

**LECTURAS SOBRE COMPUTADORAS DIGITALES –LECTURA N°5**  
**MATERIA: ARQUITECTURA DE LAS COMPUTADORAS**

**1.- DE CÓMO EL FORMATO DE LA INSTRUCCIÓN MODELA LA ARQUITECTURA DE LAS COMPUTADORAS**

Los formatos de las instrucciones son un elemento que fija un poco arbitrariamente el diseñador cuando comienza a elaborar la arquitectura de una computadora.

Toda instrucción, como ya fue señalado, tiene que contestar a la máquina dos preguntas:

¿Qué hago?                      y                      ¿Sobre quién o quienes opero?

La respuesta a la primera pregunta se encuentra en el Campo del Código de operación y la segunda en el o los campos de direccionamiento.

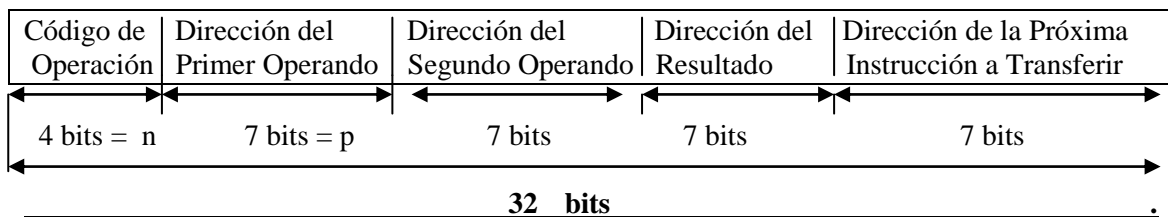
El estudio que se hace a continuación con distintas arquitecturas que fueron dándose a lo largo de la historia se hace utilizando dos elementos comunes: (1) La instrucción de suma y (2) El formato de instrucción de 32 bits.

El formato de instrucción de 32 bits fue fijado por IBM como el límite del tamaño pues a partir de allí eran tantos los cables que deberían tenderse desde cada flip-flop que la probabilidad de error crecería en forma geométrica.

**1.1.- PRIMER MODELO: PALABRA DE INSTRUCCIÓN DE CUATRO DIRECCIONES**

El primer modelo que pensaron los diseñadores tenía cinco campos, uno del código de operación y cuatro de direccionamiento.

Como puede verse en la figura 1; se direccionaban: El Primer Operando, El Segundo Operando, La posición de memoria del resultado y la Dirección de la próxima instrucción a transferirse.



**Figura 1: Formato de Instrucción de cuatro Direcciones**

1.- Notemos que todos los campos de direccionamiento tienen la misma cantidad de bits, esto es así pues todos direccionan a la misma memoria principal, en dónde se encuentran los datos y las instrucciones que forman parte del programa.

2.- Se puede definir la capacidad de direccionamiento como la cantidad de distintas direcciones que pueden tenerse con los bits de cada campo de direccionamiento.

$$K = 2^p \quad (\text{capacidad de direccionamiento})$$

$$\text{En este caso} \quad K = 2^7 \quad \text{Direcciones Distintas}$$

Cabe señalar que cada dirección hace referencia a un número de bits que responden a una misma dirección.

Normalmente cada dirección hacia referencia a una palabra lógica. Se entiende por palabra lógica la cantidad de bits que pasan de memoria principal al Registro de Instrucción(IR) en un paso de transferencia.

En las primeras máquinas la palabra lógica era de 32 bits.

### 3.- Tamaño máximo de memoria

Para determinar el tamaño máximo de memoria se debe recurrir al siguiente algoritmo:

$$\begin{aligned} \text{TMM} &= 2^7 \times \text{cantidad de bits de cada dirección} \\ \text{TMM} &= 2^7 \text{ direcciones} \times \frac{32 \text{ bits}}{\text{Dirección}} \end{aligned}$$

$$\text{TMM} = 128 \text{ direcciones} \times \frac{32 \text{ bits}}{\text{Dirección}}$$

$$\text{TMM} = 4096 \text{ bits}$$

Normalmente el tamaño máximo de memoria se explicita en unidad superiores

$$\text{Si } 1 \text{ byte} = 8 \text{ bits}$$

$$\text{TMM} = \frac{4096 \text{ bits}}{\frac{8 \text{ bits}}{\text{byte}}}$$

$$\text{TMM} = 512 \text{ bytes} = 512 \text{ By}$$

$$\text{Si } 1 \text{ KBy} = 2^{10} \text{ bytes} = 1024 \text{ bytes}$$

|                                |
|--------------------------------|
| $\text{TMM} = 1/2 \text{ KBY}$ |
|--------------------------------|

Esta memoria es, sin duda sumamente escasa pero era lo que se tenía con las primeras computadoras comerciales.

### 4.- Repertorio de Instrucciones

$\text{SET} = 2^n$  instrucciones distintas (n es la cantidad de bits del código de operación de la Instrucción de la Figura 1)

$$\text{SET} = 2^4$$

|   |
|---|
| $\text{SET} = 16 \text{ instrucciones distintas}$ |
|---|

El repertorio era, sin duda, reducido.

