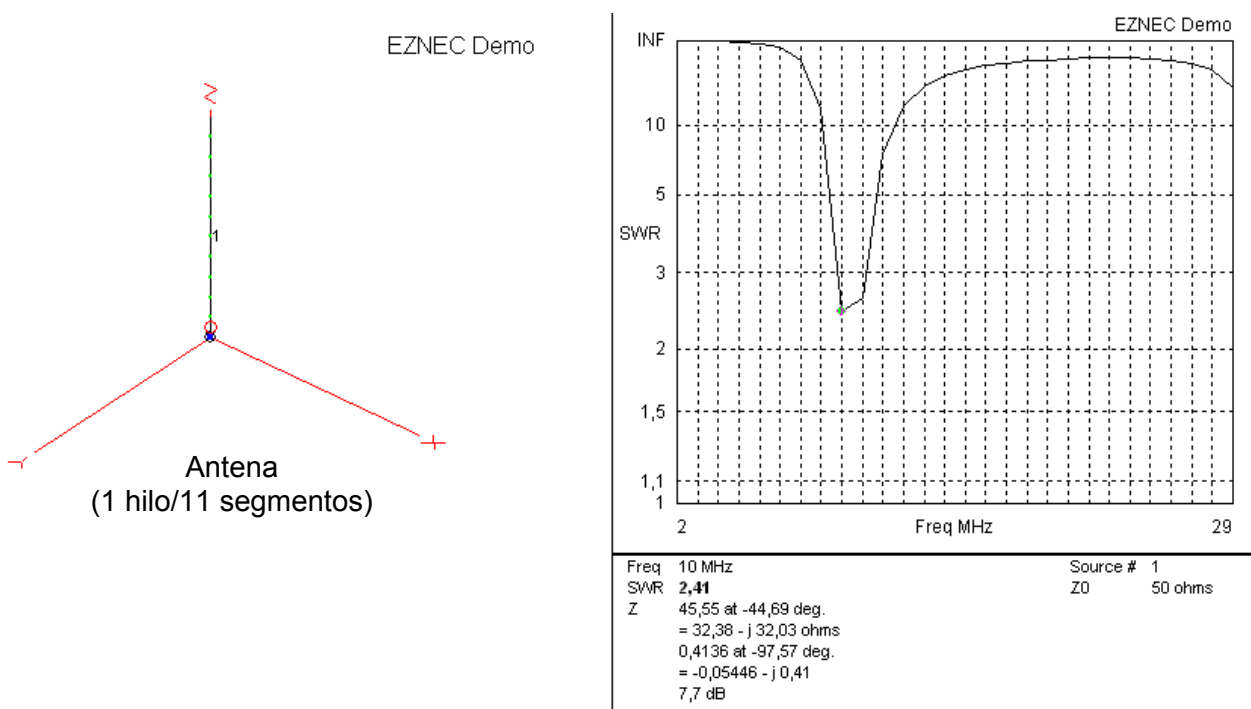


## AJUSTANDO HILOS PARA TRANSMISIÓN MONOBANDA (HF)

Si consideramos cómo son nuestras instalaciones “al límite” para salir en HF, vemos que habitualmente utilizamos hilos de escasa longitud, ya sea en instalación balconera, ventanera, con caña de pescar en el campo, etc. Es común utilizar hilos entre 7 y 12 metros de longitud.

Se nos plantea un problema si deseamos salir en varias bandas de radioaficionado y no queremos utilizar un acoplador de antena (o *tuner*). Incluso utilizando el acoplador el rendimiento puede no ser adecuado en todas las bandas; o también puede ocurrir que el acoplador no pueda realizar la adaptación de impedancias por la gran diferencia entre la de nuestra antena y los 50 ohm del coaxial.

Si realizamos el modelado de un hilo radiante en condiciones de espacio libre, en configuración vertical y con plano de tierra real estándar, utilizando un programa al efecto como puede ser, por ejemplo, el EZNEC (by W7EL), obtenemos las siguientes gráficas para un hilo de 7 m de largo y 1,5 mm<sup>2</sup> de sección:



Para empezar, vemos que existe un reducido intervalo de frecuencias, en torno a los 10 MHz, en el cual la ROE está entre 2 y 3. En el resto de frecuencias comprendidas entre 2 y 29 MHz la ROE se dispara y no es manejable.

Por otra parte, vemos que la impedancia de entrada de la antena tiene una apreciable parte imaginaria (32,03 ohm), es decir, una reactancia nada despreciable y que, además, es capacitiva, debido al signo “-” en la impedancia compleja.

