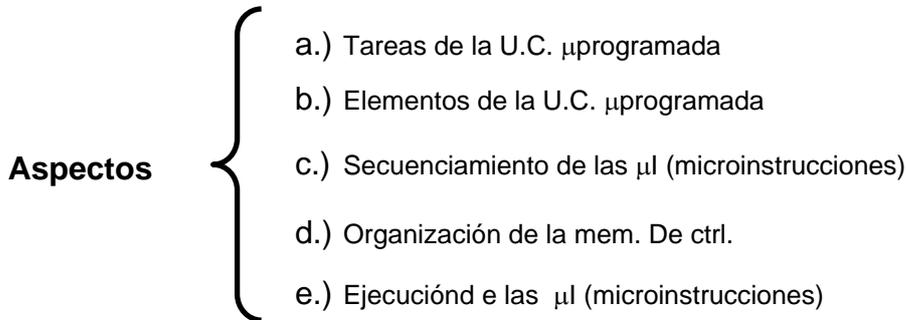


MICROPROGRAMACIÓN

Microprogramación= método sistemático para diseñar la unidad de control de cualquier sistema digital

Estructura de una unidad de control (U.C.) microprogramada (μ programada)

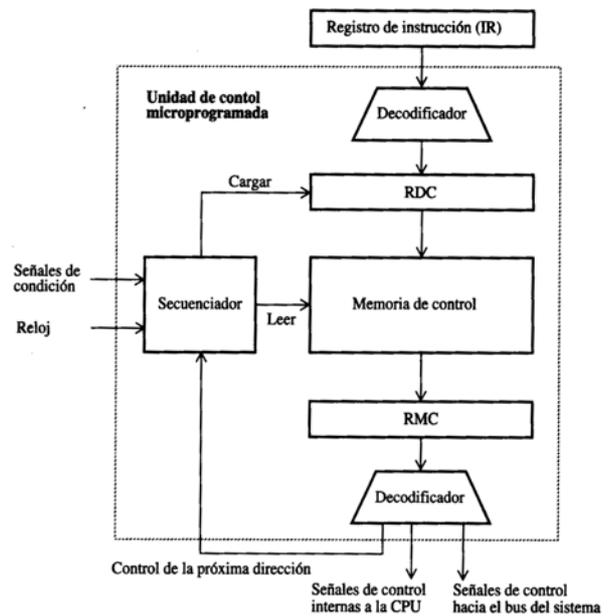
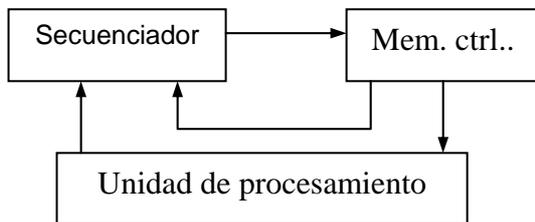


a.) Tareas de la U.C. μ programada

- Secuenciamiento de las μ l
- Ejecución de las μ l

μ l (microinstrucción) = conjunto de μ ord (microórdenes) que se ejecutan simultáneamente y contenidas en una palabra de la mem. de control

b.) Elementos de la U.C. μ programada



Funcionamiento de una unidad de control microprogramada

Funcionamiento:

- 1.- La instrucción entra en IR y tras decodificarse carga en RDC la dirección de la 1ª μ l.
- 2.- RDC apunta a la mem. de ctrl. que saca el dato a RMC
- 3.- RMC contiene 3 campos:
 - Señales de ctrl. al bus del sistema.
 - Señales de ctrl. internas a CPU
 - Próxima dirección de μ l
- 4.- El secuenciador carga la próxima instrucción en RDC y continúa la secuencia.

