

# **NAG-331**

**- Año 2019 -**

**Accesorios de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas**

## **Parte 8**

**Utilización de componentes electrónicos en los sistemas de control de los quemadores y artefactos a gas**



# **ENARGAS**

ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

## CONTENIDO

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>7</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b> .....	<b>8</b>
<b>3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b> .....	<b>9</b>
<b>4 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>5 UNIDADES DE MEDIDA Y CONDICIONES DE ENSAYO</b> .....	<b>11</b>
<b>6 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>6.1 Partes electrónicas del dispositivo</b> .....	<b>11</b>
6.1.1 Generalidades .....	11
6.1.2 Grado de protección proporcionado por la envolvente .....	12
6.1.3 Componentes eléctricos .....	12
<b>6.2 Protección contra las averías internas en cuanto a la seguridad funcional</b> .....	<b>13</b>
6.2.1 Requisitos de diseño y de construcción .....	13
6.2.2 Clase A.....	15
6.2.3 Clase B.....	15
6.2.4 Clase C.....	16
6.2.5 Evaluación de los circuitos y de la construcción.....	18
6.2.6 Evaluación de los riesgos para la función de control de los aparatos de gas 19	
<b>7 FUNCIONAMIENTO</b> .....	<b>20</b>
<b>7.1 Generalidades</b> .....	<b>20</b>
<b>7.2 Estanquidad</b> .....	<b>20</b>
<b>7.3 Ensayo de estanquidad</b> .....	<b>20</b>
<b>7.4 Torsión y flexión</b> .....	<b>21</b>
<b>7.5 Ensayo de torsión y flexión</b> .....	<b>21</b>
<b>7.6 Caudal nominal</b> .....	<b>21</b>
<b>7.7 Ensayo de caudal nominal</b> .....	<b>21</b>
<b>7.8 Durabilidad</b> .....	<b>21</b>
<b>7.9 Ensayo de funcionamiento de los componentes electrónicos</b> .....	<b>21</b>
7.9.1 A temperatura ambiente .....	21
7.9.2 A baja temperatura .....	21
7.9.3 A alta temperatura.....	21

<b>7.10 Características de funcionamiento a largo plazo de los equipos electrónicos.....</b>	<b>21</b>
7.10.1 Generalidades.....	21
7.10.2 Ensayo de esfuerzo .....	22
7.10.3 Ensayo de funcionamiento a largo plazo .....	24
<b>7.11 Intercambio de datos .....</b>	<b>24</b>
7.11.1 Generalidades.....	24
7.11.2 Tipo de datos .....	24
7.11.3 Comunicación de los datos relativos a la seguridad .....	25
<b>7.12 Requisitos específicos para otras funciones de control.....</b>	<b>25</b>
<b>8 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....</b>	<b>25</b>
<b>8.1 Protección contra las influencias medioambientales.....</b>	<b>25</b>
<b>8.2 Caídas de tensión de alimentación eléctrica inferiores al 85 % de la tensión nominal .....</b>	<b>26</b>
<b>8.3 Interrupción y caídas de la tensión de alimentación de corta duración.....</b>	<b>27</b>
<b>8.4 Fluctuaciones de la frecuencia de alimentación .....</b>	<b>27</b>
8.4.1 Generalidades.....	27
8.4.2 Fluctuaciones hasta el 2 % .....	28
8.4.3 Fluctuaciones entre el 2 % y el 5 %.....	28
<b>8.5 Ensayo de inmunidad a los picos de tensión.....</b>	<b>28</b>
<b>8.6 Transitorios eléctricos rápidos de tensión.....</b>	<b>29</b>
<b>8.7 Inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas conducidas .....</b>	<b>29</b>
<b>8.8 Inmunidad a los campos de radiación .....</b>	<b>30</b>
<b>8.9 Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas .....</b>	<b>31</b>
<b>8.10 Ensayos de inmunidad al campo magnético a la frecuencia de la red</b>	<b>31</b>
<b>8.11 Requisitos eléctricos.....</b>	<b>32</b>
<b>9 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>9.1 Mercado .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO A (NORMATIVO) ENSAYO DE ESTANQUIDAD. MÉTODO VOLUMÉTRICO .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO B (NORMATIVO) ENSAYO DE ESTANQUIDAD. MÉTODO POR PÉRDIDA DE PRESIÓN.....</b>	<b>34</b>

<b>ANEXO C (NORMATIVO) CONVERSIÓN DE LA PÉRDIDA DE PRESIÓN EN CAUDAL DE FUGA</b> .....	<b>35</b>
<b>ANEXO D (INFORMATIVO) MODOS DE FALLO DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS</b> .....	<b>36</b>
<b>ANEXO E (NORMATIVO) FUNCIONES DE REARME</b> .....	<b>39</b>
<b>E.1 GENERALIDADES</b> .....	<b>39</b>
<b>E.2 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>39</b>
<b>E.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>39</b>
<b>E.4 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO</b> .....	<b>39</b>
<b>E.5 PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL</b> .....	<b>40</b>
<b>E.6 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO</b> .....	<b>40</b>
<b>E.7 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA</b> .....	<b>40</b>
<b>E.8 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXO F (NORMATIVO) FUNCIÓN DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA TEMPERATURA (FCT)</b> .....	<b>41</b>
<b>F.1 GENERALIDADES</b> .....	<b>41</b>
<b>F.2 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>42</b>
<b>F.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>42</b>
<b>F.3.1 Generalidades</b> .....	<b>42</b>
<b>F.3.2 Sensor</b> .....	<b>42</b>
<b>F.4 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO</b> .....	<b>42</b>
<b>F.5 PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL</b> .....	<b>43</b>
<b>F.6 ENSAYO DE LOS REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO</b> .....	<b>43</b>
<b>F.6.1 Generalidades</b> .....	<b>43</b>
<b>F.6.2 Control</b> .....	<b>43</b>
<b>F.6.3 Montaje de los sensores</b> .....	<b>43</b>
<b>F.7 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA</b> .....	<b>44</b>
<b>F.8 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y DE UTILIZACIÓN Y DECLARACIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO G (NORMATIVO) FUNCIÓN DE CORTE DE GAS</b> .....	<b>45</b>
<b>G.1 GENERALIDADES</b> .....	<b>45</b>

<b>G.2</b>	<b>CLASIFICACIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>G.3</b>	<b>REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>G.3.1</b>	<b>Generalidades .....</b>	<b>46</b>
<b>G.3.2</b>	<b>Combinación de las válvulas .....</b>	<b>46</b>
<b>G.3.3</b>	<b>Dos válvulas automáticas de corte .....</b>	<b>46</b>
<b>G.3.4</b>	<b>Una válvula automática de corte y una válvula de corte con FEC 46</b>	
<b>G.3.5</b>	<b>Una válvula automática de corte y una válvula de corte sin FEC 46</b>	
<b>G.3.6</b>	<b>Dos válvulas de corte con FEC.....</b>	<b>47</b>
<b>G.3.7</b>	<b>Una válvula de corte con FEC y una válvula de corte sin FEC ...</b>	<b>47</b>
<b>G.3.8</b>	<b>Dos válvulas de corte sin FEC.....</b>	<b>47</b>
<b>G.4</b>	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES .....</b>	<b>47</b>
<b>G.4.1</b>	<b>Generalidades .....</b>	<b>47</b>
<b>G.4.2</b>	<b>Ensayo de funcionamiento (ensayo de estanquidad interna, únicamente para sistemas sin FEC).....</b>	<b>47</b>
<b>G.4.3</b>	<b>Integridad eléctrica del elemento de maniobra de la válvula .....</b>	<b>47</b>
<b>G.4.4</b>	<b>Par o fuerza de cierre del elemento de maniobra.....</b>	<b>48</b>
<b>G.4.5</b>	<b>Ensayo de fuerza de estanquidad .....</b>	<b>48</b>
<b>G.5</b>	<b>REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>48</b>
<b>G.6</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL .....</b>	<b>48</b>
<b>G.7</b>	<b>ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO.....</b>	<b>49</b>
<b>G.8</b>	<b>REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....</b>	<b>49</b>
<b>G.9</b>	<b>MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO H (INFORMATIVO) PELIGROS EN APARATOS A GAS ACCIONADOS POR FUNCIONES DE CONTROL .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO I (NORMATIVO) REQUISITOS PARA LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN QUEMADORES A GAS Y APARATOS A GAS ALIMENTADOS CON CORRIENTE CONTINUA.....</b>	<b>55</b>
<b>I.1</b>	<b>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>I.2</b>	<b>ENSAYO DE ESFUERZO TÉRMICO .....</b>	<b>55</b>
<b>I.3</b>	<b>ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO (REALIZADO POR EL FABRICANTE).....</b>	<b>55</b>

<b>I.4</b>	<b>A TEMPERATURA AMBIENTE.....</b>	<b>55</b>
<b>I.5</b>	<b>CAÍDAS DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA INFERIORES AL 85 % DE LA TENSIÓN NOMINAL .....</b>	<b>56</b>
<b>I.6</b>	<b>INTERRUPCIÓN Y CAÍDAS DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DE CORTA DURACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>I.7</b>	<b>FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN, INMUNIDAD A LOS PICOS DE TENSIÓN TRANSITORIOS ELÉCTRICOS RÁPIDOS DE TENSIÓN/PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS CONDUCTIDAS, ENSAYOS DE INMUNIDAD AL CAMPO MAGNÉTICO A LA FRECUENCIA DE LA RED ELÉCTRICA .....</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXO J (INFORMATIVO) EJEMPLOS DE SOLUCIONES NUEVAS .....</b>	<b>58</b>
	<b>EJEMPLO 1 .....</b>	<b>58</b>
	<b>EJEMPLO 2.....</b>	<b>58</b>
	<b>Formulario para observaciones .....</b>	<b>60</b>
	<b>Instrucciones para completar el formulario de observaciones propuestas (uno por cada apartado observado) .....</b>	<b>61</b>

## PRÓLOGO

Para la redacción de esta Parte 8 de la norma NAG-331 “Accesorios de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas”, se tomó como base a la Norma UNE-EN 14459, octubre 2008 “Método de análisis de riesgos y recomendaciones de utilización de componentes electrónicos en los sistemas de control de los quemadores a gas y de los aparatos a gas”.

Esta Parte 8 de la norma está destinada a utilizarse junto con la norma NAG-331 Parte 1, y se hace referencia a los capítulos y apartados de la esta norma en su Parte 1 indicando “Se aplica la NAG-331...”, “con la siguiente adición o agregado”, “es sustituido por el siguiente” o “no aplica” en el capítulo o apartado correspondiente. Esta parte de la norma añade capítulos o apartados a la estructura de la norma NAG-331 Parte 1 que son particulares para esta parte de la norma, es decir, apartados que son adicionales a aquellos de la norma NAG-331 Parte 1, y que están numerados empezando por 101.

Toda sugerencia de revisión se puede enviar al ENARGAS completando el formulario que se encuentra al final de la norma.

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta parte de la norma establece los requisitos y los ensayos relativos a la seguridad, la construcción, y el funcionamiento de los dispositivos de seguridad, de control, y de reglaje eléctrico y electrónico de los quemadores, y artefactos que utilizan los combustibles gaseosos de la segunda y tercera familias. Establece los métodos para la clasificación y la evaluación de los bloques funcionales, teniendo en cuenta especialmente sus fallos de funcionamiento y las medidas de prevención.

Esta parte de la norma es aplicable a los dispositivos de los bloques funcionales de control que no son objeto de normas específicas.

Se aplica únicamente para los ensayos de tipo.

Esta parte de la norma no se aplica a los bloques funcionales de control destinados a su uso en instalaciones industriales.

## **2 NORMAS PARA CONSULTA**

Las normas que, a continuación, se indican son indispensables para la aplicación de esta parte de la norma. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de esta).

EN 15502-2-2:2015 Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. Parte 2-2. Norma específica para los aparatos de tipo B<sub>1</sub>.

EN 50159-2:2001 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 2: Comunicación segura en sistemas de transmisión abiertos.

IEC 60730-1: Dispositivos de control eléctrico automático para uso doméstico y análogo. Parte 1: Requisitos generales.

IEC 60730-2-9 Dispositivos de control eléctrico automático para uso doméstico y análogo. Parte 2-9: Requisitos particulares para dispositivos de control termosensibles.

IRAM 2444. Grados de protección mecánica proporcionada por las envolturas de equipos eléctricos.

IRAM 2491 4-5. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4 - Técnicas de ensayo y de medición. Sección 5 - Ensayos de inmunidad a las ondas de impulso (choque).

IRAM 2491-4-11. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medición. Sección 11: Ensayos de inmunidad a las caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión.

IRAM 2491-4-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medición. Sección 2: Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas. Publicación básica de CEM.

IRAM 2491-4-3. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4 - Técnicas de ensayo y de medición. Sección 3 - Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia.

IRAM 2491-4-4. Compatibilidad electromagnética. (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medición. Sección 4: Ensayo de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en salvas. Publicación básica de CEM.

IRAM 2491-4-6. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4 - Técnicas de ensayo y de medición. Sección 6 - Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos radioeléctricos.

IRAM 2491-4-8. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4 - Técnicas de ensayo y medición. Sección 8 - Ensayo de inmunidad al campo magnético a la frecuencia de red.

NAG-331 Parte 1. Accesorio de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas. Requisitos generales.

NAG-331 Parte 4. Accesorio de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas. Válvulas automáticas.

NAG-331 Parte 6. Accesorio de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas. Válvulas multifuncionales.

NAG-331 Parte 9 Accesorio de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas. Sistemas automáticos de control y de seguridad para quemadores y aparatos, con o sin ventilador, que utilizan combustibles gaseosos.

NAG-E 310. Especificación técnica para dispositivos sensores de la salida de los productos de la combustión instalados en artefactos para uso doméstico.

### **3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Para los fines de este documento, se aplican los términos y las definiciones incluidos en el Capítulo 3 de la norma NAG-331 Parte 1, además de los siguientes:

#### **3.101 Bloque funcional:**

Parte de un sistema eléctrico o electrónico que realiza, como mínimo, una función de control con una señal de entrada y una señal de salida.

#### **3.102 Función de control de la evacuación de los productos de combustión:**

Función de control que origina, como mínimo, la parada del quemador principal, cuando existe un desbordamiento inaceptable de los productos de la combustión en el cortatiro antirretorno.

[NAG-E 310]

#### **3.103 Función de rearme:**

Función que posibilita el desbloqueo después de un bloqueo, con el fin de permitir un intento de puesta en marcha del sistema.

NOTA: La función de rearme puede realizarse mediante dispositivos eléctricos/electrónicos (móviles).

### **3.104 Mal uso razonablemente previsible:**

Utilización de un producto, proceso o servicio, en condiciones o para fines no previstos por el suministrador, pero que puede suceder como resultado del comportamiento humano habitual.

