

CIRCUITOS LOGICOS DIGITALES



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

Laureate International Universities®

FUNCIONES DE LÓGICA COMBINACIONAL MSI – MEDIUM SIZE OF INTEGRATION – PARTE 3

CICLO ACADÉMICO: 2024-I

¿QUÉ SABRÁS AL FINAL DEL CAPÍTULO?

- El funcionamiento y las principales aplicaciones de los circuitos lógicos combinacionales de media escala de integración – MSI, como los siguientes:
 - Multiplexores
 - Demultiplexores
- La implementación de funciones booleanas utilizando módulos combinacionales.
- La implementación de redes de módulos combinacionales.

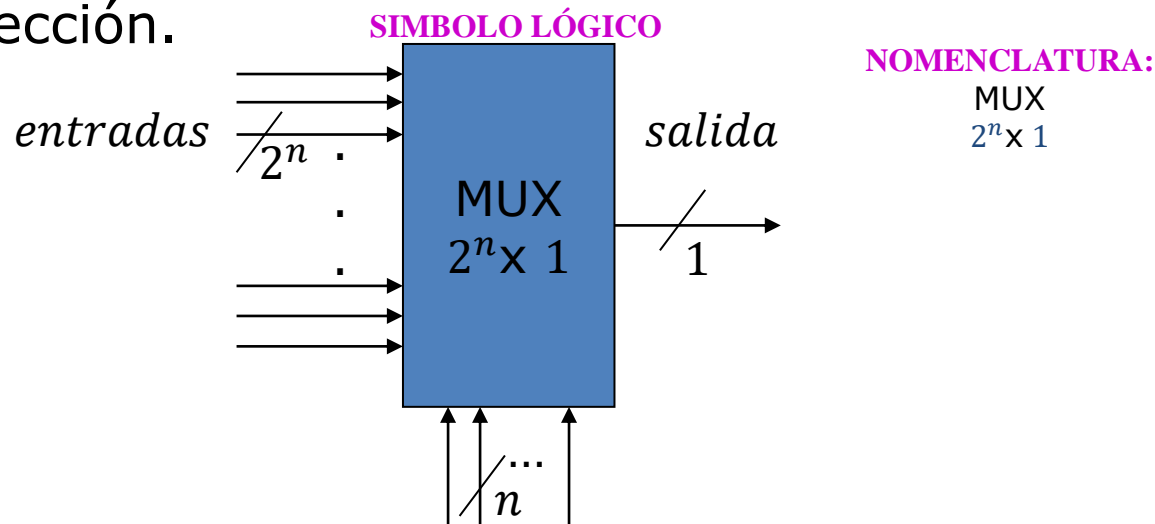
CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DE LÓGICA COMBINACIONAL DE MEDIA ESCALA DE INTEGRACIÓN – MSI

- Son bloques funcionales combinacionales más complejos que las puertas lógicas básicas.
- Realizan una función lógica en específico.
- Se obtienen a partir de puertas lógicas básicas.
- Se pueden usar para implementar funciones booleanas.
- Su nivel de integración, de media escala de integración, involucra la construcción de circuitos que utilizarán entre 10 y 100 puertas
- Usan señales de control que permiten controlar su funcionamiento.
- Tipos:

MULTIPLEXOR
DEMULTIPLEXOR
CODIFICADOR
DECODIFICADOR

DEFINICIÓN DE MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

- ❑ Los Multiplexores son circuitos lógicos combinacionales que poseen varias entradas pero una única salida de datos.
- ❑ Integran entradas de control los cuales, en base a una combinación específica, el MUX selecciona sólo uno de los datos de entrada para permitir la transmisión de datos desde la entrada seleccionada hacia la salida única.
- ❑ Estos circuitos combinacionales poseen 2^n líneas de entrada de datos, 1 línea de salida de datos y n entradas de control o de selección.



CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

MUX 4x1/MUX 8x1

- ❑ Dispone de 2^n entradas, n señales de control y 1 salida:
MUX $2^n \times 1$
- ❑ Su función es seleccionar y transmitir una entrada definida en base a una combinación de las entradas de control.

SÍMBOLO LÓGICO

MUX 4x1

CON ENTRADA DE HABILITACIÓN

ENTRADA DE HABILITACIÓN='1'

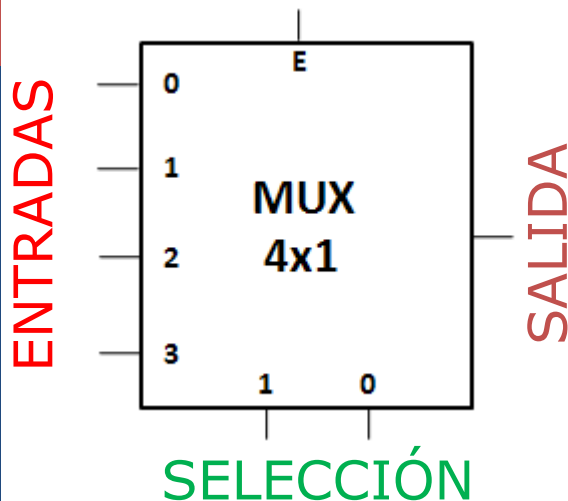


TABLA DE VERDAD

MUX 4x1

ENTRADAS				SELECCIÓN		SALIDA
D0	D1	D2	D3	S1	S0	[Q]
1	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	1	0	D2
0	0	0	1	1	1	D3

CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

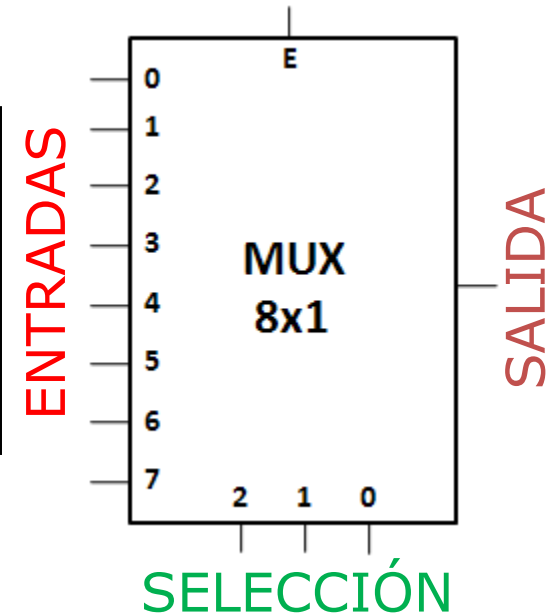
MUX 4x1/MUX 8x1

- ❑ Dispone de 2^n entradas, n señales de control y 1 salida: MUX $2^n \times 1$
- ❑ Su función es seleccionar y transmitir una entrada definida en base a una combinación de las entradas de control.

TABLA DE VERDAD
MUX 8x1

ENTRADAS								SELECCIÓN			SALIDA
D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	S2	S1	S0	[Q]
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	D2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	D3
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	D4
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	D5
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	D6
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	D7

SIMBOLO LÓGICO
MUX 8x1
CON ENTRADA DE HABILITACIÓN
ENTRADA DE HABILITACIÓN ='1'



CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

MUX 4x1/MUX 8x1

CIRCUITO LÓGICO

MUX 4x1

SIN ENTRADA DE HABILITACIÓN

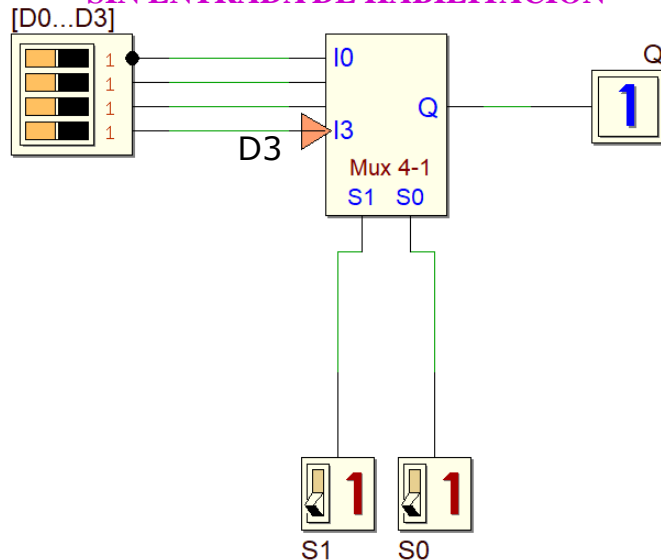


TABLA DE VERDAD

MUX 4x1

ENTRADAS				SELECCIÓN		SALIDA
D0	D1	D2	D3	S1	S0	[Q]
1	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	1	0	D2
0	0	0	1	1	1	D3

