УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО

Физические основы вычислительной техники

Раздел 5 : запоминающие устройства

Алешин Кирилл

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Раздел 5: запоминающие устройства (ЗУ).

Рассматриваемые темы:

- классификация ЗУ, ПЗУ и ОЗУ;
- ячейки памяти разных типов памяти;
- статическая и динамическая оперативная память;

Запоминающие устройства

Для хранения результатов вычислений, конфигурационных параметров и пользовательских данных необходимы устройства, позволяющие сохранять и передавать информацию.

Рассматриваем ЗУ на электронных компонентах

ЗУ по возможности перезаписи

- Постоянные Запоминающие Устройства (ПЗУ, ROM)
- Программируемые, стираемые и перезаписываемые ПЗУ (PROM, EPROM и EEPROM)
- Оперативные Запоминающие Устройства (ОЗУ: SRAM, SDRAM, DDR SDRAM)

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЗУ по энергозависимости

Запоминающие устройства

Энергозависимые

При отключении питания данные теряются (не моментально)

Энергонезависимые

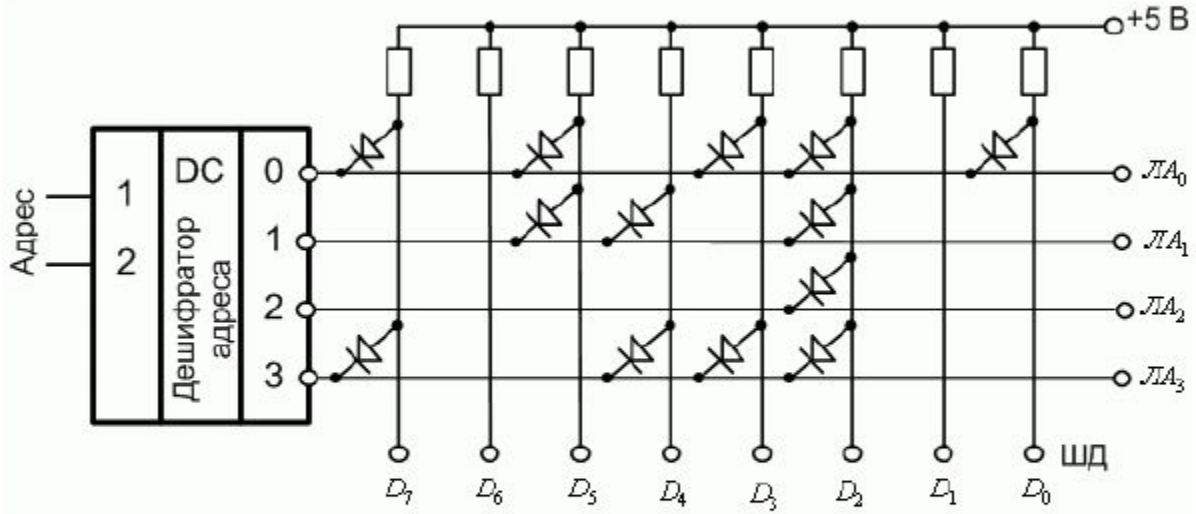
При отключении питания данные не теряются

ROM – Read Only Memory (ПЗУ)

Постоянное запоминающее устройство – однократно программируемое устройство, создаваемое масочным способом. Запоминающий элемент может быть изготовлен в виде диода, транзистора или плавкой вставки.

