

TEMA 4: Familias lógicas y otros tipos de puertas**OBJETIVOS**

Practicar con diferentes tipos de puertas como las CMOS, Trigger, Triestados y Drivers, y mostrar algunos circuitos prácticos de aplicación.

RELACIÓN DE MATERIALES

- Entrenador Universal Trainer o plataforma equivalente para experimentación de circuitos digitales; Polímetro
- C. Integrados: 4011B; SN74xxx02; SN74xxx14; SN74xxx126; L293D;
- Resistencias: 1 x 1K; 1 x 2K2; 1 x 10K; 1 x 100K; 1 x 470K; 2 x 1M;
- Condensadores: 1 x 1 μ F/25V; 1 x 10 μ F/25V;
- Varios: Motor DC de 6V;

INDICE GENERAL**P1: CIRCUITOS CON CMOS**

P1-1 Puertas NAND con el 4011B

P1-2 Circuito de disparo por tacto con el 4011B

P1-3 Interruptor con enclavamiento por tacto con el 4011B

P1-4 Circuito temporizador con el 4011B

P1-5 Circuito multivibrador con entrada de control

P2: TRIGGER-SCHMITT CON EL 74xxx14

P2-1 El efecto trigger

P2-2 Multivibrador

P2-3 Doble multivibrador

P3: TRIESTADO CON EL 74xxx126

P3-1 Canalización 3x1

P3-2 Canalización de dos multivibradores

P4: EL DRIVER L293D

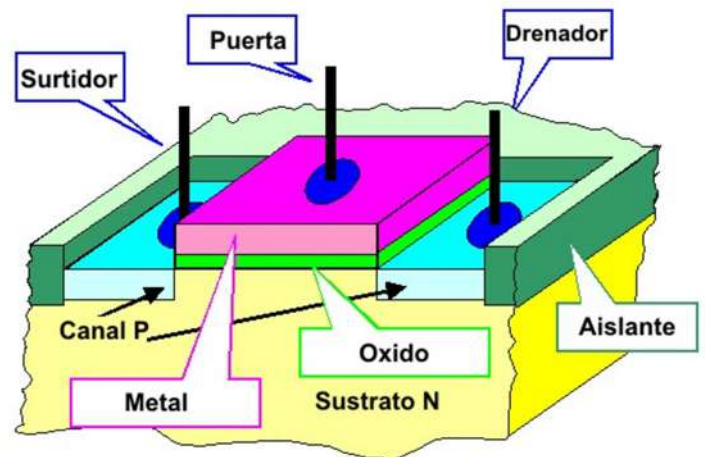
P4-1 Control de un motor DC

P4-2 Limpiaparabrisas

P4-2 Elevador

TEMA 4: Familias lógicas y otros tipos de puertas**P1: CIRCUITOS CON CMOS**

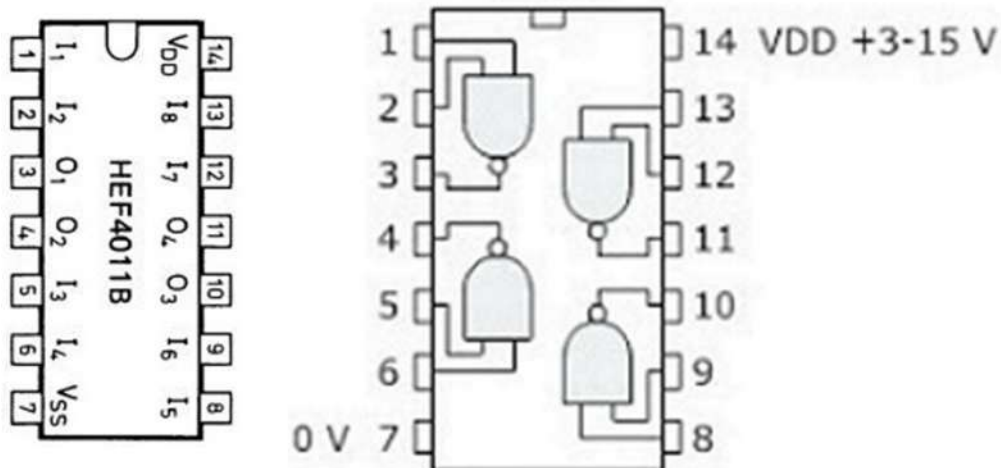
Como se estudia en teoría, las diferentes puertas lógicas de los circuitos integrados de la familia CMOS están construidas en torno a transistores MOS tanto de canal N como de canal P. Ambos son complementarios y de ahí viene el nombre de CMOS. Entre sus características más relevantes podemos destacar:



- Su consumo es muy reducido. Prácticamente solo se produce cuando la puerta transita de un nivel lógico al opuesto.
- El tiempo de propagación es mayor que en los dispositivos construidos con transistores bipolares. En general los dispositivos CMOS tienen una respuesta más lenta.
- Tienen una buena inmunidad al ruido, por encima de 1 V.
- Trabajan con un amplio rango de tensión de alimentación de entre 3 y 18 V (máximo).
- Las entradas de las puertas lógicas no deben dejarse nunca "al aire", sin conexión ya que su estado lógico es indefinido.
- La serie 4000B es probablemente la más popular de los circuitos integrados CMOS empleados en los sistemas digitales.

P1-1 Puertas NAND con el 4011B

De entre los muchos miembros que forman la serie 4000B de la familia CMOS, hemos elegido el modelo 4011B sin ningún motivo en particular. Contiene cuatro puertas NAND de dos entradas y alguno había que elegir para hacer algún sencillo circuito a modo de ejemplo. En la figura tienes su encapsulado y organización interna.



No vamos a decir nada nuevo respecto al funcionamiento de una puerta NAND. Ya conocemos de sobra su tabla de la verdad. Lo que sí vamos a destacar es que podemos alimentarlo con cualquier tensión positiva comprendida entre 3 y 15 V. En esta práctica se propone alimentar al circuito con +5 V y luego con +12 V para poder sacar una serie de conclusiones. Este es el esquema de montaje.

Por la patilla 14 aplicamos el positivo de alimentación. De momento será de +5V. Por la patilla 7 se conecta GND. Vamos a emplear una de sus puertas, la primera, donde usamos los interruptores E0 y E1 del entrenador, y el led S0 conectado en la salida.

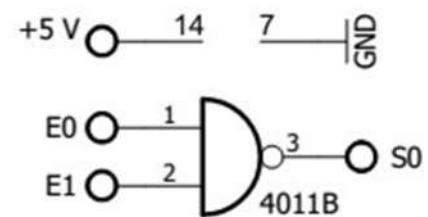


TABLA 1					
E1	E0	S0	V1	V2	V3
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Completa la tabla de la verdad como de costumbre. Además, con un voltímetro, mide y anota la tensión presente en las patillas de entrada 1 y 2 (V1 y V2) y en la patilla de salida 3 (V3).

Vamos a repetir el ejercicio, pero ahora vas a alimentar al circuito 4011B con +12 V que aplicarás por su patilla 14. Completa nuevamente la siguiente tabla.

TABLA 2					
E1	E0	S0	V1	V2	V3
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Finalmente, tal y como puedes ver en el esquema, en lugar de conectar las entradas con los interruptores E0 y E1 del entrenador, las conectas directamente con GND y +12 V para producir los diferentes niveles lógicos. Completa la nueva tabla de la verdad.

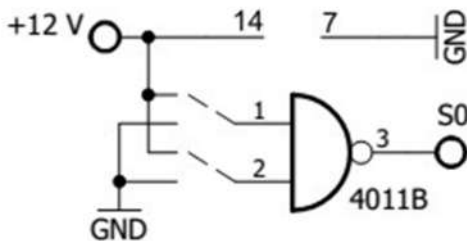
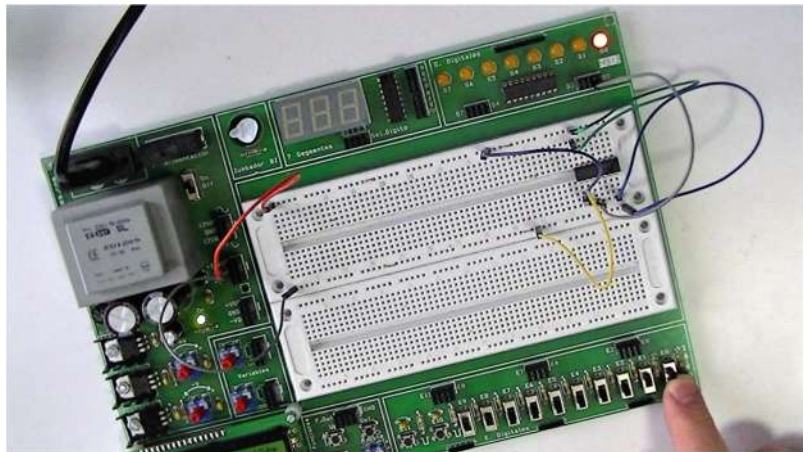


TABLA 3					
E1	E0	S0	V1	V2	V3
GND	GND				
GND	+12V				
+12V	GND				
+12V	+12V				

CONCLUSIONES

- TABLA 1:** Las tensiones que producen los interruptores del entrenador están comprendidas entre 0 V o GND (nivel "0") y + 5 V (nivel "1"). Este rango de tensión en los niveles de entrada coincide con la tensión de + 5 V con la que se alimenta el circuito. La función NAND responde perfectamente con su tabla de la verdad.

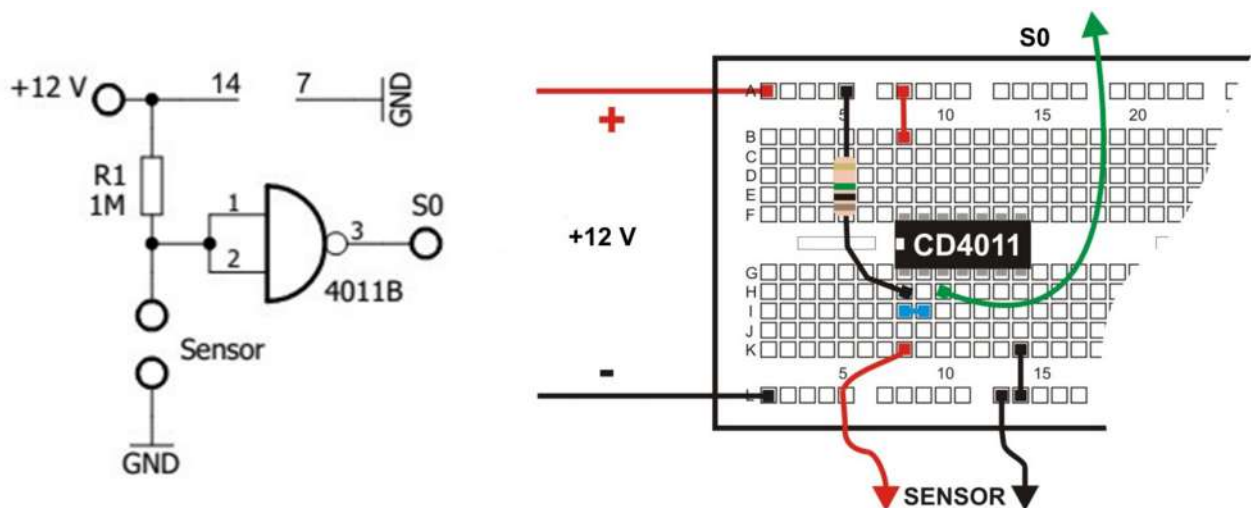


- TABLA 2:** El circuito se alimenta ahora con +12 V, pero los niveles lógicos que producen los interruptores siguen estando comprendidos entre 0 V y +5 V. No alcanzan el valor V_{IH} mínimo que sugiere el fabricante y que debe ser aproximadamente del 70% de la tensión de alimentación V_{dd} . En el ejemplo, alimentado con +12 V, el valor mínimo de V_{IH} debe ser de unos 8.5 V. En estas condiciones hagas lo que hagas con los interruptores, se considera que ambas entradas están a nivel "0". Por lo tanto la salida se mantiene a "1" permanentemente, con una tensión próxima a la de alimentación de +12 V. La tabla de la verdad no es correcta.