[Guía ISO/IEC 51:1999, 3.14]

### **3.105 Seguridad funcional:**

Garantía frente a un riesgo de daño inaceptable debido al mal funcionamiento del equipo o de un sistema, como resultado de un mal uso razonablemente previsible.

### **3.106 Integridad de la seguridad:**

Probabilidad de que un dispositivo eléctrico o electrónico funcione correctamente en cuanto a sus funciones de seguridad, en todas las condiciones establecidas, durante un período de tiempo determinado.

[IEC 61508-4:1998]

### **3.107 Función de corte de gas:**

Función que interrumpe el caudal de gas.

NOTA: El montaje que proporciona esta función puede estar compuesto de los siguientes elementos: elementos de obturación de los dispositivos de maniobra, sensores y accesorios electrónicos de control.

### **3.108 Válvula automática de corte:**

Válvula diseñada para abrirse cuando recibe energía y para cerrarse automáticamente en ausencia de esta.

[NAG-331 Parte 4]

### **3.109 Válvula de corte:**

Válvula que abre o cierra la circulación de gas, pero que no cumple todos los requisitos de la norma NAG-331 Parte 4.

### **3.110 Fuente de energía de corte; (FEC):**

Energía disponible en todas las circunstancias (y, en especial, después del corte de la alimentación eléctrica) para conducir el elemento de obturación a su posición cerrada y mantenerlo cerrado.

### **3.111 Funcionamiento no permanente:**

Funcionamiento en estado de marcha durante, como mínimo, 24 h.

### **3.112 Estado definido:**

Estado de un dispositivo con las siguientes características:

- a) El dispositivo asume pasivamente un estado en el que los bornes de salida garantizan una situación segura en todas las situaciones. Cuando el efecto desaparece, la aplicación se pone en marcha de acuerdo con los requisitos adecuados o bien;

- b) el dispositivo realiza activamente una acción de seguridad durante el período de tiempo indicado en la norma específica aplicable al equipo, originando una parada o un bloqueo, o bien;
- c) el dispositivo permanece funcionando y continúa cumpliendo todos los requisitos funcionales relativos a la seguridad.

## **4 CLASIFICACIÓN**

Se deben aplicar los requisitos del Capítulo 4 de la norma NAG-331 Parte 1.

Además, la clase de funcionamiento del dispositivo de control debe estar identificada mediante una declaración del fabricante.

## **5 UNIDADES DE MEDIDA Y CONDICIONES DE ENSAYO**

Los ensayos se realizan en la posición de montaje indicada por el fabricante. Cuando existan varias posiciones de montaje, los ensayos se realizan en la posición más desfavorable.

En la medida de lo posible, los ensayos ya incluidos en otras normas (por ejemplo, las Normas de la serie IEC 60730) se deben combinar con los indicados en esta norma.

Las condiciones complementarias de ensayo son las siguientes:

- ◆ Tensión nominal o rango de tensión nominal.
- ◆ Frecuencia nominal.
- ◆ Temperatura ambiente de  $(20 \pm 5)$  °C.

El error de medición debe ser inferior o igual a:

- ◆ Para las mediciones de tiempo:  $\pm 0,1$  s.
- ◆ Para las mediciones de temperatura:  $\pm 1$  K.
- ◆ Para las mediciones de frecuencia de alimentación:  $\pm 0,1$  Hz.
- ◆ Para las mediciones de alimentación eléctrica:  $\pm 0,5\%$ .

## **6 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **6.1 Partes electrónicas del dispositivo**

#### **6.1.1 Generalidades**

Los componentes eléctricos deben estar diseñados para la utilización prevista.

La calidad de los materiales, el diseño y la estructura de los componentes utilizados deben ser tales que el sistema de control funcione de forma segura y de acuerdo con los requisitos que figuran en esta parte de la norma durante un período de vida razonable (vida útil). Esto debe continuar en las condiciones normales de las sollicitaciones mecánicas, químicas, térmicas y medioambientales, incluso en el caso de cualquier negligencia susceptible de

intervenir durante una utilización normal, siempre que la instalación, el reglaje, funcionamiento y mantenimiento se realicen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La conformidad con los requisitos se verifica mediante los ensayos de esta parte de la norma.

El sistema de control debe estar diseñado de forma que, en el caso de variar los valores críticos de los componentes del circuito (tales como los que tienen influencia en el tiempo o en la secuencia) y situarlos en las peores tolerancias indicadas por el fabricante, incluida la estabilidad a largo plazo, debe continuar funcionando de acuerdo con esta norma. La conformidad con este requisito se debe establecer mediante un análisis de la situación más desfavorable.

NOTA: Se considera que un relé interruptor simple que actúa sobre dos contactores independientes constituye un único elemento de operación.

### **6.1.2 Grado de protección proporcionado por la envolvente**

Para los sistemas provistos de su propia envolvente, el grado de protección de esta envolvente debe cumplir, al menos, la clasificación IP 40 de la Norma IRAM 2444, o la protección debe estar asegurada por el aparato en el que están instalados. Para los sistemas destinados a una utilización al aire libre, el grado de protección debe cumplir, al menos, la clasificación IP 54 de la Norma IRAM 2444.

### **6.1.3 Componentes eléctricos**

#### **6.1.3.1 Características de funcionamiento de los componentes eléctricos**

Los componentes eléctricos deben estar diseñados para la utilización prevista.

Los componentes deben estar dimensionados sobre la base de las condiciones más desfavorables —indicadas por el fabricante— que pueden ocurrir en el dispositivo.

#### **6.1.3.2 Ensayos**

El circuito se debe examinar de acuerdo con los requisitos del apartado 6.2.

#### **6.1.3.3 Sensor**

Desde el punto de vista de la función prevista, un sensor debe permanecer siempre adecuado y fiable durante el período de funcionamiento del producto (por ejemplo, la capacidad para transferir calor de la superficie de un sensor de temperatura debe permanecer adecuada y fiable durante todo el período de funcionamiento del producto).

Se debe impedir la sustitución de los cables eléctricos y el cambio de polaridad de un haz, o se debe controlar que el efecto resultante de este cambio pueda originar un fenómeno peligroso. Se considera que los conectores con polaridad fija constituyen una medida preventiva.

La magnitud física detectada por el sensor no se debe ver afectada de forma significativa por el método de medición cuando se la compara con la desviación indicada en la norma específica aplicable al dispositivo.

## **6.2 Protección contra las averías internas en cuanto a la seguridad funcional**

### **6.2.1 Requisitos de diseño y de construcción**

#### **6.2.1.1 Prevención y tolerancia de las averías**

Los dispositivos deben estar diseñados de acuerdo con el apartado 6.2 (considerando los modos de fallo del Anexo D) y cumpliendo los requisitos del apartado H.11.12, del Anexo H de la Norma IEC 60730-1 para los montajes electrónicos complejos.

Los fallos de montajes electrónicos complejos pueden estar originados por errores sistemáticos (que derivan del diseño) o por averías aleatorias (averías del componente). Por lo tanto, el sistema de control debe estar diseñado de forma que se eviten los errores sistemáticos, y se deben tratar las averías aleatorias mediante una buena configuración de este.

El diseño de programas y equipos informáticos se debe basar en el análisis funcional de la aplicación que conduzca a un diseño estructurado, incluyendo el caudal del dispositivo, la circulación de los datos y las cronologías necesarias para la aplicación. En el caso de circuitos electrónicos integrados no genéricos, es importante vigilar especialmente las medidas necesarias destinadas a minimizar los errores sistemáticos.

Estas precauciones deben conducir a una configuración del sistema de control que sea, o bien de seguridad intrínseca, o que, dentro de la configuración, los componentes tengan funciones directamente relacionadas con la seguridad (por ejemplo, motores de las válvulas, microprocesadores y sus circuitos asociados, etc.) y que estén protegidos por dispositivos de seguridad (de acuerdo con el anexo H de la Norma IEC 60730-1 para los programas informáticos de clase B o C). Estos dispositivos de seguridad deben estar integrados en el equipo informático (por ejemplo, mediante un controlador automático de fallos, un control de la tensión de alimentación) y pueden completarse mediante programas informáticos (por ejemplo, un ensayo de memoria RAM de acceso directo, un ensayo de memoria ROM de solo lectura, etc.). Es importante que estos dispositivos de seguridad puedan originar una parada por seguridad completamente independiente. Los tiempos de reacción de estos dispositivos de seguridad deben ser inferiores o iguales a los tiempos de tolerancia pertinentes de las averías.

En el caso de utilizar un control por intervalo de tiempo, este debe ser sensible a los límites superior e inferior de los intervalos de tiempo. Se deben considerar las averías que resultan de un escalonamiento del límite superior o inferior.

En el caso de un dispositivo clasificado en la clase C, si un único defecto en el primer dispositivo de seguridad puede anular la función de este dispositivo de seguridad, se debe prever un segundo dispositivo de seguridad. El tiempo de reacción del segundo dispositivo de seguridad debe cumplir los requisitos del apartado 6.2.4.

NOTA 1: El segundo dispositivo de seguridad se puede realizar de la siguiente forma:

- a) Un circuito físicamente separado que controle el primer dispositivo de seguridad, o;

- b) una acción recíproca entre el circuito de seguridad y el primer dispositivo de seguridad (por ejemplo, un controlador de fallos controlado por un microprocesador), o;
- c) una acción entre los primeros dispositivos de seguridad (por ejemplo, un ensayo de memoria ROM controlando un ensayo de memoria RAM).

Para una función de bloqueo en el dispositivo mecánico de maniobra, es suficiente un ensayo que alcance hasta los contactos, pero sin incluir estos. En el caso de que la función de bloqueo falle, el sistema de control debe realizar una parada por seguridad. La frecuencia del ensayo figura en las normas específicas aplicables a los dispositivos. No se consideran las averías internas de los componentes de los circuitos de verificación.

Los componentes se deben dimensionar sobre la base de las condiciones más desfavorables indicadas por el fabricante que pueden ocurrir en el dispositivo.

NOTA 2: Un fallo de un componente podría originar una degradación del aislamiento crítico de seguridad. Este aspecto se debe considerar durante la evaluación de acuerdo con este apartado.

#### **6.2.1.2 Dispositivo de rearme**

El sistema de control y de seguridad debe estar construido de forma que el intento de un nuevo arranque después de un firme bloqueo, solo deba ser posible después de un rearme manual, por ejemplo, mediante un pulsador colocado en el aparato o en un mando a distancia.

Una maniobra incontrolada o una alteración del dispositivo de rearme colocado en el aparato, o instalado en el mando a distancia (por ejemplo, una presión permanente sobre el pulsador de rearme manual, o una avería interna del dispositivo de rearme), o un cortocircuito en los cables de conexión, o entre los cables y tierra, no debe impedir que el sistema funcione de acuerdo con esta parte de la norma, o que realice una parada o un bloqueo.

En la norma específica del dispositivo, se deben describir otros medios aceptables para el rearme a partir del bloqueo, que sean distintos del pulsador de rearme en el aparato.

#### **6.2.1.3 Documentación**

El análisis funcional del dispositivo y los programas de seguridad correspondientes bajo su control se deben documentar de forma clara y ordenada, de acuerdo con los principios de seguridad y los requisitos del programa.

Para la evaluación de cualquier sistema, se debe proporcionar la siguiente documentación mínima:

- a) Una descripción de los principios del sistema de control, del caudal del dispositivo, de la circulación de datos y de la cronología.
- b) Una descripción clara de los principios de seguridad del sistema de control con los dispositivos de seguridad y funciones de seguridad. La información del diseño debe ser suficiente para permitir evaluar los dispositivos de seguridad y las funciones de seguridad.
- c) Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema de control.

Se debe suministrar al laboratorio de ensayos un plano del circuito eléctrico y funcional.

### **6.2.2 Clase A**

La evaluación de la avería no es de aplicación.

NOTA: Son de aplicación los requisitos de la seguridad eléctrica que figuran en el apartado 8.11.

### **6.2.3 Clase B**

#### **6.2.3.1 Requisitos de diseño de construcción**

Una función de control de clase B debe estar diseñada de forma que, en una situación de avería única, permanezca o vaya hacia el estado definido. No se considera una segunda avería independiente.

El programa informático debe cumplir los requisitos aplicables a un programa informático de la Clase B, de acuerdo con la Norma IEC 60730-1.

La evaluación se debe realizar de acuerdo con los apartados 6.2.3.2 y 6.2.3.3 en las condiciones de ensayo y siguiendo los criterios del apartado 6.2.5.

#### **6.2.3.2 Primera avería**

Cualquier avería primera (véase el Anexo D) en cualquier componente o cualquier avería asociada a otra avería, originada por esta primera avería, debe originar uno de los siguientes comportamientos por parte del equipo:

- a) El dispositivo se convierte en inoperativo con un corte de la alimentación de todos los bornes de salida de seguridad o pasa a un estado en el que se garantiza una situación segura.
- b) En el tiempo de reacción a la avería, el equipo realiza una parada por seguridad o un bloqueo, con la condición de que, en el caso de un rearme después de esta parada, el sistema de control origine un nuevo bloqueo, si persisten las mismas condiciones de avería.
- c) El dispositivo continúa funcionando; se identifica la avería en el momento del siguiente rearme y se origina en ese momento una de las acciones descritas en a) o b).
- d) El dispositivo permanece funcionando de acuerdo con los requisitos funcionales de la norma específica aplicable al equipo.

La norma específica aplicable al equipo indica el tiempo de reacción a la avería y también si la opción c) es aplicable.

#### **6.2.3.3 Avería que interviene durante el bloqueo o la parada**

Cuando el equipo está bloqueado o parado sin una avería interna, se deben aplicar los siguientes requisitos.

Cualquier avería primera (y cualquier otra avería originada por esta primera) de cualquier componente (véase el Anexo D) que interviene cuando el equipo está en posición de seguridad o de bloqueo debe originar una de las siguientes situaciones:

- a) El dispositivo permanece en seguridad o bloqueado, permaneciendo cortados todos los bornes de salida de seguridad.
- b) El dispositivo se convierte en inoperativo, permaneciendo cortados todos los bornes de salida de seguridad.
- c) El dispositivo se pone en marcha y origina una de las situaciones descritas en los puntos a) o b) de este apartado, con la condición de que los bornes de salida de seguridad no permanezcan con tensión más tiempo que el de reacción a la avería. Si la razón inicial de la parada por seguridad o del bloqueo ha desaparecido, y el dispositivo vuelve a funcionar, debe hacerlo de acuerdo con los requisitos funcionales de seguridad de la norma específica aplicable al equipo.

La norma específica aplicable al equipo indica el tiempo de reacción a la avería.

NOTA: Los bornes de salida de seguridad son conexiones determinantes para la seguridad, incluso en posición de seguridad o de bloqueo, por ejemplo, las conexiones de una válvula de gas, pero no las conexiones de un dispositivo de maniobra que pilota el elemento de control de un dispositivo de regulación de la relación aire-gas (véase la Norma EN 12067-2).

