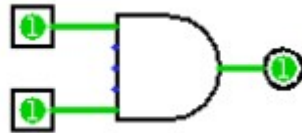


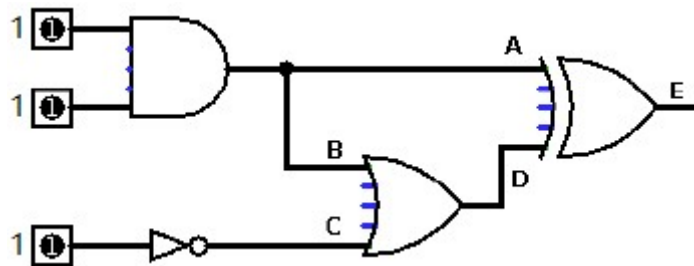
# Guía de Ejercicios Prácticos Máquina Elemental

**A. Circuitos digitales combinacionales y secuenciales**

1. Dibuje el componente circuital y complete las tablas de verdad de las compuertas AND, OR, XOR y NOT.
2. ¿Qué representan en el dibujo de la compuerta siguiente los dos cuadrados y el círculo?



3. Describa para cada compuerta (AND, OR, XOR y NOT) que debe ocurrir a la entrada para que la salida sea 1.
4. ¿Qué piensa que representa una compuerta lógica?
5. ¿Qué valores lógicos tienen A, B, C, D y E en el siguiente circuito?



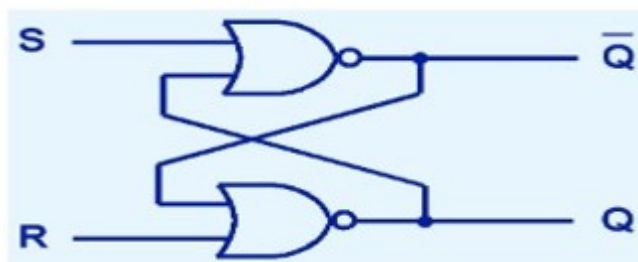
6. ¿Cómo cambiarían los valores de A, B, C, D y E si la entrada superior de la compuerta AND fuera 0?
7. ¿Cuál es el número decimal mayor y cuál el menor (rango de representación) que puede representarse en binario sin signo con n bits?
8. Desde el año 2000 la mayoría de las computadoras tienen procesadores de 64 bits. Antes de eso, lo normal eran procesadores de 32 bits. ¿Cuál es la ventaja de tener procesadores con más bits?
9. En términos de compuertas, circuitos digitales y plaquetas de circuitos impresos, ¿Cuál es la desventaja de tener más bits?

10. Verificar mediante tablas de verdad las siguientes leyes del Álgebra de Boole

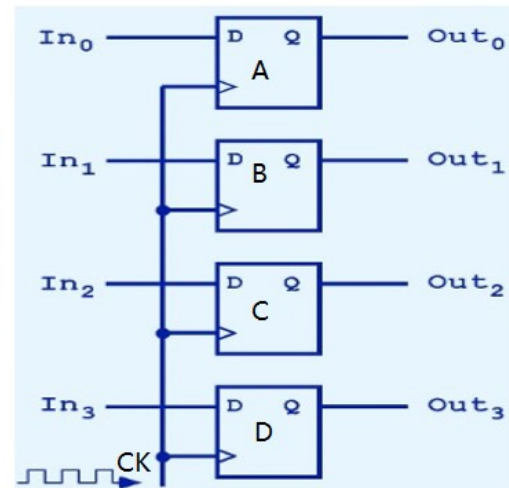
$$D \cdot (F + H) = D \cdot F + D \cdot H$$

$$D + (F \cdot H) = (D + F) \cdot (D + H)$$

11. Realizar una tabla de verdad e implementar el circuito eléctrico que resuelva la siguiente descripción: Suena una alarma (salida  $F = 1$  significa que suena la alarma) cuando el automóvil está en marcha (entrada  $A = 1$  significa que el automóvil está en marcha) y el cinturón de seguridad está desabrochado (entrada  $B = 1$  significa que el cinturón de seguridad está abrochado)
12. a. ¿Cuál es la diferencia entre un circuito combinacional y un circuito secuencial?  
 b. Realice un diagrama en bloques de un circuito combinacional y de un circuito secuencial indicando los nombres de todos los conjuntos de variables.
13. a. Realizar la tabla de verdad del siguiente circuito  
 b. ¿Qué tipo de circuito es?, ¿Cuál es su función?