- **TABLA 3:** Aquí las entradas se conectan directamente con GND y/o con +12V para producir los niveles "0" y "1" respectivamente. La tensión de esos niveles ahora sí que coinciden con la tensión que alimenta al circuito. La respuesta de salida de la puerta NAND nuevamente responde a la tabla de la verdad.

P1-2 Circuito de disparo por tacto con el 4011B

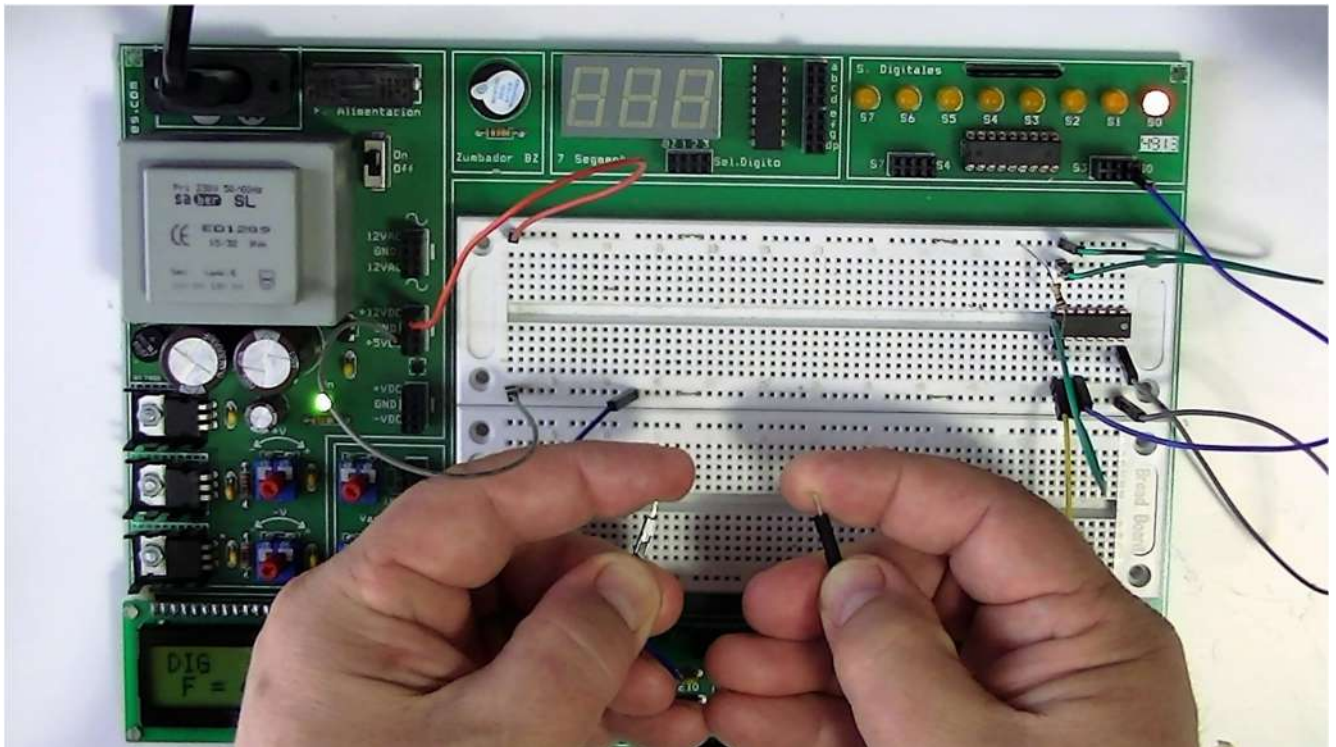
Una posible aplicación. Se trata de activar una salida cada vez que se unen dos conductores a través de la resistencia propia del cuerpo humano. Considéralo como un circuito sensible al tacto. El circuito es muy sencillo. En la figura tienes el esquema y el montaje práctico sobre un módulo protoboard estándar.



El circuito se alimenta con +12 V entre las patillas 7 y 14. En realidad se trata de un inversor construido con una puerta NAND. En reposo, sin contacto en el sensor, la entrada (patillas 1 y 2) está a nivel "1" gracias a la resistencia pull-up. La salida S0 se mantiene desactivada a nivel "0". Cuando se cierran los contactos del sensor, las entradas quedan a "0" por lo que la salida pasa a "1".

Esto no sería una gran novedad sino fuera porque otra de las características de la familia CMOS es su alta impedancia de entrada. Cualquier variación en la tensión de entrada produce un cambio de estado.

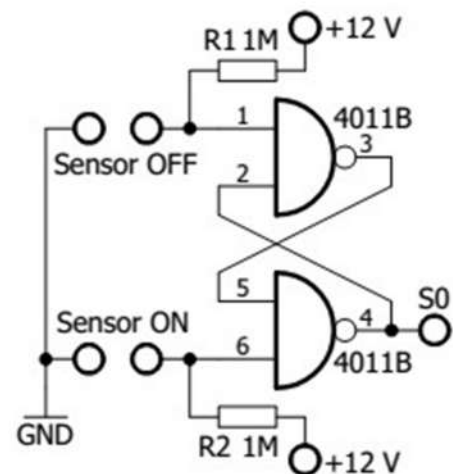
El sensor consiste en dos electrodos muy próximos entre sí. En este ejemplo pueden ser dos simples cables. Cuando tocamos los extremos con un dedo, la propia humedad de la piel hace que entre ambos cables aparezca una resistencia, la de nuestro cuerpo, que modifica la tensión de entrada y con ello el nivel de salida.



P1-3 Interruptor con enclavamiento por tacto con el 4011B

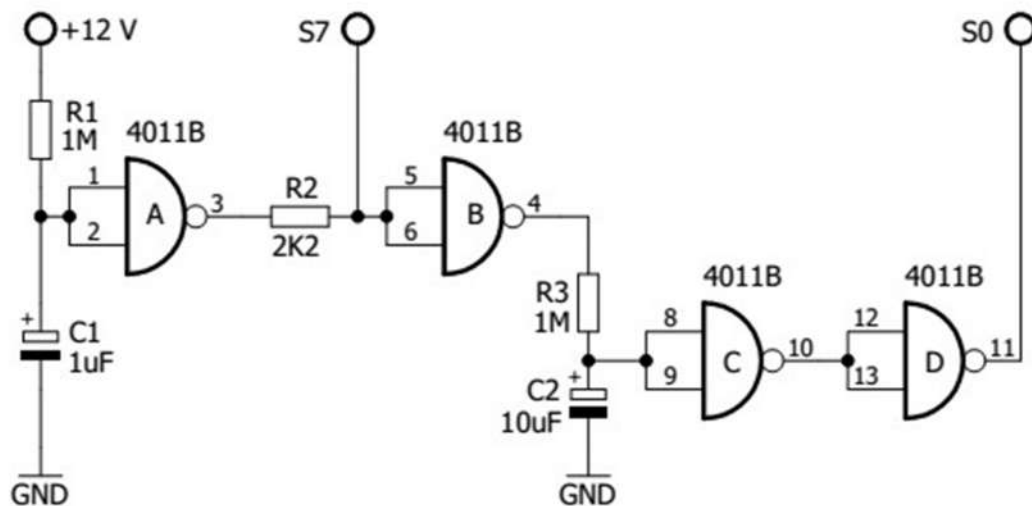
Una variación del anterior podría ser este otro circuito. Se trata de un sistema con "enclavamiento". Esto es, cuando se detecta un "toque" en el sensor ON, la salida S0 se activa y se mantiene activa aunque el "toque" desaparezca. Cuando se detecte otro "toque" en el sensor OFF, la salida S0 se desactiva.

Las dos puertas NAND forman un circuito conocido como "Flip-Flop" y que se estudia más adelante, en el tema dedicado a los circuitos secuenciales. De momento confórmate con realizar el montaje del esquema y comprobar su funcionamiento.



P1-4 Circuito temporizador con el 4011B

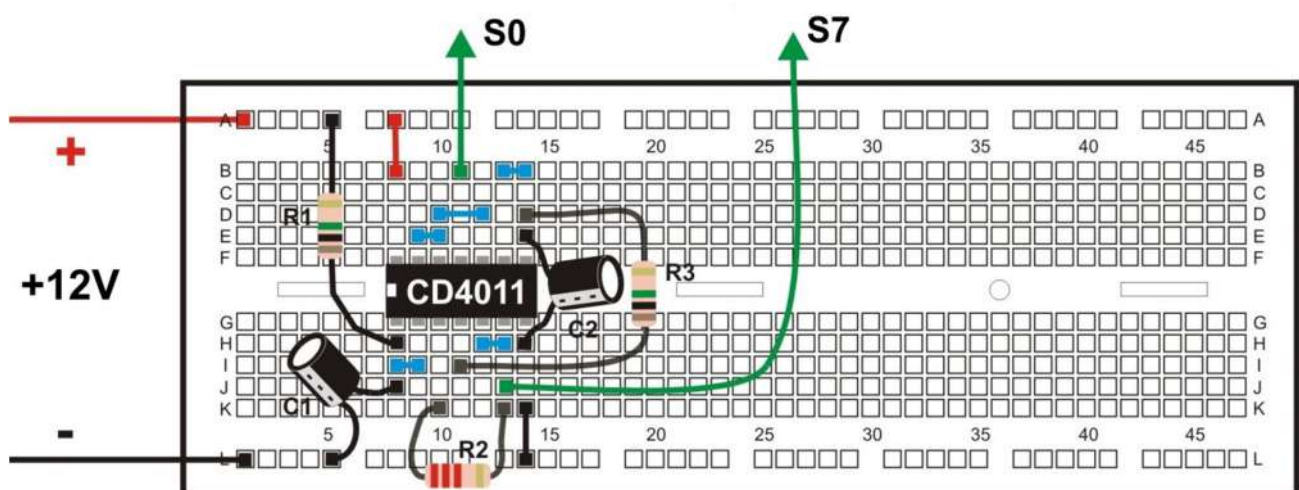
La figura muestra el esquema de un circuito que gobierna el encendido temporizado de dos salidas. Emplea las 4 puertas NAND contenidas en el 4011B junto con algunos componentes discretos como condensadores y resistencias.



Inicialmente, al conectar la tensión de alimentación, $C1$ está descargado (0V) lo que origina que el led $S7$ se active. $C1$ se va cargando a través de $R1$ y, al cabo de cierto tiempo, adquiere la tensión suficiente como para que el led $S7$ cambie de estado y se apague, lo que origina que la salida de la puerta B, patilla 4, se ponga a nivel "1".

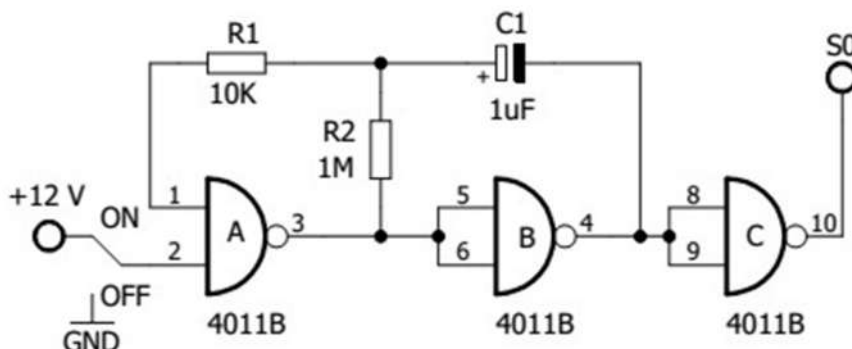
Se inicia el ciclo de carga de $C2$ a través de $R3$. Cuando adquiere el nivel de tensión suficiente se activa el led $S0$. Este estado se mantiene indefinidamente hasta que desconectes la alimentación del sistema. Al volver a conectarla el ciclo se repetirá nuevamente.

