

Diciembre 2015

### TÍTULO

**Instalaciones eléctricas en buques**

**Parte 350: Construcción general y métodos de ensayo de cables de energía, control e instrumentación para buques y aplicaciones en alta mar**

*Electrical installations in ships. Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications.*

*Installations électriques à bord des navires. Partie 350: Construction générale et méthodes d'essai des câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation des navires et des unités mobiles et fixes en mer.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es idéntica a la Norma Internacional IEC 60092-350:2014.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 21135-350:2002.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 211 *Cables de energía eléctrica* cuya Secretaría desempeña FACEL.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-IEC 60092-350

# Índice

Prólogo.....	8
1 Objeto y campo de aplicación.....	10
2 Normas para consulta .....	10
3 Términos y definiciones.....	12
4 Requisitos de construcción.....	16
4.1 Requisitos generales .....	16
4.1.1 Generalidades .....	16
4.1.2 Tensiones asignadas.....	16
4.1.3 Marcado de los cables.....	17
4.1.4 Identificación de los conductores aislados .....	17
4.1.5 Cables libres de halógenos .....	18
4.2 Conductores .....	18
4.2.1 Material .....	18
4.2.2 Revestimiento metálico y separador .....	18
4.2.3 Clase y forma .....	18
4.2.4 Resistencia .....	19
4.3 Sistema de aislamiento .....	19
4.3.1 Material .....	19
4.3.2 Aplicación.....	20
4.3.3 Espesor de aislamiento .....	20
4.4 Pantallas .....	20
4.4.1 Pantallas de conductor y aislamiento para cables de alta tensión .....	20
4.4.2 Pantallas (blindajes) para cables de baja tensión .....	21
4.5 Cableado.....	21
4.5.1 Cables multiconductores .....	21
4.5.2 Cables de varias unidades .....	21
4.6 Revestimientos internos, rellenos y encintados .....	21
4.7 Cubierta interna .....	22
4.7.1 Material .....	22
4.7.2 Aplicación.....	22
4.7.3 Espesor de la cubierta interna .....	22
4.8 Armadura de trenza metálica.....	22
4.8.1 Material .....	22
4.8.2 Aplicación.....	23
4.9 Cubierta externa.....	23
4.9.1 Material .....	23
4.9.2 Aplicación.....	23
4.9.3 Espesor de la cubierta externa.....	23
5 Métodos de ensayo .....	24
5.1 Condiciones de ensayo.....	24
5.1.1 Temperatura ambiente.....	24
5.1.2 Frecuencia, forma de onda y magnitud de las tensiones de ensayo a frecuencia industrial .....	24
5.2 Ensayos individuales.....	24
5.2.1 Generalidades .....	24
5.2.2 Medición de la resistencia eléctrica de los conductores.....	24
5.2.3 Ensayo de tensión .....	25
5.2.4 Ensayo de descargas parciales.....	27

6	Ensayos sobre muestras .....	27
6.1	Generalidades .....	27
6.2	Frecuencia de los ensayos sobre muestras .....	27
6.3	Repetición de ensayos .....	28
6.4	Examen del conductor.....	28
6.5	Medición del espesor de aislamiento .....	28
6.5.1	Generalidades .....	28
6.5.2	Procedimiento .....	28
6.5.3	Requisitos .....	28
6.6	Mediciones del espesor de cubiertas no metálicas .....	28
6.6.1	Generalidades .....	28
6.6.2	Procedimiento .....	28
6.6.3	Requisitos .....	28
6.7	Medición del diámetro exterior .....	29
6.8	Ensayo de alargamiento en caliente para aislamientos y cubiertas.....	29
6.8.1	Procedimiento general.....	29
6.8.2	Requisitos .....	29
6.9	Ensayo de resistencia de aislamiento (determinación de la resistividad volumétrica) .....	29
7	Ensayos de tipo, eléctricos.....	30
7.1	Generalidades .....	30
7.2	Medición de la resistencia de aislamiento.....	30
7.2.1	Medición a temperatura ambiente .....	30
7.2.2	Medición a la temperatura máxima asignada .....	31
7.3	Aumento de la capacidad en corriente alterna después de inmersión en agua .....	31
7.3.1	Generalidades .....	31
7.3.2	Preparación de las muestras de ensayo.....	31
7.3.3	Equipos de ensayo.....	31
7.3.4	Procedimiento .....	31
7.3.5	Requisitos .....	32
7.4	Ensayo de alta tensión durante 4 h hasta una tensión máxima de 1,8/3 kV .....	32
7.4.1	Generalidades .....	32
7.4.2	Requisito.....	32
7.5	Capacidad mutua (sólo para cables de control e instrumentación) .....	32
7.6	Relación entre inductancia y resistencia (sólo para cables de control e instrumentación).....	32
7.7	Ensayo secuencial de alta tensión (cables con una tensión asignada superior a 3,6/6 (7,2) kV).....	33
7.7.1	Generalidades .....	33
7.7.2	Disposiciones particulares.....	33
7.7.3	Ensayo de descargas parciales .....	33
7.7.4	Ensayo de doblado .....	33
7.7.5	Medición de la $\tan \delta$ en función de la tensión .....	34
7.7.6	Medición de la $\tan \delta$ en función de la temperatura .....	34
7.7.7	Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de ensayo de descargas parciales.....	34
7.7.8	Ensayo de resistencia al impulso, seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial .....	35
7.7.9	Ensayo de tensión durante 4 horas.....	35
8	Ensayos de tipo, no eléctricos .....	35
8.1	Generalidades .....	35
8.2	Medición del espesor de aislamiento .....	35
8.3	Medición del espesor de cubiertas no metálicas (excluyendo revestimientos internos).....	36
8.4	Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento antes y después del envejecimiento.....	36

