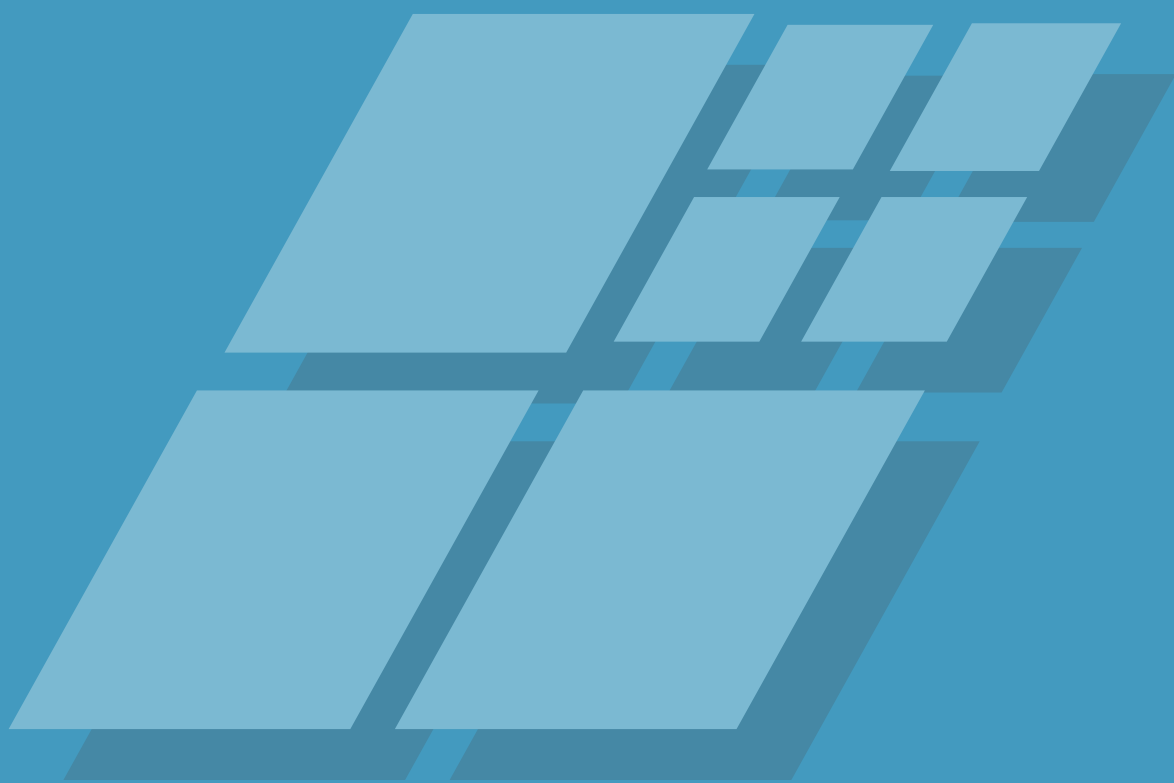




Unidad Didáctica
Multiplexores

FONDO  FORMACION

rograma de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© FONDO FORMACION - FPE

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -1953-2001*

Unidad Didáctica Multiplexores

En la electrónica digital moderna y en el campo de las comunicaciones, la información o transmisión de datos se suele realizar en serie, bit a bit, a través de un único cable, debido al enorme coste que supondría el enviar datos en paralelo, por la cantidad de cables que se precisarían.

Hay unos subsistemas digitales integrados constituidos por puertas lógicas combinadas de tal forma que realizan el envío y la recogida de datos. Son los multiplexores y los demultiplexores, de cuyo estudio vamos a ocuparnos en esta unidad.

En esta unidad veremos los siguientes contenidos:

