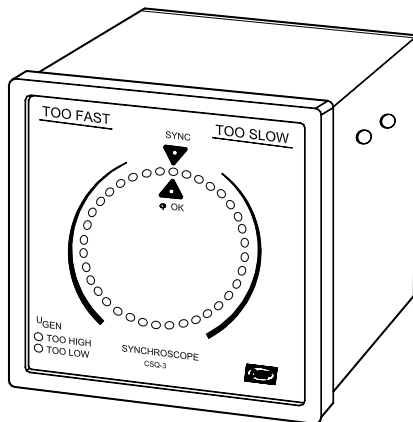


## Контрольный синхроскоп, тип CSQ-3

4189340263L (RU)



- Многофункциональный синхроскоп с точной индикацией
- Простое кнопочное программирование всех контрольных точек
- Безопасность в эксплуатации
- Защищенность от нелинейного искажения
- Функционирование обесточенной шины
- Специальная конструкция для применения в морской отрасли



DEIF A/S  
Frisenborgvej 33, DK-7800 Skive  
Denmark (Дания)

Тел.: (+45) 9614 9614  
Факс: (+45) 9614 9615  
E-mail: [deif@deif.com](mailto:deif@deif.com)





---

## Содержание

<b>1. Предупреждения, правовая информация, данные по маркировке CE и характеристики UL .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Область применения и функции .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Дисплей, кнопки и индикаторы .....</b>	<b>6</b>
3.1 Индикаторы.....	7
3.2 Установочные параметры .....	8
<b>4. Клеммы .....</b>	<b>10</b>
4.1 Описание клемм.....	10
<b>5. Схемы соединений .....</b>	<b>11</b>
5.1 Соединения входов переменного тока .....	11
5.1.1 Схема соединений .....	11
<b>6. Ввод в эксплуатацию .....</b>	<b>12</b>
<b>7. Технические данные.....</b>	<b>12</b>
<b>8. Размеры.....</b>	<b>15</b>
<b>9. Спецификация заказа.....</b>	<b>15</b>
Пример спецификации для заказа CSQ-3 .....	15
<b>Приложение 1: Настройки и параметры синхронизации .....</b>	<b>16</b>
Настройки .....	16
Указания по настройке CSQ-3 .....	18
Визуальное представление параметров.....	18

## 1. Предупреждения, правовая информация, данные по маркерке CE и характеристики UL

В этом руководстве приведены общие указания по установке и эксплуатации синхроскопа CSQ-3. Установка и эксплуатация CSQ-3 подразумевает работу с опасным током и напряжением, поэтому все операции должны выполняться квалифицированным персоналом. Компания DEIF A/S не несет ответственности за неправильную установку или эксплуатацию устройства. Если имеются сомнения относительно установки или эксплуатации системы, в рамках которой используется CSQ-3, необходимо связаться с компанией, отвечающей за монтаж и работу данной системы.

Устройство CSQ-3 имеет отметку CE относительно электромагнитной совместимости при установке в жилых, коммерческих и производственных помещениях легкой промышленности, а также совместимости с промышленным оборудованием. Это касается окружения всех типов, где обычно используется CSQ-3.

Устройство CSQ-3 имеет отметку CE относительно низкого напряжения (до 600В фаза – заземление), категорию установки (категория перенапряжения) III и степень загрязнения 2.

В комплект поставки CSQ-3 может быть включен перечень характеристик, предоставленных лабораторией по технике безопасности (UL). Данные, предоставляемые согласно требованиям UL, см. в разделе «Технические данные».

В комплект поставки входят:

- Контрольный синхроскоп CSQ-3
- Руководство по эксплуатации
- Два зажима
- Разъемное соединение (на устройстве)
- Кабель для сигнализации состояния системы (только морская версия)

## 2. Область применения и функции

Контрольный синхроскоп CSQ-3 является микропроцессорным синхронизирующим устройством, способным измерить все значения, необходимые для синхронизации генератора с сетью (сборной шиной). Он может использоваться в любых системах, где требуется ручная или полуавтоматическая синхронизация.

В CSQ-3 можно отрегулировать следующие параметры синхронизации. Разница напряжений GEN (ген.) и ВВ (шина), размер окна фазы и длина синхронизирующего импульса.

Также имеется индикация: слишком высокое и слишком низкое напряжение генератора «U<sub>GEN</sub> TOO HIGH» или «U<sub>GEN</sub> TOO LOW» (красные индикаторы), разность фаз в пределах окна предварительных настроек «φOK» (желтый индикатор), и активное состояние синхронизации «SYNC» (зеленый индикатор).



### Дисплей/индикация

Устройство измеряет два входных напряжения: генератора (GEN) и сборной шины (BB). Разность фаз от пересечения нулевого уровня GEN до пересечения нулевого уровня BB рассчитывается процессором и отображается на кругу, состоящем из 36 индикаторов.

Красные индикаторы загораются по одному, их положение показывает разность фаз между GEN и BB. Загоревшийся индикатор символизирует острие стрелки аналогового прибора. Если индикатор загорелся в положении «12 часов», разность фаз равна 0 градусов, в положении «6 часов» - 180 градусов и т.д. Поскольку всего 36 индикаторов, разрешение шкалы – 10 градусов.

