programa de BECAS
DGTIC
de FORMACIÓN en TIC

Seguridad Informática

Análisis de vulnerabilidades

Ing. Oscar Iván Flores Avila
oscar.flores@cert.unam.mx

Temario día 1

DIA 1

- 1. Conceptos básicos
- 2. Lenguaje ensamblador

Evaluación

- Examen Práctico 30%
- Examen Teórico 20%
- Tareas (a mano) 20%
- Prácticas 30%

1. Conceptos básicos

Conceptos básicos

- **Incidente de seguridad**: Es cualquier evento no esperado que afecte la continuidad del negocio y atente contra la confidencialidad, integridad o disponibilidad de la información
- **Riesgo**: Posibilidad de un incidente, que puede resultar en daños o pérdidad de activos de una organización
- **Amenaza**: Causa potencial de un incidente, que puede resultar en daños o pérdida de activos de una organización

Conceptos básicos

- **Vulnerabilidad**: fallo o hueco de seguridad
  - Desbordamiento de buffer
  - Escalamiento de privilegios

- **Exploit**: es un código o técnica que amenaza con tomar ventaja de una vulnerabilidad.
  - Para ejecutar comandos
  - Ganar acceso a un sistema
  - Escalar provilegios

Conceptos básicos

- **Payload**: Son las acciones posteriores a explotar una vulnerabilidad. Generalmente son tareas automatizadas para un determinado objetivo. (Ejemplos: crear usuarios, modificar archivos, obtener una terminal remota)

Conceptos básicos

- **Compilador**: Herramienta que traduce de un lenguaje a otro. El resultado de este código máquina es llamado archivo objeto.

Conceptos básicos

- **Lenguaje de alto nivel**: Lenguaje diseñado para facilitar la comprensión por parte de los humanos. Es convertido a código máquina por un compilador.
- **Lenguaje de bajo nivel**: Es la versión legible del conjunto de instrucciones (mnemónicos) de una arquitectura de computadoras, conocido como lenguaje ensamblador.

Conceptos básicos

- **Código máquina**: Consiste en opcodes (dígitos en hexadecimal) que le indican al procesador lo que debe realizar. Se crea cuando un programa en lenguaje de alto nivel es compilado.

Creación de un ejecutable

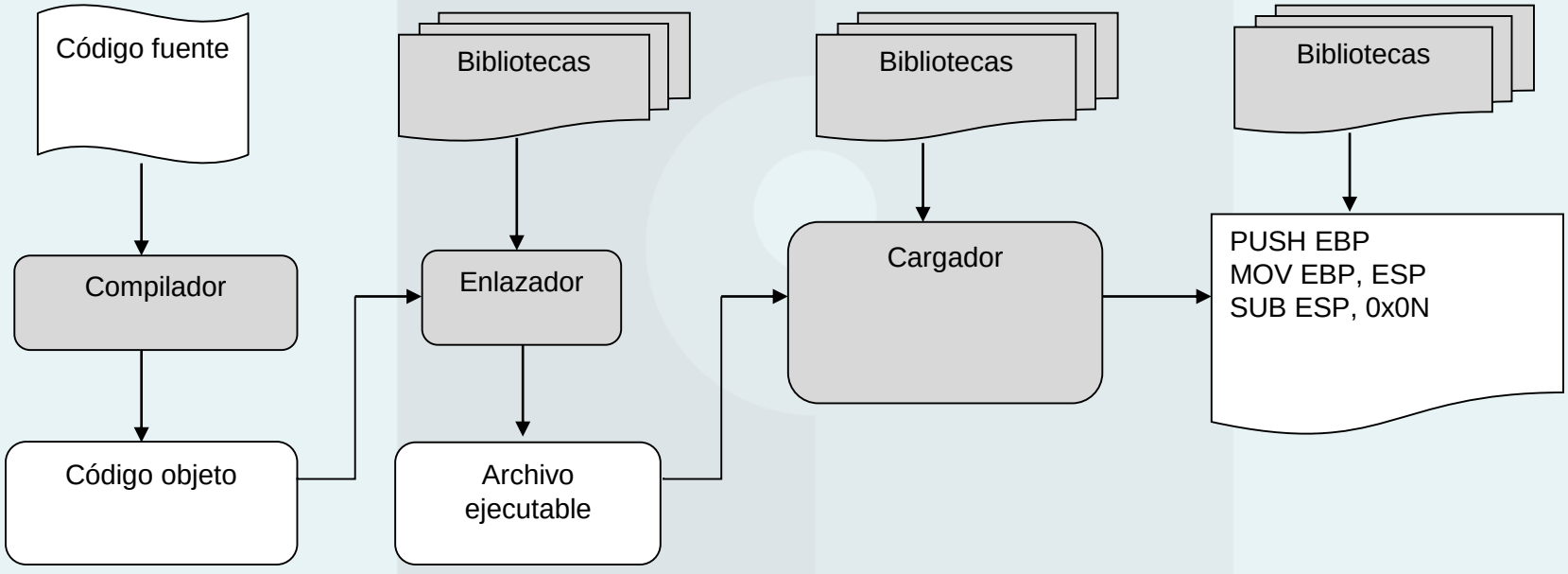
- En primera instancia el código fuente es traducido por un compilador a código objeto.
- Posteriormente el enlazador proporciona las bibliotecas requeridas, se puede ligar de dos maneras: estáticamente o dinámicamente.
  - Ligado estático: las bibliotecas requeridas se colocan como parte del ejecutable.
  - Ligado dinámico: las bibliotecas requeridas se satisfacen al momento de la ejecución.

Creación de un ejecutable

- El resultado del enlazador es un archivo ejecutable.
- Finalmente, cuando el archivo ejecutable es utilizado, éste es colocado en memoria por el cargador, el cual se encarga de reservar memoria y de llamar al enlazador dinámico para resolver las dependencias restantes.
- Como consecuencia se carga el *opcode* necesario para la ejecución del programa.