## **6.2.4 Clase C**

### **6.2.4.1 Requisitos de diseño y de construcción**

Una función de control de Clase C debe estar diseñada de forma que, en una situación de primera y segunda avería, permanezca en, o vaya hacia el estado definido. No se considera una tercera avería independiente.

El programa informático debe cumplir los requisitos indicados en la Norma IEC 60730-1 para un programa informático de Clase C.

La evaluación se debe realizar de acuerdo con los apartados 6.2.4.2, 6.2.4.3 y 6.2.4.4 en las condiciones de ensayo y de acuerdo con los criterios que figuran en el apartado 6.2.5.

### **6.2.4.2 Primera avería**

Cualquier avería primera (véase el Anexo D) en cualquier componente o cualquier avería asociada a otra avería originada por esta primera avería debe originar uno de los siguientes comportamientos:

- a) El dispositivo se convierte en inoperativo con un corte de la alimentación de todos los bornes de salida de seguridad o pasa a un estado en el que se garantiza una situación segura.
- b) En el tiempo de reacción a la avería, el equipo realiza una parada por seguridad o un bloqueo, con la condición de que, en el caso de un rearme después de esta parada, el sistema de control origine un nuevo bloqueo si persisten las condiciones de avería.
- c) El dispositivo continúa funcionando; se identifica la avería en el momento del siguiente rearme y se origina en ese momento una de las acciones descritas en a) o b).
- d) El dispositivo permanece funcionando de acuerdo con los requisitos funcionales de la norma específica aplicable al equipo.

La norma específica aplicable al equipo indica el tiempo de reacción a la avería y también si la opción c) es aplicable.

#### **6.2.4.3 Segunda avería**

Si la evaluación de la primera avería lleva al dispositivo a permanecer en estado de funcionamiento, de acuerdo con los requisitos funcionales de seguridad de la norma específica aplicable al equipo (véase el punto d) del apartado 6.2.4.2), cualquier otra avería independiente, estudiada conjuntamente con la primera avería, debe originar una de las situaciones a), b), c) o d) descritas en el apartado 6.2.4.2.

Durante la evaluación se considera que existe una segunda avería cuando:

- a) Se ha realizado una secuencia de arranque entre la primera y la segunda avería, o;
- b) 24 h después de la primera avería.

La norma específica aplicable al equipo indica el tiempo de reacción a la avería y si son de aplicación las opciones a) o b).

La norma específica aplicable al equipo puede también indicar otra avería ocurrida en otro tiempo diferente de 24 h durante el cual la segunda avería no intervenga.

#### **6.2.4.4 Averías durante el bloqueo o la parada por seguridad**

##### **6.2.4.4.1 Generalidades**

Cuando el dispositivo está en posición de bloqueo o en parada por seguridad sin avería interna, se debe realizar una evaluación de acuerdo con los apartados 6.2.4.4.2 y 6.2.4.4.3.

Cuando el dispositivo está inoperativo y con todos los bornes de salida de seguridad cortados, o en un estado en el que se garantiza una situación segura, con el dispositivo bloqueado, o en parada por seguridad con una avería interna, se debe realizar una evaluación adicional de la avería única, de acuerdo con el apartado 6.2.4.4.3.

NOTA: Los bornes de salida de seguridad descritos en los apartados 6.2.4.4.2 y 6.2.4.4.3 son conexiones determinantes para la seguridad, incluso en posición de seguridad o de bloqueo, por ejemplo, las conexiones de una válvula de gas, pero no las conexiones de un dispositivo de maniobra que pilota el elemento de control de un dispositivo de regulación de la relación aire-gas (véase la Norma EN 12067-2).

##### **6.2.4.4.2 Primer fallo durante el bloqueo o la parada por seguridad**

Cualquier avería primera (y cualquier otra avería originada por esta primera) de cualquier componente (véase el Anexo D) que interviene cuando el equipo está en posición de seguridad o de bloqueo debe originar una de las siguientes situaciones:

- a) El dispositivo permanece en seguridad o bloqueado, permaneciendo cortados todos los bornes de salida, o en un estado en el que se garantice una situación segura.

- b) El dispositivo se convierte en inoperativo, permaneciendo cortados todos los bornes de salida de seguridad, o pasa a un estado en el que se garantiza una situación segura.
- c) El dispositivo se pone en marcha y origina una de las situaciones descritas en los puntos a) o b) de este apartado, con la condición de que los bornes de salida de seguridad no permanezcan con tensión más tiempo que el de reacción a la avería. Si la razón inicial de la parada por seguridad o del bloqueo ha desaparecido, y el dispositivo vuelve a funcionar, debe hacerlo de acuerdo con los requisitos funcionales de seguridad de la norma específica aplicable al equipo, y se debe realizar una segunda evaluación de la avería, de acuerdo con los requisitos del apartado 6.2.4.3.

#### **6.2.4.4.3 Segunda avería durante la parada por seguridad o el bloqueo**

Cualquier avería primera (y cualquier otra avería originada por esta segunda) de cualquier componente (véase el Anexo D) que interviene cuando el equipo está en posición de seguridad o de bloqueo debe originar una de las situaciones indicadas en los puntos a), b) o c) del apartado 6.2.4.4.2.

Durante la evaluación, no se debe considerar que existe segunda avería cuando esta última tiene lugar después de 24 h de la primera avería.

La norma específica aplicable al equipo indica el tiempo de reacción a la avería.

La norma específica aplicable al equipo puede también indicar otro tiempo distinto de 24 h en el que no intervenga la segunda avería.

### **6.2.5 Evaluación de los circuitos y de la construcción**

#### **6.2.5.1 Condiciones de ensayo**

El efecto de las averías internas debe evaluarse por la simulación y/o mediante el examen del diseño del circuito.

Debe considerarse que la avería ocurre en cualquier etapa de la secuencia del programa del dispositivo.

El dispositivo debe funcionar o considerarse que debe funcionar en las siguientes condiciones:

- a) A la tensión más desfavorable en el rango del 85 % al 110 % de la tensión nominal de alimentación.
- b) Conectado a las cargas más desfavorables indicadas por el fabricante.
- c) A una temperatura ambiente de  $(20 \pm 5)$  °C, salvo si existen razones significativas para realizar el ensayo a otra temperatura en el rango declarado por el fabricante.
- d) Con cualquier elemento de maniobra colocado en la posición más desfavorable.
- e) Con un papel de seda situado en la o en las superficies de soporte del dispositivo.

- f) Con la aplicación de chispas de, aproximadamente, 3 mm de longitud, con una energía superior o igual a 0,5 J en los componentes susceptibles de liberar gases inflamables durante los ensayos.

#### **6.2.5.2 Criterios de ensayo**

Durante la evaluación, en las condiciones especificadas en el apartado 6.2.5.1, deben cumplirse los siguientes criterios:

- a) El dispositivo no debe emitir llamas, proyectar metales o plásticos calientes; el papel de seda no debe prenderse; no debe producirse ninguna explosión como consecuencia del escape de gases inflamables; y ninguna llama debe continuar ardiendo más de 10 s después de la puesta fuera de tensión del generador de chispas. Cuando el dispositivo está incorporado en un aparato, se considera cualquier envolvente aportada por el aparato.
- b) Si el equipo continúa funcionando, debe cumplir los requisitos de los Capítulos 8 y 13 de la Norma IEC 60730-1, o los Capítulos 8 y 13 de la Parte 2 pertinente de la Norma IEC 60730. Si el equipo deja de funcionar, debe cumplir siempre los requisitos que figuran en el Capítulo 8 de la Norma IEC 60730-1 o el Capítulo 8 de la Parte 2 pertinente de la Norma IEC 60730.

Después de los ensayos, no debe haber ninguna alteración de las diferentes partes del dispositivo que originen un fallo de conformidad, en relación con el Capítulo 20 de la Norma IEC 60730-1 o en relación con el Capítulo 20 de la Parte 2 pertinente de la Norma IEC 60730.

NOTA: Se considera que los elementos de calentamiento contruidos con resistencias bobinadas están a prueba de cortocircuitos (véase el Anexo D).

#### **6.2.5.3 Evaluación**

Se debe realizar una evaluación profunda con el fin de establecer las características de funcionamiento en las condiciones específicas de la avería. Esta evaluación se debe desarrollar en forma de un análisis teórico y de un ensayo de simulación de fallo del componente. Las simulaciones de averías pueden aplicarse para el caso de los dispositivos complejos, como, por ejemplo, ensayos de simulación de memorias de solo lectura programables (EPROM).

Únicamente los programas informáticos relativos a la seguridad (programas informáticos de clase B y C), de acuerdo con las disposiciones del apartado 6.2.1.3, se deben someter a una evaluación más profunda. Esta identificación puede, por ejemplo, realizarse a partir de un análisis de averías en árbol.

#### **6.2.6 Evaluación de los riesgos para la función de control de los aparatos de gas**

##### **6.2.6.1 Generalidades**

Los peligros potenciales resultantes de la utilización de los aparatos a gas están cubiertos, entre otros, por las funciones de control. Ejemplos:

- ◆ El peligro de incendios por sobrecalentamiento está cubierto por la función de control de temperatura.
- ◆ El peligro de gas sin quemar está cubierto por la función de corte de gas.

Las clases de seguridad para las funciones de control requeridas por la norma específica aplicable al aparato sirven de punto de partida para la evaluación de los dispositivos electrónicos de control.

En la clasificación de la función de control, se debe tener en cuenta su integración dentro del concepto general de seguridad del aparato.

#### **6.2.6.2 Tiempo de tolerancia al fallo**

El tiempo de tolerancia a un fallo se establece en función de la capacidad del aparato para tolerar un fallo durante un determinado período de tiempo.

En esta norma, el tiempo de tolerancia al fallo determina el tiempo de reacción a un fallo de una función de control, el cual debe ser inferior o igual al tiempo de tolerancia al fallo.

Para las nuevas funciones de control, cuyo tiempo de tolerancia a un fallo no está todavía establecido, el fabricante debe indicar el tiempo de tolerancia al fallo, y este se basa en una descripción precisa de la evaluación del aparato y de la elección que ha llevado a establecer el tiempo indicado de tolerancia al fallo.

NOTA: La norma pertinente aplicable al aparato debería indicar el tiempo de tolerancia al fallo.

#### **6.2.6.3 Modos de fallo**

Los modos de fallo descritos aplicables a los aparatos se deben considerar para evaluar las funciones de control específicas.

Si la norma aplicable al aparato no define los modos de fallos específicos para el aparato, en relación con la función de control, el fabricante los debe indicar realizando una descripción precisa.

## **7 FUNCIONAMIENTO**

### **7.1 Generalidades**

Los dispositivos deben funcionar correctamente en todas las combinaciones posibles de las siguientes condiciones:

- ◆ En todo el rango de presiones de entrada.
- ◆ El rango máximo de temperatura ambiente debe estar comprendido entre 0 °C y 60 °C.
- ◆ En todas las posiciones de montaje indicadas por el fabricante.
- ◆ En el rango de tensión o corriente eléctrica entre el 85 % y el 110 % de la tensión nominal, o entre el 85 % de la tensión nominal mínima, y el 110 % de la tensión nominal máxima del rango.

### **7.2 Estanquidad**

El apartado 7.2 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

### **7.3 Ensayo de estanquidad**

El apartado 7.3 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.4 Torsión y flexión**

El apartado 7.4 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.5 Ensayo de torsión y flexión**

El apartado 7.5 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.6 Caudal nominal**

El apartado 7.6 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.7 Ensayo de caudal nominal**

El apartado 7.7 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.8 Durabilidad**

El apartado 7.8 de la norma NAG-331 Parte 1 no es de aplicación.

#### **7.9 Ensayo de funcionamiento de los componentes electrónicos**

##### **7.9.1 A temperatura ambiente**

Las funciones de seguridad (por ejemplo, las secuencias y los tiempos de conmutación de un programa completo) se deben medir en el estado de suministro. El sistema se conecta e instala según las instrucciones del fabricante.

Estos ensayos se deben realizar en las siguientes condiciones (véase el apartado 5.4 de la norma NAG-331 Parte 1):

- ◆ A la tensión o a las tensiones nominales indicadas por el fabricante, o, si se indica un rango de tensiones, a la tensión nominal mínima y máxima.
- ◆ Al 85 % de la tensión nominal mínima indicada.
- ◆ Al 110 % de la tensión nominal máxima indicada.

Los resultados de las mediciones de las funciones de seguridad indicados anteriormente deben cumplir los requisitos de la norma específica aplicable al equipo.

##### **7.9.2 A baja temperatura**

Los ensayos descritos en el apartado 7.9.1 deben repetirse a -10 °C o a la temperatura ambiente mínima indicada.

##### **7.9.3 A alta temperatura**

Los ensayos descritos en el apartado 7.9.1 deben repetirse a 80 °C o a la temperatura ambiente máxima indicada.

#### **7.10 Características de funcionamiento a largo plazo de los equipos electrónicos**

##### **7.10.1 Generalidades**

Todos los componentes de un dispositivo deben resistir los ensayos descritos en los apartados 7.10.2 y 7.10.3. Si la función del dispositivo forma parte integrante de un equipo, los ensayos de las características de funcionamiento de larga duración se pueden combinar. El ensayo descrito en el apartado 7.10.2 y el

ensayo descrito en el apartado 7.10.3 no se deben realizar en el mismo dispositivo.

En el caso de un dispositivo cuyo ciclo de funcionamiento no esté claramente establecido, el ensayo de las características de funcionamiento de larga duración se debe realizar durante el tiempo mínimo indicado.

## **7.10.2 Ensayo de esfuerzo**

### **7.10.2.1 Ensayo de esfuerzo térmico**

El ensayo de esfuerzo térmico se debe realizar aplicando en los bornes las cargas y los factores de potencia indicados por el fabricante.

El objeto de este ensayo es exponer a los componentes electrónicos del dispositivo, a ciclos de temperaturas, variando estas entre los límites susceptibles de ser alcanzados durante el uso normal, en función de las fluctuaciones de la temperatura ambiente, las variaciones de la temperatura de los componentes en sí mismos, las fluctuaciones de la alimentación eléctrica y las variaciones de la temperatura, resultantes del paso del estado de funcionamiento al de parada y viceversa.

