

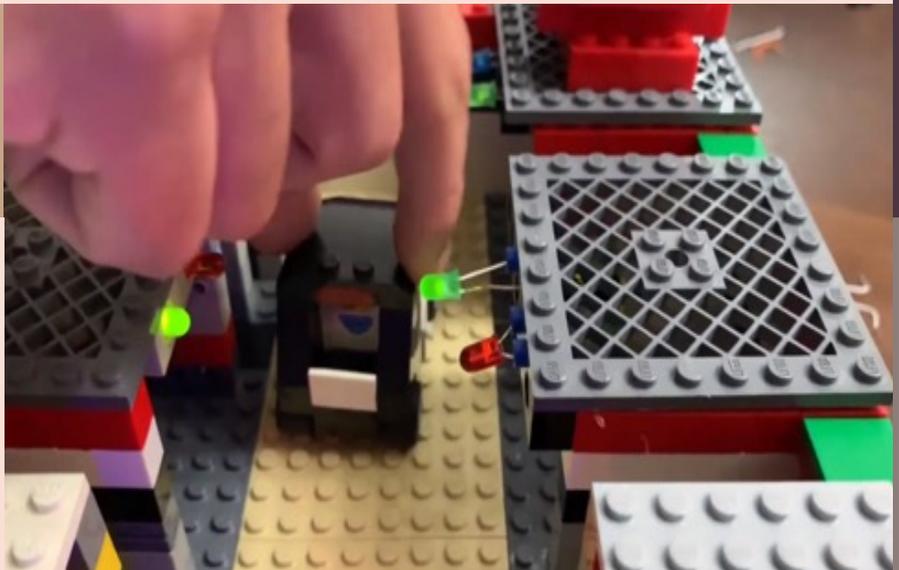


Norma Elva Chávez Rodríguez

# Manual de Proyectos de Sistemas Digitales

2ª edición

DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA





# Manual de Proyectos de Sistemas Digitales

2ª edición

Norma Elva Chávez Rodríguez



División de Ingeniería Eléctrica  
Departamento de Computación

Acrobat Reader  
Haz Click

CHÁVEZ Rodríguez, Norma Elva  
*Manual de Proyectos de Sistemas Digitales. 2ª edición*  
Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ingeniería, 2024, 68 p.

---

## Manual de Proyectos de Sistemas Digitales. 2ª edición

Segunda edición electrónica  
de un ejemplar (7 MB) Formato PDF  
Publicado en línea en abril de 2024

Primera edición electrónica  
de un ejemplar en formato Kindle, OPA Editorial  
ISBN 979 8737436926

D.R. © 2024, Universidad Nacional Autónoma de México,  
Avenida Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México,  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, CDMX.

FACULTAD DE INGENIERÍA  
<http://www.ingenieria.unam.mx/>

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción o transmisión total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México.

---

UNIDAD DE APOYO EDITORIAL

Cuidado de la edición: Elvia Angélica Torres Rojas  
Diseño y formación editorial: Nismet Díaz Ferro  
Fotografías: Norma Elva Chávez Rodríguez

# PRÓLOGO

El diseño de sistemas digitales es muy versátil y divertido, ya que permite crear y desarrollar prototipos que emulan un producto terminado.

El objetivo de este libro es capacitar al estudiantado con los principales elementos prácticos de los sistemas digitales para que pueda lograr diseñar y construir un prototipo digital propio.

Mediante estos proyectos se logró vincular la teoría y la práctica del diseño digital moderno con circuitos integrados de pequeña, mediana y gran escala de integración.

Es importante señalar que la primera edición de este material fue publicada por OPA Editorial y se encuentra a la venta en el sitio Amazon.com.mx; sin embargo, esta segunda edición de la obra se creó específicamente para el alumnado que cursa la asignatura de Diseño Digital Moderno en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. En esta edición se cambiaron los proyectos 8, 9 y 10 de los presentados en la versión anterior; además, se reelaboraron algunas de las figuras y diagramas, y se realizó el diseño editorial de manera interactiva para su consulta en línea, todo esto utilizando recursos de la Facultad.

**Norma Elva Chávez Rodríguez**

Presidenta de las academias:

Diseño Digital Moderno y Diseño Digital VLSI.

Dirigente del laboratorio de Dispositivos Lógicos Programables

en el Departamento de Computación en la Facultad

de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

# CONTENIDO

Proyecto 1	Elementos principales en la construcción de un sistema digital alambrado	1
Proyecto 2	Las compuertas lógicas y los operadores booleanos	11
Proyecto 3	Dip switch y push button	14
Proyecto 4	Transductores digitales	18
Proyecto 5	Tablas de verdad	23
Proyecto 6	Codificadores, decodificadores de BCD a 7 segmentos y displays de 7 segmentos	27
Proyecto 7	Radiofrecuencia	31
Proyecto 8	Unidad aritmética lógica	36
Proyecto 9	Temporizadores y contadores binarios	40
Proyecto 10	Diseño y construcción del control de semáforos en el cruce de dos avenidas	47
Proyecto 11	Motores de corriente directa	51
Proyecto 12	Registros de corrimiento	53
Proyecto 13	Diseño y construcción de un reloj digital	57
Glosario		61

1

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá la implementación de los elementos principales para el diseño y construcción de sistemas digitales alambrados.

2

3

4

## MATERIAL REQUERIDO

5

- › Un circuito integrado 7805 (regulador de voltaje)
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un circuito integrado 74LS04 (NOT)
- › Un circuito integrado 74LS08 (AND)
- › Un circuito integrado 74LS32 (OR)
- › Una resistencia de 330  $\Omega$
- › Un led
- › Cables calibre 22 o 24

6

7

8

9

10

## ANÁLISIS DE ELEMENTOS

11

## CIRCUITO INTEGRADO 7805 Y PILA DE 9V

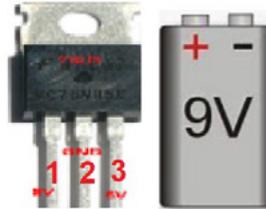
El circuito integrado 7805 es un regulador de voltaje que se alimenta de una tensión de 9 volts y es capaz de entregar 5 volts a su salida.

12

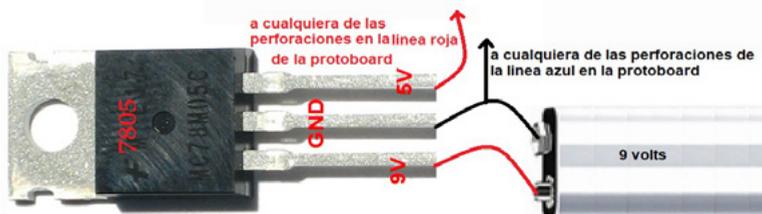
13

Este circuito cuenta con tres terminales. La terminal uno se conecta a una tensión de entrada de 9 volts, la terminal dos se une a tierra para obtener 5 volts en la terminal tres, que es la tensión requerida para el uso de todos los circuitos integrados de pequeña, mediana escala de integración y protoboard. La figura 1.1 muestra estos dos elementos.

**Figura 1.1.** Regulador de voltaje y pila de 9 volts



La forma de conectar el regulador de voltaje 7805 y la pila de 9 volts se muestra en la figura 1.2. Observar que el regulador de voltaje esté colocado en la posición correcta (panza arriba).

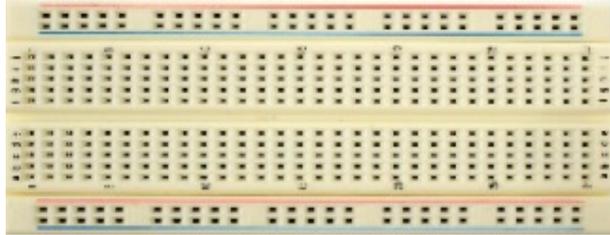


**Figura 1.2.** Conexiones entre el regulador de voltaje y la pila de 9 volts

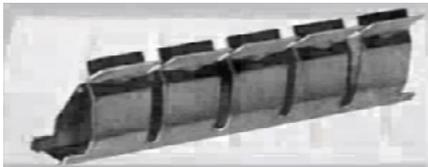
## PROTOBOARD

Tableta con perforaciones que sirve para interconectar circuitos eléctricos sin soldar, contiene orificios en donde se pueden insertar con facilidad los elementos que conforman el sistema digital. La figura 1.3 muestra una protoboard.

**Figura 1.3.**  
Protoboard

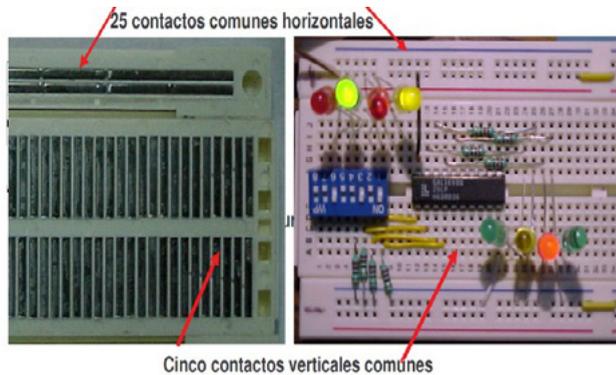


Dentro de cada 5 perforaciones, se tiene una barra de aluminio, la figura 1.4 muestra una barra con 5 divisiones.



**Figura 1.4.** Barra  
de aluminio

Una protoboard contiene 25 contactos comunes horizontales y 5 contactos comunes verticales, como se observa en la figura 1.5.



**Figura 1.5.** Contactos  
en una protoboard

## CIRCUITO INTEGRADO (CHIP)

La manipulación de información binaria se hace mediante circuitos lógicos denominados *compuertas*. Las compuertas son bloques de hardware que producen señales binarias 1 o 0 cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica.

Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica.

Un circuito integrado (chip) es un cristal semiconductor de silicio, que en su interior contiene componentes eléctricos tales como transistores, diodos, resistencias y capacitores. Los diversos componentes están interconectados para formar un circuito electrónico montado en un empaque, por lo general de plástico, con sus conexiones de salida/entrada, soldadas en forma externa para conformar el circuito integrado.

Existen dos presentaciones de circuitos integrados. La figura 1.6 muestra un circuito integrado de hilera doble y un circuito integrado plano. La tabla de integración de los chips se muestra en la figura 1.7.



Circuito integrado de hilera doble

Circuito integrado plano

**Figura 1.6.** Tipos de circuitos integrados

Escala de integración	Componentes	Compuertas
Pequeña escala de integración (SSI)	10 a 99	1 a 10
Mediana escala de integración (MSI)	100 a 999	11 a 99
Gran escala de integración (LSI)	1 000 a 9 999	100 a 999
Muy gran escala de integración (VLSI)	10 000 a 99 999	1 000 a 9 999
Ultra gran escala de integración (ULSI)	100 000 a 999 999	10 000 a 99 999
Giga gran escala de integración (GLSI)	más de 1 000 000	más de 100 000

**Figura 1.7.** Escala de integración de los circuitos integrados

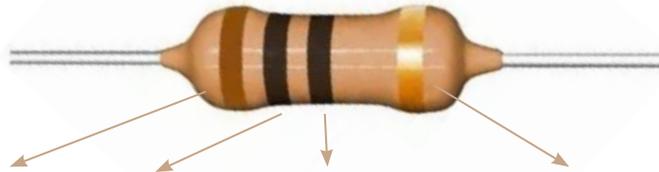
## RESISTENCIAS

Se denomina resistencia o resistor al elemento electrónico diseñado con el fin de obtener una determinada resistencia eléctrica entre dos puntos de un sistema digital. La figura 1.8 muestra un grupo de resistencias de diferentes valores. Dependiendo de los colores y la posición que se tenga entre los colores indican el valor de cada una de las resistencias. La figura 1.9 muestra los distintos valores que pueden tener las resistencias.

**Figura 1.8.** Resistores o resistencias



**Figura 1.9.** Valores de las resistencias



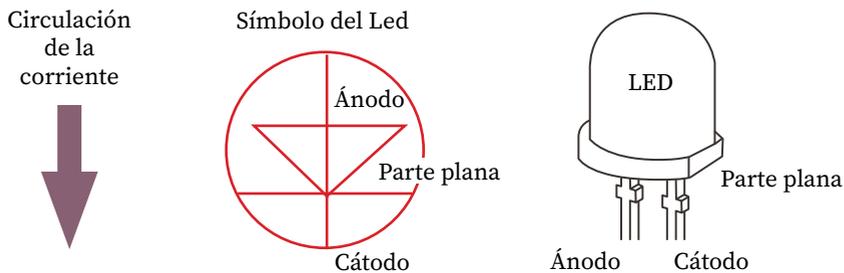
Colores	1º cifra	2º cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro	–	0	× 1	–
Café	1	1	× 10	± 1 %
Rojo	2	2	× 100	± 2 %
Naranja	3	3	× 1 000	–
Amarillo	4	4	× 10 000	–
Verde	5	5	× 100 000	± 0.5 %
Azul	6	6	× 1 000 000	± 0.25 %
Violeta	7	7	× 10 000 000	± 0.1 %
Gris	8	8	× 100 000 000	–
Blanco	9	9	× 1 000 000 000	–
Oro	–	–	× 0.1	± 5 %
Plata	–	–	× 0.01	± 10 %
Sin color	–	–	–	± 20 %

## DIODO EMISOR DE LUZ (LED)

El led es un elemento eléctrico que tiene un ánodo y un cátodo que permite el paso de la corriente en un solo sentido, mientras en sentido opuesto será imposible su circulación.

Únicamente en el sentido que permite el paso de corriente se genera una luz dentro del encapsulado del led.

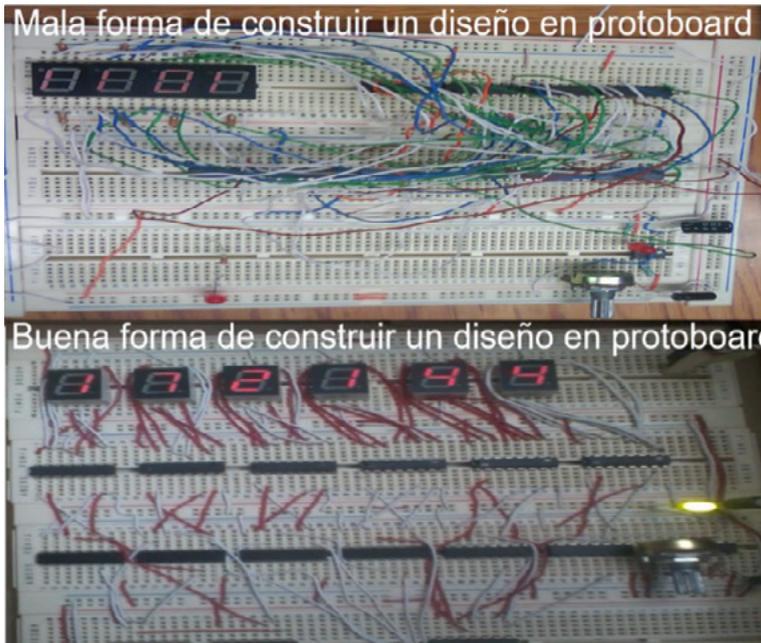
Si observamos con detenimiento el contorno inferior del encapsulado en el led, notaremos una parte plana. La figura 1.10 muestra el ánodo, el cátodo y la dirección que debe tener la corriente para que pueda fluir.



