

# RTR

Energía

[www.rtr.es](http://www.rtr.es)



# Общий каталог 2013



**Madrid, España**  
**RTR Energía, S.L.**

c/ Gavilanes, 11 Bis | Pol. Ind. Pinto - Estación | 28320 Pinto (Madrid)  
Tel.: (+34) 916 916 612 | Fax: (+34) 916 912 257  
E-mail: [info@rtr.es](mailto:info@rtr.es)  
[www.rtr.es](http://www.rtr.es)



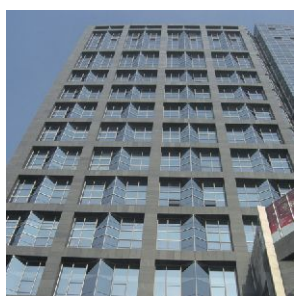
**Madrid, España**  
**RTR Energía, S.L.**

c/ Albatros, 30 | Pol. Ind. Pinto - Estación | 28320 Pinto (Madrid)  
Tel.: (+34) 916 916 612 | Fax: (+34) 916 912 257  
E-mail: [info@rtr.es](mailto:info@rtr.es)  
[www.rtr.es](http://www.rtr.es)



**Chile**  
**RTR DNA Chile S.A.**

La Estera n° 668 | Panamericana Norte, Km 17  
Loteo Valle Grande - Lampa, Chile  
Tel.: (+56) 2 2328 44 00 | Fax: (+56) 2 2738 69 11  
E-mail: [dnachile@rtr.cl](mailto:dnachile@rtr.cl)  
[www.rtr.cl](http://www.rtr.cl)



**China**  
**RTR (Beijing) Electric CO., LTD.**  
**Oficina Comercial**

Room 209, Building B | Focus Square Center , No.6 FuTong East Avenue  
Chaoyang District, Beijing 100102, P.R.C.  
Tel: (+86) 010-84763795/84763895 | Fax: (+86) 010-84763995  
[www.rtr-energia.cn](http://www.rtr-energia.cn)



**RTR Russia – Sales office**

Office 5, 6 Ilyinskiy tupik Street, Krasnogorsk | 143405, Moscow Region, Russia  
Tel.: +7 495 981-98-39, +7 495 642-58-82, +7 498 653-40-68  
Fax: +7 498 653-40-69  
e-mail: [sales@khomovelectro.ru](mailto:sales@khomovelectro.ru)  
[www.khomovelectro.ru](http://www.khomovelectro.ru)

# Содержание

## Электрические конденсаторы

• Общие сведения	10
• Электрические функции конденсаторов	11
• Емкость и диэлектрик	12
• Влияние напряжения на конденсатор	14
• Однофазные конденсаторы	16
• Трехфазные силовые конденсаторы	17
• Схемы соединения конденсаторов	18
• Тангенс угла потерь конденсатора	19
• Меры предосторожности и безопасности	20
• Условия эксплуатации	21

## Компенсация реактивной мощности

• Электрическая мощность	24
• Проблемы, связанные с реактивной мощностью	26
• Преимущества компенсации реактивной мощности	27
• Экономические преимущества компенсации реактивной мощности	29
• Расчет емкостной энергии, необходимой для компенсации	30
• Структуры для компенсации реактивной мощности	32
• Компенсация реактивной мощности электродвигателей и трансформаторов	34
• Контроль качества, установка, меры безопасности	37
• Пример: торговое предприятие	38
• Выводы	39

## Гармоники и качество электроэнергии

• Качество электроэнергии	42
• Возмущения электросети	43
• Гармоники	44
• Параметры гармоник	45
• 3-я и 5-я гармоники	47
• Компенсация реактивной мощности в сетях с гармоническими искажениями	48
• Заграждающие пассивные фильтры	52

# Содержание

## Справочник по компенсации реактивной мощности

• Таблица физических величин и единиц измерения	54
• Электрические конденсаторы	55
• Конденсаторы и реактивные сопротивления фильтров при наличии гармоник	59
• Реактивная мощность батареи конденсаторов	61

## Конденсаторы

• Трехфазные конденсаторы с клеммниками <b>Серия MA/C/CE/TER</b>	64
• Усиленные трехфазные конденсаторы <b>Серия MA/C/CE/TER RTF</b>	66
• Трехфазные конденсаторы с клеммниками для фильтров гармоник <b>Серия MA/C/CE/TER RCT</b>	68
• Трехфазные конденсаторы с клеммниками <b>Серия DW с новым компактным дизайном</b>	70
• Однофазные конденсаторы с системой защитного отключения при избыточном давлении <b>Серия EA</b>	72
• Трехфазные конденсаторы <b>Серия VO/R TER</b>	74
• Усиленные трехфазные конденсаторы <b>Серия VO/R TER RTF</b>	76
• Трехфазные конденсаторы для фильтров гармоник <b>Серия VO/R TER RCT</b>	78
• Трехфазные конденсаторы <b>Серия VO/R</b>	80
• Усиленные трехфазные конденсаторы <b>Серия VO/R RTF</b>	82
• Трехфазные конденсаторы для фильтров гармоник <b>Серия VO/R RCT</b>	84

## Устройства среднего диапазона напряжений (1-35 кВ)

• Общие сведения о конденсаторах среднего напряжения	88
• Технические характеристики и габаритные размеры трехфазных конденсаторов	89
• Технические характеристики и габаритные размеры однофазных конденсаторов	91
• Конденсаторные батареи среднего напряжения	93
• Таблица для выбора конденсаторов среднего напряжения для двигателей и трансформаторов	96
• Фильтры гармоник среднего диапазона напряжения	97
• Токоограничивающие реакторы для конденсаторов среднего напряжения	97
• Трехфазный контактор для конденсаторов среднего напряжения	97



# Содержание

## Трехфазные фильтры гармоник и трансформаторы

• Трехфазные фильтры гармоник	100
• Однофазный трансформатор	102
• Однофазные разделительные (изолирующие) трансформаторы	103
• Однофазные трансформаторы для подсветки бассейнов	103
• Трехфазные трансформаторы	104

## Вспомогательное оборудование

• Контакторы для коммутации конденсаторов	106
• Выключатель нагрузки	106
• Разрядное сопротивление	106

## Контроллеры

• Автоматические контроллеры реактивной мощности <i>серии PR-2D</i>	108
• Автоматические контроллеры реактивной мощности <i>серии PR-5D</i>	109
• Автоматические контроллеры реактивной мощности <i>серии PR-8D</i>	110
• Суммирующие трансформаторы, герметизированные смолой, <i>серии RT...</i>	111
• Трансформаторы тока с разъемным сердечником <i>серии RT...P</i>	112

## Освещение

• Конденсаторы для систем освещения	116
• Конденсаторы для асинхронных электродвигателей	118
• Дроссели для газоразрядных ламп	120
• Пускорегулирующая аппаратура BENTRONIC	122

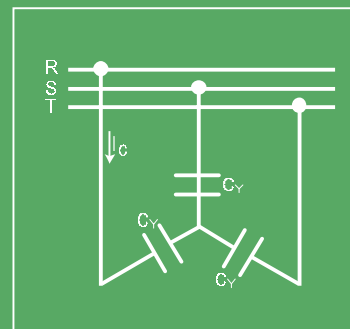
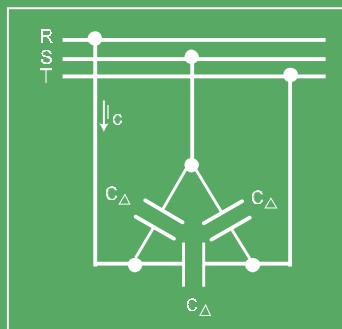








# Электрические Конденсаторы



## Общие сведения

Конденсатор представляет собой устройство, предназначенное для накопления электрического заряда. Одной из наиболее важных областей применения конденсаторов является коррекция коэффициента мощности (см. главу «Компенсация реактивной мощности»).

Материалы, используемые в конденсаторе, зависят от области его применения. Компания **RTR Energia S.L.** выпускает цилиндрические конденсаторы с полипропиленовой пленкой, металлизированной алюминием и цинком, что придает им способность к самовосстановлению и снижает возможные потери. В зависимости от величины рабочего напряжения эта пленка имеет различную толщину. При этом слои металлизации выступают в роли проводников тока (т.е. обкладок), а полипропилен является диэлектриком.

После выполнения необходимых технологических операций и прохождения контроля качества емкостные элементы (рулоны) помещаются в алюминиевые или пластиковые гильзы и заливаются полиуретановой смолой, нетоксичной и обладающей высокими экологическими характеристиками. Эта смола разработана в химической лаборатории компании **RTR Energia S.L.** и может использоваться при изготовлении других типов конденсаторов и прочего электрического оборудования, требующего герметизации.



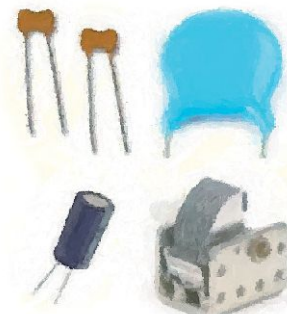
Трехфазный конденсатор



Емкостной элемент

### ДРУГИЕ ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ

- **Слюдяные конденсаторы:** применяются на высоких частотах и в устройствах электро-связи.
- **Керамические конденсаторы:** применяются в устройствах телекоммуникации при наличии ограничений, связанных с габаритами используемых компонентов.
- **Электролитические конденсаторы:** используются преимущественно в схемах выпрямителей для получения постоянного тока.
- **Подстроечные конденсаторы:** их емкость может регулироваться в зависимости от требований конкретной схемы.



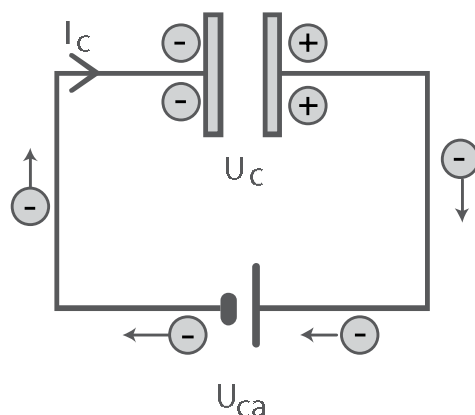
Виды конденсаторов

## Электрические функции конденсаторов

Конденсатор используется для накопления электрической энергии. Конденсатор заряжен, когда напряжение на его обкладках  $U_c$  достигает уровня напряжения источника питания  $U_{ca}$ .

Движение электронов между обкладками конденсатора вызывает появление электрического емкостного тока  $I_c$ , который, протекая по цепи, обеспечивает конденсатор электрической энергией, порождающей электрическое поле между обкладками конденсатора.

Когда ток  $I_c$  в цепи прекратится, электрическая энергия останется запасенной в конденсаторе (в виде энергии электрического поля).



### ЗАРЯД КОНДЕНСАТОРА

Количество электронов, перемещающихся в процессе заряда конденсатора ( $Q$ ), измеряется в Кулонах (Кл) и по размерности соответствует Амперам, умноженным на секунду ( $A \cdot c$ ). Заряд – это количество электричества, запасенное в конденсаторе.

$$Q = I \cdot t$$

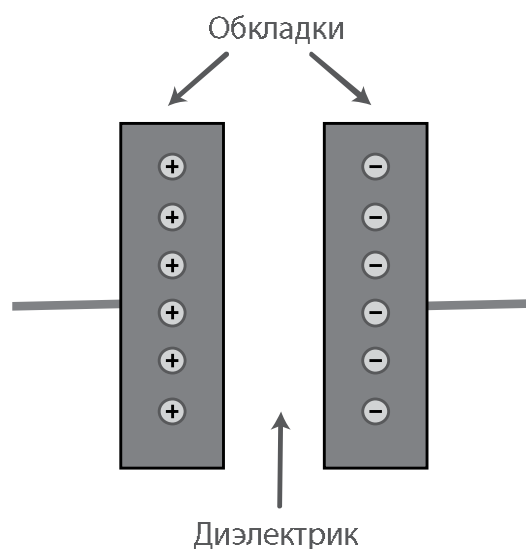
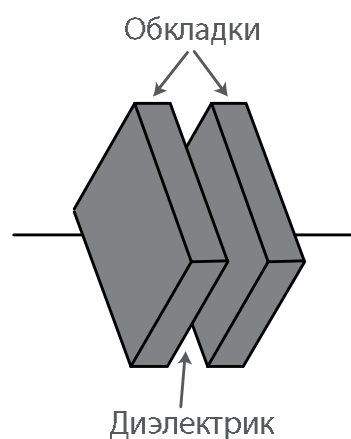
$I$  = Амперы (A)

$t$  = Секунды (c)

После того, как конденсатор зарядился, этот заряд сохраняется даже при отключении внешнего источника электрической энергии, поскольку между обкладками конденсатора есть разность потенциалов, а значит, сохраняется и сила притяжения между обкладками.

По этой причине к выводам силовых конденсаторов подключаются разрядные резисторы, что позволяет избежать разряда конденсатора при прикосновении к нему обслуживающего персонала.

Указанные резисторы должны соответствовать требованиям стандарта **EN-60831-1-2 (раздел 22)** для трехфазных силовых конденсаторов и стандарта **EN-61048-49** для конденсаторов осветительных установок.



## Емкость и диэлектрик

На работу конденсатора большое влияние оказывает напряжение, поскольку вместе с изменением его величины изменяется и величина заряда. Отношение величины заряда ( $Q$ ) к питающему напряжению ( $U$ ) является постоянной величиной, зависящей от конструкции конденсатора, и называется емкостью ( $C$ ), измеряемой в фарадах ( $\Phi$ ).

$$C = \frac{Q}{U} \quad Q = [\text{Кулоны}] \quad U = [\text{Вольты}] \quad C = [\text{Фарады}]$$

Конденсатор обладает емкостью 1 фарад, когда он способен сохранять заряд в 1 кулон при напряжении 1 вольт между его обкладками.

В соответствии с **основным соотношением для конденсатора**, чем больше площадь обкладок, тем больше емкость конденсатора, и, с другой стороны, чем больше расстояние между обкладками (толщина диэлектрика), тем емкость конденсатора меньше. При этом напряженность электрического поля  $E$  конденсатора определяется как:

$$E = \frac{U}{d} \left( \frac{B}{M} \right)$$

### ДИЭЛЕКТРИК И ЕГО САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ

В настоящее время в конденсаторах в качестве диэлектриков применяется металлизированная алюминием или цинком полипропиленовая пленка различной толщины, зависящей от расчетной величины напряжения между обкладками конденсатора.

В соответствии с приведенным выше основным соотношением для конденсатора, чем меньше толщина диэлектрического слоя, тем выше напряженность электрического поля. Это приводит к постепенному уменьшению габаритов конденсаторов, поскольку расстояние между их обкладками составляет величину, близкую к толщине пленки, т.е. единицы микрон.

Таблица кратных величин

$10^{\circ}$	Приставка	Обозначение
$10^{-1}$	деци	d
$10^{-2}$	санتي	c
$10^{-3}$	милли	m
$10^{-6}$	микро	$\mu$
$10^{-9}$	нано	n
$10^{-12}$	пико	p

### Основное соотношение для конденсатора

$$C = \frac{\varepsilon}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot \frac{S}{d}$$

$C$ : емкость конденсатора,  $\Phi$ .

