# Операционные Системы

## Язык ассемблера

# Язык ассемблера для x86

- Язык ассемблера концептуально прост:
  - минимум синтаксических правил;
  - много различных инструкций (зависит от архитектуры).
- Есть много диалектов:
  - будем использовать GNU, a. k. a. AT&T.

# Классы инструкций

- Инструкции копирования:
  - из памяти в регистр и назад;
  - из регистра в регистр;
  - реже из памяти в память.
- Арифметические инструкции.
- Инструкции перехода:
  - условного перехода и безусловного.
- Прочие инструкции.

# Регистры

- Регистры - очень быстрые именованные ячейки памяти.
- Регистры специального назначения
  - указатель команд;
  - флаговый регистр;
  - и много много других.
- Регистры общего назначения.

# Регистры x86

- Указатель команд - *RIP*.
- Флаговый регистр - *RFLAGS*.
- Регистры общего назначения:
  - указатель стека - *RSP*;
  - указатель "базы" - *RBP*;
  - *RAX*, *RBX*, *RCX*,
    *RDX*, *RSI*, *RDI*,
    *R8* - *R15*.

# Инструкция копирования MOV

- movq <src>, <dst>
  - movq %RAX, %RBX
  - movq (%RAX), %RAX
  - movq $42, %RAX
  - movq 42, %RAX
  - movq $value, %RAX
  - movq value, %RAX

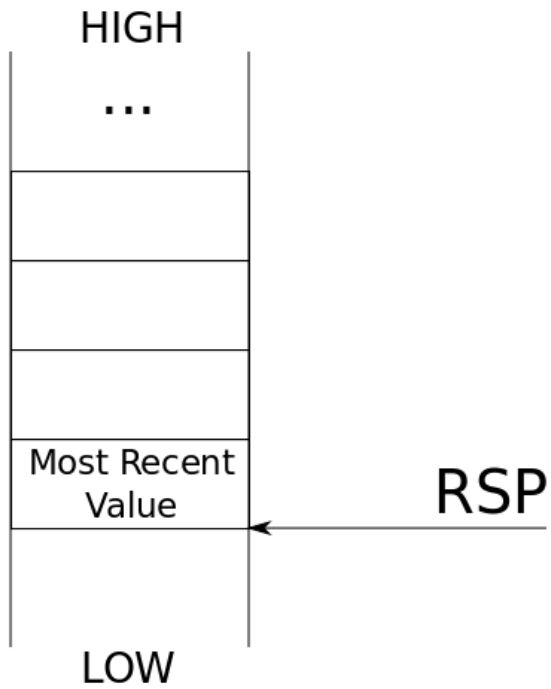
# Простые арифметические инструкции

- addq <src>, <dst>
  - addq %RAX, %RBX
  - addq %RAX, value
  - addq $42, %RAX
- sub <src>, <dst>
- incq <op>
  - incq %RAX
- decq <op>

# Инструкции беззнакового умножения и деления

- mulq <op>:
  - $RAX = (< op > \times RAX) \ mod \ 2^{64}$
  - $RDX = (< op > \times RAX) \ / \ 2^{64}$
- divq <op>:
  - $RDX = (RDX \times 2^{64} + RAX) \ mod \ < op >$
  - $RAX = (RDX \times 2^{64} + RAX) \ / \ < op >$

