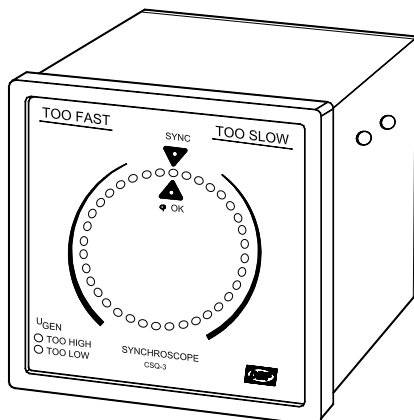


## Sincronoscopio de comprobación de tipo CSQ-3

4189340263L (ES)



- *Sincronoscopio multifunción de precisión con LED*
- *Programación sencilla de todos los puntos de referencia con botones*
- *Seguridad extrema para el usuario*
- *Alta inmunidad contra la distorsión armónica*
- *Función de barra colectora inactiva*
- *Versión especial para aplicaciones marinas*





---

## Índice

<b>1. Advertencias, información legal y notas sobre el mercado CE y la clasificación UL.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Resumen de la aplicación y las funciones .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Funcionamiento de la pantalla, los botones y los LED .....</b>	<b>6</b>
3.1 LED .....	7
3.2 Ajustes .....	8
<b>4. Lista de terminales .....</b>	<b>11</b>
4.1 Resumen de los terminales .....	11
<b>5. Esquemas eléctricos .....</b>	<b>12</b>
5.1 Conexiones de entrada CA .....	12
5.1.1 Diagrama de conexiones .....	12
<b>6. Puesta en marcha .....</b>	<b>13</b>
<b>7. Datos técnicos .....</b>	<b>13</b>
<b>8. Dimensiones.....</b>	<b>16</b>
<b>9. Especificaciones del pedido .....</b>	<b>16</b>
<b>Ejemplo de pedido especificado del CSQ-3 .....</b>	<b>16</b>
<b>Apéndice 1: ajustes y parámetros de sincronización.....</b>	<b>17</b>
<b>Ajustes .....</b>	<b>17</b>
<b>Indicaciones para el ajuste del CSQ-3 .....</b>	<b>19</b>
<b>Representación visual de los parámetros .....</b>	<b>19</b>

## 1. Advertencias, información legal y notas sobre el marcado CE y la clasificación UL

Este manual proporciona indicaciones generales sobre cómo instalar y utilizar el CSQ-3. Su instalación y su manejo implican trabajar con corrientes y tensiones peligrosas. Por ello, solo podrá llevarlos a cabo personal cualificado. DEIF A/S no se hace responsable de su manejo o instalación. En caso de duda sobre la instalación o el manejo del sistema medido por el CSQ-3, deberá ponerse en contacto con la empresa responsable.

El CSQ-3 cuenta con el marcado CE en lo que respecta a la directiva sobre compatibilidad electromagnética en entornos residenciales, comerciales, industriales y de la industria ligera. Esto incluye todos los entornos en los que generalmente se usa el CSQ-3.

El CSQ-3 cuenta con el marcado CE en lo que respecta a la directiva sobre baja tensión para una tensión de fase a tierra máxima de 600 V, la categoría de instalación (categoría de sobretensión) III y el grado de contaminación 2.

El CSQ-3 puede entregarse con la clasificación UL. Consulte el apartado «Datos técnicos» para obtener más información sobre la instalación requerida por la clasificación UL.

El paquete incluye los siguientes elementos:

- Sincronoscopio de comprobación CSQ-3
- Manual de uso
- Dos abrazaderas de fijación
- Una conexión enchufable (montada en la unidad)
- Un cable para la salida del estado del sistema (solo en la versión marina)

## 2. Resumen de la aplicación y las funciones

El sincronoscopio de comprobación CSQ-3 es una unidad de sincronización basada en un microprocesador que permite la medición de todos los valores aplicables para sincronizar un generador con una red (barra colectora). Se utiliza en todas las instalaciones que requieran la sincronización manual o semiautomática.

El CSQ-3 permite ajustar los siguientes requisitos de sincronización: la diferencia de tensión entre el generador (GEN) y la barra colectora (BC), el tamaño del intervalo de fase y la longitud del impulso de sincronización.

Además, hay una serie de indicaciones: tensión del generador demasiado alta o demasiado baja (« $U_{GEN}$  TOO HIGH» y « $U_{GEN}$  TOO LOW», LED rojos), desfase en la ventana preestablecida (« $\phi$ OK», LED amarillo) y, por último, salida de sincronización activa («SYNC», LED verde).

### Visualización / Lectura

La unidad mide las dos tensiones de entrada, la del generador (GEN) y la de la barra colectora (BC). El procesador calcula el desfase entre el cruce por cero del GEN y el de la BC y lo muestra en el círculo de LED, integrado por 36 LED rojos.

Solo se enciende un LED rojo de cada vez, y su posición indica el desfase entre el GEN y la BC. El LED encendido imita la aguja de un instrumento analógico. Si el LED encendido es el de la posición de las doce en punto, el desfase será de 0 grados. Si es el de la posición de las seis en punto, será de 180, etc. Con 36 LED, la resolución será de 10 grados.

El movimiento de la posición del LED encendido indica la diferencia de frecuencia entre el GEN y la BC. Si gira en el sentido de las agujas del reloj (demasiado rápido), la frecuencia del GEN es demasiado alta en relación con la frecuencia de la BC. Si gira en sentido contrario a las agujas del reloj, sucede lo contrario. La velocidad de movimiento indica la diferencia de frecuencia. Cuanto más rápido gire, mayor será la diferencia de frecuencia (por ejemplo, 1 giro por segundo = 1 Hz). Si la frecuencia de la BC es de 50 Hz y la rotación es hacia la derecha, la frecuencia del GEN será de 51 Hz en este ejemplo.

