

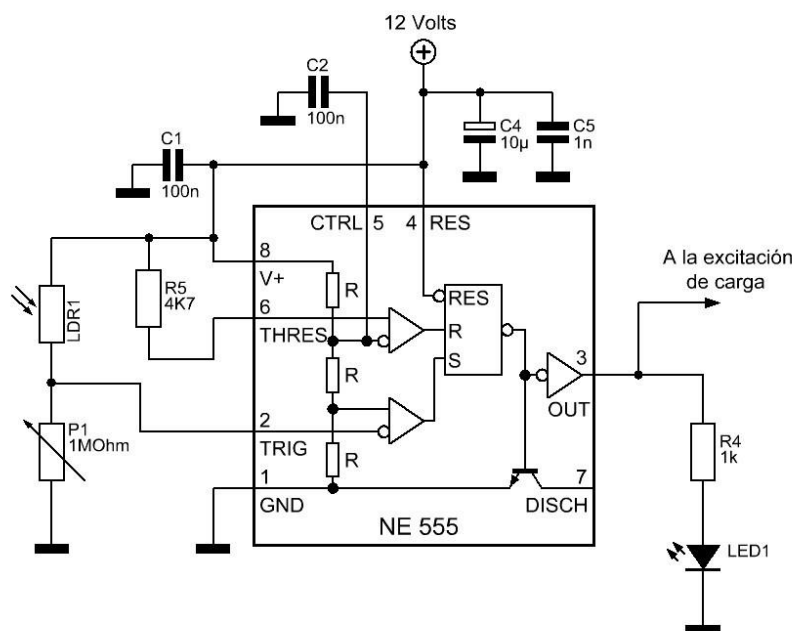
## Domótica: Iluminación optimizada

Cuando nos ausentamos de casa siempre es bueno poseer un sistema que se encargue de administrar el encendido de las luminarias. Construir un interruptor crepuscular es bastante sencillo: a partir de fotocélulas y relés, o comprando los módulos que ya vienen preparados para tal fin. Hoy sumaremos una nueva aplicación a nuestra red Domótica vía RS-485 que habíamos presentado en artículos anteriores. Aprenderás algunos “tips” y, en pocos meses, ahorrarás lo suficiente como para comprarte una Wii. ¿Te lo vas a perder?

Cuando comenzamos a trabajar con Domótica a través de una red RS485, realizamos la construcción de un termómetro remoto con el que podíamos monitorear la temperatura de lugares alejados (hasta más de 1000 metros desde nuestro ordenador). Hoy veremos la forma de controlar diversos tipos de iluminación y trataremos de incluir los tipos de luminarias más frecuentes, las formas de encendido y apagado más usuales, y también veremos la posibilidad de permitirle a nuestro sistema trabajar de manera autónoma. Todo un desafío, ¿verdad?

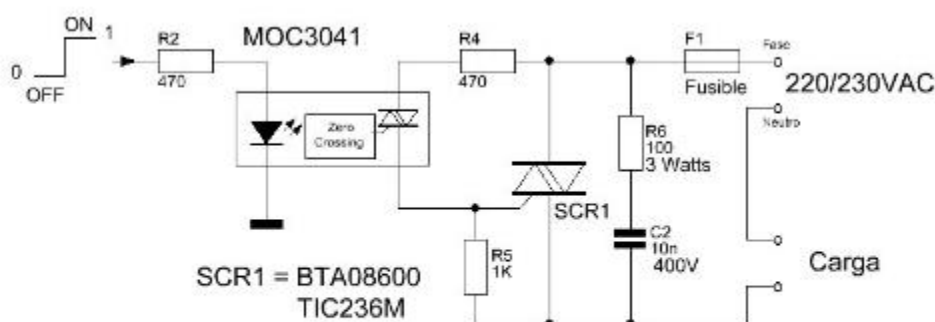
## Interruptores Crepusculares

Al poseer interruptores crepusculares, los sistemas de iluminación exterior siempre estarán energizados. No por ello vamos a dejar las luminarias encendidas toda una noche hasta el amanecer para que se apaguen solas al alba. Por lo tanto, una de las acciones que realizaremos desde nuestro control central de iluminación será la de disponer o no de las luminarias exteriores.



Si decidimos salir una noche y nuestra idea es que la casa no quede a oscuras, está bien que las luces exteriores queden encendidas y que se apaguen solas al amanecer. Eso significará dos cosas muy claras: que nuestro circuito será muy útil para el ahorro energético y que la fiesta estuvo de fábula ya que llegamos a casa mucho después de la salida del sol.