$S$ : площадь обкладок,  $m^2$ .

$d$ : толщина диэлектрика, м.

$\varepsilon$ : отн. диэлектрическая проницаемость.

### Различные диэлектрики

Вещество	$\varepsilon$
Воздух	1
Полипропилен	2,2
Минеральное масло	2,3
Полиэфир	3,3
Бумага	3,5
Трансформаторное масло	4,5
Боросиликатное стекло	4,7
Слюда	5,4
Фарфор	6,5
Кремний	12

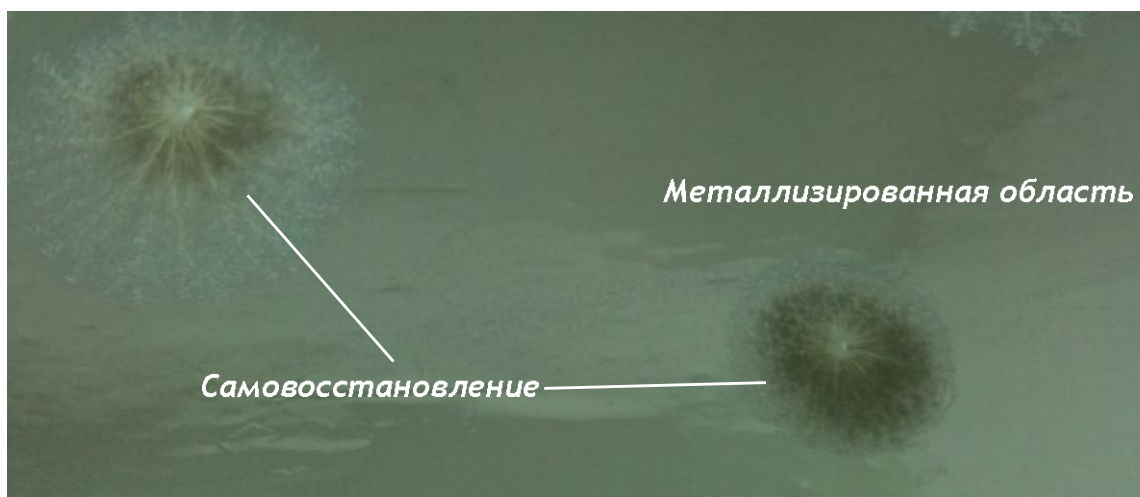
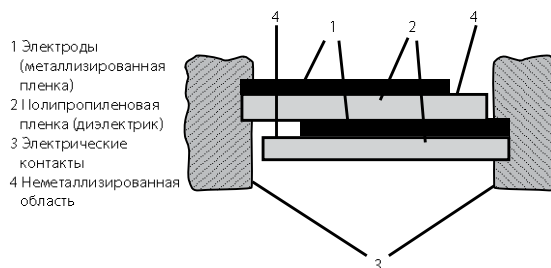


Для любого диэлектрика существует предельная разность потенциалов на единицу его толщины, при которой он может работать без разрушения. Эта предельная величина называется электрической прочностью.

В некоторых режимах работы систем электропитания или при воздействии чрезмерных температур, недопустимых для конденсатора, указанная предельная разность потенциалов может быть превышена. Это может привести к пробое диэлектрика и образованию электрической дуги между обкладками конденсатора.

Эффект самовосстановления полипропиленовой пленки состоит в том, что электрическая дуга не приводит к короткому замыканию, а вызывает испарение металла вокруг точки пробоя. Таким образом, изоляция между обкладками в районе точки пробоя восстанавливается.

После такого самовосстановления конденсатор может работать в обычном режиме с небольшим снижением емкости, не превышающим 100 пФ.



В ходе контроля качества металлизированной полипропиленовой пленки в компании **RTR Energia S.L.** осуществляется принудительный пробой диэлектрика (полипропилена) и производится наблюдение за процессом самовосстановления. На фотографии показаны области испарившегося металла; при этом конденсатор сохранил работоспособность.

# Влияние напряжения на конденсатор

## ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

При включении конденсатора на постоянное напряжение  $U_{cc}$ , происходит резкое возрастание тока, величина которого ограничивается омическим сопротивлением конденсатора, которое очень мало. С увеличением напряжения между обкладками величина тока постепенно уменьшается.

По окончании заряда конденсатора ток становится равным нулю. В установившемся режиме на постоянном напряжении конденсатор эквивалентен обрыву цепи.

В ходе разряда конденсатора напряжение и ток уменьшаются с сохранением отношения между ними и одновременно становятся равными нулю.

Время заряда и разряда прямо пропорционально величинам емкости и сопротивления цепи. Следовательно, при изменении величины сопротивления процесс заряда или разряда может протекать быстрее или медленнее.

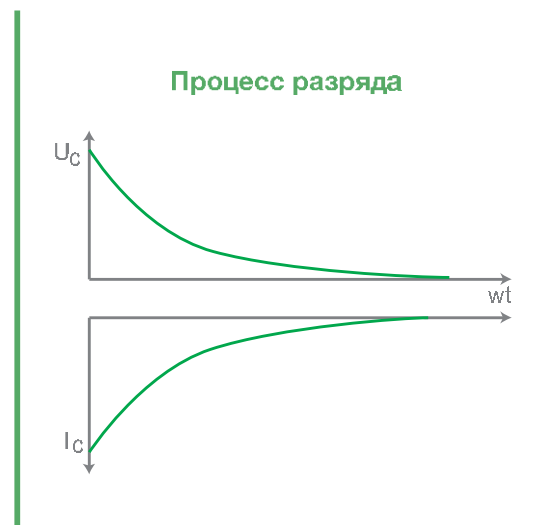
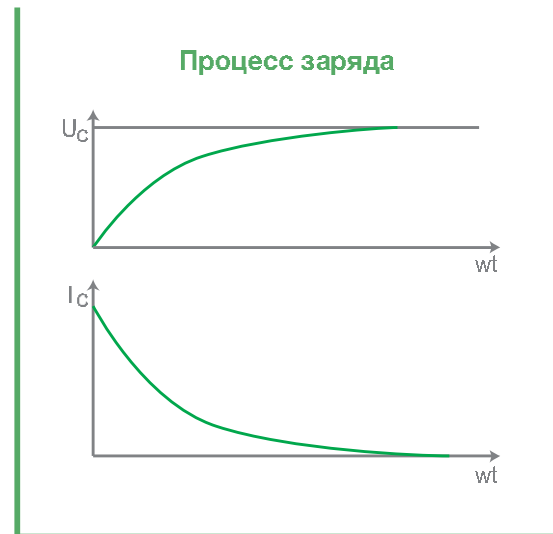
Постоянная времени  $\tau$  – это время, за которое конденсатор заряжается до 63% величины приложенного напряжения. Оно может быть записано следующим образом:

$$\tau = R \cdot C$$

$R$  = омы (Ом)

$C$  = фарады (Ф)

В теории процесс заряда или разряда конденсатора происходит за бесконечное время по экспоненте, асимптотически стремящейся к установившемуся значению. На практике процесс заряда или разряда считают закончившимся по истечении времени, равному пятикратной величине постоянной времени  $\tau$ .



## Влияние напряжения на конденсатор

### ПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

При подключении конденсатора к источнику переменного напряжения его обкладки попеременно и периодически заряжаются положительным и отрицательным потенциалом в соответствии с протекающим в цепи переменным током.

Конденсатор периодически заряжается и разряжается, т.е. эти два процесса протекают практически одновременно вследствие наличия в цепи переменного тока. Этот периодический процесс вызывает изменение направления протекания тока в тот момент, когда его значение становится равным нулю. Так же как и на постоянном токе, конденсатор выступает в роли сопротивления с конечной величиной, измеряемой в омах:

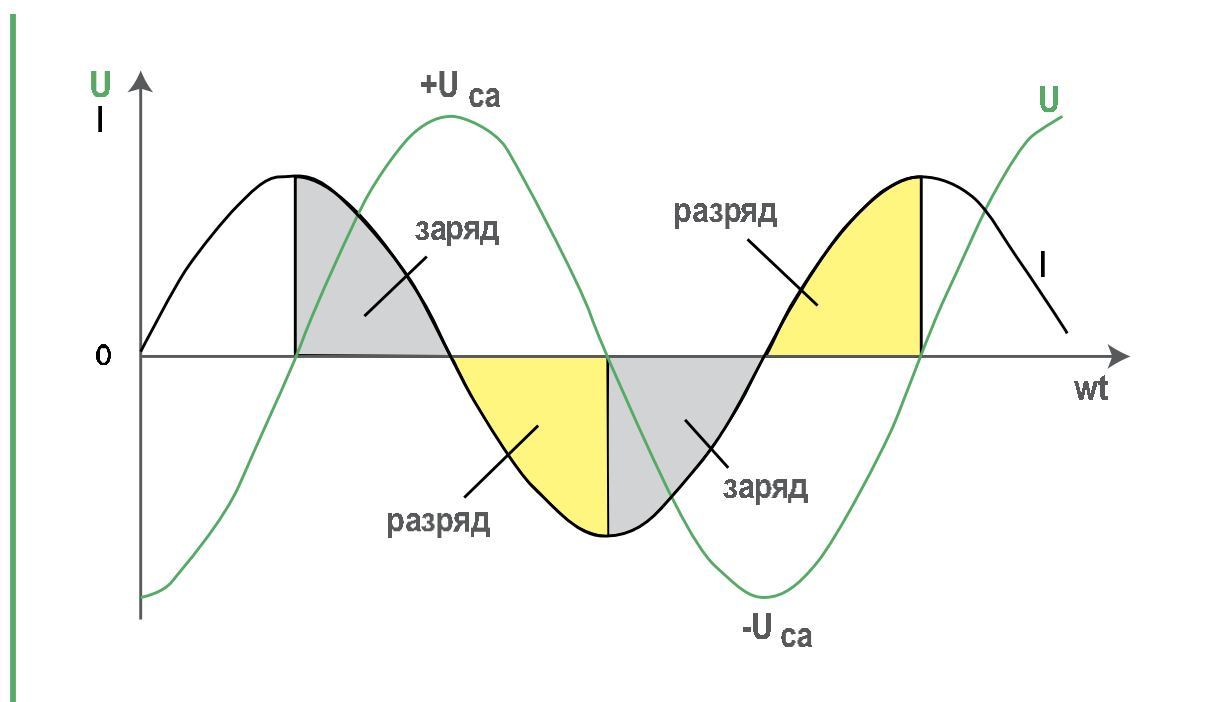
$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ (Ом)} \quad \begin{array}{l} f = \text{частота (Гц)} \\ C = \text{фарады (Ф)} \end{array}$$

Когда значение тока становится равным нулю, процесс заряда конденсатора заканчивается, поскольку он будет заряжен полностью в конце положительной полуволны тока при значении напряжения  $+U_{ca}$  и в конце отрицательной полуволны тока при значении напряжения  $-U_{ca}$ .

Процесс разряда происходит по достижении током максимального значения, т.е. когда величина напряжения приближается к нулю.

Полный заряд и разряд конденсатора происходит за полупериод напряжения питания. Длительность периода напряжения сети в большинстве европейских стран составляет 20 миллисекунд, и конденсатору потребуется половина этого времени для полного заряда или разряда.

$$T_{\text{заряда и разряда}} = 10 \text{ мс}$$



# Однофазные конденсаторы

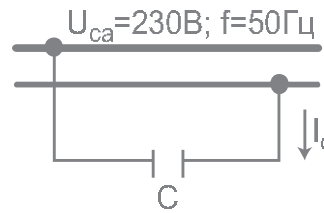
Однофазные конденсаторы могут подключаться между фазами или между фазой и нейтралью.

Реактивная мощность конденсатора (Q) измеряется в варах («вольт-ампер-реактивный») и определяется следующим образом:

$$I_c = \frac{U_{ca}}{X_c} = \frac{U_{ca}}{\frac{1}{\omega \cdot C}} = U_{ca} \cdot \omega \cdot C = U_{ca} \cdot 2\pi \cdot f \cdot C$$

$$Q = U_{ca} \cdot I_c = U_{ca} \cdot (U_{ca} \cdot 2\pi \cdot f \cdot C) = U_{ca}^2 \cdot 2\pi \cdot f \cdot C$$

*Q, реактивная мощность конденсатора [вар]*  
*f, частота сети [Гц]*  
*C, емкость конденсатора [Ф]*  
*U<sub>ca</sub>, напряжение питания [В]*  
*I<sub>c</sub>, ток конденсатора [А]*

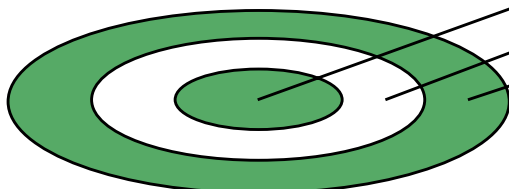


## НАПРЯЖЕНИЕ 440 В

Ввиду влияния питающего напряжения на реактивную мощность конденсатора необходимо пояснить, почему подавляющее большинство производителей конденсаторов, в том числе и компания **RTR Energia S.L.**, проектируют свои конденсаторы на напряжение 440 В.

Такой выбор обеспечивает повышение надежности и срока службы конденсатора, поскольку при этом конденсатор гарантированно будет выдерживать перенапряжения со стороны сети, которые, в соответствии со стандартом **UNE-EN-50160**, могут достигать 10%.

**Стандарт EN-60831-1/2 устанавливает требования**, в соответствии с которыми на промышленной частоте конденсатор должен выдерживать напряжение величиной  $1,10 \cdot U_{ca}$  (440 В) в течение не менее чем 8 часов в сутки.



Удовлетворение потребностей клиентов  
 Качество  
 Проектные решения и инновационные идеи



# Трехфазные силовые конденсаторы

Такие конденсаторы предназначены для подключения к трехфазной электрической сети (R-S-T), причем соединение отдельных емкостных элементов может быть выполнено двумя способами:

## СОЕДИНЕНИЕ В ТРЕУГОЛЬНИК

Суммарная емкость конденсатора разделена на три отдельные емкости  $C_{\Delta}$  (см. рисунок).

