

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

NORMA CUBANA

NC

IEC 60034-16-1: 2007
(Publicada por la IEC en 1991)

**MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS—PARTE 16:
SISTEMAS DE EXCITACIÓN PARA MÁQUINAS
SÍNCRONAS—CAPÍTULO 1: DEFINICIONES
(IEC 60034-16-1:1991, IDT)**

Rotating electrical machines—Part 16: Excitation systems for synchronous machines—Chapter 1: Definitions

La versión oficial en español de la Norma Internacional IEC 60034-16-1:1991 *Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions* es adoptada como Norma Nacional idéntica con la referencia NC-IEC 60034-16-1:2007.

ICS: 29.180

1. Edición Junio 2007
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 36 de Electroenergética, en el cual están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de la Industria Básica
 - Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
 - Ministerio de la Industria Sideromecánica
 - Ministerio de Economía y Planificación
 - Ministerio del Transporte
 - Instituto Nacional de la Vivienda
 - Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
 - Oficina Nacional de Normalización
- Es una adopción idéntica de la versión oficial en español de la Norma Internacional IEC 60034-16-1:1991.

© NC, 2007

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

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

NORMA INTERNACIONAL

**CEI
IEC
60034-16-1**

Primera edición
1991-02
+ Corrigendum
1992

Versión oficial en español

Máquinas eléctricas rotativas

Parte 16:
Sistemas de excitación para máquinas síncronas
Capítulo 1: Definiciones

Rotating electrical machines

Part 16:
Excitation systems for synchronous machines
Chapter 1: Definitions

Machines électriques tournantes

Partie 16:
Systèmes d'excitation pour machines synchrones
Chapitre 1: Définitions

© CEI 1991 } Reservados todos los derechos de reproducción
© AENOR 1998 }

Ninguna parte de esta publicación se puede reproducir ni utilizar de cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o microfilm, sin el permiso por escrito de los editores.

Secretaría Central de la Comisión Electrónica Internacional, 3 rue de Varembé. GINEBRA, Suiza

Sede Central de AENOR, C Génova, 6. 28004 MADRID, España



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CÓDIGO DE
PRECIO

H

Para información sobre el precio de esta norma, véase catálogo en vigor.

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	4
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 GENERALIDADES	6
2.1 Sistema de excitación	6
2.2 Excitatriz	6
2.3 Regulación de la excitación	6
2.4 Bornes del devanado inductor	6
2.5 Bornes de salida del sistema de excitación	6
2.6 Intensidad de excitación asignada I_{FN}	6
2.7 Tensión de excitación asignada U_{FN}	6
2.8 Intensidad de excitación en vacío I_{fo}	7
2.9 Tensión de excitación en vacío U_{fo}	7
2.10 Intensidad de excitación de entrehierro I_{fg}	7
2.11 Tensión de excitación de entrehierro U_{fg}	7
2.12 Intensidad asignada del sistema de excitación I_{EN}	7
2.13 Tensión asignada del sistema de excitación U_{EN}	7
2.14 Intensidad de techo del sistema de excitación I_p	7
2.15 Tensión de techo del sistema de excitación U_p	7
2.16 Tensión de techo en vacío del sistema de excitación U_{po}	8
2.17 Tensión de techo en carga del sistema de excitación U_{pL}	8
2.18 Factor de respuesta nominal del sistema de excitación V_E	8
3 CLASES DE EXCITATRICES	8
3.1 Excitatriz rotativa	8
3.2 Excitatriz estática	9
4 FUNCIONES DE CONTROL	9
4.1 Regulador de tensión	9
4.2 Compensador de la intensidad de carga	9
4.3 Limitador de sobreexcitación	9
4.4 Limitador de subexcitación	9
4.5 Limitador de la relación tensión/frecuencia	9
4.6 Bucles de estabilización	10

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Máquinas eléctricas rotativas

Parte 16: Sistemas de excitación para máquinas síncronas Capítulo 1: Definiciones