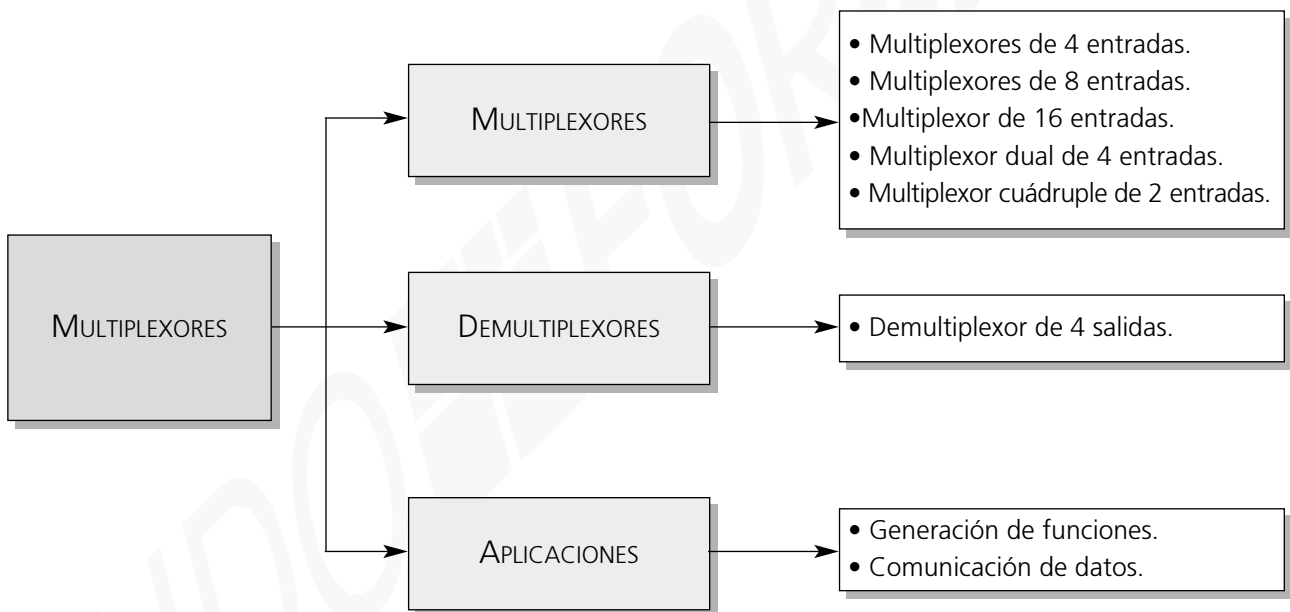
- Multiplexores.
- Demultiplexores.
- Aplicaciones.

Tus objetivos

Al finalizar esta unidad, deberás ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento de los multiplexores.
- Obtener un multiplexor utilizando puertas lógicas.
- Comprender el funcionamiento de los demultiplexores.
- Identificar la simbología de este tipo de circuitos integrados.
- Implementar funciones con multiplexores.

Esquema de estudio



Multiplexores

Los multiplexores son **circuitos combinacionales** que disponen de unas entradas de datos y unas entradas de control que hacen posible seleccionar una sola de las entradas permitiendo su transmisión a la salida, que es única.

La relación entre las entradas de datos y las entradas de selección o control viene dado por:

$$N = 2^n$$

Siendo N el número de entradas de información y n el número de entradas de selección o control.

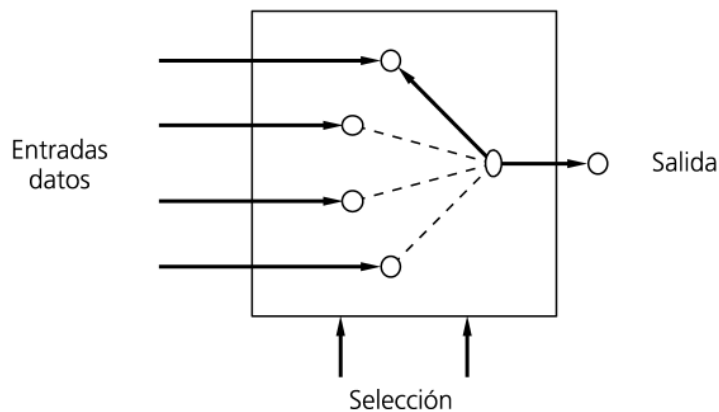


Fig. 1: Multiplexor simplificado.

Como ves en la figura 1, el funcionamiento de un multiplexor es equivalente al de un conmutador de N entradas y una salida, que va conectando su única salida con cualquiera de sus diversas entradas.

Hay multiplexores que verdaderamente realizan esa unión física entre la entrada seleccionada y la salida, y son los denominados **multiplexores analógicos**.

En un multiplexor digital no se realiza realmente una unión eléctrica entre la entrada seleccionada y la salida. Lo que ocurre es que si en la entrada seleccionada hay un nivel alto, en la salida aparece un nivel alto y, si en la entrada seleccionada hay un nivel bajo, en la salida aparece un nivel bajo.