CIRCUITO LÓGICO

MUX 8x1

SIN ENTRADA DE HABILITACIÓN

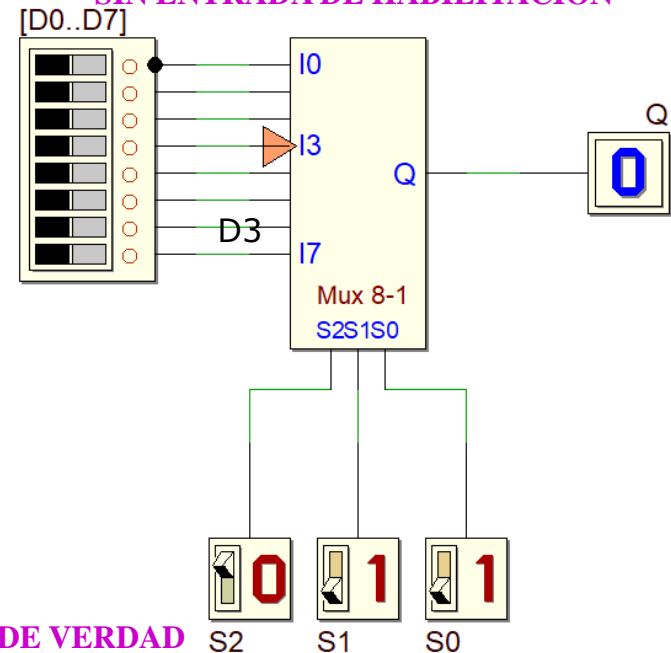


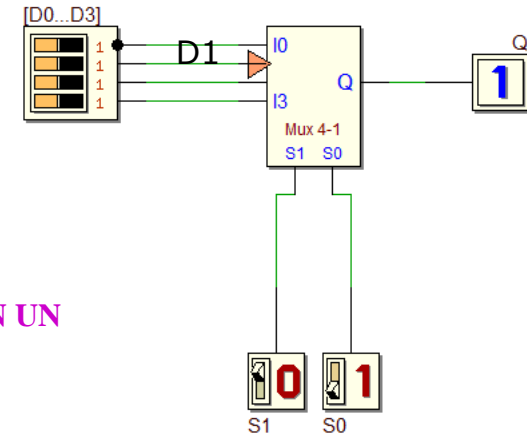
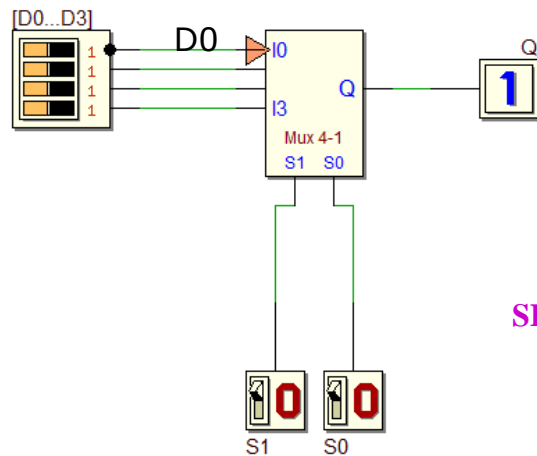
TABLA DE VERDAD

MUX 8x1

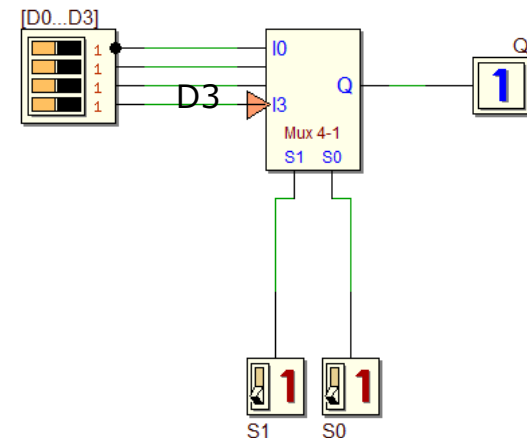
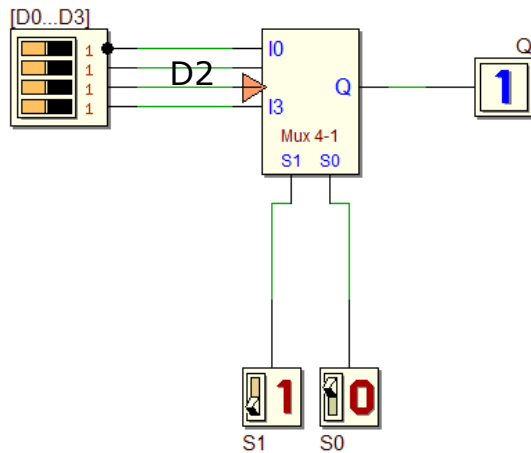
ENTRADAS								SELECCIÓN			SALIDA
D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	S2	S1	S0	[Q]
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	D2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	D3
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	D4
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	D5
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	D6
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	D7

CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO MUX 4x1

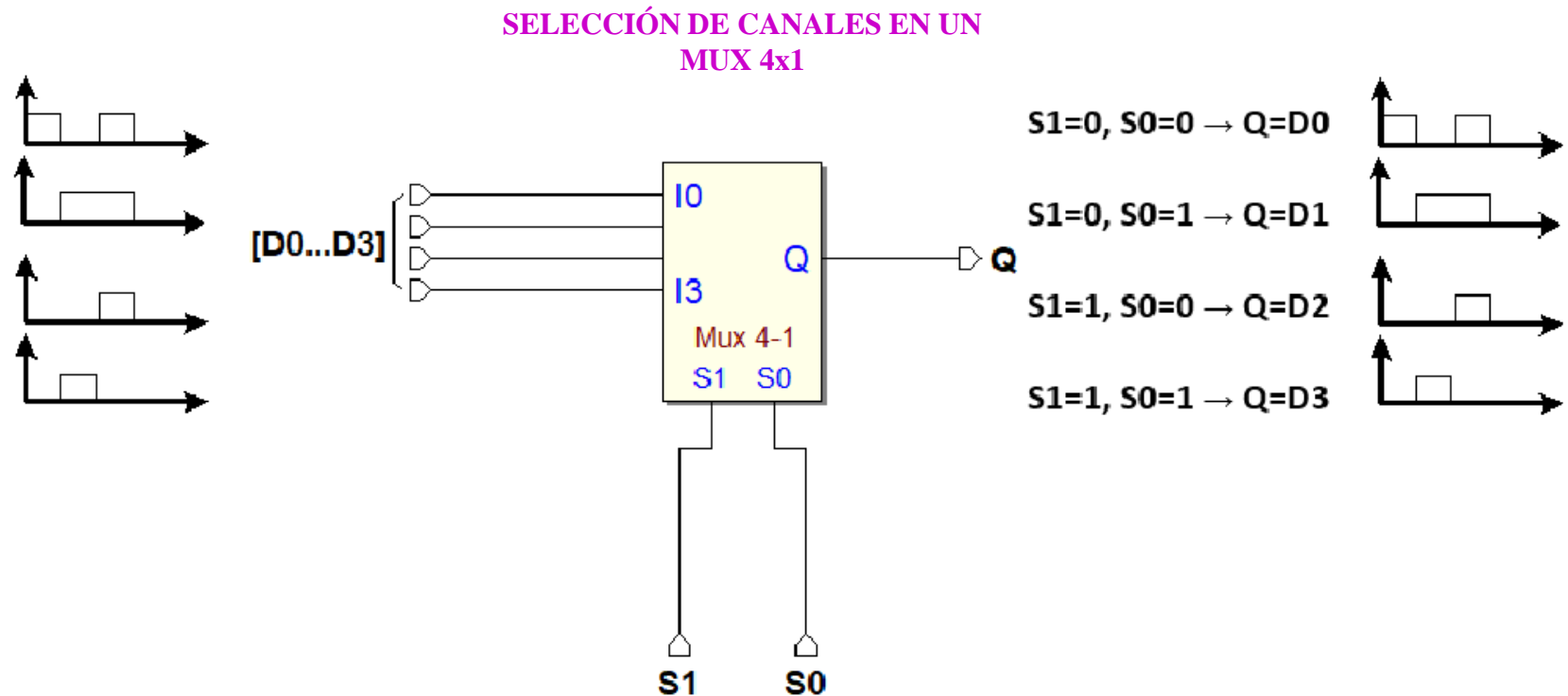


SELECCIÓN DE CANALES EN UN
MUX 4x1



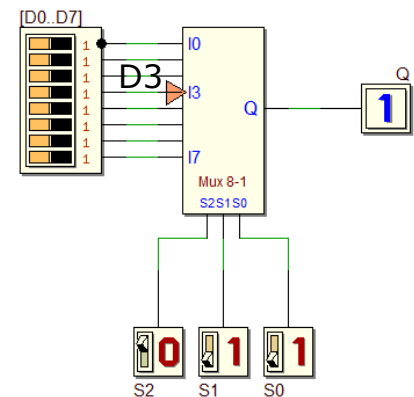
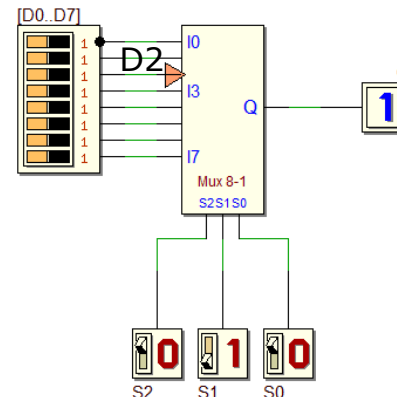
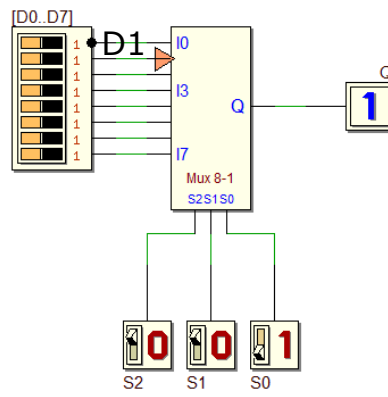
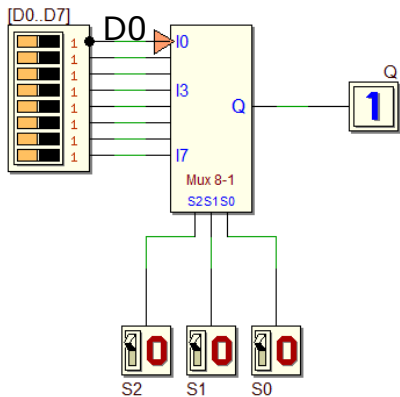
CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO MUX 4x1

