

MICROCONTROL

Electrónica en General Pícs en Particular

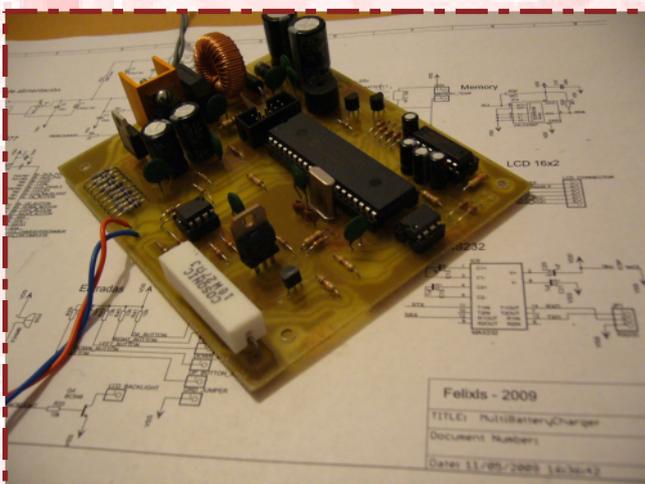
Cargador de Baterías Universal

La mejora continua en tecnología de baterías requiere cada vez más sofisticados algoritmos de carga para asegurar una carga rápida y segura. En este número un proyecto que cumple con todos estos requisitos.

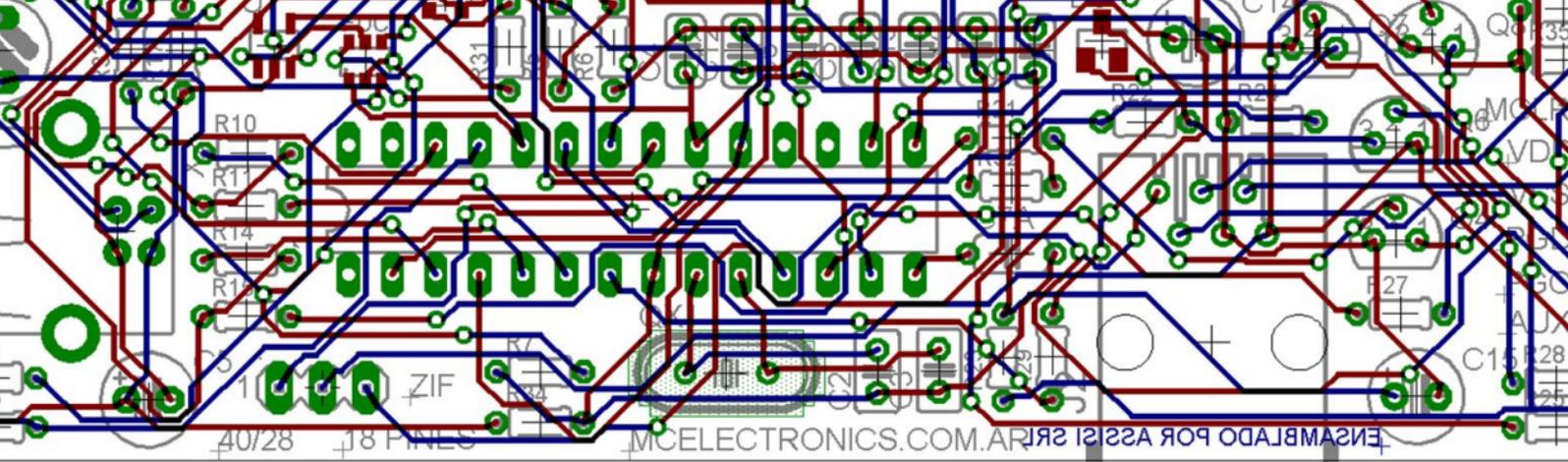
Curso de semiconductores

¿Qué sería de la electrónica actual sin los semiconductores?

- » Curso de programación en Assembler
- » El Condensador
- » Review Programador "MCE PDX USB"

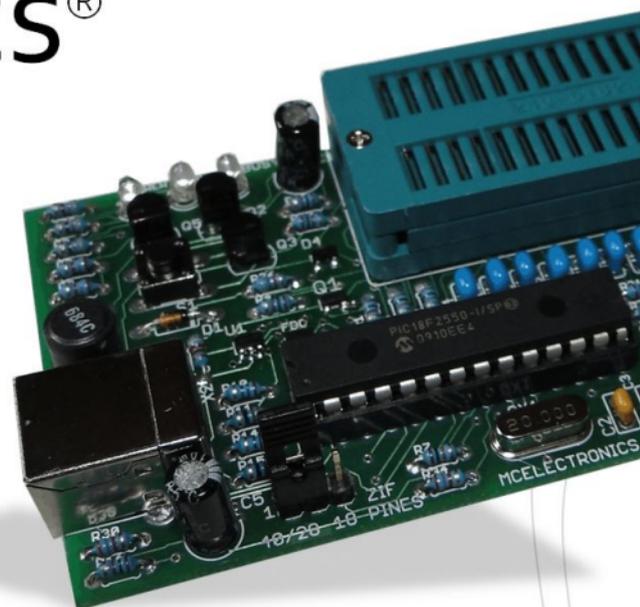


Protocolo RC5: un estándar "de facto"



mc electronics®

Programador y Debugger Express USB para PIC y dsPIC



El MCE PDX USB se puede utilizar como Programador y Debugger Express. Además es un Analizador lógico de 3 canales. Incluye zócalo ZIF, conector RJ11 y EasyJack de 6 pines compatible con PICKit2 de Microchip.

MCELECTRONICS

Austria 1760 - OF 8
Ciudad de Buenos Aires (1425)
BA. Argentina.

(011) 6091-4922/4581

www.mcelectronics.com.ar

info@mcelectronics.com.ar

\$ 149,00 +IVA

USD 38,90

Incluye envío sin
carga a todo el país !



PIN 796948766332890345678046587411



número = 8; año = 3;

Dirección, Redacción y Corrección:

Ariel Palazzesi

Argentina

arielpalazzesi@gmail.com

Diseño y Diagramación:

Lucas M. Treser

Argentina

lmtreser@gmail.com

Consejo Editorial:

Mario Sacco

Argentina

service.servisystem@gmail.com

Alejandro Casanova

Argentina

inf.pic.suky@live.com.ar

Carlos Neciosup

Perú

reyhalcon@hotmail.com

Martín Torres Fortelli

Argentina

torres.electronico@gmail.com

Felixls

Argentina

sergiols@keko.com.ar

.indice

El Condensador	0x05
PIC16F628A en assembler	0x0C
Sensores de luz	0x17
Curso de semiconductores	0x1B
Review MCE PDX USB	0x29
Cargador de baterías	0x2D
Protocolo RC5	0x38

Descarga Gratuita.

Este contenido se rige por la licencia
de Creative Commons "Licencia Creative
Commons Atribución-No Comercial-Sin
Obras Derivadas 3.0"



Bienvenidos a este nuevo número de la Revista uControl. Nuevamente hemos terminado de editarla unos días más tarde de lo previsto, pero creemos que la espera habrá valido la pena. Seguramente notarás que en lugar de tres columnas, ahora el texto se distribuye en solo dos (¡Gracias Lucas!). Creemos que así es más fácil leer los artículos. En todo caso, puedes escribirnos contándonos que formato te resulta más cómodo.

En las 64 páginas de este número, el primero del 2010, encontrarás artículos para todos los gustos o niveles. Algunos están orientados a quienes recién comienzan a investigar la forma que funcionan cada componente y otros, más avanzados, serán de utilidad para los que ya son capaces de programar un microcontrolador con soltura. En este último grupo se encuentra la cuarta parte del excelente curso de programación en assembler de Alejandro Casanova, quien nos cuenta los secretos del módulo CCP del PIC16F628A. Los amantes de la robótica encontrarán un interesante tutoría sobre el uso de las resistencias LDR y sus aplicaciones en el diseño de pequeños robots. Martín Torres, un prolífero colaborador de uControl, nos brinda un completo artículo dedicado a los semiconductores, un tema que tiene “miga” suficiente como para resultar de interés a todos los lectores. ¡Y mucho más!

Este es el primer número del año. Es el comienzo de lo que esperamos sea un año especialmente bueno para nuestra revista. Estamos recibiendo una gran cantidad de material -de excelente calidad- que nos garantizan la continuidad durante varios números. También son muchos los que nos escriben o participan en el foro consultando alguna duda o aportando sus trabajos. Como siempre, los invitamos a pasar periódicamente por allí, ya que el foro se ha convertido en la verdadera “cocina” de la Revista.

Hasta el próximo número.



El condensador

El condensador o capacitor es otro componente que no suele faltar en ningún circuito electrónico, en alguna de sus muchas formas o modelos.

// por: Ariel Palazzesi //
arielpalazzesi@gmail.com



Un condensador consiste en dos placas metálicas separadas por un aislante, llamado dieléctrico. El dieléctrico, que puede ser aire, papel, mica, plástico u otro, es muy delgado, de manera que ambas placas conductoras, a las que llamaremos armaduras, queden lo mas cerca posible una de la otra. El valor del condensador, en términos de capacidad, se mide en Faradios, y tanto mayor será esta cuando mayores sean las superficies enfrentadas de las placas y menor el espesor del dieléctrico.

Un condensador dispone de dos terminales, que sirven para conectarlo a otros componentes del circuito. Cada uno de ellos esta unido eléctricamente a una de las armaduras.

El condensador en CC

Si conectamos un condensador a una fuente de corriente continua (CC), no habrá circulación de electrones a través de él, debido a la presencia del dieléctrico, que como ya vimos es un material aislante. Sin embargo, se producirá una acumulación de cargas en las armaduras, concretamente de electrones en la armadura que este conecta-

da al negativo de la fuente, y de huecos en la que se conecte al positivo. Este efecto se conoce como polarización del dieléctrico.

Si desconectamos la fuente de energía del condensador, veremos que la acumulación de cargas se mantiene, debido a que las cargas de distinto signo que se ubican en cada una de las armaduras se atraen entre si. Si uniéramos ambos terminales, las cargas circularían de una armadura a la otra a través de este puente, y el condensador quedaría en las condiciones iniciales.

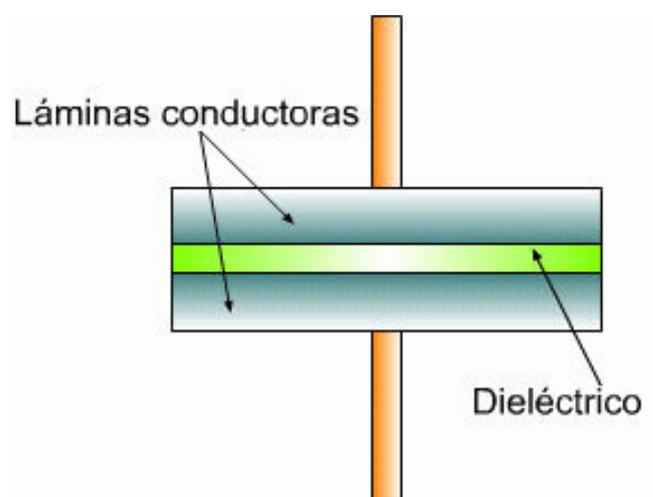


Figura 1. Armaduras de un condensador.

El condensador en CA

Si en lugar de conectar el condensador a una fuente de corriente continua lo conectamos a una de corriente alterna, veremos que la polarización de las placas debe variar al ritmo del sentido de la corriente entregada por la fuente. En el semiciclo positivo las armaduras se polarizarán de una manera, y durante el semiciclo negativo deberán polarizarse en forma inversa. El dieléctrico se ve obligado a cambiar su polarización al mismo ritmo, lo que genera tensiones en él. Si la frecuencia es muy elevada, el dieléctrico será incapaz de seguir los cambios a la misma velocidad, y su polarización disminuirá. De esto se deduce que la capacidad de un condensador disminuye cuando la frecuencia aumenta.

Dielectrico

El material empleado en el dieléctrico es uno de los factores claves de las características del condensador, ya que será el que determine la tensión máxima de funcionamiento (sin que llegue a perforarse), y la capacidad, que en gran medida depende de que delgado se puede cortar dicho material y de que tan bueno sea para mantener las cargas de las armaduras separadas entre sí.

Otro punto a tener en cuenta es que debido a la polarización en uno y otro sentido del dieléctrico, se produce una circulación de corriente en el circuito, aunque esta nunca llegue a atravesarlo, lo que lo hace ideal para separar corrientes continuas de alternas cuando ambas existen simultáneamente. Debemos recordar que debido a la existencia del dieléctrico, se producirá un desfase entre la tensión aplicada y la corriente, de manera que cuando la corriente este en su valor máximo, la tensión será cero, y viceversa, situación que se repetirá a lo largo del ciclo de la corriente alterna.

Unidades

Como mencionamos antes, la unidad en la que se mide la capacidad de un condensador



Figura 2. Condensador o capacitor cerámico.

es el Faradio. En la práctica, la unidad es demasiado grande para usarla directamente, por lo que se emplean habitualmente fracciones, como el microfaradio o μF , que es la millonésima parte de un faradio (0,000.001 F); el nanofaradio o nF, la milésima parte del anterior (0,000.000.001F) y el picofaradio o pF, que representa la billonésima parte de un faradio (0,000.000.000.001 F)

Tipos de condensadores

Tal como ocurre con los resistores, los condensadores se construyen con diferentes materiales y características, de acuerdo al uso al que estén destinados. Es conveniente conocer al menos los más comunes, para poderlos emplear de manera adecuada.
[editar] Condensadores Cerámicos

Los condensadores cerámicos se fabrican con capacidades relativamente pequeñas, comprendidas entre 1 pF y los 470 nF (0.47 μF). La tolerancia respecto del valor nominal es de aproximadamente un 2% para los de más pequeño valor, y de un 10% para los de mayor denominación.

Físicamente, se parecen a una lenteja con los dos terminales saliendo desde uno de los bordes. Son capaces de soportar tensiones de entre 50V y 100V, dependiendo del modelo, aunque los hay de fabricación especial que soportan hasta 10.000V. Su

identificación se realiza mediante un código alfanumérico.

Se utilizan principalmente en circuitos que necesitan una alta estabilidad y bajas pérdidas en altas frecuencias. El proceso de fabricación consiste básicamente en la metalización de las dos caras del material cerámico, lo que hace que su costo sea muy pequeño.

Condensadores Electrolíticos

Otro tipo de condensador muy utilizado es el denominado electrolítico, siendo el que mayor capacidad presenta para un tamaño físico determinado.



Figura 3. Condensadores electrolíticos.

Están formados por una banda de aluminio recubierta por un óxido del mismo metal, que hace las veces de dieléctrico. Sobre esta lámina hay una de papel, impregnada en un líquido conductor, que recibe el nombre de electrolito, de donde toma el nombre este modelo de condensador. Completa esta especie de sándwich una segunda lámina de aluminio, que junto a la primera conforman las armaduras y a las que se unen eléctricamente los terminales de conexión. Todo el conjunto se encuentra arrollado sobre sí mismo e introducido en un tubo cerrado herméticamente, del que asoman los terminales.

Este tipo de condensador es de polaridad fija, es decir, solo funciona correctamente si se le

aplica una tensión exterior con el signo positivo al terminal que está unido a la lámina de aluminio cubierta de óxido y el negativo a la otra. Las tolerancias oscilan entre el 10% (condensadores de hasta 330µF) y el 20% para capacidades superiores.

Su principal aplicación está relacionada con el filtrado de componentes de corriente alterna en fuentes de alimentación, y filtros de baja frecuencia.

Si sometemos un condensador electrolítico a una tensión sensiblemente mayor a la que corresponde a su tipo, puede explotar. Esto se debe a que el electrolito pasa de estado líquido a gaseoso, y la presión dentro del recipiente que contiene las armaduras aumenta sensiblemente, lo que provoca la destrucción del componente.

Condensadores de Tántalo

Una variación sobre el modelo anterior es el condensador de tántalo, donde las láminas de aluminio son reemplazadas por hojas de aquel metal. Se utiliza un electrolito seco, y tiene como característica un bajísimo ruido eléctrico.



Condensadores de Poliéster

Los condensadores de poliéster son ampliamente utilizados, dado que entre sus características más importantes se encuentran una gran resistencia de aislamiento que le permite conservar la carga por largos periodos de tiempo, un volumen reducido y un excelente comportamiento frente a la humedad y a las variaciones de temperatura.

Adicionalmente, la propiedad de autorregeneración permite que en caso de que un exceso de tensión los perfora, el metal se vaporiza en una pequeña zona rodeando la perforación evitando el cortocircuito, lo que le

permite seguir funcionando.

Los materiales más utilizados son: poliestireno (styroflex), poliéster (mylar), policarbonato (Macrofol) y politetrafluoretileno (conocido como teflón). Se fabrican en forma de bobinas o multicapas. En algunos países o publicaciones se los conoce como MK. Se fabrican con capacidades desde 1nF a 100uF y tensiones desde 25V a 4000V. Se los distingue por sus característicos colores vivos, generalmente rojo, amarillo o azul.



Figura 5.
Condensador de Poliéster. El mismo puede estar fabricado con poliestireno (styroflex), poliéster (mylar), policarbonato (Macrofol) o politetrafluoretileno (teflón).

Condensadores Variables

Por último, existen condensadores con capacidad variable, contruidos generalmente en aluminio, con un dieléctrico que suele ser el aire, aunque también se utilizan la mica o el plástico. Estructuralmente consisten en dos armaduras formadas por láminas paralelas de metal que se introducen una en la otra cuando se actúa sobre un eje. Esto produce una modificación en la superficie de las armaduras que quedan enfrentadas, y con ello la variación de la capacidad. Se utilizan por ejemplo para variar la frecuencia en la que trabaja un receptor de radio de amplitud modulada.

Nomenclatura

Se emplean diferentes sistemas para escribir el valor de la capacidad de los condensado.

res, dependiendo del tipo de que se trate. En el caso de los electrolíticos, directamente se expresa la capacidad con números, generalmente en uF, por lo que su lectura no presenta problemas. Acompaña a este valor la tensión máxima para la que ha sido diseñado, y que no debe superarse si no queremos terminar con la vida útil del componente.

En el caso de los condensadores cerámicos, se utiliza un sistema similar al de los resistores, pero en lugar de utilizar bandas de colores, se expresa el valor con números. Es habitual encontrar escrito sobre el cuerpo de estos condensadores un número de 3 cifras, donde las dos primeras corresponden a las unidades y decenas, y la tercera la cantidad de ceros. La capacidad se encuentra en picofaradios, por lo que puede ser necesario hacer la conversión si deseamos conocer el valor en otra unidad. De esta manera, si en el número escrito es, por ejemplo, 474, significa que la capacidad es de 470.000 pF, o lo que es lo mismo, 0.47 uF. Este sistema se conoce como Código 101.

Algunos condensadores tiene impreso directamente sobre ellos el valor de 0.1 o 0.01, lo que significa 0.1 uF o 0.01 uF. En el Código 101 se utiliza una letra para significar la tolerancia del condensador.



Figura 6. Condensador variable de un antiguo receptor de radio.

Ejemplos del Código 101

- 104H -> significa 10 + 4 ceros = 10,000 pF; H = +/- 3% de tolerancia.
- 474J -> significa 47 + 4 ceros = 470,000 pF, J = +/- 5% de tolerancia.

Letra	Tolerancia
D	+/- 0.5 pF
F	+/- 1%
G	+/- 2%
H	+/- 3%
J	+/- 5%
K	+/- 10%
M	+/- 20%
P	+100% , -0%
Z	+80% , -20%

Figura 7. Código 101. La letra al final del valor del condensador especifica su tolerancia.

En el caso de algunos condensadores de poliéster se utiliza el mismo código de colores que en las resistencias, de cinco bandas, donde los colores de las dos primeras son el valor de las unidades y decenas, el tercero la cantidad de ceros, el cuarto color es la tolerancia, y el quinto la tensión máxima.

Agrupación de Condensadores

Tal como ocurre con los resistores, a partir de unos pocos valores discretos disponibles comercialmente es posible obtener práctica-

mente cualquier valor de capacidad que deseemos, simplemente combinándolos de a dos o mas. También hay dos formas básicas de hacerlo, en serie y en paralelo.

Condensadores en serie

La agrupación en serie consiste en unir los condensadores uno a continuación del otro, como se ve en el esquema de la figura. De esta manera, la corriente I que los atraviesa es la misma. En rigor, ninguna corriente (al menos en el sentido de flujo de cargas eléctricas) fluye a través de un condensador. Sin embargo, dado que las cargas sobre las armaduras son siempre iguales y opuestas, la corriente que ingresa a un terminal siempre es igual a la que emerge por el otro, por lo que a fines practicas se supone una circulación de corriente a través del condensador. Debido a la forma en que se comportan las armaduras y las cargas al dispones los condensadores de esta manera, la capacidad total del arreglo se calcula con la siguiente formula:

$$1 / C = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + + 1/Cn$$

Esta formula es semejante a la utilizada para calcular el valor de resistores en paralelo. Al igual que en el caso de resistencias en paralelo, hay dos situaciones especiales a tener en cuenta, que pueden facilitar los cálculos:



Color	1ra y 2da banda		3era banda	Tolerancia		Tensión
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador		para C > 10 pF	para C < 10 pF	
Negro		X 1	+ / - 20%	+ / - 1 pF		
Marrón	1	X 10	+ / - 1%	+ / - 0.1 pF	100 V	
Rojo	2	X 100	+ / - 2%	+ / - 0.25 pF	250 V	
Naranja	3	X 10 ³				
Amarillo	4	X 10 ⁴			400 V	
Verde	5	X 10 ⁵	+ / - 5%	+ / - 0.5 pF		
Azul	6	X 10 ⁶			630 V	
Violeta	7					
Gris	8					
Blanco	9		+ / - 10%			

Figura 8. En los condensadores de poliéster se codifican la capacidad y tensión de trabajo mediante colores.

