



TA 2108-0031

Instrucción técnica

Operación en isla generalidades



© INNIO Jenbacher GmbH & Co OG
Achenseestr. 1-3
A-6200 Jenbach, Austria
www.innio.com



JENBACHER
INNIO

1	Campo de aplicación	2
2	Propósito	2
3	Información adicional	2
4	Definición	3
4.1	Definición general del funcionamiento en isla	3
4.2	Normas y directivas relevantes	4
5	Categorías del funcionamiento en isla	4
6	Factores de influencia en el funcionamiento en isla	5
6.1	Incremento de carga	5
6.2	Deslaste de cargas	6
7	Factores de influencia en el sistema en isla interconectado (instalación con varios motores)	6
8	Evaluación características del funcionamiento en isla	6
9	Diagramas de conexión y desconexión de cargas para el funcionamiento en isla	8
9.1	Diagramas de conexión/desconexión de cargas	8
9.2	Deslaste de cargas	11
10	Planificación y posibilidades técnicas	12
10.1	Alimentación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)	13
10.2	Funcionamiento en paralelo con sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)	13
10.3	Tiempo de reemplazo de red de 15 s de acuerdo con la norma DIN VDE 0100 Parte 710 o bien Parte 718	13
10.4	Magnetización suave de transformadores	13
10.5	Funcionamiento de arranque autónomo	13
10.6	Funcionamiento en paralelo de varios grupos	14
10.6.1	Grado P (estatismo de velocidad o estatismo de frecuencia, Speed droop)	14
10.6.2	Potencia parcial de carga activa (modo isócrono)	15
10.6.3	Potencia parcial de carga reactiva (estatismo de tensión, Voltage droop)	15
10.6.4	Gestión de cargas	16
10.7	Puntos a tener especialmente en cuenta	17
10.7.1	Informaciones acerca del estado de funcionamiento por los estados de los interruptores. Tiempos de retardo	17
10.7.2	Relaciones de carga desconocidas del cliente. Cargas capacitivas	17
10.7.3	Regulación del consumo de la red	17
10.7.4	Servicios auxiliares	17
11	Condiciones en los límites	18
11.1	Carga nominal del motor	18
11.2	Emisiones motores de gas	18
11.3	Emisiones motores diésel	18
11.4	Temperatura del agua de refrigeración de la mezcla, temperatura de la mezcla	18
11.5	Punto de encendido/inicio de la inyección	18
11.6	Temperatura de aspiración	18
11.7	Contrapresión de los gases de escape	19
11.8	Funcionamiento en isla con biogás/gas de vertedero y gas de depuradora	19
11.9	Suministro de gas	19
11.10	Suministro de combustible diésel	19
11.11	Generador	19
12	Anexo A. Valores característicos para evaluar el comportamiento funcional en el funcionamiento en isla	20
13	Mención de revisión	24

Los destinatarios de este documento son:

Clientes, distribuidores autorizados, servicios técnicos autorizados, servicios de puesta en marcha autorizados, filiales, Jenbach HQ

Información propiedad de INNIO: CONFIDENCIAL

La información que recoge este documento es información protegida tanto de INNIO Jenbacher GmbH & Co OG como de sus filiales y es confidencial. Es propiedad de INNIO y no se permite su utilización, distribución a terceros o reproducción sin la previa autorización por escrito. Esta prohibición incluye también, aunque no exclusivamente, el uso de la información para elaborar, confeccionar, desarrollar o deducir reparaciones, modificaciones, piezas de repuesto, diseños o modificaciones de configuración o su presentación ante autoridades nacionales. Cuando se haya autorizado la reproducción total o parcial, se deberán anotar tanto esta advertencia como la advertencia que sigue en todas las páginas del documento de manera total o parcial.

LAS VERSIONES IMPRESAS O FACILITADAS POR MEDIOS ELECTRÓNICOS NO ESTÁN CONTROLADAS

1 Campo de aplicación

Este manual técnico (TA) es aplicable a los siguientes Motores de gas Jenbacher:

- Serie 2
- Serie 3
- Serie 4
- Serie 6

que vienen equipados con el modo opcional «Funcionamiento en isla».

2 Propósito

3 Información adicional

Normas y directivas relevantes:

A menos que se indique lo contrario, este documento hace referencia a las ediciones más recientes de las normas y directivas a las que se hace referencia (por ejemplo, ISO 8528-5). Si la explicación de apoyo incluye ediciones anteriores en este documento, estas están marcadas de forma adicional con el año de emisión correspondiente (por ejemplo, ISO 8528-5:2018).

Documentos relevantes:

- TA 1000-0001** – Calidad del combustible: combustible diésel
- TA 1000-0300** – Requisitos relativos al gas carburante y al aire comburente
- TA 1503-0057** – Funcionamiento del motor en red en isla con regulador GEN2
- TA 1530-0182** – Reducciones de potencia del generador y gestión de potencia reactiva
- TA 2108-0025** – Funcionamiento en isla de motores a gas Otto con DIA.NE (serie 3)
- TA 2108-0026** – Funcionamiento en isla de motores a gas Otto con DIA.NE (serie 6)
- TA 2108-0029** – Operación en isla de motores de carburador a gas con DIA.NE (serie 4)
- TA 2108-0030** – Operación de isla J208 con DIA.NE XT
- TA 2108-0032** – Funcionamiento en isla J920 con DIA.NE XT
- TA 2108-0033** –
- ISO 8528-2**
- ISO 8528-5**

ISO 8528-12
DIN VDE 0100

4 Definición

4.1 Definición general del funcionamiento en isla

Existirá un funcionamiento en isla/funcionamiento de alimentación de emergencia/funcionamiento en modo de alimentación eléctrica de reserva cuando la instalación tenga que mantener la alimentación eléctrica de los consumidores sin la red eléctrica pública (véase la figura 1). En cuanto se produzca este caso, será necesario mantener dentro de unos límites definidos la frecuencia y la tensión de las barras colectoras.

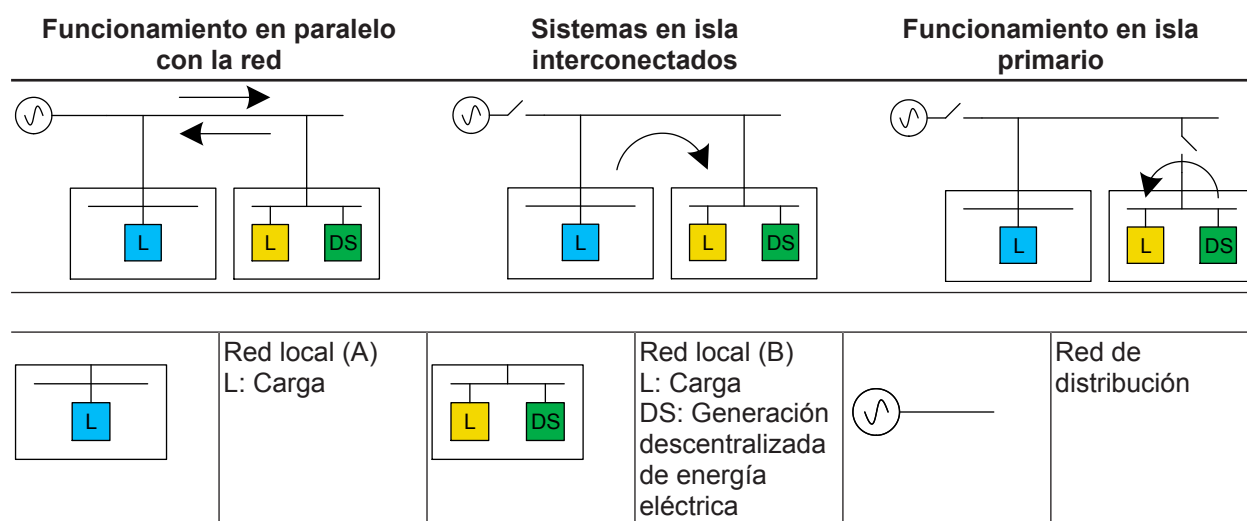


Figura 1: Configuraciones de red

Si a los consumidores se les suministra energía mediante un generador operado por un motor alternativo de combustión interna (denominado a continuación como grupo), la frecuencia se regula mediante la velocidad del motor. La tensión se regula mediante el regulador de tensión integrado en el generador (Automatic Voltage Regulator, AVR). A partir de junio de 2019, estará disponible una nueva regulación de frecuencia basada en modelos para la serie 3 con dosificación de gas TecJet y para la serie 4. Esta regulación se describe en **TA 1503-0057**.



