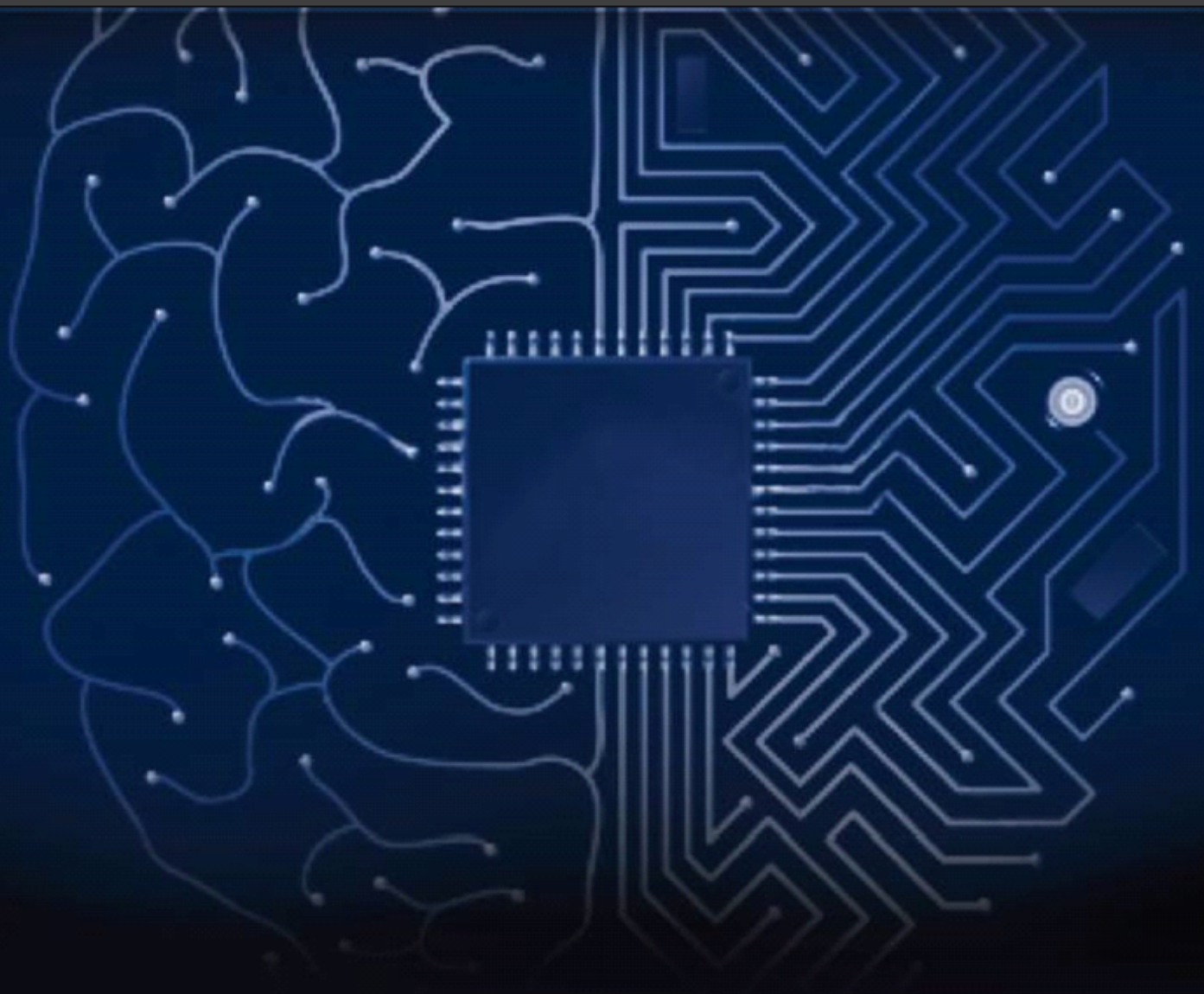




An introduction to digital electronics



MATRIX

CP9392

www.matrixtsl.com

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Ltd

| | |
|--------------------------------------|----|
| Ficha 1 - Analógico frente a digital | 3 |
| Ficha 2 - La función NOT | 5 |
| Ficha 3 - La función AND | 7 |
| Ficha 4 - La función OR | 9 |
| Ficha 5 - La función NAND | 11 |
| Ficha 6 - La función NOR | 14 |
| Ficha 7 - Lógica programable | 16 |
| Guía del instructor | 18 |
| Cuestionario | 26 |

Ficha 1

Analógico frente a digital



Cada vez oímos hablar más de la "d" y la "e": televisión digital, **dab**, **dvd**, cámaras digitales.. **tarjetas electrónicas**, **comercio electrónico**, **libros electrónicos**, **e-skills**, **e-learning**.

¿Por qué? ¿Qué ha sido de la palabra "a", analógica?

Esta primera ficha analiza las diferencias entre lo analógico y lo digital, y sugiere por qué el mundo electrónico parece haberse vuelto digital.

Te toca a ti:

El primer circuito utiliza un sensor analógico, un fototransistor conectado en serie con una resistencia de 50 k Ω , para formar una unidad de detección de luz. La tensión de salida se mide con un multímetro digital (DMM).

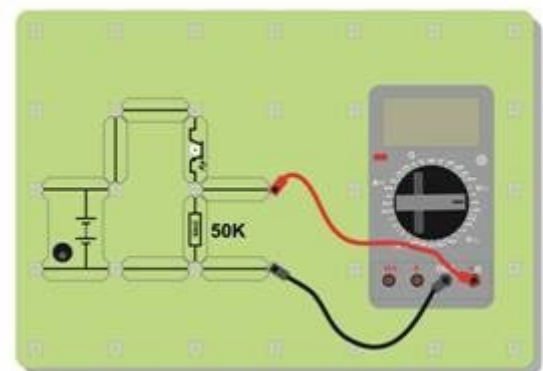
Ajuste la fuente de alimentación de CC a 6 V y enciéndala. Ajuste el DMM para leer tensiones de hasta 20V DC. El símbolo de CC se muestra debajo de la imagen. Enciéndalo.

Varía la cantidad de luz que llega al sensor lentamente bajando la mano sobre él. ¿Qué notas en la tensión de salida?

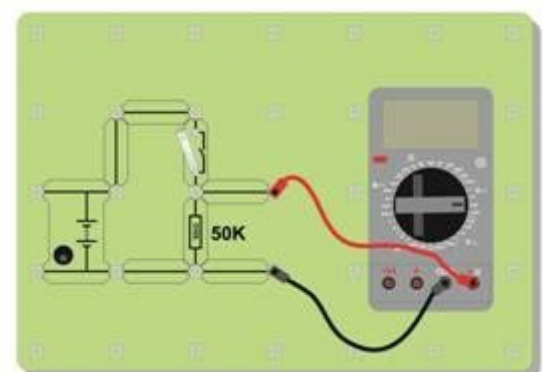
Ahora configura el segundo circuito, una unidad de detección digital, utilizando una unidad de conmutación. Basta con sustituir el fototransistor por un interruptor. Mide la tensión de salida cuando el interruptor esté abierto (apagado) y cuando esté cerrado (encendido).

Invertir la unidad de conmutación. Esto significa intercambiar el interruptor y la resistencia. Vuelve a medir las tensiones de salida con el interruptor cerrado y abierto.

Compara el comportamiento de los circuitos analógicos y digitales.



DC



Ficha 1

Analógico frente a digital

¿Y qué?

Un sensor analógico proporciona una analogía, una copia del comportamiento que detecta. En el caso de la unidad de detección de luz, a medida que disminuye el nivel de luz, disminuye la tensión de salida. La tensión imita el nivel de luz. Como podemos cambiar el nivel de luz en cantidades muy pequeñas, también podemos cambiar la tensión de salida en cantidades muy pequeñas. Un sensor digital, por el contrario, tiene dos estados. Un interruptor está encendido o apagado: sólo dos estados posibles. En consecuencia, la tensión de salida sólo tiene dos valores posibles.

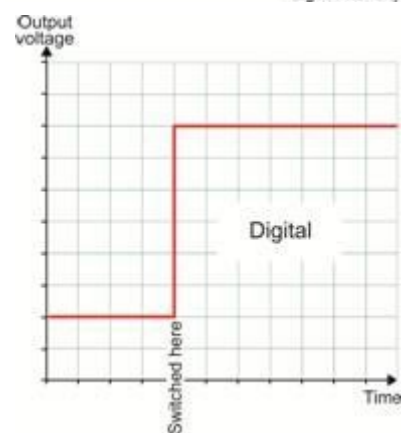
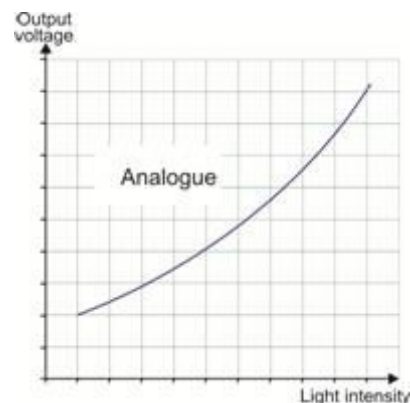
Estas ideas se muestran en los gráficos de al lado. El superior muestra una señal analógica que cambia continuamente a medida que varía la intensidad de la luz. El gráfico inferior debe representarse de otra manera. El estado del interruptor no cambia suavemente de apagado a encendido. No puede estar ligeramente encendido, y luego un poco más encendido, y así sucesivamente. Está **encendido** o **apagado**. El eje horizontal muestra el tiempo en el que se produce el cambio de encendido a apagado. La tensión de salida siempre tiene uno de los dos valores posibles.

