DRAM: проблема чтения



Как почувствовать заряд заряжена ли емкость в ячейке памяти?

Ячейка DRAM: проблема чтения

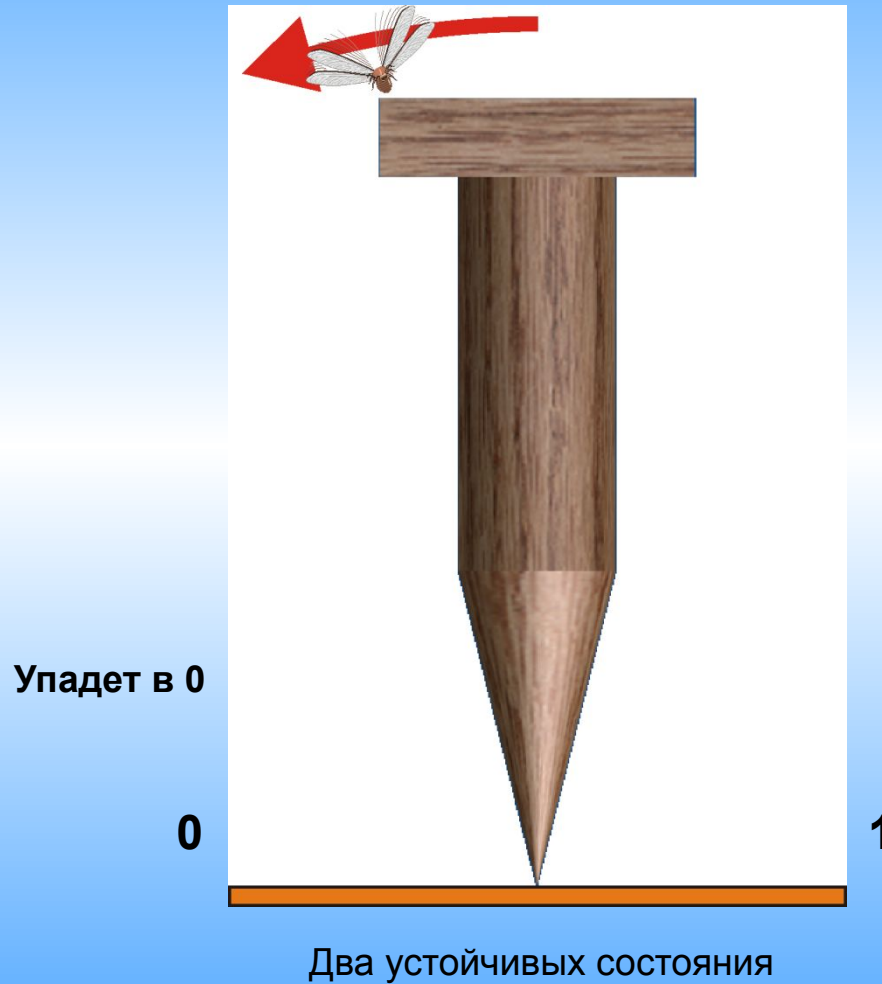
Аналогия с неустойчивым равновесием



Ячейка DRAM: проблема чтения