El tiempo que el led $S7$ se mantiene encendido depende de $R1$ y $C1$ y el tiempo que tarda en activarse el led $S0$ depende de $R3$ y $C2$. Recuerda que la constante de tiempo de carga de un condensador viene dado por: $t(s) = R(\Omega) \times C(f)$. Este es el montaje práctico del circuito.



P1-5 Circuito multivibrador con entrada de control

Vamos con otro ejemplo práctico basado en el CMOS 4011B. Se trata de un circuito multivibrador con entrada ON/OFF de control. Este es su esquema.



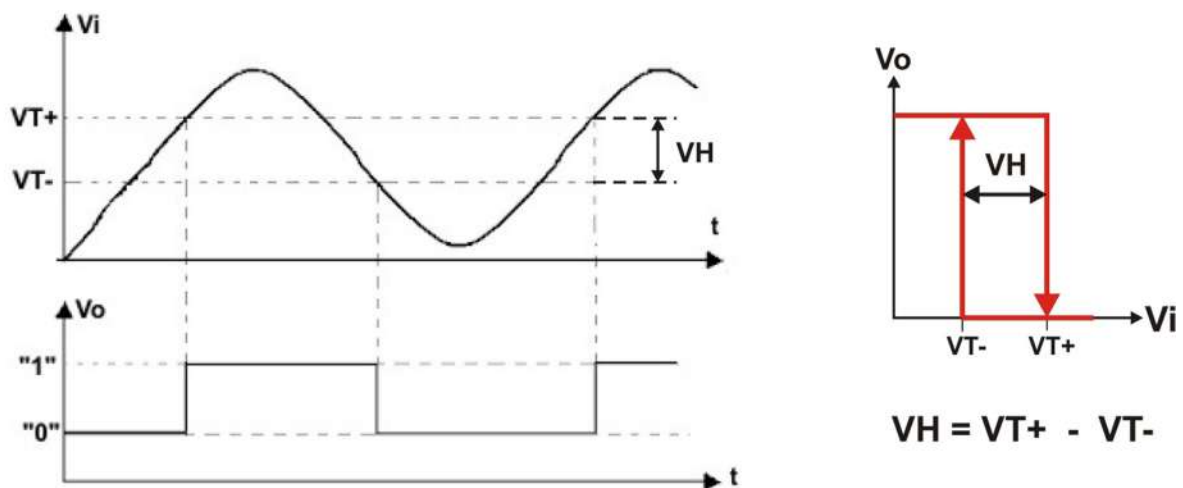
La patilla 2 de la puerta A equivale a la "llave de paso" que controla el funcionamiento o no del multivibrador. Si la conectas a GND la salida de esta puerta se mantiene fija a nivel "1" independientemente del estado de su otra entrada. Multivibrador en OFF.

Cuando la señal de control la conectas a +12 V, nivel "1" en ON, la salida de la puerta A depende de la señal que tenga en su patilla 1. Esta a su vez depende de la carga/descarga del condensador C1 a través de R2. Cuando C1 está cargado la patilla 1 de la puerta A pasa a "1" y su salida cambia a "0", con lo que la salida de la puerta B pasa a "1". El condensador se va descargando hasta que la patilla 1 de la puerta A pasa a "0". En ese momento la salida A cambia a "1" y la B a nivel "0", con lo que el condensador comienza nuevamente a cargarse. El ciclo se repite indefinidamente. La salida de la puerta C pilota el led SO mostrando la señal invertida que hay en la salida B.

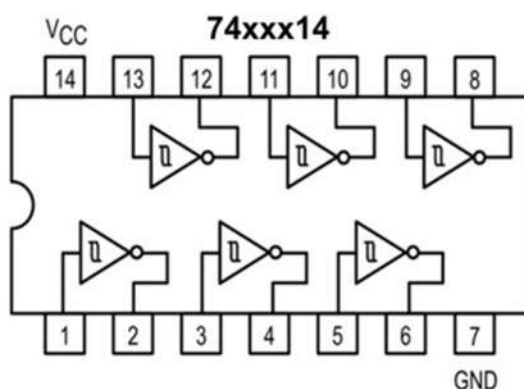
Nuevamente nos encontramos que el tiempo (t en segundos) de carga/descarga depende del producto de C1 (en faradios) por R2 (en ohmios): $t = R2 \times C1$.

P2: TRIGGER-SCHMITT CON EL 74xxx14

Las puertas trigger-schmitt reaccionan y cumplen con su función lógica cuando la tensión de la señal presente en sus entradas alcanza un determinado valor conocido como "tensión de disparo". Mira la figura.



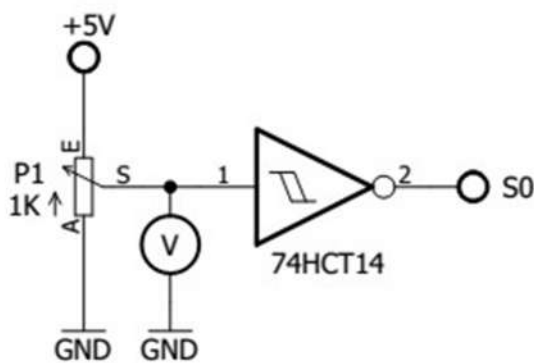
Cuando la señal de entrada V_i supera un valor, V_{T+} , se considera que esa entrada está a nivel "1". Cuando la señal desciende por debajo de un valor, V_{T-} , se considera que la entrada está a nivel "0". La diferencia entre V_{T+} y V_{T-} es lo que se conoce como tensión de histéresis V_H .



En el mercado puedes encontrar multitud de dispositivos cuyas entradas tienen esta característica de disparo. El 74xxx14 es uno de ellos. En su interior contiene 6 puertas tipo NOT con entradas trigger. Este es su encapsulado y distribución interna.

P2-1 El efecto trigger

Se trata de una práctica puramente experimental. El circuito inversor como tal, no aporta ninguna novedad. Lo que sí es una novedad es que a la entrada del primero de los inversores le vamos a introducir una tensión variable entre 0 y 5 V. Con ayuda de un voltímetro podemos medir el valor V_{T+} justo en el instante en que la salida cambia de estado, y el valor de V_{T-} cuando cambia al estado contrario.



Coloca un voltímetro entre GND y la patilla 1 de entrada del inversor con objeto de medir las tensiones V_{T+} y V_{T-} . Sigue los siguientes pasos:

1. Para empezar asegúrate de que la tensión de entrada es de 0V por lo que la salida S0 debe estar activa a nivel "1".
2. Mueve suavemente el potenciómetro aumentando la tensión de entrada justo hasta que la salida S0 cambie de estado y pase a nivel "0". Anota el valor V_{T+} en este momento.

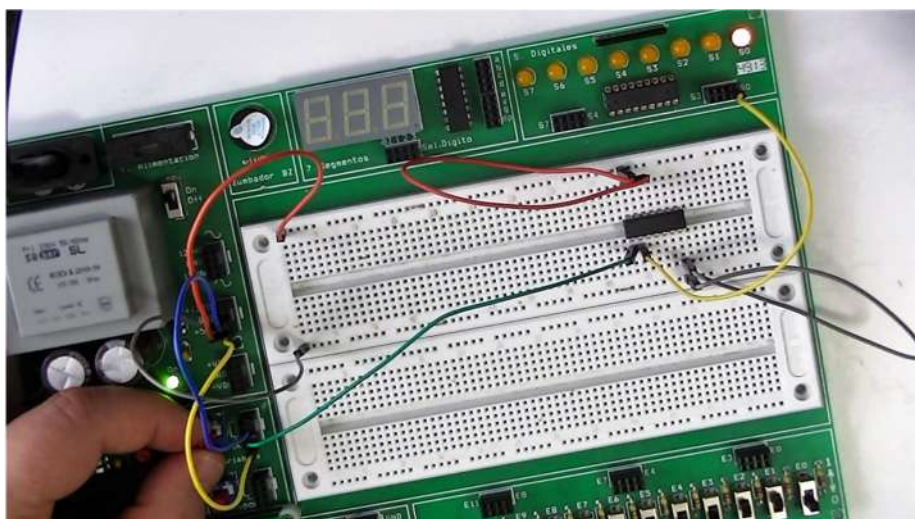
$V_{T+} =$ _____

3. Sigue aumentando la tensión de entrada hasta el máximo posible (+5V), comprobando que la salida S0 no cambia de estado y se mantiene a nivel "0".
4. Ahora mueve el potenciómetro en sentido contrario disminuyendo así la tensión de entrada, justo hasta que la salida S0 cambie de estado y pase a nivel "1". Anota V_{T-} en este momento.

$V_{T-} =$ _____

5. Ahora puedes calcular el valor de la tensión de histéresis:

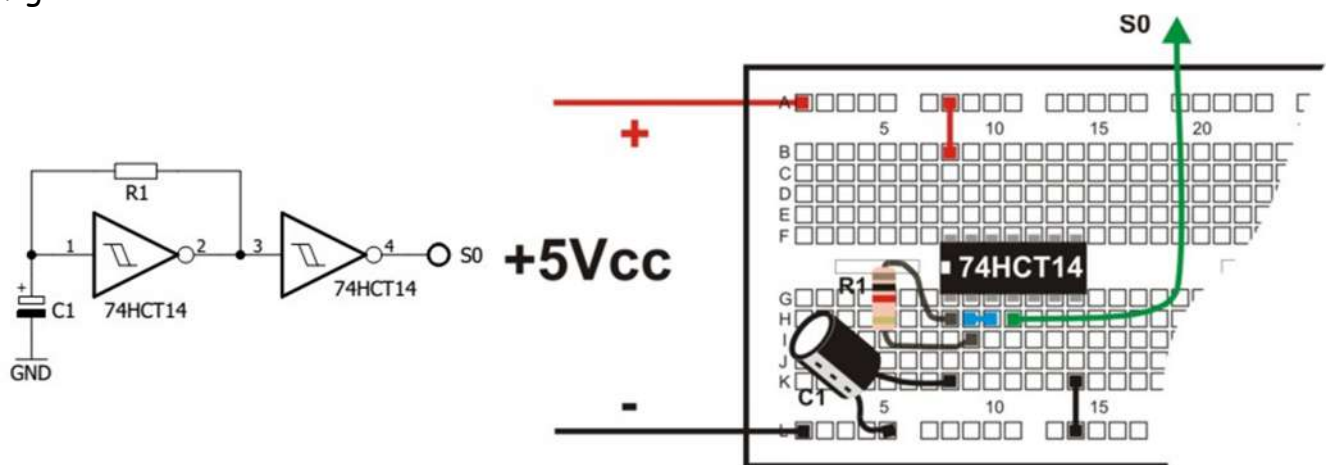
$V_H = V_{T+} - V_{T-} =$ _____



P2-2 Multivibrador

Una típica aplicación de las puertas con entradas trigger como las de nuestro 74xxx14, es la construcción de circuitos multivibradores a cuya salida proporcionan una señal de onda cuadrada con una determinada frecuencia.

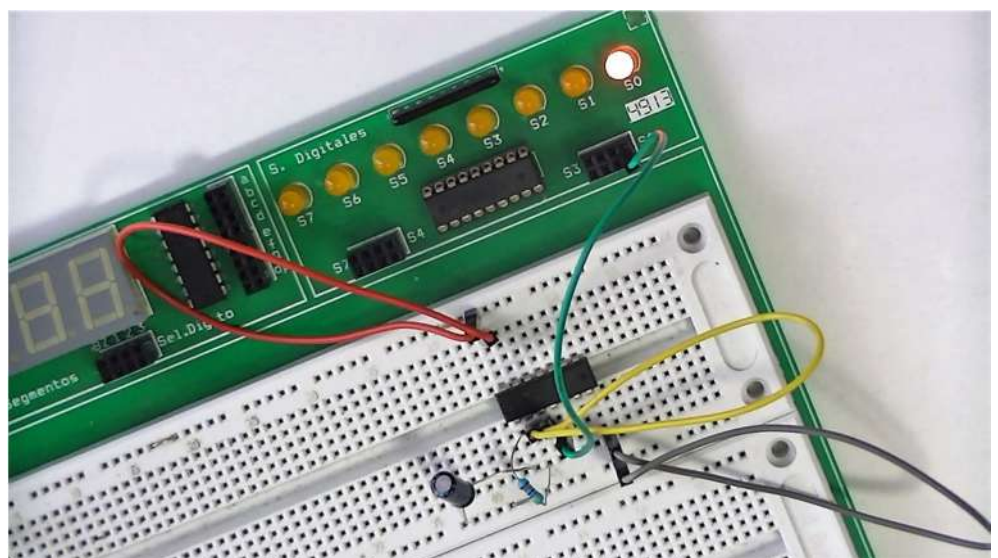
Monta el circuito siguiendo el esquema teórico y de montaje que tienes en esta figura.