8.4.1	Muestreo.....	36
8.4.2	Tratamientos de envejecimiento.....	36
8.4.3	Acondicionamiento y ensayos mecánicos.....	36
8.4.4	Requisitos .....	36
8.5	Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas de las cubiertas antes y después del envejecimiento.....	36
8.5.1	Muestreo.....	36
8.5.2	Tratamientos de envejecimiento.....	36
8.5.3	Acondicionamiento y ensayos mecánicos.....	36
8.5.4	Requisitos .....	36
8.6	Ensayo de envejecimiento adicional sobre probetas de cables completos (ensayo de compatibilidad) .....	37
8.6.1	Generalidades .....	37
8.6.2	Muestreo.....	37
8.6.3	Tratamiento de envejecimiento .....	37
8.6.4	Ensayos mecánicos.....	37
8.6.5	Requisitos .....	37
8.7	Ensayo de pérdida de masa sobre una cubierta de PVC ST2 .....	37
8.7.1	Procedimiento .....	37
8.7.2	Requisitos .....	37
8.8	Ensayo de comportamiento a alta temperatura de una cubierta de PVC ST2 y de una cubierta libre de halógenos SHF 1 (ensayo de presión en caliente).....	37
8.8.1	Procedimiento .....	37
8.8.2	Requisitos .....	38
8.9	Ensayo de comportamiento a baja temperatura de una cubierta de PVC ST2 y de cubiertas libres de halógenos SHF 1 y SHF 2.....	38
8.9.1	Procedimiento .....	38
8.9.2	Requisitos .....	38
8.10	Ensayo particular para el comportamiento a baja temperatura (cuando sea requerido).....	38
8.11	Ensayo del revestimiento metálico de los alambres de cobre.....	38
8.12	Ensayo de galvanización .....	38
8.13	Ensayo de resistencia a la fisuración de una cubierta de PVC ST2 y de una cubierta libre de halógenos SHF 1 (ensayo de choque térmico) .....	38
8.13.1	Procedimiento .....	38
8.13.2	Requisitos .....	38
8.14	Ensayo de resistencia al ozono para aislamientos y cubiertas .....	39
8.14.1	Procedimiento .....	39
8.14.2	Requisitos .....	39
8.15	Ensayo de inmersión en aceite caliente y ensayo de inmersión mejorado en aceite caliente para cubiertas .....	39
8.15.1	Ensayo de inmersión en aceite caliente .....	39
8.15.2	Ensayo de inmersión mejorado en aceite caliente (cuando sea requerido).....	39
8.16	Ensayo de resistencia a los lodos de perforación (cuando sea requerido).....	39
8.17	Ensayos de fuego.....	39
8.17.1	Ensayo de propagación de la llama en cables individuales .....	39
8.17.2	Ensayo de propagación de la llama en cables en capa.....	39
8.17.3	Ensayo de emisión de humos .....	39
8.17.4	Ensayo de emisión de gases ácidos .....	40
8.17.5	Ensayo de medida del pH y la conductividad.....	40
8.17.6	Ensayo de contenido en flúor.....	40
8.17.7	Ensayo de resistencia al fuego (ensayo de integridad de circuitos de cables).....	40
8.18	Determinación de la dureza del aislamiento HEPR.....	40
8.19	Determinación del módulo elástico del aislamiento HEPR.....	41
8.20	Durabilidad del marcado .....	41