Аналогия с неустойчивым равновесием

Очень маленькое воздействие приносит определенность



Ячейка DRAM: проблема чтения

Аналогия с неустойчивым равновесием

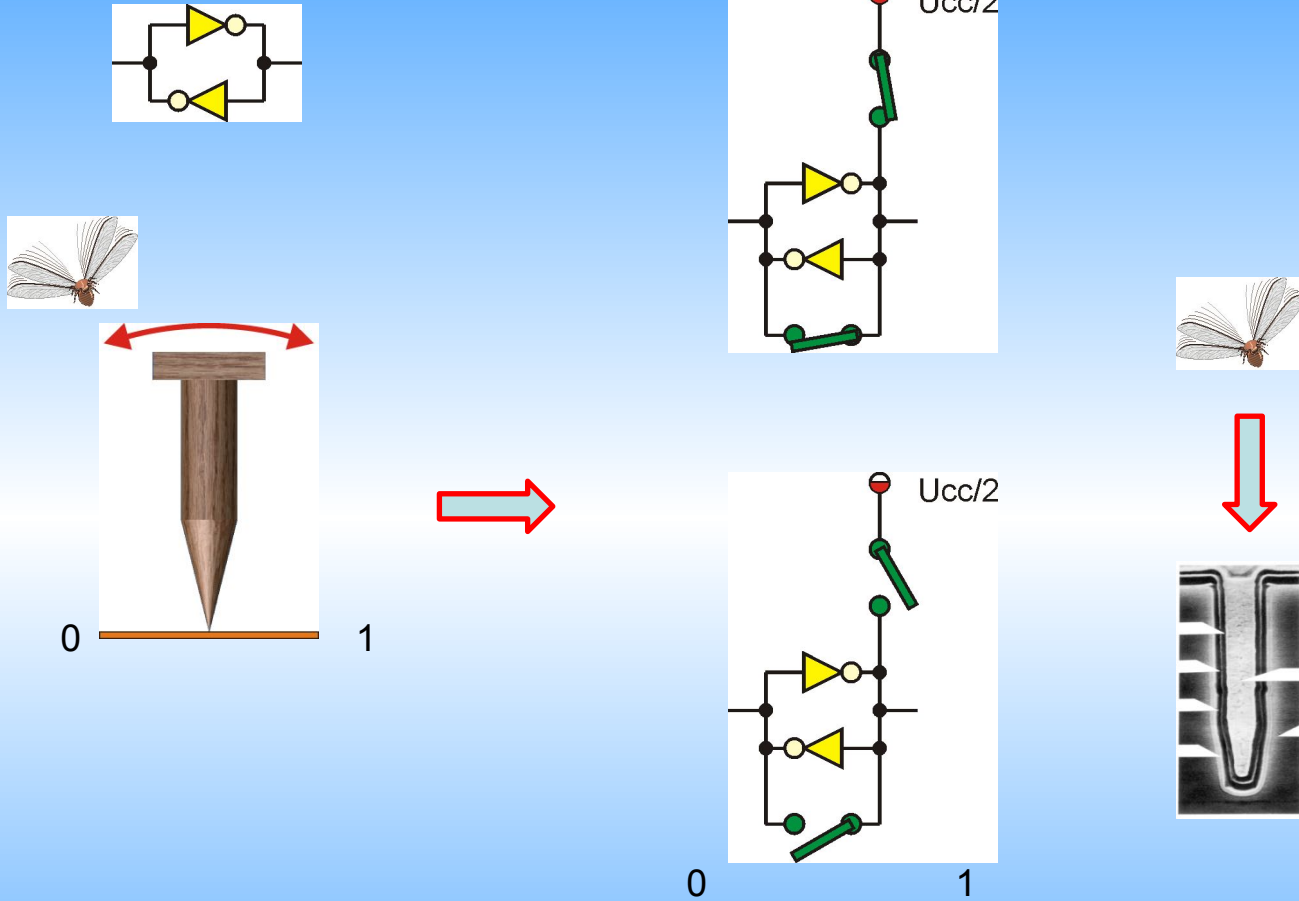
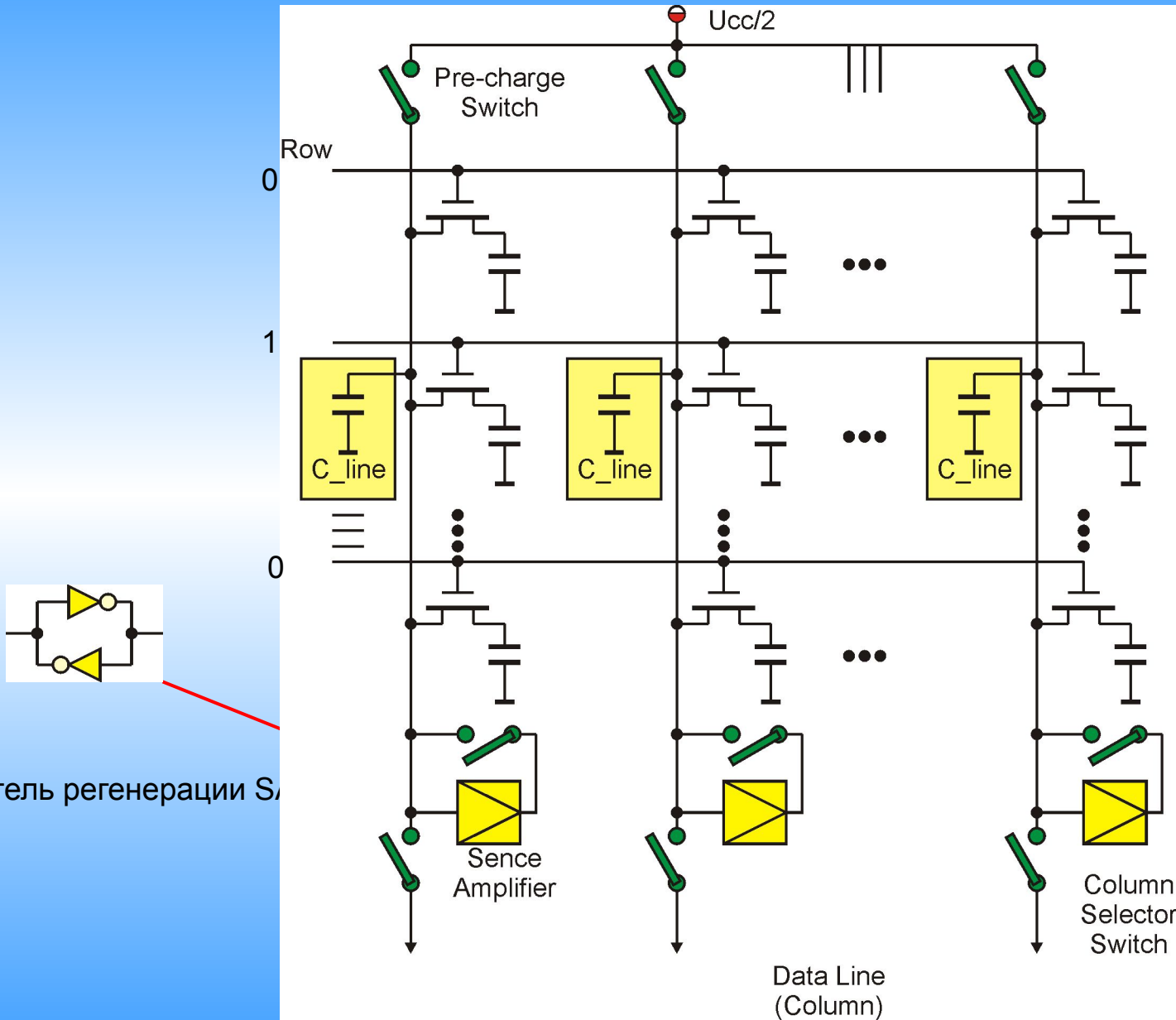


