

CABLES COAXIALES

Introducción

En el mes de marzo de 2000 la revista Radioaficionados publicó un artículo describiendo los cables coaxiales y sus principales características. El artículo no pretendía ser completo ni exhaustivo, por lo que algunos detalles quedaron sin tratar en su totalidad.



Figura 1: conectores tipo "N".

Denominación de los cables

En aquel artículo, hacía referencia a que no había encontrado la razón de la denominación de los cables "RG". El amigo y colega Miguel Angel Lopez (EB3DGX), ha tenido la amabilidad de enviarme un e-mail aclarando la cuestión. Su correo dice así: *"Amigo Luis: me gustaría aportar algunos datos que tal vez te sirvan. Los cables coaxiales denominados RG, son cables que en su origen fueron desarrollados por los científicos de EE.UU. y que los registraron con estas siglas. RG, que quiere decir Registro Gubernamental. El número que viene a continuación, por ejemplo, 11, 58, 59, 213, etc., es el número de orden de aparición según iban avanzando tecnológicamente hablando. Las siglas MIL, quieren decir que cumplen con las normas Militares americanas. Y por último c-17 es el tipo de norma. Entonces un cable marcado RG-213 B/U MIL C-17D, es un cable que está registrado por el Gobierno de los Estados Unidos, y que además cumple con sus normas militares. Recibe un cordial saludo. EB3DGX Miguel Angel Lopez"*.

Así pues, con la colaboración de Miguel Angel queda aclarado el tema.

Características

Otra cuestión que tampoco quedó completa fue la tabla de características de los distintos tipos de cables coaxiales. A este respecto también he recibido un correo de un amigo, que no he logrado saber quién es, ya que su correo no llegó en buenas condiciones. Este amigo me indica que la

tabla no está completa ya que falta el tipo RG-209 que es el que está utilizando.

Efectivamente, después de consultar otras documentaciones he encontrado que algunos tipos no habían sido incluidos en la tabla. Por tanto, doy de nuevo la tabla de cables coaxiales donde se han incluido los nuevos tipos encontrados, aunque de estos últimos no dispongo de los datos de atenuación a las distintas frecuencias.

Indicar también, que no siempre coinciden las características eléctricas de un mismo cable en distintas publicaciones. El amigo Gerardo (EC4CRH), me pregunta de dónde obtengo la información y me indica que encuentra diferencias entre los datos de la tabla y los que tiene remitidos por un fabricante de cables. Yo también he encontrado esas diferencias, pero siempre se trata de pequeños detalles. Esta información ha sido extraída de diversas publicaciones, revistas, libros, Radio Handbook, etc.

