

Medidor de ROE inteligente

XAVIER SOLANS*, EA3GCY

Este medidor de ROE ofrece la lectura directamente en una pantalla LCD, al tiempo que muestra el tanto por ciento de potencia «directa» que está absorbiendo la antena. Además, dispone de alarma acústica que avisa cuando la ROE supera un nivel establecido previamente.

El medidor de ROE es un accesorio indispensable en cualquier estación de radio. La mayoría de medidores disponibles en el mercado para aficionados ofrecen la medida en un instrumento de aguja móvil con una escala graduada donde se muestra la relación de ondas estacionarias (ROE).

El presente artículo revoluciona en buena parte el concepto de medidor de ROE con el que estábamos familiarizados hasta ahora. Este medidor de ROE «inteligente» nos ofrece la lectura directamente en una pantalla de cristal líquido, al tiempo que muestra también el tanto por ciento de potencia «directa» que está absorbiendo realmente la antena, y además dispone de un sistema de alarma acústica que nos avisará cuando la ROE supere un nivel establecido previamente por el usuario. Como vemos, el apelativo «inteligente» está más que justificado.

* Apartado de Correos 814. 25080 Lleida.
Correo-E: ea3gcy@wanadoo.es

Un medidor inteligente

La facilidad con que hoy en día podemos conseguir un microcontrolador en cualquier comercio de electrónica ha hecho que este tipo de componentes sean estudiados y utilizados cada vez más por los aficionados. Para el proyecto que nos atañe en este artículo he utilizado el microcontrolador PIC 16F876, que incorpora en su interior cuatro canales conversores analógico-digital (ADC). Gracias a los ADC, podemos medir directamente tensiones externas con un margen de 0 a 5 V y una resolución de 10 bits (1.024 pasos), de esta forma, en un margen de 5 V se obtiene una resolución de 0,0048 V (4,8 mV).

El programa grabado en el microcontrolador mide la tensión *directa* y *reflejada* procedente del sensor de ROE, y con los valores obtenidos efectúa el cálculo de la relación de ondas estacionarias presente en el sistema de antena, visualizando el resultado en la pantalla LCD con el formato X : X.X (ej.: ROE = 1:1.5). Al mismo tiempo, en la parte derecha de la pantalla aparece el tanto por ciento de señal