Creación de un ejecutable

- El proceso para convertir código fuente a un ejecutable, tiene que pasar por distintos componentes como se muestra en la siguiente imagen:



2. Lenguaje ensamblador

Lenguaje ensamblador

- Es el lenguaje de bajo nivel por excelencia.
- Las instrucciones en lenguaje ensamblador son conocidas como mnemónicos.
- Un ensamblador traduce las instrucciones a código máquina.

Sintaxis básica

- Una instrucción en ensamblador está compuesta por los siguientes elementos:

Sintaxis básica			
[Etiqueta:]	Mnemónico	[Operando(s)] (Destino,Origen)	[; Comentario]

Sintaxis básica

- **Mnemónico**. Mnemónico de la instrucción.
- **Operandos**. Contiene los datos requeridos por la instrucción, pueden ser valores constantes, provenir de direcciones en memoria o de registros. El número de operandos pueden ser 0, 1 o 2 (RET; INC EAX; MOV EAX, 1H respectivamente).

Sintaxis básica

- **Etiqueta**. Sirve como punto de control para el flujo del programa. Debe comenzar con un carácter alfabético o un punto, el resto de la etiqueta puede contener letras, números o signos especiales [-$.@%].
- **Comentario**. Información adicional para propósitos de documentación. Cualquier texto posterior al signo ‘;’ será excluido de la compilación.

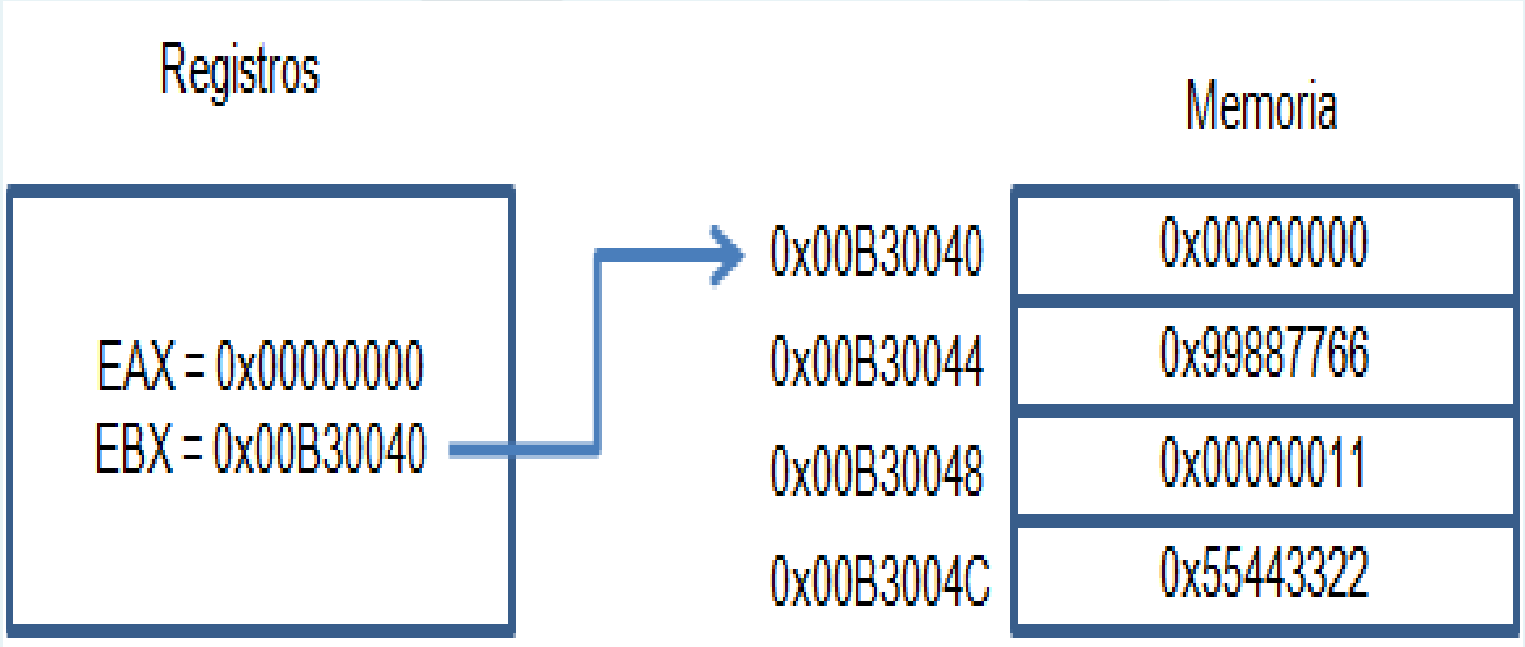
Acceso a datos

- Para hacer referencia a los datos se pueden utilizar:
  - Valores inmediatos. Un dato es almacenado en uno de los registros de propósito general. (MOV EAX, 0x01)
  - Registros. El dato contenido en un registro es almacenado en otro registro. (MOV EAX, EBX).

Acceso a datos

- Localidades de memoria
  - **Direccionamiento directo**: busca y accede a los datos en la dirección de memoria especificada, el registro es el destino. (MOV EAX, **[**0x08040200**]**).
  - **Direccionamiento indirecto**: también llamado "direccionamiento por referencia" calcula la dirección del destino, llamada "dirección efectiva" (en el registro reside la dirección del destino). (MOV EAX, [EBX+8])
  - **Implícitos**. El operando está definido dentro de la misma instrucción, dichos operandos pueden ser registros o la pila. (PUSH 0x23, CLC).

Direccionamientos



Registros

- Se tienen 8 registros de propósito general, cada registro tiene un fin específico, dependiendo del tipo de instrucción que se haya ejecutado.

- Estos son: **EAX, EBX, ECX, EDX, EBP, ESP, ESI y EDI**, donde la letra “E” inicial proviene de “extended”.

Registros

- EAX: Registro acumulador, utilizado en operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación y división), almacenar valores de retorno de funciones y para lectura/escritura en periféricos de I/O.
- EBX: Registro base o apuntador, utilizado para indicar el desplazamiento de direcciones en segmentos de memoria y almacenar datos.