La frecuencia del multivibrador se puede calcular según: $F = \frac{1.2}{R \times C}$, donde F se expresa en hercios, R en ohmios y C en Faradios. Calcula las frecuencias de la siguiente tabla para distintos valores de R y de C.

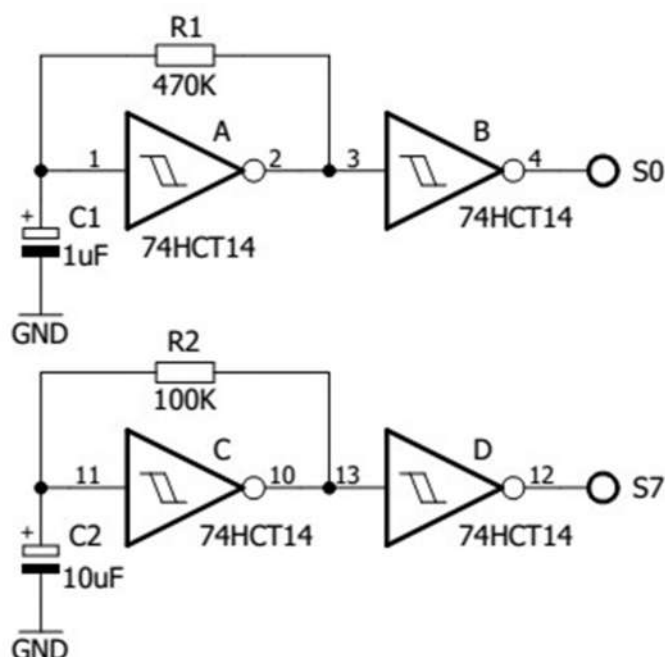
C/R	1K	10K	470K	1M
1 μ F				
10 μ F				

Luego puedes comprobar su funcionamiento. Lo ideal sería disponer de un osciloscopio para medir las frecuencias elevadas.



P2-3 Doble multivibrador

Ahondando un poco en lo anterior, y para demostrar que las puertas contenidas en un mismo circuito integrado son independientes entre sí, vamos a hacer un doble circuito multivibrador con una frecuencia cada uno. Por otro lado, este circuito formará parte de otra práctica que haremos más adelante.



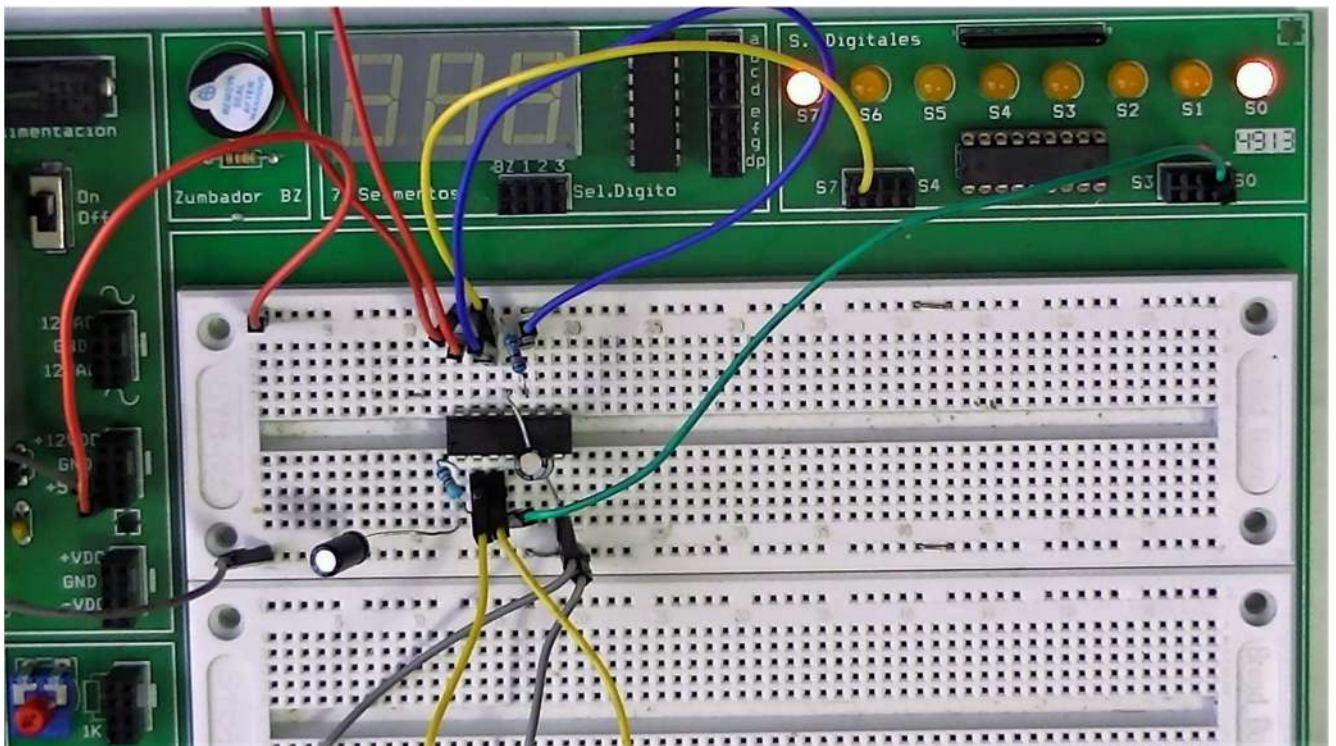
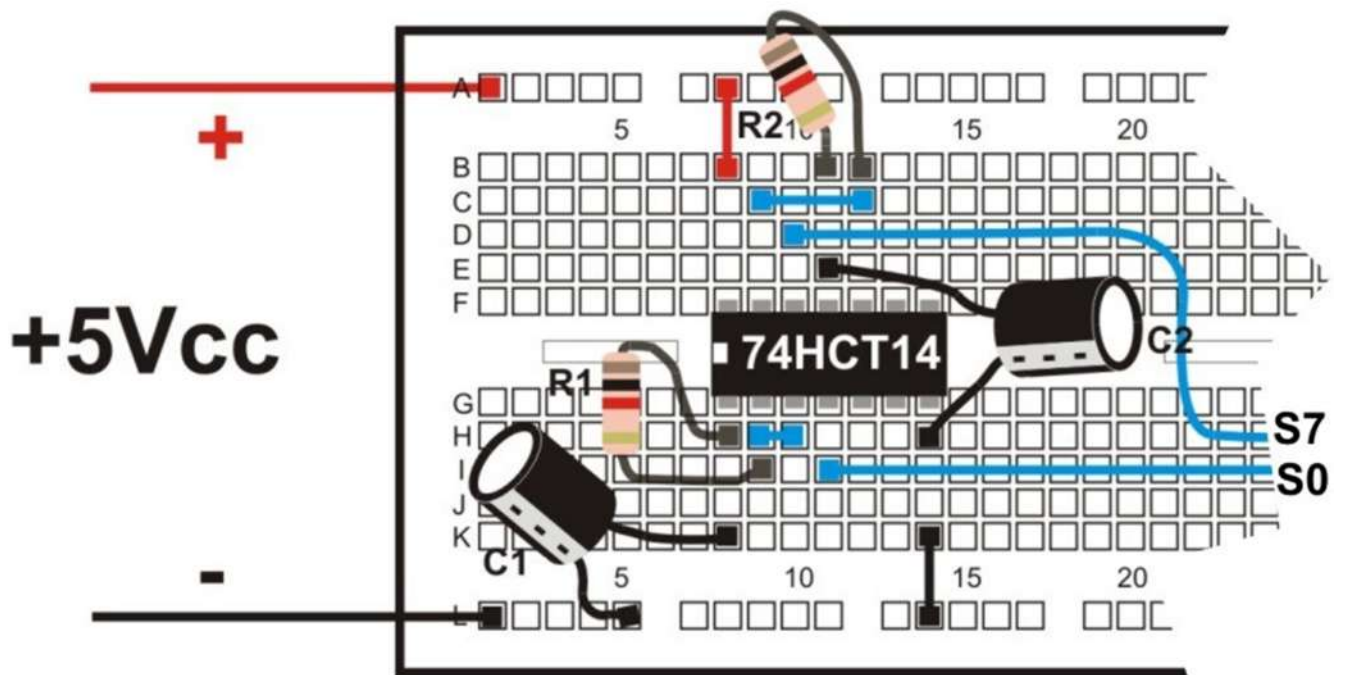
El primer multivibrador está formado por los inversores trigger A y B con salida por S0. Su frecuencia la puedes calcular según:

$$F = \frac{1.2}{R1 \times C1} = \frac{1.2}{470000 \times 0.000001} = 2.5 \text{ Hz}$$

El segundo multivibrador lo forman los inversores trigger C y D del mismo circuito integrado. La salida se obtiene por S7 y se calcula según:

$$F = \frac{1.2}{R1 \times C1} = \frac{1.2}{100000 \times 0.00001} = 1.2 \text{ Hz}$$

No seas demasiado exigente con la precisión entre el cálculo teórico y lo que ves en la práctica. Debes de tener en cuenta las tolerancias de los componentes. En definitiva que tenemos dos multivibradores funcionando a frecuencias diferentes. En las siguientes imágenes puedes ver el montaje práctico de este doble multivibrador, sobre un módulo protoboard y sobre el entrenador Universal Trainer.

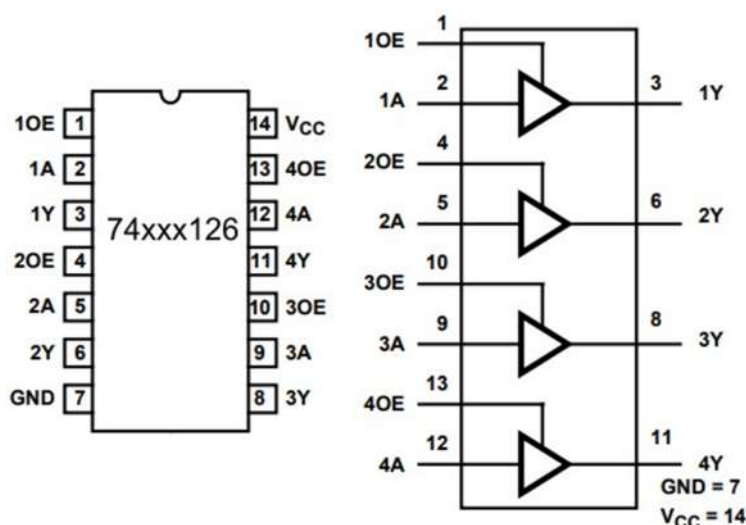


P3: TRIESTADO CON EL 74xxx126

Algunos modelos de circuitos integrados contienen funciones lógicas cuyas salidas pueden quedar en estado de alta impedancia (Z), el tercer estado. Consiste en que esas salidas están eléctricamente aisladas del resto del circuito, como si éste estuviera abierto.

En el mercado puedes encontrar un buen número de circuitos cuyas funciones lógicas presentan salidas triestado. Para el control de ese tercer estado dispone de una señal adicional de control, que suele recibir el nombre de **OE** (Output Enable) o simplemente **E** (Enable), habilitación de la salida.

El circuito 74xxx126 es uno de tantos. En su interior contiene cuatro puertas SI con control de habilitación individual. En la figura tienes el encapsulado, distribución interna y tabla de la verdad.

