

IMPORTANTE! El siguiente Informe ha sido elaborado en base a un cuestionario con preguntas básicas, que le hemos enviado oportunamente a nuestros anunciantes. Si a usted, como lector, le interesa aportar alguna información adicional que enriquezca el tema, no dude en enviarnos sus comentarios a nuestra editorial a: editorial@rnds.com.ar. Publicaremos los mismos en sucesivas ediciones.

Cables coaxiales



Utilizados masivamente desde la década del '80, el cable coaxial encuentra hoy competencia en la fibra óptica. Sin embargo, sus características conductivas y funcionalidad siguen siendo factores determinantes a la hora de elegir un método de transmisión. En este informe, ofrecemos una breve reseña acerca de los cables más utilizados por la industria.

Las líneas para la transmisión a distancia de la voz humana, señales de vídeo, datos, etcétera, están constituidas por circuitos que transmiten ondas de tensión y de corriente con muy baja potencia y frecuencia muy elevada.

Hasta hace unos años, el diseño de redes de datos pequeñas y medianas solía ser un tema sencillo que no presentaba problemas. Consistía en asegurarse de tener un buen cableado, colocar suficientes bocas e instalar uno o varios hubs.

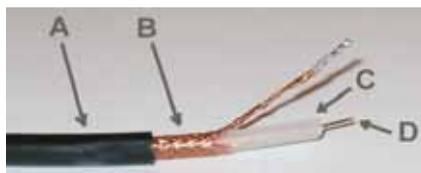
Con el advenimiento de aplicaciones cada vez más complejas, el aumento de los requerimientos de ancho de banda, que son muy superiores a los de hace algunos años, y la explosión del acceso a Internet, el diseño se ha convertido en algo complejo, a pesar de las mejoras en el rendimiento de los equipos y las capacidades del medio.

La tendencia actual apunta hacia múltiples medios de transmisión, múltiples protocolos e interconexiones entre diferentes redes internas y externas.

Cableados básicos

Existen tres tipos básicos de cableado de datos: cable coaxial, fibra óptica o par trenzado.

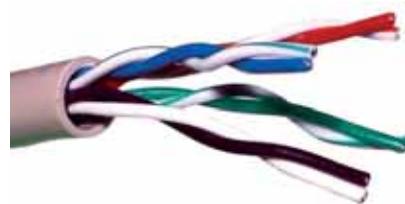
• **Cable coaxil (o coaxial):** Es el tipo de cable de cobre o aluminio que usan las empresas de televisión por cable (CATV) entre su antena comunitaria y las casas de los usuarios. A veces lo emplean las compañías telefónicas y es ampliamente usado en las redes de área local (LAN) de las empresas. Puede transportar señales análogas y de voz. Fue inventado en 1929 y usado comercialmente por primera vez en 1941. AT&T tendió su primer sistema de transmisión coaxil intercontinental



A: Cubierta protectora de plástico
B: Malla de cobre
C: Aislante
D: Núcleo de cobre

en 1940. Según el tipo de tecnología que se use, se lo puede reemplazar por fibra óptica.

• **Par trenzado:** Es el tipo de cable que se usa en telefonía y consta de dos conductores de cobre o aluminio que se disponen uno al lado del otro. Los dos conductores, uno de ida y el otro de retorno, necesarios para la transmisión, constituyen el llamado "par".



• **Fibra óptica:** Tecnología para transmitir información como pulsos luminosos a través de un conducto de fibra de vidrio. La fibra óptica transporta mucha más información que el cable de cobre convencional. La mayoría de

Continúa en página 120

Viene de página 116

las líneas de larga distancia de las compañías telefónicas utilizan fibra óptica.



1- Fibra óptica con segunda protección
2- Cabos de fibra con elementos resistentes a tracción
3- Cubierta de PVC especial (no propagador de llama y baja emisión de humo)

Coaxiales

Los cables coaxiales se pueden emplear en todas aquellas aplicaciones en las que deben transmitirse señales eléctricas a alta velocidad y sin la interferencia de otras señales espurias. Existen innumerables casos de este tipo, como ser las bajadas de antenas satelitales o de radiofrecuencia, las conexiones entre computadoras, las redes de televisión por cable, etcétera.

Se define como coaxial al cable en el cual los dos conductores tienen el mismo eje, siendo el conductor externo un cilindro separado del conductor interno por medio de un material dieléctrico. El conductor externo, además de conductor de retorno, cumple la función de blindaje, con la consiguiente estabilización de los parámetros eléctricos.