TA 1503-0057 – Funcionamiento del motor en red en isla con regulador GEN2

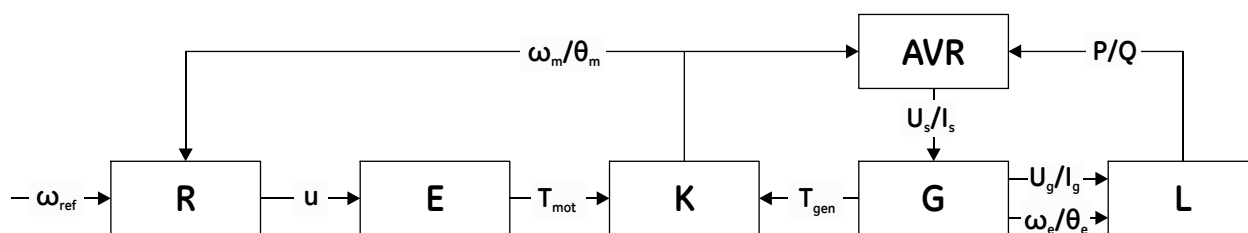


Figura 2: Funcionamiento en isla

E	Motores Jenbacher	L	Carga
K	Acoplamiento	AVR	Automatic Voltage Regulator (regulador automático de la tensión)
R	Regulador	G	Generador
u	Variable regulada	U_s/I_s	Tensión/intensidad de excitación
ω_e/θ_e	Posición angular/velocidad de rotación eléctricas del generador	U_g/I_g	Tensión/intensidad del generador
ω_m/θ_m	Posición angular/velocidad de rotación mecánicas del generador	T_{gen}	Par del generador
ω_{ref}	Velocidad de rotación valor de referencia	T_{mot}	Par motor
P/Q	Potencia activa/potencia reactiva		

En instalaciones con varios motores en red de isla, la frecuencia y la tensión están reguladas por una sola parte o por todos los grupos. La potencia activa y la potencia reactiva tienen que ser reguladas en ese caso por el sistema de gestión de cargas. Una parte pequeña en términos de potencia dentro de este sistema interconectado también puede ser regulada únicamente en cuanto a la potencia. Se debe garantizar que la dinámica de la regulación de potencia de los motores correspondientes sea suficiente para seguir de manera confiable los cambios de valor nominal posiblemente muy rápidos.

4.2 Normas y directivas relevantes

A menos que se indique lo contrario, este documento hace referencia a las ediciones más recientes de las normas y directivas a las que se hace referencia (por ejemplo, ISO 8528-5). Si la explicación de apoyo incluye ediciones anteriores en este documento, estas están marcadas de forma adicional con el año de emisión correspondiente (por ejemplo, ISO 8528-5:2018).

5 Categorías del funcionamiento en isla

Funcionamiento en modo de alimentación eléctrica de reserva	El funcionamiento en isla del motor se necesita únicamente como solución de emergencia en caso de fallo de la alimentación por la red y no está pensado para el funcionamiento continuo.
Funcionamiento en modo primario (100% en isla)	El funcionamiento en isla del motor se emplea como fuente de energía primaria para los consumidores. Como fuentes de energía de reserva pueden estar disponibles grupos adicionales o la red.
Funcionamiento en modo de alimentación de emergencia	Equivalente al funcionamiento en modo sustitutivo de la red pero con exigencias considerablemente más altas en cuanto al tiempo de arranque (por ejemplo, 15 segundos de tiempo de arranque, arranque autónomo) y a una disponibilidad máxima.

Alimentación de sistemas en isla interconectados	El motor trabaja en un sistema local de redes interconectadas que no está unido a la red pública de distribución. Existen requisitos especiales en cuanto a interrupciones de corta duración, conexiones y desconexiones de carga y modo de funcionamiento redundante (n-1).
Aplicación en invernaderos¹⁾	Conexiones de carga muy suaves debido a las cargas relativamente pequeñas con amplia gestión de cargas para conexiones de carga, paso de funcionamiento en conexión a la red a funcionamiento en isla. La mayoría de las veces se hace funcionar el motor al 100 % de su carga nominal, dado que se dispone de adecuados pequeños escalones de carga.
Sistemas de extinción de emergencia¹⁾ (funcionamiento del rociador/funcionamiento de emergencia en caso de fuego)	El motor está previsto para la alimentación de bombas de extinción de incendios. Deben cumplirse los requisitos especiales en cuanto al tiempo hasta la primera conexión de la carga. La disponibilidad del motor debe garantizarse incluso en presencia averías y no está permitido pararlo por motivos de baja prioridad mientras se está usando como soporte para la extinción.

¹⁾ Si existe

6 Factores de influencia en el funcionamiento en isla

La dinámica de un grupo está influida por muchos factores. Tanto las propiedades mecánicas como las eléctricas determinan el comportamiento de la velocidad y de la tensión en caso de cambios bruscos de carga. Para poder indicar el comportamiento relativo a la frecuencia y la tensión de un grupo en caso de modificaciones de la carga, es necesario determinar potencias máximas de conexión y de desconexión. Entre otras cosas debe prestarse atención a:

- Factor de simultaneidad de los consumidores
- Potencias intermitentes en funcionamiento normal

La potencia nominal del grupo necesaria solamente se puede determinar conociendo los consumidores eléctricos a alimentar. Aquí deben tenerse en cuenta sobre todo los golpes de carga que se producen al conectar los consumidores; por ejemplo, ascensores, bombas, ventiladores, sistemas de iluminación y diversos consumidores no lineales. Si se conoce el perfil de carga asociado, se deben tener en cuenta los siguientes puntos en el desarrollo posterior del diseño:

6.1 Incremento de carga

La capacidad de carga del grupo depende de, además del regulador de velocidad dependiente del tipo de motor: de la presión media específica del motor (BMEP) a la frecuencia nominal y la potencia nominal, de la dinámica del turbocompresor de gases de escape, de la dinámica de dosificación de gas y de las características y ajustes del regulador del generador (AVR). Los momentos de inercia del motor y del generador también tienen una gran influencia y, por norma general, los momentos de inercia mayores, especialmente de los generadores, permiten circuitos de carga más grandes o dan como resultado desviaciones de frecuencia más pequeñas.

Dado que no es posible tener en cuenta en términos de valor la dependencia de todos los factores de influencia, deben indicarse valores medios recomendados para la conexión de cargas. Aquí se toman por base como criterios la caída máxima admisible de la frecuencia y la caída máxima de la tensión.

Debido a la elevada presión media de Motores de gas Jenbacher, es necesario efectuar la conexión adicional de potencia por etapas limitadas (véase ISO 8528-2). Dado que los tiempos admisibles entre los niveles de potencia individuales dependen de los factores de influencia mencionados anteriormente, si es necesario, debe acordarse con el operador de la instalación un perfil de carga adecuado basado en el tiempo. En caso de que sea necesario incrementar la potencia en varias etapas, deberá tenerse en cuenta la conmutación necesaria para ello en la instalación consumidora mediante un sistema de gestión de cargas. Como criterio se aplican los valores admisibles de las desviaciones dinámicas en frecuencia y tensión en caso de cambio de potencia.

Dependiendo del tamaño, el grupo requiere de unos segundos a unos pocos minutos, especialmente para la estabilización térmica, entre las conexiones de carga. Esto debe tenerse en cuenta sin falta sobre todo al arrancar motores que no están a temperatura de funcionamiento. Los valores exactos son diferentes en los motores de gas y en los motores diésel.

Para prevenir una sobrecarga y con ello el fallo del grupo, será necesario garantizar que en el momento de tomar la carga la demanda de potencia existente anteriormente de la instalación consumidora no sobrepase la potencia específica del grupo recomendada para cada serie.

6.2 Deslastre de cargas

La reacción de un grupo accionado por motor de gas después de un deslastre de carga también depende de los factores de influencia mencionados anteriormente. En algunos motores de gas sobrealimentados con mezcla se especifica un deslastre de carga máximo admisible para minimizar el riesgo de «bombeo» por parte de turbocompresor o de detonaciones.

Los límites para el deslastre de carga se representan de manera específica para cada serie (véase al respecto la instrucción técnica específica del grupo en cuestión). En el capítulo ⇒ Deslastre de cargas se ofrece información adicional.

7 Factores de influencia en el sistema en isla interconectado (instalación con varios motores)

La influencia en el comportamiento de frecuencia y de tensión en el funcionamiento de red en isla compuesta con varios motores puede tener, entre otras cosas:

- Distribución de la carga
- Consigna externa o interna de un valor nominal de velocidad variable (Speed droop) en el regulador de velocidad
- Comportamiento dinámico de los motores individuales como se describe anteriormente
- Ajustes estáticos de los reguladores de tensión (Voltage Droop y codo de tensión)
- Comportamiento dinámico del generador, teniendo en cuenta de las características de atenuación en la red dada.

En la **TA 1530-0182** se ofrece una explicación detallada sobre los factores de influencia en la distribución de la potencia activa y de la potencia reactiva conforme a la norma ISO 8528-5.



TA 1530-0182 – Reducciones de potencia del generador y gestión de potencia reactiva

Si se hacen funcionar diferentes generadores de energía formando un conjunto interconectado (grupos de distintos fabricantes o distintos tipos de generadores de energía), existirán otras posibilidades, además de la línea parcial de carga y de la regulación del grado P (Speed droop), a través de una gestión centralizada de las cargas, que, sin embargo, deberán ser revisadas para cada proyecto concreto. En el capítulo ⇒ Funcionamiento de arranque autónomo se ofrecen explicaciones adicionales.

8 Evaluación características del funcionamiento en isla

Las características de funcionamiento de un grupo con un motor alternativo de combustión interna se evalúan en general conforme a la norma ISO 8528-5.

Según la aplicación específica, conforme a la norma ISO 8528-5 se distinguen diferentes clases de aplicación para funcionamiento en isla de G1 a G4. Los valores numéricos que se citan en ella son valores límite admisibles que, a menos que se indique lo contrario, no deben superarse (véase también la tabla 1 a continuación). Estos se refieren a motores de combustión interna sobrealimentados, tal como se definen en la norma ISO 8528-5.