Смена горящего индикатора означает разность частот между генератором и шиной. Если индикация меняется по часовой стрелке (слишком быстро), значит частота генератора слишком высокая по отношению к частоте шины. Если индикация меняется против часовой стрелки, соотношение меняется в противоположном направлении. Интенсивность перемещения показывает разность частот. Чем быстрее вращение, тем больше разность частоты, например один оборот в секунду – 1Гц. Если частота шины 50Гц и вращение происходит вправо, частота генератора будет 51 Гц.

Если разность частот генератора и шины становится слишком большой (>3Гц), круговое движение останавливается и индикатор загорается у отметки «too fast» (слишком быстро) или «too slow» (слишком медленно), в зависимости от того, в каком направлении частота генератора должна быть отрегулирована.

### Нормальная синхронизация

Устройство автоматически рассчитывает проверяемые параметры синхронизации, если есть достаточно места для синхронизации в рамках предварительно выбранном окне фазы. При этих расчетах разность частот сравнивается с  $t_R$  и размером окна фазы. Если для  $t_R$  выбрана  $\infty$ ,  $t_d$  можно установить пользователем, это значение затем используется при расчетах вместо  $t_R$ .

Если окно  $\Delta\varphi$  установлено симметрично, возможна синхронизация как пониженных, так и повышенных частот.

### Синхронизация пониженных или повышенных частот

Если окно  $\Delta\varphi$  установлено асимметрично, возможны следующие функции:

Если окно  $\Delta\varphi$  установлено асимметрично с положительным значением  $\Delta\varphi$ , превосходящим отрицательное, осуществляется только синхронизация пониженных частот, т.е. когда частота на входе генератора ниже частоты на входе сборной шины.

Если окно  $\Delta\varphi$  установлено асимметрично с положительным значением  $\Delta\varphi$ , меньше отрицательного, осуществляется только синхронизация повышенных частот, т.е. когда частота на входе генератора выше частоты на входе сборной шины.

Примечание:

Эта функция не активна, если для  $t_R$  выбрана  $\infty$ .

#### Синхронизация шины без напряжения

Если выбрана функция синхронизации шины без напряжения, будет активировано реле синхронизации и загорится зеленый индикатор (SYNC), когда напряжение сборной шины ниже предварительно выбранного уровня, а напряжение генератора выше 80% от номинального значения.

После восстановления сетевого напряжения функция синхронизации шины без напряжения остается активной на протяжении 5 секунд.

#### Отключение

Устройство функционирует, если напряжение генератора более 80% номинального значения. Ниже этого уровня устройство функционировать не будет.

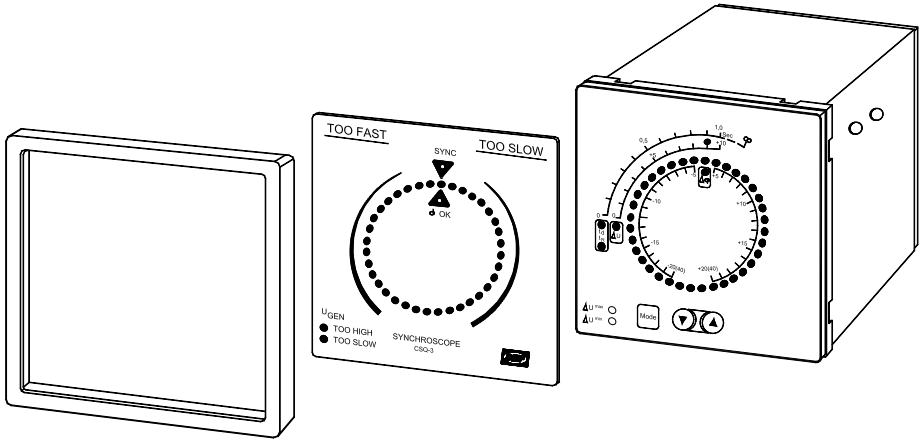
#### Контрольный выход $\mu P$

В соответствии с требованиями классификационных обществ (GL) морская версия оснащена специальным выходом с оптопарой.

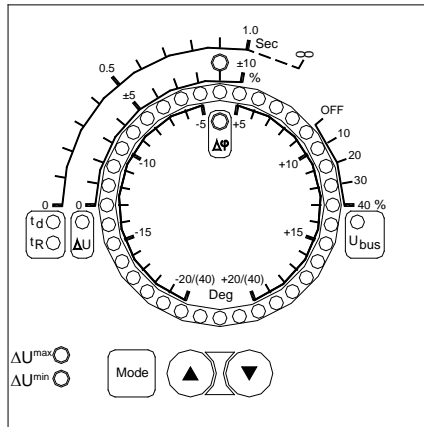
Через этот выход можно контролировать встроенный микропроцессор ( $\mu P$ ).

При наличии ошибки на выходе импеданс меняется с низкого на высокий (выход разомкнутого коллектора).

### 3. Дисплей, кнопки и индикаторы



Чтобы получить доступ к настройкам, необходимо снять переднюю рамку и пластину.



