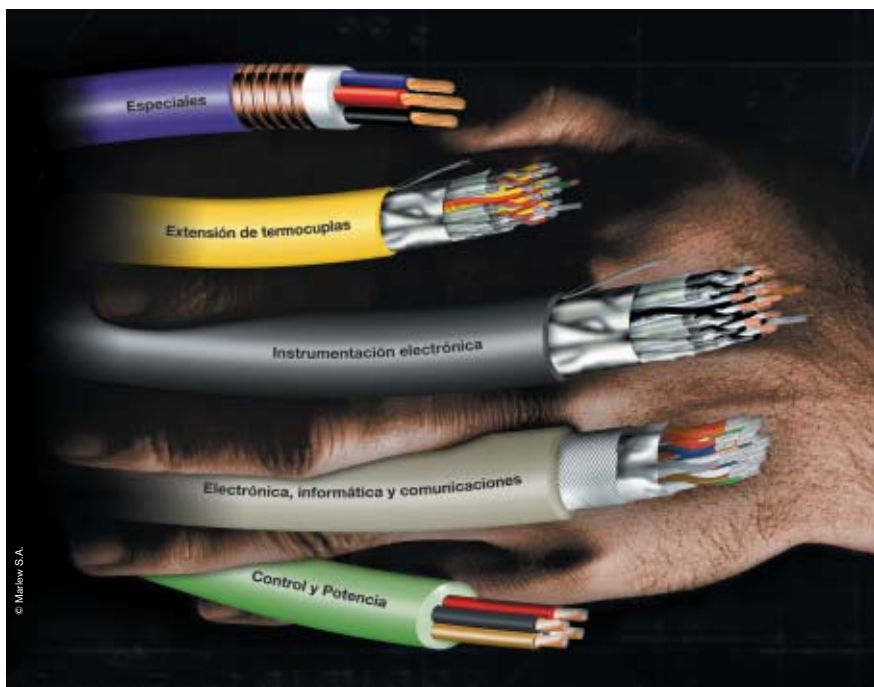


**IMPORTANTE!** El siguiente Informe ha sido elaborado en base a un cuestionario con preguntas básicas, que le hemos enviado oportunamente a nuestros anunciantes. Si a usted, como lector, le interesa aportar alguna información adicional que enriquezca el tema, no dude en enviarnos sus comentarios a nuestra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

## Conductores eléctricos



*Para analizar y comprender cómo son los cables, podemos investigar que señales van a transmitir o sea evaluar su desempeño o **prestación eléctrica** y en que lugar físico se va a emplazar, es decir definir su protección o **prestación mecánica**. El cable a utilizar debe ser seguro eléctrica y mecánicamente adecuado al lugar donde será instalado.*

**R** En las modernas industrias es necesario obtener datos e información de cada uno de los procesos fabriles y a partir de esta información pueden tomarse las decisiones correctas en la operación de una planta.

Mediante el sensado y procesamiento de la información proveniente de variables físicas y químicas se realiza el monitoreo y control de los diferentes procesos y máquinas, para lo cual se incorporan instrumentos indicadores de que los datos, que llegan desde cada uno de los sensores utilizando dispositivos y tecnología electrónica. **Esta comunicación entre el sensor y el receptor debe establecerse mediante un cable adecuado.**

Hay una tendencia generalizada a subestimar al cable, elemento que, sin embargo, cumple funciones importantes en plantas industriales altamente automatizadas. Entre sus características, el cable a utilizar debe ser confiable en la transmisión de datos, seguro eléctricamente y mecánicamente adecuado al lugar donde será instalado.

Antes de profundizar en el diseño del

cable, eje de esta nota, describiremos someramente como es un sistema de instrumentación y que tareas puede realizar.

### Descripción del sistema

Si bien la tecnología analógica ha sido largamente sobrepasada por la tecnología digital, en el futuro permanecerá como una alternativa adecuada para sistemas tradicionales y aplicaciones especiales.

Los sistemas analógicos más conocidos son: +/- 10V; +/- 20mA y lazo de corriente 4...20mA.

La información se transmite con la variación en corriente continua (CC) de la tensión o la intensidad de corriente y la amplitud de la señal corresponde al valor de la información transmitida. Por esta razón, perturbaciones o distorsiones pueden influir en la integridad de la señal generando que la información transmitida no llegue correctamente. Por ese motivo la construcción del cable deberá realizarse previendo estos inconvenientes.

