

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

## **SISTEMAS DE NUMERACIÓN**

### **OBJETIVO**

El objetivo es conocer y utilizar los sistemas de numeración binario y hexadecimal, para luego poder utilizarlos en prácticas futuras. Todo número en cualquier sistema de numeración puede representarse por el polinomio de numeración:

$$N_b = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + a_{n-2} b^{n-2} + \dots + a_2 b^2 + a_1 b^1 + a_0 b^0 + a_{-1} b^{-1} + a_{-2} b^{-2} + \dots + a_{-k} b^{-k}$$

Donde :  $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_2, a_1, a_0, a_{-1}, a_{-2}, \dots$  son símbolos pertenecientes al sistema de numeración en el que estamos trabajando y  $b$  es la base del sistema. Los subíndices y potencias positivas corresponden a la parte entera del  $n^\circ$ , las negativas a la parte fraccionaria

En el sistema de numeración **decimal** los símbolos son : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

La base ( $b$ ) es 10. Siempre en todo sistema de numeración la cantidad de símbolos posibles es igual a la base. Y el valor máximo (en decimal) es igual a  $b - 1$ .

En el sistema de numeración **binario** los símbolos son: 0, 1 (reciben el nombre de bit) y la base ( $b$ ) es 2

En el sistema de numeración **hexadecimal** los símbolos son: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Las letras equivalen en decimal a: A = 10 ; B = 11; C = 12; D = 13; E = 14; F = 15.

La base ( $b$ ) es 16

Equivalencia entre decimal, binario y hexadecimal.

Dec.	Binario	Hex.
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Cuando se quiere convertir un  $n^\circ$  en decimal a cualquier otra base, el método más conveniente es el de las divisiones sucesivas para la parte entera y multiplicaciones sucesivas para la parte fraccionaria por la

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

base del sistema al cual se desea convertir. Ejemplo: al  $n^{\circ} 359,75_{10}$  se lo quiere convertir a binario (base = 2):

$359/2 = 179$	$R = 1$
$179/2 = 89$	$R = 1$
$89/2 = 44$	$R = 1$
$44/2 = 22$	$R = 0$
$22/2 = 11$	$R = 0$
$11/2 = 5$	$R = 1$
$5/2 = 2$	$R = 1$
$2/2 = 1$	

El  $n^{\circ}$  se forma a partir del último cociente y todos los restos hacia arriba:  $11100111_2$ .

Para la parte fraccionaria se hace lo siguiente:

$0,75 \times 2 = 1,5$  (se saca la parte entera y se vuelve a multiplicar por dos hasta que la parte fraccionaria tome el valor cero, o un determinado número de multiplicaciones)

$0,5 \times 2 = 1,0$  la parte fraccionaria es 11

La conversión completa es:  $11100111,11_2$

Para convertir el mismo número a hexadecimal será:

$359/16 = 22$  y el resto es 7

$22/16 = 1$   $R = 6$

La parte entera será:  $167_{16}$

La parte fraccionaria se calcula:

$0,75 \times 16 = 12$  o sea la letra C

En definitiva el  $n^{\circ}$  será :  $164,C_{16}$

En el caso inverso para convertir un  $n^{\circ}$  en cualquier base que no sea decimal a decimal, se debe aplicar el polinomio de numeración.

Supongamos  $10110,11_2$  y lo queremos convertir a decimal será:

$$N^{\circ} = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$N^{\circ} = 16 + 0 + 4 + 2 + 0 + 0,5 + 0,25 = 22,75_{10}$$

Para el caso de hexadecimal se procederá de igual modo salvo que los símbolos y base corresponderán al sistema hexadecimal y en lugar de las letras, para la conversión se colocará su equivalente decimal. Siempre al final del  $n^{\circ}$  se utilizará un subíndice para indicar la base : decimal: 10 o d ; binario: 2 o b hexadecimal: 16 o H

En el caso de convertir un número del sistema de numeración binario a hexadecimal, se debe tener en cuenta que cuatro bit's del sistema binario constituyen un dígito del hexadecimal, por lo que la

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

conversión consiste en hacer grupos de cuatro bit's, desde la coma hacia la izquierda y desde la coma hacia la derecha, colocando el equivalente hexadecimal de cada grupo de bit's

Ejemplo:  $1100101011,1110_2 = 11'0010'1011,1110 = 32B,E_{16}$

Para convertir de hexadecimal a binario se realiza el proceso inverso, reemplazando cada dígito del nro en hexadecimal por los cuatro bit's equivalentes en binario

Ejemplo :  $2A5CE,DB_{16} = 10'1010'0101'1100'1110,1101'1011_2$

Nota : los apostrofes en los dos ejemplos anteriores, se colocan sólo para indicar los grupos de bit's.