El vocabulario de la electrónica digital habla de estos dos como "0 lógico" y "1 lógico". En algún lugar de un diseño concreto se definirán, normalmente como un rango de tensiones posibles. Por ejemplo, el 0 lógico puede definirse como cualquier valor entre 0 V y 1,0 V, mientras que el 1 lógico es cualquier valor entre 10,0 V y 12,0V. Al dar un rango de valores se reconoce que las señales pueden cambiar un poco a medida que se mueven a través de un sistema electrónico.

Una gran ventaja de las señales digitales es que nosotros, y los propios sistemas electrónicos, podemos adivinar bastante bien cuál debería ser la señal si, por alguna razón, llega con una tensión de, digamos, 8,7V. Adivinaríamos que en realidad era lógica 1. Esta capacidad de recrear la señal original se llama **regeneración** y es una de las principales ventajas de las señales digitales. Las señales analógicas no nos permiten hacer esto.

Para que lo sepas:

- Una cantidad análoga es aquella que copia el comportamiento de otra.
- Una señal analógica puede tener cualquier valor de tensión, normalmente entre las tensiones de los raíles de alimentación.
- Una cantidad digital sólo tiene dos estados posibles. Un interruptor, por ejemplo, puede estar apagado o encendido.
- Una señal digital sólo tiene dos valores de tensión posibles, normalmente conocidos como 0 lógico y 1 lógico.
- Permite regenerar una señal digital afectada por ruido o distorsión y devolverla a su valor original.
- Las señales analógicas no pueden regenerarse de este modo.



Ficha 2

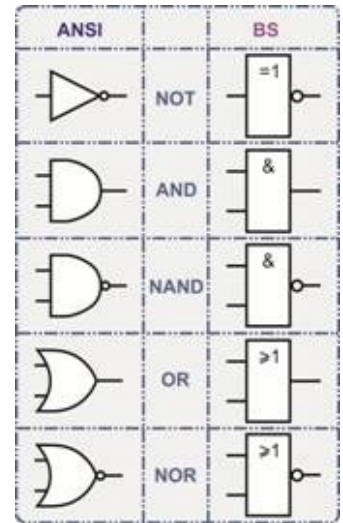
La función NOT



Una *función* lógica es una forma de manipular señales digitales. Una *puerta* lógica es un dispositivo que realiza una función lógica determinada. Un *sistema lógico programable* es aquel que puede realizar una serie de funciones lógicas, dependiendo de cómo esté programado. No hay muchas funciones lógicas. Esta hoja de ejercicios examina las más sencillas de estos, la función NO. Esto podría activar una advertencia cuando una puerta del vehículo NO está cerrada.

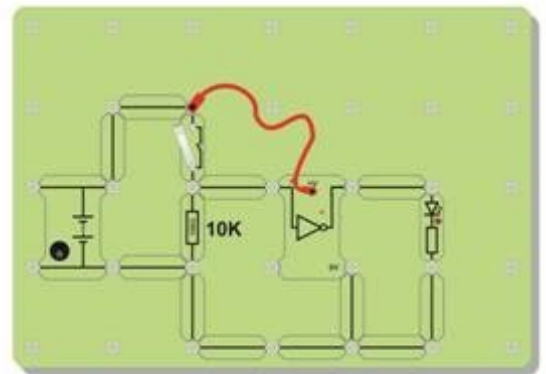


Las puertas lógicas pueden construirse de varias maneras, lo que ha dado lugar a una serie de "familias" lógicas, cada una con sus propias capacidades y limitaciones. Una de estas se denomina **CMOS**. La fotografía muestra una puerta NOT CMOS, identificada con "4049". Se conoce como "hexadecimal", "búfer inversor", lo que significa que hay seis puertas NOT en el chip (hex = 6, inversor = NOT) que amortiguan la señal (suministran unos pocos miliamperios de corriente). Sin embargo, existen varias versiones de estos símbolos. Los más comunes son los símbolos "ANSI" (American National Standards Institute) y "BS" (British Standard), a veces denominados símbolos "SB" (System Block). Ambos aparecen en el diagrama opuesto.



Te toca a ti:

Configure el circuito mostrado, con la fuente de alimentación DC ajustada a 6V. Observa el LED conectado entre la salida de la puerta NOT y 0V. Esto es además del LED integrado en la propia puerta NOT.



Con el multímetro en el rango de 20 V CC, mida la tensión en la entrada de la puerta NOT cuando el interruptor está apagado (abierto). A continuación, mida la tensión de salida de la puerta NOT. Haga una copia

de las dos tablas. Registre ambas lecturas en la primera tabla. Observe si el LED conectado a la salida está encendido o apagado. Cierre ahora el interruptor y repita las mediciones. Anótalas en la primera tabla.

Invierte la unidad del interruptor, intercambiando el interruptor y la resistencia de 10kΩ, como hiciste en la investigación de la hoja de trabajo 1. Repite las mediciones y anótalas en la segunda tabla.

| Unidad de conmutación | Tensión de entrada | Salida voltaje | Estado del LED |
|-----------------------|--------------------|----------------|----------------|
| Abierto (apagado) | | | |
| Cerrado (encendido) | | | |

| Unidad de conmutación - invertido | Tensión de entrada | Salida voltaje | Estado del LED |
|-----------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| Abierto (apagado) | | | 6 |
| Cerrado (encendido) | | | |

Ficha 2

La puerta NOT



¿Y ahora qué?

Primero, unas palabras sobre los niveles lógicos. Los voltajes que has medido están muy cerca de +6V o 0V. Para las puertas lógicas CMOS, la lógica 1 es cualquier tensión superior al 70% de la tensión de alimentación, y la lógica 0 cualquier tensión inferior al 30% de la tensión de alimentación. En este caso, con una fuente de alimentación de 6V, la lógica 1 es mayor que 4,2V y la lógica 0 es menor que 1,8V. Utiliza esta información para convertir las lecturas de tensión de entrada y salida en niveles lógicos. A continuación, utiliza los resultados para completar la tabla, conocida como tabla de verdad de la puerta NOT, que describe el comportamiento de la puerta.

| Entrada | Salida |
|------------|--------|
| (Lógico) 0 | |
| (Lógica) 1 | |

La puerta NOT producía el mismo efecto, tanto si la unidad de conmutación estaba invertida como si no. Convierte una entrada lógica 0 en una salida lógica 1 y viceversa.

La puerta NOT producía el mismo efecto, tanto si la unidad de conmutación estaba invertida como si no. Convierte una entrada lógica 0 en una salida lógica 1, y viceversa.

El comportamiento de la unidad de conmutación cambió. Para empezar, producía una señal lógica 0 cuando el interruptor estaba abierto y una señal lógica 1 cuando estaba cerrado. Cuando se invertía, el comportamiento se invertía de forma que con el interruptor abierto generaba una señal lógica 1 y, con él cerrado lógica 0.

Un reto: ¿por qué necesitamos una resistencia en la unidad de conmutación? ¿Por qué no basta con el interruptor?

- Fíjate en lo que ocurre cuando quitas la resistencia de la unidad de conmutación. Con el interruptor entre la alimentación de +6V y la entrada, las cosas parecen comportarse como antes, cuando la resistencia estaba colocada. Sin embargo, con el interruptor conectado entre la entrada y la conexión de 0V, no pasa nada. La salida de la puerta NOT siempre está en 1 lógico, independientemente del estado del interruptor. Los circuitos CMOS son maravillosos, pero tienen un punto débil: las entradas no deben "flotar" (quedar desconectadas). La salida puede incluso oscilar tan rápidamente entre 0 lógico y 1 lógico, que el circuito puede sobrecalentarse y destruirse. Utilice siempre una resistencia para "subir" la entrada a 1 lógico, conectándola entre la alimentación positiva y la entrada, o para "bajarla" a 0 lógico, conectándola entre la entrada y 0V. El portador de puerta NOT de Locktronics está cableado de forma que la entrada se sitúa en 0 lógico cuando no se le conecta nada.

Para que lo sepas:

Copia la tabla con los símbolos de circuito de las cinco puertas lógicas y la tabla verdadero-falso de la puerta NOT.

- Para las puertas lógicas CMOS, la lógica 1 es cualquier tensión superior al 70% de la tensión de alimentación, y la lógica 0 cualquier tensión inferior al 30% de la tensión de alimentación.
- Las entradas CMOS no deben "flotar". Utilice siempre un "pull-up" o un "pull-down". resistencia. La resistencia no es importante. Cualquier valor entre 1kΩ y 1MΩ es válido.
- Completa la frase:
Cuando la entrada de la puerta NOT está en 0 lógico, la salida está en ... lógico, y viceversa.

