

El empleo de resinas fluorocarbónicas para el aislamiento y vainas para cables y conductores eléctricos se difunde cada vez más cuando las condiciones particulares hacen que sea desaconsejable o realmente imposible la utilización de materiales convencionales.

Las resinas fluorocarbónicas FEP y PTFE presentan las siguientes características destacadas:

-
- **Alta resistencia térmica:** utilizables en servicio continuo hasta 200°C y para el tipo FEP y 150°C para el tipo PTFE.
 - **Propiedades aislantes excepcionales:** excelente rigidez dieléctrica y propiedades eléctricas constantes.
 - **Inercia química:** resistencia al ataque de casi todos los productos químicos y ninguna absorción de humedad.
 - **Resistencia excelente a la intemperie:** insensibilidad al efecto de la oxidación, de la exposición al sol, de la humedad, de las variaciones de la temperatura y, en general, a todas las influencias externas.
 - **Inflamabilidad:** no arden en las condiciones en que otros aislantes orgánicos se inflaman.
 - **Buenas propiedades mecánicas:** tenacidad y flexibilidad incluso a temperaturas muy bajas, ausencias de fenómenos de fragilización, de agrietamiento, de desgaste.
 - **Bajo coeficiente de fricción:** son los sólidos más deslizantes hasta ahora conocidos.
 - **Resistencia a las radiaciones:** de hecho se emplean muchísimo en el campo aeroespacial.
-

Las resinas fluorocarbónicas presentan además la ventaja de poder ser extruidas en grandes longitudes y no comportan necesariamente el empleo de conductores de cobre plateado o niquelado.



PROPIEDADES CARACTERÍSTICAS DE LAS RESINAS FLUOROCARBÓNICAS DE PTFE Y FEP



CABLES PARA ALTAS TEMPERATURAS

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO ASTM	PTFE	FEP
PESO ESPECÍFICO	D 792	2,14-2,24	2,12-2,17
VOLUMEN ESPECÍFICO, dm ³ /kg	D 792	0,459-0,481	0,466-0,474
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	D 542	1,35	1,338
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, kg/cm ²	D 638, D 651	175-280	190-218
ALARGAMIENTO, %	D 638	225-600	250-330
MÓDULO DE TRACCIÓN, 10 ⁵ kg/cm ²	D 747	0,041	0,035
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, kg/cm ²	D 659	120	-
RESISTENCIA, cm-kg POR cm DE ENTALLA (PROBETA CON ENTALLAS DE 12 x 12 mm, ENSAYO IZOD) 23 °C	D 256	136	No se rompe
DUREZA DE DURÓMETRO	D 785	50D-65D	55D
CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA 10 ⁻⁴ Cal/s/cm ² /C/cm	C 177	6	6
CALOR ESPECÍFICO, Cal/°C/g	-	0,25	0,28
DILATACIÓN TÉRMICA 10 ⁻⁵ x °C	D 695	9,9	9,9
RESISTENCIA TÉRMICA, °C (CONTINUA)	-	260	205
TEMPERATURA DE DISTORSIÓN AL CALOR, °C	D 648	121 (4,6 kg/cm)	-
RESISTIVIDAD EN VOLUMEN, Ohmios-cm (U.R. del 50 %) 23 °C	D 257	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸
RIGIDEZ DIELECTRICA (CORTA DURAC. , 3,17 mm, kV/mm)	D 149	24	24
RIGIDEZ DIELECTRICA (POR GRADOS, 3,17 mm, kV/mm)	D 149	17,2	-
CONSTANTE DIELECTRICA, 60 CICLOS POR SEGUNDO	D 150	2,1	2,1
CONSTANTE DIELECTRICA, 10 ³ CICLOS POR SEGUNDO	D 150	2,1	2,1
CONSTANTE DIELECTRICA, 10 ⁶ CICLOS POR SEGUNDO	D 150	2,1	2,1
FACTOR DE DISIPACIÓN, 60 CICLOS POR SEGUNDO	D 150	< 0,0002	< 0,0003
FACTOR DE DISIPACIÓN, 10 ³ CICLOS POR SEGUNDO	D 150	< 0,0002	< 0,0003
FACTOR DE DISIPACIÓN, 10 ⁶ CICLOS POR SEGUNDO	D 150	< 0,0002	0,0007
RESISTENCIA AL ARCO, SEGUNDOS	D 495	> 300	> 300
ABSORCIÓN DE AGUA, 24 H. 3,17 mm DE ESPESOR, %	D 570	< 0,01	< 0,01
VELOCIDAD DE COMBUSTIÓN	D 635	Nula	Nula
ACCIÓN DE LA LUZ SOLAR	-	Nula	Nula
ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS DÉBILES	D 543	Nula	Nula
ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS FUERTES	D 543	Nula	Nula
ACCIÓN DE LOS ÁLCALIS DÉBILES	D 543	Nula	Nula
ACCIÓN DE LOS ÁLCALIS FUERTES	D 543	Nula	Nula
ACCIÓN DE LOS DISOLVENTES ORGÁNICOS	D 543	Nula	Nula
MAQUINABILIDAD	-	Excelente	Excelente
TRANSPARENCIA	-	Opaca	De transparente a translúcida



