

Unidad Didáctica
Codificadores

FONDO  FORMACION

Programa 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 Codificadores

Una gran cantidad de circuitos que realizan funciones simples pueden ser diseñados y fabricados conjuntamente sobre el mismo sustrato físico, dando lugar a la formación de subsistemas digitales integrados en una sola pastilla.

Con este tipo de circuitos integrados el diseño de sistemas se simplifica enormemente, reduciéndose además el volumen y el coste. El diseñador sólo debe pensar en los circuitos integrados digitales de que dispone en el mercado y en combinarlos de tal forma que el conjunto realice la aplicación particular prevista.

En esta unidad vamos a ver la constitución y funcionamiento de los subsistemas digitales integrados codificadores.

En esta unidad veremos los siguientes contenidos:

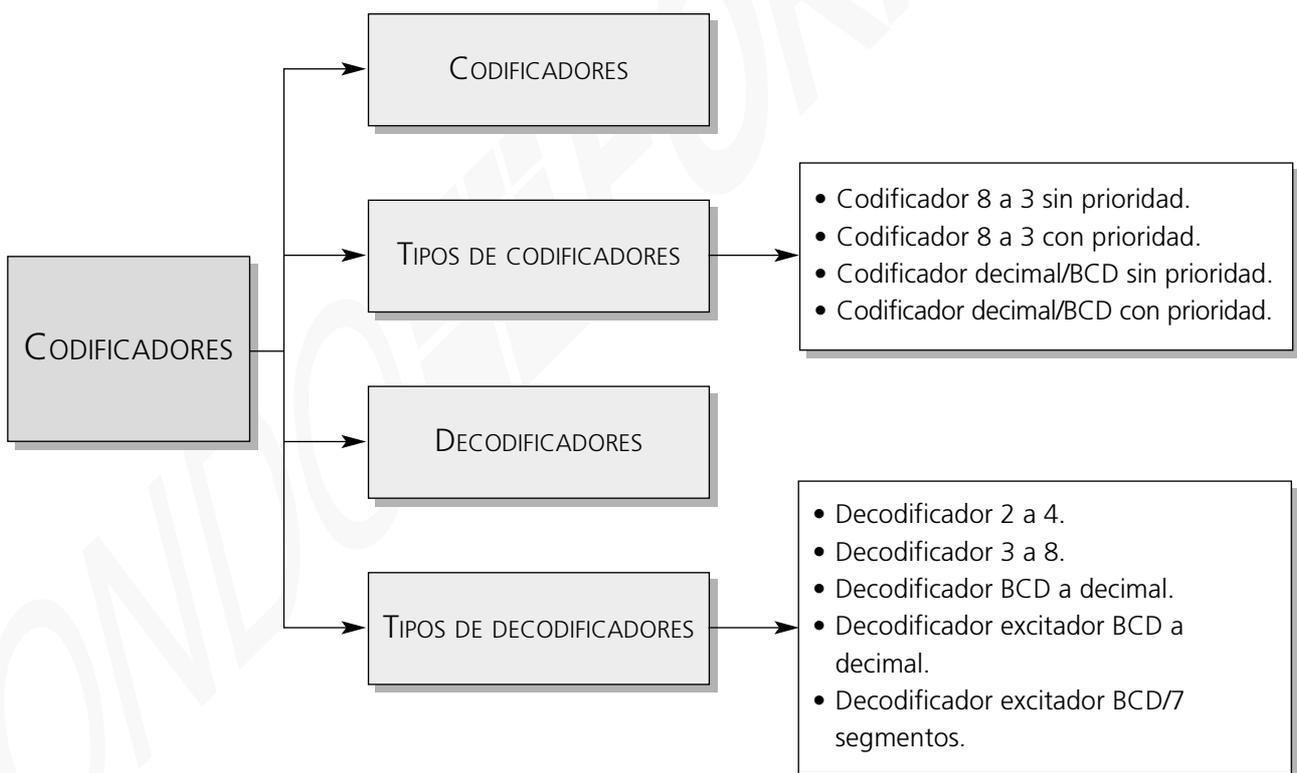
- Codificadores.
- Tipos de codificadores.
- Decodificadores.
- Tipos de decodificadores.