Un circuito tentativo para luces crepusculares podría ser el mostrado anteriormente, mientras que el siguiente circuito podría servirte para activar cargas de hasta 600 Watts. Si, en cambio, deseas utilizar algún tipo de relé, te recomendamos repasar las opciones que habíamos mencionado en el artículo del interruptor ON-OFF.



### Activación de lámparas de todo tipo hasta 600 Watts

Por supuesto que este último circuito no es privativo de las luces exteriores de una casa, sino que también podemos utilizar el sistema de activación de cargas, ya sea con Triacs o con Relés, para lámparas utilizadas en terrarios, invernaderos, criaderos de polluelos y cualquier otra aplicación que requiera activación de luminarias a través de estados lógicos.

El dato a destacar en este tipo de circuitos es que siempre se activará la circulación de corriente hacia la carga a partir de un cruce por cero de la alimentación alterna, gracias al tipo de optoacoplador utilizado. Esto significa que al conectar la lámpara en el momento justo en que no hay tensión presente en sus bornes, la corriente será también nula, propiciando un arranque suave y progresivo. Por supuesto que esto significa una prolongación muy importante en la vida útil de la lámpara.

Conexiones en tensión cero, prolongan la vida útil de una lámpara

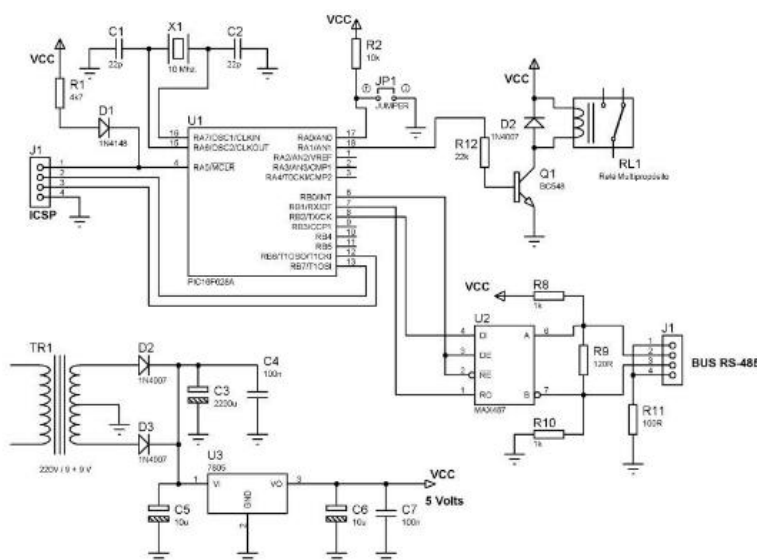
Conexiones al azar en cualquier instante de la senoide de tensión significan picos de corriente muy pronunciados, que usualmente terminan destruyendo las

luminarias. Otro secreto que “eterniza” las luces de una casa es el mantenimiento preventivo de los zócalos portalámparas, una ajustada conexión de los cables y un seguro y firme contacto de las partes mecánicas que conectan el bombillo. Un último elemento es la conexión de una resistencia cerámica de bajo valor (3,3 Ohms 7W) en serie con cualquiera de los polos de la lámpara. Primeros ahorros = Menos energía eléctrica consumida y menor cantidad de luminarias a reponer por año.

## Simuladores de presencia

Algo que desorienta mucho a los “amigos de lo ajeno” es ver movimientos dentro de una casa, movimientos que están acompañados por encendidos y apagados de luces de manera aleatoria. Esta rutina puede incluir también a las luminarias del exterior. Los movimientos pueden ser generados por pequeños servomotores que simplemente hagan cruzar un cartón frente a una lámpara de mesa. Por el ventanal, esto parecerá ser la silueta de una persona que transita dentro de la habitación. Deberá ser un grupo comando muy arriesgado el que intente ingresar a la vivienda con todos estos indicios de que “la casa no está sola”.

El circuito que emplearemos para manejar todas las luces es el que utilizamos en la mayoría de los montajes y que incluso hemos adoptado para los terminales que intervienen en la red RS-485. En esta ocasión hemos decidido prescindir del display, ya que el circuito servirá para activar o no luminarias y para decidir si lo utilizaremos como esclavo o como sistema autónomo. Esta función es realizada mediante el jumper JP1. Notarás, además, que hemos ejemplificado con solo un relé todas las conexiones hacia el exterior y las que controlan los optoacopladores vistos en el circuito anterior.



