

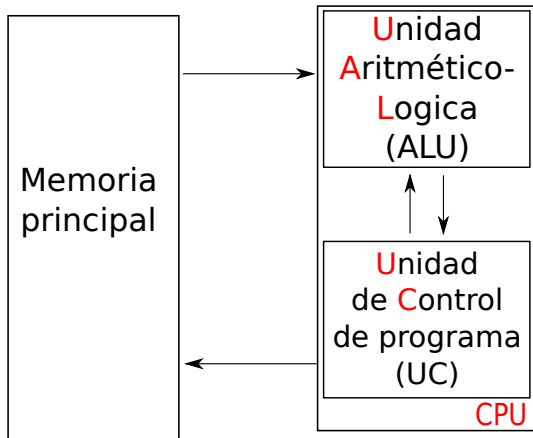
Memoria Principal e Interconexión

Organización de computadoras

Universidad Nacional de Quilmes

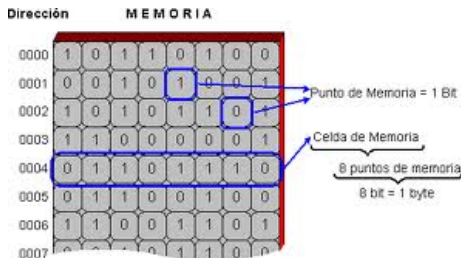
<http://orga.blog.unq.edu.ar>

Arquitectura de Von Neumann



Memoria Principal

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal



Memoria principal

- Conjunto de celdas, todas del mismo tamaño (cantidad de bits).
- Cada celda se accede a través de su **dirección**.
- Permite leer o escribir celdas.
- La celda es la **unidad direccionable** mas pequeña: cada una está asociada a una dirección diferente

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

- Se la conoce también como **RAM** (Memoria de Acceso Aleatorio)

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

- Se la conoce también como **RAM** (Memoria de Acceso Aleatorio)
- Se utiliza para almacenar temporalmente datos y programas.

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

- Se la conoce también como **RAM** (Memoria de Acceso Aleatorio)
- Se utiliza para almacenar temporalmente datos y programas.
- Es **volátil**: Pierde su contenido al desconectar la energía eléctrica

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

- Se la conoce también como **RAM** (Memoria de Acceso Aleatorio)
- Se utiliza para almacenar temporalmente datos y programas.
- Es **volátil**: Pierde su contenido al desconectar la energía eléctrica

Memoria de Acceso Aleatorio

Es posible acceder a cualquier celda con el mismo consumo de tiempo
(¡No es azar!)

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

Memoria de Ejemplo

0	0101
1	1010
2	0000
3	1111
4	1100

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

Memoria de Ejemplo

0	0101
1	1010
2	0000
3	1111
4	1100

- Direcciones: {0, 1, 2, 3, 4}
- Celdas de 4 bits

Arquitectura de Von Neumann: Memoria Principal

Memoria de Ejemplo

0	0101
1	1010
2	0000
3	1111
4	1100

- Direcciones: {0, 1, 2, 3, 4}
- Celdas de 4 bits

Si la memoria recibe una orden de lectura sobre la celda **3**
¿Que responde?

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Funcionamiento: Lectura

- 1 Recibe la señal de **lectura**
- 2 Recibe una **dirección**
- 3 Entrega el **dato** contenido en la celda correspondiente.

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Funcionamiento: Lectura

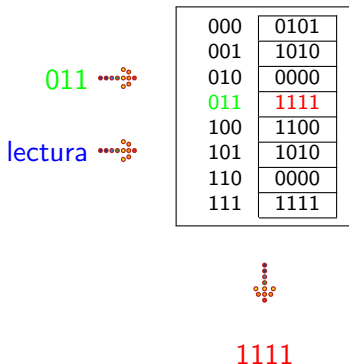
011 

lectura 

000	0101
001	1010
010	0000
011	1111
100	1100
101	1010
110	0000
111	1111

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Funcionamiento: Lectura



Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Funcionamiento: Escritura

- 1 Recibe la señal de **escritura**
- 2 Recibe una **dirección**
- 3 Recibe un **dato**
- 4 Almacena el **dato** en la celda correspondiente.