Se deben realizar los siguientes ensayos sobre el dispositivo:

- a) 14 días en las condiciones térmicas, condiciones de conexión eléctrica y de funcionamiento descritas a continuación:
  - ◆ **Condiciones eléctricas:** El sistema de control se conecta de acuerdo con los valores nominales indicados por el fabricante; a continuación, se incrementa la tensión hasta alcanzar el 110 % de la tensión nominal máxima indicada, excepto durante 30 min de cada período de 24 h de ensayo, en los que la tensión de ensayo se reduce al 90 % de la tensión nominal mínima indicada. La variación de tensión no debe sincronizarse con la variación de temperatura. Cada período de 24 h debe incluir también, al menos, un período de 30 s durante el que se corta la tensión de alimentación.
  - ◆ **Condiciones térmicas:** Se hace variar la temperatura ambiente y/o la temperatura de la superficie de montaje entre la temperatura ambiente máxima indicada o 60 °C, la que sea mayor, la temperatura ambiente mínima o 0 °C, la que sea menor, para originar que la temperatura de los componentes del circuito electrónico oscile entre los extremos resultantes. La velocidad de variación de la temperatura ambiente y/o la temperatura de la superficie de montaje debe ser de, aproximadamente, 1°K/min, y los valores extremos de temperatura se deben mantener durante, aproximadamente, 1 h.

NOTA 1: Se deben tomar precauciones para evitar la formación de condensados durante todo el ensayo.

- ◆ **Velocidad de operación:** Durante este ensayo, el dispositivo debe realizar un ciclo de todos los modos de funcionamiento normales (por ejemplo, parada, arranque, marcha) hasta un máximo de 6 ciclos/min. Se debe registrar el número de ciclos completos realizado durante este

ensayo y, si es inferior a 20 000, los ciclos restantes se deben realizar a la tensión nominal indicada y a la temperatura ambiente.

- b) Se realizan 1 500 ciclos y, como mínimo, durante 24 h en todas las formas de funcionamiento normal (por ejemplo, parada, arranque y marcha) a la temperatura ambiente máxima indicada o 60 °C, la que sea mayor, y al 110 % de la tensión nominal máxima indicada.
- c) Se realizan 1 500 ciclos y, como mínimo, durante 24 h en todas las formas de funcionamiento normal (por ejemplo, parada, arranque y marcha) a la temperatura ambiente mínima indicada o 0 °C, la que sea menor, y al 85 % de la tensión nominal mínima indicada.
- d) Si un dispositivo garantiza una función importante para la seguridad, que permite iniciar una acción de seguridad mediante un sensor o un interruptor, se deben realizar 1 500 ciclos o el número de ciclos que figura en la norma específica aplicable al equipo de cada una de las funciones de seguridad importantes para la seguridad a la temperatura ambiente y a la tensión nominal, simulando que el sensor o el interruptor ha iniciado esta acción de seguridad.

NOTA 2: Siempre que sea posible, los ensayos de las acciones importantes para la seguridad pueden ser combinados.

Durante los ensayos descritos en los puntos a), b), c) y d) anteriores, el sistema de control debe funcionar de forma que se realice una secuencia normal de arranque. El período durante el que el sistema permanece en funcionamiento y el período en el que el circuito de control se interrumpe antes de repetir el ciclo deben fijarse de común acuerdo entre el fabricante y el OC.

NOTA 3: El fabricante y el OC pueden convenir períodos de seguridad pertinentes tan cortos como sea posible para la realización de los ensayos, con el fin de que el ensayo de esfuerzo térmico no se prolongue innecesariamente.

Al finalizar el ensayo de esfuerzo térmico, se debe repetir el ensayo descrito en el apartado 7.2.1 únicamente a la tensión nominal.

### **7.10.2.2 Ensayo de vibración**

Cuando el fabricante declara la resistencia a la vibración, se debe realizar el ensayo de vibración sinusoidal indicado a continuación.

El objeto de este ensayo es demostrar la capacidad de resistencia del dispositivo, a los efectos de las vibraciones de larga duración correspondientes a los niveles indicados por el fabricante.

Durante los ensayos, el dispositivo debe estar montado en una estructura rígida con ayuda de accesorios de fijación adecuados.

El ensayo se debe realizar de acuerdo con el ensayo Fc de la Norma EN 60068-2-6, en las siguientes condiciones mínimas de severidad:

- ◆ Aceleración: 1,0 g o superior, si lo indica el fabricante.
- ◆ Rango de frecuencia: 10 Hz a 150 Hz.
- ◆ Velocidad de barrido: 1 octavo por minuto.

- ◆ Número de ciclos de barrido: 10.
- ◆ Número de ejes: 3, perpendiculares los unos en relación con los otros.

Después del ensayo, se debe realizar una inspección visual. No debe aparecer ningún deterioro mecánico, y el dispositivo debe cumplir los requisitos de construcción de la norma específica de aplicación. Al finalizar el ensayo de vibraciones, se debe repetir el ensayo descrito en el apartado 7.2.1 únicamente a la tensión nominal.

### **7.10.3 Ensayo de funcionamiento a largo plazo**

Se debe ensayar el dispositivo durante el tiempo indicado en la norma específica aplicable al equipo o, como mínimo, durante 100 000 ciclos en todas sus formas normales de funcionamiento (por ejemplo, apagado, arranque y en marcha), con los bornes sometidos a las cargas y potencias indicadas por el fabricante, y no debe presentar ningún fallo.

El dispositivo se debe ensayar en las siguientes condiciones:

- a) El 90 % del número total de ciclos o del tiempo de duración del ensayo se debe realizar a la tensión nominal indicada y a la temperatura ambiente.
- b) El 5 % del número total de ciclos o del tiempo de duración del ensayo se debe realizar a la temperatura ambiente máxima indicada a 60 °C, la que sea mayor, y al 110 % de la tensión nominal máxima indicada.
- c) El 5 % del número total de ciclos o del tiempo de duración del ensayo se debe realizar a la temperatura ambiente mínima indicada o 0 °C, la que sea menor, y al 85 % de la tensión nominal mínima indicada.

Al finalizar este ensayo, el dispositivo debe continuar cumpliendo los requisitos que se indican en los apartados 13.2.2 y 13.2.4 de la Norma IEC 60730-1.

## **7.11 Intercambio de datos**

### **7.11.1 Generalidades**

Los sistemas o dispositivos con funciones de control pueden conectarse a sistemas o dispositivos aislados e independientes (que pueden, en sí mismos, contener funciones de control o proporcionar otra información). Los intercambios de datos, que sean determinantes para la seguridad entre estos sistemas o dispositivos, deben tener en cuenta la seguridad considerada (según 7.11.2.).

### **7.11.2 Tipo de datos**

En relación con la importancia y la influencia, los tipos de mensaje para el intercambio de datos en una función o funciones de control, deben definirse de acuerdo con la Tabla 1 como:

- ◆ Determinante para la seguridad.
- ◆ No determinante para la seguridad.

NOTA: El intercambio de datos puede transferirse tanto como señales únicas o como información compleja (véase la Tabla 1).

**Tabla 1 - Intercambio de datos**

<b>Datos</b>	<b>Determinante para la seguridad (lista no exhaustiva)</b>	<b>No determinante para la seguridad</b>
Datos de funcionamiento	Mensaje del tipo, "REARME" a partir del BLOQUEO.	Mensajes tales como instrucciones de encendido/apagado, información de la temperatura ambiente.
Parámetros de configuración	Mensajes que modifican parámetros que determinan las funciones relativas a la seguridad.	Mensajes que modifican parámetros que determinan las funciones relativas al funcionamiento.
Módulos de programas informáticos	Módulos descargados en un sistema, que determinan las funciones relativas a la seguridad.	Módulos descargados en un sistema, que determinan las funciones relativas al funcionamiento.

### **7.11.3 Comunicación de los datos relativos a la seguridad**

#### **7.11.3.1 Transmisión**

Se toma como importante la interface con el usuario teniendo que ensayar cada opción de configuración.

### **7.12 Requisitos específicos para otras funciones de control**

Para la función de la evacuación de los productos de la combustión, véase la norma NAG-E 310.

Para la función de rearme, véase el Anexo E.

Para la función de control de temperatura (FCT), véase el Anexo F.

Para la función de corte de gas, véase el Anexo G.

NOTA: Estos anexos describen la implantación de la evaluación del riesgo para las nuevas funciones y/o tecnologías. En lugar de incluir estas funciones en las normas específicas de los productos, se ha decidido incluirlos en los anexos. Posteriormente, si se presenta una solución mejor para implantar estas funciones, estas se transformarán en normas específicas de los productos o permanecerán en esta norma.

## **8 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

Se debe cumplir con las normas específicas de aplicación o con los siguientes apartados:

### **8.1 Protección contra las influencias medioambientales**

El fallo de un componente destinado expresamente a la protección contra las perturbaciones electromagnéticas durante uno de los ensayos anteriores constituirá un criterio de no conformidad con esta norma.

### **Criterio I de evaluación:**

Cuando se ensaya con los niveles de severidad definidos en los apartados 8.2 a 8.10, el dispositivo debe continuar funcionando de acuerdo con los requisitos pertinentes de la norma específica del equipo.

### **Criterio II de evaluación:**

Cuando se ensaya con los niveles de severidad definidos en los apartados 8.2 a 8.10, el dispositivo debe mantener un estado definido o actuar de acuerdo con las indicaciones de la norma específica del equipo o, para un nivel de severidad 4 requerido como complemento de los ensayos de nivel 3, de acuerdo con los requisitos pertinentes de la norma de aplicación específica.

NOTA: En las publicaciones de la serie IRAM 2491-4, relativas a la compatibilidad electromagnética, el dispositivo se denomina generalmente por el término EUT (Equipo bajo ensayo).

## **8.2 Caídas de tensión de alimentación eléctrica inferiores al 85 % de la tensión nominal**

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. Después de, aproximadamente, 1 min, se reduce la tensión de alimentación a un nivel tal que el dispositivo deja de funcionar. Se registra este valor de la tensión de alimentación.

Se realiza el ensayo descrito en el apartado H.26.5.4 del Anexo H de la Norma IEC 60730-1, sustituyendo la tabla del apartado H.26.5.4.2 por la siguiente tabla.

**Tabla 2 - Niveles de ensayo**

<b>Nivel de la tensión de ensayos</b>	<b>Periodo de reducción de tensión</b>	<b>Período de tensión reducida</b>	<b>Periodo de incremento de tensión</b>
Valor registrado - 10%	(60 ± 12) s	(10 ± 2) s	(60 ± 12) s
0 V	(60 ± 12) s	(10 ± 2) s	(60 ± 12) s

NOTA: El tiempo elegido debe ser adecuado para determinar el punto de funcionamiento.

Mientras que opere en el rango de funcionamiento (entre la tensión nominal y el valor registrado), el dispositivo debe cumplir el criterio I de evaluación, como se define en el apartado 8.1. En el rango de tensión inferior al valor registrado, el dispositivo debe cumplir el criterio II de evaluación definido en el apartado 8.1. Cuando se incrementa la tensión, se aplica el criterio II de evaluación hasta el momento en el que la tensión alcanza el valor, a partir del cual el dispositivo comienza a funcionar.

Para los fines de este ensayo, se deben tomar precauciones para que las señales (procedentes, por ejemplo, de los sensores o interruptores) susceptibles de realizar una acción de seguridad, cuya presencia pueda ser normalmente independiente de la alimentación eléctrica, estén presentes en todos los valores de la tensión de alimentación. La señal se puede simular artificialmente con el fin de impedir que el dispositivo no corte la alimentación de salida(s) pertinente para la seguridad a causa de la desaparición de estas señales y no a causa de una tensión de alimentación baja, por ejemplo, la puesta a cero de un dispositivo de

maniobra. Se debe ignorar cualquier mal funcionamiento de un dispositivo de maniobra conectado a la(s) salida(s) importante(s) para la seguridad.

### 8.3 Interrupción y caídas de la tensión de alimentación de corta duración

El dispositivo se ensaya de acuerdo con la Norma IRAM 2491-4-11.

El dispositivo se alimenta con una tensión de alimentación según la amplitud y los períodos especificados en la Tabla 3. Pueden aplicarse períodos intermedios, así como períodos más largos. Se aplican las interrupciones y caídas, como mínimo, tres veces, en las condiciones de funcionamiento especificadas por la norma aplicable al equipo. La interrupción y las caídas de tensión se realizan pasando por la tensión de alimentación 0. Se deja transcurrir un período de, al menos, 10 s entre las interrupciones o caídas.

**Tabla 3 - Interrupciones y caídas de la tensión de corta duración**

Duración (períodos)	Porcentaje de tensión nominal o del valor medio del rango de tensiones nominales		
	30% (caída)	60% (caída)	100% (caída)
0,5	X		X
1			X
2,5		X	X
25		X	X
50		X	X

NOTA: Se considera que estos valores de las caídas y de los cortes de la tensión son más severos que los indicados en la Norma IRAM 2491-4-11.

Para interrupciones o caídas de tensión de una duración inferior o igual a 1 período, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

Para interrupciones o caídas de tensión de una duración superior a 1 período, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación especificado en el apartado 8.1.

### 8.4 Fluctuaciones de la frecuencia de alimentación

#### 8.4.1 Generalidades

Estos ensayos solo se deben realizar si el equipo incluye un circuito temporizador que esté sincronizado o cotejado con la frecuencia de la red eléctrica de alimentación.

#### 8.4.2 Fluctuaciones hasta el 2 %

El dispositivo se debe alimentar a la tensión nominal y a la frecuencia nominal de 50 Hz en el rango de frecuencias de 49 Hz y 51 Hz. El dispositivo debe funcionar tres veces siguiendo la secuencia de funcionamiento a la que podría ocurrir.

Durante los ensayos, el equipo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación especificado en el apartado 8.1.

Las variaciones de los tiempos del programa (si es aplicable) deben ser inferiores o iguales al porcentaje de las fluctuaciones de la frecuencia.

#### 8.4.3 Fluctuaciones entre el 2 % y el 5 %

El ensayo se repite con las frecuencias de alimentación de 47,5 Hz y 52,5 Hz. En estas condiciones, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación especificado en el apartado 8.1.

### 8.5 Ensayo de inmunidad a los picos de tensión

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-5. Los niveles de severidad se indican en la Tabla 4. Se aplican cinco picos de cada polaridad (-, +) y de cada ángulo de fase descriptos en la Norma IRAM 2491-4-5, en las condiciones de ensayo especificadas en la norma aplicable al equipo.

**Tabla 4 - Niveles de ensayo para picos de tensión**

Situación de la instalación	Tensión de ensayo en circuito abierto para bornes de alimentación conectados a los sistemas de alimentación en corriente continua o alterna <sup>a</sup>		Tensión de ensayo en circuito abierto para bornes de alimentación en corriente continua no conectados al sistema de alimentación <sup>a</sup> en corriente continua y bornes para conductos de proceso y líneas de control (sensores y dispositivos de maniobra) <sup>b</sup>	
	Instalaciones de clase 3	Instalaciones de clase 3	Los recorridos de las líneas de alimentación y de los cables de interconexión son distintos incluso en cortos recorridos <sup>c</sup>	Las líneas de alimentación y los cables de interconexión pasan en paralelo <sup>d</sup>
<b>Modo de acoplamiento</b>				
Niveles de severidad	Línea a línea	Línea a tierra	Línea a tierra	Línea a tierra
2	0,5 kV	1,0 kV	0,5 kV	1,0 kV
3	1,0 kV	2,0 kV	1,0 kV	2,0 kV
4	sin ensayo	4,0 kV	sin ensayo	sin ensayo

<sup>a</sup> Los sistemas de alimentación con corriente continua y alterna son instalaciones fijas. Se desconoce su topología y otras cargas eléctricas.