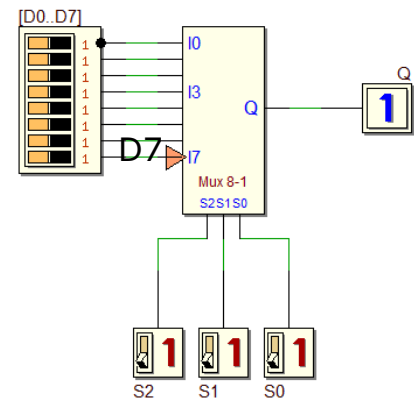
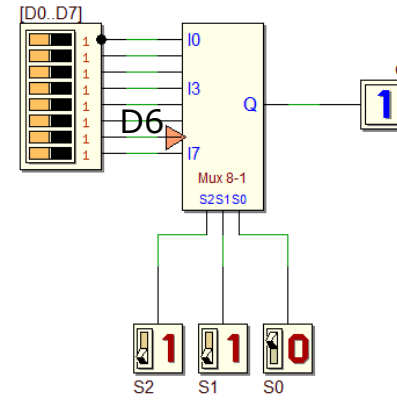
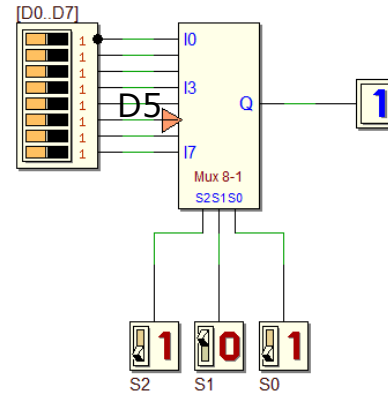
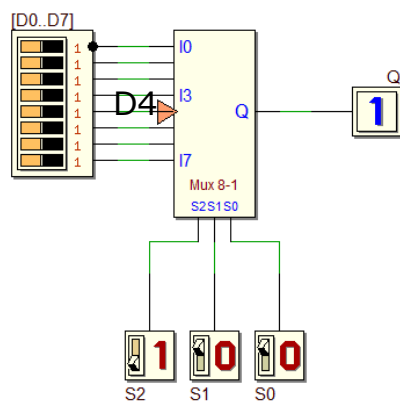


CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO MUX 8x1



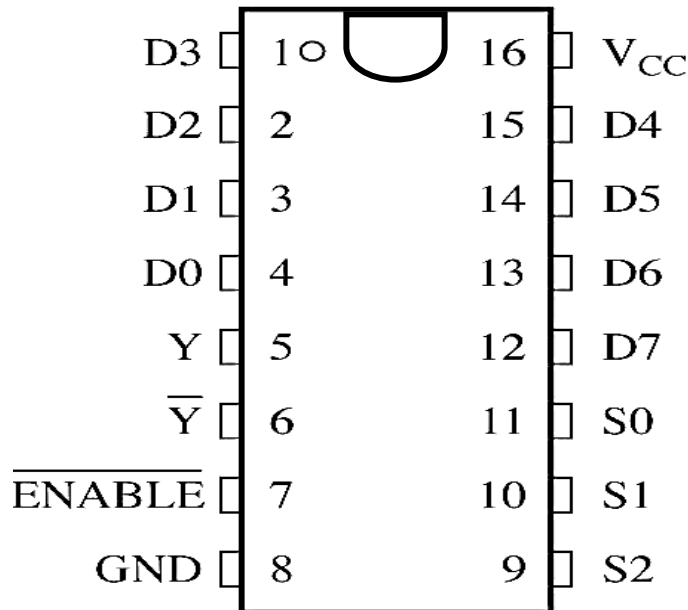
SELECCIÓN DE CANALES EN UN MUX 8x1



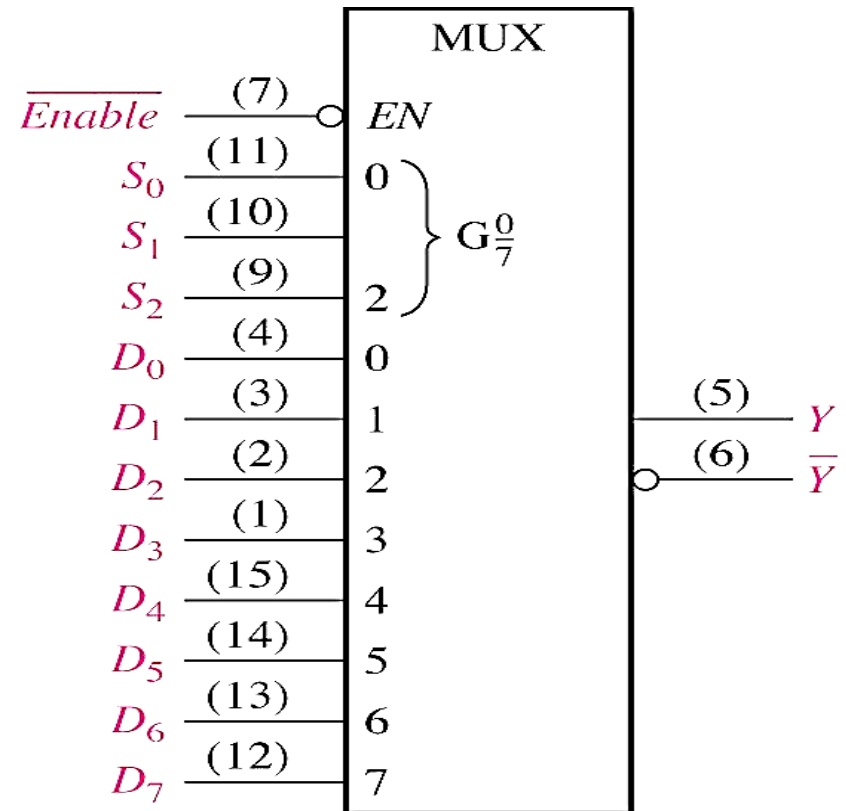
CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

MUX 8x1 USANDO IC 74LS151

DISTRIBUCIÓN DE PINES
IC 74LS151
MUX 8x1



SIMBOLO LÓGICO
IC 74LS151
MUX 8x1



CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

MUX 8x1 USANDO IC 74LS151

CIRCUITO LÓGICO
IC 74LS151
MUX 8x1

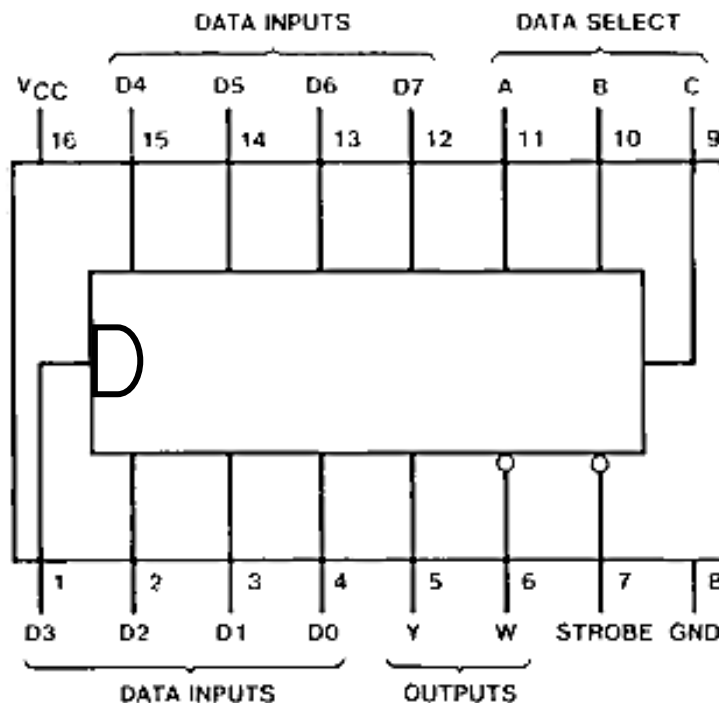


TABLA DE VERDAD

Inputs				Outputs	
Select			Strobe S	Y	W
C	B	A			
X	X	X	H	L	H
L	L	L	L	D0	$\overline{D0}$
L	L	H	L	D1	$\overline{D1}$
L	H	L	L	D2	$\overline{D2}$
L	H	H	L	D3	$\overline{D3}$
H	L	L	L	D4	$\overline{D4}$
H	L	H	L	D5	$\overline{D5}$
H	H	L	L	D6	$\overline{D6}$
H	H	H	L	D7	$\overline{D7}$