Si la diferencia de frecuencia entre el GEN y la BC es demasiado grande (>3 Hz), el movimiento circular se detendrá y se encenderá un LED en la indicación «TOO FAST» (demasiado rápido) o «TOO SLOW» (demasiado lento), en función de la dirección en que se deba ajustar la frecuencia del GEN.

### Sincronización normal

La unidad calcula automáticamente los parámetros de sincronización para comprobar si se dispone del espacio requerido para la sincronización en el intervalo de fase preestablecido. Estos cálculos comparan la diferencia de frecuencia con  $t_R$  y el tamaño del intervalo de fase. Cuando  $t_R$  se ha configurado en  $\infty$ , el usuario puede configurar  $t_d$  y, de esta manera, se incluirá en los cálculos en lugar de  $t_R$ .

Si la ventana  $\Delta\varphi$  se configura de forma simétrica, será posible tanto la sincronización de subfrecuencia como de sobrefrecuencia.

### Sincronización de subfrecuencia o de sobrefrecuencia

Cuando la ventana  $\Delta\varphi$  se configura de forma asimétrica, se activa la siguiente función:

Si la ventana  $\Delta\varphi$  se configura de forma asimétrica con un valor  $\Delta\varphi$  positivo superior al negativo, solo será posible la sincronización con la entrada del generador a una frecuencia inferior que la de la entrada de la barra colectora (sincronización de subfrecuencia).

Si la ventana  $\Delta\varphi$  se configura de forma asimétrica con un valor  $\Delta\varphi$  positivo inferior al negativo, solo será posible la sincronización con la entrada del generador a una frecuencia superior que la de la entrada de la barra colectora (sincronización de sobrefrecuencia).

Nota:

Esta función no está activada si  $t_R$  se configura en  $\infty$ .

Sincronización con la barra colectora inactiva

Cuando se configura la función de barra colectora inactiva, se activará el relé de sincronización y se encenderá el LED verde («SYNC») si la tensión de la barra colectora está por debajo del nivel preestablecido para la barra colectora inactiva y la tensión del generador supera el 80 % del valor nominal.

Tenga en cuenta que, cuando se reestablezca la tensión de la red, el CSQ-3 permanecerá en la función de barra colectora inactiva durante 5 segundos.

Reinicio de la conexión

La unidad entrará en funcionamiento cuando la tensión del GEN supere el 80 % del valor nominal. Por debajo de este nivel, no funcionará.

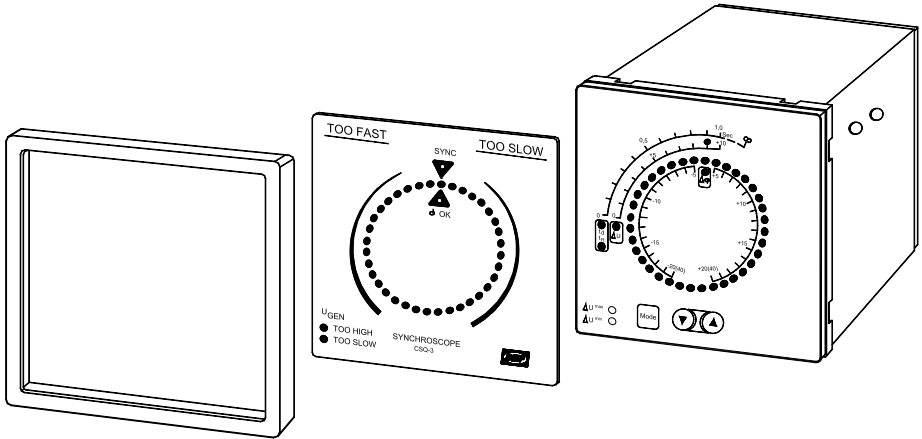
$\mu P$  (salida de supervisión)

Como consecuencia de las exigencias de las sociedades de clasificación (GL), se ha añadido una salida especial para optoacoplador a la versión marina.

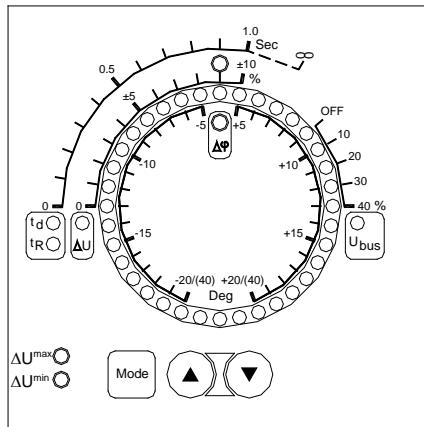
Desde esta salida es posible supervisar el microprocesador interno ( $\mu P$ ).

Si se produce un error, la salida cambia su estado de una baja impedancia a una alta impedancia (salida del colector abierta).

### 3. Funcionamiento de la pantalla, los botones y los LED



Para realizar ajustes, retire el bastidor y la lámina frontal.



El CSQ-3 puede funcionar en dos modos diferentes: «Modo normal» y «Modo de ajuste». El modo normal se utiliza para mostrar los valores de medición, mientras que el modo de ajuste sirve para visualizar o cambiar los ajustes según las funciones deseadas.

### 3.1 LED

El CSQ-3 presenta los siguientes LED en la parte frontal que muestran información sobre su funcionamiento.