<sup>b</sup> Los ensayos de los bornes de corriente continua y los cables de interconexión no se realizan si el fabricante indica explícitamente que la longitud de estos cables no debe sobrepasar los 10 m.

<sup>c</sup> Instalación de clase 2 de acuerdo con la Norma IRAM 2491-4-5.

<sup>d</sup> Instalación de clase 3 de acuerdo con la Norma IRAM 2491-4-5.

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con los niveles de severidad 3 y 4, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

Para los dispositivos con elementos de protección contra los picos de tensión que incluyen los separadores, los ensayos con los niveles de severidad 3 y 4 se repiten al nivel que corresponda al 95 % de la tensión de arco eléctrico.

Si se utilizan elementos de protección contra los picos de tensión, deben cumplir los requisitos de la Norma IEC 61643-1. Se deben elegir, además, de forma que presenten una resistencia a los impulsos, idéntica a la requerida para las instalaciones de clase 3.

### 8.6 Transitorios eléctricos rápidos de tensión

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-4. Los niveles de severidad se indican en la Tabla 5. El dispositivo se ensaya en las condiciones especificadas en la norma aplicable a este.

**Tabla 5 - Niveles de ensayo para transitorios eléctricos rápidos de tensión**

Nivel de severidad	Bornes de alimentación, PE		Señal de entrada/salida, líneas de datos y de control	
	Pico de tensión kV	Frecuencia de repetición kHz	Pico de tensión kV	Frecuencia de repetición kHz
2	1,0	5	0,5	5
3	2,0	5	1,0	5
4	4,0	5	sin ensayo	sin ensayo

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con los niveles de severidad 3 y 4, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

Estos ensayos no se realizan en los bornes de conexión de los cables, si el fabricante declara expresamente que la longitud de estos cables debe ser inferior o igual a 3 m.

### 8.7 Inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas conducidas

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-6. Los niveles de severidad se indican en la Tabla 6. Se recorre el rango completo de frecuencias, al menos una vez con el equipo ensayado en las condiciones especificadas en la norma aplicable a este.

**Tabla 6 – Tensiones de ensayo para las perturbaciones conducidas en las líneas de alimentación y las líneas de entrada y salida**

Nivel de severidad	Nivel de tensión (emf) U <sub>o</sub>	
	Rango de frecuencia 150 kHz a 80 MHz	Bandas ISM y CB
2	3	6
3	10	20
ISM: Aplicaciones industriales, científicas y médicas de radiofrecuencia (13,56 ± 0,007) MHz, (40,68 ± 0,02) MHz.		
CB: Banda de radio reservada a los radioaficionados: (27,125 ± 1,5) MHz.		

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 3, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

Durante el barrido de las frecuencias del rango, el tiempo para mantener cada frecuencia debe ser superior o igual al tiempo necesario para verificar la sollicitación y la reacción del equipo.

Estos ensayos no se realizan en los bornes de conexión de los cables si el fabricante declara expresamente que la longitud de estos cables debe ser inferior o igual a 1 m.

NOTA. Si el dispositivo es especialmente sensible a determinadas frecuencias o a frecuencias de interés dominante, el dispositivo se puede analizar específicamente a estas frecuencias.

## 8.8 Inmunidad a los campos de radiación

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-3. Los niveles de severidad son los indicados en la Tabla 7; se recorre el rango completo de frecuencias, al menos, una vez con el equipo ensayado en las condiciones indicadas en la norma aplicable al equipo.

**Tabla 7 – Niveles de ensayo para la inmunidad a los campos de radiación**

Nivel de severidad	Tensión del campo eléctrico V/m	
	Rango de frecuencia	
	80 MHz a 1000 MHz y de 1,7 GHz a 2,0 GHz	Bandas ISM y GSM
2	3	6
3	10	20
ISM: Aplicaciones industriales, científicas y médicas de radiofrecuencia (433,92 ± 0,87) MHz, según IRAM 2491-4-3.		
GSM: Radiotelefonía celular digital móvil: (900 ± 5,0) MHz.		

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 3, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

NOTA Durante el barrido del rango de frecuencias, el tiempo de aplicación de cada frecuencia debe ser superior o igual al tiempo necesario para verificar que el dispositivo ensayado está activado y emitir una respuesta. Las frecuencias sensibles o de interés dominante pueden analizarse individualmente.

### 8.9 Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-2. Los niveles de severidad son los indicados en la Tabla 8. El dispositivo se ensaya en las condiciones especificadas en la norma aplicable a este.

Este requisito es de aplicación para los dispositivos que disponen de su propia envolvente. Para dispositivos que no disponen de su propia envolvente, el ensayo solo se aplica a los puntos accesibles indicados por el fabricante (véase la selección de puntos de ensayo de la Norma IRAM 2491-4-2).

**Tabla 8 - Tensiones de ensayo para descargas electrostáticas directas e indirectas**

Nivel de severidad	Descarga de contacto kV	Descarga en el aire kV
2	4	4
4	8	15

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 4, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

### 8.10 Ensayos de inmunidad al campo magnético a la frecuencia de la red

Los siguientes ensayos se deben realizar si el dispositivo es susceptible de ser sensible a los campos magnéticos, a la frecuencia de la red (por ejemplo, efecto Hall).

El dispositivo se alimenta a la tensión nominal. El equipo, la instalación y el procedimiento de ensayos deben cumplir la Norma IRAM 2491-4-8. Los niveles de severidad son los indicados en la Tabla 9. El dispositivo se ensaya en las condiciones indicadas en la norma aplicable al equipo.

**Tabla 9 - Intensidades de ensayo para los campos magnéticos**

Nivel de severidad	Intensidad
2	3 A/m
3	10 A/m

- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 2, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- ◆ Cuando se ensaya con el nivel de severidad 3, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

### **8.11 Requisitos eléctricos**

El equipo eléctrico debe cumplir los requisitos pertinentes de los Capítulos 8, 9, 10 y de los apartados 11.1, 11.2, 11.9, 13.1, 13.2, 20.1, y 20.2 de la Norma IEC 60730-1. En la norma específica aplicable al equipo, en función de la aplicación, pueden aparecer requisitos adicionales.

Si la polaridad de la tensión de alimentación eléctrica puede influir en la seguridad, se deben proporcionar medios para evitar el corte de la alimentación de las salidas importantes para la seguridad o se debe señalar mediante advertencias claras en las instrucciones de instalación y de utilización (véase 9.2).

## **9 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES**

### **9.1 Marcado**

Los requisitos para el marcado se indican en las normas específicas aplicables al dispositivo.

Salvo indicaciones en contrario, el marcado del dispositivo debe incorporar, como mínimo, las siguientes informaciones en caracteres duraderos y legibles:

- ◆ Fabricante y/o marca registrada.
- ◆ Designación del tipo o modelo.
- ◆ Fecha de fabricación o número de serie.
- ◆ Grado de IP.

**ANEXO A (NORMATIVO)**  
**ENSAYO DE ESTANQUIDAD. MÉTODO VOLUMÉTRICO**

Se deben aplicar los requisitos del Anexo A de la norma NAG-331 Parte 1.

**ANEXO B (NORMATIVO)  
ENSAYO DE ESTANQUIDAD. MÉTODO POR PÉRDIDA DE  
PRESIÓN**

Se deben aplicar los requisitos del Anexo B de la norma NAG-331 Parte 1.

**ANEXO C (NORMATIVO)  
CONVERSIÓN DE LA PÉRDIDA DE PRESIÓN EN CAUDAL DE  
FUGA**

Se deben aplicar los requisitos del Anexo C de la norma NAG-331 Parte 1.

## ANEXO D (INFORMATIVO) MODOS DE FALLO DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS

**Tabla D.1 – Modos de avería de los componentes eléctricos/electrónicos**

Tipo de componente	Cortocircuito	Abierto <sup>a</sup>	Observaciones
<b>Resistencias fijas:</b>			
Película delgada (filamento bobinado)		x	Incluye tipo SMD
Película gruesa (plana)		x	Incluye tipo SMD
Hilo bobinado (capa única)		x	
Resto de tipos	x	x	
<b>Resistencias variables</b> (por ejemplo, potenciómetro/condensador de compensación):			
Hilo bobinado (capa única)		x	
Resto de tipos	x <sup>b</sup>	x	
<b>Condensador de capacidad fija:</b>			
Tipos X1 e Y según la Norma IEC 60384-14		x	
Película metalizada según la Norma IEC 60384-16		x	
Resto de tipos	x	x	
<b>Rotor:</b>			
Hilo bobinado		x	
Resto de tipos	x	x	
<b>Diodos:</b>			
Todos los tipos	x	x	
<b>Transistores:</b>			
Todos los tipos (por ejemplo: bipolar, LF, RF, microonda, FET, Tristor, Diac, Triac, Uniunión)	x <sup>b</sup>	x	
<b>Circuito híbrido</b>	d	d	
<b>Circuitos integrados</b>			
Todos los tipos no cubiertos por el anexo H.11.12 de la Norma IEC 60730-2-5	x <sup>e</sup>	x	Para las salidas de los IC se aplica la nota <sup>c</sup>
<b>Acoplador óptico</b> Según la Norma IEC 60335-1	x <sup>f</sup>	f	
<b>Relés:</b>			
Bobinas	x	x	Si el relé cumple la Norma EN 61810-1 no es necesario considerar el modo de fallo en cortocircuito
Contactos	x <sup>g h</sup>	x	
Relé de láminas	x	x	Únicamente contactos
<b>Transformadores:</b>			
De acuerdo con la Norma EN 61558-2-6 o EN 61558-2-17		x	
Resto de tipos	x	x	
<b>Cuarzos</b>	x	x	i

Tipo de componente	Cortocircuito	Abierto <sup>a</sup>	Observaciones
<b>Interruptores</b>	x	x	j
<b>Conexiones</b> (hilo de puente)		x	k
<b>Cables, hilos y conectores</b>		x	
<b>Conductores de placa de circuito impreso</b>	x <sup>m</sup>	x <sup>l</sup>	
<b>Sensores de temperatura:</b> Todos los tipos (por ejemplo: CTN, CTP, PT 100 y termopares)	x <sup>n</sup>	x <sup>n</sup>	

### Referencias a la Tabla D.1

<sup>a</sup> Abriendo un único terminal cada vez.

<sup>b</sup> Se cortocircuita cada terminal por turnos con el resto de los terminales; únicamente dos terminales a la vez.

<sup>c</sup> Para dispositivos del tipo tiristor discontinuo o integrado, tales como los triacs y SCR, las condiciones de avería deben incluir un cortocircuito de todos los bornes con el tercer terminal en circuito abierto. Debe considerarse el efecto de cualquier componente del tipo onda completa, tales como un triac en condición de media onda, tanto controlado como sin controlar (tiristor o diodo, respectivamente).

<sup>d</sup> Para los modos de fallo de componentes individuales del circuito híbrido, se aplican los descritos para los componentes individuales en esta tabla.

<sup>e</sup> El cortocircuito de cualquiera de los dos terminales adyacentes y el cortocircuito de:

- a) cada borne a la alimentación de circuito integrado, cuando se aplica al circuito integrado
- b) cada borne a toma de tierra de circuito integrado, cuando se aplica al circuito integrado

El número de ensayos relacionados con los circuitos integrados puede hacer impracticable la realización de todas las averías pertinentes o la evaluación de los posibles peligros de un examen del diagrama del circuito integrado.

Se admite, por tanto, analizar primero detalladamente todas las posibles averías mecánicas, térmicas y eléctricas que pueden desarrollarse en el propio sistema o en sus salidas, debido al mal funcionamiento de los dispositivos electrónicos u otros componentes del circuito, independientemente o en cualquier combinación.

Salvo para los tipos evaluados de acuerdo con el anexo H.11.12 de la Norma IEC 60730-2-5, debe realizarse un análisis de averías en forma de árbol para incluir los resultados de las condiciones de estado múltiples de régimen, para las salidas y los terminales bidireccionales programados, con el fin de identificar las condiciones de avería adicionales. Se excluye el modo de fallo en "cortocircuito" entre las partes aisladas de estos circuitos integrados, cuando estas existen. El aislamiento entre los sectores debe cumplir los requisitos del apartado 13.2 de la Norma IEC 60730-2-5, para el aislamiento funcional.

<sup>f</sup> Cuando los acopladores ópticos cumplen el apartado 29.2.2 de la Norma EN 60335-1:2002, no se considera el cortocircuito entre los terminales de entrada y de salida.

<sup>g</sup> No es necesario considerar los modos de fallo "cortocircuito" y "avería mecánica" cuando el sistema, incluyendo el relé, supera satisfactoriamente los ensayos de resistencia a largo plazo del apartado 6.1 (con los contactos de relé con carga nominal) y si el relé se ensaya con resultado satisfactorio durante 3 millones de ciclos en la condición sin carga, de acuerdo con el capítulo C.2 de la Norma EN 60947-5-1:2004, cuando lo declara el fabricante y si se han tomado las precauciones especiales para evitar la soldadura de los contactos.

Las precauciones especiales son:

1. Medidas para evitar la soldadura:

1.1 Cierre de los contactos en cortocircuito: Clasificación del fusible según la Norma EN 60127-1 con  $I_n < \frac{I_{the}}{2,75}$ .

NOTA:  $I_n$  según el apartado 3.16 de la Norma EN 60127-1:2006.

$I_{the}$  del relé según el apartado 4.3.2.1 ó 4.3.2.2 de la Norma EN 60947-1:2004.

1.2 Vida útil/ciclo de carga: se comprueba que el contacto no se suelda después de 1 000 000 ciclos con carga de contacto nominal máxima (4 pliegues de seguridad).

2. Medidas para evitar el microsoldado:

2.1 Se comprueba que las cargas de capacitancia (máximas) admisibles han formado parte del ensayo de vida útil según 1.2.

2.2 Se comprueba que no se ha producido la conmutación sincrónica a la red eléctrica, o que la conmutación sincrónica a la red eléctrica no ha dado lugar al incumplimiento del ensayo de vida útil, según 1.2.

<sup>h</sup> Si se utiliza un fusible como protección contra el peligro de soldadura del contacto del relé, el fusible únicamente debe ser sustituido por el fabricante de acuerdo con el apartado 2.13.7 de la Norma IEC 60730-1.

