

ANEXO I: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

1. INTRODUCCIÓN

Los complejos industriales con procesos productivos automatizados requieren una serie de transmisiones de datos, seriales y alarmas, desde diferentes puntos del proceso productivo hasta los centros neurálgicos que dirigen las operaciones.

La transmisión de estas informaciones se realiza mediante cables de instrumentación, exceptuando las temperaturas para lo cual se utilizan cables especiales de extensión o compensación de termopares, que por su naturaleza se tratan en capítulo aparte.

Las características que definen los cables de instrumentación tienen dos aspectos claramente diferenciados

A. Características eléctricas

Generalmente se trata de transmisión de potencias muy débiles a frecuencias medias y por lo tanto son primordiales los parámetros: Resistencia de los conductores, Capacidad, Inductancia, y Resistencia de aislamiento.

B. Características de resistencia ambiental

La información a transmitir ha de obtenerse directamente de puntos situados en el mismo proceso productivo y por lo tanto los cables deben ser aptos para soportar las condiciones del entorno: temperatura, contacto con agentes químicos, abrasión, golpes, etc.

En este apartado se incluyen los cables con aislamiento y cubierta de PVC con calidades normalizadas. No obstante, los mismos tipos constructivos pueden fabricarse con otros materiales de calidades y características convenientes, de forma que los cables puedan adecuarse a las características solicitadas por el cliente.



- **abreviaturas**

Las abreviaturas utilizadas para las designaciones de cables de instrumentación son:

Aislamientos	E	Polietileno (PE)
	V	Policloruro de Vinilo (PVC)

Pantallas	H	Individual de Aluminio/Mylar con hilo de drenaje
	O	Total, de Aluminio/Mylar con hilo de drenaje
	VTcu	Trenza de hilos de cobre sobre asiento PVC

Armaduras	VM	Corona de hilos de acero sobre asiento de PVC
	VF	Flejes de acero sobre asiento de PVC
	VT	Trenza de hilos de acero sobre asiento PVC
	VP	Vaina de plomo sobre asiento PC

Cubiertas	V	Policloruro de Vinilo (PVC)
------------------	----------	-----------------------------

2. CONDUCTOR

Cada conductor puede estar formado por uno o varios alambres de cobre electrolítico recocido, pulido o estañando, conforme a la norma UNE-21022. el numero de hilos será proporcional a la flexibilidad que quiera obtenerse.

Características especiales del cobre electrolítico a 20°C S/UNE – 21003

Resistividad..... 0.017241 Ohm. Mm² / m

Densidad..... 8.89 gr. / cm³



- **Formación de los conductores**

Las composiciones más usuales que podemos encontrar son las que detallan en el siguiente cuadro

Sección mm ²	Clase 1 n (hilos) x 0 mm	Clase 2 n (hilos) x 0 mm	Clase 5 n (hilos) x 0 mm
0,50	1 x 0.80	7 x 0.30	16 x 0.20
0,75	1 x 1.00	7 x 0.37	24 x 0.20
1	1 x 1.15	7 x 0.43	32 x 0.20
1.5	1 x 1.38	7 x 0.50	30 x 0.25
2,5	1 x 1.78	7 x 0.67	50 x 0.25

*Nota: En la norma UNE-21022 se fija, para cada sección y clase de conductor, un valor máximo de resistencia eléctrica que en ningún caso debe ser sobrepasada. El número de alambres, indicado en el cuadro, para la clase 5, debe entenderse como nominal, pudiendo ser variado siempre que se cumpla con el valor de resistencia prescrito por la misma norma.

3. AISLAMIENTO

Los tipos de materiales para el aislamiento de los cables se elegirán en función de las siguientes características:

- Constancia dieléctrica
- Resistencia de aislamiento
- Temperatura de servicio
- Estabilidad mecánica
- Comportamiento ante el fuego
- Resistencia a los agentes químicos
- Resistencia a la radiación



Materiales termoplásticos

Características Eléctricas	Unidad	Polietileno	AV - 3	AV - 4	AV - 5
Constancia dieléctrica a 20 °C	M0hm.K	2.3	5	5	5
Constante de aislamiento Ki	m	5.000	367	500	500

- **Identificación de los conductores**

En los cables multiconductores se imprime, sobre el aislamiento de cada conductor, un número de orden con tinta indeleble.