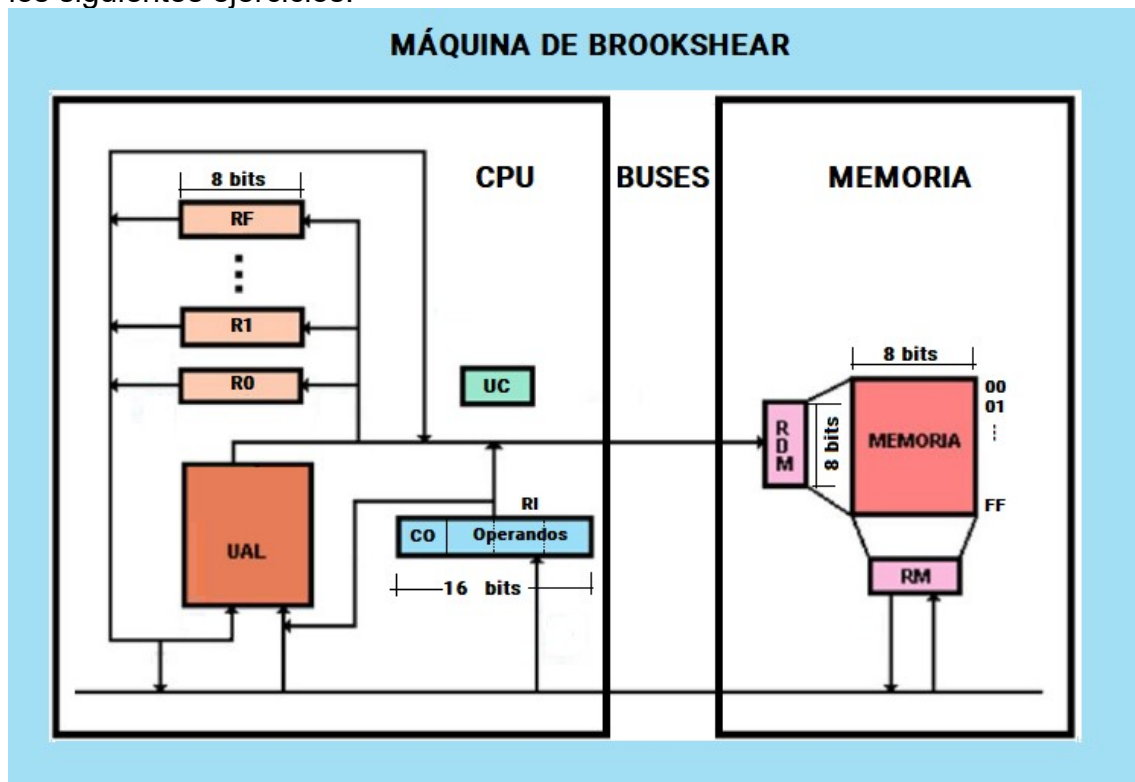


14. Considerando que cada compuerta tiene un retardo típico de 10 nanosegundos, estimar el tiempo requerido para que se produzca la transición de estado desde  $Q=0$  cuando las entradas cambian de  $R=S=0$  a  $R=0$   $S=1$  en el circuito anterior.
15. Para el siguiente circuito se pide:
- ¿Qué representa y para qué se utiliza?
  - ¿Qué componentes circuitales son los indicados con A, B, C y D?
  - Escriba la tabla de verdad del componente A. ¿Por qué se dice que este componente es una memoria de un bit?
  - ¿Es un circuito combinacional o secuencial? ¿Por qué?
  - ¿Qué representa y cómo se llama la forma de onda cuadrada que entra en CK? ¿Para qué se utiliza? Cuando entra un bit por D, ¿la salida por Q es inmediata (retardo  $t_d = 0$  segundos)? ¿puede tener cualquier valor de frecuencia la señal CK?