| TIPO DE CABLE | DIÁMETRO EN MM. | IMPEDANCIA | FACTOR VEL. 10 MHz | DECIBELIOS DE ATENUACIÓN POR 100 METROS. | | | | | | |
|---------------|-----------------|------------|-----------------------|--|---------|---------|---------|-------|--------|-------|
| | | | | 50 MHz | 100 MHz | 200 MHz | 400 MHz | 1 GHz | 3 GHz | |
| RG5 | 8,3 | 50 | 0,66 | 2,72 | 6,23 | 8,86 | 13,50 | 19,4 | 32,15 | 75,5 |
| RG6 | 8,5 | 75 | 0,66 | 2,72 | 6,23 | 8,86 | 13,50 | 19,4 | 32,15 | 75,5 |
| RG8 | 10,3 | 52 | 0,66 | 1,80 | 4,27 | 6,23 | 8,86 | 13,5 | 26,30 | 52,5 |
| RG9 | 10,7 | 51 | 0,66 | 2,17 | 4,92 | 7,55 | 10,80 | 16,4 | 28,90 | 59,1 |
| RG10 | 12,0 | 52 | 0,66 | 1,80 | 4,27 | 6,23 | 8,86 | 13,5 | 26,30 | 52,5 |
| RG11 | 10,3 | 75 | 0,66 | 2,17 | 5,25 | 7,55 | 10,80 | 15,8 | 25,60 | 54,1 |
| RG12 | 12,0 | 75 | 0,66 | 2,17 | 5,25 | 7,55 | 10,80 | 15,8 | 25,60 | 54,1 |
| RG13 | 10,7 | 74 | 0,66 | 2,17 | 5,25 | 7,75 | 10,80 | 15,8 | 25,60 | 54,1 |
| RG14 | 13,9 | 52 | 0,66 | 1,35 | 3,28 | 4,59 | 6,56 | 10,2 | 18,00 | 40,7 |
| RG17 | 22,1 | 52 | 0,66 | 0,79 | 2,03 | 3,12 | 4,92 | 7,87 | 14,40 | 31,2 |
| RG18 | 24,0 | 52 | 0,66 | 0,79 | 2,03 | 3,12 | 4,92 | 7,87 | 14,40 | 31,2 |
| RG19 | 28,5 | 52 | 0,66 | 0,56 | 1,48 | 2,30 | 3,70 | 6,07 | 11,80 | 25,3 |
| RG20 | 30,4 | 52 | 0,66 | 0,56 | 1,48 | 2,30 | 3,70 | 6,07 | 11,80 | 25,3 |
| RG21 | 8,5 | 53 | 0,66 | 14,40 | 30,50 | 42,70 | 59,10 | 85,30 | 141,00 | 279,0 |
| RG22 | 10,3 | 53 | 0,66 | | | | | | | |
| RG34 | 15,9 | 75 | 0,66 | 1,05 | 2,79 | 4,59 | 6,89 | 10,80 | 19,00 | 52,5 |
| RG35 | 24,0 | 75 | 0,66 | 0,79 | 1,90 | 2,79 | 4,17 | 6,40 | 11,50 | 28,2 |
| RG55 | 5,3 | 53 | 0,66 | 3,94 | 10,50 | 15,80 | 23,00 | 32,80 | 54,10 | 100,0 |
| RG57 | 15,9 | 95 | 0,66 | | | | | | | |
| RG58 | 5,0 | 50 | 0,66 | 4,59 | 10,80 | 16,10 | 24,30 | 39,40 | 78,70 | 177,0 |
| RG59 | 6,2 | 75 | 0,66 | 3,61 | 7,87 | 11,20 | 16,10 | 23,00 | 39,40 | 86,9 |
| RG62 | 6,1 | 93 | 0,84 | | | | | | | |
| RG63 | 10,3 | 125 | 0,84 | | | | | | | |
| RG71 | 6,3 | 93 | 0,84 | | | | | | | |
| RG74 | 15,7 | 52 | 0,66 | 1,35 | 3,28 | 4,59 | 6,56 | 10,70 | 18,00 | 40,7 |
| RG79 | 10,3 | 125 | 0,84 | | | | | | | |
| RG87 | 10,8 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG108 | 6,0 | 78 | 0,68 | | | | | | | |
| RG111 | 10,7 | 95 | 0,66 | | | | | | | |
| RG114 | 10,3 | 185 | 0,88 | | | | | | | |
| RG115 | 10,5 | 50 | 0,70 | | | | | | | |
| RG116 | 10,8 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG122 | 4,1 | 50 | 0,66 | 5,58 | 14,80 | 23,00 | 36,10 | 54,10 | 95,10 | 187,0 |
| RG140 | 5,9 | 75 | 0,69 | | | | | | | |
