

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

**BALASTOS ELECTRONICOS ALIMENTADOS EN  
CORRIENTE ALTERNA PARA LAMPARAS  
FLUORESCENTES TUBULARES. REQUISITOS  
DE FUNCIONAMIENTO  
(IEC 60929:1990 + MOD. A1:1995 + MOD. A2:  
1996, IDT)**

A.C.-supplied electronic ballastas for tubular fluorescent lamps.  
Performance requirements (includes amendments A1:1995 + A2:1996)

---

ICS: 29.140.30

1. Edición      Noviembre 2002

**REPRODUCCION PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

La NC IEC 60929:2002 adopta de forma idéntica la Norma Internacional IEC 60929:1990. Edición 1.0, y las modificaciones A1:1995 y A2:1996. El análisis para la adopción de la misma se realizó por el Comité Técnico de Iluminación del Comité Electrotécnico Cubano (CEC), integrado por especialistas de las entidades siguientes:

- Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, EXPOCUBA
- Consejo de Estado:
  - Corporación CIMEX
  - Oficina de Transferencia de Tecnologías (OTT)
  - Oficina del Historiador de La Habana
- Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba (IACC)
- Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT)
- Instituto Nacional de Educación Física y Recreación (INDER)
- Ministerio de Comercio Exterior (MINCEX), CONSUMIMPORT
- Ministerio de Cultura
- Ministerio de Economía y Planificación (MEP), Oficina Nacional de Normalización (ONN)
- Ministerio de Educación (MINED), Centro "Gervasio Cabrera"
- Ministerio de Educación Superior (MES), Centro de Investigaciones Electroenergéticas (CIPEL)
- Ministerio de la Construcción (MICONS), Centro de Estudios de la Vivienda
- Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), Grupos Electrógenos y Sistemas Eléctricos (GEYSEL)
- Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), LUDEMA
- Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, DITEL
- Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR), CITEC

## **© NC, 2002**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC).**

**Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## Indice

1	Campo de aplicación.....	4
2	Referencias normativas .....	4
3	Definiciones.....	5
4	Generalidades sobre los ensayos .....	6
5	Marcado.....	7
6	Indicación general .....	7
7	Condiciones de encendido.....	8
8	Condiciones de funcionamiento.....	10
9	Factor de potencia del circuito .....	11
10	Corriente de alimentación .....	11
11	Corriente máxima en las entradas del cátodo .....	11
12	Forma de onda de la corriente.....	12
13	Pantalla magnética.....	12
14	Impedancia a las frecuencias audibles.....	13
15	Sobretensiones transitorias en la red .....	13
16	Ensayos de funcionamiento para condiciones anormales.....	13
17	Endurancia .....	14
	Figuras.....	15
	Anexo A (normativo) Ensayos .....	21
	Anexo B (normativo) Balastos de referencia .....	26
	Anexo C (normativo) Lámparas de referencia.....	29
	Anexo D (informativo) Observaciones sobre las condiciones de arranque .....	30
	Anexo E (normativo) Interfaz de mando para los balastos con regulación .....	36
	Anexo F (informativo) Guía para evaluar la vida del producto y el índice de fallo .....	41

## COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

**BALASTOS ELECTRÓNICOS ALIMENTADOS EN CORRIENTE ALTERNA PARA  
LÁMPARAS FLUORESCENTES TUBULARES –  
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO**

PREFACIO

- 1) La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización de alcance mundial para la normalización que incluye a todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales IEC). El objetivo de la IEC es promover la cooperación internacional en todas las cuestiones concernientes a la normalización en las esferas eléctricas y electrónicas. Con este fin y además de otras actividades, la IEC publica Normas Internacionales. La preparación de estas se confía a Comités Técnicos; cualquier Comité Nacional IEC interesado en un tema puede participar en este trabajo preparatorio. También pueden participar en esta preparación las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales que hayan establecido enlace con la IEC. La IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional para la Normalización (ISO) según las condiciones determinadas por un acuerdo entre las dos organizaciones.
- 2) Las decisiones o acuerdos formales de la IEC sobre materias técnicas expresan, tan exactamente como resulte posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas correspondientes, dado que cada comité técnico tiene la representación de todos los Comités Nacionales interesados.
- 3) Los documentos producidos tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y se publican en forma de normas, informes técnicos o guías y es en este sentido que son aceptados por los Comités Nacionales.
- 4) Para promover la unificación internacional, los Comités Nacionales IEC se encargan de aplicar las Normas Internacionales de la IEC en sus normas nacionales y regionales en la forma más exacta posible. Cualquier divergencia entre la Norma IEC y la correspondiente norma nacional o regional se indicará claramente en estas últimas.
- 5) La IEC no proporciona un procedimiento de marcaje para indicar su aprobación y no puede hacerse responsable de cualquier equipo declarado como conforme con una de sus normas.
- 6) Se llama la atención acerca de la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Norma Internacional pueden ser sujetos de derechos de patente. La IEC no se hará responsable de la identificación de cualquiera de estos derechos de patente, o de todos.

La Norma Internacional IEC 60929 ha sido preparada por el subcomité 34C: Auxiliares para lámparas, del comité técnico 34 de la IEC: Lámparas y equipos vinculados.

El texto de esta norma ha sido realizado sobre la base de los documentos siguientes

FDIS	Informe de votación
34C(CO)173 34C(CO)276/DIS 34C/331/FDIS	34C(CO)192/ 34/293/RVD 34C/378/RVD

Una información completa de la votación para la aprobación de esta norma se puede hallar en el Informe de la votación indicado en la tabla anterior.

Los anexos A, B, C y E forman parte integral de esta norma.

Los anexos D y F son solamente informativos.

## Introducción

Esta norma especifica los requisitos técnicos de funcionamiento para los balastos electrónicos alimentados con corriente alterna (hasta 1000 V) a 50Hz ó 60Hz, con frecuencias de trabajo muy diferentes a la frecuencia de alimentación y utilizados con lámparas fluorescentes tubulares como se indica en las IEC 60081 e IEC 60901, o con otro tipo de lámparas fluorescente para funcionamiento a altas frecuencias (todavía no normalizadas).

Estos balastos están previstos para hacer funcionar las lámparas a diversas frecuencias, incluidas las frecuencias altas, y a diversas potencias. Es de notar que las frecuencias de trabajo inferiores a los 20 kHz pueden acarrear perturbaciones acústicas, mientras que las frecuencias superiores a los 50 kHz pueden aumentar los problemas ligados a las perturbaciones radioeléctricas.

Ciertas lámparas están diseñadas especialmente para funcionar en altas frecuencias con balastos a alta frecuencia. Se describen dos tipos de encendido con precalentamiento y sin él.

NOTA Es posible hacer funcionar las lámparas diseñadas para encenderse por precalentamiento en circuitos del tipo sin precalentamiento. La IEC 60081 puede incluir lámparas especificadas para funcionar en ambos tipos de circuitos. Para otras lámparas, los fabricantes tendrán que autorizar esa forma de funcionamiento.

Con objeto de obtener un funcionamiento de las lámparas fluorescentes y de los balastos electrónicos, es necesario armonizar ciertas características de sus diseños. Es, en consecuencia, esencial que las especificaciones que les conciernen sean establecidas sobre la base de mediciones efectuadas con relación a una referencia común, suficientemente estable y reproducible.

Estas condiciones pueden ser obtenidas por medio de un balasto de referencia. Además, el ensayo de balastos para lámparas fluorescentes será en general efectuado con la ayuda de lámparas de referencia y, en particular, comparando los resultados obtenidos sobre aquellas lámparas cuando éstas son sucesivamente asociadas al balasto en ensayo y a un balasto de referencia.

Cuando el balasto de referencia para frecuencias de 50 Hz y 60 Hz es una bobina de choque, el balasto de referencia a altas frecuencias es una resistencia, no sensible a las frecuencias y a los ruidos parásitos.

## BALASTOS ELECTRÓNICOS ALIMENTADOS EN CORRIENTE ALTERNA PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES TUBULARES. REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

### 1 Campo de aplicación

Esta Norma Internacional especifica los requisitos de funcionamiento para los balastos electrónicos alimentados con corriente alterna (hasta 1 000 V), a 50 Hz y 60 Hz, con frecuencias de trabajo que se diferencian notablemente de las frecuencias de alimentación, y utilizados en asociación con lámparas tubulares fluorescentes como se indica en las IEC 60081 e IEC 60901, o con otros tipos de lámparas fluorescentes para funcionamiento a altas frecuencias.

NOTA Los ensayos descritos en esta norma son ensayos tipo. No son tratadas las prescripciones para los ensayos individuales de balastos en producción.

### 2 Referencias normativas

Las normas siguientes contienen las disposiciones a las que seguidamente se hace referencia en este texto, y que constituyen las disposiciones válidas para ésta norma internacional. Toda norma está sujeta a revisión y las Partes que toman acuerdos fundados sobre esta Norma Internacional están invitadas a buscar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas indicadas a continuación. Los miembros de la IEC y la ISO poseen el registro de Normas Internacionales en vigor en un momento dado.

IEC 60081:1997, *Lámparas Tubulares fluorescentes para iluminación general (Modificación No.1: 2000)*.

IEC 60410:1973, *Planes y reglas de muestreo para los controles por atributos*.

IEC 60555-2:1982<sup>1)</sup>, *Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos. Parte 2: Armónicos (Modificación No. 2: 1988)*.

IEC 60901:1996, *Lámparas fluorescentes con casquillo único – Prescripciones de seguridad y funcionamiento (Modificaciones No. 1: 1997 y No. 2: 2000)*.

IEC 60928:1990<sup>2)</sup>, *Balastos electrónicos alimentados en corriente alterna para lámparas fluorescentes tubulares.– Prescripciones generales y de seguridad*.

---

1) La IEC 60555-2:1982 ha sido sustituida por la IEC 61000-3-2:2000, Edición 2.0

2) La IEC 60928:1990 ha sido sustituida por la IEC 61347-2-3:2000, Edición 1.0

### 3 Definiciones

Se aplican las siguientes definiciones, según las necesidades de esta Norma.

#### 3.1

##### **ayuda de encendido**

Un dispositivo de arranque formado por una banda conductora aplicada a la superficie exterior de una lámpara, o bien una placa conductora situada a una distancia dada de la lámpara. Un dispositivo de encendido puede no ser eficaz si no presenta una diferencia de potencial con relación a un extremo de la lámpara.

#### 3.2

##### **factor de flujo del balasto**

es la relación del flujo luminoso de la lámpara cuando el balasto de ensayo funciona a su tensión asignada, comparado con el flujo luminoso de la misma lámpara cuando ésta funciona con el balasto de referencia apropiado, alimentado con las tensiones y las frecuencias asignadas que les son propias.

#### 3.3

##### **balasto de referencia**

balasto especial destinado a servir de elemento de comparación para los ensayos de balasto y a ser utilizado para la selección de lámparas de referencia. Está esencialmente caracterizado por el hecho de que su frecuencia asignada, presenta una relación corriente/tensión estable y poco sensible a las variaciones de la corriente, de la temperatura y a las influencias magnéticas externas, tal y como se indica en esta norma.

#### 3.4

##### **lámpara de referencia**

lámpara destinada a los ensayos de balastos y que cuando se asocia a un balasto de referencia presenta, en ciertas condiciones, características eléctricas próximas a los valores nominales indicados en las normas relativas a este tipo de lámpara.

#### 3.5

##### **corriente de calibración de un balasto de referencia**

valor de corriente utilizada para la calibración y control del balasto.

#### 3.6

##### **potencia global del circuito**

energía global consumida por el balasto y la lámpara, cuando el balasto funciona a su tensión y su frecuencia asignadas.

#### 3.7

##### **factor de potencia del circuito (símbolo $\lambda$ )**

factor de potencia del conjunto del balasto y de la(s) lámpara(s) para la(s) que el balasto está diseñado.



**3.8****balasto de alto factor de potencia**

balasto cuyo factor de potencia de circuito es igual o superior a 0,85\*.

NOTA El valor del factor de potencia tiene en cuenta los efectos de la distorsión o de la forma de onda de la corriente.

**3.9****balasto de alta impedancia a las frecuencias audibles**

balasto en el que la impedancia a las frecuencias comprendidas entre 250 Hz y 2 kHz es superior a los valores indicados en la cláusula 14 de esta norma.

**3.10****balasto de baja distorsión**

balasto en el que el contenido de armónicos está conforme con los requisitos más rigurosos de 12.1 de esta norma.

**3.11****encendido con precalentamiento**

tipo de circuito en el que los electrodos son calentados a una temperatura de emisión antes que la lámpara se encienda efectivamente.

**3.12****encendido sin precalentamiento**

tipo de circuito que utiliza una tensión de vacío elevada que entraña una emisión por el efecto de campo creado desde los electrodos.

**3.13****tiempo de preencendido**

período posterior a la puesta bajo tensión durante el cual la corriente de la lámpara es  $\leq 10$  mA para los balastos de encendido sin precalentamiento.