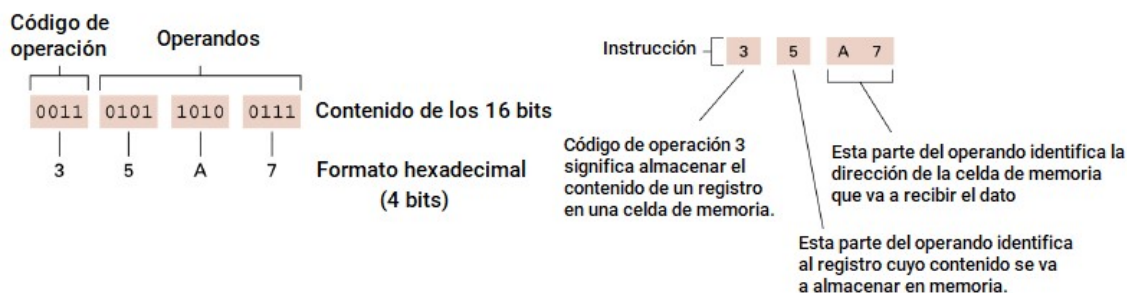
## B. Máquina de Brookshear

A partir de la siguiente figura del modelo de la máquina de Brookshear resuelva los siguientes ejercicios:



16. a. ¿Cuáles son los tres componentes principales del modelo?  
b. Basado en sus nombres, ¿Qué piensa que hace cada componente del modelo?
17. a. ¿Cuántos registros de propósito general tiene la Máquina de Brookshear?  
b. ¿Cuántas celdas de memoria puede direccionar este procesador?
18. La CPU tiene circuitos para sumar el contenido de dos registros.  
¿Cuál es el número más grande que esta máquina puede sumar sin desbordarse?
19. Las tareas comunes que realiza la CPU incluyen cargar datos desde una celda de memoria en un registro y almacenar datos de un registro en una celda de memoria. Describa lo que la CPU tendría que hacer para sumar veinte números almacenados en la memoria.
20. Supongamos que un bloque de datos se almacena en la memoria desde la dirección 98 hasta A2, inclusive. ¿Cuántas celdas de memoria hay en este bloque? Listar sus direcciones.

### C Instrucciones básicas de lenguaje de máquina



21. a. ¿De cuántos bits es el código de operación?  
b. ¿Cuántas instrucciones diferentes soporta este procesador?
22. El código de operación para leer un dato de la memoria y cargarlo en un registro es 1. Escriba una instrucción en hexadecimal para leer un dato de la dirección 4F y guardarlo en el registro R4.
23. a. ¿Por qué el registro de instrucciones en el procesador es el doble de grande que los otros registros?  
b. ¿Cuántas celdas de memoria se necesitan para almacenar una sola instrucción?

24. Las siguientes instrucciones están escritas en el lenguaje máquina. Reescribirlas en español. a. 368A b. BADE c. 803C d. 40F4 e. 7123 f. 40E1 g. A304 h. B100 i. 2BCD
25. ¿Cuál es el valor del contador de programa inmediatamente después de ejecutar la instrucción B0CD?
26. Suponga que las celdas de memoria de las direcciones 00 a 05 contienen los patrones de bits (hexadecimales) dados en la siguiente tabla:

Dirección	Contenido	Contador de programa	Registro de instrucción	Memoria Dirección 02
00	22			
01	11			
02	32			
03	02			
04	C0			
05	00			

Suponiendo que el contador de programa inicialmente tiene el contenido 00, indicar el contenido del contador de programa, el registro de instrucciones y la celda de memoria de la dirección 02 al final de cada fase de búsqueda del ciclo de la máquina hasta que la máquina se detiene.

