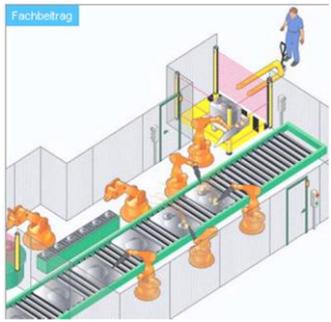


El siguiente documento resume las normas que afectan a los cuadros eléctricos industriales (aquellos que van asociados a máquinas y/o procesos), intentando clarificar la aplicación de alguna de las normas implicadas y los ensayos a realizar.

El punto de partida son las Directivas que pueden afectar a dicho equipamiento.

## Directiva de Máquinas y la Directiva de BT

Directiva Máquinas	Directiva Baja Tensión
<p>Seguridad durante la operación de la máquina</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- DM 2006/42/CE</li><li>- Normas CEI/ISO</li></ul>  	<p>Equipo Eléctrico de la máquina</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- LVD 2006/95/EC --&gt; LVD 2014/35/EU (a partir 20/04/2016)</li><li>- CEI 60204..</li><li>- CEI 61439</li><li>- documentación</li><li>- .....</li></ul> 

Las directivas definen simplemente los requerimientos básicos para advertir de los riesgos sin especificar los medios/soluciones que se pueden implementar.

Las normas técnicas proporcionan las guías para la realización de las exigencias básicas para la prevención de riesgos para el operador y el producto. Las normas de la Unión Europea están disponibles como " normas armonizadas europeas ".(llevan implícitas el alcance de las directivas) La serie de normas UNE/EN 61439 y UNE/EN 60204 (que veremos más adelante), son normas armonizadas, con lo que el cumplimiento de dichas normativas aporta presunción de conformidad respecto a las Directivas de BT.

### Aspectos especiales de la Directiva de Máquinas:

"[...] Donde la maquinaria tiene un suministro de electricidad, éste será diseñado, construido y equipado de tal modo que todos los peligros de una naturaleza eléctrica son o pueden ser prevenidos. [...]"

En cuanto a los peligros planteados por la electricidad, la Directiva de Máquinas expresamente se refiere a los objetivos de seguridad de la Directiva de Baja Tensión. El equipo eléctrico de máquina es sustancial no sólo a las normas asociadas con la Directiva de Máquinas, sino también a aquellas publicadas para la Directiva de Baja Tensión.

El uso de la Norma UNE- EN 60204-XX permite a la declaración de conformidad con las exigencias relevantes esenciales de la Directiva de Máquinas o la Directiva de Baja Tensión

Como consecuencia de la evaluación de riesgo, los fabricantes de cuadros eléctricos de control pueden usar reglas técnicas, p.ej. aquellas dadas en la Norma UNE- EN 61439-1 /2, como una ayuda adicional para el diseño (p.ej. el cálculo térmico y de cortocircuito).

Sin embargo, el empleo exclusivo de las Normas UNE- EN 61439-1/2 no es suficiente para la seguridad de máquinas.

El empleo de la UNE EN60204-XX es suficiente para la declaración de conformidad de los cuadros eléctricos que son la parte del equipo eléctrico de máquinas.

Como hemos visto, aparecen dos normas de referencia para los cuadros eléctricos. Veamos un pequeño resumen de estas dos normas, su objeto y campo de aplicación

## Normas UNE-EN 61439-1/2

- **La UNE-EN 61439-1: Conjuntos de aparamenta de BT – Reglas Generales**
  - Se aplica a los CONJUNTOS:
    - <1000 Vca ó < 1500 Vcc
    - Fijos o móviles, con o sin envolvente
    - Que se usen en conexión a la generación, transmisión, distribución y conversión de la energía eléctrica, y para el control de los equipos eléctricos
    - Condiciones de uso especiales
      - Buques: + CEI60092-302
      - Atmósferas explosivas: + CEI60079 y 61241
    - Diseñados como **equipamiento eléctrico de máquinas** siempre que se cumpla con los otros requisitos específicos aplicables, que son los recogidos en las series de normas **CEI60204** (Seguridad de las máquinas. Equipo Eléctrico de las máquinas)
  - Esta norma aplica a todos los CONJUNTOS tanto si están diseñados, fabricados y verificados en una sola vez o totalmente normalizados y fabricados en grandes cantidades
- La **UNE-EN 61439-2** (marzo 2012), para **cuadros de potencia y equipos eléctricos en máquinas**.