5.- Sintaxis de las instrucciones

La sintaxis de las instrucciones las podemos ejemplificar mediante la instrucción que está en Memoria 21 y que determina la suma del contenido de la memoria 35, con el contenido de la memoria 25, colocando el resultado en la memoria 32 y continuando el programa en la memoria 18:

$$\begin{array}{l}
 \text{ADD 35,25,32,18} \quad (\text{sintaxis}) \\
 (35) + (25) \longrightarrow (32) \quad \left\{ \begin{array}{l} \\ \text{y la próxima instrucción está en (18)} \end{array} \right. \quad (\text{concepto semántico})
 \end{array}$$

Se puede decir que esta instrucción trabaja con el concepto MM pues ambos operandos se encuentran en Memoria Principal. Además puede verse que la máquina, físicamente, no requiere de contador de Programa (PC) y, además, el programa no requiere estar en posiciones sucesivas de memoria pues la dirección de la próxima instrucción la fija el programador. Otro detalle es que el direccionamiento es directo pues se explicitan todas las direcciones de memoria.

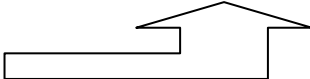
También, físicamente, se tiene:

6.- Decodificadores:

Esta máquina requiere de 5 decodificadores: 1(uno) del Código de Operación y 4(cuatro) Decodificadores de Direcciones.

7.- Analisis del ciclo de la Instrucción

- Supongamos que la instrucción anterior a la que vamos a analizar era: SUB 12,24,31,21

Se analiza la instrucción de memoria 

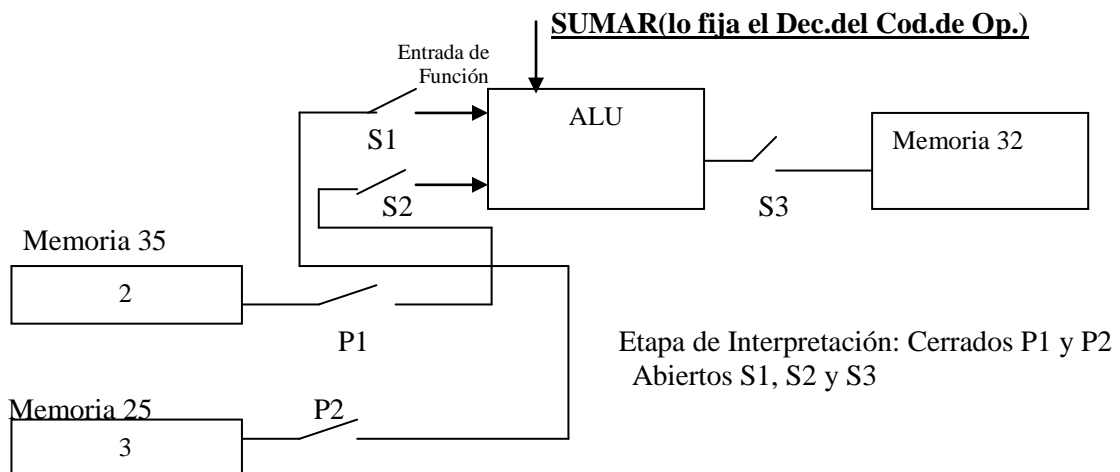
El ciclo de la Instrucción que está en Memoria 21 y que es ADD 35,25,32,18 es:

- Transferencia, se ubica la instrucción de la Memoria 21 en el Registro de Instrucción

$$(\text{MEM 21}) \longrightarrow (\text{IR})$$

$$\text{ADD 35,25,32,18} = (\text{IR})$$

- Interpretación:



- Ejecución: para que el resultado pase a la memoria 32, se deben cerrar todos los interruptores y luego abrirse para que cada unidad quede aislada y el resultado en la memoria deseada, (MEM 32) = 5.

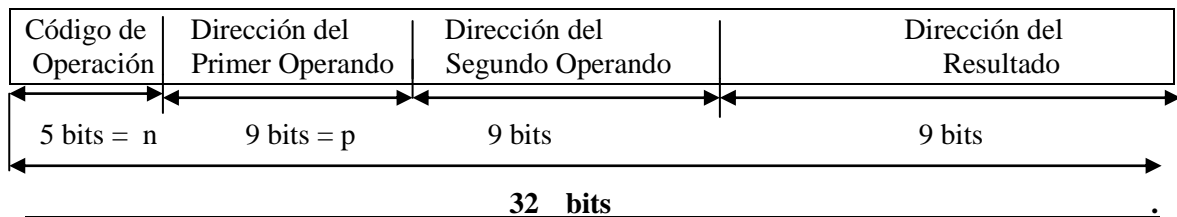
*Nótese que no hay Buffer.*

8.- No han sido representados pero la máquina tenía reloj y modulo 2.-

### 1.2.- SEGUNDO MODELO: PALABRA DE INSTRUCCIÓN DE TRES DIRECCIONES

Los diseñadores del primer modelo estaban contentos con el resultado obtenido pero los programadores les marcaron que la máquina tenía poca memoria y esto limitaba su capacidad de operación.