Ficha 3

La función AND

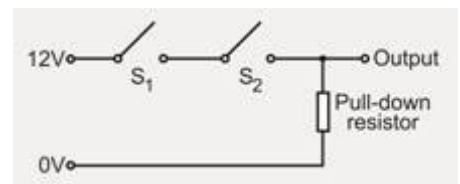


A menudo, los dispositivos eléctricos de un coche, como los intermitentes, sólo funcionan si la llave de contacto **Y** el interruptor de ese dispositivo **están** encendidos.

En una marca de coche, los lavafaros sólo se activan cuando se accionan los lavaparabrisas **Y** se encienden los faros.

Esto pone en juego otra función lógica, la función AND.

Se puede implementar utilizando sólo interruptores, como se muestra en el diagrama, pero eso puede complicar mucho el cableado.



Esta hoja de ejercicios investiga la función AND implementada mediante una puerta lógica AND.

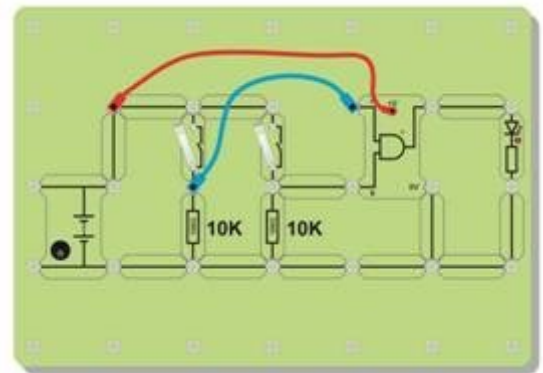
Te toca a ti:

Configure el circuito mostrado, con la fuente de alimentación DC ajustada a 6V. Conecte un LED de la salida de la puerta a 0V.

Esta vez, hay que hacer cuatro series de mediciones.

Para el primer juego, deje ambos interruptores abiertos (apagados). Con el multímetro en el rango de 20 V CC, mida la tensión en la entrada A y, a continuación, en la entrada B.

A continuación, mide la tensión a la salida de la puerta AND.



Copiar la tabla .

| Interruptor 1 | Interruptor 2 | Entrada A tensión | Entrada B tensión | Salida tensión | Estado de LED |
|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------|
| Abierto (apagado) | Abierto (apagado) | | | | |
| Abierto (apagado) | Cerrado (encendido) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Abierto (apagado) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Cerrado (encendido) | | | | |

Anota tus mediciones en la primera fila.

Como antes, anota si el LED conectado a la salida está encendido o apagado.

Ahora cierra el interruptor de la izquierda (interruptor 1 en la tabla), dejando abierto el interruptor 2.

Repite las mediciones y anótalas en la segunda línea de la tabla.

Repite las mediciones y anótalas en la segunda línea de la tabla.

Continúe así hasta completar la tabla para las demás combinaciones de posiciones de los interruptores.

Ficha 3

La función AND

¿Y qué?

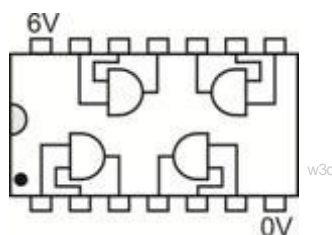
Como antes, has utilizado una fuente de alimentación de 6V, lo que significa que el lógico 1 es mayor que 4,2V y el lógico 0 es menor que 1,8V. Utiliza esto y tus medidas para completar la tabla de verdad de la puerta AND.

| Entrada A | Entrada B | Salida |
|-----------|-----------|--------|
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

La función lógica AND es fácil de entender.

La salida del sistema será 1 lógico **sólo** cuando la entrada A **Y** la entrada B (Y la entrada C, etc., si hay más entradas) sean todas 1 lógicas. Tus resultados deberían confirmar este comportamiento.

Una forma de implementar la función AND es utilizar una puerta AND. Hay un chip CMOS de 2 entradas con el número 4081. El pinout para este chip se muestra a continuación.



Observa que hay cuatro puertas AND en el chip.

En la página 5, se señalaba que las entradas de las puertas lógicas CMOS no deben dejarse desconectadas - no deben "flotar".

Cuando se utiliza un chip como el 4081, es posible que no desee utilizar las cuatro puertas. En ese caso, conecte las entradas no utilizadas a la línea de alimentación más cercana, no importa cuál. Las salidas no utilizadas pueden, de hecho deben, dejarse solas. Se situarán en el nivel lógico apropiado dependiendo de las señales que se apliquen a las entradas.

Para que lo sepas:

- *Copia el diagrama que muestra cómo puede realizarse la función AND utilizando interruptores.*
- *Explica por qué el diagrama puede denominarse puerta AND.*
- *Copia y rotula el símbolo de una puerta AND.*
- *Copia la tabla de verdad de la puerta AND, dada al lado.*

• *Copia y completa la frase:*

La salida de una puerta AND está en 1 lógico sólo cuando

| Puerta AND | | |
|------------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Ficha 4

La función OR



iStock_000001729247Small

Un sistema sencillo de alarma antirrobo puede incorporar varios sensores:

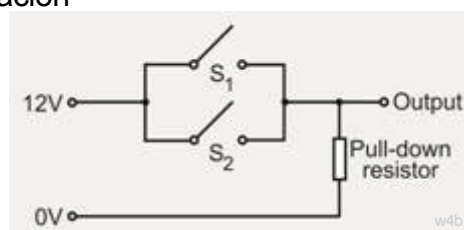
- sensores de puerta, para detectar cuando se abre una de las puertas,
- un sensor de presión, para detectar cambios en la presión del aire causados por alguien que rompe una ventana,
- un sensor de inclinación, para avisar cuando el coche está siendo remolcado.

El sistema de control electrónico activará la alarma si la puerta sensor **O** el sensor de presión **O** la inclinación

sensor **O**

Esta es una aplicación de la función lógica OR.

La función OR puede visualizarse mediante interruptores, como se muestra al lado. En esta ficha se estudia la función OR mediante una puerta lógica OR.



Te toca a ti:

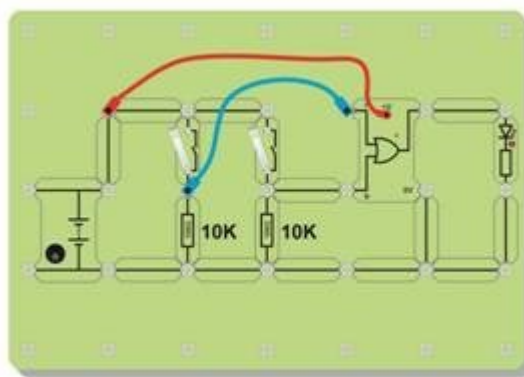
Configure el circuito mostrado, con la fuente de alimentación DC ajustada a 6V. Conecte un LED de la salida de la puerta a 0V.

Como antes, hay que hacer cuatro series de mediciones.

El primer juego tiene ambos interruptores abiertos (apagados).

Con el multímetro en el rango de 20 V CC, mida el tensiones en la entrada A, en la entrada B y en la salida de la puerta OR.

Copia la tabla que se muestra a continuación.



w4c

| Interruptor 1 | Interruptor 2 | Entrada A tensión | Entrada B tensión | Voltaje de salida edad | Estado de LED |
|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------|
| Abierto (apagado) | Abierto (apagado) | | | | |
| Abierto (apagado) | Cerrado (encendido) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Abierto (apagado) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Cerrado (encendido) | | | | |

Registra las mediciones que acabas de realizar, en la primera fila, incluido el estado (encendido / apagado) del LED.

El procedimiento es el mismo que en la última hoja de trabajo. Para las cuatro combinaciones de posiciones de los interruptores, mide las tensiones en las entradas A y B de la puerta OR, y luego en la salida de la puerta.

Registre todas las mediciones en la tabla y, como de costumbre, anote si el LED conectado a la salida está encendido o apagado.

Ficha 4

La función OR

¿Y qué?

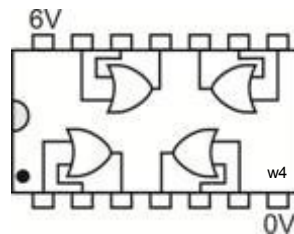
Una vez más, el 1 lógico o es un voltaje mayor que 4,2V y el 0 lógico es menor que 1,8V. Utiliza esto y tus medidas para completar la tabla verdadero-falso de la puerta OR.

| Entrada A | Entrada B | Salida |
|-----------|-----------|--------|
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

La función lógica OR es otra función sencilla.

La salida del sistema será 1 lógico cuando la entrada A **O** la entrada B (**O** la entrada C, etc., si hay más entradas) sea 1 lógico (o todas sean 1 lógico).

Una forma de implementar la función OR es utilizar una puerta OR. Hay un chip CMOS de 2 entradas con el número 4071. El pinout para este chip se muestra a continuación.



Una vez más, hay cuatro puertas en el chip.

En la página 5, se señalaba que las entradas de las puertas lógicas CMOS no deben dejarse desconectadas - no deben "flotar".