H = HIGH Level

L = LOW Level

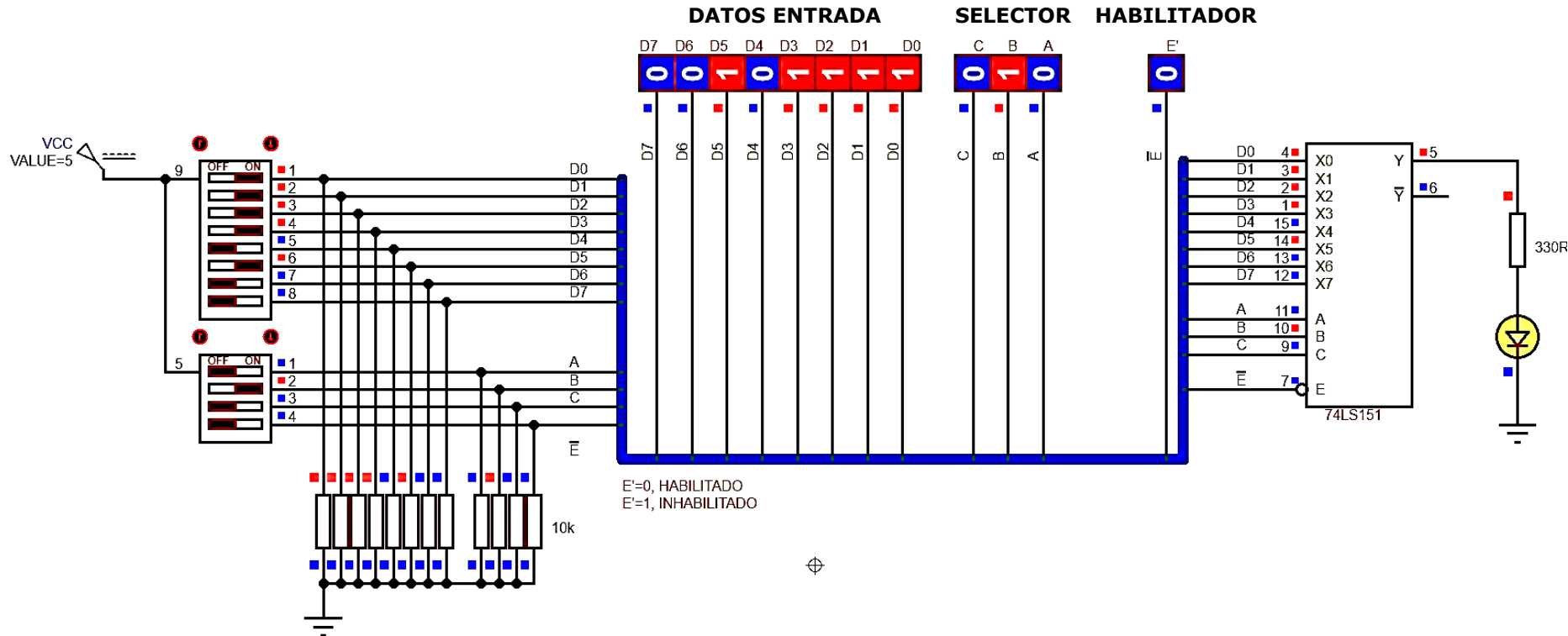
X = Don't Care

D0, D1...D7 = the level of the respective D input

CIRCUITOS MULTIPLEXORES – SELECTOR DE DATA

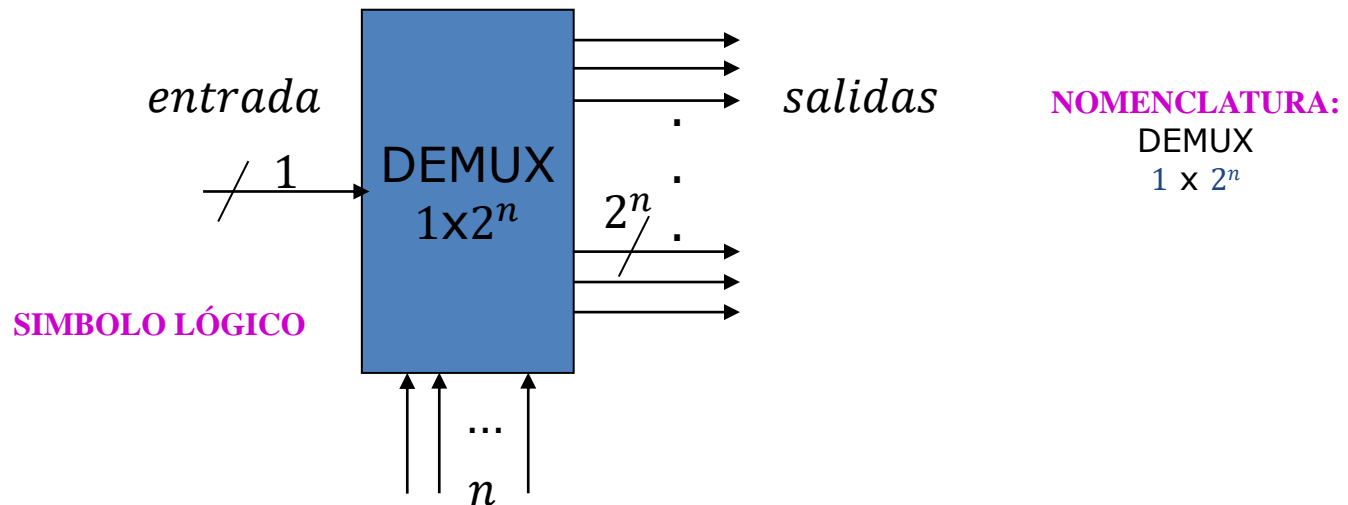
MUX 8x1 USANDO IC 74LS151

CIRCUITO LÓGICO IC 74LS151 MUX 8x1



DEFINICIÓN DE DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

- ❑ Los Demultiplexores son circuitos lógicos combinacionales que poseen una única entrada pero varias salidas.
- ❑ Realizan la función inversa de un Multiplexor.
- ❑ Integran entradas de control los cuales, en base a una combinación específica, el DEMUX selecciona sólo una salida por donde se transmitirá el dato de entrada hacia una de las salidas seleccionada.
- ❑ Tiene 1 línea de entrada, 2^n líneas de salida y n entradas de control o de selección.



CIRCUITOS DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

DEMUX 1x4

- Dispone de 1 una entrada, n señales de control y 2^n salidas: DEMUX 1×2^n
- Su función es transmitir la entrada en una salida que se selecciona en base a una combinación de las entradas de control.

SÍMBOLO LÓGICO
DEMUX 1x4

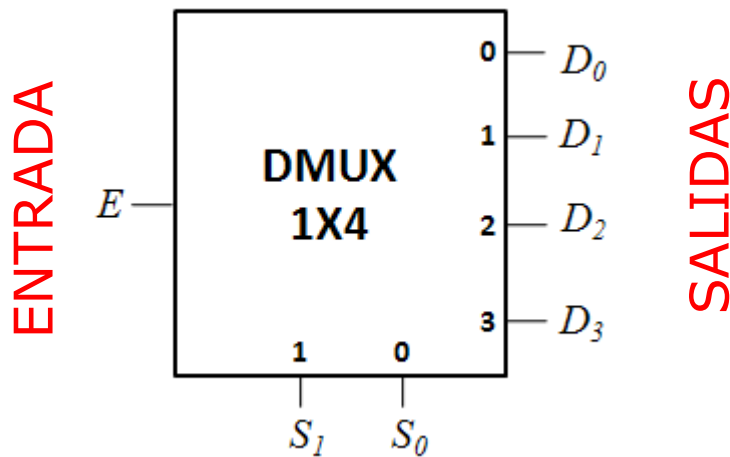


TABLA DE VERDAD
DEMUX 1x4

ENTRADAS	SELECCIÓN		SALIDAS			
[E]	S1	S0	D0	D1	D2	D3
E	0	0	1	0	0	0
E	0	1	0	1	0	0
E	1	0	0	0	1	0
E	1	1	0	0	0	1

CIRCUITOS DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

DEMUX 1x4/1x8

CIRCUITO LÓGICO
DEMUX 1x4

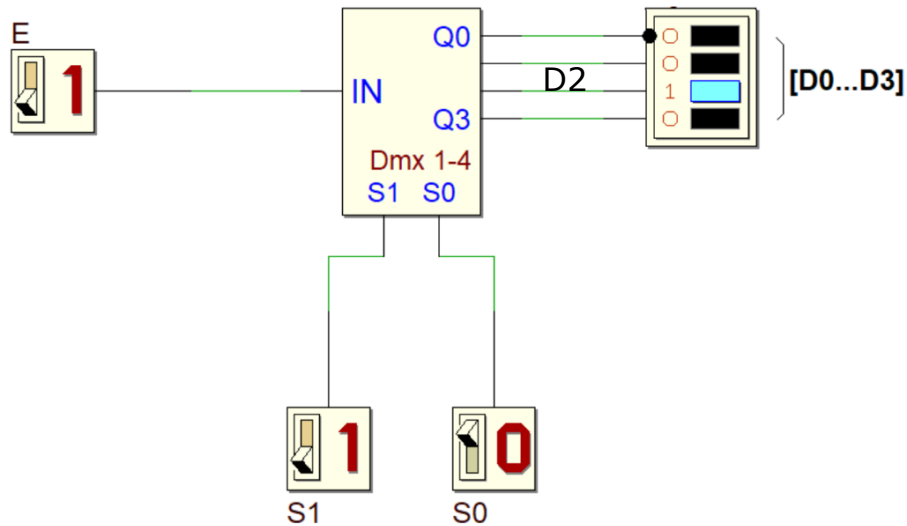


TABLA DE VERDAD
DEMUX 1x4

ENTRADA	SELECCIÓN		SALIDAS			
[E]	S1	S0	D0	D1	D2	D3
E	0	0	1	0	0	0
E	0	1	0	1	0	0
E	1	0	0	0	1	0
E	1	1	0	0	0	1

CIRCUITO LÓGICO
DEMUX 1x8

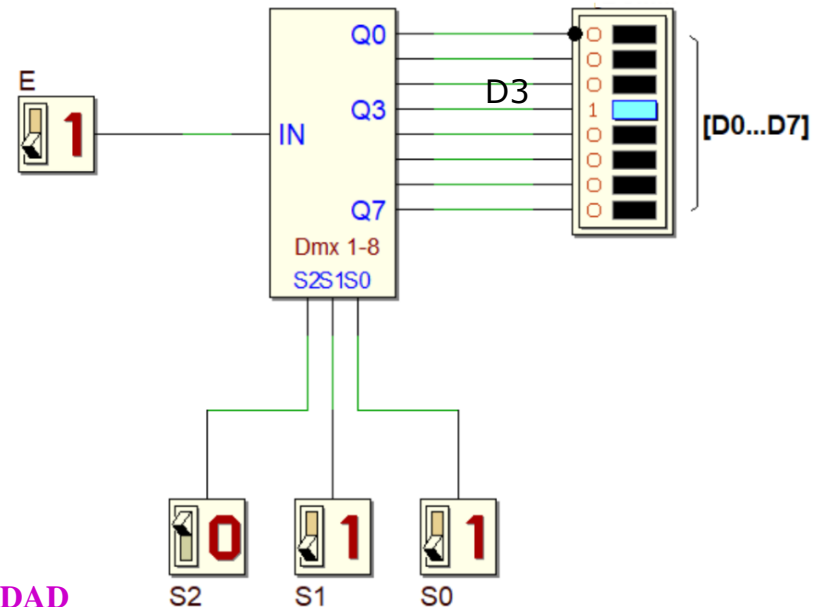
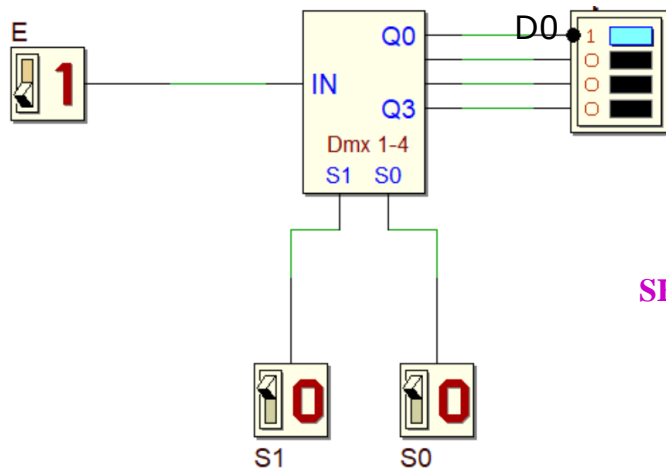