Entre las tareas más comunes que realizan los circuitos de instrumentación

pueden destacarse las siguientes:

- Monitoreo de señales de alarma
- Medición y monitoreo de presión, temperatura o volumen
- Dispositivos de sensados
- Detección de pérdidas de gas y/o fluidos
- Conexión de RTD
- Activación de válvulas solenoides y relés
- Mando de válvulas motorizadas
- Activación de sirenas
- Conexión de fotorresistencias
- Circuitos de seguridad intrínseca
- Circuitos de señalización

### ¿Cómo es un cable?

Las tareas descritas anteriormente pueden ser realizadas mediante un cable conformado por un par simple, terna o cuadrete. En general, en una misma máquina o sector productivo es necesario analizar más de una condición, para lo cual serán necesarios tantos pares como número de informaciones se desean transmitir. Además, para ciertas funciones es necesario usar ternas o cua-

*Continúa en página 164*

Viene de página 160

drete. Asimismo, es posible que las interferencias electromagnéticas influyan en la transmisión de las señales, razón por la cual el cable deberá ser provisto de una pantalla o blindaje adecuado.

Al tener en cuenta estas situaciones ya pasamos de un simple cable a uno de características mucho más complejas.

Para analizar y comprender como son los cables, podemos investigar que tipo de señales van a ser transmitidas, o sea evaluar su desempeño o *prestación eléctrica*, y en que lugar físico van a emplazarse, es decir definir su protección o *prestación mecánica*.

### Prestación eléctrica

Aquí es necesario analizar los parámetros que intervienen en la construcción del cable para poder brindar una correcta transmisión de las señales. Los ítem más importantes son:

- **Resistencia eléctrica:** Como definición clásica podemos decir que la *resistencia eléctrica (Re)* es la oposición que ofrece un material (en este caso el cobre de los conductores) al flujo de intensidad de corriente eléctrica con un determinado valor de tensión aplicado. La (Re) se mide en ohms. Al igual que en los tradicionales cables de potencia e iluminación, es importante conocer el valor de este parámetro pues sirve como base para la selección correcta de la sección de los conductores teniendo en cuenta factores como la caída de tensión en el circuito, las pérdidas de energía, la corriente admisible, etc. Los circuitos de instrumentación en muchos casos tienen longitudes considerables, lo que hace vital la elección correcta del calibre de los conductores, que está directamente relacionado con la resistencia eléctrica.

- **Torzado (Pareado):** Cuando se refiere a transmisión de señales, lo primero que se solicita es el uso de cables con conductores formando pares (2 conductores), ternas (3 conductores) o cuadretes (4 conductores). Un par consiste en dos conductores aislados, retorcidos, con un paso fijo y estable, los cuales forman un bucle o línea de un circuito (Ver figura 1).



Figura 1: Dos conductores aislados, retorcidos, con un paso fijo y estable.

El torzado permite la transmisión de señales balanceadas, pues la interferencia de modo común afecta en menor medida a la información transmitida por un par. También el torzado de los conductores evita la interferencia provocada por "ruido magnético", el cual puede ser generado por campos magnéticos, radiación de cables de potencia, motores cercanos, transformadores, etc. Al trenzar los conductores, cada uno de ellos atraviesa el campo magnético en espacios iguales soportando en forma alternada los efectos de dicho campo. El efecto o disturbio magnético tiende a anularse cuando la corriente inducida en un anillo se encuentra en dirección opuesta con la del anillo adyacente.

- **Capacidad mutua:** Se mide entre el conductor "a" y el conductor "b" que forman el par. Un valor bajo de capacidad mutua minimiza la distorsión de la señal. El valor de capacidad mutua depende de varios factores, directamente relacionados con la construcción del cable. Entre ellos, la construcción del conductor (sólido, cableado, flexible); las dimensiones del conductor, el espesor y material de aislación; el paso de cableado y la protección electromagnética (Ver figura 2).

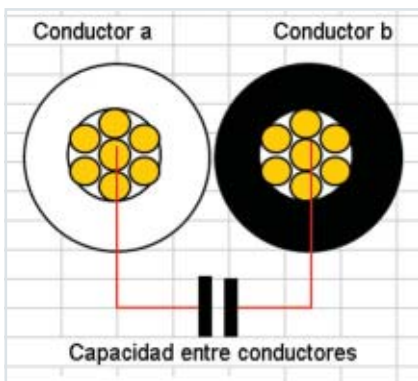


Figura 2: Capacidad mutua entre dos conductores de un par

### • Blindajes:

- **Concepto:** Como se indicó anteriormente es esencial considerar el blindaje cuando se trata de la transmisión de señales débiles que pueden ser interferidas o modificadas por perturbaciones electromagnéticas externas. Para ello se utiliza el *blindaje general (BG)*. Cuando se trata de cables constituidos por más de un par o terna, es decir multipa-

ros o multiternas y se quiere proteger la señal de un par respecto de otro contiguo, se utiliza el *blindaje individual (BI)*. Como regla general a seguir puede decirse que:

- Si un cable multipar lleva señales digitales alcanza con un *blindaje general (BG)* ya que no se producen interferencias entre este tipo de señales (Ver figura 3)



Figura 3: Blindaje general

- Si un cable multipar lleva señales analógicas debe usarse un *blindaje individual más uno general (BI + BG)* porque existe la probabilidad que la señal de un par interfiera en la del par adyacente (Ver figura 4)



Figura 4: Blindaje individual más uno general

- No es adecuado o recomendado la transmisión en un mismo cable de señales analógicas y digitales.