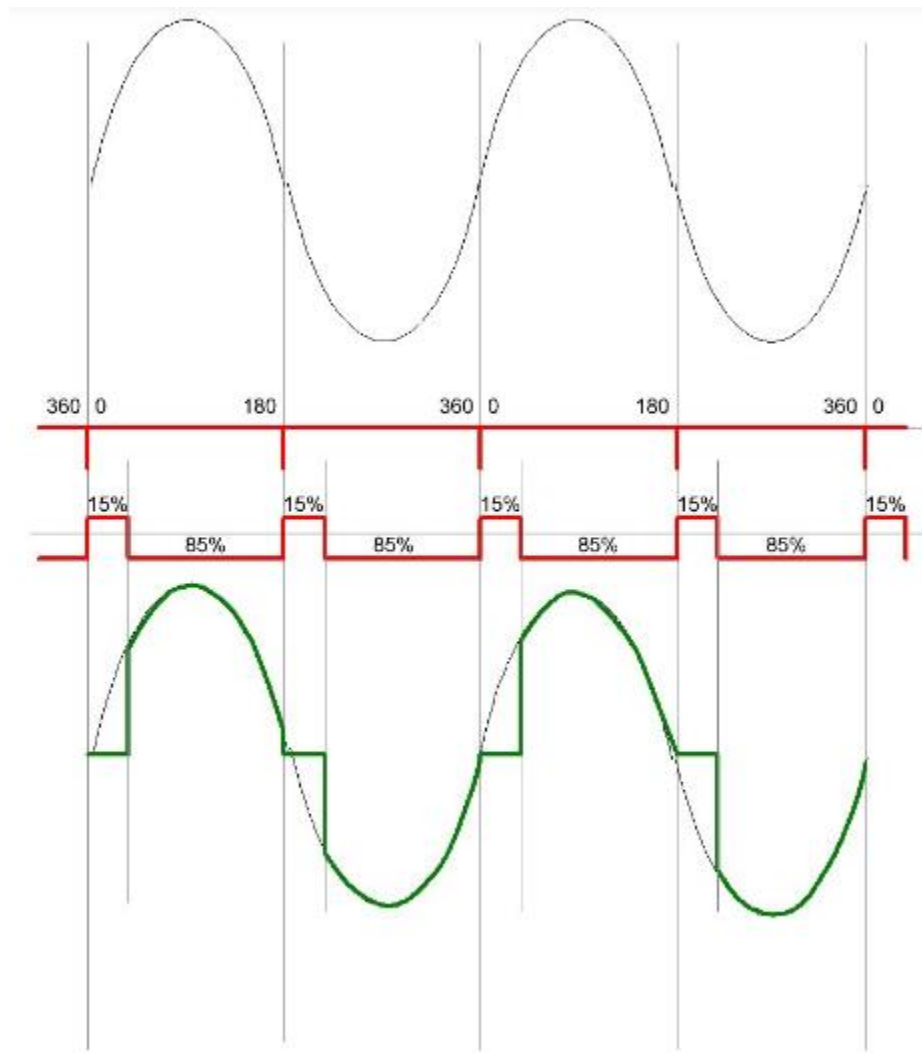
Para la activación aleatoria de las luces, vamos a usar la instrucción de BASIC (siempre utilizamos este lenguaje) RANDOM, que nos provee un número aleatorio que utilizaremos como tiempo de intervalo entre sucesivas activaciones de las distintas luces que intervengan en el “procedimiento de distracción”. Al número obtenido podemos someterlo a múltiples operaciones matemáticas que resulten en valores tan disímiles como segundos, minutos y hasta horas en las que los artefactos entrarán en funcionamiento. Por supuesto que estos sistemas simuladores de presencia pueden sumarse a sensores infrarrojos de intrusión y los ya conocidos y comentados sensores de cortes de línea telefónica. Seguimos con los ahorros = La activación en forma intermitente de las luminarias del interior de una casa significa un ahorro de más de un 50% de la energía, lo que equivaldría a dejar las luces encendidas solo la mitad del tiempo.

### **Dimmer para lámparas incandescentes**

En electrónica se conoce como Dimmer a un dispositivo que funciona y se alimenta con tensión alterna y que es capaz de administrarle o racionarle la misma a otro equipo conectado a su salida. Es decir, a partir de la onda senoidal que encontramos en cualquier tomacorrientes domiciliario, un dimmer tendrá la capacidad de trozar o “choppear” adecuadamente la tensión original dejando pasar sólo la cantidad de energía que queramos para el uso del equipo conectado a su salida.