**Figura 1.10.** Símbolo y partes de un led

Para el buen funcionamiento de cualquier proyecto digital es muy importante la forma de interconectar mediante cables los circuitos integrados.

Si se utilizan cables demasiado largos, estos obligan a que la corriente tenga que recorrer un camino más largo para llegar de un lugar a otro debilitando la señal a su llegada. La figura 1.11 muestra la comparación de cableado.



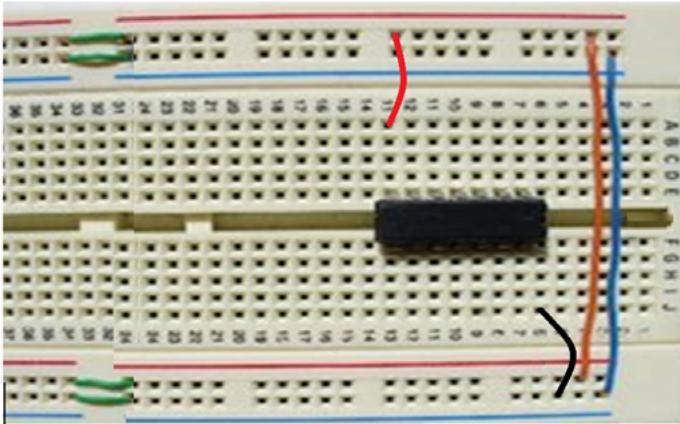
**Figura 1.11.** Forma de interconectar cables

## ESPECIFICACIONES

Diseño y construcción de un sistema únicamente con el uso de compuertas básicas, el cual debe contar con dos entradas de un bit y solo cuando ambas entradas sean iguales se deberá encender una luz.

### PASO 1:

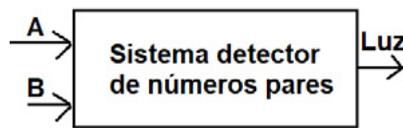
Se requiere tener energía en la protoboard y en cada uno de los circuitos integrados que se utilicen. La figura 1.12 muestra la forma de hacerlo. La hoja de datos de cada circuito integrado indica en qué terminal tiene su  $V_{cc}$  y en cuál tiene su tierra (gnd).



**Figura 1.12.** Polarización de la protoboard y de un circuito integrado

**PASO 2:**

Diagrama de bloques del sistema



**PASO 3:**

Tabla de verdad

A	B	Luz
0	0	1 minitérmino
0	1	0 maxitérmino
1	0	0 maxitérmino
1	1	1 minitérmino

**PASO 4:**

Funciones booleanas

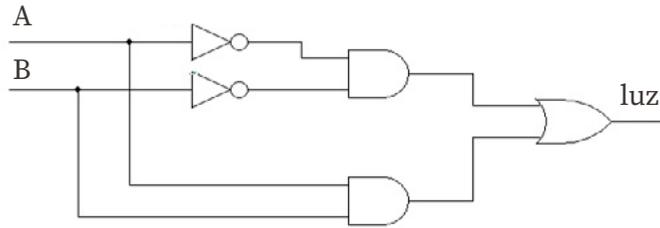
Función booleana minitérminos:  $\overline{A}B + AB = luz$

Función booleana maxitérminos:  $(A + \overline{B})(\overline{A} + B) = luz$

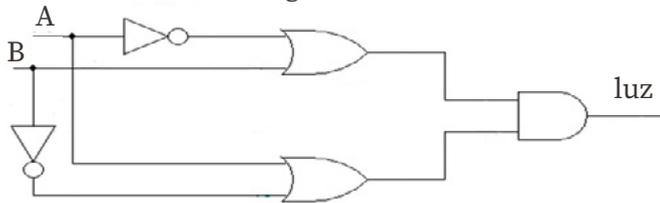
**PASO 5:**

**Circuitos lógicos**

Circuito lógico utilizando minitérminos



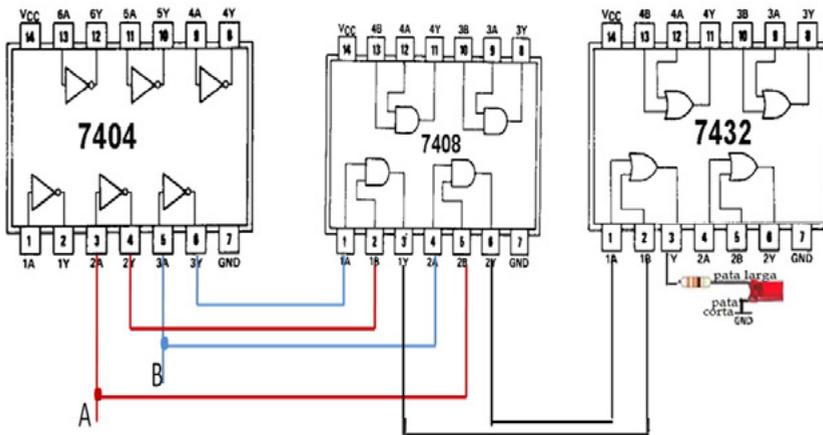
Circuito lógico utilizando MAXitérminos



**PASO 6:**

**Circuito eléctrico**

Nota: Las terminales #14 de cada uno de los tres circuitos integrados deberán conectarse al Vcc de la protoboard y las terminales #7 al gdn (tierra), como se puede observar en la fotografía del circuito ya construido.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

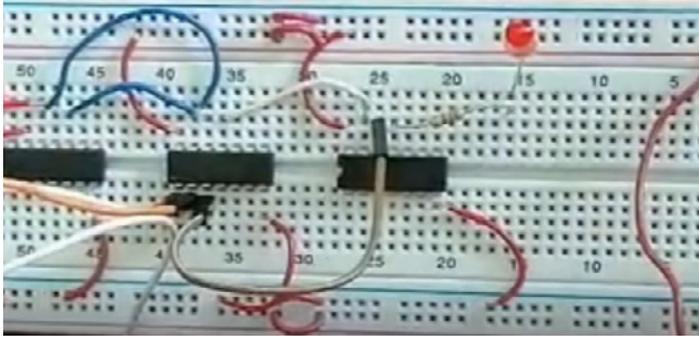
10

11

12

13

## Fotografía del circuito eléctrico



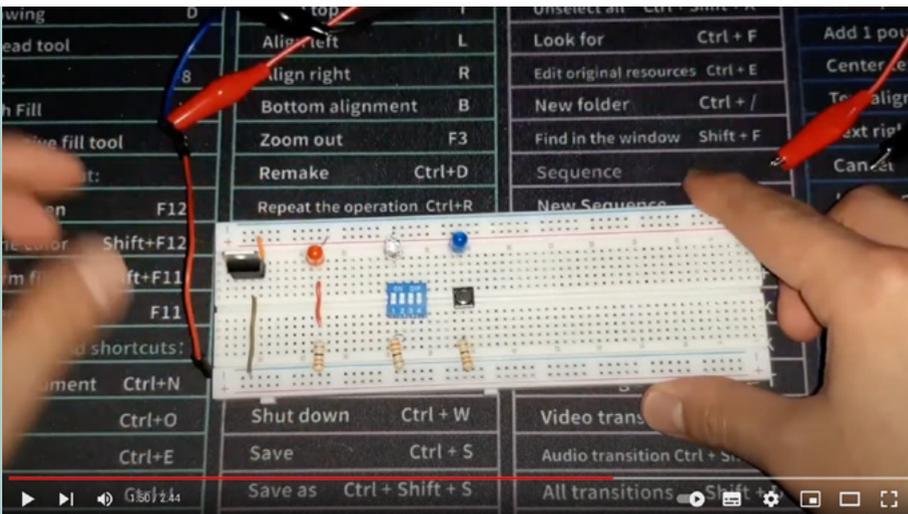
1

2

3

4

5



6

7

8

9

10

11

12

13



REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

## OBJETIVO

2

El alumnado analizará las principales características de las compuertas y la tecnología TTL.

3

4

## MATERIAL REQUERIDO

5

- › Un circuito integrado 7805 (regulador de voltaje)
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un circuito integrado 74LS00 (NAND)
- › Un circuito integrado 74LS08 (AND)
- › Un circuito integrado 74LS32 (OR)
- › Un circuito integrado 74LS02 (NOR)
- › Una resistencia de 330  $\Omega$
- › Un led
- › Cables calibre 22 o 24

6

7

8

9

10

## ANÁLISIS

11

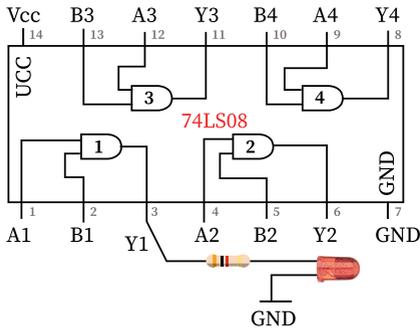
Investigar dentro de su hoja de especificaciones, la tabla de verdad, operación lógica que realiza, símbolo y número al que corresponde, cada una de las compuertas básicas (AND y OR) y sus complementos (NAND y NOR).

12

13

ESPECIFICACIONES

Utilizando el circuito integrado 74LS08 (compuerta AND) manipular las entradas A1 y B1, de forma tal que con la ayuda de un led se verifique su tabla de verdad. La figura 2.1 muestra la forma de interconectar.



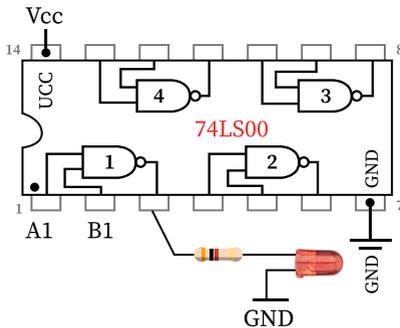
$Y=AB$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = high logic level L = Low logic level

**Figura 2.1.** Diagrama de interconexiones de una compuerta AND y su tabla de verdad

Utilizando el circuito integrado 74LS00 (compuerta NAND) manipular las entradas A1 y B1, de forma tal que con la ayuda de un led se verifique su tabla de verdad. La figura 2.2 muestra el diagrama de interconexiones de una compuerta NAND y su tabla de verdad.



$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = high logic level L = Low logic level

**Figura 2.2.** Diagrama de interconexiones de una compuerta NAND y su tabla de verdad

1

2

3

4

5

6

7

8

9

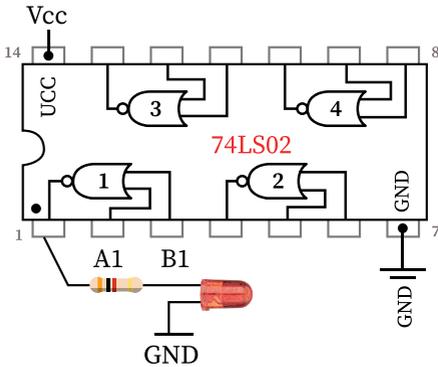
10

11

12

13

Utilizando el circuito integrado 74LS02 (compuerta NOR) manipular las entradas A1 y B1, de forma tal que con la ayuda de un led se verifique su tabla de verdad. La figura 2.3 muestra el diagrama de interconexiones de una compuerta NOR y su tabla de verdad.



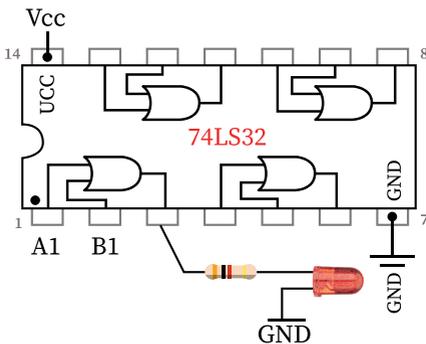
$$Y = \overline{A+B}$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

H = high logic level L = Low logic level

**Figura 2.3.** Diagrama de interconexiones de una compuerta NOR y su tabla de verdad

Utilizando el circuito integrado 74LS32 (compuerta OR) manipular las entradas A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub>, de forma tal que con la ayuda de un led se verifique su tabla de verdad. La figura 2.4 muestra el diagrama de interconexiones de una compuerta OR y su tabla de verdad.



$$Y = A+B$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = high logic level L = Low logic level

**Figura 2.4.** Diagrama de interconexiones de una compuerta OR y su tabla de verdad

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá la utilización de dip switches y push buttons.

## MATERIAL REQUERIDO

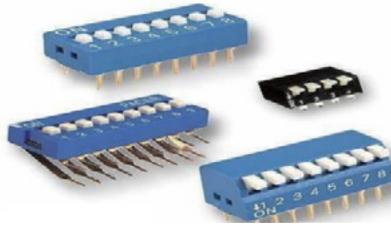
- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un dip switch de cuatro switches deslizables
- › Cuatro push buttons
- › Cuatro resistencias de 330  $\Omega$
- › Cuatro leds
- › Alambres calibre 22 o 24

## ANÁLISIS DE ELEMENTOS

### DIP SWITCH

Un dip switch (switch deslizable) es un elemento eléctrico que maneja un conjunto de micro-interruptores, agrupados en lo que se denomina **Dual In line Package (DIP)**. Existe una gran variedad de dip switches, en la figura 3.1 se muestran algunos ejemplos de ellos.

**Figura 3.1.** Dip switches



## PUSH BUTTON

Elemento eléctrico que sirve como interruptor. Existe una gran variedad, sin embargo, algunos tienen dos terminales y otros cuatro. La figura 3.2 muestra estos dos tipos de push buttons.

**Figura 3.2.** Push buttons

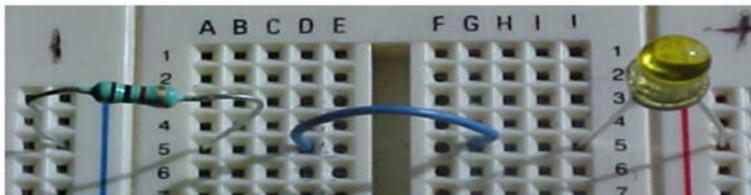


## ESPECIFICACIONES

Construir tres circuitos en los que en el primero se prenda un led mediante un cable, en el segundo circuito se prenda otro led mediante un dip switch y, por último, un sistema que prenda un led mediante un push button.

## UTILIZANDO CABLE COMO CONEXIÓN

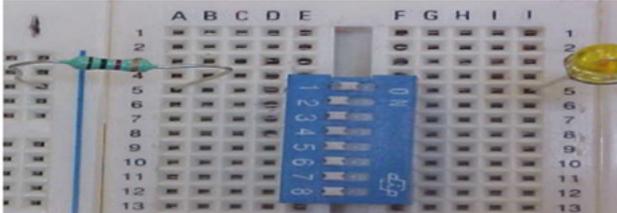
La interconexión de un led y una resistencia se puede hacer fácilmente mediante un alambre como se observa en la figura 3.3.