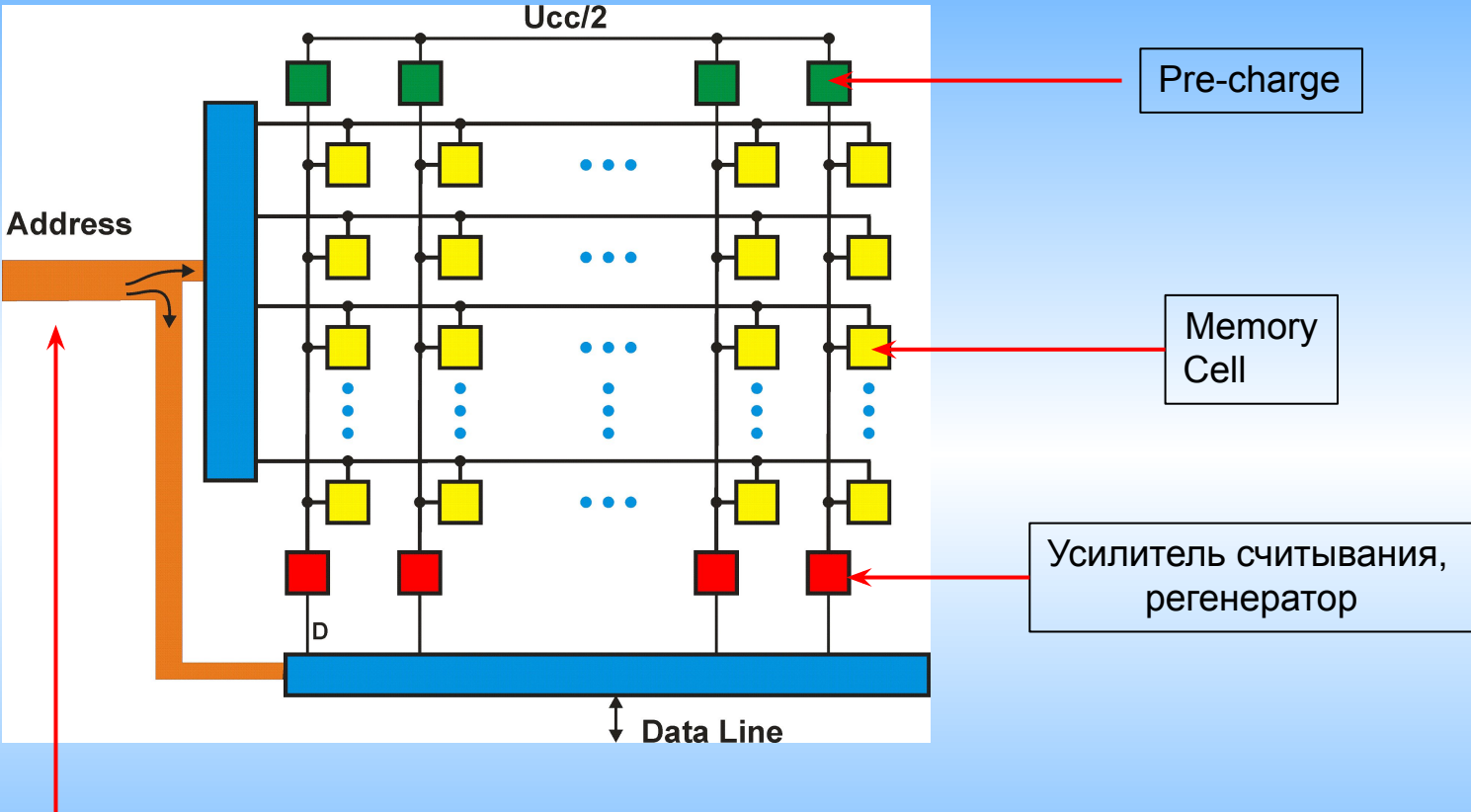
Схема чтения-регенерации DRAM



Усилитель регенерации S...

При выборе строки происходит регенерация всех ячеек, подключенных к выбранной строке.