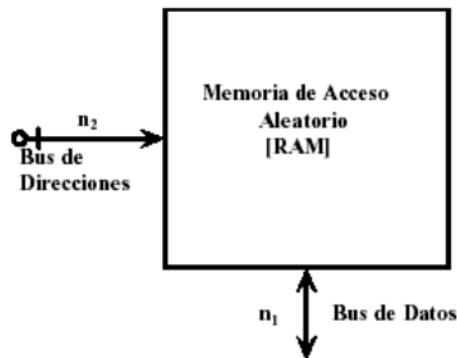
**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

**MEMORIAS**

**OBJETIVO**

El objetivo de esta parte del práctico es aplicar los conocimientos adquiridos respecto a las memorias de semiconductores, ejercitando sobre líneas de datos, direcciones y control. Y creación de un bloque de memoria a partir de un elemento básico.

Ejercicio 1: Determinar cual es el valor de  $n_1$  y  $n_2$ , si la memoria es de: a) 4 Kbytes, b) 64Kbytes, c) 1Mbytes, d) 4096 palabras de 32 bits, e) 65536 palabras de 16 bits f) 524288 palabras de 64 bits.



Resolución:

En cuanto al bus de datos ( $n_1$ ) debemos recordar que cuando se utiliza la palabra byte, se hace referencia a una cantidad de 8 bits. Caso contrario se especifica la cantidad de bits que forman la posición o palabra. Por lo tanto en los primeros tres casos  $n_1$  será igual a 8 bits y en los casos restantes según la capacidad especificada. Para calcular el número de bits necesarios para direccionar (seleccionar) ( $n_2$ ) una entre las cantidades especificadas debemos recordar que genéricamente con  $n$  bits se pueden realizar  $2^n$  combinaciones. Por ejemplo para seleccionar una entre 1024 (1K) necesitamos 10 bits porque  $2^{10} = 1024$ . Todo lo que nos pasemos de 10 como exponente de la potencia de 2 serán múltiplos de 1024 (1K) o sea  $2^{(n_2-10)} = N \text{ K}$

Por ejemplo: con  $n_2 = 12$  tendremos  $2^2 = 4 \text{ K}$

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

Descripción	N1	N2	Nº bits
8Kbytes	8	13	65.536
32Kbytes	8	15	262.144
2Mbytes	8	21	16.777.216
2.048 palabras. x 16 bits	16	11	32.768
65.536 palabras. x 32 bits	32	16	2.097.152
524.288 palabras x 32 bits	32	19	16.777.216

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

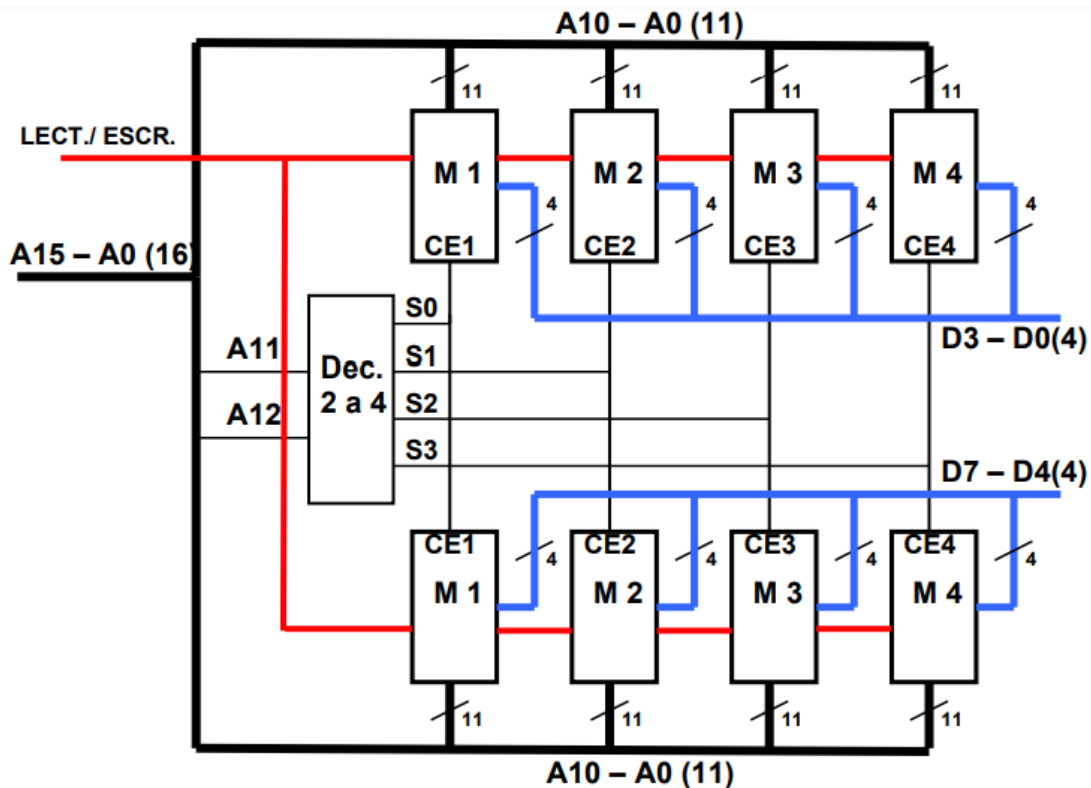
Ejercicio 2 : Realizar una memoria de 8K x 8 bit partiendo de una memoria de 2K x 4 bit