Como se explica en la última hoja de trabajo, conecte las *entradas* no utilizadas a la línea de alimentación más cercana, pero deje las *salidas* no utilizadas. Se situarán en el nivel lógico apropiado dependiendo de las señales que se apliquen a las entradas.

Para que lo sepas:

- Copia el diagrama que muestra cómo se puede realizar la función OR utilizando interruptores.
- Explica por qué el diagrama puede denominarse puerta OR.
- Copia y rotula el símbolo de una puerta OR.
- Copia la tabla verdadero-falso de la puerta OR, dada al lado.
- Copia y completa la frase:
La salida de una puerta OR está en 1 lógico cuando

| Puerta OR | | |
|-----------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Ficha 5

La función NAND



La imagen muestra la placa de circuito bajo el soporte de la puerta NOT, que utilizó anteriormente.

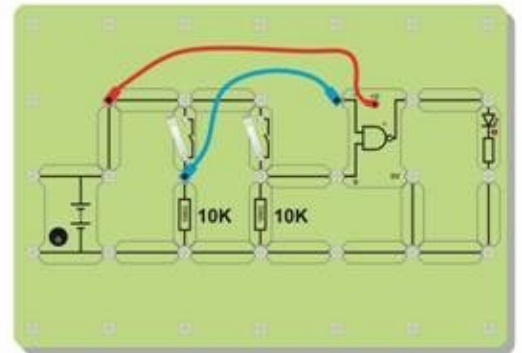
El número de serie del chip es 4011, que es el número de un tipo diferente de puerta lógica, llamada puerta NAND. En esta ficha se examina

Esta hoja de trabajo examina el comportamiento de este tipo de puerta, y muestra cómo puede utilizarse para proporcionar la función lógica NOT utilizada en la hoja de trabajo 2. También veremos que la función lógica NAND se presta a aplicaciones como el control del sistema de alarma del cinturón de seguridad de un automóvil.

Te toca a ti:

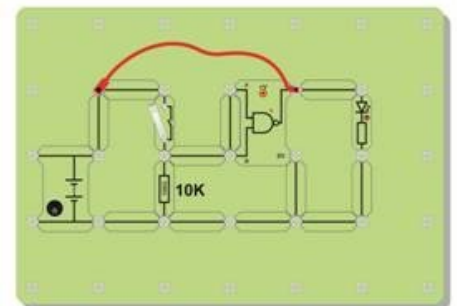
Configure el circuito mostrado, con la fuente de alimentación DC ajustada a 6V. Una vez más, conecte un LED desde la salida de la puerta a 0V.

Siga el mismo procedimiento que antes para completar la tabla con sus mediciones de tensión, y con el estado del LED, para cada una de las cuatro combinaciones de posiciones del interruptor.



| Interruptor 1 | Interruptor 2 | Entrada A tensión | Entrada B tensión | Salida tensión | Estado de LED |
|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------|
| Abierto (apagado) | Abierto (apagado) | | | | |
| Abierto (apagado) | Cerrado (encendido) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Abierto (apagado) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Cerrado (encendido) | | | | |

Reorganiza el circuito, como se muestra en la segunda imagen, eliminando una unidad de conmutación y uniendo las entradas de la puerta NAND con un eslabón de conexión. Copia la segunda tabla. Apague el interruptor. Mide la tensión en las entradas de la puerta y luego en la salida. Anota ambas en la segunda tabla, junto con el estado del LED. A continuación, cierre el interruptor. Repite las mediciones y anótalas también en la tabla.



| Unidad de conmutación | Entrada tensión | Salida tensión | Estado de LED |
|-----------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Abierto (apagado) | | | |
| Cerrado (encendido) | | | |

Ficha 5

La función NAND

¿Y qué?

Como antes, 1 lógico es un voltaje superior al 70% del voltaje de la capa de alimentación (4,2V en este caso) y 0 lógico es inferior al 30% (aquí 1,8V). Utiliza esta información y las medidas de tu primera tabla de resultados para completar la tabla verdadero-falso de la puerta NAND.

Una posible aplicación automovilística de la función lógica NAND es la alarma de advertencia del cinturón de seguridad. Supongamos:

- el sensor del cinturón de seguridad emite una señal lógica 1 cuando el cinturón de seguridad está abrochado, y una señal lógica 0 cuando no lo está;
- la alarma se activa cuando recibe una señal lógica 1.

La función NAND activa la alarma cuando se desabrocha cualquier cinturón de seguridad.

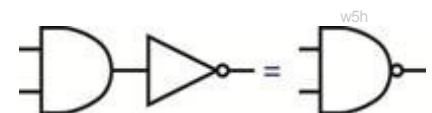
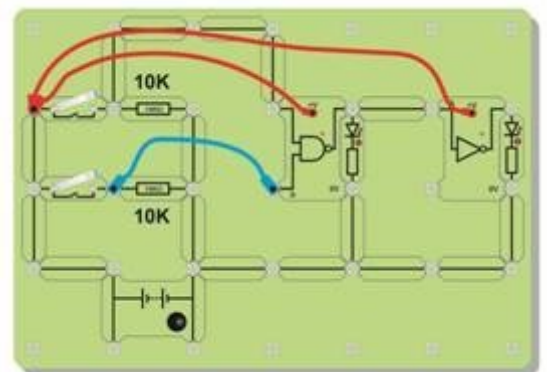
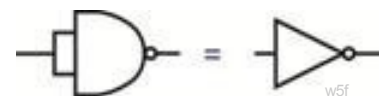
En la segunda parte de la investigación se reorganizó el circuito de modo que las dos entradas de la compuerta NAND estuvieran unidas. Una unidad de conmutación introdujo señales en la compuerta. Compara tu resultados con los que obtuviste en la primera parte de la hoja de ejercicios 2. La puerta NAND se comporta ahora como una puerta NOT.

Compara las tablas verdaderas de las funciones AND y NAND. Observa que son opuestas. Cuando una da salida lógica 1, la otra da salida lógica 0, y así sucesivamente. La función NAND puede generarse mediante una puerta AND seguida de una puerta NOT. Compruébalo construyendo y probando el circuito mostrado.

Para que lo sepas:

- Copia y rotula el símbolo de una puerta NAND.
- Copia la tabla verdadero-falso de la puerta NAND.
- Copia y completa la frase:
La salida de una puerta NAND está en 1 lógico cuando cualquiera de las entradas está en lógico.
- Copia el diagrama que muestra cómo se puede hacer una función NOT a partir de una puerta NAND.
- Copia el diagrama que muestra cómo la combinación AND / NOT genera una función NAND.

| Puerta NAND | | |
|-------------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |



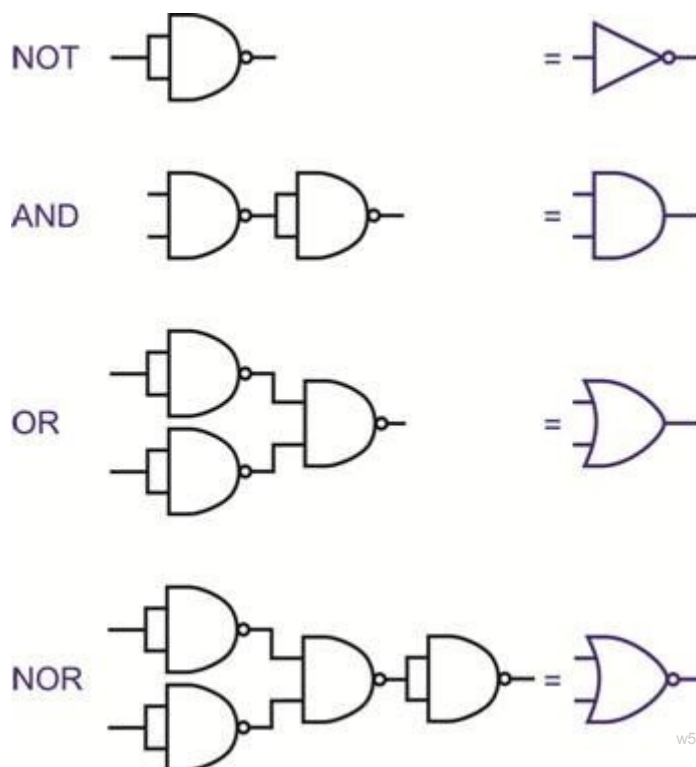
| Puerta NAND | | |
|-------------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Ficha 5

La función NAND

Utilización de puertas NAND para generar otras funciones lógicas

El diagrama muestra cómo se pueden utilizar las puertas NAND para generar la otra función lógica:



Surge la pregunta -

¿Por qué utilizar varias puertas lógicas NAND para hacer el trabajo que haría una puerta lógica discreta?

La respuesta -

Las puertas lógicas comunes de 2 entradas están dispuestas de cuatro en cuatro. Si sólo quieres una, sigues utilizando un chip. Utilizar puertas NAND sigue siendo una solución de un chip, incluso para generar la función NOR. Incluso puede resultar más barato si se puede comprar al por mayor un solo tipo de chip.

(En los casos en los que se combinan varias funciones lógicas, puede ser posible cancelar funciones NOT adyacentes, lo que supone un ahorro aún mayor. Esto se conoce como minimización de puertas, pero está fuera del alcance del presente curso).