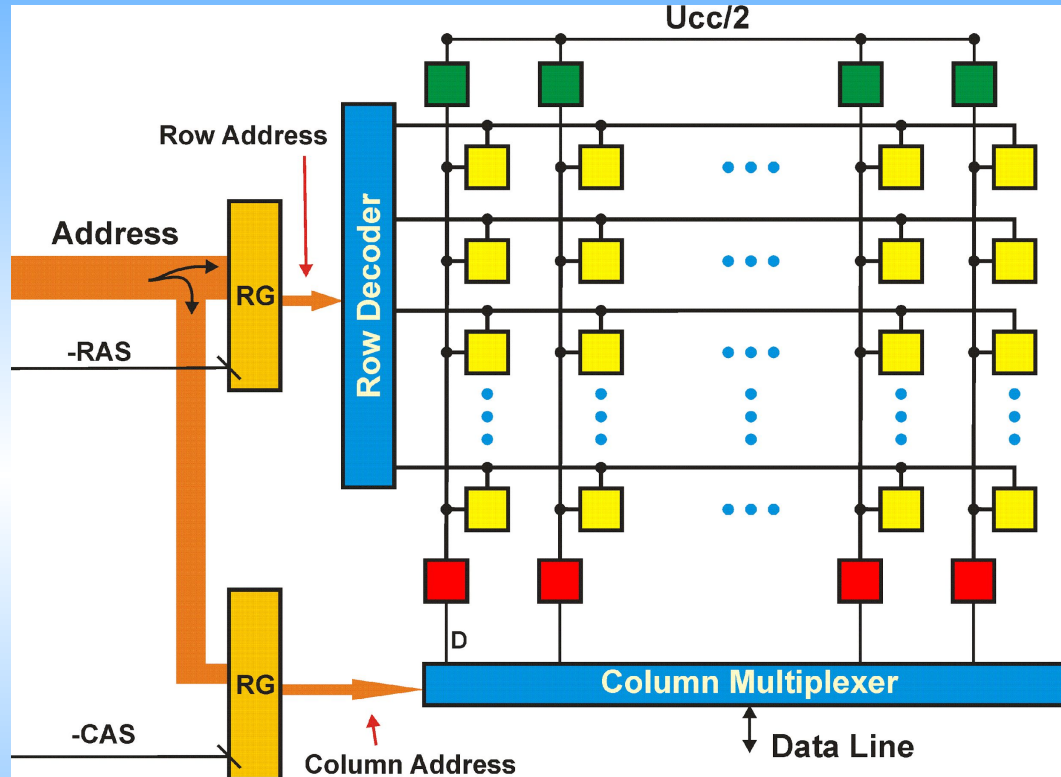
Матрица DRAM



Необходимо уменьшить количество выводов

Интерфейс DRAM

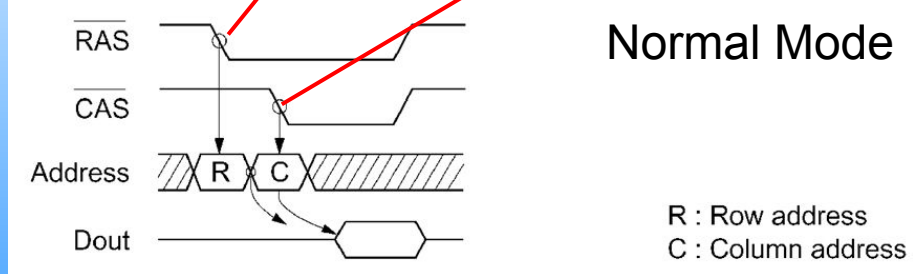
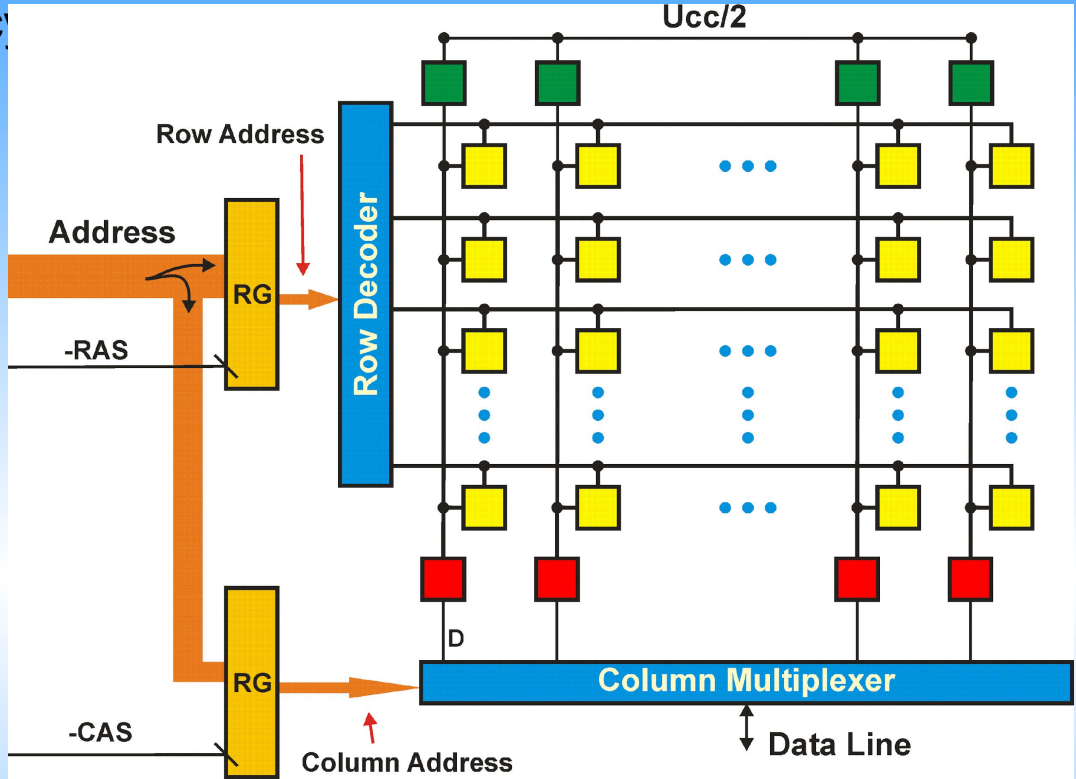
Мультиплексирование адресов строки и колонки



20 адресных линий обеспечивают доступ к 64G ячейкам DRAM!
У SRAM только 1M.