LED en la parte frontal primaria (modo normal):

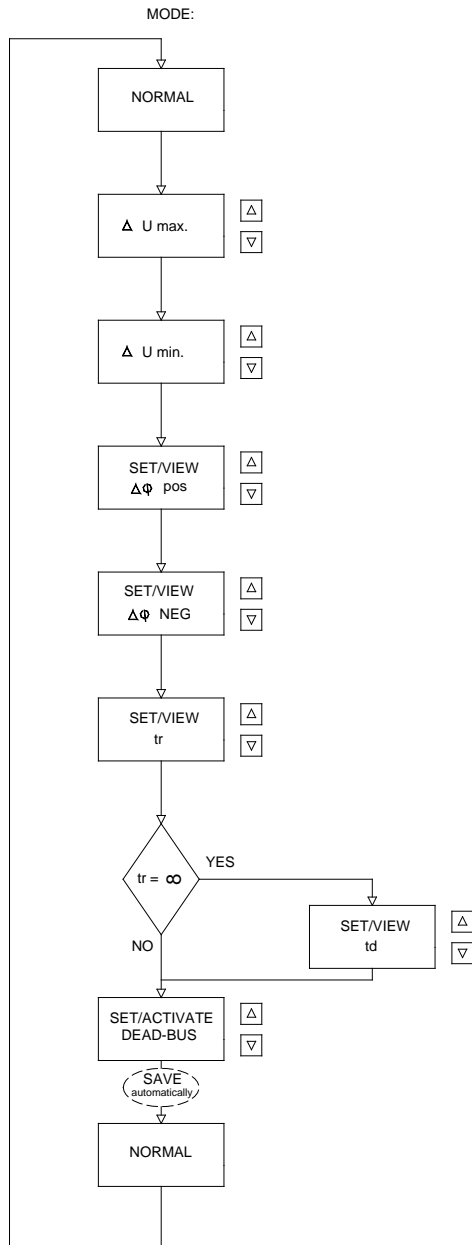
LED	Color	Función
Círculo	Rojo	El LED encendido en el círculo muestra el desfase entre el GEN y la BC.
SYNC	Verde	Todos los parámetros de sincronización preestablecidos son correctos y el relé de salida está activado.
$\varphi$ OK	Amarillo	El desfase entre el GEN y la BC se encuentra dentro de la ventana preestablecida.
$U_{GEN}$ TOO HIGH	Rojo	La diferencia de tensión entre el GEN y la BC está fuera del intervalo establecido. $U_{GEN}$ es demasiado alta.
$U_{GEN}$ TOO LOW	Rojo	La diferencia de tensión entre el GEN y la BC está fuera del intervalo establecido. $U_{GEN}$ es demasiado baja.

LED en la parte frontal secundaria (modo de ajuste):

LED	Color	Función
Círculo	Rojo	Las partes del círculo se usan como escalas de los diferentes ajustes.
$\Delta\varphi$	Amarillo	Muestra que la escala $\Delta\varphi$ está activada.
$t_d$	Amarillo	Muestra que la escala $t_d$ está activada. Tenga en cuenta que $t_d$ se activa únicamente cuando $t_R$ se configura en $\infty$ .
$t_R$	Amarillo	Muestra que la escala $t_R$ está activada.
$\Delta U$	Amarillo	Muestra que la escala $\Delta U$ está activada.
$U_{BC}$	Amarillo	Muestra que la escala $U_{BC}$ (barra colectora inactiva) está activada.

Si desea obtener más información sobre los ajustes, consulte el Apéndice 1.

### 3.2 Ajustes





### Funcionamiento

Para manejar el aparato se utiliza la lámina secundaria, a la que se tiene acceso una vez se retira el bastidor frontal y la lámina primaria. El manejo se lleva a cabo mediante tres botones: «Mode» (conmutación), flecha hacia arriba (▲) y flecha hacia abajo (▼).

### Control de los ajustes

Mantenga pulsado el botón «Mode» durante 2-3 segundos para acceder al modo de ajuste. Confirmará que ha accedido con éxito cuando se encienda el LED de la escala  $\Delta U$  y pueda leer el ajuste del parámetro máximo de  $\Delta U$  en la escala correspondiente. Puede cambiar el ajuste con ▲ y ▼.

Posteriormente, cada vez que pulse el botón «Mode», pasará al parámetro siguiente. Su visualización y ajuste se realizan de la manera indicada. Al pulsar «Mode» tras el último parámetro, regresará al modo normal.

Cuando abandone el último menú de ajuste, el círculo de LED «girará» para indicar que el ajuste actual se ha guardado automáticamente.

Tenga en cuenta que la ventana preestablecida  $\Delta U$  y  $\Delta\phi$  está dividida en dos ajustes separados, lo que permite configurar este parámetro de forma asimétrica.

Recuerde que si cambia los ajustes de manera accidental, los cambios se guardarán al abandonar el modo de ajuste.

### Cambio de intervalo de $\Delta\phi$

El intervalo normal de  $\Delta\phi$  es de  $-20^\circ$  a  $-5^\circ$  y de  $5^\circ$  a  $20^\circ$  en pasos de  $1^\circ$ .

No obstante, puede modificarse y ajustarse de  $-40^\circ$  a  $-10^\circ$  y de  $10^\circ$  a  $40^\circ$  en pasos de  $2^\circ$ .

Baje hasta el punto  $20^\circ$  con la flecha hacia abajo. Mantenga pulsada la flecha hacia abajo y, mientras tanto, pulse la flecha hacia arriba. La escala cambiará del intervalo normal al intervalo normal doble. Pulse la flecha hacia arriba para regresar al intervalo normal. Mantenga pulsada la flecha hacia arriba y, mientras tanto, pulse la flecha hacia abajo. La escala cambiará del intervalo normal doble al intervalo normal. Tenga en cuenta que el modo del intervalo normal doble se indicará en el círculo de LED al activarse 2 LED cada vez que se cambie  $\Delta\phi$ .

