

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

Técnicas digitales aplicadas

- ▶ Flip Flops
- ▶ Circuitos secuenciales y conversión A/D
- ▶ Oscilador 555
- ▶ Lógica programable

www.reduserspremium.blogspot.com.ar



USERS

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

Coordinación editorial

Paula Budris

Asesores técnicos

Federico Pacheco

Nuestros expertos

Diego Aranda
Esteban Aredez
Alejandro Fernández
Lucas Lucyk
Luis Francisco Macías
Mauricio Mendoza
Norberto Morel
David Pacheco
Federico Pacheco
Gerardo Pedraza
Mariano Rabioglio
Luciano Redolfi
Alfredo Rivamar
Federico Salguero



Técnico en electrónica es una publicación de Fox Andina en coedición con Dálaga S.A. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, por ningún medio actual o futuro sin el permiso previo y por escrito de Fox Andina S.A. Distribuidores en Argentina: Capital: Vaccaro Sánchez y Cia. S.C., Moreno 794 piso 9 (1091), Ciudad de Buenos Aires, Tel. 5411-4342-4031/4032; Interior: Distribuidora Interplazas S.A. (DISA) Pte. Luis Sáenz Peña 1832 (C1135ABN), Buenos Aires, Tel. 5411-4305-0114. Bolivia: Agencia Moderna, General Acha E-0132, Casilla de correo 462, Cochabamba, Tel. 5914-422-1414. Chile: META S.A., Williams Rebolledo 1717 - Ñuñoa - Santiago, Tel. 562-620-1700. Colombia: Distribuidoras Unidas S.A., Carrera 71 Nro. 21 - 73, Bogotá D.C., Tel. 571-486-8000. Ecuador: Disandes (Distribuidora de los Andes) Calle 7° y Av. Agustín Freire, Guayaquil, Tel. 59342-271651. México: Distribuidora Intermex, S.A. de C.V., Lucio Blanco #435, Col. San Juan Tlihuaca, México D.F. (02400), Tel. 5255 52 30 95 43. Perú: Distribuidora Bolivariana S.A., Av. República de Panamá 3635 piso 2 San Isidro, Lima, Tel. 511 4412948 anexo 21. Uruguay: Espert S.R.L., Paraguay 1924, Montevideo, Tel. 5982-924-0766. Venezuela: Distribuidora Continental Bloque de Armas, Edificio Bloque de Armas Piso 9no., Av. San Martín, cruce con final Av. La Paz, Caracas, Tel. 58212-406-4250.

Impreso en Sevagraf S.A. Impreso en Argentina.

Copyright © Fox Andina S.A. VI, MMXIII.

Anónimo

Técnico en electrónica / Anónimo ; coordinado por Paula Budris. - 1a ed. - Buenos Aires : Fox Andina; Dalaga, 2013.

576 p. ; 27x19 cm. - (Users; 23)

ISBN 978-987-1949-14-4

1. Informática. I. Budris, Paula, coord. II. Título.

CDD 005.3

En esta clase veremos...

LAS APLICACIONES PRINCIPALES DE LAS TÉCNICAS DIGITALES, ENLAZADAS DIRECTAMENTE CON LOS FUNDAMENTOS Y LOS CONCEPTOS BÁSICOS VISTOS EN LA CLASE ANTERIOR.



Aquí comenzaremos por ver aplicaciones y usos más complejos de las técnicas digitales, empezando por las simples memorias de un bit, que llevan el nombre de flip-flops. Para ello, veremos qué es un multivibrador, qué son los circuitos biestables, los distintos tipos de memorias de un bit, y la idea de secuenciación y estabilidad (o como explicaremos más adelante, metaestabilidad).

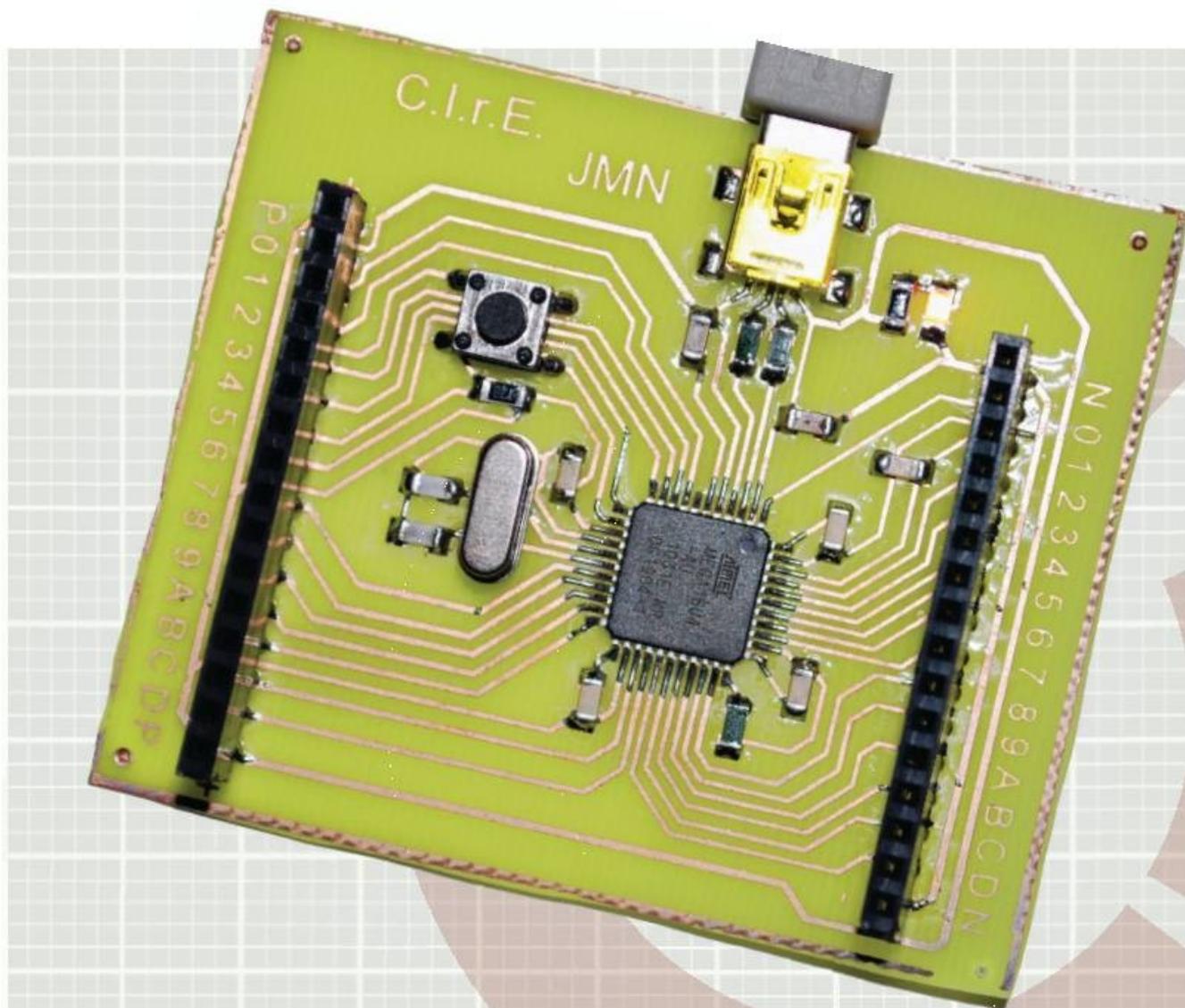
Luego, entraremos de lleno en la explicación de los circuitos secuenciales; exploraremos los conceptos de registros, contadores sincrónicos y asincrónicos, y las llamadas máquinas de Mealy y Moore, mediante las cuales podremos resolver problemas que se puedan analizar en función de las entradas y salidas de un circuito. También aquí, veremos la conversión analógica a digital, y viceversa, y la digitalización y comprensión de datos.

Finalmente, nos introduciremos en el tema de la lógica programable, CPLD y FPGA, que representa un área bien específica de la electrónica digital que continúa en desarrollo día tras día.

SUMARIO

- 02** MEMORIAS DE UN BIT
Características y funcionamiento de las memorias de un bit.
- 06** CIRCUITOS SECUENCIALES Y CONVERSIÓN A/D
Analizaremos su funcionamiento y aplicaciones.
- 18** LÓGICA PROGRAMABLE
Veremos sus detalles y características.





MEMORIAS DE UN BIT

www.reduccion.com.ar/blogspot.com.ar

UNA MEMORIA DE UN BIT ES UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DIGITAL CAPAZ DE ALMACENAR UN BIT DE INFORMACIÓN MANTENIENDO LAS SALIDAS ESTABLES, AUNQUE SE MODIFIQUE EL ESTADO DE SUS ENTRADAS.





Un elemento básico de memoria, multivibrador biestable, biestable o **flip-flop** (en inglés, *Latch*) tiene dos estados estables y, a partir de estos elementos básicos de memoria, construimos otros más complicados, como registros de desplazamiento y contadores. De acuerdo a la lógica utilizada y al tipo de disparo, tenemos cuatro tipos principales de flip-flop conocidos como RS, JK, D y T. En un biestable, podemos realizar un cambio de estado por nivel de tensión o por cambio entre niveles lógicos (disparo por flanco). También, sincrónicamente mediante pulsos de reloj o asincrónicamente si las salidas cambian solo cuando cambian las entradas.

Explicamos el funcionamiento de un **flip-flop RS** con una tabla de verdad considerando la realimentación salidas a entradas. En el estado **SET**, $S = 1$ y $R = 0$, $Q = 1$ y $Q' = 0$. En el estado **RESET**, $S = 0$ y $R = 1$ ocurre lo contrario: $Q = 0$ y $Q' = 1$. Si ahora $S = 0$ y $R = 0$, el biestable RS se comporta como una memoria elemental de un bit que conserva la última configuración de salida. Finalmente, si $S = 1$ y $R = 1$, las salidas Q y Q' tomarían el valor 0, valor prohibido, puesto que el estado de Q y Q' debe ser inverso.

Un flip-flop RS asincrono contiene dos puertas NOR que realimentan las salidas entre sí y que se modificarán ante cambios en las entradas. Así, representamos cualquier tipo de flip-flop mediante símbolos específicos; para un flip-flop RS, empleamos un rectángulo especial.

Un **flip-flop asincrono** tiene algunas desventajas, entre ellas, la posibilidad de generar estados de salida ambiguos, baja inmunidad al ruido y sensibilidad a las carreras lógicas (problema frecuente en circuitos con relés en los que, cuando varias señales lógicas indican cerrar simultáneamente varios relés, los más rápidos cierran primero sus contactos, y los más lentos lo hacen un tiempo después; por eso, durante ese lapso, el circuito lógico se descontrola y se torna impredecible el resultado final).

De esto proviene la necesidad de utilizar **flip-flops síncronos** en diferentes aplicaciones. Podemos construir un biestable síncrono a partir de uno asincrono. Para un flip-flop RS, incorporamos una entrada de disparo, C.

La entrada de disparo, C, permite el cambio de las salidas si está presente y, en general, proviene de un reloj (en inglés, *clock*). En los biestables síncronos, también se produce el estado metaestable si una de las entradas del flip-flop está cambiando cuando llega el pulso de reloj a la entrada del mismo nombre.

UN MULTIVIBRADOR ES UN SECUENCIAL, EN EL CUAL EL ESTADO DE LAS SALIDAS DEPENDE DEL ESTADO DE LAS ENTRADAS Y DE LA INFORMACIÓN ALMACENADA.



ESTADO METAESTABLE

Es un estado prohibido que ocurre cuando las entradas toman valores inválidos; las salidas Q y Q' podrían comportarse de manera inestable. Afecta tanto a biestables asíncronos como síncronos y requiere de medidas especiales durante la etapa del diseño digital. Se evita manteniendo constantes las entradas del biestable durante un tiempo especificado antes y después del pulso de reloj, **setup time** (tsu) y **hold time** (th), respectivamente. En las hojas de datos de los flip-flops, tenemos valores de pocos nanosegundos para tsu y de pocos cientos de nanosegundos para th.



El esquema general de un flip-flop RS nos muestra sus entradas S (Set) y R (Reset), y dos salidas Q y Q' (inversa de Q).



S	R	Q	Q'
0	0	memoria	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	prohibido	

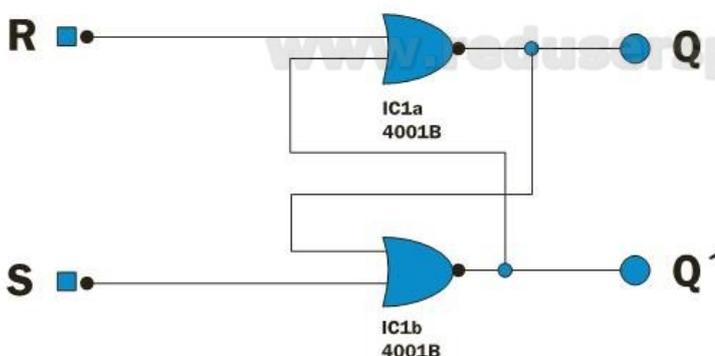
Tabla de verdad con el comportamiento de un flip-flop RS, en la que observamos los valores de las salidas en función de la combinación binaria de las entradas.