El empleo de cables coaxiales permite confinar la señal y limitar las pérdidas que se verifican por radiación cuando las frecuencias de las señales transmitidas sobrepasan los cientos de kHz.

Parámetros característicos

• **Impedancia característica (Ohm):** Es la relación tensión aplicada/corriente absorbida por un cable coaxial de longitud infinita. Puede demostrarse que, para un cable coaxial de longitud real conectado a una impedancia exactamente igual a la característica, el valor de la impedancia de la línea permanece igual a la impedancia característica.

Cabe recordar que en un sistema que trabaja a máxima eficiencia, la impedancia del transmisor, la del receptor y la del cable deben ser iguales, de no ser así se producirán reflexiones que degradarán el funcionamiento del sistema.

La impedancia característica no depende de la longitud del cable ni de la frecuencia. Los valores nominales para los cables coaxiales son 50, 75 y 93 Ohm.

• **Impedancia transferencia (Ohm/m):** Define la eficiencia del blindaje del

conductor externo. Expresada habitualmente en miliohm por metro. Cuanto más pequeño es el valor, mejor es el cable a los efectos de la propagación al exterior de la señal transmitida y de la penetración en el cable de las señales externas.

• **Capacidad (F/m):** Es el valor de la capacidad eléctrica, medida entre el conductor central y el conductor externo, dividida por la longitud del cable. Se trata de valores muy pequeños expresados en picofarad por metro. Varía con el tipo de material aislante y con la geometría del cable.

• **Velocidad de propagación (%):** Es la relación, expresada porcentualmente, entre la velocidad de propagación de la señal en el cable y la velocidad de propagación de la luz en el vacío. Varía con el tipo de material aislante, en función de su constante dieléctrica.

• **Atenuación (dB/m):** Es la pérdida de potencia, a una determinada frecuencia, expresada generalmente en decibel cada 100 metros. Varía con el tipo de material empleado y con la geometría del cable, incrementándose al crecer la frecuencia.

• **Potencia transmisible (W):** Es la potencia que se puede transmitir a una determinada frecuencia sin que la temperatura del cable afecte el funcionamiento del mismo. Disminuye al aumentar la frecuencia y se mide en Watt.

• **Tensión de trabajo (kV):** Es la máxima tensión entre el conductor externo e interno a la cual puede trabajar constantemente el cable sin que se generen las nocivas consecuencias del "efecto corona" (descargas eléctricas parciales que provocan interferencias eléctricas y, a largo plazo, la degradación irreversible del aislante).

• **Structural return loss (S.R.L.):** Son las pérdidas por retorno ocasionadas por falta de uniformidad en la construcción (variación de los parámetros dimensionales) y en los materiales empleados, que producen una variación localizada de impedancia, provocando un "rebote" de la señal con la consiguiente inversión parcial de la misma.

Características constructivas

A continuación ofrecemos un resumen de los principales materiales empleados para la construcción de cables coaxiales.

1- Conductor central

• **Cobre electrolítico:** con pureza superior al 99% y resistividad nominal a 20°C de 17,241 Ohm mm² / km.

• **Cobre estañado:** limitado a los cables empleados en aparatos que requieren buenas condiciones de soldabilidad (su uso incrementa la atenuación con respecto al cobre solo).

• **Cobre plateado:** Para mejorar la atenuación a altísima frecuencia y por su estabilidad química en presencia de dieléctricos fluorados.

• **Acero cobreado (copperweld):** Alambre obtenido por trellado de cobre sobre un alma de acero. Si bien su conductividad normal es del 30% al 40% de la del cobre, a altas frecuencias (MHz) su conductividad es prácticamente idéntica a la del cobre, a raíz del efecto pelicular (skin effect); mientras la carga de rotura mínima es 77 kg / mm² y el alargamiento el 1% mínimo. Este material se emplea por razones mecánicas en los cables de secciones menores.

2- Aislante

• **Polietileno compacto:** Es el material más empleado como aislante en los cables coaxiales, a raíz de su excelente constante dieléctrica relativa (2,25) y rigidez dieléctrica (18 kV/mm).

• **Polietileno expandido:** Se obtiene introduciendo en el polietileno sustancias que se descompongan con la temperatura generando gases, con la particularidad de que los poros quedan uniformemente distribuidos y sin comunicación entre sí. La misma expansión se puede obtener con inyección de gas en el momento de la extrusión, obteniendo características eléctricas superiores.

Este material, de reducida constante dieléctrica (1,4 / 1,8, dependiendo del grado de expansión) y bajo factor de pérdida (tgδ = 0,2 · 10⁻³), permite lograr una notable reducción de la atenuación, comparándola con el uso de polietileno compacto.