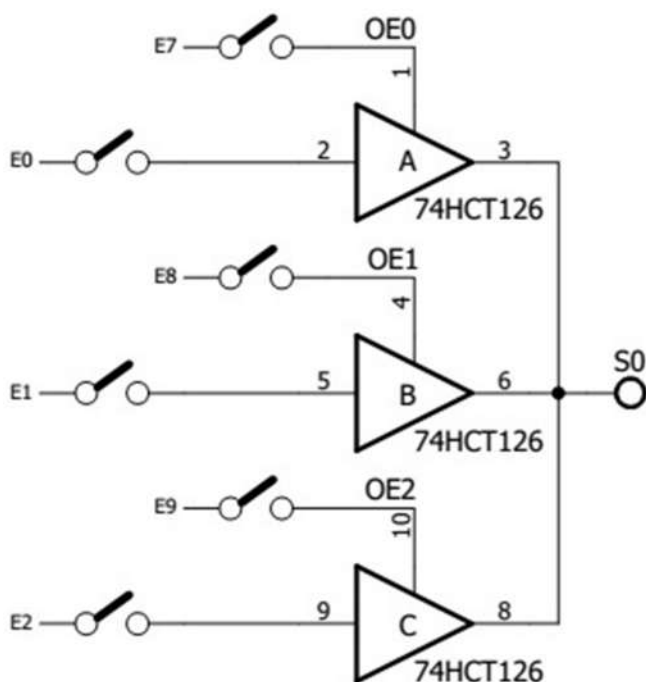


ENTRADAS		SALIDAS
nA	nOE	nY
1	1	1
0	1	0
X	0	Z

P3-1 Canalización 3x1

Los sistemas triestado, debidamente controlados, permiten canalizar información digital procedente de diversas fuentes a un único destino, evitando los problemas eléctricos y cortocircuitos que pudieran darse. En el esquema de la figura tienes un circuito que dispone de tres entradas diferentes de información, los interruptores E0, E1 y E2 del entrenador. Se canaliza sobre una única salida a través de sendas puertas triestado contenidas en el circuito 74xxx126.

En la salida únicamente aparecerá la información procedente de aquella puerta que en ese momento esté activada mediante su correspondiente señal de control OE0, OE1 y OE2. Tengo que insistir que **sólo puede haber una puerta habilitada cada vez**. En caso contrario en la salida se produciría un colapso, que no es otra cosa que un cortocircuito eléctrico como resultado de juntarse un nivel "0" con un nivel "1" procedente de dos o más entradas. Este es el esquema del montaje y su tabla de la verdad.



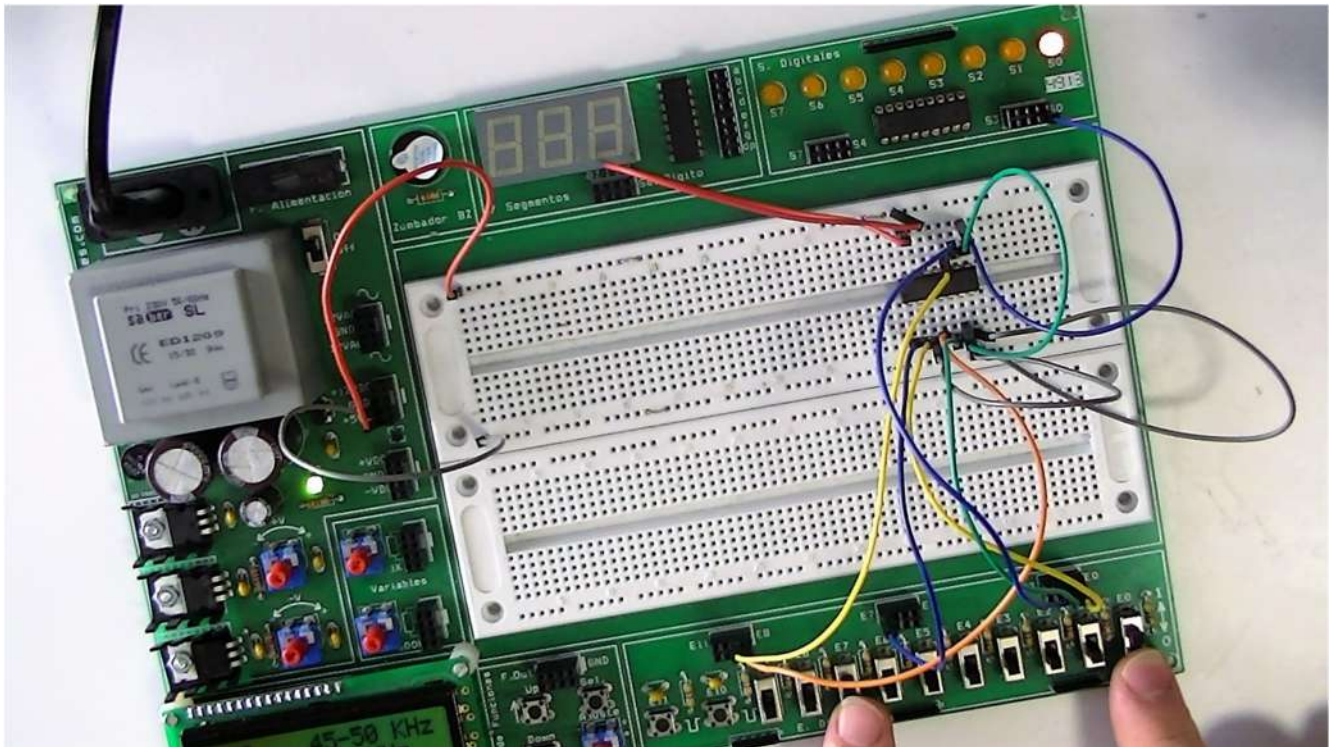
OE2	OE1	OE0	S0 =
0	0	0	Alta impedancia (Z)
0	0	1	E0
0	1	0	E1
1	0	0	E2
1	1	X	Prohibido
1	X	1	Prohibido
X	1	1	Prohibido
1	1	1	Prohibido

El funcionamiento se puede resumir de forma muy sencilla. Si ninguna de las señales de habilitación está activada (OE0-OE2 = "0"), la salida S0 queda en alta impedancia (Z). Cuando se activa una de las entradas de habilitación, en S0 tenemos el valor de la entrada (E0 - E2) correspondiente:

si OE0 = "1" → S0 = E0; si OE1 = "1" → S0 = E1; si OE2 = "1" → S0 = E2;

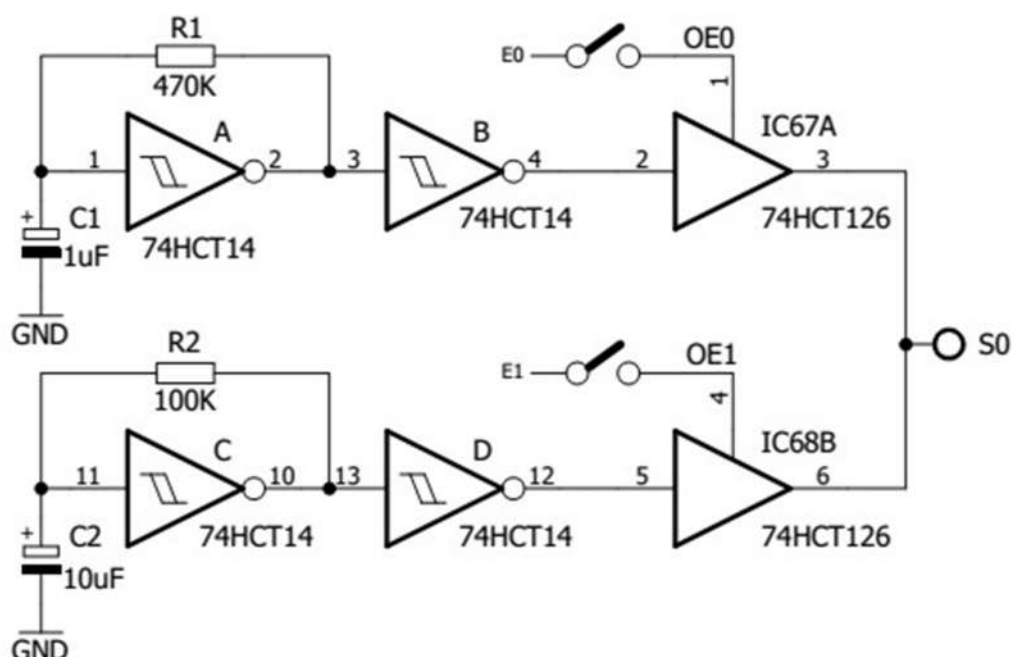
Cuando estén activadas dos o más señales de habilitación, se da una situación de prohibido. En estos casos sucede que en la salida S0 se junta información de varias entradas simultáneamente, produciendo un colapso de la misma.

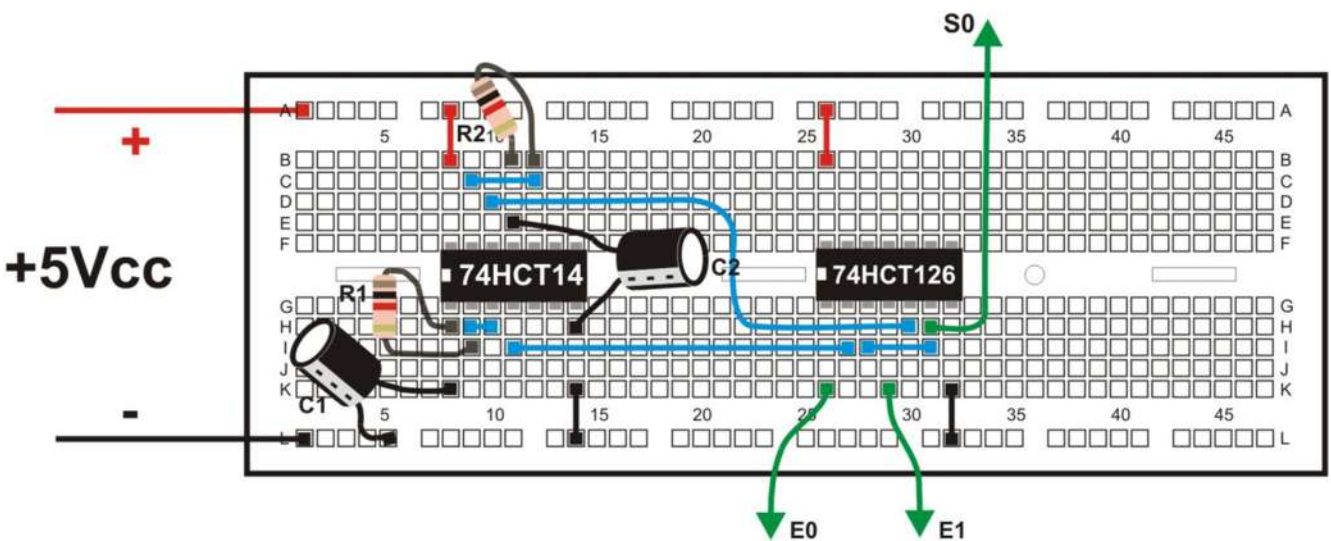
La fotografía muestra el montaje de este circuito experimental sobre el entrenador Universal Trainer.