**4 Generalidades sobre los ensayos****4.1 Los ensayos mencionados en esta norma son ensayos tipo**

Nota Los requisitos y tolerancias autorizados en esta norma están fundamentados sobre los ensayos tipos de un lote suministrado por el fabricante para este efecto. En principio, este lote debe estar compuesto por elementos que presenten las características típicas de la producción y estar lo más próximo posible a los valores centrales de producción.

Puede suponerse que, si se respetan todas las tolerancias indicadas en esta norma, los productos fabricados conforme al lote sometido a los ensayos tipos serán conforme a la norma y esto es también aplicable al conjunto de la producción. Sin embargo, por razones ligadas a la producción en serie, es inevitable que ciertos productos no respeten las tolerancias indicadas. Para ampliar la información con respecto a los planes de muestreo y los procedimientos a seguir para el control de atributos, véase la IEC 60410.

---

\* Para los EE.UU., el alto factor de potencia está definido como igual o superior a 0,9

4.2 Salvo indicación en contra, los ensayos se efectúan en el orden de los apartados.

4.3 Una sola muestra se someterá a todos los ensayos.

4.3 En general todos los ensayos se efectúan sobre cada tipo de balasto o, en el caso de una serie de balastos, para cada potencia asignada o sobre un lote representativo de una serie, según lo acordado con el fabricante.

4.5 Los ensayos se efectúan en las condiciones indicadas en el anexo A. Las hojas de características técnicas de las lámparas que no figuran en ninguna norma IEC tienen que ser suministradas por el fabricante de las lámparas.

4.6 Todos los balastos indicados en esta norma deben cumplir los requisitos de la IEC 60928.

## 5 Marcado

5.1 El balasto debe llevar de manera clara las indicaciones obligatorias siguientes:

a) Factor de Potencia del circuito, por ejemplo 0,85.

Si el factor de potencia es inferior a 0,95 capacitivo, debe ponerse seguidamente la letra C, por ejemplo 0,85 C.

Si es necesario, el balasto llevará las indicaciones siguientes:

a) El símbolo  $\tilde{Z}$  que indica que el balasto está diseñado para cumplir con las condiciones para una impedancia a las frecuencias audibles.

b) El símbolo *H* que indica que el balasto no es del tipo de baja distorsión.

5.2 Además de las indicaciones obligatorias anteriores, la información siguiente se marcará en el balasto o se incluirá en el catálogo u otro documento semejante entregado por el fabricante:

a) indicación clara en lo que concierne al tipo de encendido, a saber, con precalentamiento o sin él;

b) indicación de si el balasto requiere de algún dispositivo de ayuda de encendido.

5.3 Otras informaciones, no obligatorias, que pueden ser obtenidas a través del fabricante:

a) frecuencia de salida asignada a la tensión asignada, con lámpara asociada y sin ella;

b) límites del rango de temperatura del ambiente dentro del cual el balasto funcionará satisfactoriamente a la tensión asignada;

c) factor de flujo luminoso del balasto y potencia global del circuito cuando el circuito está asociado a una lámpara.

## 6 Indicación general

Es de suponer que los balastos conformes con esta norma, y funcionando con lámparas conformes a las IEC 60081 e IEC 60901 o con otros tipos de lámparas fluorescentes previstas para un funcionamiento en alta frecuencia, asegurarán un encendido satisfactorio de la lámpara cuando el aire próximo a la lámpara presente una temperatura de 10 °C a 35 °C, así como un funcionamiento satisfactorio entre 10 °C y 50 °C a tensiones comprendidas entre el 92 % y 106 % de la tensión asignada.

NOTA Las características eléctricas de las lámparas indicadas en las hojas de características de lámparas de las IEC 60081 e IEC 60901 son relativas a un funcionamiento con un balasto de referencia, para una tensión asignada y una frecuencia de 50 Hz ó 60 Hz. Estas características son susceptibles de variaciones cuando las lámparas están asociadas a un balasto funcionando en alta frecuencia y en las condiciones indicadas en el punto (b) del apartado 5.3 anterior.

## 7 Condiciones de encendido

En condiciones de utilización normales, el encendido de las lámparas por los balastos no debe afectar el funcionamiento de las lámparas. Las condiciones de encendido están detalladas en el anexo D (informativo).

La conformidad se verifica por los ensayos descritos en los apartados 7.1 y 7.4, previstos para los balastos que funcionan bajo cualquier tensión de alimentación comprendida entre 92 % y 106 % del valor asignado.

NOTA Los requisitos relativos a la corriente de precalentamiento y a la tensión se aplicarán también a los balastos con regulación en cualquier posición de regulación.

### 7.1 Balastos para encendido por precalentamiento controlado por corriente

Para los balastos de esta categoría, los ensayos deben ser efectuados conforme con los requisitos descritos en la cláusula A.4 del anexo A.

**7.1.1** Si se sustituye cada cátodo por una resistencia no inductiva del valor indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, el balasto suministrará una corriente de calentamiento, cuyo valor eficaz total mínimo esté comprendido en los límites de tiempo/corriente indicados en esta misma hoja de características (véase figura 1).

El tiempo mínimo de precalentamiento será de al menos 0.4 s, salvo indicación contraria en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.

La corriente máxima eficaz de calentamiento no será superior a los valores límites especificados en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente en cualquier tiempo  $t$ .

**7.1.2** Durante el período de precalentamiento, la tensión de vacío medida entre cualquier pareja de resistencias de sustitución que representan a una lámpara no será superior a los valores máximos indicados en las hojas de características técnicas de la lámpara correspondiente. Al término de este período, la tensión será no menor que el valor mínimo de encendido, como se indica en la hoja de características técnicas de la lámpara.

Si la corriente que atraviesa la resistencia de sustitución, tal y como se indica en 7.1.1, se interrumpe antes que se haya alcanzado la tensión mínima especificada de encendido, esta tensión debe alcanzarse como máximo en 0,1 s (véase la figura 2.1).

Si la elevación de la tensión tarda más de 0,1 s la corriente que atraviesa la resistencia de sustitución no descenderá del valor absoluto mínimo indicado (véase figura 2.2).

El factor de cresta de la tensión en vacío no debe sobrepasar el valor de 1,8. Durante el período mínimo de precalentamiento, no se producirán tensiones de cresta, aunque sean muy breves o sin efecto sobre el valor eficaz.

### 7.2 Balastos para encendido por precalentamiento controlado por tensión

Los balastos de este tipo tienen que suministrar la tensión requerida para el precalentamiento y el funcionamiento del cátodo, así como para el encendido de la lámpara. Los valores límites y las resistencias de sustitución apropiadas están especificados en las hojas de características técnicas de las lámparas correspondientes, que figuran en las IEC 60081 e IEC 60901.

Este método permite hacer funcionar tanto las lámparas de cátodos de baja resistencia como las de cátodos de alta resistencia.

**7.2.1** Durante la aplicación de la tensión asignada de alimentación, los balastos suministrarán a las resistencias de sustitución indicadas una tensión eficaz de calentamiento del cátodo comprendido entre los valores límites indicados en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.

El valor límite máximo de calentamiento del cátodo podrá ser sobrepasado si la corriente catódica máxima está de acuerdo con los requisitos para el precalentamiento controlado por corriente.

La duración mínima de aplicación de la tensión de calentamiento del cátodo será de 0,4 s.

Según los requisitos que figuran en la hoja de características técnicas de la lámpara, la tensión de calentamiento del cátodo después de 0,4 s puede ser:

- a) aplicada continuamente durante el funcionamiento;
- b) disminuida;
- c) reducida a cero.

**7.2.2** Los balastos proporcionarán las tensiones de encendido especificadas en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, a fin de asegurar:

- a) la tensión eficaz (r.m.c.) de alimentación de la lámpara, y
- b) si es necesario, la tensión de cresta destinada al dispositivo de ayuda de encendido.

Los requisitos de encendido pueden ser indicados para diversos circuitos con lámparas montadas en serie. Para circuitos montados en paralelo, los requisitos se aplicarán a cada lámpara.

Las tensiones de encendido pueden ser suministradas simultáneamente con la tensión de precalentamiento del cátodo, o pueden ser elevadas a los valores requeridos después de un retraso de 0,4 s. Toda tensión aplicada antes de un retraso de 0,4 s será inferior al valor de encendido de la lámpara o bien debe estar comprendida entre los límites indicados para un precalentamiento controlado por corriente.

### **7.3 Balastos para encendido sin precalentamiento**

Los balastos conformes con la definición de 3.12 se diseñarán de manera que la suma de los períodos de descargas luminiscentes, durante el encendido, no sobrepase un tiempo de 100 ms, medido con una lámpara de referencia y en ausencia, en las proximidades, de toda pieza metálica unida a tierra que pueda favorecer el encendido. El período de descarga luminosa se considera terminado cuando la corriente de la lámpara es al menos igual al 80 % de la corriente nominal de la lámpara.

*Un balasto se considera como conforme con los requisitos anteriores cuando se cumplen las condiciones siguientes:*

#### **7.3.1 Tensión en vacío**

*Las mediciones se efectúan con un osciloscopio. Se sustituye cada cátodo de la lámpara por una resistencia no inductiva  $R_c$  del valor especificado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente (véase la figura 3a), la tensión en vacío estará conforme con el valor indicado en esta misma hoja de características técnicas.*

*Cuando dos lámparas funcionan en serie, la tensión en vacío suministrada a cada lámpara se determinará sucesivamente para cada lámpara; para ello se sustituye una de las lámparas por una lámpara de referencia, y los electrodos de la otra lámpara por la resistencia de sustitución del valor especificado en la hoja de características técnicas de la lámpara concerniente.*

*La tensión en vacío se mide entre las resistencias de sustitución y el resultado cumplirá, en ambos casos, con el valor especificado en la hoja de características técnicas para una sola lámpara.*

NOTA En caso de calentamiento suplementario del cátodo durante el proceso de encendido, los valores inferiores pueden ser suficientes con tal que el período de descarga luminiscente no sobrepase 100 ms.

### **7.3.2 Ensayo de impedancia del balasto**

*Si se sustituye la lámpara por una resistencia no inductiva  $R_L$  del valor indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, y si se sustituye a cada cátodo con una resistencia no inductiva  $R_C$  del valor indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, (véase la figura 3b), con una tensión de alimentación correspondiente al 92 % de la tensión declarada, el balasto suministrará una corriente de un valor no inferior al valor mínimo indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara.*

### **7.3.3 Corriente de cátodo**

*Los balastos de encendido sin precalentamiento pueden suministrar una parte del calentamiento del cátodo durante el proceso de encendido.*

*La corriente de cátodo, si existe, no excederá el valor máximo indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.*

*La medición se realiza con una resistencia de sustitución  $R_i$  (véase la figura 3c), cuyo valor se calcula de la forma siguiente:*

$$R_i = 11(2,1 I_n)^{-1}$$

donde

$I_n$  es el valor nominal de la corriente de funcionamiento de la lámpara.

### **7.4 Ayuda de encendido y distancias**

Las lámparas asociadas a los balastos electrónicos conforme a esta norma pueden necesitar de una ayuda de encendido como indica la IEC 60081. Durante el precalentamiento y el encendido, la tensión en vacío y la tensión necesaria para la ayuda de encendido (si es necesaria) no sobrepasará los valores límites especificados para los balastos en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.

## **8 Condiciones de funcionamiento**

**8.1** A la tensión especificada, el factor del flujo luminoso del balasto no será inferior a 95 % del valor declarado por el fabricante.

Si el factor declarado del flujo luminoso es inferior a 0.9, se demostrará que el funcionamiento de las lámparas asociadas a este balasto no es defectuoso. Un ensayo apropiado está en estudio.

**8.2** A la tensión asignada, la potencia total del circuito no será superior a 110 % del valor declarado por el fabricante, cuando el balasto funciona con lámpara(s) de referencia.

### **8.3 Requisitos para la regulación**

#### **8.3.1 Calentamiento del cátodo de la lámpara**

Cuando las lámparas funcionan a niveles luminosos inferiores al nivel óptimo de diseño, se tendrá la precaución de que el balasto proporcione un calentamiento catódico en forma continua a la(s) lámpara(s), para que la vida de ella(s) no resulte degradada.

#### **8.3.2 Mando de la potencia de la lámpara**

Los requisitos están especificados en el anexo E.

Hay ahora otras interfaces no normalizadas que pueden conducir a problemas de intercambiabilidad entre las interfaces. Estas tienen que ser ensayadas de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El tipo de interfaz se marcará en el balasto.

**8.4** Salvo indicaciones contrarias especificadas en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, el balasto limitará la corriente suministrada a una lámpara de referencia a un valor que no sea superior al 115 % de la corriente suministrada a la misma lámpara cuando ésta se asocia a un balasto de referencia.

*La medición se efectúa con el circuito de la figura 4.*

## **9 Factor de potencia del circuito**

El factor de potencia medido sobre el circuito no diferirá en más de 0,05 con relación al valor marcado, cuando el balasto funciona con una lámpara de referencia, o más de una, y el conjunto esté alimentado a la tensión y la frecuencia asignadas.

Para los balastos con regulación, el factor de potencia se mide a plena potencia.