En los cables multipares, cada par está formado por dos colores identificativos, uno de ellos irá marcado con el número de orden del par. En los cables de ternas, cada terna estará formada por 3 colores distintos, uno de ellos irá marcado con el número par.

- **Conductores auxiliares**

En los cables de instrumentación además de los conductores o pares principales se pueden incluir:

- A. Conductor amarillo/verde para conexión equipotencial (tierra)
- B. Par o pares auxiliares de telefonía

4. CABLEADO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores aislados, sueltos o agrupados por pares, ternas o cuadretes, se reúnen en una o varias coronas según sea el número de conductores o grupos que lo compongan, a fin de obtener una formación circular y agrupada.



- **Paso de cableado**

Por razones eléctricas el paso del cableado es muy importante en los cables de instrumentación.

Para evitar interferencias entre los elementos de cableado de los cables (pares, ternas o cuadretes), el paso de cableado de los elementos adyacentes debe ser diferente. Esto representa una complicada técnica de cableado durante el proceso de fabricación. Cuando se usan pantallas individuales este factor no es necesario tenerlo en cuenta.

El paso corto de cableado reduce las interferencias exteriores al mínimo, permitiendo incrementar la velocidad de transmisión (bits/seg.) Cuando se sobrepasan los seis elementos a cablear, el cable está formado por varias capas concéntricas de conductores aislados o grupos. El cambio de sentido en las capas contiguas del cableado permite reducir interferencias entre los conductores de las diferentes capas.

5. PANTALLAS

Para la protección contra las interferencias internas y externas, en los cables utilizados para la transmisión de datos, normalmente se utilizan pantallas. La clase de pantalla a elegir depende del tipo de interferencias a las que el cable estará sometido durante su funcionamiento.

- **Pantalla contra las interferencias internas**

Aquí la única interferencia de importancia es el desequilibrio capacitivo de los diferentes elementos cableados.

Las precauciones para reducir las interferencias internas son aplicar al cable diferentes pasos del cableado o Pantallas individuales para los elementos del cableado.

Generalmente la pantalla consiste en una cinta de aluminio, adherida a una de poliéster, el aluminio estará en contacto continuo con el hilo de drenaje. Para aislar las pantallas adyacentes, la pantalla va provista de una o varias cintas de poliéster. Para los cables flexibles la pantalla consiste en una trenza de hilos de cobre.



• **Pantalla contra las interferencias externas**

Para prevenir las interferencias externas, además de la precaución de acortar los pasos de cableado, también es necesario aplicar una pantalla sobre el conjunto.

La corriente alterna con armónicos (cables de potencia, generadores, motores, transformadores, etc.) produce interferencias de baja frecuencia.

Pantalla contra las interferencias electromagnéticas de baja frecuencia

Dentro del rango de las interferencias de baja frecuencia, la medida para conocer el efecto de la pantalla es el factor de reducción r_C . La interferencia de la inducción del voltaje depende de:

- La magnitud de interferencia
- La longitud de cable sometida a la interferencia
- El factor de reducción

El factor de reducción determina, el alcance de las interferencias que aporta la pantalla

$$r_C = \frac{\text{voltaje de la interferencia con pantalla}}{\text{voltaje de la interferencia sin pantalla}}$$

Pantalla contra las interferencias electromagnéticas de alta frecuencia

Dentro del rango de las interferencias de alta frecuencia, la medida para el efecto de la pantalla es la resistencia de acoplamiento R_C . La resistencia de acoplamiento se define como:

$$R_C = \frac{\text{voltaje de la interferencia inducida en la perturbación del sistema}}{\text{corriente en el sistema perturbado}}$$

Un valor alto de R_C denota un bajo efecto de pantalla

Un valor bajo de R_C denota un alto efecto de pantalla



6. CUBIERTAS INTERMEDIAS Y ARMADURAS

Las cubiertas intermedias ya sean de material termoplástico o elastómero, cumplen una misión fundamental ya sea por sí mismas o junto a otros elementos para proteger el cable contra:

- Tensiones mecánicas
- Humedad
- Ataques de agentes químicos
- Corrosión

Cubiertas intermedias

Las cubiertas intermedias de normalmente cumplen varias funciones como:

- Relleno
- Protección adicional
- Asiento de armadura
- Asiento de tubo de plomo
- Reducción de la capacidad entre la última capa del cableado y la pantalla total

• Armaduras

Los cables, especialmente aquellos que están sometidos a un esfuerzo mecánico, van siempre provistos de armadura. Para seleccionar el tipo de armadura hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- a) esfuerzo mecánico transversal
- b) esfuerzo mecánico longitudinal
- c) protección antirroedor
- d) esfuerzo del cable durante la instalación
- e) función equipotencial de la línea o tierra



Armadura de hilo de acero (a-b-d-e)

Formada por una corona de hilo de aceros galvanizado arrollados en espiral sobre el asiento, recubriendo aproximadamente un 90%, con una contraespira de fleje de acero o de poliester corrugado a partir de un diámetro de corona de 15 mm.

Este tipo de protección se utiliza cuando el cable, durante el proceso de instalación, debe sufrir esfuerzos de tracción y en locales con riesgos de explosión.

Armaduras de flejes de acero (a-c)

Formada por dos flejes de acero galvanizado, arrollados en hélice sobre el asiento y con un solape mínimo del 25%, recubrimiento 100%

Este tipo de protección se utiliza cuando el cable pueda sufrir golpes durante su tendido una vez instalado, para protegerlo contra roedores y termitas e incluso en instalaciones antideflagrantes.

Armadura trenza de hilos de acero (b-d-e)

Formada por una trenza de hilos de acero, tejida sobre el cable. Recubrimiento 70-80%

Este tipo de armadura se utiliza cuando al cable además poder sufrir golpes necesita de una cierta flexibilidad; también se utiliza en locales con riesgo de explosión para instalaciones móviles.

7. CUBIERTAS

Para la correcta elección de las cubiertas hay que tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Resistencia a la abrasión
- Flexibilidad
- Temperatura de trabajo
- Resistencia a los agentes químicos
- Comportamiento ante el fuego
- Resistencia a los rayos ultravioletas y a la radiación

8. OTRAS CARACTERISTICAS

comportamiento de los cables frente al fuego

Las canalizaciones eléctricas son puntos privilegiados para propagar los incendios. La toxicidad y opacidad de los gases emitidos en un fuego son causa de graves accidentes y dificultan las tareas de socorro. Los circuitos de alarma y seguridad han de trabajar en condiciones límite y sus conductores eléctricos deben asegurar el buen funcionamiento expuestos directamente a la llama.

Por todo ello las exigencias sobre el comportamiento del cable ante situaciones de fuego son cada día mayores y obligan a un desarrollo continuado de nuevos materiales, tipos y ensayos. A continuación se presentan las propiedades que deben tener los cables que cumplen servicio en estas condiciones, los tipos que proponemos, especiales para riesgos de incendio y sus principales características.

Índice de oxígeno

El índice de oxígeno es uno de los parámetros más utilizados para evaluar la aptitud de un cable al trabajar en ambientes combustibles. Indica la concentración de oxígeno mínima para que el cable arda.



Cables no propagadores de la llama. Auto-Extinguibles – Tipo FA

En los cables que cumplen esta característica debe extinguirse la llama una vez que se ha retirado la fuente que la mantenía. Para comprobarlo se realizan las pruebas IEC-332-1 o UNE-20432 Parte 1, en la que se coloca verticalmente una muestra de cable y se le aplica una llama de mechero de gas en su parte inferior. Una vez retirada ésta, el cable no puede continuar quemando más allá de una longitud establecida.

Cables no propagadores del incendio – Tipo FB

Aunque el cable sea auto-extinguible, pueden darse dos efectos que contribuyan a la propagación del incendio. En primer lugar, en un mazo de cables la mayor cantidad de materia orgánica presente puede hacer que el conjunto propague el fuego. En segundo lugar, puede suceder que al ser los materiales aislantes del cable mezcla de diferentes productos, algunos de ellos volátiles a altas temperaturas, se desprendan gases. Si estos gases son combustibles pueden reproducir el incendio en un punto alejado del foco primario.