Para tomar conciencia del problema aún más, veámos cómo varía la impedancia del hilo con la frecuencia, siendo  $R_s$  la parte resistiva y  $X_s$  la reactancia. También se incluye la ROE:

f (MHz)	Rs (ohm)	Xs (ohm)	ROE
3	2,1	-1102	>100
7	13,3	-298,1	>100
10	32,3	-32,03	2,41
14	94,9	284,8	19,5
21	1999	1032	50,6
28	79,8	336,8	30,6

Supongamos que queremos salir al campo y trabajar un par de bandas, tales como 40m y 20m. ¿Cómo convertir en útil para más de una banda este tipo de hilos de escasa longitud? La solución sería utilizar el *tuner*, no obstante hemos visto en la tabla anterior que la impedancia varía enormemente con la frecuencia y, por tanto, aunque el *tuner* realice su función, el rendimiento de la antena puede ser pobre.

Particularmente, a mí la banda que más me gusta es la de 40m, por su versatilidad y las opciones que nos brinda, permitiéndonos los QSOs a nivel nacional, pero también el DX. Además, el hilo necesario para salir con la caña de pescar en esta banda es manejable, en torno a los 10m.

Supongamos que deseamos salir en esta banda una mañana campera desde algún lugar de la sierra. Ya no necesitamos el acoplador, pues realizaremos transmisiones monobanda, así que un cacharro menos que echar a la mochila.

Llegados a este punto nos podemos preguntar algunas cosas:

1. ¿Qué longitud de hilo debo usar?
2. ¿Habrá adaptación de impedancias entre mi línea de transmisión y la antena?

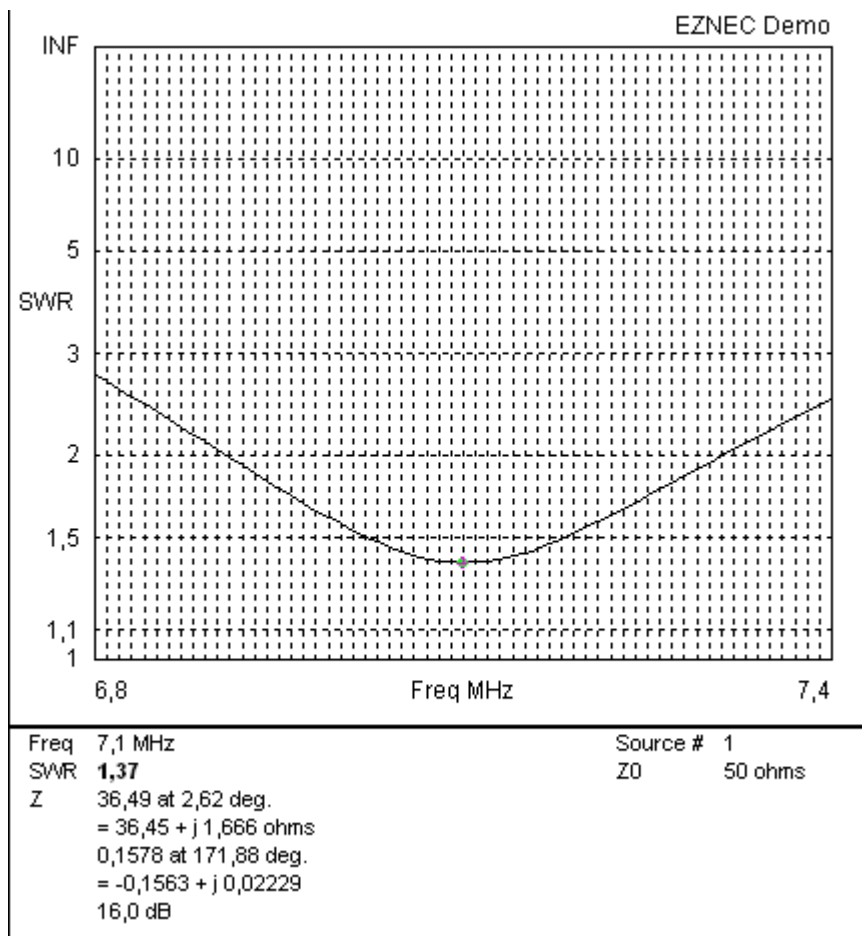
La respuesta a la primera pregunta no es complicada, pues debemos utilizar una longitud próxima a  $\lambda/4$ , siendo  $\lambda$  la longitud de onda de trabajo. En este caso, si cogemos como frecuencia central de la banda los 7.100 KHz, tendremos que  $\lambda/4=10,56$  m.

Si utilizamos un hilo de 0,5mm<sup>2</sup> de sección y hacemos un modelado con EZNEC, la longitud óptima para una mínima ROE sería de 10,33 m aproximadamente.