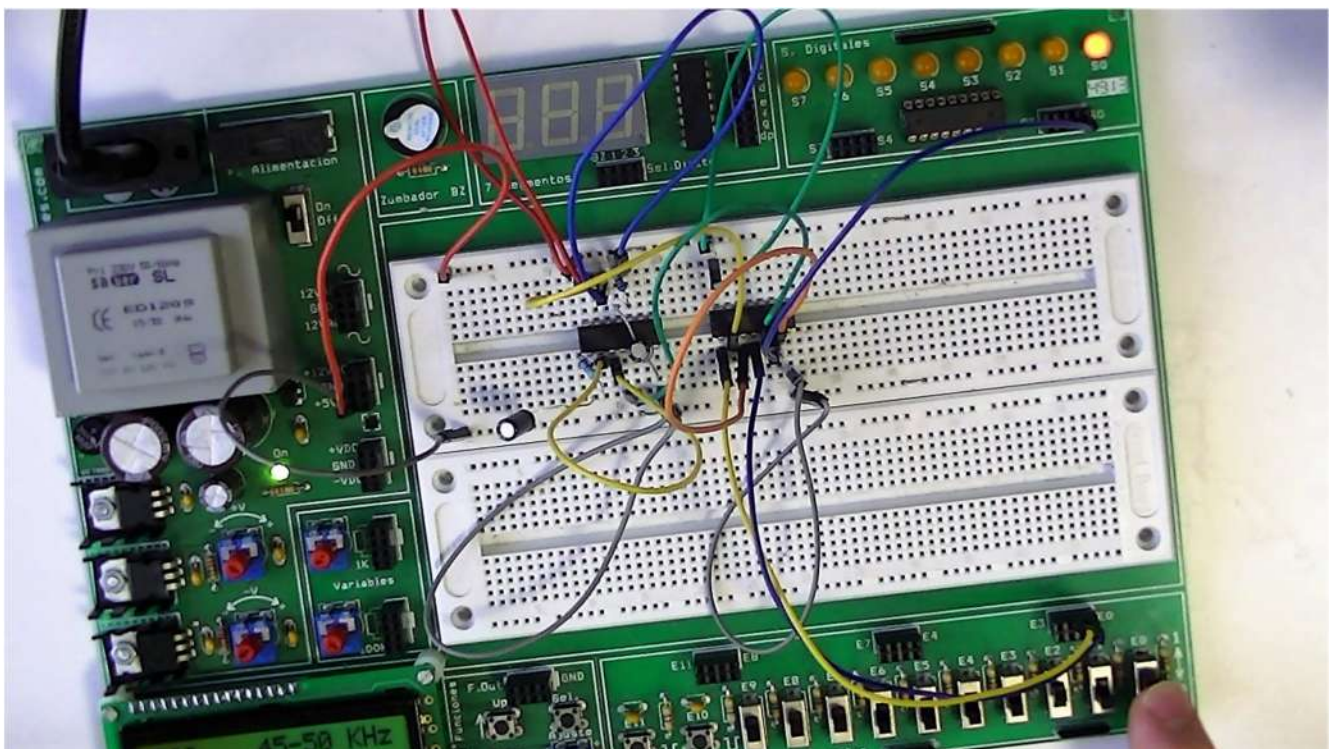
P3-2 Canalización de dos multivibradores

Un ejemplo práctico del empleo de un sistema triestado. Tenemos un doble multivibrador, el del apartado P2-3, que produce frecuencias diferentes. Mediante dos puertas triestado vamos a canalizar esas dos señales sobre una única salida, pero no de forma simultánea, sino una u otra. Mira el esquema teórico y el de montaje.



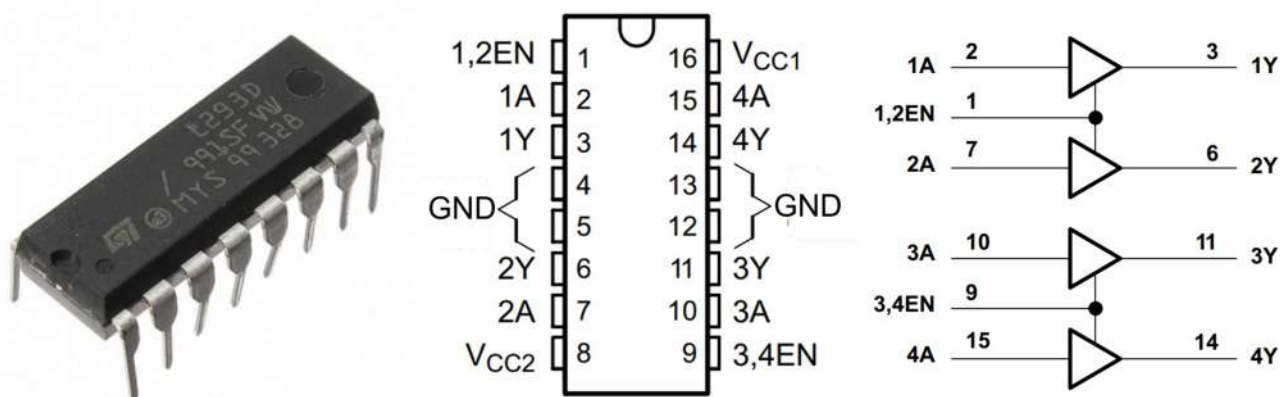


Dependiendo que habilites E0 o E1 la frecuencia de salida en S0 varía según venga de un multivibrador o del otro. Recuerda, la señal de habilitación en el dispositivo 74xxx126 es activa por nivel "1", y solo puede estar habilitado uno cada vez. Si se habilitan los dos se puede producir un colapso.



P4: EL DRIVER L293D

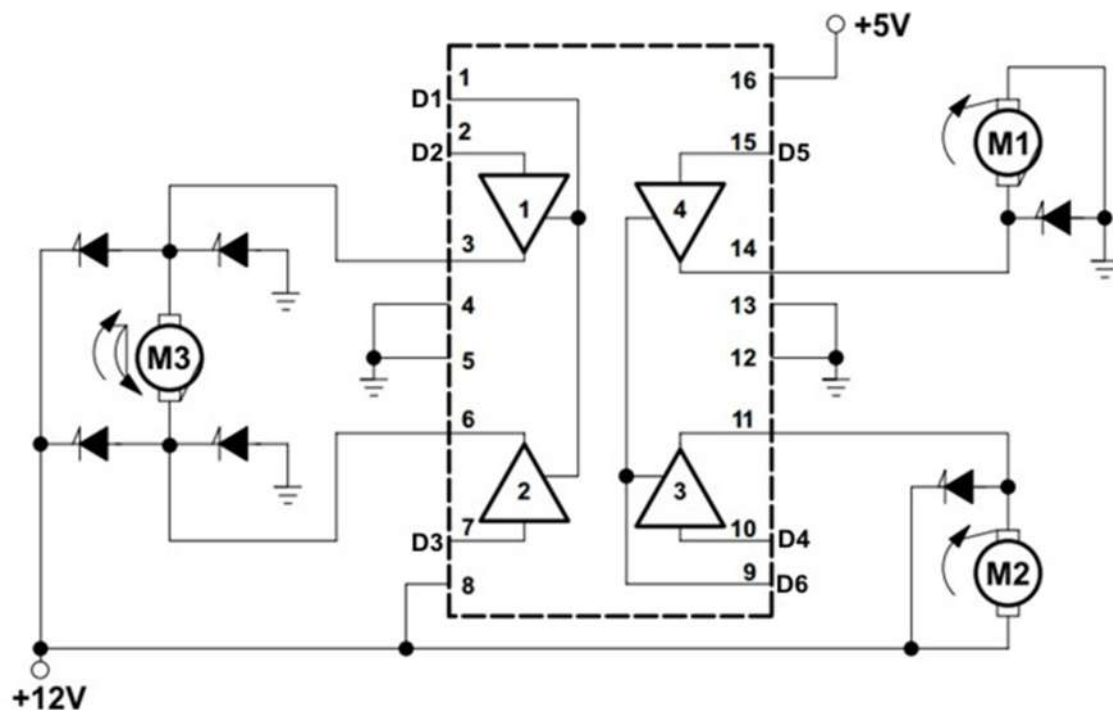
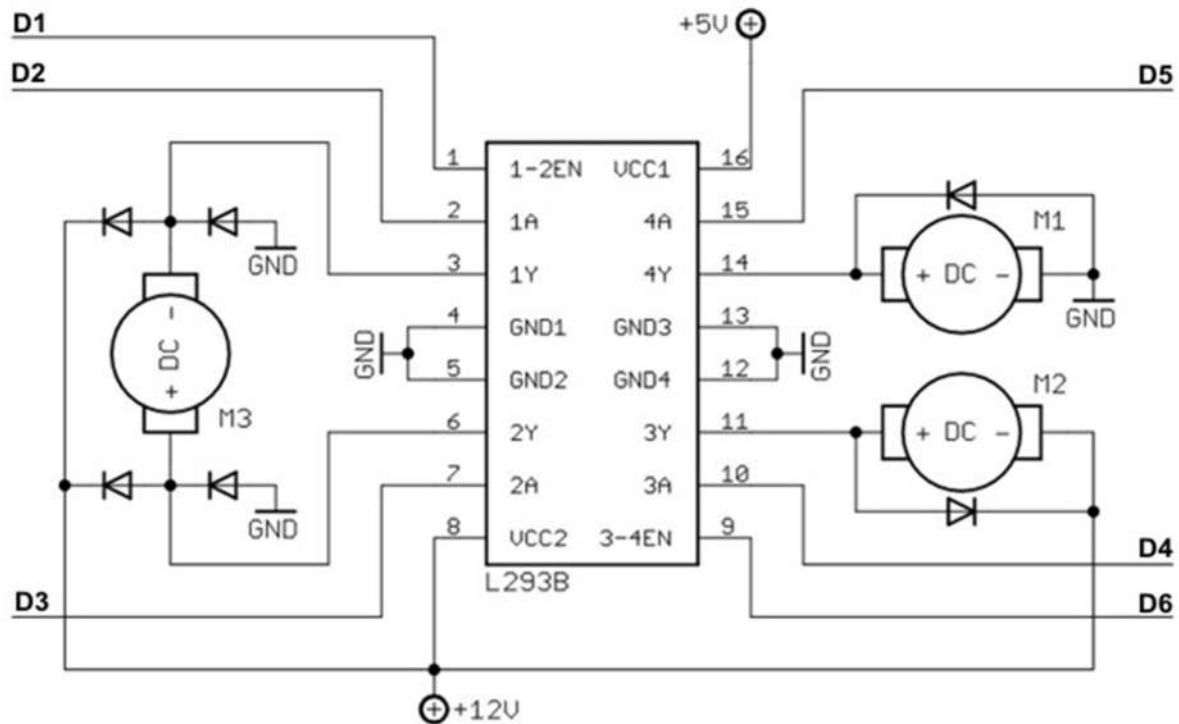
Acabamos el área de prácticas de este tema 4 presentando un circuito muy utilizado para el control de cargas elevadas como relés, motores, electroválvulas, selenoides, etc... De los muchos circuitos integrados disponibles para estos fines, estamos hablando del driver L293D. Contiene cuatro drivers/amplificadores no inversores totalmente independientes y cada uno de ellos puede trabajar con hasta 36 V con una corriente de 600 mA (0.6 A). En la imagen tienes el encapsulado, el patillaje y la organización interna.



La siguiente tabla hace una descripción de sus patillas.

PATILLA		TIPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	Nº		
1,2EN	1	E	Entrada. A nivel "1" habilita y activa los canales 1A y 2A
1A - 4A	2,7,10,15	E	Entradas a los cuatro canales
1Y - 4Y	3,6,11,14	S	Salidas amplificadas de los cuatro canales
3,4EN	9	E	Entrada. A nivel "1" habilita y activa los canales 3A y 4A
GND	4,5,12,13	--	Señal de tierra de alimentación.
VCC1	16	--	Entrada de alimentación de +5V para la lógica
VCC2	8	--	Entrada de alimentación de +4.5V a + 36V para las cargas

En las sucesivas imágenes tienes la conexión, a modo de ejemplo, de 3 motores de corriente continua. De la misma manera podrías conectar otras cargas inductivas como selenoides, relés, electroválvulas, etc..., o todo tipo de cargas resistivas. Por otra parte hay que decir que los diodos "clamp" están integrados en el propio circuito. Evitan las corrientes inversas cuando estamos activando/desactivando las cargas inductivas.



En el ejemplo estamos controlando motores de 12 V a partir de señales TTL de 5 V. El motor M1 se activa y gira en un sentido cuando aplicas un nivel "1" por D5. M2 se activa y gira en sentido contrario a M1 cuando aplicas un nivel "0" por D4. M3 es capaz de girar en ambos sentidos según el estado lógico de D2 y D3. En cualquier caso las señales de habilitación D1 y D6 deben estar activas a nivel "1". Estudia estas tablas de la verdad.