TABLA DE VERDAD
DEMUX 1x8

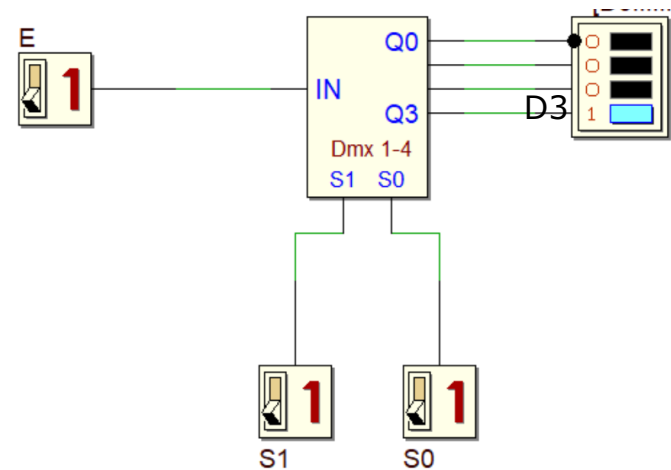
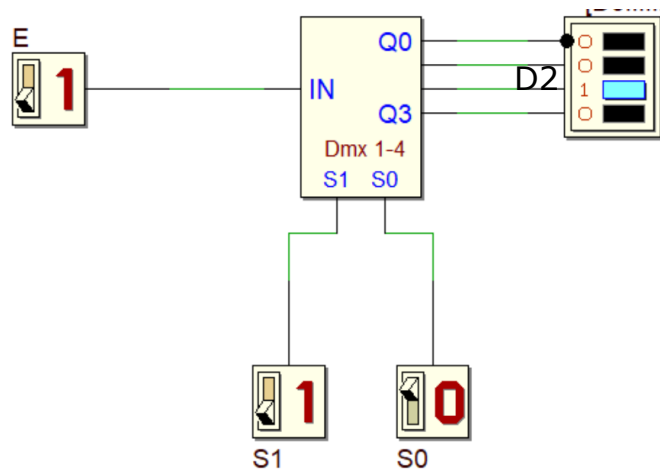
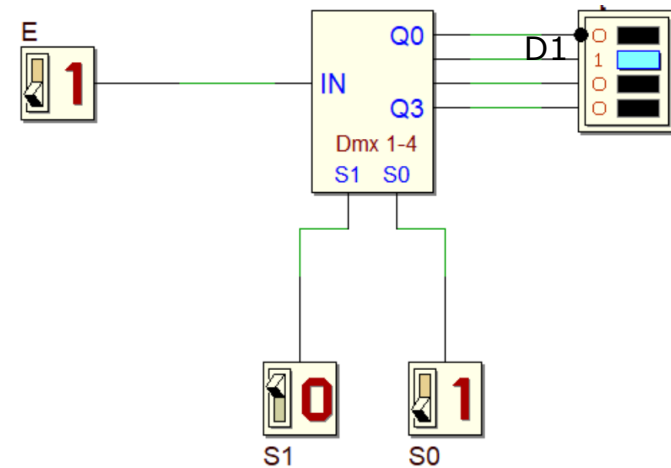
ENTRADA	SELECCIÓN			SALIDAS							
[E]	S2	S1	S0	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3
E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
E	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
E	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

CIRCUITOS DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO DEMUX 1x4



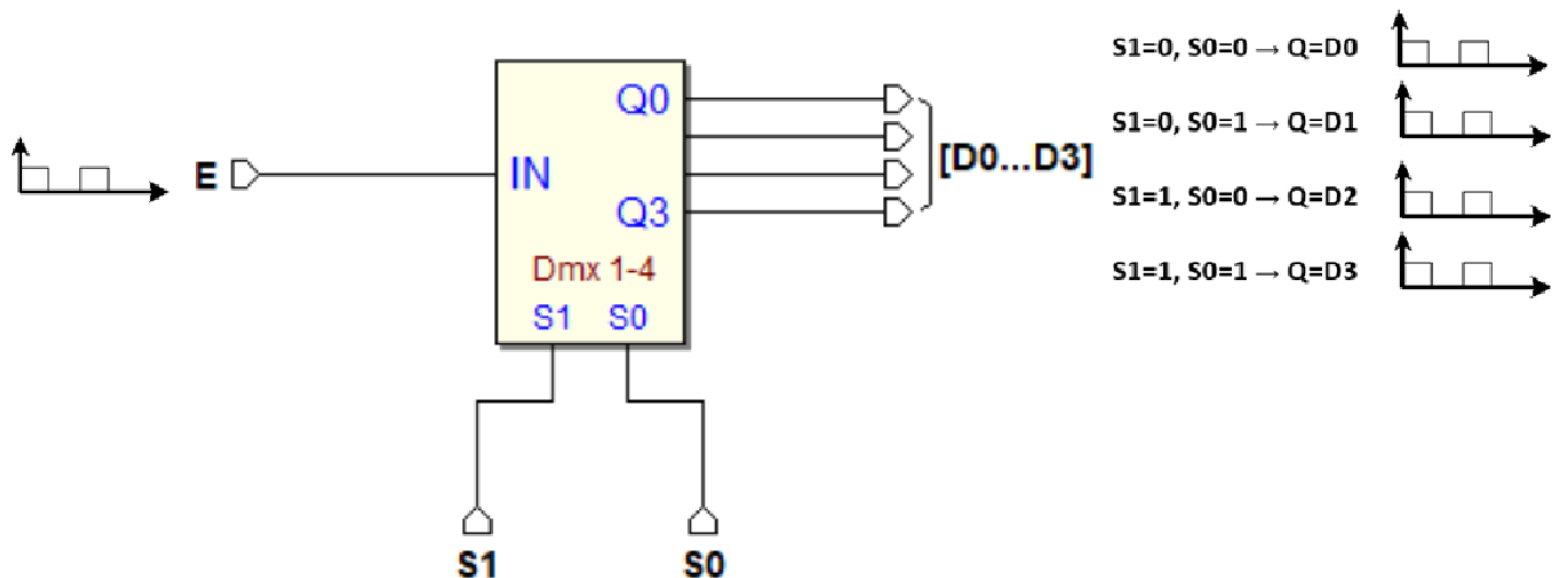
SELECCIÓN DE CANALES EN UN DEMUX 1x4



CIRCUITOS DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

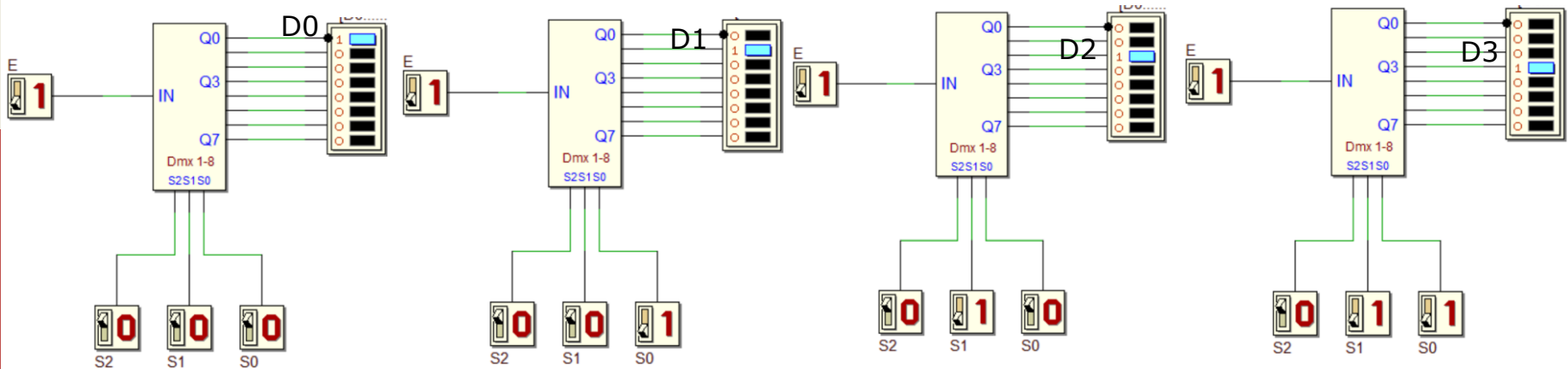
ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO DEMUX 1x4

SELECCIÓN DE CANALES EN UN DEMUX 1x4

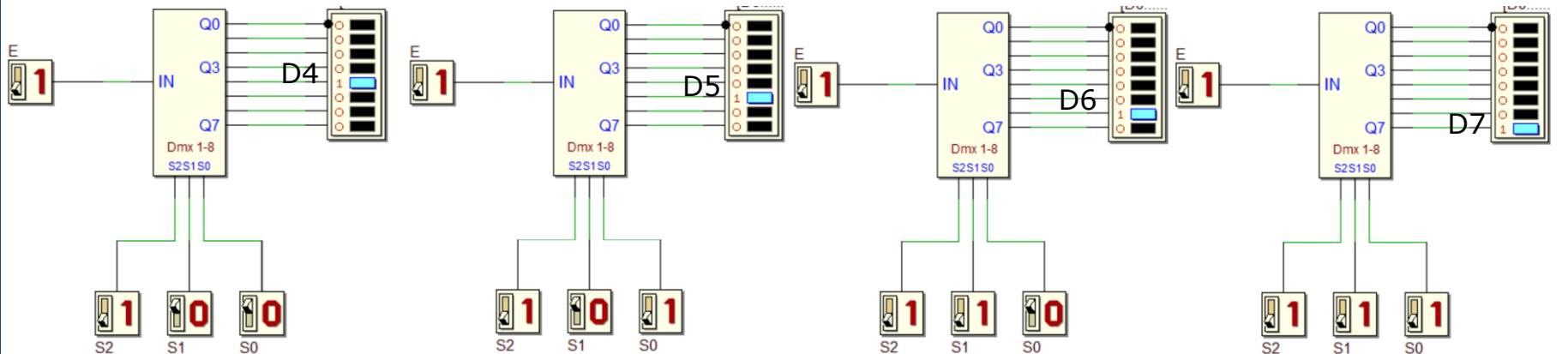


CIRCUITOS DEMULTIPLEXORES – DISTRIBUIDOR DE DATA

ANÁLISIS DE UN CIRCUITO LÓGICO DEMUX 1x8



SELECCIÓN DE CANALES EN UN DEMUX 1x8



IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MÓDULOS COMBINACIONALES – IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MULTIPLEXORES

EJEMPLO 1: Implementar la función $F(A, B, C) = m0 + m2 + m6 + m7$ usando un MUX 8 a 1 (caso 1), y un MUX 4 a 1 (caso 2).