CSQ-3 может работать в двух режимах: «нормальный» и «установочный». Нормальный режим используется для отображения измеряемых значений, установочный режим – для отображения или изменения настроек.

### 3.1 Индикаторы

Передняя панель CSQ-3 оснащена следующими индикаторами, отображающими различную рабочую информацию.

Индикаторы на первичной передней панели (нормальный режим):

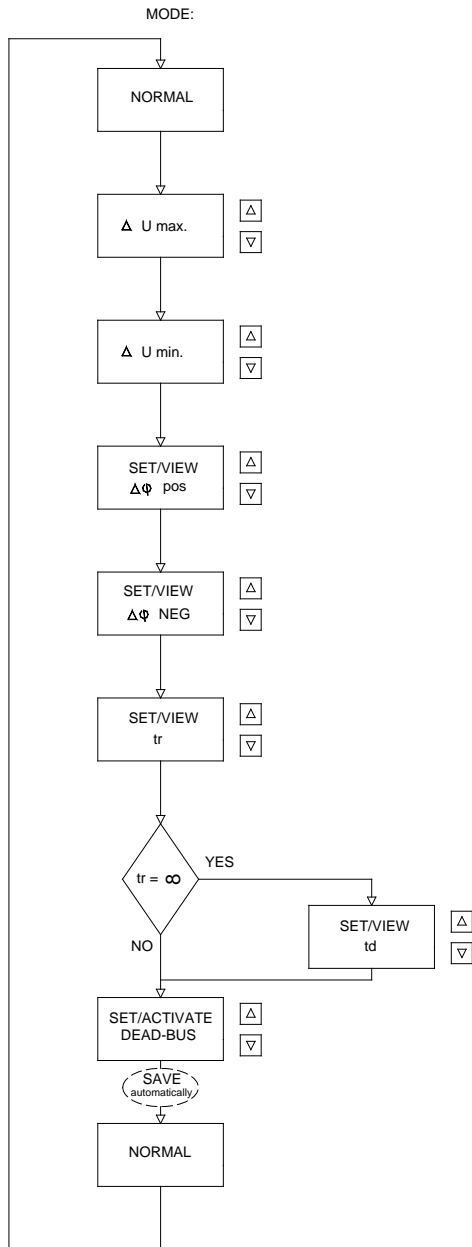
Индикатор	Цвет	Функция
Круг	Красн.	Горящий индикатор показывает разность фаз генератора и шины
SYNC.	Зел.	Все условия синхронизации выполнены, выходное реле активировано
$\varphi$ ОК	Желт.	Разность фаз генератора и шины в пределах окна предварительных установок
$U_{GEN}$ TOO HIGH	Красн.	Разность напряжений генератора и шины вне установленного диапазона, напряжение генератора слишком высокое
$U_{GEN}$ TOO LOW	Красн.	Разность напряжений генератора и шины вне установленного диапазона, напряжение генератора слишком низкое

Индикаторы на вторичной передней панели (установочный режим):

Индикатор	Цвет	Функция
Круг	Красн.	Части круга используются в качестве шкалы для различных установок
$\Delta\varphi$	Желт.	Показывает, что шкала $\Delta\varphi$ активна
$t_d$	Желт.	Показывает, что шкала $t_d$ активна; $t_d$ активируется только, если $t_R$ в положении $\infty$
$t_R$	Желт.	Показывает, что шкала $t_R$ активна
$\Delta U$	Желт.	Показывает, что шкала $\Delta U$ активна
$U_{bus}$	Желт.	Показывает, что шкала $U_{bus}$ (отключение шины) активна

Дополнительную информацию об установочных параметрах см. в приложении 1.

### 3.2 Установочные параметры





### Работа

Выполнение операций происходит при использовании вторичной панели, которая доступна при снятии передней рамки и пластины. Управление осуществляется с помощью 3 кнопок: Режим (Mode), стрелка вверх ( $\blacktriangle$ ) и стрелка вниз ( $\blacktriangledown$ ).

### Настройка

Чтобы активировать режим настройки, необходимо нажать и удерживать 2-3 сек. кнопку выбора режима. После активации режима настройки загорится индикатор шкалы  $\Delta U$ , и можно будет считать параметр макс.  $\Delta U$  на соответствующей шкале. Установку можно изменить с помощью кнопок  $\blacktriangle$  и  $\blacktriangledown$ .

При каждом нажатии кнопки выбора режима происходит изменение параметра. Их можно считать и изменить соответствующим образом. При нажатии кнопки выбора режима после отображения последнего параметра, устройство переходит в нормальный режим.

При выходе из последнего меню настройки загораются индикаторы круга, что означает автоматическое сохранение установок.

Окно предварительных настроек  $\Delta U$  и  $\Delta \varphi$  разделено на две части, что позволяет выполнить асимметричную настройку параметра.

Если установочные параметры были случайно изменены, они будут сохранены при выходе из режима установки.

### Изменение диапазона $\Delta \varphi$

Нормальные диапазоны  $\Delta \varphi$  -  $-20^\circ \dots -5^\circ$  и  $5^\circ \dots 20^\circ$  с шагом  $1^\circ$ .

