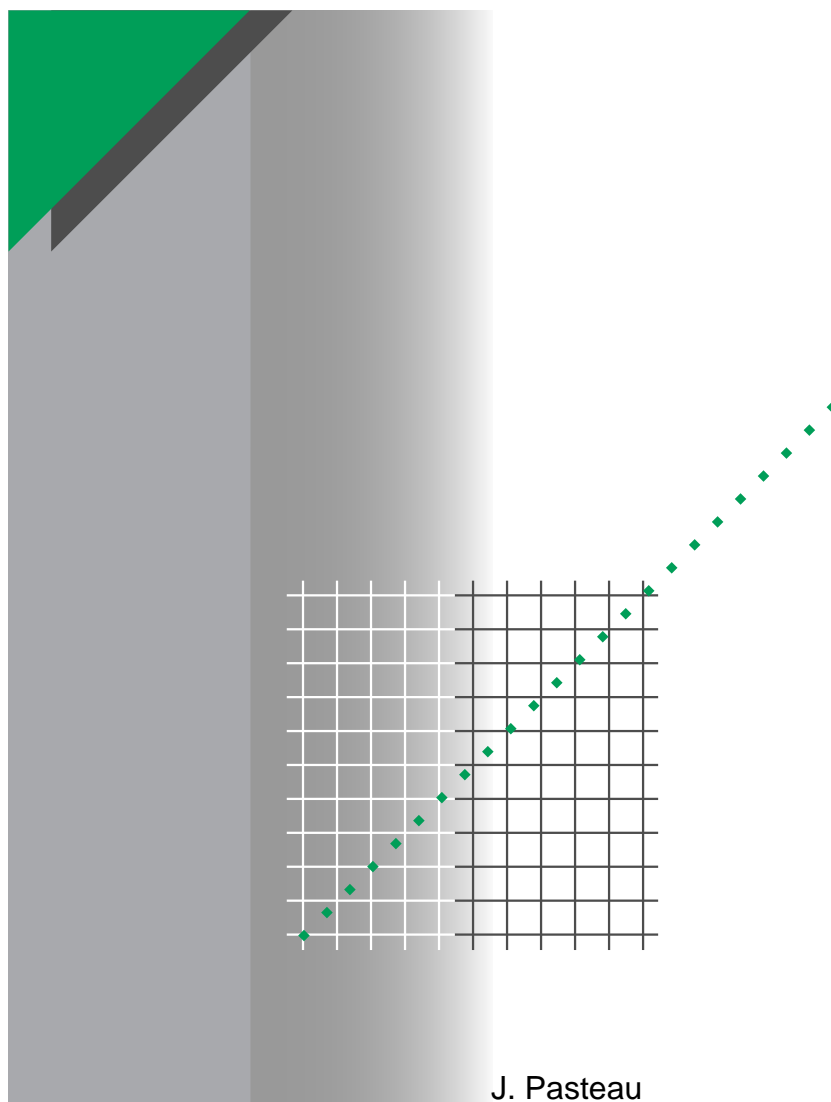


Cuaderno Técnico nº 166

Envolventes y grados de protección



J. Pasteau

| | |
|--|---------------------------|
|  | Merlin Gerin |
|  | Eunea Merlin Gerin |
|  | Modicon |
|  | Telemecanique |
|  | Mesa |
|  | Himel |
|  | Square D |

La **Biblioteca Técnica** constituye una colección de títulos que recogen las novedades electrotécnicas y electrónicas. Están destinados a Ingenieros y Técnicos que precisen una información específica o más amplia, que complemente la de los catálogos, guías de producto o noticias técnicas.

Estos documentos ayudan a conocer mejor los fenómenos que se presentan en las instalaciones, los sistemas y equipos eléctricos. Cada uno trata en profundidad un tema concreto del campo de las redes eléctricas, protecciones, control y mando y de los automatismos industriales.

Puede accederse a estas publicaciones en Internet:
<http://www.schneiderelectric.es>

Igualmente pueden solicitarse ejemplares en cualquier delegación comercial de **Schneider Electric España S.A.**, o bien dirigirse a:

Centro de Formación Schneider
C/ Miquel i Badia, 8 bajos
08024 Barcelona

Telf. (93) 285 35 80
Fax: (93) 219 64 40
e-mail: formacion@schneiderelectric.es

La colección de **Cuadernos Técnicos** forma parte de la «Biblioteca Técnica» de **Schneider Electric España S.A.**

Advertencia

Los autores declinan toda responsabilidad derivada de la incorrecta utilización de las informaciones y esquemas reproducidos en la presente obra y no serán responsables de eventuales errores u omisiones, ni de las consecuencias de la aplicación de las informaciones o esquemas contenidos en la presente edición.

La reproducción total o parcial de este Cuaderno Técnico está autorizada haciendo la mención obligatoria: «Reproducción del Cuaderno Técnico nº 166 de Schneider Electric».