Если измерить емкость между двумя фазами, например R-S, то она не будет равна величине отдельной емкости  $C_{\Delta}$  между фазами RS, а будет определяться как емкость параллельно соединенной  $C_{\Delta}(RS)$  с последовательно соединенными  $C_{\Delta}(RT)-C_{\Delta}(ST)$  (см. раздел G):

$$C_{RS} = C_{\Delta} + \frac{C_{\Delta} \cdot C_{\Delta}}{C_{\Delta} + C_{\Delta}} = 1,5 \cdot C_{\Delta}$$

Тогда реактивная мощность конденсатора (Q) и его емкостной ток ( $I_c$ ) будут определяться соотношениями:

$$Q = 3 \cdot U_{ca}^2 \cdot 2\pi \cdot f \cdot C_{\Delta} \quad Q = [\text{вар}]$$

$$I_c = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U_{ca}} \quad C_{\Delta} = [\Phi]$$

$$f = [\text{Гц}]$$

## СОЕДИНЕНИЕ В ЗВЕЗДУ

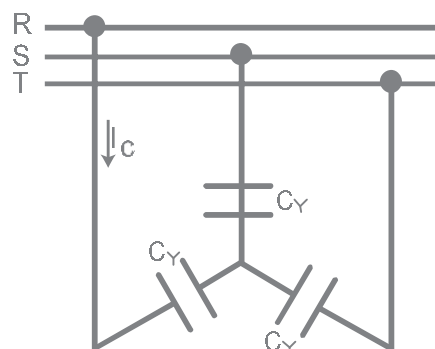
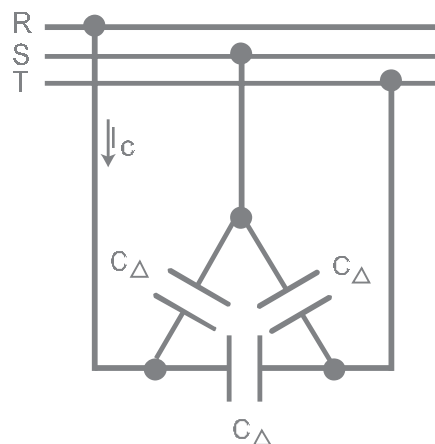
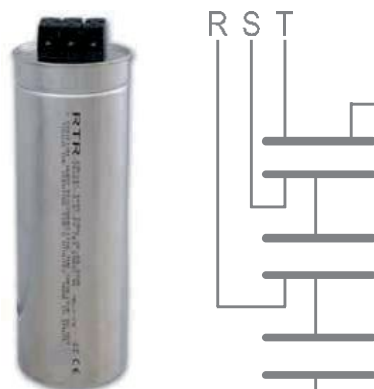
Эта схема соединения не так распространена и применяется в том случае, если линейное напряжение выше допустимой величины  $U_c$  для каждого конденсатора в отдельности:

$$U_{\text{соед}} = \frac{U_{ca}}{\sqrt{3}}$$

Ток  $I_c$  определяется так же, как и при соединении в треугольник, в то время как реактивная мощность рассчитывается по соотношению:

$$Q = U_{ca}^2 \cdot 2\pi \cdot f \cdot C_Y \quad Q = [\text{вар}] \quad C_Y = [\Phi]$$

$$f = [\text{Гц}]$$



Для трехфазной цепи:

$$Q_{\text{треуг.}} = 3 \cdot Q_{\text{звезда}}$$

# Схемы соединения конденсаторов

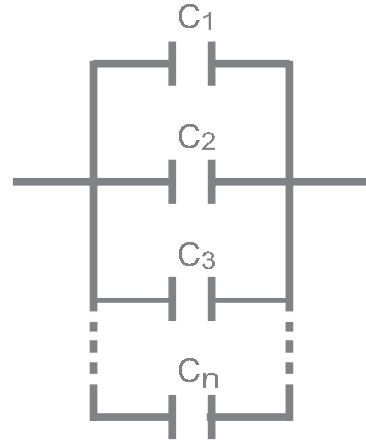
## ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

При параллельном соединении конденсаторов эквивалентная емкость цепи будет равна сумме емкостей отдельных конденсаторов. Реактивные мощности также суммируются.

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

Ко всем конденсаторам при таком соединении приложено одинаковое напряжение. При этом допустимое напряжение является параметром, зависящим от конструктивных характеристик конденсатора.



## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Если рабочее напряжение  $U_{ca}$  выше номинального значения напряжения конденсаторов, то они могут быть соединены последовательно. В этом случае к конденсаторам будут приложены разные напряжения в зависимости от их емкости и реактивной мощности. Как и при любом последовательном соединении, величина тока, протекающего в цепи, одинакова для всех конденсаторов.

Величина, обратная эквивалентной емкости последовательно соединенных конденсаторов ( $C_T$ ) равна сумме величин, обратных значениям емкостей этих конденсаторов.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\frac{1}{Q_T} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} + \frac{1}{Q_3} + \dots + \frac{1}{Q_n}$$



Эквивалентная реактивная мощность ( $Q_T$ ) рассчитывается аналогично, т. е. величина, обратная общей эквивалентной реактивной мощности последовательно соединенных конденсаторов равна сумме величин, обратных значениям реактивных мощностей.

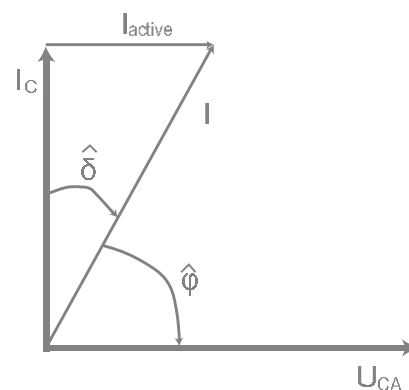
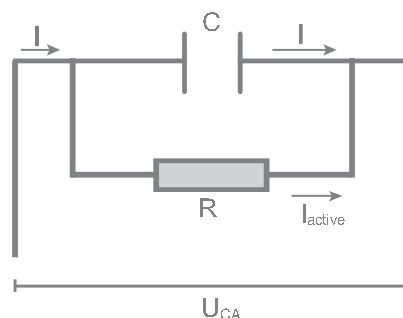
## Тангенс угла потерь конденсатора

Тангенс угла диэлектрических потерь конденсатора ( $\tan \delta$ ) – это величина, определяющая качество конденсатора и режим его работы. Потери в конденсаторе могут быть представлены эквивалентными потерями в активном сопротивлении ( $R$ ).

В идеальном конденсаторе при отсутствии потерь угол сдвига фаз  $\delta$  между током  $I_C$  и напряжением  $U_{CA}$  равен  $90^\circ$ .

Но это справедливо только для идеального случая, а в действительности каждый конденсатор имеет потери из-за неидеальности свойств полипропиленовой пленки, металлизации обкладок, внутренних контактных соединений, выводов конденсатора и т.д.

Наличие потерь приводит к тому, что угол сдвига фаз  $\varphi$  уже не равен  $90^\circ$ , и напряжение  $U_{CA}$  отстает по причине появления активной составляющей тока  $I_{active}$  на новый угол, обусловленный потерями  $\varphi = 90^\circ - \delta$ . Тангенс  $\delta$  и представляет собой тангенс угла диэлектрических потерь конденсатора.



$$\tan \delta = \frac{I_{active}}{I_C} = \frac{\frac{U_{CA}}{R}}{\frac{U_{CA}}{X_C}} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C \cdot R} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C \cdot R}$$

Мощность потерь ( $P_p$ ) конденсатора, измеряемая в ваттах (Вт), определяется как

$$P_p = U_{CA} \cdot I \cdot \cos \varphi = U_{CA} \cdot I \cdot \sin \delta = Q \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$P_p = Q \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$P_p = [Bm] \quad Q = [BAp]$$

Емкость конденсатора с течением времени уменьшается, что приводит к постепенному увеличению величины потерь, поскольку между тангенсом угла потерь и емкостью существует обратная пропорциональная зависимость.

Компания **RTR Energija S.L.** уделяет первостепенное внимание **качеству** своей продукции и использует лучшие виды металлизированной пленки, производимой в Евросоюзе.

Высокое качество производственного процесса дает гарантию, что потери мощности конденсатора не превысят значения 0,5 Вт/квар.

## Меры предосторожности и безопасности

При работе с конденсаторами необходимо принимать ряд мер безопасности. Когда конденсатор отключается от напряжения, он остается заряженным до уровня питающего напряжения. Закоротив обкладки конденсатора или коснувшись их, можно создать опасную для жизни аварийную ситуацию вследствие интенсивного разряда конденсатора.

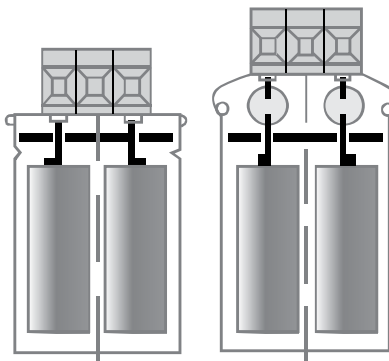
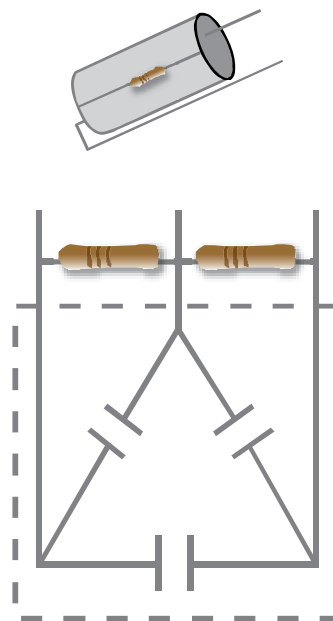
Стандарты **EN-61048** и **EN-60252** устанавливают необходимость наличия в конденсаторах, предназначенных для систем освещения и электродвигателей, встроенных разрядных сопротивлений, которые обеспечивают разряд конденсатора до напряжения менее 50 В в течение 60 секунд с момента отключения напряжения.

Аналогично, трехфазные конденсаторы должны быть оснащены разрядными сопротивлениями, которые обеспечивают разряд конденсатора с максимального значения напряжения до 75 В в течение 3 минут с момента отключения напряжения, что соответствует требованиям стандарта **EN-60831-1/2**, приложение В.

### СИСТЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ

Наличие потенциально опасных режимов работы, таких как перенапряжения, сверхтоки или воздействие высоких температур, стали основанием для разработки компанией **RTR Energia S.L.** системы отключения при избыточном давлении, которая срабатывает за счет расширения и деформации крышки клеммной коробки, что приводит к размыканию контактных выводов внутри емкостного элемента.

Для обеспечения правильного и надежного функционирования системы отключения чрезвычайно важно, чтобы смола, заполняющая корпус, имела свойства, исключающие скопление газов при плавлении металла. Она должна обеспечить возможность этим газам подниматься вверх, к крышке, для надежного функционирования системы отключения. В компании **RTR Energia S.L.** существует **Химический отдел**, который разрабатывает и производит смолы с характеристиками, необходимыми для конкретного применения.





# Условия эксплуатации

## ТЕМПЕРАТУРА

Конденсаторы должны нормально функционировать в следующих температурных пределах:

Максимальная	55°C
Среднесуточная	45°C
Среднегодовая	35°C

Это означает, что конденсатор никогда не должен достигать температуры свыше 55°C, а также находиться более 24 часов при 45°C или более года при температуре выше 35°C.

## НАПРЯЖЕНИЕ

Максимальная величина превышения напряжения, которую способен выдержать конденсатор, составляет 1,10 от величины номинального напряжения, как это показано на **Схеме Е**.

## ТОК

Максимальное значение тока, допустимое для конденсатора, составляет 1,5 от номинального тока ( $1,5 \cdot I_n$ ).

## ВЫСОТА НАД УРОВНЕМ МОРЯ

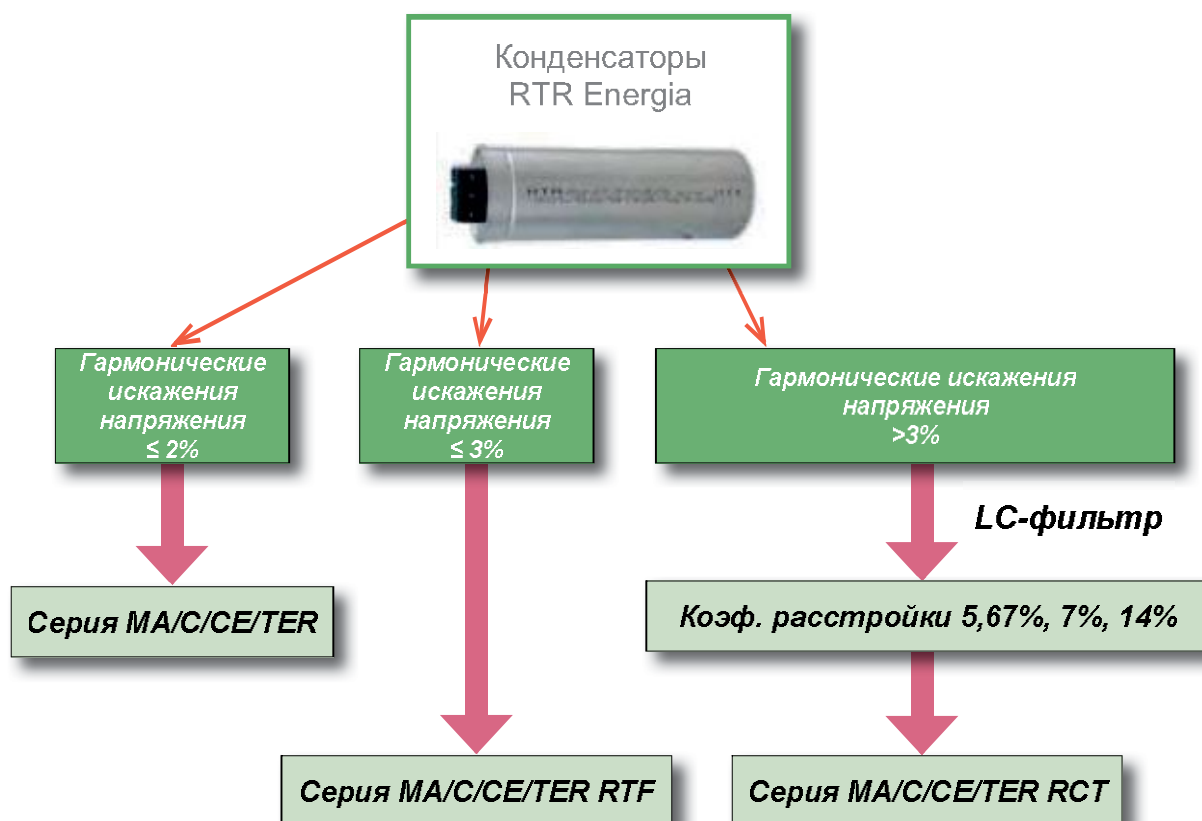
Высота над уровнем моря места установки конденсаторов не должна превышать 2000 м. При больших значениях ухудшаются условия теплоотвода, и это необходимо учитывать при выборе типоразмера конденсатора.

## ГАРМОНИКИ

Допустимый гармонический состав определяется с учетом предельных значений гармоник тока и напряжения. Эти значения приведены ниже:

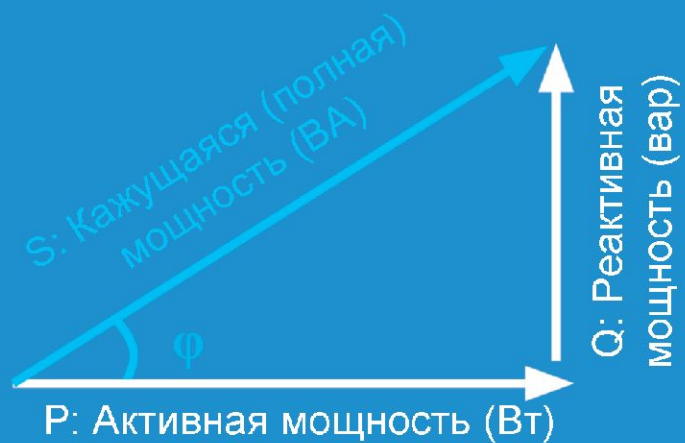
THDU <sub>max</sub>	2%
THDI <sub>max</sub>	25%

THD – Total Harmonic Distortion (суммарное значение коэффициента нелинейных искажений)





# Компенсация реактивной Мощности



# Электрическая мощность

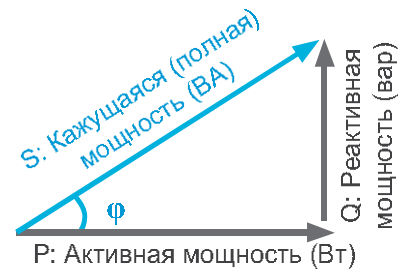
Понятие электрической мощности может быть истолковано как «способность электрооборудования выполнять механическую работу» или как «количество работы, выполненное за единицу времени».