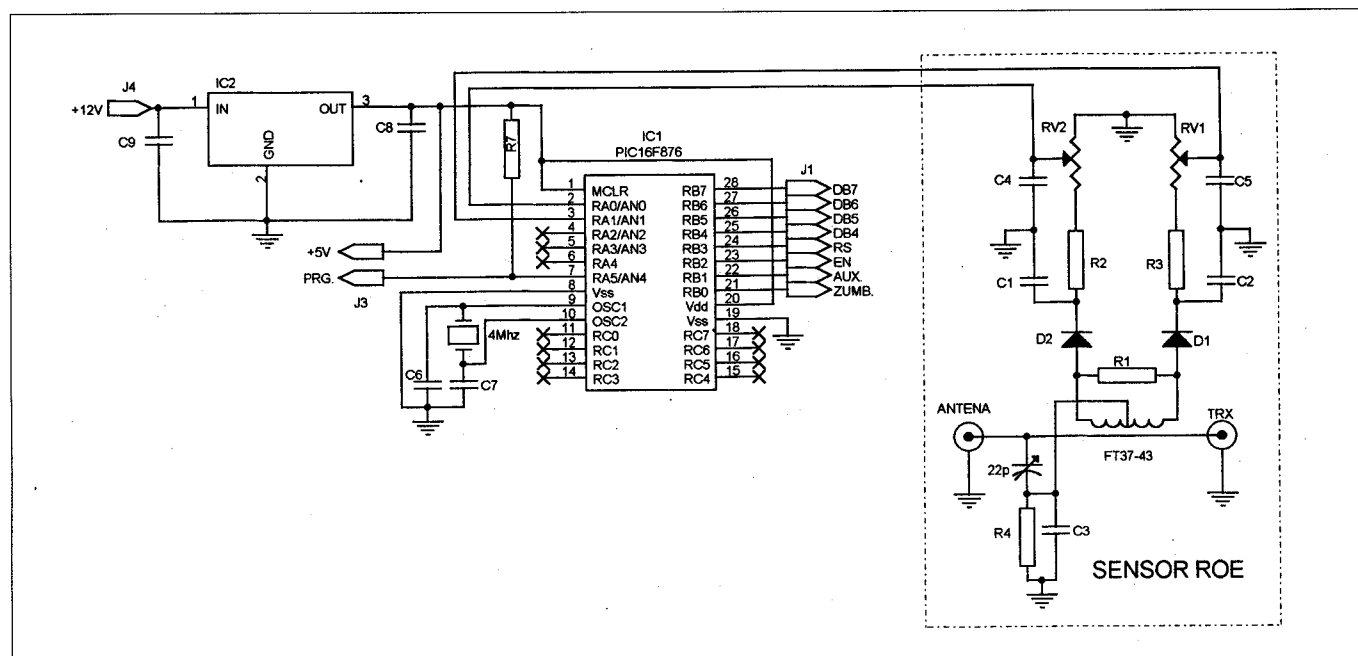


Figura 1. Diagrama eléctrico del circuito medidor. Aunque está incluido en la placa, el sensor de potencia «directa» y «reflejada» se muestra en un bloque con líneas discontinuas. El corazón del circuito es el PIC 16F876 que se encarga de efectuar los cálculos pertinentes y visualizar los resultados en la pantalla.

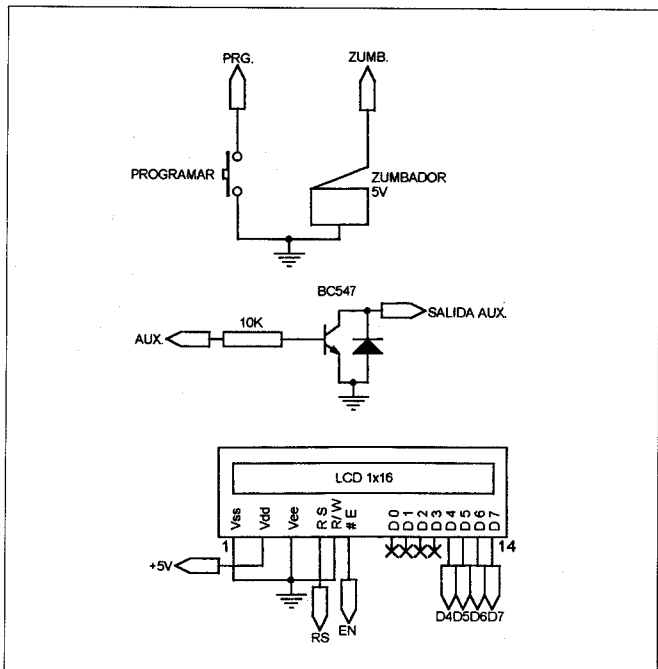


Figura 2. Esquema de las conexiones del pulsador de programación, zumbador de alarma, pantalla LCD y ejemplo de cómo conectar un transistor a la salida AUX para gobernar otros dispositivos externos de alarma.

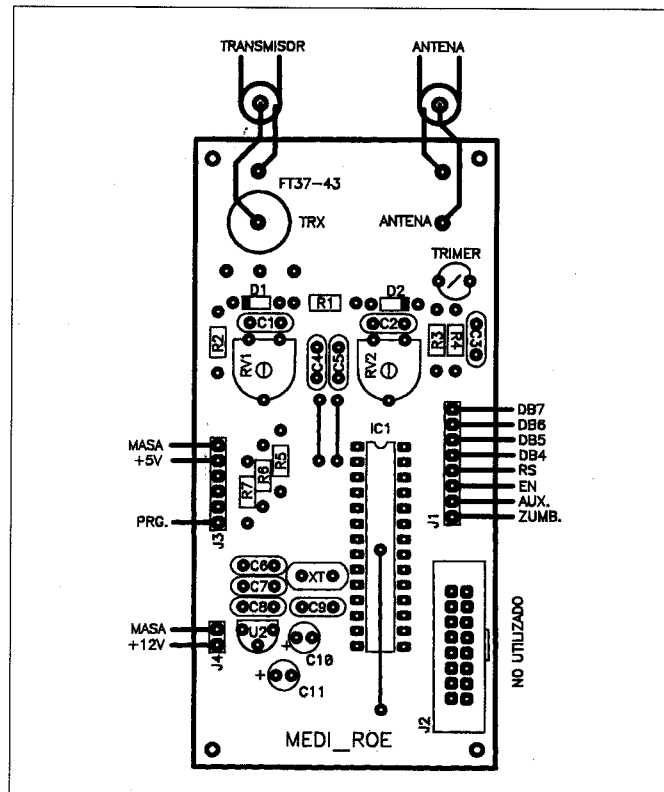


Figura 3. Conexiones y cableado real de la placa del medidor hacia la pantalla LCD, pulsador, zumbador, AUX, alimentación, etc.