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

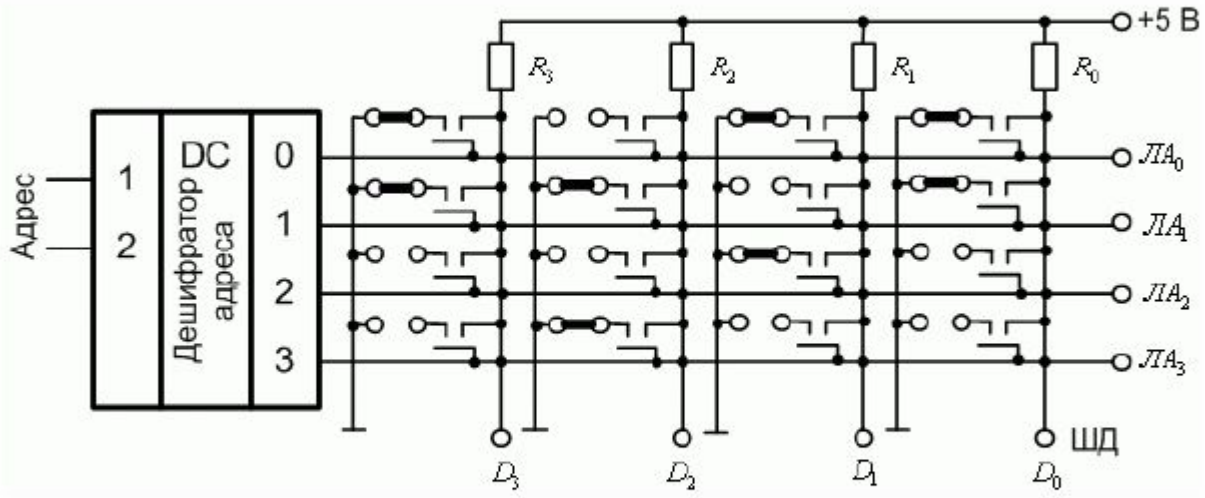
Масочное ПЗУ с диодным ЗЭ



*http://www.intuit.ru/studies/courses/685/541/lecture/12188

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

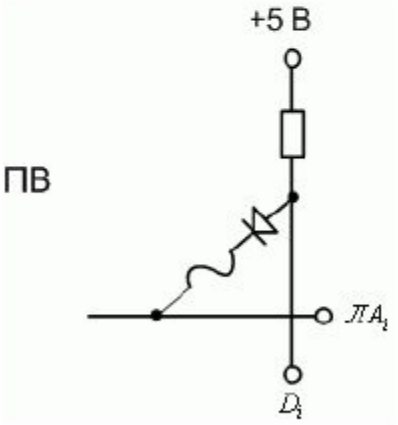
Масочное ПЗУ с транзисторным ЗЭ



*http://www.intuit.ru/studies/courses/685/541/lecture/12188

Программируемое ПЗУ

Плавкий элемент разрушается при программировании импульсами 50-100 мкА длительности 2 мкс.

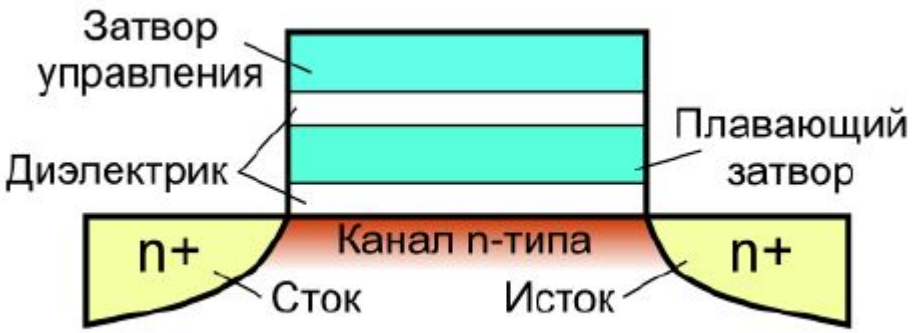


*http://www.intuit.ru/studies/courses/685/541/lecture/12188

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

EPROM (Erasable PROM)

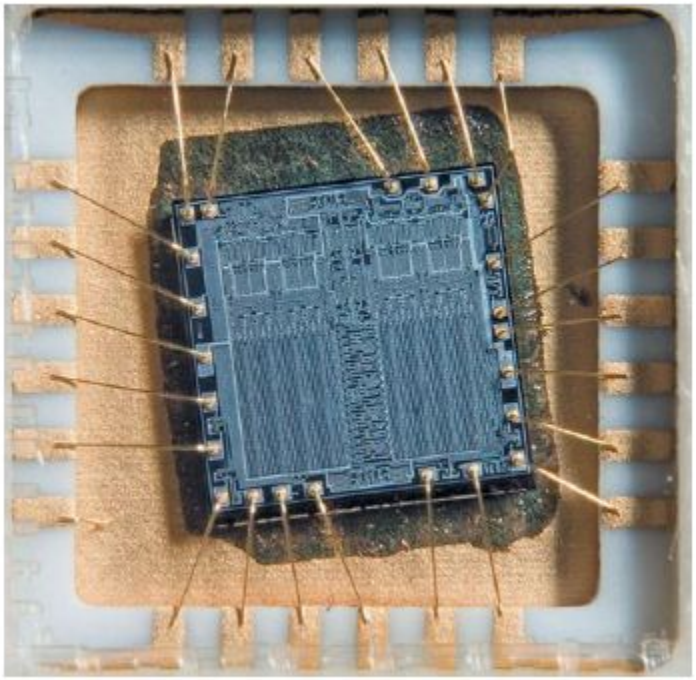
Стираемые ПЗУ представляют собой матрицу транзисторов с плавающим затвором. Стирание производится воздействием ультрафиолета непосредственно на поверхность микросхемы.



УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

EPROM (Erasable PROM)

Чип, стираемый ультрафиолетом (процедура стирания - часы)

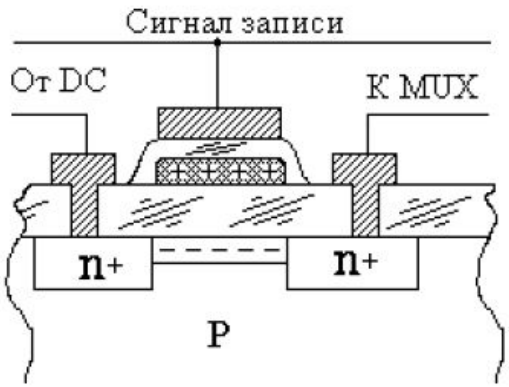


*http://coollib.com/b/67804/read

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

EEPROM (Electrically EPROM)

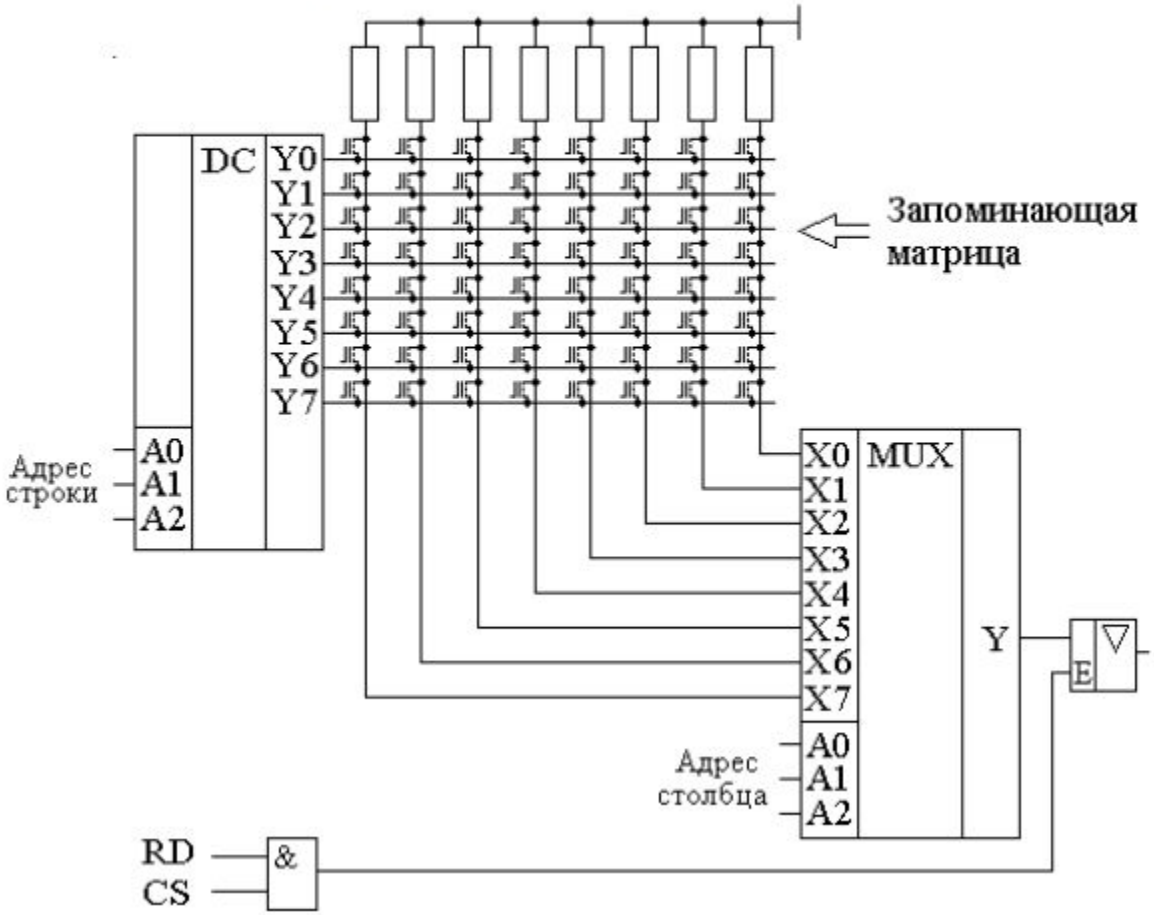
Электрически стираемые ПЗУ получили широкое распространение благодаря удобству и скорости перезаписи. Теперь для стирания нужен только кратковременный электрический импульс (~10мс). Запоминающий элемент выполнен в виде транзистора с плавающим затвором.