El proceso de diseño de un multiplexor es el mismo de cualquier sistema combinacional:

- Confeccionar la tabla de valores o de verdad de cada salida, a partir de las especificaciones de entrada y salida.
- Obtener una función simplificada para cada salida.
- Elegir el tipo de puerta y la familia más idónea para implementar las funciones obtenidas.

1. Multiplexor de cuatro entradas

Vamos a realizar un multiplexor de cuatro entradas con una entrada de validación* activa a nivel bajo.

Como el número de entradas es 4, tendremos:

$$4 = 2^n$$

Por tanto el número de señales de control o de selección es $n = 2$.

Definimos la tabla de verdad –que puedes ver en la figura 2–, sin olvidarnos que dispone de una entrada de validación.

ENTRADAS DE CONTROL			ENTRADAS DE DATOS				SALIDA
S	C ₂	C ₁	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	Z
1	X	X	X	X	X	X	0
0	0	0	X	X	X	D ₀	D ₀
0	0	1	X	X	D ₁	X	D ₁
0	1	0	X	D ₂	X	X	D ₂
0	1	1	D ₃	X	X	X	D ₃

Tabla del multiplexor de cuatro entradas con validación.

Observa que, en la columna de salida se representa la entrada que aparece a la salida, para cada combinación binaria de las entradas de control. Así, ante la combinación de las entradas de control 01, en la salida aparece la entrada D₁ siempre que la entrada de validación esté activa.

Los valores de la tabla que aparecen como X, indican que los valores que tengan esas señales –no importa por qué– no están seleccionados.

De la tabla de verdad, obtenemos la ecuación lógica de la señal de salida:

$$Z = \bar{S} \cdot (\bar{C}_2 \cdot \bar{C}_1 \cdot D_0 + \bar{C}_2 \cdot C_1 \cdot D_1 + C_2 \cdot \bar{C}_1 \cdot D_2 + C_2 \cdot C_1 \cdot D_3)$$

Por último, implementamos el circuito.

Puedes verlo en la figura 2. Observa que, cuando la entrada de validación S está a nivel alto, en la salida no aparece nada y, cuando la entrada de validación está en nivel bajo, el multiplexor funciona normalmente, es decir, en salida aparecerá el dato de la entrada seleccionada. Por tanto, la señal de validación es activa a nivel bajo.

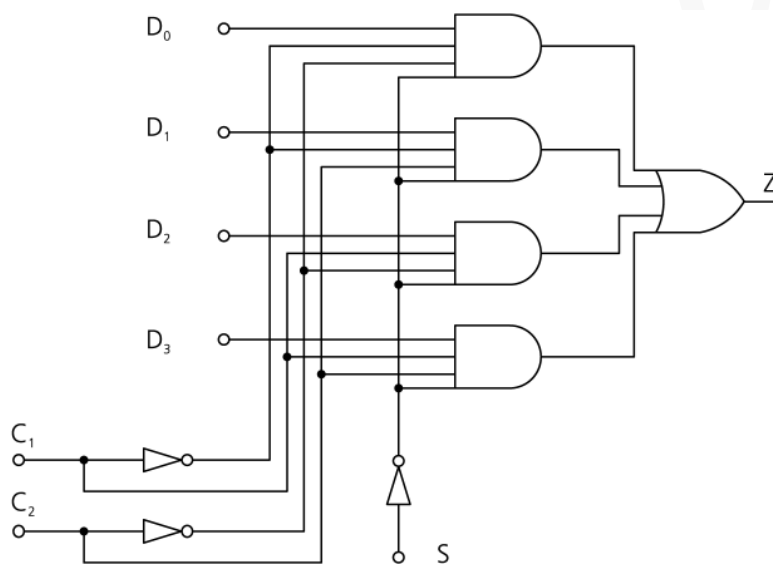


Fig. 2: Circuito multiplexor de cuatro entradas con validación.

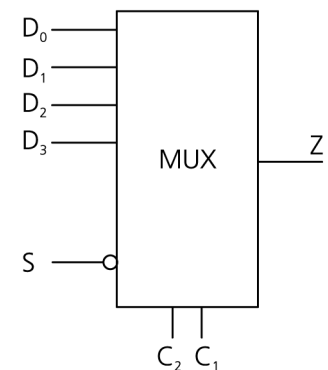


Fig. 3
Símbolo lógico del circuito multiplexor.