Manteniendo el tamaño de la palabra lógica en 32 bits los diseñadores fijaron una instrucción de cuatro campos, uno del código de operación y tres de direccionamiento. Habían comenzado a crear una nueva máquina diferente a la anterior.



**Figura 2: Formato de Instrucción de tres Direcciones**

1.- Notemos que todos los campos de direccionamiento tienen la misma cantidad de bits, esto es así pues todos direccionan a la misma memoria principal, en dónde se encuentran los datos y las instrucciones que forman parte del programa.

Para poder saber dónde está la próxima instrucción hay que crear la unidad llamada:

#### CONTADOR DE PROGRAMA

Que debe tener tantos bits como los campos de direccionamiento: **9 bits (p)**

Pues tanto el contador de Programa como las Instrucciones Direccionan en forma DIRECTA

2.- Veamos el cálculo de la capacidad de direccionamiento en este nuevo modelo

$$K = 2^p \quad (\text{capacidad de direccionamiento})$$

En este caso  $K = 2^9$  Direcciones Distintas

Cabe señalar que cada dirección hace referencia a una palabra lógica.

La palabra lógica era de 32 bits.

### 3.- Tamaño máximo de memoria

Para determinar el tamaño máximo de memoria se debe recurrir al siguiente algoritmo:

$$TMM = K \times \text{cantidad de bits de cada dirección}$$

$$TMM = 2^9 \text{ direcciones} \times \frac{32 \text{ bits}}{\text{Dirección}}$$

$$TMM = 512 \text{ direcciones} \times \frac{32 \text{ bits}}{\text{Dirección}}$$

$$TMM = 16384 \text{ bits}$$

Normalmente el tamaño máximo de memoria se explicita en unidad superiores

$$\text{Si } 1 \text{ byte} = 8 \text{ bits}$$

$$TMM = \frac{16384 \text{ bits}}{\frac{8 \text{ bits}}{\text{byte}}}$$

$$TMM = 2048 \text{ bytes} = 2048 \text{ By}$$

$$\text{Si } 1 \text{ KBy} = 2^{10} \text{ bytes} = 1024 \text{ bytes}$$

|             |
|-------------|
| TMM = 2 KBY |
|-------------|

Esta memoria es, sin duda sumamente escasa pero se ha cuadruplicado el tamaño.- Esta máquina es más poderosa que la anterior.

### 4.- Repertorio de Instrucciones

$SET = 2^n$  instrucciones distintas (n es la cantidad de bits del código de operación de la Instrucción de la Figura 2)

$$SET = 2^5$$

|                                  |
|----------------------------------|
| SET = 32 instrucciones distintas |
|----------------------------------|

El repertorio de este modelo es mayor que el set del modelo anterior, podemos decir, nuevamente, que es más poderosa.

### 5.- Sintaxis de las instrucciones

La sintaxis de las instrucciones las podemos ejemplificar mediante la instrucción que está en **Memoria 21** y que determina la suma del contenido de la memoria 35, con el contenido de la memoria 25, colocando el resultado en la memoria 32 y continuando el programa en la memoria 22, pues así lo determina el PC:

ADD 35,25,32 (sintaxis)

(35) + (25) → (32)      { (concepto semántico)  
 y la dirección próxima instrucción  
 la debo mirar en el PC

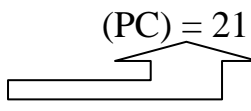
Se puede decir que esta instrucción trabaja con el concepto MM pues ambos operandos se encuentran en Memoria Principal. Además puede verse que la máquina, físicamente, requiere de contador de Programa (PC) y, además, el programa requiere estar en posiciones sucesivas de memoria pues la dirección de la próxima instrucción la fija el PC. Otro detalle es que el direccionamiento es directo pues se explicitan todas las direcciones de memoria.

También, físicamente, se tiene:

6.- Decodificadores:

Esta máquina requiere de 4 decodificadores: 1(un) del Código de Operación y 3(tres) Decodificadores de Direcciones.

7.- Analisis del ciclo de la Instrucción

- Supongamos que el  $(PC) = 21$   
Se analiza la instrucción de memoria 

El ciclo de la Instrucción que está en Memoria 21 y que es ADD 35,25,32 es:

- Transferencia, se ubica la instrucción de la Memoria 21 en el Registro de Instrucción