- La capacidad equivalente de solo dos condensadores en serie es $C = (C1 \times C2) / (C1 + C2)$.

- Si todos los condensadores son iguales, $C = C/n$

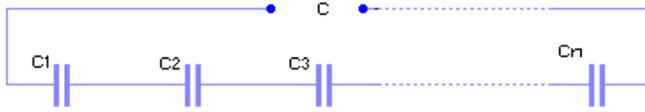


Figura 10. La capacidad total de los condensadores en serie es menor a la del mas pequeño.

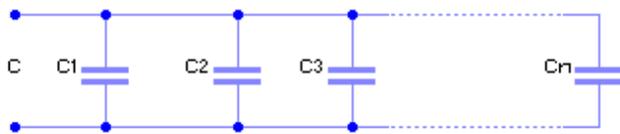


Figura 11. Conectados en paralelo, se suman las capacidades individuales.

Condensadores en paralelo

Si conectamos entre si condensadores en paralelo, la capacidad total será igual a la suma de las capacidades individuales. Esto es bastante intuitivo de entender, dado que en esta configuración el tamaño total de las armaduras enfrentadas será la suma de los tamaños de las armaduras enfrentadas.

$$C = C1 + C2 + C3 + \dots + Cn$$

Nuevamente, la formula se asemeja a la vista para las resistencias, pero esta vez conectadas en serie. También podemos asociar condensadores de maneras que sean una combinación de las dos agrupaciones vistas, y calcular la capacidad total dividiendo en partes el problema, resolviendo cada subproblema con las formulas vistas.

Este espacio esta esperando tu anuncio.
Comunicate a revista.ucontrol@gmail.com



¿Buscás LEDs?

**D⁺
LED**

**Todos los LEDs, un solo lugar.
www.dled.com.ar**



PIC16F628A en assembler

cuarta parte

Los microcontroladores PIC16F627A/628A/648A disponen de un modulo de Captura/Comparación/PWM que trabajando en conjunto con los temporizadores, permite realizar en forma sencilla las tareas de medición de tiempo/frecuencia, y generación de señales digitales.

// por: Alejandro Casanova //
inf.pic.suky@live.com.ar



El módulo CCP

El modulo CCP tiene 3 modos de funcionamiento:

Modo captura: Permite capturar el valor que tiene en registro TMR1 cuando ocurre un evento especial en la terminal RB3/CCP1.

Modo comparación: Permite comparar el valor de 16 bits del TMR1 con un valor previamente definido en los registros CCPRL1H y CCPRL1L

Modo PWM: Permite generar señales digitales moduladas en ancho de pulso

El registro principal de este módulo es el CCPR1 de 16-bits que esta comprendido de 2 registros de 8-bits CCPR1H (16h) y CCPR1L (15h). La operación del módulo se controla mediante el registro CCP1CON (17h).

Selección del modo de operación. La selección del modo en que trabajara el módulo CCP se realiza mediante los cuatro bits menos significativos del registro CCP1CON, es decir, mediante los bits

CCP1M3:CCP1M0 (CCP1CON<3:0>) de acuerdo a lo siguiente:

- 0000** Captura/Comparación/PWM deshabilitados
- 0100** Captura cada transición de bajada
- 0101** Captura cada transición de subida
- 0110** Captura cada cuarta transición de subida
- 0111** Captura cada 16 transiciones de subida
- 1000** Comparación, pone salida cada coincidencia
- 1001** Comparación, limpia salida cada coincidencia
- 1010** Comparación, genera interrupción cada coincidencia (Se setea bit CCP1IF, salida inalterada)
- 1011** Comparación, dispara evento especial (Se setea bit CCP1IF , resetea TMR1(TMR1IF inalterado))
- 11xx** Modo PWM

El modo de captura

En el modo de captura los registros CCPR1H:CCPR1L capturan el valor de 16 bits registro TMR1 cuando ocurre un evento en la pin RB3/CCP1. Los eventos pueden ser:


```
; **** Encabezado ****
list      p=16f628A ; list directive to define processor
#include   <p16f628A.inc> ; processor specific variable definitions
__CONFIG _CP_OFF & _WDT_OFF & _BODEN_ON & _PWRTE_ON & _HS_OSC &
_DATA_CP_OFF & _LVP_OFF & _MCLRE_ON

; **** Definición de variables ****
Msb      equ      0x20 ; Guarda Byte alto de Captura para enviar por
RS232
Lsb      equ      0x21 ; Guarda byte bajo de Captura para enviar por
RS232
Contador1 equ      0x22 ; Para demora
Contador2 equ      0x23 ; Para demora

; **** Definiciones para el ensamblador ****

; **** Definición de macros ****
; Se envía la data de un registro a PC.-
Putregmacro Registro
    movfw Registro
    call RS232_EnviaDato
endm

;//////////////////////////////////////
; **** Inicio del Micro ****
Reset.
    org      0x00 ; Aquí comienza el micro.-
    goto Inicio ; Salto a inicio de mi programa.-

; **** Programa Principal ****
org      0x05
Inicio
    bsf      STATUS,RP0 ; Banco 1
    movlw b'00001010' ; RB1 entrada, RB2 salida, RB3 entrada.
    movwf TRISB
    movlw 0x04
    movwf TXSTA ; Configura modo asíncrono, baud rate de alta velocidad
    movlw 0x81 ; Configura velocidad a 9600 baudios con cristal de 20 Mhz
    movwf SPBRG
    bsf      TXSTA,TXEN ; Habilita transmisión
    bcf      STATUS,RP0 ; Banco 0.-
    bsf      RCSTA,SPEN ; Habilitación puerto serie

    movlw b'00000001' ; Se selecciona TMR1, preescaler de 1/1, modo temporizador.-
    movwf T1CON
    movlw b'00000101' ; Se configura CCP modo captura cada flanco de subida.-
    movwf CCP1CON

Bucle
    bcf      PIR1,CCP1IF ; Borramos bandera
    btfss   PIR1,CCP1IF ; Testeamos bandera.-
    goto    $-1 ; Si no se activo seguimos esperando
    bcf      PIR1,CCP1IF ; Se activo, la borramos.-
```


El modo comparador

En el modo de comparación el registro de 16 bits CCPR1 (CCPR1H:CCPR1L) se compara constantemente con el valor del registro de 16 bits TMR1. De manera que cuando sus valores coinciden además de activarse la bandera para solicitar interrupción CCP1IF (PIR1<2>), puede ocurrir en la patita RB3/CCP1 (previa configuración) alguna de las siguientes acciones:

- RB3/CCP1 Se pone en alto
- RB3/CCP1 Se pone en Bajo
- RB3/CCP1 no cambia

La acción que ocurra en esta patita se configura mediante los bits de control CCP1M3:CCP1M0 (CCP1CON<3:0>). En la figura siguiente se muestra un diagrama de bloques en donde se ilustra la manera en que trabaja el módulo CCP en modo comparador.

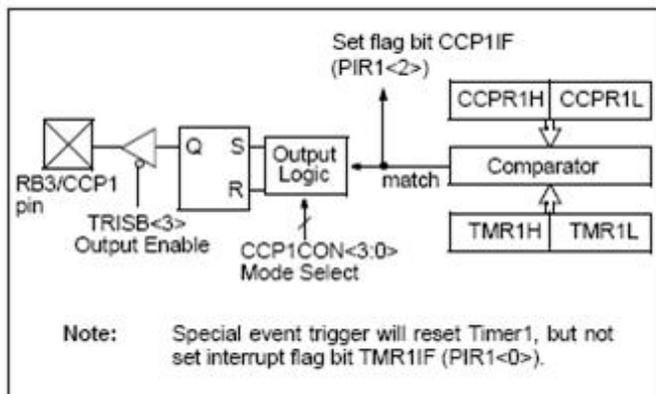


Figura 3. "CCP modo comparación".

Configuraciones

- El pin RB3/CCP1 debe configurarse como salida limpiando el bit TRISB<3>
- El Timer 1 debe estar corriendo en modo temporizador (o en modo contador sincronizado)
- Al limpiar el registro CCP1CON el latch de salida de la patita RB3/CCP1 se fuerza a su valor "default" de cero.
- En el modo "interrupción software" no se

realiza ninguna acción en el pin RB3/CCP1.

- El modo "Special Event Trigger" ocurre inmediatamente al igualarse el par de registros TMR1H, TMR1L al par de registros CCPR1H, CCPR1L. El par de registros TMR1H, TMR1L no se resetean hasta el próximo flanco ascendente del clock de Timer1. Esto permite que el registro CCPR1 sea un registro de periodo programable para el Timer1

Ejemplo N° 2.

En este programa se hace uso del modo de comparación para realizar la conmutación de una señal cada vez que transcurre un tiempo, el cual se ajusta al oprimir un pulsador de incremento o uno de decremento.

Este espacio esta esperando tu anuncio.
Comunicate a revista.ucontrol@gmail.com

```

**** Encabezado ****
    list          p=16f628A ; list directive to define processor
    #include      <p16f628A.inc> ; processor specific variable definitions
    __CONFIG_CP_OFF & _WDT_OFF & _BODEN_ON & _PWRTE_ON & _HS_OSC &
    _DATA_CP_OFF & _LVP_OFF & _MCLRE_ON

;**** Definicion de variables ****
    decre equ     0 ; Pulsador para decrementar periodo
    incre equ     1 ; Pulsador para incrementar periodo

;////////////////////////////////////
;**** Inicio del Micro ****
Reset.
    org          0x00 ; Aquí comienza el micro.-
    goto Inicio ; Salto a inicio de mi programa.-

; **** Programa Principal ****
Inicio
    org          0x05
    movlw 0x07 ; Para deshabilitar comparadores analógicos.-
    movwf CMCON
    bsf STATUS,RP0 ; Banco 1
    bsf TRISA,decre ; Como entrada.-
    bsf TRISA,incre ; Como entrada.-
    bcf TRISB,3 ; RB3 como Salida.
    bcf STATUS,RP0 ; Banco 0.-
    movlw b'00000001' ; Se selecciona TMR1, preescaler de 1/1, modo temporizador.-
    movwf T1CON
    movlw 0x80 ; Inicia periodo de comparación a mitad de rango.-
    movwf CCPR1H
    movlw 0x00
    movwf CCPR1L
    movlw b'00001000' ; Se configura CCP modo comparación, setea salida con
coincidencia.-
    movwf CCP1CON
    clrf TMR1H ; Comenzamos generación de señal.-
    clrf TMR1L

Bucle
    bcf PIR1,CCP1IF ; Borramos bandera
    btfss PIR1,CCP1IF ; Testeamos bandera.
    goto $-1 ; Si no se activo seguimos esperando
    bcf PIR1,CCP1IF ; Se activo, la borramos.
    movlw b'00000001' ; Invertimos ultimo bit, para pasar de setear a resetear...
    xorwf CCP1CON,1 ; o viceversa.-
    clrf TMR1H ; Reseteamos cuenta Timer1.
    clrf TMR1L ;
    btfsc PORTA,decre ; Testea pulsador para decrementar periodo.-
    call Decrementa
    btfsc PORTA,incre ; Testea pulsador para incrementar periodo.-
    call Incrementa

```

```
goto Bucle ;
;
;***** Rutinas *****
Decrementa
    decf CCPR1L,1 ; Decrementa parte baja.-
    comf CCPR1L,w ; Carga el negado a W, si CCPR1L=0xFF -> W=0x00.-
    btfss STATUS,Z ; Si W=0x00 decrementamos parte alta.-
    return ; No.-
    decf CCPR1H,1 ; Decrementa parte alta.-
    return
;
Incrementa
    incf CCPR1L,1 ; Incrementa parte baja.-
    btfss STATUS,Z ; CCPR1L=0x00?
    return ; No.-
    incf CCPR1H,1 ; Si, incrementa parte alta
    return
;
end
```

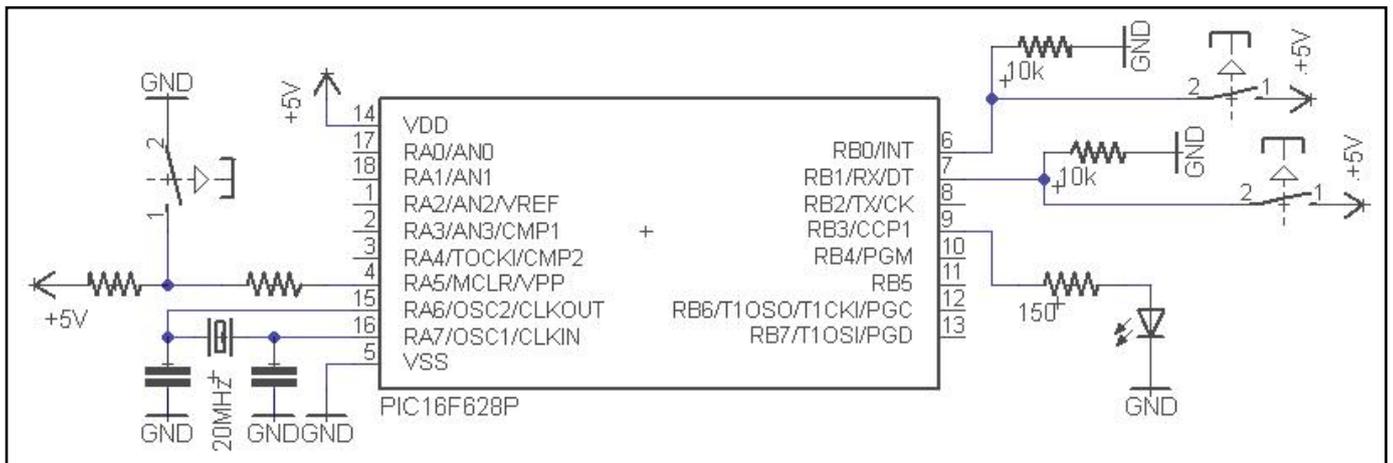


Figura 4. Hardware-Modo comparación del ejemplo N°2.

Modo PWM (Modulación de Ancho de Pulso).

Con este modo de trabajo se consiguen generar señales rectangulares de frecuencia fija pero cuya anchura del nivel alto es de duración variable fijada por es usuario. Estas señales son utilizadas principalmente en el control de potencia suministrada a dispositivos.

El pin RB3/CCP1 esta configurado como salida y cambia entre los niveles 0 y 1 a intervalos de tiempos variables, logrando un

pulso cuyo nivel alto tiene un ancho variable dentro del intervalo del periodo de trabajo:

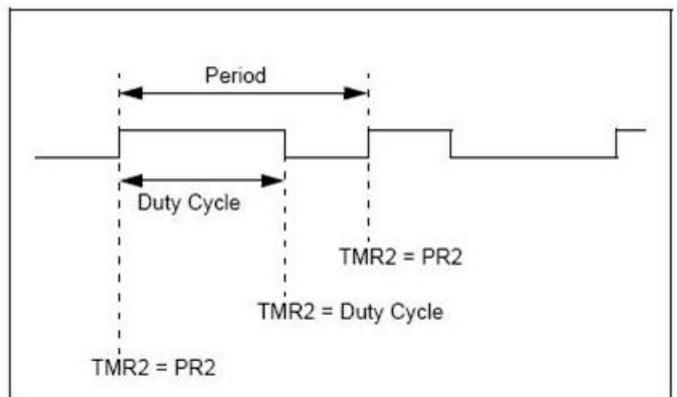


Figura 5. Generación de señal PWM.

La base de tiempos es el Timer2 más dos bits adicionales para tener los 10. El periodo se determina con el registro PR2, ya que cuando TMR2=PR2:

- Se borra el TMR2
- Se pone a "1" el pin CCP1
- Se pasa el valor del CCPR1L al CCPR1H (para evitar glitch)

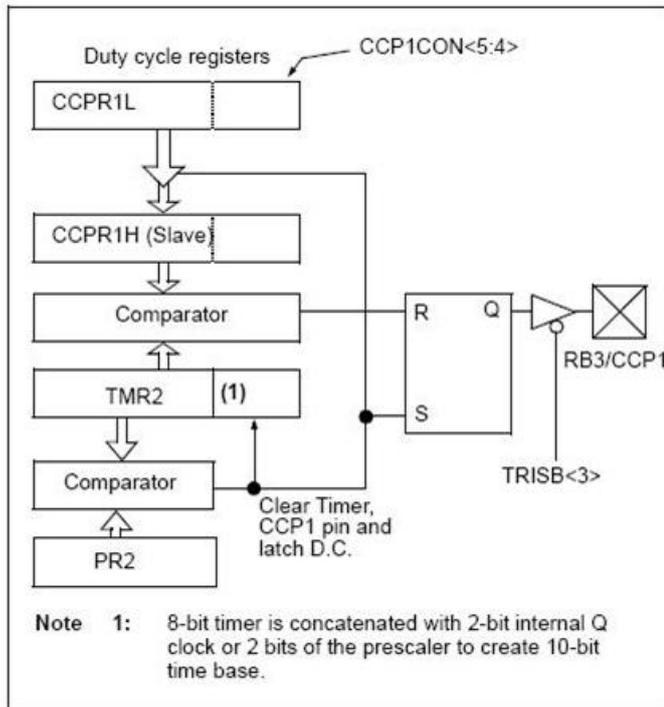


Figura 6. CCP modo PWM.

De esta manera, de acuerdo a la figura anterior, el siguiente valor de comparación para TMR2 en el comparador de 10 bits es el Ciclo de Trabajo, el cual al alcanzarse limpiará la patita CCP1. El ciclo de trabajo se determina con el contenido del CCPR1L y los dos bits de CCP1CON (CCP1X y CCP1Y).

Periodo del PWM

PeriodoPWM = (PR2+1).a.Tosc.TMR2Preescaler.
Frecuencia=1/PeriodoPWM.

Ciclo de Trabajo del PWM

El ciclo de Trabajo se especifica escribiendo un valor de 10 bits al registro CCPR1L (los 8 bits más significativos (msb) y los dos bits

menos significativos (lsb) a CCP1CON<5:4>.

CT_PWM=(CCPR1L:CCP1CON<5:4>).Tosc.TMR2Preescaler

El valor que determina la duración de C.T. del PWM no es el cargado en CCPR1L, sino en CCPR1H, el cual es transferido a CCPR1L en el momento en que TMR2 alcanza el valor de PR2 (es decir, cada vez que se completa un periodo).

El número de divisiones que se pueden tener en un Ciclo de Trabajo será 2n, donde n es el número de bits usados, por lo tanto su duración máxima será:

CT_PWM=2n.Tosc.TMR2Preescaler

Sin embargo, dependiendo del valor de Ciclo de trabajo máximo (CT_PWM) deseado, no será posible realizar las 2n divisiones y por lo tanto no se podrán usar los n bits de resolución. O al revés, si se elige una resolución deseada n no será posible tener cualquier Ciclo de Trabajo máximo (CT_PWM) Deseado.

De la ecuación anterior se puede despejar cual es la resolución máxima:

$$Resolución\ PWM = \frac{\log^*\left(\frac{CT_{PWM}}{Tosc * TMR2 * Preescaler}\right)}{\log 2}$$

Veamos con un ejemplo, si fijamos PR2 en 100 y usamos prescaler 1/4 con un oscilador de 20 MHz, tendremos un PWM de periodo 80.8us. El ciclo de trabajo no puede superar este valor por lo que despejando de las ecuaciones anteriores, CCPR1L:CCP1CON<5:4> no puede ser mayor a 404. Aquí se ve claramente que no se pueden usar los 10 bits de resolución, sino "8.66" bits. Caso contrario el pin RB3/CCP1 nunca será reseteado.

Secuencia de configuración del PWM

A continuación se resumen los pasos para realizar la configuración inicial del PWM:

- Establecer el periodo del PWM escribiendo al registro PR2.
- Establecer el Ciclo de Trabajo del PWM escribiendo al registro CCPR1L y a los bits CCP1CON<5:4>.
- Configurar como salida el pin CCP1, limpiando el bit TRISB<3>.
- Configurar el preescalador del Timer 2 y habilitar el Timer 2, escribiendo al registro T2CON.

- Configurar el módulo CCP1 para operación PWM. Poniendo en alto los bits CCP1CON<2:3>.

Ejemplo N° 3.

Se fija la frecuencia de PWM en 2 kHz y se varía el ciclo de trabajo con 2 pulsadores de control conectados a RB0 y RB1. Solo se modifica en byte alto del CT, ósea el registro CCPR1L con lo que CT se varía de 4 en 4.