### Ajustes de fábrica

El producto se entrega de fábrica con los siguientes ajustes básicos:

$\Delta U$ :	5 % de $\pm U_{BC}$
$t_R$ :	0,5 s
$\Delta\phi$ :	$\pm 10^\circ$
Barra colectora inactiva:	Desactivado



---

### Restauración de los ajustes de fábrica

Pulse simultáneamente los dos botones con la flecha. Mientras tanto, mantenga pulsado el botón «Mode» durante aproximadamente 5 segundos. El círculo de LED se encenderá y girará para indicar que se han restaurado los ajustes de fábrica.

## 4. Lista de terminales

### 4.1 Resumen de los terminales

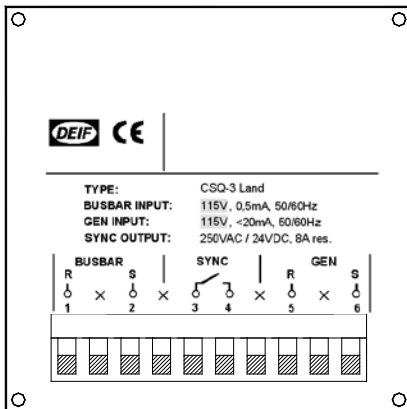
Terminal n.º	Símbolo de la señal	Nombre de la señal
1	R (L1)	Tensión de la barra colectora
	x	No usado
2	S (L2)	Tensión de la barra colectora
	x	No usado
3	SYNC	Salida del relé
4	SYNC	Salida del relé
5	R (L1)	Tensión del generador
	x	No usado
6	S (L2)	Tensión del generador

Solo en la versión marina:

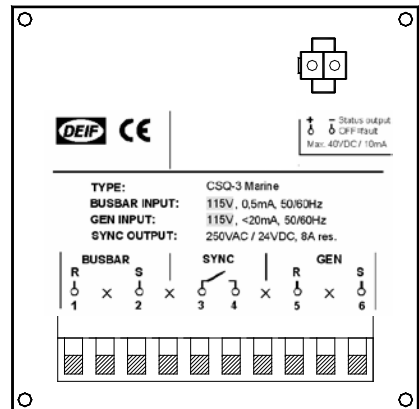
Circuito del estado del sistema apagado = fallo	+ colector abierto
	- colector abierto

Vista posterior de la unidad:

Versión terrestre



Versión marina

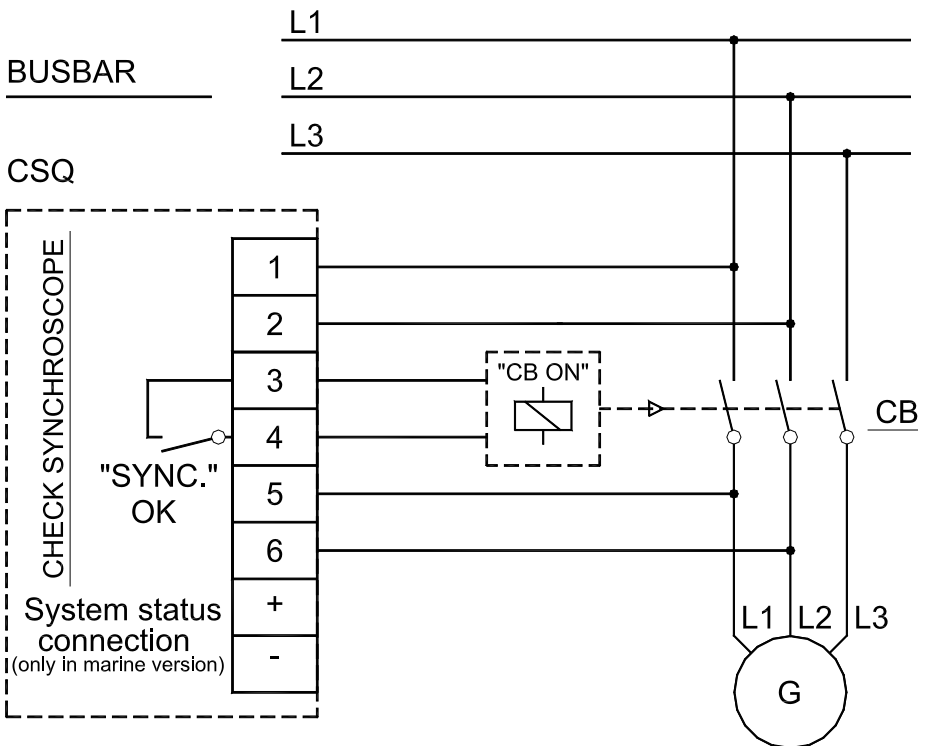


## 5. Esquemas eléctricos

### 5.1 Conexiones de entrada CA

Al encargar el CSQ-3, deberá especificar el intervalo correcto de las entradas de tensión. Asimismo, deberá conectarlas como se indica a continuación. No se muestran los terminales que no se usan.

#### 5.1.1 Diagrama de conexiones



## 6. Puesta en marcha

**Antes de la puesta en marcha:** Compruebe que las fases tienen la tensión correcta y que la secuencia de fases también es correcta.