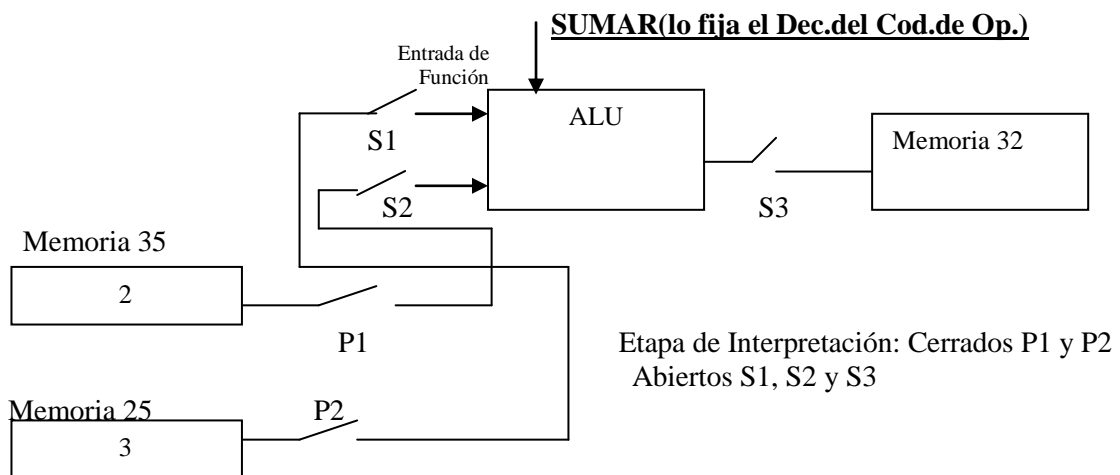
$$(MEM\ 21) \longrightarrow (IR)$$

$$ADD\ 35,25,32 = (IR)$$

- El contenido del PC se incrementa en 1(un):

$$\begin{array}{ccc} (PC) + 1 & \longrightarrow & (PC) \\ 21 + 1 & \longrightarrow & 22 = (PC) \end{array}$$

- Interpretación:



- Ejecución: para que el resultado pase a la memoria 32, se deben cerrar todos los interruptores y luego abrirse para que cada unidad quede aislada y el resultado en la memoria deseada, (MEM 32) = 5.

***Nótese que no hay Buffer.***

8.- No han sido representados pero la máquina tenía reloj y modulo 2.-

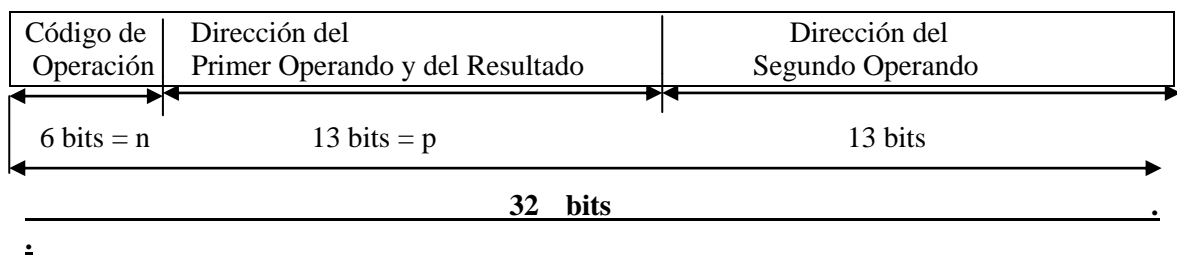
### EJERCICIO PARA LOS ALUMNOS

Listar las diferencias y coincidencias físicas y lógicas entre los dos modelos de computadoras que se han descrito.

#### 1.3.- TERCER MODELO: PALABRA DE INSTRUCCIÓN DE DOS DIRECCIONES

Los diseñadores del segundo modelo estaban contentos con el resultado obtenido pero los programadores les marcaron que la máquina tenía poca memoria y esto limitaba su capacidad de operación (igual reproche que se realizó cuando se necesitó pasar del primer al segundo modelo de máquina).

Manteniendo el tamaño de la palabra lógica en 32 bits los diseñadores fijaron una instrucción de tres campos, uno del código de operación y dos de direccionamiento. Habían vuelto a comenzar la creación de una nueva máquina diferente a las dos anteriores.



**Figura 3: Formato de Instrucción de dos Direcciones**

1.- Notemos que todos los campos de direccionamiento tienen la misma cantidad de bits, esto es así pues todos direccionan a la misma memoria principal, en donde se encuentran los datos y las instrucciones que forman parte del programa.

Para poder saber dónde está la próxima instrucción ya se dispone del CONTADOR DE PROGRAMA

Que debe tener tantos bits como los campos de direccionamiento: 13 bits (p)

Pues tanto el contador de Programa como las Instrucciones Direccionan en forma DIRECTA

2.- Veamos el cálculo de la capacidad de direccionamiento en este nuevo modelo

$$K = 2^p \quad (\text{capacidad de direccionamiento})$$

$$\text{En este caso } K = 2^{13} \quad \text{Direcciones Distintas}$$

Cabe señalar que cada dirección hace referencia a una palabra lógica.

La palabra lógica era de 32 bits.

3.- Tamaño máximo de memoria

Para determinar el tamaño máximo de memoria se debe recurrir al siguiente algoritmo:

TMM =  $K \times$  cantidad de bits de cada dirección

13

TMM =  $2^{13}$  direcciones  $\times$  32 bits  
Dirección

TMM = 8192 direcciones  $\times$  32 bits  
Dirección

TMM = 262144 bits

Normalmente el tamaño máximo de memoria se explicita en unidad superiores

Si 1 byte = 8 bits

TMM =  $\frac{262144 \text{ bits}}{8 \text{ bits}}$   
byte

TMM = 32768 By

10

Si 1 KBy =  $2^{10}$  bytes = 1024 bytes

|              |
|--------------|
| TMM = 32 KBY |
|--------------|

Esta memoria es, sin duda mucho mayor que en el modelo anterior.- Esta máquina es más poderosa que la anterior. Pero los programadores no se quedaron conformes!!!.