Ficha 6

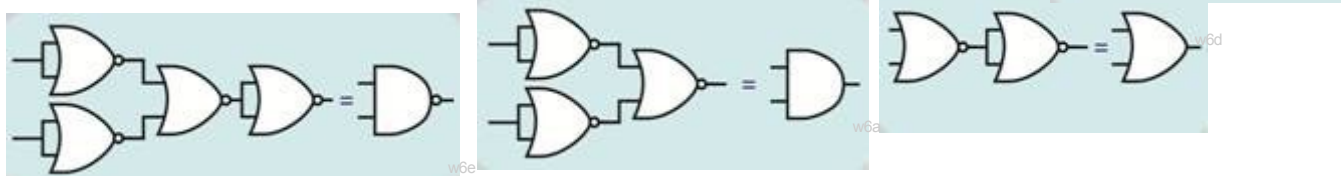
La función NOR



Puede que la función NOR sea la última que estudiemos, pero no es ni mucho menos la menos importante. Quizá por ello, la serie de puertas lógicas CMOS comienza con el número de serie 4000, un chip con una puerta NOR de 3 entradas, y luego el 4001, una puerta NOR de 2 entradas.

Al igual que con la función NAND, las puertas NOR pueden combinarse entre sí para generar cualquier otra función lógica. Los diagramas muestran cómo hacerlo.

De este modo, se ahorran costes gracias a las técnicas de minimización de compuertas técnicas de minimización de puertas, que están fuera del alcance de este curso, o por la economía de escala de escala de la compra al por mayor.



Te toca a ti:

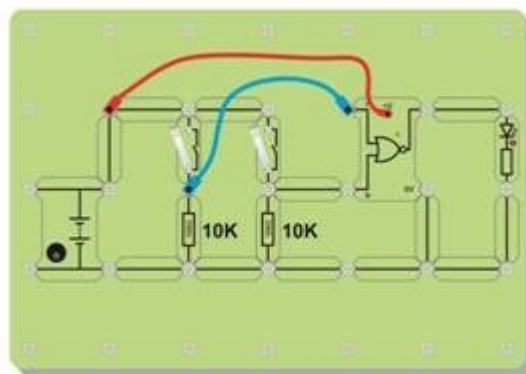
Configure el circuito mostrado, con la fuente de alimentación DC ajustada a 6V. Conecte un LED de la salida de la puerta a 0V.

Como antes, hay que hacer cuatro series de mediciones.

El primer juego tiene ambos interruptores abiertos (apagados).

Con el multímetro en el rango de 20 V CC, mide las tensiones en la entrada A, en la entrada B y en la salida de la puerta NOR.

Copia la tabla que se muestra a continuación.



| Interruptor 1 | Interruptor 2 | Tensión de entrada A | Tensión de entrada B | Tensión de salida | Estado de LED |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| Abierto (apagado) | Abierto (apagado) | | | | |
| Abierto (apagado) | Cerrado (encendido) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Abierto (apagado) | | | | |
| Cerrado (encendido) | Cerrado (encendido) | | | | |

Registra las mediciones que acabas de realizar, en la primera fila, incluido el estado (encendido / apagado) del LED.

Ficha 6

La función NOR

¿Y qué?

Copie la tabla de verdad que aparece aquí:

Como antes, 1 lógico es una tensión superior a 4,2V y 0 lógico es inferior a 1,8V.

Utiliza esta información y tus mediciones para completar la tabla verdadero-falso de la puerta NOR.

| Puerta NOR | | |
|------------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |



Una posible aplicación automovilística de la función lógica NOR es el sistema de aire acondicionado.

No tiene sentido intentar enfriar el habitáculo del vehículo cuando una de las puertas está abierta.

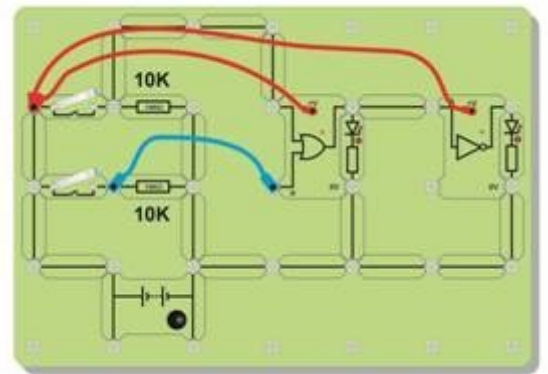
Supongamos que:

- hay dos puertas;
- los sensores de puerta emiten un 1 lógico cuando la puerta está abierta y un 0 lógico cuando está cerrada;
- el aire acondicionado se apaga cuando recibe una señal lógica 0 del sistema lógico de la puerta.

La función NOR permite que el aire acondicionado funcione sólo cuando ambas puertas están cerradas.

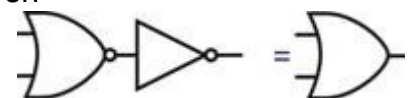
Compara las tablas de verdad de las funciones OR y NOR. Observa que son opuestas. Cuando una da salida lógica 1, la otra da salida lógica 0, y así sucesivamente. Esto significa que la función NOR puede ser generada por una puerta OR seguida de una puerta NOT.

Compruébalo construyendo y probando el circuito que se muestra en



w6h

la fotografía. Esta relación se muestra en el diagrama de al lado:



w6j

Para que lo sepas:

- Copia y rotula el símbolo de una puerta NOR.
- Copia la tabla de verdad de la puerta NOR, dada al lado.
- Copia y completa la frase:

La salida de una puerta NOR está en 0 lógico sólo cuando¹....

| Puerta NOR | | |
|------------|-----------|--------|
| Entrada A | Entrada B | Salida |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

- Copia el diagrama que muestra cómo la combinación OR / NOT genera una función NOR.

Ficha 7

Lógica programable

El enfoque moderno de las funciones lógicas consiste en utilizar un sistema programable para generarlas.

El kit de Locktronics incluye un soporte para microcontroladores PIC, que puede albergar hasta ocho programas.

Para este módulo, se ha programado para ofrecer una variedad de funciones lógicas, dependiendo del programa seleccionado con los interruptores selectores.

Programas 0 a 3:

- Programa 0 - Función AND de 2 entradas
- Programa 1 - Función OR de 2 entradas
- Programa 2 - Función NAND de 2 entradas
- Programa 3 - Función NOR de 2 entradas



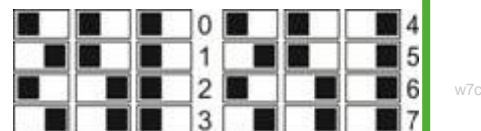
Lista de control PIC

Cuando utilice el PIC asegúrese de que:

- El interruptor de alimentación está en la posición "6V".
- Los interruptores selectores son los que se muestran en cada ejercicio
- El LED del PIC parpadea tres veces al pulsar el interruptor de reinicio y permanece encendido
- Tu fuente de alimentación está ajustada a 6V
- Has conectado los cables PIC +6V y 0V a cada lado de los terminales de la batería

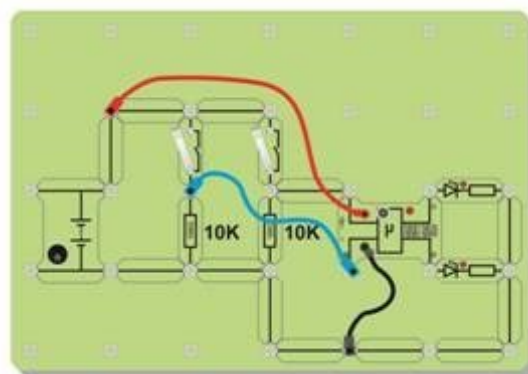
El selector conmuta:

Los programas se seleccionan moviendo los interruptores selectores a las posiciones adecuadas. Éstas se muestran en la parte superior del soporte del PIC. El mismo diagrama se muestra al lado.



Te toca a ti:

Todos los programas tienen dos entradas y dos salidas, aunque para los programas 0 a 3, las salidas se duplican. El circuito que se muestra al lado le permite investigar los ocho programas almacenados en el carrier PIC. Seleccione el programa 0 en el microcontrolador Locktronics, deslizando todos los selectores hacia la izquierda, como se muestra. Configure el circuito, con la fuente de alimentación DC a 6V. Observe que dos cables voladores, el rojo y el negro, son necesarios para alimentar el portador PIC.



Pulsa el botón de reset. El microcontrolador se comporta ahora como una puerta AND de 2 entradas. Pruébalo pasando por todas las posiciones de los interruptores de entrada y observando el estado del LED de salida. A continuación, desconecte los cables de alimentación y retire el soporte del PIC. Selecciona el programa 1. Vuélvelo a colocar y vuelve a conectar los cables de alimentación. Pulse el botón de reinicio. El microcontrolador se comporta ahora como una puerta OR de 2 entradas. Pruébalo de la misma manera que antes.

Haz lo mismo con los programas 2 y 3.



Ajustes del interruptor para el programa 0



Ajustes del interruptor para el programa 1

Ficha 7

Lógica programable



Programas 4 a 7: Programa 4 -Controlador de faros
Programa 5-Alarma de advertencia de peligro Programa 6-Alarma de cinturón de seguridad
Programa 7 -Controlador ABS

¿Y qué?