Tus objetivos

Al finalizar esta unidad, deberás ser capaz de:

- Comprender el funcionamiento de los codificadores.
- Obtener un codificador a base de puertas.
- Comprender el funcionamiento de los decodificadores.
- Identificar los símbolos de circuitos integrados.
- Diferenciar los tipos de codificadores y decodificadores.
- Implementar un decodificador a base de puertas lógicas.

Esquema de estudio



Codificadores

En sistemas electrónicos digitales los datos referentes a cualquier información se representan a menudo mediante un conjunto de señales codificadas. Los circuitos encargados de hacer la codificación se llaman **codificadores** y son un caso típico de sistema combinacional de varias entradas y varias salidas.

Un codificador es un circuito combinacional que cuando se activa una de las entradas, aparece un determinado código o combinación lógica en las salidas.

En el sistema binario, para codificar N entradas tendremos n salidas siendo $N \leq 2^n$.

Las reglas del código deseado se reflejan en la tabla de verdad del sistema.

Tipos de codificadores

Hay dos tipos de codificadores: sin prioridad y con prioridad.

Los codificadores sin prioridad se caracterizan porque cuando se activan simultáneamente varias entradas, en las salidas aparece la combinación lógica correspondiente a la suma lógica de las salidas que se obtendrían con cada una de las entradas activadas por separado. Esto implica que solamente una de las entradas puede ser activada cada vez, ya que si no el código obtenido en las salidas sería falso.

Los codificadores con prioridad son aquellos en los que, cuando se activan simultáneamente varias entradas, la combinación lógica de salida corresponde a una sola de las entradas activadas, que normalmente es la de mayor valor decimal.

El circuito es más complejo, pero el método para obtenerlo es similar.

1. Codificador 8 a 3 sin prioridad

Vamos a realizar un codificador de ocho entradas y tres salidas sin prioridad; para ello primero ponemos la tabla de verdad. (Puedes verla en la tabla 1.)

Como se ha de cumplir que $8 \leq 2^n$, el número n de salidas será 3.

Por un lado, ponemos las ocho entradas de E0 a E7 y, por otro, las tres salidas. Como puedes observar, en la tabla de verdad, ante cada entrada, se presentará una combinación a la salida.

A continuación y observando la tabla de verdad, pondremos las ecuaciones correspondientes a cada función* de salida.

E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	C	B	A
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla 1: Tabla de verdad para el codificador 8 a 3.

Las ecuaciones de salida son:

$$C = E_4 + E_5 + E_6 + E_7$$

$$B = E_2 + E_3 + E_6 + E_7$$

$$A = E_1 + E_3 + E_5 + E_7$$

Ahora realizamos el circuito con puertas lógicas.

Como ves en la figura 1, hemos empleado tres puertas OR de cuatro entradas.

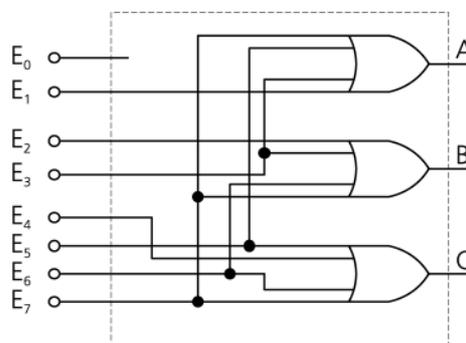


Fig. 1: Circuito lógico de un codificador 8 a 3 sin prioridad.

Observa que si se activan dos entradas simultáneamente, se produce un código falso.

2. Codificador 8 a 3 con prioridad

A continuación, puedes ver la tabla de verdad del circuito integrado 74148 de la familia* TTL, que es un codificador de 8 a 3 líneas con prioridad.

ENTRADAS									SALIDAS				
EI	0	1	2	3	4	5	6	7	A2	A1	A0	GS	EO
H	H	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	X	L	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

Tabla 2: Tabla de verdad del IC 74148

Normalmente las tablas de verdad aparecen con las letras H y L. El valor H sirve para indicar nivel lógico alto, L para indicar nivel lógico bajo y X para indicar que el nivel resulta indiferente.

El codificador 74148 acepta datos de ocho entradas activas a nivel bajo y saca en salida una representación binaria de tres salidas, también activas, a nivel bajo, que son A2, A1 y A0. Dispone además de una entrada de habilitación* (*Enable Input*) que pone inactivas todas las salidas si no está activada.

En la figura 2 puedes ver el símbolo lógico del mismo circuito integrado.