En la figura 3, puedes ver el símbolo lógico del multiplexor* realizado.

2. Multiplexor de ocho entradas

Si queremos hacer un multiplexor de ocho entradas, necesitaremos tres entradas de control, cuyas ocho combinaciones binarias nos permitan seleccionar cuál de las entradas es la que deseamos llevar a la salida.

En la figura 4 puedes ver el circuito lógico del integrado 74151, que es un multiplexor de ocho entradas con señal de validación activa a nivel bajo y salidas complementarias.

Observa que este multiplexor tiene dos salidas: una es W, que proporciona el dato seleccionado invertido, mientras que la salida Y suministra el dato seleccionado sin invertir. Dependiendo de la aplicación, utilizaremos una u otra salida, o ambas.

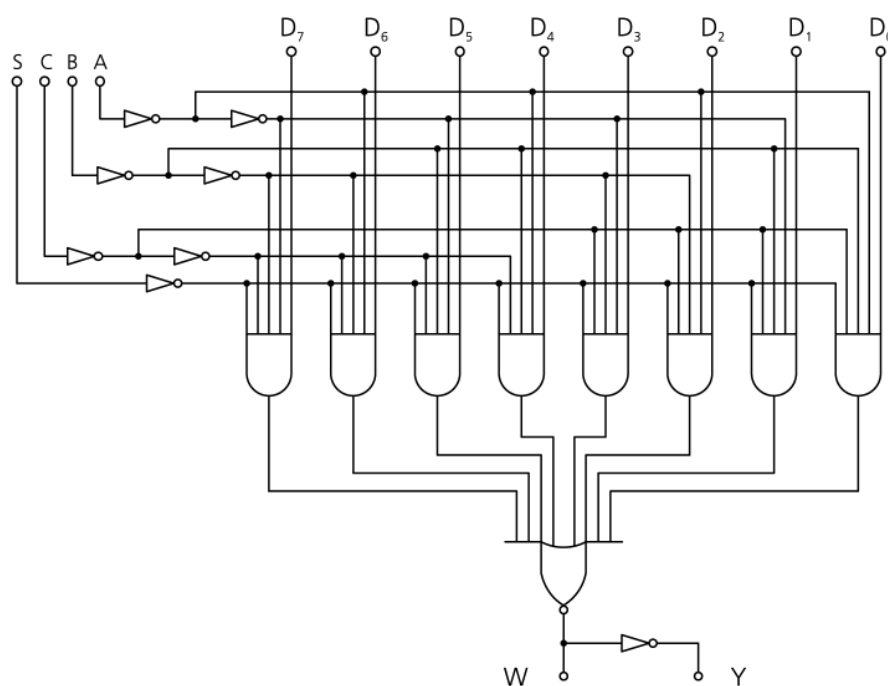


Fig. 4: Circuito lógico del multiplexor 74151.

3. Multiplexor de dieciséis entradas

El circuito integrado 74150 es un multiplexor de 16 entradas, controladas mediante cuatro líneas de selección, que dispone de señal de validación o *strobe* activa a nivel bajo.

Cuando la señal de *strobe* está a nivel alto el dispositivo pone todas las salidas a nivel alto, con independencia del resto de señales de entrada.

La señal de salida invierte la entrada del dato seleccionado.

4. Multiplexor dual de cuatro entradas

El circuito integrado 74153 contiene dos multiplexores de cuatro bits cada uno. Posee dos entradas de selección (A y B) comunes y una señal independiente de habilitación, activa a nivel bajo, para cada multiplexor.

Cuando la correspondiente señal de habilitación, G_1 o G_2 , se encuentra a nivel alto, las salidas se ponen a nivel bajo. La señal de salida (Y) no es invertida.

5. Multiplexor cuádruple de dos entradas

El circuito integrado 74157 contiene en su interior cuatro multiplexores de dos entradas cada uno, proporcionando a la familia TTL la posibilidad de seleccionar cuatro bits de dos palabras distintas.

El estado de la entrada de selección $\bar{A} / B$ determina la palabra de cuatro bits que ha de aparecer en las salidas.

La entrada de habilitación G es activa a nivel bajo y ha de estar activa para que funcione el integrado; cuando se encuentra a nivel alto todas las salidas se ponen a nivel bajo, independientemente del resto de señales. Las señales de salida (Y) no son invertidas.