#### 4.- Repertorio de Instrucciones

SET =  $2^n$  instrucciones distintas (n es la cantidad de bits del código de operación de la Instrucción de la Figura 3)

SET =  $2^6$

SET = 64 instrucciones distintas

El repertorio de este modelo es mayor que el set del modelo anterior, podemos decir, nuevamente, que es más poderosa.

#### 5.- Sintaxis de las instrucciones

La sintaxis de las instrucciones las podemos ejemplificar mediante la instrucción que está en **Memoria 21** y que determina la suma del contenido de la memoria 35, con el contenido de la memoria 25, colocando el resultado en la memoria 35 y continuando el programa en la memoria 22, pues así lo determina el PC:

ADD 35,25 (sintaxis)

(35) + (25)  $\longrightarrow$  (35)      { (concepto semántico)  
y la dirección próxima instrucción  
la debo mirar en el PC

Se puede decir que esta instrucción trabaja con el concepto MM pues ambos operandos se encuentran en Memoria Principal. Además puede verse que la máquina, físicamente, requiere



de contador de Programa (PC) y, además, el programa requiere estar en posiciones sucesivas de memoria pues la dirección de la próxima instrucción la fija el PC. Otro detalle es que el direccionamiento es directo pues se explicitan todas las direcciones de memoria.

También físicamente se tiene:

6.- Decodificadores:

Esta máquina requiere de 3 decodificadores: 1(un) del Código de Operación y 2(dos) Decodificadores de Direcciones.

7.- Análisis del ciclo de la Instrucción

- Supongamos que el



El ciclo de la Instrucción que está en Memoria 21 y que es ADD 35,25 es:

- Transferencia, se ubica la instrucción de la Memoria 21 en el Registro de Instrucción

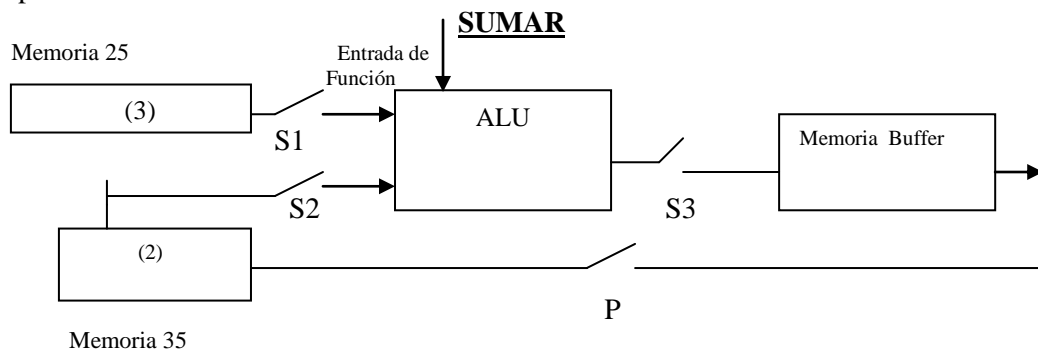
$$(MEM\ 21) \longrightarrow (IR)$$

$$ADD\ 35,25 = (IR)$$

- El contenido del PC se incrementa en 1(un):

$$\begin{array}{ccc} (PC) + 1 & \longrightarrow & (PC) \\ 21 + 1 & \longrightarrow & 22 = (PC) \end{array}$$

- Interpretación:



En la Interpretación S1, S2 y S3 se encuentran cerrados y P abierto, el resultado (BUFFER) = 5

- Ejecución: para que el resultado del Buffer pase a la memoria 35, se deben abrir S1, S2 y S3 y cerrar P y luego abrirse, para que cada unidad quede aislada y el resultado en la memoria deseada, (MEM 35) = 5.

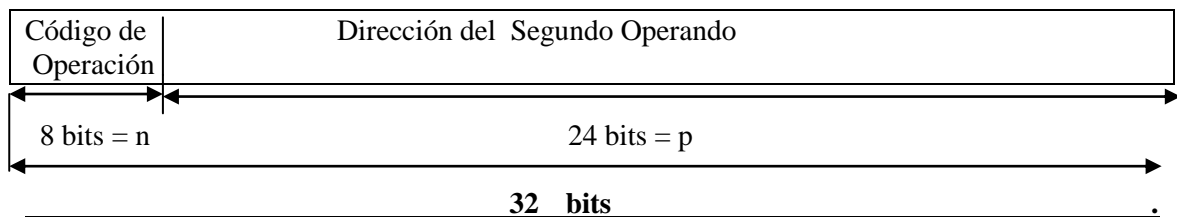
**Nótese que aparece el Buffer.**

8.- No han sido representados, pero la máquina tenía reloj y modulo 2.-

### 1.3.- CUARTO MODELO: PALABRA DE INSTRUCCIÓN DE UNA DIRECCIÓN

Los diseñadores del tercer modelo estaban contentos con el resultado obtenido pero los programadores les marcaron que la máquina tenía poca memoria y esto limitaba su capacidad de operación..