**Figura 3.3.** Utilizando cable como conexión

## UTILIZANDO UN DIP SWITCH COMO CONEXIÓN

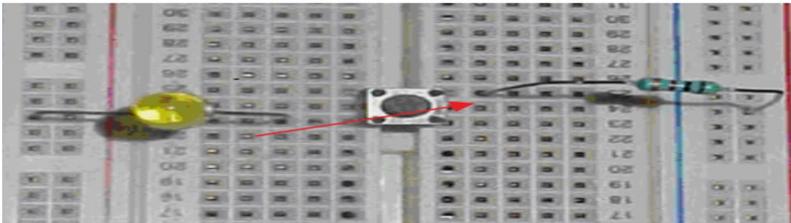
La interconexión de un led y una resistencia se puede hacer mediante un dip switch como se observa en la figura 3.4.



**Figura 3.4.** Utilizando dip switch como conexión

## UTILIZANDO UN PUSH BUTTON COMO CONEXIÓN

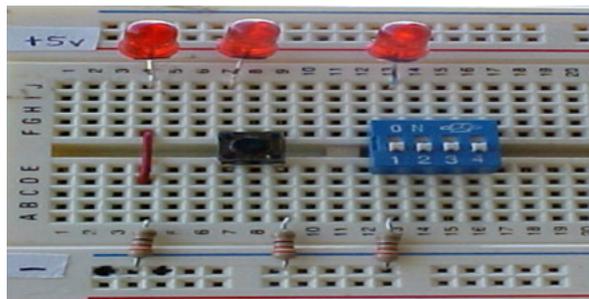
La interconexión de un led y una resistencia se puede hacer mediante un push button como se observa en la figura 3.5. Si el push button tiene cuatro terminales se debe interconectar de forma diagonal.

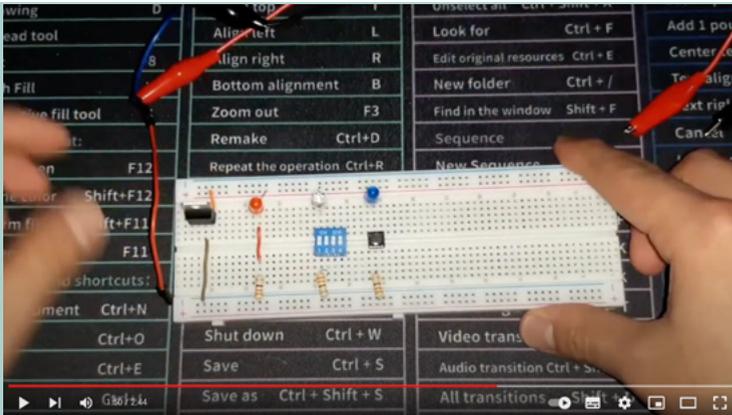


**Figura 3.5.** Utilizando push button como conexión

En la figura 3.6 se muestra la fotografía utilizando las tres interconexiones.

**Figura 3.6.** Utilizando los tres tipos de conexiones





REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

**OBJETIVO**

El alumnado entenderá el concepto de sensores y transductores digitales, y aprenderá a utilizar algunos de ellos como entradas a un sistema digital.

**MATERIAL REQUERIDO**

- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un led infrarrojo IR 383
- › Un fototransistor PT1302B/C2
- › Dos resistencias, una de 1 k $\Omega$  y otra de 330  $\Omega$
- › Un sensor de movimiento PIR (Passive Infrared)
- › Alambres calibre 22 o 24

**SENSOR DIGITAL**

El sensor digital es un dispositivo utilizado para la detección de estímulos externos, que al percibirlos envían una señal a su salida.

## TRANSDUCTOR DIGITAL

Un transductor digital es un dispositivo que capta energía de una forma y la entrega por lo general en forma diferente.

Los transductores fotoeléctricos son aquellos que responden a la presencia de la luz generando un voltaje eléctrico.

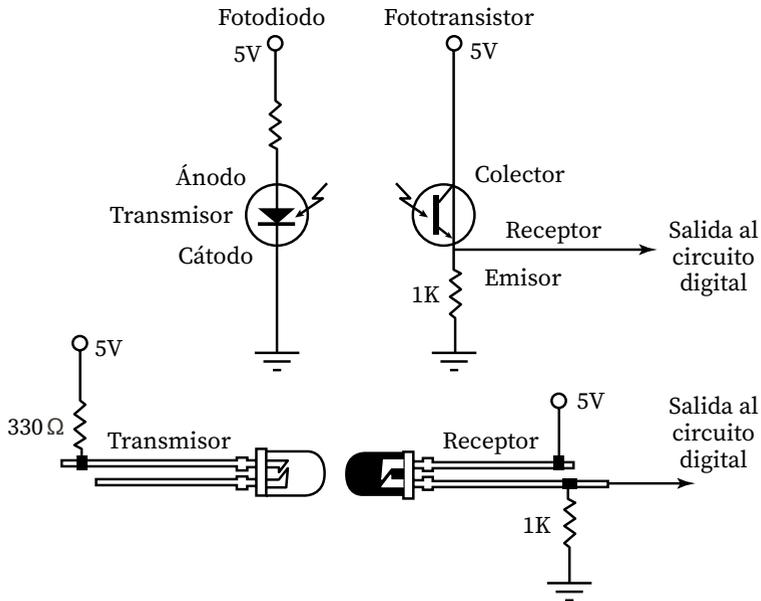
El detector PIR (Passive Infrared) o pasivo infrarrojo, reacciona solo ante determinadas fuentes de energía tales como el calor del cuerpo humano o animales.

Es llamado pasivo debido a que no emite radiaciones, sino que las recibe.

## ESPECIFICACIONES

Construir dos circuitos en los que en el primero se prenda un led mediante el uso de fototransistores y en el segundo, mediante el uso de un PIR.

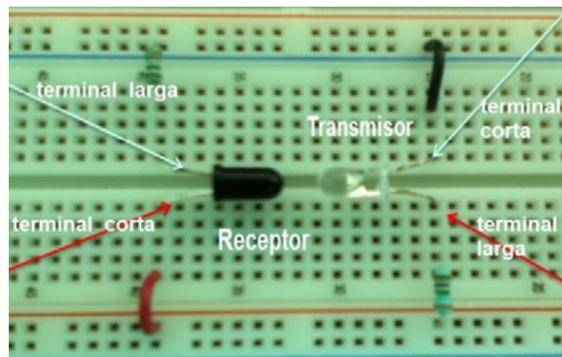
Un circuito fototransistor consta de un led, el cual emite una señal infrarroja que es captada por un transistor y que produce tanto corriente como voltaje eléctrico a su salida. La figura 4.1 muestra el diagrama eléctrico de este circuito.



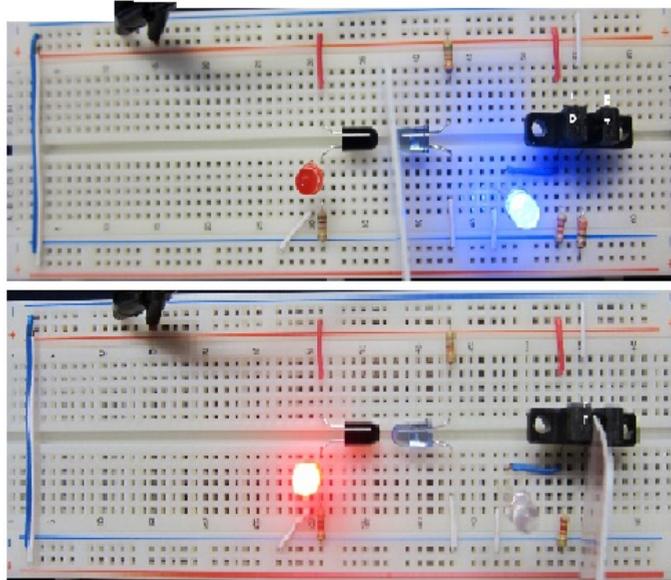
**Figura 4.1.** Diagrama eléctrico del circuito de los fototransistores

La figura 4.2 muestra la fotografía del alambrado del fototransistor y la figura 4.3 muestra la fotografía del funcionamiento de los dos tipos de fototransistores que se utilizan con mayor frecuencia.

**Figura 4.2.** Fotografía del alambrado de un fototransistor



**Fotografía 4.3.**  
Fotografía del funcionamiento de dos fototransistores



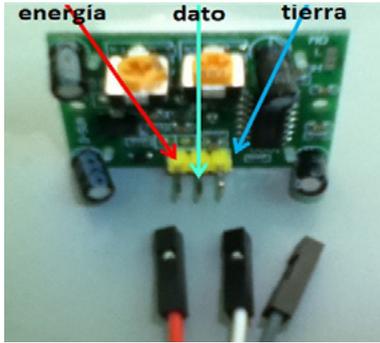
Un circuito PIR consta de un componente electrónico diseñado para detectar cambios en la radiación infrarroja recibida.

Generalmente, dentro de su encapsulado incorporan un transistor de efecto de campo que amplifica la señal eléctrica que genera cuando se produce dicha variación de radiación recibida.

Este sensor detecta movimiento por cambios en el infrarrojo. Es el sensor habitual para detectar intrusiones en áreas cerradas o para encender la luz al pasar sin necesidad de interruptor.

La forma de identificar las terminales en el sensor PIR se observa en la parte donde se encuentra el integrado, poniendo la parte naranja frente y los pines atrás. La figura 4.4 muestra la fotografía de la forma de interconectar las terminales de salida, mientras que en la figura 4.5 se muestran los botones para seleccionar el tiempo entre cada medi-

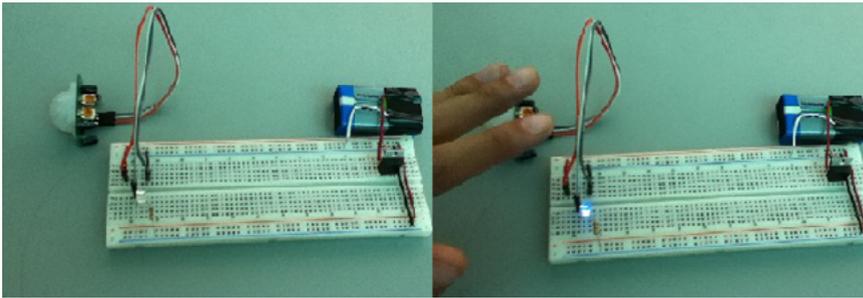
ción y la sensibilidad de medición que se quiera tener. La figura 4.6 muestra el funcionamiento del sensor PIR.



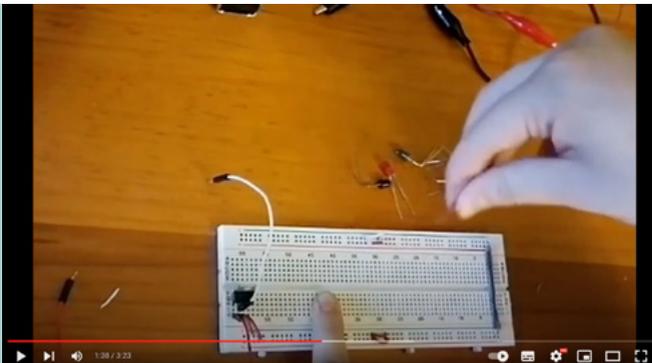
**Figura 4.4.** Fotografía interconexiones PIR



**Figura 4.5.** Fotografía del tiempo y sensibilidad



**Figura 4.6.** Fotografía del funcionamiento de un sensor PIR



REVISA EL VIDEO DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá a diseñar y construir una tabla de verdad utilizando compuertas lógicas.

## MATERIAL REQUERIDO

- › Tres leds (rojo, amarillo y verde)
- › Un circuito integrado 74LS08
- › Un circuito integrado 74LS04
- › Resistencias de 1 k $\Omega$  y 330  $\Omega$
- › Un dip switch con 4 switches
- › Una batería de 9 V
- › Un regulador 7805

## ESPECIFICACIONES

En un hospital, en su sala de urgencias, se requiere tener un control de entradas. Se tienen tres tipos de pacientes; los que llegan por una súper emergencia, los que llegan por una emergencia y los que van a chequeo.

Antes de entrar, una enfermera valora los síntomas y motivos de cada paciente y les entrega una ficha; roja para pacientes con una súper emergencia (S), ámbar para pacientes con una emergencia (E) y verde para pacientes que van a chequeo (C).

Se requiere diseñar un sistema de prioridad, el cual muestre a los pacientes cuando ellos pueden entrar.

De forma tal que cuando lleguen pacientes con fichas rojas; sin importar si al mismo tiempo llegan pacientes con otros colores de fichas, se prenderá el led rojo. Cuando no exista a la entrada un paciente con la ficha roja, la prioridad es para los pacientes con ficha amarilla, por lo que el led amarillo deberá encenderse a su llegada y, finalmente, si no existen pacientes con fichas rojas ni amarillas entrarán todos los pacientes con fichas verdes.