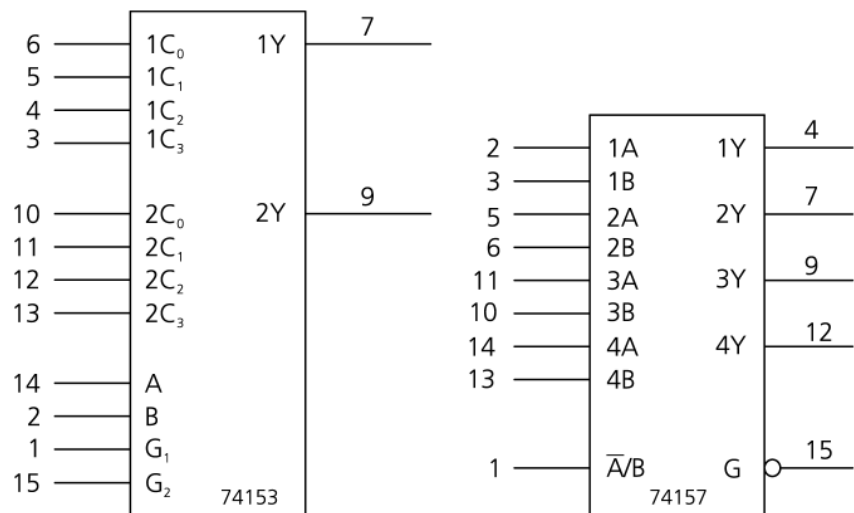


Fig. 5: Símbolo de dos multiplexores.

En la figura 5 puedes ver la simbología de los dos circuitos integrados multiplexores mencionados.

ACTIVIDAD 1

Realiza un circuito multiplexor de dos canales.



Demultiplexores

Son circuitos digitales donde la información se recibe por una sola línea de entrada y se transmite a una sola de las salidas. La salida seleccionada depende de la combinación de las señales de control de entrada.

Son circuitos que tienen una entrada de datos, n entradas de selección y N salidas.

$$N = 2^n$$

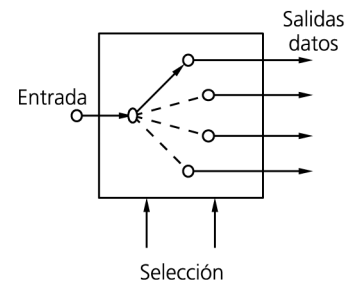


Fig. 6
Demultiplexor simplificado.

1. Demultiplexor de cuatro salidas

Vamos a realizar un circuito demultiplexor de cuatro salidas con entrada de inhibición.

Observa la siguiente tabla de verdad:

ENTRADAS				SALIDA			
STROBE	DATOS	SELECCIÓN					
S	D	C ₂	C ₁	Z ₃	Z ₂	Z ₁	Z ₀
1	X	X	X	0	0	0	0
0	D	0	0	0	0	0	D
0	D	0	1	0	0	D	0
0	D	1	0	0	D	0	0
0	D	1	1	D	0	0	0

Tabla de verdad de un demultiplexor de 4 canales.

Puedes ver cómo la entrada de datos D se transfiere a una sola de las salidas, en función del estado de las señales de control.

De la tabla de verdad sacamos las ecuaciones:

$$Z_0 = \overline{S} \cdot D \cdot \overline{C_2} \cdot \overline{C_1}$$

$$Z_1 = \overline{S} \cdot D \cdot \overline{C_2} \cdot C_1$$

$$Z_2 = \overline{S} \cdot D \cdot C_2 \cdot \overline{C_1}$$

$$Z_3 = \overline{S} \cdot D \cdot C_2 \cdot C_1$$

Luego, realizamos el circuito que puedes ver en la figura 7.