Manteniendo el tamaño de la palabra lógica en 32 bits los diseñadores fijaron una instrucción de dos campos, uno del código de operación y el otro de la dirección del 2º Operando. Habían vuelto a comenzar la creación de una nueva máquina diferente a las tres anteriores, haciendo aparecer los registros que han sido vistos en la PetiComputadora.



**Figura 4: Formato de Instrucción de una Dirección**

1.- Para poder saber dónde está la próxima instrucción ya se dispone del CONTADOR DE PROGRAMA

Que debe tener tantos bits como el campo de direccionamiento: 24 bits (p)

Pues tanto el contador de Programa como las Instrucciones Direccionan en forma DIRECTA, **el PC a las Instrucciones y las Instrucciones a los Datos.-**

2.- Veamos el cálculo de la capacidad de direccionamiento en este nuevo modelo

$$K = 2^p \quad (\text{capacidad de direccionamiento})$$

$$\text{En este caso} \quad K = 2^{24} \quad \text{Direcciones Distintas}$$

Cabe señalar que cada dirección hace referencia a una palabra lógica.

La palabra lógica era de 32 bits.

3.- Tamaño máximo de memoria

Para determinar el tamaño máximo de memoria se debe recurrir al siguiente algoritmo:

$$\begin{aligned} \text{TMM} &= K \times \text{cantidad de bits de cada dirección} \\ &= 2^{24} \text{ direcciones} \times 32 \text{ bits} \\ &= 2^{24} \text{ Direcciones} \end{aligned}$$

Normalmente el tamaño máximo de memoria se explicita en unidad superiores

$$\text{Si } 1 \text{ byte} = 8 \text{ bits} \quad \text{y } 1 \text{ Kby} = 2^{10} \text{ Bytes}$$

$$\text{TMM} = \frac{2^{24} \text{ direcciones} \times 32 \text{ bits/dirección}}{2^{10} \frac{\text{bytes}}{\text{KBy}} \times 8 \frac{\text{bits}}{\text{byte}}}$$

$$\text{TMM} = 2^{16} \text{ Kby}$$

$$\text{Si } 1 \text{ Mby} = 2^{10} \text{ Kby}$$

$$\text{TMM} = 2^6 \text{ MBy}$$

|              |
|--------------|
| TMM = 64 MBy |
|--------------|

Esta memoria es, sin duda mucho mayor que en el modelo anterior.- Esta máquina es más poderosa que la anterior y tenía capacidad de direccionamiento adecuada para los trabajos de esos tiempos que no conocían el modo visual.

Como la tecnología aún no estaba tan desarrollada las memorias standard eran de hasta 4MBy.

#### 4.- Repertorio de Instrucciones

$\text{SET} = 2^n$  instrucciones distintas (n es la cantidad de bits del código de operación de la Instrucción de la Figura 4)

$$\text{SET} = 2^8$$

|                                   |
|-----------------------------------|
| SET = 256 instrucciones distintas |
|-----------------------------------|

El repertorio de este modelo es mayor que el set del modelo anterior, podemos decir, nuevamente, que es más poderosa.

#### 5.- Registro acumulador

Esta máquina requiere de la existencia, en la unidad de control, de un registro acumulador que contenga el Primer Operando y, luego de la ejecución de la instrucción, el resultado.

#### 6.- Sintaxis de las instrucciones

La sintaxis de las instrucciones las podemos ejemplificar mediante la instrucción que está en **Memoria 21** y que determina la suma del contenido de la memoria 35, con el contenido del Registro Acumulador, colocando el resultado en el registro acumulador y continuando el programa en la memoria 22, pues así lo determina el PC:

$$\text{ADD 25} \quad (\text{sintaxis})$$

$$(\text{acum}) + (25) \longrightarrow (\text{acum}) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{y la dirección próxima instrucción} \\ \text{la debo mirar en el PC} \end{array} \right. \quad (\text{concepto semántico})$$

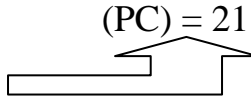
Se puede decir que esta instrucción trabaja con el concepto RM pues un operando está en un registro y el otro se encuentra en Memoria Principal.

También físicamente se tiene:

7.- Decodificadores:

Esta máquina requiere de 4 decodificadores: 1(un) del Código de Operación y 1(un) Decodificador de Dirección.