**Advertencia:** Una tensión incorrecta podría hacer que la unidad funcionase mal o sufriese daños.

## 7. Datos técnicos

Precisión:	$\pm 2^\circ$ (grados eléctricos)	
Resolución:	10° (36 LED)	
Intervalos de los ajustes:	$\Delta\varphi$ :	$\pm 5\text{-}20^\circ$ en pasos de 1° o $\pm 10\text{-}40^\circ$ en pasos de 2°
	$\Delta U$ :	$\pm 1\text{-}10\%$ en pasos de 1 %
	$t_R$ :	0-1 s en pasos de 0,1 s o $\infty$
	$t_d$ :	0-1 s en pasos de 0,1 s
	$U_{BC}$ (desviación):	Inactiva o 4 niveles de eliminación de parásitos (barra colectora inactiva)
Diferencia de frecuencia máx.:	Sin límite	
Intervalo de entrada ( $U_N$ ):	100-127 V CA (115 V CA) o 220-240 V CA (230 V CA) o 380-415 V CA (415 V CA) o 440-480 V CA (450 V CA)	
Entrada de la barra colectora:	Carga: 2 k $\Omega$ /V	
Entrada del generador:	(Máx. 2 VA). Suministro también para la unidad	
Tensión de entrada máx.:	1,2 $\times U_N$ , continuamente Por encima de 450 V: 1,1 $\times U_N$ , continuamente 2 $\times U_N$ durante 10 s	
Intervalo de frecuencia:	40-70 Hz (suministro)	
Contacto del relé:	1 contacto unipolar de una vía normalmente abierto	
Régimen del contacto de relé: (Aleación de plata chapada en oro)	Cargas resistivas:	CA1: 8 A, 250 V CA CC1: 8 A, 24 V CC
	Cargas inductivas:	CA15: 3 A, 250 V CA CC13: 3 A, 24 V CC
	(UL / cUL:	solo carga resistiva)
Duración mecánica:	$2 \times 10^7$	
Duración eléctrica:	$1 \times 10^5$ (valor nominal)	



---

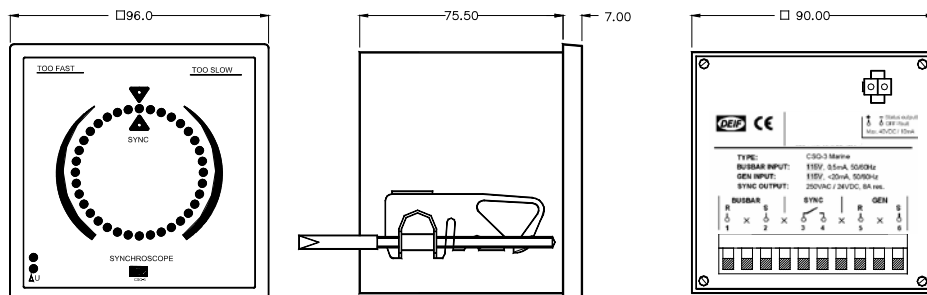
Salida del optoacoplador:	Estado del sistema apagado = fallo Salida del optoacoplador NPN Máx. 40 V, 10 mA 2 cables AWG 20 (rojo / negro) 30 mm de longitud (Solo en la versión marina)
Temperatura:	De -10 a 55 °C (nominal) De -25 a 70 °C (funcionamiento) De -40 a 70 °C (almacenamiento)
Desviación de temperatura:	Puntos de referencia: Máx. un 0,2 % de la escala total por 10 °C
Separación galvánica:	Conforme a EN / IEC 61010-1 Todos los grupos de entrada / salida a tierra: 3,75 kV Entre todos los grupos de entrada / salida: 3,75 kV Condiciones de prueba: 50 Hz, 1 min
Clima:	HSE, conforme a DIN 40040
Compatibilidad electro- magnética:	Marcado CE conforme a EN 50081-1/2, EN 50082- 1/2 e IEC 255-3
Conexiones:	Máx. 2,5 mm <sup>2</sup> (trenzado simple) Máx. 1,5 mm <sup>2</sup> (trenzado múltiple)
Materiales:	Todas las partes de plástico son autoextinguibles conforme a UL 94 (V0)
Protección:	Parte frontal: IP52; terminales: IP20 Conforme a IEC 529 y EN 60529
Tipo de aprobación:	Para conocer las aprobaciones actuales, visite <a href="http://www.deif.com">www.deif.com</a> . (Solo válido para la versión marina)
Clasificación UL:	En caso de que así se solicite, el instrumento puede entregarse conforme a la clasificación UL: UL 508, E230690 T <sub>amb. máx.</sub> 50 °C Para su uso en un armario con una superficie plana de tipo 1 Cable: 24-12 AWG Uso únicamente de conductores de cobre de 60- 75 °C Solo el instalador puede efectuar la desconexión de la red eléctrica.

Par de apriete del tornillo del terminal: 5-7 lb-in  
Instalado de conformidad con el NEC (Código eléctrico de Estados Unidos) o el CEC (Código eléctrico de Canadá).

**PRECAUCIÓN: peligro de descarga eléctrica. Puede ser necesario realizar más de una desconexión de la red eléctrica para desactivar por completo el equipo antes de la puesta en marcha.**

Dimensiones:	Consulte las imágenes del apartado 8.
Abertura del panel:	92 x 92 ±1 mm
Peso:	<0,40 kg

## 8. Dimensiones



Todas las dimensiones están en mm.

## 9. Especificaciones del pedido

Debe especificarse el tipo y la tensión de entrada al realizar el pedido del CSQ-3.