Cuaderno Técnico nº 166

Envolventes y grados de protección



Jean PASTEAU

Licenciado en Ciencias Físicas en 1959, entró en Merlin Gerin en 1962.

De 1983 a 1987 ha sido el delegado de Merlin Gerin en los organismos técnicos (CEI, UTE, CENELEC, CIGRE, ...).

Desde 1987 es el Presidente del Comité d'Etudes 70 de la CEI encargado de la protección que deben tener las envolventes.

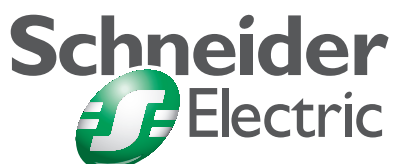
Preside el grupo BTTF68-3 encargado de elaborar la norma europea que se refiere al código IK.

En 1997 se le impuso la medalla Kelvin de la CEI, en recompensa a sus numerosas actividades a favor de la Comisión Electrotécnica Internacional.

Trad.: E. Rober, J.M. Giró

Original francés: junio 2000

Versión española: febrero 2001



Envolventes y grados de protección

La protección de las personas contra los contactos directos es una exigencia de ciertos reglamentos que se concretan en las normas de instalación eléctrica (en España, UNE 20460 y el R.E.B.T. y las Instrucciones Técnicas Complementarias).

Por otra parte, la protección de los materiales contra ciertas influencias externas a menudo se especifica en las normas de los productos.

Por todo ello, explicar los grados de protección que pueden proporcionar las envolventes, y cómo las normas los codifican, es una información casi indispensable para todos: legisladores, instaladores, personal de mantenimiento y organismos de control.

De ahí, este Cuaderno Técnico, que sustituye al Cuaderno Técnico nº 6 escrito en 1982 e invalidado por la revisión de la CEI 529.

| | | | |
|----------|---|-----------|-----------|
| 1 | Introducción | p. | 5 |
| 2 | Generalidades | p. | 6 |
| | 2.1 Definiciones | | |
| | 2.2 Utilización de una codificación | p. | 7 |
| 3 | El código IP | p. | 8 |
| | 3.1 Generalidades | | |
| | 3.2 Primera cifra | p. | 8 |
| | 3.3 Segunda cifra | p. | 9 |
| | 3.4 Letra adicional | p. | 11 |
| | 3.5 Letra suplementaria | p. | 11 |
| 4 | El código IK | p. | 12 |
| | 4.1 Introducción | | |
| | 4.2 Grados de protección | p. | 12 |
| 5 | Aplicación al diseño de materiales eléctricos | p. | 14 |
| 6 | Conclusión | p. | 14 |
| | Anexo: Equivalencias entre las antiguas terceras cifras del código IP y el código IK | p. | 15 |
| | Bibliografía | p. | 15 |

1 Introducción

No es suficiente que un material responda a las exigencias funcionales que se le asignan. Es necesario también protegerlo contra las influencias externas que podrían serle nocivas y asegurarse de que no es peligroso para los usuarios o para el entorno.

Se pueden utilizar diferentes medios, separada o conjuntamente, para satisfacer esta última exigencia. Estos medios se resumen en uno de los siguientes métodos:

- la puesta fuera de alcance por alejamiento vertical u horizontal, por ejemplo interponiendo un obstáculo,
- el aislamiento sólido completo, utilizado especialmente para los cables, pero no apropiado cuando hay piezas en movimiento,
- la colocación dentro de una envolvente, que es, precisamente, el objeto de estudio de este Cuaderno.

Este último método tiene la ventaja de permitir responder fácilmente a otra exigencia, la protección del material contra ciertas influencias como son:

- la penetración de cuerpos extraños que podrían perturbar el funcionamiento mecánico o eléctrico. Se encuentran entre ellos tanto la arena y el polvo, como pequeños animales e insectos voladores o trepadores,
- agua y otros líquidos que podrían alterar el aislamiento y provocar su degradación,
- choques mecánicos que podrían deformar o romper las partes frágiles,
- gases corrosivos del ambiente,

- campos electromagnéticos radiantes,
- radiaciones diversas, entre ellas, la luz.

Siendo un soporte, la envolvente permite también realizar conjuntos con aparatos complementarios o coordinados. Es pues éste el método de protección más extendido. Se utiliza también tanto para equipos electrónicos o informáticos como para electrodomésticos o para equipamientos en baja o alta tensión o para las máquinas rotativas. La envolvente puede ser parte integrante del material o construirse separadamente y venderse vacía a un cuadrista. Puede ser de diferentes materiales y ser metálica o sintética, aislante o conductora.