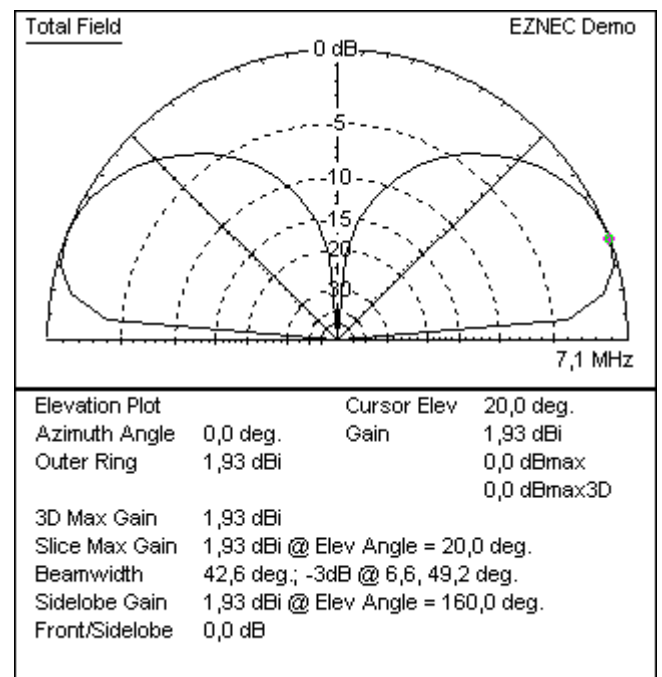
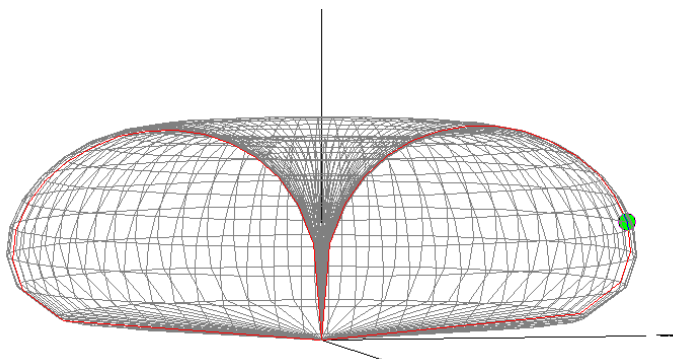
En la siguiente tabla vemos la variación de la impedancia compleja con la frecuencia. Como es lógico, la reactancia sale despreciable en casi todo el segmento 7.000 a 7.200 KHz, al haber utilizado una antena que, en realidad, es un monopolo en  $\lambda/4$ :

f (KHz)	Rs (ohm)	Xs (ohm)	ROE
7.000	35,05	-11,66	1,57
7.050	35,75	-4,99	1,43
7.100	36,45	1,67	1,37
7.150	37,17	8,31	1,42
7.200	37,91	14,94	1,55

En la siguiente gráfica muestro la ROE en función de la frecuencia:



Por último, aquí vemos el diagrama de radiación 3D de la antena, así como un corte vertical en 2D:



Vemos que la ganancia máxima se tiene con un ángulo de elevación de 20°, siendo de 1,93 dBi. La caída a -3dB se produce para los siguientes ángulos de elevación: 6,6° y 49,2°.

Por curiosidad, he utilizado el programa para averiguar la ganancia para un ángulo de elevación de 45°, siendo de -0,28 dBi. Esto quiere decir que en las direcciones determinadas por ese ángulo de elevación tenemos una ganancia inferior a la de la antena isotrópica (0 dBi).

Lo más interesante del análisis de estos datos es que se llega a la conclusión de que la impedancia del coaxial (50 ohm) es distinta a la de nuestra antena ( $36,45 + j1,67$  ohm) a la frecuencia central de la banda (7.100 KHz) y, por tanto, necesitamos un adaptador de impedancias. La parte reactiva de la impedancia de la antena la vamos a desprestigiar, pues son únicamente 1,67 ohm.

Teniendo esto en cuenta, debemos adaptar (aproximadamente) 50 frente a 36 ohm. La relación de transformación sería más o menos 1:1,4. Disponemos de diseños de adaptadores del tipo unun con relación de transformación 1:1,5, por lo que realizaremos la construcción del mismo y después realizaremos un ajuste fino de la ROE cortando el cable, si es necesario. Ya tenemos, tanto la definición del problema, como la solución, por tanto. Esto nos serviría para contestar a la segunda pregunta que nos hacíamos antes.