## **10 Corriente de alimentación**

A la tensión asignada, la corriente de alimentación no diferirá en más de  $\pm 10\%$  con relación al valor marcado sobre el balasto o indicado en la documentación del fabricante, cuando el balasto alimenta una lámpara de referencia, o más de una.

Para los balastos con regulación, la corriente de alimentación no diferirá en más del 10 % del valor marcado sobre el balasto en cualquier posición de regulación.

## **11 Corriente máxima en las entradas del cátodo**

En funcionamiento normal, bajo una tensión de alimentación comprendida entre el 92 % y 106 % del valor asignado, la corriente que atraviesa cada uno de los bornes del cátodo no sobrepasará el valor indicado en las hojas de características técnicas de la lámpara correspondiente.

*Las mediciones se realizarán con un osciloscopio o con cualquier otro aparato apropiado, y serán efectuadas con una lámpara de referencia sobre todos los contactos del cátodo.*

## 12 Forma de onda de la corriente

### 12.1 Forma de onda de la corriente de alimentación

Los armónicos de la corriente de entrada a las luminarias cumplirán con la IEC 60555-2.

NOTA Los requisitos anteriores se aplican a las luminarias o balastos que deben conectarse a las alimentaciones descritas en la cláusula 4 de la IEC 60555-2.

Si los ensayos individuales con lámparas de referencia demuestran que los balastos asociados a las lámparas fluorescentes cumplen con los requisitos indicados en la tabla correspondiente de la IEC 60555-2, la luminaria se considera que cumple estos requisitos y no debe ser objeto de un control. Los fabricantes indicarán si el balasto que se ensaya será sometido al ensayo siguiente.

Cuando estos componentes no han sido certificados individualmente o no cumplen, la luminaria debe ser ensayada y declarada conforme.

El ensayo se efectúa de acuerdo con los requisitos de la cláusula A.2 del anexo A. El balasto debe funcionar a su tensión asignada con una lámpara de referencia o más de una. Después de la estabilización de la lámpara, la forma de onda de la corriente de alimentación será tal que los armónicos no sobrepasarán los valores límites indicados en la tabla correspondiente de la IEC 60555-2.

### 12.2 Forma de onda de la corriente de funcionamiento de la lámpara

El ensayo se efectúa conforme a los requisitos de la cláusula A.2 del anexo A.

El balasto funcionará a su tensión asignada con una lámpara de referencia, o más de una. Después de la estabilización de la lámpara, la forma de onda de la corriente de la lámpara cumplirá las condiciones siguientes:

- a) En cada semiperíodo sucesivo, la onda envolvente de la corriente de la lámpara no diferirá en más de 4 % a la vez, después de pasar por el punto cero de la fase de la tensión de alimentación de la red.

NOTA El objeto de este requisito es evitar que la forma de onda de la corriente varíe demasiado de un semiperíodo a otro.

- b) La relación máxima entre el valor de cresta y el valor eficaz no excederá 1,7 veces el factor de cresta individual de alta frecuencia.

Si la alta frecuencia es modulada a la frecuencia de la red, el factor de cresta máximo de la corriente de la lámpara para la envolvente modulada no será mayor de 1,7\*.

NOTA El factor de cresta de una corriente a alta frecuencia es igual a la corriente de cresta de la envolvente, modulada o no, dividida por el valor eficaz de la corriente.

## 13 Pantalla magnética

Los balastos estarán apantallados con efectividad contra los efectos de los materiales ferromagnéticos próximos.

*La conformidad se verifica por el ensayo siguiente.*

---

\* En Japón, está autorizado un factor de cresta máximo de 2,1.

*El balasto se hará funcionar bajo la tensión asignada asociado a una lámpara adecuada. Alcanzada la estabilización, una placa de acero de 1 mm de espesor y de anchura y de espesor mayores que las del balasto bajo ensayo se pone sucesivamente en contacto con la base del balasto, y a una distancia de 1 mm de cada una de las caras de éste. Durante esta operación, se mide la corriente absorbida por la lámpara y sus variaciones no serán mayores del 2 % del valor obtenido en ausencia de la placa de acero.*

#### **14 Impedancia a las frecuencias audibles**

Los balastos que lleven el símbolo de impedancia a frecuencias audibles (véase 5.1) se ensayan conforme a A.3 del anexo A.

Para cualquier señal comprendida entre los 400 Hz y los 2 000 Hz, la impedancia del balasto será de carácter inductivo cuando funciona con una lámpara de referencia alimentada a su tensión y frecuencia asignadas. Su impedancia debe ser, en ohm, al menos igual a la resistencia del elemento que disipa la misma potencia que el conjunto lámpara / balasto correspondiente, alimentado a la tensión y frecuencia asignadas. La impedancia del balasto se mide con una tensión de señal igual a 3,5 % de la tensión de alimentación asignada del balasto.

Para las frecuencias comprendidas entre 250 Hz y 400 Hz el valor de la impedancia será al menos igual a la mitad del valor mínimo requerido para las frecuencias comprendidas entre 400 Hz y 2 000 Hz.

NOTA Los supresores de interferencias de radio, con capacitores de menos de 0,2  $\mu$ F (valor global) incorporados al balasto con el fin de limitar las perturbaciones radioeléctricas, pueden desconectarse durante estos ensayos.

#### **15 Sobretensiones transitorias en la red**

Las sobretensiones transitorias de cualquier polaridad, faseadas y superpuestas aleatoriamente a la tensión de la red, como se ha indicado en el Anexo A, cláusula A.5, no perturbarán el funcionamiento normal del equipo ni lo dañarán. No se han tenido en cuenta los efectos directos de los rayos sobre la red de distribución.

*El ensayo se hará de acuerdo a los requisitos del Anexo A, cláusula A.5.*

#### **16 Ensayos de funcionamiento para condiciones anormales**

##### **16.1 Retirada de la(s) lámpara(s)**

*Durante el funcionamiento del balasto a la tensión declarada +10 % y en asociación con la(s) lámpara(s) apropiada(s), ésta(s) se desconectará(n) del balasto durante 1 hora sin desconectar la tensión. Al término de este período, la(s) lámpara(s) se reconectará(n) y se encenderá(n) y funcionará(n) normalmente al menos una vez después de la reconexión.*

##### **16.2 Fallo de encendido de las lámparas**

*Después de haber sustituido a cada cátodo por una resistencia apropiada de cátodo y correspondiente a las especificaciones de la hoja de características técnicas, se hace funcionar el balasto a la tensión asignada de +10 % durante 1 hora. Al término de este período, se retira la resistencia y se conecta una lámpara apropiada o más de una. Su encendido y su funcionamiento serán normales al menos después de la reconexión.*



## 17 Endurancia

Antes del ensayo, el balasto se someterá a un ensayo térmico cíclico y a un ensayo de conmutación cíclica en circuito abierto, como se describe a continuación:

a) *Ensayo cíclico térmico.*

*El balasto se mantiene, durante 1 h, en el valor límite inferior del rango de temperatura ambiente. Después la temperatura se eleva durante 1 h hasta  $t_c$ . Este ciclo se ejecuta cinco veces. Si el valor inferior no ha sido precisado, utilizar el valor de +10 °C.*

b) *Ensayo cíclico de conmutación.*

*El balasto se conecta y desconecta cada 30 s a la tensión asignada de alimentación. Este ciclo se ejecuta 1 000 veces, con los terminales de salida abiertos.*

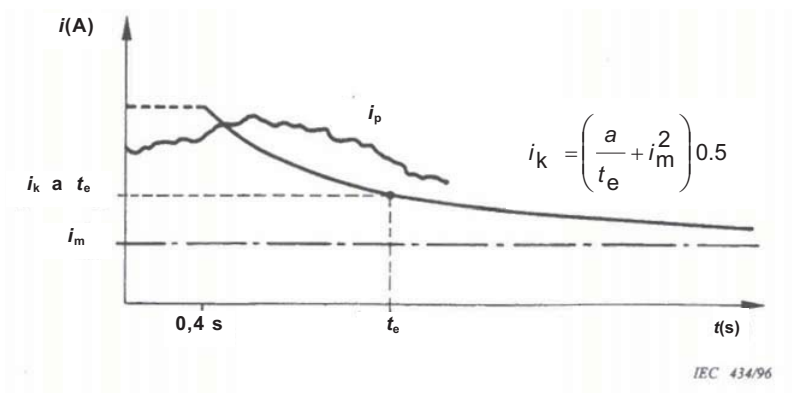
**17.2** *A continuación, el balasto funcionará con una lámpara apropiada a la tensión asignada de alimentación y a una temperatura ambiente  $t_c$ , hasta que haya transcurrido un período de ensayo de 200 h. Al final de este período y después de un enfriamiento hasta la temperatura ambiente, el balasto encenderá y hará funcionar correctamente una lámpara apropiada durante 15 min. Durante este ensayo, las lámparas se sitúan en el exterior del recinto de ensayo a una temperatura ambiente de 25 °C ± 5 °C.*

**17.3** La  $t_c$  mencionada es la  $t_c$  medida para el nivel de regulación más desfavorable. Esta regulación puede ser determinada previa consulta con el fabricante.

NOTA Cuando se mide la temperatura  $t_c$  en el interior de una luminaria, se aplicará esta misma regulación más desfavorable.

Ejemplo 1 – El balasto cumple con 7.1.1. La variación de la corriente eficaz  $i_p$  (r.m.c.) no debe ser nunca inferior a la corriente eficaz estabilizada  $i_k$  (a  $t_e$ ), en estado estable. De este modo, la envolvente de la corriente eficaz  $i_p$  puede ser utilizada para demostrar que:

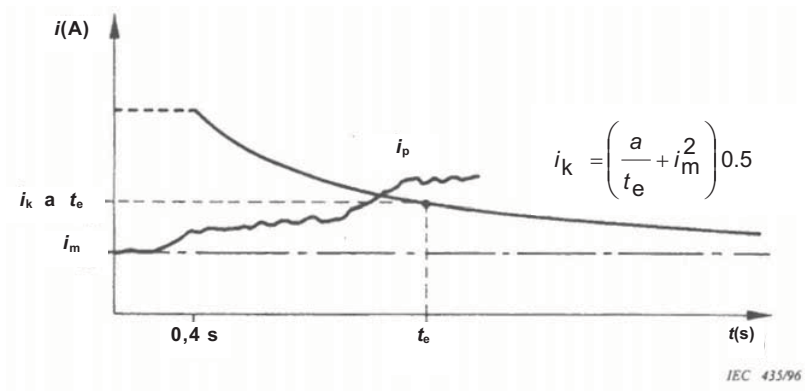
$$\int_0^{t_e} i_p^2 dt > \int_0^{t_e} i_k^2 dt$$



**Ejemplo 1**

Ejemplo 2 – El balasto no cumple con 7.1.1. La variación de la corriente eficaz  $i_p$  (r.m.c.) alcanza solamente el nivel de la corriente eficaz estabilizada  $i_k$  (a  $t_e$ ) justo antes del instante  $t_e$ . Por tanto, la envolvente de la corriente eficaz  $i_p$  puede ser utilizada para demostrar que:

$$\int_0^{t_e} i_p^2 dt < \int_0^{t_e} i_k^2 dt$$

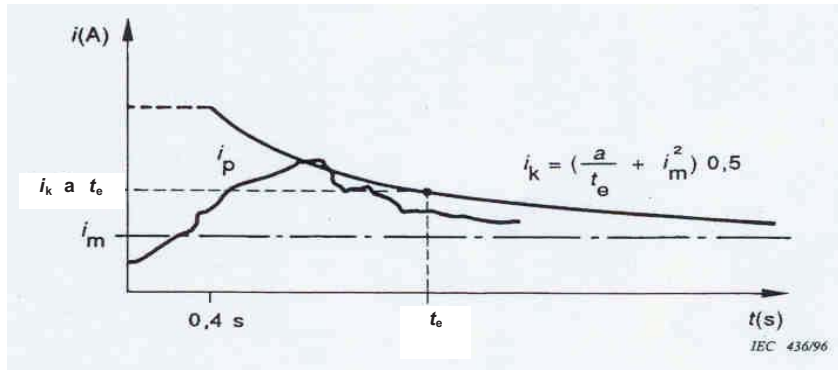


**Ejemplo 2**

**Figura 1 – Interpretación de la corriente eficaz de calentamiento**

Ejemplo 3 – El balasto puede cumplir, o no, con 7.1.1. La variación de la corriente eficaz  $i_p$  (r.m.c.) sólo sobrepasa la corriente eficaz estabilizada  $i_k$  (a  $t_e$ ) durante una fracción del periodo de tiempo hasta  $t_e$ . La energía debe ser medida o calculada para determinar si:

$$\int_0^{t_e} i_p^2 dt \geq \int_0^{t_e} i_k^2 dt$$

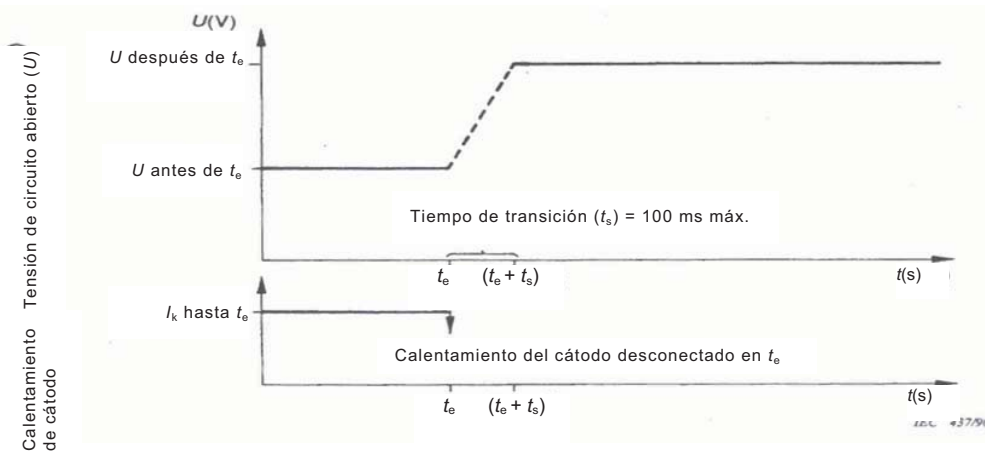


**Ejemplo 3**

El efecto térmico total de la variación de corriente de calentamiento hasta el instante  $t_e$  no será inferior al equivalente de la corriente eficaz estabilizada  $i_k$  (a  $t_e$ ) para el mismo efecto térmico.