Para la instalación electrógena, la clase de aplicación correspondiente será fundamentalmente aplicable cuando se cumplan todos los límites establecidos para esa clase de aplicación. Si el cliente exige desviaciones en relación con los valores límite en el sentido de una mayor calidad, será necesario acordarlas por escrito. Para tales acuerdos especiales, se proporciona la clase G4 según 8528-5.

De este modo la clase G4 es de libre definición, según los requisitos específicos del cliente (REC), y se representan de manera específica por Motores de gas Jenbacher con $\pm 7\%$ para la desviación dinámica de la frecuencia y de la tensión, sin tener en cuenta el tiempo de restablecimiento, en los diagramas en isla de las diferentes series de motor. Para cuestiones específicas de la aplicación, es posible definir y representar otros valores límite.

Si se instala una alimentación eléctrica de emergencia para hospitales o un edificio público (según DIN VDE 0100 parte 710 o parte 718), la evaluación de las características de funcionamiento se efectúa según la norma ISO 8528-12. En ambos casos es obligatorio prestar especial atención a los tiempos de interrupción/transición exigidos. Los criterios de evaluación según ISO 8528-12 se corresponden con aquellos según ISO 8528-5.

Tabla 1: Extracto de los límites de funcionamiento seleccionados para las clases de aplicación ejemplificadas de acuerdo con la norma ISO 8528-5:2018. Para toda inspección, se debe consultar la tabla 4 en el capítulo 15.2 de la norma.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valores límite			
			G1	G2	G3	G4
Margen de fluctuación de la desviación de la frecuencia para evaluar el tiempo de restablecimiento después de saltos de carga	α_f	%	3,5	2	2	REC
Margen de fluctuación de frecuencias estacionario	β_f	%	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1,5$	$\leq \pm 0,5$	REC
Desviación transitoria de la frecuencia después de un incremento de la carga para:						
• Motores de gas de ciclo Otto	δ_{dyn}^-	%	≤ -25	≤ -20	≤ -15	REC
• Motores diésel	δ_{dyn}^-	%	≤ -15	≤ -10	≤ -7	REC
Desviación transitoria de la frecuencia después de un decremento de la carga	δ_{dyn}^+	%	$\leq +18$	$\leq +12$	$\leq +10$	REC
Tiempo de restablecimiento de la frecuencia después de un incremento de la carga	$t_{f,zu}$	s	≤ 10	≤ 5	≤ 3	REC
Tiempo de restablecimiento de la frecuencia después de un decremento de la carga	$t_{f,ab}$	s	≤ 10	≤ 5	≤ 3	REC
Desviación estática de la tensión	δU_{st}	%	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1$	REC

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valores límite			
			G1	G2	G3	G4
Desviación dinámica de la tensión después de un incremento de la carga	δU_{dyn}^-	%	≤ -25	≤ -20	≤ -15	REC
Desviación dinámica de la tensión después de un decremento de la carga	δU_{dyn}^+	%	$\leq +35$	$\leq +25$	$\leq +20$	REC
Tiempo de restablecimiento de la tensión después de un incremento de la carga	$t_{U,zu}$	s	≤ 10	≤ 6	≤ 4	REC
Tiempo de restablecimiento de la tensión después de un decremento de la carga	$t_{U,ab}$	s	≤ 10	≤ 6	≤ 4	REC

9 Diagramas de conexión y desconexión de cargas para el funcionamiento en isla

Los diagramas de conexión de cargas de las correspondientes series o bien tipos de motores están disponibles en las siguientes instrucciones técnicas:

- Motores de gas de ciclo Otto serie 2 - J208 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0030
- Motores de gas de ciclo Otto serie 3 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0025
- Motores de gas de ciclo Otto serie 4 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0029
- Motores de gas de ciclo Otto serie 6 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0026
- Motores de gas de ciclo Otto serie 9 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0032
- Motores diésel serie 6 con DIA.NE XT: Instrucción técnica 2108-0033

Los diagramas mencionados ofrecen información acerca de la potencia activa conectable admisible «carga de bloque» (tanto positiva como negativa), representada en el eje de ordenadas (y), en función de la potencia activa actual «carga base», representada en el eje de abscisas (x), con asignación de la clase exigida conforme a la norma ISO 8528-5.

Las potencias que se indican se presentan en porcentaje de la potencia nominal (considerando la disminución especificada), frecuencia nominal y $\cos\varphi=1$ de la versión de motor correspondiente al programa de productos.

9.1 Diagramas de conexión/desconexión de cargas

Los diagramas de conexión de cargas en las instrucciones técnicas para cada una de las series se aplican para el motor a temperatura de funcionamiento.

Estos diagramas representan las clases de aplicación de G1 a G4 y la potencia límite (véanse los diagramas a modo ejemplo de la capacidad de conexión de carga en la figura 3 y la capacidad de deslastre de carga en la figura 4). En este caso, la potencia límite se refiere a la potencia que aún se puede conmutar, teniendo en cuenta los límites de frecuencia mínimo y máximo, así como la tensión mínima y máxima, sin que el motor se pare. Las líneas presentadas representan la potencia máxima conectable o desconectable que es conforme con los correspondientes valores límite de la clase de aplicación. Si se establecen requisitos especiales para la calidad de las conexiones y desconexiones, se deberán tener en cuenta medidas técnicas secundarias (elección de los niveles de desconexión, regulación del suministro por la red, gestión de cargas).

En las instrucciones técnicas específicas de la serie para el funcionamiento en isla, se proporcionan los (2) diagramas de conexión y desconexión de cargas, sin tener en cuenta el tiempo de restablecimiento de la frecuencia y de la tensión. En los grupos electrógenos diésel, el tiempo de restablecimiento de la

tensión siempre se tiene en cuenta. La segunda forma de representación tiene en cuenta el criterio de caída súbita máxima de la frecuencia (véase el anexo A). El eje x describe la carga inicial (carga base) y el eje y la carga de conexión (carga de bloque), ambas en porcentaje [%] de la potencia nominal.