Режимы доступа DRAM

Нормальный режим.
Доступ по произвольному адресу

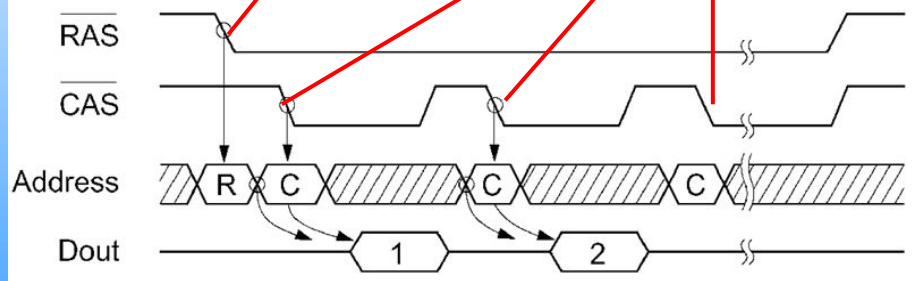
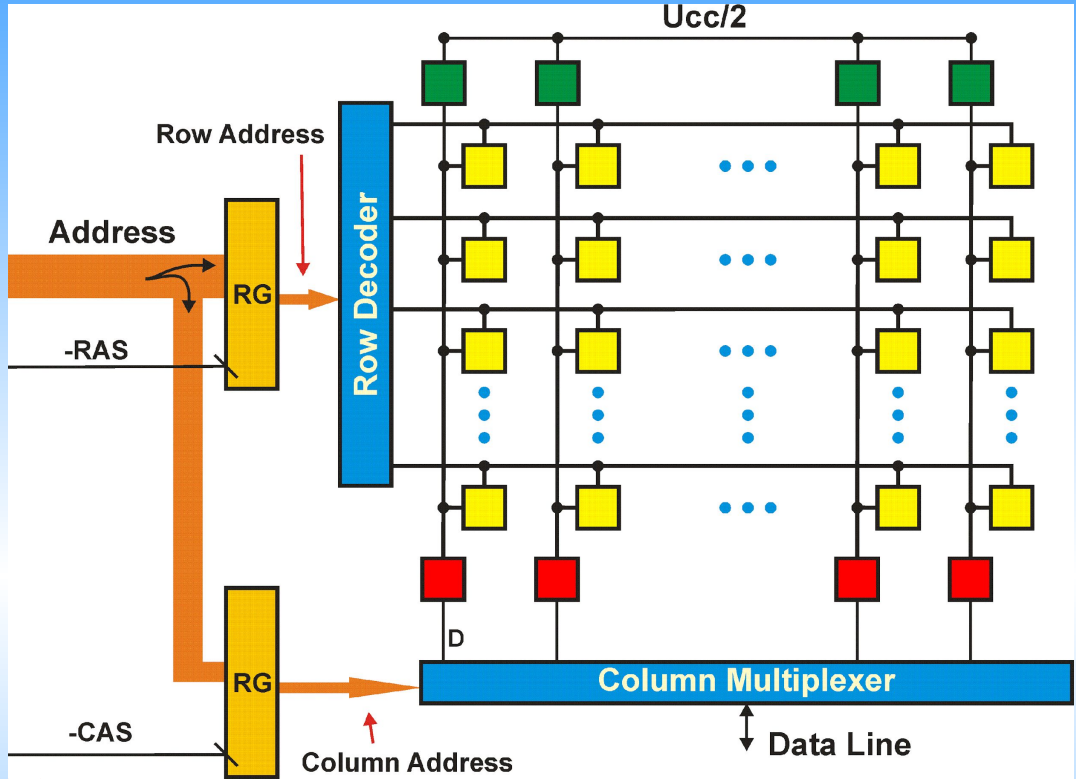


Для передачи полного адреса требуется 2 такта.

Как уменьшить время доступа?

Режимы доступа DRAM

Режим быстрого доступа внутри строки.
Fast Page Mode.



Fast Page Mode

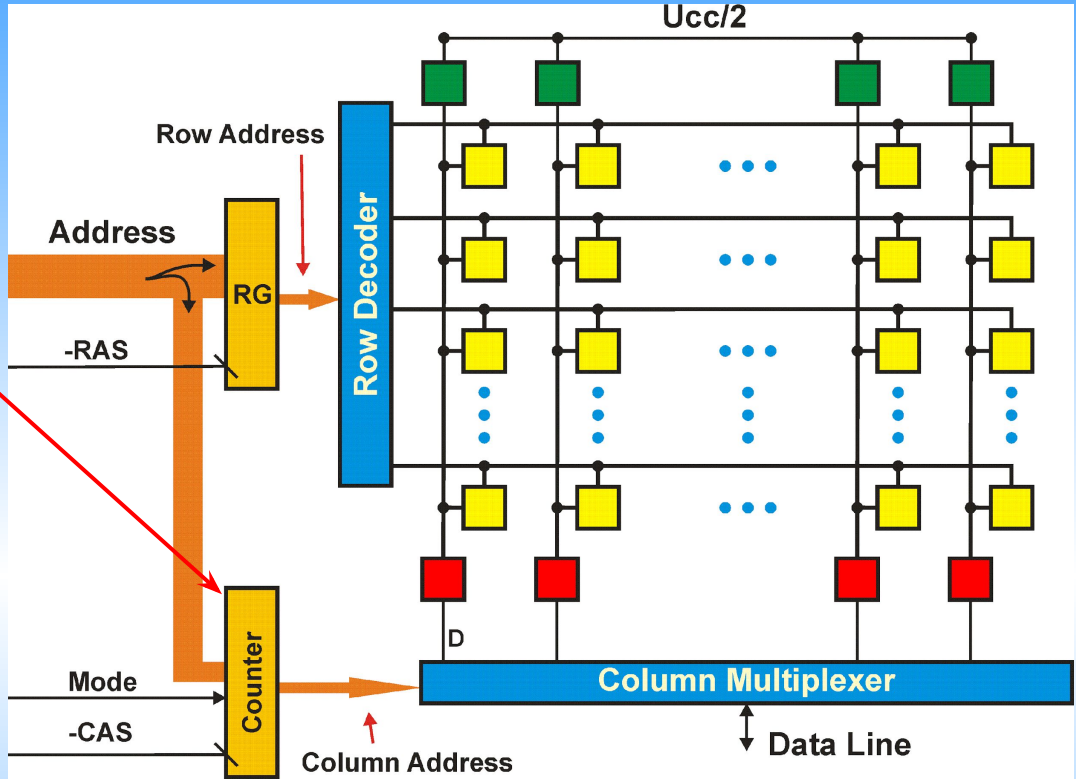
Вначале полный доступ по произвольному адресу.
Затем доступ внутри строки за 1 такт.