27. ¿Cuál es la diferencia entre las instrucciones 15AB y 25AB?
28. Aquí hay algunas instrucciones en español. Traducir cada una al lenguaje máquina.
- CARGAR el registro número 3 con el valor hexadecimal 56.
  - ROTAR el registro número 5 tres bits a la derecha.
  - OPERACIÓN LÓGICA AND del contenido del registro A con el contenido del registro 5 y dejar del resultado en el registro 0.
29. Suponga que las celdas de memoria de las direcciones 00 a 05 contienen los patrones de bits (hexadecimales) dados en la siguiente tabla:

Dirección	Contenido
00	14
01	02
02	34
03	17
04	C0
05	00

Si arrancamos la máquina con su contador de programa en 00, ¿qué patrón de bits en hexadecimal tendrá la celda de memoria cuya dirección es 17 cuando la máquina se detiene?

30. Suponga que las celdas de memoria en las direcciones B0 a B8 en la máquina de Brookshear contienen los patrones de bits (hexadecimales) dados en la siguiente tabla:

Dirección	Contenido
B0	13
B1	B8
B2	A3
B3	02
B4	33
B5	B8
B6	C0
B7	00
B8	0F

- Si el contador del programa comienza en B0, ¿qué patrón de bits estará en el registro número 3 después de ejecutar la primera instrucción?
- ¿Qué patrón de bits quedará en la celda de memoria B8 luego de ejecutarse la instrucción de parada?

31. Suponga que las celdas de memoria de las direcciones A4 a B1 tienen el siguiente código de máquina (se pusieron las direcciones cada dos bytes para no separar las instrucciones):

Dirección	Contenido
A4	2000
A6	2103
A8	2201
AA	B1B0
AC	5002
AE	B0AA
B0	C000

Al responder las siguientes preguntas, suponga que la máquina comenzó con su contador de programa conteniendo A4.

- ¿Qué hay en el registro 0 la primera vez que se ejecuta la instrucción de la dirección AA?
- ¿Qué hay en el registro 0 la segunda vez que se ejecuta la instrucción de la dirección AA?
- ¿Cuántas veces se ejecuta la instrucción en la dirección AA antes de que la máquina se detenga?

32. Suponga que las celdas de memoria en las direcciones F0 a F9

contienen el programa en lenguaje de máquina descritos en la siguiente tabla, en la que se pusieron las direcciones cada dos bytes para no separar las instrucciones.

Dirección	Contenido
F0	20C0
F2	30F8
F4	2000
F6	30F9
F8	FFFF

Si arrancamos la máquina con su contador de programa en F0, ¿qué hace la máquina cuando llega a la instrucción en la dirección F8?

33. En cada uno de los siguientes casos, escriba un breve programa en lenguaje máquina para realizar las actividades solicitadas. Suponga que cada uno de sus programas está ubicado a partir de la dirección 00 en la memoria.
- Mueva el valor en la dirección de memoria D8 a la dirección de memoria B3.
  - Intercambiar los valores almacenados en la memoria en las direcciones D8 y B3.
  - Si el valor almacenado en la dirección 44 de la memoria es 00, coloque el valor 01 en la dirección 46 de la memoria; de lo contrario, ponga el valor FF en la dirección de la memoria 46.

## D Operaciones lógicas

34. Realice las operaciones indicadas.

- |     |                 |     |                 |     |                 |
|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|
| a.  | 01001011        | b.  | 10000011        | c.  | 11111111        |
| AND | <u>10101011</u> | AND | <u>11101100</u> | AND | <u>00101101</u> |
| d.  | 01001011        | e.  | 10000011        | f.  | 11111111        |
| OR  | <u>10101011</u> | OR  | <u>11101100</u> | OR  | <u>00101101</u> |
| g.  | 01001011        | h.  | 10000011        | i.  | 11111111        |
| XOR | <u>10101011</u> | XOR | <u>11101100</u> | XOR | <u>00101101</u> |

35. Suponga que desea poner en cero los cuatro bits del medio de un byte sin perturbar los dos bits de cada costado. ¿Qué máscara y qué operación



usaría?