Los tres ejemplos anteriores ilustran los casos posibles.

**Figura 1 – Interpretación de la corriente de calentamiento eficaz (fin)**



**Figura 2.1 – Balastos que interrumpen la corriente de precalentamiento cuando las tensiones en vacío son elevadas**

**Figura 2 – Requisitos para las tensiones en vacío de los balastos con precalentamiento controlado por corriente**

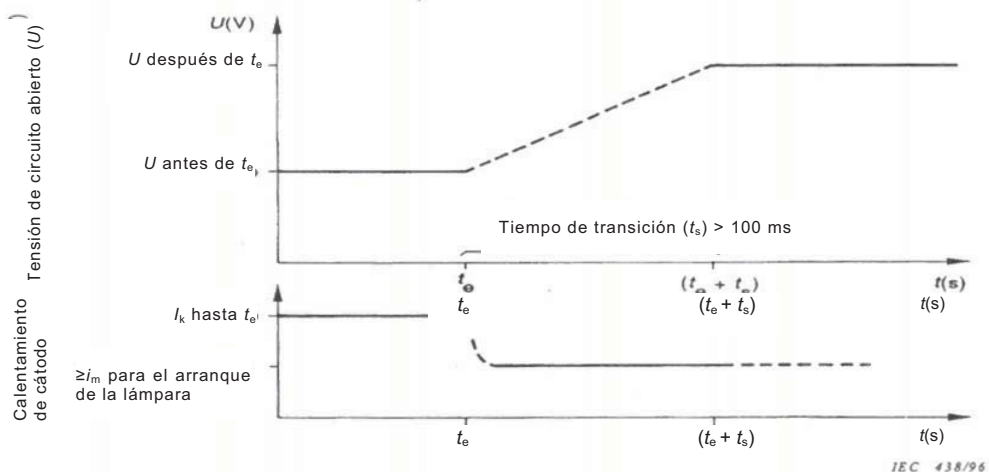


Figura 2.2 – Balastos en los que el tiempo de transición en vacío es > 100 ms

Figura 2 – Requisitos para las tensiones en vacío de los balastos con precalentamiento controlado por corriente (fin)

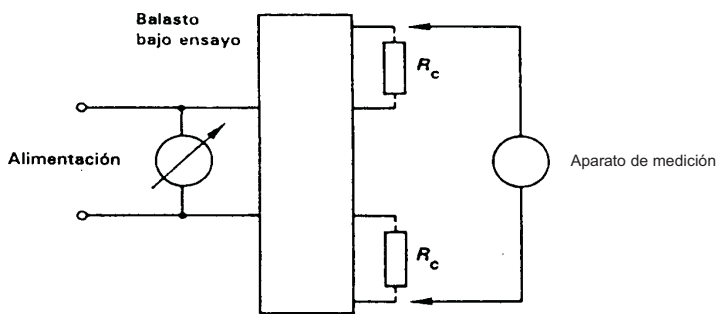


Figura 3a – Circuito de ensayo para tensión en vacío

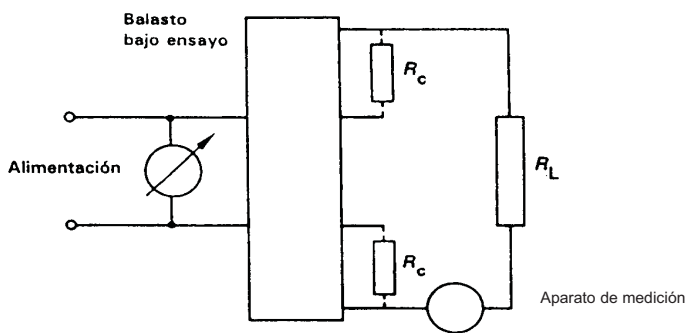


Figura 3b – Circuito de ensayo de la impedancia del balasto

Figura 3 – Circuito de ensayo para el caso de encendido sin precalentamiento

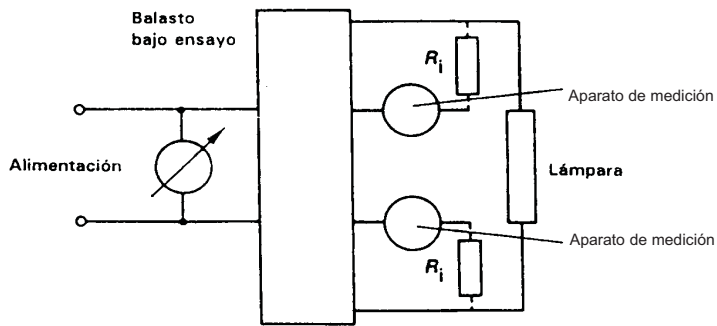
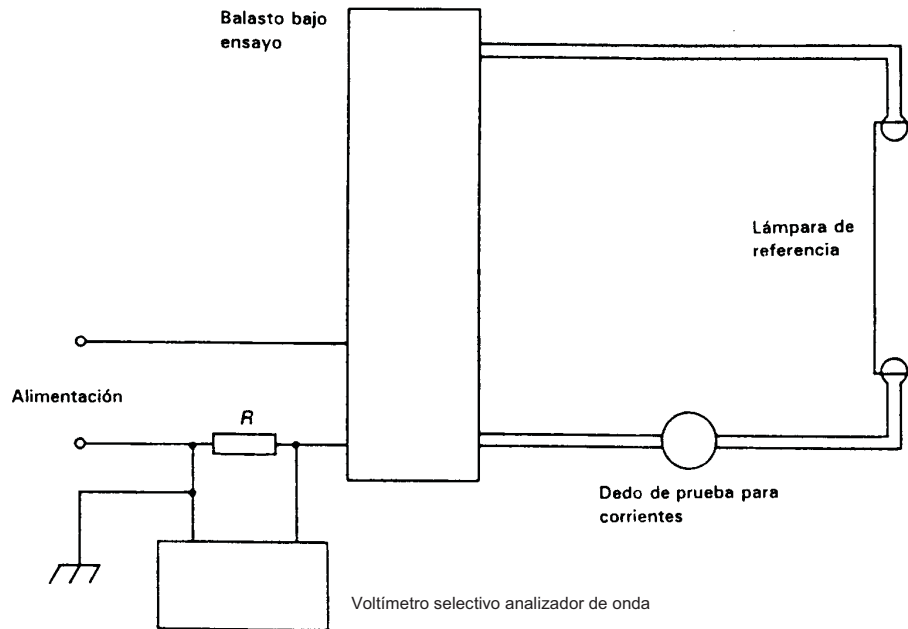


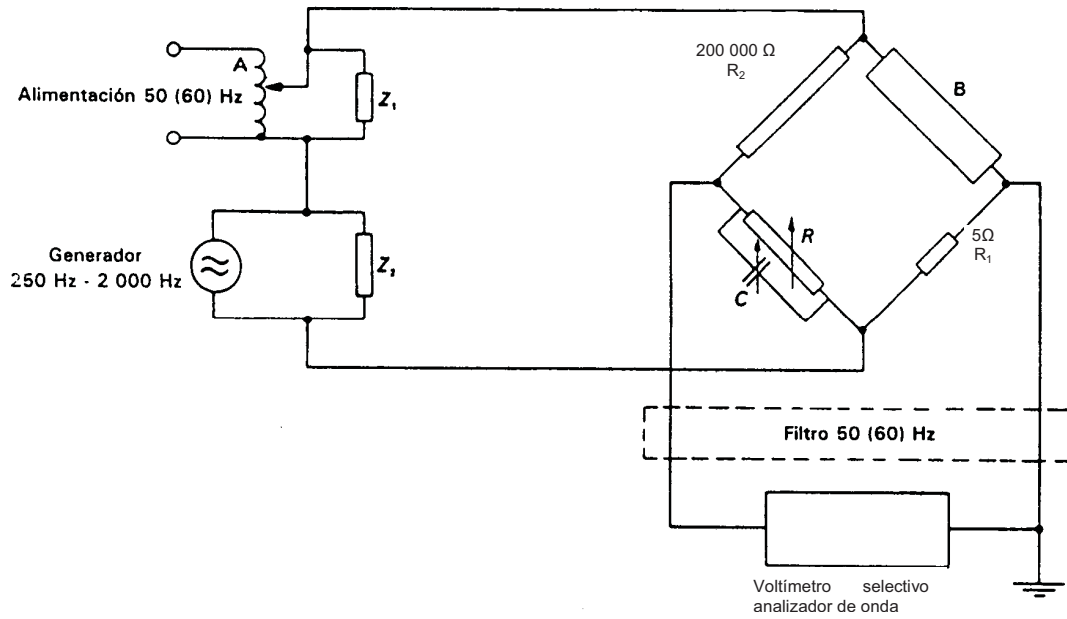
Figura 3c – Circuito de ensayo para corriente de cátodo

Figura 3 – Circuito de ensayo para el caso de encendido sin precalentamiento (fin)



El aparato de medición se conecta sobre aquellas salidas que tienen el potencial más próximo a tierra. No es necesario la puesta a tierra en ningún circuito de salida.

Figura 4 – Medición de la forma de onda de las corrientes



NOTA El valor de  $200\,000\ \Omega$  no es crítico para la resistencia de uno de los brazos del puente.

Figura 5 – Medición de las impedancias a las frecuencias audibles

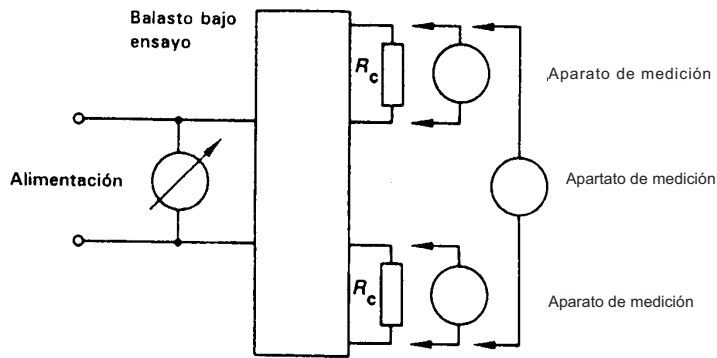


Figura 6 – Circuito de ensayo para balastos con precalentamiento controlado por corriente