## DIAGRAMA DE BLOQUES



## TABLA DE VERDAD

Ficha roja	Ficha amarilla	Ficha verde	Luz roja	Luz amarilla	Luz verde
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

Funciones booleanas:

Luz roja =  $F_R$ ;

Luz amarilla =  $F_R F_A$ ;

Luz verde =  $F_R F_A F_V$

CIRCUITO LÓGICO

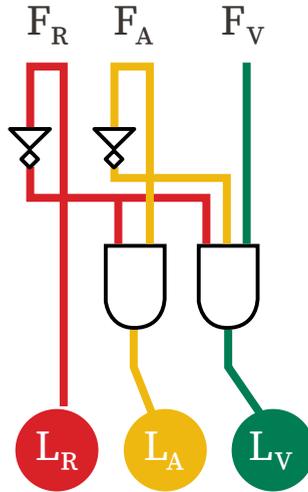
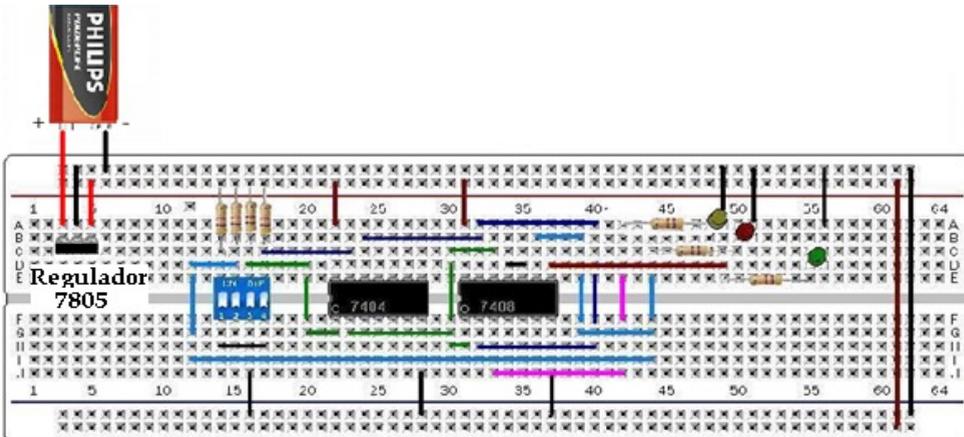


DIAGRAMA DE INTERCONEXIONES



1

2

3

4

5

6

7

8

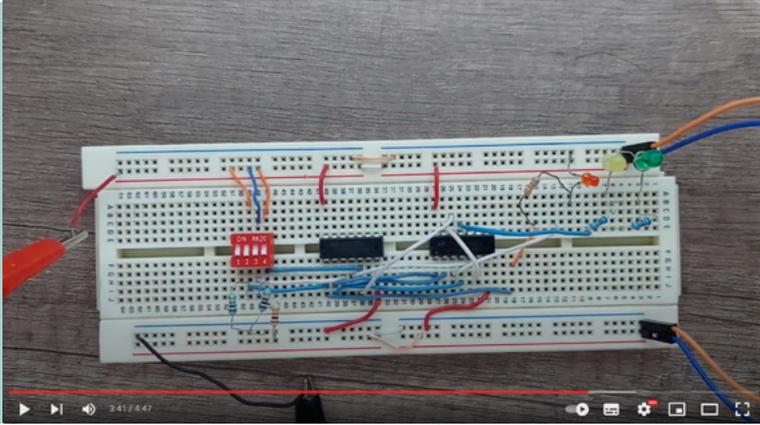
9

10

11

12

13



REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

**OBJETIVO**

El alumnado aprenderá el manejo de codificadores, decodificadores de BCD a 7 segmentos y displays de 7 segmentos.

**MATERIAL REQUERIDO**

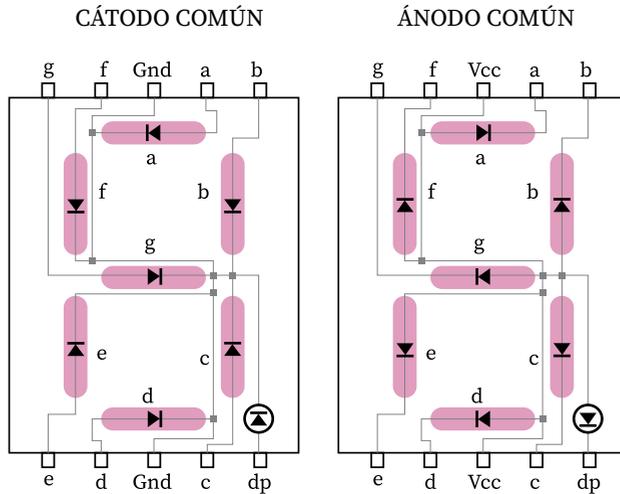
- › Un display de 7 segmentos (de ánodo o de cátodo común)
- › Un par de fototransmisor
- › Un circuito integrado 74147 o 74148
- › Un circuito integrado 7447 o 7448
- › Una resistencia de 1 k $\Omega$  y una de 330  $\Omega$
- › Un dipswitch con 4 switches
- › Una batería 9 V
- › Un regulador 7805

**ANÁLISIS DEL DISPLAY DE 7 SEGMENTOS**

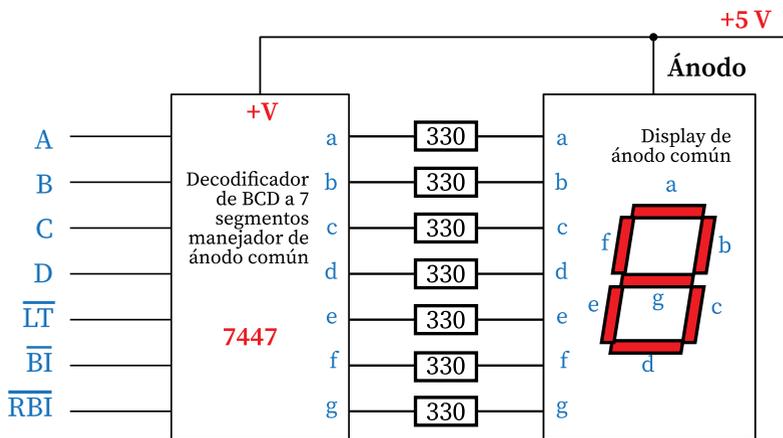
Los displays de 7 segmentos contienen 7 leds que pueden ser interconectados por el ánodo y pueden llamarse displays de 7 segmentos con ánodo común, o pueden ser interconectados por su cátodo y se llaman displays de 7 segmentos con cátodo común. La figura 6.1 muestra estos dos tipos de displays.

Estos displays son manejados por un decodificador de BCD de 7 segmentos de ánodo o de cátodo común, según sea el caso. Y para cerrar el circuito se deben conectar a Vcc o a gnd, según sea el caso. La figura 6.1 muestra los dos tipos de displays.

**Figura 6.1.** Displays de 7 segmentos de ánodo y cátodo común

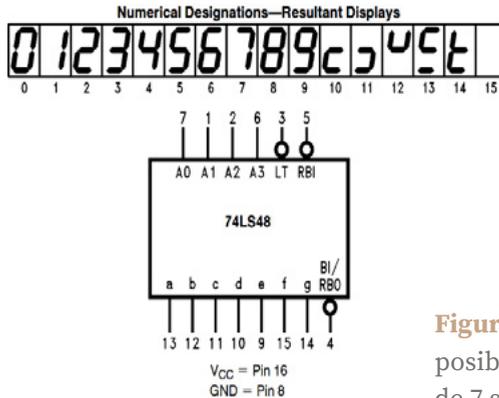


El decodificador 7447 es el manejador del display de 7 segmentos con ánodo común, y se requiere una resistencia de 330 entre cada letra como se muestra en la figura 6.2.



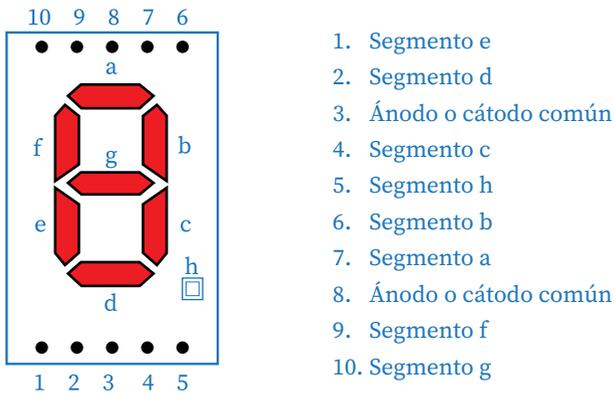
**Figura 6.2.** Interconexión entre decodificador y display de 7 segmentos

La figura 6.3 muestra los resultados posibles de un display de 7 segmentos manejado por un decodificador de 7 segmentos.



**Figura 6.3.** Resultados posibles en el display de 7 segmentos

La figura 6.4 muestra las terminales correspondientes a cada uno de los leds en un display de 7 segmentos.



**Figura 6.4.** Terminales en un display de 7 segmentos

Diseñar utilizando elementos de mediana escala de integración un sistema de seguridad de un edificio, el cual cuenta con 9 puntos de supervisión.

Cuando en alguno de los puntos supervisados se detecte un intruso, en un display de 7 segmentos se mostrará el punto que está en peligro.

El diagrama de interconexiones del proyecto 6 se observa en la figura 6.5.

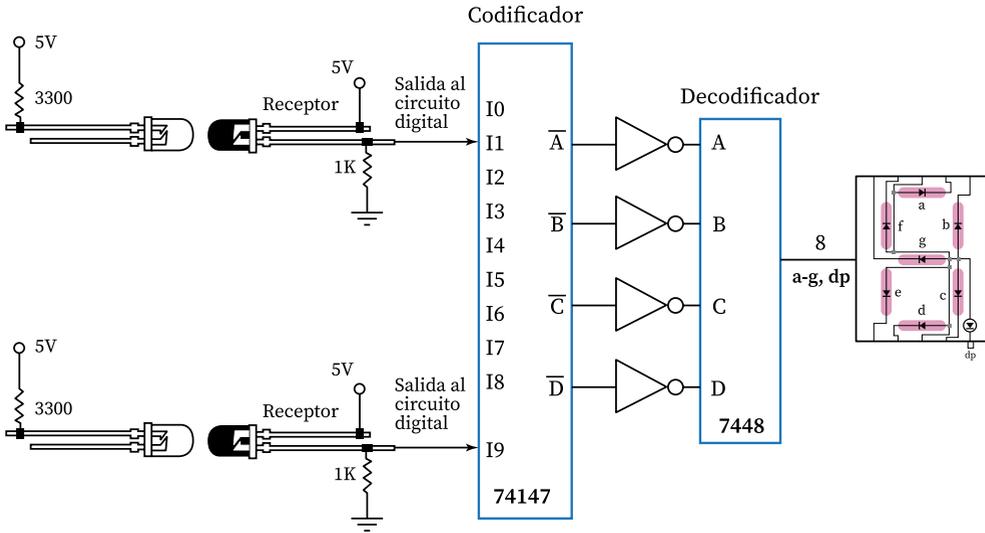


Figura 6.5. Diagrama de interconexiones sistema de supervisión



REVISA EL VIDEO DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## OBJETIVO

El alumnado entenderá el concepto de sensores de radiofrecuencia y aprenderá a utilizar el transmisor y el receptor de radiofrecuencia como entradas a un sistema digital.

## MATERIAL REQUERIDO

**Para el transmisor:**

- › Un módulo transmisor de RF a 433 MHz
- › Un circuito integrado encoder HT12E
- › Cuatro push botton
- › Una resistencia de 1 M a  $\frac{1}{4}$  de W
- › Una antena de 30 cm
- › Una batería de 9 V

**Para el receptor:**

- › Un módulo receptor de RF a 433 MHz
- › Un circuito integrado decoder HT12D
- › Una antena de 30 cm
- › Una batería de 5 V
- › Una resistencia de 220  $\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  de W
- › Una resistencia de 47 k $\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  de W
- › Cuatro leds

## ANÁLISIS DE ELEMENTOS

El sistema de transmisión-recepción de radiofrecuencia consiste en el envío y recepción de señales digitalizadas a través de un modulador, un transmisor y un receptor convencional con una etapa demoduladora.

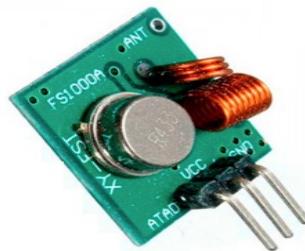
Para efectuar la modulación y demodulación de la señal se utiliza la técnica de Modulación por Desplazamiento de Amplitud ASK, (Amplitud Shift Keying), que es una forma de modulación en la cual se representan los datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora.

La forma más simple y común de desplazamiento ASK funciona como un interruptor que apaga/enciende la portadora, de tal forma que la presencia de portadora indica un 1 binario y su ausencia un 0.

Este tipo de modulación por desplazamiento on-off es utilizada para la transmisión de código Morse por radiofrecuencia, siendo conocido el método como operación en onda continua.

### Análisis de las terminales del transmisor de radiofrecuencia (RF)

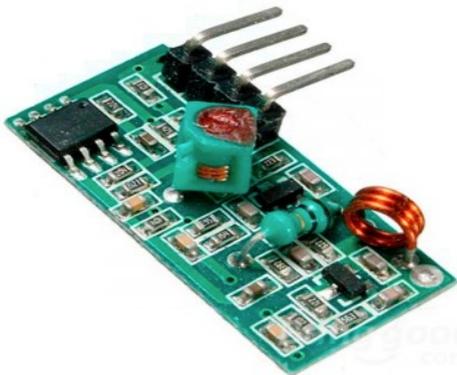
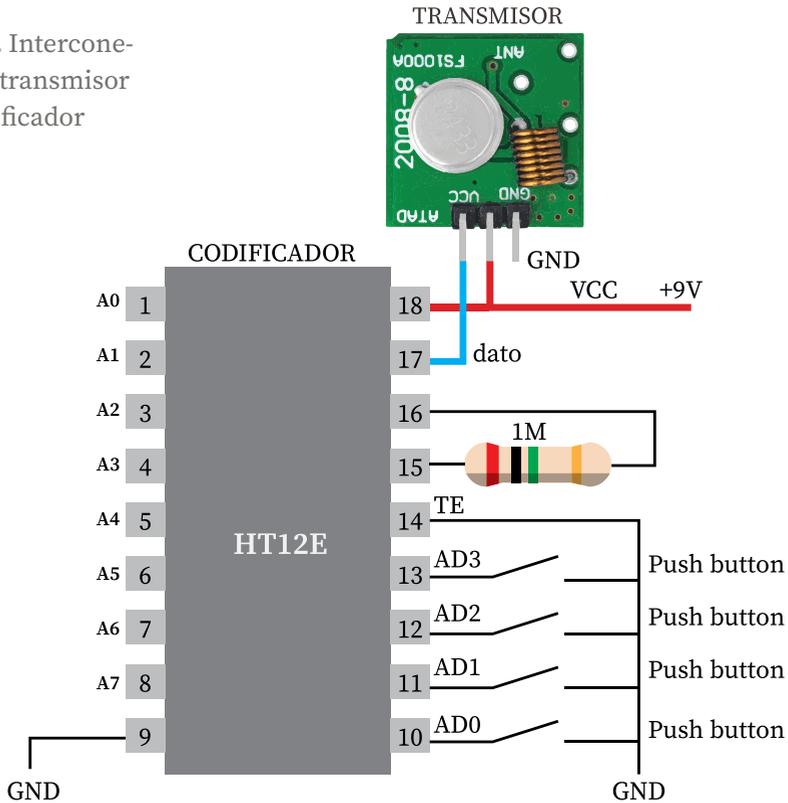
La forma de identificar las terminales en el transistor de radiofrecuencia se muestra en la figura 7.1.



**Figura 7.1.** Terminales del transmisor de RF

Las interconexiones entre el transmisor y el codificador de frecuencia se muestran en la figura 7.2.