TABLA DE VERDAD

	A	B	C	F
D0	0	0	0	1
D1	0	0	1	0
D2	0	1	0	1
D3	0	1	1	0
D4	1	0	0	0
D5	1	0	1	0
D6	1	1	0	1
D7	1	1	1	1

ENTRADAS

ENTRADA

$\overline{C} = D0$

$C = D1$

$0 = D2$

$1 = D3$

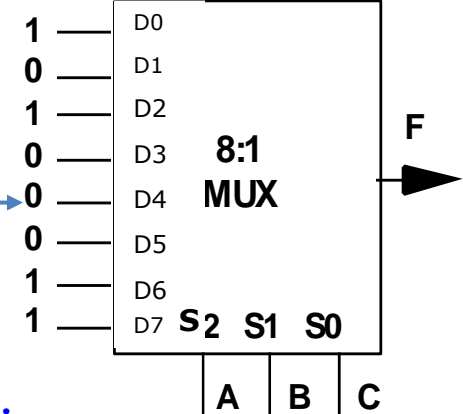
MUX 8:1

CASO 1:

N° Variables $F = N^{\circ}$ Señales de Control

Con un único MUX 8x1

CIRCUITO LÓGICO

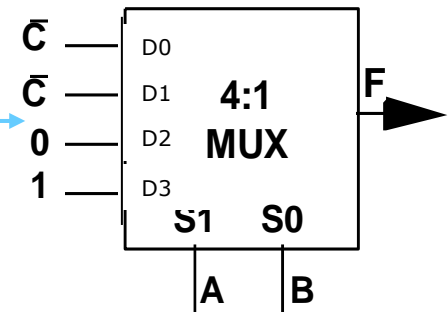


CASO 2:

N° Variables $F > N^{\circ}$ Señales de Control

Con un único MUX 4x1

CIRCUITO LÓGICO



IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MÓDULOS COMBINACIONALES – IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MULTIPLEXORES

EJEMPLO 2.1: Implementar la función que se muestra en la tabla de verdad, empleando un MUX 16 x 1 **CASO 1:**

Nº Variables F = Nº Señales de Control

TABLA DE VERDAD

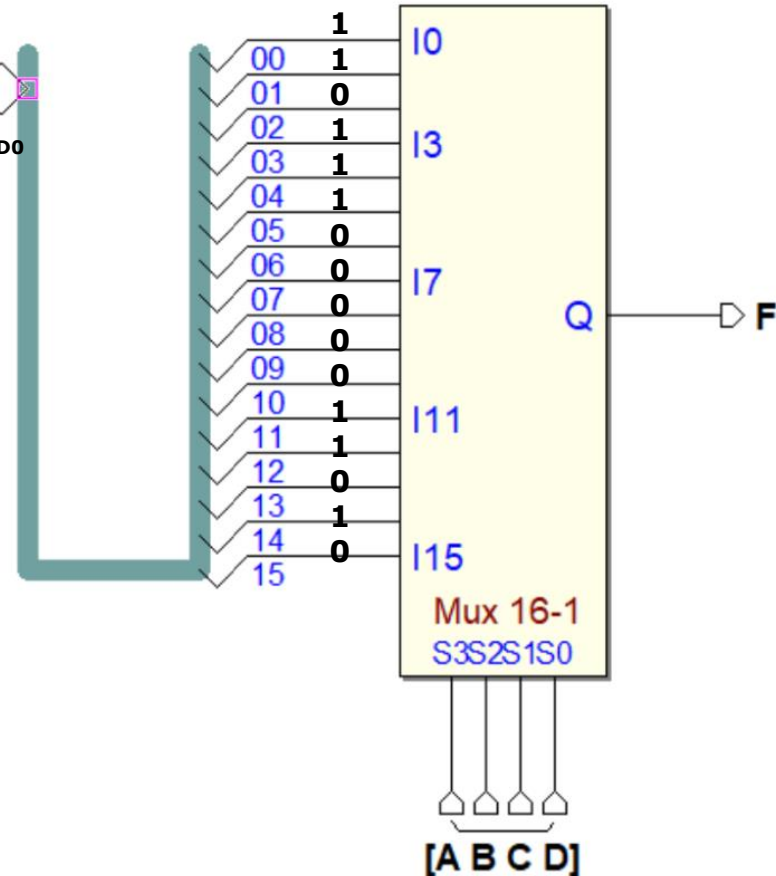
	SELECCIÓN				SALIDA
	A	B	C	D	F
D0	0	0	0	0	1
D1	0	0	0	1	1
D2	0	0	1	0	0
D3	0	0	1	1	1
D4	0	1	0	0	1
D5	0	1	0	1	1
D6	0	1	1	0	0
D7	0	1	1	1	0
D8	1	0	0	0	0
D9	1	0	0	1	0
D10	1	0	1	0	0
D11	1	0	1	1	1
D12	1	1	0	0	1
D13	1	1	0	1	0
D14	1	1	1	0	1
D15	1	1	1	1	0

ENTRADAS

0101.1000.0011.1011

D15D14D13D12.D11D10D9D8.D7D6D5D4.D3D2D1D0

CIRCUITO LÓGICO CON MUX 16x1

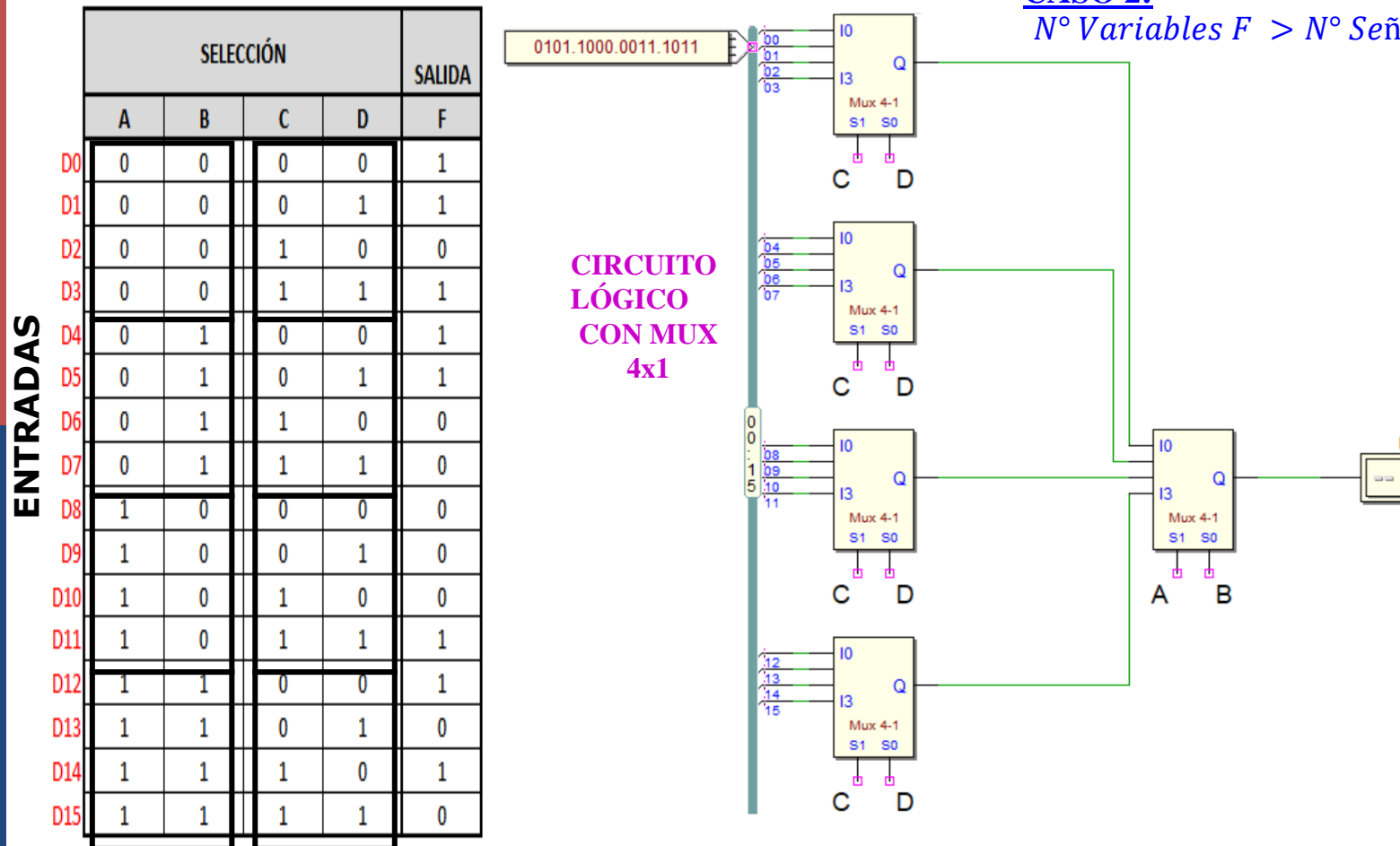


IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MÓDULOS COMBINACIONALES – IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MULTIPLEXORES

EJEMPLO 2.2: Implementar la función que se muestra en la tabla de verdad, empleando la cantidad de MUX 4 x1 suficientes para su implementación

CASO 2:

Nº Variables F > Nº Señales de Control



IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MÓDULOS COMBINACIONALES – IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES CON MULTIPLEXORES

EJEMPLO 2.3: Implementar la función que se muestra en la tabla de verdad, empleando un sólo MUX 4 x1 cuyas variables de selección deberán ser B y C.