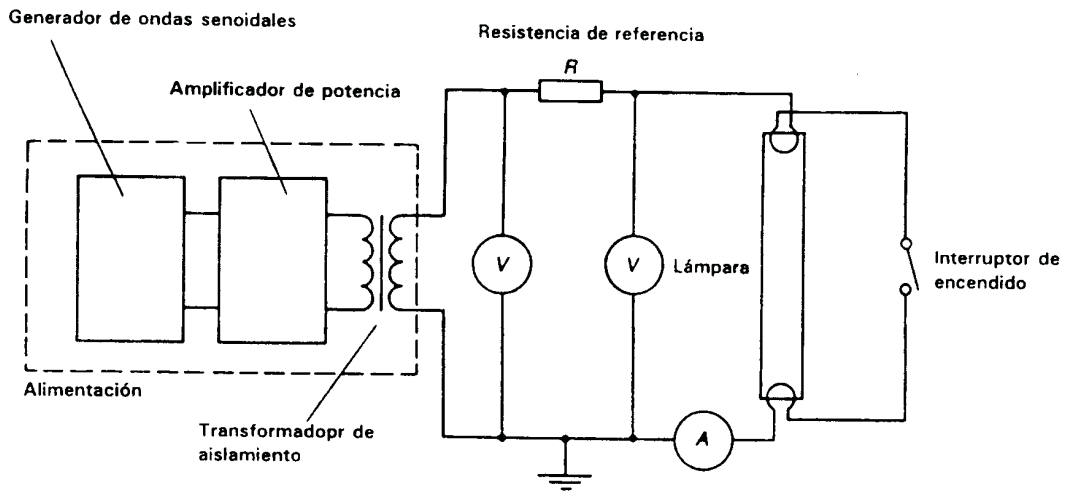


Figura 7 – Circuito de referencia de alta frecuencia

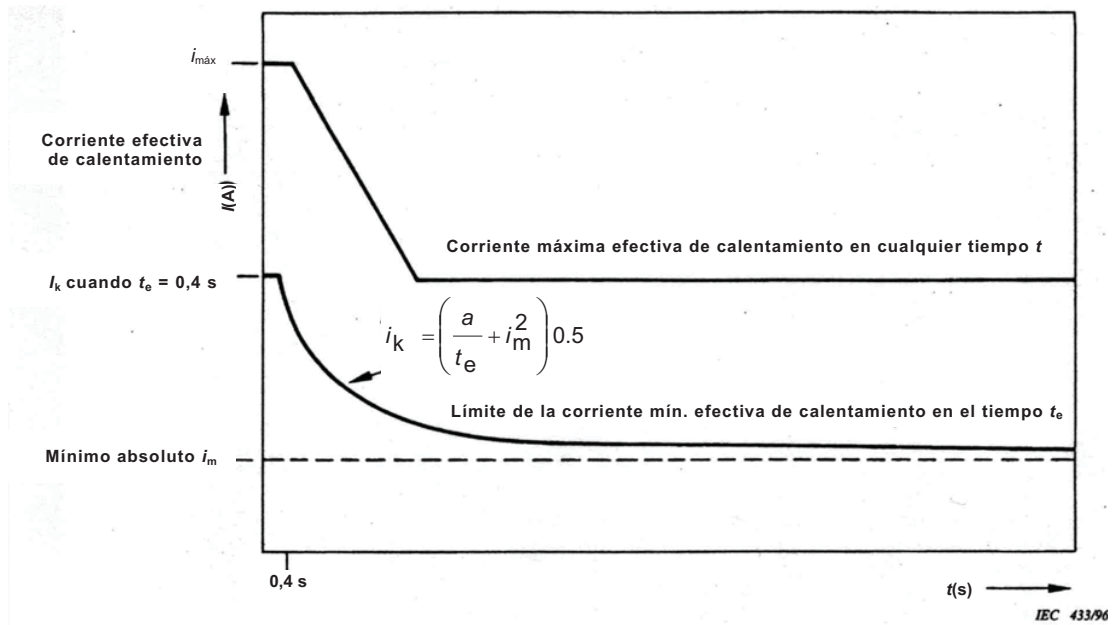


Figura 8 – Requisitos de la corriente de calentamiento para los balastos controlados por corriente

## **Anexo A** (normativo)

### **Ensayos**

#### **A.1 Condiciones generales de ensayo**

Los ensayos son ensayos de tipo. Una sola muestra se someterá a todos los ensayos.

##### **A.1.1 Temperatura ambiente**

Los ensayos se efectuarán en recintos al abrigo de las corrientes de aire y a una temperatura ambiente comprendida entre 20 °C y 27 °C.

Cuando los ensayos exijan la constancia de las características de la lámpara, la temperatura ambiente estará en el rango entre 23 °C y 27 °C y no variará más de 1 °C a lo largo del ensayo.

##### **A.1.2 Tensión y frecuencia de alimentación**

###### a) Tensión y frecuencia de ensayo

Salvo indicación en contra, el balasto a ensayar funcionará a su tensión asignada y el balasto de referencia a su tensión y frecuencia asignadas.

Cuando un balasto está marcado para ser usado con un rango de tensiones de alimentación o tiene distintas tensiones de alimentación asignadas, cualquier tensión dentro del rango puede ser tomada como tensión asignada.

###### b) Estabilidad de la tensión y de la frecuencia de alimentación.

Para la mayoría de los ensayos, la tensión de alimentación y la frecuencia (ésta para los balastos de referencia, cuando sea apropiado) se mantendrán dentro del  $\pm 0,5$  % del valor asignado. No obstante, durante la medición real, la tensión se ajustará dentro del  $\pm 0,2$  % del valor de ensayo especificado.

###### c) Forma de onda de la tensión de alimentación

El contenido total de armónicos de la tensión de alimentación no sobrepasará el 3 %; este contenido de armónicos se define como la sumatoria de los valores eficaces (r.m.c.) de los componentes individuales, considerando que el componente fundamental es el 100 %.

##### **A.1.3 Efectos magnéticos**

Salvo especificación en contra, ningún objeto magnético estará situado a menos de 25 mm de la superficie del balasto de referencia o del balasto bajo ensayo.

##### **A.1.4 Montaje y conexión de las lámparas de referencia**

Con el fin de que las características de las lámparas de referencia sean coherentes, las lámparas se situarán como se indica en la hoja de características técnicas correspondientes. Cuando esta hoja no exista, las lámparas se montarán en forma horizontal.

Se recomienda que se permita a las lámparas permanecer permanentemente en sus casquillos de ensayo.

##### **A.1.5 Estabilidad de la lámpara de referencia**

a) Antes de cualquier medición, la lámpara debe situarse en condiciones que permita un funcionamiento estable, sin oscilaciones.



- b) *Las características de la lámpara se controlarán inmediatamente antes y después de la ejecución de cada serie de ensayos conforme al anexo C.*

#### **A.1.6 Balasto de referencia**

*El balasto de referencia utilizado será el que está indicado en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.*

#### **A.1.7 Características de los instrumentos de medición**

- a) *Circuitos de tensión*

*Los circuitos de tensión de los aparatos de medición conectados a los bornes de una lámpara no derivarán más de un 3 % de la corriente normal de régimen de la lámpara.*

- b) *Circuitos de corriente*

*Los circuitos de corriente de los aparatos de medición conectados en serie con una lámpara tendrán una impedancia tal que la caída de tensión que provoquen no sobrepase el 2 % de la tensión asignada de la lámpara.*

*Para los instrumentos insertados en los circuitos de calentamiento en paralelo, la impedancia total que presenten no sobrepasará el valor de  $0,5 \Omega$*

- c) *Mediciones del valor eficaz (r.m.c.)*

*Los aparatos de medición estarán prácticamente exentos de errores debidos a la distorsión de la forma de onda y serán apropiados para las frecuencias de funcionamiento.*

*Se tomarán precauciones para asegurar que la capacitancia a tierra de los instrumentos no dificulte el funcionamiento de la unidad bajo ensayo. Puede ser necesario asegurar que el punto de medición del circuito bajo ensayo esté al potencial de tierra.*

### **A.2 Medición de la forma de onda de la corriente**

*Los componentes armónicos de la corriente de red se determinarán por medio de un voltímetro selectivo o de un analizador de onda. La resistencia  $R$  introducida en el circuito estará de acuerdo con A.1.7 (véase la figura 4).*

*Con ayuda del voltímetro selectivo o del analizador de onda, conviene asegurarse de que las mediciones efectuadas sobre un armónico dado no están afectadas de manera significativa por otros armónicos.*

*La distorsión máxima de 3 % de la tensión de alimentación, (véase el punto c de A.1.2) se tendrá en cuenta en la evaluación de los resultados de los ensayos. En caso de duda, se analizará una alimentación exenta de distorsión.*

### **A.3 Medición de la impedancia a las frecuencias audibles**

*El circuito de la figura 5 representa un puente que permite determinar la impedancia  $Z$  a las frecuencias audibles del conjunto lámpara/balasto.*

*Sean  $R'$  y  $R''$  los valores de las resistencias, representadas respectivamente por los valores  $5 \Omega$  y  $200\,000 \Omega$  (no siendo crítica, al menos, la segunda). Cuando se obtiene un equilibrio, mediante ajustes de  $R$  y de  $C$ , para una frecuencia audible seleccionada en el analizador de ondas (o en cualquier otro analizador selectivo apropiado), tenemos en general:*

$$Z = R' \cdot R'' \left( \frac{1}{R} + j\omega C \right)$$

Si las resistencias  $R'$  y  $R''$  tienen exactamente los valores indicados, se obtiene la ecuación siguiente:

$$Z = 10^6 \left( \frac{1}{R} + j\omega C \right)$$

donde:

$A$  es el transformador de alimentación (50 Hz ó 60 Hz).

$B$  es el conjunto lámpara/balasto en ensayo.

$Z_1$  es una impedancia de un valor suficientemente elevado para 50 Hz ó 60 Hz y suficientemente bajo para 250 Hz a 2 000 Hz (por ejemplo, resistencia de 15  $\Omega$  + capacidad de 16  $\mu F$ ).

$Z_2$  es la impedancia de un valor suficientemente bajo para 50 Hz ó 60 Hz y suficientemente elevada para 250 Hz a 2 000 Hz (por ejemplo, Inductancia de 20 mH).

NOTA La impedancia  $Z_1$ , o  $Z_2$ , o ambas, no son necesarias si la alimentación correspondiente tiene una impedancia interna baja con relación a las corrientes de la otra.

## A.4 Medición del encendido por precalentamiento controlado por corriente

### A.4.1 Equipo de ensayo

El circuito de ensayo incluirá el balasto en ensayo, las resistencias ( $R_c$ ) sustitutas de los cátodos especificadas en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente, así como un aparato de medición. Este último puede consistir en un osciloscopio provisto de una sonda de tensión o de corriente, o de ambas (véase la figura 6).

Si un balasto ha de hacer funcionar más de una lámpara en circuitos en paralelo, las resistencias de sustitución de los cátodos se conectarán a todos los contactos apropiados y se harán mediciones en cada resistencia de sustitución, o por cada par de resistencias que representen una lámpara.

Si un balasto ha de hacer funcionar dos lámparas montadas en circuitos en serie, las mediciones se efectúan después de haber reemplazado los cátodos de las dos lámparas por resistencias de sustitución.

De ser necesario, se conectará a tierra en uno de sus extremos el devanado secundario de salida del secundario del transformador de separación. Si el balasto no lleva transformador de separación, se conectará uno a la entrada.

A continuación, se mide la tensión total en vacío entre las dos lámparas.

En el momento del precalentamiento, la tensión en vacío debe ser igual o inferior a la tensión indicada para una sola lámpara.

Durante el encendido, la tensión en vacío será superior a la tensión indicada en las hojas de características técnicas para dos lámparas conectadas en serie.

La tensión suministrada al dispositivo de ayuda al encendido, de haberlo, debe ser conforme con la tensión indicada.

#### A.4.2 Medición

La corriente de calentamiento y la tensión en vacío se determinan con relación al tiempo mediante la ayuda de un aparato de medición.

En el caso de una corriente eficaz (r.m.c.) estabilizada, el valor eficaz de la corriente de calentamiento es determinado observando un solo período de alta frecuencia, a partir del cual se deduce el valor eficaz y el factor de cresta.

Con un aparato de medición apropiado es posible una medida directa del valor eficaz.

En el caso de una corriente variable, el valor eficaz de la corriente de calentamiento se define como un valor equivalente a una corriente eficaz estabilizada que tiene el mismo efecto térmico (véase la figura 1).

Con la ayuda de la fórmula indicada en las hojas de características técnicas de las lámparas, se calcula el tiempo de emisión (véase D.5.1a.1).

El valor eficaz de la tensión en vacío se determina de la misma manera que el valor eficaz de la corriente.

#### A.5 Sobretensiones transitorias de ensayo

**A.5.1 Ejemplos de equipos apropiados:** Schaffner NSG 223 para los impulsos lentos de alta energía, NSG 222a para los impulsos rápidos de baja energía, NSG 200C (para 220 V a 240 V y 50 Hz) o NSG 200D. (para 110 V a 120 V y 60 Hz) (versión 1983) o cualquier otro equipo similar.

Para la instalación, consultar los manuales de los equipos de ensayo.

Tabla A.1

Amplitud V	Tiempo de subida ns	Duración de los impulsos $\mu$ s	Impedancia de alimentación $\Omega$	Frecuencia de repetición de los impulsos (máx.)	Energía disponi- ble (máx.) J
IMPULSO LENTO DE ALTA ENERGÍA					
Asimétrico 2 500	300	50	45	1/8 de la frecuencia de la red*	1
Simétrico 1 000	300	50	5	1/8 de la frecuencia de la red*	1
*Frecuencia mínima de repetición de los impulsos: 1/10 Hz					
IMPULSO RÁPIDO DE BAJA ENERGÍA					
Asimétrico 2 500	5	0,10	50	1/5 de la frecuencia de la red	0,002

Las tensiones se aplican al generador en vacío.

Los impulsos se deben aplicar de modo simétrico, diferencial o serie (es decir, de fase a neutro o de fase a fase) y de modo asimétrico o común (es decir, de fase y neutro o fase a la tierra del sistema o a la tierra de protección, o a ambas).