<sup>i</sup> Para relojes de cuarzo, deben considerarse las variaciones de frecuencia armónicas y subarmónicas que influyen en la cronología.

<sup>j</sup> Si se aplican interruptores para la selección de los tiempos de seguridad declarados, otros reglajes relativos a la seguridad y/o programas, estos dispositivos deben funcionar de forma que, en el caso de su apertura, se alcance la condición más segura posible (por ejemplo, el tiempo de seguridad más corto o el tiempo de barrido más largo).

Se excluye el modo de fallo en cortocircuito para los interruptores ensayados con resultado satisfactorio, de acuerdo con el capítulo 17 de la Norma IEC 60730-1. El ensayo puede sustituirse por la utilización de un interruptor certificado para esta aplicación.

<sup>k</sup> Los requisitos son los mismos que los de la nota j, excepto cuando se aplican a hilos de puente destinados a ser cortados cuando se selecciona un reglaje.

<sup>l</sup> Se excluye el modo de fallo en circuito abierto, es decir, el corte del conductor, si el espesor del conductor es superior o igual a 35  $\mu\text{m}$  y la anchura es superior o igual a 0,3 mm, o si el conductor tiene una protección adicional contra el corte, por ejemplo, por un tubo metálico, etc. Si un cortocircuito que ocurre en los terminales de salida origina la apertura de un conductor de placa de circuito impreso, este conductor debe someterse a un análisis de avería en circuito abierto.

<sup>m</sup> Se excluye el modo de fallo de cortocircuito, si se cumplen los requisitos del capítulo 20 de la Norma IEC 60730-2-5.

<sup>n</sup> Los modos de fallo de los sensores y sus ensamblajes, como se describen a continuación, se tienen que examinar para que sean aplicables a la evaluación de la avería de la función:

- ◆ Contrariamente a lo previsto, un sensor no reacciona al valor de la temperatura efectiva prevista (por ejemplo, "pegado a").
- ◆ Las características ligadas a la temperatura del sensor varían completamente o se derivan.
- ◆ Modos de fallo específicos ligados a la tecnología de los sensores.

Ningún modo de fallo debe dar lugar a una simulación de temperatura susceptible de dar origen a una situación potencialmente peligrosa.

## **ANEXO E (NORMATIVO) FUNCIONES DE REARME**

### **E.1 GENERALIDADES**

En el caso de equipos de control automáticos utilizados para el encendido automático de los quemadores a gas y de los aparatos a gas, se prevén disposiciones que aseguren el desbloqueo del aparato (originado, por ejemplo, por un sobrecalentamiento del aparato o por ausencia de llama).

En caso de sistemas con reencendido automático, se considerarán 4 o 5 ciclos antes de considerarse falla para un rearme.

### **E.2 CLASIFICACIÓN**

La función de rearme debe ser una función de clase B.

### **E.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN**

Los requisitos de construcción de los equipos electrónicos de control son los indicados en el capítulo 6.

### **E.4 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO**

Los requisitos de funcionamiento son los indicados en el Capítulo 7 de esta parte de la norma.

Además:

Se considera que la acción de rearme de un aparato debe requerir una intervención manual claramente definida. Debe ser imposible el desbloqueo automático, al menos que se admita para aplicaciones específicas (originado, por ejemplo, por dispositivos automáticos, como los temporizadores, etc.).

El dispositivo de desbloqueo debe permitir el rearme correcto del sistema. No se debe producir ningún rearme inesperado o espontáneo.

Si la función de rearme se realiza con ayuda de un dispositivo móvil, se requieren, como mínimo, dos intervenciones manuales para originar el rearme.

Cualquier fallo de la función de rearme no debe dar lugar al funcionamiento del aparato fuera de los requisitos aplicables. Cualquier fallo se debe detectar antes del siguiente rearme o no debe impedir la parada o el bloqueo del aparato.

Para las funciones de rearme en las que la acción manual se inicia sin que el aparato esté dentro del campo directo de visibilidad, se aplican los siguientes requisitos complementarios:

- ◆ El estado real, así como las informaciones pertinentes sobre el proceso controlado por el dispositivo de control, deben ser visibles para el usuario antes, durante y después de la acción de rearme.

- ◆ El número máximo de rearmes debe estar limitado a 5 intervenciones durante un período de 15 min. Después de esto, se debe ignorar, salvo que se haya verificado el aparato.

Si el rearme se puede activar mediante intervención manual en el termostato o en un dispositivo similar, el fabricante debe indicar esta función para la homologación con el aparato definitivo.

NOTA: Cabe señalar que no todos los tipos de funciones de rearme pueden ser apropiados para aplicaciones específicas. La función de rearme debe evaluarse dentro de la aplicación final.

## **E.5 PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL**

Los requisitos en cuanto a la protección contra los fallos internos para los fines de seguridad funcional son los indicados en el apartado 6.2.

La aplicación del punto c) del apartado 6.2.3.2 se debe estudiar junto con la función de control a que se rearmará.

El fabricante debe indicar el tiempo de reacción al fallo.

## **E.6 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO**

Los ensayos de funcionamiento a largo plazo se deben realizar de acuerdo con el apartado 7.10.

Los requisitos de funcionamiento indicados en el Capítulo E.4 se deben verificar después de los ensayos de funcionamiento a largo plazo.

## **E.7 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

Se aplica el Capítulo 8.

## **E.8 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES**

Se aplican los requisitos del Capítulo 9 en cuanto al marcado, las instrucciones de instalación y la utilización.

Además:

El fabricante debe proporcionar una declaración con la siguiente información:

- ◆ Tiempo de reacción al fallo y aplicación del punto c) del apartado 6.2.3.2.
- ◆ El rearme por acción del termostato, si es de aplicación.

## ANEXO F (NORMATIVO)

### FUNCIÓN DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA TEMPERATURA (FCT)

#### F.1 GENERALIDADES

La protección contra los riesgos de incendio y de explosión de un artefacto que utiliza combustible gaseoso debido al sobrecalentamiento requiere establecer un sistema de clase de seguridad para la función de control de la temperatura (denominado a continuación mediante las siglas FCT). La actuación se basa en una comparación entre la función de control automático del quemador y la función de control de temperatura, y se considera que se garantiza una seguridad equivalente para las dos funciones.

El propósito de una función de control de temperatura (FCT) es controlar la temperatura (regulador de temperatura) y prevenir el riesgo de una temperatura excesiva (limitador de temperatura) que pudiera dar lugar a un peligroso sobrecalentamiento de los artefactos que utilizan combustibles gaseosos.

Se considera que las soluciones convencionales constituidas por una combinación de termostatos mecánicos, como los indicados en las normas específicas de los artefactos (por ejemplo, las Normas EN 297, EN 483), cumplen estos requisitos. Esto se asume en función de la observación de las soluciones mecánicas específicas, resultantes de un uso establecido después de muchos años de funcionamiento que sigue el principio de duplicidad.

Cualquier nueva solución se basará en una evaluación de fallos, como en la norma NAG-331 Parte 9 o en las normas de la serie IEC 60730. Las normas específicas aplicables a los artefactos pueden admitir la utilización de una clase de seguridad inferior asociada a medidas de fabricación que permitan clasificar globalmente un FCT en la clase de seguridad C.

Una función de control de la temperatura es un sistema que incluye sensor de temperatura, procesador de la señal, maniobras de conmutación (encendido/apagado o acción protectora) y desbloqueo (véase la Figura G.1).



**Figura F.1 – Función de control de la temperatura**

## **F.2 CLASIFICACIÓN**

La función de control de temperatura debe ser de clase de seguridad C.

Si el análisis de las medidas preventivas dentro del aparato lo demuestra, se puede aceptar una clase de seguridad inferior.

Una función de control de temperatura puede incorporar diferentes dispositivos de equipos y programas informáticos. Estos dispositivos individuales de la función de control de la temperatura se deben clasificar como clase A, B, o C.

## **F.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **F.3.1 Generalidades**

Los requisitos de construcción de los equipos electrónicos son los indicados en el Capítulo 6.

Además:

Las maniobras de conmutación y el desbloqueo indicados en el capítulo F.1 forman parte integrante de la función de control de temperatura (FCT). Para los controles multifuncionales, la FCT o algunos de sus elementos pueden estar físicamente integrados en otros bloques de funcionamiento (por ejemplo, el sistema de control automático del quemador).

### **F.3.2 Sensor**

Con el fin de resistir el incremento de temperatura después de una acción protectora, el sensor debe resistir la temperatura máxima de acuerdo con las indicaciones del capítulo F.4. Se trata de la temperatura máxima a la que el sensor se expondrá en su aplicación durante un corto período de tiempo. Durante el ensayo de los requisitos de funcionamiento a largo plazo descritos en los puntos b) y d) del apartado F.6.3, esta temperatura extrema se debe mantener durante 10 min para cada uno de los 10 últimos ciclos.

## **F.4 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO**

Los requisitos de funcionamiento son los indicados en el Capítulo 7 de esta parte de la norma.

Además, los dispositivos de función de control de la temperatura deben cumplir los requisitos del tipo 2 de la Norma IEC 60730-2-9 y, en este caso, el fabricante tiene que declarar las siguientes informaciones:

- ◆ tolerancias de fabricación;
- ◆ deriva del o los puntos de tarado;
- ◆ temperatura que puede resistir el sensor;
- ◆ tiempos de reacción.

El fabricante debe suministrar un documento que explique la tolerancia máxima de fabricación en relación con el punto de tarado de la acción de protección, mediante un método de cálculo basado en el promedio del valor medio cuadrático.

La FCT debe realizar la puesta en seguridad, en caso de que se sobrepase el punto de tarado de la acción de protección. Salvo declaración contraria del fabricante, esta puesta en seguridad debe estar seguida de un firme bloqueo.

## **F.5 PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL**

Un TCF debe ser de clase de seguridad C.

Los requisitos en cuanto a la protección contra los fallos internos para los fines de seguridad funcional son los indicados en el apartado 6.2. El punto c) del apartado 6.2.4.2 y el punto a) del apartado 6.2.4.3 no son de aplicación.

El fabricante debe indicar el tiempo de reacción al fallo.

## **F.6 ENSAYO DE LOS REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO**

### **F.6.1 Generalidades**

Los requisitos de funcionamiento indicados en el capítulo F.4 se deben verificar después de los ensayos de los requisitos de funcionamiento a largo plazo.

Este capítulo describe independientemente los ensayos para los montajes del o de los sensores y los ensayos para los equipos de control (véase la figura F.1). Como alternativa, ambos ensayos pueden integrarse en un sistema de ensayos de montaje de los sensores y de los equipos de control. Si el equipo está integrado en otros equipos (por ejemplo, en el sistema de control automático del quemador), los ensayos de los requisitos de funcionamiento a largo plazo pueden estar combinados.

### **F.6.2 Control**

El ensayo de los requisitos de funcionamiento a largo plazo se realiza de acuerdo con el apartado 7.10, con las siguientes modificaciones:

El número de ciclos indicado en el punto d) del apartado 7.10.2.1 de esta norma debe ser de 1 000 ciclos.

### **F.6.3 Montaje de los sensores**

El montaje del o de los sensores se debe ensayar aplicando el método de variaciones de temperatura descrito en la Norma IEC 60730-2-9 durante:

- a) 245 000 ciclos en el rango de temperatura, desde 20 °C hasta la temperatura máxima de regulación indicada por el fabricante.
- b) 5 000 ciclos en el rango de temperatura, desde la temperatura máxima de regulación hasta la temperatura a la que debería resistir el sensor; véase el capítulo F.4.

O el montaje de los sensores se debe ensayar aplicando el método de los dos baños, descrito en la Norma IEC 60730-2-9 durante:

- c) 100 000 ciclos en el rango de temperatura, desde 20 °C hasta la temperatura máxima de regulación indicada por el fabricante.
- d) 2 000 ciclos en el rango de temperatura, desde la temperatura máxima de regulación hasta la temperatura a la que debería resistir el sensor; véase el capítulo F.4.

NOTA: Se pueden aplicar métodos de ensayo alternativos, si con ello se alcanzan resultados comparables (por ejemplo, el método del Anexo J de la Norma IEC 60730-1 para los termistores).

## **F.7 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

Se aplican los requisitos indicados en el Capítulo 8.

## **F.8 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y DE UTILIZACIÓN Y DECLARACIONES**

Se aplican los requisitos indicados en el Capítulo 9.

Además, el fabricante debe proporcionar una declaración que incluya las siguientes informaciones:

- ◆ Tolerancia de fabricación.
- ◆ Deriva del o de los puntos de tarado.
- ◆ Temperatura a la que puede resistir el sensor.
- ◆ Tiempo de reacción.
- ◆ Tiempo de reacción al fallo.

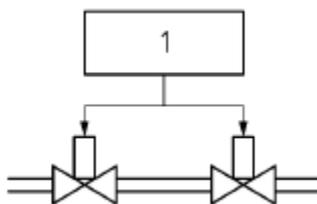
## ANEXO G (NORMATIVO) FUNCIÓN DE CORTE DE GAS

### G.1 GENERALIDADES

Este anexo describe un método de evaluación de las soluciones para la función de corte de gas y fija los requisitos a considerar para otras soluciones distintas de las incluidas en la norma NAG-331 Parte 6, para la utilización en aparatos que utilizan combustibles gaseosos. En este documento, el término clase de seguridad A, B y C no está relacionado con las clases de fuerza de estanquidad. La fuerza de estanquidad se debe indicar de acuerdo con la definición de la norma NAG-331 Parte 4 y de acuerdo con los requisitos apropiados de la norma aplicable. Estos requisitos no deben sustituirse por este anexo.

Para la función de corte de gas, la protección contra los riesgos de incendio y de explosión de un aparato que utiliza combustibles gaseosos debidos a una fuga de gas incontrolada requieren un sistema de clase de seguridad C. El punto de partida se basa en una comparación entre la función automática del control del quemador y la función de corte de gas, y para las que se considera que las clases de seguridad respectivas tienen valores iguales.

Las soluciones actuales (véase la Figura G.1) hacen mención a dos válvulas automáticas de corte, de acuerdo con la norma NAG-331 Parte 6, que cumplen los requisitos de la clase de seguridad C, incluso si no están basados en una aproximación de la evaluación de fallos, como se indica en el apartado 7.8. Esto se asume sobre la base de la observación de las soluciones mecánicas específicas, resultantes de un uso establecido después de muchos años de funcionamiento y en el principio de duplicidad de dos válvulas automáticas de corte, que cumplen con los requisitos de construcción y funcionamiento de la norma NAG-331 Parte 6.



Leyenda:

1 Control del quemador (BC).

**Figura G.1 - Solución normalizada con dos válvulas**

El enfoque descrito anteriormente para las clasificaciones puede servir de referencia para la evaluación de nuevas soluciones.

En este documento, no se considera aceptable una función de corte de clase de seguridad C con una única válvula de corte.