La norma UNE EN 61439 es la Norma Técnica de referencia para para el montaje/construcción/ensayos de los cuadros eléctricos (CONJUNTOS).

Cómo se ha comentado para los cuadros diseñados como equipo eléctrico de máquinas, primero deben cumplirse los requisitos de las normas CEI 60204.

El cumplimiento de dicha norma armonizada, es suficiente para aportar conformidad a la Directiva de BT, y el marcaje CE del equipo. (No a la Directiva de Máquinas)

Los fabricantes de cuadros eléctricos pueden usar las reglas técnicas dadas por la UNE EN 61439-1/2 , como una ayuda adicional al diseño (por ejemplo en todo lo que hace referencia a calentamiento y cortocircuito)

## Norma UNE-EN 60.204-1

### Seguridad de las máquinas. Equipo Eléctrico de las máquinas.

- Se aplica a equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables de las máquinas no portátiles manualmente en funcionamiento, incluyendo un grupo de máquinas que funcionan conjuntamente de una forma coordinada
- Para garantizar:
  - La seguridad de personas y bienes
  - La coherencia en la respuesta de los mandos
  - La facilidad de mantenimiento
- El equipo cubierto por esta norma comienza en el punto de conexión de la alimentación al equipo eléctrico de la máquina (dispositivo de seccionamiento de alimentación)

Trata los siguientes puntos:

- Conexiones de alimentación y dispositivos para la desconexión y seccionamiento
- Protección contra los choques eléctricos: protección contra los contactos directos, e indirectos
- Protección del equipo contra los efectos de: cortocircuitos, sobrecargas, temperaturas anormales, pérdida alimentación, sobretensiones,....
- Conexiones equipotenciales
- Circuitos y funciones de mando
- Interface de operadores y dispositivos de mando montados en el aparato de elevación
- Equipo electrónico
- Envolventes, conductores y cables (y prácticas de cableado)
- Marcado, señales advertencia
- Documentación técnica a entregar
- Ensayos y verificaciones

Si nos centramos en este último apartado (que en concreto es el punto 18 de esta norma) :

## 18- ENSAYOS y VERIFICACIONES

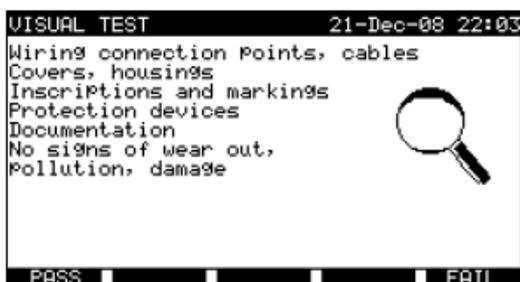
- **Verificación de la conformidad del equipo eléctrico con la documentación técnica**
- **Protección contra los contactos indirectos por desconexión automática → verificar condiciones de desconexión**
  - **Continuidad del circuito de protección equipotencial**
- **Ensayos de resistencia de aislamiento**
- **Ensayos de tensión: rigidez dieléctrica**
- **Protección contra tensiones residuales**
- **Ensayos funcionales**

### Tabla ensayos

Prueba	Límites	
	sección	Máx. caída de tensión
<b>1.</b> Prueba de continuidad del circuito de protección PE	1 mm <sup>2</sup>	≤ 3,3 V
	1,5 mm <sup>2</sup>	≤ 2,6 V
	2,5 mm <sup>2</sup>	≤ 1,9 V
	4 mm <sup>2</sup>	≤ 1,4 V
	> 6 mm <sup>2</sup>	≤ 1,0 V
<b>3.</b> Prueba de resistencia de aislamiento	> 1 MΩ	
<b>4.</b> Rigidez dieléctrica	1 s – sin roturas	
<b>5.</b> Tiempo de descarga	≤ 60 V en 5 s	
	≤ 60 V en 1 s (enchufes)	
<b>6.</b> Prueba funcional		
<b>7.</b> Repetición de pruebas en caso de modificaciones		