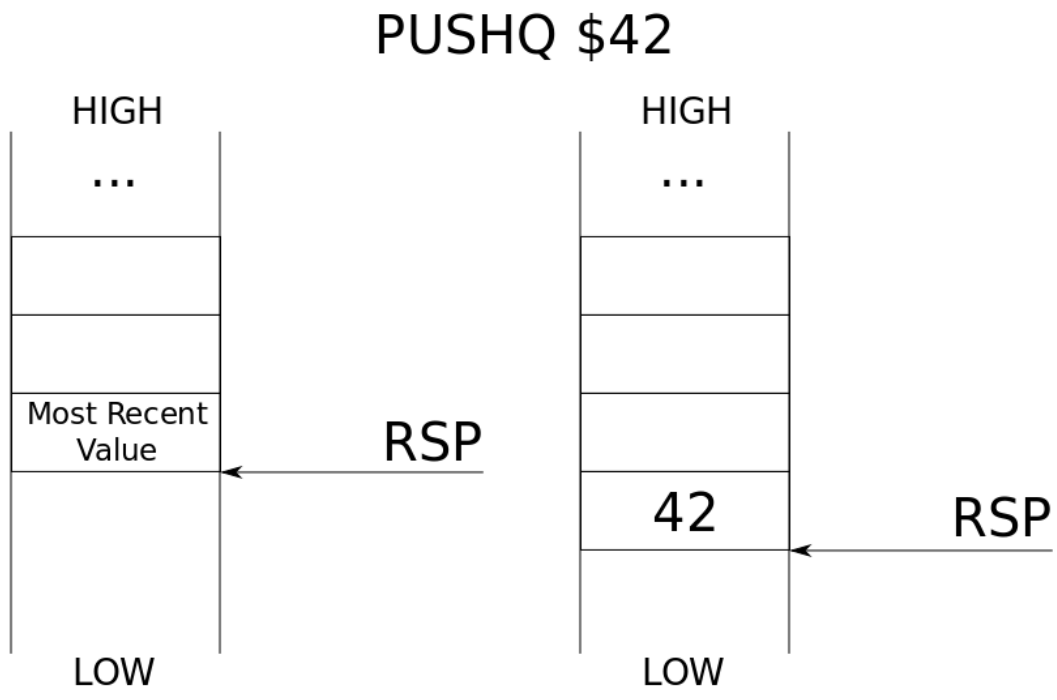
# Стек



# Инструкции работы со стеком

- pushq <src> - уменьшает *RSP*
  на 8 и сохраняет по полученному адресу *src*
  - pushq $42
  - pushq %RAX

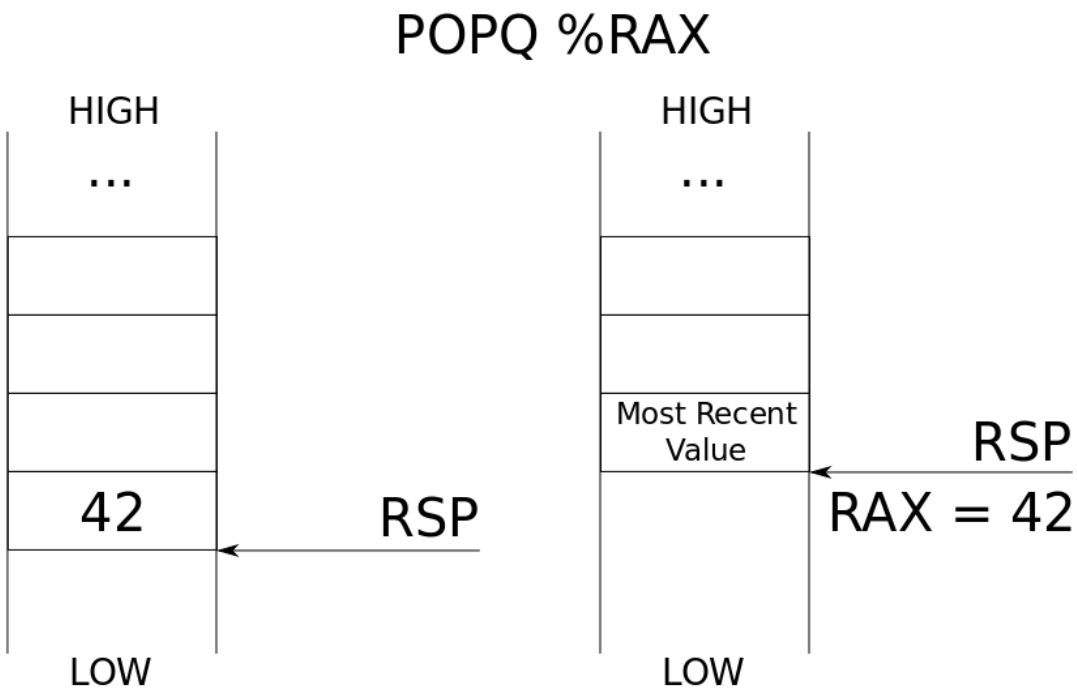
# Инструкции работы со стеком



# Инструкции работы со стеком

- popq <dst> - обратное действие к *pushq*
  - popq %RAX
- movq (%RSP), %RAX

# Инструкции работы со стеком



# Метки и переменные

- Метка - просто имя для некоторого адреса:

```
1           .data
2   value:
3           .quad 42
4
5           .text
6   add42:
7           movq %rdi, %rax
8           addq value, %rax
9           retq
```

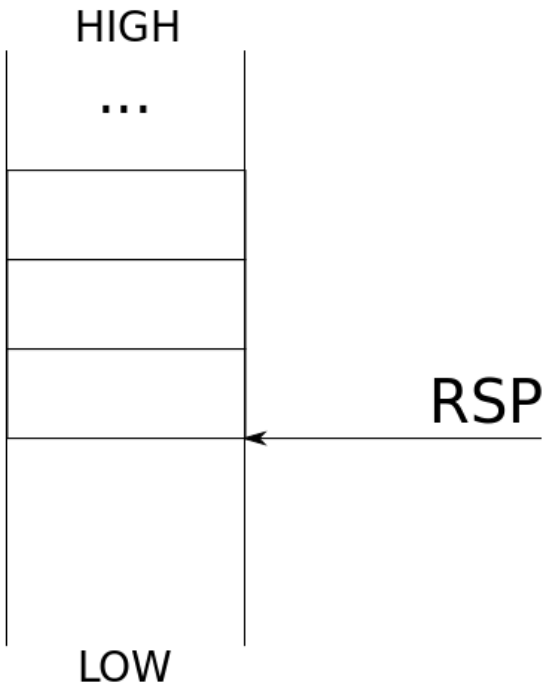
# Инструкции безусловного перехода

- Инструкции безусловного перехода изменяют значение регистра *RIP*:
  - jmp <label>
  - call <label> - инструкция вызова функции
  - retq - инструкция возврата из функции