Según lo visto en el ejercicio anterior si la memoria de la que partimos tiene 2048 posiciones necesitamos 11 bits para seleccionar una entre las 2048. Esos bits forman parte del Bus de Direcciones y se los denominará desde el bit de menor peso al de mayor peso como A0, A1, A2,....., A10. En este caso no podemos decir que la memoria tiene 2Kbyte ya que según el enunciado cada posición tiene 4 bit. Para resolver el ejercicio deberemos ampliar la cantidad de posiciones como así también el número de bits de cada posición. Se presenta el mapa de memoria que nos permite determinar la forma de seleccionar cada memoria para lograr la memoria de 8Kbytes como así también el diagrama en bloques del coneccionado final. Para la total comprensión tener en cuenta lo visto en clase

**Mapa de direcciones para el bloque de 8K**

MEMORIA	DIRECCIONES	A 15	A 14	A 13	A 12	A 11	A 10	A 9	A 8	A 7	A 6	A 5	A 4	A 3	A 2	A 1	A 0
MEM. 1	0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEM. 1	-----	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEM. 1	07FF	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MEM. 2	0800	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEM. 2	-----	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEM. 2	0FFF	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MEM. 3	1000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEM. 3	-----	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEM. 3	17FF	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MEM. 4	1800	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEM. 4	-----	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEM. 4	1FFF	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias



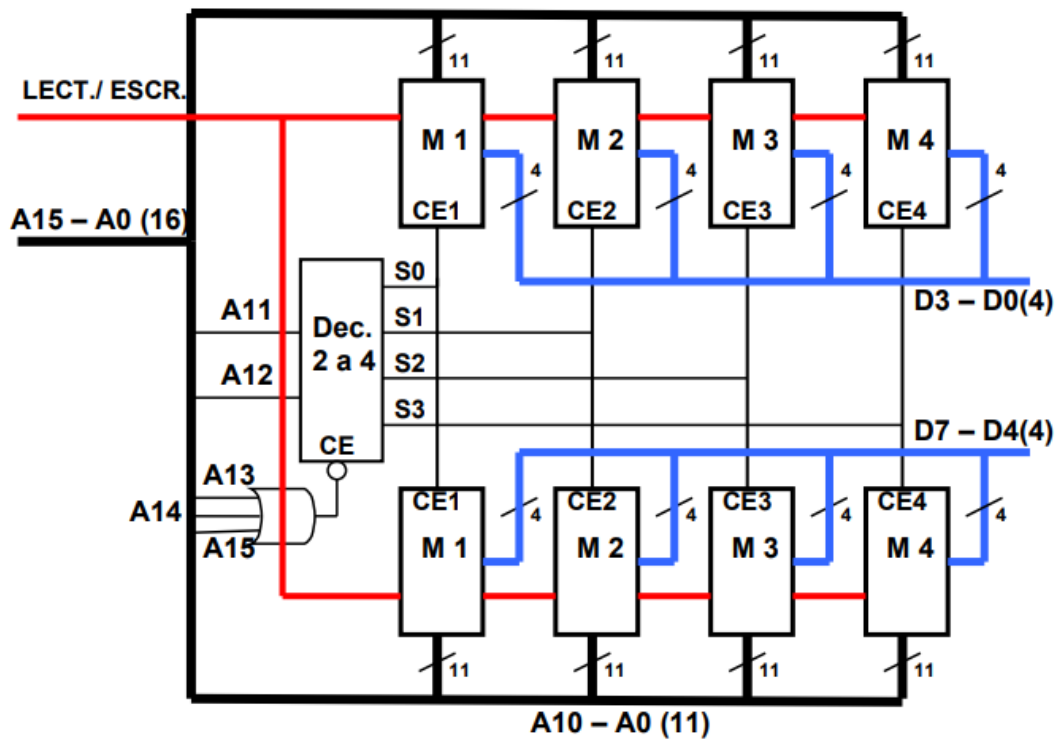
Cómo delimitar la zona donde el bloque de memoria es habilitado

El bloque de memoria posee 8 Kbytes y es utilizado por un sistema con microprocesador que tiene un Bus de direcciones de 16 bits y se pretende que el bloque se habilite a partir de la posición  $0000_{16}$ .