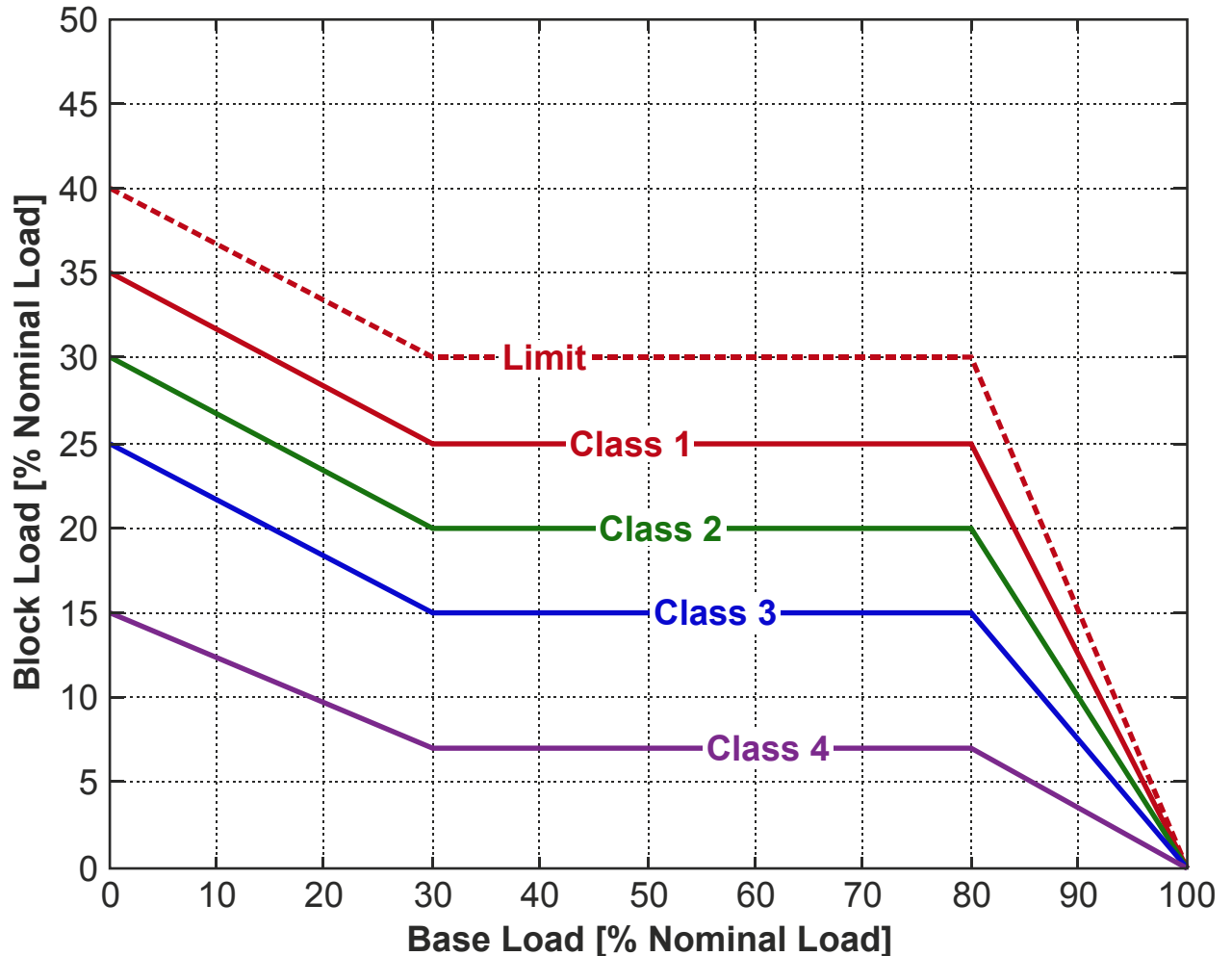


Figura 3. Diagrama de conexión de cargas

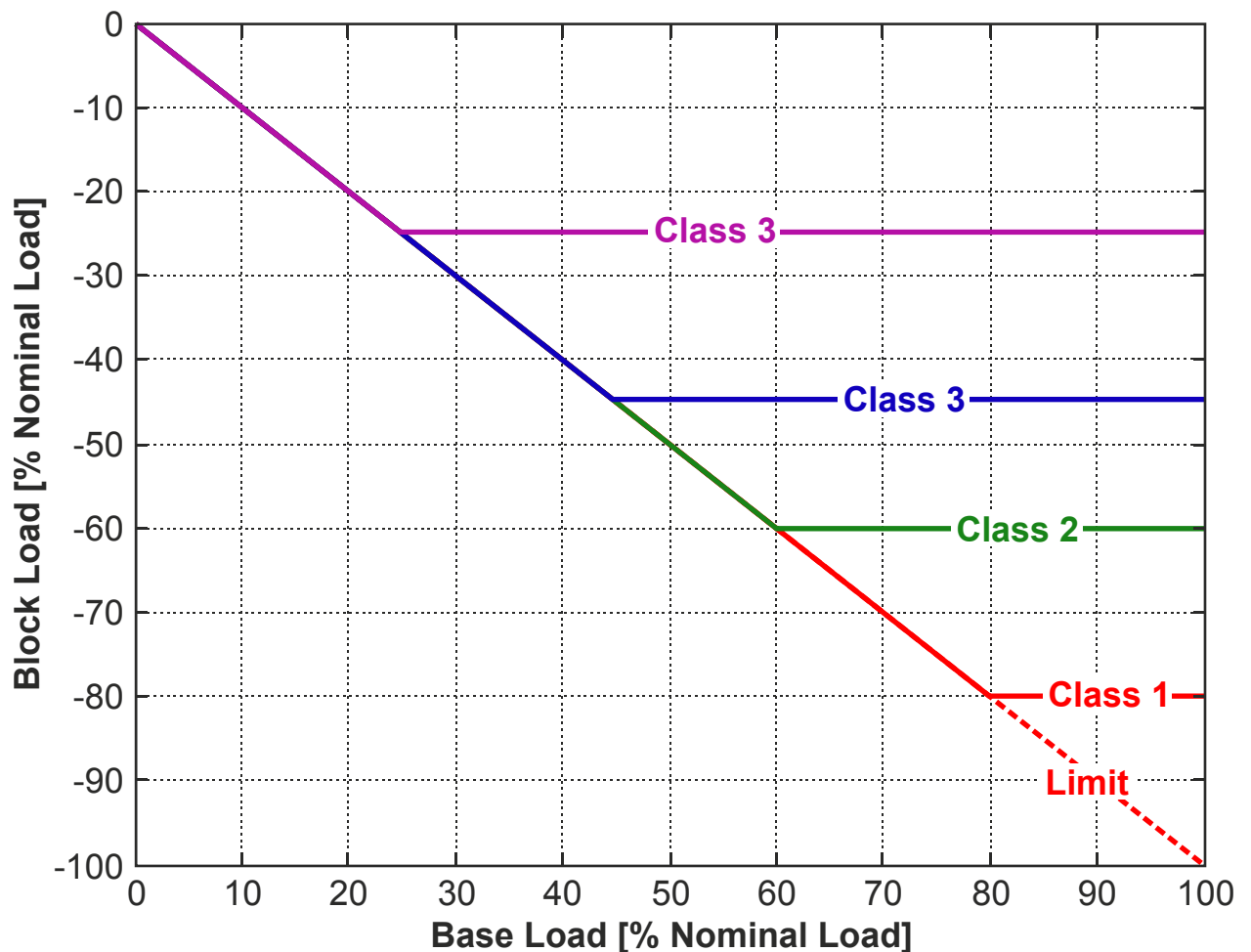


Figura 4. Diagrama de desconexión de cargas

9.2 Deslaste de cargas

Motores de gas:

Por regla general, en la transición del funcionamiento en paralelo con la red al funcionamiento en isla o durante el funcionamiento en isla se producen reducciones de la carga abruptas e inesperadas desde el punto de vista del grupo. Por razón del dimensionamiento optimizado en cuanto a eficiencia del turbocompresor pueden producirse fenómenos de «bombeo» en este. Para los motores de la serie 6, actualmente rigen valores límite diferenciados para las potencias de desconexión, véase al respecto la TA 2108-0026 Desconexión de carga.



TA 2108-0026 – Funcionamiento en isla de motores a gas Otto con DIA.NE (serie 6)

Motores diésel:

Los motores diésel con inyección por conducto común (*common rail*) no necesitan en la transición del funcionamiento en paralelo con la red al funcionamiento en isla o durante el funcionamiento en isla limitaciones por deslaste de carga. (Puede alcanzarse un deslaste de carga del 100 % sin que se sobrerevolucione el motor)

10 Planificación y posibilidades técnicas

La clasificación en una de las clases de aplicación (capítulo ⇒ Evaluación características del funcionamiento en isla) depende de los consumidores a los que se va a suministrar en el funcionamiento en isla y, así, debe ser dada por el cliente. Esto da como resultado la máxima conexión de carga posible mientras se mantiene la clase de aplicación especificada. Por ello, es esencial que ya en el estadio de oferta y planificación se realice un acuerdo preciso a este respecto con el cliente. Aquí hay que determinar el número y el tipo de consumidores eléctricos, así como sus características de arranque y funcionamiento. En el caso de accionamientos con motores eléctricos, es importante la magnitud de la potencia activa de arranque, ya que esta determina el par efectivo en el árbol del motor. El par depende del tipo de motor eléctrico y de las condiciones de arranque (arranque estrella-triángulo, arranque suave, accionamientos controlados por tiristores, arranque pesado, etcétera).

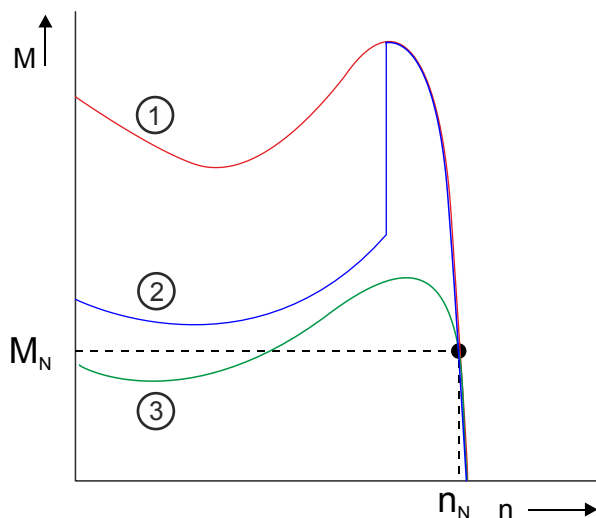


Figura 5. Perfil del par en el arranque de motores eléctricos

①	Arranque directo
②	Arranque estrella-triángulo
③	Arranque suave

Grupos con motor de gas

Debe tenerse en cuenta que, en el funcionamiento en isla, la potencia absorbida por cada uno de los consumidores «rotatorios» con un momento de inercia J proporcionalmente alto (grandes ventiladores, bombas o similares) no debe superar aproximadamente el 40% de la potencia asignada del grupo. También hay que señalar que la corriente reactiva de arranque de los motores eléctricos es un múltiplo de su valor nominal. Este porcentaje es un valor empírico, a partir del cual pueden producirse interacciones dinámicas entre el grupo y el consumidor. Este tipo de casos exigen medidas especiales que es posible determinar por simulación. En este caso, se utilizan análisis de flujo de potencia, que puede crear INNIO Jenbacher GmbH & Co OG sobre una base de autorización especial y la puesta a disposición de datos correspondientes de la instalación consumidora.

En el funcionamiento en isla con varios motores, a menudo se produce la situación de que el primer grupo ya debe suministrar a consumidores mientras que otros grupos aún se están sincronizando con la barra colectora. En estos casos es indispensable asegurar que en el proceso de sincronización solo se produzcan muy pocos cambios de carga (máx. un 2 % de la carga nominal del grupo). Cuanto más frecuentes sean estos cambios de carga, tanto más tiempo requerirá el proceso de sincronización.

Dado que la evolución de la intensidad de corriente y del $\cos(\phi)$ de los consumidores influye en la dinámica del motor, habrá que pedirla al cliente y comunicarla a INNIO Jenbacher GmbH & Co OG en el caso de consultas especiales.