Para facilitar las relaciones entre constructores, usuarios y legisladores, las normas definen la terminología, las características y los medios de verificación de un producto, de un servicio o de una instalación. Para la protección que proporcionan las envolventes, las normas se fundamentan en la Publicación 60529 de la CEI y la 50102 de CENELEC (ver en la bibliografía las correspondencias con las normas españolas). Es preciso remarcar que estas normas definen las protecciones que pueden proporcionar las envolventes y no las ofrecidas por las envolventes mismas. Estas normas llamadas «horizontales» no se aplican cuando hay una norma específica sobre dicho producto, o una especificación concreta que se refiere a él. Por extensión los grados de protección se utilizan también para caracterizar las barreras u obstáculos.

2 Generalidades

2.1 Definiciones

Para comprender realmente las normas, es indispensable referirse a las definiciones del vocabulario utilizado, definiciones a su vez normalizadas para cada ámbito de trabajo. He aquí pues, algunos términos utilizados cuando hay que referirse a la protección por envoltorio de material eléctrico. Teniendo en cuenta la pluralidad internacional, se aceptan también los términos correspondientes en inglés. La referencia que le sigue es la que da a cada término el Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI).

■ **Envoltorio (enclosure)** VEI 826-03-12

«Elemento que garantiza la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y, en todas las direcciones, la protección contra los contactos directos».

La CEI 60529 añade las notas siguientes:

«1) las envoltorios garantizan la protección de personas y de animales contra el acceso a partes peligrosas,

2) las barreras, formas de abertura o cualquier otro medio –que formen parte de la envoltorio o que estén hechas con el material del interior– apropiadas para impedir o limitar la penetración de los calibres de ensayo especificados se consideran una parte de la envoltorio, salvo si es posible quitarlas sin ayuda de una llave o de una herramienta».

Las **figuras 1 y 2** ilustran esta definición.

De esta manera las envoltorios protegen contra los contactos directos. Su realización puede también contribuir a la protección contra los contactos indirectos cuando se asegura la continuidad de las masas.

■ **Grado de protección (degree of protection)**. «Campo (nivel) de protección ofrecido por una envoltorio contra una acción particular y verificado por métodos de ensayo normalizados».

■ **Parte peligrosa (hazardous part)**. «Parte a la que es peligroso aproximarse o tocar».

No importa de qué peligro se trate: eléctrico (en alta y baja tensión), mecánico, térmico u otro.

■ **Distancia adecuada (adequate distance)**.

«Distancia que impide que un calibre de accesibilidad toque o se aproxime a las partes peligrosas».

Esta distancia varía con la tensión en el interior del material.

■ **Calibre de accesibilidad (access probe)**.

«Calibre de ensayo que simula **de manera convencional** una parte de una persona o de una herramienta o de un objeto análogo, mantenido por una persona a fin de verificar la distancia suficiente a las partes peligrosas».

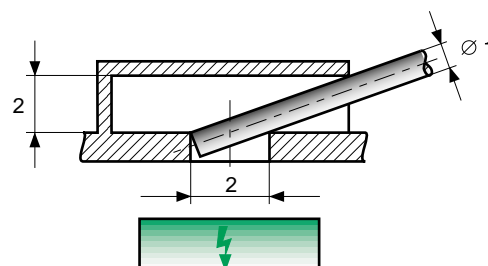


Fig. 1: Una cubierta fija delante de una abertura impide el paso de la varilla o «calibre de ensayo» de 1 mm de Ø, de ahí un grado de protección IP3XD (según la norma CEI 60529).

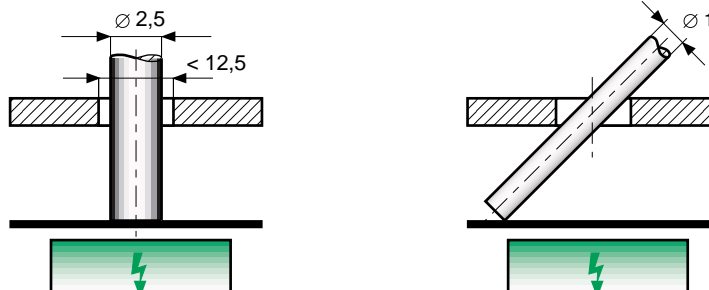


Fig. 2: Un panel fijo, en el interior de una envoltorio, impide el paso de piezas o «calibres de ensayo» de Ø 2,5 mm y de Ø 1 mm, de ahí un grado de protección IP2XD (según la norma CEI 60529).

Es necesario destacar aquí el carácter convencional de la representación de una parte del cuerpo. El «dedo de prueba articulado» no pretende representar las falanges más largas, ni las más estrechas; es solamente el nombre de un calibre de ensayo que representa un dedo de forma típica. Si se busca una protección más fina, es conveniente utilizar un grado superior. Este tipo de calibre se utiliza para verificar la protección de personas. Para un ensayo con un calibre de este tipo, el criterio de validez es que si penetra parcialmente quede a una «distancia suficiente».

■ Calibre-objeto (object probe). «Calibre de ensayo que simula un cuerpo extraño, para verificar la posibilidad de penetración en una envolvente».