Circuito

El **circuito electrónico** encargado de generar los pulsos de reloj es el **multivibrador astable**. Como su nombre lo indica, no tiene estados estables, por lo que es capaz de generar una señal de reloj u onda cuadrada, es decir, una sucesión continua de niveles altos (1) y bajos (0) de tensión que se repiten en el tiempo. Si definimos la frecuencia de oscilación del astable mediante un circuito RC externo, el circuito electrónico se conoce como **oscilador RC** (Resistencia-Condensador).

La **onda cuadrada** resultante del oscilador tiene un período T que es la suma de dos periodos T1 y T2. Si $T1 = T2$, la onda cuadrada es simétrica, y, si son diferentes, la onda cuadrada resultante es asimétrica.

La ventaja de un **oscilador astable RC** reside en la simplicidad, mientras que la mayor desventaja es la estabilidad, del orden de 0,1 %. Implica que, si estamos generando una onda cuadrada de 1 KHz (1000 Hz), la frecuencia real de la onda estará comprendida entre 1000 Hz - 0,1% de 1000 Hz y 1000 Hz + 0,1% de 1000 Hz, es decir, que esté entre los 999 Hz y los 1001 Hz, un rango de frecuencias demasiado grande para circuitos digitales que requieran de una señal de reloj más estable, la que logramos si recurrimos al uso de un oscilador controlado mediante cristal de cuarzo.



EN LA TABLA DE VERDAD, OBSERVAMOS EL ESTADO DE LAS SALIDAS DEL FLIP-FLOP JK SÍNCRONO, EN FUNCIÓN DE LA COMBINACIÓN EN LAS ENTRADAS.

Del mismo modo, podríamos construir un oscilador astable mediante el conocido 555, que utiliza tecnología de transistores bipolares, es compatible con lógica TTL y CMOS, y funciona con amplias condiciones de tensión de alimentación (desde 4.5V hasta 18V). El ciclo de trabajo, es decir, la relación entre los periodos de la onda cuadrada cuando está en alto y cuando está en bajo (D%), depende de los valores de las resistencias utilizadas. Para un ciclo de trabajo del 50%, tenemos que seleccionar cuidadosamente los valores de estas resistencias.

Finalmente, además de las alternativas mencionadas, podemos utilizar otros circuitos integrados, por ejemplo generadores de pulsos de reloj, como el conocido CD 4047B (CMOS), configu-

FLIP-FLOP T

Utilizamos frecuentemente un **multivibrador biestable T**, construido a partir de un flip-flop RS, en contadores y divisores. Una de las aplicaciones más importantes se da en la construcción de divisores de frecuencia. La utilidad de un divisor de frecuencia reside en que, partiendo de una señal de reloj de una frecuencia determinada, podemos obtener diferentes señales de frecuencias menores para utilizar en la sincronización de otros circuitos electrónicos digitales.

Flip-flop RS asíncrono construido mediante compuertas NOR, donde observamos las entradas R (Reset) y S (Set), y las salidas Q y Q'.

able tanto astable como monoestable; o el circuito integrado especializado XR-2240, capaz de generar distintas formas de onda, entre otras, ondas cuadradas.

Otro tipo de biestable ampliamente utilizado es el flip-flop D, basado en el flip-flop RS síncrono, con algunas modificaciones. Podemos comprender el funcionamiento de un flip-flop D con la tabla de verdad, y la relación entre entradas y salidas del biestable.

Un **flip-flop JK** permite modificar la condición de indeterminación de sus salidas cuando la entrada R y la entrada S están en 1. Para ello, modificamos el flip-flop RS asíncrono, agregando dos compuertas AND y dando origen a dos nuevas entradas llamadas **J** y **K**. Si incorporamos un detector de flanco al flip-flop JK asíncrono, lo transformamos en un flip-flop JK síncrono disparado por flancos. Además de salvar la indeterminación existente en un flip-flop RS cuando $S = R = 1$, tenemos una entrada de reloj, C, que recibe la señal de reloj para sincronización.

Obtenemos un **multivibrador T** síncrono a partir de otros flip-flops, por ejemplo utilizando un flip-flop JK con sus entradas J y K unidas para obtener el nuevo flip-flop. A diferencia de otros flip-flops, un multivibrador T (en inglés, *toggle*) nos permite modificar el estado de las salidas frente a variaciones en sus entradas, y un flip-flop T construido a partir de un flip-flop RS, puede utilizarse en contadores y divisores, entre otros dispositivos.

Un circuito integrado TTL, que nos permite construir un divisor de frecuencia por dos, es el 7473, que contiene dos flip-flops JK. Uniendo las entradas J y K, obtenemos un flip-flop T, conectándolo a +V (5 volt), es decir 1 lógico, obtenemos un divisor por dos. Así, por cada dos pulsos de reloj que ingresan a la entrada de reloj, obtenemos un pulso en cada una de las salidas del CI 7473.

PODEMOS CONSTRUIR UNA MEMORIA DE UN BIT SIMPLE MEDIANTE UN FLIP-FLOP RS, A PARTIR DEL CUAL DERIVAN OTRAS MEMORIAS MÁS COMPLEJAS.



Registro y contador

Un **registro de desplazamiento** (en inglés, *shift register*) tiene n células básicas de memoria, RS o JK, que almacenan información. Un registro de desplazamiento es una memoria de acceso secuencial serie tanto para su lectura como para su escritura.

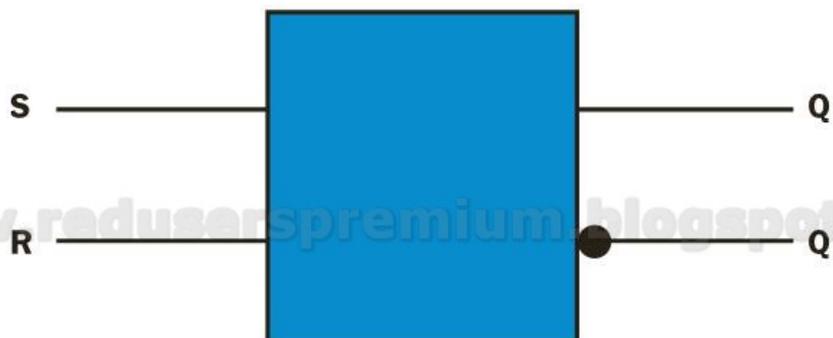
Un contador binario es una aplicación que utiliza flip-flop y puede contar los pulsos recibidos en una entrada específica. El conteo se muestra en un código binario determinado; si agregamos un decodificador BCD a 7 segmentos podemos leerlo en un display.

Los contadores utilizan flip-flops JK, RS, D y T. Existen dos tipos de contadores: serie (o asíncronos) y paralelo (o síncronos). En un contador asíncrono, cada flip-flop activa al siguiente; mientras que en un síncrono los flip-flops cambian al mismo tiempo. Un contador puede ser

ascendente, si se incrementa el valor contado con la llegada de pulsos, o descendente en caso contrario. El circuito integrado 7490 contiene cuatro flip-flops JK síncronos y, a la salida, nos entrega una combinación de cuatro bits en código BCD.

C	D	Q	Q'
0	0	memoria	
0	1		
1	0	0	1
1	1	1	0

Representación de un flip-flop D mediante la tabla de verdad. La entrada de reloj es una onda cuadrada que cambia de nivel alto a nivel bajo en forma constante.



Simbolizamos un flip-flop RS mediante un rectángulo que contiene las entradas S (Set) y R (Reset), y las salidas Q y Q', representadas con un círculo pequeño.



CIRCUITOS SECUENCIALES Y CONVERSIÓN A/D

LOS CIRCUITOS SECUENCIALES SON AQUELLOS CIRCUITOS LÓGICOS CUYAS SALIDAS CONSTITUYEN LA FUNCIÓN NO SOLO DE LAS ENTRADAS, SINO TAMBIÉN DE LA "HISTORIA PREVIA" DE ESAS ENTRADAS.





Introducción a los contadores

Un contador es un circuito secuencial cuya característica radica en que cambia su estado cada vez que recibe un pulso de clock a la entrada; por lo que una cadena de pulsos lo hará pasar de un estado inicial a un estado final. Lleva este nombre debido a que estos circuitos permiten contar la cantidad de pulsos que llegan a la entrada sabiendo en qué parte de la secuencia se encuentra. Su utilización más frecuente se da en los contadores de eventos, de pulsos de reloj, o en casos particulares, como divisores de frecuencia.

Como sabemos, es común en los circuitos digitales la necesidad o la función de almacenar, en forma temporaria, cierta información. Para que quede más claro el concepto que detallaremos más adelante, supongamos que, por ejemplo, un equipo genera una información que tiene como destino otro equipo; si este segundo equipo no está disponible en ese momento, se debe colocar en el camino de ambos equipos un almacenamiento temporario, que permita retener esta información y liberar al primer equipo para que siga trabajando con normalidad. Este tipo de almacenamiento temporario se denomina **registro**.

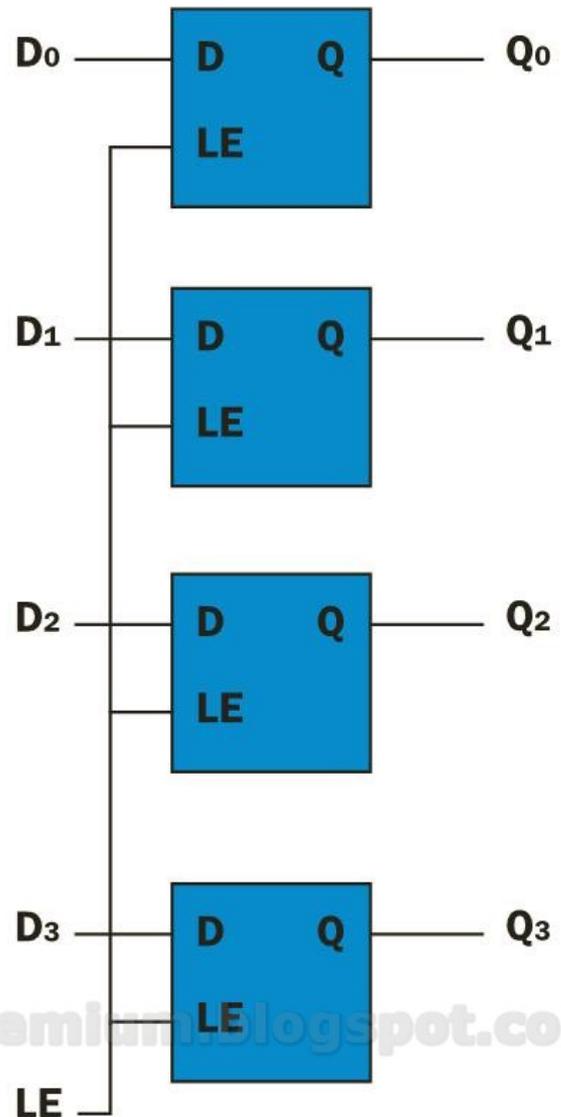
La cantidad de información que puede almacenar un registro se suele indicar según la cantidad de bits que va a almacenar. Los registros poseen un biestable D o un flip-flop para almacenar cada bit por separado, por lo que el número de estos iguala a la cantidad de bits que manejamos.

A su vez, los registros se clasifican en: registro de entrada en paralelo y salida en paralelo, y los registros de desplazamiento.

La forma más fácil de hacer un registro de entrada en paralelo y salida en paralelo es usando un conjunto de biestables D con habilitación conjunta por una única señal de habilitación. Este utiliza cada biestable para almacenar cada bit.

Los registros de desplazamiento son dispositivos que trabajan de forma sincrónica, cuya configuración más básica es la de entrada serie y salida serie; se caracterizan porque lo forman conjuntos de flip-flops en cadena y conectados de tal forma que todos comparten los mismos pulsos de reloj.

De esta manera, la conexión permite que los pulsos de reloj que reciben todos los flip-flops ingresen en forma de transmisión serie el bit presente en la entrada serie, cuya información se guarda en el primer flip-flop. Para no perder su información, transfiere esta información al flip-flop siguiente, y este, al siguiente, y así sucesivamente. Por lo que, para ser más concretos, podemos decir que un ingreso de un bit comandado por el reloj ocasiona un desplazamiento de la información almacenada en el registro y saca, por el último registro, la información almacenada. Por este corrimiento de la información que estos registros almacenan, llevan el nombre de **registros de desplazamiento**.



▲ Cuando está presente la señal (LE), que es la que habilita, el latch ordena su carga en paralelo de los datos. Cada biestable recibe el dato y lo manda a la salida por acción transparente. ►►

Los contadores se realizan con flip-flops debidamente conectados, y el número de flip-flops que se utiliza es limitador del valor que puede tomar el módulo de un contador, ya que con n flip-flop solo puede alcanzarse el valor de 2^n estados, por lo que no se puede formar un contador mayor a ese valor. El conjunto de salidas de los flip-flops que forman el contador se encarga de dar el estado del contador por lo que, también, registra la cantidad de pulsos contados.

Los contadores se pueden clasificar según su estructura interna:

▼ **Contadores sincrónicos:** son aquellos en que todos los flip-flops que lo componen son disparados sincrónicamente por los pulsos de entrada.

▼ **Contadores asincrónicos:** son aquellos en los que no todos los flip-flops son disparados sincrónicamente por los pulsos de entrada, sino que algunos de ellos reciben su disparo por otro mecanismo, como por ejemplo la salida de otro flip-flop del contador.