LA REDUCCIÓN DE LAS DIMENSIONES MEDIANTE LOS CABLES DE CONEXIÓN AISLADOS CON PTFE Y FEP

Comparación de los datos de temperatura/corriente/peso característico de los poliolefinas, PVC y resinas de PTFE y FEP.

LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL AISLAMIENTO

A menudo, la propiedad que determina las dimensiones mínimas de un cable es la resistencia mecánica del conductor, más que sus características eléctricas o térmicas. Por consiguiente, las nuevas aleaciones de alta resistencia para los conductores han abierto el camino al empleo de diámetros menores sin perjuicio de la resistencia mecánica.

No obstante, empleando conductores de diámetro reducido, se alcanzan, especialmente en caso de sobrecarga, temperaturas muy altas que pueden ser soportadas solamente con un aislamiento realizado con un material de alta resistencia térmica; de ello se deduce que un aislamiento de este género permite una mayor flexibilidad de proyecto y ofrece posibilidades superiores de ahorro por el hecho de los pesos y dimensiones. Es ésta una de las consideraciones de mayor peso en el caso de las resinas fluorocarbónicas, ya que éstas pueden ser empleadas en servicio continuo a temperaturas de 260 °C (PTFE) y de 200 °C (FEP). El cloruro de polivinilo no resiste, en cambio, a temperaturas superiores a 105 °C y también los polialquenos

modificados por irradiación, poliolefinas son sometidos a degradación cuando la temperatura pasa de 125 °C. Por lo tanto, los puntos más calientes del conductor no pueden tener valores superiores a los anteriormente expuestos.

En estos últimos, los fabricantes de cables y conductores eléctricos se han esforzado por poner a punto nuevos materiales con los cuales reducir los pesos y diámetros sin perjudicar la seguridad de funcionamiento: el resultado ha sido una clara mejora de los cables de conexión.

Tales perfeccionamientos han sido impuestos no solamente por las exigencias de la industria aeroespacial sino también por la necesidad de mantener los costes dentro de límites razonables. Las dimensiones de un conductor abren a menudo el camino a proyectos más económicos y más razonables permitiendo al mismo tiempo la realización de equipos de mejor funcionamiento.

RELACIÓN TEMPERATURA/CORRIENTE

Las corrientes más altas admisibles en régimen estacionario para un conductor de diámetro máximo y temperatura máxima determinada pueden ser calculadas en función de la temperatura ambiente. Para tal fin se emplean los datos industriales existentes. La tabla 1 indica las condiciones en que están basados estos cálculos.

Fueron estudiados dos aislamientos de espesor diferente (10 y 15 milésimas) en una gama de temperatura de 0 °C a 260 °C variando la temperatura del conductor de 105 °C a 260 °C; los diámetros de los conductores fueron del orden de 2,05 a 2,06 mm. inclusive (AWG n. 12-N.30).

Los resultados teóricos para ambos aislamientos que indican las corrientes máximas admisibles con diferentes ΔT (diferencia entre la temperatura de servicio y la temperatura ambiente) se indican en los diagramas 1 y 2.

Como para numerosos aislantes escasean los datos acerca de su conductividad térmica a alta temperatura, hemos tomado como base para nuestros cálculos en valor de 1,45 miliwatios/cm/°C como se sugiere en la norma EIA RS-214. Por otra parte, variaciones grandes de la conductividad térmica influyen en medida relativamente modesta en el cálculo de las corrientes.