El ensayo es satisfactorio si un calibre así no penetra más allá de su diámetro mayor, como un calibre de escariado.

■ Aparamenta (switchgear and controlgear) VEl 441-11-01. «Término general aplicable a los aparatos de conexión y su combinación con aparatos de mando, de medida, de protección y de reglaje, que les están asociados, así como las uniones de tales aparatos con las conexiones, los accesorios, las envolventes y las armaduras correspondientes».

■ Conjunto bajo envolvente (enclosed assembly). VEl 441-12-02. «Conjunto que tiene paredes en todas las caras laterales, superior e inferior, para asegurar un grado de protección específico».

2.2 Utilización de una codificación

Según Petit Robert, codificar significa «reunir disposiciones legales en un código», pero también «convertir en racional, crear un sistema organizado». Las dos acepciones del término son válidas aquí.

La codificación permite representar propiedades con un símbolo alfanumérico refiriéndose a sus definiciones y a su verificación.

Puede utilizarse en diversos aspectos:

■ para especificar unos niveles de exigencia: es el caso de los reglamentos sobre la protección del público o de los trabajadores.

Es también el caso de ciertas normas de instalación para un ambiente determinado; puede también ser el caso de una especificación particular de un usuario,

■ para que un constructor pueda describir las propiedades de su material: ciertas normas de producto dan de este modo un cruce de diversos grados de protección según se utilicen en un sentido o en otro.

En lo que concierne a la protección proporcionada por las envolventes de la aparamenta eléctrica, la normalización internacional define actualmente dos códigos: el código IP y el código IK.

3 El código IP

3.1 Generalidades

El código IP se describe en la publicación 60529 de la Comisión Electrotécnica Internacional. IP significa «International Protection». Este código permite describir los grados de protección proporcionados por las envolventes contra la proximidad de las partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños y contra los efectos nocivos del agua, por medio de las cifras y de las letras descritas a continuación.

Este código normalizado está destinado a usarse en las normas de los productos. Puede también utilizarse para caracterizar una envolvente vacía, pero entonces pueden surgir dificultades de interpretación:

- ¿dónde deberán situarse las partes peligrosas para estar «a distancia suficiente»?,
- ¿dónde podrán depositarse el agua o el polvo sin perjudicar el buen funcionamiento del material?

En efecto, los grados de protección no podrán determinarse hasta que la envolvente esté en servicio con material en el interior. Por tanto, el que incorpora el material es el que tiene la responsabilidad de la conformidad con la norma del producto acabado. Pero el constructor de la envolvente debe de indicar en su documentación dónde debe de montarse el material en su interior para que se mantengan los grados de protección que anuncia. En fin, el instalador que va a cablear el material (pasar los cables), fijarlo y en ciertos casos adaptar unos elementos auxiliares (pulsadores, aparatos de medida, ...) debe de vigilar que se mantenga el grado de protección especificado.

Las letras IP del código van seguidas de dos cifras independientes y a veces de letras. Cuando el grado de protección correspondiente a una de las cifras no se precise (porque no sea necesario o porque no sea conocido) se reemplaza por X.

3.2 Primera cifra

Para dar continuidad a las decisiones tomadas en las ediciones anteriores, demasiado complicadas para volver a poner dentro de la norma, la primera cifra característica indica **simultáneamente**:

- la protección de las personas contra el acceso a las partes peligrosas y
- la protección de los materiales contra la penetración de cuerpos extraños.

Para verificar la conformidad a una primera cifra, es necesario pues utilizar dos calibres (un

calibre de accesibilidad y un calibre-objeto) con las categorías de aplicación especificadas por la norma, o con un mismo calibre utilizado con dos criterios de aplicación.

Los diferentes grados corresponden a las protecciones siguientes:

- **IP 1X**: se trata de un enrejado o de una envolvente cuya abertura mayor no permite el paso de una bola de 50 mm de diámetro. Esto corresponde aproximadamente al paso de la mano. (**Figura 3**).

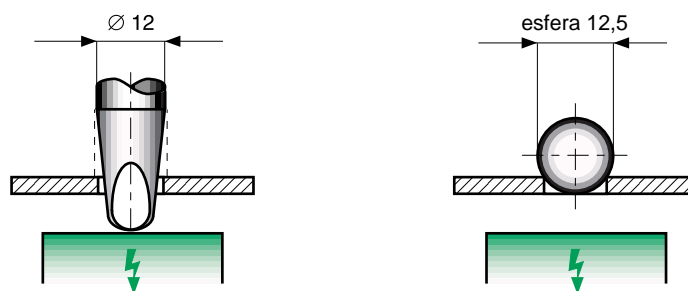


Fig. 3: La bola no entra, pero la punta del dedo toca la parte bajo tensión; de ahí un grado de protección IP 1X (según la norma CEI 60529).

■ **IP 2X:** el enrejado de protección tiene unas mallas más finas y el diámetro del calibre-objeto es de 12,5 mm. Además, el «dedo de prueba articulado» debe de quedar a distancia suficiente de las partes peligrosas.