Para los dos efectos existen pruebas que permiten comprobar la no propagación del incendio por el cable. En el primer caso la norma IEEE-383 utilizada normalmente en los cables con destino a Centrales Nucleares. En el segundo las pruebas previstas en las normas UNE-20432 parte 3 (IEC-332-3), NF-C 32070-2.2 o UNE-20427.

Cables resistentes al fuego – Tipo FC

Los circuitos de alarma y seguridad deben asegurar su servicio especialmente en caso de incendio y estando el cable sometido directamente a las llamas. Para ello la prueba UNE-20431 (IEC-331) somete una muestra del cable a una llama de 800°C durante 3 horas estando el cable conectada a la línea. Si se produce un cortocircuito, el cable no supera la prueba.

Este tipo de cables permite asegurar el servicio durante el incendio pero después de este deben ser sustituidos.



Emisión de humos

En algunas instalaciones como ferrocarriles, metros, etc., es fundamental asegurar una baja emisión de humos por parte del cable durante un incendio, para evitar la reducción de visibilidad.

La cámara NBS mide la opacidad del ambiente al quemarse una muestra de cable. Una de las normas más utilizadas al respecto es la del Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) y en concreto ST-EZ-3502/1.

Para estas pruebas también se utiliza la norma UNE – 21172 Parte 1 y UTE – C-20-452.

Toxicidad y corrosividad de los gases

Los gases emitidos pueden ser muy peligrosos por causa de su toxicidad S/ UTE – C-20-454 y por la corrosión que pueden causar en los circuitos electrónicos y estructuras metálicas próximas S/ UNE – 21147 (IEC – 754 – 1).

El ácido clorhídrico es uno de los gases más corrosivos en este sentido y para estas aplicaciones pueden proporcionarse una gama de cables absolutamente libres de halógenos y que al quemar solo emiten una pequeña cantidad de gases no tóxicos y que no disminuyen la visibilidad sensiblemente.

9. INSTRUCCIONES DE INSTALACION DE UN CABLE

Para efectuar el tendido de un cable deberá colocarse la bobina de forma que pueda girar libremente, extrayendo el cable tirando del mismo y haciendo girar la bobina en sentido del desarrollado cable. Durante esta operación deberá controlarse cuidadosamente la bobina, haciéndola girar para que el cable no ejerza una tracción excesiva y frenándola cuando se produzca una interrupción en el tendido del cable, para evitar que este siga desarrollándose y sufra una curvatura excesiva.



Aunque se deban tender varios cables por un mismo trazado se efectuará el tendido de los mismos uno a uno, agrupándolos si interesa, una vez tendidos. Si en algún caso se considera necesario tender varios cables agrupados se procurará que la tracción sea uniformemente repartida entre ellos, asegurándose que la correspondiente a cada cable no sea superior a la máxima admisible para el cable del mazo que la tenga inferior.

La tracción máxima que puede soportar un cable durante su tendido es:

- Para el cable no armado: 50 N por mm² de sección total de cobre del cable, entendiéndose por tal la suma de las secciones de todos los conductores de cobre que lo compongan
- Para el cable con armadura de alambres de acero: 120 N por mm² de sección total de acero de la armadura entendiendo que el esfuerzo de tracción se aplicará directamente sobre los alambres de la misma.
- En cualquier caso al tirar de los cables y deslizarse estos, deberán tomarse precauciones para que los mismos no se apoyen en canto o aristas vivas, para evitar desgarros en sus cubiertas.

Cuando los cables deben ser tendidos por el interior de conduits, estos se lubricarán mediante un producto adecuado y que no afecte a los materiales constituyentes de los cables. El amarre con el cable de tracción se efectúa de forma que se cumpla lo detallado en los dos primeros párrafos.

La temperatura mínima del cable a la que pueda ser efectuado el tendido del mismo será de -5 °C.

Debe vigilarse especialmente los radios de curvatura tanto en el momento como después del mismo cuando el cable este en servicio. Una vez tendido el cable, si no se efectúa inmediatamente la conexión de los extremos del mismo, se tapanán dichos extremos para impedir la eventual entrada de humedad.

Para efectuar la conexión del cable en ambos extremos se deberá retirar cuidadosamente la cubierta y las distintas capas de protección hasta llegar a los conductores aislados. Para el pelado de los conductores deberán utilizarse pelacables adecuados para no dañar el conductor de cobre.