Если упорядочить информацию внутри строки, то
можно отказаться от передачи адреса.

Режимы доступа DRAM

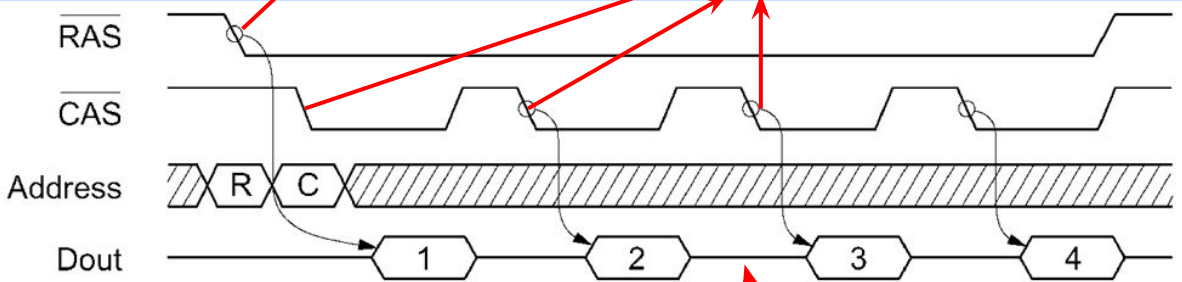
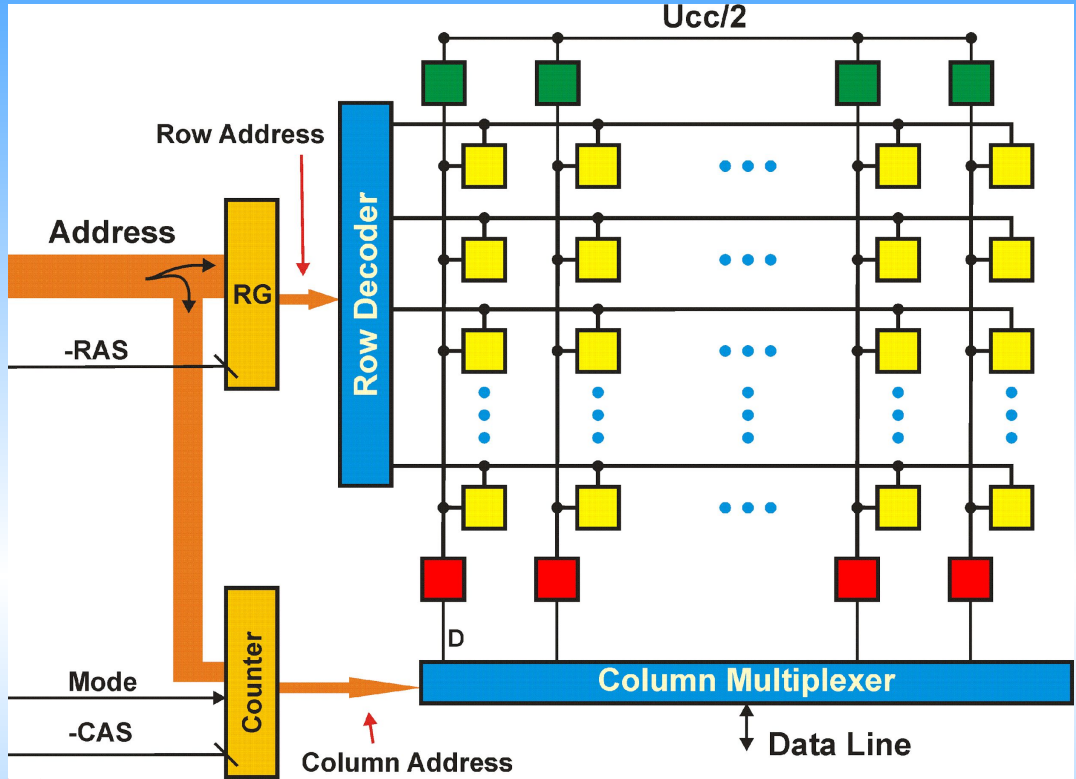
Режим последовательного доступа внутри строки.
Nibble Mode.

Счетчик с параллельной загрузкой



Режимы доступа DRAM

Режим последовательного доступа внутри строки.
Nibble Mode.