directa que se calcula, igual que antes, gracias a los valores de tensión procedentes del sensor y se muestra en formato XX% (ej.: 96%). Es obvio que en la práctica, lo que más nos interesa de la escala de medida de la relación de ondas estacionarias es el tanto por ciento de potencias directa y reflejada que dicha lectura representa. Por un lado nos interesa mantener bien adaptado el transmisor a la antena dentro de unos límites razonables y por otro conocer cuál es realmente el porcentaje de potencia del transmisor que aprovechamos en la antena.

Construcción

En el esquema eléctrico de la figura 1 se muestra el circuito sensor y el procesador del medidor de ROE inteligente. En la figura 2 podemos ver las conexiones del módulo LCD de 1 fila x 16 columnas, el pulsador de programación, el zumbador y un ejemplo de cómo añadir un transistor a la salida opcional AUX. El circuito es relativamente simple, sin embargo, hay que recalcar que debe prestarse una atención especial al bobinado del toroide captador de ROE (FT37-43) y a las conexiones desde la placa hasta el módulo LCD, al pulsador y al zumbador (figura 3).

Éste es un proyecto de construcción propia, no se trata de un kit comercial, por tanto, cada vez que efectuemos una conexión deberemos comprobar de dónde viene, adonde va y para qué sirve, contrastando estos datos entre el esquema teórico y el montaje real. Por el mismo motivo, antes de colocar un componente, nos deberíamos preguntar: ¿seguro que éste es su lugar, qué

otros componentes están conectados a él, qué función tiene en el circuito?...

La placa de circuito impreso del medidor, que incluye el sensor de ROE y el microcontrolador PIC 16F876, es la misma que se utilizó como placa de control para el acoplador automático publicado en *CQ Radio Amateur*, núm. 220, Abril 2002 (es aconsejable releer dicho artículo). La plantilla para la fabricación de esta placa se puede descargar directamente de la web del autor en formato gráfico .TIF o en formato .PRN (ver notas al final). Para este proyecto no se utilizan todas las conexiones de la placa original, en la

figura 3 pueden verse claramente las conexiones reales. Es importante observar que el conector J2 no se utiliza, en el conector J3 se usa únicamente la línea de ocho terminales interiores (el conector de la placa es de 2x8 terminales) y en el conector J3 sólo se conectan 0 V (masa para el LCD, pulsador, etc.), +5 V (salida de alimentación para el LCD) y PRG hacia el pulsador de programación.

El bobinado del toroide captador FT37-43 consta de 10 vueltas bifilares de hilos esmaltados de 0,20 o 0,30 mm. Utilizaremos preferentemente dos hilos de diferente color, si no es posible, será necesario marcarlos para diferenciarlos uno de otro sin que puedan surgir dudas (pueden hacerse marcas con esmalte de uñas, rotulador, etc.).

Bobinaremos 10 vueltas separadas uniformemente con dos hilos juntos «a» y «b» (previamente pueden trenzarse un poco). Una vez bobinado, cortaremos

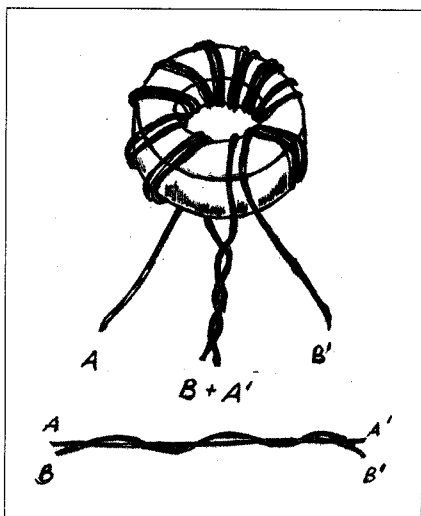


Figura 4. Dibujo del bobinado del toroide FT37-43 del sensor de ROE. Todos los detalles de construcción se comentan en el texto.

los hilos sobrantes a una distancia adecuada para su posterior colocación en la placa (¡efectuar las comprobaciones necesarias antes de cortar!) y rascaremos el esmalte de las puntas para proceder a su estañado.