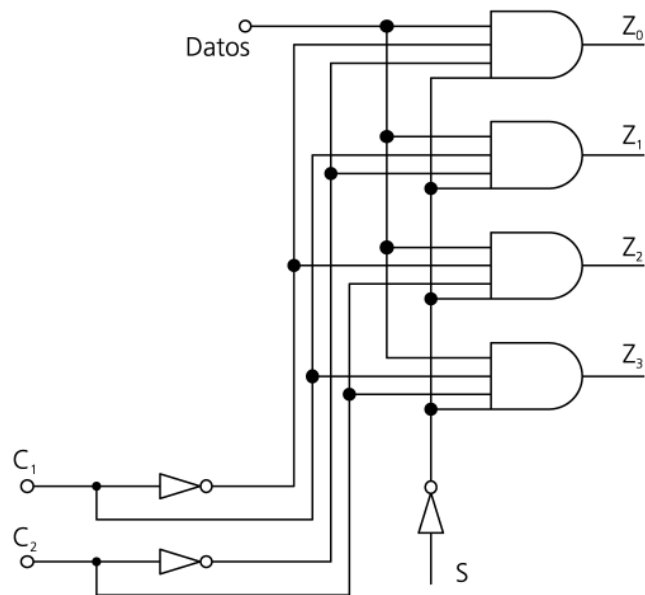


Fig. 7: Circuito demultiplexor de cuatro salidas.

ACTIVIDAD 2

Realiza el circuito demultiplexor de dos salidas.



Aplicaciones de multiplexores y demultiplexores

Estos dispositivos presentan un gran número de aplicaciones en el desarrollo de sistemas digitales, entre las cuales podemos citar la realización de funciones lógicas y, sobre todo, la utilización en sistemas de comunicación.

1. Generación de funciones con multiplexores

Para generar una función de $n+1$ variables, necesitamos un multiplexor de N entradas tal que $N=2^n$, donde n es el número de entradas de control. La variable que falta puede aparecer como 0, 1, x , $\bar{x}$ siendo x dicha variable.

Vamos a implementar una función de cuatro variables con un multiplexor.

Sea la función:

$$F = \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

Como lleva cuatro variables, necesitamos un multiplexor de ocho entradas (tres entradas de selección).

Identificamos tres variables (A , B y C) con las tres entradas de control del multiplexor. En el margen derecho puedes ver la tabla de verdad del multiplexor a utilizar.

Desarrollamos la función en forma de minterms para las tres variables identificadas:

$$F = (A + \bar{A}) \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot D \cdot (C + \bar{C}) + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot (D + \bar{D})$$

Nos queda:

$$F = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot 1 + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D$$

ENTRADAS DE CONTROL			SALIDA
A	B	C	Z
0	0	0	D_0
0	0	1	D_1
0	1	0	D_2
0	1	1	D_3
1	0	0	D_4
1	0	1	D_5
1	1	0	D_6
1	1	1	D_7

Tabla de verdad de multiplexor de ocho entradas.

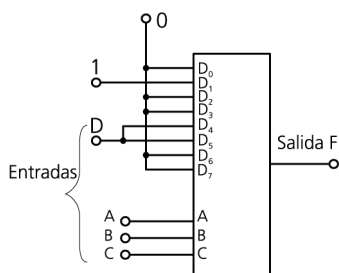


Fig. 8
Multiplexor realizando la
función lógica F.

Identificando términos, nos queda el circuito de la figura 8.

Observa que la variable de la función D se conecta a las líneas de entrada D_4 y D_5 del multiplexor. La línea de entrada D_1 está puesta a nivel alto, y el resto de las líneas de entrada se ponen a nivel bajo.

2. Comunicación de datos

En la figura 9 puedes ver cómo se conectan un multiplexor y un demultiplexor para una transmisión de datos.

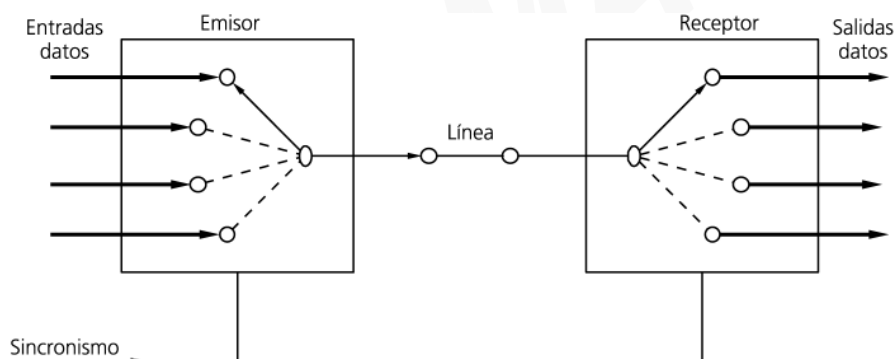


Fig. 9: Conexión multiplexor demultiplexor.