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Funcionamiento: Escritura

011 

escritura 

0000 

000	0101
001	1010
010	0000
011	0000
100	1100
101	1010
110	0000
111	1111

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Espacio direccionable

Conjunto de todas las direcciones de las celdas de memoria

- Si la memoria tiene 2^m celdas, se necesitan **m** bits para expresar las direcciones $[0 : 2^m - 1]$
- Las celdas se agrupan en palabras. La palabra es la unidad *natural* de organización de la memoria. Su tamaño suele coincidir con lo necesario para representar números, y puede ser de 1 celda.
- Unidad de transferencia: cantidad de bits que se transmiten al mismo tiempo.

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

¿Cómo le llegan los **datos**/las **direcciones**/las **señales** a la memoria principal?

Buses

Interconexión entre la memoria y la CPU

Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

Bus

- Medio de transmisión compartido entre 2 o mas dispositivos
- Conjunto de señales (cables) agrupadas con un determinado objetivo

Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

¿Que se necesita?

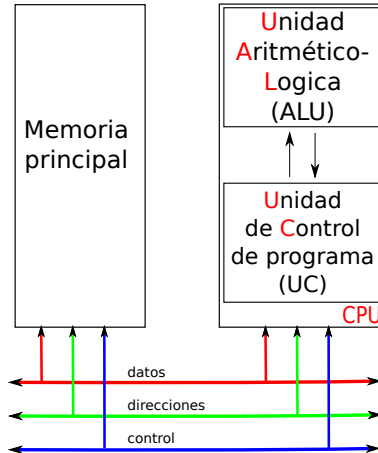
- Transmitir **datos** desde y hacia la memoria principal
- Transmitir **direcciones** hacia la memoria principal
- Transmitir **señales de control** hacia la memoria principal

Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

- Cada línea de un bus transmite 1 bit a la vez.
- Ancho del bus: cantidad de líneas

Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

- Cada línea de un bus transmite 1 bit a la vez.
- Ancho del bus: cantidad de líneas



Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

Bus de datos

Transporta datos entre los módulos. El ancho del bus determina cuantos bits pueden transmitirse simultáneamente (en paralelo)

Arquitectura de Von Neumann: Bus de direcciones

Bus de direcciones

Indica el destino o el origen del dato que está en el bus de datos. El ancho de este bus determina el **espacio direccionable**.

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Revisamos la lectura

(datos)	1111	
(dirección)	011	
(control)	lectura	

000	0101
001	1010
010	0000
011	1111
100	1100
101	1010
110	0000
111	1111

Arquitectura de Von Neumann: Memoria

Revisamos la escritura

(datos)	0000	
(dirección)	011	
(control)	escritura	

000	0101
001	1010
010	0000
011	0000
100	1100
101	1010
110	0000
111	1111

Interconexión: medios compartidos

Muchos dispositivos se conectan al bus y la señal transmitida por cualquiera de ellos está disponible para ser leída por cualquier otro.

Interconexión: medios compartidos

Muchos dispositivos se conectan al bus y la señal transmitida por cualquiera de ellos está disponible para ser leída por cualquier otro.



Si mas de un dispositivo transmite al mismo tiempo sus señales colisionan

Interconexión: medios compartidos

Muchos dispositivos se conectan al bus y la señal transmitida por cualquiera de ellos está disponible para ser leída por cualquier otro.



Si mas de un dispositivo transmite al mismo tiempo sus señales colisionan



Se necesita algún mecanismo de control y sincronización para asegurar que solo uno transmita al mismo tiempo.

Arquitectura de Von Neumann: Interconexión

Bus de control

Transmite señales de temporización y de comando hacia la memoria.

- La temporización indica la validez de los datos y direcciones transmitidos en los otros buses
- Los comandos indican el tipo de operación que debe llevar a cabo la memoria (lectura o escritura)

Relación entre los buses y memoria principal

0	01010000
1	10010000
2	10101010
3	11001100
4	01010000
5	10010000
6	10101010
7	11001100

Relación entre los buses y memoria principal

0	01010000
1	10010000
2	10101010
3	11001100
4	01010000
5	10010000
6	10101010
7	11001100

- Se tienen 8 celdas 

Relación entre los buses y memoria principal

0	01010000
1	10010000
2	10101010
3	11001100
4	01010000
5	10010000
6	10101010
7	11001100