Tal como se ve en la figura 4, preparemos una toma intermedia juntando el inicio del hilo «B» con el final del hilo «A» (B con A'). El bobinado debe quedar como muestra el dibujo. El toroide debe colocarse plano en la placa tal como indica el círculo de la serigrafía de componentes. El extremo «A» va al taladro izquierdo (cuya pista va al D1 y a un lado de R1), la toma intermedia A+B' va al taladro del medio (que va al trimer, a C3 y a R4), y el extremo «B» va al taladro derecho (que va al D2 y al otro lado de R1).

Ajustes

El ajuste del medidor es muy sencillo y todo lo que necesitamos es el transmisor y una carga artificial de 50 Ω . Para ello seguiremos los siguientes pasos:

1. Conectar el transmisor a la entrada de TRX y una carga de 50 Ω a la salida de antena.
2. Transmitir una portadora (CW/FM) de unos 5 W, preferiblemente en la banda de 20 metros (parte central de la HF).
3. Con un voltímetro entre masa y el terminal central de RV1 (puede pincharse en el puente efectuado en la placa) ajustar RV1 para leer 1,2 V o lo más cerca posible.
4. Ahora daremos la vuelta a las entradas. Conectaremos el transmisor en la salida de antena y la carga en la entrada TRX.
5. Volver a transmitir una portadora con la misma potencia exactamente como antes.
6. Con un voltímetro entre masa y el terminal central de RV2, ajustar RV2 para obtener la misma lectura de tensión que antes.
7. Colocar el transmisor y la carga como en el paso 1. Es decir, transmisor en la toma TRX y carga en la toma de antena.
8. Con el voltímetro entre masa y el terminal central de RV2, ajustar el trimer de 22 pF (con una herramienta adecuada) hasta obtener la mínima lectura posible cercana a 0 V (unas decenas de milivoltios será normal).
9. RV1 y RV2 habrán quedado prácticamente en su misma posición de ajuste, pero contrapuesta (esto es debido al diseño de las pistas en la placa).

Hemos terminado el ajuste. Con el medidor ajustado, ya podremos sustituir la carga artificial por una antena real y efectuar medidas en diferentes bandas observando las lecturas de ROE y porcentaje de potencia directa en la pantalla.

Sistema de alarma

Como hemos dicho antes, el sistema de alarma de nuestro medidor inteligente activa una señal acústica (zumbador) si el valor de la relación de ondas estacionarias supera un nivel previamente establecido.

Podemos programar el umbral de alarma desde 1:1,0 hasta 1:5,0 en intervalos de 0,5. Por ejemplo, podemos programar el medidor para que cuando se supere una ROE de 1:2,5 se active el zumbador, cuando el nivel de ROE baje de este nivel, el zumbador se desactivará automáticamente. En la práctica este sistema es muy útil como alarma ante fallos en el sistema de antena, pero también como «función» auxiliar cuando estamos ajustando el acoplador o la antena. Esta facilidad es ideal para experimentar con antenas, de forma que no tengamos que mirar constantemente la pantalla mientras ajustamos la antena en búsqueda de la mínima ROE posible.

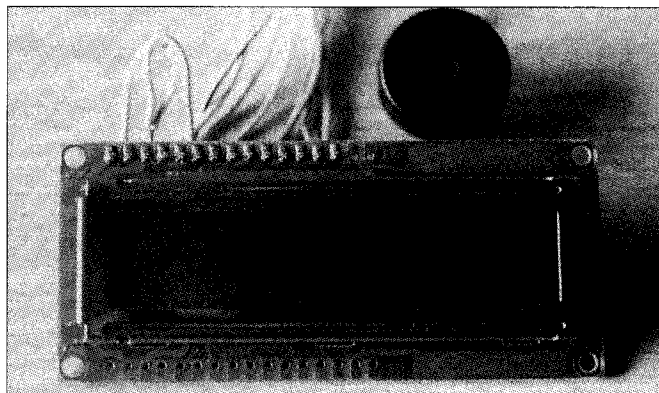


Foto A. Cuando no hay presencia de potencia de transmisión, la pantalla nos muestra el mensaje «NO RF».