- **Tipos de blindaje:** Existen diferentes tipos de blindaje, cada uno con sus ventajas y desventajas. Pero hay uno en particular que reúne condiciones protectoras adecuadas y a bajo costo, características que lo destacan por sobre el resto. Se trata de la aplicación de una cinta de *aluminio/poliéster* sobre cada par (BI) o sobre el conjunto de los pares (BG). La cinta se aplica en forma helicoidal garantizando una cobertura del 100% con un solape adecuado, en contacto con la cara de aluminio que tiene la cinta se dispone una cuerda de cobre estañado que garantiza la continuidad del blindaje y permite una conexión más sencilla y segura de la pantalla a tierra.

### Prestación mecánica

Una vez definido el cable en cuanto al tipo de señales que transmitirá y las posibles perturbaciones a las que podrá estar sometido, es el turno de evaluar la posibilidad física de su instalación, analizando las variables a las que puede ser sometido en cuanto a su integridad mecánica. A continuación se detallan los principales requisitos:

Continúa en página 168

Viene de página 164

• **Comportamiento frente al fuego:**

La no propagación del incendio es un requisito en la actualidad exigido para todo cable y lo que se busca es que éste no se comporte como un transmisor del fuego hacia otras áreas. Para el cumplimiento de este objetivo es primordial utilizar materiales plásticos que permitan al cable cumplir el ensayo de fuego solicitado. Al respecto hay diferentes tipos, pensados para diferentes condiciones. Finalmente, debe ser claramente informado que ensayo de fuego cumple el cable.

• **Resistencia al fuego:** En esta condición se busca que el cable siga operando aún bajo fuego directo. Esto es muy solicitado cuando el cable interviene en algún servicio crítico, como la transmisión de alarmas o el manejo de bombas de agua. El cable resistente al fuego, además, es no propagador del incendio.

• **Protección contra golpes y roedores:** Esta protección se solicita cuando los cables pueden estar expuestos a golpes, se usen directamente enterrados y se quiera prevenir un futuro golpe en una excavación o estén expuestos en zonas en las que abundan roedores, que pueden dañar la cubier-

ta y luego las aislaciones de los conductores. En estos casos, la protección se brinda por medio de una armadura de acero cincado de distintos modelos. Pueden ser flejes helicoidales, alambres helicoidales o trenza de alambres. En lo que respecta a cables de instrumentación, la armadura más utilizada es la de *alambres helicoidales* (Ver figura 5) por ser la más robusta y brindar una cobertura superior al 90%, además es el tipo de armadura especificada por excelencia en la industria petroquímica.



Figura 5: Armadura de alambres helicoidales

• **Protección a las radiaciones solares:** También conocido como protección a rayos UV (ultravioletas), esta característica es solicitada cuando el cable estará en servicio a la intemperie y lo que se busca es que las condiciones climáticas no reduzcan su vida útil. Para ello se realiza un ensayo de intemperismo, a través del cual se evalúa que el material de cubierta del cable soporte las condiciones climáticas extremas si-

mulando los rayos del sol, la lluvia y el ambiente húmedo mediante un aparato que genera luz intensa, humedad y spray de agua a intervalos determinados.

**Normas de fabricación y ensayos**

Existen diferentes normativas de cables de instrumentación, cada una creada para cubrir los requisitos exigidos en cada país. En Argentina, sin embargo, no existe una norma específica de cables de instrumentación, por lo cual se toman los parámetros de normas internacionales reconocidas a nivel mundial. Las principales normas son *UL 13*, *UL 2250*, *ICEA S 73-532* (todas de Estados Unidos), *BS 5308* (Gran Bretaña) y *NBR 10300* (Brasil). A su vez, para proyectos importantes o de gran envergadura, se desarrollan especificaciones propias de cables de instrumentación.

Si bien cada una tiene sus características y diferencias todas coinciden en especificar los principales puntos tratados en esta nota. ☒

Agradecemos para la elaboración de este informe la colaboración de:

**Ingeniería de Producto**  
Marlew S.A.