Como el microprocesador posee un Bus de direcciones de 16 bits puede direccionar en total  $64k$  de memoria desde la posición  $0000_{16}$  hasta la posición  $FFFF_{16}$ . Para direccionar el bloque de memoria (8K) se necesitarán 13 bits (los primeros 13 bits del bus de direcciones del microprocesador (desde el  $A_0$  al  $A_{12}$ ). Para ese rango de direcciones los tres bits superiores del bus de direcciones  $A_{13} = 0$ ,  $A_{14} = 0$  y  $A_{15} = 0$ . Esta condición es la que utilizaremos para delimitar la zona de respuesta del bloque de memoria. Lo que hacemos es controlar el funcionamiento del decodificador que se encuentra en el bloque de memoria controlando el estado de su entrada de habilitación o enable.

Supongamos que la entrada de habilitación del decodificador debe estar en "0" para que el mismo funcione, entonces se deberá construir un combinacional cuyas entradas serán  $A_{13}$ ,  $A_{14}$  y  $A_{15}$  y cuya salida o función irá conectada a la entrada de habilitación del decodificador la que tendrá el valor "0" cuando se cumpla que  $A_{13}$ ,  $A_{14}$  y  $A_{15}$  sean "0".

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias



El objetivo de este práctico es aplicar los conocimientos adquiridos sobre álgebra de boole, y funciones lógicas, construyendo distintos circuitos



FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias

**TRABAJO PRÁCTICO A DESARROLLAR**

**Punto A**

*Convertir a binario y a hexadecimal:*

a)  $472,55_{10}$

b)  $235,69_{10}$

c)  $526,57_{10}$

**Desarrollo del Punto A**

DECIMAL	BINARIO	HEXADECIMAL
<b>472,55</b>	111011000,10001100	1D8,8CCC
<b>235,69</b>	11101011,10110000	EB,B0A3
<b>526,57</b>	1000001110,10010001	20E,91EB

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias

**Punto B**

*Convertir a decimal:*

a)  $10110111000111,101_2$

b)  $EA4,3B_{16}$

**Desarrollo del Punto B**

<b>BINARIO / HEXADECIMAL</b>	<b>DECIMAL</b>
<b>10110111000111,101</b>	11719,625
<b>EA4,3B</b>	3748,23046875