Las especificaciones del pedido del CSQ-3 incluyen lo siguiente:

CSQ-3 -  $U_N$  - tipo

donde  $U_N$  y tipo pueden ser lo siguiente:

Código	Función	Opciones
$U_N$	Tensión de entrada	115 V: (intervalo de entrada de 100-127 V CA) 230 V: (intervalo de entrada de 220-240 V CA) 415 V: (intervalo de entrada de 380-415 V CA) 450 V: (intervalo de entrada de 440-480 V CA)
Tipo		<b>Terrestre:</b> indica la versión terrestre sin aprobación GL. Es la versión habitual. <b>Marino:</b> indica la versión marina con aprobación GL y una salida adicional para la supervisión.

## Ejemplo de pedido especificado del CSQ-3

**CSQ-3 - 415 V - Marino**



## Apéndice 1: ajustes y parámetros de sincronización

### Ajustes

#### $\Delta U$

Aquí se ajusta la diferencia de tensión relativa permitida entre el GEN y la BC. El intervalo de ajuste es de  $\pm 1-10\%$  en pasos de  $1\%$ . El ajuste se realiza individualmente para  $\Delta U_{\text{MÍN.}}$  y  $\Delta U_{\text{MÁX.}}$ , por lo que es posible un ajuste asimétrico. El ajuste se efectuará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\Delta U_{\text{MÍN.}}, \Delta U_{\text{MÁX.}} = \frac{(U_{\text{GEN}} - U_{\text{BC}}) \times 100}{U_{\text{BC}}}$$

Si se supera el valor preestablecido, uno de los dos LED  $U_{\text{GEN}}$  emitirá una luz roja y no será posible la sincronización.

Si la tensión del generador es demasiado baja, se encenderá el LED que indica que  $U_{\text{GEN}}$  es demasiado baja.

Si la tensión del generador es demasiado alta, se encenderá el LED que indica que  $U_{\text{GEN}}$  es demasiado alta.

Si los dos LED de  $U_{\text{GEN}}$  se encienden simultáneamente, se ha producido un error de sobretensión en la entrada. En este caso, desconecte la unidad y compruebe el nivel de tensión aplicado.

#### $\Delta \varphi$

Aquí se ajusta el intervalo de fase donde tiene lugar la sincronización. El ajuste empieza en  $\pm 5^\circ$  y la ventana se puede abrir simétrica o asimétricamente en torno a este valor.

El intervalo de ajuste es de  $-20^\circ$  a  $-5^\circ$  y de  $5^\circ$  a  $20^\circ$  en pasos de  $1^\circ$  o de  $-40^\circ$  a  $-10^\circ$  y de  $10^\circ$  a  $40^\circ$  en pasos de  $2^\circ$ .

#### $t_R$

Aquí se ajusta la longitud del impulso del relé de sincronización.

El intervalo de ajuste es de 0-1 s en pasos de 0,1 s o  $\infty$ .

Esta función permite ajustar el impulso de sincronización en función de la demanda de los disyuntores externos (tiempo de cierre).

Para fines específicos, también se puede configurar  $t_R$  en  $\infty$  (infinito). Este ajuste, después de que  $t_d$  haya vencido, proporcionará un impulso de sincronización, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- La fase se encuentra dentro del intervalo de fase
- La tensión es superior al 70 % de  $U_{\text{NOMINAL}}$

$t_d$

Aquí se ajusta el tiempo durante el cual el desfase debe encontrarse dentro de la ventana de sincronización establecida para permitir la sincronización. El intervalo de ajuste es de 0-1 s en pasos de 0,1 s.

$t_d$  se activa únicamente si  $t_R$  se configura en  $\infty$ .

#### Barra colectora inactiva

Existe la posibilidad de cerrar el disyuntor, aunque la barra colectora no reciba tensión. En el ajuste adicional  $U_{BC}$ , puede configurarse el nivel de la barra colectora inactiva. Esta función permite la sincronización con la barra colectora inactiva, incluso aunque haya parásitos en la barra colectora. El intervalo de ajuste es ninguno o de 10-40 % de  $U_N$  en pasos de 10 %.

Ajuste	Función de barra colectora inactiva $U_{BC}$
Ninguno	Desactivada
10	Activada en el intervalo de 15-25 % de la tensión real del generador >70 %
20	Activada en el intervalo de 25-30 % de la tensión real del generador >70 %
30	Activada en el intervalo de 30-40 % de la tensión real del generador >70 %
40	Activada en el intervalo de 40-50 % de la tensión real del generador >70 %

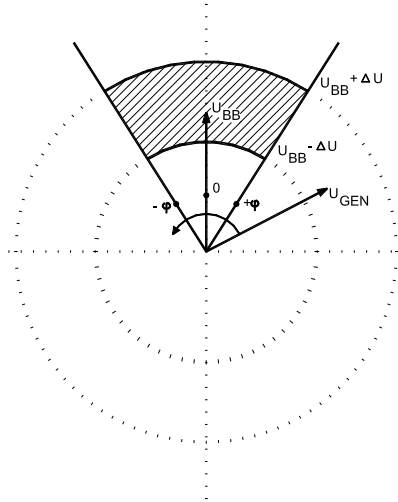
Tenga en cuenta que este ajuste es un paso que permite la supresión de posibles parásitos en la barra colectora. Por tanto, la escala 10-20-30-40 debe considerarse una supresión de los parásitos en 4 niveles, en lugar de un ajuste de medición preciso.

Tenga en cuenta que, cuando se restablezca la tensión de la red, el CSQ-3 permanecerá en la función de barra colectora inactiva durante 5 segundos.

## Indicaciones para el ajuste del CSQ-3

### Representación visual de los parámetros

La siguiente imagen muestra los diferentes parámetros:



#### Puesta en marcha

Por lo general,  $t_R$  se ajusta de manera que iguale el tiempo de cierre de los disyuntores y  $\Delta\varphi^- / \Delta\varphi^+$  al error de sincronización máximo permitido.