■ **IP 3X:** la envolvente no debe de dejar penetrar los cuerpos extraños de más de 2,5 mm de diámetro.

El ensayo se hace con una varilla de acero con la punta desbarbada, porque el manejo de una bolita de 2,5 mm sería incómodo.

■ **IP 4X:** como el grado anterior, sustituyendo 2,5 mm por 1 mm.

■ **IP 5X e IP 6X:** estos dos grados corresponden a la protección contra la penetración de polvo. IP 5X permite la penetración de polvo donde no sea nocivo. El IP 6X no tolera ninguna entrada de polvo.

El ensayo se hace dentro de una cabina de ensayo en la que el talco se mantiene en suspensión por medio de una corriente de aire. Además, a la envolvente se le hace el vacío en el interior, salvo si la norma particular del material especifica que es de categoría 2, es decir, que el funcionamiento normal del montaje bajo la envolvente no puede crear una depresión interna notable. Aunque el ensayo se haga con talco, es necesario aquí considerar los efectos que podría tener cualquier otra clase de polvo.

La indicación dada por la primera cifra implica la conformidad del producto a todos los grados inferiores.

3.3 Segunda cifra

La segunda cifra característica del código IP indica el grado de protección contra los efectos perjudiciales de la penetración del agua. Es preciso que los ensayos (**figura 4**) se hagan con agua dulce sin aditivos. La interpretación de los ensayos para esta cifra puede ser delicada, puesto que está permitido que el agua penetre en la envolvente si no provoca efectos perjudiciales.

Los diferentes grados de la segunda cifra corresponden a las situaciones siguientes:

■ **IP X1:** este primer grado corresponde a la protección contra la caída vertical de agua a la que pueden quedar expuestos los materiales del interior por fugas o gotas de condensación en la parte alta del habitáculo o en tuberías que pasen encima de la envolvente.

■ **IP X2:** este grado corresponde también a las caídas de agua, pero con un mayor caudal y bajo un ángulo de hasta 15°. Este es el caso, por ejemplo, del material embarcado sobre los navíos.

■ **IP X3:** este grado corresponde a la estanqueidad a la lluvia. El ángulo máximo de riego es de 60° respecto a la vertical. La parte inferior de la envolvente puede estar abierta. El ensayo puede hacerse con una tubería en

arco, provista de orificios (repartidos sobre los 60° de un lado a otro de la vertical) o con una alcachofa en la que una muesca limita el ángulo de incidencia de los chorros. En los dos casos, se especifica el caudal de agua.

■ **IP X4:** para este grado de protección el caudal de cada chorro es el mismo que para el grado anterior, pero sobre 180°; además, el arco oscila en $\pm 180^\circ$, de manera que el agua se proyecta en todas direcciones. Este es el ensayo que se hace para lluvia fuerte y salpicaduras.

■ **IP X5 e IP X6:** éstos son grados de estanqueidad a la lanza de manguera que simula chorros de agua, golpes de mar, etc. Las condiciones de ensayo son más severas para el grado 6 que para el grado 5: el diámetro del tubo y caudal de agua son mayores.

■ **IP X7 e IP X8:** no corresponden ya a proyecciones de agua, sino a inmersiones pasajeras o permanentes. Por eso, las envolventes que satisfacen estos grados de protección deben de llevar una doble marca, indicando si responden igualmente a un grado inferior, por ejemplo: IP X5/X7 (un cubo sumergido en el agua al revés tiene un IP X8 pero no IP X4).