Мощность измеряется в ваттах (Вт), наиболее часто используемые кратные единицы – это киловатты (кВт) и мегаватты (МВт), а дольные единицы – милливатты (мВт).

В оборудовании переменного тока, действие которого основано на электромагнитных процессах (трансформаторы, электродвигатели и иные устройства, генерирующие свои собственные магнитные поля), совместно существуют три вида мощности:

- Активная мощность (P)
- Реактивная мощность (Q)
- Кажущаяся (полная) мощность (S)

Связь этих трех различных видов мощности друг с другом можно описать через так называемый треугольник мощностей. Угол  $\varphi$ , образованный активной и полной мощностью, определяет фазовый сдвиг между напряжением (U) и током (I), а значение косинуса этого угла равно коэффициенту мощности (PF) при условии отсутствия гармонических искажений.



$$P = S \cdot \cos(\varphi)$$

$$Q = S \cdot \sin(\varphi)$$

где S:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \text{ в трехфазной цепи}$$

$$S = U \cdot I \text{ в однофазной цепи}$$

## КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ (FP)

Коэффициент мощности (FP) – это отношение активной мощности (P) к полной (S). Его значение зависит от характера нагрузки системы. При этом активная нагрузка имеет коэффициент мощности, близкий к единице.

При подключении индуктивных или емкостных нагрузок коэффициент мощности может изменяться в зависимости от отставания или опережения тока по отношению к напряжению.

Этот сдвиг по фазе и определяет значение коэффициента мощности.

### Значения коэффициента мощности для наиболее распространенных промышленных устройств:

Асинхронные двигатели при нагрузке 50%	0,73
Асинхронные двигатели при нагрузке 100%	0,85
Установки для электродуговой сварки	0,5
Оборудование для сварки трением	0,7-0,9
Сварочные выпрямители	0,7-0,9

### Значения коэффициента мощности для небольших электроустановок:

Люминесцентные лампы	0,5
Газоразрядные лампы	0,4-0,6
Печи с диэлектрическим нагревом	0,85
Дуговые печи	0,8
Индукционные печи	0,85

# Электрическая мощность

## АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ (P)

Активная мощность представляет собой полезную мощность, измеряемую в ваттах (Вт). Она определяется количеством энергии, реально используемой при работе электрооборудования, т.е. энергии, снимаемой с вала двигателя для вращения механизма, энергии, выделяющейся на сопротивлении электронагревателя или расходуемой на излучение света лампы и т.д.

Активная мощность также является мощностью, покупаемой у энергоснабжающей компании. Она поступает к жилым домам, промышленным предприятиям, офисам и прочим потребителям из системы электроснабжения. Общее количество энергии, потребленное всем электрооборудованием, обычно учитывается счетчиками или другими приборами учета, которые устанавливаются поставщиками электроэнергии для измерения ее суммарного потребления за определенный промежуток времени, указываемый в договорах на электроснабжение.

## РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ (Q)

Реактивная мощность – это мощность, потребляемая электродвигателями, трансформаторами и прочим электрооборудованием, содержащим катушки индуктивности или обмотки, создающие электромагнитные поля. Эти индуктивности являются частью электрической цепи и для системы электроснабжения они являются нагрузкой, потребляющей как активную, так и реактивную мощность. Эффективность их работы зависит от коэффициента мощности; чем ниже его значение, тем больше значение потребленной реактивной мощности. Реактивная мощность не совершает никакой полезной работы, но оказывает негативное влияние на систему передачи и распределения электроэнергии, поэтому за ее потребление электросетевые компании накладывают штрафы или берут оплату по более высоким тарифам. Реактивная мощность измеряется в вольт-амперах-реактивных (вар), а наиболее распространенной является кратная единица измерения киловольтампер (квар).

## ПОЛНАЯ (КАЖУЩАЯСЯ) МОЩНОСТЬ (S)

Кажущаяся, или полная мощность, в соответствии с теоремой Пифагора, представляет собой векторную сумму активной и реактивной мощностей. Эти две составляющие представляют собой общую входную мощность, а также суммарную мощность, отдаваемую в сеть электрогенераторами. Эта мощность передается по распределительным проводам, кабелям и линиям, поступая к потребителям: населению, промышленным предприятиям и т. п. Полная мощность измеряется в вольт-амперах (ВА).





# Проблемы, связанные с реактивной мощностью

## УВЕЛИЧЕНИЕ ПОТЕРЬ В ПРОВОДАХ

- Нагрев проводов вызывает ускорение старения изоляции, снижение срока службы, способствует возникновению коротких замыканий.
- Снижение пропускной способности энергосистемы при генерации дополнительной мощности для компенсации потерь.
- Нагрев обмоток трансформаторов и снижение нагрузочной способности без видимых причин.

Тепловые (джоулевы) потери

$$P_{\text{потерь}} = I^2 \cdot R$$

$I$ : ток, протекающий через проводник, в амперах (А)

$R$ : сопротивление проводника, в Омах (Ом)

## ПЕРЕГРУЗКА ГЕНЕРАТОРОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Повышение тока из-за низкого коэффициента мощности вызывает перегрузку генераторов и трансформаторов, и, как следствие, уменьшение их срока службы вследствие превышения расчетных характеристик.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Протекающий по электрическому проводнику ток вызывает падение на нем напряжения, величина которого определяется по закону Ома.

Возрастание величины тока из-за низкого значения коэффициента мощности вызывает увеличение падения напряжения, что приводит к снижению напряжения на нагрузке относительно требуемого значения, и, следовательно, приводит к снижению мощности, поступающей в нагрузку.



# Преимущества компенсации реактивной мощности

## УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ (ДЖОУЛЕВЫХ) ПОТЕРЬ

Если значение тока в законе Джоуля–Ленца выразить через соотношение для активной мощности, то можно получить следующую зависимость:

$$\frac{\text{Потери}_f}{\text{Потери}_i} = \left( \frac{\cos\varphi_i}{\cos\varphi_f} \right)^2$$

*Потери<sub>f</sub>*: начальные потери

*Потери<sub>i</sub>*: конечные потери

*cosφ<sub>i</sub>*: нач. коэф. мощности

*cosφ<sub>f</sub>*: конечный коэф. мощности

Снижение тепловых потерь:				
cosφ <sub>нач.</sub>	cosφ <sub>кон.</sub>			
	0,85	0,90	0,95	1,00
0,50	65,40%	69,14%	72,30%	75,00%
0,55	58,13%	62,65%	66,48%	69,75%
0,60	50,17%	55,56%	60,11%	64,00%
0,65	41,52%	47,84%	53,19%	57,75%
0,70	32,18%	39,51%	45,71%	51,00%
0,75	22,15%	30,56%	37,67%	43,75%
0,80	11,42%	20,99%	29,09%	36,00%
0,85	-	10,80%	19,94%	27,75%
0,90	-	-	10,25%	19,00%
0,95	-	-	-	9,75%

## УМЕНЬШЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Учитывая ежедневные потери в электрических распределительных сетях, составляющие 8850 кВт·ч, и количество диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), выбрасываемого в атмосферу в процессе производства электроэнергии, равное 400 г/кВт·ч, ежедневно в атмосферу Испании выбрасывается 3,5 т углекислого газа. Это составляет 1,25% от годового значения выбросов при производстве электроэнергии.

Компенсация реактивной мощности позволяет снизить выбросы диоксида углерода до 1,36 т, что составляет почти 500 т в год.



## Преимущества компенсации реактивной мощности



### УМЕНЬШЕНИЕ ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

В процессе передачи электроэнергии на расстояние, ток вынужден преодолевать электрическое сопротивление ( $Z$ ) проводов, что вызывает падения напряжения в линии.

Падение напряжения можно определить по закону Ома, оно равно произведению величины тока на сопротивление. Если выразить величину требуемого тока через активную мощность и подставить ее в закон Ома, получим следующее выражение:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{актив.}} \cdot Z}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{cte}{\cos\varphi} \rightarrow \frac{\Delta U_f}{\Delta U_i} = \frac{\cos\varphi_i}{\cos\varphi_f}$$

$\Delta U$  - падение напряжения в линии,  
 $U$  - напряжение линии,  
 $Z$  - полное сопротивление провода.

### Уменьшение падения напряжения в линиях электропередач:

$\cos\varphi_{\text{нач.}}$	$\cos\varphi_{\text{конеч.}}$			
	0,85	0,90	0,95	1,00
0,50	41,18%	44,44%	47,37%	50,00%
0,55	35,29%	38,89%	42,11%	45,00%
0,60	29,41%	33,33%	36,84%	40,00%
0,65	23,53%	27,78%	31,58%	35,00%
0,70	17,65%	22,22%	26,32%	30,00%
0,75	11,76%	16,67%	21,05%	25,00%
0,80	5,88%	11,11%	15,79%	20,00%
0,85	-	5,56%	10,53%	15,00%
0,90	-	-	5,26%	10,00%
0,95	-	-	-	5,00%

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПРИРОСТ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

При скомпенсированном коэффициенте мощности часть избыточной энергии, высвобождающейся за счет уменьшения потерь, может быть использована потребителями. Исходя из данных о потреблении и потерях, Испанская национальная энергоснабжающая компания может получить дополнительно 0,5% мощности.



## Экономические преимущества компенсации реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности дает не только технические, но и экономические преимущества.

С января 2012 года испанские компании с потреблением по контракту от 15 кВт и выше (т.е. практически все коммерческие организации: от небольших магазинов до крупных промышленных предприятий) начали сталкиваться с незапланированным ростом расходов на электроэнергию. Это связано с вступлением в силу изменений в законодательстве, опубликованных в Официальном Бюллетене от 31 декабря 2009 года, направленных на повышение энергоэффективности за счет более ответственного использования электроэнергии коммерческими потребителями.

Стоимость реактивной мощности в Испании			
cosφ	€/квар·ч (2009)	€/квар·ч (2010)	Рост, % 2009-2010
$\cos \varphi \geq 0,95$	0	0	-
$0,9 \leq \cos \varphi < 0,95$	0,000013	0,041554	319,546%
$0,85 \leq \cos \varphi < 0,9$	0,017018	0,041554	144,18 %
$0,8 \leq \cos \varphi < 0,85$	0,034037	0,041554	22,08 %
$\cos \varphi < 0,8$	0,051056	0,062332	22,08 %

Компенсация реактивной мощности осуществляется путем установки в электросетях конденсаторных батарей, генерирующих емкостную составляющую реактивной мощности и снижающих потери в проводах, связанные с перетоками реактивной мощности.

При новых тарифах, любое промышленное предприятие, имеющее такое оборудование, как печи или люминесцентные лампы (см. раздел А), может пострадать из-за существенно возросших счетов с учетом в них потребления реактивной мощности.

Для потребителей, которые никогда ранее не платили за потребление реактивной мощности, новая поправка в законодательстве означает, что с января 2010 года они стали получать резко возросшие счета за электроэнергию.



Очевидно, что это «нововведение» особенно затронуло промышленные предприятия, которые используют трансформаторы, электродвигатели и прочее промышленные электроприемники, для работы которых необходимо магнитное поле.



# Расчет емкостной энергии, необходимой для компенсации

Для определения коэффициента мощности с целью его коррекции используется метод, состоящий из трех этапов, иллюстрируемый на приведенной блок-схеме:

1. Расчет реактивной мощности установки
2. Расчет емкостной энергии, необходимой для компенсации
3. Расчет параметров ступеней батареи с учетом колебаний значения коэффициента мощности (FP)

## РАСЧЕТ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Расчет реактивной мощности установки предполагает определение ее коэффициента мощности (FP). Следовательно, должен быть выполнен детальный анализ режимов объекта, для чего требуется:

- Анализатор электроэнергии
- Анализ счетов за потребление электроэнергии, как показано на блок-схеме.

## РАСЧЕТ ЕМКОСТНОЙ ЭНЕРГИИ

После определения коэффициента мощности установки необходимо выбрать желаемое значение  $FP_{\text{желаемый}}$  коэффициента мощности (при котором реактивная мощность будет полностью скомпенсирована). Это значение должно быть как можно ближе к единице.

Обычно применяется величина, называемая «**к-фактор**», представляющая собой разность между тангенсами начального и желаемого углов сдвига фаз. Наиболее часто встречающиеся значения коэффициента  $k$  приведены ниже.

Как только значения  $k$  и  $F$  рассчитаны, может быть определена мощность конденсатора ( $P_{\text{квар}}$ ) в квар, необходимая для коррекции коэффициента мощности. Компания **RTR Energia S.L.** рекомендует увеличить значение этой мощности на 15-20%  $P_{\text{квар}}$ , чтобы предусмотреть возможное увеличение нагрузки.

$$P = \Sigma \text{ Активные мощности (кВт}\cdot\text{ч)}$$

$$Q = \Sigma \text{ Реактивные мощности (квар}\cdot\text{ч)}$$

$$FP = \cos(\varphi) = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Выбор желаемого значения

$$FP_{\text{желаемый}} = \cos(\varphi_{\text{желаемый}})$$

$$k = \tan(\varphi_{\text{нач.}}) - \tan(\varphi_{\text{желаемый}})$$

Определение значения  $F$  (кВт):

- Мощность (кВт), измеренная указателем макс. нагрузки.
- Запрошенная предприятием мощность (кВт)
- Произведение часового расхода электроэнергии (кВтч) и времени работы (в часах).

$$P_{\text{квар}} = k \cdot F$$

**Пример:**

$$F = 85 \text{ кВт (макс. потребление)}$$

$$\cos(\varphi_{\text{начальный}}) = 0,73$$

$$\cos(\varphi_{\text{желаемый}}) = 1$$

$$k = 0,936 \text{ - из таблицы:}$$

$$P_{\text{квар}} = 85 \cdot 0,936 = 79,56 \text{ квар}$$

$$P_{\text{квар рекомендуемая}} = 95 \text{ квар}$$

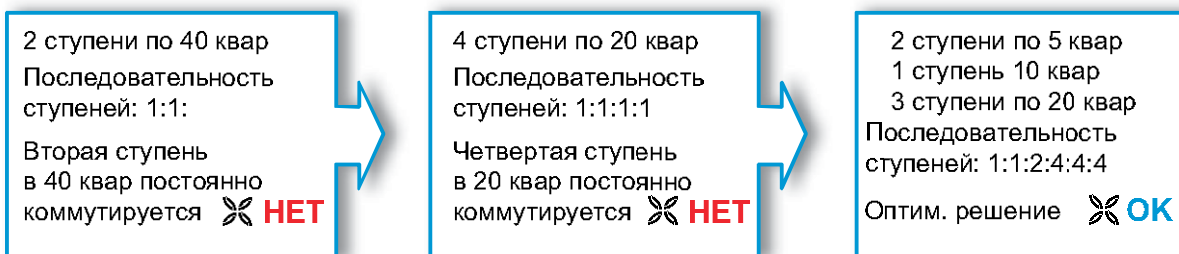
# Расчет емкостной энергии, необходимой для компенсации

## РАСЧЕТ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Если выбрана центральная схема компенсации (см. раздел F), то для определения количества ступеней конденсаторной батареи, необходимого для получения расчетной емкостной энергии на протяжении всего времени работы, нужно знать график колебаний коэффициента мощности во времени.