<b>Anexo A (Normativo)</b>	<b>Método del cálculo ficticio para determinar las medidas de los revestimientos protectores .....</b>	<b>42</b>
A.1	Visión de conjunto .....	42
A.2	Generalidades .....	42
A.3	Método.....	42
A.3.1	Conductores .....	42
A.3.2	Conductores aislados.....	43
A.3.3	Diámetro sobre los conductores aislados cableados .....	45
A.3.4	Revestimientos internos .....	48
A.3.5	Cubierta.....	48
A.3.6	Armadura de trenza .....	48
<b>Anexo B (Informativo)</b>	<b>Niveles mínimos recomendados de tensión de ensayo dieléctrico en seco (según la Norma IEC 62230).....</b>	<b>49</b>
B.1	Generalidades .....	49
B.2	Tensiones de ensayo.....	49
B.2.1	Generalidades .....	49
B.2.2	Electrodos de contacto.....	49
B.2.3	Electrodos sin contacto.....	50
<b>Anexo C (Normativo)</b>	<b>Redondeo de números .....</b>	<b>51</b>
C.1	Redondeo de números para el fin del método de cálculo ficticio .....	51
C.1.1	Reglas.....	51
C.1.2	Ilustraciones .....	51
C.2	Redondeo de los números para otros usos.....	51
<b>Anexo D (Normativo)</b>	<b>Cálculo de los límites inferior y superior de las dimensiones exteriores de los cables con conductores circulares de cobre.....</b>	<b>53</b>
D.1	Generalidades .....	53
D.2	Límite inferior para el diámetro exterior .....	53
D.3	Límite superior para el diámetro exterior .....	53
D.4	Espesor de las capas obligatorias u opcionales distintas del aislamiento y de la(s) cubierta(s).....	54
<b>Anexo E (Normativo)</b>	<b>Ensayo de impacto y ensayo de doblado en frío para el comportamiento a baja temperatura .....</b>	<b>56</b>
E.1	Ensayo de doblado en frío a cualquier temperatura baja especificada .....	56
E.1.1	Método nº 1 .....	56
E.1.2	Método nº 2 .....	56
E.1.3	Examen y requisitos.....	57
E.2	Ensayo de impacto a cualquier temperatura baja especificada .....	57
E.2.1	Equipo de ensayo .....	57
E.2.2	Procedimientos.....	57
E.2.3	Requisitos .....	57
<b>Bibliografía.....</b>		<b>58</b>
<b>Tabla 1 – Sección mínima de los conductores .....</b>		<b>19</b>
<b>Tabla 2 – Tensión de ensayo para los ensayos de rutina .....</b>		<b>26</b>
<b>Tabla 3 – Número de muestras según la longitud de cable .....</b>		<b>27</b>
<b>Tabla 4 – Tan <math>\delta</math> en función de la tensión .....</b>		<b>34</b>
<b>Tabla 5 – Tan <math>\delta</math> en función de la temperatura .....</b>		<b>34</b>
<b>Tabla 6 – Tensiones de resistencia al impulso .....</b>		<b>35</b>
<b>Tabla 7 – Métodos de ensayo y requisitos relativos a los componentes libres de halógenos .....</b>		<b>40</b>

<b>Tabla A.1 – Diámetro ficticio del conductor .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla A.2 – Incremento de diámetro para conductores concéntricos y pantallas metálicas formadas por cinta o alambre .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla A.3 – Coeficiente de cableado <math>k</math> para conductores aislados cableados.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla A.4 – Coeficiente <math>c_f</math>.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla B.1 –Tensiones de ensayo dieléctrico en seco mínimas recomendadas para cables con una tensión asignada (<math>U_0</math>) entre 150 V y 1 800 V .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla D.1 – Límites inferior y superior de los conductores de cobre circulares para los cables destinados a instalaciones fijas.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla E.1 – Detalles del ensayo de doblado a baja temperatura.....</b>	<b>56</b>

## 1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma IEC 60092 proporciona los requisitos de construcción general y los métodos de ensayo a utilizar en la fabricación de cables de energía, control e instrumentación con conductores de cobre destinados a ser utilizados en sistemas eléctricos fijos con tensiones hasta 18/30(36) kV inclusive, a bordo de buques y aplicaciones en alta mar (móviles y fijas).