36. Suponga que desea complementar los cuatro bits intermedios de un byte dejando los otros cuatro bits intactos. ¿Qué máscara y qué operación debe usar?
37. Suponga que aplica XOR a los primeros dos bits de una cadena de bits y luego toma el resultado y hace XOR con el tercer bit. El resultado con el cuarto y así sucesivamente. Cada resultado hace una XOR con el siguiente bit.
- ¿Cómo se relaciona el resultado con la cantidad de unos que tiene la cadena?
  - ¿Cómo se relaciona este problema con la determinación de un bit que nos indique cuál es la paridad de un mensaje?
38. A menudo es conveniente usar una operación lógica en lugar de una numérica. Por ejemplo, la operación lógica AND combina dos bits de forma parecida a una multiplicación. ¿Qué operación lógica entre dos bits es similar a una suma? ¿qué sale mal en este caso en comparación con una suma?
39. Los códigos ASCII desde la A hasta la Z son los números hexadecimales 41 hasta 5A respectivamente. Para las minúsculas, desde a hasta z los códigos hexadecimales van desde 61 hasta 7A.
- ¿Qué operación lógica junto con qué máscara puede usar para cambiar los códigos ASCII de minúsculas a mayúsculas? ¿Y de mayúsculas a minúsculas?
40. ¿Cuál es el resultado de realizar un desplazamiento circular a la derecha de tres bits en las siguientes cadenas de bits?:
- 01101010
  - 00001111
  - 01111111
41. ¿Cuál es el resultado, en hexadecimal, de realizar un desplazamiento circular a la izquierda de un bit en las siguientes cadenas de bits representadas en hexadecimal?
- AB
  - 5C
  - B7
  - 35
42. Un desplazamiento circular hacia la derecha de tres bits en una cadena de ocho bits es equivalente a un desplazamiento circular a la izquierda de cuántos bits?
43. Sumar 01101010 y 11001100 suponiendo que son números binarios representados como enteros (con signo en notación de complemento a dos).
44. Escriba un programa que coloque un 1 en el bit más significativo de la Del dato almacenado en la celda de memoria cuya dirección es A7 sin modificar los bits restantes en la celda.

45. Escriba un programa que copie los cuatro bits centrales de la celda de memoria de la dirección E0 en los cuatro bits menos significativos de la celda de memoria E1, dejando 0 en los cuatro bits más significativos.

### E Programas en lenguaje de máquina

46. Determinar el tamaño en bits de todos los componentes de la máquina y realizar un programa que resuelva lo siguiente:

Punto de carga en la celda  $50_{(16)}$ .

En las celdas  $15_{(16)}$  y  $25_{(16)}$  se encuentran almacenados dos números X e Y. Efectuar  $X + Y$  almacenando el resultado en la celda  $30_{(16)}$ .

47. Detecte si el contenido de la dirección 79 es positivo. En caso afirmativo deje en ese lugar el complemento a la base, en caso contrario deje menos uno (-1).

48. En las celdas  $15_{(16)}$  y  $25_{(16)}$  se encuentran almacenados dos números X e Y. Efectuar  $X - Y$  almacenando el resultado en la celda  $30_{(16)}$

49. En las celdas  $15_{(16)}$  y  $25_{(16)}$  se encuentran almacenados dos números X e Y. Efectuar  $X * Y$  almacenando el resultado en la celda  $30_{(16)}$ .

50. En la celda  $15_{(16)}$  se encuentra almacenado un número N.

Calcular  $\sum_{i=1}^N i$  almacenando el resultado en la celda  $30_{(16)}$

51. En memoria, a partir de la celda  $12_{(16)}$  se encuentra el siguiente programa:

2003 2101 2202 2300 2400 5442 5331 BE24 B01C 34AA 33BB C000

Los contenidos de las celdas  $AA_{(16)}$  y  $BB_{(16)}$  inicialmente son  $0000_{(16)}$  respectivamente. Indicar su contenido luego de ejecutarse el programa.