Se dispone también de una salida auxiliar denominada AUX (RB1), prevista para gobernar algún dispositivo exterior en el momento en que el nivel de ROE supere el límite permitido. Por ejemplo, puede utilizarse un transistor, como se muestra en la figura 2, que gobierne un relé exterior para activar otro tipo de avisador de alarma o incluso como salida de protección para desconectar la transmisión, la alimentación, etc., en el caso de una ROE excesiva. La programación del umbral de ROE para la activación de la alarma

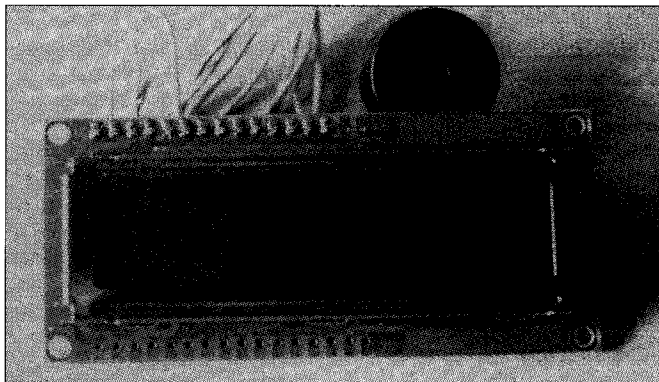


Foto B. Con señal desde el transmisor, en este caso la pantalla visualiza un valor de ROE de 1:1.6 y un 94 % de potencia directa.

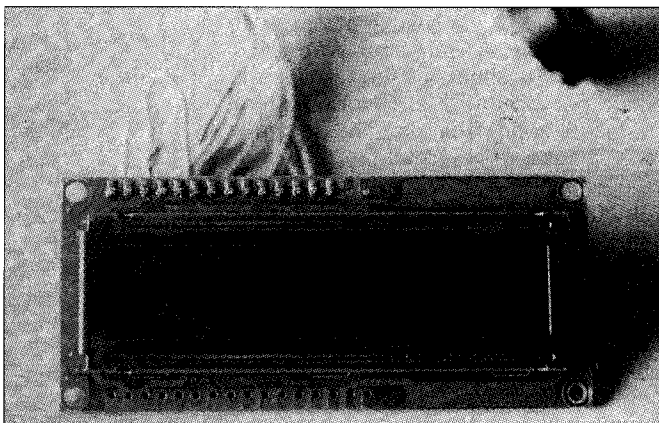


Foto C. Presionando el pulsador «PRG» el microcontrolador entra en modo programación de alarma, en una secuencia en intervalos de 0,5, la pantalla nos mostrará el umbral máximo con el mensaje MAX=X.X, cuando aparezca el nivel deseado, bastará con soltar el pulsador y ese valor quedará grabado en una memoria «no volátil». En cualquier momento se podrá reprogramar el umbral de alarma.

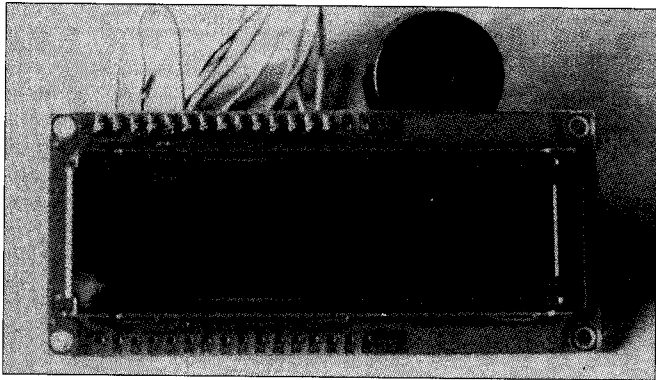


Foto D. El lectura total del medidor está limitada a un nivel de ROE máximo de 1:5.0, si se supera dicho valor la pantalla mostrará siempre el mensaje «ROE MAYOR 1:5.0».

es muy sencilla; tan solo tenemos que mantener apretado el pulsador PRG y en la pantalla aparecerán secuencialmente los valores de ROE desde 1:1.0 hasta 1:5.0 en intervalos de 0.5 (la pantalla muestra «MAX=X:X.X»), bastará con soltar el pulsador en el momento en que aparezca el límite deseado, y ese valor quedará grabado en la memoria interna del microcontrolador. El límite establecido quedará programado y permanecerá aunque se desconecte la alimentación. En cualquier momento podremos escoger otro nivel de alarma repitiendo el anterior proceso de programación.