Máquina de Mealy y de Moore

Las máquinas de Mealy y de Moore son circuitos sincrónicos. La máquina de Mealy se caracteriza por ser una

EL ALMACENAMIENTO TEMPORARIO DE LA INFORMACIÓN SE LLEVA A CABO GRACIAS A LOS REGISTROS. LOS MÁS COMUNES SON LOS BIESTABLES D O FLIP-FLOP.



máquina de estados finita, por lo que las salidas están determinadas por el estado actual y el valor de la entrada. A causa de esto, en el diagrama de estados se tiene que incluir una señal de salida por cada punto de transición. Para que se entienda, lo haremos sobre la base de un ejemplo. Supongamos que, en la trayec-

toria de un estado 1 a un estado 2, la entrada es cero, entonces, la salida puede ser tanto 0 o 1, por lo que, en punto de transición, se le pone "0/1". En cambio, tengamos en cuenta que la máquina de Moore, que también es una máquina de estados finita, solo depende del estado actual y no es dependiente de la entrada actual.

COMPARACIÓN ENTRE AMBAS MÁQUINAS

La máquina de Mealy depende del estado actual y de las entradas. Tiene menos número de estados; es menos estable, y las salidas se encuentran en las aristas. En tanto que la máquina de

Moore solo depende del estado actual. El número de estados es mayor o igual que en la máquina de Mealy. Es más estable y las salidas se encuentran dentro del estado.

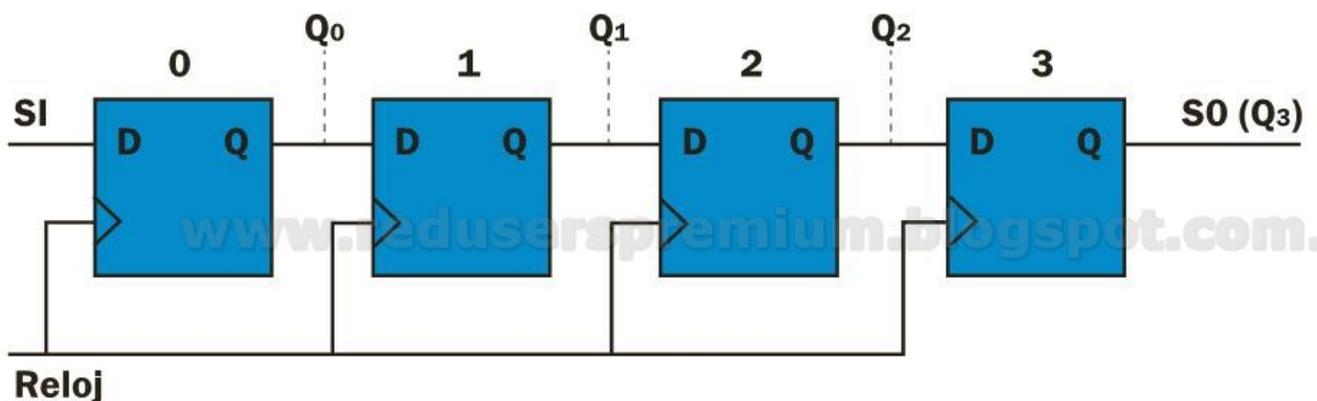


Diagrama y esquema de un contador síncrono de módulo 16, con la posibilidad de seguir expandiéndolo. Está compuesto con flip-flop T.

Conversores AD

Antes de hablar de la conversión analógico-digital, es necesario tener en cuenta varios conceptos y saber por qué se debe convertir una señal en otra. Por esta razón, tenemos que definir qué es una señal analógica y una señal digital, y compararlas entre ellas para así indagar el porqué de dicha conversión.

Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún fenómeno electromagnético, el cual se representa mediante una función continua (matemática) en la cual las variables presentadas son la amplitud y el período; todo esto es en función del tiempo.

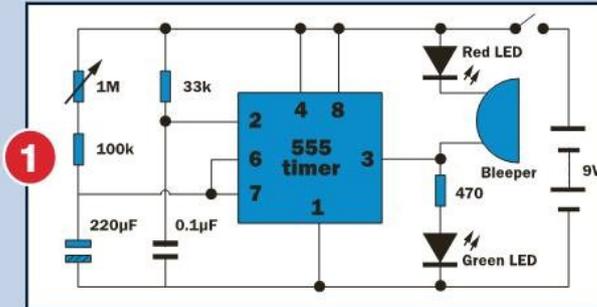
En tanto que la señal digital también es una señal generada por un fenómeno electromagnético, en el que cada signo que codifica el contenido de la señal puede ser analizado en función de ciertas magnitudes y permite representarlas mediante valores discretos. Esto no significa que la señal sea discreta, ya que los campos electromagnéticos suelen ser continuos por lo cual, al ser representados matemáticamente, pueden tomar infinitos valores; esto depende del dominio en el que se evalúa dicho campo. Un ejemplo claro de esto podría ser el de un interruptor de luz que prende o apaga la luz de una habitación. Este puede tomar dos valores: prendido o apagado, que en forma discreta se representarían con el 1 y el 0, respectivamente.

Una vez que tenemos bien claro estos conceptos, podemos compararlos entre sí y determinar para qué situaciones es mejor utilizar una señal o la otra.

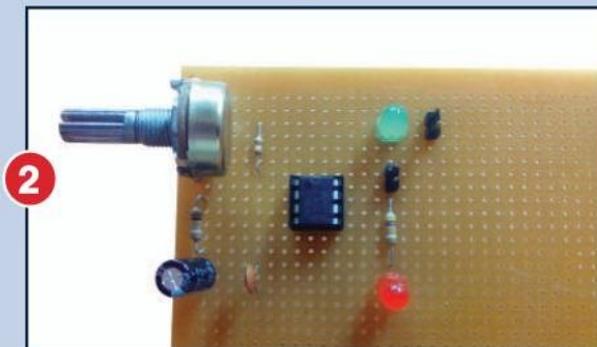
Las señales analógicas presentan un grave problema en cualquier circuito o comunicación electrónica, ya que son susceptibles de ser modificadas de diversas maneras mediante otro tipo de señal analógica que se llama **ruido**. Esta señal distorsiona la información de nuestra señal de forma no deseada, por lo tanto, la información cambia. Se convierte así en la principal causa por la que se usa una señal digital en vez de la analógica.

La señal digital, en cambio, ofrece varias ventajas respecto de la analógica, pero también hay que aclarar que no está exenta de presentar desventajas propias. Cuando una señal digital es perturbada o es atenuada, puede ser reconstruida o devolverle su

CONTADOR/TEMPORIZADOR PASO A PASO



En esta imagen, se puede ver el esquemático. En ella, se muestran todos los componentes necesarios para fabricar el circuito.



En la plaqueta, disponemos los componentes de tal manera que nos sean prácticos a la hora de soldar. Lo más recomendable es dejar un espacio mayor entre ellos así nos facilita el trabajo en ese momento.



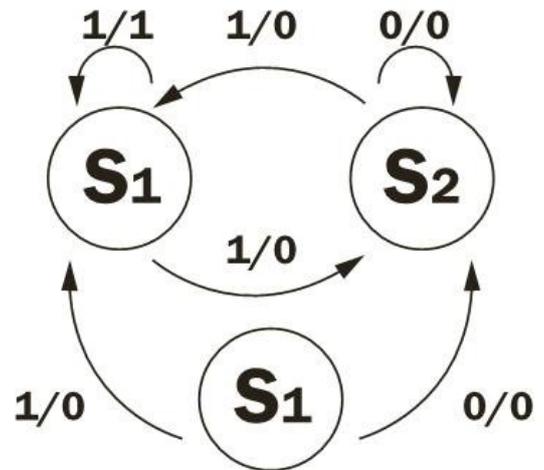
Recordemos que, en el momento de soldar, es fundamental tener un orden sobre los componentes utilizados. De esta manera, conviene soldar los componentes de menor a mayor tamaño.



forma original mediante sistemas digitales que se encarguen de su regeneración. Se pueden detectar y corregir errores en la transmisión de datos. Facilita el procesamiento de la señal, ya que es fácil de manipular y de realizar operaciones mediante programas dedicados para la operación necesaria. Consideremos que también se la puede comprimir sin obtener pérdidas de datos.

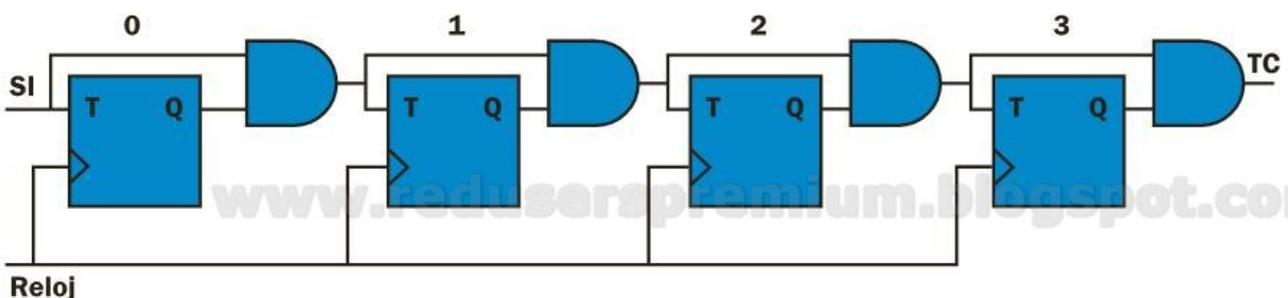
La señal digital presenta ciertos inconvenientes que detallaremos a continuación. Para convertir una señal en digital, es necesario cumplir dos pasos: una conversión analógica-digital previa y, posteriormente, cuando llegue a destino, una decodificación. Además, si no se emplean suficientes niveles de cuantificación en el proceso de digitalización (este término lo detallaremos más adelante en conversión AC), la relación que existe entre la señal de ruido y la señal analógica se ve modificada y se reduce. De esta manera, introduce un error de cuantificación y ocasiona que luego se tenga que sumar una señal de ruido conocida como *dither* para asegurarnos de que la señal de ruido no in-

LA CONVERSIÓN ANALÓGICA-DIGITAL RADICA EN LA TRANSCRIPCIÓN DE SEÑALES ANALÓGICAS EN SEÑALES DIGITALES PARA, ASÍ, FACILITAR EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN



▲ Esquema de una representación de una máquina de Mealy con cada uno de sus estados y sus posibles salidas. Se puede apreciar cómo varían los valores, dependiendo del valor de la entrada.

terfiera en la información y no se convierta en una distorsión. Cuando se emplean los suficientes niveles de cuantificación, la relación que existe entre la señal de ruido y la señal original se conserva, porque el error de cuantificación quedará por debajo del nivel de ruido de la señal original. También es necesario utilizar un filtro pasabajos activo en la señal analógica por muestrear, con el fin de evitar que ciertos componentes que funcionan a otra frecuencia fuera de la de trabajo queden incluidos como componentes de la señal resultante. Este fenómeno es conocido como *aliasing*. Asimismo, durante el proceso durante el que se reconstruye la señal analógica, se utiliza esta vez otro filtro del mismo tipo que lleva el nombre del proceso del que se encarga, que es la reconstrucción de la señal. Este filtro debe funcionar en la banda de frecuencia de trabajo, y su fase tiene que ser lineal. Por la frecuencia de Nyquist (la mitad de la tasa de muestreo), se debe dejar un



▲ Esquema del principio de funcionamiento de los transistores al paso de los electrones y los portadores, así como también su sentido de circulación.

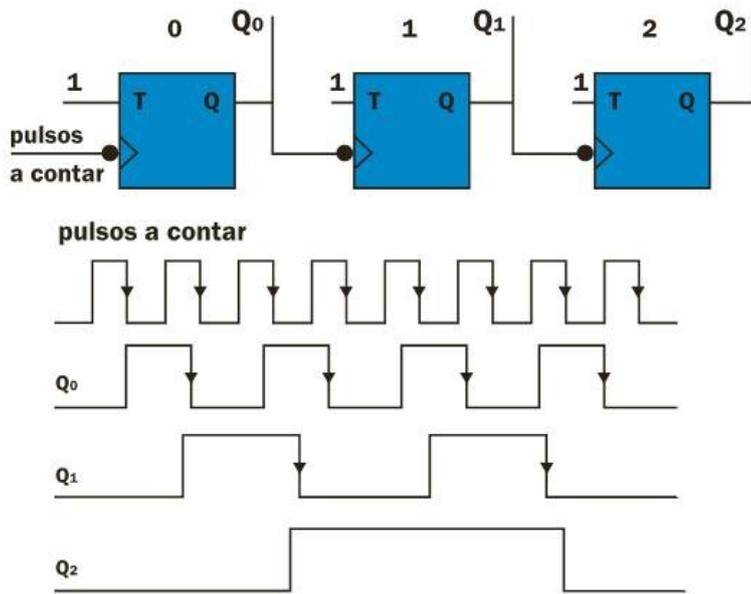


Diagrama y esquema de un contador asincrónico con flip-flop T en donde se puede apreciar el cambio de salida para cada pulso de reloj.

margen de alrededor del 10% aproximadamente

Ahora, una vez conocidos todos estos datos, podemos explicar el concepto de conversión analógica-digital y cómo son los pasos para realizarla.

La conversión analógica-digital radica en la transcripción de señales analógicas en señales digitales para, así, facilitar el procesamiento de la información que lleva dicha señal. La señal resultante es más resistente a perturbaciones del medio de transmisión y al ruido propiamente dicho.