Их можно изменить на  $-40^\circ \dots -10^\circ$  и  $10^\circ \dots 40^\circ$  с шагом  $2^\circ$ .

Кнопкой со стрелкой перейти вниз к отметке  $20^\circ$ . Удерживая кнопку со стрелкой вниз, нажать кнопку со стрелкой вверх – шкала увеличится в два раза. При нажатии кнопки со стрелкой вверх шкала вернется к нормальной. Удерживая кнопку со стрелкой вверх, нажать кнопку со стрелкой вниз – шкала изменится из увеличенной в нормальную. В режиме двойного диапазона при каждом изменении  $\Delta \varphi$  в кругу загорятся 2 индикатора.

### Настройки производителя

Заводские настройки при отгрузке устройства:

$\Delta U$ :	$5\% \pm U_{ВВ}$
$t_R$ :	0,5 сек.
$\Delta \varphi$ :	$\pm 10^\circ$
Шина без питания:	Выкл

### Восстановление заводских настроек

Нажать одновременно две кнопки со стрелками. Не отпуская кнопки со стрелками нажать и удерживать 5 секунд кнопку выбора режима. По кругу загорятся индикаторы, отображая, что заводские настройки восстановлены.

## 4. Клеммы

### 4.1 Описание клемм

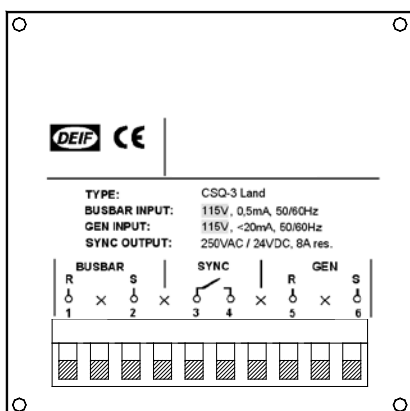
Клемма	Символ сигнала	Название сигнала
1	R (L1)	Напряжение шины
	x	Не используется
2	S (L2)	Напряжение шины
	x	Не используется
3	SYNC.	Выход реле
4	SYNC.	Выход реле
	x	Не используется
5	R (L1)	Напряжение генератора
	x	Не используется
6	S (L2)	Напряжение генератора

Только морская версия:

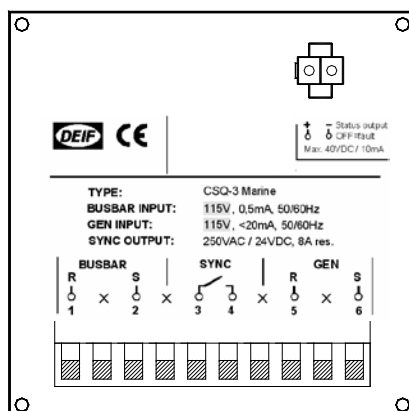
Отключена сеть состояния системы - ошибка	+ открытый коллектор
	- открытый коллектор

Вид устройства сзади:

Стандартная версия



Морская версия

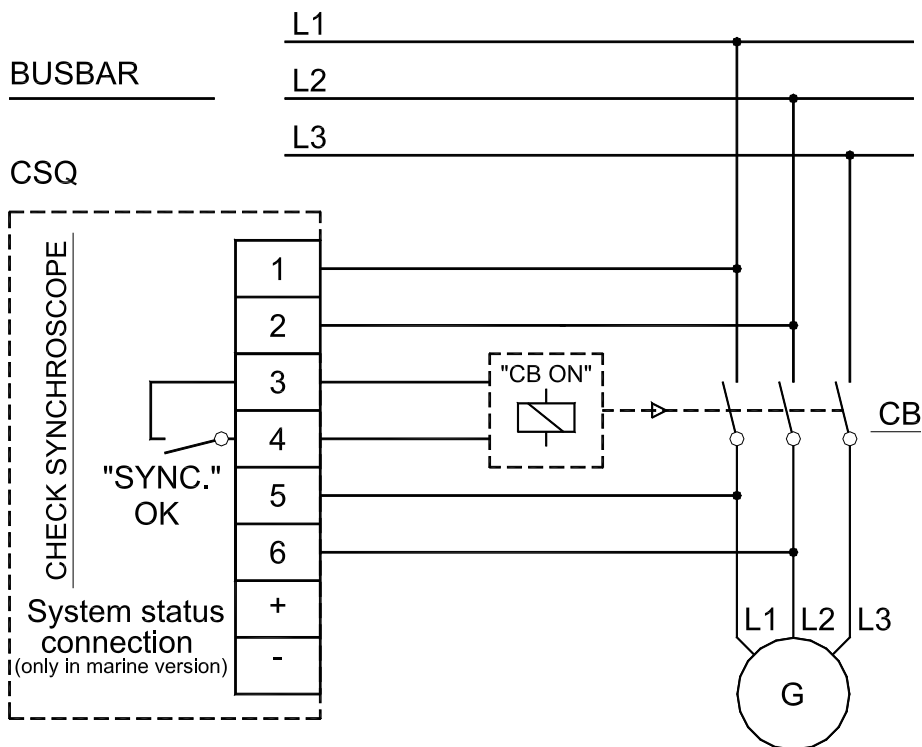


## 5. Схемы соединений

### 5.1 Соединения входов переменного тока

При заказе CSQ-3, необходимо выбрать соответствующий диапазон входного напряжения. Напряжение подводится как показано ниже (неиспользованные клеммы не показаны).