ANTECEDENTES

- 1) CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de CEI). El objetivo de CEI es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, CEI publica Normas Internacionales. Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de CEI que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con CEI también participan en la elaboración. CEI colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO), de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre ambas.
- 2) Las decisiones formales o acuerdos de CEI sobre materias técnicas, expresan en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relativos a cada comité técnico en los que existe 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 se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de CEI se comprometen a aplicar de forma transparente las Normas Internacionales de CEI, en la medida de lo posible en sus normas nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Norma CEI y la correspondiente norma nacional o regional debe indicarse de forma clara en ésta última.
- 5) CEI no establece ningún procedimiento de marcado para indicar su aprobación y no se le puede hacer responsable de cualquier equipo declarado conforme con una de sus normas.
- 6) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Norma Internacional puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a CEI de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

Esta Norma Internacional ha sido elaborada por el comité técnico 2 de CEI: Máquinas rotativas.

El texto de esta norma se basa en los documentos siguientes

DIS	Informe de Voto
2(CO)532	2(CO)547

El informe de voto indicado en la tabla anterior ofrece toda la información sobre la votación para la aprobación de esta norma.

En esta edición se incluye el corrigendum de CEI de 1992.

Esta Norma Internacional es el primer capítulo de la parte 16 de esta serie de normas sobre máquinas rotativas, siendo las otras partes:

- Parte 1: Características asignadas y características de funcionamiento, editada como CEI 34-1.
- Parte 2: Determinación de las pérdidas y rendimiento a partir de los ensayos, editada como CEI 34-2.
- Parte 2A: Primer complemento: Medida de pérdidas por el método calorímetro, editada como CEI 34-2A.
- Parte 3: Reglas específicas para las turbomáquinas síncronas, editada como CEI 34-3 .
- Parte 4: Métodos para la determinación de las magnitudes de las máquinas síncronas a partir de ensayos, editada como CEI 34-4.
- Parte 5: Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes de las máquinas eléctricas rotativas (Código IP), editada como CEI 34-5.
- Parte 6: Métodos de refrigeración (Código IC), editada como CEI 34-6.
- Parte 7: Clasificación de los tipos de construcción y de las disposiciones de montaje (Código IM), editada como CEI 34-7.
- Parte 8: Identificación de los terminales y sentido de rotación de las máquinas rotativas, editada como CEI 34-8.
- Parte 9: Límites de ruido, editada como CEI 34-9.
- Parte 10: Convenios relativos a la descripción de las máquinas síncronas, editada como CEI 34-10.
- Parte 11: Protección térmica incorporada. Capítulo 1: Reglas para la protección de las máquinas eléctricas rotativas, editada como CEI 34-11.
- Parte 11-2: Protección térmica incorporada. Capítulo 2: Detectores térmicos y unidades de control empleados en los sistemas de protección térmica, editada como CEI 34-11-2.
- Parte 11-3: Protección térmica incorporada. Capítulo 3: Reglas generales para los detectores térmicos empleados en los sistemas de protección térmica, editada como CEI 34-11-3.
- Parte 12: Características de arranque de los motores trifásicos de inducción de jaula con una sola velocidad, para tensiones de alimentación iguales o inferiores a 660 V/50 Hz, editada como CEI 34-12.
- Parte 13: Especificación para los motores auxiliares para laminadores, editada como CEI 34-13.
- Parte 14: Vibraciones mecánicas de determinadas máquinas con altura de eje igual o superior a 56 mm. Medición, evaluación y límites de la intensidad de vibración, editada como CEI 34-14.
- Parte 15: Niveles de tensión soportada con impulso de las máquinas rotativas de corriente alterna con bobinas de estator preformadas, editada como CEI 34-15.
- Parte 16-1: Sistemas de excitación para máquinas síncronas. Capítulo 1: Definiciones, editada como CEI 34-16-1.
- Parte 16-2: Sistemas de excitación para máquinas síncronas. Capítulo 2: Modelos para estudios de sistemas, editada como CEI 34-16-2.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma define los términos aplicables a los sistemas de excitación de las máquinas eléctricas rotativas síncronas.

2 GENERALIDADES

2.1 Sistema de excitación

Equipo que suministra la corriente del devanado inductor de una máquina síncrona, incluyendo todos los órganos de regulación y de mando así como los elementos de descarga o de supresión del campo y los dispositivos de protección.

2.2 Excitatriz

Fuente de potencia eléctrica que proporciona la corriente del devanado inductor de la máquina síncrona.