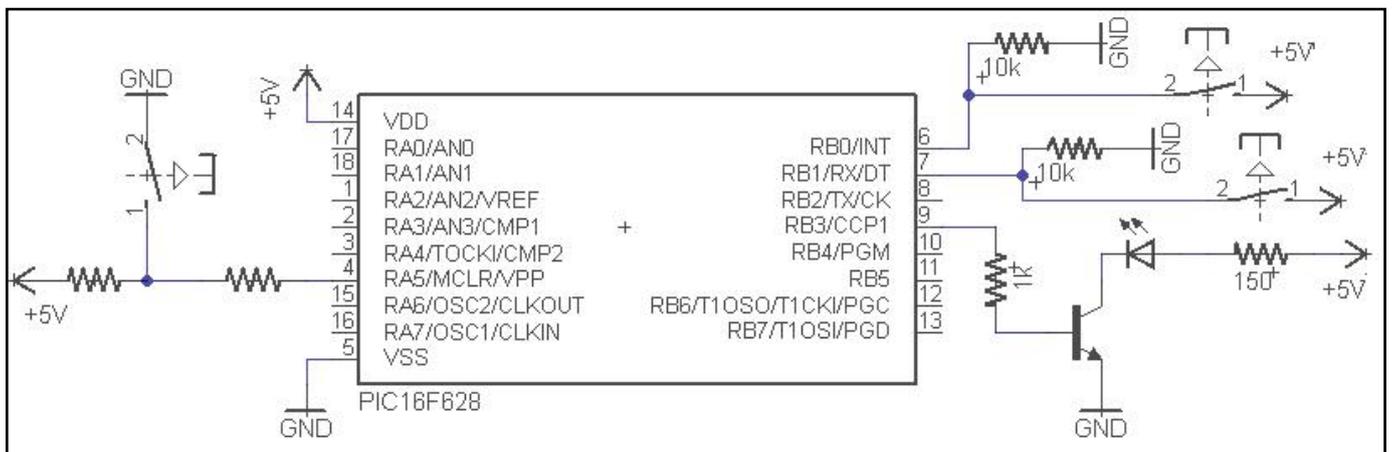


Figura 7. Hardware modo PWM del ejemplo N°3.

```
; **** Encabezado ****
;
; list          p=16f628A    ; list directive to define processor
; #include      <p16f628A.inc> ; processor specific variable definitions
; _CONFIG_CP_OFF & _WDT_OFF & _BODEN_ON & _PWRTE_ON &
; _INTOSC_OSC_NOCLKOUT & _DATA_CP_OFF & _LVP_OFF & _MCLR_ON
;
; **** Definición de variables ****
;
; Contador1    equ          0x20 ;
; Contador2    equ          0x21 ;
;
; decre equ     0           ; Pulsador para decrementar Ciclo de Trabajo
; incre equ     1           ; Pulsador para incrementar Ciclo de Trabajo
;
; //////////////////////////////////
; **** Inicio del Micro ****
;
; Reset.
; org          0x00         ; Aquí comienza el micro.-
; goto Inicio         ; Salto a inicio de mi programa.-
;
; **** Programa Principal ****
;
; org          0x05
```

```

Inicio
    bsf      STATUS,RP0      ; Banco 1
    bsf      TRISB,incre     ; Como Entrada.-
    bsf      TRISB,decre    ; Como Entrada.-
    bcf      TRISB,3        ; RB3 como Salida.
    bcf      STATUS,RP0     ; Banco 0.-
    movlw b'00000110'      ; Se selecciona TMR2, preescaler de 1/16.-
    movwf T2CON
    bsf      STATUS,RP0     ; Banco 1
    movlw 0x1E              ; Señal de 2kHz
    movwf PR2
    bcf      STATUS,RP0     ; Banco 0
    clrf    CCPR1L          ; Ciclo de trabajo 0%
    bcf      CCP1CON,CCP1X
    bcf      CCP1CON,CCP1Y
    bsf      CCP1CON,CCP1M3 ; Configura modulo CCP modo PWM.-
    bsf      CCP1CON,CCP1M2

Bucle
    btfsc   PORTB,decre     ; Testea si se quiere reducir CT.-
    goto   Decrementa
    btfsc   PORTB,incre     ; Testea si se quiere aumentar CT.-
    goto   Incrementa
    goto   Bucle

Incrementa
    incf    CCPR1L,1
    call   Demora_50ms
    goto   Bucle

Decrementa
    decf    CCPR1L,1
    call   Demora_50ms
    goto   Bucle

;**** Demora ****
Demora_50ms
    movlw 0xFF              ;
    movwf Contador1        ; Iniciamos contador1.-

Repeticion1
    movlw 0x40              ;
    movwf Contador2        ; Iniciamos contador2

Repeticion2
    decfsz Contador2,1      ; Decrementa Contador2 y si es 0 sale.-
    goto   Repeticion2     ; Si no es 0 repetimos ciclo.-
    decfsz Contador1,1      ; Decrementa Contador1.-
    goto   Repeticion1     ; Si no es cero repetimos ciclo.-
    return                  ; Regresa de la subrutina.-

;.....
end

```

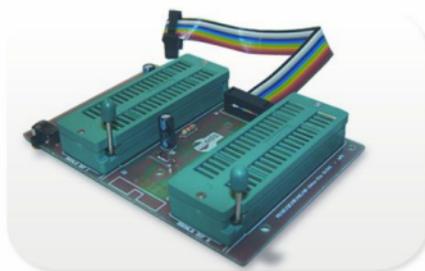
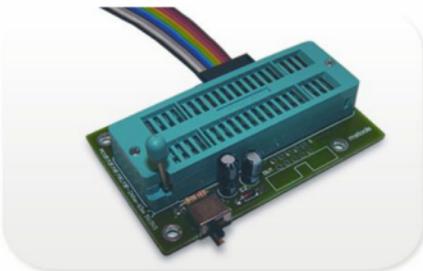
GTP-USB+

Grabador de Microcontroladores y Memorias por puerto USB 2.0
Hardware oficial del software Winpic800.



- **SOLO CONECTAR Y USAR.** El puerto USB provee la alimentación y el HID facilita la instalación. Ideal para uso con notebook.
- **ALTA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS.** Con USB 2.0 Full Speed (12 Mb/s), el conjunto GTP-USB+ /Winpic800, puede ser utilizado en equipos con USB 1.1.
- **AMPLIO LISTADO DE DISPOSITIVOS SOPORTADOS.** Soporta numerosos microcontroladores de Microchip (PIC, dsPIC, rPIC), Atmel (en modo serie, y paralelo con un adaptador) y EEPROM (24Xxx, I2C y 93Xxx, Microwire).
- **IDENTIFICACION AUTOMÁTICA.** El soft Winpic800 identifica automáticamente el dispositivo conectado.
- **ACTUALIZABLE.** El firmware del GTP-USB+ se actualiza con cada nueva versión del Winpic800.
- **GRABACIÓN DIRECTA O EN CIRCUITO.** ICSP, ISP, I2C, SPI.

Módulos ZIF disponibles para todas las familias



Sensores de luz

¿Que seria de la vida de nuestros robots si no pudiesen “ver” el camino que transitan o los obstáculos que se interponen en su trayectoria? Carlos Neciosup acude al rescate con un excelente articulo donde nos explica -con lujo de detalles- los pormenores del uso de fotorresistencias (o LDRs) como “ojos” para nuestros robots.

// por: Carlos Neciosup //
reyhalcon@hotmail.com



Las fotorresistencias (también llamadas a menudo fototransistores o fotocélulas CdS fotoconductoras) son resistencias simples cuyo valor de resistencia depende de la cantidad de luz que incida sobre ellos más luz significa menos resistencia.

Las fotorresistencias son probablemente las más comunes, las más económicas y las más fáciles de todos los sensores de robot para poner en práctica. No sólo son útiles para robots fotovores y sensores de color, sino que también pueden actuar como un interruptor óptico si se bloquea la luz delante del sensor y así activar algún control o función.

Para usarlo como un sensor, se controlara la caída de voltaje a través de la resistencia en el puerto análogo del microcontrolador, o del circuito de control (ya que un cambio de la

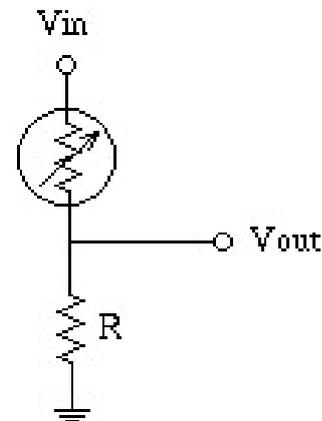


resistencia significa un cambio del voltaje). Hay dos modos de poner en práctica la fotorresistencia como sensor óptico:

Circuitos divisores de voltaje con fotorresistencia.

1- El voltaje aumenta con la luz. Para seleccionar los valores de resistencia, usar la siguiente ecuación:

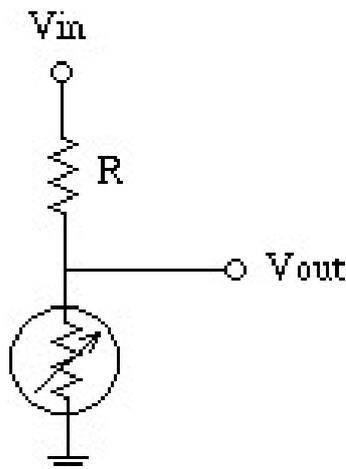
$$(R * V_{in}) / (R + R_{photo}) = V_{out}$$



2- El voltaje disminuye con la luz. Para escoger los valores de la resistencia, usar la siguiente ecuación:

$$(R_{photo} * V_{in}) / (R_{photo} + R) = V_{out}$$

Resolviendo las Ecuaciones para Determinar la Resistencia, R.



Hay tres pasos para determinar que resistencia se debería usar para la R. Primero con un multímetro se deberá medir el valor de la resistencia a través de la fotorresistencia en dos condiciones. La primera condición es la luz más tenue que la fotorresistencia del robot verá. Por ejemplo, si se espera que el robot funcione en un espacio oscuro, cubrir completamente la fotorresistencia y medir el valor de la resistencia. La segunda condición es para la luz más brillante que el robot verá. Si se quiere que el robot funcione en exteriores, medir el valor de la resistencia de la fotorresistencia en los exteriores.

Ahora se multiplican ambos valores de resistencia, luego encontrar la raíz cuadrada del total. Esto es la resistencia que se deberá usar.

$$\text{Resistencia} = \text{sqrt}(R_{\text{dark}} * R_{\text{bright}})$$

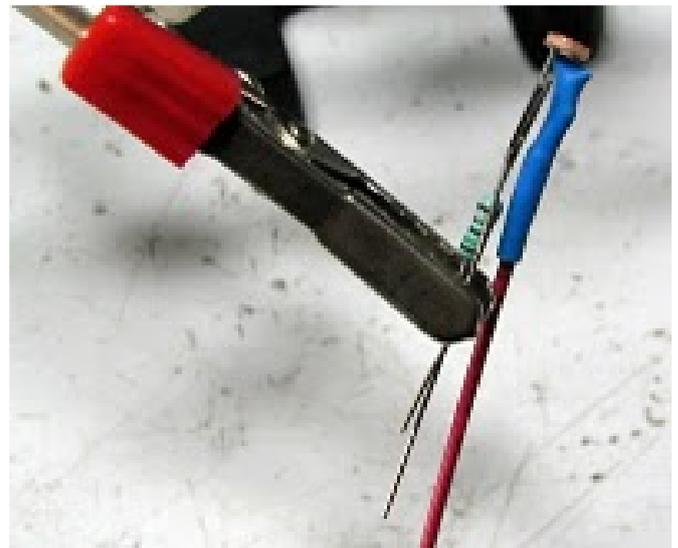
Cableado de la fotorresistencia a un microcontrolador.

Ahora se mostrara como cablear la fotorresistencia para ser usada con el microcontrolador. El diseño es para aumentar el voltaje conforme aumenta la luz. También se muestran algunas técnicas de cableado. Para comenzar, se deberá conseguir una de estas fijadoras con pinzas de cocodrilo. Colocar un cable rojo (para el voltaje) en la fotorresistencia y soldarlo.



Ahora usando espagueti térmico (heatshrink) cubrir el cable expuesto. Se puede calentar el espagueti térmico con una pistola de calor o un secador de cabellos, pero se debe procurar no calentar el sensor ya que esto podría dañarlo. Si no se dispone de heatshrink, también puede usarse cinta eléctrica aislante.

Cuando el espagueti se ha encogido colocar la resistencia y soldar.

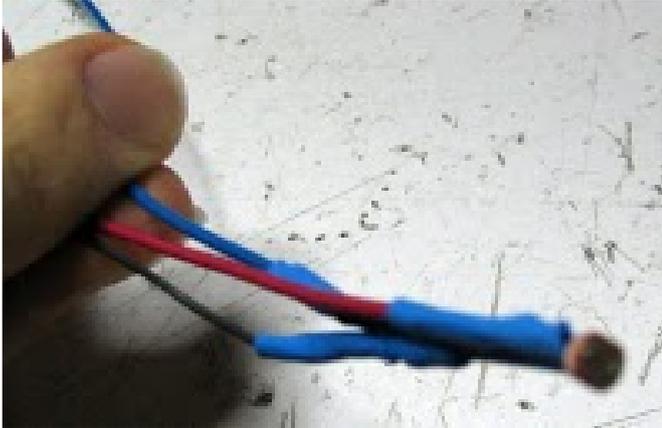


Nuevamente cubrirlo con espagueti y calentarlo para que el cable quede protegido. Ahora soldar un cable negro (para la tierra, al terminal de la resistencia).

Ahora soldar un cable de otro color al otro cable que sobresale. Luego con calor encoger ambos espaguetis. Recordar de no aplicar calor demasiado tiempo o el sensor podría dañarse.

Aparentemente ahora todo ya esta termina-

do, pero todavía hay unos pasos adicionales opcionales.



Pelar los terminales de los tres cables. Entonces trenzar los cables del sensor. Esto impedirá que los cables se enreden y facilita doblar el sensor fotoresistivo en la dirección deseada. Hacer un lazo alrededor del final de los cables para mantenerlos unidos para los pasos siguientes.

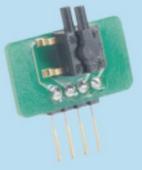
Ahora para unir el sensor al circuito, se pueden soldar los tres cables directamente al circuito o utilizar un conector molex. Para soldar, el cable negro es conectado a tierra o negativo, el rojo a una salida del regulador de voltaje, y el azul (el cable de señal) conectado al pin de uno de los convertidores análogo a digital del microcontrolador.

Ahora asegurar cada uno de los tres cables dentro del conector molex. Verificar que están en el orden correcto (el cable rojo DEBE estar en el centro).

Ahora ya está terminado un completo sensor de luz (fotorresistivo) listo para usarse con un robot, ya que además de ser usado con circuitos a microcontrolador, también puede usarse con circuitos más simples.

[Web del autor.](#)

Este espacio está esperando tu anuncio.
Comunícate a revista.ucontrol@gmail.com



automatismos

MAR DEL PLATA



* noticias

* artículos

* proyectos

* ideas de diseño

* recursos didácticos

* y mucho, mucho más...



<http://www.automatismos-mdq.com.ar/blog>

Curso de semiconductores

primera parte

¿Que seria de la electrónica actual sin los semiconductores? Desde que el transistor desplazó a las válvulas de vacío, la electrónica avanzó mucho más rápidamente. Hoy contamos con potentes microprocesadores hacen posible que puedas estar leyendo esto. Sin embargo, el corazón de esta revolución son las pequeñas uniones semiconductoras que hacen posibles diodos y transistores. Sobre ese tema versa este artículo.

// por: Martín Torres Fortelli //
torres.electronico@gmail.com



No existe un modo de definir fácilmente el porque a algunos componentes se los llama pasivos y a otros activos, con absoluta precisión. Para definir perfectamente la cosa yo acostumbro a decir que los componentes pasivos son el resistor, el capacitor y el inductor con dos variantes que aun no conocemos llamadas transformador y autotransformador. Y los activos son los otros.

Otros autores dicen que los componentes activos son aquellos que son capaces de excitar los circuitos o de realizar ganancias o control del mismo. Fundamentalmente son los generadores eléctricos y ciertos componentes semiconductores. Estos últimos, en general, tienen un comportamiento no lineal, esto es, la relación entre la tensión aplicada y la corriente que circula no es lineal como en un resistor, un capacitor o un inductor.

Los componentes activos semiconductores derivan del diodo de Fleming y del triodo de Lee de Forest. En una primera generación aparecieron las válvulas que permitieron el desarrollo de aparatos electrónicos como la radio o la televisión. Posteriormente, en una segunda generación, aparecerían los semi-

conductores que más tarde darían paso a los circuitos integrados (tercera generación) cuya máxima expresión se encuentra en los circuitos programables (microprocesador y microcontrolador) que nuestros alumnos ya conocen y que pueden ser considerados como componentes, aunque en realidad son circuitos que llevan en su interior millones de componentes.

En la actualidad existe un número elevado de componentes activos, siendo usual, que un sistema electrónico se diseñe a partir de uno o varios componentes activos que condicionaran el funcionamiento del circuito. Esto no sucede con los componentes pasivos.

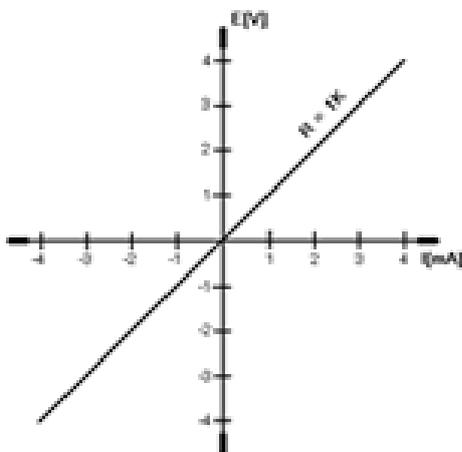
Dentro de los componentes activos mas importantes se pueden nombrar a los diodos en primer termino cuya función es rectificar y limitar las señales; luego los transistores cuya función es amplificar o controlar la corriente de un circuito; los amplificadores operacionales cuya función principal es amplificar pero que tienen otros usos como sumadores restadores, etc y por ultimo los circuitos integrados en general de los cuales existen versiones programables y no programables y que tienen un uso general.

Analicemos el componente activo más elemental que es el diodo. Esta palabra significa "que tiene dos terminales". Los primeros diodos que se utilizaron fueron los diodos termoiónicos que ya pertenecen a la historia de la electrónica. En lo que sigue analizaremos el diodo semiconductor de silicio y lo aplicaremos a un rectificador primero y la construcción de una radio elemental.

Representaciones graficas.

En la ciencia electrónica todo se representa en gráficos del tipo X-Y (coordenadas cartesianas ortogonales). Un resistor puede ser representado en una gráfica en donde se indica la corriente que circula por él en función de la tensión que se le aplica.

En la siguiente figura, se puede observar como ejemplo el gráfico correspondiente al resistor de 1Kohm.



Observe que la recta representativa del comportamiento del resistor ocupa el primer y tercer cuadrante, que significa que a valores de tensión positivos (por ejemplo 2V) responde haciendo circular una corriente en el sentido positivo (2 mA); en cambio si se aplica una tensión negativa, el resistor cambia el sentido de circulación de la corriente pero mantiene su valor absoluto.

El gráfico correspondiente a un capacitor conectado a una fuente de tensión de C.A. de frecuencia fija sigue un gráfico similar. Por

ejemplo el correspondiente a un capacitor de 1mF, a 1KHz se puede representar luego de calcular su reactancia capacitiva:

$$X_c = 1/(2\pi \times F \times C) = 1/(6.28 \times 10^3 \times 10^{-6}) = 103/6.28 = 1000/6.28 @ 159.23W$$

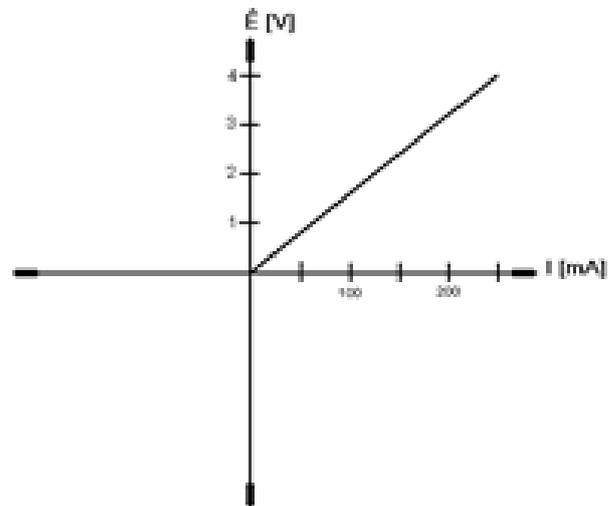


Figura 2. Representación de la reactancia capacitiva de un C de 1 uF a 1KHz

Observe que no representamos el valor negativo de las tensiones porque en una C.A. la tensión está cambiando constantemente y lo que representamos en el eje Y es el valor de pico de la señal. Del mismo modo se podría representar la gráfica de la corriente por un inductor.

Representación gráfica de un diodo semiconductor.

Considere al diodo como un resistor cuya resistencia interna depende del sentido de circulación de la corriente. En un sentido presenta un bajo valor de resistencia en tanto que en el sentido contrario presenta una resistencia muy elevada. Un gráfico vale por mil palabras. El gráfico de un diodo semiconductor se puede observar en la figura 3.

Como se puede observar al incrementar la tensión directa sobre el diodo no circula corriente hasta que se llega a una tensión de 0.6V en donde la corriente comienza a circular aumentando bruscamente. Es decir

que después de los 0.6V la curva corresponde a un resistor de bajo valor (unos 100 Ohm para el 1N4148). Por debajo de los 0.6V el diodo es casi un circuito abierto, es decir que posee una resistencia muy grande y muy variable diodo a diodo, llamada resistencia de fuga del diodo. A un valor muy alto de tensión inversa el diodo entra en la llamada tensión de ruptura; simplemente se produce un arco como el de la perforación de un dieléctrico y que para el diodo considerado es de aproximadamente 75V. Ese arco es destructivo y el diodo por lo general se transforma en un cortocircuito.