Todos los programas tienen dos entradas y dos salidas. Los interruptores de entrada y los LED de salida simulan el comportamiento de distintos circuitos de un vehículo moderno. La finalidad de los interruptores y los LED cambia de un programa a otro. El circuito es exactamente el mismo que el que utilizaste para probar los programas 0 a 3. Prueba cada programa, utilizando la información dada a continuación.

Programa 4:

- Con los faros apagados, al cerrar el conmutador B se encienden tanto las luces de carretera como las de cruce (como cuando el conductor "enciende" los faros durante el día).
- Con los faros encendidos, el conmutador B selecciona las luces de carretera o las de cruce.

| Interruptor A | Interruptor de encendido/apagado del faro |
|---------------|---|
| Interruptor B | Selector de luz de carretera / cruce |
| LED C | Luces de carretera |
| LED D | Luces de cruce |

Programa 5:

- Normalmente, al cerrar el interruptor A, el indicador izquierdo parpadea.
- Cuando el interruptor de las luces de emergencia está conectado, ambos intermitentes parpadean, independientemente del estado del interruptor de los intermitentes. (Se utiliza una frecuencia diferente para realzar el efecto).

| Interruptor A | Interruptor indicador |
|---------------|------------------------------|
| Interruptor B | Interruptor de emergencia |
| LED C | Indicador luminoso izquierdo |
| LED D | Indicador luminoso derecho |

Programa 6:

Cuando la llave de contacto está conectada, la alarma del cinturón de seguridad parpadea en un LED y luego en el otro hasta que el cinturón de seguridad esté abrochado, (interruptor B cerrado.)

| Interruptor A | Interruptor de encendido |
|---------------|---------------------------------|
| Interruptor B | Sensor de cinturón de seguridad |
| LED C | Alarma de cinturón de seguridad |
| LED D | Alarma de cinturón de seguridad |

Programa 7:

- Cuando se accionan los frenos, se enciende la luz de freno.
- Si una rueda se "bloquea" (deja de girar, simulado por el cierre del interruptor del sensor de la rueda,) la luz de freno permanece encendida, pero el actuador de presión pulsa la presión del líquido de frenos a esa rueda.

| Interruptor A | Interruptor del pedal de freno |
|---------------|-----------------------------------|
| Interruptor B | Sensor de rueda |
| LED C | Luz de freno |
| LED D | Actuador de la presión de frenado |

Introducción

El curso es esencialmente práctico. El equipo Locktronics hace que sea sencillo y rápido construir e investigar circuitos eléctricos. El resultado final puede ser exactamente igual al esquema del circuito, gracias a los símbolos impresos en cada soporte de componente.

Objetivo

El curso introduce a los estudiantes en la electrónica digital en el contexto de la automoción. Lo hace a través de una serie de experimentos prácticos que permiten a los estudiantes unificar el trabajo teórico con las habilidades prácticas. Aunque el contenido se centra en las aplicaciones de automoción, el curso puede ser utilizado por un amplio abanico de estudiantes.

Conocimientos previos

Se recomienda que los estudiantes hayan seguido los cursos "Electricity Matters 1" y "Electricity Matters 2", o que tengan conocimientos y experiencia equivalentes en la construcción de circuitos sencillos y en el uso de multímetros.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar con éxito este curso el alumno:

- Recordemos que una cantidad análoga es aquella que copia el comportamiento de otra;
- Recuerda que una señal analógica puede tener cualquier valor de tensión, normalmente entre las tensiones de los raíles de alimentación;
- Recuerda que una cantidad digital sólo tiene dos estados posibles, conocidos como "apagado" y "encendido" o "0 lógico" y "1 lógico";
- Recordemos que las señales digitales pueden regenerarse para eliminar los efectos del ruido y la distorsión, mientras que las señales análogas no;
- utilizar un LED y una resistencia en serie para comprobar el estado de salida de un sistema lógico;
- configurar una unidad de conmutación para que emita una señal lógica 1 cuando se pulse el conmutador, y lógica 0 cuando no se pulse;
- configurar una unidad de conmutación para emitir el comportamiento inverso;
- probar y, por tanto, identificar una función lógica utilizando dos unidades de interruptor y una unidad de LED;
- saber que, para las puertas lógicas CMOS, lógica 1 es cualquier tensión superior al 70% de la tensión de alimentación, y lógica 0 es todo lo que sea inferior al 30% de la tensión de alimentación;
- explicar por qué no se debe permitir que las entradas CMOS "floten";
- identificar una puerta lógica a partir de su símbolo, utilizando símbolos ANSI o BS;
- completar las tablas de verdad que describen las funciones lógicas NOT, AND, NAND, OR y NOR;
- reconocer y describir por escrito el comportamiento de las puertas lógicas NOT, AND, NAND, OR y NOR;
- saber conectar las puertas NAND para realizar las siguientes funciones lógicas: NOT, AND, OR y NOR;
- ofrecen una ventaja para sustituir las puertas lógicas por su equivalente en puerta NAND;
- saber que las funciones lógicas pueden ser producidas por sistemas lógicos programables;
- comprender las ventajas de utilizar sistemas lógicos programables para generar funciones lógicas.

Progresión

El contenido de este módulo prepara a los electricistas de automóviles para trabajar con sensores y actuadores de vehículos y, a partir de ahí, con el protocolo de bus CAN. Matrix Multimedia ofrece módulos adecuados para cubrir estas áreas de estudio. Para más información, consulte el sitio web www.matrixmultimedia.com.

Qué necesitará el alumno:

Para completar el curso de Introducción a la electrónica digital, el alumno necesitará el El equipo se muestra en la tabla. Además, el alumno necesitará:

- 1 multímetro

Fuente de alimentación:

Las investigaciones de este módulo requieren una fuente de alimentación de CC como la HP2666, que es una fuente de alimentación de CC justificable que ofrece tensiones de salida de 3 V, 4,5 V, 6 V, 7,5 V, 9 V o 12 V, con corrientes típicamente de hasta 1 A.

La tensión se modifica girando el selector giratorio situado justo encima de la clavija de masa hasta que la flecha señale la tensión deseada.

(El instructor puede decidir hacer cualquier ajuste necesario al voltaje de la fuente de alimentación, o puede al- bajo a los estudiantes para hacer esos cambios).

Programa Locktronics PIC

El Locktronics PIC en esta solución necesita tener el programa apropiado descargado en él. El programa tiene el número de pieza LK7603. Este programa está contenido en el CD ROM LK6492 que se suministra con este equipo. El programa puede descargarse utilizando Flowcode o la utilidad de descarga PPP que está disponible en el sitio web de Matrix. Este programa se carga en el Locktron-ics PIC cuando se envía como parte de la solución de Introducción a la electrónica digital.

Encontrará más información sobre la descarga del programa en el PIC Locktronics utilizando el software Locktronicsprog en el sitio web de Matrix: www.matrixmultimedia.com.

| Cantidad | Código | Descripción |
|----------|-----------|--|
| 1 | LK8275 | Soporte de alimentación con símbolo de batería |
| 16 | LK5250 | Enlace de conexión |
| 2 | LK5203 | Resistencia - 10K, 1/4W, 5% (DIN) |
| 2 | LK6209 | Interruptor de encendido/apagado (no se mueve, tira giratoria lateral) |
| 2 | LK6635 | LED, rojo, 5V (DIN) |
| 1 | LK6864 | NOR - Conector de pala del cable de +5 V - ANSI |
| 1 | LK6860 | AND - Conector de pala del cable de +5 V - ANSI |
| 1 | LK6861 | O - Conector de pala del cable de +5 V - ANSI |
| 1 | LK6863 | NAND - Conector de pala de +5 V - ANSI |
| 1 | LK6860 | NOT - Conector de pala del cable de +5 V - ANSI |
| 1 | LK8900 | Zócalo de 7 x 5 con pilares de 4 mm |
| 1 | HP2666 | Fuente de alimentación internacional con adaptadores |
| 1 | LK4221-56 | Introducción a la incrustación electrónica digital (DIN) |
| 1 | HP5540 | Bandeja profunda |
| 1 | HP4039 | Tapa para bandejas de plástico |
| 1 | HP9564 | Bandeja hija de 62 mm |
| 1 | HP7750 | Inserto de espuma para bandeja hija Locktronics |
| 1 | LK5609 | Plomo - azul - 500 mm, apilable de 4 mm a 4 mm |
| 1 | LK5607 | Plomo - amarillo - 500mm, apilable de 4mm a 4mm |
| 1 | LK5555 | Cable rojo de 2 mm a 4 mm para puerta lógica |
| 1 | LK5556 | Cable negro de 2 mm a 4 mm para puerta lógica |
| 1 | LK6231 | Resistencia - 50K, 1/4W, 5% (DIN) |
| 1 | LK6492 | CD ROM con el plan de estudios |
| 1 | LK7290 | Fototransistor |
| 1 | LK4000 | Locktronics Guía del usuario |
| 1 | LK4690 | Portador PIC reprogramable por USB |



Fuente de alimentación Locktronics HP2666 con lector de tensión

Usando este curso:

Se espera que la serie de experimentos impartidos en este curso se integre con tutorías docentes o en pequeños grupos que introduzcan la teoría que subyace al trabajo práctico, y la refuercen con ejemplos escritos, tareas y cálculos.