La salida GS se activa cuando hay alguna entrada activa y la salida EO se encuentra activa cuando todas las señales de entrada están inactivas.

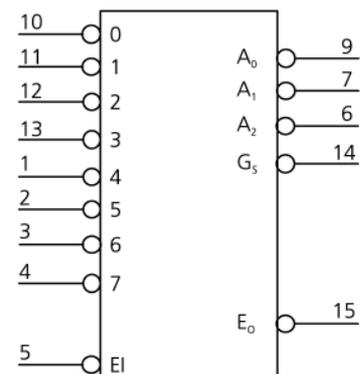


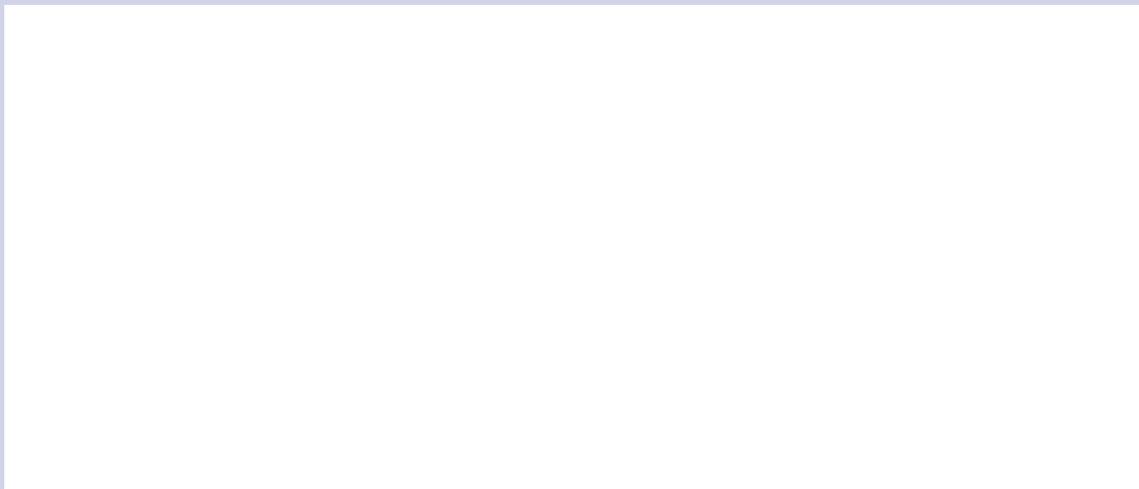
Fig. 2
Símbolo lógico del IC 74148.

Utilizando la dos señales de habilitación (EO y EI) se pueden conectar integrados en cascada para codificar cualquier número de entradas sin necesidad de circuitos externos.

Los círculos que ves en la figura quieren decir que esos terminales son activos a nivel bajo. Los números fuera del rectángulo indican el número de patilla o pin del integrado.

ACTIVIDAD 1

Implementa con puertas lógicas el circuito codificador sin prioridad para cuatro entradas.



ENTRADAS DECIMAL	SALIDAS BCD			
	D	C	B	A
E0	0	0	0	0
E1	0	0	0	1
E2	0	0	1	0
E3	0	0	1	1
E4	0	1	0	0
E5	0	1	0	1
E6	0	1	1	0
E7	0	1	1	1
E8	1	0	0	0
E9	1	0	0	1

3. Codificador Decimal/BCD sin prioridad

Es un codificador 10 a 4, puesto que tenemos diez entradas y cuatro salidas, como vemos en la tabla de verdad situada al margen.

Fijándonos en la tabla de verdad, obtenemos cuatro funciones de salida que se corresponden con cada uno de los dígitos del código BCD.

$$D = E_8 + E_9$$

$$C = E_4 + E_5 + E_6 + E_7$$

$$B = E_2 + E_3 + E_6 + E_7$$

$$A = E_1 + E_3 + E_5 + E_7 + E_9$$

Tabla 3
Tabla de verdad del
codificador decimal a BCD

A partir de las ecuaciones implementamos el circuito lógico como ves en la figura 3.