#### 5.1.1 Схема соединений





## 6. Ввод в эксплуатацию

**Перед вводом в эксплуатацию:** проверить соответствующее напряжение и последовательность фаз.

**Предупреждение:** несоответствующее напряжение может привести к неправильной работе и повреждению устройства.

## 7. Технические данные

Точность:  $\pm 2^\circ$  (электрические градусы)

Разрешение:  $10^\circ$  (36 индикаторов)

Настройки, диапазон:

$\Delta\varphi$ :	$\pm 5 \dots 20^\circ$ , шаг $1^\circ$ или $\pm 10 \dots 40^\circ$ , шаг $2^\circ$
$\Delta U$ :	$\pm 1 \dots 10\%$ , шаг 1%
$t_R$ :	0...1 сек., шаг 0,1 сек. или $\infty$
$t_d$ :	0...1 сек., шаг 0,1 сек.
$U_{bus}$ смещение:	выкл. или 4 уровня подавления шума (обесточенная шина)

Макс. разность частот: нет ограничения

Входной диапазон ( $U_N$ ): 100...127В пер.ток (115В пер.ток) или 220...240В пер.ток (230В пер.ток) или 380...415В пер.ток (415В пер.ток) или 440...480В пер.ток (450В пер.ток) или

Вход сборной шины: нагрузка: 2кОм/В

Вход генератора: (макс. 2 ВА), также питание устройства

Макс. входное напряжение: 1,2 x  $U_N$  постоянно  
более 450 В: 1,1 x  $U_N$  постоянно  
2 x  $U_N$  на протяжении 10 сек.

Диапазон частот: 40...70Гц (питание)

Релейный контакт: 1 нормально открытый однополюсный контакт

Характеристики релейных контактов:  
(золоченый сплав серебра)

активная нагрузка:	AC1: 8А, 250В (пер.) DC1: 8А, 24В (пост.)
индуктивная нагрузка:	AC15: 3А, 250В (пер.) DC13: 3А, 24В (пост.)
(UL/cUL:	только активная нагрузка)

Механическая долговечность:  $2 \times 10^7$

Электрическая долговечность:	1 x 10 <sup>5</sup> (номинальное значение)
Выход с оптопарой:	состояние системы выкл. - ошибка выход с оптопарой NpN макс. 40В, 10мА 2 провода AWG 20 (красный/черный) длина 30 мм (только морская версия)
Температура:	-10...55°C (номинальная) -25...70°C (рабочая) -40...70°C (хранение)
Температурный дрейф:	установки: макс. 0,2% от полной шкалы на 10°C
Гальваническая развязка:	согласно EN/IEC61010-1 все группы входов/выходов с землей: 3,75кВ между группами входов/выходов: 3,75кВ условия тестирования: 50Гц, 1 мин.
Климатические условия:	HSE, согласно DIN40040
Электромагнитная совместимость:	маркировка CE согласно EN50081-1/2, EN50082-1/2 и IEC255-3
Соединения:	макс. 2,5мм <sup>2</sup> (однопроволочные) макс. 1,5мм <sup>2</sup> (многопроволочные)
Материалы:	все пластмассовые части самозатухающие согласно UL94 (V0)
Защита:	перед: IP52. клеммы: IP20 согласно IEC529 и EN60529
Одобрение типа:	имеющиеся одобрения см. на <a href="http://www.deif.com">www.deif.com</a> (только для морской версии)
Характеристики UL:	по запросу устройство поставляется в соответствии с: UL508, E230690; T <sub>окр</sub> макс 50°C; для использования в корпусе с плоскими поверхностями типа 1; провод: 24-12 AWG; исп. только медных проводников 60/75°C; отключение сети выполняет устанавливающая сторона; крутящий момент контактного винта: 5-7 ф.д.; монтаж согласно NEC (США) или CEC (Канада)



---

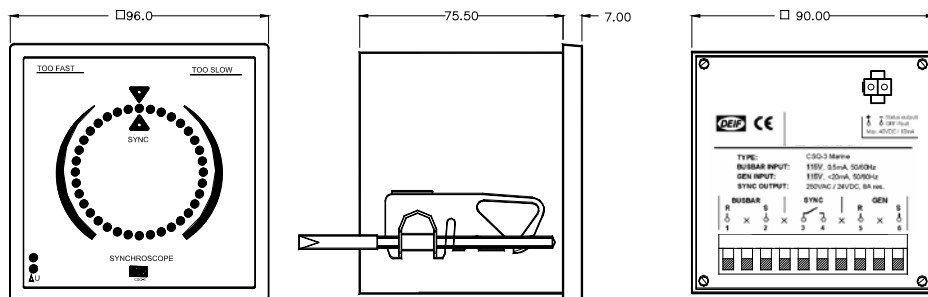
**ОСТОРОЖНО! Опасность поражения электрическим током. Перед обслуживанием оборудования может потребоваться отключение более одного источника питания.**

Размеры: см. чертежи в разделе 8

Контур панели: 92 x 92 ±1 мм

Вес: < 0,40 кг

## 8. Размеры



Все размеры в мм.