Registros

- ECX: Registro contador, utilizado en operaciones iterativas (ciclos/loops).
- EDX: Registro de datos, utilizado para realizar operaciones aritméticas junto con EAX.

Registros

- Se puede acceder a los primeros 16 bits de EAX,EBX,ECX y EDX, omitiendo la ‘E’, especificandólos de la siguiente forma: AX, BX, CX y DX.
- Se puede acceder a los 8 bits más significativos de AX,BX,CX y DX, usando AH, BH, CH y DH.
- Se puede acceder a los 8 bits menos significativos de AX,BX,CX y DX, usando AL, BL, CL y DL.

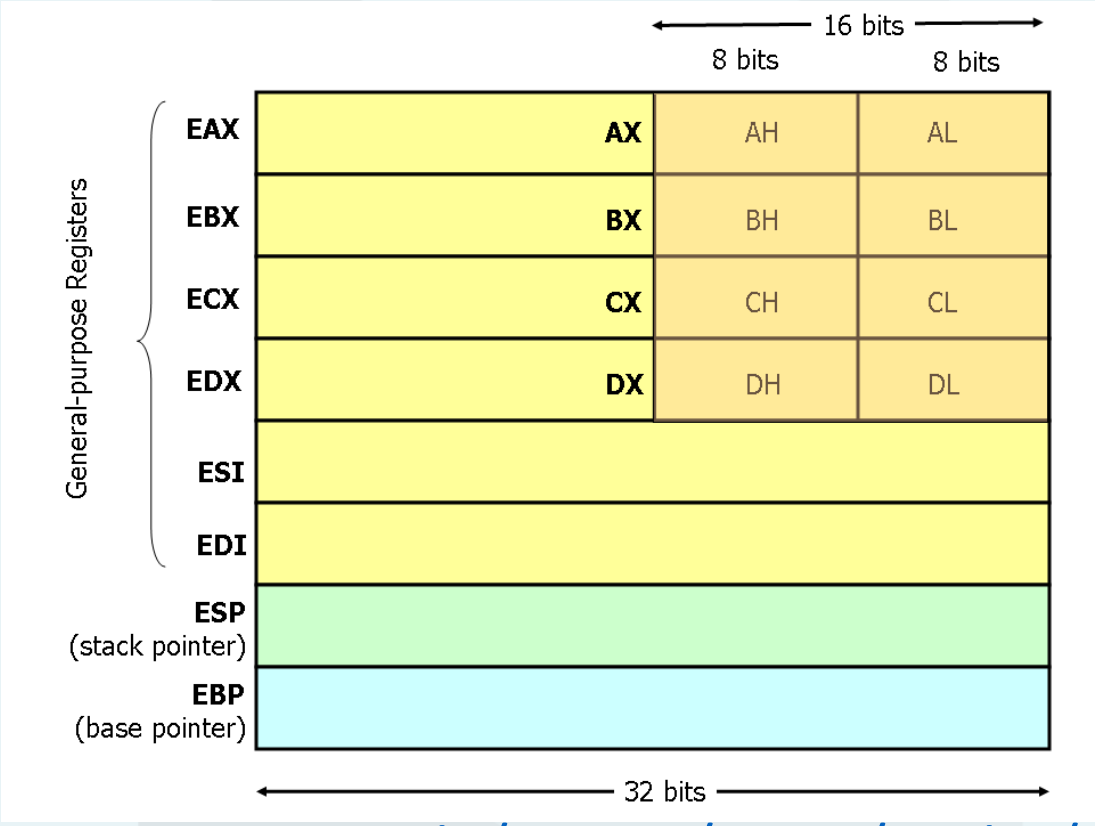
Registros

- ESP (*Stack Pointer*): Apuntador de pila, contiene la dirección de memoria del último valor almacenado en la pila que está usando ~~el~~ un programa en ese momento.
- EBP (*Base Pointer*): Apuntador base, indica la dirección inicial de la pila y es usado para referenciar argumentos y variables locales.

Registros

- ESI (*Source Index*): Índice origen, indica dónde se encuentra el búfer de datos de entrada.
- EDI (*Destination Index*): Índice destino, contiene la dirección donde se copiará el búfer de datos indicado por ESI.

Registros



http://www.cs.virginia.edu/~evans/cs216/guides/x86.html

Registros x64

- Los registros de propósito general en procesadores de **arquitectura x64** (64 bits) son 16: RAX, RBX, RCX, RDX, RSP, RBP, RSI, RDI, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14 Y R15.

Registros

- Registro apuntador a instrucciones:

EIP (*Instruction Pointer*): Registro que contiene la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar.

También conocido como contador.

Registros

- Registro de banderas o de estado (EFLAGS).

Las banderas indican el estado actual de la computadora dependiendo del procesamiento de instrucciones, ya que las comparaciones o cálculos aritméticos cambian su estado. El registro está formado por 32 bits, donde cada bandera es un bit.

Registros

- Algunas banderas importantes son:
  - *Sign* (SF - 7): Se establece en 1 si el resultado tiene signo negativo, si es positivo tomará el valor 0.
  - *Zero* (ZF - 6): Se establece en 1 si el resultado de una instrucción fue 0.
  - *Trap* (TF - 8): Ejecución paso a paso.

Registros

- *Overflow* (OF - 11): Se establece si el resultado de una instrucción aritmética con signo genera un número el cual es demasiado largo para el destino.
- *Interruption* (IF - 9): Indica si una interrupción de los dispositivos externos se procesa o no, está reservada para el sistema operativo en modo protegido.

Tipos de instrucciones

- En lenguaje ensamblador, existe un número considerable de instrucciones las cuales pueden clasificarse en las siguientes categorías.
  - Manipulación de datos
  - Transferencia de datos
  - Instrucciones condicionales e instrucciones para ramificación

Tipos de instrucciones

- Manipulación de datos
  - Instrucciones aritméticas: ADD, SUB, MUL, IMUL, DIV, IDIV, INC, DEC.
  - Operaciones booleanas: NOT, AND, OR, XOR.
  - Manipulación de bits: SHR, SHL, ROR, ROL.
- Transferenciade datos
  - Incluye instrucciones como MOV, XCHG, PUSH y POP.