Las nuevas soluciones de la función de corte de gas pueden consistir en una combinación de válvulas de corte, equipos electrónicos de control, sensores, dispositivos de maniobra, bloqueo y rearme, como los indicados en la Figura G.2.

## **G.2 CLASIFICACIÓN**

La función de corte de gas debe ser de clase de seguridad C.

## **G.3 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **G.3.1 Generalidades**

Los requisitos de construcción son los indicados en el Capítulo 6.

La fuerza de estanquidad y el tiempo de cierre de las válvulas de corte deben cumplir los requisitos de la norma NAG-331 Parte 4. El fabricante debe indicar el tipo de fuente de energía de corte prevista (FEC), la fuerza de estanquidad y el tiempo de cierre para probar que se mantiene la fuerza de estanquidad.

En el caso de un sistema con válvula de corte sin fuente de energía de corte prevista (FEC), la interrelación con la unidad de control del quemador se debe realizar de forma que, en situación de puesta en seguridad después de la señal de bloqueo del control del quemador, no se corte la alimentación eléctrica de las salidas antes del cierre de la válvula. El fabricante debe indicar esta interacción.

### **G.3.2 Combinación de las válvulas**

La función de corte de gas de clase de seguridad C requiere dos válvulas de corte con el fin de garantizar la interrupción del consumo de gas con una de ellas y, en caso de fallo, debe estar la otra.

Para cumplir los requisitos de la clase de seguridad C y considerando el método de evaluación que figura en el capítulo G.6, se deben aplicar requisitos adicionales a la combinación de válvulas de corte, que se enumeran a continuación, utilizando diferentes tipos de fuentes de energía de corte prevista (FEC). En el Anexo J, se incluye una lista de ejemplos a título informativo.

### **G.3.3 Dos válvulas automáticas de corte**

Si las dos válvulas son válvulas automáticas de corte, no se requiere ninguna medida adicional.

### **G.3.4 Una válvula automática de corte y una válvula de corte con FEC**

En el caso de una válvula automática de corte y de una válvula de corte con FEC, basada en componentes electrónicos (condensador, pila, etc.) para asegurar el cierre de la válvula después de la interrupción de la alimentación de corriente eléctrica, este circuito se tiene que incluir en la evaluación de fallos realizada de acuerdo con el capítulo G.6.

### **G.3.5 Una válvula automática de corte y una válvula de corte sin FEC**

En el caso de una válvula automática de corte y una válvula de corte sin FEC para asegurar el cierre de la válvula después de la interrupción de la alimentación de corriente eléctrica (por ejemplo, un dispositivo de maniobra motorizado), se requieren medidas adicionales de acuerdo con el apartado G.3.2. Se autoriza utilizar esta combinación únicamente para funcionamientos no permanentes.

### **G.3.6 Dos válvulas de corte con FEC**

En el caso de dos válvulas de corte con FEC, basadas en componentes electrónicos (EC) (por ejemplo, condensador, pila) para asegurar el cierre de la válvula después de la interrupción de la alimentación de corriente eléctrica, se requieren medidas adicionales de acuerdo con el apartado G.3.2 y realizar una evaluación de los fallos de acuerdo con el capítulo G.6.

### **G.3.7 Una válvula de corte con FEC y una válvula de corte sin FEC**

En el caso de una válvula de corte con FEC, basada en componentes electrónicos (por ejemplo, condensador, pila) y una válvula de corte sin FEC para asegurar el cierre de la válvula después de la interrupción de la alimentación de corriente eléctrica, (por ejemplo, un dispositivo de maniobra motorizado), se deberían tomar medidas adicionales de acuerdo con el apartado G.3.2, y realizar una evaluación de fallos de acuerdo con el capítulo G.6. Se debe utilizar esta combinación únicamente para aplicaciones que, en cada arranque, cumplan los requisitos del apartado 6.6 de la norma NAG-331 Parte 1 junto con períodos de funcionamiento de, como máximo, 24 h entre dos puestas en marcha.

### **G.3.8 Dos válvulas de corte sin FEC**

No se admite la combinación de dos válvulas de corte sin FEC para asegurar el cierre de la válvula después de la interrupción de la alimentación de corriente eléctrica (por ejemplo, originado por un motor).

## **G.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES**

### **G.4.1 Generalidades**

Para las válvulas que no tienen ni FEC, ni FEC eléctrico, se aplican los requisitos adicionales indicados a continuación.

### **G.4.2 Ensayo de funcionamiento (ensayo de estanquidad interna, únicamente para sistemas sin FEC)**

Para las válvulas de corte sin FEC, se debe realizar un ensayo de estanquidad de la válvula con un FEC en cada ciclo del quemador. En el caso de interrupción de la alimentación de corriente eléctrica, en el momento en el que se demanda calor, esto incrementa la aptitud de la válvula con FEC para interrumpir el caudal de gas.

Se admite un caudal máximo de fuga de 1 l/h. En caso de sobrepasar el caudal máximo de fuga, el sistema debe realizar una puesta en seguridad seguida de un firme bloqueo.

### **G.4.3 Integridad eléctrica del elemento de maniobra de la válvula**

Para las válvulas de corte, cuyo cierre necesita energía eléctrica, se debe examinar la parte eléctrica del dispositivo de maniobra, con el fin de verificar la aptitud del elemento de maniobra para realizar el cierre. Este ensayo se debe realizar una vez en cada ciclo del quemador.

Si el ensayo falla, el sistema debe realizar una puesta en seguridad seguida de un firme bloqueo.

#### **G.4.4 Par o fuerza de cierre del elemento de maniobra**

El par o la fuerza de cierre debe ser 2,5 veces el valor del momento o de la fuerza de rozamiento.

#### **G.4.5 Ensayo de fuerza de estanquidad**

En el caso de válvulas que necesiten energía eléctrica para su cierre, la válvula debe permanecer cerrada cuando el equipo o elemento de maniobra se alimenta con la tensión más baja (establecida en el 85 % de la tensión nominal mínima de la red y correspondiente a las temperaturas, y posiciones de montaje más desfavorables declaradas).

En el caso de tener una fuente de alimentación eléctrica alternativa, por ejemplo, una pila, se debe establecer una tensión mínima apropiada, a partir de la evaluación del fallo realizado, de acuerdo con el capítulo G.6.

El ensayo se debe realizar de acuerdo con la norma NAG-331 Parte 4, con la alimentación de los bornes del elemento de maniobra

### **G.5 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO**

Se deben aplicar conjuntamente los requisitos de funcionamiento de los apartados 7.1 a 7.10, así como los requisitos de la norma NAG-331 Parte 6.

### **G.6 PROTECCIÓN CONTRA LOS FALLOS INTERNOS PARA LOS FINES DE SEGURIDAD FUNCIONAL**

En el caso de nuevas tecnologías electromagnéticas, se debe utilizar la norma NAG-331 Parte 6 junto con los resultados del análisis de modo de fallos, con el fin de establecer los requisitos y los ensayos a considerar para estas nuevas tecnologías y soluciones.

Las nuevas soluciones, fabricadas a partir de elementos de construcción diferentes y que sustituyen, por ejemplo, a:

- ◆ funciones de los resortes;
- ◆ piezas de cierre/estanquidad;
- ◆ características de los tiempos de cierre;
- ◆ características de los tiempos de apertura;
- ◆ dispositivos de maniobra con sentido único (electroimanes);

pueden asegurar una clase de seguridad C para la función de corte de gas, si se toman medidas adicionales, haciendo referencia a sensores y a elementos de control, tales como:

- ◆ sensores de posición;
- ◆ sensores de presión;
- ◆ sensores de caudal;
- ◆ dispositivos de maniobra con doble sentido;

se utilizan en combinación con un o unos algoritmos, por ejemplo, un control cíclico de fuga o un sistema de control integrado de acuerdo con la clase de seguridad C.

Para la evaluación de los dispositivos de corte de gas, se debe utilizar la norma NAG-331 Parte 6 junto con los requisitos del Capítulo 7. Para todos los aspectos que no figuran en la norma NAG-331 Parte 6, el fabricante debe suministrar un análisis del modo de fallo de la nueva solución.

Este análisis debe describir los modos de fallo específicos para el tipo de tecnología utilizado, en función de los siguientes requisitos de seguridad fundamentales:

- ◆ Función de cierre, en caso de corte de la alimentación eléctrica.
- ◆ Estanquidad.
- ◆ Fuerza de estanquidad (resistencia a las presiones que se ejercen sobre la superficie del elemento de obturación que es necesario verificar mediante ensayo o cálculo).
- ◆ Fuerza de cierre > fuerza de rozamiento.
- ◆ Tiempos de cierre, incluidos la influencia sobre el control del quemador (norma NAG-331 Parte 9).
- ◆ Acción independiente de dos válvulas de corte.
- ◆ Sin señal de apertura incontrolada a ninguna válvula de corte.

El resultado del análisis debe establecer un conjunto de condiciones en las que se puede utilizar la nueva tecnología para una función de corte de gas.

Los requisitos en cuanto a la protección contra los fallos internos para los fines de seguridad funcional son los indicados en el apartado 6.2. El punto c) del apartado 6.2.4.2 y el punto a) del apartado 6.2.4.3 no son de aplicación.

El fabricante debe indicar el tiempo de reacción al fallo.

## **G.7 ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO**

Se aplican los requisitos de la norma NAG-331 Parte 6, relativos a las características de funcionamiento.

El ensayo de los requisitos de funcionamiento a largo plazo se debe realizar de acuerdo con el apartado 7.10.

Los requisitos de funcionamiento indicados en el capítulo G.5 se deben verificar después de los ensayos de los requisitos de funcionamiento a largo plazo.

## **G.8 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

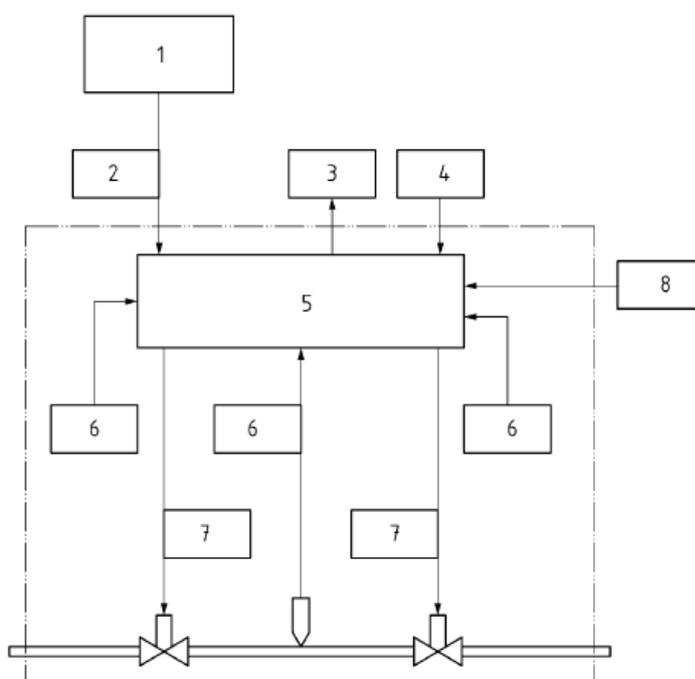
Se aplica el capítulo 8.

## G.9 MARCADO, INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN, Y DECLARACIONES

Se aplican los marcados y los requisitos de funcionamiento y de instalación que figuran en el capítulo 9.

Además, el fabricante debe suministrar una declaración que incluya la siguiente información:

- ◆ El tipo de FEC (véase G.3.1).
- ◆ La combinación de las válvulas (véanse G.3.2 a G.3.8).
- ◆ La fuerza de estanquidad y el tiempo de cierre, de acuerdo con la norma NAG-331 Parte 4 (véase G.3.1).
- ◆ La interacción con el control del quemador (véase G.3.1).
- ◆ El tiempo de reacción al fallo (véase el capítulo G.6).



Leyenda:

1. Equipo automático del control del quemador.
2. Marcha/Parada.
3. Bloqueo.
4. Rearme.
5. Equipo electrónico de corte de gas.
6. Sensor.
7. Dispositivo de maniobra.
8. Suministro de la red eléctrica.

**Figura G.2 – Ejemplos de componentes para soluciones nuevas**

## **ANEXO H (INFORMATIVO) PELIGROS EN APARATOS A GAS ACCIONADOS POR FUNCIONES DE CONTROL**

En la Tabla H.1 se enumeran funciones del proceso en quemadores a gas y aparatos que utilizan combustibles gaseosos, junto con los bloques funcionales relativos a la seguridad del dispositivo de control que deberían garantizar y controlar estas funciones.

La Tabla H.1 indica también las condiciones de fallo que pueden impedir estas funciones. El resultado de tales fallos pueden ser situaciones peligrosas que se indican junto con las correspondientes medidas preventivas.

La Tabla H.1 recoge las directrices y puede utilizarse junto con los capítulos 5 y 7, o con otras normas a las que se hace referencia, e incluye una visión de conjunto de la utilización de componentes electrónicos específicos y sus medidas preventivas.

Cuando sea oportuno realizar una aclaración, se incluyen observaciones en una columna independiente.

