

Pasos de ejecución de instrucciones del Computador Teórico

Nomenclatura utilizada

Rd	Registro destino de una operación.
Rs	Registro fuente (origen) de una operación.
Rs1 Rs2	Registro fuente1/fuente2 de una operación.
Ri	Registro índice para direccionamiento indirecto.
Rd/s	Registro que es a la vez fuente y destino de una operación.
Rx	Registro que contiene la dirección de destino para saltos absolutos.
Inm_8	Un valor numérico de 8 bits.

Ejecución de instrucciones y unidad de control

Cada instrucción que ejecuta la CPU del Computador Teórico consta de una serie de ciclos o pasos de ejecución en los que se establecen las señales de control que la unidad de control debe generar para ejecutar la instrucción. La principal regla que se debe cumplir para establecer estas señales es la siguiente: el bus interno no podrá contener dos valores distintos en el mismo paso de ejecución, de lo contrario se produciría una incoherencia a nivel lógico, o un cortocircuito a nivel electrónico, en las líneas del bus interno de la CPU. De este modo, los ciclos o pasos de ejecución de una instrucción serán ciclos de ocupación del bus.

El número de pasos y las señales en cada paso dependerán de la instrucción a ejecutar. Sin embargo, los tres primeros pasos de todas las instrucciones son comunes. Las dos principales funciones de estos pasos comunes son:

- Cargar en el registro de instrucción, IR, el código máquina de la instrucción a ejecutar.
- Incrementar el registro contador de programa, PC, para que apunte a la siguiente instrucción a ejecutar.

Paso	Señales de control activas
1	PC - IB, IB - MAR, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU - TMPS, READ
2	TMPS - IB, IB - PC
3	MDR - IB, IB - IR

A continuación se enumeran los pasos en los que se descompone cada una de las instrucciones del juego de instrucciones de la CPU teórica. La primera es la instrucción NOP, que no realiza ninguna tarea efectiva.

NOP	
Paso	Señales de control activas
4	FIN

Instrucciones de movimiento

MOV Rd, Rs	
Paso	Señales de control activas
4	Rs - IB, IB - Rd, FIN

MOV Rd, [Ri]	
Paso	Señales de control activas
4	Ri - IB, IB - MAR, READ
5	Ciclo de espera
6	MDR - IB, IB - Rd, FIN

MOV [Ri], Rs	
Paso	Señales de control activas
4	Ri - IB, IB - MAR
5	Rs - IB, IB - MDR, WRITE
6	FIN

MOVL Rd, Inm_8	
Paso	Señales de control activas
4	IRl - IBl, IBl - Rdl, FIN

MOVH Rd, Inm_8	
Paso	Señales de control activas
4	IRl - IBh, IBh - Rdh, FIN

PUSH Rs	
Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_SET, ADD, ALU - TMPS
5	Rs - IB, IB - MDR
6	TMPS - IB, IB - R7, IB - MAR, WRITE
7	FIN

POP Rd	
Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU - TMPS, IB - MAR, READ
5	TMPS - IB, IB - R7
6	MDR - IB, IB - Rd, FIN

Instrucciones aritmético-lógicas

De tres operandos

ADD Rd, Rs1, Rs2	
Paso	Señales de control activas
4	Rs1 - IB, IB - TMPE
5	Rs2 - IB, ADD, ALU - SR, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - Rd, FIN

SUB Rd, Rs1, Rs2	
Paso	Señales de control activas
4	Rs1 - IB, IB - TMPE
5	Rs2 - IB, SUB, ALU - SR, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - Rd, FIN

OR Rd, Rs1, Rs2	
Paso	Señales de control activas
4	Rs1 - IB, IB - TMPE
5	Rs2 - IB, OR, ALU - SR, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - Rd, FIN

AND Rd, Rs1, Rs2	
Paso	Señales de control activas
4	Rs1 - IB, IB - TMPE
5	Rs2 - IB, AND, ALU - SR, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - Rd, FIN

XOR Rd, Rs1, Rs2	
Paso	Señales de control activas
4	Rs1 - IB, IB - TMPE
5	Rs2 - IB, XOR, ALU - SR, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - Rd, FIN

De dos operandos

CMP Rs1, Rs2

Paso	Señales de control activas
4	Rs1-IB, IB-TMPE
5	Rs2-IB, SUB, ALU-SR, FIN

De un operando

NOT Rd/s

Paso	Señales de control activas
4	Rd/s-IB, TMPE_SET, XOR, ALU-SR, ALU-TMPS
5	TMPS-IB, IB-Rd/s, FIN

INC Rd/s

Paso	Señales de control activas
4	Rd/s-IB, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU-SR, ALU-TMPS
5	TMPS-IB, IB-Rd/s, FIN

DEC Rd/s

Paso	Señales de control activas
4	Rd/s-IB, TMPE_SET, ADD, ALU-SR, ALU-TMPS
5	TMPS-IB, IB-Rd/s, FIN

NEG Rd/s

Paso	Señales de control activas
4	Rd/s-IB, TMPE_CLR, SUB, ALU-SR, ALU-TMPS
5	TMPS-IB, IB-Rd/s, FIN

Interrupciones y llamadas a servicios del sistema

CLI

Paso	Señales de control activas
4	CLI, FIN

STI

Paso	Señales de control activas
4	STI, FIN

INT Inm_8

Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_SET, ADD, ALU - TMPS
5	SR - IB, IB - MDR
6	TMPS - IB, IB - R7, IB - MAR, WRITE
7	R7 - IB, TMPE_SET, ADD, ALU - TMPS
8	PC - IB, IB - MDR
9	TMPS - IB, IB - R7, IB - MAR, WRITE
10	Ciclo de espera
11	ExtIRl - IB, IB - MAR, READ
12	Ciclo de espera
13	MDR - IB, IB - PC, FIN

IRET

Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU - TMPS, IB - MAR, READ
5	TMPS - IB, IB - R7
6	MDR - IB, IB - PC
7	R7 - IB, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU - TMPS, IB - MAR, READ
8	TMPS - IB, IB - R7
9	MDR - IB, IB - SR, FIN

Instrucciones de control de flujo

Saltos incondicionales

JMP Inm_8

Paso	Señales de control activas
4	PC - IB, IB - TMPE
5	ExtIRl - IB, ADD, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - PC, FIN

JMP Rx

Paso	Señales de control activas
4	Rx - IB, IB - PC, FIN

Llamadas a procedimientos

CALL Inm_8

Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_SET, ADD, ALU - TMPS
5	PC - IB, IB - MDR, IB - TMPE
6	TMPS - IB, IB - R7, IB - MAR, WRITE
7	ExtIRL - IB, ADD, ALU - TMPS
8	TMPS - IB, IB - PC, FIN

CALL Rx

Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_SET, ADD, ALU - TMPS
5	PC - IB, IB - MDR
6	TMPS - IB, IB - R7, IB - MAR, WRITE
7	Rx - IB, IB - PC, FIN

Retorno de procedimientos

RET

Paso	Señales de control activas
4	R7 - IB, TMPE_CLR, CARRY_IN, ADD, ALU - TMPS, IB - MAR, READ
5	TMPS - IB, IB - R7
6	MDR - IB, IB - PC, FIN

Saltos condicionales

BRCond Inm_8, cuando la condición es cierta

Paso	Señales de control activas
4	PC - IB, IB - TMPE
5	ExtIRL - IB, ADD, ALU - TMPS
6	TMPS - IB, IB - PC, FIN

BR_Cond Inm_8, cuando la condición es falsa

Paso	Señales de control activas
4	FIN