Tipos de instrucciones

- Instrucciones condicionales e instrucciones para ramificación
  - Saltos (JMP, JZ, JNZ, JE, JNE, LOOP, etc.)*
  - Llamadas y servicios (CALL, RET, IRET e INT)*
  - Comparaciones (NEG, CMP, TEST, etc.)
  - **Nota:** se modifica el valor de EIP

Lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

El formato de la instrucción de la adición es **“ADD destino, valor”** y el de la sustracción es **“SUB destino, valor”**.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

La sustracción modifica dos banderas importantes:

- **ZF** *(zero flag)*; se establece en 1 si el resultado de la operación es 0.
- **CF** *(carry flag)*; se establece si se efectúa un préstamo en la sustracción y replica el valor saliente en corrimientos y rotaciones.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

  - ADD EAX, EBX ; Asigna el valor de EBX a EAX y almacena el resultado en EAX
  - SUB EAX, 0x10 ; Resta 10 en hexadecimal a EAX

Las instrucciones **INC** y **DEC** incrementan o decrementan un registro en uno.

  - INC EDX ; Incrementa EDX en 1
  - DEC ECX ; Decrementa ECX en 1

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

El formato de la multiplicación sin signo es **“MUL valor”** y **siempre multiplica al registro EAX**, por lo que este último debe estar configurado apropiadamente antes de que ocurra la operación.

El producto es almacenado como resultado de 64 bits a través los registros EDX y EAX. EDX almacena los 32 bits más significativos de la operación y EAX almacena los 32 bits menos significativos.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Multiplicador (valor)	Multiplicando	Producto
8 bits	AL	+ AH:AL -
16 bits	AX	+ DX:AX -
32 bits	EAX	+ EDX:EAX -

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

  - MOV EAX,0x44332211 ; Asigna el valor 0x44332211 a EAX
  - MUL 0x50 ; Multiplica EAX (0x44332211) por 0x50 y almacena el resultado (**15**4FFAA550) en EDX:EAX

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

El formato de la división sin signo es **“DIV valor”** y hace lo mismo que la instrucción **MUL** pero de manera opuesta, divide EDX y EAX entre un valor, por lo que estos últimos deben estar configurados apropiadamente antes de que ocurra la operación.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

El cociente se almacena en EAX (AX o AL) y el residuo se almacena en EDX (DX o AH).

- MOV EDX,0x0
- MOV EAX,0x150
- DIV 0x75 ; Divide los registros EDX:EAX (0x150) entre 0x75 y almacena el resultado en el registro EAX y el residuo en EDX

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Divisor (valor)	Dividendo	Cociente	Residuo
8 bits	AX	AL	AH
16 bits	DX:AX	AX	DX
32 bits	EDX:EAX	EAX	EDX

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Instrucción NOT: Lleva a cabo la negación bit a bit, es decir, invierte todos los bits y el resultado se guarda en el mismo operando.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- NOT EAX ; EAX = 0x0FB6

lenguaje ensamblador

A B	A·B
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

- **Aritmética**

Instrucción AND: Realiza la conjunción bit a bit y el resultado se guarda en el operando destino (AND destino, origen).

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- AND EAX, EBX ; EAX = 0x0048 y EBX = 0x05CA

lenguaje ensamblador

A B	A+B
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

- **Aritmética**

Instrucción OR: Realiza la disyunción bit a bit y el resultado se guarda en el operando destino (OR destino, origen).

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- OR EAX, EBX ; EAX = 0xF5CB y EBX = 0x05CA

lenguaje ensamblador

A B	A^B
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0

- **Aritmética**

Instrucción XOR: Realiza la disyunción exclusiva bit a bit y el resultado se guarda en el operando destino (XOR destino, origen).

En algunos lenguajes de programación se usa el acento circunflejo para efectuar la operación XOR.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Instrucción NEG: Invierte todos los bits, posteriormente agrega (suma) un 1 y el resultado se guarda en el mismo operando.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- NEG EAX ; EAX = 0x0FB7 (0x0FB6 + 0x0001)

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Instrucción CMP: Realiza la resta implícita (SUB) del origen al destino (CMP destino, origen), el resultado no se guarda en el destino pero cambia el estado de las.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- CMP EAX, EBX ; EAX = 0xF049 y EBX = 0x05CA

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Instrucción TEST: Realiza la conjunción implícita (AND) bit a bit entre el origen y el destino (TEST destino, origen), el resultado no se guarda en el destino pero cambia el estado de las banderas.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- TEST EAX, EBX ; EAX = 0xF049 y EBX = 0x05CA

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Las instrucciones **SHR** y **SHL** son usadas para corrimiento de bits en los registros.

El formato para corrimiento a la derecha es **“SHR destino, contador”** y el formato para el corrimiento a la izquierda es **“SHL destino, contador”**.

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

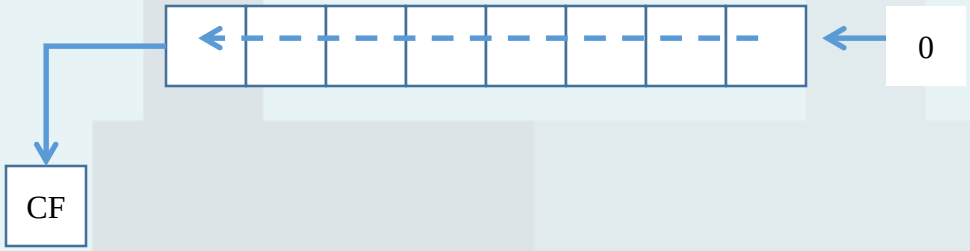
Durante dichos corrimientos, el bit procesado se mueve a la bandera de acarreo (CF).