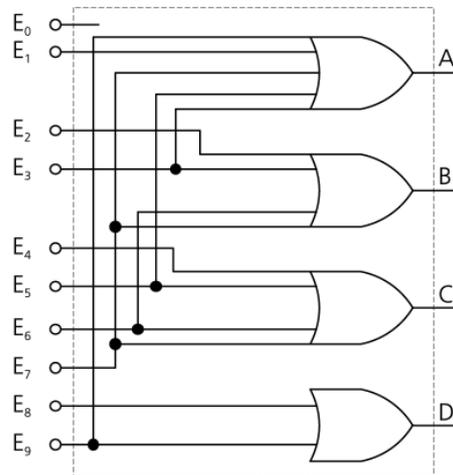


Fig. 3: Circuito lógico del codificador decimal a BCD sin prioridad.

Es un codificador sin prioridad, ya que si se presentan dos entradas simultáneas, las salidas serán las que correspondan a cada entrada por separado.

4. Codificador Decimal/BCD con prioridad

Cuando se activa una de las entradas decimales, las salidas toman el estado correspondiente a su código BCD.

ENTRADAS									SALIDAS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

Tabla 4: Tabla de verdad del IC 74147

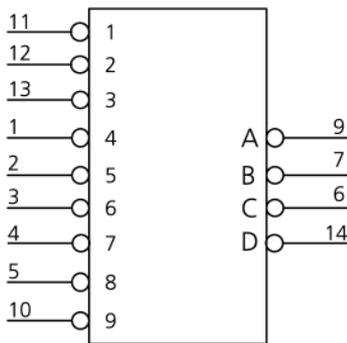


Fig. 4
Símbolo lógico del IC 7414.

Has visto la tabla de verdad del codificador decimal a BCD con prioridad.

El circuito integrado 74147 es un codificador decimal a BCD con prioridad, que asegura que ante varias entradas activas solamente la de mayor orden aparecerá codificada en la salida.

El cero queda codificado con todas las entradas inactivas, con lo cual las salidas quedan puestas a nivel alto.

Como puedes apreciar por el símbolo lógico de la figura 4, todas las señales son activas a nivel bajo.

Decodificadores

Son circuitos combinacionales que convierten una señal codificada en la entrada, en una forma sin codificar en la salida o salidas.

Tipos de decodificadores

Podemos clasificar los decodificadores en dos tipos: **no excitadores y excitadores**.

Los primeros son capaces de excitar a otras puertas de circuitos integrados, pero no pueden activar relés ni dispositivos de presentación.

Los decodificadores excitadores sí son capaces de activar relés y diferentes tipos de visualizadores.

A	B	S0	S1	S2	S3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Tabla 5
Tabla de verdad para el decodificador 2 a 4

1. Decodificador 2 a 4

Presenta una combinación de dos señales de entrada que representan el código binario de un valor y cuatro salidas, una para cada combinación de las entradas.

Para su implementación con puertas lógicas, primero, realizamos la tabla de verdad, que es la número 5.

Así, obtenemos las siguientes funciones de salida:

$$\begin{aligned} S_0 &= \bar{A} \cdot \bar{B} \\ S_1 &= \bar{A} \cdot B \\ S_2 &= A \cdot \bar{B} \\ S_3 &= A \cdot B \end{aligned}$$

Ahora realizamos el circuito lógico como ves en la figura 5.

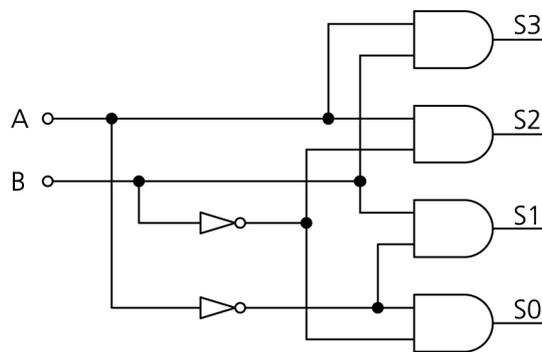


Fig. 5: Circuito decodificador 2 a 4.

2. Decodificador 3 a 8

En la tabla número 6 puedes ver la tabla de verdad de un decodificador de tres líneas de entrada a ocho líneas de salida.

Las ecuaciones del circuito son:

$$\begin{aligned} S_0 &= \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} \\ S_1 &= \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A \\ S_2 &= \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} \\ S_3 &= \bar{C} \cdot B \cdot A \\ S_4 &= C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} \\ S_5 &= C \cdot \bar{B} \cdot A \\ S_6 &= C \cdot B \cdot \bar{A} \\ S_7 &= C \cdot B \cdot A \end{aligned}$$

C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 6: Tabla de verdad para decodificador 3 a 8.