**Figura 7.2.** Interconexiones del transmisor con el codificador



**Figura 7.3.** Terminales del receptor de RF

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

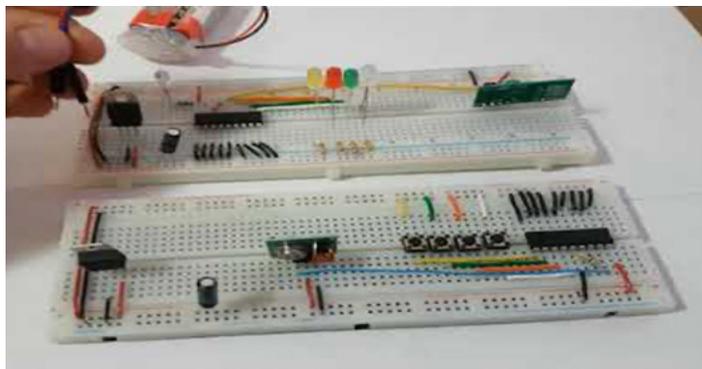
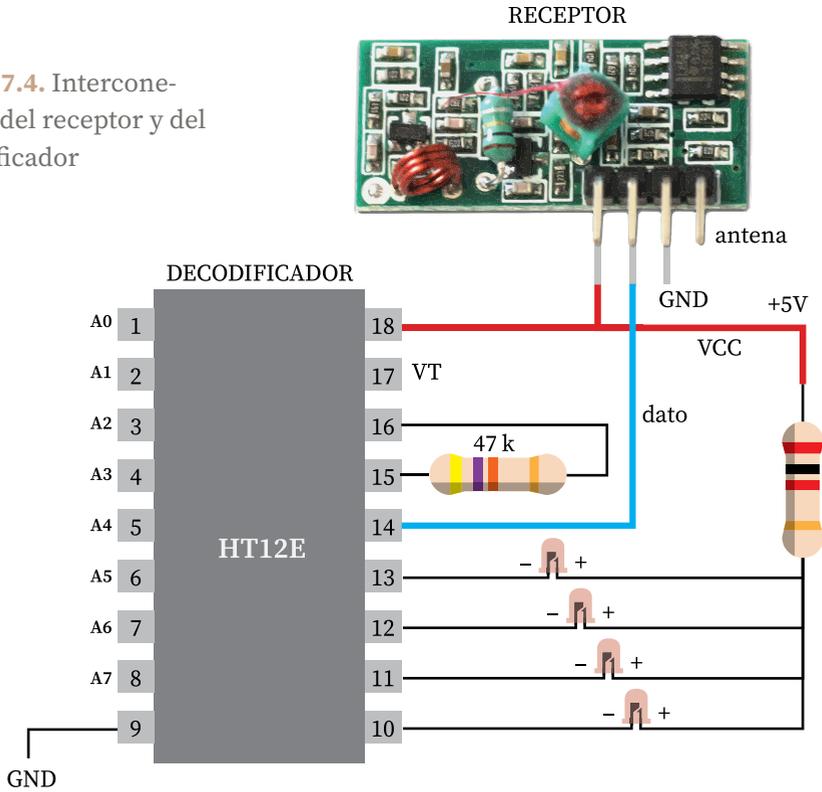
11

12

13

Las interconexiones entre el receptor y el decodificador de frecuencia se muestran en la figura 7.4, y en la figura 7.5 se muestran las interconexiones entre el receptor y el decodificador de frecuencia en la protoboard y su video.

**Figura 7.4.** Interconexiones del receptor y del decodificador



**Figura 7.5.** Fotografía del circuito en funcionamiento

1

2

3

4

5

6

7

8

9

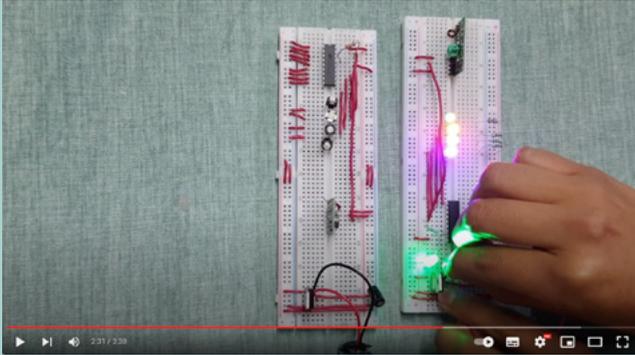
10

11

12

13

**Figura 7.6.** Video del circuito en funcionamiento



REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá a diseñar y construir unidades aritméticas lógicas (ALU)

## MATERIAL REQUERIDO

- › Una batería de 9 V y un regulador de voltaje 7805 o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Tres circuitos decodificadores 74ls139
- › Dos circuitos 74ls04 (NOT)
- › Dos circuitos 74ls32 (OR)
- › Cuatro resistencias de 1000  $\Omega$
- › Dos LED's
- › Un dip switch de 4 salidas

## PROYECTO

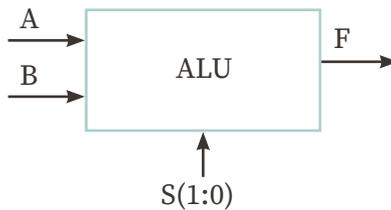
Diseño y construcción de una unidad aritmética lógica.

## ESPECIFICACIONES

Diseñar una ALU que tenga dos entradas de datos, cada una de un bit y que realice las operaciones aritméticas y lógicas de la suma y la multiplicación.

## ANÁLISIS DE ELEMENTOS

Una ALU tiene dos tipos distintos de entradas, las cuales son entradas de **datos** (A, B) y entrada de **control** (S) y una salida, como puede observarse en el siguiente diagrama de bloques.



La tabla de verdad se debe realizar con respecto al control cuando se tienen entradas de datos y control.

## TABLA DE VERDAD

s1	s0	Función
0	0 ENABLE_CERO	$F = A + B$ suma binaria
0	1 ENABLE_UNO	$F = AB$ multiplicación binaria
1	0 ENABLE_DOS	$F = A + B$ suma lógica
1	1 ENABLE_TRES	$F = AB$ multiplicación lógica

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

TABLA DE VERDAD DE LAS OPERACIONES

AB	Binaria Sum, Aca		Binaria Multiplicación		Lógica Suma		Lógica Multiplicación	
	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>
0 0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1	1	0	0	0	1	0	0	0
1 0	1	0	0	0	1	0	0	0
1 1	0	1	1	0	1	0	1	0

CIRCUITO LÓGICO

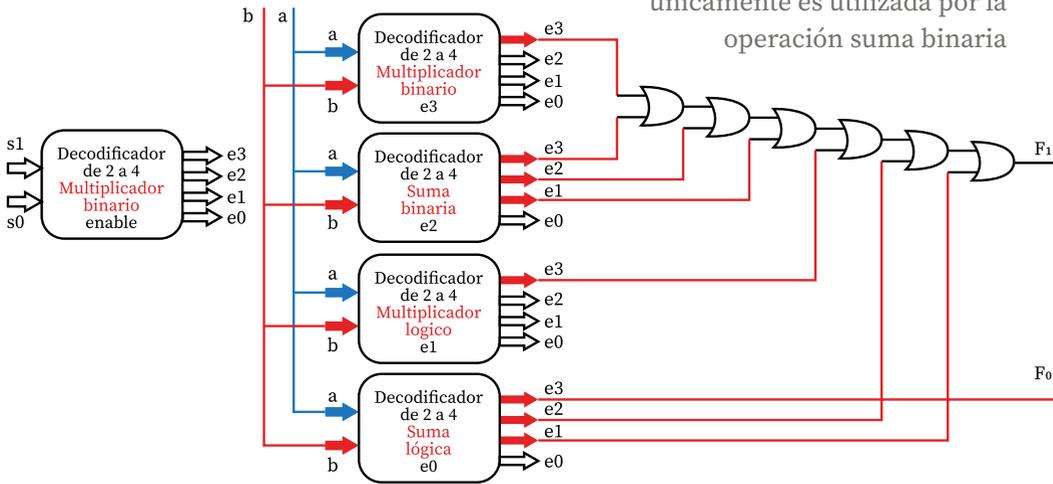
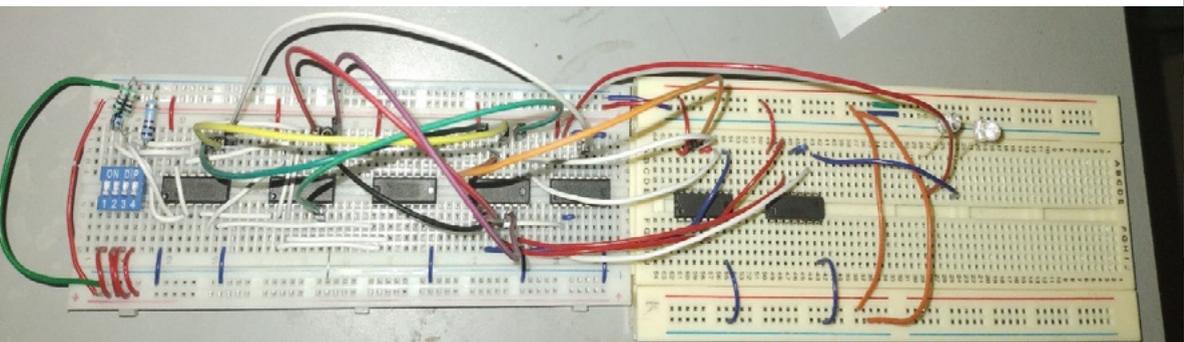


Figura 8.1. Fotografía de la unidad aritmética lógica (ALU)

Nota: La columna de salida de F0 únicamente es utilizada por la operación suma binaria



1

2

3

4

5

6

7

8

9

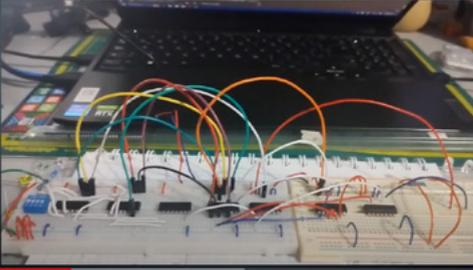
10

11

12

13

Video demostrativo:



REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

## OBJETIVO

El alumnado diseñará y construirá un tren de pulsos y un contador binario.

## MATERIAL REQUERIDO

- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o batería de 5 V
- › Una protoboard
- › Un temporizador 555
- › Un display de 7 segmentos cátodo común
- › Un contador 74LS193
- › Un decodificador 74LS48
- › Una resistencia de 330  $\Omega$
- › Alambres calibre 22 o 24
- › Un potenciómetro de 10 K
- › Un capacitor de 1  $\mu$
- › Un capacitor de 100  $\mu$

## ANÁLISIS

**Oscilador**

Elemento capaz de producir una señal repetitiva, ya sea senoidal o cuadrada.

## Oscilador estable

Es un circuito multivibrador que genera una señal cuadrada, que no tiene ningún estado estable, lo que significa que posee dos estados "cuasi-estables" entre los que conmuta, permaneciendo en cada uno de ellos un tiempo determinado. La frecuencia de conmutación depende en general de la carga y descarga de condensadores.

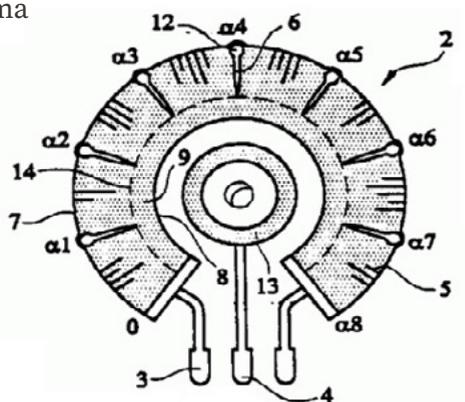
Entre sus múltiples aplicaciones se cuentan la generación de ondas periódicas (generador de reloj) y de trenes de pulsos.

## Resistencias variables

Son elementos que se pueden variar manualmente, entre cero y un valor indicado en el componente. Existen dos tipos de resistencias variables, uno que da los valores en forma mucho más exacta, pero que son más difíciles de manejar y se llaman preset; y otro tipo que se llama potenciómetro, que no es tan exacto, pero es más fácil su manejo.

Estas resistencias tienen tres terminales, de las cuales dos se deben conectar. Cuando las dos que se conectan son las de los extremos, la resistencia tiene el valor nominal, si se selecciona un extremo y la de en medio, se obtiene un valor variable.

La figura 9.1 muestra la mejor forma de conectar cualquier resistencia variable.

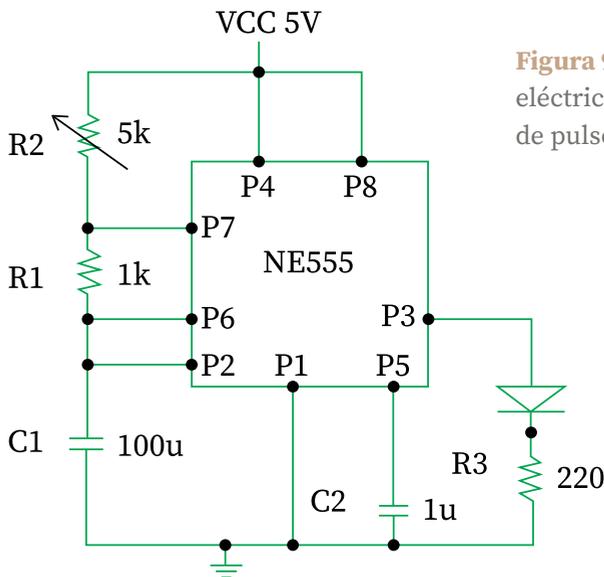


**Figura 9.1.** Diagrama de conexión de la resistencia variable

El circuito integrado 555 se utiliza para la generación de un tren de pulsos, con la configuración de un multivibrador.

En esta configuración, dependiendo del valor del capacitor, varía la frecuencia de parpadeo en el led. Si el capacitor es de  $100\ \mu\text{f}$ , este será más rápido que si es de  $200\ \mu\text{f}$ , ya que mientras el capacitor es de menor capacidad, el parpadeo es más rápido, de tal manera que no es perceptible al ojo humano.

La figura 9.2 muestra el diagrama eléctrico con la configuración de un multivibrador.