# Функции

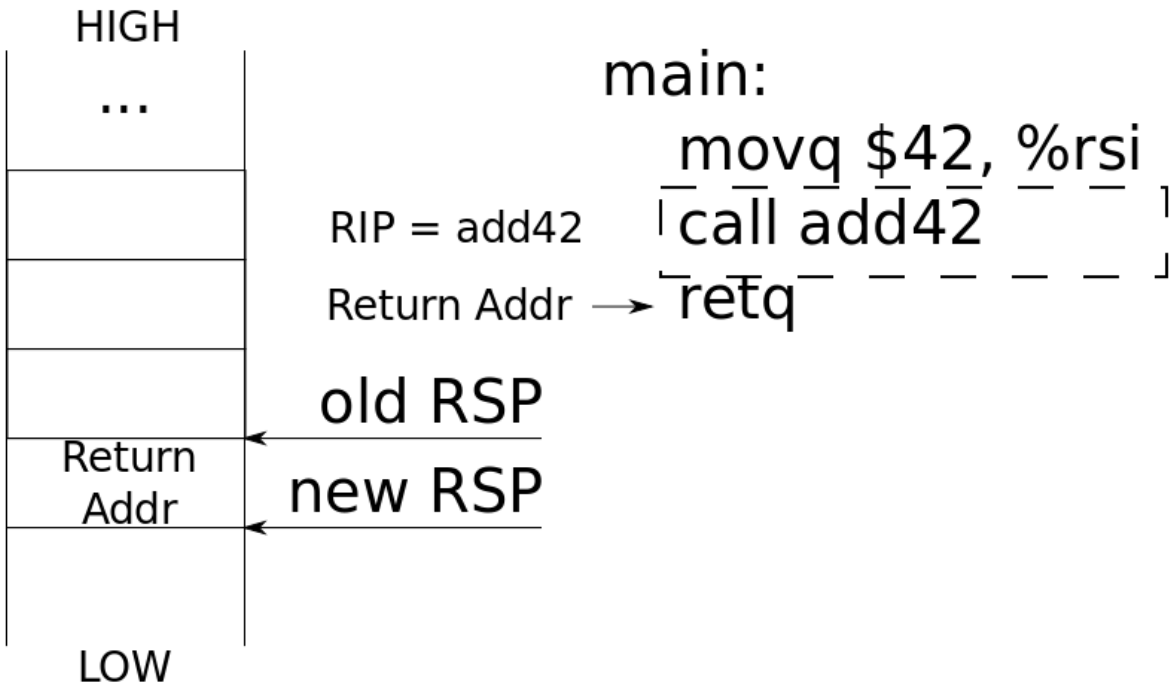
- Функция:
  - функцию можно вызвать;
  - функция возвращает управление *вызвавшему коду*.

# Вызов функции




```
main:
    movq $42, %rsi
    call add42
    retq
```

# Вызов функции



# Флаговый регистр RFLAGS

- Флаговый регистр хранит флаги!
- Флаги регистра RFLAGS:
  - *ZF* - результат операции 0;
  - *CF* - произошло беззнаковое переполнение;
  - *OF* - произошло знаковое переполнение.

# Инструкции условного перехода

- jcc <label> - выполняет переход, если условие *cc* истинно.
  - jz, je - проверяет, что $ZF = 1$;
  - jne, jnz - $ZF = 0$;
  - jg - если "больше" (знаковый вариант);
  - jge - "больше или равно" (знаковый вариант);
  - ja - если "больше" (беззнаковый вариант);
  - jae - "больше или равно" (беззнаковый вариант).

# Инструкции сравнения

- Арифметические инструкции изменяют *RFLAGS*, но также изменяют свои аргументы!
- Есть команды, которые выставляют флаги, но не изменяют свои аргументы:
  - cmpq <src>, <dst> - вычисляет разность $dst - src$ и выставляет флаги;
  - т. е. *cmpq* работает как *subq*, но не изменяет *dst*.

# Пример ветвления

```
1 max:
2       movq %rdi, %rax
3       cmpq %rsi, %rdi # rdi - rsi
4       ja rdi_gt       # rdi - rsi > 0
5       movq %rsi, %rax
6 rdi_gt:
7       ret
```

# Соглашения

- ABI (Application Binary Interface) - набор соглашений
  - как в функцию передаются параметры;
  - как функция возвращает значения;
  - какие регистры функция должна сохранить, а какие может испортить;
  - и многое другое.

# Различные ABI

- Разные компиляторы используют различные ABI:
  - например, Microsoft используют свой собственный ABI;
  - Unix-like системы, зачастую, используют System V ABI.
- Мы будем использовать System V ABI
  - скачайте ABI и найдите, как в функцию передаются параметры.