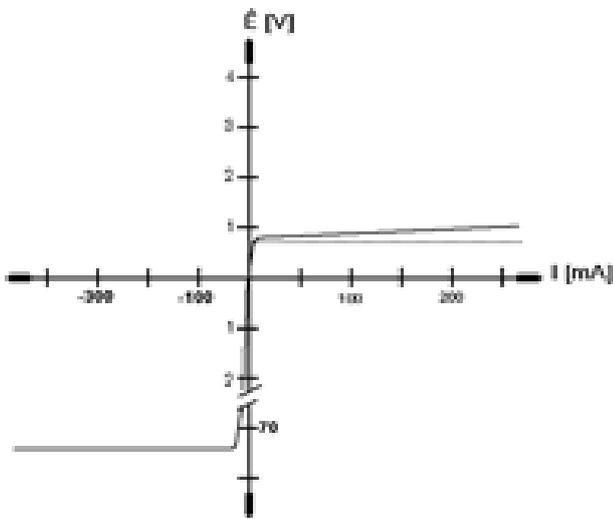


Figura 3. Curva de un diodo 1N4148.

Este tipo de gráfico no es el único posible de realizar. La elección de los ejes es evidentemente informal. Podría realizarse la curva usando el eje Y para representar la corriente y el eje X para la tensión.

Cuando Ud. diseña un circuito con resistores, capacitores o inductores por lo general no necesita la especificación de los componentes. Pero cuando se utilizan componentes activos es necesario averiguar sus características a través de la correspondiente especificación (Data Sheet).

Circuitos con diodos.

Los diodos de silicio (que son los más utilizados) se emplean como rectificadores (convertidores de CA en CC), como limitadores

de señal y como protectores de tensiones inversas.

Un sencillo circuito como el que presentamos en la siguiente figura, es perfectamente capaz de evitar la circulación del semiciclo negativo de una señal de CA, transformándola en una CC pulsante tal como se puede observar con el osciloscopio de nuestro laboratorio virtual LiveWire.

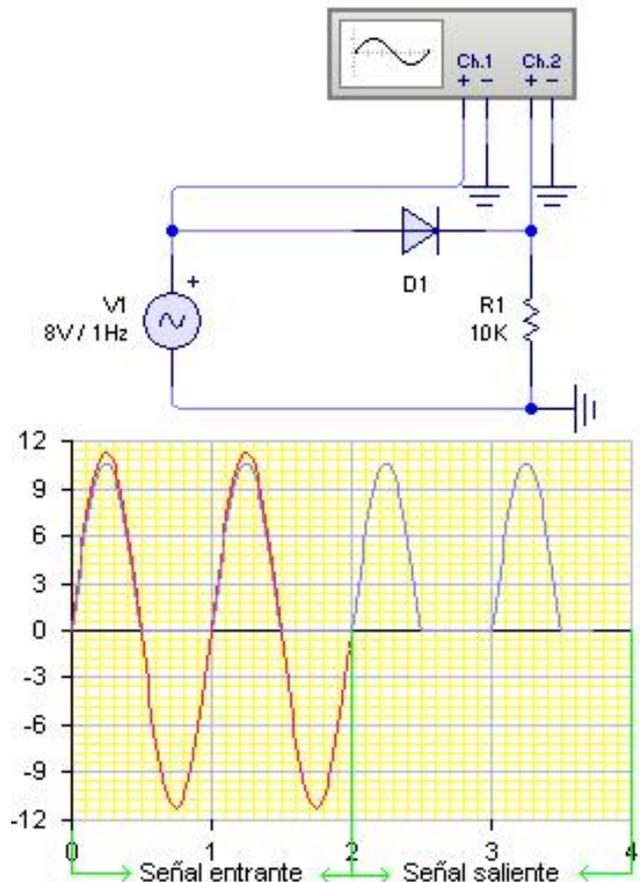


Figura 4. Conversor CA/CC.

Este circuito tal como está no sirve de mucho, ya que la señal de salida no es una continua pura (tiene aplicaciones en electrónica industrial porque una señal pulsante puede alimentar a un motor de CC tan bien como una CC pura).

Para que el circuito se transforme en un verdadero convertidor C.A./C.C., se debe agregar un componente que ya conocemos: el capacitor electrolítico. Tome el circuito anterior; agregue un electrolítico cada vez más grande y observe el resultado sobre la forma de señal de la carga.

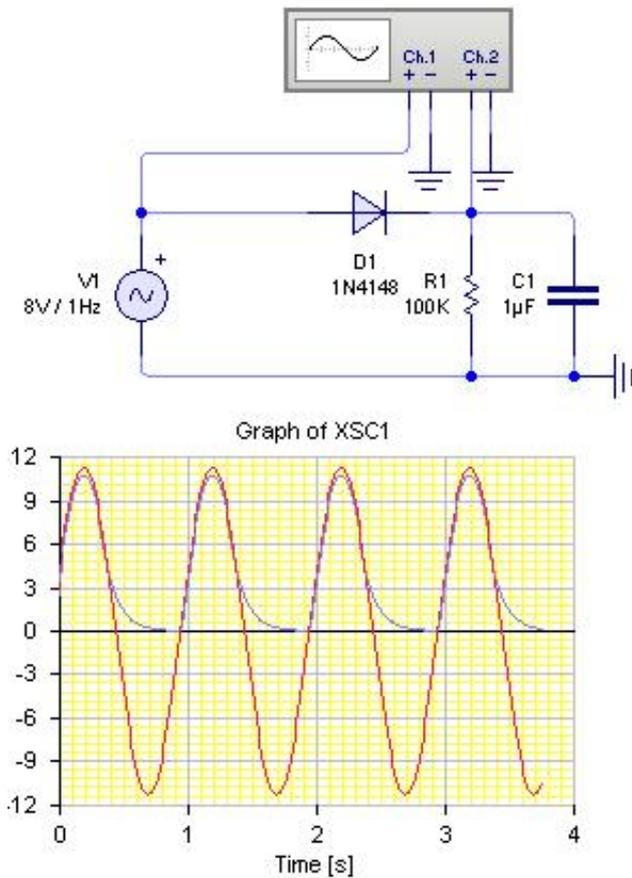


Figura 5. Circuito rectificador con Capacitor de 1µF.

¿Cómo funciona el Capacitor?

Consideramos primero un diodo ideal. El primer flanco ascendente carga al capacitor hasta el valor de pico ya que con el capacitor descargado el diodo siempre está en directa. Luego del primer pico el capacitor conserva la carga. Como la señal de entrada baja rápidamente, el diodo se abre y no se vuelve a cerrar hasta que aparece el siguiente pico positivo. Es decir que por el diodo circula un pulso de corriente muy corto cuya duración depende del valor del capacitor electrolítico. Como trabajo práctico virtual el alumno analizará el pulso de corriente por el diodo a medida que cambia el valor de C.

Como usted podrá observar que los pulsos de corriente tienen menor amplitud y mayor duración a medida que el capacitor se achica y que el ángulo de circulación de corriente es realmente muy pequeño (2,26 mS sobre 20 mS de periodo total en el primer caso). También observará que el primer pulso de corriente es mucho mayor que los siguientes

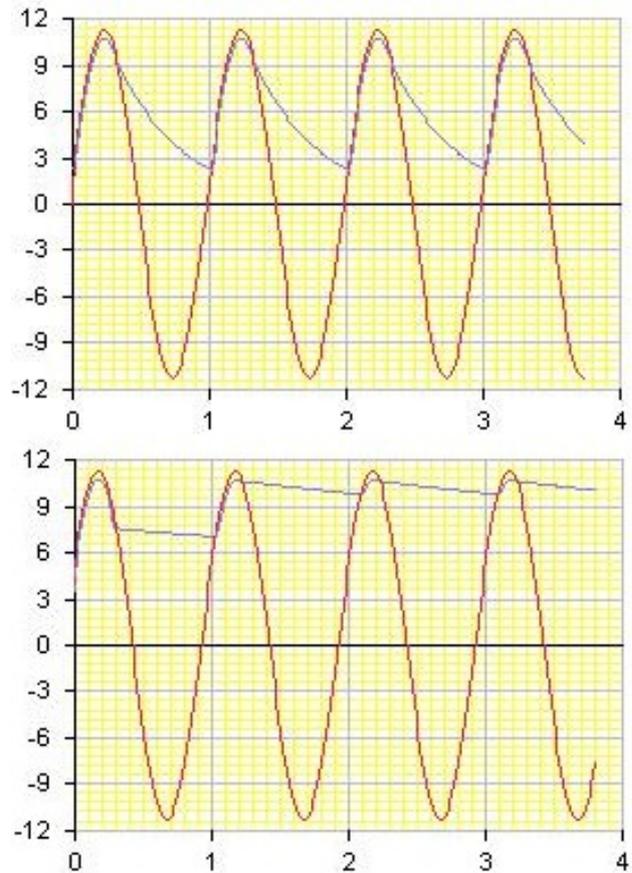


Figura 6. Figura de arriba con capacitor de 4.7µF, figura de abajo con capacitor de 100µF.

porque el capacitor está totalmente descargado. Luego el capacitor conserva una buena parte de la tensión de carga inicial y por lo tanto hay una doble contribución hacia el resistor de carga, a saber un pulso desde el generador y un valor uniforme desde el electrolítico.

¿Cuál es la aplicación real de los conversores CA/CC?

Todos los dispositivos electrónicos, salvo los que tienen pilas no recargables, poseen una etapa llamada fuente de alimentación que convierte la tensión de la red domiciliaria de 220/110V C.A. en una tensión de C.C. adecuada al dispositivo.

Otros Diodos Especiales

En realidad existen muchos tipos de diodos especiales para que cumplan con una función determinada. Realizaremos una recorrida por ellos en función de su uso común.

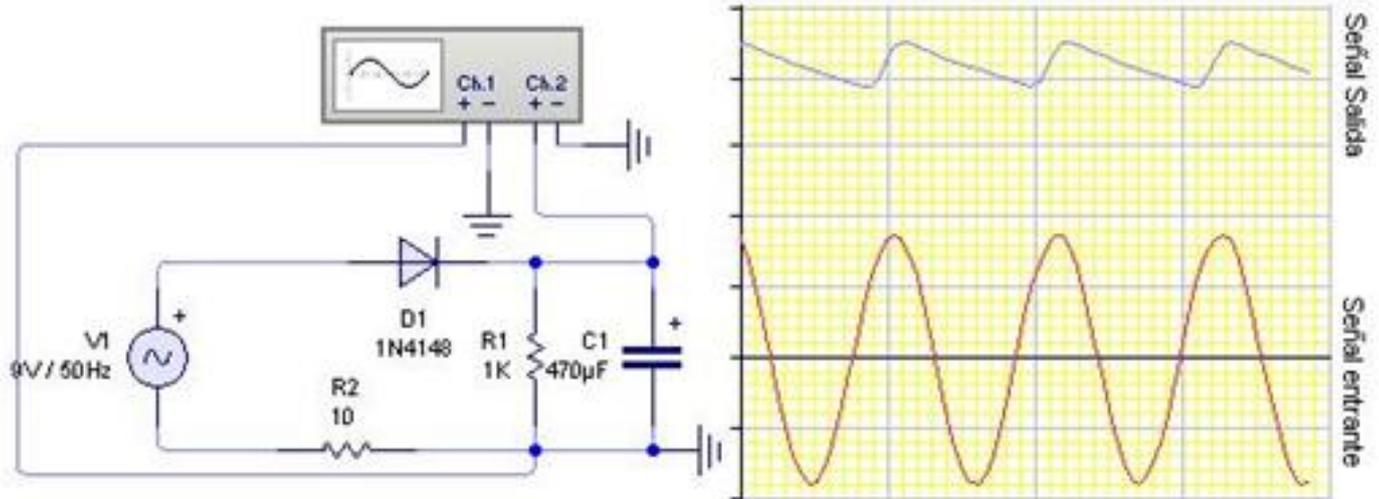


Figura 7. Pulsos de corriente con C1 de valor elevado.

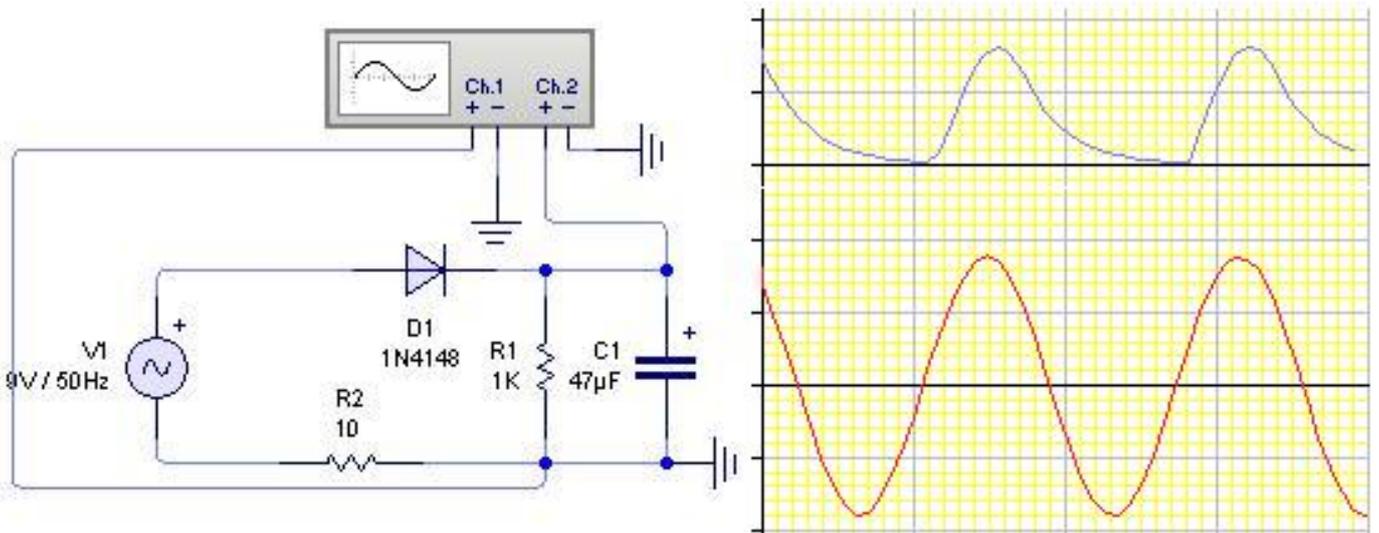


Figura 8. Pulsos de corriente con C2 de valor reducido.

Diodos rápidos: existen dos tipos característicos; los diodos rápidos de potencia y los diodos rápidos de señal. Los de potencia se utilizan en las modernas fuentes de switching que trabajan a frecuencias de hasta 500 KHz. y pueden manejar corrientes de varios amperes y tensiones de varios cientos de bolos. Los mas rápidos llamados diodos pueden llegar a velocidades de conmutación similares a las de un 1N4148 pero conmutando varios amperes y a tensiones de algunos cientos de voltios. Luego vienen los diodos rápidos de señal incluyendo los diodos Schottky que tienen tiempos de conmutación del orden de 1 nS o menos. El diodo Schottky llamado así en honor del físico alemán Walter H. Schottky, es un dispositivo que proporciona conmutaciones muy rápidas entre los estados

de conducción directa e inversa (menos de 1nS en dispositivos pequeños de 5 mm de diámetro) y muy bajas tensiones de barrera.

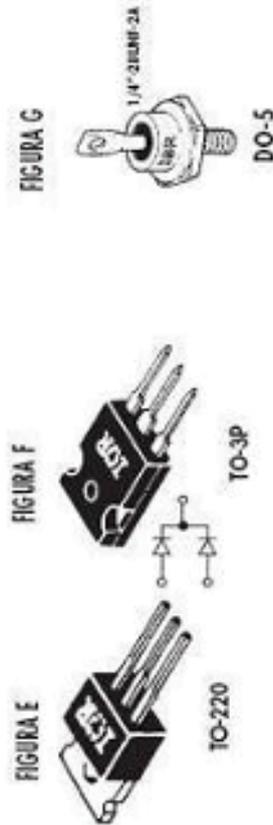
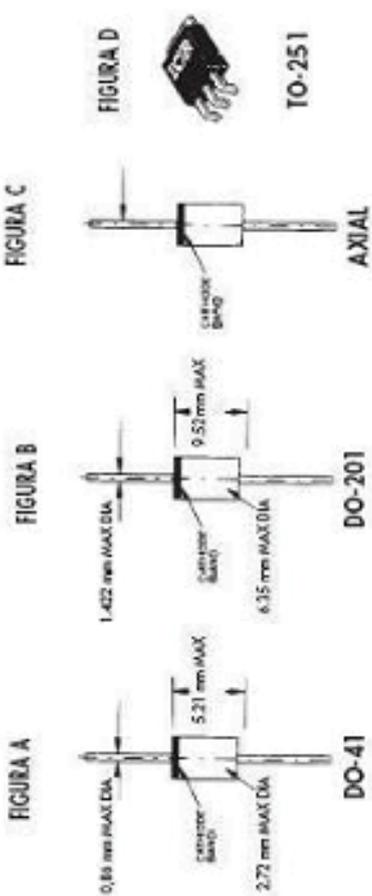
Diodos Zener: los diodos zener son diodos especialmente construidos como para que su tensión de ruptura ocurra a un valor relativamente bajo (1 a 40V) y que sea un valor muy exacto. De este modo el diodo se transforma en un regulador de tensión o fuente regulada de tensión con una gran cantidad de aplicaciones.

Estabilizadores: conceptos básicos.

Continuando con el análisis de Fuentes de Tensión continua nos encontramos con el siguiente bloque, el Estabilizador o Regulador de Tensión. La función de esta etapa es la de

DIODOS: RECTIFICADORES, RAPIDOS, ALTA TENSION, SCHOTTKY Y ZENER

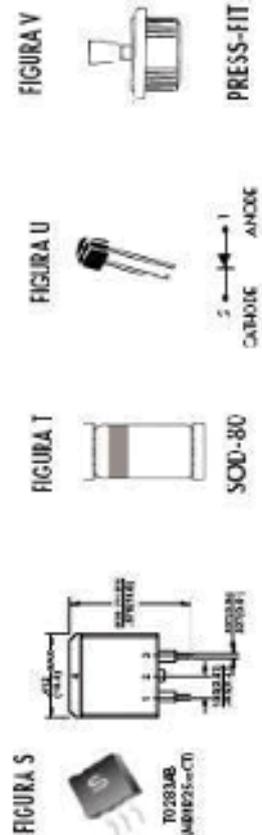
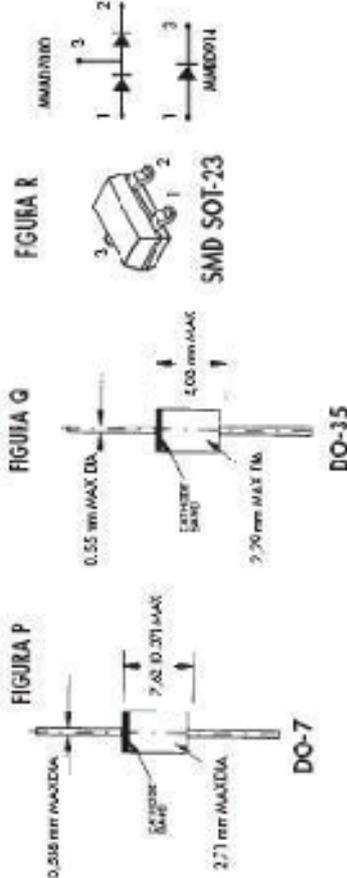
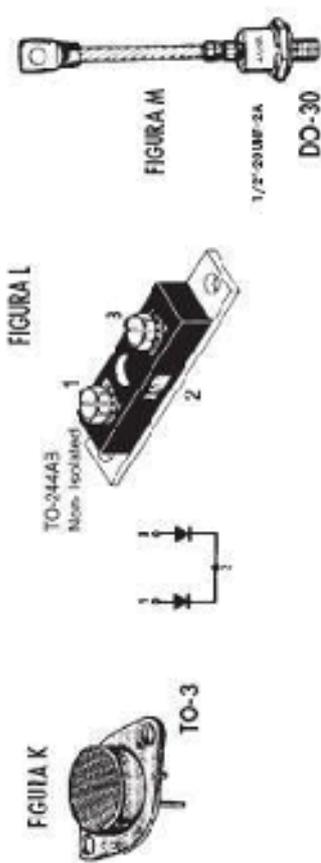
ENCAPSULADOS Y FIGURAS



CONTINUA EN HOJA SIGUIENTE

DIODOS: RECTIFICADORES, RAPIDOS, ALTA TENSION, SCHOTTKY Y ZENER

ENCAPSULADOS Y FIGURAS



mantener constante la tensión en la carga, a pesar de las variaciones que se puedan presentar en el voltaje de ingreso, que como ya se han analizado en clases anteriores, pueden ser el resultado de la variación de tensión en el secundario del transformador o variación del voltaje de rizo en el condensador debido al aumento de corriente en la carga lo cual volvía más variable la tensión de rizo. Esto se puede apreciar de mejor manera en la siguiente figura:



En cierta forma, el estabilizador podría ser visto como un "recortador de tensión", ya que establece un límite sobre el cual, cualquier variación de tensión de ingreso no será vista por la carga (es cortada), este límite a su vez representa la tensión nominal que siempre será entregada a la carga, sin embargo si la variación de tensión es demasiado grande, que cruza el límite hacia abajo, esta variación si será vista por la carga tal como se aprecia en la siguiente figura:



De acuerdo a lo anterior es necesario que el voltaje mínimo de ingreso sea mayor al límite del estabilizador. En base a pruebas y experimentos se ha establecido como regla de diseño, que el voltaje mínimo de la señal de ingreso sea al menos 2 voltios mayor al voltaje de salida o límite del estabilizador. Un voltaje mínimo muy alto es perjudicial para el estabilizador, esto se entiende mejor si nos damos cuenta de que el voltaje de ingreso que es cortado, no es desechado, si no que se queda en el estabilizador, por lo tanto produce disipación de potencia en forma de calor. De esta manera si el voltaje cortado es muy alto, mayor será el calentamiento del estabilizador. Este es justamente el mayor problema de los reguladores lineales y por lo cual no son recomendados para trabajar

a altas corrientes, ya que su calentamiento es excesivo. En aplicaciones de alta corriente son mejores los reguladores conmutados, como los utilizados para las fuentes de alimentación en computadoras.