| RG141 | 4,8 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG142 | 4,9 | 50 | 0,69 | 3,61 | 8,86 | 12,80 | 18,50 | 26,30 | 44,30 | 88,6 |
| RG143 | 8,3 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG149 | 10,3 | 75 | 0,66 | | | | | | | |
| RG164 | 22,1 | 75 | 0,66 | | | | | | | |
| RG174 | 2,6 | 50 | 0,66 | 12,80 | 21,70 | 29,20 | 39,40 | 57,40 | 98,40 | 210,0 |
| RG177 | 22,7 | 50 | 0,66 | 0,79 | 2,03 | 3,12 | 4,92 | 7,87 | 14,40 | 31,2 |
| RG178 | 1,9 | 50 | 0,69 | 18,40 | 34,50 | 45,90 | 63,30 | 91,90 | 151,00 | 279,0 |
| RG179 | 2,5 | 75 | 0,69 | 17,40 | 27,90 | 32,80 | 41,00 | 52,50 | 78,70 | 144,0 |
| RG180 | 3,7 | 95 | 0,69 | 10,80 | 15,10 | 18,70 | 24,90 | 35,40 | 55,80 | 115,0 |
| RG187 | 2,8 | 75 | 0,69 | 17,40 | 27,90 | 32,80 | 41,10 | 52,50 | 78,70 | 144,0 |
| RG188 | 2,8 | 50 | 0,69 | 19,70 | 31,50 | 37,40 | 46,60 | 54,80 | 102,00 | 197,0 |
| RG195 | 3,9 | 95 | 0,69 | 10,80 | 15,10 | 18,70 | 24,90 | 35,40 | 55,80 | 115,0 |
| RG196 | 2,0 | 50 | 0,69 | 18,40 | 34,50 | 45,20 | 62,30 | 91,90 | 151,00 | 279,0 |
| RG209 | 18,9 | 50 | 0,84 | | | | | | | |
| RG210 | 6,1 | 93 | 0,84 | | | | | | | |
| RG212 | 8,5 | 50 | 0,66 | 2,72 | 6,23 | 8,86 | 13,50 | 19,40 | 32,15 | 75,5 |
| RG213 | 10,3 | 50 | 0,66 | 1,80 | 4,27 | 6,23 | 8,86 | 13,50 | 26,30 | 52,5 |
| RG214 | 10,8 | 50 | 0,66 | 2,17 | 4,92 | 7,55 | 10,80 | 16,40 | 28,90 | 59,1 |
| RG215 | 10,3 | 50 | 0,66 | 1,80 | 4,27 | 6,23 | 8,86 | 13,50 | 26,30 | 52,5 |
| RG216 | 10,8 | 75 | 0,66 | 2,17 | 5,25 | 7,55 | 10,80 | 15,80 | 25,60 | 54,1 |
| RG217 | 13,8 | 50 | 0,66 | 1,35 | 3,28 | 4,59 | 6,56 | 10,17 | 18,00 | 40,7 |
| RG218 | 22,1 | 50 | 0,66 | 0,79 | 2,03 | 3,12 | 4,92 | 7,87 | 14,40 | 31,2 |
| RG219 | 24,0 | 50 | 0,66 | 0,79 | 2,03 | 3,12 | 4,92 | 7,87 | 14,40 | 31,2 |
| RG220 | 28,5 | 50 | 0,66 | 0,56 | 1,48 | 2,30 | 3,70 | 6,07 | 11,80 | 25,3 |
| RG221 | 30,4 | 50 | 0,66 | 0,56 | 1,48 | 2,30 | 3,70 | 6,07 | 11,80 | 25,3 |
| RG222 | 8,5 | 50 | 0,66 | 14,40 | 30,50 | 42,70 | 59,10 | 85,30 | 141,00 | 279,0 |
| RG223 | 5,4 | 50 | 0,66 | 3,94 | 10,50 | 15,80 | 23,00 | 32,80 | 54,10 | 100,0 |
| RG225 | 10,9 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG227 | 10,9 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG280 | 12,2 | 50 | 0,80 | | | | | | | |
| RG281 | 19,1 | 50 | 0,80 | | | | | | | |
| RG302 | 5,3 | 75 | 0,69 | 1,50 | 4,00 | 10,80 | 15,40 | 22,60 | 41,90 | 85,3 |
| RG303 | 4,3 | 50 | 0,69 | 3,61 | 8,86 | 12,80 | 18,50 | 26,30 | 44,30 | 88,6 |
| RG304 | 7,1 | 50 | 0,69 | | | | | | | |
| RG307 | 6,8 | 75 | 0,80 | | | | | | | |
| RG316 | 2,6 | 50 | 0,69 | 19,70 | 31,50 | 37,40 | 46,60 | 54,80 | 102,00 | 197,0 |
| Co-22 | 10 | 50 | 0,80 | 1,2 | | | 6,0 | 8,0 | 16,0 | 42,0 |