El multiplexor en el emisor recibe la información en paralelo y la transforma en serie, de forma que dicha información es transmitida por una sola línea.

Dicha línea llega al demultiplexor del receptor, y los datos recibidos son transformados de serie a paralelo.

Tanto el receptor como el transmisor han de estar perfectamente sincronizados.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

transmisión, multiplexores, control, demultiplexores señales, información

Los son circuitos combinacionales que disponen de unas entradas de datos y unas entradas de que hacen posible seleccionar una sola de las entradas permitiendo su a la salida que es única.

Los son circuitos digitales, donde la se recibe por una sola línea de entrada y se transmite a una sola de las salidas. La salida concreta seleccionada depende de la combinación de las de control de entrada.

2

Realiza, con un mutiplexor, la siguiente función:

$$F = A \cdot B \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B}$$

Respuestas a las actividades

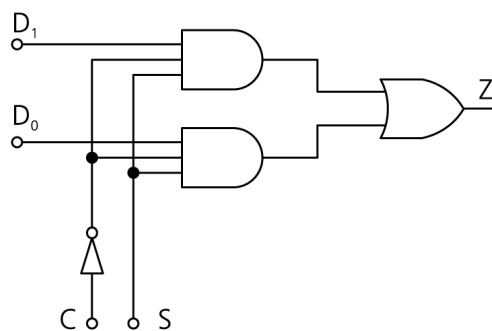
R

ACTIVIDAD 1

La tabla de verdad es:

ENTRADAS DE CONTROL		ENTRADAS DE DATOS		SALIDA
S	C	D ₁	D ₀	Z
0	X	X	X	0
1	0	X	D ₀	D ₀
1	1	D ₁	X	D ₁

El circuito queda así:



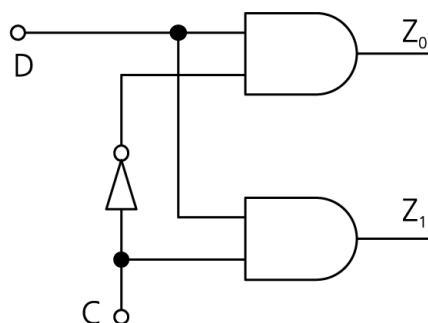
R

ACTIVIDAD 2

La tabla de verdad es:

ENTRADAS		SALIDA	
DATOS	CONTROL		
D	C	Z ₁	Z ₀
D	0	0	D
D	1	D	0

El circuito queda así:



Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

Los **multiplexores** son circuitos combinatoriales que disponen de unas entradas de datos y unas entradas de **control** que hacen posible seleccionar una sola de las entradas, permitiendo su **transmisión** a la salida que es única.

Los **demultiplexores** son circuitos digitales donde la **información** se recibe por una sola línea de entrada y se transmite a una sola de las salidas. La salida concreta seleccionada depende de la combinación de las **señales** de control de entrada.

2

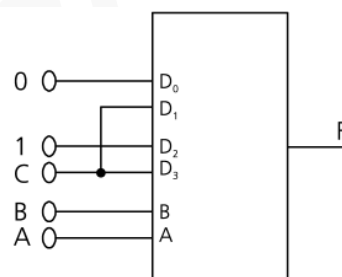
La función tiene tres variables, por tanto emplearemos un multiplexor de cuatro entradas de datos que tiene dos entradas de control.

$$F = A \cdot B \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B}$$

Las variables A y B van a ser las entradas de control del multiplexor, y para la variable C, identificando términos, tenemos:

$$\begin{aligned} D_0 &= 0 \\ D_1 &= C \\ D_2 &= 1 \\ D_3 &= C \end{aligned}$$

CONTROL		SALIDA
A	B	Z
0	0	D_0
0	1	D_1
1	0	D_2
1	1	D_3



Resumen de Unidad

Multiplexor Es un **circuito combinacional** equivalente a un conmutador de varias entradas y una sola salida, gobernado por unas señales de control.

Los multiplexores, por su constitución, podemos dividirlos en **analógicos** y **digitales**. Los primeros llevan físicamente la entrada seleccionada hasta la salida y, en los segundos, no existe esa unión física entre entrada seleccionada y salida.

Según el número de entradas, tenemos multiplexores de cuatro entradas, de ocho entradas y de 16 entradas. En un mismo integrado puede haber también multiplexores dobles y cuádruples.