**Figura 9.2.** Diagrama eléctrico del reloj (tren de pulsos)

En un circuito integrado LM555 o NE555 con la configuración de un multivibrador, dependiendo del valor del capacitor C1 y de la resistencia variable, el led de salida parpadea más rápido o más lento. La figura 9.3 muestra la fotografía del multivibrador (reloj).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

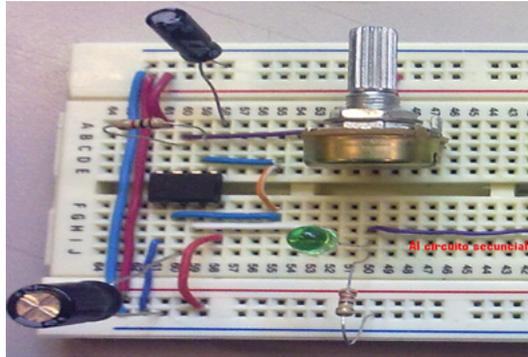
10

11

12

13

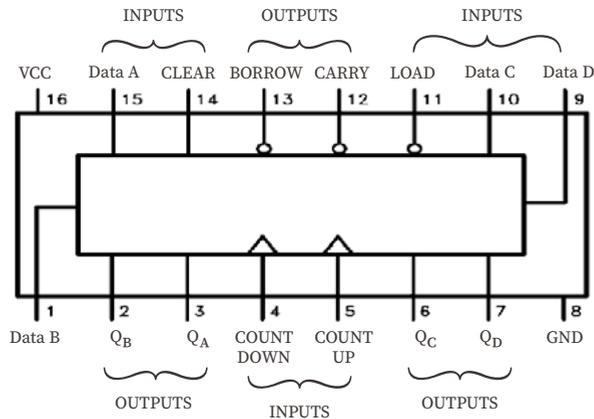
**Figura 9.3.** Fotografía del multivibrador (reloj)



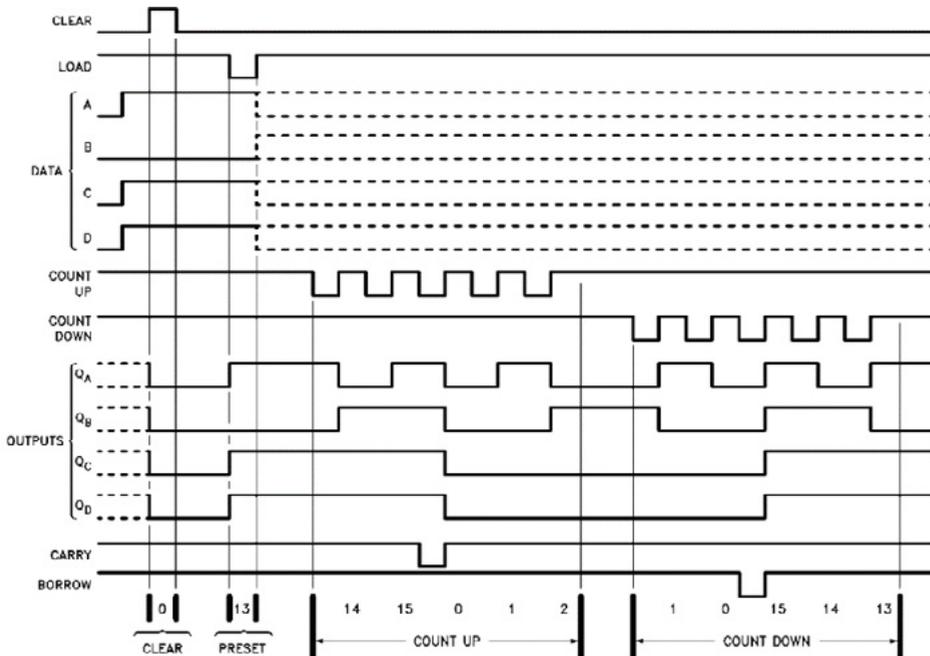
**Contador binario**

El circuito integrado 74193 es un contador binario síncrono de 4 bits, y su función es contar en forma ascendente/descendente (up/down). En la figura 9.4 se muestra el patigrama de circuito integrado.

**Figura 9.4.** Patigrama del C.I. 74193



## Diagrama de tiempos

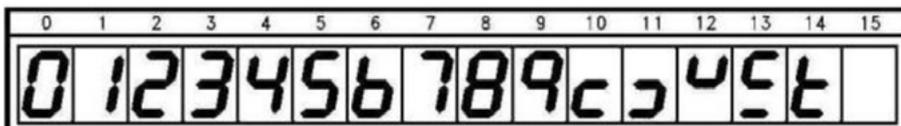


## ESPECIFICACIONES

Diseño y construcción de un contador binario del cero al 7.

### Diagrama de conexiones

En la figura 9.5 se muestra el diagrama de conexiones del sistema y en la 9.6, el diagrama de conexiones con corte de cuenta al número 7; mientras que en la figura 9.7 se presenta una fotografía de las conexiones y en la 9.8, una fotografía del funcionamiento del sistema.



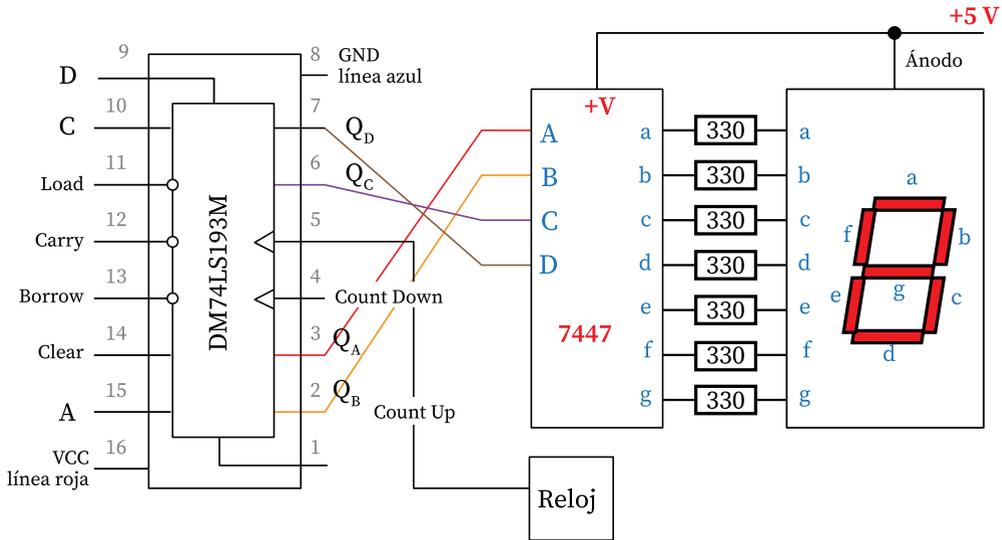


Figura 9.5. Diagrama de conexiones del sistema sin corte de cuenta

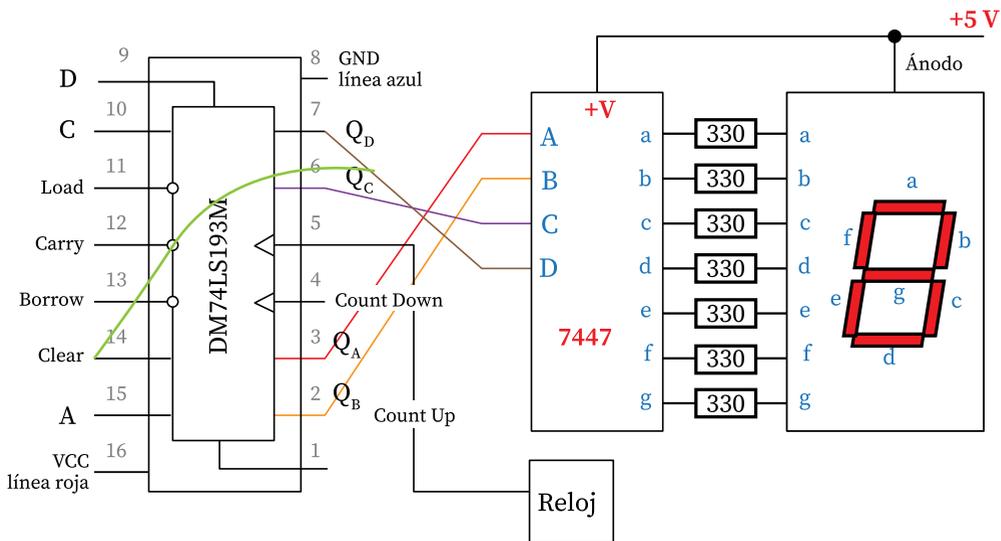
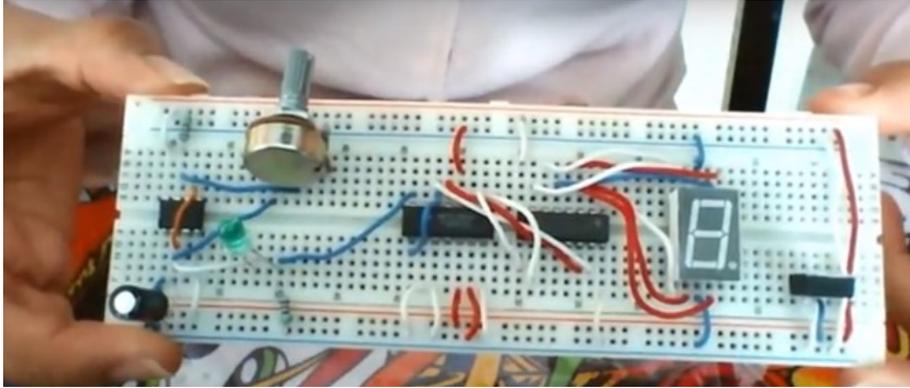
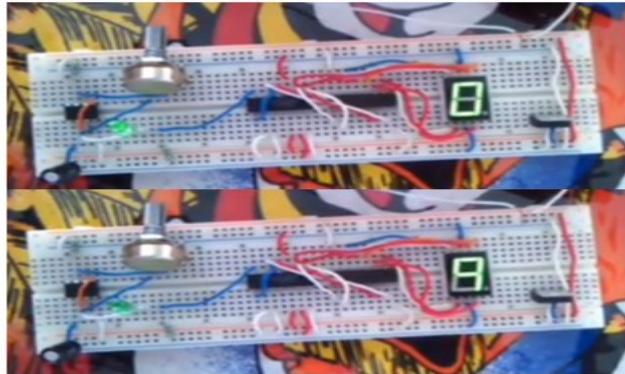


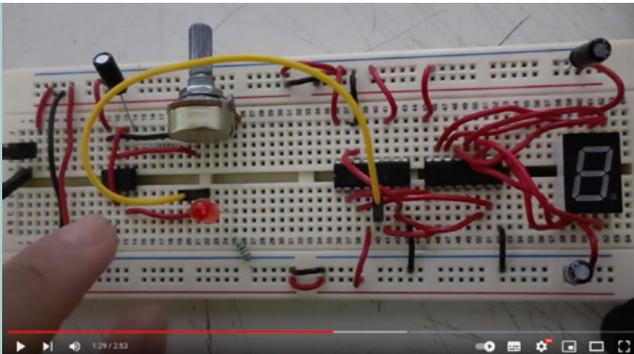
Figura 9.6. Diagrama de conexiones del sistema con corte de cuenta al número 9



**Figura 9.7.** Fotografía de las conexiones del sistema



**Figura 9.8.** Fotografías con el funcionamiento del sistema



REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá a realizar la implementación de memorias y contadores.

## MATERIAL REQUERIDO

- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un temporizador 555
- › Un circuito integrado 74LS08
- › Una resistencia de 330  $\Omega$
- › Tres leds
- › Un contador 74LS193
- › Alambres calibre 22 o 24

## PROYECTO

Diseño y construcción del control de semáforos en el cruce de dos avenidas.

ESPECIFICACIONES

Los semáforos en el cruce de dos avenidas tendrán la siguiente duración: la luz roja 60 segundos, la luz verde 30 segundos, la luz amarilla 15 segundos y la flecha 15 segundos. Las luces en los semáforos norte y sur se prenderán y apagarán al mismo tiempo, igualmente las luces en los semáforos este y oeste.

ANÁLISIS DE OPERACIÓN EN LOS SEMÁFOROS

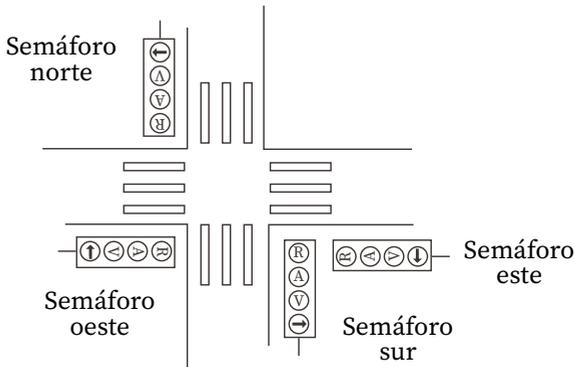


DIAGRAMA DE BLOQUES



P.S: Rns, Ans, Vns, Fns, Reo, Aeo, Veo, Feo

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## DIAGRAMA DE ESTADOS

ABE

S0 = 000

S1 = 001

S2 = 010

S3 = 011

S4 = 100

S5 = 101

S6 = 110

S7 = 111

$Q_2Q_1Q_0$

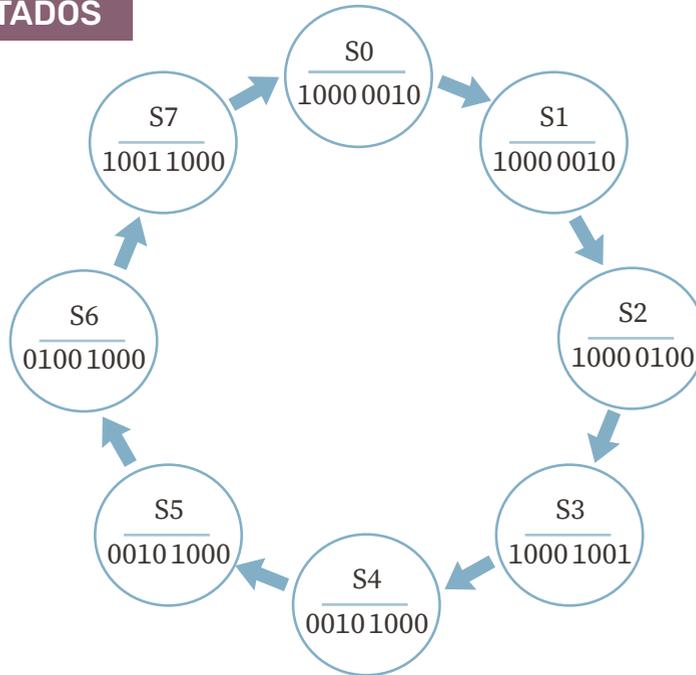


Tabla de transición de estados

E. Presente	E. Siguiete	Salidas		
$Q_2^t \ Q_1^t \ Q_0^t$	$D_2 \ D_1 \ D_0$	Rns, Ans, Vns, Fns, Reo, Aeo, Veo, Feo		
000	001	1000 0010	contenido en el registro	$R_0$
001	010	1000 0010	contenido en el registro	$R_1$
010	011	1000 0100	contenido en el registro	$R_2$
011	100	1000 1001	contenido en el registro	$R_3$
100	101	0010 1000	contenido en el registro	$R_4$
101	110	0010 1000	contenido en el registro	$R_5$
110	111	0100 1000	contenido en el registro	$R_6$
111	000	1001 1000	contenido en el registro	$R_7$

1

2

3

4

5

6

7

8

9

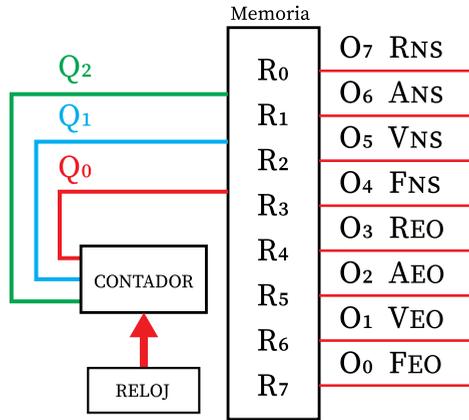
10

11

12

13

Circuito lógico



### DIAGRAMA DE BLOQUES

P.E: SNS SEO  
P.S: RNS, ANS, VNS, REO, AEO, VEO

REVISA EL VIDEO  
DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

### OBJETIVO

El alumnado aprenderá a utilizar motores de corriente directa para realizar cualquier prototipo digital.