Например, предположим, что необходима батарея мощностью 80 квар, причем известно, что 60 квар требуются для компенсации реактивной мощности от непрерывно работающего электродвигателя, а оставшиеся 20 квар относятся к нагрузкам, которые могут периодически появляться и исчезать в течение суток.

- 1:1:1:1...мощности всех ступеней конденсаторной батареи одинаковы.
- 1:2:2:2...мощность первой ступени равна половине мощности других ступеней.
- 1:2:4:4...мощность первой ступени равна половине второй, которая, в свою очередь, имеет мощность, равную половине мощности оставшихся ступеней.



Наиболее часто встречающиеся значения коэффициента  $k$

Коэф. мощности до компенсации	Коэффициент мощности после компенсации											
	cosφ	0,80	0,84	0,88	0,90	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
	tgφ	0,750	0,646	0,540	0,484	0,484	0,329	0,292	0,251	0,203	0,142	0,000
0,400	2,291	1,541	1,645	1,752	1,807	1,865	1,963	2,000	2,041	2,088	2,149	2,291
0,430	2,100	1,350	1,454	1,560	1,615	1,674	1,771	1,808	1,849	1,897	1,957	2,100
0,460	1,930	1,180	1,284	1,391	1,446	1,504	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930
0,490	1,779	1,029	1,133	1,239	1,295	1,353	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779
0,520	1,643	0,893	0,997	1,103	1,158	1,217	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
0,550	1,518	0,768	0,873	0,979	1,034	1,092	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518
0,580	1,405	0,655	0,759	0,865	0,920	0,979	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405
0,610	1,299	0,549	0,653	0,759	0,815	0,873	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299
0,640	1,201	0,451	0,555	0,661	0,716	0,775	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201
0,670	1,108	0,358	0,462	0,568	0,624	0,682	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108
0,700	1,020	0,270	0,374	0,480	0,536	0,594	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020
0,730	0,936	0,186	0,290	0,396	0,452	0,510	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936
0,760	0,855	0,105	0,209	0,315	0,371	0,429	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855
0,790	0,776	0,026	0,130	0,236	0,292	0,350	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776
0,800	0,750	-	0,104	0,210	0,266	0,324	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750
0,810	0,724	-	0,078	0,184	0,240	0,298	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724
0,820	0,698	-	0,052	0,158	0,214	0,272	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698
0,830	0,672	-	0,026	0,132	0,188	0,246	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672
0,840	0,646	-	-	0,106	0,162	0,220	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646
0,850	0,620	-	-	0,080	0,135	0,194	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620
0,860	0,593	-	-	0,054	0,109	0,167	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593
0,870	0,567	-	-	0,027	0,082	0,141	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567
0,880	0,540	-	-	-	0,065	0,114	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540
0,890	0,512	-	-	-	0,028	0,086	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512
0,900	0,484	-	-	-	-	0,058	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484
0,910	0,456	-	-	-	-	0,030	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456
0,920	0,426	-	-	-	-	-	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426
0,930	0,395	-	-	-	-	-	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395
0,940	0,363	-	-	-	-	-	0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363
0,950	0,329	-	-	-	-	-	-	0,037	0,078	0,126	0,186	0,329
0,960	0,292	-	-	-	-	-	-	-	0,041	0,089	0,149	0,292
0,970	0,251	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048	0,108	0,251
0,980	0,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,061	0,203
0,990	0,142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,142

# Структуры для компенсации реактивной мощности

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ

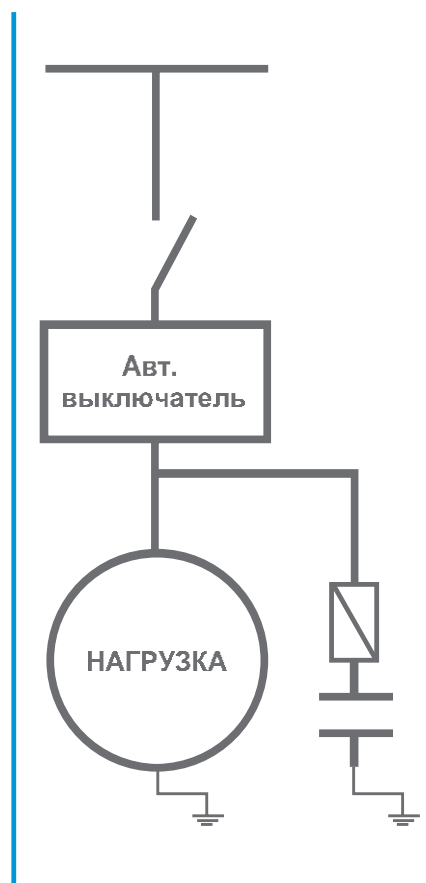
Индивидуальная компенсация используется в оборудовании с продолжительным режимом работы в случаях, когда потребление реактивной мощности весьма велико, главным образом, для электродвигателей и трансформаторов. Конденсаторы устанавливаются на каждую отдельную нагрузку, поэтому воздействие перетоков реактивной мощности испытывают только проводники, соединяющие нагрузку и конденсатор. Такая конфигурация имеет следующие преимущества:

- Реактивная мощность заключена «в границах» между нагрузкой и конденсатором. Поэтому остальная часть линии не испытывает воздействия реактивной мощности.
- Конденсатор включается только при подключении нагрузки (т.е. пуск и подключение конденсатора происходят одновременно), поэтому отсутствует необходимость в какой-либо дополнительной системе управления.

С другой стороны, такая конфигурация имеет следующие недостатки:

- Суммарная стоимость отдельных конденсаторов выше стоимости эквивалентного по мощности конденсатора для всех устройств.
- Конденсаторы будут недоиспользованы по мощности, когда те или иные нагрузки находятся в режиме простоя в течение длительного времени.

Возможность применения рассмотренного способа компенсации должна быть тщательно исследована в следующих случаях: при компенсации реактивной мощности асинхронных двигателей и для силовых трансформаторов ([см. раздел G](#)).



# Структуры для компенсации реактивной мощности

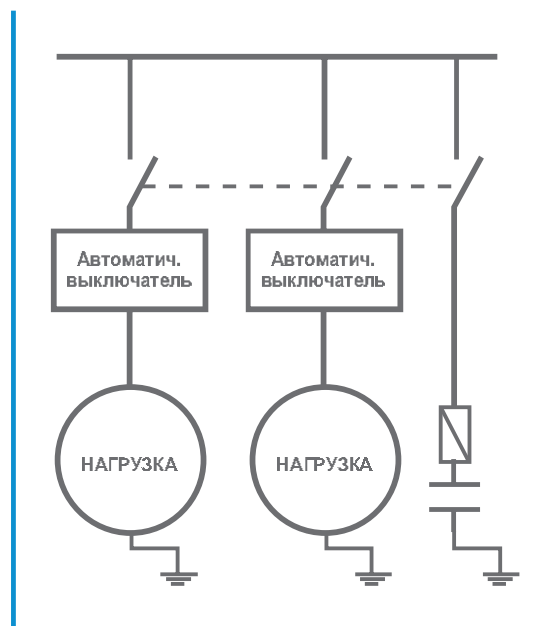
## ГРУППОВАЯ КОМПЕНСАЦИЯ

Использование групповой компенсации предпочтительно в случае одновременного подключения нескольких нагрузок (одинаковых или различных) при относительно постоянной величине реактивной мощности.

Такая конфигурация имеет следующие преимущества:

- Конденсаторная батарея может быть размещена в щите управления двигателями.
- Конденсаторы используются только в процессе работы нагрузки.
- Низкая стоимость установки
- Реактивная мощность полностью исключена из распределительной электросети.

С другой стороны, недостатком такой структуры компенсации с точки зрения силовых проводников является присутствие реактивной мощности на участке между нагрузками и щитом управления двигателями.

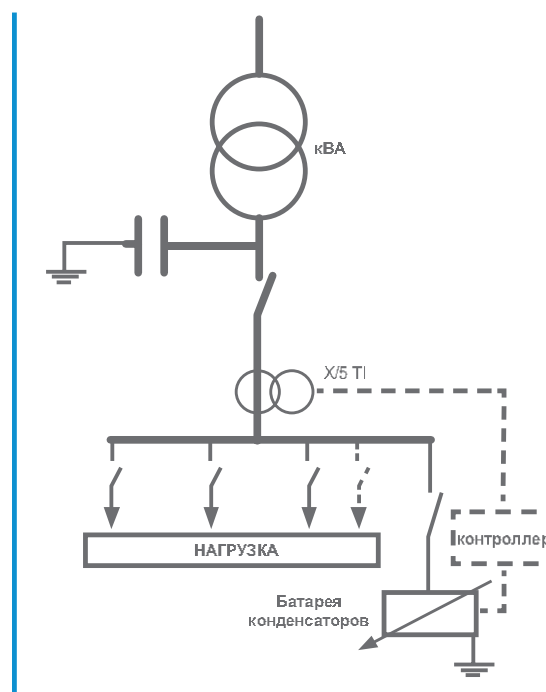


## ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ КОМПЕНСАЦИЯ

Общая батарея конденсаторов устанавливается (размещается) на ответвлении, рядом со щитом питания. Суммарная емкость батареи разделена на блоки или ступени, соединенные с контроллером, который, при необходимости, может автоматически подключать или отключать их в зависимости от мгновенного потребления реактивной мощности. Такая конфигурация имеет следующие преимущества:

- Более эффективное использование конденсаторов.
- Лучшее регулирование напряжения в энергосистеме.
- Выходная мощность батареи регулируется в соответствии с текущей потребностью.

С другой стороны, недостаток такой конфигурации системы компенсации заключается в том, что линия электропередач остается нагруженной реактивной мощностью, и, кроме того, в такой конфигурации для осуществления регулирования необходим автоматический контроллер.



# Компенсация реактивной мощности электродвигателей и трансформаторов

## ПРЯМОЙ ПУСК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

При компенсации отдельных асинхронных электродвигателей необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать явления самовозбуждения. Самовозбуждение возникает тогда, когда двигатель отключается от источника, но все еще по инерции продолжает вращаться до окончательной остановки. При отключении напряжения, если к клеммам двигателя подключено компенсирующее устройство, емкостные токи конденсатора, протекающие по обмоткам статора генерируют магнитное поле в роторе, направление которого совпадает с направлением спадающего магнитного поля. Таким образом, двигатель продолжает работать в режиме генератора, что может вызвать перенапряжения на клеммах двигателя.

Есть два возможных способа избежать возникновения явления самовозбуждения:

- Емкостные токи конденсатора должны быть ограничены за счет ограничения мощности конденсаторной батареи на таком уровне, при котором они не превышают ток холостого хода двигателя (стандарт **EN60831-1** рекомендует не допускать превышения величины, равной 90% реактивного тока двигателя на холостом ходу).
- Компенсация может выполняться с использованием контактора. В этом случае, если двигатель отключается от сети, конденсатор будет также отключен от зажимов двигателя.

На практике можно руководствоваться соотношением:

$$Q_{\text{компенсации}} = 0,3 \cdot P_{\text{номин. мощн. двигателей}}$$

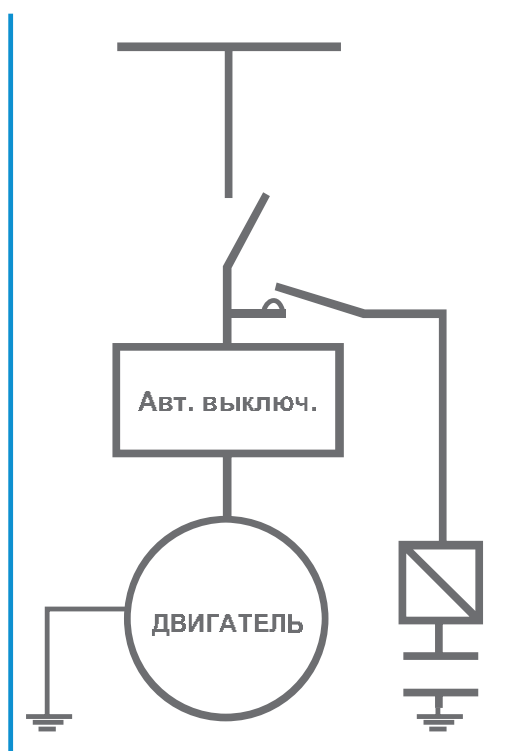


$$Q_{\text{компенсации}} = P \cdot (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f)$$

$$Q_{\text{компенсации}} \leq Q_{\text{предельная}}$$

$$Q_{\text{предельная}} = 0.9 \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_0$$

$$Q_{\text{предельная}} = 2 \cdot P (1 - \cos \varphi_{\text{исходн.}})$$



# Компенсация реактивной мощности электродвигателей и трансформаторов

## ПУСК С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ СО ЗВЕЗДЫ НА ТРЕУГОЛЬНИ

Иногда прямое подключение двигателя на сеть недопустимо в связи с большой величиной пусковых токов двигателя. В этом случае для пуска можно использовать схемы с переключением со звезды на треугольник.

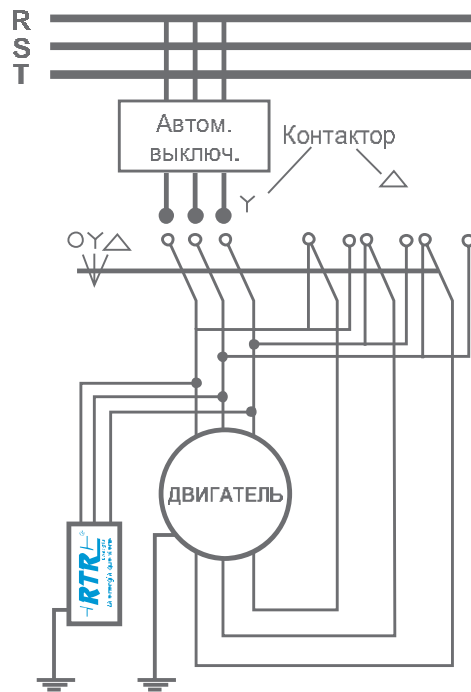
Если двигатель оснащен подобной схемой, то подключение конденсатора осуществляется через контактор тогда, когда завершится пуск двигателя (соединение в звезду), и он выйдет на установившийся режим.

Использование этого способа позволяет избежать бросков тока и перенапряжений при пуске двигателя.