#### **A.5.2 Ensayo de los impulsos lentos de alta energía**

El ensayo de los impulsos se efectúa conforme a las características apropiadas indicadas en A.5.1, a saber:

- *posición de fase los impulsos: hacer variar continuamente la posición de fase de los impulsos desde 80° hasta 460°, desplazando lentamente el mando desde una posición extrema de la fase a la otra, e inversamente, durante 1 min;*
- *polaridad de los impulsos: + y -;*
- *equipos a ensayar con los ajustes de control más desfavorables y,*
- *de ser posible, elegir programas automáticos.*

Verificar el funcionamiento correcto y la integridad de ciertos componentes de la red, como el filtro y el transformador.

##### NOTAS

1 La sucesión rápida de impulsos de alta energía puede sobrecargar ciertos elementos de la red. A veces es mejor alargar el tiempo entre impulsos, siendo el máximo 10 s.

2 Como este ensayo puede determinar la degradación de ciertos componentes, tales como los varistores (VDR) utilizados como supresores de transitorios o los triacs, el informe de ensayos debe mencionar la frecuencia de repetición utilizada y el número de impulsos realmente aplicados.

Se sustituirán los componentes que se sabe que están afectados por este ensayo.

#### **A.5.3 Ensayo de los impulsos rápidos de baja energía**

El ensayo de los impulsos se efectúa conforme a las características apropiadas indicadas en A.5.1, a saber:

- *posición de fase de los impulsos: hacer variar continuamente la posición de fase de los impulsos desde 80° hasta 460°, desplazando lentamente el mando desde una posición extrema de la fase a la otra, e inversamente, durante un minuto;*
- *polaridad de los impulsos: + y -.*

Verificar el funcionamiento correcto y la integridad de ciertos componentes de la red, como el filtro y el transformador.

## **Anexo B** (normativo)

### **Balastos de referencia**

#### **B.1 Marcado**

El balasto de referencia estará provisto de un marcado indeleble con las indicaciones siguientes:

- a) las palabras “balasto de referencia” en todas sus letras o “balasto de referencia de alta frecuencia (HF)”, según el caso;
- b) nombre del vendedor responsable;
- c) número de serie;
- d) potencia asignada de la lámpara en watt y la corriente de calibración;
- e) tensión y frecuencia de alimentación asignadas.

#### **B.2 Características de diseño**

##### ***B.2.1 Diseño general para las frecuencias de 50 Hz ó 60 Hz***

Un balasto de referencia es una bobina de autoinducción, con una resistencia suplementaria, o sin ella, diseñado para dar las características de funcionamiento descritas en B.3.

Este balasto puede ser utilizado en un circuito con encendedor o en un circuito que incluya fuentes de alimentación distintas para el calentamiento de los cátodos.

##### ***B.2.2 Balasto de referencia HF para frecuencias de 25 kHz***

Un balasto de referencia HF es una resistencia o una bobina de inducción diseñado para dar las características de funcionamiento descritas en B.4.

En la medida en que el balasto de referencia HF está destinado a servir de referencia permanente, es esencial que sea diseñado de manera que suministre una impedancia estable en las condiciones de utilización normales.

A este fin, el balasto a veces está provisto de medios adecuados para la restauración de la resistencia de referencia.

Un balasto de referencia HF estará encerrado en una envolvente protegida tanto desde el punto de vista mecánico como eléctrico. Conviene tomar todas las medidas necesarias para garantizar una conducción apropiada de la potencia disipada.

##### ***B.2.3 Protección***

El balasto estará protegido por medio de una envolvente de acero apropiada, por ejemplo, contra los efectos magnéticos, de forma que su relación tensión/corriente para la corriente de calibración no se modifique en más de un 0,2 % cuando una chapa de acero ordinario de 12,5 mm de espesor se sitúe a 25 mm de una cualquiera de las caras de la envolvente del balasto.

Además, el balasto estará protegido contra daños mecánicos.

### **B.3 Características de funcionamiento para las frecuencias de 50 Hz ó 60 Hz.**

#### ***B.3.1 Tensión y frecuencia de alimentación asignadas***

La tensión y frecuencia de alimentación asignadas de un balasto de referencia estarán de acuerdo con los valores indicados en las hojas de características técnicas de las IEC 60081 o IEC 60901.

#### ***B.3.2 Relación tensión/corriente***

La relación tensión/corriente de un balasto de referencia tendrá el valor dado en las IEC 60081 o IEC 60901 en las hojas correspondientes de características técnicas de lámparas, con las tolerancias siguientes:

- a)  $\pm 0,5$  % del valor para la corriente de calibración.
- b)  $\pm 3$  % para cualquier otro valor de la corriente comprendido entre el 50 % y 115 % de la corriente de calibración.

#### ***B.3.3 Factor de potencia***

El factor de potencia del balasto de referencia, determinado con la corriente de calibración, estará de acuerdo con el valor indicado en la hoja de características correspondiente de las IEC 60081 o IEC 60901, admitiéndose una tolerancia de  $\pm 0,005$ .

#### ***B.3.4 Elevación de temperatura***

Cuando el balasto de referencia funciona en una temperatura ambiente comprendida entre 20 °C y 27 °C, a la corriente de calibración y a la frecuencia asignada, el incremento de temperatura del devanado del balasto no excederá de 25 K medido por el método de "cambio en la resistencia"

### **B.4 Características de funcionamiento para las frecuencias de 25 kHz**

#### ***B.4.1 Generalidades***

Las especificaciones siguientes se aplican a las mediciones efectuadas a la tensión asignada de entrada y a la frecuencia asignada del balasto de referencia HF, con una temperatura ambiente de  $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ , estando el balasto de referencia estabilizado térmicamente.

#### ***B.4.2 Impedancia***

La impedancia de un balasto de referencia HF tendrá el valor dado en las hojas de características técnicas de la lámpara correspondiente en las IEC 60081 o IEC 60901 con las tolerancias siguientes:

- a)  $\pm 0,5$  % para la corriente de calibración;
- b)  $\pm 1$  % para cualquier otro valor de la corriente comprendido entre el 50 % y el 115 % de la corriente de calibración.

#### ***B.4.3 Inductancia serie y capacidad en paralelo***

La Inductancia en serie de una resistencia de referencia será inferior a 0,1 mH y la capacitancia en paralelo inferior a 1 nF.

## **B.5 Circuito para las frecuencias de 25 kHz (véase la figura 7)**

### ***B.5.1 Calentamiento del cátodo***

Los balastos de referencia HF pueden ser utilizados en un circuito que emplee unas fuentes de alimentación distintas para obtener un encendido de la lámpara por el calentamiento de los cátodos. Estas fuentes estarán desconectadas durante las mediciones de la lámpara.

### ***B.5.2 Alimentación***

La tensión HF de alimentación utilizada para el ajuste del balasto de referencia HF, o para su ensayo, será tal que, a plena carga, la suma de los valores eficaces (r.m.c.) de los armónicos no excederá del 3 % de la componente fundamental.

Esta alimentación será estable y exenta, tanto como sea posible, de toda variación brusca. Se obtendrán los mejores resultados regulando la tensión con una precisión de 0,2 %.

Para los balastos de referencia del tipo resistencia, la precisión de la frecuencia será de 2 %; para los del tipo bobina, será de 0,5 %.

### ***B.5.3 Instrumentos de medición***

Todos los instrumentos de medición utilizados en las mediciones sobre los balastos de referencia HF deben ser apropiados para realizar mediciones en alta frecuencia.

Una descripción más detallada está en estudio.

### ***B.5.4 Cableado***

Conviene que los cables de conexión sean cortos y lo más rectilíneos posible para evitar toda capacitancia parásita.

La capacitancia parásita en paralelo sobre la lámpara debe ser inferior a 1 nF.

## **Anexo C** (normativo)

### **Lámparas de referencia**

Una lámpara con 100 h de envejecimiento, como mínimo, se considera como si fuera una lámpara de referencia si, asociada a un balasto de referencia bajo las condiciones definidas en el anexo A y funcionando a una temperatura ambiente de 25 °C, la potencia, la tensión en los terminales de la lámpara o la corriente de funcionamiento no varían más de un 2,5 % con relación a los valores objetivos o nominales correspondientes (indicados en las IEC 60081 e IEC 60901).

Para las lámparas que funcionan sin cebadores, es necesario también que la resistencia de los cátodos no difiera más de 10 % con relación a los valores objetivos para el tipo de lámpara. Si la resistencia es mayor, se puede reducir mediante una resistencia de derivación.

Es necesario siempre utilizar una lámpara de referencia del tipo correspondiente al balasto de ensayo.

La corriente que circula por una lámpara de referencia estabilizada y asociada a un balasto de referencia siempre presentará sensiblemente la misma forma de onda entre dos semiperíodos sucesivos.

NOTA Estos dispositivos reducen la posibilidad de obtener armónicos de orden par debido al efecto rectificador.



## **Anexo D** (informativo)

### **Observaciones sobre las condiciones de arranque**

#### **D.1 Introducción**

Los requisitos para las condiciones de arranque indicadas en la cláusula 7, y las informaciones complementarias que figuran en las hojas de características técnicas de las normas IEC, se refieren a los diferentes métodos de encendido que se pueden emplear por los balastos electrónicos.

Como estos métodos pueden ser más complejos que aquellos que son utilizados en los circuitos clásicos de 50 Hz ó 60 Hz, en este anexo se dan las informaciones complementarias destinadas a facilitar la comprensión de esta norma y las hojas de características técnicas de las lámparas.

#### **D.2 Características que afectan al encendido de las lámparas**

El mecanismo de arranque de una lámpara fluorescente depende esencialmente de cinco características físicas.

**D.2.1** Calentamiento del cátodo: Corriente de precalentamiento y tiempo de aplicación.

**D.2.2** Tensión de vacío: Tensión sobre la lámpara y sobre el dispositivo de ayuda al encendido a lo largo del precalentamiento y en el momento de encendido de la lámpara.

**D.2.3** Condiciones del entorno: Temperatura del ambiente, humedad relativa.

**D.2.4** Condiciones físicas de la lámpara: Tipo de gas de llenado y su presión, dimensiones de la lámpara, y existencia de una banda conductora interna.

**D.2.5** Condiciones de la alimentación y de la luminaria: Frecuencia de trabajo, dimensiones y disposición en el espacio del dispositivo de ayuda al encendido.

Todas estas características dependen las unas de las otras de manera compleja y, si no están correctamente asociadas, se obtendrán características de funcionamiento desfavorables (por ejemplo, reducción de la vida de la lámpara y del número de arranques para la vida de una lámpara determinada, ennegrecimiento excesivo de la lámpara).

#### **D.3 Principales métodos de arranque de la lámpara**

Existen esencialmente dos métodos clásicos de arranque de las lámparas fluorescentes asociadas a los balastos de 50 Hz ó 60 Hz, el arranque por precalentamiento del cátodo y el arranque sin precalentamiento del cátodo.

Estos dos métodos pueden ser utilizados con los balastos electrónicos, pero en razón de las mejoras tecnológicas utilizadas en ciertos balastos electrónicos, a menudo tienen que adoptarse revisiones de los métodos de especificación, medición y evaluación de las características del arranque.

Aunque los balastos electrónicos pueden producir las condiciones para el arranque de las lámparas en una forma más compleja que los balastos convencionales de 50 Hz ó 60 Hz, se obtendrán buenos resultados observando los mismos principios básicos.

## **D.4 Métodos particulares de arranque de la lámpara**

### ***D.4.1 Arranque por precalentamiento***

Se utiliza generalmente uno de los dos métodos siguientes de arranque por precalentamiento:

- control de la corriente de precalentamiento del cátodo;
- control de la tensión de precalentamiento del cátodo.

En los dos casos, deben cumplirse las siguientes condiciones durante el período de encendido para obtener resultados satisfactorios:

- a) Antes de que los cátodos alcancen la emisión, las tensiones en vacío a través de la lámpara o de la lámpara al dispositivo cebado, o ambas, deben mantenerse por debajo del nivel que provoca daño a los cátodos por las corrientes de descarga luminosa.
- b) Después que los cátodos han alcanzado la emisión, las tensiones a circuito abierto deben permitir el arranque rápido de la lámpara sin intentos repetidos de encendido.
- c) Si es necesario elevar las tensiones de vacío para arrancar la lámpara después de la obtención de la temperatura de emisión, el paso de una tensión baja a una tensión elevada debe ocurrir mientras los cátodos están todavía a la temperatura de emisión.
- d) Durante el período de precalentamiento, la corriente o la tensión de calentamiento no deben provocar, por excesivas, un deterioro de la materia emisiva por sobrecalentamiento.

Como las tensiones en vacío requeridas para el encendido por precalentamiento son relativamente bajas, pueden utilizarse circuitos en serie para algunos tipos de lámparas.

En este caso, se recurre, a veces, a uno o varios capacitores de arranque para derivar parte de las lámparas mientras se aplica la tensión plena en vacío a la lámpara sin derivar. El valor del capacitor de arranque es función de la corriente de descarga luminosa susceptible de perturbar la fase inicial de encendido. Es necesario prestar atención para equilibrar el tamaño del capacitor de arranque con la facilidad del arranque y otros atributos de funcionamiento de la lámpara y el balasto.