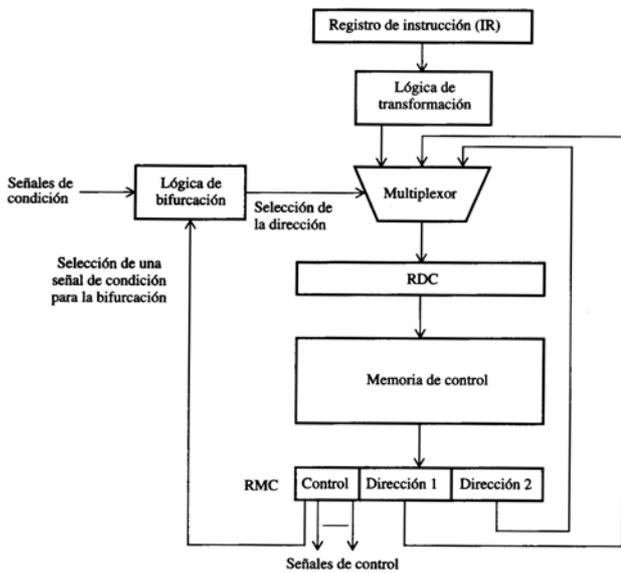
Opciones:

- RDC \leftarrow RDC+1
- Bifurcación: RDC \leftarrow RMC [dirección]
- Bif. a siguiente instrucción:
RDC \leftarrow Función (IR[cod. Oper.])

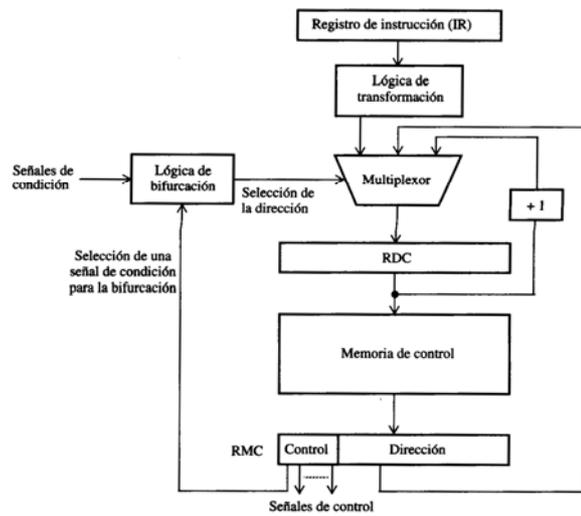
c.) Secuenciamento de las μI (microinstrucciones)

Se encarga de secuenciar la ejecución de las μI s.

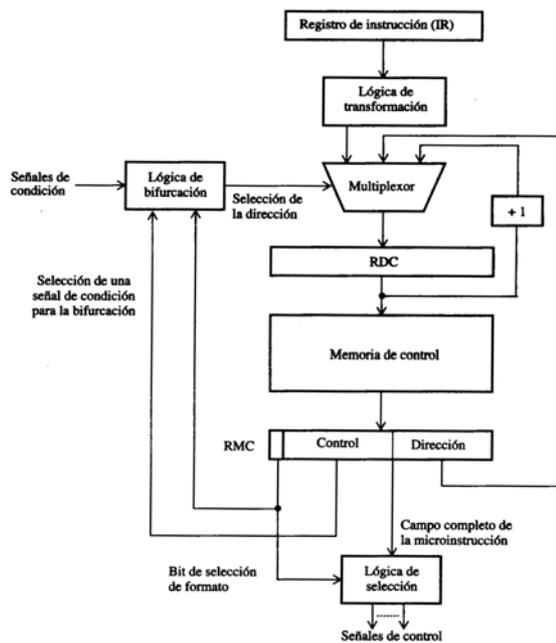
- Saltos en un secuenciador**
- Incrementación de la dirección actual
 - Salto condicional
- Tipos de direccionamiento**
- Explícito = especificado en un campo separado la dirección de salto
 - Implícito = Diferencia mediante un campo si se trata de una μI de control o de salto.
- Instrucciones de control
- Instrucciones de salto



Unidad de control microprogramada con dos direcciones por microinstrucción



Unidad de control microprogramada con una dirección por microinstrucción



Unidad de control microprogramada con formato de microinstrucción variable

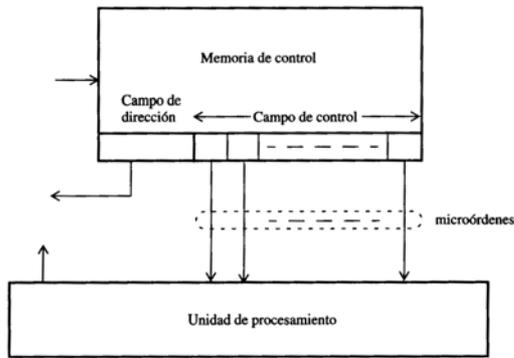
d.) Organización de la memoria de control