## ВЫБОР КОМПЕНСИРУЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Мощность двигателя		Мощность конденсаторов, квар			
кВт	л.с.	3000 об/мин	1500 об/мин	1000 об/мин	750 об/мин
7,5	10	2,50	2,50	2,50	5,00
11	15	2,50	2,50	5,00	5,00
15	20	5,00	5,00	5,00	7,50
18	25	5,00	5,00	7,50	10,00
22	30	7,50	7,50	10,00	10,00
30	40	10,00	10,00	12,50	15,00
37	50	12,50	15,00	17,50	20,00
45	60	15,00	17,50	20,00	22,50
55	75	17,50	25,00	22,50	25,00
75	100	22,50	27,50	27,50	32,50
90	125	25,00	30,00	35,00	40,00
110	150	30,00	35,00	42,50	45,00
132	180	37,50	45,00	45,00	55,00
160	220	45,00	50,00	60,00	65,00
200	270	50,00	60,00	67,50	80,00
250	340	60,00	65,00	75,00	85,00
280	380	70,00	77,50	85,00	95,00
355	485	85,00	95,00	107,50	122,50
400	544	100,00	105,00	125,00	135,00

Примечание: численные значения в таблице приведены исключительно в ознакомительных целях



Коммутация из состояния покоя в звезду:

1. Разомкнуть контакты, соответствующие включению в треугольник.
2. Подключить к сети.
3. Подключить к нейтрали.

Коммутация со звезды на треугольник:

1. Отключить нейтраль.
2. Перевести контакты в положение «треугольник».



# Компенсация реактивной мощности электродвигателей и трансформаторов

## СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

В случае трансформатора требуется компенсировать его реактивную мощность при работе на холостом ходу  $Q_0$  (она является постоянной величиной), а также потребляемую реактивную мощность под нагрузкой.

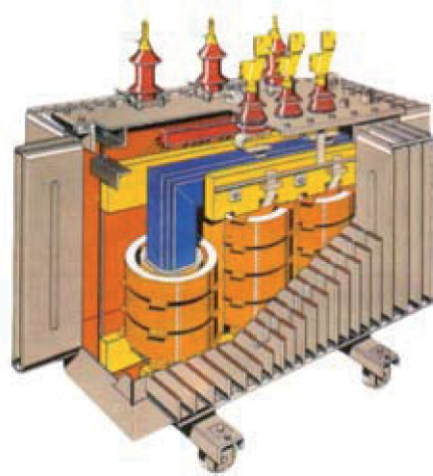
Ниже в таблице приведены примерные значения реактивной мощности конденсаторов в зависимости от мощности трансформатора.

$$Q_{\text{компенсации}} = Q_0 + Q_{\text{нагрузки}}$$

$$Q_{\text{компенсации}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_0}{100} + \frac{U_{\text{сз}}}{100} \cdot \left( \frac{S}{S_n} \right)^2 \cdot S_n$$

где:

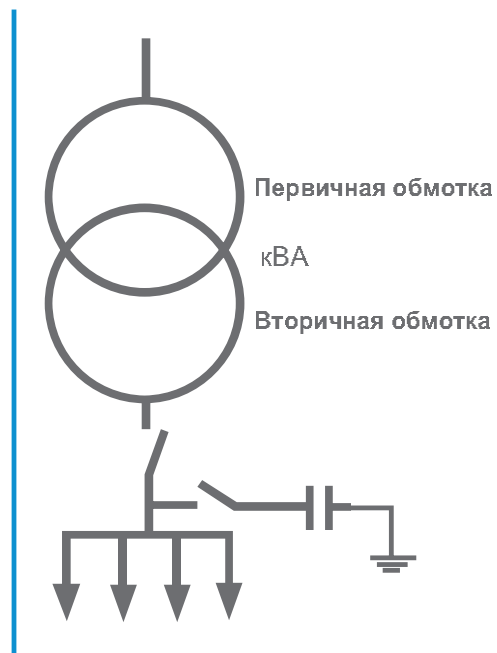
$I_0$  = ток намагничивания (%),  
 $U$  = номин. напряжение первичной обмотки,  
 $U_{\text{сз}}$  = напряжение короткого замыкания (%),  
 $S$  = номинальная полная мощность,  
 $S_n$  = полезная мощность.



## ТАБЛИЦА КОМПЕНСАЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Мощность кВА	Напряжение < 24 кВ	Напряжение > 24 кВ
25	2,50	2,50
50	5,00	5,00
100	7,50	10,00
160	10,00	12,50
250	15,00	20,00
400	20,00	25,00
500	25,00	30,00
630	30,00	40,00
800	45,00	50,00
1000	60,00	65,00
1250	70,00	80,00
1600	90,00	100,00
2000	112,50	120,00
2500	155,00	165,00

Примечание: численные значения в таблице приведены исключительно в ознакомительных целях



На практике можно руководствоваться соотношением:

$$Q_{\text{компенсации}} = 0,05 \cdot S_n \text{ для } S_n \leq 1000 \text{ кВА}$$

$$Q_{\text{компенсации}} = 0,03 \cdot S_n \text{ для } S_n > 1000 \text{ кВА}$$



## Контроль качества, установка, меры безопасности

При производстве силовых конденсаторов компании **RTR Energía S.L.** осуществляется строжайший контроль качества, обеспечивающий надлежащую работу конденсаторов в любых условиях эксплуатации. Для достижения оптимальных характеристик конденсаторов настоятельно рекомендуется соблюдать прилагаемые рекомендации по монтажу и установкам.

### РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Распредустройства должны быть рассчитаны, прежде всего, на возможные аварийные режимы и иметь габариты, рассчитанные на ток, в 1,6–2 раза превышающий номинальный ток конденсаторов.

### ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Аналогично распредустройствам, предохранители должны быть рассчитаны на возможные аварийные режимы и обеспечивать возможность работы при ударных токах заряда и разряда конденсаторов. Поэтому их номиналы должны иметь коэффициент запаса от 1,6 до 2 по отношению к номинальному току конденсаторов.

### ПРОВОДНИКИ

По тем же причинам минимальное сечение проводников должно быть в 1,8 раза больше, чем исходя из номинального тока.

### ТЕМПЕРАТУРА

Для надежной работы конденсаторов температура окружающей среды должны находиться в диапазоне от минус 25°C до +55°C. По этой причине, в случае установки в шкафу дросселей, конденсаторы следует располагать ниже их, чтобы обеспечить необходимые условия для охлаждения и вентиляции.



**Underwriters  
Laboratories**



Компания **RTR Energía S.L.** стремится к постоянному совершенствованию своей продукции. Ее система управления качеством сертифицирована в соответствии с ISO 9001:2008 AENOR и IQNet.



Никогда не выполняйте никаких работ с заряженными конденсаторами. Перед тем, как прикоснуться к конденсатору (даже при наличии разрядных сопротивлений) его выводы следует закоротить и заземлить.

## Пример: торговое предприятие

Продemonстрируем реальное применение компенсации коэффициента мощности на примере гостиничного комплекса. Установленное электрооборудование требует 40 кВт мощности, при этом ежемесячный счет составляет €1468,66 за потребленную мощность плюс €420,42 за реактивную мощность как таковую. Следовательно, компенсируя реактивную мощность, можно сэкономить на оплате электроэнергии порядка 28%.

Статистические данные потребления мощности, приведенные ниже, разделены на шестидневные интервалы. Для каждого интервала приведены значения активной и реактивной мощности и значение максимальной потребленной мощности (по показаниям указателя максимальной нагрузки).

### РАСЧЕТ ОБЩЕЙ МОЩНОСТИ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Следуя расчетному алгоритму, приведенному в **Приложении Е**, и принимая контрактную мощность в качестве величины  $F$ , можно определить коэффициент мощности оборудования и мощность необходимого компенсирующего устройства.

### РАСЧЕТ СТУПЕНЕЙ

Следуя алгоритму, приведенному в **Приложении Е**, и принимая в качестве  $F$  соответствующие значения указателя максимальной нагрузки для каждого интервала, можно определить значения коэффициента мощности и требуемой мощности компенсирующего устройства.

Расчет мощности	$FP = \cos\varphi$	$k$	$F(\text{кВт})$	$P_{\text{квар}}$
	0,73	0,935	40	37,42

Расчет мощности	$FP = \cos\varphi$	$k$	$F(\text{кВт})$	$P_{\text{квар}}$
P1	0,77	0,826	35	28,89
P2	0,77	0,841	40	33,65
P3	0,61	1,291	22	28,40
P4	0,78	0,807	32	25,82
P5	0,70	1,012	32	32,37
P6	0,68	1,085	21	22,79



Интервал времени	Потребление	
Активная мощность P1	1737	кВт·ч
Активная мощность P2	4863	кВт·ч
Активная мощность P3	1427	кВт·ч
Активная мощность P4	683	кВт·ч
Активная мощность P5	1820	кВт·ч
Активная мощность P6	610	кВт·ч
Реактивная мощность P1	1434	квар·ч
Реактивная мощность P2	4091	квар·ч
Реактивная мощность P3	1842	квар·ч
Реактивная мощность P4	551	квар·ч
Реактивная мощность P5	1841	квар·ч
Реактивная мощность P6	662	квар·ч
Максимальное потребление P1	35	кВт
Максимальное потребление P2	40	кВт
Максимальное потребление P3	22	кВт
Максимальное потребление P4	32	кВт
Максимальное потребление P5	32	кВт
Максимальное потребление P6	21	кВт

Таким образом, мощность конденсаторной батареи должна составлять не менее 37,5 квар.

Компания **RTR Energía S.L.** рекомендует увеличить это значение на 15-20%, чтобы иметь запас на возможное увеличение потребляемой мощности. Поэтому выбранная батарея конденсаторов, в данном случае серии Mural (настенный монтаж), имеет мощность 45 квар, с 5 ступенями (1x5+4x10).

Батареи серии Minimural в данном случае неприемлемы, поскольку они имеют только три ступени (3x15).

## Выводы

Компенсация реактивной мощности дает следующие преимущества:

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ** за счет снижения потерь на передачу энергии. Снизив потери, мы избавляемся от необходимости производить избыточное количество энергии для компенсации этих потерь. Кроме того, снижается выделение парниковых газов, сопутствующих производству электроэнергии.

**УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ:** избыточная энергия, производимая для компенсации потерь, теперь может быть использована на полезное потребление. Основываясь на статистических данных об энергопотреблении и потерях, пропускная способность Национальной энергосистемы Испании увеличилась бы на 0,5%, что соответствует энергии, достаточной для обеспечения в течение более чем двух лет потребности в электроэнергии городов Сеута и Мелилья.

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ** за счет исключения необходимости увеличения сечения проводников даже при возрастании токов. Соответственно, материалы, которые существенно влияют на стоимость системы (напр. медь), используются более эффективно.

**УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН.** Наличие реактивной мощности приводит к увеличению тока, что вызывает снижение срока службы электрооборудования.

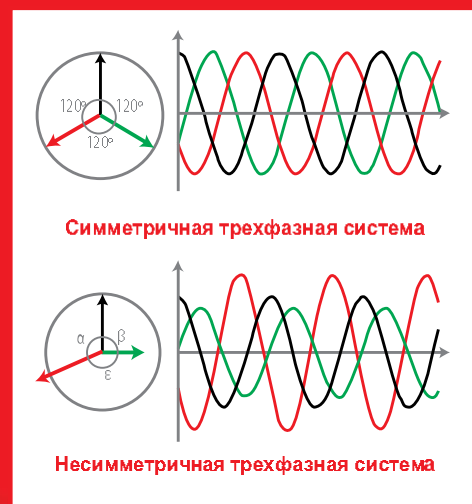
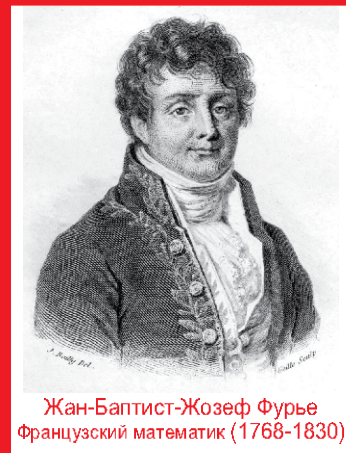
**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ** за счет снижения падений напряжения при передаче электроэнергии. Эти падения напряжения вызывают снижение полезной мощности на нагрузке, такой как электродвигатели, осветительные приборы и др.

**ЭКОНОМИЯ** на счетах за электроэнергию, достигаемая путем исключения штрафов за потребление реактивной мощности. На сегодняшний день эти штрафы могут достигать 30% от общей суммы счета за электроэнергию.





# Гармоники и качество электроэнергии





## Качество электроэнергии

Основные параметры, характеризующие любой источник электропитания, это питающее напряжение (U) и ток (I).

Стабильность напряжения (U) и способность сети обеспечить потребителей необходимым количеством электроэнергии зависит от энергоснабжающей компании.

По принятой в Испании классификации трехфазные системы электроснабжения с напряжением 400 В и частотой 50 Гц относятся к системам низкого напряжения до 1000 В. Системы с напряжениями от 1000 В до 25 кВ принято относить к классу среднего напряжения, что зависит от региона и энергоснабжающей компании.

И, наконец, системы с напряжением выше 25 кВ принято относить к классу высокого напряжения; такие уровни напряжений в основном используются при передаче электроэнергии на большие расстояния.

В настоящее время, **понятия КАЧЕСТВО (энергоснабжение без искажений) ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ и ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (получение максимального полезного эффекта от ее использования)** должны рассматриваться как одно целое. По этой причине следует оптимизировать как потребление энергии, так и ее передачу и использование, что является гарантом правильного функционирования электрооборудования.

Наиболее важным показателем качества и энергетической эффективности энергосистемы является производство и передача максимального количества активной энергии, совершающей полезную работу. Это компенсирует колебания электрической нагрузки, а также непродуктивные нагрузки, потребляющие реактивную мощность (см. главу «**Компенсация реактивной мощности**»), и искажения формы тока и напряжения, вызываемые электрооборудованием с нелинейными характеристиками, таким как дроссели, регулируемые электроприводы, выпрямители, электронные пускатели и др.

Признаками плохого **качества** электроэнергии, в соответствии со стандартом EN-UNE-60150:1996, являются:

- Перенапряжения
- Перебои питания
- Отключения
- Колебания напряжения
- Фликер
- Просадки напряжения



# Возмущения электросети

Приведем наиболее важные типы возмущений в электрических сетях в соответствии с вышеупомянутым стандартом **UNE-EN-60150**,

## КОЛЕБАНИЯ ЧАСТОТЫ

Это изменения частоты, измеряемые в виде среднего значения за 10 секунд. Такие колебания вызывают «плавание» скорости электродвигателей, как синхронных, так и асинхронных, нарушения в работе электробытовых приборов и др.

## НЕСИММЕТРИЧНАЯ ТРЕХФАЗНАЯ СИСТЕМА

Напряжение или ток трехфазной системы является полностью симметричными, если все три фазы (R, S и T) сдвинуты по фазе друг относительно друга на  $120^\circ$ , и модули их векторов равны.