## 9. Спецификация заказа

При заказе CSQ-3 необходимо указать входное напряжение и тип.

Спецификация заказа CSQ-3 состоит из следующих данных:

CSQ-3 -  $U_N$  - тип,

где  $U_N$  и тип:

Код	Функция	Опции
$U_N$	Входное напряжение	115V: (входной диапазон 100...127В пер.) 230V: (входной диапазон 220...240В пер.) 415V: (входной диапазон 380...415В пер.) 450V: (входной диапазон 440...480В пер.)
Тип		<b>Land:</b> стандартная версия, не одобренная «GL». <b>Marine:</b> морская версия, одобренная «GL» и оборудованная дополнительным выходом для контроля.

## Пример спецификации для заказа CSQ-3

CSQ-3 – 415V – Marine

## Приложение 1: Настройки и параметры синхронизации

### Настройки

#### $\Delta U$

Здесь регулируется допустимая разность напряжений генератора и сборной шины. Диапазон регулировки  $\pm 1...10\%$ , шаг  $1\%$ . Регулировка  $\Delta U_{\text{мин}}$  и  $\Delta U_{\text{макс}}$  выполняется отдельно, поэтому возможна асимметричная настройка. Настройка выполняется в соответствии с формулой:

$$\Delta U_{\text{мин}}, \Delta U_{\text{макс}} = \frac{(U_{\text{ГЕН}} - U_{\text{ШИНА}}) \times 100}{U_{\text{ШИНА}}}$$

Если заданное значение превышено, загорится один из двух индикаторов  $U_{\text{ГЕН}}$  и синхронизация будет невозможна.

Если напряжение генератора слишком низкое, загорится индикатор « $U_{\text{ГЕН}}$  too low». Если напряжение генератора слишком высокое, загорится индикатор « $U_{\text{ГЕН}}$  too high». Если горят оба индикатора « $U_{\text{ГЕН}}$ », значит на входе ошибка перенапряжения. В этом случае необходимо отсоединить устройство и проверить уровень приложенного напряжения!

#### $\Delta \varphi$

Здесь регулируется окно фазы, в котором происходит синхронизация. Настройка начинается с  $\pm 5^\circ$ , окно может открываться симметрично или асимметрично от этого значения.

Диапазоны регулировки -  $-20^\circ...-5^\circ$  и  $5^\circ...20^\circ$ , шаг  $1^\circ$  или  $-40^\circ...-10^\circ$  и  $10^\circ...40^\circ$ , шаг  $2^\circ$ .

#### $t_R$

Здесь регулируется длина импульса для синхронизирующего реле.

Диапазон регулировки -  $0...1$  сек., шаг  $0,1$  сек. или  $\infty$ .

Эта функция позволяет отрегулировать синхронизирующий импульс в соответствии с требованиями внешних выключателей (время закрывания).

Для специальных функций также возможно установить  $t_R$  на  $\infty$  (бесконечность). Эта установка (после истечения  $t_d$ ) обеспечивает синхронизирующий импульс при наличии следующих условий:

- Фаза в пределах окна
- Напряжение  $> 70\%$  от  $U_{\text{номин}}$ .

#### $t_d$

Здесь регулируется время в течение которого разность фаз должна присутствовать в окне синхронизации, чтобы синхронизация была разрешена. Диапазон регулировки -  $0...1$  сек., шаг  $0,1$  сек.

$t_d$  активируется, если  $t_R$  на  $\infty$ .



### Обесточенная шина

Возможность закрытия силового выключателя, даже при отсутствии напряжения на сборной шине. Введен параметр настройки  $U_{BUS}$ , с помощью которого можно установить уровень напряжения на шине. Таким образом обеспечивается возможность синхронизации обесточенной шины, даже если на шине присутствует шум. Диапазон регулировки выкл. или 10...40% от  $U_N$ , шаг 10%.

Устано вка	Функция контроля обесточенной шины $U_{BUS}$
Выкл.	Отключена
10	Активирована в диапазоне 15-25% фактического напряжения генератора, составляющего > 70%
20	Активирована в диапазоне 25-30% фактического напряжения генератора, составляющего > 70%
30	Активирована в диапазоне 30-40% фактического напряжения генератора, составляющего > 70%
40	Активирована в диапазоне 40-50% фактического напряжения генератора, составляющего > 70%

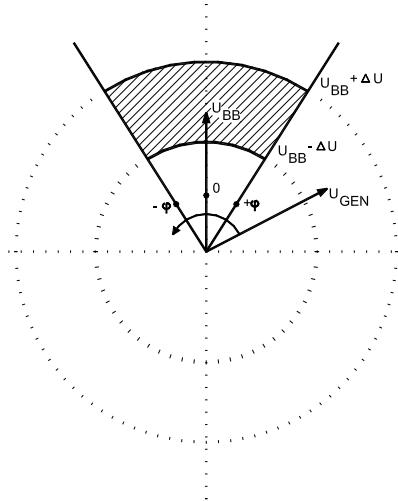
Данная установка является неточной ступенчатой регулировкой, которая позволяет осуществлять подавление возможного шума на сборной шине. Поэтому следует принимать во внимание, что данная 4-уровневая шкала «10-20-30-40» не предполагает точную настройку функции подавления шума.