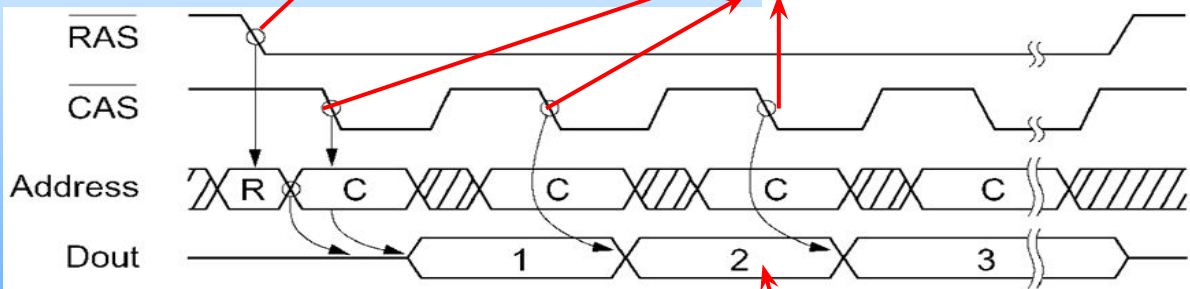
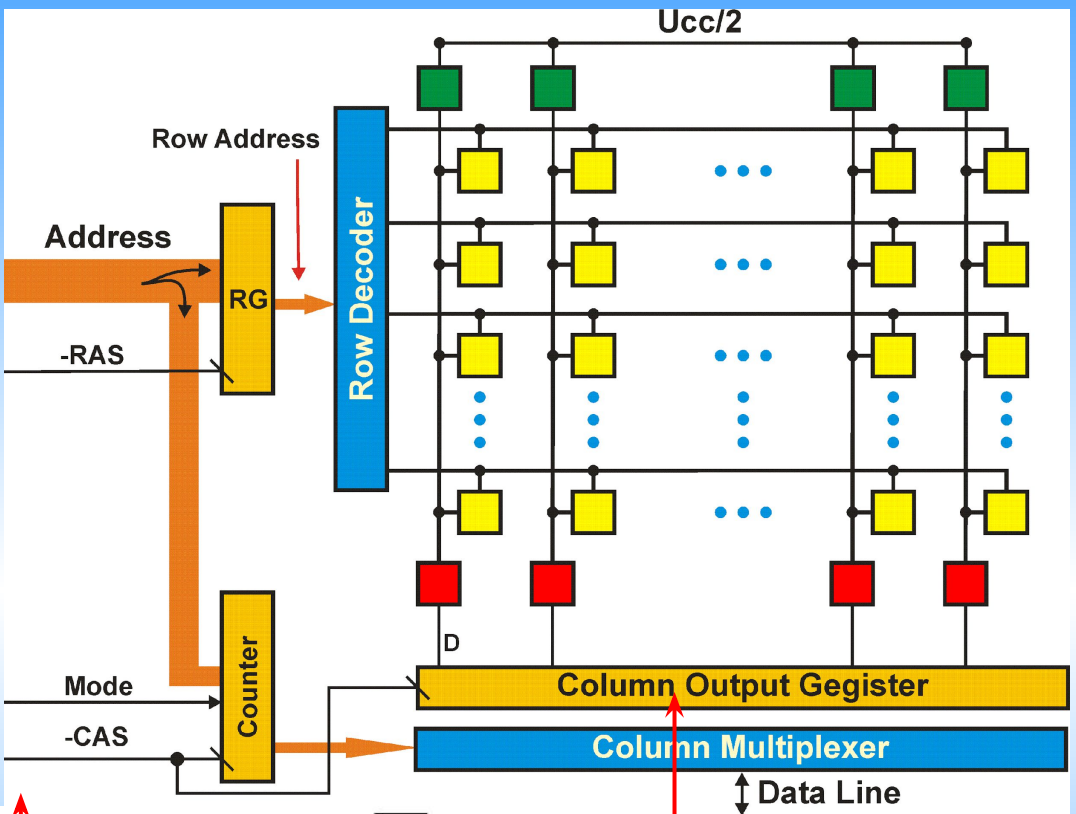


Вначале полный доступ по произвольному адресу.
Затем доступ внутри строки за 1 такт.

Выходная шина простаивает значительную часть времени.

Режимы доступа DRAM

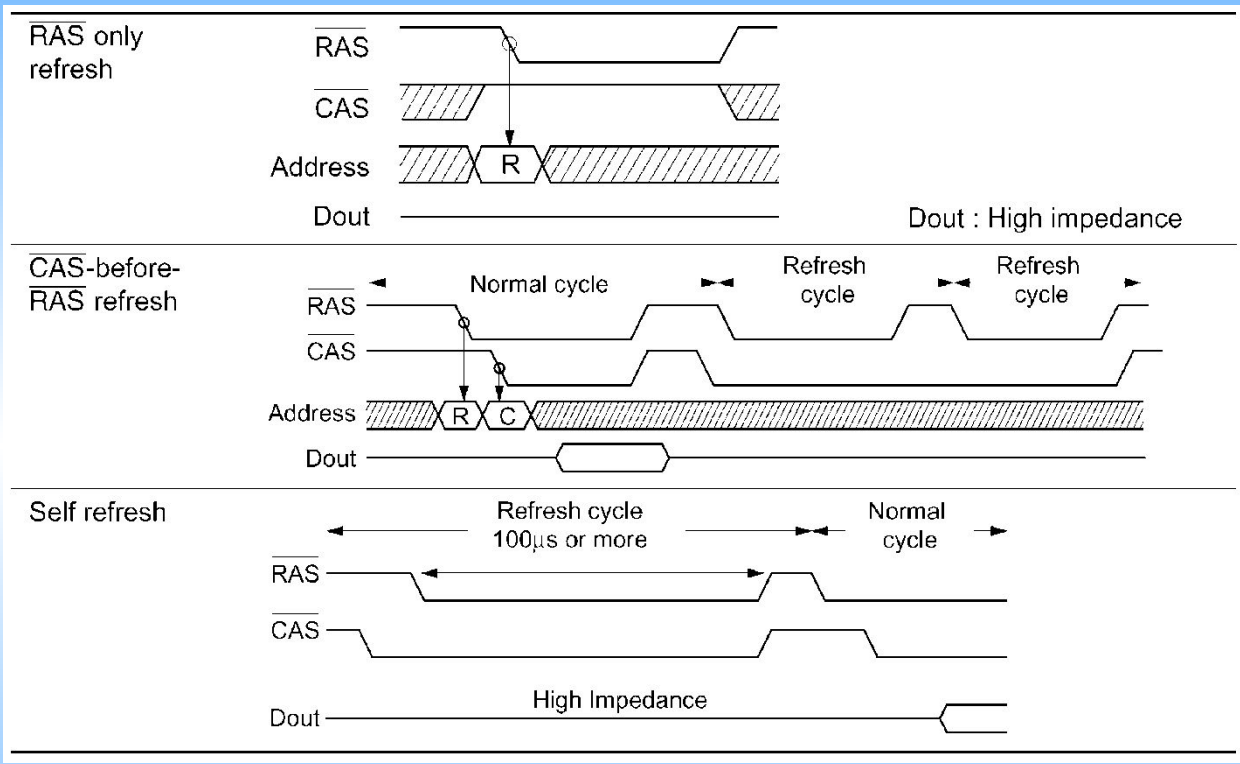
EDO Page Mode.
Enhanced Data Out.