Fíjate que, para cada combinación de entradas, sólo una de las salidas es activa y, además, es activa a nivel alto.

3. Decodificador BCD a decimal

Se trata de un circuito combinacional decodificador que convierte el código BCD a decimal. Para cada combinación en BCD que se presenta a la entrada, se activará la salida equivalente en decimal, por tanto, tenemos 4 entradas y 10 salidas.

Si el número de salidas N es menor que 2^n , siendo n el número de entradas, es que hay $(2^n - N)$ entradas denominadas condiciones de indiferencia. En este caso hay seis condiciones de indiferencia.

Si estas condiciones de indiferencia se consideran como *datos falsos de entrada* y ante estas entradas no se selecciona ninguna salida, se dice que el decodificador rechaza datos falsos de entrada. Si, por el contrario, estas entradas de datos falsos se usan para simplificar las expresiones de salida, el decodificador no rechaza datos falsos.

ACTIVIDAD 2

Realiza el circuito combinacional decodificador para tres entradas y ocho salidas activas a nivel bajo.



4. Decodificador excitador BCD-Decimal

El circuito integrado 7445 es un decodificador excitador BCD a decimal, que rechaza datos falsos de entrada desactivando todas las salidas. Ante una entrada en BCD, activa la salida decimal correspondiente poniéndola a nivel bajo. Se puede emplear como excitador de relés o indicadores.

5. Decodificador excitador BCD-7 segmentos

Los elementos de visualización de siete segmentos son empleados muy a menudo. Los segmentos son diodos LED, colocados de tal forma que pueden representar diferentes caracteres según los diodos que se iluminen. Puedes verlo en la figura 6.

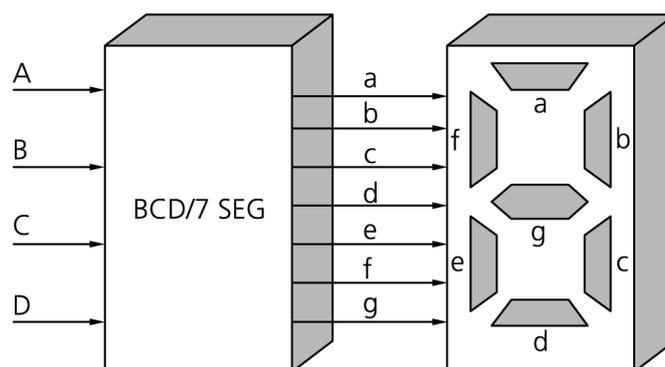


Fig. 6: Visualizador de 7 segmentos.

El decodificador BCD a 7 segmentos ante una entrada en código BCD se encarga de activar las salidas correspondientes a los segmentos luminosos que han de encenderse para representar en decimal el código introducido. A continuación, se representa la tabla de verdad del decodificador.

	ENTRADAS BCD				SALIDAS EN CÓDIGO PARA 7 SEGMENTOS						
	D	C	B	A	g	f	e	d	c	b	a
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
4	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1

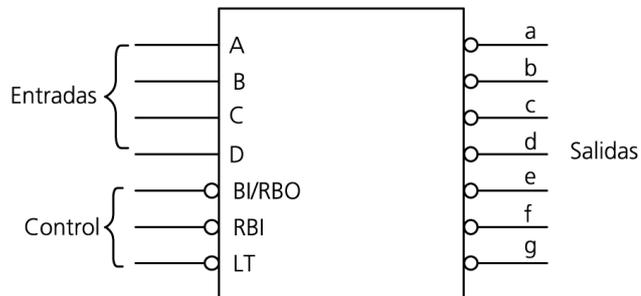
Tabla 6: Tabla de verdad del decodificador BCD/7 segmentos.

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

Cuestiones de autoevaluación

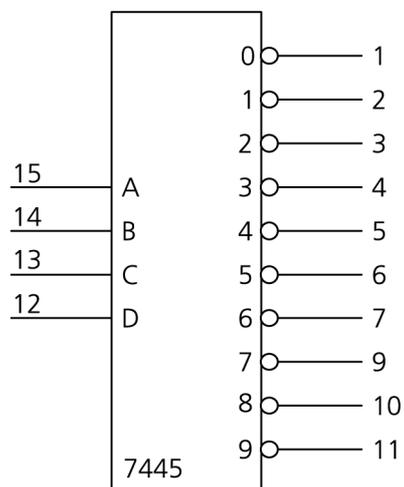
1

Según el símbolo lógico de la figura ¿cómo son activas las entradas y las salidas?