El proceso de digitalización funciona de la siguiente manera: en forma periódica, se tomarán medidas de la amplitud o tensión de la señal. Una vez hecho esto, se deben redondear dichos valores a un conjunto finito de niveles previamente establecidos, denominados **niveles de cuantificación**, y almacenarlos como números enteros en algún dispositivo de memoria. Para realizar todo este proceso de conversión, se debe tener en cuenta que dicho proceso lo forman otros cinco

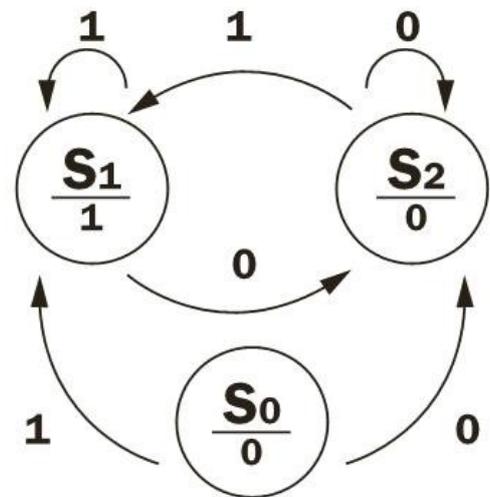
que son fundamentales para obtener la señal digital. Estos cinco procesos son los siguientes:

▼ **Muestreo:** también conocido como sampling, consiste en tomar muestras de la señal en forma periódica. La velocidad con la que se toma dicha muestra, o sea, la cantidad de muestras por segundo se denomina **frecuencia de muestreo**.

▼ **Retención:** cuando las muestras son tomadas, tienen que ser retenidas el tiempo suficiente para que se pueda evaluar el nivel de cuantificación que poseen. Este proceso no tiene un modelo matemático que lo describa, ya que se trata de un paso que se emplea debido a las limitaciones prácticas.

▼ **Cuantificación:** es el proceso que se encarga de medir los niveles de voltaje de cada muestra. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único valor de salida. Este proceso añade, al resultado, una señal no deseada que lleva el nombre de **ruido de cuantificación**.

LOS REGISTROS DE DESPLAZAMIENTOS SON AQUELLOS EN LOS QUE EL DATO ENTRA EN FORMA SERIE Y, DEL MISMO MODO, SALEN DE FORMA SERIE.



Esquema de una representación de una máquina de Moore con cada uno de los estados que presenta y sus posibles salidas.



▼ **Codificación:** este es el proceso que se encarga de traducir los valores que se obtienen en la etapa de cuantificación al sistema binario. También, dependiendo de la aplicación que se deba realizar, el proceso de codificación se puede hacer en otros códigos más adecuados para esa tarea.

Como todo proceso de conversión de un sistema a otro, presenta ventajas y desventajas propias de dicho proceso. Las ventajas que ofrece: no introduce ruidos en la transmisión. Se guarda y se procesa con mayor facilidad. Permite almacenar grandes cantidades de información. Se pueden corregir e identificar problemas en la transmisión. La información guardada no se deteriora con el paso del tiempo. Permite comprimir la información para obtener más espacio. Permite fácilmente editar señales digitales tanto de video como de audio.

Asimismo presenta ciertas desventajas tales como: para su transmisión, necesita un mayor ancho de banda comparado con las señales eléctricas analógicas. La sincronización entre un transmisor inalámbrico y su receptor debe ser muy precisa, ya que un desfase entre los pulsos de reloj de cada uno produciría la pérdida de información. Necesitan instalaciones dedicadas solo para su transmisión, porque las instalaciones existentes para la transmisión de señales analógicas no son compatibles con ellas.

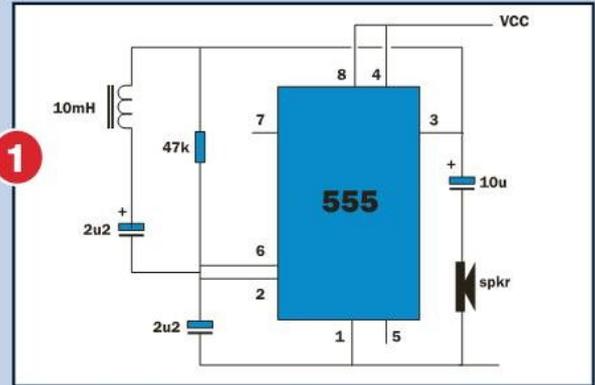
El proceso de compresión consiste en compactar la cantidad de datos que se van a grabar o transmitir. Este proceso es muy común hoy en día ya que, si bien los medios de almacenamiento cada vez son mayores, poseen cantidad finita de espacio. Por eso, para realizar esta maniobra se utilizan complejos algoritmos de compresión para reducir la información sin perder datos.

El espacio que ocupa la información por almacenar sin comprimir es el cociente entre la frecuencia de muestreo y la resolución de dicha señal. Por lo que, cuantos más bits posea la señal, mayor será el espacio que ocupa dicho dato.

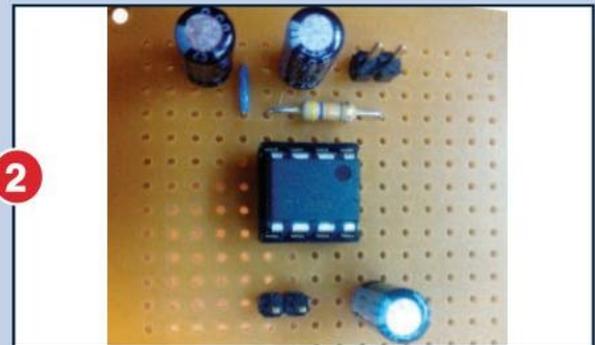
La compresión es un caso particular del proceso de codificación de la conversión AD, con la única diferencia entre ellos que, en la compresión, el archivo resultante es menor que el de la codificación.

En la compresión, lo que se busca principalmente es encontrar repeticiones en series de datos para poder,

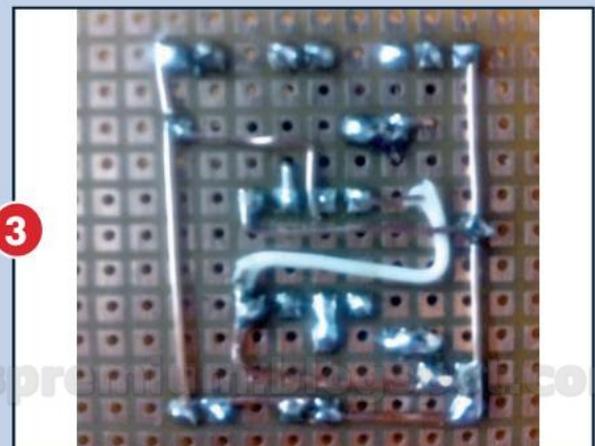
DETECTOR DE METALES PASO A PASO



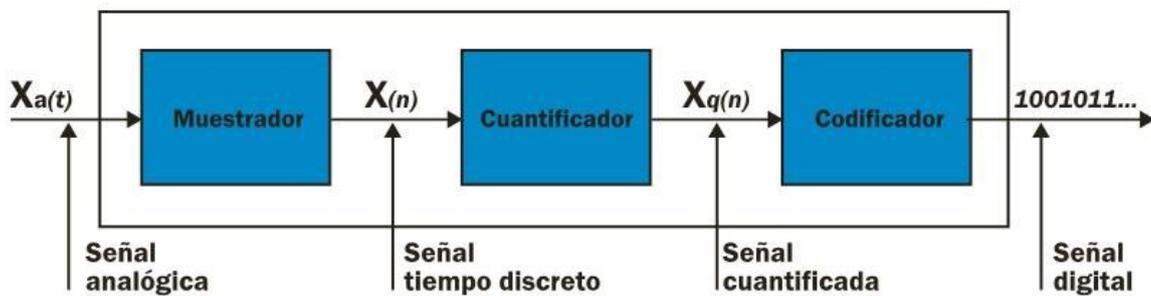
En esta imagen, se puede ver el esquemático. En ella, se observan todos los componentes necesarios para fabricar el circuito.



Organizamos los componentes en la plaqueta y comprobamos que no falte ninguna perforación o componente necesario.



Esta imagen es la plaqueta terminada. Se puede ver claramente la interconexión con alambres de un punto a otro.



Esquema del proceso por el cual una señal analógica se convierte en una señal digital. También se pueden apreciar los distintos procesos involucrados

luego, almacenar solo el dato junto con la cantidad de veces que este se repite. Por ejemplo, supongamos que el dato que tenemos es ZZZZZ, esta palabra ocupa 5 bytes, pero, si utilizáramos un tipo de algoritmo denominado RLE, esta palabra podría ocupar solamente dos, ya que almacenaríamos solo 5Z. Aunque, por lo general, es mucho más complicado encontrar estos patrones y que estos sean tan exactos, salvo en ciertas imágenes; por eso se suelen usar algoritmos dedicados de compresión.

Estos algoritmos pueden buscar series largas y codificarlas de forma tal que logren reducirlas; otros examinan los caracteres más repetidos para luego comprimirlos y de esta forma lograr reducir su tamaño.

Es necesario también tener en claro dos conceptos que interviene directa o indirectamente en el proceso de compresión: la redundancia, que son los datos repetitivos o previsibles, y la entropía, que es la información esencial; esta se define como la diferencia entre la cantidad total de datos y la redundancia.

A su vez, debemos conocer con qué tipo de información vamos a trabajar a la hora de comprimir dicha información. La información que se transmite puede ser de tres tipos: re-

LA VELOCIDAD CON LA QUE SE TOMA LA MUESTRA, O SEA LA CANTIDAD DE MUESTRAS POR SEGUNDO, SE DENOMINA FRECUENCIA DE MUESTREO. 

dundante es aquella repetitiva o predecible; irrelevante es la información que no tiene importancia y cuya eliminación no afecta el contenido del mensaje, y, por último, la información básica, que es aquella información que no es ni redundante ni irrelevante. Esta es la que permite reconstruir la señal.

Teniendo en cuenta estos tres tipos de información, la compresión se puede separar en dos grupos: compresión sin pérdidas o con pérdidas. En la compresión sin pérdidas,

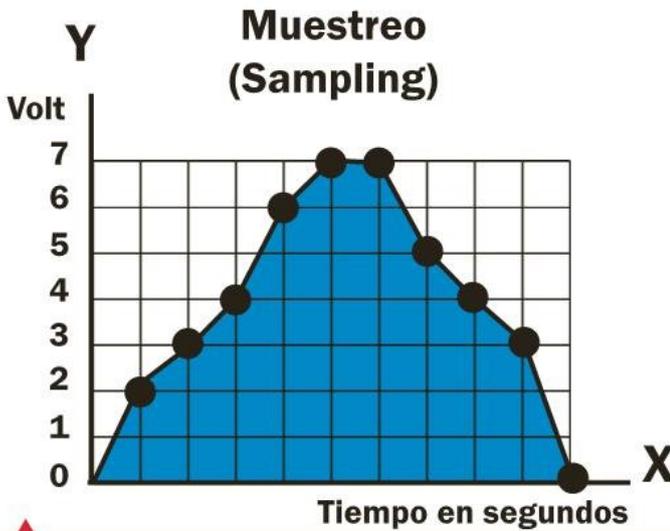
¿TE RESULTA ÚTIL?

Lo que estás leyendo es el fruto del trabajo de cientos de personas que ponen todo de sí para lograr un mejor producto. Utilizar versiones "pirata" desalienta la inversión y da lugar a publicaciones de menor calidad.

NO ATENTES CONTRA LA LECTURA. NO ATENTES CONTRA TI. COMPRA SÓLO PRODUCTOS ORIGINALES.

Nuestras publicaciones se comercializan en kioscos o puestos de voceadores; librerías; locales cerrados; supermercados e internet (usershop.redusers.com). Si tienes alguna duda, comentario o quieres saber más, puedes contactarnos por medio de usershop@redusers.com



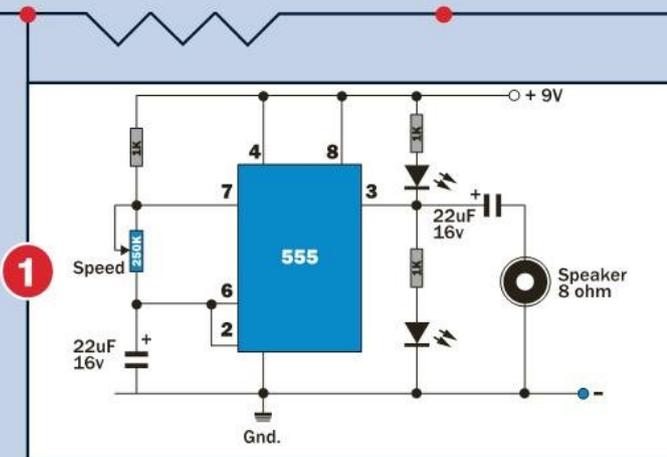


▲ Aquí se presenta el proceso de muestreo, en donde se puede apreciar cómo se seleccionan los puntos.