Grupos electrógenos diésel

En los grupos electrógenos diésel, la inyección del combustible estabiliza el régimen de giro del motor, por lo que es posible controlar este dentro de un margen de fluctuación estrecho del número de revoluciones. (Error absoluto <5 r. p. m.). Por ello se puede conseguir una sincronización completa al cabo de unos pocos segundos.

10.1 Alimentación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

En la alimentación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) es imprescindible aprovechar sus posibilidades de intervención (p. ej., conexión escalonada, carga en forma de rampa). De esta forma las conexiones de carga se producen de una forma atenuada y dan lugar a un desarrollo de carga en general más favorable para el grupo. Las desviaciones de tensión y frecuencia máximas admisibles en el lado de la entrada de los sistemas SAI están provistos usualmente de pequeñas tolerancias. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta.

10.2 Funcionamiento en paralelo con sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

Debido a las diversas formas de tensión, así como a las diferentes propiedades dinámicas (la regulación de la frecuencia del grupo trabaja con «masas rotatorias»; en los SAI la regulación de frecuencia es electrónica de potencia libre de inercia), no es posible un funcionamiento en paralelo con el software estándar. En esos casos será necesaria una aclaración específica para el proyecto y una adaptación correspondiente.

10.3 Tiempo de reemplazo de red de 15 s de acuerdo con la norma DIN VDE 0100 Parte 710 o bien Parte 718

La alimentación de consumidores de corriente de emergencia de acuerdo con la norma anterior en un intervalo de tiempo de 15 s es posible para Motores de gas Jenbacher de las series 2, 3 y 4, pero debe explicarse en detalle para cada proyecto concreto (autorización especial). En la serie 6, debido al diseño de los servicios auxiliares, por lo general solamente es posible alimentar a los consumidores de corriente de emergencia con una aclaración específica para el proyecto.

10.4 Magnetización suave de transformadores

Si en el arranque autónomo hay que «arrastrar» transformadores, deberá tenerse en cuenta su potencia resistente, con el fin de no sobrecargar el grupo. Como valor indicativo, se tienen que 'arrastrar' los transformadores con una **potencia nominal a partir de 2 veces la potencia nominal del generador**. Sin embargo, como norma habitual debería utilizarse el siguiente procedimiento.

En caso de cargas de funcionamiento en isla muy grandes —por ejemplo, grandes transformadores que debido a las altas extracorrientes de conexión no son directamente conectables—, es posible magnetizar éstas de forma suave. El grupo arranca, el generador se desexcita, el interruptor del generador se conecta y, así, se vuelve a activar la excitación. En este procedimiento, también se pueden arrastrar las potencias del transformador (= suma de todos los transformadores conectados) en la magnitud de diez veces la potencia aparente del generador.

10.5 Funcionamiento de arranque autónomo

En el caso del arranque autónomo, la instalación está separada por completo de la red eléctrica pública. El motor de gas de INNIO Jenbacher es la máquina motriz principal en esta situación y solo tiene que garantizar el arranque del motor con una energía auxiliar de 24 V CC de las baterías de arranque y cerrar el interruptor del generador a la velocidad nominal para suministrar tensión a la instalación consumidora del cliente.

Se puede hacer un arranque autónomo con un motor parado (arranque precalentado) o inmediatamente después de la parada del motor (arranque en caliente).

10.6 Funcionamiento en paralelo de varios grupos

Con respecto a los generadores utilizados, deberá garantizarse que exista una distribución definida de la carga reactiva mediante estatismo de tensión y una reducción idéntica de la tensión mediante un codo de tensión. Además, debe tenerse en cuenta el factor de paso del arrollamiento en el caso que estén unidos los puntos neutros de los generadores. Si aquel no es idéntico, deberán utilizarse reactancias de puesta a tierra del neutro. Además, es posible proceder con un valor de corrección de tensión externo (90-110 % de la tensión nominal) mediante un sistema de gestión de carga reactiva superior.

En el funcionamiento en paralelo de grupos Jenbacher, se usa normalmente la llamada potencia parcial de carga activa. Esto permite establecer un reparto deseado de la carga entre los grupos individuales. En caso de que la línea de reparto de la carga esté sujeta a diferentes cargas, deberá considerarse el uso de transductores de medida. Además, existe la posibilidad de un reparto controlado de la carga a través de la regulación de grado P (Speed Droop) o la especificación de un offset de valor nominal de velocidad externo mediante un sistema de mando de la instalación o de la estación de orden superior.

10.6.1 Grado P (estatismo de velocidad o estatismo de frecuencia, Speed droop)

En este caso se modifica la velocidad del motor mediante una recta de pendiente predeterminedada «Power Gradient» (speed droop) para proporcionar el porcentaje deseado (especificación de límite de rampa a través de bus o entrada analógica) de la carga nominal como carga en isla. Variando la pendiente, es posible someter a cargas mayores a los motores con mayor capacidad de carga (por ejemplo, grupos electrógenos diésel). Además, es posible variar el punto de corte (droop offset) entre el estatismo de velocidad y la velocidad nominal utilizando una señal externa (especificación de límite de rampa a través de la entrada de bus o entrada analógica). Esto asegura que la red de isla funcione con una carga nominal a la velocidad nominal. Aquí debe prestarse atención al hecho de que los ajustes del grado P no deben mostrar ningún efecto adicional sobre la dinámica de la instalación (frecuencia y tensión). Se debe tener en cuenta que las reducciones de potencia que se producen en el motor provocan la limitación de las señales predeterminadas externas.

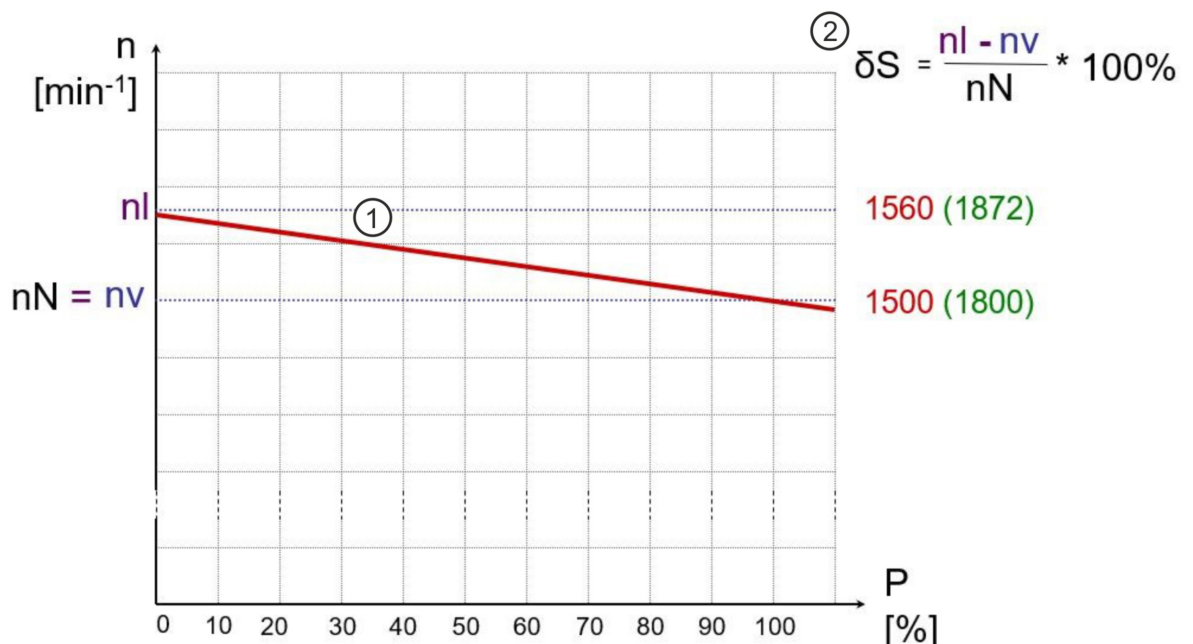


Figura 6. Estatismo de velocidad

①	Estatismo de velocidad con 4 % de elevación (δS)
②	Función de estatismo de velocidad
	$n_l \rightarrow$ Valor nominal de velocidad para el funcionamiento del motor sin carga

nv → Valor nominal de velocidad en funcionamiento a plena carga
nN → Velocidad de los motores

10.6.2 Potencia parcial de carga activa (modo isócrono)

En la aplicación estándar de la potencia parcial de carga activa de INNIO Jenbacher, se emite en cada grupo la potencia generada por medio de una señal de salida en mA y la potencia media de todos los motores se lee por medio de una entrada en mA. Ambas señales escalan el intervalo entre 4 y 16 mA de manera predeterminada al intervalo entre 0 y 100 % de la potencia nominal de cada uno de los grupos. La distribución entre los motores se puede ajustar en porcentaje (de manera predeterminada equipartición porcentual). Al conectar y desconectar motores individuales, la solicitud a carga y la reducción de la carga se efectúan a través de una rampa dependiente del tiempo.

Al implementar esta variante de la potencia parcial de carga en instalaciones con motores de diferentes fabricantes, deben tenerse en cuenta el escalado y las resistencias de entrada parcialmente diferentes de las entradas y salidas en los diversos sistemas de mando del motor. Se debe tener en cuenta que las reducciones de potencia que se producen en el motor influyen en el reparto de la carga.