- Se tienen 8 celdas  El bus de direcciones debe tener 3 bits

Relación entre los buses y memoria principal

0	01010000
1	10010000
2	10101010
3	11001100
4	01010000
5	10010000
6	10101010
7	11001100

- Se tienen 8 celdas  El bus de direcciones debe tener 3 bits
- Las celdas contienen 8 bits 

Relación entre los buses y memoria principal

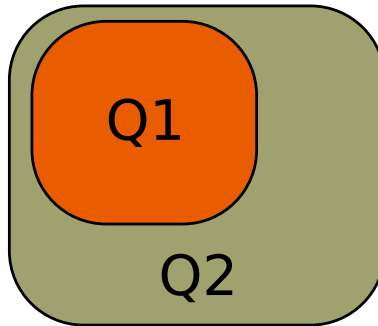
0	01010000
1	10010000
2	10101010
3	11001100
4	01010000
5	10010000
6	10101010
7	11001100

- Se tienen 8 celdas  El bus de direcciones debe tener 3 bits
- Las celdas contienen 8 bits  El bus de datos debe tener 8 bits

De los creadores de **Q1** llega...

Arquitectura Q2

Arquitectura Q2



Arquitectura Q2

- Tiene 8 registros de uso general de 16 bits: R0..R7

Arquitectura Q2

- Tiene 8 registros de uso general de 16 bits: R0..R7
- Tiene instrucciones de 2 operandos:

Arquitectura Q2

- Tiene 8 registros de uso general de 16 bits: R0..R7
- Tiene instrucciones de 2 operandos:

instrucción	sintaxis	efecto
ADD	ADD destino, origen	destino $\leftarrow$ destino+origen
SUB	SUB destino, origen	destino $\leftarrow$ destino - origen
MUL	MUL destino, origen	(R7,destino) $\leftarrow$ destino * origen
DIV	DIV destino, origen	destino $\leftarrow$ destino% origen
MOV	MOV destino, origen	destino $\leftarrow$ origen

Arquitectura Q2

- Tiene 8 registros de uso general de 16 bits: R0..R7
- Tiene instrucciones de 2 operandos:

instrucción	sintaxis	efecto
ADD	ADD destino, origen	destino $\leftarrow$ destino+origen
SUB	SUB destino, origen	destino $\leftarrow$ destino - origen
MUL	MUL destino, origen	(R7,destino) $\leftarrow$ destino * origen
DIV	DIV destino, origen	destino $\leftarrow$ destino% origen
MOV	MOV destino, origen	destino $\leftarrow$ origen

- Tiene direcciones de 16 bits.
- Los operandos pueden estar en registros, ser constantes o estar en direcciones de memoria.

Arquitectura Q2: modos de direccionamiento

Q2 permite 3 modos de direccionamiento:

- modo registro: el valor buscado está en un registro
- modo inmediato: el valor buscado está codificado dentro de la instrucción
- modo **directo**: el valor buscado está contenido en una celda de memoria

Arquitectura Q2: modos de direccionamiento

Modo de direccionamiento directo

MOV R0, [3456]

ADD [FFEE], [AB01]

ADD [FFEE], 0xAB01

Arquitectura Q2: formato de instrucciones

Formato de instrucción

Define la organización de los bits dentro de una instrucción, en términos de las partes que la componen. Debe incluir el **código de la operación** y los **operandos**

Arquitectura Q2: formato de instrucciones

Formato de instrucción

Define la organización de los bits dentro de una instrucción, en términos de las partes que la componen. Debe incluir el **código de la operación** y los **operandos**

Cod_Op (4b)	Modo Destino (6b)	Modo Origen (6b)	Operando Destino (16b)	Operando Origen (16b)
----------------	----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------

(Idem Q1)

Arquitectura **Q2**: Códigos de Operación

Operación	CodOp
MUL	0000
MOV	0001
ADD	0010
SUB	0011
DIV	0111

(Idem **Q1**)

Arquitectura Q2: Códigos de los modos de direccionamiento

Modo	Codificación
Inmediato	000000
Directo	001000
Registro	100rrr

donde rrr es una codificación (en 3 bits) del número de registro.