## Verificación visual

- Se debe realizar una inspección visual con el fin de verificar que el equipo eléctrico coincida con la descripción en la documentación.
- Esto incluye, por ejemplo, una inspección minuciosa de los cuadros focalizándose en el cableado y la integridad y el uso correcto de los componentes instalados para garantizar que coincidan con la información proporcionada en la documentación



## Protección contra los contactos indirectos por desconexión automática

- Condiciones para la desconexión automática de la alimentación, verificadas mediante ensayos
- Para sistemas TN
  - Continuidad del circuito de protección equipotencial
  - Protección por la desconexión automática de la alimentación: verificación de la impedancia del bucle
- Para los sistemas TT e IT , ver norma IEC60364-6-61
- **Continuidad del circuito de protección equipotencial**

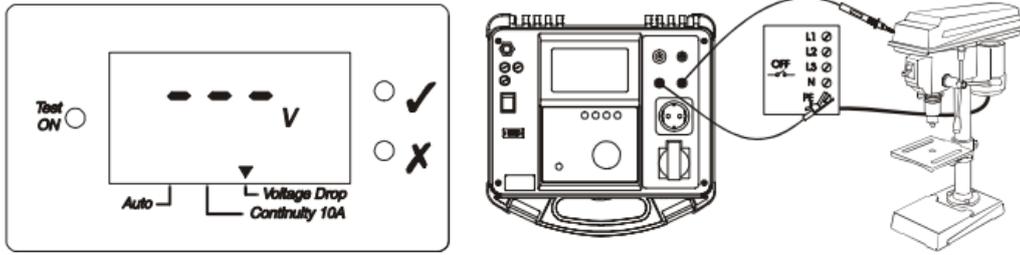
.- Verificar la continuidad del circuito de protección equipotencial por inyección de una intensidad de al menos 10 A á 50 Hz derivada de una fuente de MBTS. Los ensayos deben realizarse entre el borne PE y los correspondientes puntos que forman parte del circuito de protección equipotencial

.- Las tensiones medidas entre el borne PE y los puntos de ensayo, no deben exceder los valores dados en la siguiente tabla

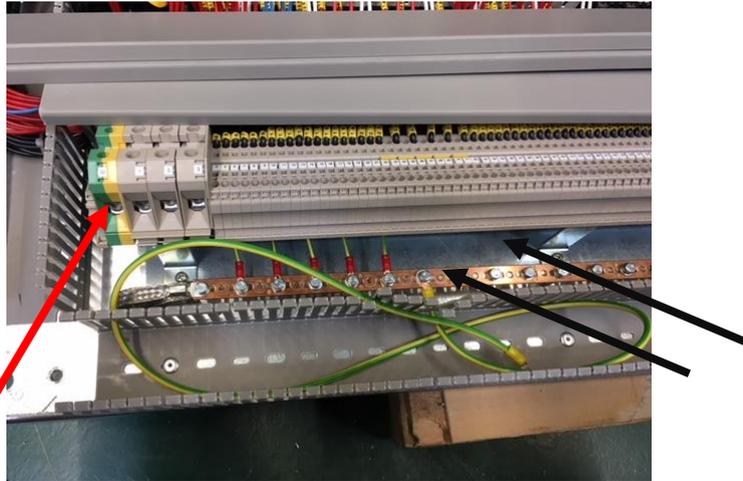
### **Verificación de la continuidad del circuito de protección equipotencial**

<b>Sección mínima útil del conductor de protección de la sección en ensayo mm<sup>2</sup></b>	<b>Caída de tensión máxima medida (valores dados para una intensidad de ensayo de 10 A) V</b>
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
> 6,0	1,0

- Medir caída de tensión: **voltage DROP**. Seleccionar el umbral adecuado (1,0-1,4-1,9-2,6-3,3)



- Entre el borne de tierra de entrada y envolventes metálicas (variadores, envolvente y puerta, cubierta metálica transformadores, pletina de tierra, placa montaje)