- MOV BL, 0x0A ; Mueve el valor 0x0A (0000 1010 en binario) al registro BL
- SHL BL, 2 ; Corrimiento del registro BL de 2 bits a la izquierda, el resultado es 0010 10**00** (40d o 28h)

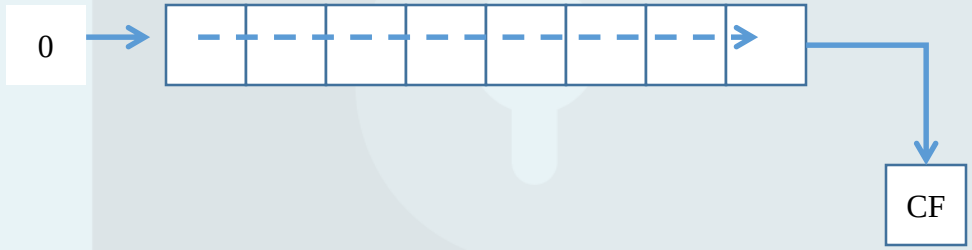
lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

SHL



SHR



lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

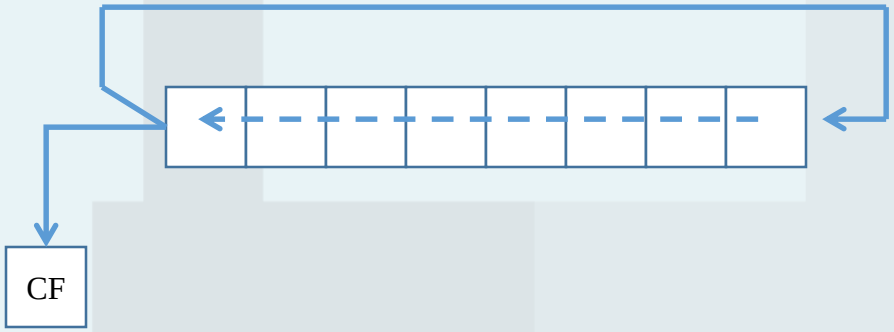
Las instrucciones de rotación **ROR** y **ROL** hacen que los bits **desplazados** regresen al otro extremo. En otras palabras, durante la rotación a la derecha (ROR) los bits menos significativos se rotan a la posición más significativa.

- MOV BL, 0x0A ; Mueve el valor 0x0A al registro BL :. BL = 0000 10**10**
- ROR BL, 2 ; Rotación del registro BL de 2 bits a la derecha .: BL = **10**00 0010

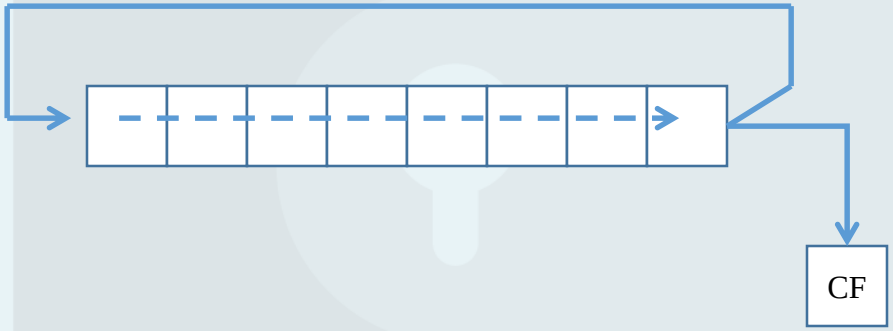
lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

ROL



ROR



lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

Instrucción LEA *(Load Effective Address)*: Carga la dirección efectiva del operando origen dentro del operando destino (LEA destino, origen).

- LEA EAX, [EBP-0x04] ; dirección de la primera variable local

lenguaje ensamblador

- **Aritmética**

La instrucción **LEA** no siempre es utilizada para referenciar direcciones de memoria, en ocasiones se usa para calcular valores debido a que requiere pocas instrucciones.

Por ejemplo, al factorizar el número 7 en la instrucción **“LEA EBX, [EAX*7+7]”** se obtiene la expresión **“EBX = (EAX+1) * 7”**.

lenguaje ensamblador

- **Transferencia de datos**

Instrucción MOV: Asigna el origen al destino (MOV destino, origen). Direccionamiento inmediato.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- MOV EAX, EBX ; EAX = 0x05CA y EBX = 0x05CA

lenguaje ensamblador

- **Transferencia de datos**

Instrucción XCHG: Intercambia el contenido del operando destino y con el de origen (XCHG destino, origen). Direccionamiento inmediato.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- MOV EBX, 0x05CA ; EBX = 0x05CA
- XCHG EAX, EBX ; EAX = 0x05CA y EBX = 0xF049

lenguaje ensamblador

- **Transferencia de datos**

Instrucción PUSH: Almacena el operando en la pila (PUSH operando). Direccionamiento inmediato.

- MOV EAX, 0xF049 ; EAX = 0xF049
- PUSH EAX ; Ultimo valor pila = 0xF049

lenguaje ensamblador

- **Transferencia de datos**

Instrucción POP: Extrae y almacena el último valor almacenado en la pila en el operando (POP operando). Direccionamiento inmediato.

- MOV EAX, 0xF00D ; EAX = 0xFFFF
- POP EAX ; EAX = BAAD, Ultimo valor en la pila = 0xFOOD

Programación en ensamblador

```
; prog1.asm
global _start   ; Linea requerida por ld
section .text   ; etiqueta que indica el
                ; inicio de la sección
                ; ejecutable
_start:                 ; inicio del programa
     mov eax,0x04       ; eax = 0x04
     mov ebx,0x06       ; ebx = 0x06
     add eax,ebx        ; eax = eax + ebx
```

Programación en ensamblador

Ensamblar el código fuente

```
nasm -f elf -o prog1.o prog1.asm
```

¿Ejecutar?

```
./prog1.o
```

Programación en ensamblador

¿Permission denied?