• **Polietileno/aire:** es obtenido por la aplicación de una espiral de polietileno alrededor del conductor central, a su vez recubierto con un tubo extruido de polietileno.

• **Tefzel (copolímero etileno - tetrafluoroetileno):** Se emplea para temperaturas entre -50°C a +155 °C, con una constante dieléctrica de 2,6 y una rigidez dieléctrica de 80 kV/mm.

• **Teflón FEP (copolímero tetrafluoroetileno - hexafluoropropileno):** Se emplea para temperaturas entre -70 °C y +200 °C, con constante dieléctrica de 2,1 y rigidez dieléctrica de 50 kV/mm.

Estos dos últimos materiales se em-

Continúa en página 124

Viene de página 120

plean, además de las aplicaciones de altas temperaturas para aplicaciones militares, electrónica, misiles, etc., en donde se requiera gran resistencia a los agentes químicos orgánicos e inorgánicos.

3- Conductor externo

• **Cobre:** Generalmente bajo la forma de trenza constituida por 16, 24 o 36 husos, con ángulos entre 30 y 45°.

• **Cobre estañado:** Cuando se necesitan buenas condiciones de soldabilidad.

• **Cobre plateado:** En presencia de aislantes fluorados (estabilidad química).

• **Cintas de aluminio/poliéster y aluminio/polipropileno:** Aplicadas debajo de la trenza reducen notablemente el efecto radiante y disminuyen la penetración de señales externas.

4- Cubierta externa

• **Cloruro de polivinilo (PVC):** Es el material más empleado como cubierta, pudiéndose modificar sus características en función de exigencias específicas (bajas o altas temperaturas, no propagación del incendio, resistencia a los hidrocarburos, etc).

Uno de los requisitos básicos para el PVC de la cubierta es no contaminar, con la migración de su plastificante, el aislante interno; si esto ocurre, al cabo del tiempo se pueden deteriorar las características eléctricas del aislante, produciéndose un constante aumento de la atenuación.

• **Polietileno:** Con una adecuada dispersión de negro de humo para mejorar su resistencia a las radiaciones ultravioletas.

• **Materiales fluorados (Tefzel y Teflón FEP):** Para empleo con altas

temperaturas o en presencia de agentes químicos.

• **Poliuretano:** Cuando se necesiten buenas características mecánicas.

• **Coberturas especiales:** Existen protecciones y coberturas especialmente diseñadas, que no conforman parte del estándar y son generalmente requeridas a pedido, en función del ambiente en que el cable va a aplicarse. Entre ellas se encuentra la protección antiroedor, para lo cual se aplica un tratamiento especial al PVC de la cubierta externa, con un compuesto que repele roedores. También para este tipo de requerimientos se utiliza un blindaje trenzado con alambres de acero, que se fabrican también a pedido y con trenzadoras especiales.

5- Armaduras

• **Alambres de acero:** puestos bajo la forma de trenza o espiral, para instalaciones subterráneas.

6- Elementos autoportantes

En las instalaciones aéreas para sustentar el cable se emplean construcciones especiales que prevén un alambre o cuerda de acero paralelo al cable coaxil envolviendo los dos elementos, conjuntamente con una cubierta de PVC o polietileno, formando un perfil en forma de "ocho".

Elección del coaxial

Los cables coaxiales se eligen en base a los siguientes parámetros, que son impuestos por el circuito al que deberán ser conectados:

- Impedancia característica (50, 75 o 93 Ohm)
- Frecuencia de trabajo (de 100 kHz a 3000 MHz)

• Atenuación máxima (de 1 a varios cientos de dB/100 m.) y/o potencia máxima (de unos pocos W hasta algún kW, referido a una frecuencia de trabajo).

• Capacidad (de 30 a 100 pF/m)

• Máxima tensión de señal

• Aunque de menor importancia, en ciertas aplicaciones se requiere considerar también la velocidad de propagación y la impedancia de transferencia.

Una vez definida la impedancia se puede elegir el cable operando sobre el correspondiente gráfico de los cables normalizados; con el valor de la frecuencia de trabajo se individualiza el punto de intersección correspondiente a la atenuación o potencia. Es suficiente adoptar el valor del diámetro D inmediatamente superior para definir en forma unívoca el tipo de cable adecuado.

En caso de no encontrarse un cable normalizado se deberá recurrir a un diseño especial.