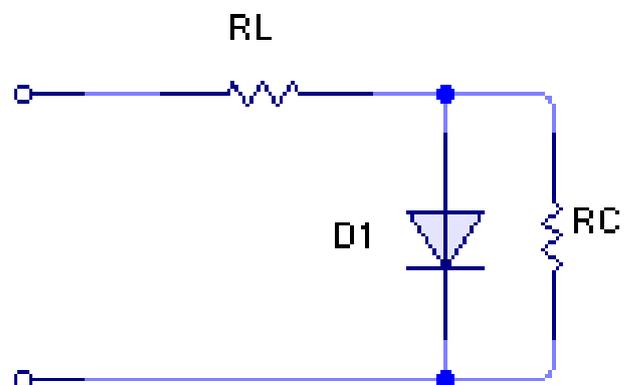
Tipos de estabilizadores.

Existen una gran variedad de circuitos estabilizadores, de los cuales los más populares son:

- Estabilizador con Termistor
- Estabilizador con Diodo Simple
- Estabilizador con Diodo Zener
- Estabilizador con Transistor Serie
- Estabilizador con Transistor Paralelo
- Estabilizador con Voltaje Ajustable
- Estabilizador con Control de Corriente
- Estabilizador Integrado Fijo
- Estabilizador Integrado Ajustable
- Estabilizador Integrado Fijo Simétrico
- Estabilizador Integrado Ajustable Simétrico

Estabilizador con diodo simple.

Como se puede apreciar, el esquema de este estabilizador es bastante sencillo al igual que su funcionamiento, ya que se basa únicamente en las propiedades del diodo cuando este tiene polarización directa. Como se recuerda, cuando un diodo esta encendido, sobre el siempre aparecerá un voltaje constante que puede ser 0,6 a 0,7V para diodos de silicio y 0,2 a 0,3 para diodos de germanio.



De esta manera cualquier voltaje mayor al voltaje de umbral del diodo simplemente se quedará en la resistencia limitadora. Si se desea voltajes mayores de salida solo es

necesario colocar diodos en serie. Lamentablemente, este sistema tiene varias desventajas que lo hacen poco utilizado, tales como:

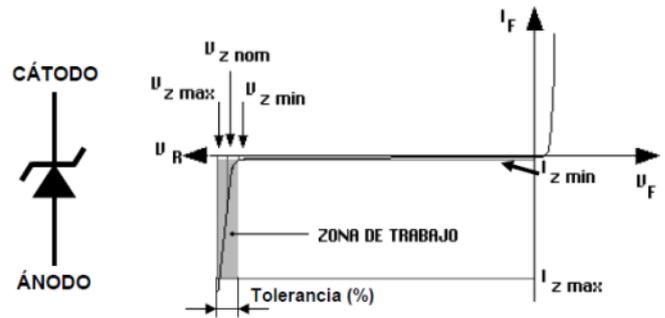
- El rango de error o incertidumbre en el voltaje de salida (ej. ¿Es 0,6 o 0,7?).
- Si se requiere altos voltajes se necesitan muchos diodos en serie y aún así el voltaje obtenido no será el requerido (ej. Para obtener 5V: 8 diodos de silicio que dan 5,6V o 4,8V). La resistencia limitadora tiende a calentarse demasiado, cuando el voltaje mínimo es muy alto, por lo que se requiere que la resistencia sea de alta potencia (mayor tamaño).

Diodo Zener.

En esencia, un diodo zener es exactamente igual a un diodo común como los que ya se han estudiado, es decir, pueden ser polarizados directa e indirectamente, tienen un voltaje de umbral (generalmente de 0,6V a 0,7V), corriente directa máxima, potencia de disipación o temperatura de empaque y un voltaje de ruptura o voltaje zener. Es precisamente en esta última característica en donde nace la diferencia. Un diodo Zener es construido de manera que el voltaje de ruptura no sea tan elevado si no más pequeño de manera que pueda ser más fácilmente alcanzable.

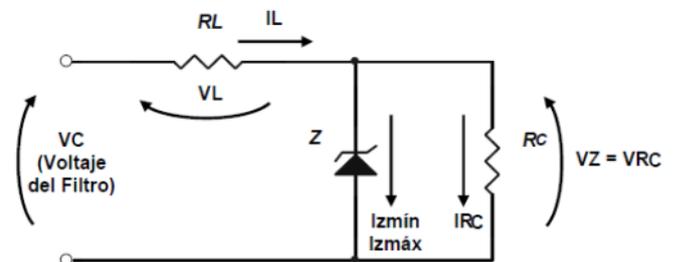
Si se recuerda, en un diodo común, cuando se sobrepasaba el voltaje de ruptura el diodo simplemente se quemaba por sobretensión, en el diodo zener al sobrepasar este voltaje no ocurre esto debido a dos razones: primero a la forma de dopar el material semiconductor y segundo por que las tensiones no son tan altas como antes (600V, 1000V, 13000V). En pocas palabras un diodo zener esta diseñado para operar en polarización inversa.

A continuación se muestra la curva característica de un zener junto con los parámetros de funcionamiento y su símbolo:



Estabilizador con diodo Zener.

En base a lo estudiado anteriormente a continuación se presenta un estabilizador basado en un diodo zener:



Se puede comprobar que el diodo zener se encuentra en polarización inversa, de esta manera cuando el voltaje en el cátodo sea mayor que el voltaje de ruptura o voltaje zener, este se encenderá en forma inversa manteniendo constante el voltaje en sus terminales, de los cuales se alimenta a la carga. A diferencia del estabilizador con diodos simples, el diodo zener presenta un error mucho menor a la vez que provee una alta tensión sin necesidad de aumentar el número de diodos en serie, aunque también es posible colocar diodos zener en serie. Sin embargo, todavía se requiere la resistencia limitadora para soportar el voltaje residual, por lo que también sufre los problemas de calentamiento ya mencionados.

Para finalizar es necesario mencionar que también se pueden utilizar diodos simples en serie con diodos zener para alcanzar ciertos valores de tensión, siempre y cuando se respete la polarización de cada uno (Diodo – P. Directa, Zener – P. Inversa).

Valores más utilizados en el cálculo de estabilizadores con diodos zener.

En el cálculo de estabilizadores con diodos Zener, se mantienen exactamente los mismos parámetros utilizados para el cálculo de un circuito rectificador con filtro, más la adición de los parámetros del diodo zener que se explican a continuación y que pueden ser observados en la curva característica:

Voltaje Zener Nominal (V_z): Como su nombre lo indica, este es el voltaje al cual el diodo zener se enciende en polarización inversa y bajo condiciones de temperatura normales. Los zener viene para tensiones entre 1,8V y 200V. Este parámetro se usa de referencia para comprar el diodo zener.

Tolerancia: Similar a la utilizada para resistencias, nos indica el rango de error que se puede esperar en el voltaje zener nominal, son comunes tolerancias del 20%, 10%, 5% y 1% (ej. Un zener de 10V / 20% puede tener un voltaje zener entre 8V y 12V). Obviamente a menor tolerancia mayor costo.

Intensidad Zener Mínima: A diferencia del diodo común, el zener aparte de necesitar un voltaje mayor al de ruptura para funcionar, necesita una corriente mínima de encendido. Debido a la dificultad de obtener este valor se considera siempre que tiene un valor de 5mA (Ver calculo).

Intensidad Zener Máxima ($I_{zm\acute{a}x}$): Es la máxima intensidad que soporta el zener en polarización inversa. Este parámetro es muy importante ya que existirán ocasiones en que la carga sea desconectada, por lo que la corriente de la carga pasará al zener y si es demasiado alta, el zener se quemará.

Potencia Disipada Máxima (P_z): Este parámetro es más comúnmente utilizado que la intensidad zener máxima y especifica la máxima potencia que puede disipar el empaque del zener en forma de calor. Los zener vienen en potencias entre 0.25W a 50W. Este es el segundo parámetro que se usa de referencia para comprar el diodo zener. Si la potencia calculada es muy alta se puede utilizar diodos zener en paralelo

con el fin de dividir la corriente total, consiguiendo menos disipación de potencia por zener.

Resumen de fórmulas.

En las siguiente formulas el Voltaje Zener (V_z) es el voltaje de la carga debido a que esta, está en paralelo al diodo zener, es decir, ya no se utiliza más el voltaje medio como el voltaje de la carga. Finalmente IRC representa la corriente en la carga:

$V_p = V_{ef} / 0.707$	$V_{max} = V_p - V_d \text{ ó } V_p - 2 \cdot V_d$
$V_m = (V_{m\acute{a}x} + V_{m\acute{i}n}) / 2$	$V_m = V_{m\acute{a}x} - (\Delta V / 2)$
$V_m = V_{m\acute{i}n} + (\Delta V / 2)$	$\Delta V = V_{m\acute{a}x} \cdot t / (R1 \cdot C)$
$\Delta V = V_m / ((R1 \cdot C / t) - (0.5))$	$\Delta V = I_L \cdot t / C$
$R1 = R_L + R_C$	$t = 1 / (f) \quad (\text{Media Onda})$
$t = 1 / (2 \cdot F) \quad (\text{Onda Completa})$	$V_L = V_m - V_z$
$I_L = I_{RC} + I_{z\acute{m}\acute{i}n}$	$I_{z\acute{m}\acute{a}x} = I_L$
$I_{RC} = V_z / R_C$	$I_d = I_L \text{ ó } I_L / 2$
$I_s = I_L$	$R_L = V_L / I_L$
$PC = V_z \cdot I_{RC}$	$PZ = V_z \cdot I_{z\acute{m}\acute{a}x}$
$PL = V_L \cdot I_L$	$PT = V_{ef} \cdot I_s$
$n = PC / PT$	$V_{inv} = V_p \text{ ó } 2 \cdot V_p$
$V_c = V_{m\acute{a}x} \quad (\text{Voltaje del Condensador})$	

Los rectificadores

El rectificador de media onda (fuente de alimentación no regulada)

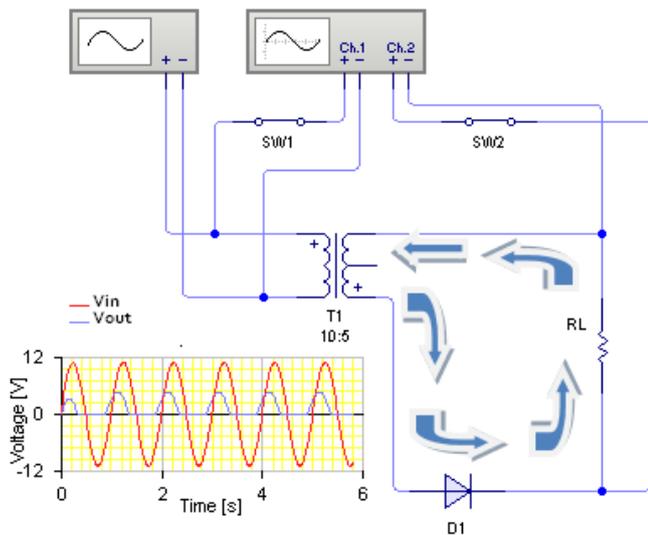
La corriente y voltaje que las compañías distribuyen a nuestras casas, comercios u otros es alterna. Para que los artefactos electrónicos que allí tenemos puedan funcionar adecuadamente, la corriente alterna debe de convertirse en corriente continua.

Para realizar esta operación se utilizan diodos semiconductores que conforman circuitos rectificadores. Inicialmente se reduce el voltaje de la red (110 / 220 voltios u otro) a uno más bajo como 12 o 15 Voltios con ayuda de un transformador. A la salida del transformador se pone el circuito rectificador.

La tensión en el secundario del transformador es alterna, y tendrá un semiciclo positivo y uno negativo.

Polarización del diodo en sentido directo: Durante el semi ciclo positivo el diodo queda polarizado en directo, permitiendo el paso de

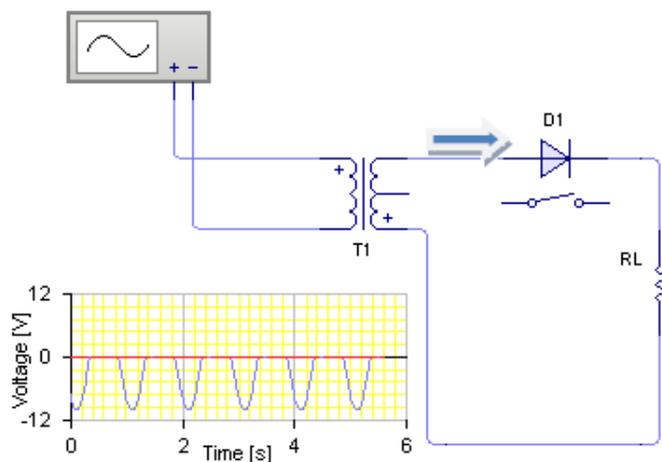
la corriente a través de él.



Si el diodo es considerado como ideal, este se comporta como un cortocircuito, (ver gráfico), entonces toda la tensión del secundario aparecerá en la resistencia de carga.

Polarización del diodo en sentido inverso: Durante el semi ciclo negativo, la corriente suministrada por el transformador querrá circular en sentido opuesto a la flecha del diodo. Si el diodo es considerado ideal entonces este actúa como un circuito abierto y no habrá flujo de corriente,

La forma de onda de salida de un rectificador de 1/2 onda será como se muestra en la siguiente figura:



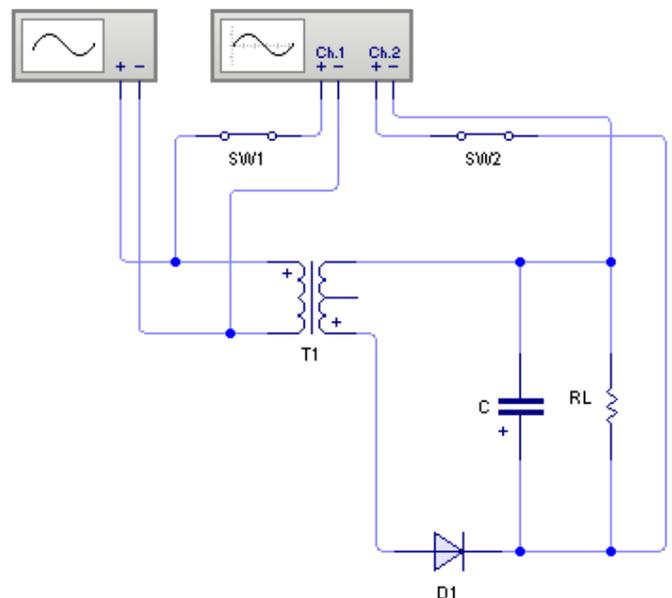
Filtrado con capacitor (condensador): La tensión de salida del rectificador de 1/2 onda anterior (una onda pulsante) no muestra con claridad un voltaje en corriente continua que

se pueda aprovechar (no es constante). Pero si incluimos a la salida de este y antes de la carga un condensador (capacitor), este ayudará a aplanar la salida.

Cuando el diodo conduce (semi ciclo positivo) el capacitor se carga al valor pico del voltaje de entrada.

En el siguiente semi ciclo, cuando el diodo está polarizado en inversa y no hay flujo de corriente hacia la carga, es el condensador el que entrega corriente a la carga (el condensador se descarga a través de la resistencia de carga).

El condensador al entregar corriente a la carga se descarga (disminuye el voltaje en sus terminales) Ver la figura:

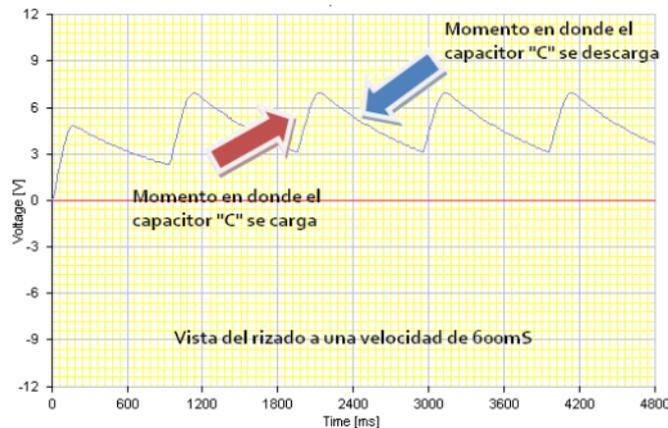
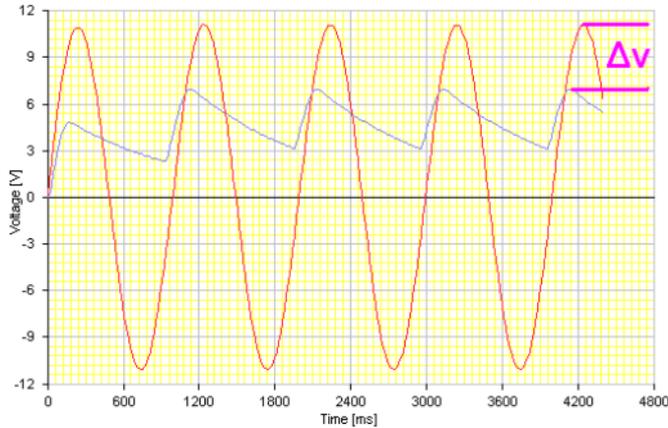


La tensión de rizado

A la variación del voltaje (Δv) en los terminales del condensador debido a la descarga de este en la resistencia de carga se le llama tensión de rizado. La magnitud de este rizado dependerá del valor de la resistencia de carga y al valor del capacitor.

En el semi ciclo positivo el transformador entrega corriente (a través del diodo) al condensador C y a la resistencia RL, en el semi ciclo negativo es el capacitor el que entrega corriente a la resistencia (se descarga).

Si el capacitor es grande significa menos rizado, pero aún cumpliéndose esta condición el rizado podría ser grande si la resistencia de carga es muy pequeña (corriente en la carga es grande).



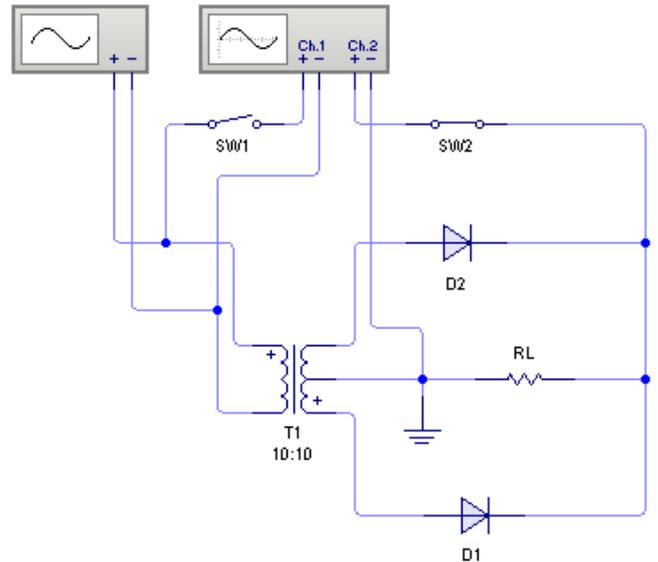
El rectificador de onda completa con transformador con derivación central (fuente de alimentación no regulada).

Este tipo de rectificador necesita un transformador con derivación central. La derivación central es una conexión adicional en el bobinado secundario del transformador, que divide la tensión (voltaje) en este bobinado en dos voltajes iguales. Esta conexión adicional se pone a tierra.

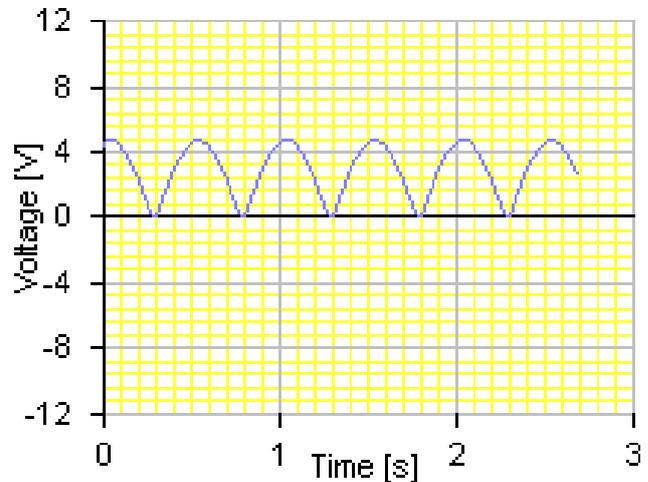
Durante el semi ciclo positivo (ver V_{in} color rojo) el diodo D1 conduce. La corriente pasa por la parte superior del secundario del transformador, por el diodo D1 por RL y termina en tierra. El diodo D2 no conduce pues está polarizado en inversa.