Las hojas de trabajo deben imprimirse / fotocopiarse / plastificarse, preferiblemente en color, para uso de los alumnos. Hay que animar a los alumnos a que tomen sus propias notas y a que copien las tablas de resultados y las secciones marcadas como "Para su archivo". Es poco probable que necesiten una copia permanente de cada ficha.

Cada hoja de trabajo tiene:

- una introducción al tema investigado;
- instrucciones paso a paso para la investigación que sigue;
- Una sección titulada "¿Y qué?", que pretende cotejar y resumir los resultados y ofrecer algunos trabajos de ampliación. Su objetivo es fomentar el desarrollo de ideas mediante la colaboración con los participantes y con el profesor.
- una sección titulada "Para su registro", que puede copiarse y cumplimentarse en los cuadernos de ejercicios de los alumnos.

Este formato fomenta el autoaprendizaje y permite a los alumnos trabajar al ritmo que mejor se adapte a sus capacidades. El profesor debe comprobar que la comprensión de los alumnos sigue el ritmo de su progreso en las fichas. Una forma de hacerlo es "firmar" cada hoja de trabajo a medida que el alumno la completa y, al mismo tiempo, mantener una breve charla con él para evaluar la comprensión de las ideas contenidas en los ejercicios.

Hora:

Los alumnos tardarán entre cuatro y seis horas en completar las hojas de trabajo.

Se prevé que se necesitará un periodo de tiempo similar para apoyar el aprendizaje resultante.

| Trabajo- hoja | Notas para el instructor | Timing |
|------------------|--|--------------|
| 1 | <p>El primer objetivo es distinguir entre señales analógicas y digitales. Esta hoja de ejercicios establece dos subsistemas de detección, uno analógico y otro digital.</p> <p>Los alumnos deben realizar mediciones de tensión en un multímetro digital (DMM). Es posible que algunos no lo hayan hecho desde hace tiempo y necesiten que se les recuerde cómo hacerlo. El primer punto importante es que utilicen las tomas correctas del medidor. El segundo es que elijan una escala adecuada. Como el medidor puede medir magnitudes de corriente alterna y continua, el profesor debe recordarles los símbolos utilizados para los rangos de corriente alterna y continua. El símbolo de CC figura en la hoja de ejercicios.</p> <p>No se realiza ningún registro de las mediciones, ya que se trata simplemente de darse cuenta de que la señal analógica puede tomar cualquier valor (entre 0V y 6V - las tensiones de alimentación,) mientras que la señal digital tiene uno de los dos valores de tensión.</p> <p>La sección "Y qué" señala que, debido a la naturaleza de la transmisión de señales eléctricas, las señales digitales utilizan bandas de voltajes para representar señales digitales, de modo que, en un sistema TTL (Transistor-Transistor-Lógico, una de las familias de puertas lógicas), por ejemplo, cualquier voltaje de 0 V a 0,8 V se toma como 0 lógico, y cualquier voltaje de 3,5 V a 5 V (el voltaje máximo para un sistema TTL) como 1 lógico.</p> <p>Las señales pueden tener tensiones entre estas bandas (por desgracia.) El resultado es ambiguo. El sistema las considerará como 0 lógico o 1 lógico, pero no se sabe exactamente cuál y puede variar de un sistema a otro, e incluso de un día a otro.</p> <p>Esta sección también introduce la idea de regeneración, según la cual una señal digital puede volver a su estado original, eliminando los efectos de las señales de ruido añadidas y de la distorsión (cuando los componentes del sistema no reproducen la señal con precisión). (La otra ventaja del procesamiento digital es que permite detectar y corregir errores, mientras que las señales analógicas no).</p> <p>La naturaleza lógica de los circuitos lógicos se demuestra en la última actividad de esta ficha. Los alumnos comprueban que si se da la vuelta a la unidad de conmutación, la señal queda "al revés". Inicialmente, al pulsar el conmutador se genera una señal lógica 1, y al no pulsarlo un 0 lógico. Una vez invertido, al pulsar el interruptor se genera un 0 lógico, y al no pulsarlo un 1 lógico.</p> | 20 - 30 mins |
| 2 | <p>Esta ficha presenta la primera y más sencilla puerta lógica, la puerta NOT.</p> <p>Antes, la introducción hace la necesaria distinción entre puertas lógicas y funciones lógicas. Lo más importante es la función lógica. Hay varias maneras de implementar una función lógica. En electrónica digital, se puede utilizar una puerta lógica dedicada y discreta, se puede utilizar una serie de puertas NAND, o puertas NOR, o utilizar un sistema programable. En un frente más amplio, las puertas lógicas ópticas producen las mismas funciones lógicas, pero utilizando luz láser, para acelerar el proceso de conmutación. La tecnología puede diferir, pero todas producen los mismos resultados en términos de funciones lógicas.</p> <p>La introducción también contiene una importante tabla de símbolos lógicos, tanto en formato ANSI como en formato BS (a veces denominado SB). Los alumnos pueden encontrarse con otros formatos, como el sistema de la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional).</p> <p>Continúa en la página siguiente...</p> | 30 - 40 mins |

| Hoja de trabajo | Notas para el instructor | Timing |
|-----------------|---|--------------|
| 2 | <p>Continúa de la página anterior...</p> <p>La investigación consiste en montar una unidad de conmutación y utilizarla para generar una señal de entrada digital para una puerta NOT. A partir de ahí, los alumnos construyen unpara la puerta NOT. A continuación, invierten la unidad de conmutación, pero observan que esto no tiene ningún efecto sobre la propia función NOT.</p> <p>La sección "Y qué" detalla las bandas de tensión utilizadas por las puertas CMOS (como la utilizada en el portador de puerta NOT de Locktronics), y los estudiantes utilizan esta información para convertir sus mediciones de tensión en niveles lógicos y reconstruir la tabla verdadero-falso.</p> <p>A continuación, los alumnos investigan qué ocurre cuando se retira la resistencia de la unidad de conmutación. En general, se trata de un movimiento poco aconsejable para las puertas CMOS.</p> <p>Las entradas funcionan con corrientes mínimas, por lo que pueden verse afectadas por campos electromagnéticos parásitos, como las transmisiones de radio, televisión y telefonía móvil. Como resultado, las entradas pueden conmutar rápidamente entre 0 y 1 lógicos. Al hacerlo, consumen suficiente corriente para provocar un sobrecalentamiento local que puede dañar el circuito integrado. La regla, por lo tanto, es que no se debe permitir que las entradas CMOS "floten", sino que deben ser "bajadas" al carril de 0V, o "subidas" al carril positivo de alimentación, mediante una resistencia. El portador NOT de Locktronics tiene entradas no conectadas conectadas internamente a 0V por una resistencia de gran valor.</p> <p>Como anticipo de lo que está por venir, los alumnos comprueban el número de serie del chip utilizado en el portador NOT. Las puertas NOT CMOS llevan el número de serie 4049. Sin embargo, la utilizada en el soporte es una 4011, una puerta NAND. Esto pone de manifiesto que a menudo es más apropiado generar funciones lógicas utilizando otras puertas lógicas, especialmente puertas NAND.</p> | |
| 3 | <p>En esta ficha se estudia el comportamiento de una puerta AND. Presenta dos situaciones en las que podría encontrarse la función AND en un coche.</p> <p>La introducción señala una forma sencilla de ver la función AND como dos interruptores en serie. Vale la pena que el instructor dedique tiempo a explicar esta imagen. El diagrama de la página 7 incluye una resistencia pull-down, para asegurar que la salida se sitúa en 0 lógico cuando cualquiera de los interruptores está abierto. Una vez más, es necesario hacer hincapié en la importancia de esto.</p> <p>Los alumnos montan dos conmutadores y los utilizan para introducir cuatro combinaciones de señales lógicas. Midiendo las tensiones de entrada y salida, completan una tabla de resultados, que luego convierten en niveles lógicos, y generan la tabla de verdad de la puerta AND.</p> <p>Se les anima a ver la función AND como una función que genera una salida lógica 1 sólo cuando ambas entradas están en 1 lógico.</p> <p>La sección "Y qué" incluye el esquema de un circuito integrado CMOS 4081. Parte de la importancia es resaltar de nuevo la necesidad de evitar las entradas flotantes. Los estudiantes más entusiastas a menudo llevan este mensaje demasiado lejos y conectan las salidas no utilizadas a la línea de alimentación más cercana. Esto es desafortunado, porque la naturaleza de la función lógica aplicada por la puerta puede tratar de conducir la salida a la lógica 1, mientras que el estudiante la ha conectado al carril de 0V, o viceversa. El mensaje entonces es que las salidas se cuidan solas. Sólo las entradas no utilizadas requieren nuestra atención.</p> | 20 - 30 mins |