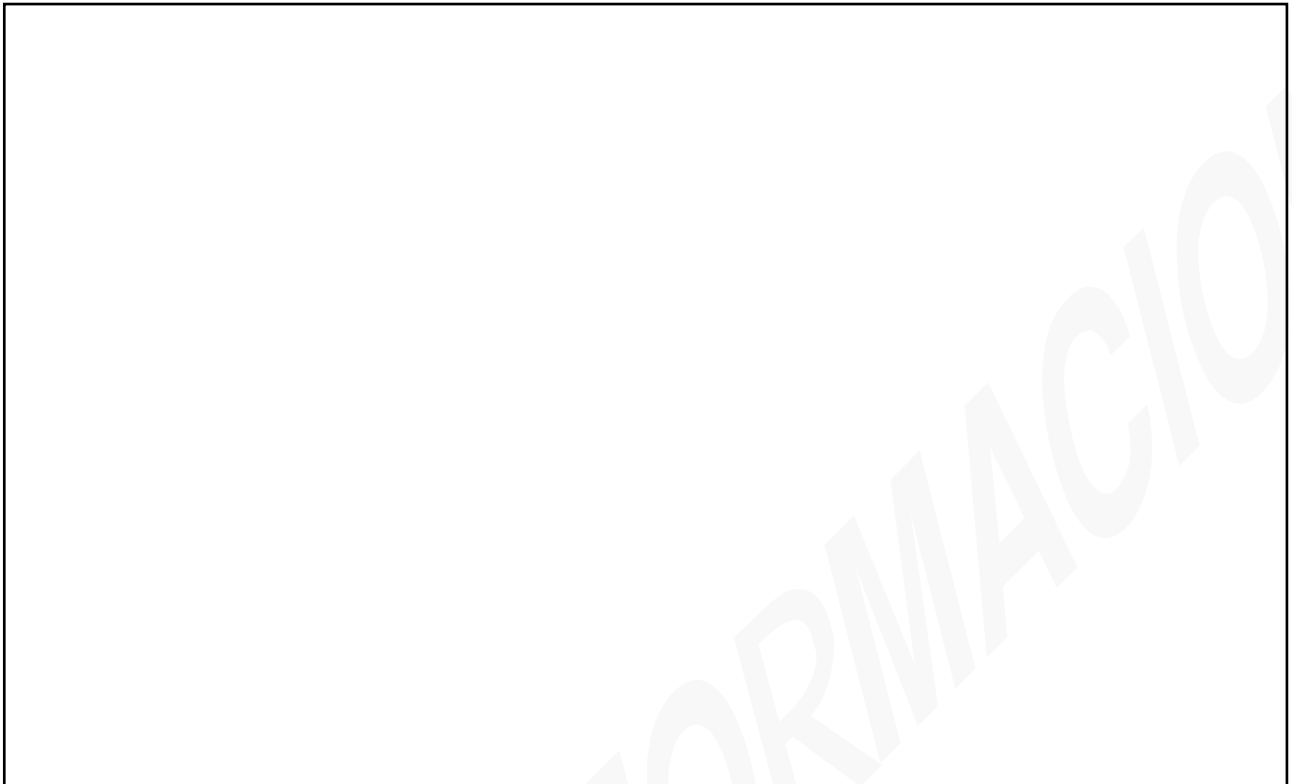
Demultiplexor Es un **circuito digital** que realiza la operación contraria a la de un multiplexor, es decir, la información se recibe por una línea y es llevada a una sola salida de entre varias.

Tanto los multiplexores como los demultiplexores suelen disponer de algunas señales extra para hacer que el circuito funcione. Estas se llaman señales de validación.

Aplicaciones Los multiplexores y demultiplexores tienen un gran número de aplicaciones en la electrónica digital, como son la realización de funciones lógicas o las comunicaciones de información.

En las comunicaciones de datos, el multiplexor recibe la información en paralelo y la envía en serie, y el demultiplexor realiza la conversión de la información de serie a paralelo. Ambos han de estar perfectamente sincronizados.

Notas



Vocabulario

Multiplexor: el símbolo lógico simplificado suele ser un rectángulo con el epígrafe MUX, para indicar que ese bloque es un multiplexor.

Validación: es un señal que tiene la facultad de hacer funcionar o no el circuito integrado.



FONDO  FORMACION