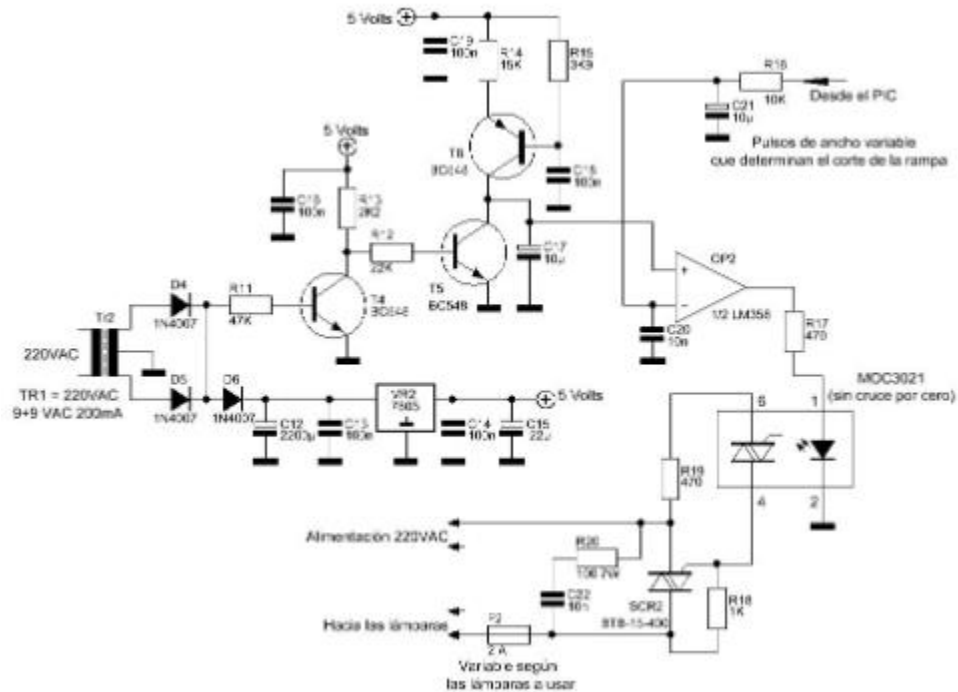
La construcción de un dimmer que pueda ser operable a través de una red RS-485 tiene atractivos muy importantes, ya que la variación a voluntad de la intensidad de las luces de una habitación para favorecer y propiciar un momento cálido e íntimo provoca un impacto visual y emocional muy agradable y sorprendente. Además, a esto hay que agregarle la posibilidad que se le brinda al arquitecto y/o decorador de interiores para poder jugar e interactuar con las tonalidades de los colores tostados u ocres, es decir, la utilización de iluminación incandescente.

El dimmer basa su funcionamiento en la detección del cruce por cero de la señal senoidal existente en la red domiciliaria. Dicha captura de datos se utiliza para activar un “generador de rampa” que será comparado en forma temporal con una señal de frecuencia fija generada por el microcontrolador. Luego, un circuito que actúa como comparador de tensión proporciona el correcto disparo del Triac durante un lapso de tiempo justo y éste energiza la lámpara conectada, la cual brillará a un nivel variable de acuerdo al ancho del pulso de activación del Triac.