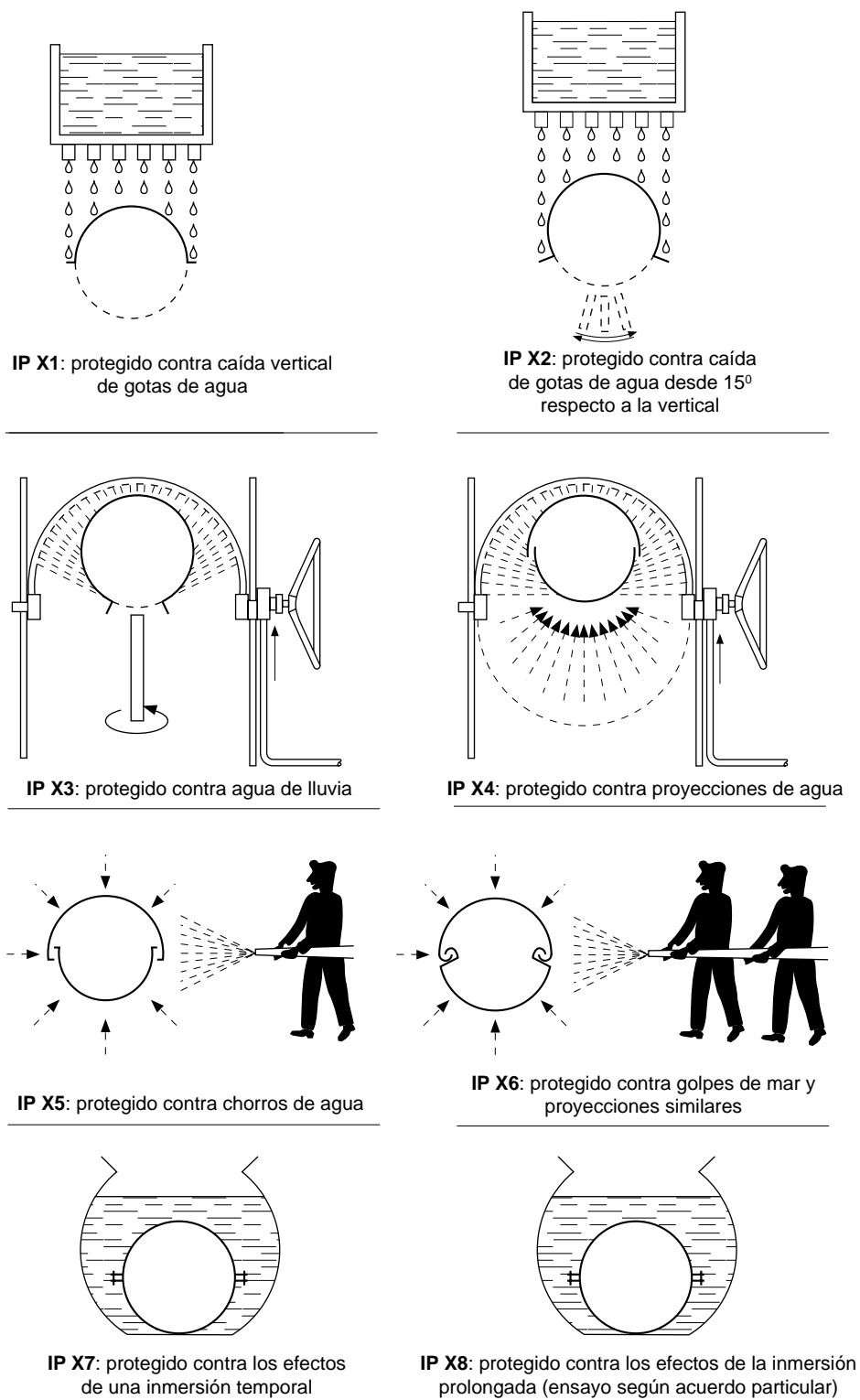


Fig. 4: Los diversos medios de ensayo previstos en la norma para atribuir la segunda cifra del código IP.

3.4 Letra adicional

En ciertos casos la protección proporcionada por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas es mejor que la indicada por la primera cifra (que también indica la protección contra la penetración de cuerpos extraños). Es, por ejemplo, el caso frecuente en el que una abertura en la envolvente está enmascarada con un apaño o con un pliegue de la chapa. Se puede entonces caracterizar esta protección por una letra adicional añadida después de las dos cifras. Esto permite tener aberturas adecuadas para la disipación térmica guardando el grado requerido de protección de las personas.

Esta letra tiene una de las significaciones siguientes:

■ **IP XXA**: no tiene aplicación concreta puesto que el ensayo para la letra A corresponde al de la primera cifra 1 (figura 3).

■ **IP XXB**: significa que los cuerpos extraños de diámetro superior a 12,5 mm pueden penetrar en la envolvente, pero que el dedo de prueba no penetra más de 80 mm, por tanto, no más allá de su empuñadura de 50 x 20 mm y queda a distancia suficiente de partes peligrosas (figura 5).

■ **IP XXC**: puede dejar penetrar cuerpos extraños de diámetro superior a 2,5 mm, pero un alambre de acero de este diámetro y 100 mm de longitud queda a una distancia suficiente de las partes peligrosas.

■ **IP XXD**: situación idéntica a la del grado precedente, pero para un diámetro de 1 mm.

La letra adicional se utiliza también cuando se requiere solamente la protección de las personas.

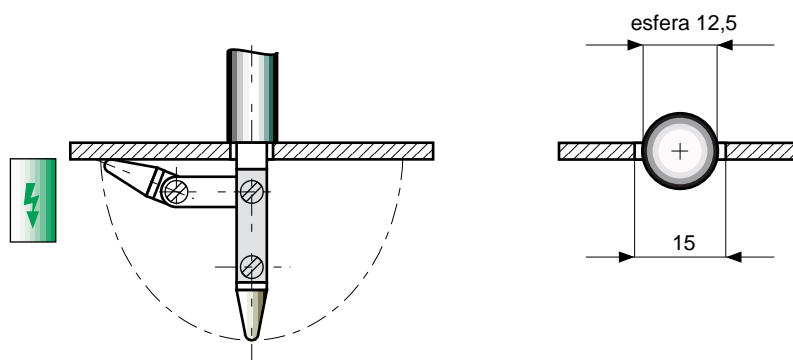


Fig. 5: La bola entra, pero el dedo queda a distancia de la parte bajo tensión; de ahí IP 1XB (según la norma CEI 60529).