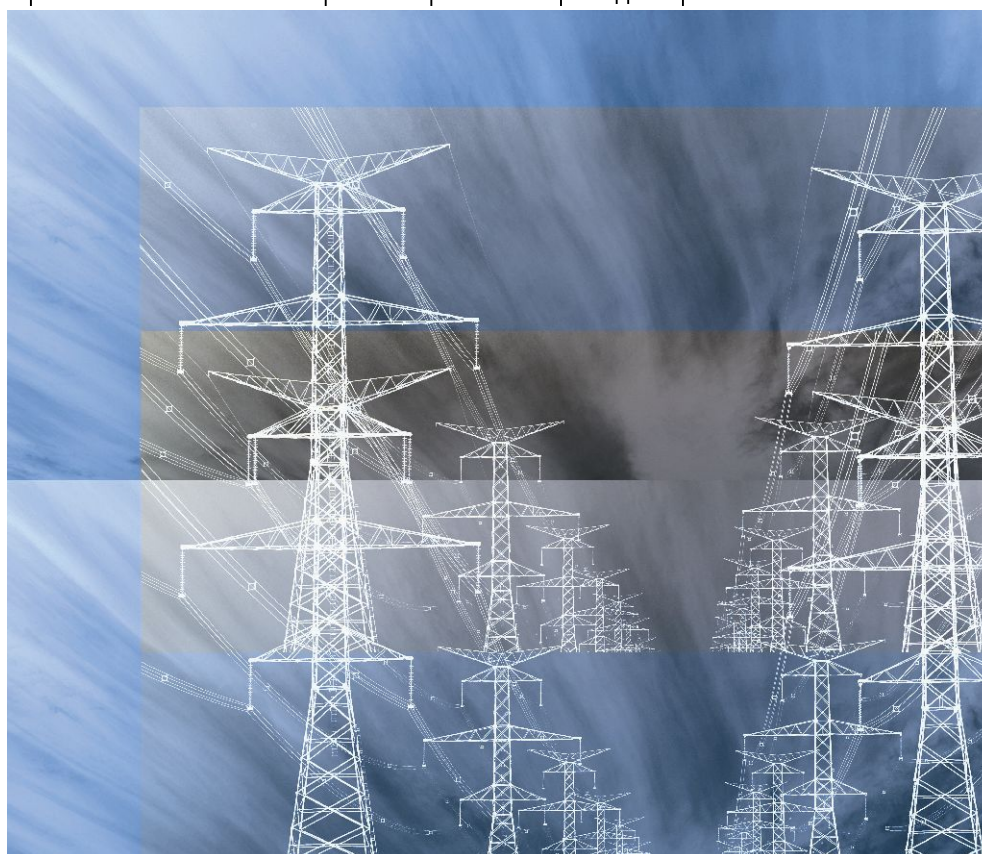
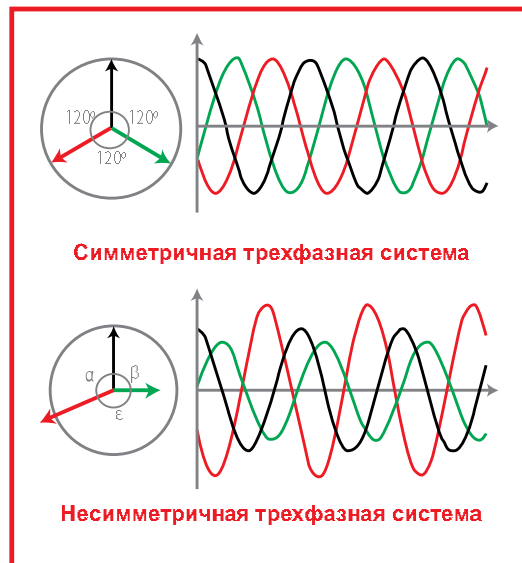
Система будет несимметричной, если модули фазных векторов будут различны, или фазовый сдвиг между двумя векторами будет отличаться от  $120^\circ$ . Более того, эти два условия могут выполняться одновременно.

Представление трехфазной системы как симметричной или несимметричной возможно при условии, что система является трех- или четырехпроводной, включая и нейтральный проводник.

Несимметричные системы не должны выходить за следующие ограничения:

- по току  $< 10\%$
- по напряжению  $< 3\%$

В несимметричных системах ток через нейтральный провод возрастает.



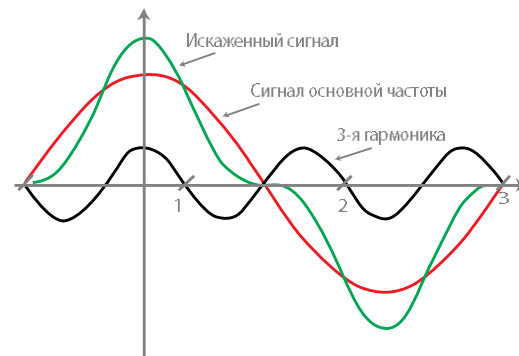
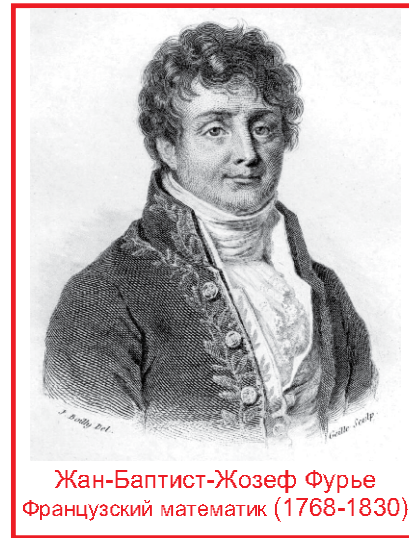
## Гармоники

Гармоника напряжения определяется стандартом UNEEN-60150:1996 как «синусоидальное напряжение, частота которого в целое число раз больше основной частоты питающего напряжения».

**Фурье**, французский математик, сформулировал следующий закон: «любой периодический сигнал, независимо от его сложности, можно разделить на несколько сигналов, сумма которых будет равна исходному, а частоты будут кратны его основной частоте».

Вышеприведенные определения, на наш взгляд, наиболее точно отражают физику процессов, связанных с гармониками. Здесь мы не будем подробно изучать закон Фурье, поскольку это не является целью данного руководства.

Гармоники генерируются нелинейными нагрузками. Эти нагрузки, будучи подключенными к электрической сети с синусоидальным переменным напряжением, потребляют нелинейные токи. Амплитуда и частота возникающих гармоник зависят от степени искажения формы тока. Вносимые такими нелинейными нагрузками искажения, как правило, периодические.



### ИСТОЧНИКИ ГАРМОНИК

Среди множества источников гармоник в качестве наиболее распространенных можно выделить следующие:

- Электромагнитные и электронные балласты систем освещения
- Электросварочное оборудование
- Однофазное электрооборудование
- Электромагнитные дроссели для газоразрядных ламп
- Устройства плавного пуска
- Регулируемые электроприводы

### ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАРМОНИК НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СЕТЬ

- Увеличение транспортируемой мощности и снижение коэффициента мощности сети
- Несанкционированное срабатывание автоматических выключателей
- Перегрузка проводников
- Вибрации и перегрузки различных механизмов
- Возникновение нестабильностей в энергосистемах
- Ложное срабатывание устройств релейной защиты
- Снижение реактивного сопротивления конденсаторов ( $X_C = 1/\omega C$ ), что может вызвать аварийную ситуацию в автоматически регулируемых конденсаторных батареях, установленных для повышения коэффициента мощности, при появлении явления резонанса (т.е. при равенстве индуктивного и емкостного реактивных сопротивлений  $X_L = X_C$ ). Такая ситуация подробно рассмотрена в разделе **D**.
- Ошибочные показания измерительной аппаратуры
- Помехи в устройствах управления

Электросетевые компании применяют к промышленным установкам, генерирующим гармоники, штрафные санкции, по аналогии с установками, генерирующими реактивную мощность.



## Параметры гармоник

Гармоники можно классифицировать по трем параметрам: порядку (номеру), частоте и типу последовательности. Эти параметры полностью определяют свойства гармонических составляющих в электросети.

### ПОРЯДОК ГАРМОНИК

Значение основной частоты в России составляет 50 Гц, а порядок гармоники – число раз, в которое частота гармонической составляющей превышает значение основной частоты: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7... т.е. ряд натуральных чисел.

Порядок может быть определен как отношение частоты гармоники ( $f_n$ ) к основной частоте ( $f_{50}$ )

$$n = \frac{f_n}{f_{50}}$$

### ЧАСТОТА

Частота гармоники определяется путем умножения порядка гармоники на значение основной частоты (50 Гц), например:

3-я гармоника  $3 \times 50 \text{ Гц} = 150 \text{ Гц}$

5-я гармоника  $5 \times 50 \text{ Гц} = 250 \text{ Гц}$

7-я гармоника  $7 \times 50 \text{ Гц} = 350 \text{ Гц}$

Нечетные гармоники встречаются в электросетях практически всех видов: на производстве, в строительстве, промышленности, аэропортах и т.д. Четные гармоники можно обнаружить в несимметричных системах.

### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

Гармоники прямой или обратной последовательности не отличаются друг от друга по степени влияния на электрическую сеть. Они одинаково вредны, независимо от типа последовательности.

В отдельных случаях, например для конденсаторных батарей, корректирующих коэффициент мощности, наиболее вредны гармоники обратной последовательности, особенно 5-я.

Гармоники нулевой последовательности имеют частоту, кратную трем по отношению к основной частоте. Эти гармоники протекают по нулевому проводнику, и ток в нем может быть таким же по величине, как и в фазном проводе, и даже превышать его. Это приводит к перегреву нулевого провода и, соответственно, к необходимости выполнять и нулевой, и фазные проводники жилами одинакового сечения.

Основные параметры гармоник приведены в таблице:

Порядок	Частота	Последовательность
1	50	+
2	100	-
3	150	0
4	200	+
5	250	-
6	300	0
7	350	+
8	400	-
9	450	0
...	...	...
n	50·n	...

## КОЭФФИЦИЕНТ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ (U) И ТОКА (I)

Коэффициент гармонических искажений определяется как отношение (в процентах) действующего значения гармоники напряжения или тока определенной частоты к действующему значению напряжения или тока основной частоты.

$$HD U_n \% = \frac{U_{ca f_n}}{U_{ca f_{50}}} \cdot 100$$

$$HD I_n \% = \frac{I_{ca f_n}}{I_{ca f_{50}}} \cdot 100$$

### СУММАРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ: THD<sub>U</sub> - THD<sub>I</sub>

Суммарный коэффициент гармонических искажений представляет собой суммарную величину искажений, отнесенную к величине сигнала на основной частоте:

$$THD_{f_{2-n}} = \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + \dots + h_n^2}}{h_1} \cdot 100$$

Для большей наглядности определим этот параметр (THD) для двух основных величин: действующего значения напряжения ( $U_{ca}$ ) и действующего значения тока ( $I_{ca}$ ).

$$THD_{U_{2-n}} = \frac{\sqrt{U_{ca2}^2 + U_{ca3}^2 + U_{ca4}^2 + \dots + U_{can}^2}}{U_{ca1}} \cdot 100$$

$$THD_{I_{2-n}} = \frac{\sqrt{I_{ca2}^2 + I_{ca3}^2 + I_{ca4}^2 + \dots + I_{can}^2}}{I_{ca1}} \cdot 100$$

Основной регламентирующий стандарт, МЭК-555, определяет нормативные значения коэффициента THD до 40-й гармоники.

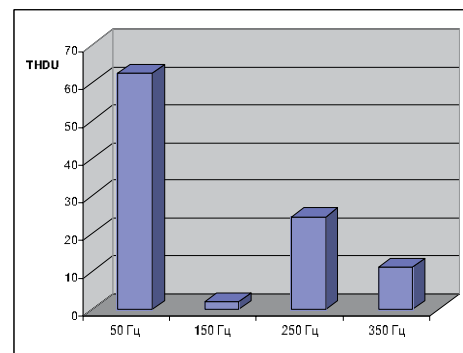
Значение суммарного коэффициента по току THD<sub>I</sub> является следствием нелинейных нагрузок в электросети.

Суммарный коэффициент по напряжению THD<sub>U</sub> является результатом протекания в сети сильно искаженного тока.

### ГАРМОНИЧЕСКИЙ СПЕКТР

Спектр гармоник формируется путем разложения сигнала на его гармонические составляющие в частотной области. Он может быть представлен в виде гистограммы, отображающей информацию о процентном содержании каждой из гармоник сигнала. Сумма сигналов гармоник дает полную форму анализируемого сигнала.

На рисунке представлен гармонический спектр, в котором 5-я гармоника составляет примерно 25% напряжения основной гармоники.



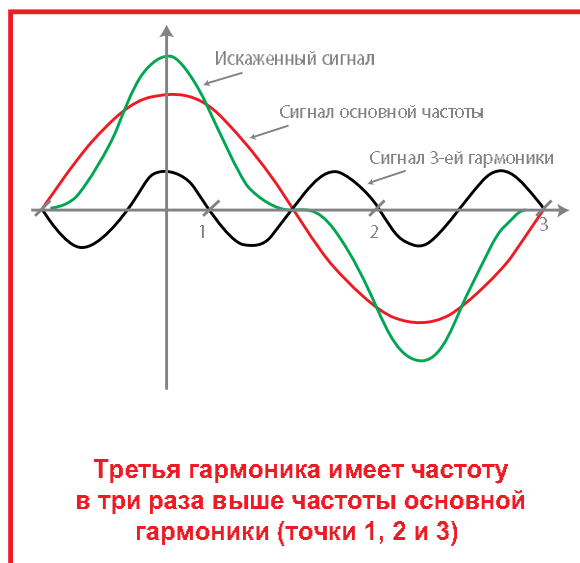
## 3-я и 5-я гармоники

### 3-Я ГАРМОНИКА

На рисунке показан сигнал искаженной формы, причем его максимальное значение равно графической сумме двух синусоидальных составляющих.

На один период сигнала основной частоты приходится три периода сигнала 3-й гармоники, причем максимумы для основной гармоники и для 3-й совпадают во времени.

Сигнал 3-й гармоники имеют важную особенность: его частота кратна сигналу основной гармоники (в электрических градусах), и он относится к сигналам нулевой последовательности. Поэтому в трехфазной четырехпроводной системе (R, S, T и N), входом которой являются три фазы (R, S и T), ток гармоники протекает в нулевом проводе (N). То же самое касается 6-й, 9-й и т.д. гармоник.



### 5-Я ГАРМОНИКА

На рисунке показана 5-я гармоника и сигнал искаженной формы. Максимальное значение искаженного сигнала равно графической сумме сигнала основной частоты и гармонических составляющих.

Как было рассмотрено ранее, на один период сигнала основной частоты приходится пять периодов сигнала 5-й гармоники, причем максимумы основной гармоники и 5-й гармоники совпадают во времени.