Para la construcción del unun me basaré en uno de los diseños de Jerry Sevick (W2FMI) y que se incluye en el "Transmission Line Transformers Handbook", de AMIDON. En concreto, el devanado quintufilar para la adaptación de 50 a 32 ohm. En mi caso he utilizado hilo telefónico para los devanados, cinco vueltas y el toroide FT-140-61. El esquema y la foto del unun resultante son los siguientes:

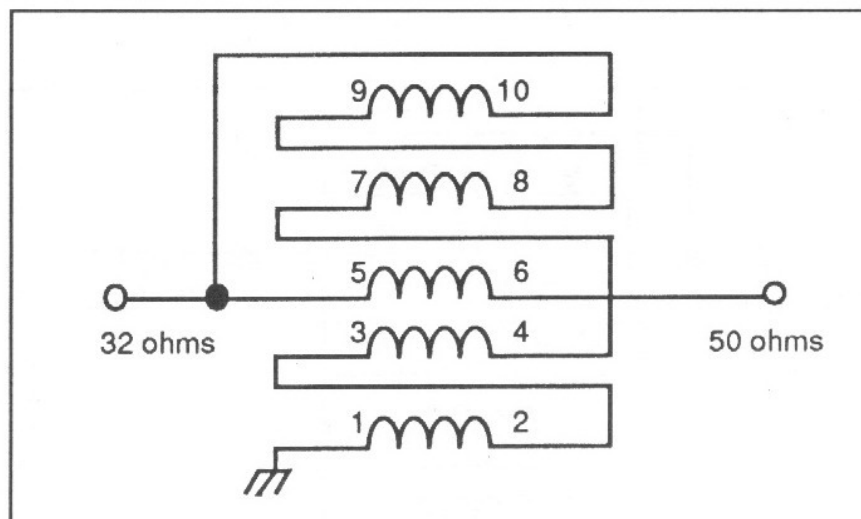
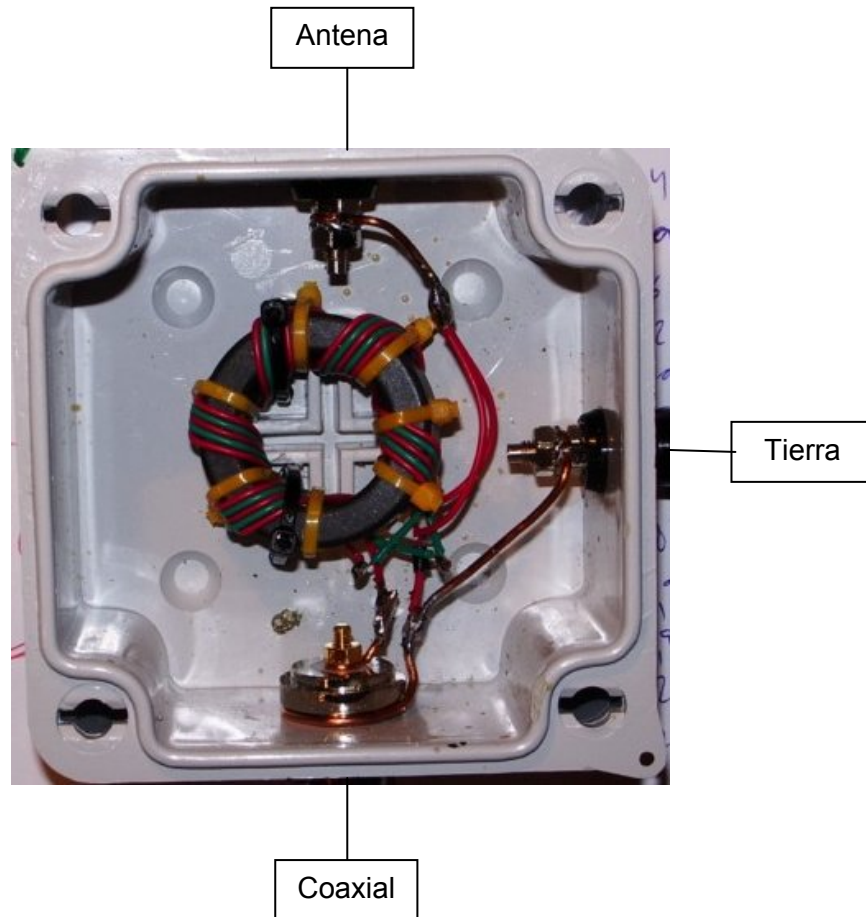


Figure 1. Schematic diagram of the quintafilar UNUN transformer designed to match 50 ohms to 32 ohms



He montado una configuración de antena ventanera con un hilo de 10,19 m aproximadamente, montado en forma de "L" invertida, usando un tubo de PVC. Como "tierra" improvisada utilizo el marco de la ventana. Para la medición de la ROE uso el medidor digital modelo 2015A que muestro en la siguiente foto:



En este video podéis ver la antena instalada, la medición de la ROE en toda la banda de 40m y la recepción de algunos correspondientes:

<http://www.youtube.com/watch?v=qJvCNVSUFhE>

73

**Alberto - EB4HRA**

**23-11-2010**