Durante el semi ciclo negativo (ver V_{in} color

azul) el diodo D2 conduce. La corriente pasa por la parte inferior del secundario del transformador, por el diodo D2 por RL y termina en tierra. El diodo D1 no conduce pues está polarizado en inversa.



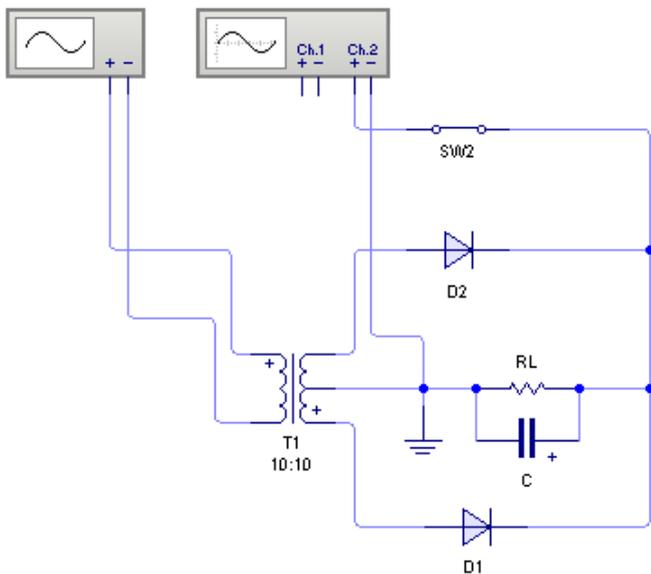
Ambos ciclos del voltaje de entrada son aprovechados y el voltaje de salida se verá como en el siguiente gráfico:



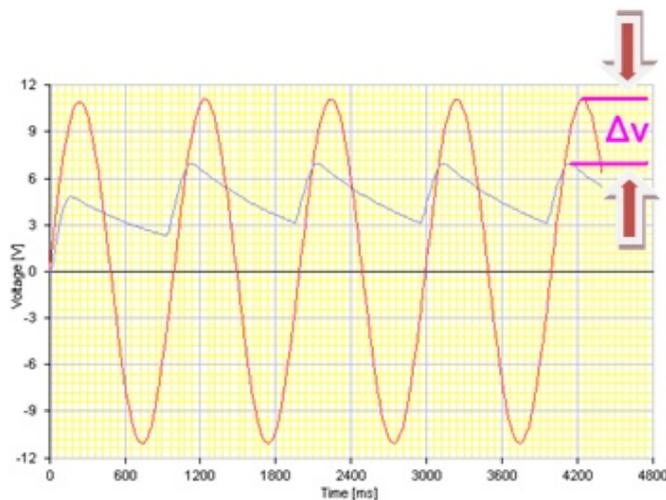
La tensión de rizado.

Si a RL se le pone en paralelo un condensador, el voltaje de salida se verá como en la siguiente figura (línea negra).

A la variación del voltaje (Δv) en los terminales del condensador debido a la descarga de este en la resistencia de carga se le llama tensión de rizado. La magnitud de este rizado dependerá del valor de la resistencia de carga y al valor del capacitor.



Si se compara este diagrama con su correspondiente de rectificación de 1/2 onda, se puede ver que este circuito tiene un rizado de mayor frecuencia (el doble), pero es menor.



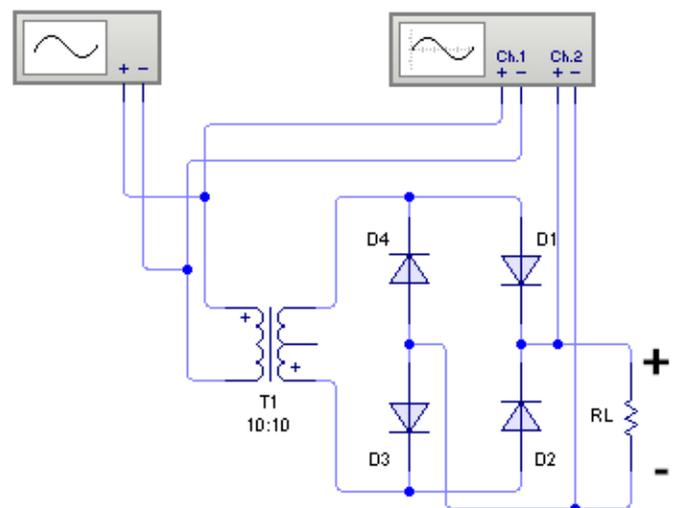
En cada semiciclo el transformador entrega corriente (a través de los diodos D1 y D2) al condensador C y a la resistencia RL, Esto sucede mientras las ondas aumentan su valor hasta llegar a su valor pico (valor máximo), pero cuando este valor descende es el condensador el que entrega la corriente a la carga (se descarga).

Si el capacitor es grande significa menos rizado, pero aún cumpliéndose esta condición el rizado podría ser grande si la resistencia de carga es muy pequeña (corriente en la carga es grande).

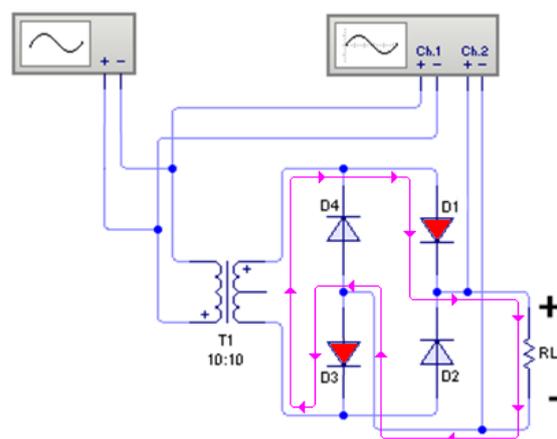
Nota: Hay que tomar en cuenta que el voltaje máximo que se podrá obtener dependerá del voltaje que haya entre uno de los terminales del secundario del transformador y el terminal de la derivación central.

El rectificador de onda completa con puente de diodos (fuente de alimentación no regulada).

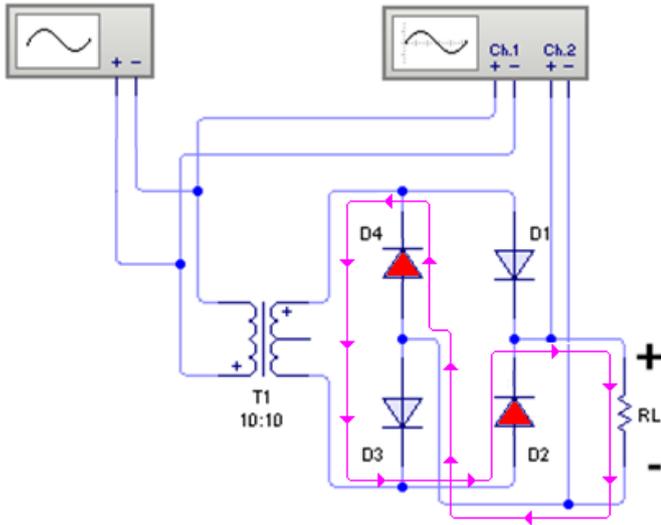
El circuito rectificador de onda completa de la figura que se muestra, es el que se utiliza si, lo que se desea es utilizar todo el voltaje del secundario del transformador (en el caso de un transformador con derivación central). En el circuito con transformador con derivación central, la tensión de salida depende de la mitad de la tensión del secundario.



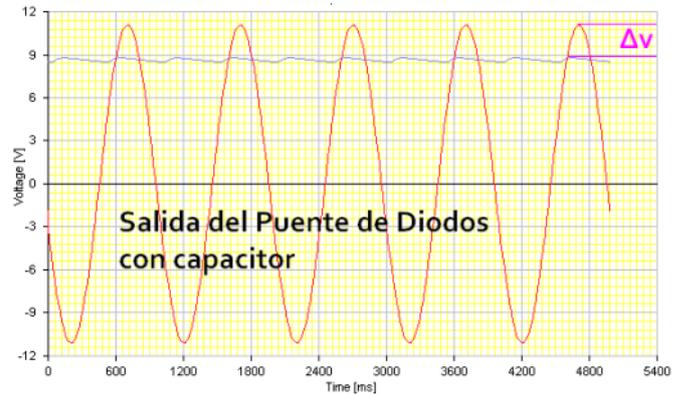
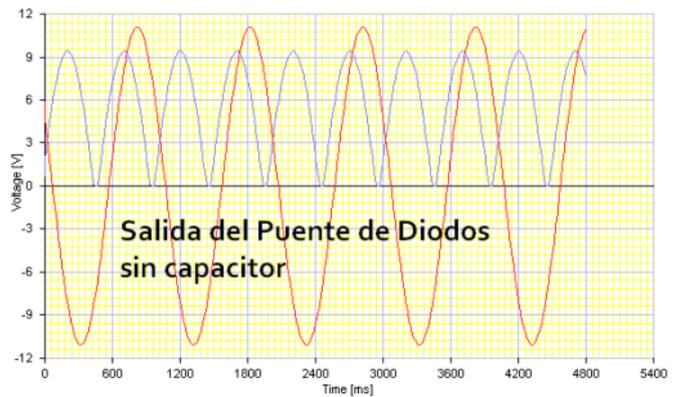
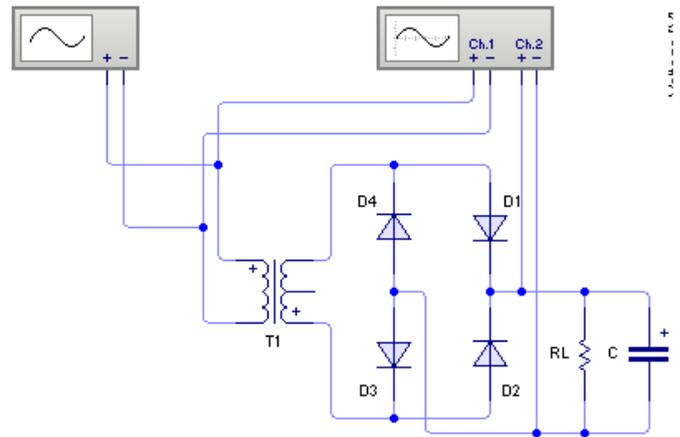
En este circuito con puente de diodos, los diodos, D1 y D3 son polarizados en directo en el semi ciclo positivo, los diodos D2 y D4 son polarizados en sentido inverso. Ver que la corriente atraviesa la carga RL.



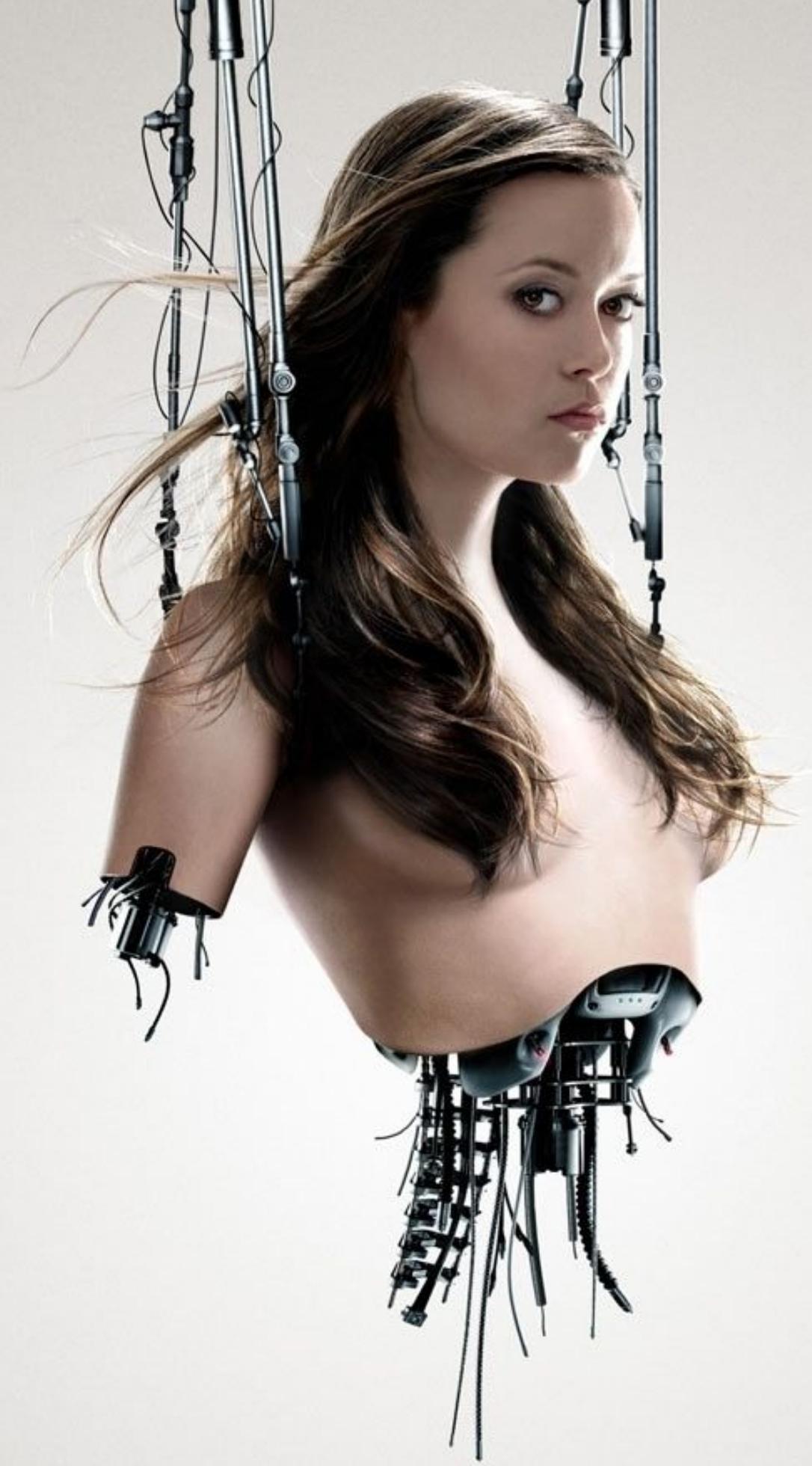
El semi ciclo negativo, la polaridad del transformador es el inverso al caso anterior y los diodos D1 y D3 son polarizados en sentido inverso y D2 y D4 en sentido directo. La corriente como en el caso anterior también pasa por la carga RL. en el mismo sentido que en el semi ciclo positivo.



La salida tiene la forma de una onda rectificada completa. Esta salida es pulsante y para "aplanarla" se pone un condensador (capacitor) en paralelo con la carga. Este capacitor se carga a la tensión máxima y se descargará en RL mientras que la tensión de salida del secundario del transformador disminuye a cero ("0") voltios, y el ciclo se repite. Ver las figuras.



Este espacio esta esperando tu anuncio.
Comunicate a revista.ucontrol@gmail.com



Ciencia y tecnología al extremo

Revisión programador MCE PDX USB

A la hora de elegir un programador o debugger para nuestros proyectos con PIC es necesario evaluar cuidadosamente la gran cantidad de productos que se encuentran disponibles en el mercado. Existe toda una colección de programadores que basan su funcionamiento en una conexión al ordenador vía puerto serie o paralelo, que deberían ser evitados. En efecto, los puertos mencionados han dejado de formar parte de los ordenadores fabricados en los últimos años, y los adaptadores que permite utilizarlos conectados a un puerto USB rara vez funcionan como deberían. Para evitar dolores de cabeza, lo mejor es comprar o construir uno que utilice de forma nativa la conexión USB. A este último grupo pertenece el que hoy nos ocupa: el MCE PDX USB.

// por: Ariel Palazzesi //
arielpalazzesi@gmail.com

Mcelectronics es una empresa Argentina que comercializa productos relacionados con los microcontroladores de Microchip. Además de los circuitos integrados que todos conocemos y usamos en nuestros proyectos, mcelectronics desarrolla y fabrica herramientas que -a un precio bastante razonable- nos facilitan la vida a la hora de desarrollar nuestros proyectos. Una de ellas es el Programador + Debugger Express para PIC y dsPIC MCE PDX USB.

Se trata de un dispositivo desarrollado y fabricado en Argentina que se puede utilizar como programador y debugger. Una característica extra que muchos apreciarán es el analizador lógico de 3 canales que se incluye en el dispositivo. El MCE PDX USB se conecta a la PC por el puerto USB y es compatible con MPLAB, cuya versión 8.10 viene en un CD dentro del paquete. Cuenta además con un 1 año de garantía.

Posee un zócalo ZIF (del inglés Zero Insertion Force), un tipo de zócalo que permite insertar y quitar componentes sin hacer fuerza y de una forma fácil, ya que lleva una palanca que impulsa todas las pines con la misma presión, a la vez que evita

que se dañen. Permite programar directamente los chips de las familias PIC16 y PIC18, y el resto de los dispositivos compatibles a través del conector EasyJack o RJ11. Soporta las familias PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24, dsPIC30, dsPIC33 y PIC32. Como es de esperar, permite regular la tensión VTarget desde 2.5V a 5.0V para programar micros Low Voltage y sdPICxx.

Al igual que ocurre con otras herramientas similares, su firmware puede actualizarse con cada nueva versión del MPLAB. No requiere alimentación externa para micros de 3.3v a 5.0v. Sin dudas, un programador a tener en cuenta.

[Aquí puedes encontrar el manual del usuario del MCE PDX USB.](#)

Página web oficial de la empresa:

- <http://www.mcelectronics.com.ar/>







**Toda la Television
el Audio y el Video
en un solo sitio web**

SERVISYSTEM

**Tutoriales, circuitos
reparaciones, software
tips, samples, consejos,
foros, blog, PICs ...**

www.servisystem.com.ar

Cargador de Baterías Universal

La mejora continua en tecnología de baterías requiere cada vez más sofisticados algoritmos de carga para asegurar una carga rápida y segura. Un monitoreo preciso del proceso de carga es necesario para minimizar el tiempo de carga y utilizar la máxima capacidad de la batería sin causar daño a las mismas.

// por: Felixls //
sergiols@keko.com.ar



La carga de una batería se hace posible por una reacción química reversible que restaura la energía en un sistema químico. De acuerdo al químico usado, la batería tendrá determinadas características. Cuando se diseña un cargador, es necesario poseer un detallado conocimiento de estas características para evitar el daño causado por una sobrecarga.

Tecnologías de baterías

Los aparatos electrónicos modernos utilizan, principalmente, cuatro diferentes tipos de baterías recargables:

- Ácido de plomo (Pb / SLA)
- Níquel-cadmio (NiCd)
- Níquel-hidruro metálico (NiMH)
- Iones de litio (Li-Ion)
- Polímero de litio (Li-Poli)

Es importante tener cierta información de base en este tipo de baterías para elegir la batería correcta y el algoritmo de carga para su uso.

Ácido de plomo (Pb / SLA)

Las baterías de ácido de plomo se usan en

muchas aplicaciones donde el costo es más importante que el espacio y el peso, ejemplo típico son las baterías de backup para UPS y las alarmas. Las baterías SLA se cargan usando voltaje constante, con una limitación de corriente para evitar el sobrecalentamiento en la etapa inicial del proceso de carga. Este tipo de baterías se las puede cargar indefinidamente, mientras que el voltaje de la celda nunca exceda las especificaciones del fabricante (normalmente 2.2V).

Níquel-cadmio (NiCd)

Las baterías níquel-cadmio son relativamente baratas, pueden ser cargadas completamente unas 1000 veces. Tienen una tasa muy alta de auto descarga. Las NiCd se dañan por inversión, si la primer celda se descarga completamente, el paquete de baterías se invierte. Para evitar el daño la descarga del paquete de baterías el voltaje debe ser monitoreado constantemente y la aplicación debe apagarse cuando el voltaje de la celda caiga por debajo de 1V. Las baterías NiCd se cargan con corriente constante.

Níquel-hidruro metálico (NiMH)

Las baterías de níquel-hidruro metálico son muy usadas en aplicaciones portables de

bajo peso. Tienen una más alta densidad de energía que las NiCd. Las baterías NiMH se dañan por sobrecarga. Es importante la precisión de las lecturas para terminar la carga en el momento exacto. Así como las NiCd, las NiMH se dañan por inversión. Estas baterías tienen una tasa de auto descarga de aproximadamente 20% por mes. Como las baterías NiCd, las baterías NiMH se cargan con corriente constante.

Iones de litio y polímero de litio (Li-Ion y Li-Poli)

Las baterías Li-Ion tienen una relación energía/peso y energía/espacio muy alta en comparación con otros tipos de baterías. Las baterías Li-Ion se cargan usando voltaje constante, con una limitación de corriente para evitar el sobrecalentamiento en la etapa inicial del proceso de carga. La carga se termina cuando la corriente cae debajo de la corriente límite inferior establecida por el fabricante. Estas baterías se dañan por sobrecarga y pueden explotar al ser sobrecargadas.