NOTA – A continuación se indican algunos ejemplos de excitatrices:

- una máquina eléctrica rotativa, de c.c. o de c.a. con los rectificadores asociados;
- uno o varios transformadores con los rectificadores asociados.

2.3 Regulación de la excitación

Regulación que modifica la potencia de la excitación en respuesta a señales características del estado del sistema que comprende, la máquina síncrona, su excitatriz y la red eléctrica a la que está conectada.

NOTA – La magnitud regulada es normalmente la tensión de la máquina síncrona.

2.4 Bornes del devanado inductor

Entrada del devanado inductor de la máquina.

NOTAS

- 1 Si hay anillos y escobillas, estos elementos se consideran como parte integrante del devanado inductor.
- 2 En una máquina sin escobillas, los bornes del devanado inductor son los puntos de conexión entre el rectificador giratorio y los conductores del devanado inductor.

2.5 Bornes de salida del sistema de excitación

Salida del equipo que constituye el sistema de excitación. Estos bornes pueden ser diferentes de los bornes del devanado inductor.

2.6 Intensidad de excitación asignada I_N

Intensidad de corriente continua en el devanado inductor de la máquina cuando funciona con los valores asignados de tensión, intensidad, factor de potencia y velocidad.

2.7 Tensión de excitación asignada U_N

Tensión de corriente continua en los bornes del devanado inductor de la máquina, que es la necesaria para hacer circular la intensidad de excitación asignada cuando el devanado inductor está a la temperatura que resulta de funcionamiento de la máquina a su carga asignada y en las condiciones asignadas y con el fluido de refrigeración primario a su temperatura máxima.

NOTA – Si la máquina tiene un ciclo de funcionamiento tal que no se alcanza una temperatura de equilibrio en el devanado inductor, el valor U_N se basa en la temperatura máxima alcanzada en el ciclo.

2.8 Intensidad de excitación en vacío I_{f_0}

Intensidad de corriente continua en el devanado inductor de la máquina, que es la necesaria para generar la tensión asignada en vacío con la velocidad asignada (véase figura 1).

2.9 Tensión de excitación en vacío U_{f_0}

Tensión de corriente continua en los bornes del devanado inductor de la máquina, que es la necesaria para hacer circular la intensidad de excitación en vacío con el devanado inductor a una temperatura de 25 °C.

2.10 Intensidad de excitación de entrehierro I_{fg}

Intensidad de corriente continua en el devanado inductor de la máquina síncrona, que sería la teóricamente necesaria para generar la tensión asignada en vacío sobre la parte recta de la curva de saturación en vacío (recta del entrehierro, véase figura 1).

NOTA – La intensidad de excitación de entrehierro es el valor de base utilizado en los modelos de representación por ordenador de los sistemas de excitación.

2.11 Tensión de excitación de entrehierro U_{fg}

Tensión de corriente continua en los bornes del devanado inductor de la máquina síncrona, que es la necesaria para hacer circular la intensidad de excitación de entrehierro con una resistencia del devanado inductor igual a U_{fN}/I_{fN} .

NOTA – La tensión de excitación de entrehierro es el valor de base utilizado en los modelos de representación por ordenador de los sistemas de excitación.

2.12 Intensidad asignada del sistema de excitación I_{EN}

Intensidad de corriente continua en los bornes de salida del sistema de excitación que éste puede suministrar en condiciones de funcionamiento definidas, tomando en consideración las condiciones de excitación más exigentes de la máquina (que generalmente resultan de variaciones de la tensión y de la frecuencia de la máquina).

2.13 Tensión asignada del sistema de excitación U_{EN}

Tensión de corriente continua en los bornes de salida del sistema de excitación que éste puede proporcionar cuando hace circular la intensidad asignada del sistema de excitación, en condiciones de funcionamiento definidas. Esta tensión es como mínimo el valor requerido por el devanado inductor de la máquina en las condiciones de excitación más exigentes (que generalmente resultan de variaciones de la tensión y de la frecuencia de la máquina).

2.14 Intensidad de techo del sistema de excitación I_p

Máxima intensidad de corriente continua que el sistema de excitación es capaz de suministrar en sus bornes durante un tiempo especificado.