TABLA 1 - HIPÓTESIS DEL CÁLCULO

1. El conductor de sección circular y en posición horizontal en aire en calma. El cambio de calor tiene lugar por convección y por irradiación.
2. El coeficiente de cambio por convección natural, tomado de la norma RS 214 EIA, se refiere a la temperatura ambiente de 20 °C a presión atmosférica (nivel del mar) se emplea sin correcciones para todas las temperaturas ambiente consideradas.
3. El cálculo es válido para corriente continua y para corriente alterna de baja frecuencia.
4. Se ha supuesto 0,9 como coeficiente de emisión de la superficie de aislamiento.



CORRIENTES DE MAYOR INTENSIDAD CON ΔT MÁS ALTO

Los diagramas 1 y 2 indican que mayores diferencias de temperatura permiten el paso de corriente de mayor intensidad, poniendo así en relieve la versatilidad de las resinas fluorocarbónicas, que pueden ser empleadas bajo cargas normales a temperaturas de ambiente más altas o con corrientes de mayor intensidad a temperaturas inferiores. La mayor parte de los otros materiales de aislamiento no poseen esta característica.

Estos diagramas sirven también para otro objetivo, que es el determinar las corrientes admisibles para cualquier tipo de conductor a temperaturas de ambiente hasta de 260 °C. Ejemplo: se desea calcular la corriente

máxima a la que se pueden emplear los conductores MIL-W-16878 Tipo "B" (de 105 °C) y Tipo "E" (de 260 °C).

El gráfico 1 indica que ambos tipos, en el módulo AGW n.22, tienen un aislamiento de 10 milésimas. Si la temperatura ambiente es de 50 °C la capacidad máxima del tipo "B" es entonces de 10A, mientras que la del tipo "E", a la misma temperatura, es de 20A, es decir, el doble. Igualmente, en el caso de que la temperatura ambiente sea de 75 °C para el tipo "B" se tiene un límite de 7A en comparación con los 18A del tipo "E".

CONVERSIÓN DE NÚMEROS AWG A MM

AWG N.	DIÁMETRO (mm)
10	2,588
12	2,053
14	1,628
16	1,291
18	1,024
20	0,812
22	0,644
24	0,511
26	0,405
28	0,321
30	0,255

LA REDUCCIÓN DE LAS DIMENSIONES MEDIANTE LOS CABLES DE CONEXIÓN AISLADOS CON PTFE Y FEP



CABLES PARA ALTAS TEMPERATURAS

DIAGRAMA Nº 1 - Corriente máxima en función de la diferencia de temperatura (10 milésimas de pulgada (0,25 mm) de cualquier aislamiento)