| Hoja de trabajo | Notas para el instructor | Calendario |
|-----------------|--|--------------|
| 4 | <p>Ahora se utiliza un enfoque similar para investigar la puerta OR. La introducción señala una forma de ver la función OR como dos interruptores en paralelo. De nuevo, el diagrama incluye una resistencia pull-down, para asegurar que la salida se sitúa en 0 lógico cuando ambos interruptores están abiertos. El significado de ambos puntos debe ser enfatizado por el instructor.</p> <p>Analiza una aplicación típica, el sistema de seguridad del automóvil, aunque los detalles de los sensores utilizados decidirán qué función lógica se necesita.</p> <p>Como antes, la discusión en la sección "Y qué" conduce a la construcción de la tabla de verdad para la puerta OR.</p> | 20 - 30 mins |
| 5 | <p>En esta ficha se estudia el comportamiento de una puerta NAND. Los alumnos montan dos conmutadores y los utilizan para introducir cuatro combinaciones diferentes de señales lógicas. Midiendo las tensiones de entrada y salida, completan una tabla de resultados que luego convierten en niveles lógicos y generan la tabla de verdad de la puerta NAND.</p> <p>Se les anima a considerar la función NAND como una función que genera una salida lógica 1 cuando cualquiera de las entradas está en 0 lógico. El sistema de aviso del cinturón de seguridad de un coche es una posible aplicación de esta función. En realidad, depende de cómo esté configurado el sensor del cinturón de seguridad. Esta aplicación supone que el sensor emite un 0 lógico cuando el cinturón de seguridad no está abrochado, y un 1 lógico cuando lo está, y supone que la alarma se activa cuando la función lógica emite un 0 lógico. Otras configuraciones requerirán una función lógica diferente.</p> <p>Los alumnos reproducen el efecto de una puerta NOT conectando las entradas de la puerta NAND mediante un eslabón de conexión y utilizando una sola unidad de conmutación para introducir las señales digitales. Pueden comprobar que esta disposición genera la función lógica NOT.</p> <p>A continuación, construyen una combinación de una puerta AND y una puerta NOT y demuestran que juntas generan la función NAND. Un diagrama muestra esto utilizando símbolos de circuito.</p> <p>La página 12 está dedicada a la idea de que las puertas NAND pueden combinarse entre sí para producir cualquier otra función lógica. Los diagramas muestran cómo hacerlo. Los alumnos pueden desear, o se les puede pedir, que monten estos sistemas para confirmar lo que ocurre.</p> <p>Esta sustitución se justifica en cierta medida por la reducción de los costes de compra y almacenamiento si sólo se utiliza un tipo de CI.</p> | 30 - 40 mins |

| Hoja de trabajo | Notas para el instructor | Timing |
|-----------------|--|--------------|
| 6 | <p>La función NOR es la última de las cinco en estudiarse, pero no por su escasa importancia. En la introducción se señala que, al igual que la puerta NAND, las puertas NOR pueden combinarse para generar cualquier función lógica. Los diagramas de la introducción muestran cómo hacerlo. (La razón por la que las puertas NAND y NOR ofrecen esta facilidad, mientras que las puertas AND y OR no, se debe a la capacidad de NAND y NOR para generar funciones NOT.</p> <p>A partir de ahí, se puede acceder a todas las demás funciones).</p> <p>La tabla de verdad se investiga de la forma habitual. Se ve que es la inversa de la puerta OR, por lo que se pide a los alumnos que construyan un sistema utilizando una puerta OR y una puerta NOT para generar la función NOR.</p> <p>Cualquier aplicación que "apaga algo" cuando algo "se enciende" requiere una función NOR. En esta ficha se analiza el aire acondicionado de un vehículo, que se apaga cuando se abre cualquier puerta. Como de costumbre, los requisitos exactos dependen de la orientación de los sensores.</p> | 20 - 30 mins |
| 7 | <p>Esta hoja de ejercicios introduce a los alumnos en el potente y extendido uso de los sistemas programables.</p> <p>En este caso, un microcontrolador PIC está preprogramado con ocho programas. Este micro requiere una fuente de alimentación de 6 V CC.</p> <p>Los programas simulan diversas funciones y sistemas lógicos. Todos tienen dos entradas, proporcionadas por dos conmutadores, y dos salidas, controladas por LED. Por lo tanto, se puede utilizar el mismo circuito para probarlos todos.</p> <p>Se seleccionan de un banco de tres interruptores, configurándolos con el equivalente binario al número decimal del programa. Por ejemplo, para seleccionar el programa 5, los conmutadores se configuran en '101'. (El conmutador selector de la izquierda, visto desde arriba, proporciona el bit menos significativo de este número: las 'unidades').</p> <p>Es posible que los alumnos necesiten ayuda al principio para seleccionar los programas. Deben hacerlo sin que el sistema esté conectado a la corriente y pulsar el botón de reinicio después de restablecer la alimentación del sistema.</p> <p>Los cuatro primeros programas, numerados del 0 al 3, simulan el comportamiento de las puertas lógicas de 2 entradas estudiadas en hojas de ejercicios anteriores. Los alumnos deben trabajar con los cuatro programas. Esto les ayuda a comprender el comportamiento de cada función lógica y les demuestra la potencia de un sistema programable. Al cambiar la configuración de los interruptores selector, cambia el comportamiento del sistema.</p> <p>Los cuatro últimos programas están diseñados para integrar las ideas estudiadas hasta ahora en un contexto automotivo. Se ofrece una descripción de cada programa, así como la designación de cada entrada y salida. Los profesores deben comprobar que los alumnos comprenden perfectamente la tarea que realiza cada programa. Si los alumnos los repasan demasiado deprisa, podrían perderse la potencia del sistema programable.</p> | 40 - 60 mins |

| Hoja de trabajo | Notas para el instructor | Timing |
|-----------------|--|--------------|
| Cuestionario | <p>Se ofrece como una forma de evaluar la comprensión por parte del alumno de los temas tratados en las fichas de trabajo.</p> <p>Puede realizarse como una prueba convencional, a la que cada persona responde individualmente, o puede organizarse como una prueba de "pub" para todo el grupo, en la que el instructor divide a los alumnos en equipos.</p> <p>Las preguntas pueden imprimirse para los equipos o proyectarse en una pantalla con un proyector de datos.</p> <p>Las respuestas son:</p> <p>Ronda 1 -</p> <ul style="list-style-type: none">(a) Opción C(b) Opción D(c) Opción B <p>Ronda 2 -</p> <ul style="list-style-type: none">(a) Opción A(b) Opción C <p>Ronda 3 -</p> <ul style="list-style-type: none">(a) Puerta AND(b) Función OR(c) Puerta OR(d) Función NAND(e) Puerta AND | 20 - 30 mins |

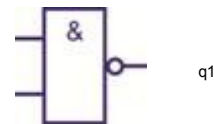
Cuestionario

Ronda 1

- (a) ¿Cuál de las afirmaciones es **incorrecta**?
- A. Una señal digital debe tener un voltaje en una de sólo dos bandas de voltaje.
 - B. Una señal digital puede regenerarse para eliminar los efectos del ruido y la distorsión.
 - C. Una señal digital tiene un voltaje que copia el comportamiento de una magnitud como la temperatura.
 - D. Se puede comprobar una señal digital para detectar errores de transmisión.
- (b) ¿Cuál de los siguientes es el símbolo de una puerta OR?



- (c) ¿Qué función lógica se identifica con el siguiente símbolo?
- A. Y
 - B. NAND
 - C. NOR
 - D. NOT
 - E. O



Ronda 2

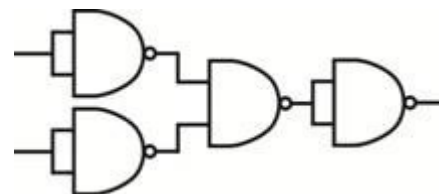
- (a) ¿Qué función lógica describe la siguiente tabla de verdad?

- A. Y
- B. NAND
- C. NOR
- D. NOT
- E. O

| Entrad a A | Entrad a B | Fuera - poner |
|------------------|------------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

- (b) ¿Qué puerta lógica podría sustituir a la combinación que se muestra a continuación?

- A. Y
- B. NAND
- C. NOR
- D. NOT
- E. O



Ronda 3

- (a) ¿Qué puerta lógica de 2 entradas emite un 1 lógico sólo cuando ambas entradas están en 1 lógico?
- (b) ¿Qué función lógica emite un 1 lógico cuando cualquier entrada está en 1 lógico?
- (c) ¿Qué puerta lógica de 2 entradas emite un 0 lógico sólo cuando ambas entradas están en 0 lógico?
- (d) ¿Qué función lógica emite un 1 lógico cuando cualquier entrada está en 0 lógico?
- (e) ¿Qué puerta lógica de 2 entradas tiene una salida que es la inversa de una puerta NAND?

Control de versiones

01 04 2010

Lanzamiento de la primera versión

06 06 2010

Página 5 cambios de formato

Página 7 cambios de texto y reformatado

Páginas 9, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 26 reformatados algunos cuadros

03 08

23 Reformatado al nuevo estilo

Acerca de este documento:

Código LK9392

Desarrollado para el código de producto LK4221 - Introducción a la electrónica digital