SEÑAL/NOMBRE/NºPIN		ESTADO MOTOR M1
D5/4A/15	D6/3,4EN/9	
X	L	Parado, sin tensión
H	H	Girando
L	H	Parada rápida

El motor M1 se controla desde las señales, conectadas con las entradas 4A (pin 15) y 3,4EN (pin 9) del Driver L293D respectivamente, según la tabla de la verdad.

M2 se controla desde las señales D4 y D6, conectadas con las entradas 3A (pin 10) y 3,4EN (pin 9) del L293D respectivamente. En este caso el motor se activa cuando la señal D4 está a nivel "0" (L).

SEÑAL/NOMBRE/NºPIN		ESTADO MOTOR M2
D4/3A/10	D4/3,4EN/9	
X	L	Parado, sin tensión
H	H	Parada rápida
L	H	Girando

Tanto M1 como M2 están conectados en lo que se conoce como medio puente en H (Half-H) y solo pueden girar en un sentido.

M3 se controla mediante las señales D1, D2 y D3, conectadas con las entradas 1,2EN (pin 1), 1A (pin 2) y 2A (pin 7) del driver L293D respectivamente.

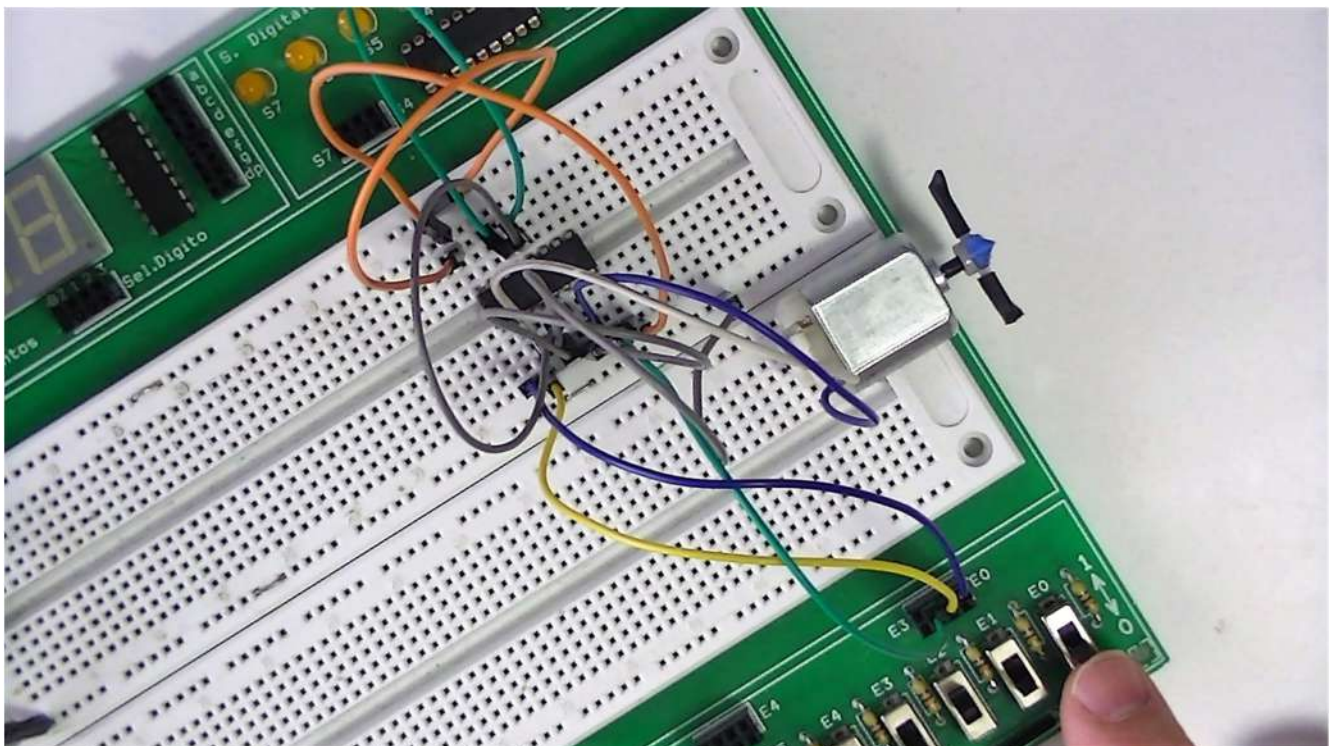
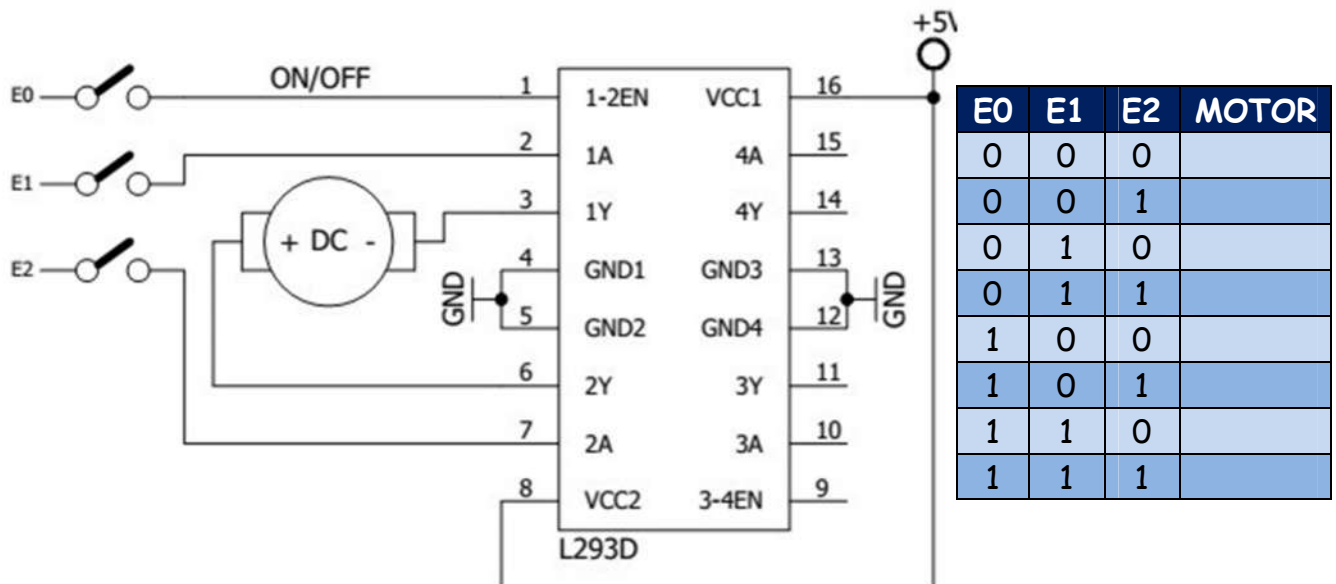
SEÑAL/NOMBRE/NºPIN			ESTADO MOTOR M3
D2/1A/2	D3/2A/7	D1/1,2EN/1	
X	X	L	Parado, sin tensión
L	H	H	Giro a la derecha
H	L	H	Giro a la izquierda
L	L	H	Parada rápida
H	H	H	Parada rápida

En esta ocasión M3 está conectado según la configuración de puente en H y puede por tanto girar en ambos sentidos.

P4-1 Control de un motor DC

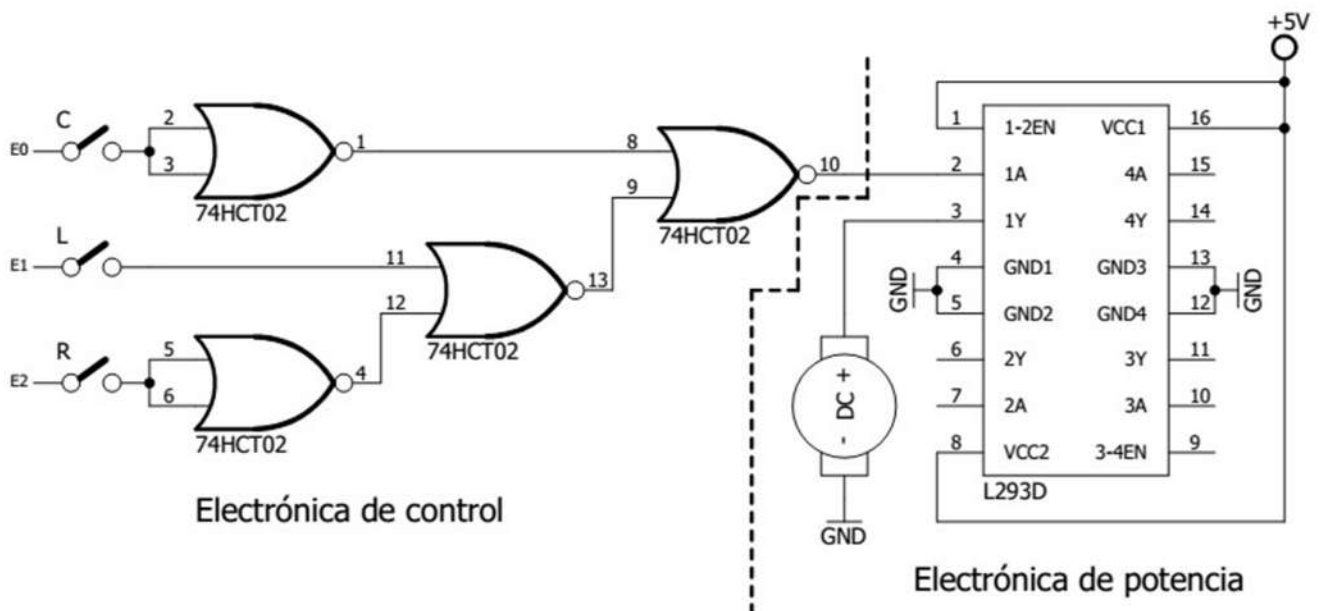
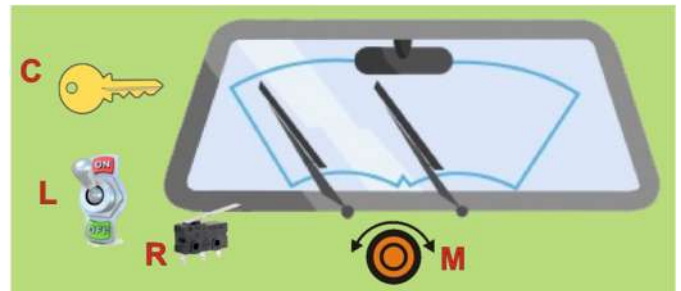
Para experimentar con los drivers en general y con el L293D en particular, vamos a usar un pequeño motor de juguetería. El que se propone en los materiales de prácticas trabaja con una tensión de 3 a 6V, pero atención, la intensidad que consume es de unos 500 mA a 5V. Como una puerta lógica convencional no aporta esa intensidad ni de lejos, es el momento de emplear nuestro driver.

En este ejemplo se propone un sencillo control que nos permita activar o no al motor, así como cambiar su sentido de giro. Mira el esquema. Una vez lo montes, comprueba su funcionamiento completando la siguiente tabla de la verdad



P4-2 Limpiaparabrisas

Volvemos con nuestro viejo ejemplo del limpiaparabrisas ¿te acuerdas de él? La última vez que lo montaste fue para comprobar la 2ª ley de De Morgan, y empleaste puertas NOR para su resolución. Ahora vamos a conectar un motor de verdad, el de antes, y para ello necesitamos del driver L293D para amplificar en corriente la señal de salida y poder mover ese motor. El esquema quedaría como se muestra a continuación.

