

Medición de la atenuación de una línea de transmisión en función de la ROE

Por Armando García

EA5ND (ex EA5BWL)

Cuántas veces hemos echado en falta, el hecho de conocer el comportamiento de nuestras bajadas, a las distintas frecuencias a las que trabajamos.

Solamente nos podemos apoyar en los datos del fabricante que son muy genéricos y sólo nos permiten estimar muy a grosso modo, las pérdidas de nuestra bajada a una frecuencia específica.

Por ejemplo, para uno de los cables más comunes, un RG213 BELDEN 8267, el fabricante nos proporciona los siguientes datos de atenuación:

| Freq. (MHz) | Attenuation (dB/100m) |
|--------------------|------------------------------|
| 1 | 0.88587 |
| 10 | 1.80455 |
| 50 | 4.2653 |
| 100 | 6.2339 |
| 200 | 8.8587 |
| 400 | 13.4521 |
| 700 | 21.3265 |
| 900 | 24.9356 |
| 1000 | 26.248 |
| 4000 | 70.5415 |

El problema, es encontrar la atenuación para nuestras frecuencias específicas y nuestras propias longitudes así como los aditamentos que hayamos podido intercalar en la bajada. (conectores, relés, duplexores, tramos de cable de distintos calibres y/o distintas impedancias características, etc) que pueden sumar pérdidas indeterminadas.

Como ejemplo ilustrativo, en la figura 1 se expone la composición de una de mis bajadas para HF:

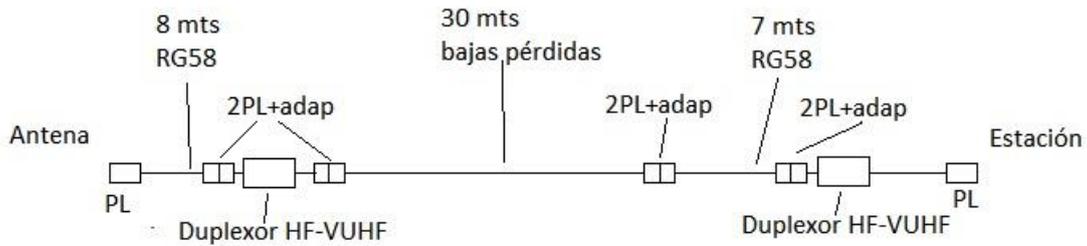


Fig 1.

El dato interesante para nosotros es la pérdida total sufrida por esta bajada que nos va a impedir que toda la potencia suministrada llegue a la antena.

Si dispusiéramos de aparatos de medida de laboratorio, como pueden ser un generador de señales y un medidor de nivel, podríamos determinar esa pérdida entre extremos de la bajada. Pero este no es el caso para la inmensa mayoría de las situaciones.

Es más fácil que dispongamos de un analizador de antenas (propio o prestado) como puede ser un RigExpert o MFJ o en último caso, de un buen medidor de estacionarias, a ser posible digital para conseguir al menos leer dos dígitos decimales del valor de la ROE a fin de conseguir una exactitud apreciable en la determinación de la pérdida de la bajada.

Para realizar las medidas, es necesario que el extremo de la bajada en su conexión a la antena esté abierto, o sea, sin conectar a la antena.

El extremo presente en la estación lo tendremos conectado al equipo a través del medidor de ROE o al analizador de antenas, según el caso.

En estas condiciones, realizaremos una medida de ROE a la frecuencia de nuestro interés.

Si la bajada no tuviera pérdidas, toda la potencia suministrada (potencia directa), la tendríamos presente en el equipo otra vez, como potencia reflejada ya que no tenemos ninguna carga conectada en el extremo distante y la potencia en ese punto sería reflejada en su totalidad. La ROE medida sería INFINITA ya que las potencias directa y reflejada tendrían el mismo valor. Pero este no es el caso, porque en el mundo real, la bajada SI tiene pérdidas y entonces ocurrirá lo siguiente:

La potencia emitida por la estación o el analizador de antenas, llegará al extremo distante con un menor valor, debido a la atenuación sufrida en su camino. En dicho extremo, al estar abierto, será reflejada en su totalidad y regresará a la entrada, sufriendo otra vez, la misma atenuación que en su viaje desde la entrada al extremo. Luego, la ROE medida, será la comparada por la potencia directa y la reflejada que a su vez es la potencia directa doblemente atenuada por la bajada.

Veamos un ejemplo gráfico.

Tenemos una bajada que pierde 3 dB, o sea, la mitad de la potencia suministrada.