Estacionarias

El amigo Miguel Angel me indica que la fórmula que aparece en la revista para el cálculo de la ROE conociendo las tensiones directa y reflejada, no es correcta, como así es, debido a una errata de imprenta. La fórmula correcta es la siguiente:

$$ROE = (V_o+V_r) / (V_o-V_r)$$

Es decir, tensión de salida más tensión reflejada, partido por tensión de salida menos tensión reflejada.

También se puede calcular la ROE conociendo las impedancias del cable y de la antena. Si tenemos un cable con una impedancia características de 50Ω y lo conectamos a una antena dipolo (ideal) que tiene una impedancia de 75Ω , bastará dividir la impedancia de la antena, 75, por la impedancia del cable coaxial, 50, lo que nos da una ROE de 1,5.

Conectores

Algunas consultas se han referido al tipo de conector más idóneo para utilizar en cada banda. Normalmente se utiliza el popular PL-259 que era mostrado en las fotografías del artículo anterior. Este tipo de conector se utiliza en las bandas de HF y VHF, aunque he visto algún equipo de UHF que también lo utiliza. No obstante, en las bandas de 70cm, 23cm y superiores se utilizan conectores del tipo "N" como se muestra en la figura número uno.

Otras consultas se referían al modo correcto de empalmar dos trozos de cable coaxial. El método normal se basa en el empleo de dos conectores, macho y hembra adecuados al tipo de cable que se utiliza y a la banda de trabajo. En el caso de utilizar conectores PL-259 es necesario usar un adaptador hebra-hembra para unir los dos conectores PL-259.

Otro método utilizado por el autor es empalmar directamente los cables sin la utilización de conectores. Como la impedancia característica de un cable coaxial depende de la relación de los diámetros del conductor central y de la malla, la precaución que hay que tener es mantener lo más estrictamente esta relación.

El procedimiento para empalmar dos cables coaxiales es el siguiente. Tomemos como ejemplo dos trozos de cable RG-213. Con una cuchilla cortaremos la funda exterior a dos centímetros del extremo, tal como se ve en la figura número dos. A continuación, retiramos hacia atrás la malla y cortamos el aislante del conductor central a un centímetro del extremo, como se puede ver en la figura número tres. Hay que reservar uno de los trozos del aislante del conductor central para su utilización posterior.



Figura 2: cubierta retirada.

El conductor central del RG-213 está formado por siete hilos de cobre. Cortaremos cuatro de ellos en cada trozo de cable coaxial. Una vez cortados los cuatro trozos de hilo, estañaremos el conductor central de cada cable coaxial y procederemos a su soldadura, enfrentándolos de forma que el diámetro total de los cables soldados sea igual al diámetro del conductor central. Esto se puede apreciar en la figura número cuatro. Si fuese necesario, limaremos cualquier gota de estaño sobrante.



Figura 3: aislante central retirado.

Si el conductor central fuese macizo, como ocurre con el cable CO-22, será necesario limar la parte del conductor central que luego se va a soldar, para darle forma de media caña, de tal manera que, al soldar los dos conductores centrales, el diámetro total sea igual al diámetro original del conductor central.

Una vez soldados los conductores centrales, tomaremos uno de los trozos de aislante y lo partiremos por la mitad. Colocaremos las dos mitades alrededor de la soldadura y las sujetaremos con una gota de loctite, tal como se puede ver en la figura número cinco. De esta manera conservamos el diámetro del conductor central con su aislante.



Figura 4: conductores centrales soldados.

A continuación, volvemos a colocar la malla de los cables de tal manera que se monte una sobre otra. Arrollaremos un trozo de hilo de cobre fino

para sujetar las dos mallas superpuestas y procederemos a su soldadura. Encintaremos la zona de unión con cinta aislante de buena calidad.



Figura 5: aislante central colocado.

Si la unión va a estar a la intemperie, será imperativo el uso de cinta aislante de caucho autovulcanizable, que formará una perfecta funda aislante alrededor de la unión. Esto se puede ver en la figura número seis.



Figura 6: soldado de mallas y encintado.

Este procedimiento de empalme se puede utilizar sin ninguna reserva en las bandas de HF y VHF. No he realizado ninguna medida de atenuación o ROE en las bandas de UHF.

Resumen

En las anteriores líneas se han ampliado algunos datos sobre cables coaxiales y conectores que no habían sido incluidos en el anterior artículo.

Autor: Luis Sanchez Perez (EA4NH)
Fuente: revista URE - junio de 2000