Algunos cables típicos

De 50 Ohm: Utilizado en comunicaciones e intercomunicación de instrumentación de todo tipo: Interfaces, PC's, equipos e instrumental de laboratorio, etc. El más utilizado es el RG-58 estañado pero se fabrican en un gran número de variantes para cubrir los distintos requerimientos eléctricos y mecánicos. Por ejemplo los cables que tienen cuerda de cobre priorizan la flexibilidad y los de aislación FOAM poseen mejores performances eléctricas. Para radiofrecuencia, computación y antenas.

Continúa en página 128

Viene de página 124

De 75 Ohm:

• **Aislación compacta:** Para radiofrecuencia, CCTV, CATV, señales de televisión y FM. El RG-59 es el coaxial de 75 Ohm de mayor venta en el mercado debido a sus excelentes características eléctricas y mecánicas combinadas con un bajo costo. Para tendidos de gran longitud se utiliza el RG-11 de mayor diámetro y por lo tanto menores pérdidas.

• **Aislación FOAM:** Los coaxiales de aislación FOAM tienen menor atenuación de la señal que transportan que los de aislación compacta y mejores prestaciones a frecuencias elevadas. Combinan bajo peso y costo con un excepcional rendimiento eléctrico donde no se requiera gran resistencia mecánica. Además de la malla metálica, posee una pantalla de aluminio que garantiza una cobertura y blindaje del 100%, evitando interferencia externas.

Los más utilizados

En general, los coaxiales más utilizados para el cableado en la industria de la seguridad electrónica y comunicaciones son los siguientes:

- RG 59 U PP (pesado), con cobertura de malla al 90%, 75 Ohms



- RG 59 U SP (semi pesado), con cobertura de malla al 67%
- RG 59 DM (doble malla), con cobertura de malla 67% + 90%, 75 Ohms



- RG 59 U + Bipolar de 2 x 0.50 mm. en cobertura de malla de 90% con el bipolar integrado al coaxil para conducir energía en 12 o 24 voltios, 75 Ohms



- RG 58, con conductor central multifilar



- RG 58 FOAM, con conductor de cobre macizo y dieléctrico de polietileno expandido por el método de inyección gaseosa, 50 Ohms.



- RG 213 FOAM, con conductor central de cobre macizo y dieléctrico de polietileno expandido por inyección



gaseosa

Los coaxiales para televisión por cable más usuales, en tanto, son los siguientes :

- RG 59 40%; 67%; 67% Trishield; 90%; 90% Trishield, con o sin mensajero.
- RG 6: 67%; 67% Trishield; 90%; 90% Trishield, con o sin mensajero.
- RG 11: 67%, 67% Trishield; 90%; 90% Trishield, con o sin mensajero.

**Aplicaciones tecnológicas**

Algunas de las aplicaciones entre las que se cuenta el cable coaxial son las siguientes:

- En las redes urbanas de televisión por cable (CATV) e Internet
- Entre un emisor y su antena de emisión (equipos de radioaficionados)
- En las líneas de distribución de señal de vídeo (se suele usar el RG-59)
- En las redes de transmisión de datos como Ethernet en sus antiguas versiones 10BASE2 y 10BASE5
- En las redes telefónicas interurbanas y en los cables submarinos

Antes de la utilización masiva de la fibra óptica en las redes de telecomunicaciones, tanto terrestres como submarinas, el cable coaxial era ampliamente utilizado en sistemas de transmisión de telefonía analógica basados en la multiplexación por división de frecuencia (FDM), donde se alcanzaban capacidades de transmisión de más de 10.000 circuitos de voz.

Asimismo, en sistemas de transmisión digital, basados en la multiplexación por división de tiempo (TDM), se conseguía la transmisión de más de 7.000 canales de 64 kbps.

El cable utilizado para estos fines de transmisión a larga distancia necesitaba tener una estructura diferente al utilizado en aplicaciones de redes LAN, ya que, debido a que se instalaba enterrado, tenía que estar protegido contra esfuerzos de tracción y presión, por lo que normalmente aparte de los aislantes correspondientes llevaba un armado exterior de acero.

Normas de aplicación

La especificación más difundida que rige la fabricación de los cables coaxiales es la norma militar del gobierno de los Estados Unidos MIL-C-17 que, además de las características dimensionales y eléctricas, define una sigla que identifica a cada tipo de cable.

Todos los cables coaxiales están definidos con las letras RG (radiofrecuencia - gobierno) seguida por un número (numeración progresiva del tipo) y de la letra U (especificación universal) o A/U, B/U, etc. que indican sucesivas modificaciones y sustituciones al tipo original. ☒