En la entrada inyectamos 1 watio. Al extremo distante, llegará $\frac{1}{2}$ watio.

Este $\frac{1}{2}$ watio, será reflejado en su totalidad ya que el extremo está abierto. Esa potencia reflejada viajará hacia la entrada perdiéndose otra vez la mitad de ese $\frac{1}{2}$ watio, o sea, $\frac{1}{4}$ de watio, luego en la entrada tendremos el $\frac{1}{4}$ de watio restante, de potencia reflejada.

El medidor de ROE comparará el watio de entrada con el $\frac{1}{4}$ de watio de reflejada y nos dará una lectura de ROE = 3.

Contemplando el problema inverso, podemos determinar la atenuación de la bajada a partir de la lectura de la ROE, en las mismas condiciones descritas, es decir, con el extremo distante desconectado de la antena.

El procedimiento es sencillo y para el que huya de seguir un proceso de cálculo, puede ir a la fórmula final.

Conocido el valor de la ROE, determinamos el coeficiente de reflexión Γ .

En función de la ROE,

$$\Gamma = \frac{ROE - 1}{ROE + 1}$$

También sabemos que en función de las potencias, el coeficiente de reflexión vale,

$$\Gamma = \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}$$

Dado que el dato que conocemos es el de la ROE, hallaremos Γ mediante la primera fórmula

Una vez determinado Γ en función de la ROE igualamos su cuadrado en función de las potencias.

$$\Gamma^2 = \frac{P_r}{P_d}$$

Los logaritmos de la igualdad,

$$2 \times \log \Gamma = \log \frac{P_r}{P_d}$$

Multiplicando por 10,

$$20 \log \Gamma = 10 \log \frac{P_r}{P_d}$$

Dado que conocemos Γ , también sabemos el valor del primer término de la igualdad y el segundo término

$$10 \log \frac{P_r}{P_d}$$

dado que relaciona las potencias reflejada y directa, es la atenuación total en dB (doble atenuación) de la bajada, determinada a partir de ese logaritmo de Γ que conocemos. La atenuación de nuestra bajada será la mitad de ese valor.

Veamos un ejemplo:

Queremos conocer la atenuación de nuestra bajada para la frecuencia de 14'15 MHz

Medimos la ROE con dicha bajada, abierta en su extremo y obtenemos un valor de 3'8.

El coeficiente Γ , valdrá en función de la ROE

$$\Gamma = \frac{ROE - 1}{ROE + 1} = \frac{2'8}{4'8} = 0'583$$

De la ecuación

$$20 \log \Gamma = 10 \log \frac{P_r}{P_d}$$

Calculamos el segundo término ya que conocemos el valor de Γ

$$20 \log 0'583 = -4'68 \text{ dB}$$

Luego nuestra bajada perderá la mitad de ese valor, o sea, 2'34 dB.

Podemos encontrarnos el caso de que nuestra bajada tenga muy poca pérdida, bien por las características del cable empleado o porque su longitud sea pequeña, y la potencia reflejada presente en nuestro medidor sea casi igual a la potencia directa. En estas condiciones, la ROE será muy alta y puede que se escape a las posibilidades de medición de nuestro aparato por lo que en esta ocasión puede que sea necesario intercalar un atenuador de 2 ó 3 dB a fin de que la potencia reflejada llegue al medidor

suficientemente atenuada para medir una ROE más baja y dentro del margen de medición.

Un atenuador coaxial de 3 dB se puede encontrar en las tiendas por un precio asequible o en otro caso, se puede hacer uno casero.

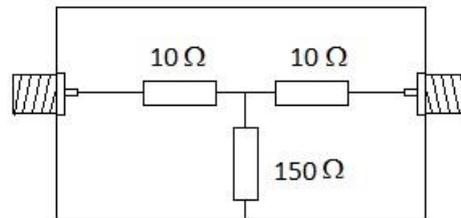


Fig 2

Un atenuador en T de 3 dB y de $50\ \Omega$ de impedancia característica, podría ser como el de la figura 2. Los valores de resistencia a emplear son comunes en el mercado y deberá tenerse en cuenta la inductancia parásita que se deberá minimizar mediante el procedimiento adecuado en función del tipo de resistencia empleado.

Mediante este artículo, se puede ver que un poco de imaginación y algunos números sencillos, pueden sustituir costosos aparatos de medida. Tampoco es necesario, conocer la longitud de la bajada ni la potencia emitida.

EA5ND (ex EA5BWL)