TABLA DE VERDAD

	A	B	C	D	F
D0	0	0	0	0	1
D1	0	0	0	1	1
D2	0	0	1	0	0
D3	0	0	1	1	1
D4	0	1	0	0	1
D5	0	1	0	1	1
D6	0	1	1	0	0
D7	0	1	1	1	0
D8	1	0	0	0	0
D9	1	0	0	1	0
D10	1	0	1	0	0
D11	1	0	1	1	1
D12	1	1	0	0	1
D13	1	1	0	1	0
D14	1	1	1	0	1
D15	1	1	1	1	0

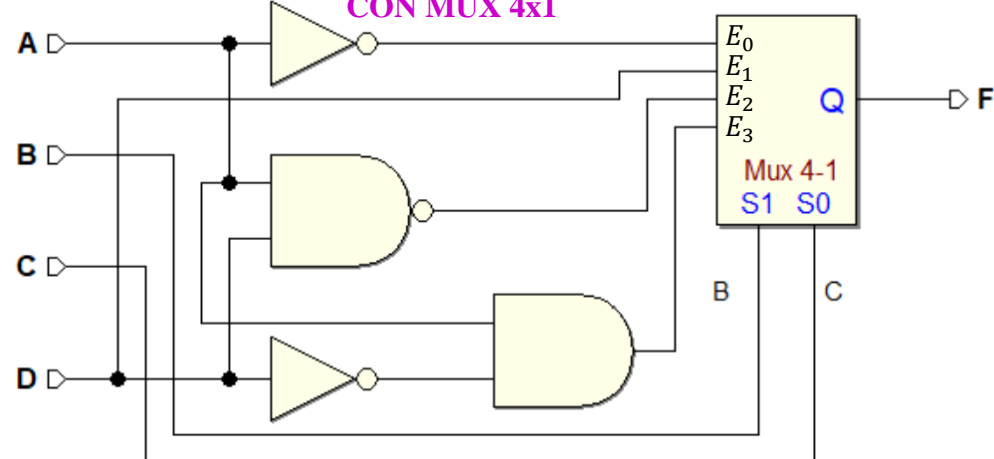
B=0, C=0			B=0, C=1			B=1, C=0			B=1, C=1		
A	D	E_0	A	D	E_1	A	D	E_2	A	D	E_3
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0

$E_0 = \bar{A}$ $E_1 = D$ $E_2 = \bar{A}\bar{D}$ $E_3 = A\bar{D}$

CASO 2:

Nº Variables F > Nº Señales de Control

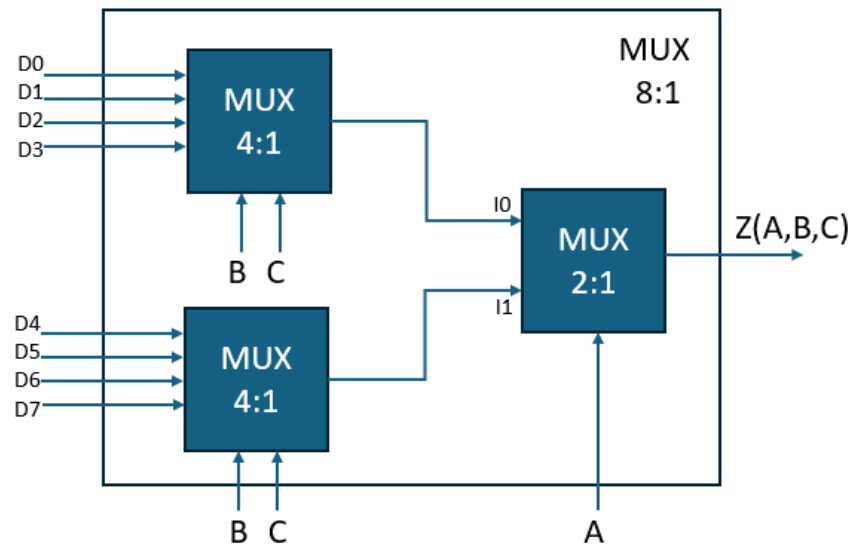
CIRCUITO LÓGICO CON MUX 4x1



IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

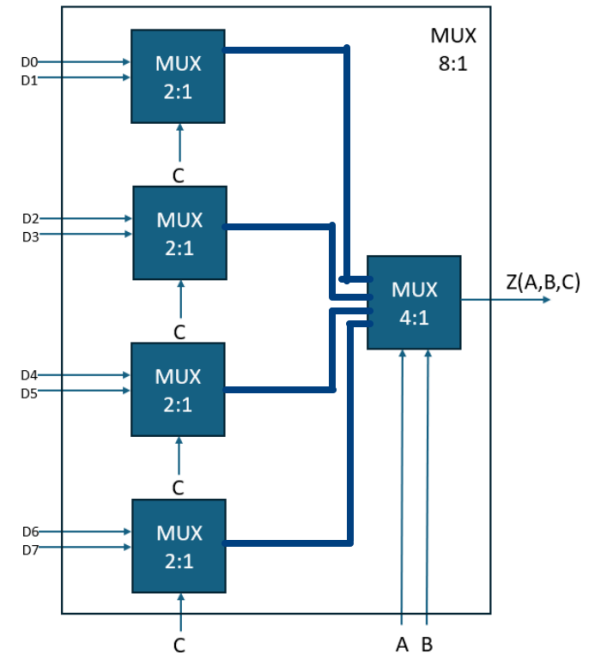
EJEMPLO 3: Implementar un MUX 8x1 a partir de MUX 4x1 y MUX 2x1.

CIRCUITO LÓGICO
CON
2 MUX 4x1
1 MUX 2x1



ENTRADAS								SELECCIÓN			SALIDA
D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	A	B	C	[Q]
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	D2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	D3
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	D4
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	D5
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	D6
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	D7

CIRCUITO LÓGICO
CON
1 MUX 4x1
4 MUX 2x1



ENTRADAS								SELECCIÓN			SALIDA
D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	A	B	C	[Q]
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	D2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	D3
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	D4
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	D5
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	D6
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	D7

IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 4: Implementar un MUX 16 x1 a partir de MUX 4x1

ENTRADAS

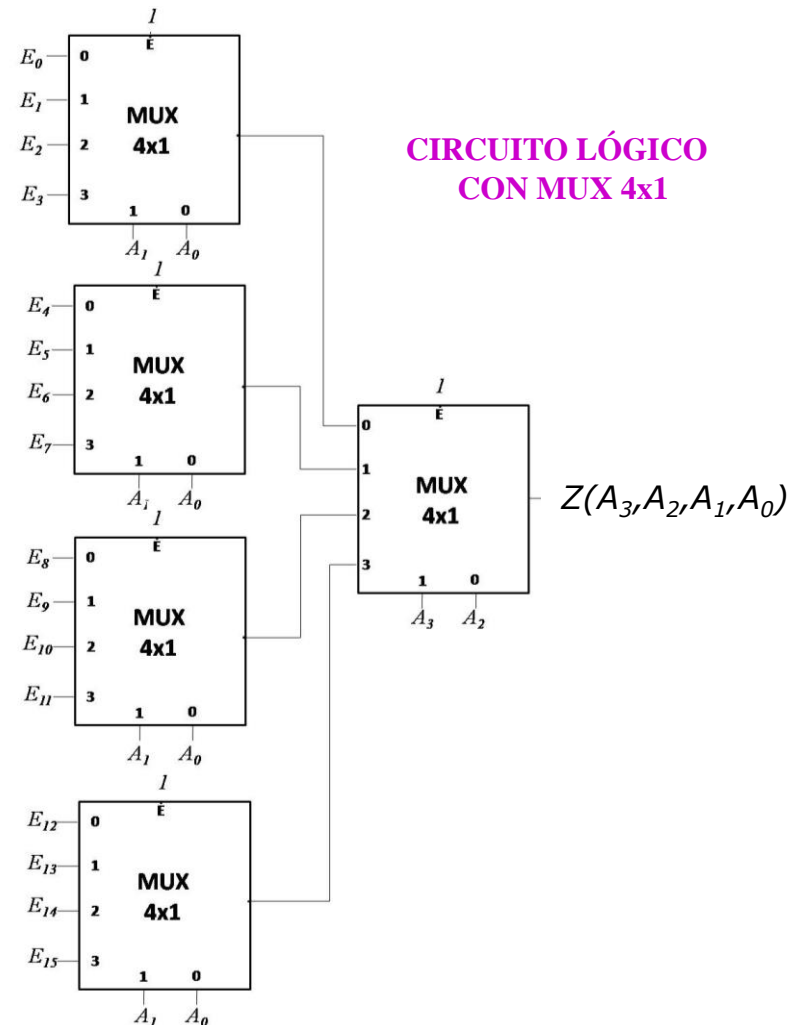
	SELECCIÓN				SALIDA
	A	B	C	D	
D0	0	0	0	0	1
D1	0	0	0	1	1
D2	0	0	1	0	0
D3	0	0	1	1	1
D4	0	1	0	0	1
D5	0	1	0	1	1
D6	0	1	1	0	0
D7	0	1	1	1	0
D8	1	0	0	0	0
D9	1	0	0	1	0
D10	1	0	1	0	0
D11	1	0	1	1	1
D12	1	1	0	0	1
D13	1	1	0	1	0
D14	1	1	1	0	1
D15	1	1	1	1	0

NOTA:

$E_0 \dots E_{15} \equiv D_0 \dots D_{15}$

$ABCD \equiv A_3 A_2 A_1 A_0$

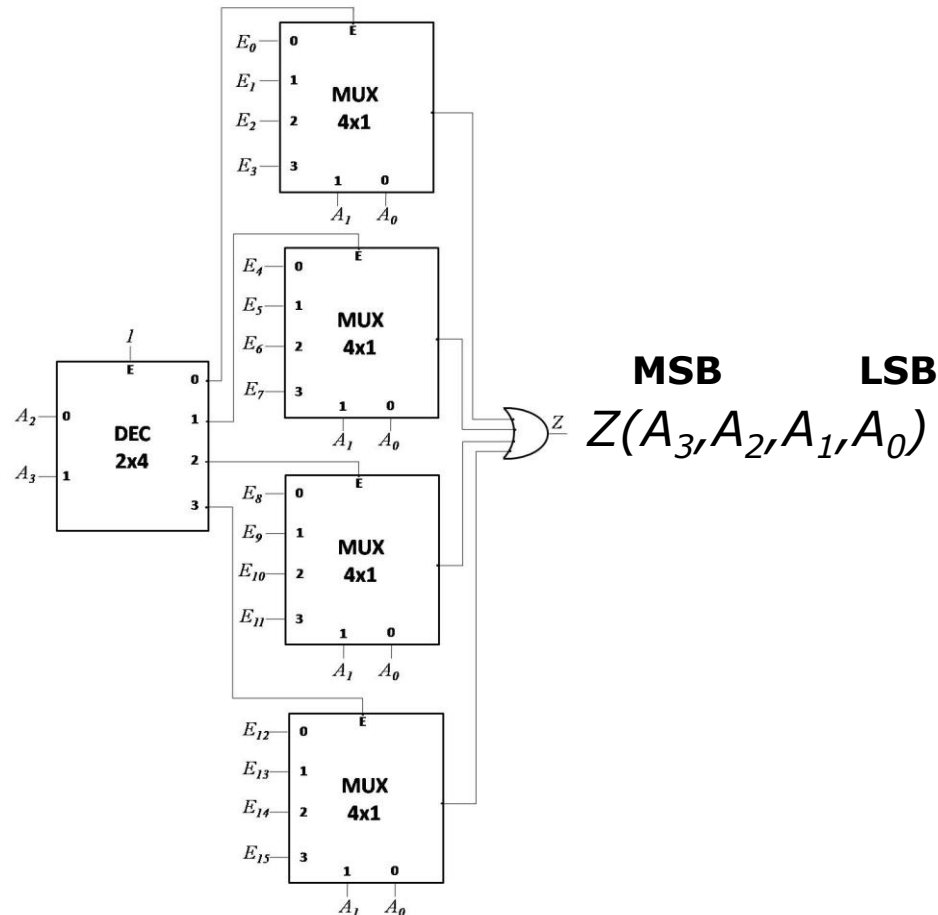
$Z \equiv F$



IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON DECODIFICADORES Y MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 5: Implementar la función $Z(A_3, A_2, A_1, A_0)$ usando DECO 2x4 y MUX 4x1

**CIRCUITO LÓGICO
CON
DECO 2x4
MUX 4x1**



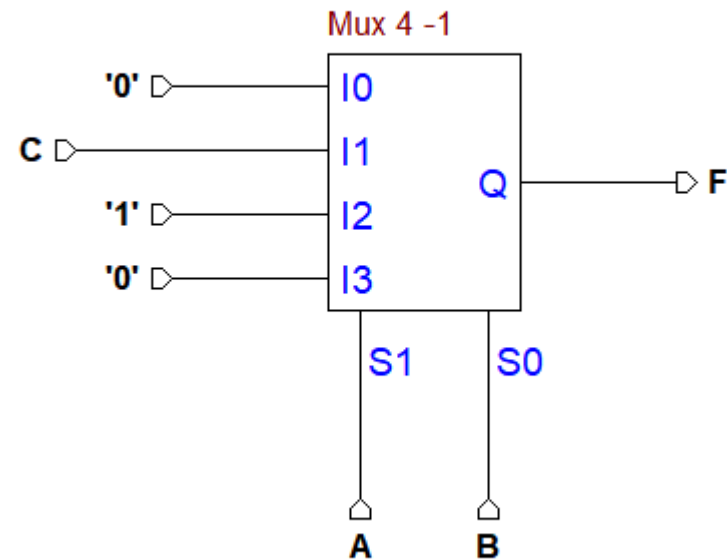
IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON DECODIFICADORES Y MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 6: Implementar la función $F(A, B, C) = A\bar{B} + \bar{A}BC$ usando un MUX4 x1 basado en el IC 74LS153. Utilice A y B como variables de selección, donde A es la variable de mayor peso.

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS FUNCIÓN					
SELECCIÓN		ENTRADA	SALIDA FUNCIÓN	ENTRADA FUNCIÓN	ENTRADAS MUX 4x1
A	B	C	F	C*	[I0...I3]
0	0	0	0	0	D0
1	0	1	0		
2	0	1	0	C	D1
3	0	1	1		
4	1	0	0	1	D2
5	1	0	1		
6	1	1	0	0	D3
7	1	1	0		

CIRCUITO LÓGICO



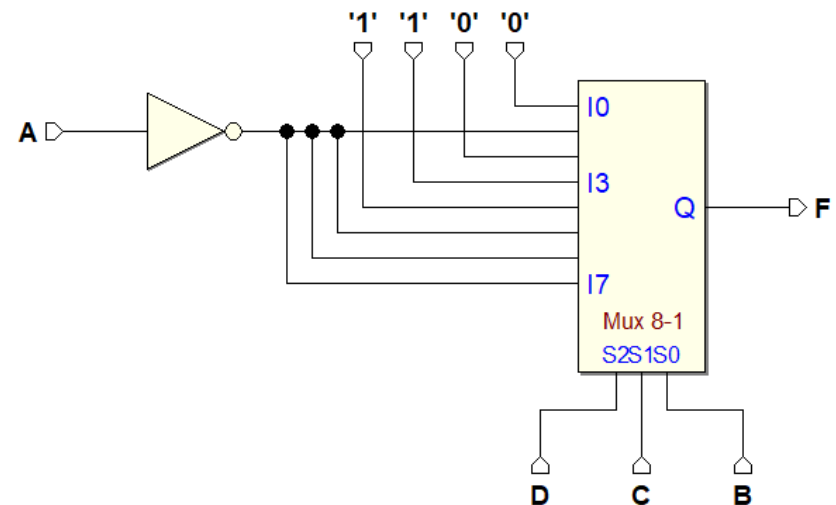
IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON DECODIFICADORES Y MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 7: Implementar la función $F(A, B, C, D) = D'C'BA' + D'CBA' + D'CBA + DC'B'A' + DC'B'A + DC'BA' + DCB'A' + DCBA'$ usando un MUX 8 x1. Utilice D , B y C como variables de selección, donde D es la variable de mayor peso.

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS FUNCIÓN						
SELECCIÓN			ENTRADA	SALIDA FUNCIÓN	ENTRADA FUNCIÓN	ENTRADAS MUX 8x1
D	C	B	A	F	A*	[10...17]
0	0	0	0	0	0	D0
1	0	0	1	0		
2	0	1	0	1	\bar{A}	D1
3	0	1	1	0		
4	1	0	0	0	0	D2
5	1	0	1	0		
6	1	1	0	1	1	D3
7	1	1	1	1		
8	0	0	0	1	1	D4
9	0	0	1	1		
10	1	0	0	1	\bar{A}	D5
11	1	0	1	0		
12	1	1	0	1	\bar{A}	D6
13	1	1	0	0		
14	1	1	1	1	\bar{A}	D7
15	1	1	1	0		

CIRCUITO LÓGICO



IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON DECODIFICADORES Y MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 8: Implementar la función $F(A, B, C, D) = D'C'BA' + D'CBA' + D'CBA + DC'B'A' + DC'B'A + DC'BA' + DCB'A' + DCBA'$ usando un MUX 4 x1. Utilice C y B como variables de selección. Considere a la Variable D como la de mayor peso.

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS FUNCIÓN				
ENTRADA	SELECCIÓN		ENTRADA	SALIDA FUNCIÓN
D	C	B	A	F
D	C	B	A	[I0...I3]
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1
8	0	0	0	1
9	0	0	1	1
10	0	1	0	1
11	0	1	1	0
12	1	0	0	1
13	1	0	1	0
14	1	1	0	1
15	1	1	1	0

B=C=0		
D	A	I0
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

$$I0 = A\bar{D} + AD = A$$

B=1, C=0		
D	A	I1
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

$$I1 = \bar{A}\bar{D} + \bar{A}D = \bar{A}$$

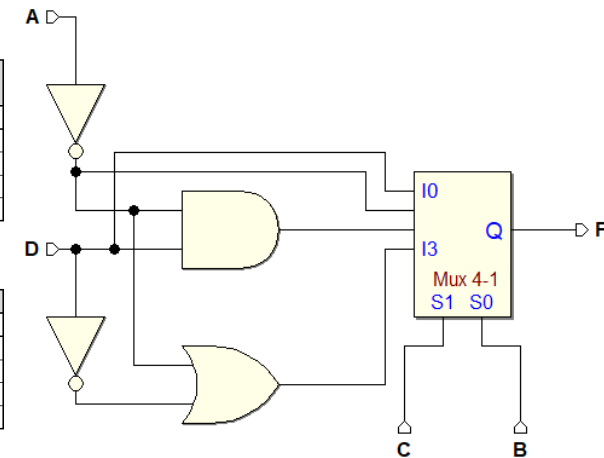
B=0, C=1		
D	A	I2
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

$$I2 = \bar{A}D$$

B=1, C=1		
D	A	I3
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$I3 = \bar{A}\bar{D} + A\bar{D} + AD = \bar{A} + D$$

CIRCUITO LÓGICO



IMPLEMENTACIÓN DE REDES MODULARES O COMBINACIONALES CON DECODIFICADORES Y MULTIPLEXORES - EJEMPLOS

EJEMPLO 9: El control de una prensa se da a través de 3 conmutadores, A (MSB), B y C (LSB) de modo que el proceso industrial se detendrá por razones de seguridad sólo cuando se pulsan simultáneamente 2 de ellos y si no se pulsa ninguno; en cualquier otra circunstancia el proceso continúa en funcionamiento. Implementar el sistema de control de la prensa usando un MUX 8x1.

TABLA DE VERDAD

	ENTRADAS		SELECCIÓN			SALIDA
	[I0...I7]		A	B	C	F
0	I0		0	0	0	1
1	I1		0	0	1	0
2	I2		0	1	0	0
3	I3		0	1	1	1
4	I4		1	0	0	0
5	I5		1	0	1	1
6	I6		1	1	0	1
7	I7		1	1	1	0

FUNCIÓN LÓGICA:

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