▪ **Verificación de la impedancia de bucle**

- Verificación de la aptitud de los dispositivos de protección de sobrecorrientes asociados
- Mediante
  - Cálculo
  - Medición

$$Z_s(n) \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

- LOOP L/PE
- LIMIT → TRIP CURRENT
- Seleccionar tipo protección y corriente nominal
- Cable : tipo, sección y número

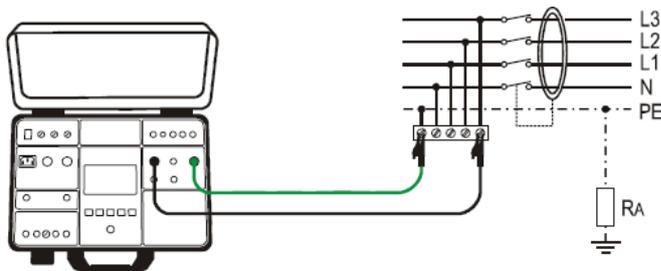
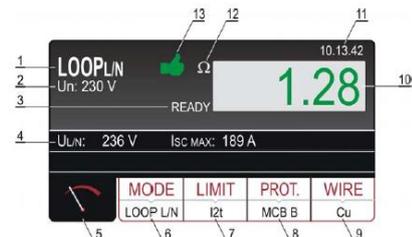


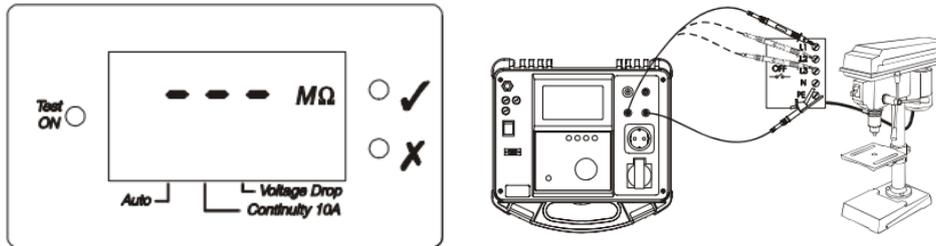
Figure 27: Connection of test leads to tested wiring for LOOP L/PE measurement



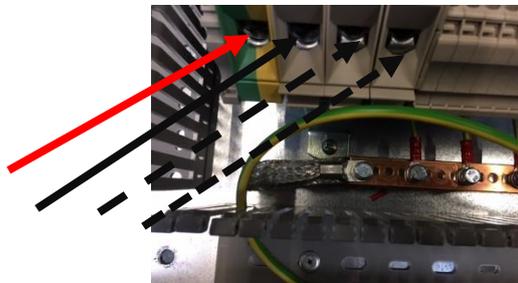
## Ensayos de resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento medida a 500 V en corriente continua entre los conductores del circuito de potencia y el circuito de protección equipotencial no debe ser inferior a 1 M $\Omega$

- Selector en posición 3: **insulation 500 V**. Seleccionar el umbral adecuado (1 M $\Omega$ )