Enlazar el código objeto con las bibliotecas necesarias para producir el ejecutable.

```
ld -o prog1 prog1.o
```

¿Ejecutar?

```
./prog1
```

Programación en ensamblador

¿Segmentation fault?

Solución: gdb

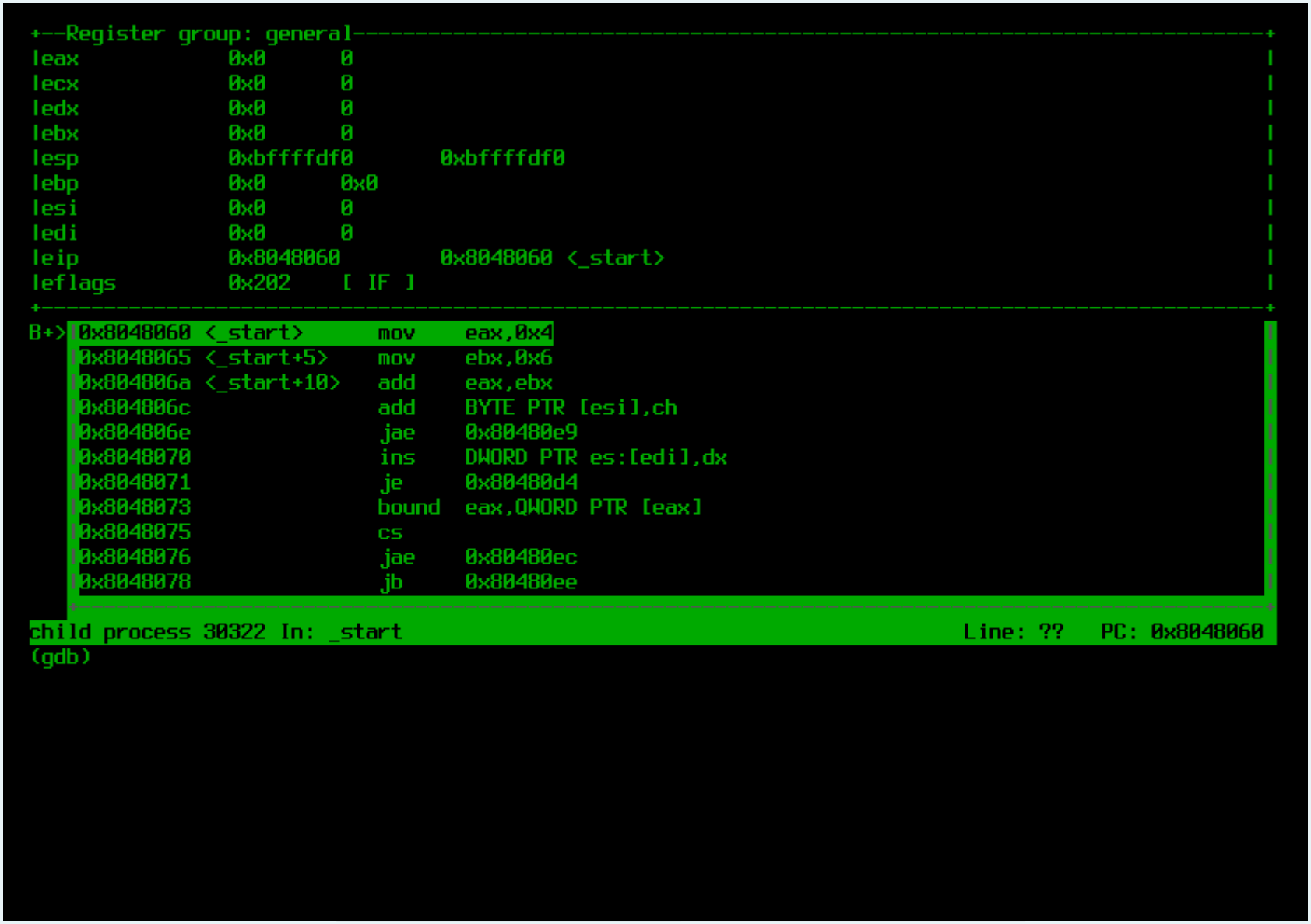
Programación en ensamblador

Utilizar GDB para ejecutar el programa en un entorno controlado.

```
gdb prog1
```

Dentro de GDB escribir los siguientes comandos:

```
break _start
run
set disassembly-flavor intel
layout asm
layout regs
```


+--Register group: general
leax 0x0 0
lecx 0x0 0
ledx 0x0 0
lebx 0x0 0
lesp 0xbffffdf0 0xbffffdf0
lebp 0x0 0x0
lesi 0x0 0
ledi 0x0 0
leip 0x8048060 0x8048060 <_start>
leflags 0x202 [IF]
B+> 0x8048060 <_start> mov eax,0x4
0x8048065 <_start+5> mov ebx,0x6
0x804806a <_start+10> add eax,ebx
0x804806c add BYTE PTR [esi],ch
0x804806e jae 0x80480e9
0x8048070 ins DWORD PTR es:[edi],dx
0x8048071 je 0x80480d4
0x8048073 bound eax,QWORD PTR [eax]
0x8048075 cs
0x8048076 jae 0x80480ec
0x8048078 jb 0x80480ee
child process 30322 In: _start
Line: ?? PC: 0x8048060
(gdb)

Programación en ensamblador

break _start – establece un breakpoint al comienzo del progra

run – ejecuta programa hasta el breakpoint

set disassembly-flavor intel – muestra código ASM en sintaxis intel

layout asm – despliega código asm

layout regs – despliega registros

```
B+ 0x8048060 <_start>      mov    eax,0x4
   0x8048065 <_start+5>    mov    ebx,0x6
   0x804806a <_start+10>   add    eax,ebx
```

- Ejecutar stepi

- Ejecutar stepi

- Ejecutar stepi

Saltos

- Son instrucciones utilizadas para dirigir el flujo de ejecución de un programa hacia una localidad de memoria (relativa o absoluta), comúnmente se especifica una etiqueta.

- Existen dos tipos de saltos: condicionales y no condicionales.