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias

**Punto C**

*Convertir a lo que se indique.*

a)  $11010110011000101,101001_2$  a Hexadecimal

b)  $5B8E,6C_{16}$  a binario

**Desarrollo del Punto C**

a) **Binario** :0001'1010'1100'1100'0101,1010'0100

**Hexadecimal**: 1ACC5,A4

b) **Hexadecimal**: 5B8E,6C

**Binario**: 0101'1011'1000'1110,0110'1100

**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

**Punto D**

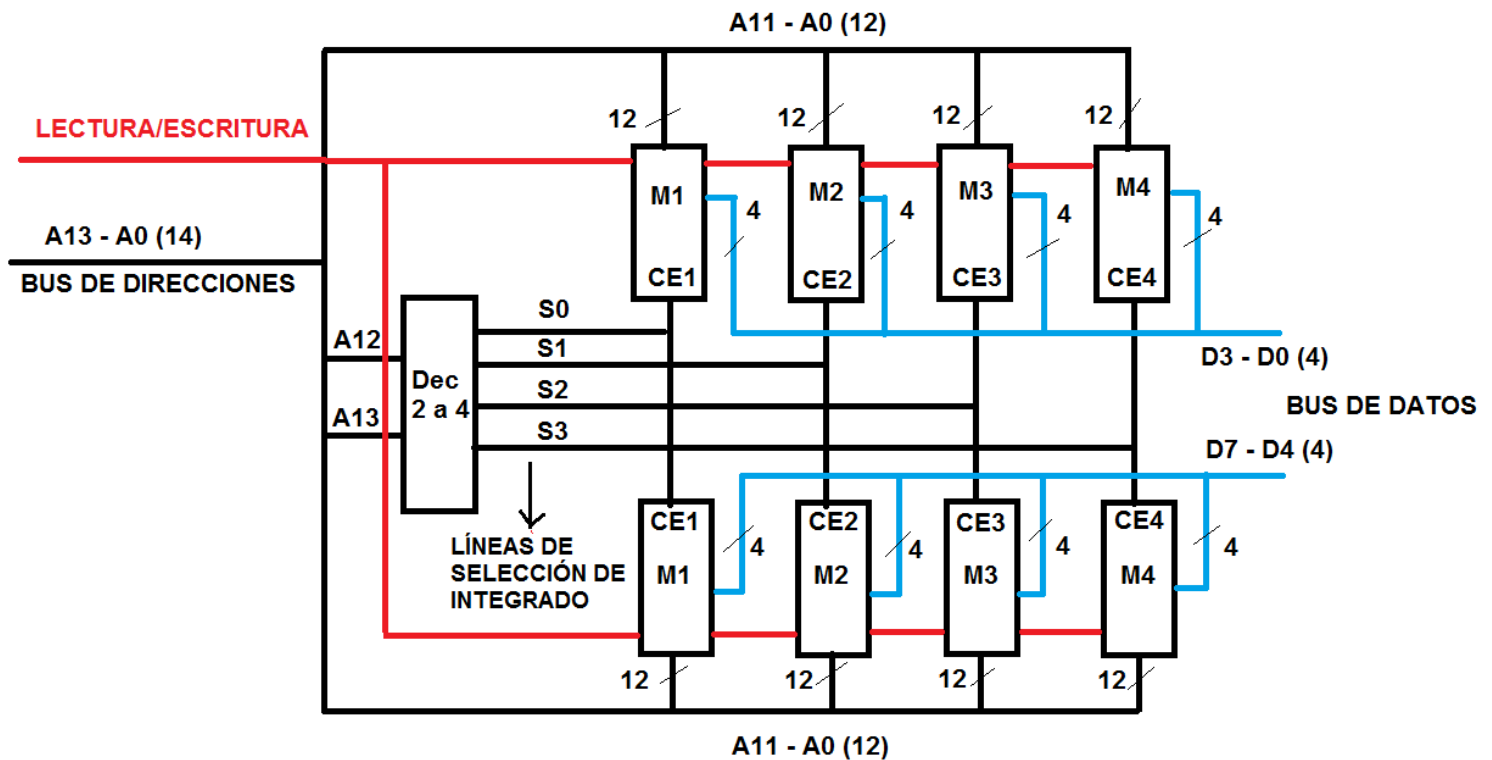
*Realizar una memoria de 16Kbytes con unidades de 4K x 4bits.*

*Indicar claramente el BUS DE DATOS (D0,D1....); BUS DE DIRECCIONES: (A0,A1,...), las líneas de selección de integrado y la línea de control de lectura /escritura (L/E)*

**Desarrollo del Punto D**

MEMORIA	DIRECCIONES	A 13	A 12	A 11	A 10	A 9	A 8	A 7	A 6	A 5	A 4	A 3	A 2	A 1	A 0
Mem 1	0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mem 1	-----	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mem 1	0FFF	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mem 2	1000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mem 2	-----	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mem 2	1FFF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mem 3	2000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mem 3	-----	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mem 3	2FFF	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mem 4	3000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mem 4	-----	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mem 4	3FFF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA  
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA  
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS  
2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias



**FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA**  
**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL – INGENIERIA EN MECATRONICA**  
**CARPETA TRABAJOS PRACTICOS**  
**2022 - TP N° 7-Sistemas de Numeración y Memorias**

**GRUPO N° 2**

Martín Duci, Ignacio	13560	Ing. Mecatrónica
Borquez Perez, Juan Manuel	13567	Ing. Mecatrónica
Escobar, Matías Leonel	13328	Ing. Mecatrónica
Avalos, Jose Agustin	13291	Ing. Mecatrónica
Dalessandro Figueroa, Francisco Andrés	13318	Ing. Mecatrónica
Cazabán, Martín Gabriel	12381	Ing. Mecatrónica

**RESUMEN DE LA ACTIVIDAD**

- \_ Realice todos los ejercicios indicados en los Puntos A a C
- \_ Presente un informe grupal con los resultados. (Use el Modelo de Presentación)
  - \_ Indique en cada hoja del informe el mismo encabezado que el utilizado en este Trabajo. En el pie de página indique los nombres completos, legajo y carrera del grupo de trabajo.
  - \_ Adjuntar los circuitos de simulación y enviar junto al archivo electrónico del TPráctico.