Carga segura de baterías

Los cargadores rápidos modernos (por ejemplo aquellos que cargan en menos de 3 horas, normalmente en una hora) requieren mediciones precisas del voltaje de celda, corriente de carga y temperatura de baterías para lograr la carga completa de la batería sin sobrecargarlas o dañarlas.

Métodos de carga

Las baterías SLA, Li-Ion y Li-Po se cargan por voltaje constante (y limitado en corriente) y las NiCd y NiMH se cargan con corriente constante y tienen diferentes métodos de terminación.

Máxima corriente de carga

La máxima corriente de carga depende de la capacidad de la batería ©. La máxima corriente de carga se da normalmente en



cantidades de la capacidad de la batería, por ejemplo, una batería con una celda de capacidad 750mAh cargada con una corriente de carga de 750mA se dice que fue cargada a 1C (una vez la capacidad de la batería). Si la corriente de carga para la carga flotante se establece en C/40 la corriente de carga es la capacidad de la celda dividida por 40.

Sobrecalentamiento

Por la transferencia de energía eléctrica a una batería, esta se carga. Esta energía se almacena en un proceso químico. Pero no toda la energía eléctrica aplicada a la batería se transforma dentro de la batería como energía química. Algo de la energía eléctrica termina como energía calórica, calentando la batería. Cuando la batería se carga completamente toda la energía eléctrica fue



aplicada a la batería termina como energía calórica. En una carga rápida esto causará un rápido calentamiento de la batería, causándole daño si la carga no se termina. Monitorear la temperatura para terminar la carga es un factor importante en un buen diseño de un cargador de baterías.

Métodos de terminación

La hoja de datos de la batería sugiere métodos de terminación a usar. El uso y el entorno donde la batería se usa establece las limitaciones en la elección del método de terminación. Algunas veces puede ser poco práctico medir la temperatura de la batería y más fácil la medición del voltaje, o cualquier otra forma. Este diseño implementa el uso de la caída de voltaje ($-dV/dt$) como el principal método de terminación, además por temperatura y voltaje como resguardo. Soporta además todos estos otros métodos:

t – Tiempo

Este es uno de los métodos más simples para medir cuando terminar la carga. Normalmente usado como terminación de resguardo en carga rápida y como principal método en una carga normal. Aplica a todas las baterías.

V – Voltaje

La carga se termina cuando el voltaje excede un límite. Usado en combinación con corriente constante de carga. La corriente máxima está determinada por la batería, normalmente 1C como fue descrito anteriormente. La limitación de corriente es crucial para evitar el daño por calor a la batería si la corriente es muy alta. Las baterías SLA son normalmente cargadas indefinidamente al establecer un voltaje máximo por debajo del voltaje actual de carga. Es usado como principal método de algoritmo y terminación.

$-dV/dt$ – Caída de voltaje

Este método utiliza la derivada negativa del voltaje en un intervalo de tiempo. Se usa normalmente en carga a corriente constante.

Aplica a baterías NiCd y NiMH.

I – Corriente

La carga se termina cuando la corriente de carga cae debajo del valor prefijado. Se usa normalmente en carga a voltaje constante. Aplica a baterías SLA, Li-Ion y Li-Po para terminar la segunda fase de carga, normalmente posterior a la fase de carga rápida.

T - Temperatura

La temperatura absoluta se puede usar como terminación (para NiCd y NiMH), pero solo como una terminación de resguardo. La carga de todas las baterías debería terminar si la temperatura supera el límite superior de operación establecido por el fabricante. Además se usa como método de resguardo para cancelar la carga si el voltaje cae debajo de la temperatura segura. Aplica a todas las baterías.

dT/dt – Pico de temperatura

La derivada de la temperatura en un intervalo de tiempo se puede usar como método de terminación en una carga rápida. De acuerdo a las especificaciones del fabricante (normalmente 1grado C/minuto para baterías NiCd). Aplica a NiCd y NiMH.

DT – Temperatura sobre la temperatura ambiente

Termina la carga cuando la diferencia entre la temperatura ambiente y la batería se eleva por arriba de un valor prefijado. Aplica a baterías NiCd y SLA como principal método o de resguardo.

Descripción de los métodos de carga

1. Carga de corriente rápida: 1CmA (temperatura de carga rápida: 0 C a 40 C). Para lograr controlar y detener la carga rápida, se recomienda cargar a más de 0.5CmA pero menos de 1CmA. La carga de baterías a más de 1CmA puede causar que se active la ventilación de seguridad por el aumento de la presión interna de las baterías, causando fuga de electrolitos. Cuando la

temperatura de las baterías se detecta por un termistor u otro tipo de sensor, y su temperatura está bajo 0 C o sobre los 40 C al comienzo de la carga, se debe realizar una carga flotante, en lugar de una carga rápida. Una carga rápida se debe detener cuando cualquiera de los valores descriptos más abajo alcanza el nivel señalado:

Control del límite voltaje superior: Aprox. 1.8V/celda. Este método de carga se cambia a flotante si el voltaje de la batería alcanza aproximadamente 1.8V/celda debido a problemas o funcionamiento incorrecto de alguna naturaleza.

Valor de dV/dt (o corte por delta pico): 5 a 10mV/celda. Cuando el voltaje de la batería cae de su pico un 5 a 10mV/celda durante la carga rápida, está se debe detener, y el método de carga se debe cambiar a flotante.

Valor de dT/dt (o corte por temperatura): 1 a 2 C/min. Cuando un aumento en la temperatura de batería por unidad de tiempo se detecta en el termistor u otro tipo de sensor de temperatura durante la carga rápida, y el aumento de temperatura es detectado por el sensor, la carga rápida debe detenerse y el método de carga cambiarse a flotante. Tiempo límite: 90 minutos.

2. Para cargar baterías excesivamente descargadas, primero aplicar carga flotante para que la corriente fluya, y luego proceder con la carga rápida una vez que el voltaje de la batería se elevó. Voltaje inicial para carga rápida: Aprox. 0.8V/celda con una corriente de 0.2 ~ 0.3 CmA.

Requisitos:

Espera inicial: 10 minutos. Esto previene que los circuitos de detección de dV/dt se active por el tiempo especificado al comienzo de la carga rápida. Sin embargo, la detección dT/dt puede estar activa en este periodo. Esto es necesario para baterías que fueron dejadas sin carga durante mucho tiempo o fueron excesivamente descargadas, etc. La espera

inicial es necesaria para prevenir que la carga se detenga (para prevenir malos funcionamientos) debido a pseudos $-dV/dt$.

Corriente flotante o de mantenimiento: 0.033 a 0.05 CmA. Cuando el flujo de corriente es alto, la temperatura de las baterías aumenta, causando que las características de la batería se deterioren.

Tiempo de carga rápida: 60 minutos.

Tiempo total: 10 a 20 horas. Sobrecargar una batería NiXX, aun en carga flotante o de mantenimiento, causa el deterioro en las características de las baterías. Para prevenir la sobrecarga por carga flotante o cualquier otro método, se debe proveer de un temporizador para regular el tiempo total de carga.

Análisis de carga/descarga de baterías SLA (Sealed Lead-Acid) Plomo-Ácido

A diferencia de las baterías NiXX, este tipo de baterías se cargan a voltajes fijos en lugar de corrientes fijas.

Método de carga:

1. Verificar si la batería aceptará la carga.
2. Si está bien, iniciar la carga a corriente constante a capacidad/10.
3. Cuando el voltaje alcance 2.55V/celda cambiar a carga por voltaje constante a 2.45V/celda.
4. Si la corriente cae por debajo de capacidad/20 entonces cambiar a carga flotante.
5. Cargar en forma flotante a 2.25V/celda por tiempo indefinido (máximo recomendable 20 horas).

Requisitos:

Una batería SLA no debería descargarse a menos de 1.5V/celda.

Voltaje máximo para baterías SLA es de 3V/celda.

Análisis de carga/descarga de baterías LiPO (litio polímero) y Lilon(ion de litio)

Método de carga:

1. Corriente constante hasta 1C hasta que el voltaje alcance los 4.2V/celda.
2. Corriente constante a 4.2V/celda hasta que la corriente caiga a la capacidad / 15.
3. Carga flotante a capacidad / 30 por 30 minutos.

Requisitos:

Una batería LiPO no debería descargarse a menos de 2.5V/celda.

Voltaje máximo para baterías LiPO (litio polímero) es de 4.5V/celda.

Diseño de la solución

El cargador de baterías descrito en este artículo cumple con todas las recomendaciones actuales en diseño de cargadores de baterías. Este cargador puede cargar en forma lenta, media o rápida todos los tipos de baterías más populares sin modificaciones de hardware o firmware.

Requerimientos:

Soportar baterías Pb, SLA, NiCd, NiMH, Lilon y LiPo.

Permitir la carga, descarga y ciclado utilizando diferentes sensores de corte.

Implementar algoritmos refinados para optimizar la vida útil de las baterías.

Mediciones de alta precisión.

Conección serial.

Memoria EEPROM opcional.

Menu de operación completo.

Bajo costo

Implementación del Hardware

Etapa de alimentación

El voltaje de entrada (de 11 a 24v) se regula a través de los reguladores de voltaje 7805 y 7812. El 7805 entrega 5v al microcontrolador. El 7812 entrega 12v al motor para ventilación forzada de la parte de potencia.

Etapa de potencia

Formado por dos mosfet, uno de carga y el otro para descarga el diseño permite manejar corrientes de hasta 5A con un rango de voltaje entre 3 a 20v.

Entradas

Cuatro pulsadores para el manejo de la unidad.

Salidas

Buzzer para indicaciones audibles de terminación y uso de pulsadores.

LCD con manejo del backlight

Led rojo de operación en curso.

Led amarillo para indicar operación terminada.

Interfaz con PC

Conectado a la interfaz UART se puede conectar a la PC para registrar los datos de batería durante la carga. Los datos se muestran en diferentes gráficos y pueden ser exportados a planillas de cálculo para su análisis y/o almacenamiento. El software funciona en la mayoría de los diferentes sistemas operativos.

Memoria EEPROM (opcional)

Puede servir para almacenar los diferentes ciclos de carga/descarga de una batería sin el uso de una PC. No implementado en firmware.

ISCP

Permite la reprogramación del microcontrolador desde una PC mediante un programador compatible.

Temperatura de batería

La temperatura se mide por una resistencia de coeficiente negativo (NTC). Tiene aproximadamente un valor de resistencia de 10kΩ a 25C. El NTC es parte de un divisor de voltaje, el cual se alimenta del voltaje de referencia (5V).

La resolución respecto al voltaje medido a través del NTC es:

5V / 1024 pasos = 4.88mV / paso.

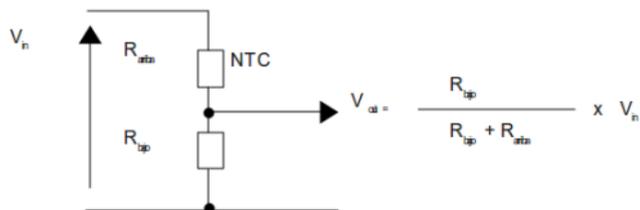
El NTC usado a 25 grados mide 10k, reemplazando este valor en Rarriba:

$$V_{out} = (480\Omega / (480\Omega + 10000\Omega)) * 5000mv = 229.008mv$$

En pasos de ADC:

$$N = V_{out} / (mv/paso) = 229.008 / 4.88 = 46.9$$

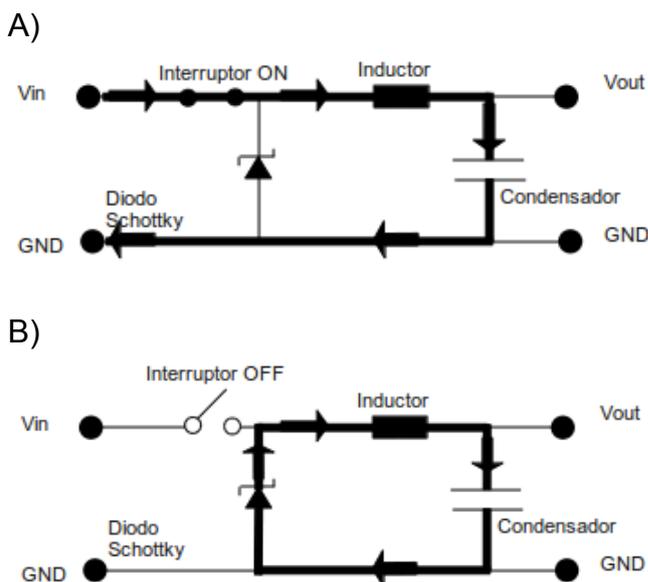
Luego, 25 grados / N pasos = 0.533, utilizando este valor para determinar la temperatura es un método muy básico ya que la resistencia NTC no sigue una curva lineal pero para los fines prácticos aplica.



Buck Converter de 16khz

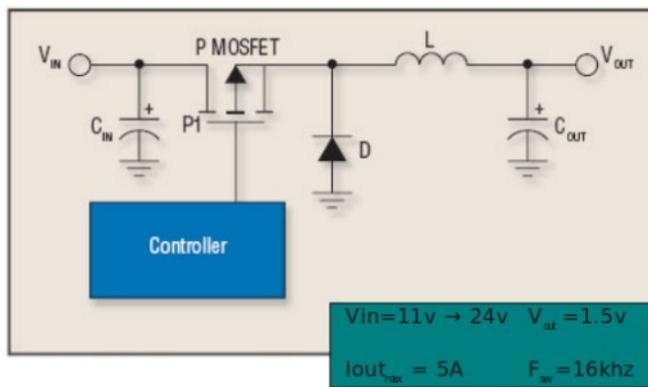
El buck converter consiste de un transistor MOSFET canal P manejado por el PIC via un transistor bipolar NPN. El MOSFET se conecta a un inductor, un diodo y un condensador (ver figura 1). Un diodo adicional previene al microcontrolador del voltaje de la batería cuando fuente de alimentación se desconecta. Cuando el MOSFET está en ON (ilustrado en la figura por el interruptor cerrado) la corriente fluirá como se muestra en la figura 1A. El condensador se carga de la entrada via el inductor (el cual también se carga). Cuando el interruptor se abre (figura 1B) el inductor tratará de mantener su flujo de corriente por inducción de voltaje. La corriente fluirá a través del diodo y el inductor cargará al condensador. Entonces el ciclo se repite. Si el ciclo útil se baja, por poco tiempo en ON, y un mucho tiempo en OFF, el voltaje disminuirá. Si el ciclo útil se incrementa (mucho tiempo en ON, y poco en OFF) el voltaje aumentará. Un buck converter es más eficiente corriendo con un ciclo util de 50%.

Figura 1: Principio de un buck converter



Diseño del buck converter

Se describe a continuación la teoría específica del diseño del cargador de baterías.



El cálculo del inductor sale de la siguiente fórmula:

$$L = (V_{inmax} - V_{out}) * (V_{out}/V_{inmax}) * (1 / f_{sw}) * (1 / (LIR * I_{outmax}))$$

El LIR para un ripple de 70ma p-p con una corriente de 1A, es igual a

$$LIR = 0.07 / 1 = 0.07$$

Luego L es:

$$L = (24 - 1.5) * (1.5/24) * (1/16000) * (1 / (0.07 * 5)) = 468.75 \mu H$$

Para el cálculo del condensador se debe tener en cuenta las caídas de voltaje y el ripple presente en la salida del conversor. Caídas

grandes y altos ripples son causa de baja capacitancia de salida. Un condensador de 1000uF ofrece un rendimiento de compromiso entre eficiencia y tamaño en el montaje.

$C_{out} = 1000\mu F$.

C_{in} se estable en 470uF.

D se elige el modelo SB5100 o similar que soporte 5A de corriente.

Como MOSFET canal P se usa el IRF9530 que soporta corrientes de hasta 12A constantes.

Circuitos de medición

Voltaje de batería

El voltaje de carga se monitorea usando un divisor de voltaje para medir la diferencia de voltaje entre el polo positivo y negativo de la batería. Para obtener una medición acorde en el rango del cargador (3v a 20v de voltaje de carga), se eligen los valores adecuados de las resistencias. Cuando el voltaje supera el voltaje de referencia (5V), el voltaje se divide con dos resistencias para ubicar la lectura en el rango de (0-5v).

$R1 = 18k\Omega$

$R2 = 56k\Omega$

$V_p = R1 / (R1 + R2)$

$V_p = 0.2432$

$5V / 1024 \text{ pasos} = 4.88mV / \text{paso}$.

$N = 4.88 / 0.2432 = 20.07 \text{ mv/paso}$.

Este valor de N nos da el límite superior de lectura del cargador:

$V_{maxbat} = 20.07 * 1024 \text{ pasos} = 20555.56 \text{ mv} = 20.5v$.

Corriente de carga

La corriente de carga se mide por el sensado del voltaje sobre una resistencia shunt de 0.1Ω. Este voltaje se amplifica usando un amplificador operacional - configurado como no inversor para la carga e inversor para la

medición de la descarga - para mejorar la precisión de la medición antes de alimentar el conversor A/D del microcontrolador.

Este voltaje se amplifica por el factor:

$R1 = 3.3k\Omega$

$R2 = 19k\Omega$

Factor de amplificación

$A_f = 1 + (R2/R1) = 6.76$

La salida de voltaje del amplificador es:

$V_{bat} = (1 + (R2/R1)) * I_{shunt} = 6.76 I_{shunt}$

La máxima corriente que puede medirse es:

$I_{bat} = 4.88 / 6.76 I_{shunt} = 7.2257 \text{ A}$

Esto nos da una resolución de:

$7226 \text{ mA} / 1024 \text{ pasos} = 7.06 \text{ mA/paso}$

Datos técnicos

Corriente máxima de carga: 0 a 5A

Corriente máxima de descarga: 1A ($I = V/R \rightarrow I = 12/10 \rightarrow I=1.2A$)

Modos: 0:NiCd, 1:NiMh, 2:SLA, 3:LiPo, 4:Lilo

Capacidad de batería: 0 a 70A

Número de celdas: 1 a 19 celdas

Carga: (1 a 10) 10 → 10 = 1.0C, Ejemplo: 3000*1.0=3A

Descarga: 0 a 1A

Espera delta pico: 10 minutos

Temperatura mínima en altas corrientes (>0.5C): 10 grados

Corte por bajo voltaje (por celda):

NiCd (0 a 2550) - 800mV

NiMh (0 a 2550) - 1000mV

LiPo (2500 a 3500) - 3000mV

SLA (1500 a 2500) - 2000mV

Delta pico (0 a 255):

NiCd: 40mV

Delta pico (0 a 255):

NiMh: 20mV

Voltaje máximo por celda:

NiCd: 1680mV

NiMh: 1680mV

LiPo (3500 a 4500): 4200mV

SLA (2000 a 3000): 2500mV (2.5V x 6 celdas = 15V – v. máximo para SLA de 12V)

Voltaje carga normal por celda:

LiPo (3500 a 4500): 4200mV

SLA (2000 a 3000): 2450mV (2.45V x 6 celdas = 14.7V)

Corriente final (% de la corriente de carga inicial):

LiPo: (3%) -> Ejemplo: $3000 \cdot 3 / 100 = 90\text{mA}$

SLA: (5%) -> Ejemplo: $3000 \cdot 5 / 100 = 150\text{mA}$

Timeout

NiCd y NiMh: 65 min a 1C, 130 min para 0.5C

LiPo: 30 min en flotante

SLA: 25 horas

Datos de diseño

Frecuencia PWM:

16khz, 10bits de resolución

Medición de corriente:

Amplificadores operacionales

Clock

Cristal externo de 20mhz

Comunicación con PC

Serie

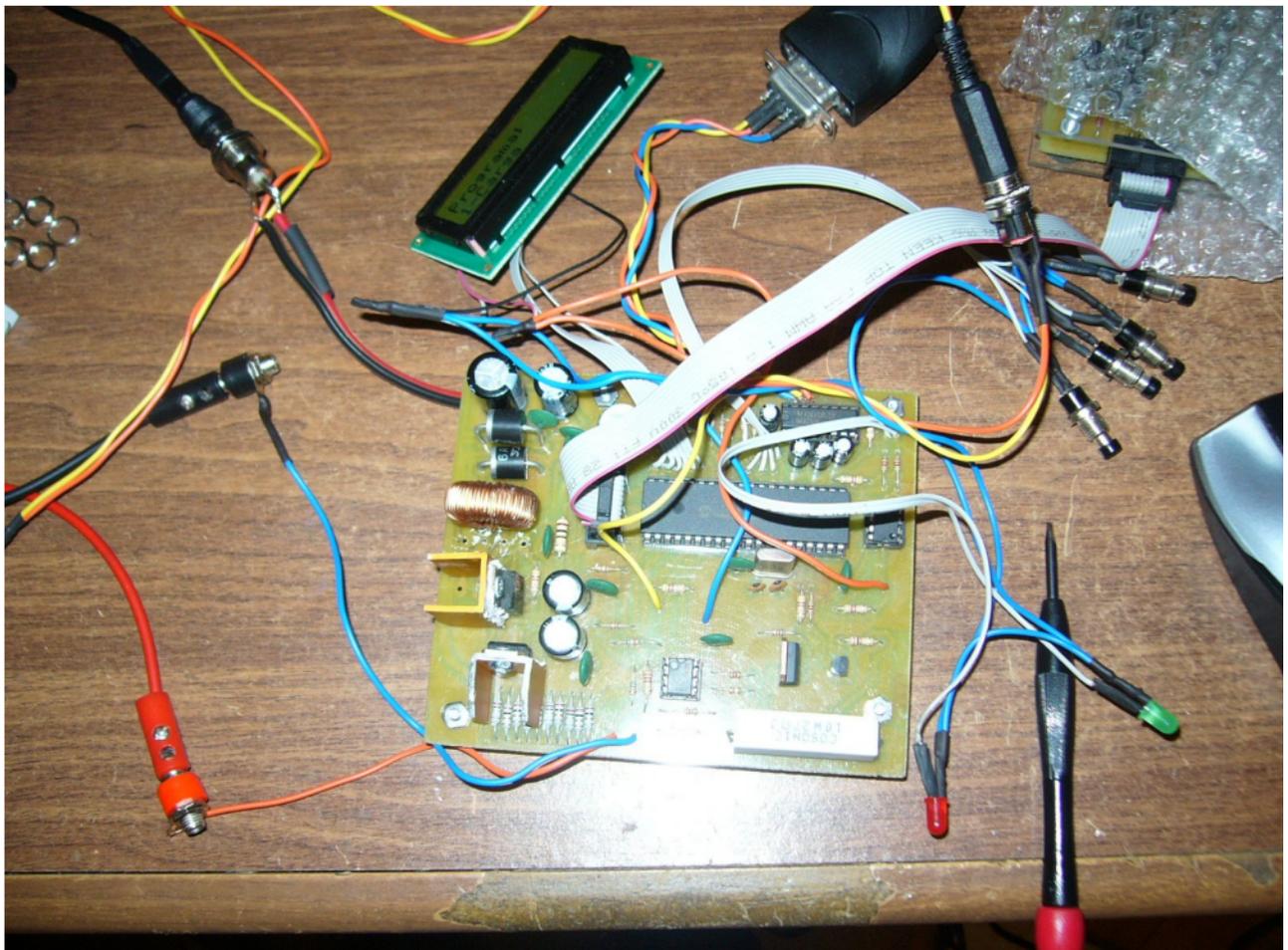
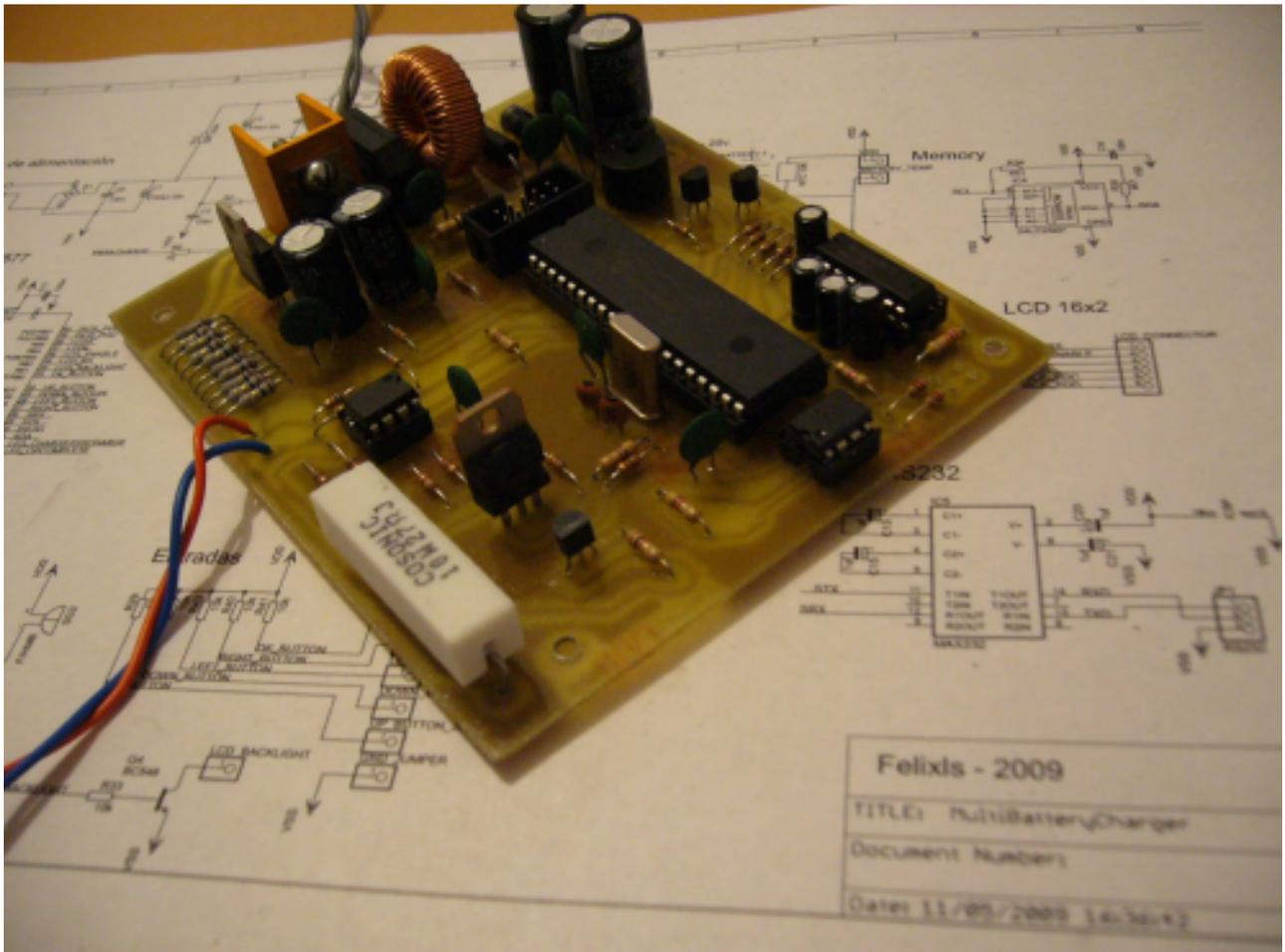
Memoria

EERPOM 256kbits opcional

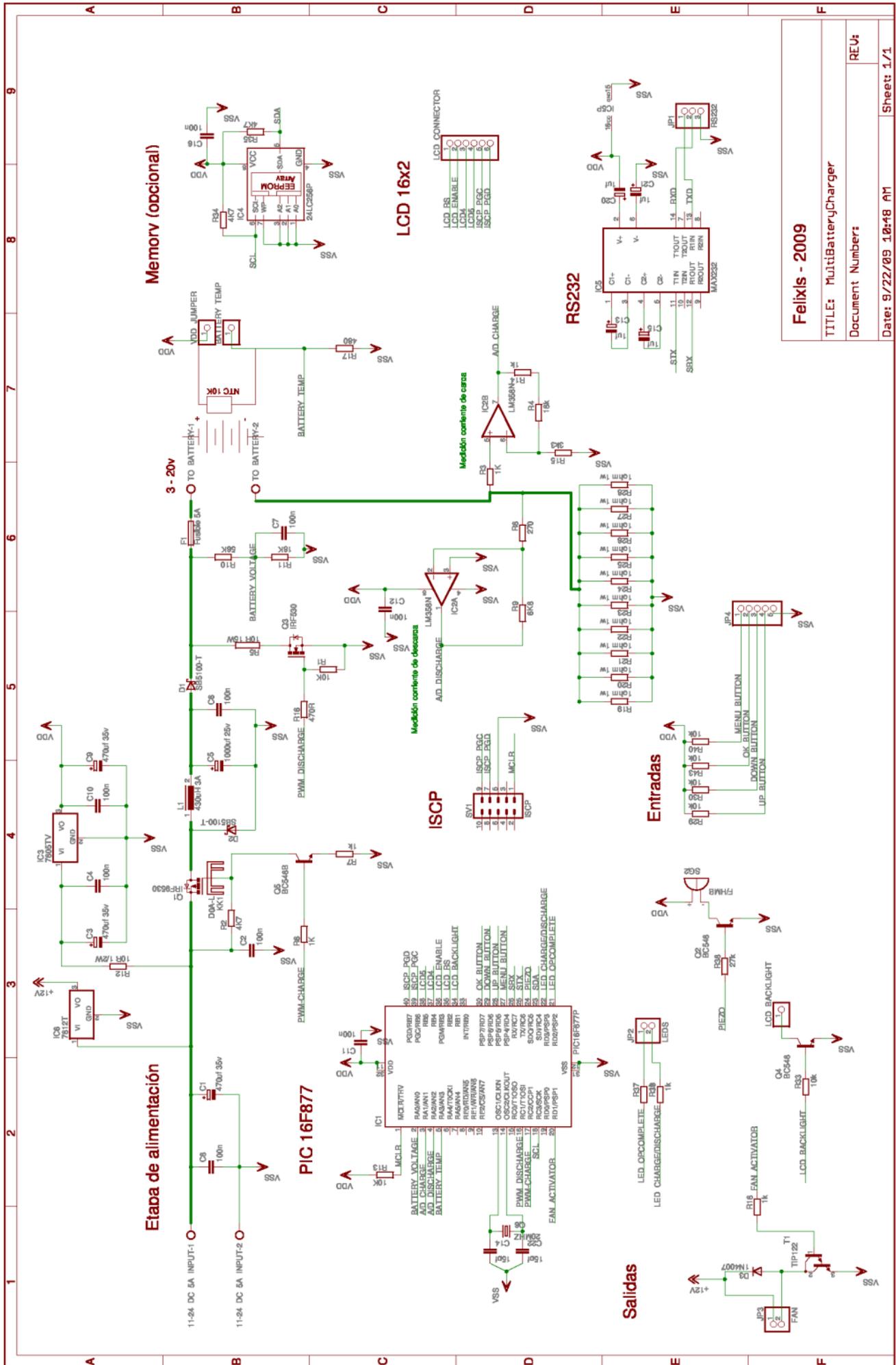
El diseño completo puede descargarse desde el blog del autor:

<http://sergiols.blogspot.com/>









Felixis - 2009
 TITLE: MultiBatteryCharger
 Document Number:
 Date: 9/22/09 10:48 AM
 Sheet: 1/1

Protocolo RC-5, de Philips: Un estándar "de facto"

RC-5 es el protocolo utilizado por los controles remotos de la empresa Philips, aunque en la actualidad muchos otros fabricantes lo han adoptado.

// por: Ariel Palazzesi //
arielpalazzesi@gmail.com



A menudo en la etapa de desarrollo de algún proyecto pensamos en que sería útil la utilización de un control a distancia. El control de este tipo más comúnmente utilizado es el control remoto mediante infrarrojos, como el usado en cualquier televisor o equipo de audio.

Tenemos dos alternativas: o desarrollamos desde cero nuestro protocolo de comunicaciones (y el hardware del emisor) o bien adoptamos alguno de los existentes en el mercado.

Quizás el más difundido y sobre el que más información se puede encontrar es el empleado por Philips, llamado "RC-5". Este protocolo ha sido adoptado por muchos otros fabricantes, por lo que es posible encontrar controles remotos "genéricos" por muy poco dinero.

Este documento contiene la información necesaria para que podamos decodificar los mensajes enviados por estos controles remotos en nuestros proyectos.

Características

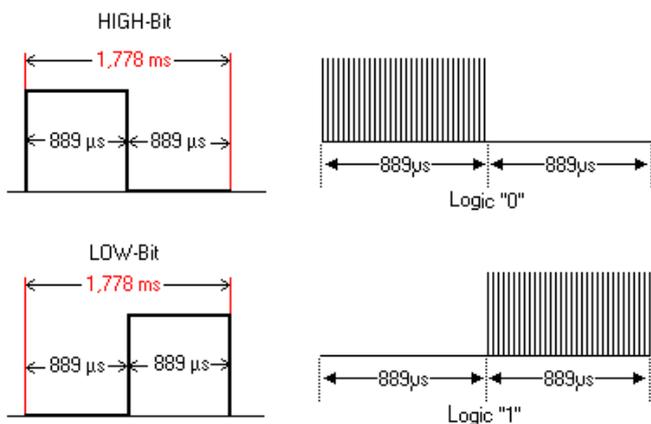
Las características más sobresalientes de este protocolo están resumidas en las siguientes líneas:

- 5 bits de dirección y 6 bits para el comando (7, en el caso del RC5X).
- Codificación tipo Manchester (Bi-phase coding).
- Frecuencia portadora de 36 KHz.
- Tiempo constante para cada bit, de 1.778ms (64 ciclos a 36 KHz).



El protocolo

El protocolo consiste en un tren de pulsos cuadrados de 36K KHz (la denominada "portadora"). Cada "1" esta codificado como 889 microsegundos de pulsos, y 889 microsegundos de "silencio". El "0" se codifica como 889 microsegundos de "silencio" y 889 microsegundos de pulsos. La longitud total del "0" y del "1" es idéntica, y son 1778 microsegundos (o 1,778 milisegundos). El grafico siguiente ilustra claramente esto:



Dentro de un bit "caben" exactamente 64 pulsos, si la portadora es de 36 KHz. Es decir, el periodo de una señal de 36 KHz es de $1/36.000 = 27.78125... \text{ us}$, que multiplicado por 64 da exactamente 1778 us. Este es un buen dato para tener en cuenta el diseño del software de nuestro receptor.

Para que el receptor sepa que le esta "diciendo" el emisor remoto, debe poder interpretar las "tramas" de ceros y unos que este le envía. Cada trama es un comando, y esta compuesto por 14 bits (15 en el caso del RC5X). De esos 14 bits, los primeros 2 bits son de "start" (arranque): siempre son "1". El tercer bit se invierte cada vez que una tecla se pulsa y se suelta nuevamente, para poder distinguir si una tecla permanece presionada o se ha presionado mas de una vez. Los siguientes 5 bits corresponden a la dirección del dispositivo receptor, y los últimos 6 al comando transmitido. Esto permite utilizar un mismo control remoto para comandar diferentes equipos, simplemente asignando a cada uno un código de dirección diferente.

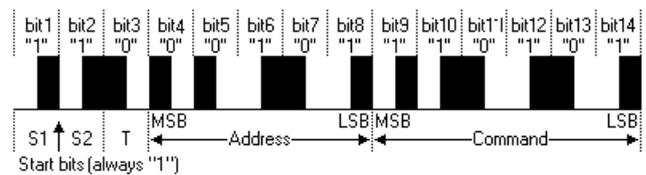


Figura 3. Una trama RC5 completa.

La forma de la trama es la misma, pero el segundo bit de start (S2) es utilizado como el bit 7 del comando.

Tanto en la dirección como en el comando, primero se transmite el bit mas significativo (MSB) y por ultimo el menos significativo (LSB)

La longitud completa de la trama es igual a $14 * 1.778 \text{ us} = 24.892 \text{ us}$. Si la tecla se mantiene presionada, la trama se reenvía continuamente, pero con una pausa de equivalente a 50 bits ($50 * 1.778 \text{ us} = 88.900\text{us}$) entre una y otra transmisión.

Como dijimos antes, viendo el estado del tercer bit podemos determinar si se trata de pulsaciones sucesivas de la misma tecla (el bit cambiaria) o de una misma pulsación "larga" (el bit permanece en el mismo estado).

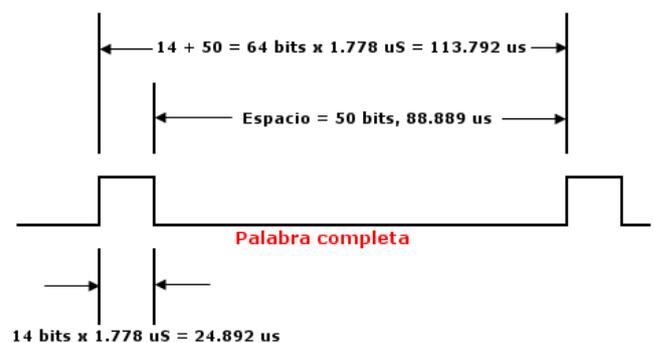


Figura 4. Diagramas de tiempo para una transmisión completa.

Comandos pre-definidos

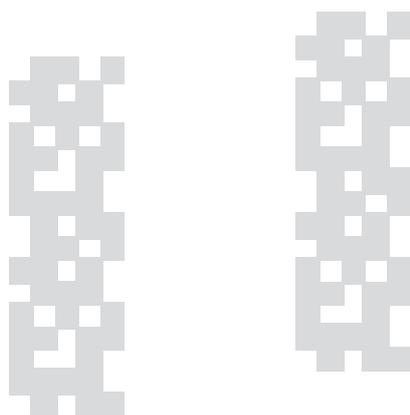
Si estamos creando nuestro propio control remoto, podemos adoptar cualquier dirección y comando para las funciones que implementemos. Pero lo más posible es que queramos utilizar un control remoto de algún aparato en desuso o incluso un control remoto "genérico" nuevo, que seguramente

nos costara menos que armarnos uno.

En ese caso, deberíamos consultar las siguientes tablas para saber cuales son los comandos predefinidos por Philips. La siguiente tabla corresponde a las direcciones. Las que figuran en blanco no están asignadas, y es buena idea utilizarlas para nuestros proyectos (ver tabla de la derecha).

Y la siguiente es la lista de comandos asignados para TV y VCR por Philips:

RC-5 Command	TV Command	VCR Command
\$00 - 0	0	0
\$01 - 1	1	1
\$02 - 2	2	2
\$03 - 3	3	3
\$04 - 4	4	4
\$05 - 5	5	5
\$06 - 6	6	6
\$07 - 7	7	7
\$08 - 8	8	8
\$09 - 9	9	9
\$0A - 10	-/--	-/--
\$0C - 12	Standby	Standby
\$0D - 13	Mute	
\$10 - 16	Volume +	
\$11 - 17	Volume -	
\$12 - 18	Brightness +	
\$13 - 19	Brightness -	
\$20 - 32	Program +	Program +
\$21 - 33	Program -	Program -
\$32 - 50		Fast Rewind
\$34 - 52		Fast Forward
\$35 - 53		Play
\$36 - 54		Stop
\$37 - 55		Recording



RC-5 Address	Device
\$00 - 0	TV1
\$01 - 1	TV2
\$02 - 2	Teletext
\$03 - 3	Video
\$04 - 4	LV1
\$05 - 5	VCR1
\$06 - 6	VCR2
\$07 - 7	Experimental
\$08 - 8	Sat1
\$09 - 9	Camera
\$0A - 10	Sat2
\$0B - 11	
\$0C - 12	CDV
\$0D - 13	Camcorder
\$0E - 14	
\$0F - 15	
\$10 - 16	Pre-amp
\$11 - 17	Tuner
\$12 - 18	Recorder1
\$13 - 19	Pre-amp
\$14 - 20	CD Player
\$15 - 21	Phono
\$16 - 22	SatA
\$17 - 23	Recorder2
\$18 - 24	
\$19 - 25	
\$1A - 26	CDR
\$1B - 27	
\$1C - 28	
\$1D - 29	Lighting
\$1E - 30	Lighting
\$1F - 31	Phone

Valores Comerciales de Resistores

Colores	Multiplicador							
	Oro	Negro	Marrón	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde	
Marrón - Negro	1.0 [Ω]	10 [Ω]	100 [Ω]	1.0 [KΩ]	10 [KΩ]	100 [KΩ]	1.0 [MΩ]	
Marrón - Rojo	1.2 [Ω]	12 [Ω]	120 [Ω]	1.2 [KΩ]	12 [KΩ]	120 [KΩ]	1.2 [MΩ]	
Marrón - Verde	1.5 [Ω]	15 [Ω]	150 [Ω]	1.5 [KΩ]	15 [KΩ]	150 [KΩ]	1.5 [MΩ]	
Marrón - Gris	1.8 [Ω]	18 [Ω]	180 [Ω]	1.8 [KΩ]	18 [KΩ]	180 [KΩ]	1.8 [MΩ]	
Rojo - Rojo	2.2 [Ω]	22 [Ω]	220 [Ω]	2.2 [KΩ]	22 [KΩ]	220 [KΩ]	2.2 [MΩ]	
Rojo - Violeta	2.7 [Ω]	27 [Ω]	270 [Ω]	2.7 [KΩ]	27 [KΩ]	270 [KΩ]	2.7 [MΩ]	
Naranja - Naranja	3.3 [Ω]	33 [Ω]	330 [Ω]	3.3 [KΩ]	33 [KΩ]	330 [KΩ]	3.3 [MΩ]	
Naranja - Blanco	3.9 [Ω]	39 [Ω]	390 [Ω]	3.9 [KΩ]	39 [KΩ]	390 [KΩ]	3.9 [MΩ]	
Amarillo - Violeta	4.7 [Ω]	47 [Ω]	470 [Ω]	4.7 [KΩ]	47 [KΩ]	470 [KΩ]	4.7 [MΩ]	
Verde - Azul	5.6 [Ω]	56 [Ω]	560 [Ω]	5.6 [KΩ]	56 [KΩ]	560 [KΩ]	5.6 [MΩ]	
Azul - Gris	6.8 [Ω]	68 [Ω]	680 [Ω]	6.8 [KΩ]	68 [KΩ]	680 [KΩ]	6.8 [MΩ]	
Gris - Rojo	8.2 [Ω]	82 [Ω]	820 [Ω]	8.2 [KΩ]	82 [KΩ]	820 [KΩ]	8.2 [MΩ]	
Blanco - Negro	9.1 [Ω]	91 [Ω]	910 [Ω]	9.1 [KΩ]	91 [KΩ]	910 [KΩ]	9.1 [MΩ]	

Tolerancias: Verde ± 0,5% - Marrón ± 1% - Rojo ± 2% - Oro ± 5% - Plata ± 10% - Sin color ± 20% ----- K = 1.000; M = 1.000.000