10.6.3 Potencia parcial de carga reactiva (estatismo de tensión, Voltage droop)

La potencia reactiva requerida por los consumidores se representa en el caso de las instalaciones con varios motores mediante una distribución uniforme entre los generadores que funcionan dentro del conjunto interconectado. La distribución se realiza ajustando el «estatismo de tensión». En este caso, es esencial que todos los generadores reciban los mismos ajustes para tensión nominal, estatismo de tensión (típico 3 %), codo de tensión (punto de respuesta, pendiente, DWELL), así como tiempos de reacción AVR. Ajustes discrepantes pueden llevar a un deslizamiento de polos y, así, a que el generador sufra daños. De forma alternativa, un sistema de gestión de carga reactiva puede especificar un factor de corrección de tensión externo. Este valor está limitado en el rango máximo admisible de 90-110 %. Además, el cambio temporal máximo posible del valor predeterminado externo es limitado

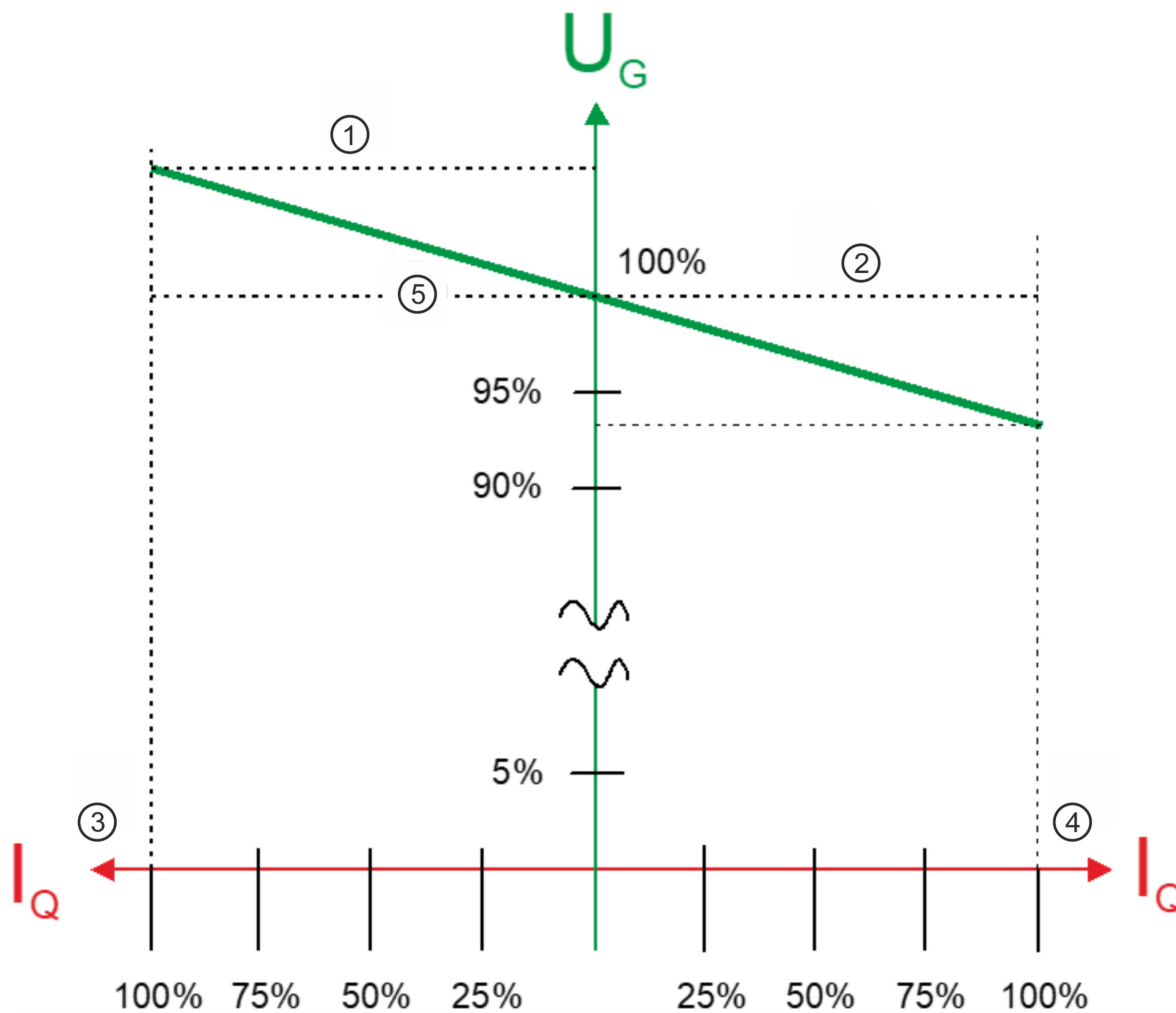


Figura 7. División de la carga reactiva

①	Funcionamiento subexcitado del generador	③	Funcionamiento sobreexcitado del generador
②	Toma	④	Entrega
⑤	Estatismo de tensión con una elevación del 6 % (estándar 3 %)		
U_G	Tensión generador	I_Q	Corriente reactiva del generador (potencia reactiva)

10.6.4 Gestión de cargas

Si se pone en práctica una red interconectada con distintos tipos de generadores de energía (motor de gas, motor diésel, turbina de gas, energía solar, turbina eólica, energía hidráulica o respaldo de batería), también se habla de una micro/mini red. En estos casos, las simulaciones de red son indispensables y son de ayuda los enfoques de almacenamiento de energía. Si hay proyectos concretos en la fase analítica, se deben tener en cuenta como magnitudes esenciales de ingreso al sistema las inercias de los sistemas parciales, así como las funciones de transferencia para el motor, el regulador y el generador. Basándose en ello, se pueden seleccionar y simular los enfoques anteriores u otros de conjuntos de

cargas interconectadas. En los generadores de energía básicos particularmente estables y potentes, que se encuentran en funcionamiento de velocidad regulada, es posible conectar grupos menos potentes en el modo de funcionamiento de potencia regulada.

Para este caso, se debe emplear la siguiente regla empírica: **relación de las inercias de los módulos de al menos 2:1**. Si la instalación debe satisfacer altas exigencias técnicas, habrá que examinar y validar por simulación el dimensionamiento.

Para la aplicación de un control de carga de nivel superior, se puede usar una entrada para conectar un valor predeterminado de offset de velocidad externo. Se debe tener en cuenta que las reducciones de potencia que se producen en el motor provocan la limitación de las señales predeterminadas externas. El aumento máximo actual de la carga todavía admisible para el motor individual se proporciona como una salida del sistema de mando del motor. Aquí, se tienen en cuenta todas las reducciones de potencia presentes.

10.7 Puntos a tener especialmente en cuenta

10.7.1 Informaciones acerca del estado de funcionamiento por los estados de los interruptores. Tiempos de retardo

La asignación del estado de funcionamiento del motor se realiza mediante la información de retorno del interruptor del generador y del interruptor de red. Existen transiciones esenciales en los estados de funcionamiento en las que es necesario un retorno de información lo más rápido posible desde los interruptores, para activar las correspondientes funciones de los reguladores.

En algunas instalaciones de campo, precisamente este retorno de información inmediato crea dificultades. Es importante asegurarse de que solo se utilicen interruptores de baja tensión e interruptores de media tensión con un tiempo adecuado <60 ms. Si esta información de retorno se realizan de forma adicional a través de relés o sistemas de mando de nivel superior (software), se agregan más tiempos de retardo no deseados. Una duplicación del propio tiempo de conexión puede dar lugar a paradas del motor por «sobrevelocidad» en la transición del funcionamiento en paralelo a la red al funcionamiento en isla con baja carga. Por este motivo, la información de retorno del interruptor siempre debe proporcionarse directamente al sistema de mando del módulo.

10.7.2 Relaciones de carga desconocidas del cliente. Cargas capacitivas

Si la relación entre cargas capacitivas e inductivas (por ejemplo, en la gama de carga inferior, cuando están conectadas todas las instalaciones de compensación) es muy grande, esto puede llevar a cargas del generador inesperadamente grandes, a un deslizamiento de polos y a daños en el generador. Por ello, hay que asegurarse de que el generador siempre funcione en el intervalo inductivo. Mediante un análisis de la estabilidad de la red es posible examinar escenarios de *caso más desfavorable*.

10.7.3 Regulación del consumo de la red

Si en el punto de alimentación se registra la potencia que necesita actualmente la instalación a alimentar, puede ser conveniente desde un punto de vista financiero y técnico una regulación del suministro por la red. Aquí el motor de combustión interna pone a disposición la potencia registrada excepto una determinada diferencia necesaria que permite que la transición entre el funcionamiento en paralelo con la red y el funcionamiento en isla sea especialmente «suave» (sin vibraciones).

10.7.4 Servicios auxiliares

Para el funcionamiento eléctrico de reserva no se efectúa ningún barrido del sistema de escape en motores de la serie 6 y 9.

En este caso, el tiempo máximo desde la solicitud de funcionamiento eléctrico de reserva hasta el inicio del arranque del motor (giros del motor) se determina principalmente por la duración de la lubricación previa dependiente de la serie.

11 Condiciones en los límites

11.1 Carga nominal del motor

La respectiva carga nominal de la versión del motor figura en el programa de productos y debe corregirse de acuerdo con los diagramas de reducción aplicables. De ello resulta la carga nominal al 100% real que se utiliza en los diagramas de carga como magnitud de referencia.