Tenga en cuenta que el CSQ-3 calcula el espacio para  $t_R$  (tiempo de cierre del disyuntor) dentro de la ventana  $\Delta\varphi$  elegida con la  $\Delta f$  real (frecuencia de deslizamiento). Por ello, el error de sincronización máximo nunca superará la ventana  $\Delta\varphi$  elegida.

#### Ejemplo de cálculo

El tiempo de cierre del disyuntor es de 200 ms y  $t_R$  se ha configurado en 200 ms. El intervalo de fase se configura de forma simétrica en  $\pm 10^\circ$  (grados eléctricos). La  $\Delta f$  máxima podrá calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta f = \frac{(\Delta\varphi^-) + (\Delta\varphi^+)}{360 \times t_R}$$

$$\Delta f = \frac{10 + 10}{360 \times 0,2} = 0,278 \text{ Hz}$$

El impulso del relé de sincronización no se emitirá si  $\Delta f$  supera los 0,278 Hz.

---

Cálculo del error de sincronización real (no debe confundirse con el error de sincronización máximo, que se determina únicamente en función de la ventana  $\Delta\varphi$  elegida)

Los siguientes ejemplos se aplican a las situaciones en las que  $t_R$  se configura en el intervalo 0,1-1 s.

**Ejemplo:**

Con una frecuencia de deslizamiento ( $\Delta f$ ) de 0,1 Hz, la fase cambia a una velocidad de  $36^\circ/s$ . Si  $\Delta\varphi$  se configura en  $\pm 10^\circ$  y  $t_R$  en 0,2 s = tiempo de cierre del disyuntor, puede calcularse el error de sincronización real.

En cuanto la fase se encuentre en el intervalo de fase configurado ( $\Delta\varphi$ ), se activará el relé del CSQ-3 con la condición de que haya espacio suficiente para el  $t_R$  elegido (en este caso, 0,2 s). Si  $\Delta f$  es demasiado elevada, no habrá espacio para la duración seleccionada de  $t_R$  en la ventana  $\Delta\varphi$  elegida.

**Ejemplo 1:**

Con un cambio de fase de  $36^\circ/s$ , la fase cambiará  $7,2^\circ$  durante los 0,2 s. Esto significa que ahora se puede calcular el desfase en el momento exacto en que se cierra el disyuntor.  $\Delta\varphi$  se configura en  $-10^\circ$  y  $+10^\circ$ . El relé del CSQ-3 se activará a  $-10^\circ$  antes del punto superior (posición de las 12 en punto) y el disyuntor se cerrará después de  $7,2^\circ$ , lo que significa que se cierra a  $10^\circ - 7,2^\circ = 2,8^\circ$  antes del punto superior, lo que supone un error de sincronización real de  $-2,8^\circ$ . Si se aplica la fórmula de la página 17, la  $\Delta f$  máxima calculada con los ajustes mostrados es de 0,277 Hz.

**Ejemplo 2:**

Si se considera que la frecuencia de deslizamiento de este caso es de 0,2 Hz, la fase cambia a una velocidad de  $72^\circ/s$ . Con un cambio de fase de  $72^\circ/s$ , la fase cambiará  $14,4^\circ$  durante los 0,2 s, lo que supone un error de sincronización de  $10^\circ - 14,4^\circ = -4,4^\circ$ . El resultado negativo indica que el disyuntor se cerró  $4,4^\circ$  después del punto superior, lo que supone un error de sincronización real de  $+4,4^\circ$ .

**Ejemplo 3:**

Es el mismo ejemplo que el 1 y el 2, pero con una frecuencia de deslizamiento de 0,3 Hz =  $108^\circ/s$ . Si  $t_R = 0,2$  s, la fase cambiará  $21,6^\circ$ . Dado que la ventana  $\Delta\varphi$  está configurada en  $\pm 10^\circ$ , el CSQ-3 calculará que no hay espacio para un impulso de  $t_R$  de 0,2 s y, por tanto, el relé no emitirá un impulso.

Fórmula general para los ejemplos anteriores:

Error de sincronización real =  $(\Delta\varphi^-) - 360 \times \Delta f \times$  tiempo de cierre del disyuntor ( $t_R$ ).

Opcionalmente, con una frecuencia de deslizamiento negativa:

Error de sincronización real =  $(\Delta\varphi^+) - 360 \times \Delta f \times$  tiempo de cierre del disyuntor ( $t_R$ ).

Si el resultado es negativo, la sincronización se producirá después del punto superior ( $0^\circ$ ), siempre y cuando haya espacio suficiente para  $t_R$  en la ventana  $\Delta\varphi$ .

Si desea evitar la sincronización después del punto superior, configure  $\Delta\varphi$  de forma asimétrica. Con una frecuencia de deslizamiento positiva ( $\Delta f$ ) como en el ejemplo mostrado, una configuración  $\Delta\varphi-$  a  $-10^\circ$  y  $\Delta\varphi+$  a  $+5^\circ$  imposibilitaría una sincronización después del punto superior de más de  $5^\circ$ .

La longitud de  $t_R$  del impulso del relé no puede configurarse nunca a un valor inferior que el del tiempo de cierre del disyuntor, mientras que  $t_R$  puede configurarse a un valor superior si desea que la frecuencia de deslizamiento máxima ( $\Delta f$ ) sea inferior para limitar la sobretensión del disyuntor (los generadores) en relación con la sincronización.