La referencia a sistemas fijos incluye aquellos que están sometidos a vibraciones (debido al movimiento del buque o de la instalación) o movimientos (debido al desplazamiento del buque o de la instalación), pero no aquellos que están destinados a flexiones frecuentes. Los cables adecuados para flexiones frecuentes o continuas se detallan en otras normas IEC, por ejemplo en las Normas IEC 60227 e IEC 60245, y sus usos se restringen a aquellas situaciones que no implican una exposición directa a un ambiente marino (por ejemplo, herramientas portátiles y equipos domésticos).

Los siguientes tipos de cables no están incluidos:

- cables de fibra óptica;
- cables submarinos y umbilicales;
- cables de datos y de comunicación;
- cables coaxiales.

## 2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

IEC 60050-461, *Vocabulario eléctrico internacional. Parte 461: Cables eléctricos.*

IEC 60092-353, *Instalaciones eléctricas en buques. Parte 353: Cables de energía para tensiones asignadas de 1 kV y 3 kV.*

IEC 60092-360:2014, *Instalaciones eléctricas en buques. Parte 360: Materiales de aislamiento y cubiertas para cables de energía, control, instrumentación y telecomunicación instalados en buques y unidades en alta mar.*

IEC 60228, *Conductores de cables aislados*

IEC 60230, *Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.*

IEC 60331-1, *Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos a condiciones de fuego. Integridad del circuito. Parte 1: Método de ensayo de fuego con impacto a una temperatura de al menos 830 °C para cables de tensión asignada inferior o igual a 0,6/1,0 kV y con diámetro exterior superior a 20 mm.*

IEC 60331-2, *Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos a condiciones de fuego. Integridad del circuito. Parte 2: Método de ensayo de fuego con impacto a una temperatura de al menos 830 °C para cables de tensión asignada inferior o igual a 0,6/1,0 kV y con diámetro exterior no superior a 20 mm.*

IEC 60331-11, *Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos a condiciones de fuego. Integridad del circuito. Parte 11: Equipo. Sólo fuego a una temperatura de llama de al menos 750 °C.*

IEC 60331-21, *Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos a condiciones de fuego. Integridad del circuito. Parte 21: Procedimientos y requisitos. Cables de tensión asignada inferior o igual a 0,6/1,0 kV.*

IEC 60332-1-2, *Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.*

IEC 60332-3-22, *Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.*

IEC 60684-2, *Tubos flexibles aislantes. Parte 2: Métodos de ensayo.*

IEC 60754-1, *Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.*

IEC 60754-2, *Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.*

IEC 60811-201, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento.*

IEC 60811-202, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 202: Ensayos generales. Medición del espesor de las cubiertas no metálicas.*

IEC 60811-203, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 203: Ensayos generales. Medición de las dimensiones exteriores.*

IEC 60811-401, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 401: Ensayos varios. Métodos de envejecimiento térmico. Envejecimiento en estufa de aire.*

IEC 60811-403, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 403: Ensayos varios. Ensayo de resistencia al ozono sobre compuestos elastoméricos.*

IEC 60811-404, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 404: Ensayos varios. Ensayo de inmersión en aceite mineral para cubiertas.*

IEC 60811-409, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 409: Ensayos varios. Ensayo de pérdida de masa de los aislamientos y cubiertas termoplásticos.*

IEC 60811-501, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 501: Ensayos mecánicos. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de las mezclas de aislamientos y cubiertas.*

IEC 60811-504, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 504: Ensayos mecánicos. Ensayos de doblado a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.*

IEC 60811-505, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 505: Ensayos mecánicos. Ensayo de alargamiento a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.*

IEC 60811-506, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 506: Ensayos mecánicos. Ensayo de choque a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.*

IEC 60811-507, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 507: Ensayos mecánicos. Ensayo de alargamiento en caliente para materiales reticulados.*

IEC 60811-508, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 508: Ensayos mecánicos. Ensayo de presión a temperatura elevada para aislamientos y cubiertas.*

IEC 60811-509, *Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 509: Ensayos mecánicos. Ensayos de resistencia a la fisuración de los aislamientos y cubiertas (choque térmico).*

IEC 60885-2, *Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 2: Ensayo de descargas parciales.*

IEC 61034-1, *Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.*

IEC 61034-2, *Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.*

ISO 7989-2:2007, *Alambres de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no férricos sobre alambres de acero. Parte 1: Recubrimientos de zinc o aleación de zinc.*