Las versiones con potencia aumentada se hacen funcionar a su carga nominal original en el funcionamiento en isla.

Además, en los grupos que funcionen con mezcla de gases o varios gases solo son admisibles las cargas nominales correspondientes al tipo de gas utilizado.

11.2 Emisiones motores de gas

El funcionamiento en isla tiene lugar, estando activa la regulación de las emisiones, con una emisión de gases de escape definida de 500 mg/Nm³ @5% de O₂ NO_x, independientemente de las emisiones que se exijan en el funcionamiento en paralelo a la red. Mediante parámetros del sistema de mando del motor se hace posible que en la transición al funcionamiento en isla se produzca un cambio automático a emisiones más elevadas. Esto trae consigo en toda la gama de potencias una calidad de regulación algo mejor, mayores capacidades de enganche de cargas y un aumento de la disponibilidad. El cambio es parametrizable, pero no obligatorio.

Si se desea que las emisiones se mantengan por debajo del valor mencionado anteriormente, p. ej., 250 mg/Nm³ @5% O₂ NO_x, será necesaria una autorización especial.

11.3 Emisiones motores diésel

Los motores diésel persiguen en el funcionamiento en paralelo con la red los mismos objetivos en cuanto a emisiones que en el modo isla. Estos satisfacen los valores prescritos por el Banco Mundial para emisiones de gases de escape en grupos estacionarios; es decir, un máximo de 1460 mg/m³ de NO_x. Las tablas de distribución se ajustan fuera de línea para conseguir los objetivos de emisión prescritos.

11.4 Temperatura del agua de refrigeración de la mezcla, temperatura de la mezcla

Los diagramas de enganche de cargas son válidos para una temperatura de la mezcla de acuerdo con el programa de productos. La reducción de la temperatura de la mezcla produce una mayor capacidad de conectar cargas y con ello un aumento de la disponibilidad.

11.5 Punto de encendido/inicio de la inyección

Motores de gas

El punto de encendido en el funcionamiento en isla se selecciona para que sea 2° más baja que en el funcionamiento en paralelo a la red. Los diagramas de conexión de cargas son válidos con el punto de encendido de acuerdo con los valores predeterminados de los parámetros.

Motores diésel

En motores diésel el punto de encendido es comparable con el inicio de la inyección.

11.6 Temperatura de aspiración

Los diagramas de conexión de cargas son válidos para temperaturas de aspiración de acuerdo con el programa de productos. Una reducción de la temperatura de aspiración lleva consigo una mejora de la capacidad de conexión de cargas.

11.7 Contrapresión de los gases de escape

Los diagramas de conexión/desconexión de cargas son válidos para un valor máximo de la contrapresión de los gases de escape de 60 mbar. Una menor contrapresión de los gases de escape lleva a un mejor comportamiento de conexión.

11.8 Funcionamiento en isla con biogás/gas de vertedero y gas de depuradora

El uso de biogás/gas de vertedero y gas de depuradora para el funcionamiento en isla no exige autorización especial alguna para las series 2, 3 y 4. Los módulos que funcionen con dos gases necesitan una aclaración específica para el proyecto concreto debido al contenido en energía del gas. El funcionamiento con mezcla de gases y cambiar el tipo de gas durante el funcionamiento con mezcla de gases precisan una autorización especial.

En la transición de funcionamiento en paralelo a la red a funcionamiento en isla hay que asegurarse especialmente de que se cumplan las exigencias relativas a una presión y una calidad de gas constantes (TA 1000-0300).

En el caso de arranque autónomo, el suministro del compresor de gas debe asegurarse mediante una alimentación externa.

El uso de motores de gas en el funcionamiento en isla con un gas distinto al gas natural para sistemas de soporte vital no es admisible debido a la inseguridad en el suministro de gas.

11.9 Suministro de gas

Para unas características de funcionamiento correctas de los grupos, es necesario asegurar una calidad uniforme y una presión de suministro constante del gas combustible (TA 1000-0300).

Para garantizar la capacidad de arranque autónomo del módulo, debe garantizarse una calidad de gas adecuada con una presión de gas suficiente. También se debe tener cuidado para garantizar una alimentación de tensión sin interrupción a las válvulas de gas principales preconectadas. En los motores de la serie 6 con cámara de precombustión la autorización para el arranque autónomo se indica en el programa de productos (a partir del 2012), ya que son necesarios una lubricación previa y el accionamiento de una bomba de presión previa.

Cuando se utilicen varios gases, será necesario prever, por ello, para el funcionamiento en isla el gas que presente una mejor disponibilidad.

11.10 Suministro de combustible diésel

Para el correcto funcionamiento de los grupos, deberá garantizarse un combustible diésel adecuado que cumpla los valores límite especificados (IT 1000-0001).

Las capacidades de arranque autónomo del módulo solo se pueden garantizar con la condición de una apropiada calidad del combustible diésel.

11.11 Generador

En conexiones de carga, para mantener la caída repentina de la velocidad dentro de los valores límites admisibles para la clase de regulación, el «codo de tensión del generador» reduce dinámicamente de forma selectiva la tensión del generador. Para instalaciones de varios motores, hay que poner especial cuidado en que estos ajustes se realicen de forma idéntica en todos los grupos.

El ajuste del codo de tensión del generador (punto de inicio y pendiente) está especificado de acuerdo con la norma ISO 8528-5. INNIO Jenbacher GmbH & Co OG utiliza los siguientes puntos de consigna.

Ajustes usuales para dos grupos con una velocidad nominal distinta

1500 r. p. m. GenSet	1800 r. p. m. GenSet	
1500 – 1470 r. p. m.	1800 – 1764 r. p. m.	Tensión nominal

1500 r. p. m. GenSet

1800 r. p. m. GenSet

1370 r. p. m.

1644 r. p. m.

0.9 x tensión nominal

La siguiente representación sirve para visualizar el codo de tensión.

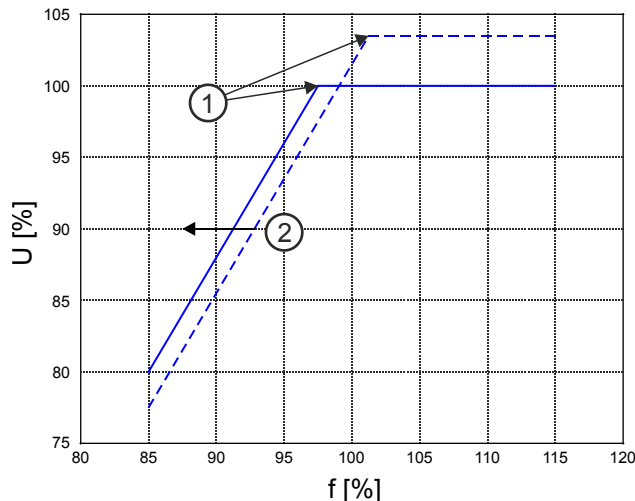


Figura 8. Curva característica frecuencia-tensión

U [%]	Tensión [% valor nominal]	①	Codo de tensión
f [%]	Frecuencia [% valor nominal]	②	Elevación

A fin de aumentar la estabilidad del motor, de conformidad con los consumidores es posible colocar el codo de tensión por encima del 100 % de la velocidad nominal (línea de puntos).

12 Anexo A. Valores característicos para evaluar el comportamiento funcional en el funcionamiento en isla

A.1. Frecuencia del generador

Los valores característicos de frecuencia tanto estáticos como dinámicos se ven afectados por todo el ciclo regulador (regulación del motor, AVR, comportamiento del motor, momento de inercia del motor, etc.).

En la figura 9 se encuentran los parámetros relevantes para la evaluación del comportamiento estacionario y no estacionario de frecuencia del grupo según ISO 8528-5. Aquí se representa el comportamiento de frecuencia después de un salto positivo y otro negativo del valor nominal de frecuencia (speed droop). Los valores característicos se pueden encontrar en la Tabla 2.