Arquitectura Q2: formato de instrucciones

Cod_Op (4b)	Modo Destino (6b)	Modo Origen (6b)	Operando Destino (16b)	Operando Origen (16b)
----------------	----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------

Los campos de los operandos Destino y Origen...

- no existen (si el modo respectivo es *registro*),
- contienen valores constantes (si el modo respectivo es *inmediato*),
- o **contiene una dirección de memoria** (si el modo respectivo es *directo*)

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV R1,[0003]

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV R1,[0003]

Efecto	$R1 \leftarrow [0003]$
Código de operación	0001
Modo Destino	R1 está en modo registro: 100rrr
Modo Origen	[0003] está en modo directo: 001000

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV R1,[0003]

Efecto	R1 $\leftarrow$ [0003]
Código de operación	0001
Modo Destino	R1 está en modo registro: 100rrr
Modo Origen	[0003] está en modo directo: 001000



0001100001001000000000000000011

Cod_Op (4b)	Modo Destino (6b)	Modo Origen (6b)	Operando Destino (16b)	Operando Origen (16b)
----------------	----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV [AAAA],[0003]

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV [AAAA],[0003]

Efecto	$[AAAA] \leftarrow [0003]$
Código de operación	0001
Modo Destino	[AAAA] está en modo directo: 001000
Modo Origen	[0003] está en modo directo: 001000

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV [AAAA],[0003]

Efecto	[AAAA] ← [0003]
Código de operación	0001
Modo Destino	[AAAA] está en modo directo: 001000
Modo Origen	[0003] está en modo directo: 001000



0001001000001000101010101010101000000000000000011

Cod_Op (4b)	Modo Destino (6b)	Modo Origen (6b)	Operando Destino (16b)	Operando Origen (16b)
----------------	----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV [F0F0],R5

Arquitectura Q2: Ejemplos

Ejercicio: Ensamblar MOV [F0F0],R5

Efecto	[F0F0] $\leftarrow$ R5
Código de operación	0001
Modo Destino	[F0F0] está en modo directo: 001000
Modo Origen	R5 está en modo registro: 100101

Ejercicio: Ensamblar MOV [F0F0],R5

Efecto	[F0F0] ← R5
Código de operación	0001
Modo Destino	[F0F0] está en modo directo: 001000
Modo Origen	R5 está en modo registro: 100101



0001001000100101111000011110000

Cod_Op (4b)	Modo Destino (6b)	Modo Origen (6b)	Operando Destino (16b)	Operando Origen (16b)
----------------	----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------

Arquitectura Q2: Ejercicios

Ejercicios

Arquitectura Q2: Ejercicios

Ejercicios

- 1 Hacer un programa que multiplique por 12 el valor de la celda 7.
- 2 Hacer un programa que sume el valor de la celda 0x7654 con el valor de 0x0123 y guarde el resultado en R2

Arquitectura Q2

Si las direcciones son de 16 bits

Arquitectura Q2

Si las direcciones son de 16 bits
y las celdas contienen 16 bits

Arquitectura Q2

Si las direcciones son de 16 bits
y las celdas contienen 16 bits



¿Cuál es el tamaño de la memoria de **Q2**?

Arquitectura Q2: Ejercicios

Ejercicio: Desensamblar

1200 A1A0 0002

1200 A1A1 0003

0208 A1A0 A1A1

Arquitectura Q2: Ejercicios

Ejercicio: Desensamblar

1200 A1A0 0002

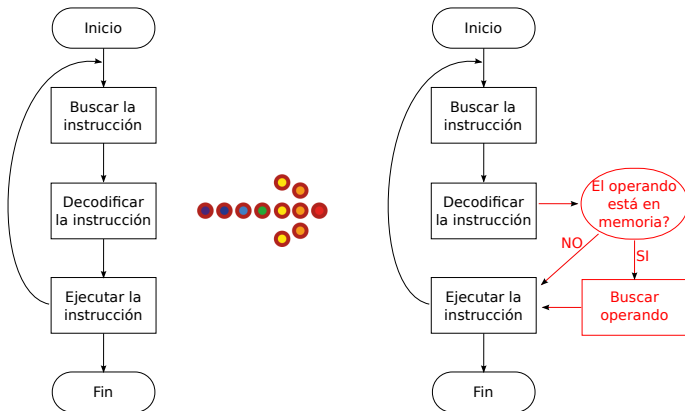
1200 A1A1 0003

0208 A1A0 A1A1

cadena	Codop	Modo Destino	Modo Origen	Origen	Destino
1200 A1A0 0002	MOV	Directo	Inmediato	A1A0	0002
1200 A1A1 0003	MOV	Directo	Inmediato	A1A1	0003
0208 A1A0 A1A1	MUL	Directo	Directo	A1A0	A1A1

Ciclo de ejecución de instrucción revisado

Revisemos el ciclo para Q2



Ciclo de ejecución de instrucción revisado

El operando
está en
memoria?