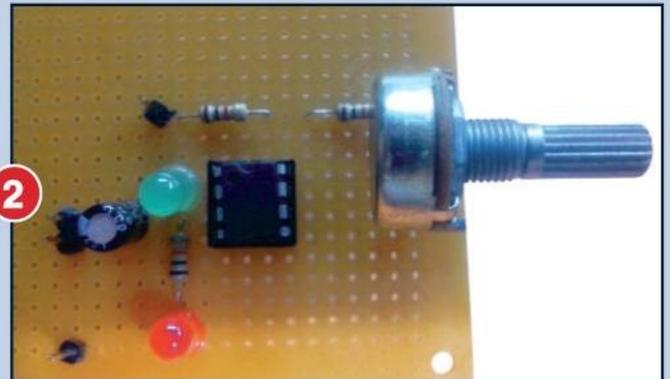
se transmite la información en su totalidad, pero eliminando la información que se encuentra repetida; de esta manera, podemos darnos cuenta de que se utilizará menos espacio.

En tanto, es necesario recordar que, en la compresión con pérdidas, la información se transmite, pero dejando de lado información que pueda ser considerada despreciable o irrelevante. De esta forma, utilizando este tipo de compresión, podemos encontrarnos con que el proceso puede producir pérdidas en la calidad.

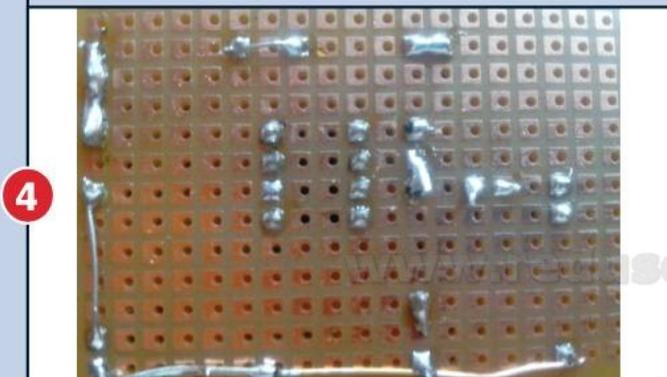
METRÓNOMO PASO A PASO



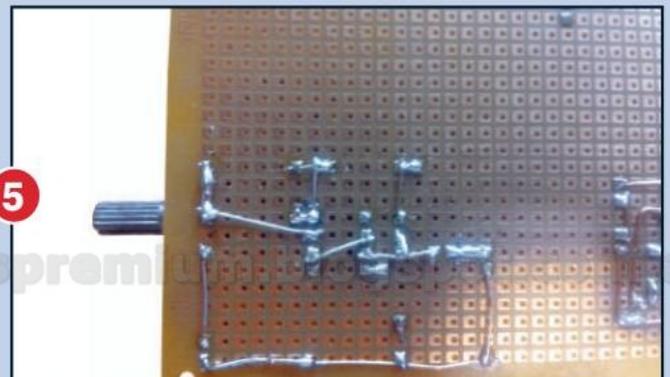
1 En esta imagen, se puede ver el esquemático. En ella se observan todos los componentes necesarios para fabricar el circuito.



2 Disponemos en la plaqueta todos los componentes que componen el circuito. Verificamos tanto componentes como perforaciones.



4 Una vez verificadas todas las soldaduras, empezamos a hacer las interconexiones de los nodos, con estaño, o soldando cable o en su defecto alambre.



5 En esta imagen, se pueden ver todos los nodos conectados entre sí. Ahora hay que verificar con un multímetro si no hay ningún corto o falso contacto.

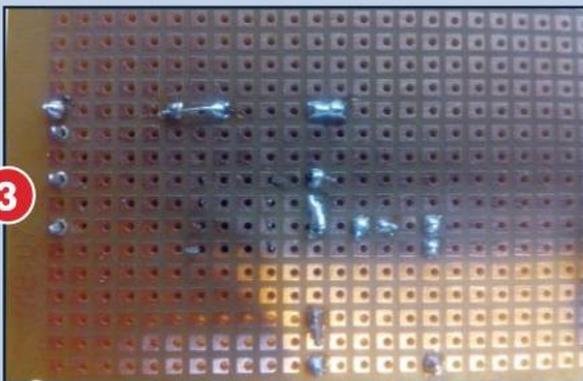
Oscilador

Un joven suizo llamado **Hans Camenzind**, que había concluido su educación secundaria en su país, viajó a Estados Unidos para estudiar ingeniería. Mas tarde se unió al grupo de emprendedores que fundaron InterDesign, una compañía especializada en el diseño de circuitos semiintegrados. En esa empresa, trabajando bajo un contrato de Signetics (ahora Phillips), inventó el **timmer 555** y completó el diseño final (los primeros diseños no hacían uso de redes RC para la temporización y, por ello, necesitaban un circuito integrado de 14 pines, mucho más complejo y caro). El 555 fue pionero en varios aspectos: no solo fue el primer circuito integrado temporizador, sino también el primero en

venderse desde su salida al mercado a un bajo precio (US\$ 0,75), cosa nunca hecha hasta entonces por ningún productor de semiconductores.

El temporizador fue comercializado e introducido en el mercado en el año 1972 por esta misma empresa, que lo fabricó con el nombre: SE555/NE555, pero adquirió otro nombre más popular y se lo llamó: **The IC Time Machine** (el circuito integrado máquina del tiempo). Este circuito tiene infinitas aplicaciones, y, aunque en la actualidad se emplea más su versión CMOS desarrollada por Dave Bingham en Intersil, se sigue usando la versión bipolar original, especialmente en aplicaciones que requieran grandes corrientes de parte de la salida del temporizador. El dispositivo es usado como oscilador, generador de pulsos, entre muchas aplicaciones.

Una gran cantidad de fabricantes hacen su propia versión de este circuito, incluyendo **Texas Instruments, Intersil, Maxim, Avago, Exar, Fairchild, NXP y STMicroelectronics**.



Una vez soldados los componentes, verificamos las soldaduras, tratando de evaluar su calidad. De ser necesario, se pueden retocar.



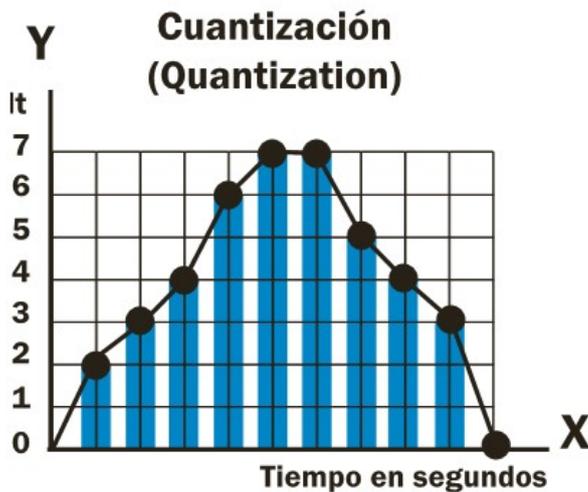
Se puede apreciar la plaqueta terminada. En esta plaqueta, se realizaron puentes con alambre envainado, para evitar interferencias.

EL CONVERTOR AD

Las características fundamentales de un convertidor AD son la precisión y la velocidad. En el ámbito industrial, resultan bastante comunes los convertidores de 4, 8, 10 y 12 bits, aunque la tendencia es usar convertidores de mayor precisión (14 o 16 bits). La velocidad de conversión depende de las necesidades de la aplicación, pero hay que tener en cuenta que se contrapone con la precisión. La resolución de un convertor es $= 2^a$. Donde a = número de bits.

INTERDESIGN INVENTÓ Y
COMPLETÓ EL DISEÑO FINAL
DEL TIMER 555





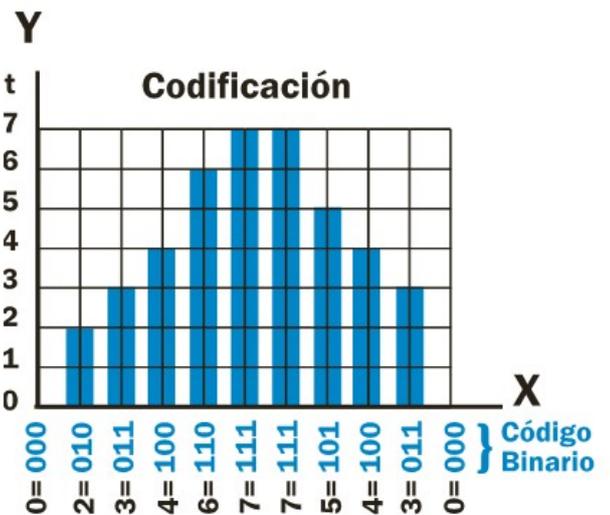
▲ **Proceso de cuantificación de la señal analógica para luego convertirla en una señal digital.**

A continuación describimos en detalle las patas que se encuentran en el integrado 555:

▼ **GND:** se utiliza normalmente la pata n.º 1. Este es el polo negativo de la alimentación, al que llamamos **tierra**.

▼ **Disparo:** se utiliza normalmente la pata n.º 2; en esta pata del integrado, se establece el inicio del tiempo de retardo. Si dicho integrado es configurado como monoestable, el proceso de disparo ocurre cuando el pin va por debajo del nivel de 1/3 del voltaje de alimentación. El pulso debe ser de corta duración, si se llegara a mantenerse bajo por mucho tiempo, la salida se quedaría en alto hasta que la entrada de disparo pasara a alto.

▼ **Salida:** se utiliza la pata n.º 3. Veremos el resultado de la operación del temporizador, ya sea que esté conectado como monoestable u otro. Cuando la salida es alta, el voltaje será el voltaje de alimentación menos 1,7 volts. Esta salida se puede obligar a estar en casi 0 voltios con la ayuda de la patilla de reset.



▲ **El proceso de codificación permite asignarles, a los valores que se obtuvieron en el proceso de cuantificación, sus correspondientes números binarios.**

▼ **Reset:** se utiliza normalmente la pata n.º 4. Si esta pata se la excita con una tensión por debajo de 0,7 V, esto produce que dicha pata ponga la salida a nivel bajo. Si por algún motivo esta pata no se utiliza, hay que conectarla a Vcc para evitar que el 555 se resetee.

▼ **Control de voltaje:** se utiliza normalmente la pata n.º 5. Cuando el temporizador integrado se utiliza como controlador de voltaje, el voltaje en esta pata puede variar casi desde Vcc, en la práctica aproximadamente Vcc - 1 V, hasta casi 0 V. De esta manera, es posible modificar los tiempos en que la salida funciona como multivibrador astable o como multivibrador monoestable. Puede también configurarse para generar formas de onda tipo Rampa.

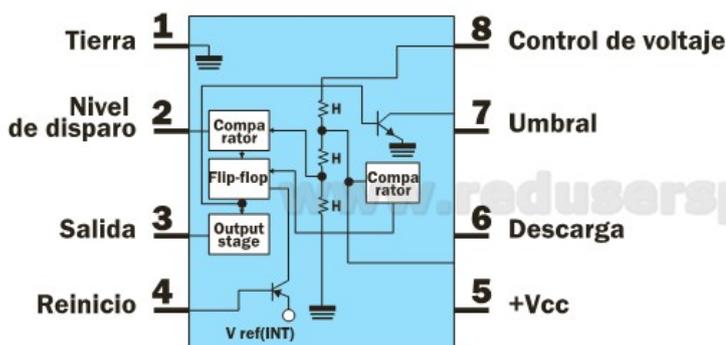
▼ **Umbral:** se utiliza normalmente la pata n.º 6. Es una entrada a un comparador interno que se utiliza para poner la salida pin n.º 3 a nivel bajo.

▼ **Descarga:** se utiliza normalmente la pata n.º 7. Se utiliza para descargar con efectividad el condensador externo utilizado por el temporizador para su funcionamiento.

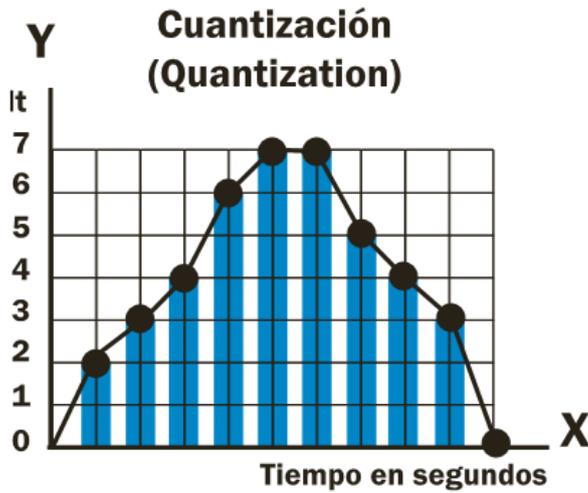
▼ **VCC:** se utiliza normalmente la pata n.º 8. En este pin, se conecta el voltaje de alimentación que va de 4,5 volts hasta 16 volts como valor máximo.

Configuración interna del 555

Las resistencias que están marcadas con un círculo tienen un valor de 5 KΩ. Estas tres resistencias cumplen la función de servir como divisor de tensión entre Vcc y masa. Como poseen el mismo valor de voltaje, podemos apreciar que los potenciales son 2/3 Vcc y 1/3 Vcc. Estos valores de referencia son los que se utilizan en los comparadores.