Funcionamiento y posibilidades

Este medidor se conecta en la estación como cualquier otro medidor de ROE, solo tenemos que añadir la conexión de alimentación y estará listo para funcionar. Después de conectar el circuito, y si no hay presente señal de transmisión, la pantalla nos mostrará «NO RF», indicando que no detecta potencia de transmisión. Si a continuación procedemos a transmitir, la parte izquierda de la pantalla mostrará la relación de ondas estacionarias y al mismo tiempo en la parte derecha veremos el tanto por ciento de potencia directa en relación a la potencia total transmitida. El medidor calculará la ROE mientras su nivel no supere 1:5.0; en ese caso, en la pantalla siempre se mostrará el mensaje «ROE MAYOR 1:5.0». Por otro lado, y tal como hemos comentado antes, tenemos también la posibilidad de activar una señal acústica de alarma (zumbador) cuando la ROE supere el nivel programado.

He construido un par de prototipos de este proyecto

Lista de componentes (placa completa)

R1, R2, R3	150 Ω
R4	3K3
R5, R6, R7	10K
RV1, RV2	100K
C1, C2, C4, C5, C8, C9	100 nF
C3	100 pF
Trimer	22 pF (Murata miniatura)
C6, C7	15 pF
C10, C11	10 μF/16 V
D1, D2	1N4148
XT	Cuarzo 4 MHz
IC1	PIC 16F876 grabado
IC2	78L05 regulador 5 V
FT37-43	10 vueltas bifilar
Zumbador	Zumbador de 5 V continua
PRG	Pulsador PROGRAMAR
LCD	Pantalla cristal líquido 1x16

funcionando perfectamente, sin embargo, cualquier comentario al respecto será bienvenido. Probablemente, habrá algún aspecto del funcionamiento que pueda mejorarse y seguramente surgirán ideas para añadir más prestaciones interesantes al circuito.

Este montaje es muy abierto, me atrevería a decir que el 80 % del circuito es *software*, es decir, la mayor parte del trabajo lo hace el programa grabado en el microcontrolador, y como tal, puede ser modificado a medida que se le pidan nuevas características. Por ahora tengo disponible la versión ROE-1 con todas las funciones y prestaciones que se han comentado en el artículo, pero espero que con la ayuda de otros constructores podamos pasar a una segunda versión. Espero que disfrutéis con este montaje.

Notas

– El programa *roe1.hex* para grabar el microcontrolador y la plantilla de la placa (en formato .TIF o .PRN) para el montaje del circuito pueden descargarse directamente de la web: www.pictronic.com

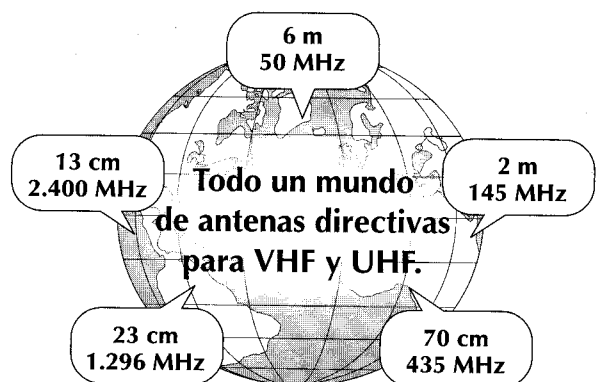
– La placa utilizada para el medidor de ROE inteligente es la misma que la placa denominada «control» del artículo «Construya su propio acoplador de antena automático» publicado en *CQ Radio Amateur*, núm. 220, Abril 2002. Más información sobre este montaje puede obtenerse en la web: www.pictronic.com, asimismo dicho artículo puede descargarse en formato .PDF de la web de la revista en: www.cq-radio.com/articles

– Todas las consultas, comentarios e ideas serán bienvenidas. Toda la comunicación con el autor debe realizarse por correo electrónico a ea3gcy@wanadoo.es

– Los que deseen obtener más información sobre la familia de microcontroladores PIC, pueden acceder directamente a la web de su fabricante: www.microchip.com

INDIQUE 6 EN LA TARJETA DEL LECTOR

TE TONNA F9FT



Más información en Internet: <http://www.radio-alfa.com>

Distribuidas por:

RADIO ALFA

Avda. del Moncayo, 20 - nave 16
28709 San Sebastián de los Reyes

Tfno. 916 636 086
Fax 916 637 503