2

¿Qué tipo de circuito integrado es el de la figura? ¿Cómo son activas las entradas y las salidas? ¿A qué patilla del circuito integrado corresponde la salida decimal cinco?



R

ACTIVIDAD 1

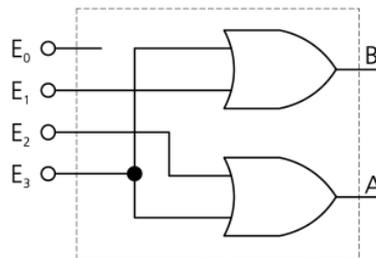
Por la tabla de verdad sacamos las ecuaciones:

$$A = E_2 + E_3$$

$$B = E_1 + E_3$$

E0	E1	E2	E3	A	B
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

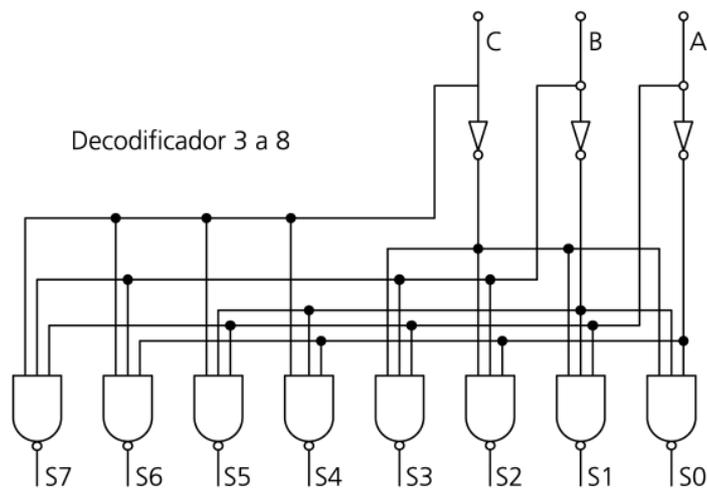
Para la realización, mediante puertas lógicas:



R

ACTIVIDAD 2

La tabla de verdad es similar a la de la número 6, pero hay que tener en cuenta que el estado activo es el nivel bajo, por tanto el circuito sería:



Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

Tu respuesta debería ser:

1

Las entradas son activas a nivel alto, y las salidas son activas a nivel bajo.

Tu respuesta debería ser:

2

Es un decodificador BCD a decimal, con entradas activas a nivel alto y salidas activas a nivel bajo.

La salida decimal cinco corresponde a la patilla número seis.

Resumen de Unidad

El diseño de sistemas se simplifica enormemente con los circuitos integrados digitales:

Codificadores Son **circuitos integrados digitales** que transforman una serie de señales sin codificar en un código determinado.

En los codificadores sin prioridad solamente una de las entradas puede ser activada cada vez, ya que, de lo contrario, el código obtenido en las salidas sería falso.

En los codificadores con prioridad, el hecho de presentarse varias entradas a la vez no representa ningún problema, ya que el código de salida sólo corresponde a una de las entradas activadas y suele ser la de mayor valor decimal.

Los circuitos integrados digitales, además de las señales de entradas y salidas, suelen llevar unas señales de control. La señal de habilitación es una de ellas.

En la representación simbólica pueden aparecer unos círculos; esto quiere decir que esa señal es activa a nivel bajo.

Decodificadores Son **circuitos combinacionales** que convierten un determinado código en una salida sin codificar. Realizan la operación contraria a los codificadores.

Hay decodificadores que son capaces de excitar *displays* y se denominan *excitadores*. Uno de los más empleados es el decodificador excitador de siete segmentos.

Notas



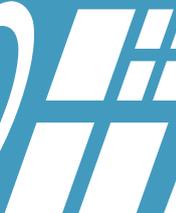
Vocabulario

Familia: los circuitos integrados digitales obtenidos empleando la misma tecnología de fabricación se dice que forman parte de la misma familia porque las características son similares.

Función: es una combinación de variables. Decimos que una salida es una función porque la salida es una combinación lógica de las variables de entrada.

Habilitación: es una señal que la mayoría de los circuitos integrados posee y, –como su nombre indica–, sirve para que el integrado pueda realizar su función.



FONDO  FORMACION