▲ **En la ilustración, se detalla cada una de las patas del integrado 555. En cada pata, a su vez, figuran el número y su nombre.**



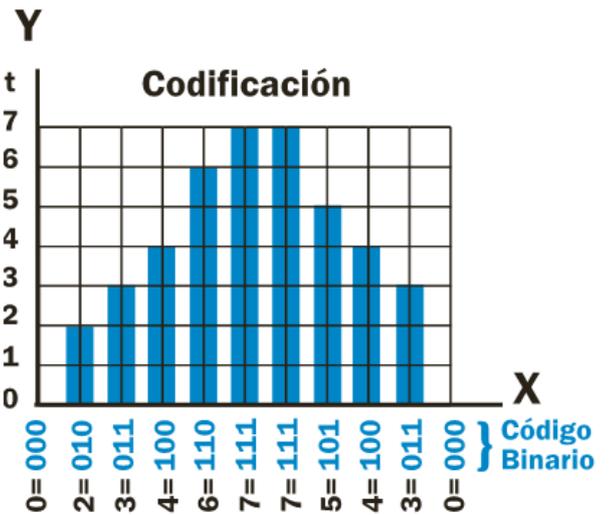
▲ **Proceso de cuantificación de la señal analógica para luego convertirla en una señal digital.**

A continuación describimos en detalle las patas que se encuentran en el integrado 555:

▼ **GND:** se utiliza normalmente la pata n.º 1. Este es el polo negativo de la alimentación, al que llamamos **tierra**.

▼ **Disparo:** se utiliza normalmente la pata n.º 2; en esta pata del integrado, se establece el inicio del tiempo de retardo. Si dicho integrado es configurado como monoestable, el proceso de disparo ocurre cuando el pin va por debajo del nivel de 1/3 del voltaje de alimentación. El pulso debe ser de corta duración, si se llegara a mantenerse bajo por mucho tiempo, la salida se quedaría en alto hasta que la entrada de disparo pasara a alto.

▼ **Salida:** se utiliza la pata n.º 3. Veremos el resultado de la operación del temporizador, ya sea que esté conectado como monoestable u otro. Cuando la salida es alta, el voltaje será el voltaje de alimentación menos 1,7 volts. Esta salida se puede obligar a estar en casi 0 voltios con la ayuda de la patilla de reset.



▲ **El proceso de codificación permite asignarles, a los valores que se obtuvieron en el proceso de cuantificación, sus correspondientes números binarios.**

▼ **Reset:** se utiliza normalmente la pata n.º 4. Si esta pata se la excita con una tensión por debajo de 0,7 V, esto produce que dicha pata ponga la salida a nivel bajo. Si por algún motivo esta pata no se utiliza, hay que conectarla a Vcc para evitar que el 555 se resetee.

▼ **Control de voltaje:** se utiliza normalmente la pata n.º 5. Cuando el temporizador integrado se utiliza como controlador de voltaje, el voltaje en esta pata puede variar casi desde Vcc, en la práctica aproximadamente Vcc - 1 V, hasta casi 0 V. De esta manera, es posible modificar los tiempos en que la salida funciona como multivibrador astable o como multivibrador monoestable. Puede también configurarse para generar formas de onda tipo Rampa.

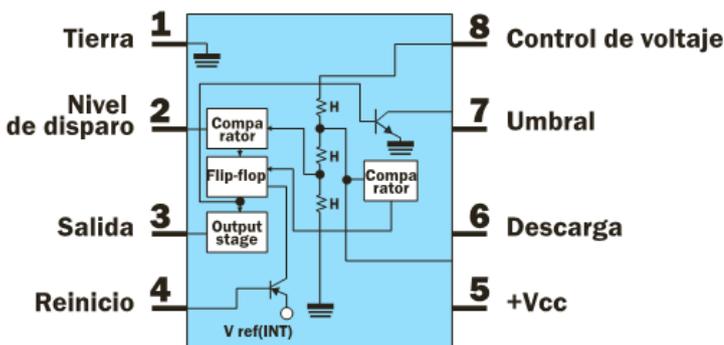
▼ **Umbral:** se utiliza normalmente la pata n.º 6. Es una entrada a un comparador interno que se utiliza para poner la salida pin n.º 3 a nivel bajo.

▼ **Descarga:** se utiliza normalmente la pata n.º 7. Se utiliza para descargar con efectividad el condensador externo utilizado por el temporizador para su funcionamiento.

▼ **VCC:** se utiliza normalmente la pata n.º 8. En este pin, se conecta el voltaje de alimentación que va de 4,5 volts hasta 16 volts como valor máximo.

Configuración interna del 555

Las resistencias que están marcadas con un círculo tienen un valor de 5 KΩ. Estas tres resistencias cumplen la función de servir como divisor de tensión entre Vcc y masa. Como poseen el mismo valor de voltaje, podemos apreciar que los potenciales son 2/3 Vcc y 1/3 Vcc. Estos valores de referencia son los que se utilizan en los comparadores.



▲ **En la ilustración, se detalla cada una de las patas del integrado 555. En cada pata, a su vez, figuran el número y su nombre.**

Los comparadores son circuitos en los cuales se compara la entrada con un valor de referencia, y el resultado de su comparación puede ser una señal de nivel bajo o alto dependiendo de si el valor de tensión de la entrada es mayor o menor que el valor de voltaje de referencia.

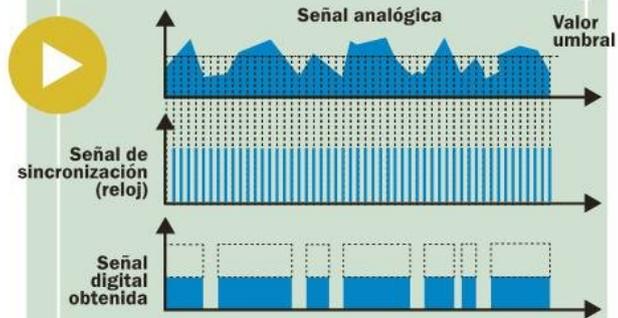
El integrado 555 utiliza varios transistores para formar los comparadores. El comparador que está conectado al pin dos compara la entrada con un voltaje de referencia de $1/3 V_{cc}$, y el comparador que está conectado a la pata 6 compara el umbral de entrada con $2/3 V_{cc}$, que es voltaje de referencia formado por el divisor de tensión.

El flip-flop del integrado nos permite obtener una salida de nivel bajo o alto, la cual depende de los estados en los que los dos comparadores se encuentran. Cuando el comparador que está conectado al pin 2 envía una salida baja, el flip-flop conmuta en alto, independientemente del valor que tome la salida del comparador del umbral. Pero, si los dos comparadores conmutan en alto, el flip-flop pone su salida en nivel bajo. A su vez, el estado del flip-flop se puede imponer en alto en forma manual mediante un pulso de nivel bajo en la pata del reset.

Al fijarnos en el diagrama interno del 555, se pueden apreciar dos transistores: uno NPN y otro PNP. En el pin 7, se encuentra el transistor de configuración NPN. Este se conecta comúnmente a un capacitor y descarga cada vez que el pin de salida pasa a un estado bajo. En cuanto al otro transistor, se conecta en el pin 4, y cumple la función de amortizar el pin del reset ya que este no posee una fuente de corriente; de esta manera, provoca que desaparezca la tensión del pin del reset.

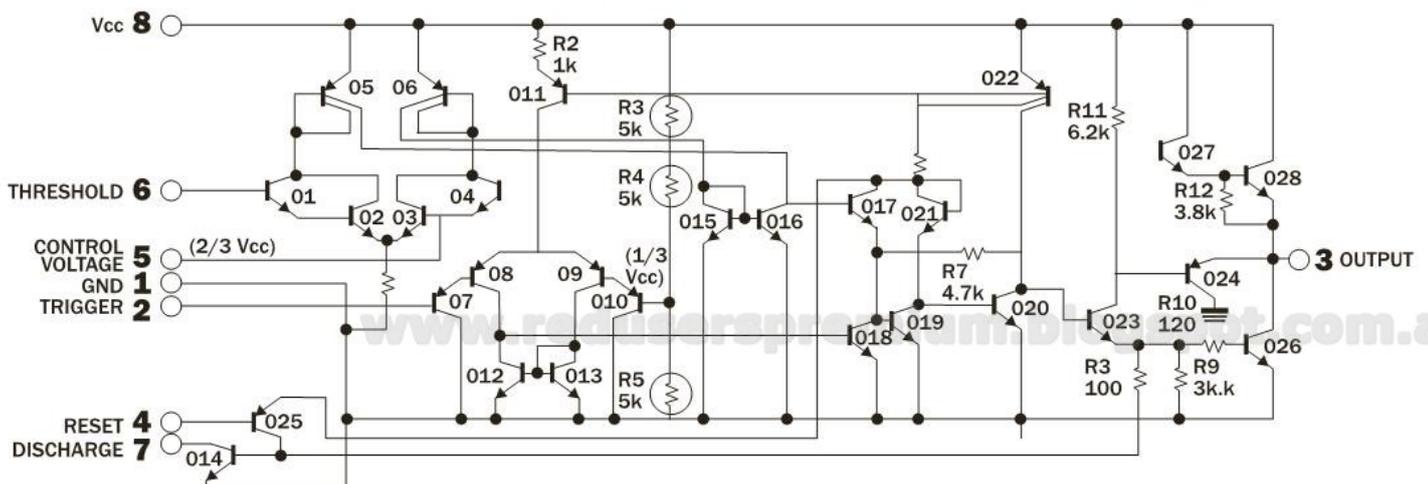
Consideremos que, cuando la función de reset no está en uso (pin 4), se recomienda que sea conectado a V_{cc} para evitar cualquier posibilidad de falsa activación.

EJEMPLO DE DIGITALIZACIÓN



En esta imagen, se plasma la digitalización por muestreo de una señal analógica. Acá se aprecia, con claridad, lo que hemos tratado de explicar brevemente sobre la digitalización de una señal analógica.

Un microprocesador no puede interpretar señales analógicas, ya que solo utiliza señales digitales. Por esta razón, es necesario transformar esta señal en señales digitales. En la gráfica se observa una señal analógica que, para ser interpretada, debe modificarse mediante la digitalización. Un medio simple es el muestreo o sampleado, en el que cada cierto tiempo se lee el valor de la señal analógica. Si el valor de la señal en ese instante está por debajo de un determinado umbral, la señal digital toma un valor bajo (0) y, cuando esta señal se encuentra por encima del valor umbral, la señal digital toma un valor alto (1).



En la imagen, se puede apreciar la configuración interna del oscilador 555. Está compuesta por comparadores y flip-flops contruidos a partir de transistores NPN y PNP.





LÓGICA PROGRAMABLE

A DIFERENCIA DE LA LÓGICA CONVENCIONAL, CON LA LÓGICA PROGRAMABLE, POR HARDWARE O POR SOFTWARE, DISEÑAMOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DIGITALES APTOS PARA DESARROLLAR VARIAS FUNCIONES.



E

En el mundo de la electrónica digital, se emplean soluciones basadas en sistemas microprocesadores o con lógica programable. Por otra parte, respecto a la lógica convencional, utilizando lógica programable obtenemos una serie de importantes ventajas. Entre ellas, tenemos menor tamaño, mayor rendimiento y velocidad, mayor confiabilidad y adaptación ante cambios en el diseño.

La lógica programable se basa en dispositivos lógicos programables (PLD) cuya función no está definida, y se programan antes de ser utilizados. El dispositivo programable más sencillo se denomina **arreglo lógico programable** (en inglés, *Programmable Array Logic*, o **PAL**). Un PAL consiste en una matriz de conexiones en conjunto con una matriz de compuertas lógicas AND y un arreglo de compuertas OR. Los PLD (en inglés, *Programmable Logic Device*) están formados por matrices de conexiones, de compuertas AND y de compuertas OR.

Un **Dispositivo Lógico Programable Complejo** (en inglés, *Complex Programmable Logic Device*, o **CPLD**) implica mayor integración. Es un sistema más eficiente y emplea menos espacio, mejora la confiabilidad y reduce costos de fabricación empleando múltiples bloques lógicos, similares a un PLD, comunicados entre sí mediante una matriz programable de interconexiones. El tamaño del bloque lógico da la capacidad del CPLD, y de ello depende el tamaño de la función por implementar en el interior del bloque. La cantidad de bloques lógicos depende de la familia y de la empresa fabricante del dispositivo. Entre los fabricantes más importantes de dispositivos CPLD se encuentran: **Xilinx, Altera,**



Los dispositivos lógicos programables complejos (en inglés, Complex Programmable Logic Device, o CPLD) se programan por hardware y suplen miles de compuertas lógicas.

Cypress y Atmel, entre otras empresas.

La arquitectura programable **Array de Compuertas Programable en el Campo** (en inglés, *Field Programmable Gate Field* o **FPGA**) es un arreglo de varias celdas lógicas que se comunican unas con otras por canales de conexiones verticales y horizontales. Consiste en un dispositivo lógico programable de tercera generación basado en memorias de SRAM, EEPROM, flash o antifusibles de silicio; funcionalmente, una celda lógica es similar a un bloque lógico CPLD y FPGA, que emplea generadores de funciones antes que compuertas.