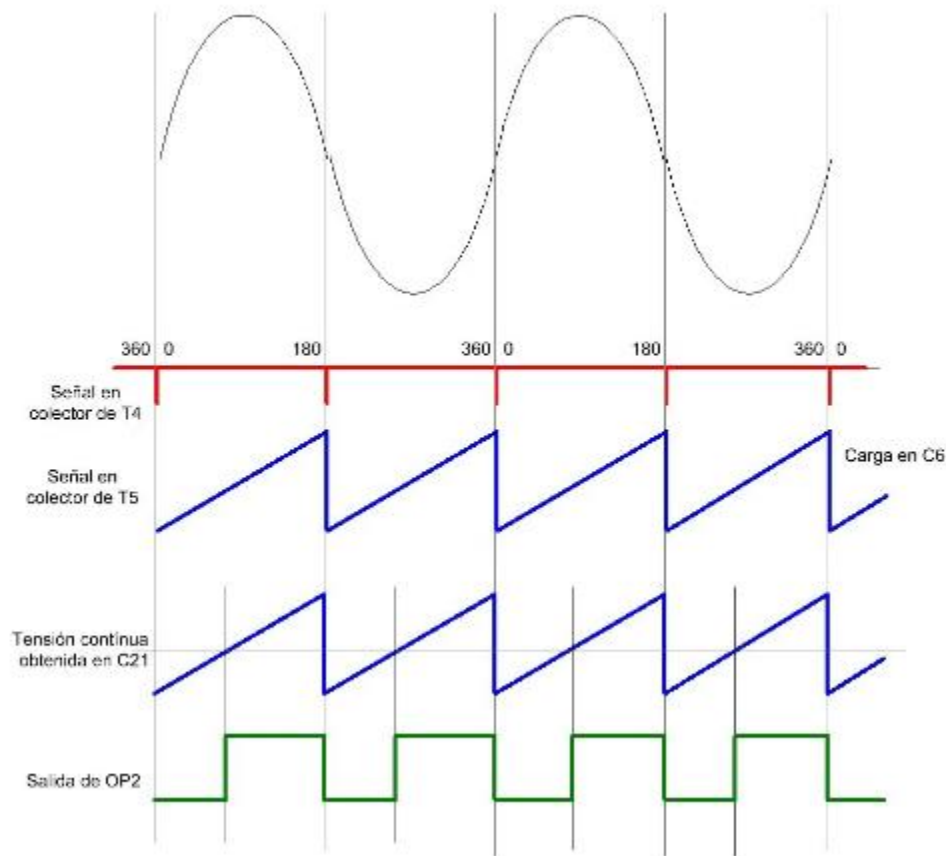
### Desmenuzando el funcionamiento

La señal alterna rectificada en onda completa a la salida de D4 y D5 activa a T4 vía R11 y nos entrega un impulso coincidente con el cruce por cero volts de la señal alterna de entrada en el colector de T4. T6 se conecta en modo de generador de corriente constante para cargar en forma lineal a C17, y esta rampa obtenida de la carga de C17 es enviada a la entrada no inversora de OP2. Por otro lado, D6 separa de este circuito a la sección de alimentación y la pasa a un regulador serie 7805 que nos servirá para alimentar al resto del sistema, incluido el microcontrolador que utilizaremos.



Por su parte, el microcontrolador nos entregará una señal de impulsos modulados en ancho (PWM), los que al pasar por el filtro pasabajos formado por R16 y C21 se transforman en una tensión continua, que se compara en OP2 con la rampa generada en C17. El cruce entre ambas tensiones dentro del comparador generará la señal que comandará el Triac de salida, el cual finalmente trozará la tensión alterna entregada a la lámpara y la hará brillar de acuerdo al ancho de los impulsos PWM entregados por el PIC. A mayor ancho de impulsos, mayor tensión continua recuperada y viceversa.

R20 y C22 conforman lo que se conoce como red Snubber, que se utiliza para absorber los ruidos eléctricos parásitos generados por eventuales cargas inductivas. En nuestro caso, sería la mínima componente inductiva que posee una lámpara incandescente. Luego, y por último, viene el fusible que tendrá un valor acorde al consumo conectado al sistema. Para el ejemplo se ha colocado un fusible de 2 Amperes, pero este debe ajustarse según la necesidad del usuario.



Para obtener los pulsos PWM a la salida del microcontrolador, utilizaremos la salida CCP1 que nos brinda el 16F628A y a través de la cual BASIC nos facilita el uso de la instrucción HPWM. La propiedad atractiva que posee esta instrucción es que no necesita ser refrescada constantemente ni ser obtenida mediante alguno de los TIMER del microcontrolador, sino que con el simple hecho de invocarla una vez en el transcurso del programa, la generación de los pulsos modulados en ancho se suceden si interrupciones hasta que se determine un cambio en sus parámetros mediante el firmware del microcontrolador.

La forma de invocar la instrucción HPWM en el PIC mediante Basic es la siguiente:

HPWM Channel , DutyCycle , Frequency

Channel es el canal (valga la redundancia) del CCP del PIC. En el caso del 16F628A, encontramos sólo uno (suficiente para los fines educativos) el cual comparte ubicación física con RB3. Otros dispositivos más costosos suelen traer varios módulos CCP incorporados.

DutyCycle es un valor variable entre 0 y 255 que determinará el “ancho” del impulso enviado. En términos prácticos, podemos decir que un valor cercano a cero correspondería a un ancho de impulso de 0%, mientras que un valor cercano a 255

lo haría al 100%. Por consecuencia, 127 representaría el 50% del ancho del impulso. Este valor debe experimentarse con mucha calma y paciencia porque los valores no suelen corresponderse con los porcentajes esperados si no se construye el filtro pasabajos de salida de la manera más adecuada.