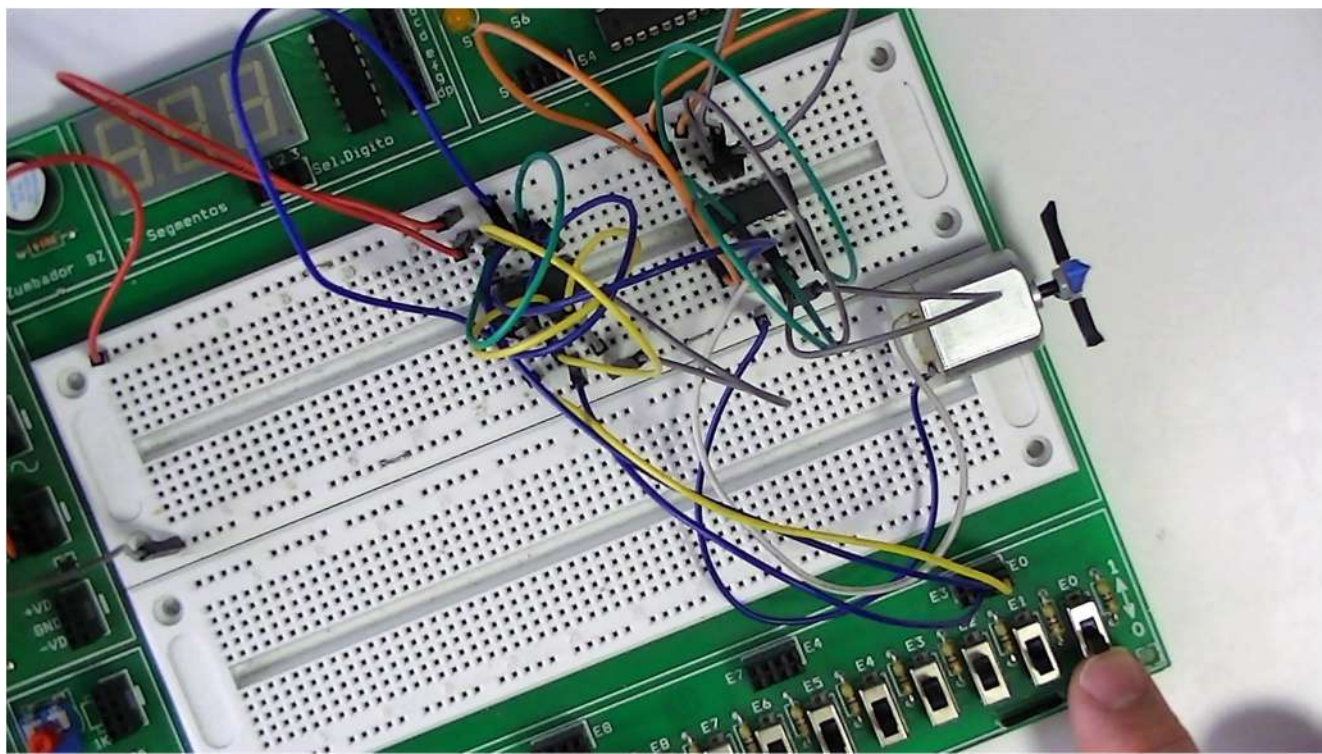


E0 (C)	E1 (L)	E2 (R)	MOTOR
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

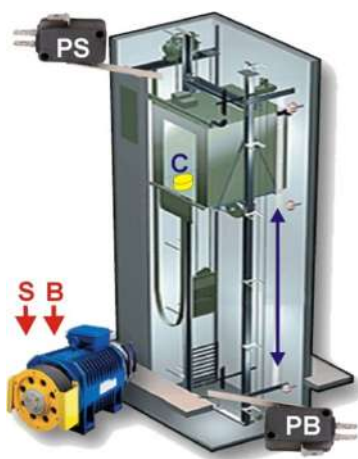
Las 4 puertas NOR resuelven la ecuación simplificada del automatismo. Forman lo que se denomina la "Electrónica de control" que genera la señal o señales que controlarán a los periféricos (p.e. el motor). En este ejemplo, el circuito L293D forma lo que se conoce como "Electrónica de potencia". Se encarga de adaptar el nivel lógico de control a las necesidades del motor para que se pueda mover.

Una vez montes el circuito comprueba su funcionamiento y completa la tabla de la verdad indicando el estado ON/OFF del motor de nuestro limpiaparabrisas.

A pesar de la maraña de cables y conexiones, este es el aspecto del montaje sobre el entrenador Universal Trainer.



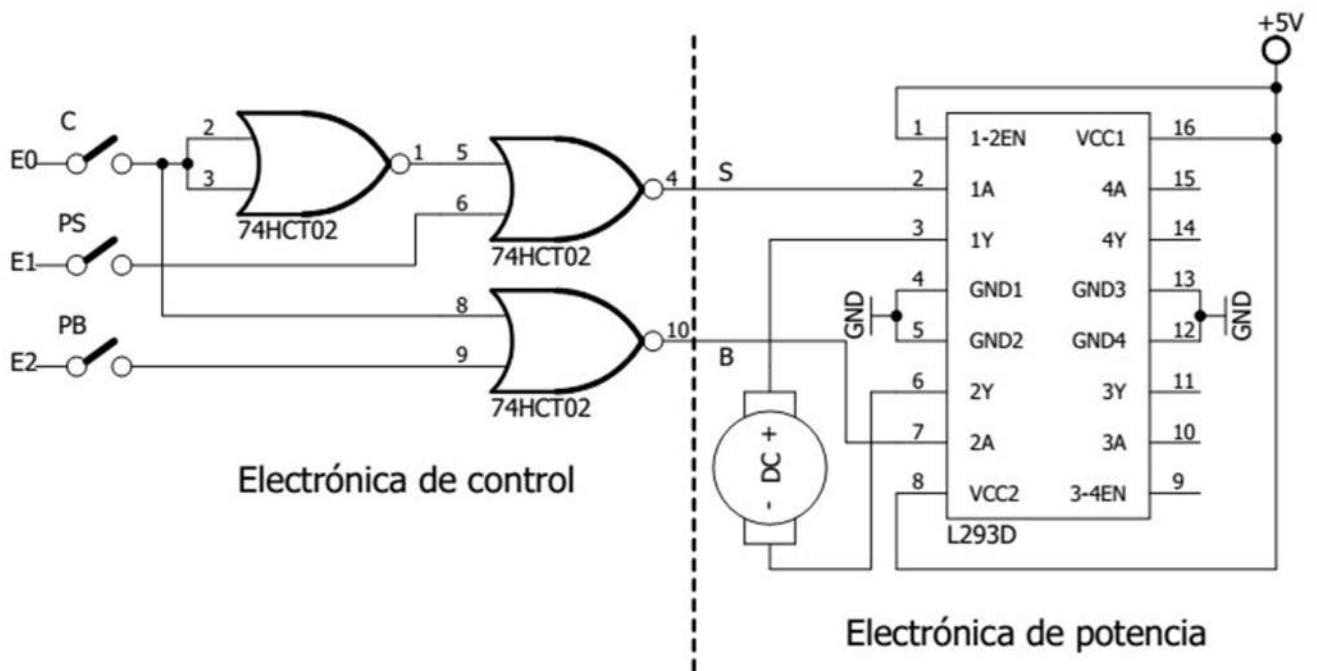
P4-2 Elevador



Otro viejo conocido: el elevador. En esta ocasión el motor del elevador debe girar en ambos sentidos según corresponda la maniobra de subida (S) o de bajada (B), en función del estado de las señales de entrada: C = Sensor de carga, PS = sensor de planta superior y PB = sensor de planta baja.

$$S = C \cdot \overline{PS}; \quad B = \overline{C} \cdot \overline{PB}$$

Las tres puertas NOR forman el circuito de control que, a partir de las señales de los sensores de entrada, genera las señales S y B que gobiernan el movimiento del motor. El circuito se obtuvo a partir de la tabla de la verdad, se simplificó mediante los diagramas de Karnaugh y se utilizó la 2ª ley de De Morgan para resolverlo con puertas NOR. Finalmente las señales S y B se aplican al circuito de potencia formado por dos de los drivers contenidos en el L293D, para acondicionarlas y amplificarlas en corriente. Este es el esquema.



ENTRADAS			GIRO DEL MOTOR
E0 (C)	E1 (PS)	E2 (PB)	
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Monta el circuito y comprueba su funcionamiento al tiempo que completas la tabla de la verdad indicando si el motor gira en sentido horario, anti horario o se encuentra parado (OFF).

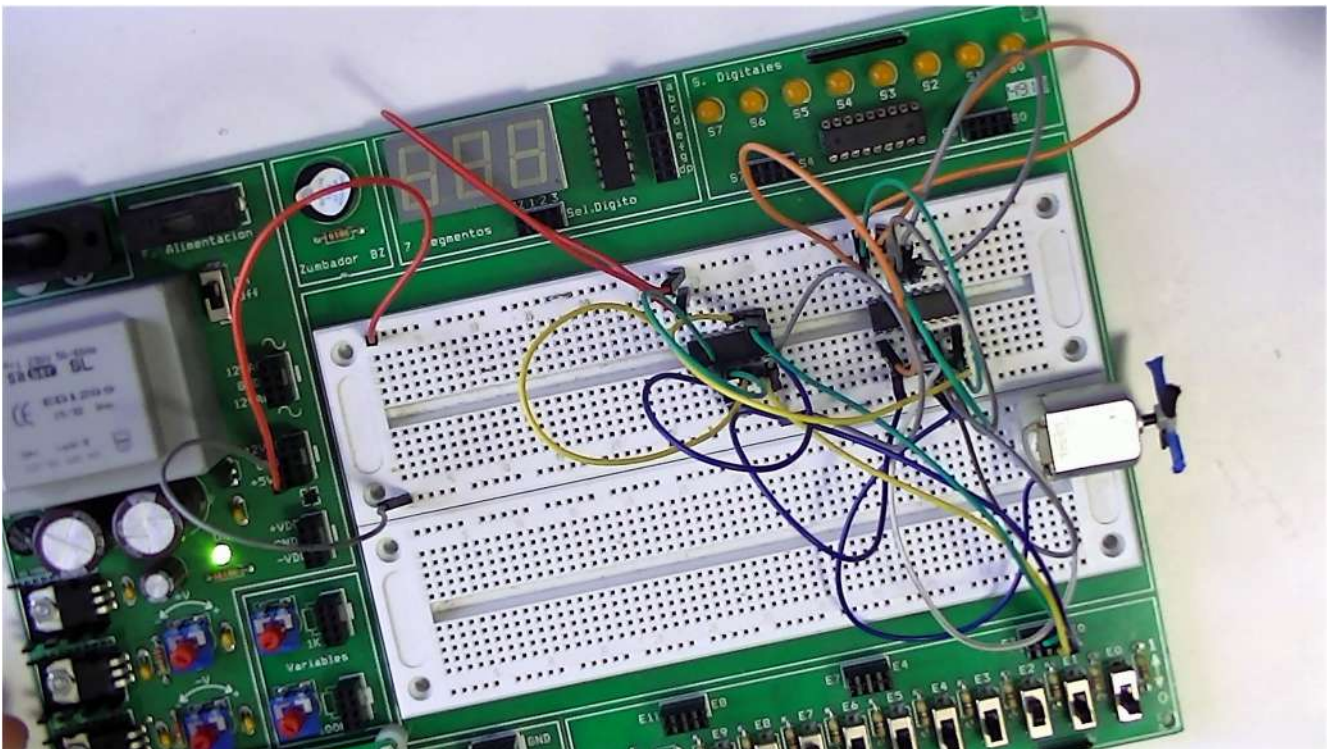
Prueba las siguientes condiciones de trabajo y explica qué es lo que ocurre si...

1. Se suelta la conexión de la patilla 8 del L293D: _____
2. Por un fallo del sensor la señal C está permanentemente a nivel "1": _____
3. El sensor C se encuentra permanentemente a nivel "0": _____
4. Se desconecta la tensión de +5V que alimenta por la patilla 14 al circuito 74xxx02: _____

5. Si el sensor PB falla y está permanentemente a nivel "1": _____

6. Si el sensor PS falla y esté permanentemente a nivel "0": _____

En la imagen adjunta tienes el montaje práctico sobre el entrenador Universal Trainer.



Así, poco a poco y como que no quiere la cosa, finalizamos el Tema 4. Casi, casi hemos llegado al ecuador del curso. Enhorabuena y felicidades por tu paciencia e interés. Seguimos adelante...