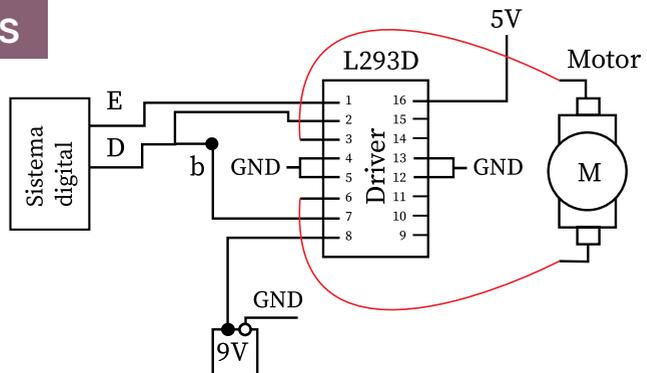
### MATERIAL REQUERIDO

- › Un regulador 7805
- › Un eliminador de baterías de 5 V
- › Una batería de 9 V o de 5 V
- › Un controlador (*driver*) L293D
- › Un 7408 para el uso de dos inversores
- › Cuatro leds emisores de luz
- › Dos resistencias de 360  $\Omega$
- › Dos motorreductores

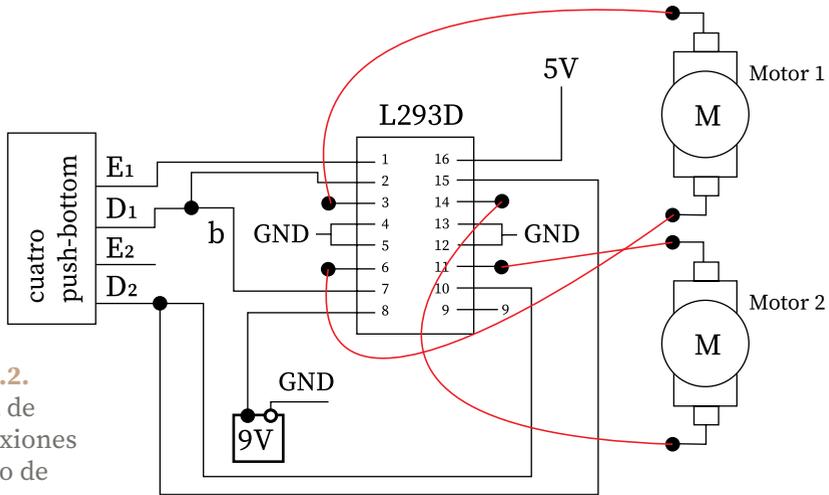
### DIAGRAMA DE CONEXIONES

La figura 11.1 muestra el diagrama de interconexión para un motor.

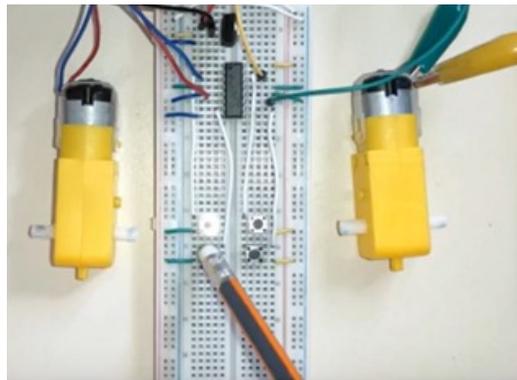
**Figura 11.1.** Diagrama de interconexiones para el uso de un motor



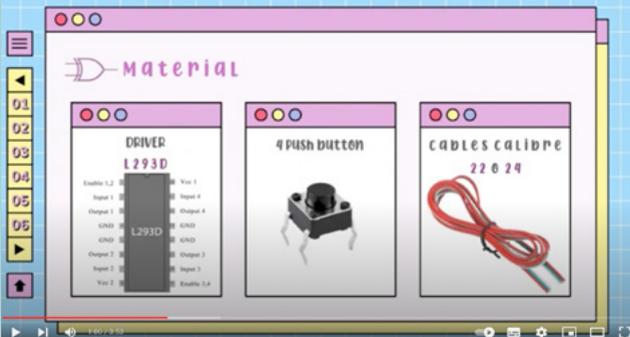
La figura 11.2 muestra el diagrama de interconexión para dos motores.



**Figura 11.2.** Diagrama de interconexiones para el uso de dos motores



**Figura 11.3.** Fotografía de los dos motores en funcionamiento



REVISA EL VIDEO DE LA PRÁCTICA AQUÍ

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

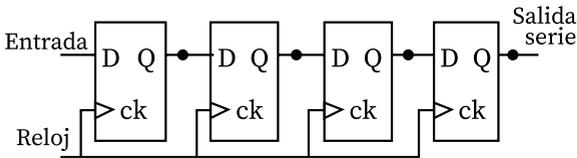
13

### OBJETIVO

El alumnado aprenderá a utilizar registros de corrimiento, los cuales contienen un conjunto de flip-flops, generalmente del tipo D, interconectados entre sí, con la finalidad de mantener información a su entrada. Existen varios tipos de registros de corrimiento.

#### a) Registros en serie entrada, serie salida:

En ellos, los bits de cada flip-flop se transfieren uno a continuación del otro por una misma línea. Véase la figura 12.1.

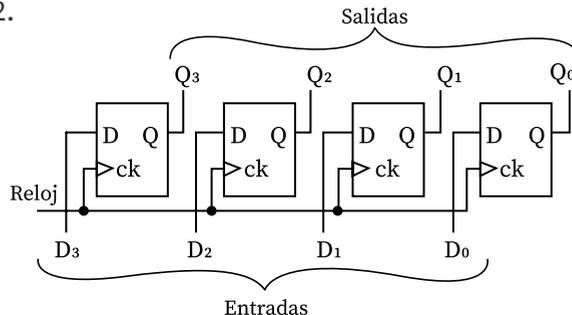


**Figura 12.1.** Diagrama de interconexiones de los flip-flops, dentro de un registro serie

#### b) Registros en paralelo entrada, paralelo salida:

En ellos, los bits de cada flip-flop se transfieren todos al mismo tiempo, utilizando un número de líneas de entrada igual al número de bits a su salida. Véase la figura 12.2.

**Figura 12.2.** Diagrama de interconexiones de los flip-flops, dentro de un registro paralelo



## MATERIAL REQUERIDO

- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un temporizador 555
- › Cuatro displays de 7 segmentos cátodo común
- › Un contador 74LS193
- › Cuatro registros de corrimiento 74LS199
- › Una memoria EPROM de 8x8 registros
- › Una resistencia de 330 Ω
- › Alambres calibre 22 o 24

Las figuras 12.3 y 12.4 muestran la tabla de verdad de los registros de corrimiento y su patigrama:

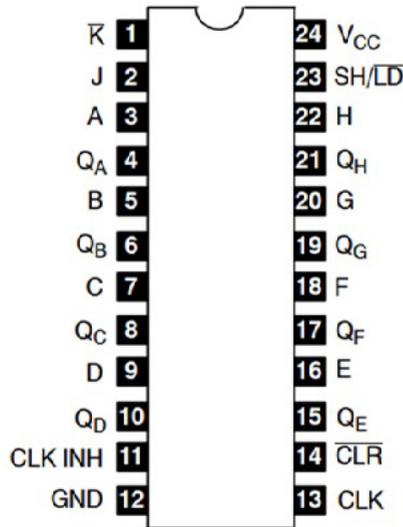
## TABLA DE VERDAD

**Figura 12.3.** Tabla de verdad de un registro de corrimiento paralelo-paralelo

Inputs							Outputs				
Clear	Shift load	Clock inhibit	Clock	Serial		Parallel	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>C</sub>	...	Q <sub>H</sub>
				J	K	A...H					
L	×	×	×	×	×	×	L	L	L		L
H	×	L	L	×	×	×	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub>	Q <sub>C0</sub>		Q <sub>H0</sub>
H	L	L	↑	×	×	a...h	a	b	c		h
H	H	L	↑	L	H	×	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>Bn</sub>		Q <sub>Gn</sub>
H	H	L	↑	L	L	×	L	Q <sub>An</sub>	Q <sub>Bn</sub>		Q <sub>Gn</sub>
H	H	L	↑	H	H	×	H	Q <sub>An</sub>	Q <sub>Bn</sub>		Q <sub>Gn</sub>
H	H	L	↑	H	L	×	$\overline{Q}_{An}$	Q <sub>An</sub>	Q <sub>Bn</sub>		Q <sub>Gn</sub>
H	×	H	↑	×	×	×	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub>	Q <sub>B0</sub>		Q <sub>H0</sub>

H= High Level (Steady state) L=Low Level (Steady State)  
 × = Irrelevant (Any input, including transitions) ↑=Transition from low to high level  
 a...h= Then level of steady state input an inputs A thru H, respectively. Q<sub>A0</sub>, Q<sub>B0</sub>, Q<sub>C0</sub>, Q<sub>H0</sub>= The level of Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, or Q<sub>H</sub>, respectively, before the indicated steady state input conditions were established.  
 Q<sub>An</sub>, Q<sub>Bn</sub>, etc.= The level of Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, etc., respectively, before the most recent ↑ transition of the clock.

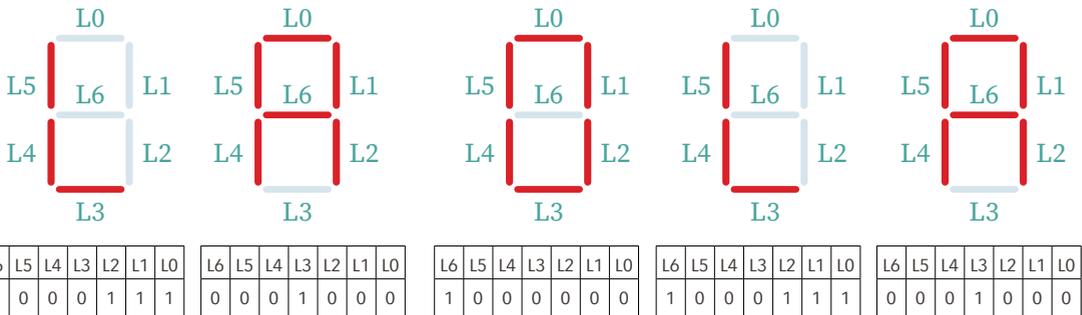
**Figura 12.4.** Patigrama de un registro de corrimiento



## ESPECIFICACIONES

Diseño y construcción de un sistema digital que recorra dentro de 4 displays de 7 segmentos el mensaje LA OLA. La figura 12.5 muestra el prendido y apagado de los segmentos en cada letra.

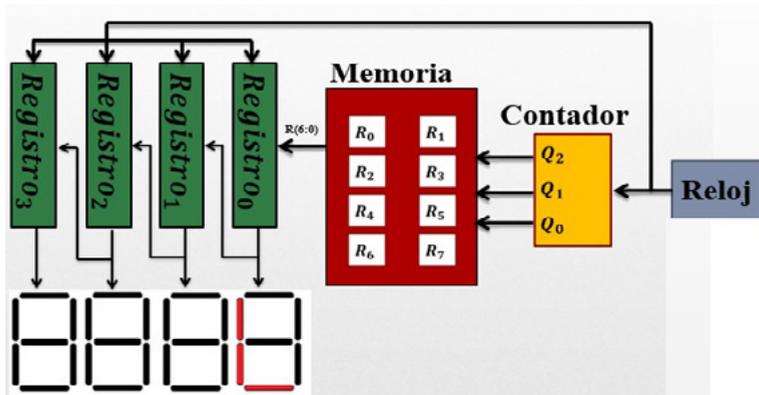
### Análisis del mensaje



**Figura 12.5** Valores de los bits en cada letra

Por lo que se requiere una memoria de 8 registros y cada registro con 8 bits. Cada registro deberá guardar la información de cada una de las letras y espacios vacíos.

R0=L, R1=A, R2=todos los bits apagados, R3=O, R4=L, R5=A, R6=todos los bits apagados, R7=todos los bits apagados. La figura 12.6 muestra el circuito lógico del sistema.



**Figura 12.6.** Circuito lógico

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## OBJETIVO

El alumnado aprenderá la implementación de relojes digitales.

## MATERIAL REQUERIDO

- › Un regulador 7805
- › Una batería de 9 V o un eliminador de baterías de 5 V
- › Una protoboard
- › Un temporizador 555
- › Cuatro displays de 7 segmentos cátodo común
- › Cuatro contadores 74LS193
- › Cuatro decodificadores 74LS48
- › Resistencias de 330  $\Omega$
- › Alambres calibre 22 o 24

## ESPECIFICACIONES

Diseño y construcción de un reloj digital con visualización en cuatro displays de 7 segmentos. La cuenta deberá ser de 00:00 (cero horas y cero minutos) y cuando llegue a 23:59 volverá a empezar.

# ANÁLISIS DE LA CUENTA

En la siguiente figura se muestra el análisis de corte e inicio de la cuenta en cada uno de los cuatro contadores que se requieren para implementar este diseño.