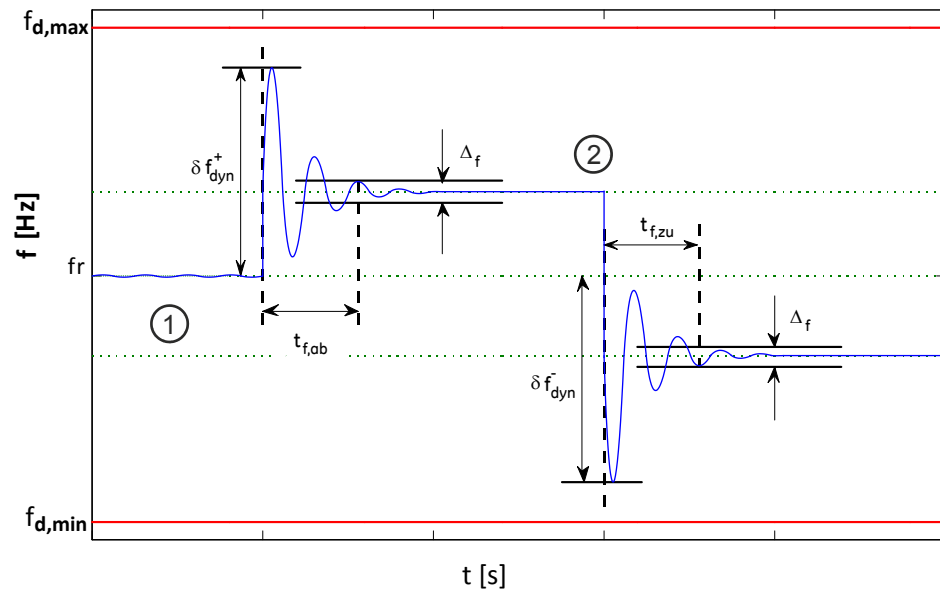


Figura 9. Comportamiento de regulación de la frecuencia

f Frecuencia	t Tiempo
① Deslaste de cargas	② Conexión de carga

Parámetro	Símbolo	Unidad	Descripción
Margen de fluctuación de la desviación de la frecuencia para la determinación del tiempo de restablecimiento	α_f	%	Banda de frecuencias alrededor de la frecuencia de estado continuo en la que después de una conexión o desconexión de potencias la frecuencia entra de manera permanente dentro del tiempo de restablecimiento prescrito, expresada en porcentaje de la frecuencia nominal. $\alpha_f = \frac{\Delta_f}{f_r} \times 100$
Margen de fluctuación de frecuencias estacionario	β_f	%	Intervalo de la oscilación de la frecuencia que se produce alrededor de un valor medio estacionario a potencia constante, expresado en porcentaje de la frecuencia nominal.
Frecuencia de suboscilación	$f_{d,min}$	Hz	Desviación mínima admisible de la frecuencia después de un incremento repentino de la carga.
Frecuencia de sobreoscilación	$f_{d,max}$	Hz	Desviación máxima admisible de la frecuencia después de un decremento repentino de la carga.
Desviación dinámica (transitoria) de la frecuencia (partiendo de la frecuencia de la red) después de un incremento de la carga.	δf_{dyn}	%	Diferencia transitoria entre la frecuencia de suboscilación y la frecuencia nominal que se produce en el proceso de regulación después del incremento repentino de la carga, expresada en porcentaje de la frecuencia nominal.

			La desviación dinámica de la frecuencia no debe sobrepasar la tolerancia admisible.
Desviación dinámica (transitoria) de la frecuencia (partiendo de la frecuencia de la red) después de un decremento de la carga.	δf_{dyn}^+	%	Diferencia transitoria entre la frecuencia de sobreoscilación y la frecuencia nominal que se produce en el proceso de regulación después del decremento repentino de la carga, expresada en porcentaje de la frecuencia nominal. La desviación dinámica de la frecuencia no debe sobrepasar la tolerancia admisible.
Tiempo de restablecimiento de la frecuencia después de un incremento de la carga	$t_{f,zu}$	s	Tiempo transcurrido entre el incremento repentino de la carga y la entrada permanente de la frecuencia en la banda de tolerancia estacionaria.
Tiempo de restablecimiento de la frecuencia después de un decremento de la carga	$t_{f,ab}$	s	Tiempo transcurrido entre el decremento repentino de la carga y la entrada permanente de la frecuencia en la banda de tolerancia estacionaria.

A.2. Tensión del generador

La respuesta de tensión del grupo viene influenciada fundamentalmente por la respuesta en tensión del generador y eventualmente del regulador de tensión. También influyen en la respuesta estática y especialmente en la respuesta dinámica en el intervalo nominal la respuesta en frecuencia estática y dinámica del grupo. De este modo ello también depende del diseño individual del grupo. La figura 9 representa los valores límite de tensión después de un salto positivo y otro negativo del valor nominal de tensión (Voltage droop).

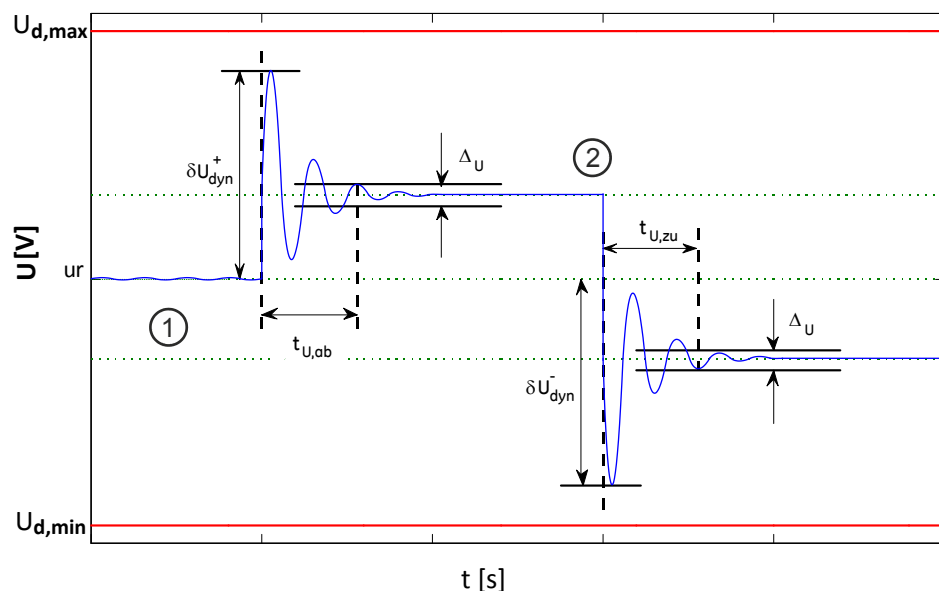


Figura 9. Comportamiento de regulación de la tensión

U Tensión	t Tiempo
① Deslastre de cargas	② Conexión de carga

Margen de fluctuación de la desviación de la tensión para la determinación del tiempo de restablecimiento	ΔU	V	<p>Banda de tensiones alrededor de la tensión de estado continuo en la que, después de un incremento o decremento de la potencia, la tensión en los bornes entra de manera permanente dentro del tiempo de restablecimiento prescrito, expresada en voltios.</p> $\Delta U = 2\delta U_{st} \times \frac{U_r}{100}$
Desviación estática de la tensión	δU_{st}	%	<p>Desviación máxima de la tensión respecto a la tensión nominal después de amortiguarse los procesos dinámicos en el intervalo entre marcha en vacío hasta la potencia nominal, teniendo en cuenta la influencia del calentamiento y la respuesta en frecuencia del grupo.</p> <p>La desviación estática de la tensión se expresa en porcentaje de la tensión nominal.</p> $\delta U_{st} = \pm \frac{U_{st,max} - U_{st,min}}{2U_r} \times 100$
Tensión de suboscilación	$U_{d,min}$	V	Desviación mínima admisible de la tensión que se produce después de un incremento repentino de la carga.
Tensión de sobreoscilación	$U_{d,max}$	V	Desviación máxima admisible de la tensión que se produce después de un decremento repentino de la carga.
Desviación dinámica (transitoria) de la tensión (después de un incremento de la carga).	δU_{dyn}^-	%	Diferencia entre el valor de cresta mínimo de la tensión en bornes después de un incremento repentino de la carga y el valor de cresta de la tensión nominal, referida al valor de cresta de la tensión nominal. Se indica en porcentaje de la tensión nominal.
Desviación dinámica (transitoria) de la tensión (después de un decremento de la carga).	δU_{dyn}^+	%	Diferencia entre el valor de cresta mínimo de la tensión en bornes después de un decremento repentino de la carga y el valor de cresta de la tensión nominal, referida al valor de cresta de la tensión nominal. Se indica en porcentaje de la tensión nominal.
Tiempo de restablecimiento de la tensión después de un incremento de la carga	$t_{U,zu}$	s	<p>Tiempo transcurrido entre el incremento repentino de la carga y el restablecimiento y mantenimiento de la tensión en bornes dentro de la desviación estática de tensión, teniendo en cuenta el tiempo de restablecimiento de la frecuencia.</p> <p>Nota: Aquí influyen la magnitud y el desarrollo temporal de la modificación dinámica de la velocidad del motor.</p>
Tiempo de restablecimiento de la tensión después de un decremento de la carga	$t_{U,ab}$	s	<p>Tiempo transcurrido entre el decremento repentino de la carga y el restablecimiento y mantenimiento de la tensión en bornes dentro de la desviación estática de tensión, teniendo en cuenta el tiempo de restablecimiento de la frecuencia.</p> <p>Nota: Aquí influyen la magnitud y el desarrollo temporal de la modificación dinámica de la velocidad del motor.</p>

13 Mención de revisión

Histórico de revisiones

Índice	Fecha	Descripción/Resumen de cambios	Experto <i>Revisor</i>
6	31.07.2019	Generelle Überarbeitung aufgrund der Einführung der Gen2 Inselregelung / General adoption due to the introduction of Gen2 island operation	Mayer R. <i>Kopecek H.</i>
5	15.04.2019	GE durch INNIO ersetzt / GE replaced by INNIO	Opoku <i>Pichler R.</i>
4	19.12.2014	Anpassung an Diesel / Adaption to Diesel	Bacher/Attia <i>Hirzinger-Unterrainer</i>
3	05.03.2012	Überarbeitung / revision	Bilek <i>Graus</i>
2	16.02.2011	Komplette Überarbeitung / complete revision	Provin <i>Samiento</i>