Saltos no condicionales

- Siempre salta hacia otra porción de código en alguna dirección de memoria (JMP destino), por lo que no se necesita revisar el estado de las banderas.

JMP <destino>

Por ejemplo, las instrucciones JMP, CALL y RET.

Saltos condicionales

- Utilizan el valor de las banderas (resultado de las operaciones con registros) para saltar a una nueva rama y transferirle el control si una condición se cumple.

Saltos condicionales

- La estructura de un salto condicional es típicamente de la forma **JXX**, donde las letras “X” (que pueden ir de 1 a 4 letras) describen las siguientes condiciones:
  - Comparación general (Ej. Bandera Zero = 0, Bandera Signo = 1, etc.)
  - Comparación sin signo (ambos operadores)
  - Comparación con signo

  JXX <destino> ; donde XX es una condición a evaluar

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

```
MOV EAX, variable_a
CMP EAX, 0x08040200
JNE bloque_2

bloque_1:
     primer bloque de código
     JMP fin
bloque_2:
     segundo bloque de código
fin:
```

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

La estructura de un salto condicional es típicamente de la forma **JXX**, donde las letras “X” (que pueden ir de 1 a 4 letras) describen las siguientes condiciones:

- ❑ Comparación general
- ❑ Comparación sin signo
- ❑ Comparación con signo

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación general

- JZ: Salta si la bandera cero está activa (ZF = 1)
- JE: Salta si es igual (ZF = 1)
- JNZ: Salta si la bandera cero está deshabilitada (ZF = 0)
- JNE: Salta si no es igual (ZF = 0)
- JC: Salta si hubo acarreo (CF = 1)
- JNC: Salta si no hubo acarreo (CF = 0)

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación general

- JS: Salta si el número tiene signo (SF = 1)
- JNS: Salta si el número no tiene signo (SF = 0)
- JO: Salta si fue un desbordamiento (OF = 1)
- JNO: Salta si no fue un desbordamiento (OF = 0)

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación general

- JP: Salta si hubo paridad, número de bits habilitados par (PF=1)
- JNP: Salta si no hubo paridad, número de bits habilitados impar (PF=0)
- J**CX**Z: Salta si el registro CX tiene el valor 0.
- J**ECX**Z: Salta si el registro ECX tiene el valor 0.

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación **sin signo** (ambos operadores)

- JA: (above) Salta si es mayor, **op1 > op2** (CF = 0 y ZF = 0)
- JNBE: Salta si no es menor o igual, **op1 > op2** (CF=0 y ZF=0)
- JAE: Salta si es mayor o igual, **op1 >= op2** (CF = 0)
- JNB: Salta si no es menor, **op1 >= op2** (CF = 0)

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación **sin signo** (ambos operadores)

- JB: (below) Salta si es menor, **op1 < op2** (CF = 1)
- JNAE: Salta si no es mayor o igual, **op1 < op2** (CF = 1)
- JBE: Salta si es menor o igual, **op1 <= op2** (CF = 1 y ZF = 1)
- JNA: Salta si no es mayor, **op1 <= op2** (CF = 1 y ZF = 1)

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación **con signo**

- JG: (greater) Salta si es mayor, **op1 > op2** (SF = OF y ZF = 0)
- JNLE: Salta si no es menor o igual, **op1 > op2** (SF=OF y ZF=0)
- JGE: Salta si es mayor o igual, **op1 >= op2** (SF = OF)
- JNL: Salta si no es menor, **op1 >= op2** (SF = OF)

lenguaje ensamblador

- **Saltos**

Comparación **con signo**

- JL: (less) Salta si es menor, **op1 < op2** (SF != OF)
- JNGE: Salta si no es mayor o igual, **op1 < op2** (SF != OF)
- JLE: Salta si es menor o igual, **op1 <= op2** (SF != OF o ZF = 1)
- JNG: Salta si no es mayor, **op1 <= op2** (SF != OF o ZF = 1)

Procedimientos

- Un procedimiento es un conjunto de instrucciones delimitadas por una etiqueta indicando el comienzo de la misma y terminando con la instrucción RET.

```
Inicio_procedimiento:
        <Código>
RET
```

Procedimientos

- El procedimiento es llamado desde otra función usando la instrucción CALL, teniendo como argumento la etiqueta al inicio del procedimiento.

CALL <Procedimiento>

Procedimientos

- Nota: un procedimiento con frecuencia puede utilizar un prologo y un epílogo para gestionar el uso de la pila. No obstante, no es forzosa la presencia de ambos.
- Lenguajes de programación como C, los incluyen como parte de cada función.

Interrupciones y excepciones

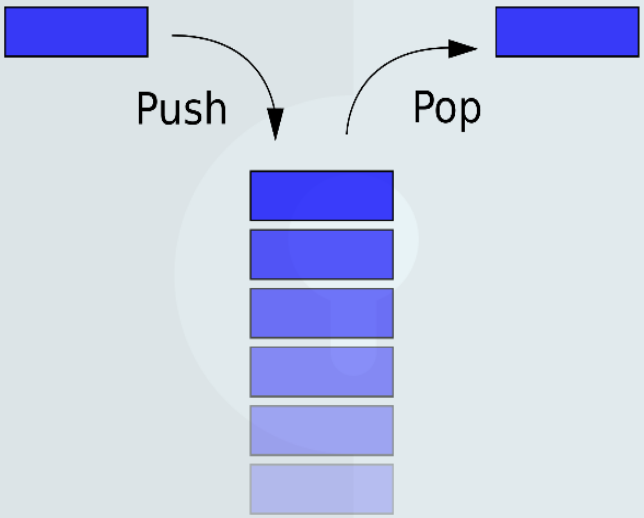
- El procesador proporciona dos mecanismos para modificar la ejecución de un programa: interrupciones y excepciones.
  - Una interrupción es evento asíncrono que generalmente se presenta por la acción de un dispositivo de entrada/salida.
  - Una excepción es un evento síncrono que se genera cuando el procesador detecta una o más condiciones predefinidas durante la ejecución de una instrucción.