3.5 Letra suplementaria

El código IP acepta también algunas letras suplementarias, puesta a continuación de otros caracteres, añadiendo una información concreta. Para la aparamenta eléctrica, sólo se utiliza la letra suplementaria W, que indica una protección contra la intemperie verificada por medios diferentes de los utilizados para la segunda cifra característica y que son difíciles

de aplicar a grandes materiales. Por ejemplo, el recipiente que se utiliza para hacer los ensayos dieléctricos bajo la lluvia se utiliza para verificar la protección contra la intemperie del material de alta tensión bajo envolvente.

Las letras M y S se utilizan en las máquinas rotativas para significar que se han probado con el rotor girando o parado.

4 El código IK

4.1 Introducción

Ciertos países habían sentido la necesidad de codificar también la protección proporcionada por las envolventes contra los impactos mecánicos.

Por eso añadían una tercera cifra característica al código IP (el caso de Bélgica, España, Francia y Portugal). Pero desde la adopción de la CEI 60529 como norma europea, ningún país europeo puede tener un código IP diferente.

Habiendo rechazado hasta ahora la CEI añadir esta tercera cifra al código IP, la única solución que había para mantener una

clasificación en este campo era crear un código diferente. Este es el objeto del proyecto de norma europea EN 50102: código IK.

Como las terceras cifras de los diferentes países podrían tener significados distintos y como ha fallado el introducir niveles suplementarios para cubrir las principales necesidades de las normas de producto, los grados del código IK tienen un significado diferente del de las antiguas terceras cifras (anexo 1).

Para limitar las confusiones, cada nuevo grado se indica con un número de dos cifras.

4.2 Grados de protección

Los grados de protección corresponden a niveles de energía de impacto expresados en julios. Es necesario distinguir un «impacto», acción de un martillo aplicado directamente sobre un material, de un «choque» transmitido por los soportes y expresado en términos de vibración, por tanto en frecuencia y aceleración.

La **figura 6** presenta la tabla 1 de la norma completada con las indicaciones relativas a los medios de ensayo. En efecto, los grados de protección contra los impactos mecánicos se pueden comprobar mediante diferentes tipos de martillos: martillo pendular, martillo con resorte o martillo de caída libre vertical

| Código IK | IK 01 | IK 02 | IK 03 | IK 04 | IK 05 | IK 06 | IK 07 | IK 08 | IK 09 | IK 10 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Energía (julios) | 0,14 | 0,2 | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 |
| Radio (mm) (1) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 25 | 25 | 50 | 50 |
| Material (1) A = acero: (2) P = poliamida: (3) | P | P | P | P | P | P | A | A | A | A |
| Martillo ■ basculante | sí | sí | sí | sí | sí | sí | sí | sí | sí | sí |
| Martillo de ■ de resorte | sí | sí | sí | sí | sí | sí | sí | no | no | no |
| Martillo ■ vertical | no | no | no | no | no | no | sí | sí | sí | sí |

(1) de la cabeza de golpear

(2) Fe 490 según ISO 1052, de dureza HRE 80 a 85, según ISO 6508

(3) de dureza HRR 85 a 100, según ISO 2039/2

Fig. 6: Exigencias de ensayo de los diversos grados IK.

(figura 7). Cada uno de ellos tiene un campo de aplicación específico en cantidad de energía y en la dirección de aplicación. Para que los impactos de la misma energía tengan

una severidad similar, se deben de respetar ciertas características de medios de ensayo: el radio de curvatura y la dureza de la pieza que golpea.