### ***D.4.2 Arranque sin precalentamiento***

Este método de arranque se basa en la emisión que se produce por efecto de campo, sobre los cátodos no calentados, cuando se aplica instantáneamente a la lámpara una elevada tensión en vacío.

El valor de la tensión y de la impedancia de alimentación del balasto determinan el retraso necesario a la lámpara para pasar de la fase de descarga luminosa a la fase de arco máximo.

El ennegrecimiento excesivo de la lámpara, y por consecuencia su agotamiento precoz, se debe esencialmente a las corrientes de descarga luminosa demasiado elevadas o demasiado prolongadas, o ambas, durante el encendido. Para reducir los riesgos de deterioro debido a la corriente de la descarga luminosa, es necesario asegurar que se provea un valor mínimo de tensión de vacío y que el balasto sea capaz de pasar rápidamente a la lámpara a través de esta fase, sin que la duración de los repetidos instantes de arranque exceda de 100 ms.

Ciertos balastos se sirven de las corrientes catódicas de la lámpara para ayudar al arranque reduciendo las tensiones de encendido, no para asegurar un calentamiento apropiado del cátodo.

En este caso, conviene vigilar los valores límites máximos de la corriente catódica para evitar un sobrecalentamiento del cátodo.

## D.5 Interpretaciones de los requisitos de la cláusula 7 y de las informaciones dadas en las hojas de características técnicas de las lámparas

### D.5.1 Arranque por precalentamiento

#### D.5.1a Balastos basados en un precalentamiento mediante control de la corriente

##### D.5.1a.1 Corriente efectiva de calentamiento y tiempo de emisión ( $t_e$ ) Valores mínimos de la corriente eficaz del calentamiento efectivo

La cantidad de calor necesaria para llevar un tipo de cátodo dado a la temperatura mínima de emisión puede ser expresado en términos de tiempo, de corriente y de una constante determinada por las propiedades físicas de este tipo de cátodo.

Esta relación se puede expresar por la ecuación siguiente:

$$t_e = a(i_k^2 - i_m^2)^{-1}$$

donde

$t_e$  es el tiempo hasta la emisión (s)\*;

$a$  es una constante que representa un tipo específico de cátodo;

$i_k$  es la corriente de calentamiento mínima efectiva necesaria hasta el tiempo  $t_e$  (A);

$i_m$  es el valor mínimo absoluto de la corriente efectiva (A) de calentamiento que permite obtener la temperatura de emisión cuando la duración de aplicación es suficientemente larga (por ejemplo  $\geq 30$  s a partir del estado frío).

\* Un tiempo de emisión inferior a 0,4 s no es generalmente aceptable, ya que la experiencia ha demostrado que no se obtiene siempre un precalentamiento satisfactorio del cátodo.

Los valores de la constante "a" y de la corriente mínima absoluta ( $i_m$ ) figuran en cada hoja de características técnicas, así como los valores de las resistencias de sustitución.

El valor mínimo de la corriente efectiva ( $i_k$ ) de calentamiento puede ser calculado por medio de la ecuación que figura en las hojas de características técnicas, reemplazando  $t_e$  por el valor obtenido en las mediciones efectuadas.

#### Valores máximos de la corriente efectiva de calentamiento

La experiencia ha demostrado que una corriente efectiva de calentamiento relativamente elevada podía ser aplicada durante muy poco tiempo ( $\leq 0,4$  s) sin riesgo de deterioro del cátodo. Sin embargo, esta corriente elevada debe ser progresivamente reducida si la duración de aplicación es superior a 0,4 s. Para tiempos de emisión de 2 s y mayores, la corriente no debe alcanzar nunca un valor que sea significativamente diferente de los valores ya definidos por la práctica para los circuitos de 50 Hz ó 60 Hz asociados a un cebador de efluvios.

Los valores máximos de la corriente efectiva de calentamiento figuran en las hojas de características técnicas, así como los valores de las resistencias de sustitución requeridas para el ensayo.

La figura 8 muestra una representación esquemática de estos circuitos.

#### **D.5.1a.2 Tensiones en vacío y tiempo de transición ( $t_s$ )**

Las informaciones que figuran en las hojas de características técnicas conciernen tanto a los sistemas que requieren el uso de una ayuda para el encendido como a los sistemas que no requieren esta ayuda.

Es esencial que el sistema correcto esté bien identificado antes de que comience el ensayo.

Durante la elevación de las tensiones en vacío hasta el tiempo  $t_e$ , el tiempo de transición  $t_s$  debe ser inferior a 100 ms si el cátodo ha alcanzado su temperatura de emisión en el tiempo  $t_e$ .

Son aceptables los tiempos de transición superiores a 100 ms con la condición de que los cátodos mantengan la emisión durante el tiempo de transición.

Como los cátodos se llevan hasta la temperatura de emisión durante el tiempo  $t_e$ , es necesario asegurar solamente que la corriente efectiva de calentamiento no descienda por debajo del valor mínimo absoluto ( $i_m$ ) durante la fase de transición/arranque de la lámpara.

El valor máximo de la tensión en vacío antes de la obtención del tiempo  $t_e$  y el valor mínimo de la tensión en vacío después de que el tiempo  $t_e$  ha sido alcanzado figuran en las hojas de características técnicas de las lámparas.

Para ciertos tipos de lámparas, las hojas pertinentes de características técnicas indican los valores máximos de tensión en vacío antes del tiempo  $t_e$  iguales o superiores a los valores mínimos indicados después del tiempo  $t_e$ . Los balastos diseñados para estos tipos de lámparas no tienen necesariamente que elevar la tensión en vacío para arrancar correctamente estas lámparas.

Estas condiciones están esquematizadas en la figura 2.

#### **D.5.1b Balastos basados en un precalentamiento mediante control de la tensión**

##### **D.5.1b.1 Tensión eficaz (r.m.c.) y tiempo de aplicación**

Aunque el precalentamiento controlado por la corriente constituye el método fundamental de control de las condiciones de precalentamiento, el precalentamiento controlado por la tensión es más sencillo de especificar y fácil de medir.

En este último caso, es en efecto posible determinar de manera empírica las tensiones catódicas que permitirán obtener la temperatura de emisión adecuada sin provocar, por lo tanto, un fenómeno de sobrecalentamiento.

Está demostrado que el cátodo alcanza su temperatura de emisión cuando los valores de las tensiones catódicas son las siguientes (para una duración de aplicación mínima de 0,4 s):

- cátodos de baja resistencia: 3,0 V (valor eficaz, r.m.c.).
- cátodos de alta resistencia: 6,0 V (valor eficaz, r.m.c.).

Deben ser respetados otros valores límites para evitar todo sobrecalentamiento del cátodo.

Se forma un arco transversal entre todos aquellos cátodos en los que la tensión aplicada excede de 10 V (en valor eficaz). Para los cátodos de baja resistencia, el valor máximo de la tensión aplicada se determina de manera experimental con relación a otras características de la lámpara. Este valor límite es generalmente inferior al de inicio de la formación del arco transversal; pero puede ser igual si se toman precauciones para evitar toda sobreintensidad en los circuitos de calentamiento del cátodo, que podría deteriorar los cátodos o los balastos.

Las lámparas con cátodos de baja resistencia pueden funcionar de diferentes maneras. Sobre ciertos sistemas, se puede mantener la tensión de precalentamiento del cátodo durante el funcionamiento de la lámpara. Sin embargo en otros sistemas, esta tensión puede ser reducida después del encendido de la lámpara.

Las precisiones sobre el conjunto de estas condiciones figuran en las hojas de características técnicas de las lámparas.

#### **D.5.1b.2 Tensiones en vacío**

Si el valor de la tensión en vacío de la lámpara, antes de que se alcance la temperatura de emisión, es inferior al valor en que puede desencadenarse un encendido en frío, es permisible suministrar simultáneamente la tensión necesaria para el precalentamiento de los cátodos y la tensión de alimentación a la lámpara. Aunque los circuitos de los balastos electrónicos pueden presentar varias opciones de control por la tensión, aún se aplica el principio de mantener la tensión de la lámpara por debajo del nivel de encendido en frío, hasta alcanzar la temperatura de emisión.

Para este tipo de balasto, se necesita solamente respetar los valores máximos y mínimos de las tensiones en vacío. Estos valores están indicados en el apartado titulado "condiciones de preencendido – tensión de precalentamiento de los cátodos", en las hojas de características técnicas de las lámparas.

Para los balastos en que las tensiones en vacío son elevadas después de la obtención de la temperatura de emisión, respetarán los valores de las tensiones en vacío indicadas en las hojas de características técnicas, en el apartado "condiciones de preencendido – corriente de precalentamiento de los cátodos". En este caso, el valor de  $t_e$ , debe ser de 0,4 s.

Este tipo de arranque requiere generalmente la presencia de una masa eléctrica (tierra) para todas las lámparas, salvo aquellas que están provistas de una ayuda interna de encendido. Debe existir un valor mínimo de la tensión de cresta ( $V_p$ ) entre el cátodo y el dispositivo de ayuda de encendido; así como para la tensión aplicada sobre la lámpara ( $V_a$ ). Las frecuencias de trabajo del circuito afectan a los valores de estas tensiones en la medida en que el incremento de la frecuencia reduce el valor exigido para  $V_p$  y aumenta el nivel exigido para el valor  $V_a$  en la mayoría de los casos. La utilización de un recubrimiento conductor interior sobre la lámpara puede acrecentar de manera significativa el valor de  $V_a$  a alta frecuencia. La proximidad de un dispositivo de ayuda de encendido externo a la lámpara afecta a la vez los valores  $V_p$  y  $V_a$ . En general, al aumentar la distancia de la ayuda de encendido aumentan las exigencias de la tensión de encendido. La ayuda de encendido debe tenerse a una distancia mínima para evitar que sea necesaria una corriente de arranque demasiado elevada.

### **D.5.2 Arranque sin precalentamiento**

La medición únicamente de la tensión en vacío no garantiza un arranque correcto de la lámpara y con el período mínimo de descarga luminosa. Ciertos balastos son incapaces inicialmente de suministrar la corriente necesaria para que la lámpara pase rápidamente de la fase de descarga luminosa a la de formación del arco.

Para evitar esta situación se hace un ensayo de la impedancia del balasto con una resistencia de sustitución de la lámpara.

Los valores de esta resistencia de sustitución y de la corriente mínima que debe obtenerse en esta resistencia están indicadas en la hoja de características técnicas de la lámpara correspondiente.

### **D.6 Requisitos de las mediciones**

Como las características de arranque y de preencendido de los balastos electrónicos no garantizan obligatoriamente las tensiones y las corrientes estabilizadas, es necesario utilizar aparatos y técnicas de medición concordantes con estas condiciones.

El término "corriente efectiva de calentamiento" se utiliza para describir el efecto térmico obtenido hasta el instante  $t$  como resultado de una corriente variable, equivalente a una corriente eficaz (r.m.c.) estabilizada que produce el mismo efecto térmico (véase la figura 1).

Hay ahora equipos especializados de medición que permiten obtener una lectura inmediata de la información requerida. Sin embargo, es siempre posible utilizar equipos más convencionales y hacer manualmente el cálculo de los datos.

## Anexo E (normativo)

### Interfaz de mando para los balastos con regulación

#### E.1 Campo de aplicación

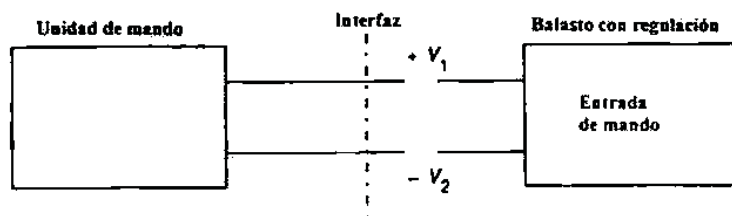
Este anexo especifica el interfaz de mando para los balastos con regulación. La potencia en la lámpara (flujo luminoso) del balasto electrónico se regula entre los valores mínimo/parada y máximo por una señal de mando aplicada a los terminales de regulación del balasto.

Si la señal de mando no está conectada, el balasto dará a la lámpara el valor máximo de la potencia, tal como se define en la IEC 60928.

Este anexo no trata de ningún requisito para las unidades de mando.