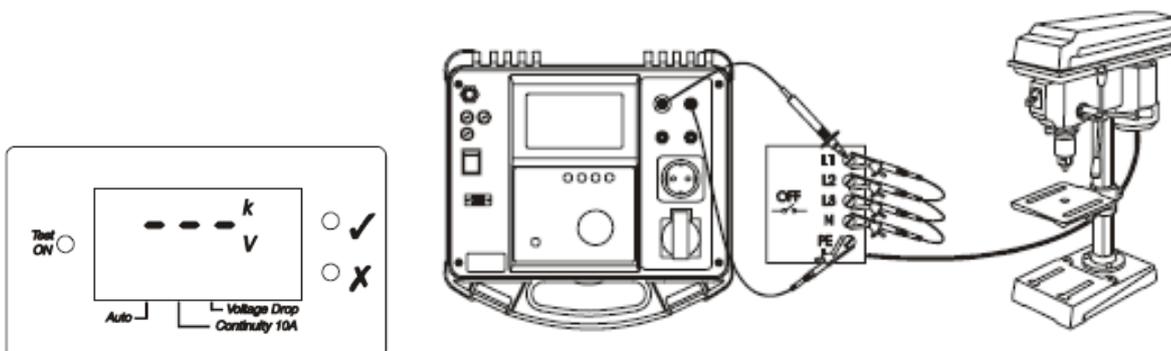


Realizar 3 ensayos



## Ensayo Tensión: Rigidez Dieléctrica

La máxima tensión de ensayo debe tener un valor doble de la tensión nominal de alimentación del equipo o 1000 V, tomando el mayor de ambos. La máxima tensión de ensayo debe ser aplicada entre los conductores del circuito de potencia y el circuito de protección durante un periodo de aproximadamente 1 seg. Se cumplen los requisitos si no se produce ninguna descarga disruptiva.

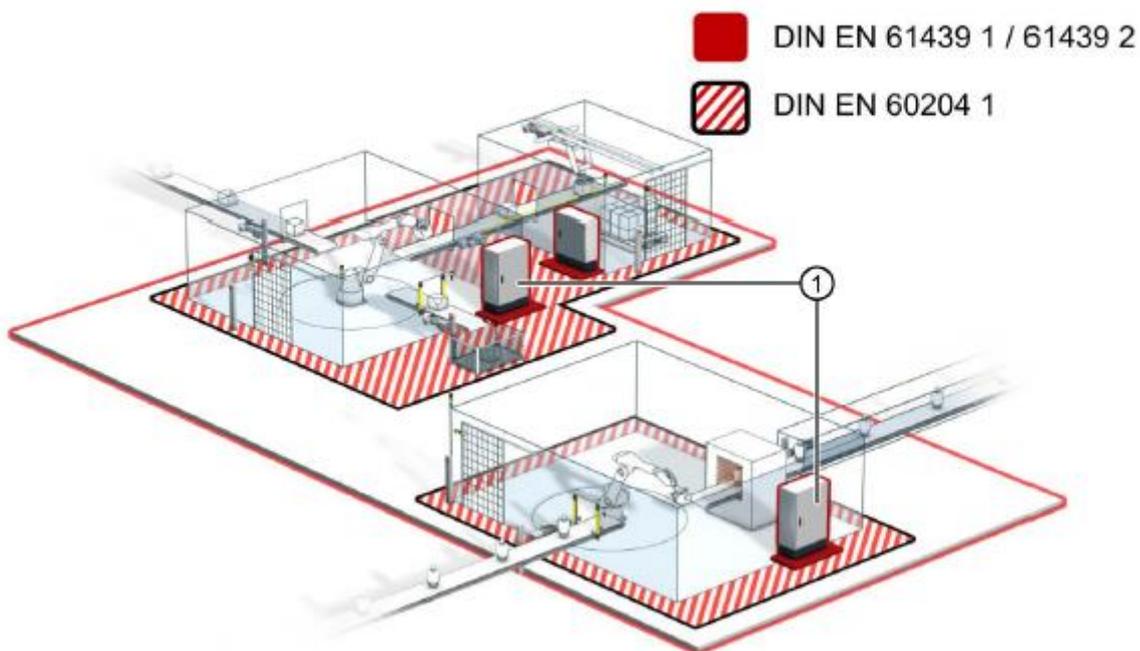


## Prueba funcional

- Verificar el correcto funcionamiento de todos los equipos operativos para el funcionamiento normal y del equipo de protección.
- El equipo de protección incluye:
  - Dispositivos de protección de corriente residual (RCD)
  - Monitores de falla a tierra
  - Monitores de aislamiento.
  - Enclavamientos de seguridad
  - Interruptores de seguridad y monitores.
  - Apagado de emergencia / parada de emergencia para operaciones de emergencia
  - Interruptores limitadores
  - Fallo de equipos redundantes.

## ANEXO 1 : COMENTARIOS

Hay literatura/documentos que recomiendan (p.e Siemens)



Es decir, aunque sea suficiente para la declaración de conformidad de los cuadros eléctricos de máquinas la referencia a la UNE EN 60204-XX...construir dichos cuadros eléctricos acorde a las recomendaciones de la UNE EN 61439