Interrupciones y excepciones

- Por ejemplo:
  - El mnemónico de interrupción **INT 80h** se encarga de atender las llamadas al sistema (syscall) en Linux.
  - INT 21h atiende las syscall en sistemas DOS.

Pila

- La pila (Stack) es una estructura de datos tipo LIFO (último en entrar, primero en salir) usada para colocar y remover elementos.

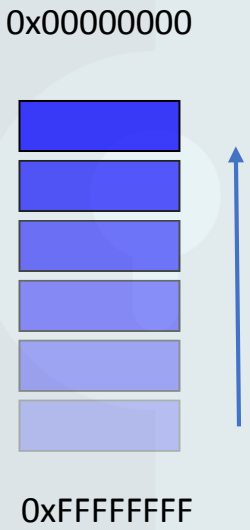


Pila

- Frecuentemente se utiliza para almacenamiento temporal de variables locales, argumentos y direcciones de retorno.
- Su principal uso es la gestión de datos intercambiados entre llamadas a funciones.
- Cada vez que se realiza una llamada se genera un nuevo *stack frame* en la pila.

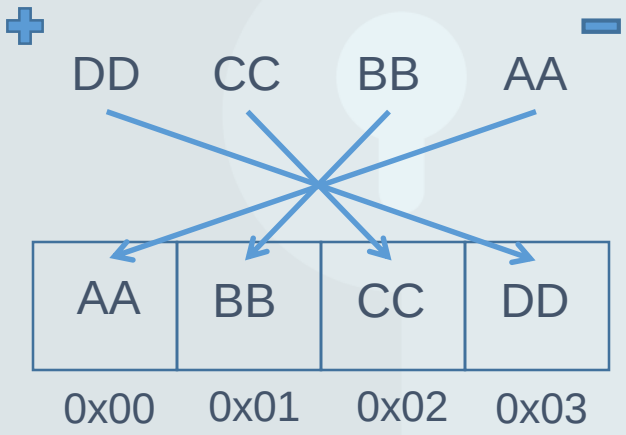
Pila

- La pila crece hacia las direcciones de memoria más bajas, es decir, cada vez que se insertan valores en la pila se utilizan direcciones de memoria más pequeñas.



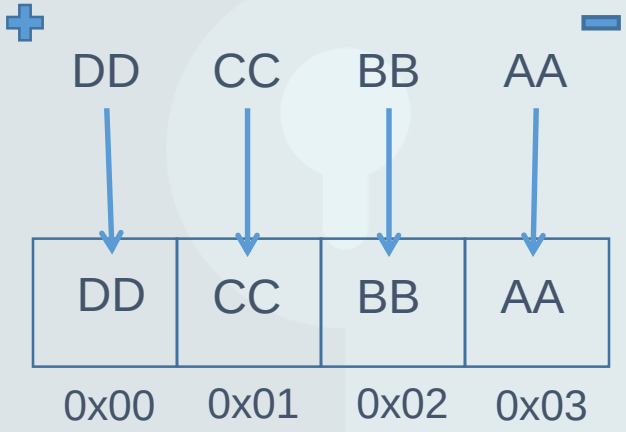
Lenguaje Ensamblador

- ***Orden de bytes***
- Little-endian
- Significa que el byte menos significativo se almacena en la dirección más baja de memoria. Usado por Intel.



Lenguaje Ensamblador

- Big-endian
- Representa los bytes en “orden natural”. El byte más significativo se almacena en la dirección de memoria más baja.



Sintaxis AT&T

- La notación es: mnemónico origen, destino
- Los registros se denotan por el signo %
- Las constantes numéricas son precedidas del signo $
- Los números hexadecimales inician con 0x

Sintaxis AT&T

- Los números binarios inician con 0b

- El tamaño para 8, 16 y 32 bits se especifica con los sufijos: b, w y l a diferencia de Intel donde se usa: byte ptr, word ptr y dword ptr.

Sintaxis AT&T

- Los números binarios inician con 0b

- El tamaño para 8, 16 y 32 bits se especifica con los sufijos: b, w y l a diferencia de Intel donde se usa: byte ptr, word ptr y dword ptr.

Directivas

- Son instrucciones propias del ensamblador y no están relacionadas con los mnemónicos definidos para un procesador.

- Generalmente son usadas para almacenar valores en el ejecutable o para señalar secciones .

- Ejemplos de directivas son DB, DW, EQU, SECTION, GLOBAL, etc.

Más programación …

Generar un programa que compare si el contenido del registro EAX es igual a 0xFACEB00C, si lo es que muestre el mensaje “EAX tiene 0xFACEB00C :)”, en caso contrario “EAX no tiene 0xFACEB00C :V”.

Más programación …

```
; prog2.asm
global _start
section .text
_start:
        cmp eax,0xFACEB00C
        jne bloque1

bloque1:
        mov edx,len_msg1
        mov ecx,msg1
        mov ebx,1
        mov eax,4
        int 0x80
        jmp fin

bloque2:
        mov edx,len_msg2
        mov ecx,msg2
        mov ebx,1
        mov eax,4
        int 0x80
fin:

section .data
msg1 db ‘EAX tiene 0xFACEB00C :)’,0xa
len_msg1 equ $ - msg1

msg2 db ‘EAX no tiene 0xFACEB00C :V’,0xa
len_msg2 equ $ - msg2
```

Tarea

- Significado de la “R” en los registros de proposito general de 64 bits(*)
- Generar el código ensamblador de las sentencias switch, y for(comentadas linea por linea, en papel)
- Investigar tipos de datos en ensamblador y su tamaño

Prácticas

- Generar un programa que cifre una cadena con al menos 5 instrucciones de ensamblador distintas, al menos una de las instrucciones debe ser SHR o SHL con un corrimiento mínimo de 3.

- Generar un programa que descifre la cadena previamente cifrada.

http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/manuals/64-ia-32-architectures-software-developer-instruction-set-reference-manual-325383.pdf