*http://digteh.ru/proc/flash/

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Матрица транзисторов с плавающим затвором



*http://digteh.ru/proc/flash/

RAM (Random Access Memory)

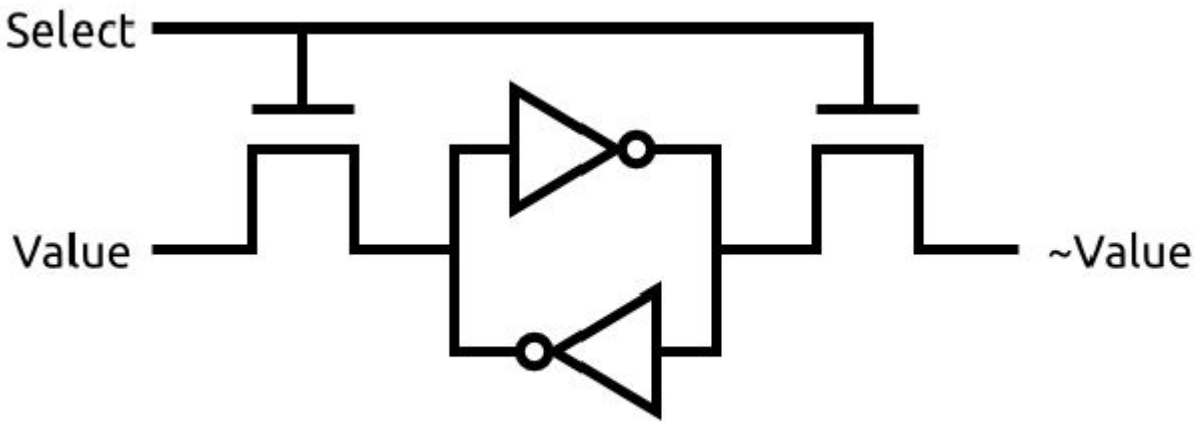
Память с произвольным доступом, содержимое которой стирается после выключения питания. Предназначена для хранения временных данных, результатов вычисления и т.д., поэтому получила название «оперативная память».

RAM используется когда требуется быстро считывать и записывать данные и EEPROM уже не хватает (в современных реалиях сравнивать RAM и EEPROM не имеет смысла, так как частоты работы RAM значительно выше).

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

SRAM (Static RAM)

Статическое ОЗУ обладает наибольшим быстродействием и не подвержено деградации хранимых данных из-за утечек заряда.



*https://embeddedmicro.com/tutorials/mojo/sdram

IS61DDB21M36 от ISSI

- 1M x 36 или 2M x 18
- Питание 1.8В
- Интерфейс DDR2
- Время доступа 0.35нс

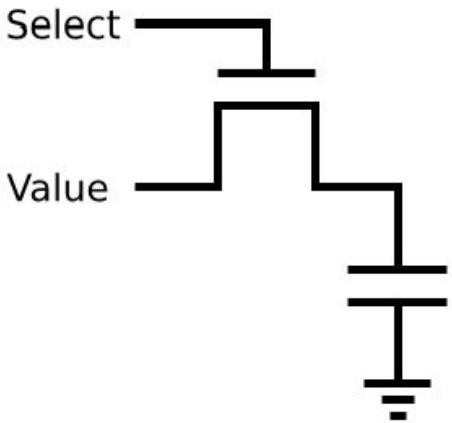
SRAM (пример)

Статическую ОЗУ также располагают на кристалле рядом с вычислительными ядрами, например, для имплементации кэша процессора. Другой пример – блоки статической память BRAM (Block RAM) в FPGA, которые могут быть использованы в качестве FIFO, LUT – таблиц поиска или просто как одно- или двухпортовые блоки оперативной памяти.

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

DRAM (Dynamic RAM)

Динамическая память более компактна с точки зрения количества запоминающих элементов на единицу площади (1 транзистор + 1 конденсатор на ячейку), но более медленная и подвержена эффекту утечки заряда, следовательно, для поддержания целостности данных нужно производить регенерацию ячеек (обновление заряда конденсатора)



DRAM

Первоначально DRAM была асинхронной и с ростом частоты работы системы стабильность памяти падала (Page Mode DRAM, Extended Data Output DRAM). EDO DRAM содержит регистр-защёлку для выходных данных, что обеспечивало конвейеризацию и повышение производительности при чтении.

SDRAM (Synchronous DRAM)

Синхронизация тактовым сигналом и конвейеризация позволила значительно увеличить стабильность работы памяти на высоких частотах (Single Data Rate SDRAM). Проблемы с задержкой сигнала решались встраиванием малого объёма SRAM внутрь чипа SDRAM для хранения наиболее часто используемых данных (Enhanced SDRAM).

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

DDR SDRAM (Double Data Rate SDDRAM)

Защёлкивание данных по обоим фронтам тактового сигнала и размещение управляющих сигналов и адресов на одной шине позволила повысить пропускную способность памяти в два раза.

Технологии DDR2,3,4… основаны на DDR. Благодаря техническим улучшениям их рабочие частоты выше, а напряжение питания ниже.

https://habr.com/ru/company/kingston_technology/blog/525528/

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Харрис и Харрис, «Основы цифровой схемотехники и архитектура компьютера»

LOBACHEVSKY UNIVERSITY

Спасибо за внимание.
Вопросы?