- Campos de una μ l** {
- de control \Rightarrow señales para la unidad de procesamiento
 - de dirección \Rightarrow dirección de la próxima instrucción

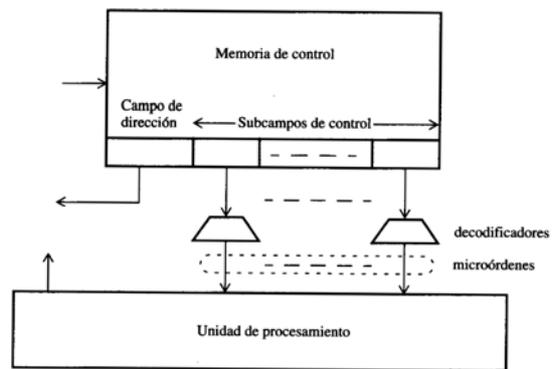
*** Muy importante**

Formatos de las μ l {

- **Horizontal** \Rightarrow (No codificados) \Rightarrow cada bit de la memoria se conecta a un punto físico de la unidad de procesamiento
- **Vertical** \Rightarrow (Codificada) \Rightarrow el campo de ctrl. es dividido en subcampos, cada uno de los cuales controla un conjunto de operadores (estos operadores son excluyentes entre sí, esto es no se pueden producir en el mismo instante) y está codificado indicando la señal a controlar y precisando un decodificador por subcampo.



Formato horizontal de una microinstrucción



Formato vertical de una microinstrucción codificada por subcampos

e.) Ejecución de las microinstrucciones (μ l)

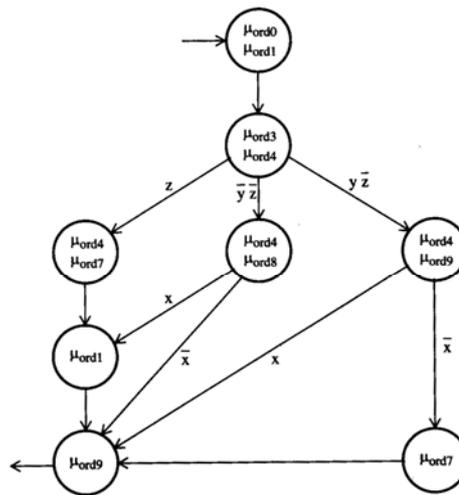
- Fases** {
- 1.- Búsqueda de la μ l
 - 2.- Decodificación de los campos de la μ l
 - 3.- Ejecución de las μ op
 - 4.- Cálculo de la dir. De la próxima μ l

- Tipos de ejecuciones** {
- Monofásicas \Rightarrow las μ op se pueden ejecutar al mismo tiempo
 - Polifásicas \Rightarrow los campos se utilizan de forma escalonada en el tiempo de ejecución

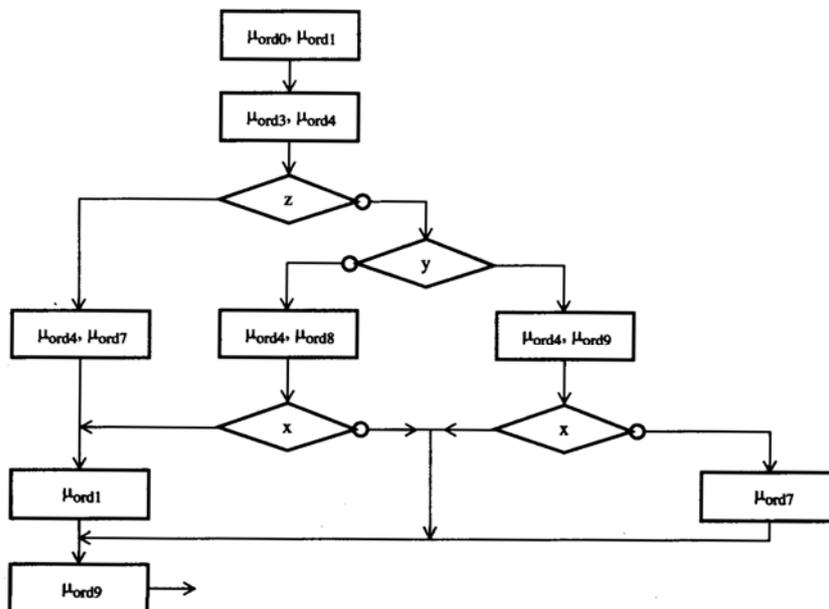
Representación de los microprogramas

Representación de los microprogramas

- Nodos \Rightarrow μ ops
- Líneas \Rightarrow secuencias de la U.C.