8.- Análisis del ciclo de la Instrucción

- Supongamos que el  $(PC) = 21$   
Se analiza la instrucción de memoria 

El ciclo de la Instrucción que está en Memoria 21 y que es ADD 35,25 es:

- Transferencia, se ubica la instrucción de la Memoria 21 en el Registro de Instrucción

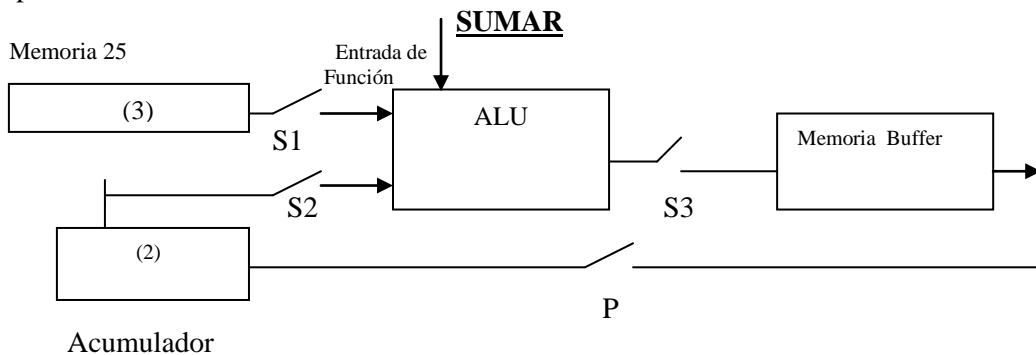
$$(MEM\ 21) \longrightarrow (IR)$$

$$ADD, 25 = (IR)$$

- El contenido del PC se incrementa en 1(un):

$$\begin{array}{ccc} (PC) + 1 & \longrightarrow & (PC) \\ 21 + 1 & \longrightarrow & 22 = (PC) \end{array}$$

- Interpretación:



En la Interpretación S1, S2 y S3 se encuentran cerrados y P abierto, el resultado (BUFFER) = 5

- Ejecución: para que el resultado del Buffer pase al Registro Acumulador, se deben abrir S1, S2 y S3 y cerrar P y luego abrirse, para que cada unidad quede aislada y el resultado en la memoria deseada, (ACUM) = 5.

9.- No han sido representados, pero la máquina tenía reloj y modulo 2.-

10.- Un detalle importante en esta estructura es que se abandona trabajar direccionando por palabra lógica y se comienza a direccionar por carácter, el mismo tiene el tamaño de un byte según los códigos vigentes como el ASCII y el EBCDIC, este último casi en desuso.

## 2.- OTRAS ESTRUCTURAS

A partir de estas estructuras simples combinadas se fueron obteniendo estructuras más complejas en un proceso que duró desde 1944 hasta 1964, en el cual aparece la IBM \360 que resume todos los conceptos de estructura de computadoras que luego fueron utilizados en el diseño de computadoras que trabajan con microprocesadores.

Algunos autores señalan que así como a Moisés se le entregaron las Tablas de la Ley en el Monte, a los diseñadores de la IBM /360 les entregaron la Suma de los conceptos útiles para generar computadoras.

## 3.- RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### Problema N° 1

#### Enunciado:

Se tiene una computadora cuya palabra de instrucción es de 2 direcciones, según el esquema. Determinar (a) Tamaño del set de instrucciones. (b) La capacidad de direccionamiento. (c) Tamaño del PC. (d) Indicar que significa cada campo.

|        |         |         |
|--------|---------|---------|
| 4 bits | 10 bits | 10 bits |
|--------|---------|---------|

#### Resolución:

- a) Tomamos el formato de la instrucción y definimos primeramente el significado de cada campo (punto d)

|        |         |         |
|--------|---------|---------|
| 4 bits | 10 bits | 10 bits |
| A      | B       | C       |

A es el campo del código de operación. Tiene  $n = 4$  bits

B es el campo de direccionamiento que contiene la dirección del Primer Operando y luego de ejecutar la instrucción va a contener el resultado.

C es el campo de direccionamiento que contiene la dirección del Segundo Operando, que al igual que el campo que llamamos B, tiene  $p = 10$  bits.

$$\text{SET} = 2^n$$

$$\text{SET} = 2^4$$

|   |
|---|
| $\text{SET} = 16$ Instrucciones Distintas |
|---|

- b) La capacidad de direccionamiento es:

$$K = 2^p \text{ direcciones distintas}$$

$$K = 2^{10} \text{ direcciones distintas}$$

|                                  |
|----------------------------------|
| $K = 1024$ direcciones distintas |
|----------------------------------|

- c) El tamaño del Contador de Programa es de 10 bits pues, al igual que los campos de direccionamiento de la instrucción que direccionan datos, direcciona directamente las Instrucciones del programa.
- d) Ya fue contestado en el punto (a).

NOTA: Nótese que la palabra lógica de esta máquina es de 24 bits.

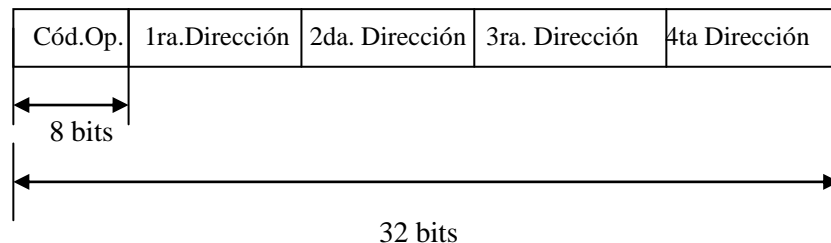
### Problema N° 2

#### Enunciado:

Se tiene una máquina cuya palabra lógica es de 32 bits, su campo del código de operación es de 8 bits y se sabe que es de cuatro direcciones, determinar (a) El tamaño máximo de memoria en Kby. (b) Dibujar el formato de la instrucción. (c) Indicar en el formato el significado de los campos de la misma. (d) El tamaño del repertorio de instrucciones. (e) ¿esta máquina tiene contador de Programa?.