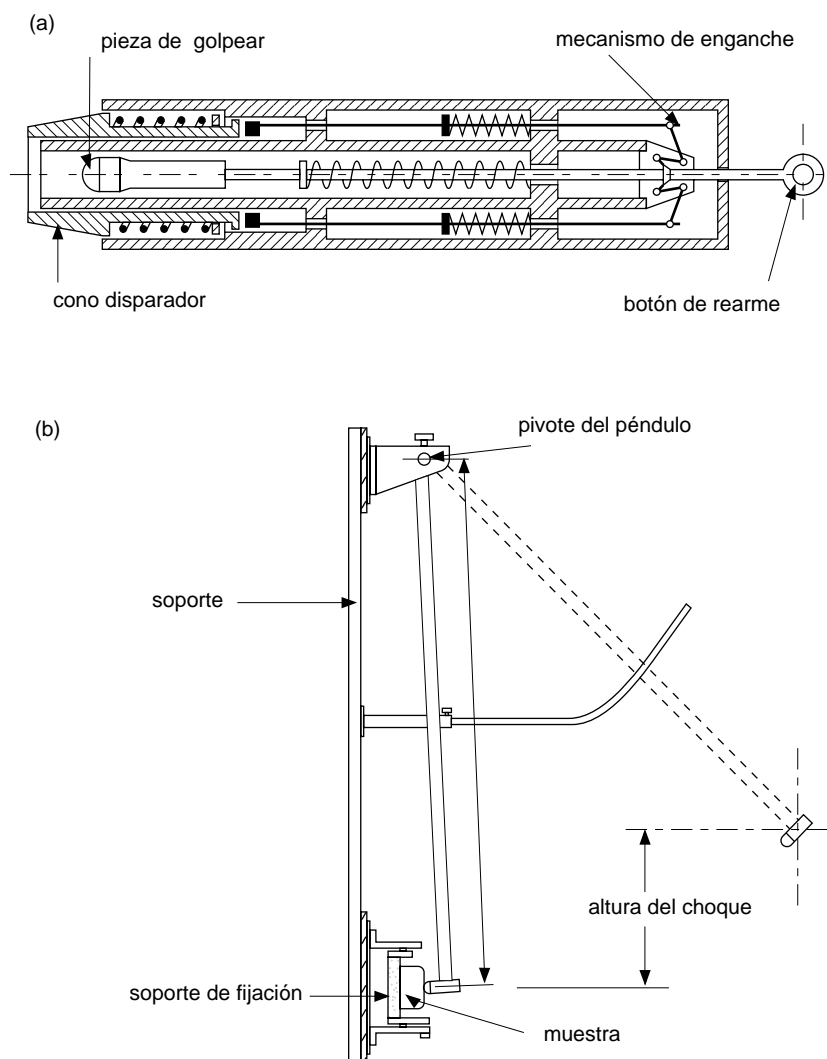


Fig. 7: Martillo de resorte (a) y martillo pendular (b) según la norma CEI 60068-2-75 (1997), utilizables para atribuir el código IK. Hay que destacar que el martillo de resorte necesita un dispositivo de contraste no representado.

5 Aplicación al diseño de materiales eléctricos

Estas nociones de protección tienen una gran influencia en el diseño de los diferentes materiales, porque la protección debe quedar asegurada no solamente por la envolvente exterior, sino también por la envolvente o partes de la envolvente interior (tabiques, puertas, tapas...).

El grado de protección de las personas debe, pues, ser definido igualmente para las partes interiores que puedan, con motivo de una manipulación, ser causa de un contacto directo, como, por ejemplo, la extracción de un interruptor automático. Por otra parte, incluso si una envolvente proporciona el grado de protección requerido, hará falta también que no pueda ser quitada parcial o totalmente. El problema no se presenta con elementos tales como motores, transformadores, etc.; en cambio tiene gran importancia para los cuadros donde ciertos compartimentos deben de ser accesibles durante la explotación.

En este caso se consideran dos clases de compartimentos:

- aquéllos en los que no se penetra más que excepcionalmente (juego de barras) para los que puede ser suficiente con tapas remachadas.

Como la maniobra de abertura no es sencilla, se supone que se hará con las precauciones dictadas por las normas de seguridad.

- aquéllos que pueden ser abiertos durante las maniobras normales de explotación. Normalmente están cerrados con puertas que están atornilladas o bloqueadas por un sistema añadido de enclavamiento, que viene a completar la protección garantizada por la envolvente.

No hace falta nada más que, a lo largo de todas estas operaciones de mantenimiento y explotación, la continuidad eléctrica de la envolvente no pueda fallar sea cual sea la posición del material.

6 Conclusión

Todo material eléctrico, para que cumpla, debe estar conforme con su norma de fabricación. Pero esta norma utiliza las normas horizontales, en particular aquéllas que tratan de los grados de protección.

Tanto el constructor como el usuario deberán pues complementar la lectura de este Cuaderno Técnico con la de las normas correspondientes (bibliografía).

Anexo: Equivalencias entre las antiguas terceras cifras del código IP y el código IK

| | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Antiguas terceras cifras del código IP de la UNE 20324 | IP XX1 | IP XX3 | IP XX5 | IP XX7 | IP XX9 |
| Código IK | IK 02 | IK 04 | IK 07 | IK 08 | IK 10 |

Bibliografía

Documentos que describen los grados de protección

- CEI 60529 (1989): Grados de protección proporcionados por los envoltentes (código IP).
- Aplicación europea: EN 60529 (1991).
- Aplicación en España: UNE-EN 60529.
- EN 50102 (1995) + Enmienda A1 (1999): Grados de protección proporcionados por las envoltentes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Documentos que especifican los grados de protección

- CEI 60298: Aparamenta bajo envoltente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60439-1 (1999): Conjunto de aparamenta de baja tensión - Parte 1.
- Aplicación europea: EN 60439-1.
- CEI 60947-1 (1999): Aparamenta de baja tensión - Parte 1.
- Aplicación europea: EN 60947-1.