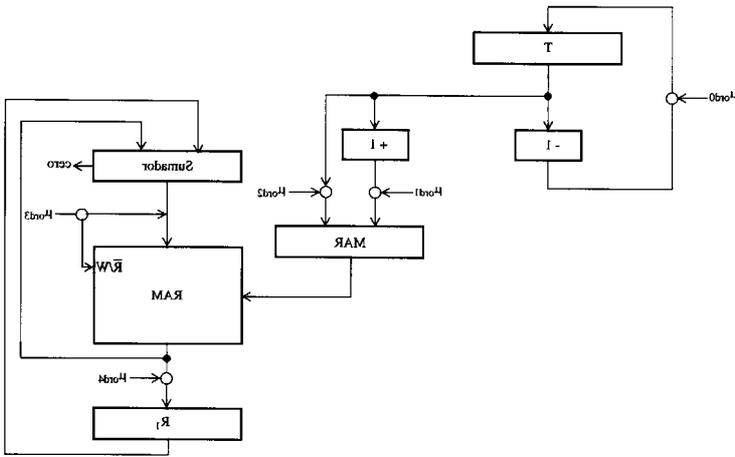
Representación de un microprograma como un grafo orientado



Representación de un microprograma como un organigrama o diagrama de flujo

Ejemplo:

Diseño de la Unidad de Control de un procesador sencillo con las siguientes especificaciones:



Ruta de datos del procesador del ejemplo

Elementos:

- M[MAR] → RAM de 256*8
- T → Reg. de 8 bits
- R1 → Reg. de 8 bits
- MAR → Reg. dir. Mem. 8 bits
- DECR (-1) → Decremento en 1
- INCR (+1) → Incremento en 1
- SUM → Sumador

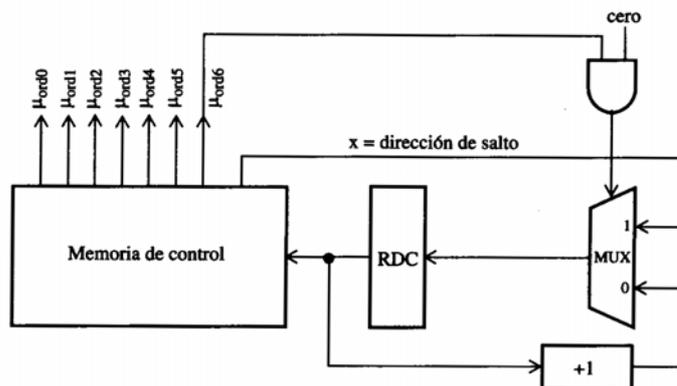
Microórdenes de la ruta de datos		
Microorden	Significado	Acción
μord0	Decrementa T	$T \leftarrow T-1$
μord1	Transfiere T+1 a MAR	$MAR \leftarrow T+1$
μord2	Transfiere T a MAR	$MAR \leftarrow T$
μord3	Suma R1 a M[MAR]	$M[MAR] \leftarrow M[MAR]+R1$
μord4	Transfiere M[MAR] a R1	$R1 \leftarrow M[MAR]$

Microórdenes para el secuenciamiento		
Microorden	Significado	Acción
μord5	Secuencia normal	$RDC \leftarrow RDC+1$
μord6	Salto condicional a μl(x)	$RDC \leftarrow x$

Objetivo del microprograma:

$T \leftarrow T-1$
 $M[T] \leftarrow M[T] + M[T+1]$
If M(T) = 0 **then** RDC ← x **else** RDC ← RDC+1

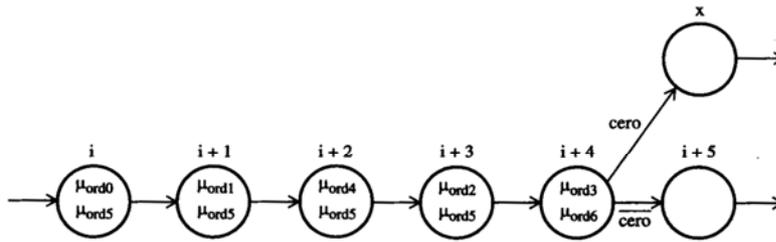
Unidad de control:



Unidad de control del procesador del ejemplo

Solución a: Formato horizontal

Cada señal de control su propio bit en la memoria \Rightarrow mayor anchura de la memoria



Grafo orientado del microprograma

Microprograma	Codificación binaria							dirección de salto							
	μord0	μord1	μord2	μord3	μord4	μord5	μord6								
μI (i)	1	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 1)	0	1	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 2)	0	0	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 3)	0	0	1	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 4)	0	0	0	1	0	0	1								x

Código binario del microprograma

Formato de la μI:



Solución b: Formato vertical

El campo de ctrl. es dividido en subcampos, cada uno de los cuales controla un conjunto de operadores (estos operadores son excluyentes entre sí, esto es no se pueden producir en el mismo instante) y está codificado indicando la señal a controlar y precisando un decodificador por subcampo.

Provoca un mejor aprovechamiento de la memoria, resultando ésta más estrecha en el bus de datos.

Se codifican las μords excluyentes.

μ ₁	μ ₂	μ ₃	microorden
0	0	0	μord0
0	0	1	μord1
0	1	0	μord2
0	1	1	μord3
1	0	0	μord4
1	0	1	-
1	1	0	-
1	1	1	-

Codificación de las microórdenes μord0, μord1, μord2, μord3 y μord4

Según secuencia del grafo

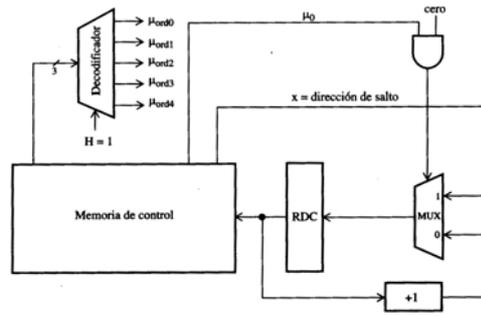
Microprograma	Codificación binaria				dirección de salto							
	μ ₀	μ ₁	μ ₂	μ ₃								
μI (i)	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 1)	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 2)	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 3)	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
μI (i + 4)	1	0	1	1								x

Código binario del microprograma

μord5 \Rightarrow μ₀=0
μord6 \Rightarrow μ₀=1

Formato de la μI:





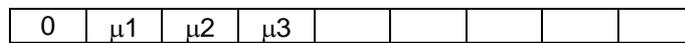
Nuevo esquema de la unidad de control del procesador del ejemplo

Solución c: Direccionamiento implícito

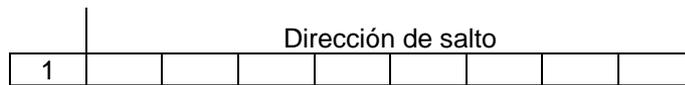
En principio el formato es vertical, pero para la bifurcación se utiliza un formato especial de instrucción. Se utiliza un bit del formato de instrucción para diferenciarlas instrucciones de ejecución normal (bit=0) de las de bifurcación (bit=1).