¿Cómo hace la Unidad de Control para responderlo?

Ciclo de ejecución de instrucción revisado

El operando
está en
memoria?

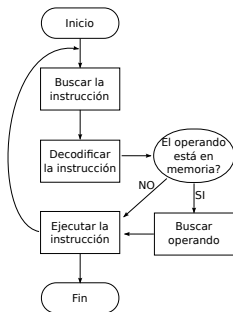
¿Cómo hace la Unidad de Control para responderlo?

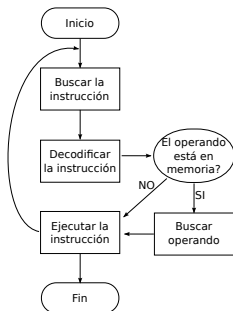


Mediante los modos de direccionamiento

¿Cuanto tarda la ejecución de un programa?

¿Cuánto tarda la ejecución de un programa?

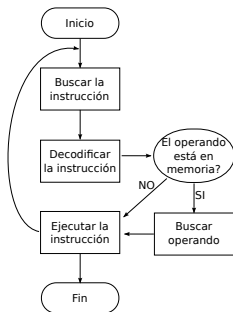




¿Cuánto tarda la ejecución de un programa?



¿De qué depende?



¿Cuánto tarda la ejecución de un programa?



¿De qué depende?



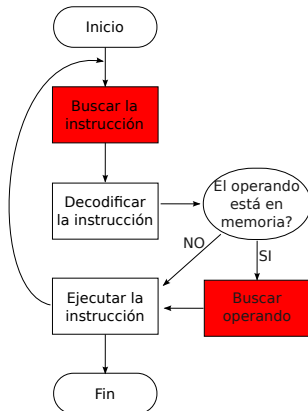
Accesos a memoria + tiempo de ejecución

Accesos a memoria

¿En que momento se accede a memoria?

Accesos a memoria

¿En que momento se accede a memoria?



Cantidad de accesos de una instrucción

¿Cuántos accesos tiene?

MOV R1, R2

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, R2

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, R2



Búsqueda de la instrucción

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, R2



Búsqueda de la instrucción



0001100001100010
(1 celda)

Búsqueda de operandos

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, R2



Búsqueda de la instrucción



0001100001100010
(1 celda)

Búsqueda de operandos



No tiene operandos en memoria

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, [0001]

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, [0001]



Búsqueda de la instrucción

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, [0001]



Búsqueda de la instrucción



00011000010010000000000000000001
(2 celdas)

Búsqueda de operandos

Cantidad de accesos de una instrucción

MOV R1, [0001]



Búsqueda de la instrucción



00011000010010000000000000000001
(2 celdas)

Búsqueda de operandos



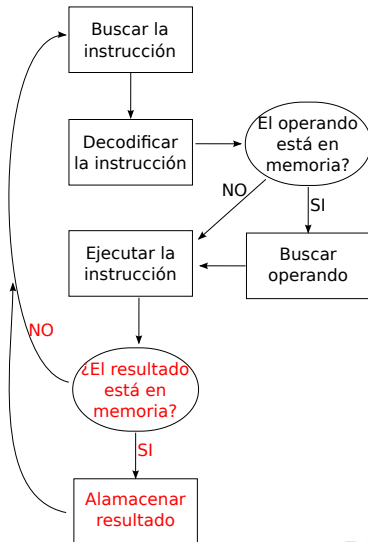
Se lee la celda 0001

Cantidad de accesos de una instrucción

¿Cuántos accesos tiene este programa?

MOV [0001],R1

Cantidad de accesos de una instrucción



¿Preguntas?