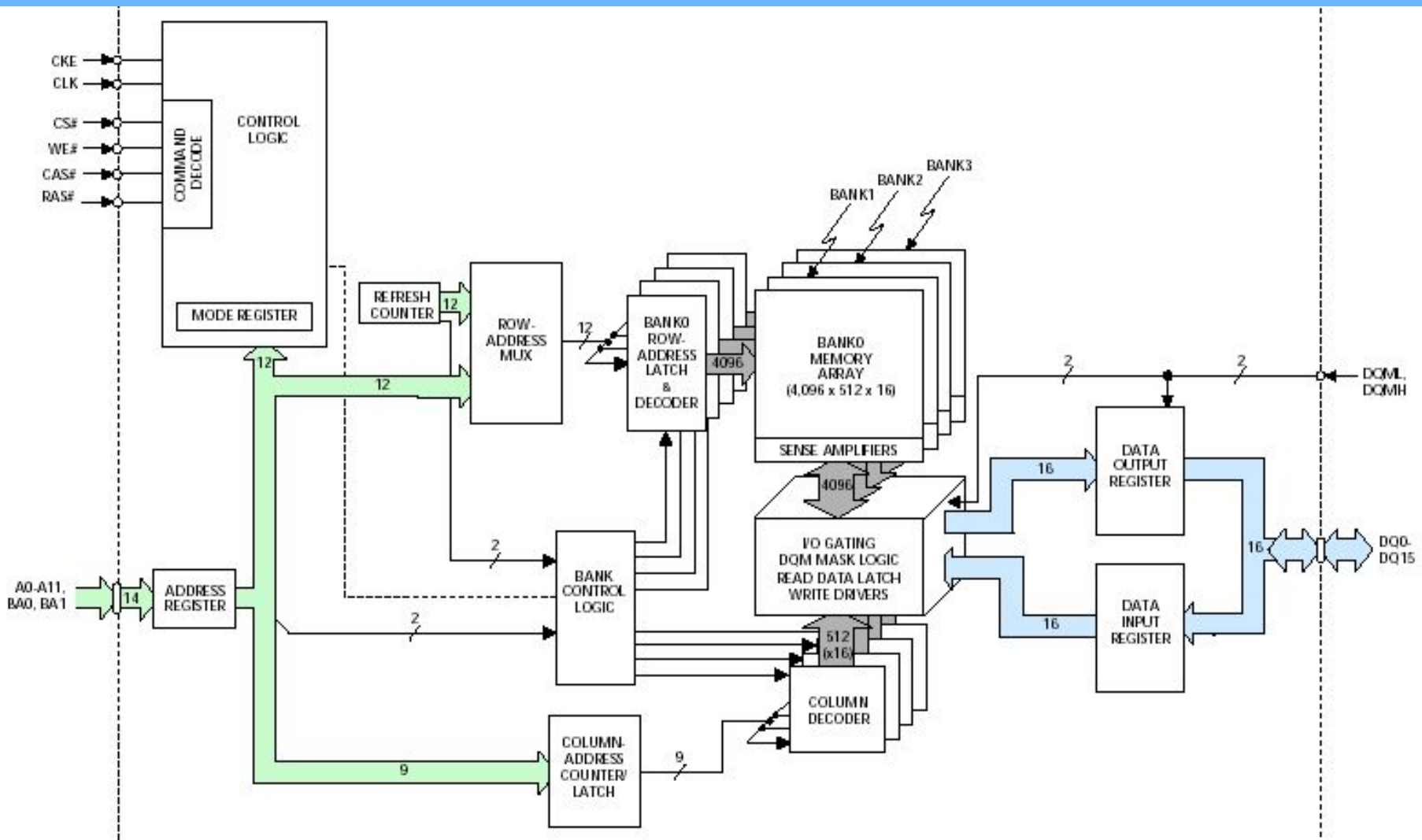
Выборка из выходного регистра

Выходная шина используется полностью.

Основные способы регенерации DRAM



SDRAM



SDRAM

Конвейер