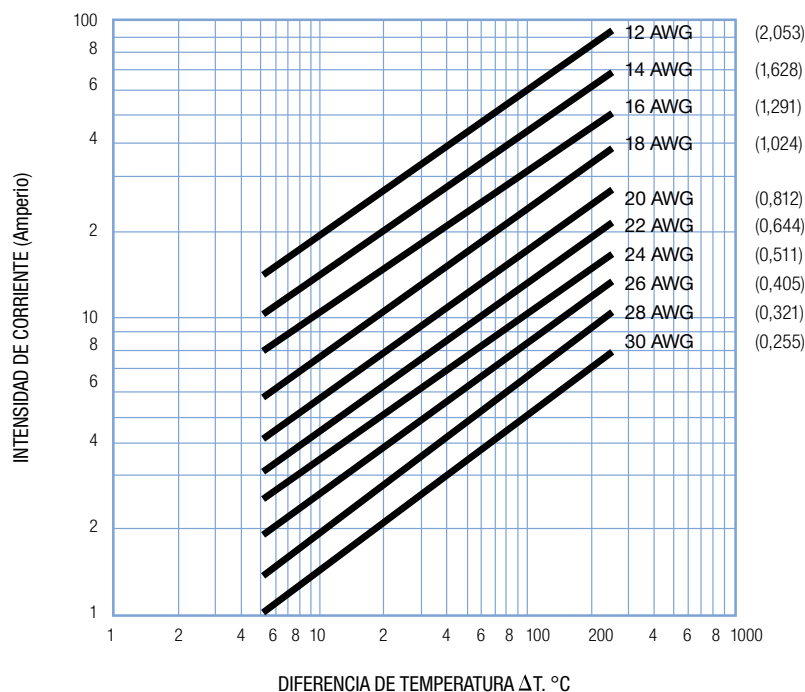
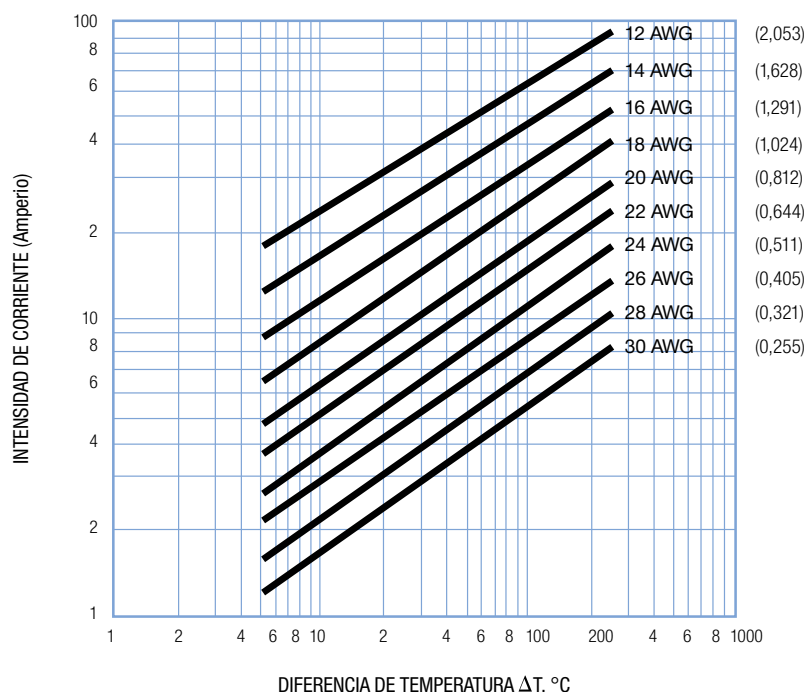


DIAGRAMA Nº 2 - Corriente máxima en función de la diferencia de temperatura (15 milésimas de pulgada (0,335 mm) de cualquier aislamiento)



LA REDUCCIÓN DE LAS DIMENSIONES MEDIANTE LOS CABLES DE CONEXIÓN AISLADOS CON RESINAS FLUORADAS



CABLES PARA ALTAS TEMPERATURAS

LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL AISLAMIENTO

A menudo, la propiedad que determina las dimensiones mínimas de un cable es la resistencia mecánica del conductor, más que sus características eléctricas o térmicas. Por consiguiente, las nuevas aleaciones de alta resistencia para los conductores han abierto el camino al empleo de diámetros menores sin perjuicio de la resistencia mecánica.

No obstante, empleando conductores de diámetro reducido, se alcanzan, especialmente en caso de sobrecarga, temperaturas muy altas que pueden ser soportadas solamente con un aislamiento realizado con un material de alta resistencia térmica; de ello se deduce que un aislamiento de este género permite una mayor flexibilidad de proyecto y ofrece posibilidades superiores de ahorro por el hecho de los pesos y dimensiones. Es ésta una de las consideraciones de mayor peso en el caso de las resinas fluoradas, ya que éstas pueden ser empleadas en servicio continuo a temperaturas de 200 °C (FEP) y de 150 °C (TEZEL). El cloruro de polivinilo no resiste, en cambio, a temperaturas superiores a 105 °C y también los polialquenos

modificados por irradiación, poliolefinas son sometidos a degradación cuando la temperatura pasa de 125 °C. Por lo tanto, los puntos más calientes del conductor no pueden tener valores superiores a los anteriormente expuestos.

En estos últimos años, los fabricantes de cables y conductores eléctricos se han esforzado por poner a punto nuevos materiales con los cuales reducir los pesos y diámetros sin perjudicar la seguridad de funcionamiento: el resultado ha sido una clara mejora de los cables de conexión.

Tales perfeccionamientos han sido impuestos por la necesidad de mantener los costes dentro de límites razonables. Las dimensiones de un conductor abren a menudo el camino a proyectos más económicos y más razonables, permitiendo al mismo tiempo la realización de equipos de mejor funcionamiento.