2.15 Tensión de techo del sistema de excitación U_p

Máxima tensión de corriente continua que el sistema de excitación es capaz de proporcionar en sus terminales en condiciones definidas.

NOTAS

- 1 En los sistemas de excitación cuya alimentación depende de la tensión y (eventualmente) de la intensidad de la máquina, las magnitudes de salida del sistema de excitación resultan influenciadas por la naturaleza de la perturbación de la red y por los parámetros específicos de diseño tanto del sistema de excitación como de la propia máquina síncrona. En estos sistemas, la tensión de techo se determina considerando una calda de tensión y (eventualmente) un incremento de la intensidad apropiados.
- 2 En los sistemas de excitación con excitatrices rotativas, la tensión de techo se define a la velocidad asignada.

2.16 Tensión de techo en vacío del sistema de excitación U_{po}

Máxima tensión de corriente continua que el sistema de excitación es capaz de proporcionar en sus bornes, cuando funciona en vacío.

2.17 Tensión de techo en carga del sistema de excitación U_{pL}

Máxima tensión de corriente continua que el sistema de excitación es capaz de proporcionar en sus bornes, cuando suministra la intensidad de techo.

2.18 Factor de respuesta nominal del sistema de excitación V_E

Tasa de crecimiento de la tensión de salida del sistema de excitación, determinada con la curva de respuesta en tensión del sistema de excitación, dividida por la tensión de excitación asignada (véase figura 2). La tasa de crecimiento definida así produciría, si se mantuviese constante, la misma superficie tensión x tiempo que la curva real durante un período inicial de medio segundo (o un intervalo de tiempo diferente si se especifica así).

$$V_E = \frac{\Delta U_E}{0,5 U_{fN}} s^{-1}$$

NOTAS

- 1 El factor de respuesta nominal del sistema de excitación se define con el sistema de excitación cargado con una resistencia igual a U_{fN}/I_{fN} , y una inductancia de valor adecuado para que se tengan en cuenta de forma razonable los efectos de caída de tensión y las formas de onda de la tensión y de la corriente.
- 2 El factor de respuesta nominal del sistema de excitación se define considerando que el valor de la tensión es inicialmente igual a la tensión de excitación asignada de la máquina síncrona, y alcanza después rápidamente la tensión de techo aplicando una señal de error de tensión en escalón que tiene un valor especificado.
- 3 En los sistemas de excitación cuya alimentación depende de la tensión y (eventualmente) de la intensidad de la máquina, las magnitudes de salida del sistema de excitación resultan influenciadas por la naturaleza de la perturbación de la red y por los parámetros específicos de diseño tanto del sistema de excitación como de la propia máquina síncrona. En estos sistemas, el factor de respuesta nominal del sistema de excitación se define tomando en consideración una caída de tensión y (eventualmente) un incremento de la intensidad apropiados.
- 4 En los sistemas de excitación con excitatrices rotativas, el factor de respuesta nominal se define a la velocidad asignada.

3 CLASES DE EXCITATRICES**3.1 Excitatriz rotativa**

Máquina eléctrica rotativa que recibe su potencia mecánica de un eje. Este eje puede ser accionado por la máquina síncrona o por otra máquina.

3.1.1 Excitatriz de corriente continua. Excitatriz rotativa que suministra la corriente continua mediante un colector y escobillas.

3.1.2 Excitatriz de corriente alterna. Excitatriz rotativa que suministra la corriente continua utilizando rectificadores. Los rectificadores pueden ser controlados o no controlados.

3.1.2.1 Excitatriz de corriente alterna con rectificadores estacionarios. Excitatriz de corriente alterna en la que la salida de los rectificadores se conecta a las escobillas de los anillos del devanado inductor de la máquina síncrona.

3.1.2.2 Excitatriz con rectificadores giratorios (excitatriz sin escobillas). Excitatriz de corriente alterna cuyos rectificadores giran sobre el mismo eje común de la excitatriz y de la máquina síncrona; la salida de los rectificadores se conecta directamente, sin anillos ni escobillas, al devanado inductor de la máquina síncrona.

3.2 Excitatriz estática

Excitatriz que recibe la potencia de una o más fuentes eléctricas estacionarias y utiliza rectificadores estacionarios para suministrar corriente continua.