**Tabla H.1**

Peligro	Función de control	Función del sistema/proceso	Condición de fallo	Medidas preventivas	Observaciones	Referencias
Desbordamiento inaceptable de los productos de la combustión (caudal de combustión insuficiente a través del conducto de evacuación).	TTB	Prevención de desbordamiento de los productos de la combustión.	Cortocircuito o deterioro del sensor.	Detección de fallo y medida o medidas según la clasificación (A, B, C).	Dependiendo de su función y aplicación, según el capítulo 4, debe determinarse la clase de seguridad.	Capítulo 4 E.1 E.3.3
			Construcción defectuosa.	Diseño/fabricación/ensamblaje de acuerdo con las instrucciones.	--	E.3
			Mala utilización debida a la inexistencia del marcado.	Marcado apropiado.	--	E.8
			Rotura de los materiales.	Resistencia mecánica y térmica.	Elección del número de ciclos de acuerdo con esta norma o la norma aplicable del aparato, cualquiera que sea más elevado.	E.6
				Funcionamiento a largo plazo	--	E.6
			Pérdida de función debida a la humedad.	Resistencia a la humedad.	En función de su aplicación.	E.4
			Tolerancias y derivas.	Diseño apropiado	--	E.4
			Defectos eléctricos.	Comportamiento ante el fallo.	--	E.7 E.4
				Integridad eléctrica.	--	E.7
		Fenómenos de compatibilidad electromagnética.	Sin reacción insegura y desviación con los fenómenos electromagnéticos.	--	E.7	
Incendio o choque eléctrico.			Mala utilización.	Funcionamiento manual adecuado.	Dependiendo de su aplicación.	E.8
			Rotura de materiales, comportamiento ante el fallo.	Resistencia mecánica y térmica, integridad eléctrica.	--	E.3 E.4
Gas sin quemar, explosión.	Rearme a distancia	Rearme seguro a partir del bloqueo.	Fallo eléctrico y posterior restablecimiento.	Permanecer en bloqueo (no se requiere para bloqueo recuperable).	Dependiendo de su función y aplicación, según el apartado 4.3, se debe determinar una clase de seguridad.	Anexo E
			Accionamiento de un termostato o dispositivo similar.	Permanecer en bloqueo (no necesario en aplicaciones específicas).	--	Anexo E
			Pulsación continua del botón de rearme, cortocircuito de los cables de conexión al dispositivo de rearme, o entre el dispositivo de rearme y la toma a tierra.	Detección del fallo antes del siguiente encendido.	--	Anexo E

Peligro	Función de control	Función del sistema/proceso	Condición de fallo	Medidas preventivas	Observaciones	Referencias
			Rearme automático en lugar de rearme manual, después de la introducción de un único fallo electrónico, de acuerdo con el capítulo H.27 de la Norma IEC 60730-1, o introducción de un único fallo para componentes objeto del apartado H.11.12 de la Norma IEC 60730-1.	Detección del fallo antes del siguiente encendido o antes de un número limitado de rearmes.	--	Anexo E.
			Fallos eléctricos.	Comportamiento ante el fallo.	--	E.7
				Integridad eléctrica.	--	E.7
			Fenómenos de compatibilidad electromagnética.	Sin reacción insegura.	--	E.7
Incendio o choque eléctrico.			Rotura de materiales, comportamiento ante el fallo.	Resistencia mecánica y térmica, integridad eléctrica.	--	E.6
Sobrecalentamiento.	Limitador térmico	Prevención del sobrecalentamiento.	Comportamiento del componente, de acuerdo con la Norma IEC 60730-1, Anexo G. Tolerancias y deriva.	Resistencia mecánica y térmica, integridad eléctrica —rearme automático a partir del bloqueo—.	--	Capítulo 4, Clase B.
Incendio, explosión, sobrepresión.	Dispositivos de corte térmico				--	Capítulo 4, Clase C.
En función de su aplicación: mala combustión, sobrecalentamiento, emisión de CO.	Control del caudal mediante análisis del transmisor de presión.  Control del caudal mediante análisis de la rotación.	Suficiente caudal de aire o combustible. Control de la fuga.	Comportamiento del componente, de acuerdo con el Anexo G de la Norma IEC 60730-1.	Resistencia mecánica y térmica, integridad eléctrica —rearme automático a partir del bloqueo—.	--	Capítulo 4, Clase B o C.
Gas sin quemar, explosión (fuga a través de las líneas de combustibles).	Válvulas automáticas de corte	Corte seguro de las líneas de combustibles.	Véase la NAG-331 Parte 4.	De acuerdo con las normas NAG-331 Parte 4 y NAG-331 Parte 6.	--	--
Gas sin quemar, explosión.	Sistemas de control del quemador a gas.	Control de la llama y corte en caso de no detectar la llama a gas.	Véase la Norma NAG-331 Parte 9.	De acuerdo con la norma NAG-331 Parte 9.	--	--
			Véase la Norma NAG-331 Parte 9.	De acuerdo con la norma NAG-331 Parte 9.	--	--

Peligro	Función de control	Función del sistema/proceso	Condición de fallo	Medidas preventivas	Observaciones	Referencias
	Dispositivos de control de llama.	dentro de los tiempos definidos.				
Presión demasiado elevada.	Regulador de presión.	Regulación de la presión en las correspondientes partes del aparato.	--	--	--	--

## **ANEXO I (NORMATIVO)**

### **REQUISITOS PARA LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN QUEMADORES A GAS Y APARATOS A GAS ALIMENTADOS CON CORRIENTE CONTINUA**

#### **I.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

De acuerdo con el Capítulo 1 de la norma NAG-331 Parte 1, con los siguientes complementos:

El dispositivo alimentado con corriente continua pertenece a sistemas independientes con pilas.

Los dispositivos con borne de alimentación continua, utilizados con un adaptador de alimentación de corriente continua alterna, se deben ensayar con la entrada de corriente alterna del adaptador, indicada por el fabricante.

En consecuencia, los dispositivos cuya alimentación con corriente continua está asegurada mediante corriente alterna no son objeto de este Anexo I.

#### **I.2 ENSAYO DE ESFUERZO TÉRMICO**

De acuerdo con el apartado 7.10.2.1 con la siguiente modificación:

Sustituir “85 % de la tensión nominal mínima indicada” por “80 % de la tensión mínima indicada de la corriente continua”.

Sustituir “110 % de la tensión nominal máxima indicada” por “120 % de la tensión máxima indicada de la corriente continua”.

#### **I.3 ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO A LARGO PLAZO (REALIZADO POR EL FABRICANTE)**

De acuerdo con el apartado 7.10.3 con la siguiente modificación:

Sustituir “85 % de la tensión nominal mínima indicada” por “80 % de la tensión mínima indicada de la corriente continua”.

Sustituir “110 % de la tensión nominal máxima indicada” por “120 % de la tensión máxima indicada de la corriente continua”.

#### **I.4 A TEMPERATURA AMBIENTE**

De acuerdo con el apartado 7.9.1 con la siguiente modificación:

Sustituir “85 % de la tensión nominal mínima indicada” por “80 % de la tensión mínima indicada de la corriente continua”.

Sustituir “110 % de la tensión nominal máxima indicada” por “120 % de la tensión máxima indicada de la corriente continua”.

## **I.5 CAÍDAS DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA INFERIORES AL 85 % DE LA TENSIÓN NOMINAL**

De acuerdo con el apartado 8.2 con la siguiente modificación:

Sustituir “85 % de la tensión nominal” por “80 % de la tensión nominal de la corriente continua”.

## **I.6 INTERRUPCIÓN Y CAÍDAS DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DE CORTA DURACIÓN**

Se sustituye el apartado 8.3 por el siguiente texto:

El dispositivo se ensaya de acuerdo con la Norma EN 61000-4-29, con la tensión de alimentación según la amplitud y el período indicados en la Tabla I.1.

Las interrupciones de tensión se deben aplicar con una “impedancia elevada” y una “impedancia baja”, haciendo referencia a la impedancia de salida del generador de ensayo, como se observa en el dispositivo ensayado durante un corte de tensión.

NOTA: De acuerdo con la Norma EN 61000-4-29, la red de alimentación con corriente continua puede presentar una “impedancia alta” o una “impedancia baja” durante una corta interrupción. El primero de estos estados puede ser debido a la conmutación de una fuente a otra; el segundo puede ser debido a una sobrecarga o a una avería en la alimentación. Este último puede originar una corriente inversa (denominada de pico de corriente negativo) de la carga. En las definiciones del generador de ensayo, de las técnicas de ensayo de la Norma EN 61000-4-29, se recogen informaciones adicionales.

Las interrupciones y las caídas de tensión se realizan, como mínimo, tres veces en la o las condiciones de ensayo previstas en la norma específica aplicable al dispositivo. Hay un intervalo, como mínimo, 10 s entre los cortes o las caídas de tensión.

**Tabla I.1 - Interrupción y caídas de tensión de corta duración**

Duración (segundos)	Nivel de ensayos (% de la tensión nominal o del valor medio del rango de tensiones nominales)		
	30% (caída)	60% (caída)	100% (interrupción)
0,01	X		X
0,03	X		X
0,1		X	X
0,3		X	X
1		X	X

- a) Para los cortes o las caídas de tensión de duración inferior o igual a 0,03 s, el dispositivo debe cumplir el *Criterio I* de evaluación indicado en el apartado 8.1.
- b) Para las interrupciones o caídas de tensión de duración superior o igual a 0,1 s, el dispositivo debe cumplir el *Criterio II* de evaluación indicado en el apartado 8.1.

## **I.7 FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN, INMUNIDAD A LOS PICOS DE TENSIÓN TRANSITORIOS ELÉCTRICOS RÁPIDOS DE TENSIÓN/PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS CONDUcidas, ENSAYOS DE INMUNIDAD AL CAMPO MAGNÉTICO A LA FRECUENCIA DE LA RED ELÉCTRICA**

De acuerdo con los apartados 8.4 a 8.10 con la siguiente modificación:

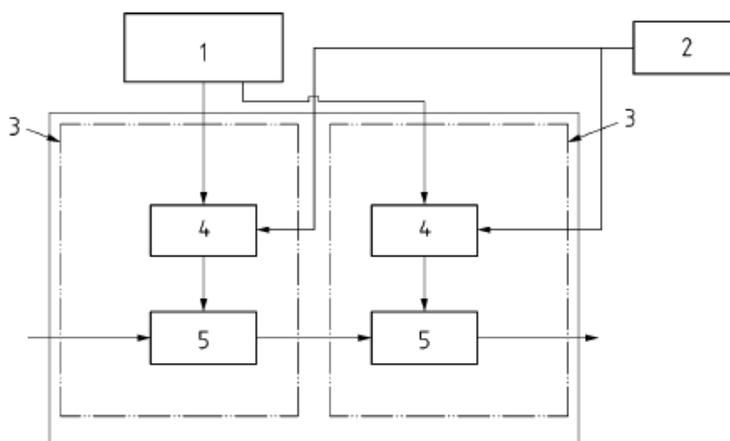
**Tabla I.2**

Apartado		Sistema independiente con pilas
8.4	Fluctuaciones de la frecuencia de alimentación.	No aplicable.
8.5	Ensayo de inmunidad a los picos de tensión.	Aplicable (para cables de longitud superior a 10 m).
8.6	Transitorios eléctricos rápidos de tensión.	Aplicable (para cables de longitud superior a 3 m).
8.7	Inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas conducidas.	Aplicable (para cables de longitud superior a 1 m).
8.8	Inmunidad a los campos de radiación.	Aplicable.
8.9	Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas.	Aplicable.
8.10	Ensayos de inmunidad al campo magnético a la frecuencia de la red.	Aplicable.

## ANEXO J (INFORMATIVO) EJEMPLOS DE SOLUCIONES NUEVAS

### EJEMPLO 1

Sistema que incorpora dos válvulas de corte combinadas/dispositivos electrónicos de control de clase de seguridad B que no cumplan los requisitos.



Leyenda:

1. Equipo automático de control del quemador (BC).
2. Suministro de la red eléctrica.
3. Clase B.
4. Equipo electrónico.
5. Válvula de corte.

**Figura J.1 - Las válvulas de corte están accionadas por dos dispositivos electrónicos de control independientes de clase de seguridad B**

**Razonamiento:**

**Secuencia simulada de fallos:**

La segunda válvula no es estanca (por ejemplo, por entrada de cuerpos extraños o por razones mecánicas).

El primer fallo del primer dispositivo de control, de clase de seguridad B no se ha detectado (fallo latente, no determinante para la seguridad).

**Resultado:** Un segundo fallo del mismo dispositivo de control puede originar una apertura incontrolada de la primera válvula, lo que no es aceptable.

NOTA: Si el dispositivo electrónico de control pertenecía a la clase de seguridad C, el sistema sería aceptable.

### EJEMPLO 2

Sistema compuesto por válvulas de corte independientes con un dispositivo de control electrónico que pertenece a la clase de seguridad C que cumple los requisitos.

### Razonamiento:

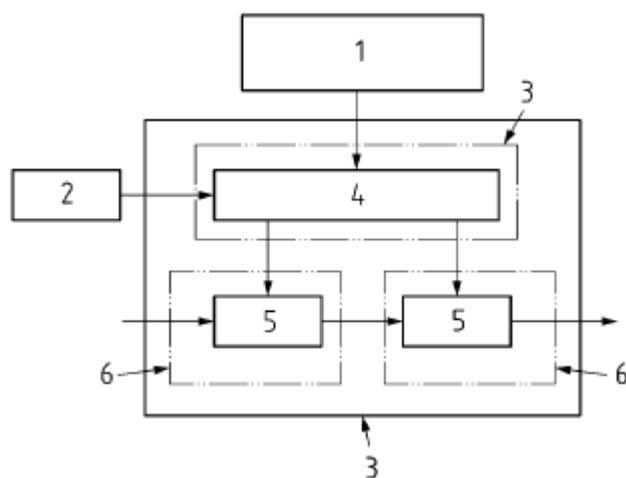
#### Secuencia simulada de fallos:

Segunda válvula no estanca (por ejemplo, por entrada de cuerpos extraños o por razones mecánicas).

El primer fallo del dispositivo de control no se ha detectado (fallo latente, no determinante para la seguridad).

El segundo fallo podría ser un fallo latente, si no tiene incidencia en la seguridad, o se detectaría, si tiene incidencia en la seguridad y se ha originado el bloqueo.

**Resultado:** El sistema global se clasifica en la clase C, por lo que es aceptable.



#### Leyenda:

1. Equipo automático de control del quemador (DC).
2. Suministro de la red eléctrica.
3. Clase C.
4. Equipo electrónico.
5. Válvula de corte.
6. Clase B.

**Figura J.2 - Las válvulas de corte están accionadas mediante un dispositivo electrónico de control de la clase de seguridad C**

## Formulario para observaciones

<b>Observaciones propuestas a la NAG-331 Año 2019</b>		
<b>Accesorios de control y seguridad para quemadores y artefactos a gas</b>		
<b>Parte 8: Utilización de componentes electrónicos en los sistemas de control de los quemadores y artefactos a gas</b>		
Empresa:	Rep. Técnico:	
Dirección:	C.P.:	TEL.:
Página:	Apartado:	Párrafo:
<b>Donde dice:</b>		
<b>Se propone:</b>		
<b>Fundamento de la propuesta:</b>		

Firma	Aclaración	Cargo

***Véase el instructivo en la página siguiente.***

**Instrucciones para completar el formulario de observaciones propuestas (uno por cada apartado observado)**

1. En el espacio identificado “**Donde dice**”, transcribir textualmente el párrafo correspondiente del documento puesto en consulta.
2. En el espacio identificado “**Se propone**”, indicar el texto exacto que se sugiere.
3. En el espacio identificado “**Fundamento de la propuesta**”, se debe completar la argumentación que motiva la propuesta de modificación, mencionando en su caso la bibliografía técnica en que se sustente, que debe ser presentada en copia, o bien, detallando la experiencia en la que se basa.
4. Dirigir las observaciones al ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS), Suipacha 636, (C1008AAN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
5. Las observaciones relacionadas con el asunto normativo especificado en el formulario deben ser remitidas al ENARGAS por medio de **una nota dedicada exclusivamente a tal fin**, adjuntando una impresión doble faz, firmada en original del cuadro elaborado y la versión en soporte digital con formato editable (*Word*).



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2019 - Año de la Exportación

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Anexo firma conjunta**

**Número:**

**Referencia:** Expediente ENARGAS N° 28794 NAG-331 Anexo VIII

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 61 pagina/s.