#### E.2 Mando por una tensión continua

##### *E.2.1 Esquema del circuito; especificación funcional para el mando por tensión de corriente continua*



La potencia en la lámpara (flujo luminoso) de un balasto con regulación es controlada por la tensión continua aplicada en la entrada de mando del balasto con regulación. La tensión continua tiene las siguientes características:

##### *Gama de señal de mando*

$V_{1,2} = 10 \text{ V}$ : valor máximo de la potencia en la lámpara

$V_{1,2} = 1 \text{ V}$ : valor mínimo de la potencia en la lámpara

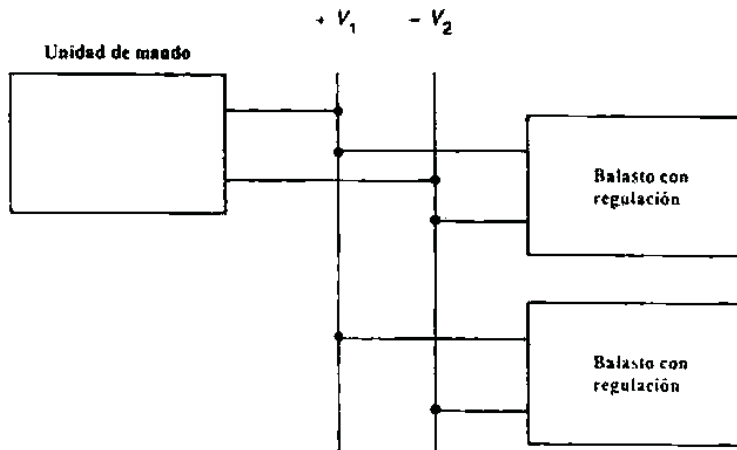
$V_{1,2}$  entre 1 V y 10 V: potencia en la lámpara aumentando del valor mínimo al valor máximo

$V_{1,2}$  entre 0 V y 11 V: flujo luminoso estable

$V_{1,2}$  entre 0 y 1 V: flujo luminoso mínimo

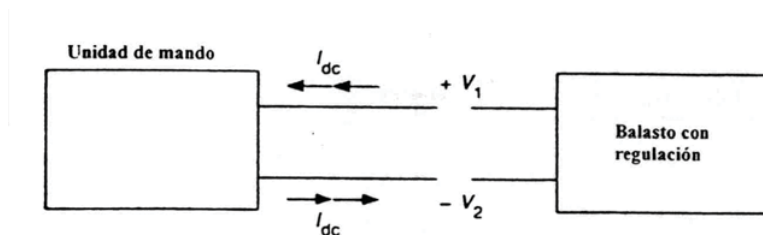
### E.2.2 Esquema de conexión

En dependencia de la capacidad portadora de corriente, varios balastos con regulación se pueden conectar a una unidad de mando de la forma siguiente:



### E.2.3 Especificaciones eléctricas

#### E.2.3.1 El balasto de regulación es una fuente de corriente



#### E.2.3.2 Límites de tensión de la entrada de mando

El balasto no sufrirá daños cuando la tensión de mando  $V_{1,2}$  está comprendida entre -20 V y +20 V.

El balasto no producirá tensiones que sobrepasen los valores límites para la unidad de mando y no sobrepasará en ningún caso los valores siguientes:

$$V_{1,2} \text{ entre } -20 \text{ V y } +20 \text{ V}$$

Los terminales de mando estarán protegidos contra las inversiones de polaridad. En este caso, el balasto funcionará con el flujo de salida mínimo o no funcionará.

A las tensiones de mando comprendidas entre 0 V y 11 V el flujo luminoso será estable.

El control se realizará por examen visual.



**E.2.3.3 Límites de corriente a la entrada de mando**

Los límites para la corriente de mando en la entrada, que deben ser suministrados a la unidad de mando, son 10  $\mu$ A como mínimo y 2 mA como máximo.

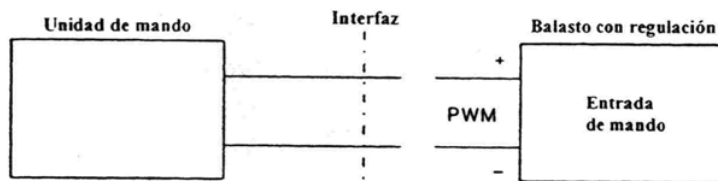
El valor de la corriente en la entrada para el mando será declarada o indicada sobre el balasto.

**E.2.3.4 Conexión**

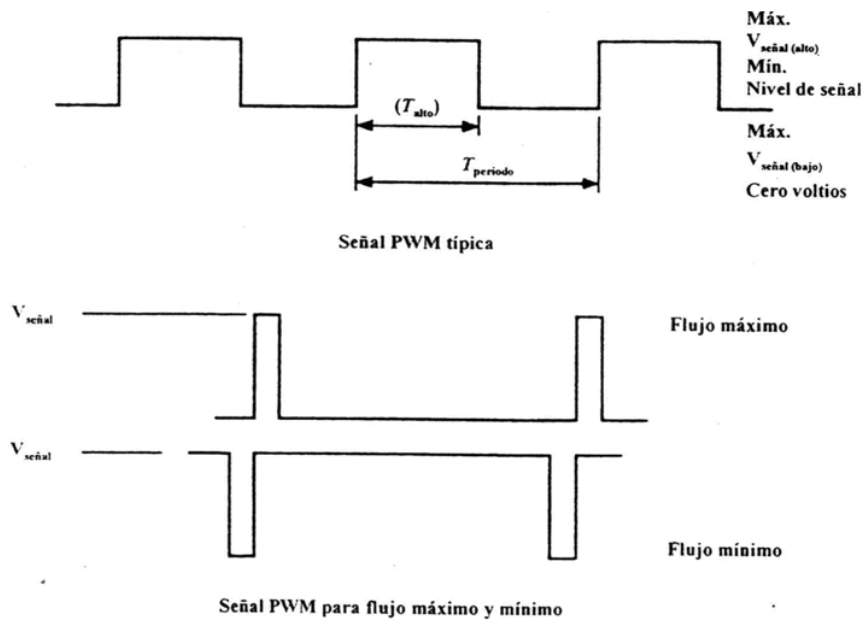
Se permite la conexión en cualquiera de las posiciones de regulación.

**E.3 Mando por modulación del ancho del impulso (PWM)**

**E.3.1 Esquema del circuito; especificación funcional para el mando por PWM**



La potencia en la lámpara (flujo luminoso) de un balasto con regulación está controlada por la señal PWM aplicada a la entrada de mando del balasto con regulación. La potencia en la lámpara se modifica haciendo variar el porcentaje de tiempo durante el cual la señal PWM está al nivel  $V_{señal}$ . La señal PWM tiene las características siguientes:



La tensión de la señal está comprendida entre  $V_{señal}$  (bajo) y  $V_{señal}$  (alto) donde:

$V_{\text{señal}}$  (bajo) mínimo es 0 V

$V_{\text{señal}}$  (bajo) máximo es 1,5 V

$V_{\text{señal}}$  (alto) mínimo es 10 V

$V_{\text{señal}}$  (alto) máximo es 25 V

$T_{\text{período}}$  (duración de ciclo) es un 1 ms mínimo y 10 ms máximo.

Flujo luminoso máximo cuando el ancho de la señal - $T(\text{alto})$  – es 0 % hasta 5 %  $\pm$  1 %.

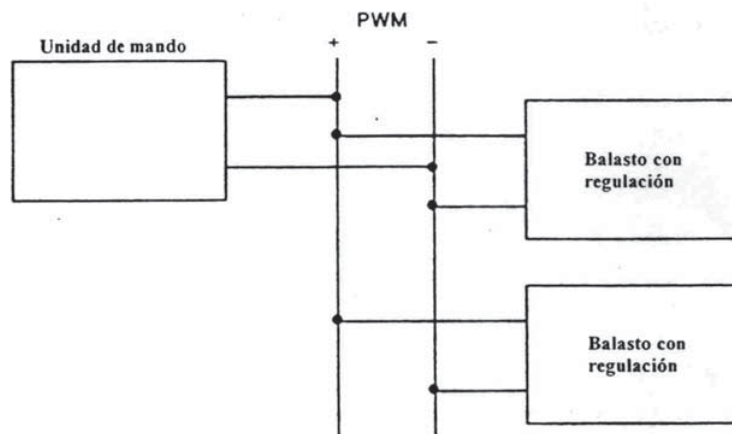
1 % o flujo mínimo cuando el ancho de la señal - $T(\text{alto})$  – está entre 95 %  $\pm$  1 %.

NOTA Esta parte de la señal está reservada para la extinción. En todo caso, si un balasto no posee esta característica, conviene que su salida quede al nivel mínimo.

Extinción cuando el ancho de la señal - $T(\text{alto})$  – es < 95 %.

### E.3.2 Esquema de conexión

En función de los consumos de corriente, pueden conectarse varios balastos con regulación a una unidad de mando de acuerdo con el esquema siguiente :



### E.3.3 Especificaciones eléctricas

La unidad de mando es fuente de corriente y el balasto es receptor de corriente.

#### E.3.3.1 Límites de tensión de la señal

El balasto no será dañado cuando la tensión de señal  $V_{\text{señal}}$  está por debajo de 25 V.

Los bornes de mando deben estar protegidos contra las inversiones de polaridad. En este caso, el balasto no funcionará.

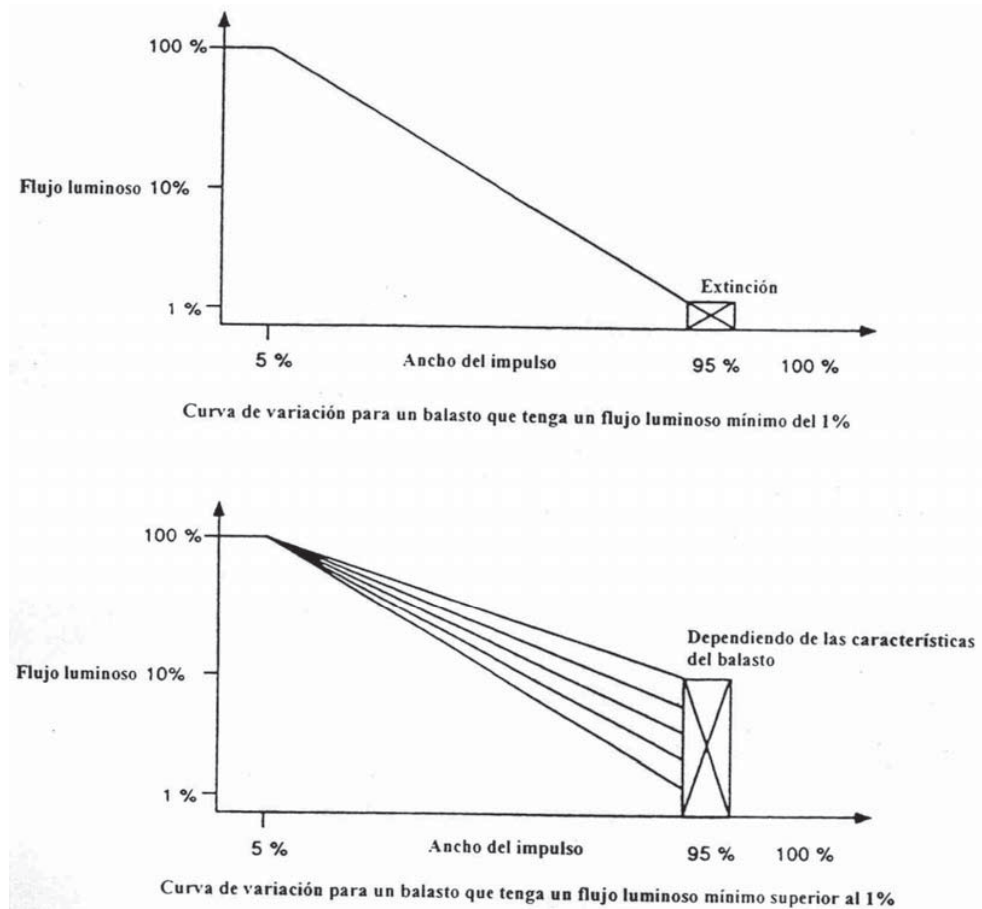
#### E.3.3.2 Impedancia en los bornes de mando

La impedancia en los bornes de mando estará comprendida entre 1 k $\Omega$  y 10 k $\Omega$ .

**E.3.3.3 Corriente de entrada**

El valor de la corriente de entrada para 12 V estabilizados se declarará o se marcará en el balasto.

**E.3.4 Ejemplos de características de mando**



## Anexo F (informativo)

### Guía para evaluar la vida del producto y el índice de fallo

**F.1** Para permitir al usuario comparar de forma significativa el tiempo de vida y el índice de fallo de diferentes productos electrónicos, se recomienda que se suministren por el fabricante los datos definidos en F.2 y F.3.

**F.2** La temperatura máxima en la superficie, símbolo  $t_1$  ( $t$ -tiempo de vida) del producto electrónico o la temperatura máxima de la pieza que afecta a la vida del producto, medida en condiciones normales de funcionamiento, a la tensión asignada o al valor máximo de la gama de tensiones de funcionamiento, que permite la obtención de una duración de vida de 50 000 h.

NOTA En algunos países, como Japón, debería aplicarse una duración de vida de 40 000 h.

**F.3** El índice de fallo, si el producto electrónico se pone en funcionamiento continuo a la temperatura máxima  $t_1$  (definida en F.2). Es necesario que el índice de fallo se exprese en unidades de fallos por unidad de tiempo (fit)<sup>1</sup>

**F.4** Para el método utilizado para obtener las informaciones dadas en F.2 y F.3 (análisis matemático, ensayos de fiabilidad, etc.), es conveniente que el fabricante suministre, a petición, un informe de datos completo que contenga los detalles del método.

---

<sup>1</sup> "(fit)" del inglés "failure in time".