La ventaja radica en que, al implementar una función lógica, el tiempo de propagación del FPGA es menor que en un dispositivo CPLD porque solo se puede programar una vez. Cuando hayamos instalado el circuito FPGA, podemos programar funcionalmente los bloques lógicos mediante lenguaje VHDL e im-

LENGUAJE VHDL

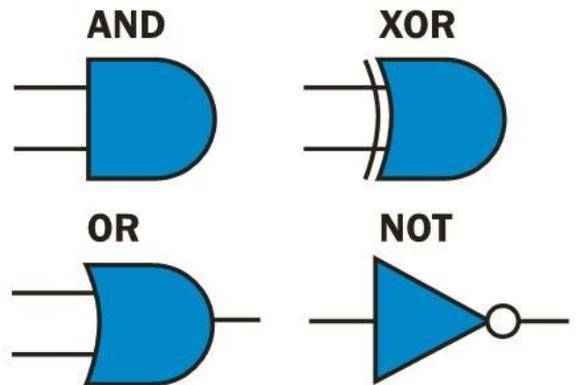
VHDL, lenguaje de descripción de hardware, es el acrónimo de la combinación de **VHSIC** (en inglés, *Very High Speed Integrated Circuits*) y **HDL** (en inglés, *Hardware Description Language*). Fue definido por el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers, o IEEE) de Estados Unidos. VHDL es un lenguaje de descripción y modelado, diseñado para describir la funcionalidad y la organización de sistemas hardware digitales (por ejemplo CLPLD y FPGA), placas de circuitos, y componentes.

LOS REGISTROS DE
DESPLAZAMIENTOS SON
AQUELLOS EN LOS QUE EL
DATO ENTRA EN FORMA
SERIE Y, DEL MISMO MODO,
SALEN DE FORMA SERIE.



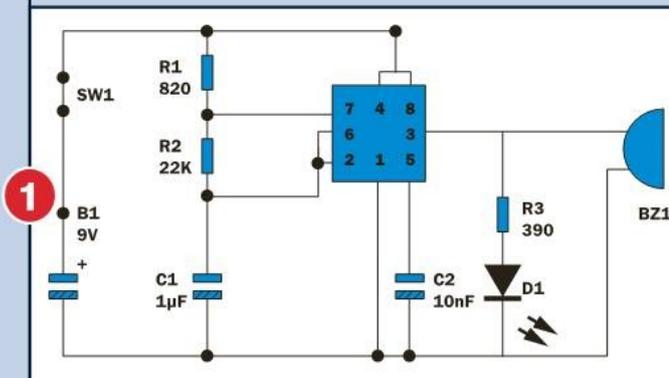
plementar funciones lógicas sencillas tanto como complejos sistemas en un único chip. Son reprogramables, los costos de desarrollo y adquisición resultan menores para pequeñas cantidades, así como también el tiempo de desarrollo también es menor.

Se aplican en procesamiento digital de señales (DSP), radio definido por software (RDS), sistemas aeroespaciales y de defensa, en sistemas de imágenes médicos y también visión por computadoras, reconocimiento de voz, bioinformática y emulación de hardware. Xilinx y Altera son los líderes en la fabricación de FPGA de uso general entre un reducido grupos de empresas que las acompañan. Altera utiliza la tecnología SRAM, y Xilinx, tecnología antifusible caracterizada

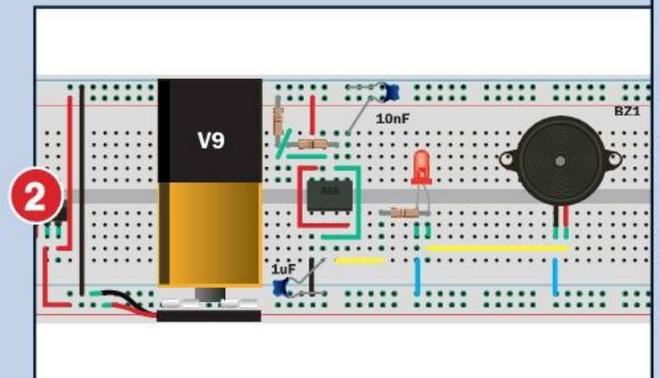


Las compuertas lógicas son un ejemplo de lógica convencional ya que, al fabricarlas, se les define una función fija e inalterable.

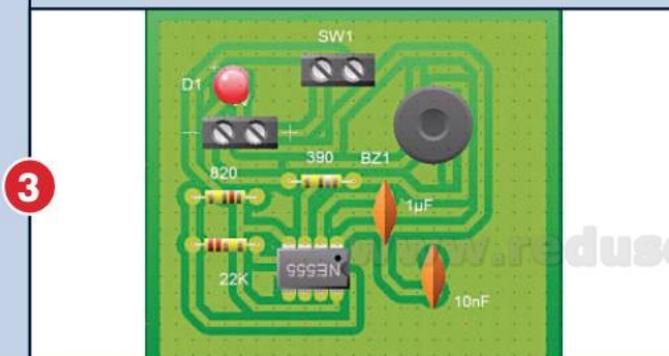
SILBATO ULTRASÓNICO PARA PERROS PASO A PASO



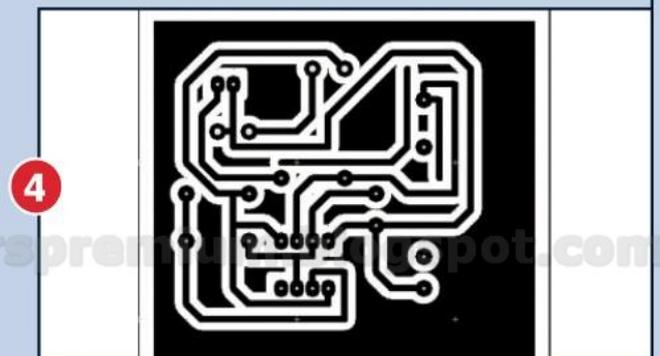
Para construir el proyecto en una frecuencia de aproximadamente 30 KHz, utilizamos el conocido circuito integrado 555 funcionando como astable.



Es conveniente que montemos el circuito en una placa protoboard para realizar todas las pruebas y modificaciones previas al montaje definitivo.



Para montar el silbato ultrasónico, utilizamos componentes simples, entre ellos, un zumbador o Buzzer, apto para frecuencias superiores a 40 KHz.



Una vez obtenidos los resultados esperados, efectuamos el montaje definitivo en una placa de circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board).



El FPGA se basa en una matriz de compuertas que se comunican entre sí mediante canales de conexiones verticales y horizontales.

Software para electrónica digital

Logicly es un simulador para electrónica digital; es posible descargar la versión trial desde www.logic.ly y, también, podemos simular online. Logicly nos provee una amplia variedad de compuertas que incluyen AND, OR, XOR, NAND, NOR, XNOR, NOT y también flip-flop SR, D, JK y T.

Livewire nos permite dibujar el circuito, analógico o digital, y comprender cómo funciona sin necesidad de construirlo. Asimismo, nos proporciona una biblioteca completa con transistores, diodos, circuitos integrados y componentes pasivos.

Construimos el circuito arrastrando cada componente hacia el área de trabajo, los interconectamos y realizamos la simulación. Una vez que obtenemos el circuito definitivo, Livewire se integra con el programa **PCB Wizard** para diseñar el circuito impreso. Descargamos Livewire y PCB Wizard desde el sitio de la empresa en www.new-wave-concepts.com.

Crocodile Clips simula circuitos eléctricos y electrónicos, y nos da un gran apoyo en la comprensión de los circuitos lógicos. Crocodile Clips contiene una extensa librería de componentes para la construcción de modelos eléctricos y electrónicos. Podemos descargar la versión demo a partir del sitio web del fabricante en www.crocodile-clips.com.

Karnaugh Map es un software libre, disponible en Internet, que permite simplificar funciones lógicas mediante **mapas de Karnaugh**. El método gráfico de Karnaugh utiliza diagramas con una casilla por cada combinación de variables, en nuestro ejemplo, 16. Una vez dibujado el diagrama, se colocan allí las combinaciones de la tabla de verdad poniendo un 1 en la casilla correspondiente.

VERSIONES DEMO

Con excepción del software Karnaugh Map, las versiones del software para electrónica digital utilizadas son demos, es decir, presentan funcionalidades reducidas o solo nos permiten utilizarla completa durante un lapso determinado por cada fabricante.

En el sitio web de las empresas, obtenemos información respecto de las distintas versiones disponibles y los pasos por seguir para obtener una licencia de uso. Una vez realizado el pago de la versión requerida, habilitamos el software directamente desde el sitio web del fabricante.

EMPLEAMOS UN SOFTWARE ESPECIAL Y UN PROGRAMADOR DEL DISPOSITIVO A EFECTOS DE CONSEGUIR LA FUNCIONALIDAD REQUERIDA.

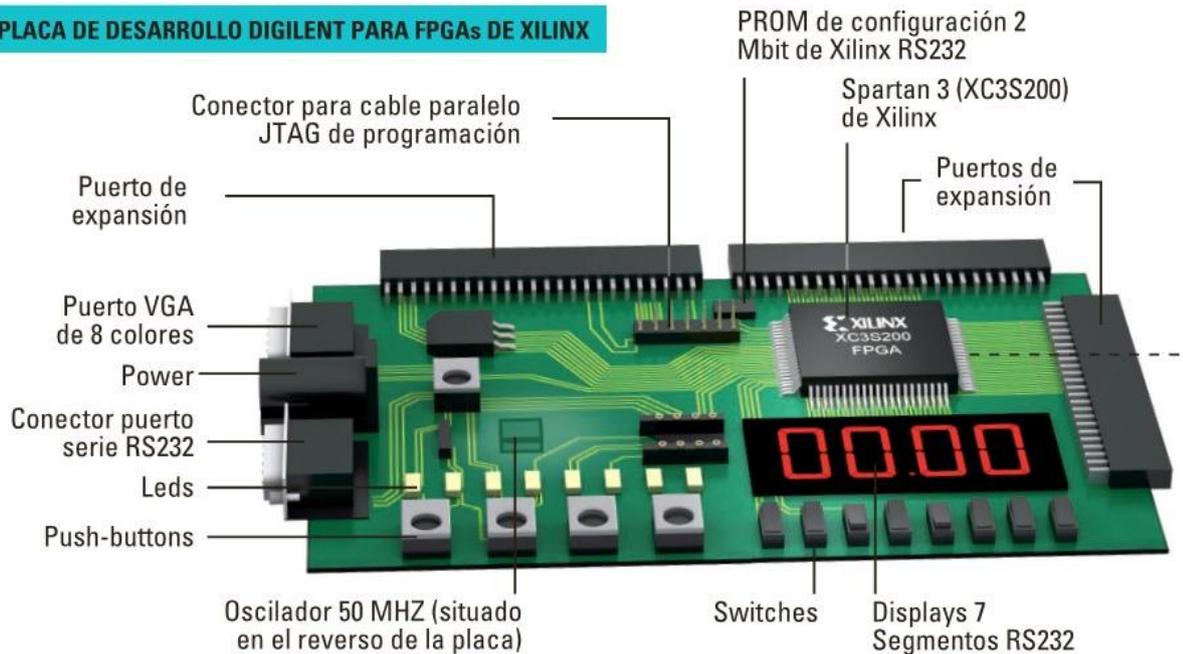


FPGA Y LÓGICA PROGRAMABLE

► Clase 12 //

Una FPGA (*Field Programmable Gate Array*) es un circuito integrado basado en tecnología SRAM, cuya estructura interna es un arreglo bidimensional de celdas lógicas configurables, donde las interconexiones entre ellas también son programables.

PLACA DE DESARROLLO DIGILENT PARA FPGAs DE XILINX



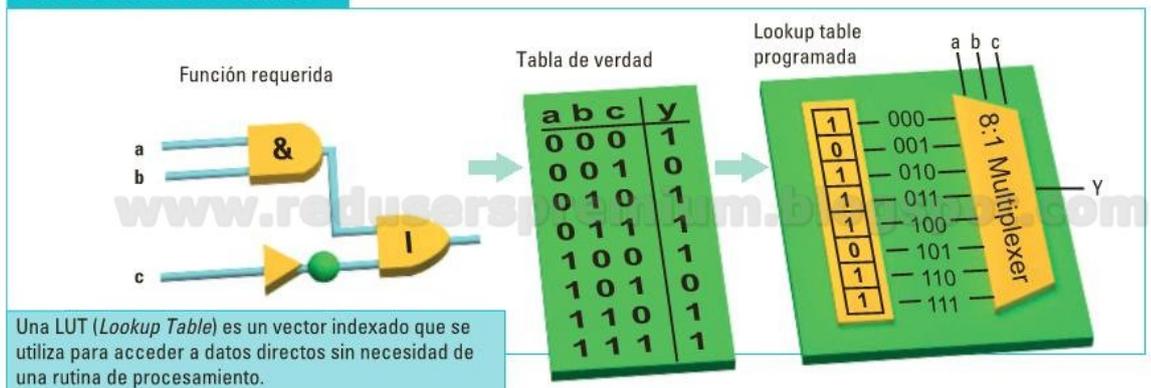
MODELOS SPARTAN 3

Modelo	Número de celdas lógicas	Número de block RAMs	Número digital de clock managers
XC6SLX4	3840	12	2
XC6SLX100	101261	268	6
XC6SLX150T	147443	268	6

TIP

CPLDs (*Complex Programmable Logic Device*): son dispositivos programables, pero en este caso, basados en celdas ROM (eprom, e2prom y flash) de menor capacidad lógica y performance de velocidad que una FPGA. Generalmente usados como *glue Logic* (circuitos de interfaz entre integrados, y entre integrados y salidas).