После восстановления сетевого напряжения функция синхронизации шины без напряжения остается активной на протяжении 5 секунд.

## Указания по настройке CSQ-3

### Визуальное представление параметров

На рисунке ниже визуально отображены различные параметры:



#### Ввод в эксплуатацию

Обычно  $t_R$  регулируется так, чтобы значение равнялось времени закрывания силового выключателя, а  $\Delta\varphi/\Delta\varphi+$  - уровню допустимой погрешности синхронизации.

CSQ-3 рассчитывает место для  $t_R$  (время закрывания выключателя) в пределах выбранного окна  $\Delta\varphi$ , принимая во внимание фактическое значение  $\Delta f$  (частота скольжения). Так максимальная погрешность синхронизации никогда не превышает выбранное окно  $\Delta\varphi$ .

#### Пример расчета

Время закрывания выключателя 200мс, выбрано значение  $t_R$  200мс. Окно фазы устанавливается симметрично на  $\pm 10^\circ$  (электрические градусы). Макс.  $\Delta f$  можно высчитать по следующей формуле:

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

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

Импульс синхронизирующего реле не посылается, если  $\Delta f$  превышает 0,278Гц.

Расчет фактической погрешности синхронизации – максимальная погрешность синхронизации определяется исключительно выбранным окном  $\Delta\varphi$

Следующий пример касается ситуации, когда значение  $t_R$  в диапазоне 0,1...1 сек.

Пример:

При частоте скольжения ( $\Delta f$ ) 0,1Гц фаза меняется со скоростью 36°/сек. Если для  $\Delta\varphi$  выбрано  $\pm 10^\circ$ , а для  $t_R$  – 0,2 сек. (время закрывания выключателя), можно будет рассчитать фактическую погрешность синхронизации.

В момент, когда фаза находится в рамках выбранного окна ( $\Delta\varphi$ ), активируется реле CSQ-3 при условии, что есть место для выбранного  $t_R$ , в данном случае – 0,2 сек. Большое значение  $\Delta f$  может вызвать недостаток места для выбранного времени  $t_R$  в пределах окна  $\Delta\varphi$ .

Пример 1:

При скорости изменения 36°/сек. фаза изменится за 0,2 сек. на 7,2°. Это значит, что можно рассчитать степень смещения фазы в момент закрывания выключателя. Для  $\Delta\varphi$  заданы значения  $-10^\circ$  и  $+10^\circ$ . Реле CSQ-3 активирует  $-10^\circ$  перед достижением верхнего положения («12 часов»), через 7,2° выключатель закрывается, это означает, что выключатель закрывается в положении  $10^\circ - 7,2^\circ = 2,8^\circ$  до верха, так погрешность синхронизации равна  $-2,8^\circ$ . Согласно формуле, приведенной на странице 17, с данными настройками макс.  $\Delta f$  равняется 0,277Гц.

Пример 2:

Если фактическая частота скольжения равна 0,2Гц, скорость изменения фазы - 72°/сек. При этой скорости за 0,2сек. фаза изменится на 14,4°, а погрешность синхронизации составит  $10^\circ - 14,4^\circ = -4,4^\circ$ . Отрицательный результат означает, что выключатель закроется на 4,4° после прохождения пика, значит фактическая погрешность синхронизации равна  $+4,4^\circ$ .

Пример 3:

Аналогично примерам 1 и 2, но частота скольжения 0,3Гц = 108°/сек. При  $t_R = 0.2$  сек. фаза изменится на 21.6°. Поскольку для окна  $\Delta\varphi$  выбрана установка  $\pm 10^\circ$ , CSQ-3 рассчитает, что для  $t_R$  со значением 0,2 сек. нет места, и релейный импульс отправлен не будет.

Общая формула для приведенных выше расчетов:

Фактическая погрешность синхронизации =  $(\Delta\varphi_-) - 360 \times \Delta f \times \text{время закрывания выключателя } (t_R)$ .

Для отрицательной частоты скольжения:

Фактическая погрешность синхронизации =  $(\Delta\varphi_+) - 360 \times \Delta f \times \text{время закрывания выключателя } (t_R)$ .

Если результат отрицательный, синхронизация произойдет после верхнего положения ( $0^\circ$ ), при условии, что имеется место для  $t_R$  в окне  $\Delta\varphi$ .

Чтобы избежать синхронизации после пика, следует установить  $\Delta\varphi$  асимметрично. При положительной частоте скольжения ( $\Delta f$ ), как показано в примере, установка  $\Delta\varphi_-$  на  $-10^\circ$  и  $\Delta\varphi_+$  на  $+5^\circ$  сделает невозможной синхронизацию со смещением более  $5^\circ$  за пиком.