Bit diferenciador

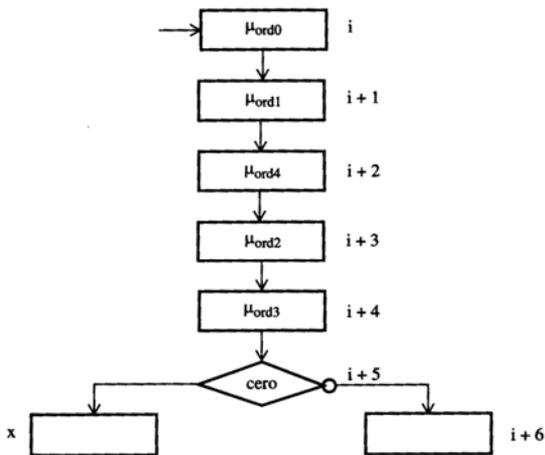
Formato de ejecución



Formato de test



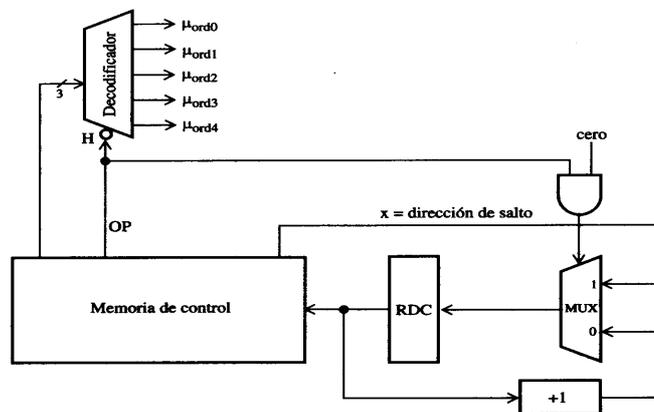
8 bits pq la mem es de 256*8



Organigrama equivalente al grafo orientado

Coeficiente binario							Microprograma
OP	H ₃	H ₂	H ₁	H ₀	H ₄		
-	-	-	-	0	0	0	(i) I _μ
-	-	-	-	1	0	0	(i+1) I _μ
-	-	-	-	0	0	1	(Σ+i) I _μ
-	-	-	-	0	1	0	(E+i) I _μ
-	-	-	-	1	1	0	(Δ+i) I _μ
-	-	-	-	x		1	(Δ+i) I _μ

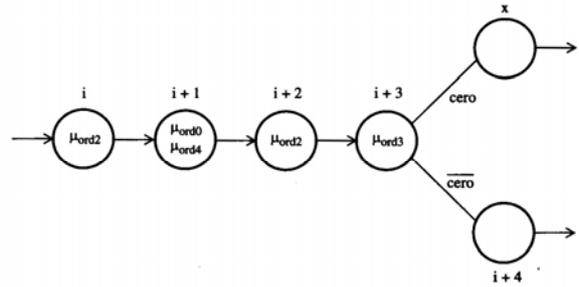
Organigrama del microprograma



Esquema de la unidad de control

Solución c: Ejecución paralelo de varias microórdenes (μ ord)

Se basa en reordenar la secuencia de μ ords para realizar el mismo tiempo las que no tengan influencia unas sobre otras.



Grafo orientado del microprograma

EXAMENES**Problemas:**

Nunca se ha puesto explícitamente un problema de este tema.

Preguntas de test:**2001****Junio 2ª semana**

6.- En una Unidad de Control microprogramada con formato de microinstrucciones *vertical*, un subcampo que deba especificar 16 señales de control habrá de tener una anchura mínima de:

- A) 4 bits.
B) 5 bits.
C) 16 bits.

Mucho cuidado porque en el caso del formato vertical, codificar las señales siempre hay que tener en cuenta una codificación de más, la correspondiente a que todas las señales de control estén desactivadas. El caso del formato vertical, esto no se considera porque cuando se precisa que no esté activada ninguna de las señales, basta con ponerlas todas a 0.

2001**Junio 1ª semana**

1.- Un computador usa el formato vertical de codificación de instrucciones para parte de las señales de control y el formato horizontal para k señales de control. El formato vertical posee n campos codificados de m bits cada uno. ¿Cuál es el máximo número de señales de control que pueden usarse en este computador?

- A) $k + n \times 2^m$. B) $k + n^m$. C) $k + n \times (2^m - 1)$. D) Ninguna de las anteriores.

2000**Exámenes de Junio****1ª semana**

6.- Un computador microprogramado tiene un total de 132 señales de control. De ellas, un grupo de 16 son mutuamente excluyentes entre sí y otro grupo de 30 son mutuamente excluyentes entre sí. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas:

- I. Utilizando formato vertical, el tamaño de los subcampos codificados sería de 4 y 5 bits, respectivamente.
II. Al existir señales mutuamente excluyentes no puede utilizarse el formato vertical de microinstrucciones.

- A) I: sí, II: sí. B) I: sí, II: no. C) I: no, II: sí. D) I: no, II: no.

2003**Septiembre**

2.- Una Unidad de Control microprogramada con direccionamiento explícito con dos direcciones por microinstrucción, tiene una memoria de control con 35 bits de longitud de palabra. Si las microinstrucciones emplean 15 bits para los campos de control, el número máximo de palabras de la memoria de control de esta Unidad de Control microprogramada es de:

- A) 2^{10} palabras B) 2^{20} palabras C) 2^{17} palabras D) Ninguna de las anteriores