Frequency es el valor de la frecuencia a utilizar para enviar los impulsos.

Por ejemplo, una señal cuadrada perfecta de 2000 ciclos por segundo (2Khz) y extraída desde el canal 1 sería escrita de la siguiente forma: HPWM 1, 127, 2000.

Una vez que el programa se encuentra en funcionamiento dentro del microcontrolador, se lo inicializa con un brillo mínimo correspondiente a un Dutycycle próximo a 255 y, a medida que se realiza la comunicación por la red, se le puede ir variando el nivel para adecuar los niveles de atenuación o brillo de acuerdo a nuestro gusto. Recordemos el artículo de Domótica visto anteriormente donde recibíamos los datos de las variables mediante la instrucción HSERIN y las cargábamos en variables para luego aplicarlas a las funciones requeridas.

```
60 APAGAR:
61
62 HIGH PORTB.5 ' ME PREPARO PARA TRANSMITIR
63 DELAYMS 100
64 HSEROUT [DEC 69, DEC BRILLO] ' TRANSMITO EL DECIMAL 65 + EL VALOR DE "BRILLO" PARA
65 ' SABER CÓMO ESTÁ EL BRILLO DEL DIMMER
66 DELAYMS 100
67 LOW PORTB.5 ' ME VUELVO A RECEPCIÓN
68
69
70 HSERIN 1000, APAGAR, [DEC ACCION] ' ESPERO RECIBIR POR LA USART LA INSTRUCCIÓN
71 ' SI NO LLEGA EN UN SEGUNDO, VUELVE A LA SUBROUTINA "APAGAR"
72 DELAYMS 10
73 GOSUB DIMMER ' ASIGNO VALOR EN EL HPWM DEL DIMMER Y VUELVO
74
75 IF ACCION = 200 THEN ' SI COINCIDE CON "200" DESACTIVA EL RELÉ
76 LOW PORTB.4 ' SINO
77 ELSE
78 GOTO APAGAR
79 END IF
80
81 GOTO INICIO ' SALTA A LA SUBROUTINA DE ESPERA DE ACTIVAR EL RELÉ
82
83 DIMMER: ' ROUTINA DEL DIMMER CON HPWM EN PORTB.3
84
85 IF ACCION = 210 THEN BRILLO = 0 ' SI COINCIDE CON 210 LÁMPARA ENCENDIDA AL 100%
86 IF ACCION = 220 THEN BRILLO = 40 ' SI COINCIDE CON 220 LÁMPARA ENCENDIDA AL 75%
87 IF ACCION = 230 THEN BRILLO = 50 ' SI COINCIDE CON 230 LÁMPARA ENCENDIDA AL 50%
88 IF ACCION = 240 THEN BRILLO = 54 ' SI COINCIDE CON 240 LÁMPARA ENCENDIDA AL 25%
89 IF ACCION = 250 THEN BRILLO = 254 ' SI COINCIDE CON 250 LÁMPARA APAGADA
90
91 HPWM 1, BRILLO, 2000 ' HPWM EN CANAL 1 CON EL DUTY AJUSTADO SEGÚN LA
92 ' VARIABLE "BRILLO" CON 2Khz
93
```

En la imagen de ejemplo de utilización de la instrucción HPWM podemos apreciar (al final del listado mostrado) que los valores de la variable BRILLO no responden de manera lineal para una variación acorde en la iluminación. La curva de integración del filtro pasabajos no resulta ser la mejor de todas, pero sirve a los efectos de la demostración y nos permite ver y recordar la utilización de la instrucción HSERIN.



## **Conclusiones**

Si sumamos las aplicaciones vistas de interruptores crepusculares, simuladores de presencia y atenuadores (dimmers) podemos encontrar una interesante variedad de aplicaciones realizables en forma modular y escalar que, a largo plazo, siempre significarán un ahorro energético. Persianas automáticas, polarización de cristales según la incidencia del sol, detectores PIR en los baños que evitan la utilización de interruptores y un sinnúmero de aplicaciones que poco a poco dominarán la vida cotidiana se suman a una tecnificación que siempre encontrará nuevos horizontes.

Optimizar el uso de los recursos energéticos es un deber de las futuras generaciones y la energía eléctrica no puede estar ausente de estos cambios.