PROGRAMACIÓN DE UNA LUT



SOFTWARE DE DISEÑO



Archivos del proyecto

Ventana de código VHDL

Proceso de síntesis e implementación

Consola de mensajes y avisos

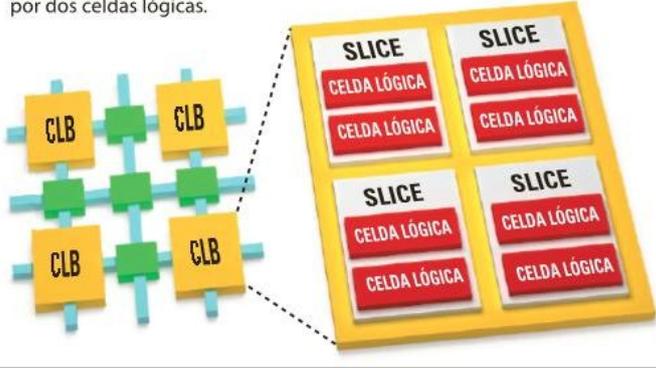
En el caso de Xilinx, ISE Webpack es el software gratuito para especificación, síntesis e implementación de sistemas digitales en FPGAs y CPLDs. Los dos lenguajes más utilizados para la especificación son VHDL y Verilog. Utilizan una semántica de descripción de "procesos" de ejecución paralela.

SPARTAN 3 XC3S200



BLOQUE LÓGICO CONFIGURABLE (CLB)

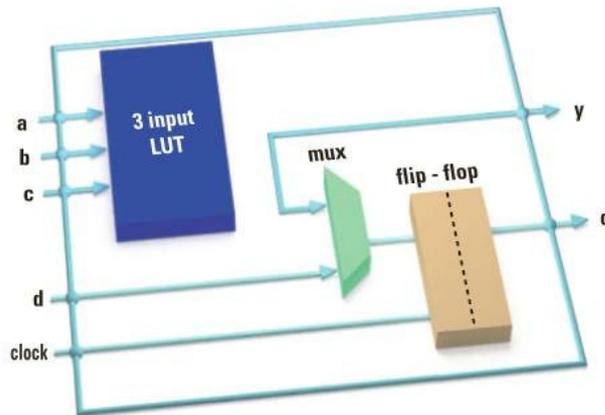
Un CLB está compuesto por cuatro slices y cada slice está compuesto por dos celdas lógicas.



CELDA LÓGICA

Una celda lógica consta de un pequeño circuito combinatorial configurable y un flip-flop tipo D. El circuito combinatorial puede ser implementado por una LUT, que a los fines prácticos puede ser considerada una memoria de capacidad 2^N por 1.

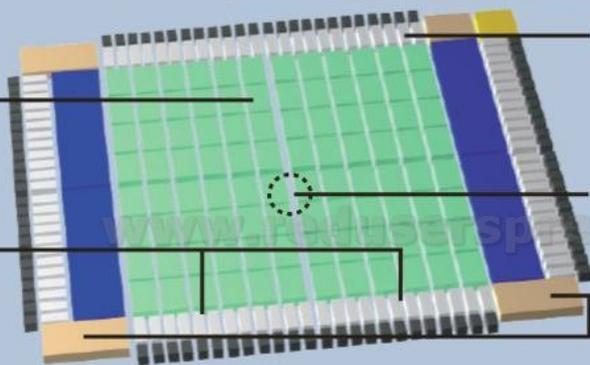
Grabando el contenido de esta memoria, es posible implementar en la LUT cualquier función de N entradas. El flip-flop es para uso en circuitos secuenciales.



ARQUITECTURA INTERNA DE UNA SPARTAN

Bloques lógicos configurables XC3S200:
número de celdas lógicas:
4320 (200 k gates).

Global Clocks (GCLKs):
pines especiales de entrada al árbol interno de distribución de señales de clock. Bancos 1, 2, 4 y 5.



Bloques de entrada y salida:
interfaz bidireccional programable entre los pines I/O y la lógica interna de la FPGA. Compatible con varios estándares.

Interconexiones programables.

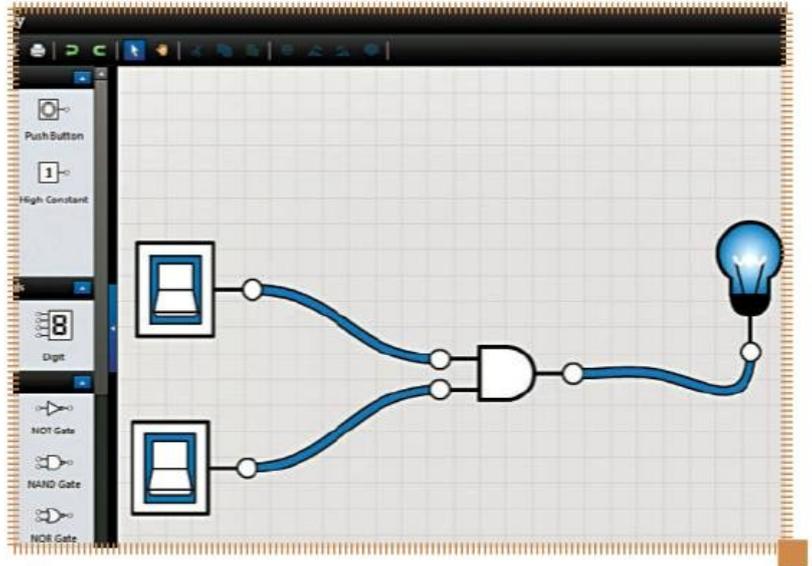
Digital Clock Managers:
bloques destinados a la transformación y distribución de señales de clock.



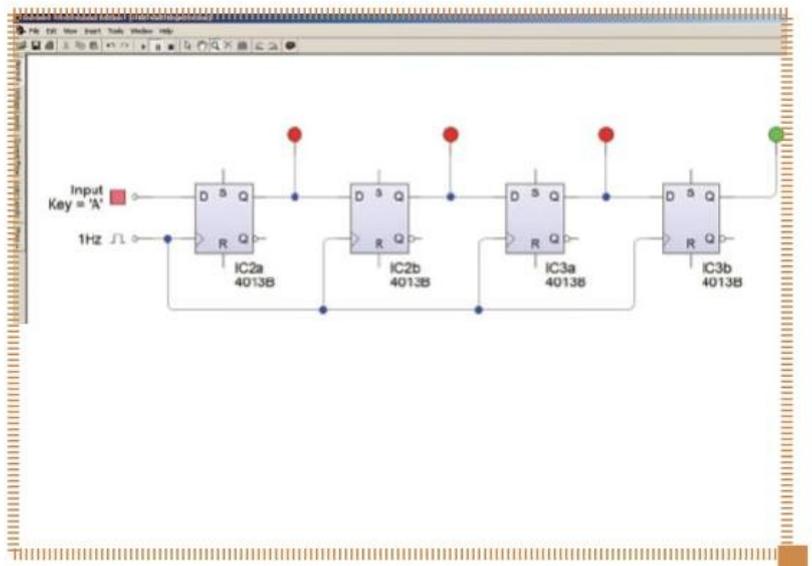
Virtual Breadboard nos permite interconectar los componentes para construir un circuito y simular el código de programación sin necesidad de implementar el hardware. Con Virtual Breadboard simulamos microcontroladores PIC16 y PIC18 de la empresa Microchip, además de emular el entorno de desarrollo Arduino.

VBB funciona sobre la base de una amplia librería de componentes virtuales incluidos en el software, que podemos utilizar fácilmente. La librería incluye pulsadores, leds, potenciómetros, display LCD, motores servo y paso a paso, circuitos lógicos, memorias EEPROM y convertidores A/D y D/A.

Podemos agregar componentes con simulación de entradas y salidas mediante el kit de desarrollo Micromorph (Micromorph CDK). VBB es una excelente opción para aprender a programar Arduino si no contamos con la placa real y deseamos evaluarla. Lo descargamos desde www.virtualbreadboard.net.

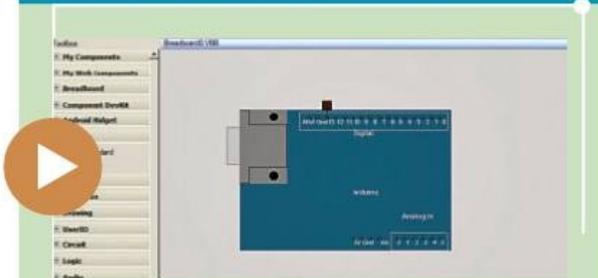


Podemos construir y simular circuitos digitales, arrastrando componentes hacia el editor y realizando las conexiones fácilmente.



Combinamos cuatro flip-flops tipo D para obtener un registro de desplazamiento. Comenzamos la simulación presionando sobre Input.

VIRTUAL BREADBOARD (VBB)



Simulación del encendido y apagado de un diodo led conectado a una placa Arduino UNO. **Virtual Breadboard**, VBB, es un entorno de simulación y desarrollo para aplicaciones embebidas que usan microcontroladores. Es fácil de usar y podemos reemplazar un protoboard para experimentar con nuevos diseños sin necesidad del prototipo físico. Incorpora componentes como LCD, servos, circuitos lógicos y otros dispositivos de E/S para modelar y simular circuitos.

ES POSIBLE ANALIZAR CÓMO FUNCIONA UN CIRCUITO Y EXPERIMENTAR CON ÉL MEDIANTE UN SIMULADOR SIN TENER QUE CONSTRUIRLO REALMENTE.



TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

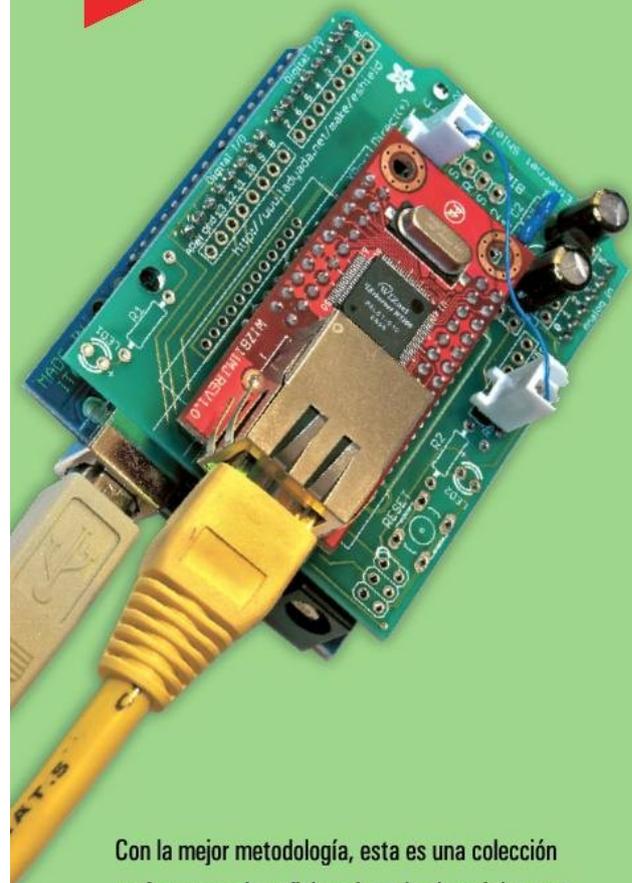


PROFESORES EN LÍNEA
profesor@redusers.com

SERVICIOS PARA LECTORES
usershop@redusers.com

SOBRE LA COLECCIÓN

CURSO VISUAL Y PRÁCTICO QUE BRINDA CONCEPTOS Y CONSEJOS NECESARIOS PARA CONVERTIRSE EN UN TÉCNICO EXPERTO EN ELECTRÓNICA. LA OBRA INCLUYE RECURSOS DIDÁCTICOS COMO INFOGRAFÍAS, GUÍAS VISUALES Y PROCEDIMIENTOS REALIZADOS PASO A PASO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE.

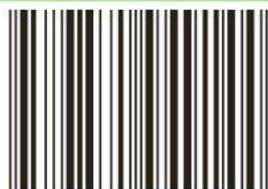


Con la mejor metodología, esta es una colección perfecta para los aficionados a la electrónica que deseen profesionalizarse y darle un marco teórico a su actividad, y para todos aquellos técnicos que quieran actualizar y profundizar sus conocimientos.

CONTENIDO DE LA OBRA

12/24

- 1 ▲ INTRODUCCIÓN A LAS REDES INFORMÁTICAS
- 2 ▲ PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA
- 3 ▲ EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA
- 4 ▲ CORRIENTE CONTINUA
- 5 ▲ CORRIENTE ALTERNA
- 6 ▲ DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
- 7 ▲ CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS
- 8 ▲ PROYECTOS: LUCES AUDIORÍTMICAS Y MICRÓFONO FM
- 9 ▲ DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS
- 10 ▲ SIMULACIÓN DE CIRCUITOS EN LA PC
- 11 ▲ ELECTRÓNICA DIGITAL Y COMPUERTAS LÓGICAS
- 12 **TÉCNICAS DIGITALES APLICADAS**
- 13 ▼ MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES
- 14 ▼ MICROCONTROLADORES PIC
- 15 ▼ PROYECTO: ANALIZADOR DE ESPECTRO CON PIC
- 16 ▼ CONECTIVIDAD POR CABLE
- 17 ▼ CONECTIVIDAD INALÁMBRICA
- 18 ▼ DISPLAYS
- 19 ▼ SENSORES Y TRANSDUCTORES
- 20 ▼ PROYECTO: MODIFICADOR DE VOZ
- 21 ▼ FUENTES DE ALIMENTACIÓN
- 22 ▼ PLATAFORMAS ABIERTAS
- 23 ▼ PLATAFORMA ARDUINO
- 24 ▼ PROYECTO: SISTEMA DE TELEMETRÍA CON ARDUINO



9 789871 949144



00012