Se pide efectuar un seguimiento del programa mediante una tabla con el siguiente encabezado:

Dirección	Instrucción	Explicación concreta de la instrucción
-----------	-------------	--

Realizar la prueba de escritorio del programa mediante una tabla con una columna para cada registro de propósito general involucrado, una columna para cada registro dedicado (RI, RDM, RM ), una columna para la dirección AA y otra para la BB

52. En las celdas  $60_{(16)}$ ,  $61_{(16)}$  y  $62_{(16)}$  se encuentran almacenados tres números positivos X,Y,Z. Se pide ordenarlos en forma ascendente y almacenarlos ordenados a partir de la dirección  $70_{(16)}$ .

53. En memoria, a partir de la celda  $00_{(16)}$  se encuentra el siguiente programa:

1102 1203 237F 5012 A001 8003 C000

Se pide efectuar un seguimiento del programa detallando las microinstrucciones e indicar el estado final de todos los registros de propósito general y los registros dedicados RI, PC, RM y RDM y las celdas que se modifican. ¿Qué hace el programa?

54. En la celda  $A0_{(16)}$  se encuentra almacenado un número que representa la máxima longitud de un BPF c/signo en bits. Almacenar en la celda  $B0_{(16)}$  el menor número almacenable en esa cantidad de bits y el mayor número almacenable en la celda  $B2_{(16)}$ .

55. Detecte si el contenido de la dirección 79 es -85. En caso afirmativo deje en ese lugar el bit 4 en uno, en caso contrario el bit 4 en cero; sin modificar los bits restantes.

56. Detecte si el contenido de la dirección 79 tiene el bit 5 en uno y el bit 4 en cero. En caso afirmativo deje en esa dirección el complemento a la base del número, en caso contrario deje el bit 1 en uno y el bit 6 en cero sin modificar los bits restantes.

57. El puerto de un dispositivo de E/S que está en la dirección CA recibe el bit 1 y el 3. Si están en cero envíe un 1 por el bit 7. Si están en 1 envíe un 0 por el bit 6. En los demás casos envíe un 0 por el bit 5 y un 1 por el bit 4 sin modificar los bits restantes.

58. En memoria, a partir de la celda  $12_{(16)}$  se encuentra el siguiente programa:

2080 B01A 9999 C000 11FA 1284 5412 8403 B416 B018

Los contenidos de las celdas  $FA_{(16)}$  y  $84_{(16)}$  son  $7F_{(16)}$  y  $25_{(16)}$  respectivamente.

Se pide efectuar un seguimiento del programa detallando las microinstrucciones e indicar el estado final de todos los componentes (RI, PC, RM, RDM).

59. En memoria, a partir de la celda  $00_{(16)}$  se encuentra el siguiente programa:

11CA 200A 8210 B218 2000 B220 23DF 8413 2310 7534 35CA B027  
23FD 8531 35CA B027 2380 7531 35CA

Determinar el tamaño de todos los componentes de la máquina y efectuar un seguimiento del programa detallando las microinstrucciones e indicar el estado final de todos los componentes (AC, RI, RPI, RM, RDM) y las celdas que se modifican. ¿Qué hace el programa?

60. Las celdas  $20_{(16)}$  y  $22_{(16)}$  contienen dos direcciones, se pide calcular la sumatoria de todas las celdas comprendidas entre las direcciones dadas.
61. Dado un vector de cinco elementos (cada elemento es una celda de memoria) almacenados a partir de la dirección  $A0_{(16)}$ , intercambiar de posición al primer elemento del vector con el máximo.  
Por ejemplo, si el vector fuera: 4 5 8 7 1, debe quedar: 8 5 4 7 1
62. Dado un vector almacenado a partir de la celda  $A0_{(16)}$  y que termina en  $-1_{(10)}$  se pide invertir al vector, es decir, el último elemento queda en el lugar del primero, (en la celda  $A0_{(16)}$  queda el  $-1_{(10)}$ ), en el anteúltimo queda el segundo, etc.
63. La celda  $20_{(16)}$  contiene una dirección de memoria. La celda  $22_{(16)}$  contiene otra dirección de memoria mayor o igual que la anterior. Se pide cambiar unos por ceros y ceros por unos en todas las celdas dentro del bloque delimitado por las dos direcciones mencionadas (inclusive).
64. Sabiendo que en la dirección  $1A_{(16)}$  se encuentra la dirección de inicio de un vector, cuyo fin está indicado con una celda con valor  $-1_{(10)}$ , se pide realizar un programa que ubique al principio del vector todos los elementos distintos de cero y al final del mismo los que son iguales a cero (debe mantener en su lugar la marca de fin de vector).  
El punto de carga del programa será la celda  $20_{(16)}$ .
65. Se sabe que en la dirección  $A0_{(16)}$  se encuentra la dirección de inicio del primer nodo de una lista cuyos nodos están formados por dos celdas contiguas. La primera celda de cada nodo contiene un valor en BPF c/signo de 16 bits y la segunda contiene la dirección de inicio del nodo siguiente. En el último nodo la segunda celda contiene un  $-1_{(10)}$  para indicar el fin de la lista. Se pide recorrer todos los nodos de la lista y almacenar la sumatoria de todos los BPF c/signo de 16bits. Dicha sumatoria se deberá almacenar en la celda  $A2_{(16)}$ .
66. Se tiene en memoria una lista formada por elementos de 2 celdas de