3.2.1 Excitatriz estática con fuente de tensión. Excitatriz estática que recibe la potencia únicamente de una fuente de tensión (que puede ser la propia máquina síncrona), y utiliza rectificadores controlados.

3.2.2 Excitatriz estática con fuente compuesta. Excitatriz estática que recibe la potencia de una fuente de intensidad y otra de tensión (que dependen de las magnitudes en los bornes de la máquina síncrona). La suma de las entradas procedentes de ambas fuentes puede realizarse bien en el lado de corriente alterna, o bien en el de corriente continua de los rectificadores y en cada caso, ser hecha en paralelo o en serie. Dependiendo del diseño, los rectificadores pueden ser controlados o no controlados.

4 FUNCIONES DE CONTROL

4.1 Regulador de tensión

Equipo que compara la tensión real de una máquina síncrona con el valor de referencia y, en función de la diferencia, ajusta la tensión de salida de la excitatriz utilizando medios apropiados.

4.2 Compensador de la intensidad de carga

Dispositivo o función que influencia la acción del regulador de tensión de forma que regule la tensión en un punto de la red, diferente del punto en que se mide la tensión; una aplicación normal es compensar parcialmente la caída de tensión en la impedancia externa. Mediante la inversión de las conexiones, el circuito compensador puede ser utilizado para permitir un reparto adecuado de la potencia reactiva entre alternadores que funcionan en paralelo cuando la impedancia de conexión entre ellos es nula.

4.3 Limitador de sobreexcitación

Dispositivo destinado a neutralizar la acción del regulador de tensión, con el objetivo de limitar a valores admisibles las intensidades de la máquina síncrona y del Sistema de excitación. Las variables de entrada usuales son la intensidad de excitación y/o la intensidad estatórica de la máquina síncrona. La acción de limitación puede ser instantánea o bien diferida en el tiempo.

4.4 Limitador de subexcitación

Dispositivo destinado a neutralizar la acción del regulador de tensión, con el objetivo de impedir que la excitación se reduzca por debajo de los límites de estabilidad o de la capacidad térmica de las máquinas de rotor cilíndrico con relación al calentamiento de las partes frontales del núcleo del estator. Las variables de entrada usuales son: las intensidades activa y reactiva y la tensión en bornes, o el ángulo interno o la intensidad de excitación (eventualmente en combinación con otras variables).

4.5 Limitador de la relación tensión/frecuencia

Dispositivo que actúa reduciendo el valor de la tensión regulada proporcionalmente a la disminución de la frecuencia, si ésta alcanza un valor inferior a un límite determinado. El objetivo de esta limitación es evitar un flujo magnético excesivo en la máquina síncrona y en los transformadores.

4.6 Bucles de estabilización

Equipo que controla la tensión de salida de la excitatriz, a través del regulador de tensión, para conseguir un amortiguamiento adecuado de las oscilaciones de potencia de la máquina síncrona. Las variables de entrada pueden ser la velocidad, la frecuencia, la potencia (o una combinación de variables).