Ejemplo:

Teniendo en cuenta los ejemplos anteriores,  $t_R$  pasa a ser 0,4 s. Con una frecuencia de deslizamiento ( $\Delta f$ ) de 0,1 Hz =  $36^\circ/\text{s}$  y  $t_R = 0,4$  s, la fase cambia  $14,4^\circ$  durante los 0,4 s. Si  $\Delta\varphi$  se configura en  $\pm 10^\circ$ , el CSQ-3 calculará que hay espacio suficiente para  $t_R$ . Con este ajuste, el error de sincronización será idéntico al error de sincronización del ejemplo 1 ( $-2,8^\circ$ ), ya que el tiempo de cierre del disyuntor es el mismo (0,2 s). No obstante, la  $\Delta f$  máxima ahora solo puede ser de 0,138 Hz, en lugar de 0,277 Hz, como en el ejemplo 1. La frecuencia de deslizamiento máxima ( $\Delta f$ ) también puede controlarse ajustando  $\Delta\varphi$  con otros valores. Si  $\Delta\varphi$  se configuró en  $\pm 5^\circ$  en lugar de  $\pm 10^\circ$ , la  $\Delta f$  máxima será de 0,138 Hz con  $t_R = 0,2$  s. Con este ajuste y una  $\Delta f$  de 0,1 Hz, el error de sincronización real será de  $+2,2^\circ$ . Tenga en cuenta que el disyuntor se cerrará ahora  $2,2^\circ$  después del punto superior, en lugar de  $2,8^\circ$ , como en el ejemplo 1. La elección de los ajustes debe basarse en el conocimiento de la instalación en la que se aplica el CSQ-3. Estos ejemplos pretenden demostrar que  $t_R$  y  $\Delta\varphi$  están indisolublemente unidos e influyen en los mismos parámetros, aunque con resultados diferentes a la hora de calcular el error de sincronización real.

Si  $t_R$  se configura en infinito ( $\infty$ ), la  $\Delta f$  máxima permisible ya no puede controlarse a través de  $t_R$ . Cuando  $t_R$  se configura en infinito, el ajuste de  $t_d$  se activa automáticamente. Un  $t_R$  infinito se utiliza principalmente cuando el CSQ-3 controla un sistema de sincronización automático o cuando se usa en el cierre de un disyuntor no automático si se desea que la frecuencia, la fase y la tensión se mantengan dentro de ciertos valores antes del cierre del disyuntor.

El ajuste de  $t_d$  debe obtenerse a partir de  $\Delta\varphi$  y del cálculo de la  $\Delta f$  máxima permisible.

$$t_d = \frac{(\Delta\varphi-) + (\Delta\varphi+)}{360 \times \Delta f}$$

Ejemplo 1:

$\Delta\varphi$  se configura en  $\pm 7^\circ$  y se calcula una  $\Delta f$  máxima permisible de 0,05 Hz en el momento de la sincronización.

$$t_d = \frac{|-7| + 7}{360 \times 0,05}$$

$$t_d = 0,77 \text{ s} \sim 0,8 \text{ s}$$

Tenga en cuenta que cuando  $t_R$  se configura en infinito ( $\infty$ ), el impulso de sincronización (el contacto del relé del CSQ-3) se interrumpe cuando la fase está fuera del intervalo de fase establecido. El temporizador  $t_d$  arranca cuando la fase se sitúa dentro del intervalo de fase establecido  $\Delta\varphi$  y se detiene mientras la fase sigue en el intervalo de fase antes de que se emita el impulso de sincronización, lo que significa en el ejemplo mostrado que, con una  $\Delta f$  real

de 0,049 Hz, el impulso de sincronización sería de solo 18 ms. Para evitar la transmisión de un impulso de sincronización tan breve, el CSQ-3 hace un cálculo basado en la  $\Delta f$  y en el intervalo de fase real, con el fin de que haya espacio suficiente para un impulso de sincronización de 100 ms como mínimo. En referencia al ejemplo 1, deben restarse 100 ms al  $t_d$  calculado para permitir una  $\Delta f$  máxima de 0,05 Hz.

#### Funcionamiento en situaciones particulares

Cuando se realiza una prueba en el lugar donde se utilizará, el CSQ-3 suele conectarse a la misma fuente de alimentación, de manera que la frecuencia y la fase sean idénticas en la entrada del generador y en la entrada de la barra colectora. Al llevar a cabo esta prueba, habrá que reparar en los siguientes aspectos:

La primera vez que se conecta el CSQ-3, se emite un impulso de sincronización, tanto si la ventana  $\Delta\varphi$  se ha configurado de forma simétrica como asimétrica. Si, a continuación, solo se interrumpe la entrada de la barra colectora (el CSQ-3 se alimenta con tensión auxiliar procedente de la entrada del generador), el impulso de sincronización se emite únicamente si la interrupción ha tenido como consecuencia el abandono de la ventana  $\Delta\varphi$  (lo que sucede si la interrupción provoca un impulso de ruido).

Si  $\Delta\varphi$  se configura de forma asimétrica de manera que solo se acepte, por ejemplo, una  $\Delta f$  **positiva** y  $\Delta f$  cambie de signo (dirección inversa) después de que la fase entre el generador y la barra colectora se encuentre dentro del intervalo de fase, el impulso de sincronización no se interrumpirá hasta que se abandone la ventana  $\Delta\varphi$ , incluso si  $\Delta f$  ha cambiado de signo y sea una  $\Delta f$  **negativa**.

Si se ha cambiado  $\Delta f$  para corregir el sentido de rotación después de que la fase se encuentre dentro del intervalo de fase, el CSQ-3 calculará si hay espacio suficiente para  $t_R$  (el impulso de sincronización) y, en caso de que así sea, se emitirá el impulso de sincronización.

Salvo errores y modificaciones