longitud. En cada elemento la primera celda contiene un valor y la segunda, la dirección del siguiente elemento. El último elemento de la lista tiene  $-1_{(10)}$  como dirección del siguiente elemento. Se sabe que en la celda  $10_{(16)}$  se encuentra almacenada la dirección del primer elemento de la lista.

Se pide pasar todos los valores de la lista (es decir las primeras celdas de cada elemento) a un vector que comience en la dirección  $D0_{(16)}$ . Se sabe que los elementos de la lista se encuentran todos entre las celdas  $A0_{(16)}$  y  $CF_{(16)}$  y que la cantidad de elementos de la lista es menor a  $40_{(10)}$ .

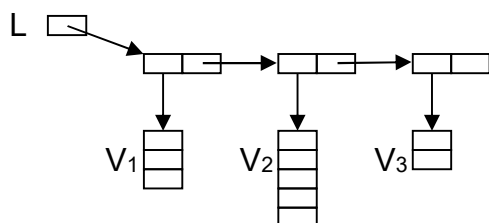
Por ejemplo, si la lista fuera (suponiendo que la lista comienza en  $A0_{(16)}$ ):

(A0) 01 (A1) A6  
 (A2) 03 (A3) A4  
 (A4) 04 (A5) FF  
 (A6) 02 (A7) A2

A partir de la dirección  $D0_{(16)}$  debe quedar:

(D0) 01  
 (D1) 02  
 (D2) 03  
 (D3) 04

67. Se tiene una lista (L) en donde cada nodo contiene una celda que apunta al inicio de un vector de celdas (V) y otra celda que contiene la dirección del siguiente nodo de la lista. El vector de celdas contiene en cada celda un BPF sin signo de 8 bits y termina con un valor 0. A su vez el final de la lista está determinado por un valor  $-1_{(10)}$  en la segunda celda del último nodo. Se pide realizar un programa que recorra todas las celdas de los vectores (V) de todos los nodos de la lista (L) y obtenga el máximo BPF sin signo almacenado. Este valor se deberá dejar almacenado en la celda  $B0_{(16)}$ . La celda  $A0_{(16)}$  contiene la dirección de inicio de L.



68. Se tiene una lista (L) cuya dirección de inicio se encuentra almacenada en la celda  $A0_{(16)}$ . Cada nodo de la lista (L) está formado por tres celdas contiguas en memoria. La primera celda contiene un número  $n$  que representa la dimensión de una matriz cuadrada de  $n \times n$ . La segunda celda contiene la dirección de inicio de una matriz (M) cuadrada. La tercera celda del nodo contiene la dirección del siguiente nodo de la lista. El final de la lista (L) se indica con un valor  $-1$  en la tercera celda del último nodo.

Se pide realizar un programa con punto de carga en la celda  $12_{(16)}$  que recorra todos los nodos de la Lista (L) y calcule la sumatoria de los

elementos de la diagonal principal de cada matriz (M) asociada almacenando en la celda B0<sub>(16)</sub> la mínima sumatoria calculada.