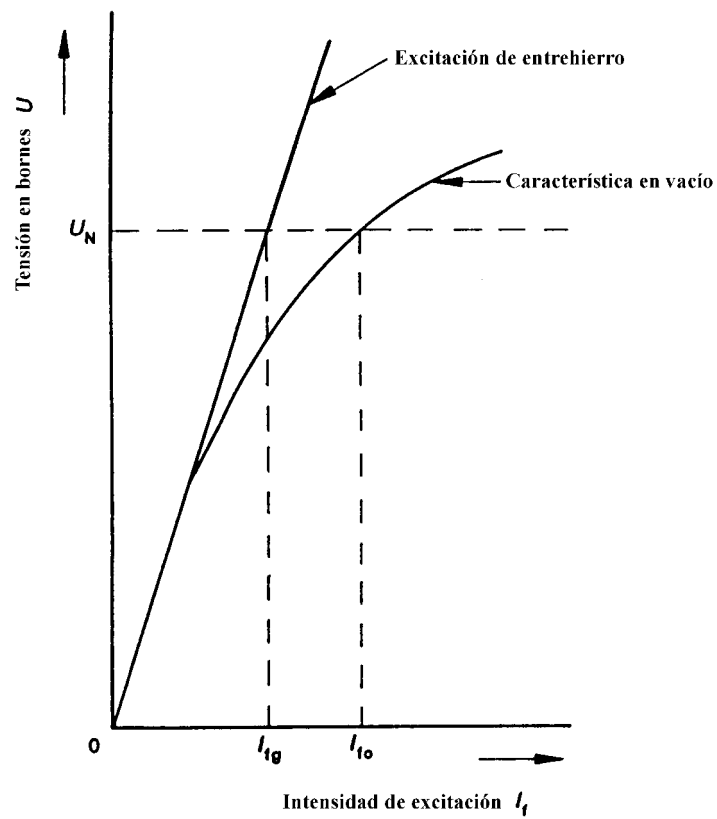


Fig. 1 – Determinación de la intensidad de excitación en vacío I_{fo} y de la intensidad de excitación de entrehierro I_{fg}

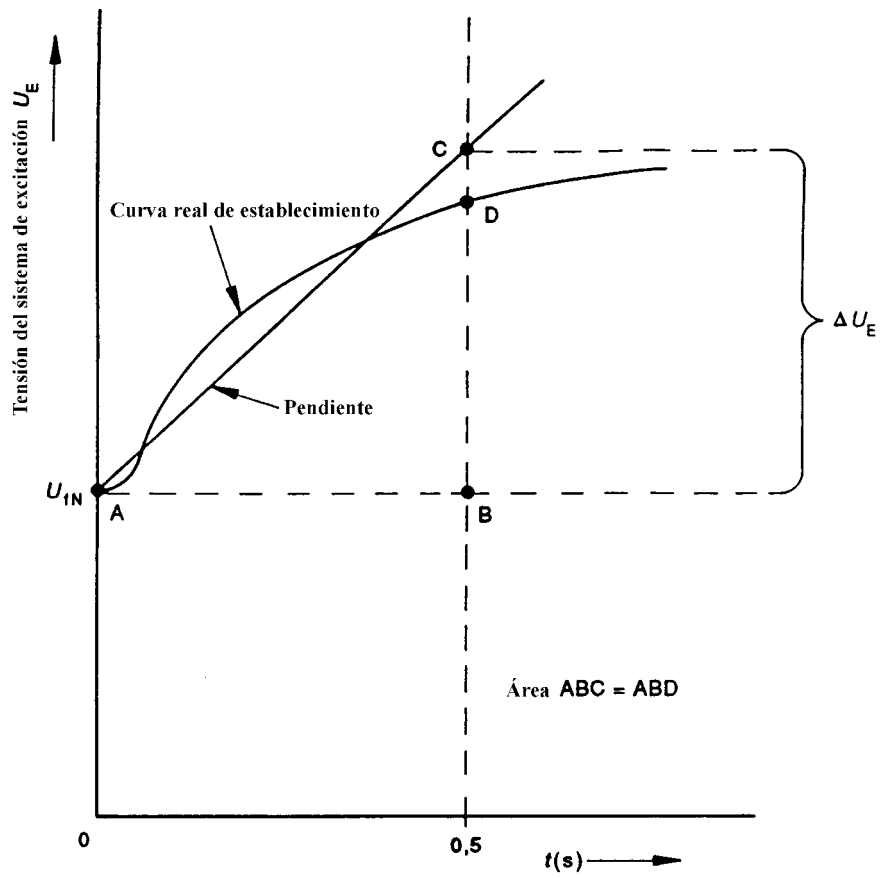


Fig. 2 – Determinación del factor de respuesta nominal del sistema de excitación V_E

ICS 29.160

© CEI 1991
© AENOR Junio 1998
Depósito legal: M 22692:1998

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Sede Central

C Génova, 6
28004 MADRID, España

e-mail: norm.clciec@aenor.es
<http://www.aenor.es>

Teléfono: 91 432 60 00

Fax: 91 310 40 32



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Oficina Central

3, rue de Varembe
Case postale 131

e-mail: info@iec.ch

Telf. Int. +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

CH-1211 GENEVE 20 Suisse

<http://www.iec.ch>