Для длины релейного импульса  $t_R$  невозможно выбрать значение меньше времени закрывания выключателя, тогда как для  $t_R$  может быть выбрано большее значение, если требуется уменьшить макс. частоту скольжения ( $\Delta f$ ) и ограничить толчок тока на выключателе (генераторы) в рамках синхронизации.

Пример:

Данные, как в примерах выше, но значение  $t_R$  изменено на 0,4 сек. При частоте скольжения ( $\Delta f$ ) 0,1Гц = 36°/сек. и  $t_R = 0,4$  сек. фаза изменяется на 14,4° за 0,4 сек. Если для  $\Delta\varphi$  выбрана установка  $\pm 10^\circ$ , CSQ-3 рассчитает, что для  $t_R$  имеется достаточно места. С такими настройками погрешность синхронизации будет идентична погрешности в примере 1 (-2,8°), поскольку время закрывания выключателя такое же (0,2 сек.). Но макс.  $\Delta f$  теперь может быть 0,138Гц, а не 0,277Гц, как в примере 1. Макс. частота скольжения ( $\Delta f$ ) также может регулироваться значением  $\Delta\varphi$ . Если для  $\Delta\varphi$  выбрано значение  $\pm 5^\circ$ , а не  $\pm 10^\circ$ , макс.  $\Delta f$  составит 0,138Гц при  $t_R = 0,2$  сек. При таких настройках и  $\Delta f$  равном 0,1Гц, фактическая погрешность синхронизации будет +2,2°. В этом случае выключатель закрывается в положении 2,2° после пика, а не в положении 2,8° до пика, как в примере 1. Выбор настроек должен основываться на фактических данных системы, в которой используется CSQ-3. Примеры показывают, что  $t_R$  и  $\Delta\varphi$  взаимосвязаны и влияют на одни и те же параметры, однако данные фактической погрешности синхронизации различаются.

Если  $t_R$  установлено на бесконечность ( $\infty$ ), макс. допустимая  $\Delta f$  больше не контролируется посредством  $t_R$ . Если выбрана бесконечность для  $t_R$ , автоматически активируется настройка  $t_d$ . Бесконечное  $t_R$  обычно устанавливается там, где CSQ-3 используется для контроля автоматических синхронизирующих систем или для контроля частоты в сочетании с соединительным выключателем, перед закрыванием выключателя фаза и напряжение должны соответствовать определенным требованиям.

Установочный параметр  $t_d$  рассчитывается исходя из значения  $\Delta\varphi$  и макс. допустимой  $\Delta f$ .

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

Пример 1:

$\Delta\varphi - \pm 7^\circ$ , макс.  $\Delta f$  со значением 0,05Hz на момент синхронизации признана допустимой.

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

$t_d = 0,77$  сек. ~ 0,8 сек.

Если для  $t_R$  выбрана бесконечность ( $\infty$ ), импульс синхронизации (релейный контакт CSQ-3) прерывается, когда фаза выходит из установленного окна. Когда таймер  $t_d$  начинает отсчет времени нахождения фазы в окне  $\Delta\varphi$ , а при окончании отсчета, перед подачей синхронизирующего импульса, фаза продолжает находиться в окне, в

данном примере при фактической  $\Delta f$  0,049Гц, импульс синхронизации продлится только 18 мсек. Чтобы избежать таких коротких импульсов, CSQ-3 выполняет расчет, основываясь на значении  $\Delta f$  и размере имеющегося окна фазы, резервируя место для сигнала длиной, по крайней мере, 100 мсек. Следуя примеру 1, 100 мсек. следует вычесть из рассчитанного  $t_d$ , чтобы предусмотреть макс.  $\Delta f$  0,05Гц.

Функции в конкретных ситуациях.

При стендовом испытании CSQ-3 обычно подключается к одному источнику питания так, чтобы частота и фаза полностью совпадали на входе генератора и сборной шины. Во время подобного испытания необходимо учитывать следующее:

При первом подключении CSQ-3 подается импульс синхронизации независимо от симметричного или асимметричного состояния окна  $\Delta\phi$ . Импульс синхронизации будет подан, если впоследствии прерывается только вход сборной шины (устройство CSQ-3 питается дополнительно от входа генератора), и прерывание приводит к нарушению пределов окна  $\Delta\phi$  (происходит, если прерывание привело к шумовому импульсу).

При асимметричной  $\Delta\phi$ , например, когда принимается только **положительное значение  $\Delta f$** , а  $\Delta f$  изменяет знак (обратное направление), когда фаза между генератором и сборной шиной находится в пределах окна фазы, импульс синхронизации не прерывается, пока пределы окна  $\Delta\phi$  не будут нарушены, даже если знак  $\Delta f$  изменится на **отрицательный**.

Если направление  $\Delta f$  изменяется на правильное, когда фаза находится в пределах окна, CSQ-3 рассчитывает, есть ли достаточно места для  $t_R$  (импульса синхронизации), затем подается импульс синхронизации.

Возможны неточности и изменения