Decenas horas    Unidades horas

0	0
0	1
.	.
<b>0</b>	<b>9</b>
1	0
1	1
.	.
<b>1</b>	<b>9</b>
2	0
2	1
.	.
<b>2</b>	<b>3</b>



Se inicia la cuenta en ambos contadores

Contador decenas    Contador unidades

0	0
0	1
.	.
<b>0</b>	<b>9</b>
1	0
1	1
.	.
<b>1</b>	<b>9</b>
2	0
2	1
.	.
.	.
<b>5</b>	<b>9</b>



Se inicia la cuenta y se aumenta un uno a la siguiente columna

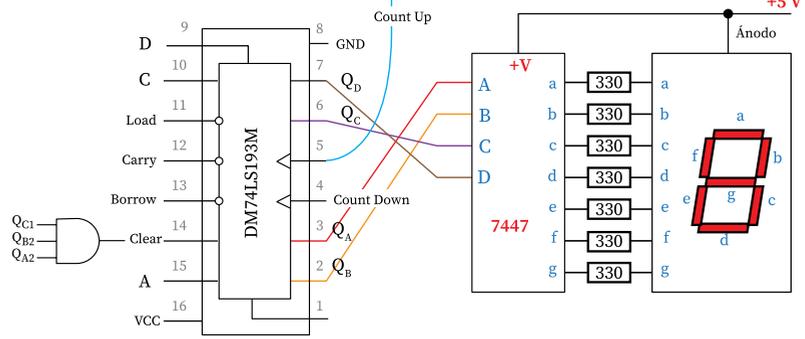
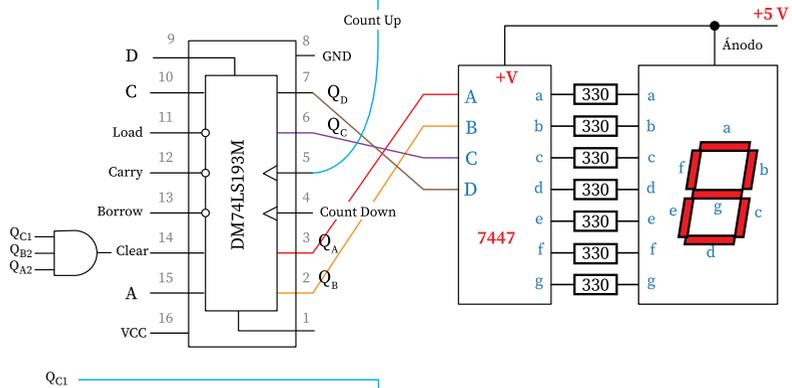
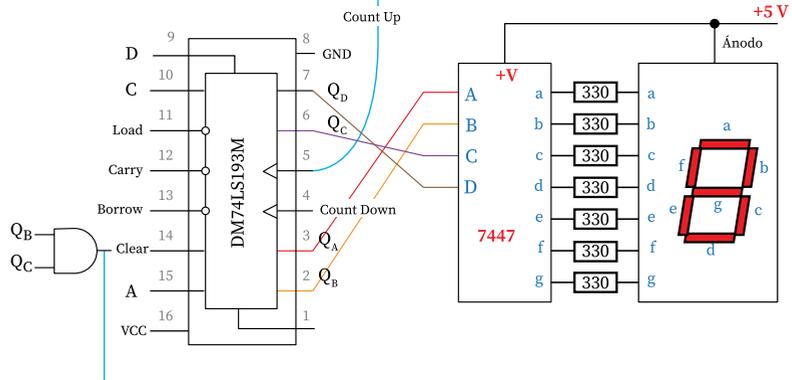
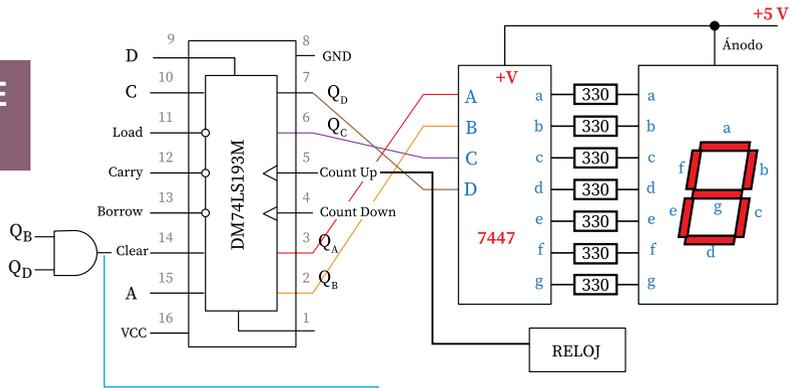


Se inicia la cuenta y se aumenta un uno a la siguiente columna



Se inicia la cuenta en ambos contadores

DIAGRAMA DE CONEXIONES



1

2

3

4

5

6

7

8

9

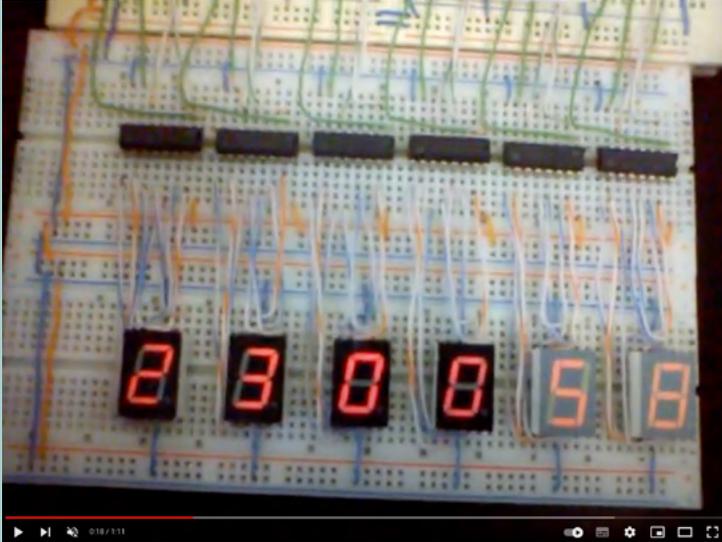
10

11

12

13

# FOTOGRAFÍA Y VIDEO DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO



REVISA EL VIDEO DE LA PRÁCTICA **AQUÍ**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

60

# GLOSARIO

## A

**Almacenamiento.** Capacidad de un dispositivo electrónico para leer, escribir y guardar datos, ya sea de forma temporal o permanentemente.

**Alta impedancia.** En los dispositivos que tienen tres estados, el estado de alta impedancia significa que sus salidas están desconectadas, por lo que no tienen ningún valor.

**ALU.** Unidad encargada de realizar las operaciones aritméticas y lógicas en cualquier sistema digital.

**AND.** Operación lógica básica que produce una salida alta (“1” lógico), únicamente cuando en todas sus entradas se tienen valores altos.

**ASCII.** Abreviación de American Standard Code for Information Interchange. Es un código que permite representar caracteres y textos en formato binario, hexadecimal o decimal, con una longitud por carácter de un byte.

**Astable.** Circuito que posee dos estados casi estables entre los que se alterna cada cierto periodo de tiempo.

## B

**Binario.** Sistema que maneja dos diferentes valores.

**Bit.** Elemento básico binario utilizado en cualquier sistema digital.

**Bloque funcional.** Representación gráfica de los diferentes procesos que se tienen en un sistema digital.

**Bus.** Elemento digital que trasfiere información entre un sistema a otro.

**Byte.** Agrupación de 8 bits.

## C

**Cámara digital.** Dispositivo electrónico que permite tomar fotografías, teniendo el resultado de la imagen al instante.

**Circuito integrado.** Dispositivo electrónico con la capacidad de realizar alguna función específica.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

**Circuito tres estados.** Circuito digital con la capacidad de tener tres diferentes tipos de salida: alto (uno lógico), bajo (cero lógico) y alta impedancia (salida desconectada).

**Compilador.** Es un programa que procesa y traduce las expresiones escritas en un lenguaje de programación en particular a otro lenguaje, generalmente, a lenguaje de máquina.

**Complemento a uno.** Es el inverso u opuesto de un número. El complemento de uno es cero y de cero es uno. En álgebra booleana es la función inversa, la cual se expresa mediante una barra encima de la variable.

**Comunicación serial.** Forma en que se transmite información (bytes) en un bit a la vez. Típicamente se transmiten datos en formato ASCII.

**D**

**Dato.** Información en formato numérico, alfanumérica.

**Datasheet.** Hoja de especificaciones. Documento que establece los valores de los parámetros y las condiciones de funcionamiento de un circuito integrado o de otro dispositivo.

**Desbordamiento.** Condición también denominada overflow y que ocurre cuando un sistema intenta manipular un número cuya representación es mayor que su capacidad.

**Diagrama de estados.** Representación gráfica de una secuencia de estados, similar a un diagrama de flujos, pero con la diferencia que todos los procesos tienen en mismo tiempo para ejecutarse.

**Diagrama de tiempos.** Visualización en forma gráfica que muestra la relación en el tiempo entre las señales de entrada y las señales de salida de un sistema digital.

**Digital.** Describe cualquier sistema basado en datos o eventos discretos, con únicamente dos valores, abierto/cerrado, prendido/apagado.

**Dirección.** Posición de una determinada celda o un grupo de celdas de almacenamiento.

**E**

**Expresión booleana.** Expresión algebraica utilizada para describir el funcionamiento de los circuitos lógicos.

**F**

**Flip-flop.** Circuito de almacenamiento que guarda sólo un bit a un tiempo; dispositivo multivibrador biestable síncrono.

**Flip-flop tipo D.** Dispositivo digital lógico; dispositivo multivibrador biestable síncrono en el que la salida sigue al estado de la entrada D.

**G**

**Glitch (Transitorio).** Pico de voltaje o de corriente de corta duración, no deseado y generalmente producido de forma no intencionada.

**H**

**HDL.** Abreviación de Hardware Description Language. Lenguaje de descripción de hardware que se utiliza para definir los lenguajes de programación que describen hardware en cada una de sus instrucciones.

**Hexadecimal.** Sistema de numeración que tiene como base el 16, por lo que cuenta con 16 elementos (del cero al 15).

**I**

**Interrupción.** Detención de envío o recepción de datos por parte de un dispositivo.

**Inversor (NOT).** Circuito lógico que cambia un valor verdadero a falso, y viceversa.

**L**

**Latch.** Dispositivo lógico con dos salidas, una de ellas el complemento de la otra. biestable utilizado para almacenar un bit.

**Lenguaje de programación.** Conjunto de palabras y reglas gramaticales que instruyen a una computadora en la ejecución de tareas específicas. El término lenguaje de programación usualmente se refiere a lenguajes de alto nivel como C, C++, Ada, etc., en nuestro caso, se refiere a VHDL, Verilog HDL y AHDL.

**LSB.** Abreviación de Less Significant Bit/Bit Menos Significativo. Corresponde al bit de más a la derecha de un número en formato binario.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

**M**

**Mapa de Karnaugh.** Descripción gráfica de una tabla de verdad, contiene celdas que representan las distintas combinaciones de las variables de entrada y se utiliza para minimizar la función booleana.

**Microprocesador.** Dispositivo VLSI o ULSI que puede ser programado para realizar operaciones lógicas y aritméticas. También permite procesar datos de la manera como se le especifique.

**Minimización.** Proceso por el que se obtiene la mínima expresión, ya sea en forma de suma de productos o de producto de sumas. Esta expresión se caracteriza por contener el menor número posible de términos con el menor número posible de literales por término.

**Mnemónico.** En lenguajes de programación de computadoras es la representación taquigráfica de una instrucción.

**MSB.** Abreviación de Most Significant Bit/Bit Más Significativo. Corresponde al bit de más a la izquierda de un número en formato binario.

**Multivibrador.** Dispositivo digital con dos salidas, una el complemento de la otra. Dependiendo de la configuración del multivibrador es posible producir dos estados estables, un único estado o ningún estado.

**N**

**NAND.** Operación lógica en la que únicamente se obtiene un valor falso si todas sus entradas son verdaderas.

**NOR.** Operación lógica en la que se obtiene un valor falso si al menos una de sus entradas es verdadera.

**NOR-Exclusiva (XNOR).** Operación lógica en la que se obtiene un valor verdadero si las combinaciones en las entradas presentan pares de unos.

**O**

**OR.** Operación lógica básica en la que se obtiene un valor verdadero si al menos una de las entradas tiene un valor verdadero, y se obtiene un valor falso para cualquier otro caso.

**OR-Exclusiva (XOR).** Operación lógica que regresa un valor verdadero cuando las variables de entrada contienen número impar de unos.

**P**

**Paralelo.** En los circuitos digitales son los datos que se producen simultáneamente a través de varias líneas. Transferencia o procesamiento de varios bits simultáneamente.

**PIR.** Abreviación de Passive Infrared/ Infrarrojo Pasivo. Dispositivo transductor que reacciona sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el calor del cuerpo humano o animales, generando un voltaje.

**PLD.** Abreviación de Programmable Logic Device/Dispositivo Lógico Programable. Es un circuito integrado que puede ser reprogramado para ejecutar diversas funciones complejas. Un PLD consiste en un arreglo de compuertas AND y OR.

**Producto de sumas.** Expresión booleana que combina las variables de entrada mediante compuertas OR (sumas), y a todas las combinaciones las agrupa mediante compuertas AND (productos).

**R**

**Registro.** Dispositivo digital capaz de almacenar y desplazar información; típicamente utilizado como dispositivo de almacenamiento temporal.

**Reloj.** Señal de temporización de un sistema digital. Multivibrador astable que produce un tren de pulsos.

**RS-232.** Protocolo de comunicación serial entre dos dispositivos, en el cual se estandarizan las velocidades de transferencia de datos, la forma de control para la transferencia, los niveles eléctricos y los parámetros mecánicos. Requiere de un dispositivo transmisor y un receptor.

**S**

**Sensor.** Dispositivo utilizado en contacto directo con el medio en donde se requiere medir una magnitud ya sea química o física.

**Sensor de movimiento.** Dispositivo capaz de detectar una señal eléctrica a partir de movimientos de un objeto.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

**Sensor ultrasónico.** Dispositivo utilizado para medir distancias por ultrasonido, es capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm.

**Suma de productos.** Expresión booleana que combina las variables de entrada mediante compuertas AND (productos), y a todas las combinaciones las agrupa mediante compuertas OR (sumas).

**T**

**Término Producto.** Producto booleano de dos o más variables de entrada. Equivale a una operación AND.

**Término Suma.** Sumatoria booleana de dos o más variables de entrada. Equivale a una operación OR.

**Transductor.** Dispositivo que convierte un tipo de energía en otro tipo de energía.

**Transductor fotoeléctrico.** Dispositivo que responden a la presencia de la luz generando un voltaje eléctrico.

**U**

**UART.** Abreviación de Universal Asynchronous Receiver Transmitter. Módulo de un procesador que permite establecer una comunicación tipo serie con otros dispositivos para el intercambio digital de datos.

**ULSI.** Abreviación de Ultra Large Scale Integration/Integración a Ultra Gran Escala. Hace referencia a un nivel de complejidad en los circuitos integrados; los circuitos integrados pertenecientes a esta clasificación cuentan con más de 100,000 transistores por chip.

**V**

**Verilog HDL.** Abreviación de Verilog Hardware Description Language. Lenguaje de descripción de hardware para la programación de PLDs.

**VHDL.** Abreviación de Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language. Lenguaje de descripción de hardware para la programación de PLDs.

**VGA.** Abreviación de Video Graphics Array. Es la interfaz estándar que sirve para conectar un monitor a un FPGA.

**VLSI.** Abreviación de Very Large Scale Integration/Integración a muy Gran Escala. Hace referencia a un nivel de complejidad en los circuitos integrados; los circuitos integrados pertenecientes a esta clasificación presentan entre 10,000 y 99,999 compuertas lógicas por chip.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13



UNIDAD DE APOYO EDITORIAL

**Manual de Proyectos de Sistemas Digitales. Segunda edición**

Se publicó la segunda edición electrónica de un ejemplar (7 MB) en formato PDF en abril de 2024, en el repositorio de la Facultad de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, Ciudad de México. C.P. 04510

El diseño estuvo a cargo de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería. Las familias tipográficas utilizadas fueron Rubik para titulares y Source Serif Pro para texto.