#### Resolución

- a) A fin de poder tener una visión mejor de la instrucción, conviene dibujar su formato y saber qué significa cada campo.



Del dibujo se deduce que el campo de direccionamiento es de:

$$(32 - 8) \text{ bits} = 24 \text{ bits}$$

Como cada campo de direccionamiento es de igual tamaño:

$$\text{Tamaño de } x \text{ dirección} = 24\text{bits} / 4 = 6 \text{ bits}$$

Ahora vemos la capacidad de direccionamiento:

$$K = 2^6 \text{ direcciones distintas}$$

El Tamaño Máximo de memoria:

$$\text{TMM} = K \cdot \text{Tamaño de la palabra lógica}$$

$$\text{TMM} = 64 \text{ direcciones} \times 32 \text{ bits/dirección}$$

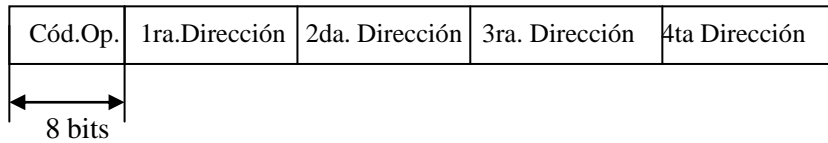
$$\text{TMM} = 2048 \text{ bits}$$

$$\text{TMM} = 256 \text{ bytes}$$

$$\text{TMM} = 1/4 \text{ Kby}$$

- b) Se dibujó en (a)

c) Identificación de los campos:



- 1ra. Dirección: Indica la Dirección en Memoria Principal del Primer Operando.
- 2da. Dirección: Indica la Dirección en Memoria Principal del Segundo Operando
- 3ra. Dirección: Indica la Dirección en Memoria Principal del Resultado
- 4to. Dirección: Indica la Dirección en Memoria Principal de la Próxima Instrucción del Programa.

d) El tamaño del repertorio de instrucciones:

$$SET = 2^8 \text{ Instrucciones distintas}$$

$$SET = 256 \text{ Instrucciones distintas}$$

e) Esta máquina no requiere de PC pues la dirección de la próxima instrucción está contenida en el formato de la Instrucción.

**Problema N° 3**

**Enunciado:**

Se tiene una máquina cuya palabra de instrucción es de 32 bits. Se sabe que es de dos direcciones, que el repertorio de instrucciones incluye 64 instrucciones distintas. Determinar: (a) El formato de la instrucción con indicación de la cantidad de bits de cada campo. (b) El tamaño del PC. (c) ¿Esta máquina tiene alguna memoria buffer?. (d) ¿Esta máquina tiene registro acumulador?.

**Resolución:**

a) Si el repertorio de instrucciones es de 64 instrucciones, significa:

$$SET = 2^n \text{ instrucciones distintas} = 64 \text{ instrucciones distintas}$$

$$N \log 2 = \log 64$$

$$N = \log 64 / \log 2$$

$$N = 1,806179974 / 0,301029995$$

$$N = 6$$

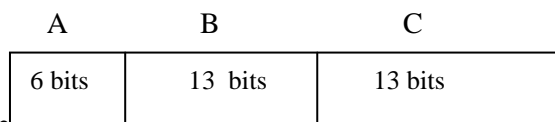
También se puede resolver probando con números sucesivos, 2,3 ...

Si el tamaño de la instrucción es 32 bits, el campo de direccionamiento tiene:

$$\text{Tamaño del campo de direcciones} = 32 \text{ bits} - 6 \text{ bits}$$

$$\text{Tamaño del campo de direcciones} = 26 \text{ bits}$$

Debido a que son dos campos iguales: cada campo tiene 13 bits :



A: Campo del código de Operación

B: Campo de direccionamiento del Primer Operando y luego de la ejecución de la instrucción, del resultado.

C: Campo de direccionamiento del Segundo Operando

- b) El PC tiene un tamaño de 13 bits igual que los campos de direccionamiento.
- c) Esta memoria requiere sí o sí de memoria buffer a fin de colocar el resultado en la Dirección del Primer Operando sin perturbar la operación de suma.
- d) Esta máquina trabaja con el concepto MM, luego no requiere de Registro Acumulador.

#### **Problema N° 4**

##### **Enunciado:**

Se tiene una máquina cuya palabra de instrucción es de dos direcciones, hallar el tamaño máximo de memoria en Kby.

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 6 bits | 9 bits | 9 bits |
|--------|--------|--------|

##### **Resolución:**

$$K = 2^9 \text{ direcciones distintas}$$

La palabra lógica es de:

$$PL = 24 \text{ bits}$$

$$TMM = \frac{2^9 \text{ direcciones distintas} \times 24 \text{ bits/dirección}}{2^{10} \frac{\text{byte}}{\text{Kby}} \times 8 \frac{\text{bits}}{\text{byte}}}$$

|               |
|---------------|
| TMM = 3/2 KBy |
|---------------|