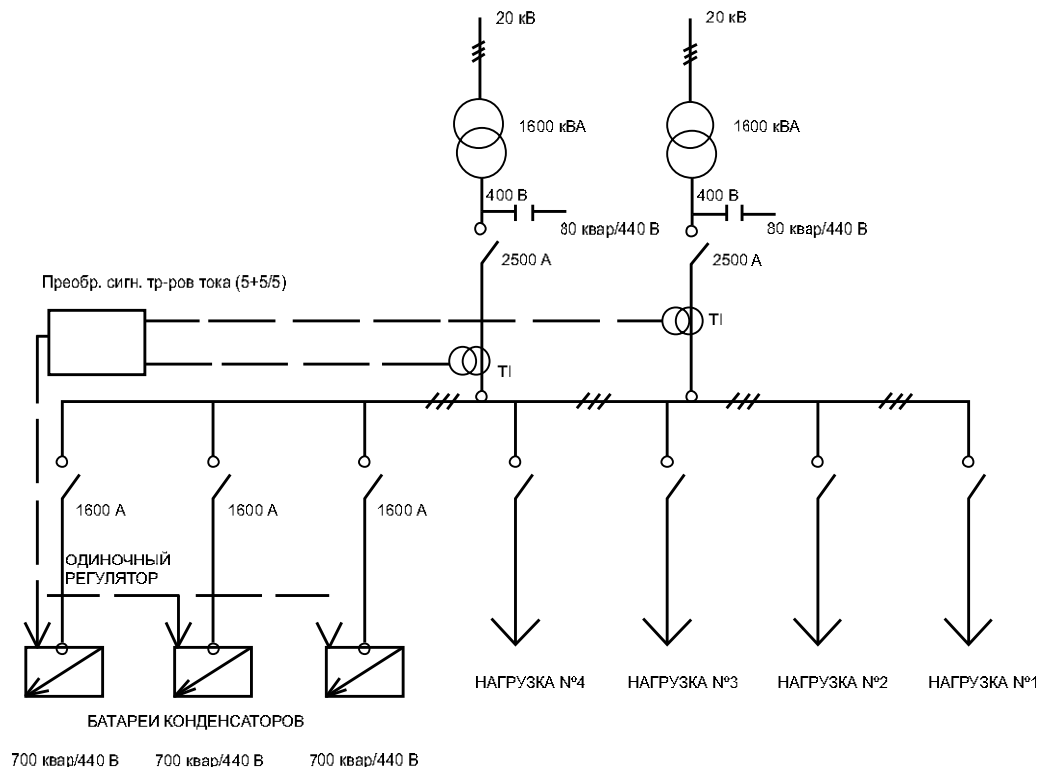
В отличие от 3-й гармоники, 5-я гармоника не является кратной (в электрических градусах) сигналу основной частоты, поэтому токи с частотой гармоники протекают по фазам R, S и T и оказывают влияние на конденсаторы и трехфазную систему, так же как и 7-я, 11-я и т.д.



В компании **RTR ENERGIA S.L.** именно эти два гармонических искажения (3-я и 5-я гармоники) считаются наиболее важными при разработке устройств коррекции коэффициента мощности для промышленного оборудования, поскольку конденсаторы в этом случае должны быть оснащены пассивными фильтрами (L-C), как показано в разделе D.

## Компенсация реактивной мощности в сетях с гармоническими искажениями

В сложных схемах, подобных показанной на рисунке, и традиционно применяемых практически на любых промышленных объектах, обычно присутствуют различные типы нагрузок (как линейные, так и нелинейные), а также конденсаторные батареи для компенсации коэффициента мощности.



В случае вероятности присутствия гармонических искажений в электросети предприятия, необходимо выполнить анализ электрической сети с помощью надлежащим образом откалиброванного сетевого анализатора.

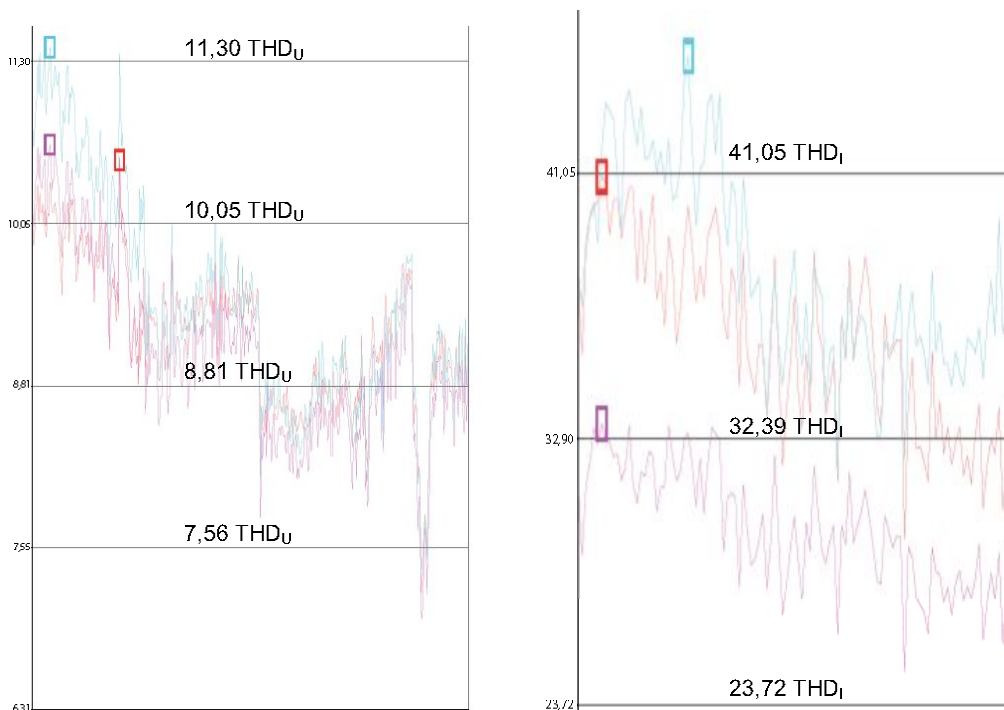
Компания **RTR Energija S.L.** выполняет для своих клиентов по их требованию такой анализ сети с помощью соответствующим образом откалиброванных измерительных приборов.

По завершении такого анализа, который занимает примерно 4-5 дней, включая выходные, будет получена необходимая информация для выявления требований к фильтрокомпенсирующему устройству.

- Питающее напряжение " $U_{ca}$ "
- Ток " $I_{ca}$ "
- Частота
- Мощность установки
- Коэффициент мощности
- Емкостная энергия, требующаяся для установки
- Ток в нулевом проводнике
- Несимметрия, обусловленная нагрузкой
- Коэффициент гармонических искажений по напряжению  $THD_U$  для 3-й, 5-й, 7-й ... гармоник (суммарный и отдельно для каждой гармоники)
- Коэффициент гармонических искажений по току  $THD_I$  для 3-й, 5-й, 7-й ... гармоник (суммарный и отдельно для каждой гармоники)
- Преобладающая гармоника в сети по напряжению и по току.

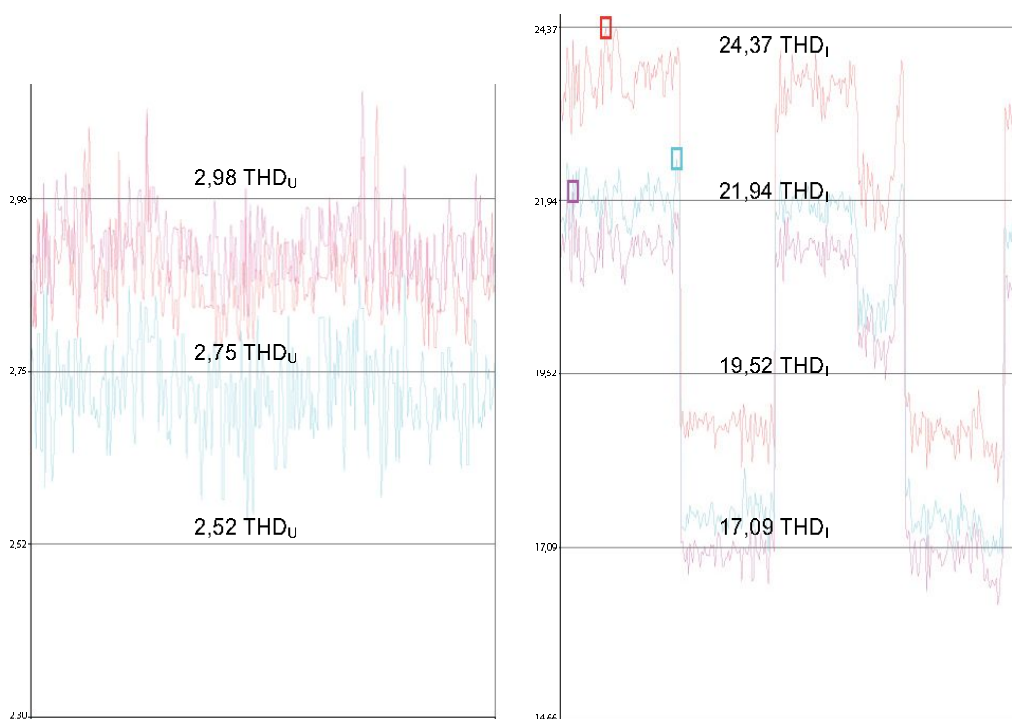
Иногда для определения гармонического состава, необходимого для оптимального выбора конденсаторной батареи для конкретной электроустановки, бывает достаточно краткосрочного анализа.

Далее приведем несколько примеров:



Сетевой анализатор дает информацию о спектре гармонических искажений напряжения (THD<sub>U</sub>) и тока (THD<sub>I</sub>). Очевидно, искажения весьма значительны, и, как будет показано далее, было принято решение об установке конденсаторной батареи для компенсации реактивной мощности и размещении пассивных фильтров с коэффициентом отстройки 14%.

В данном примере наличие гармонических искажений заметно невооруженным глазом, даже не смотря на весьма непродолжительный период наблюдения. Но в следующем примере ситуация несколько иная.



В этом случае коэффициенты гармонических искажений напряжения (THD<sub>U</sub>) и тока (THD<sub>I</sub>) находятся в допустимых пределах, поэтому устанавливаемая батарея конденсаторов может быть выполнена на базе усиленных конденсаторов RTF (из каталога компании **RTR Energía S.L.**), или же может быть установлен пассивный фильтр с коэффициентом отстройки 7%. Чтобы принять правильное решение, необходимо выполнить анализ параметров сети в течение более длительного времени, чтобы иметь возможность проследить за изменением гармонического состава токов и напряжений.

## ГАРМОНИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС

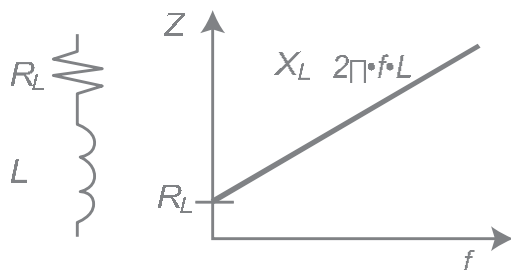
Явление резонанса возникает при равенстве емкостного и индуктивного реактивных сопротивлений  $X_L = X_C$  в параллельной или последовательной цепи с нелинейными нагрузками, конденсаторами или индуктивными нагрузками.

$$\left. \begin{array}{l} X_L = \omega \cdot L \\ X_C = 1/\omega \cdot C \end{array} \right\} \Rightarrow \omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

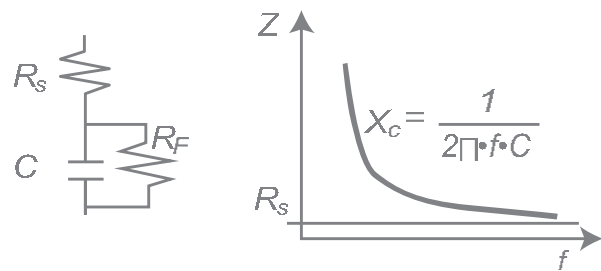
Значение частоты, на которой имеет место равенство емкостного и индуктивного реактивных сопротивлений, называется резонансной частотой  $f_R$ .

$$\omega_R = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow 2\pi \cdot f_R = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$$

Оба реактивных сопротивления зависят от частоты ( $f$ ), но индуктивное сопротивление  $X_L$  имеет прямо пропорциональную зависимость, тогда как емкостное сопротивление  $X_C$  обратно пропорционально частоте. Поэтому с ростом частоты значение реактивного емкостного сопротивления  $X_C$  уменьшается, а реактивного индуктивного сопротивления  $X_L$  увеличивается.



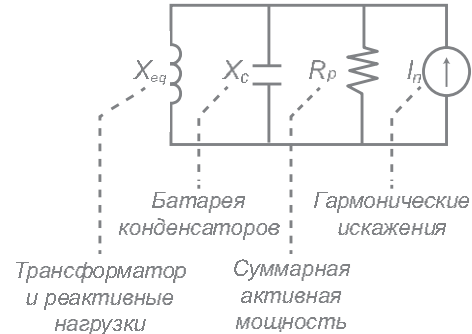
**Реактивное сопротивление катушки индуктивности**



**Реактивное сопротивление конденсатора**

Обычно конденсаторы в промышленных установках соединены параллельно, как показано на эквивалентной схеме.

Такая схема выполняет роль делителя тока, и если значение емкостного сопротивления  $X_C$  будет наименьшим, большая часть тока будет протекать через конденсаторы. **Именно это может стать причиной повреждения конденсаторов.**

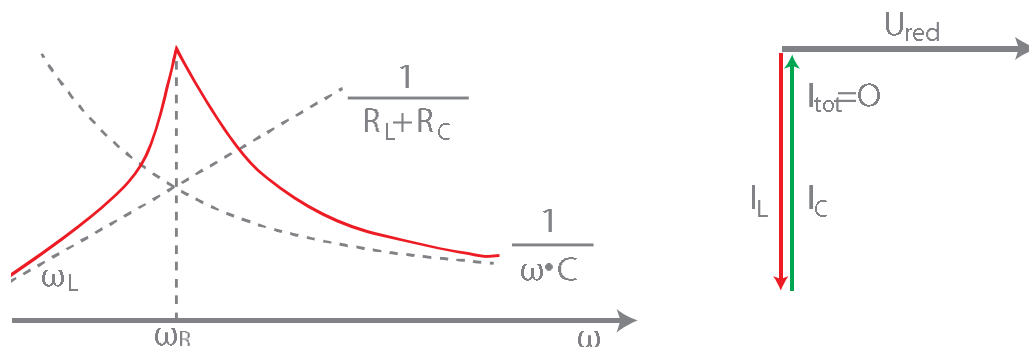


## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ РЕЗОНАНС

Резонанс в параллельной LC-цепи наступает, когда результирующий ток и напряжение совпадают по фазе. Это происходит при определенном значении частоты, называемом «резонансной частотой», например на частоте  $\omega_R = 150$  Гц (частота 3-й гармоники). Эта цепь имеет индуктивный характер при  $\omega < \omega_R$ , при этом ток отстает по фазе, т.е. напряжение будет опережать ток. Если цепь имеет емкостной характер ( $\omega > \omega_R$ ), то ток будет опережать напряжение.

В LC-цепи, результирующий ток катушки индуктивности ( $L$ ) равен току конденсатора ( $C$ ), но противоположен ему по знаку, поэтому алгебраическое и векторное суммирование дают в результате максимальное значение сопротивления и нулевое значение суммарного тока (в отличие от последовательного соединения).

В этих условиях ток в обеих ветвях LC-цепи будет слишком большим, что очень опасно для конденсатора, поскольку значение его емкостного сопротивления будет наименьшим.



Из графика хорошо видно, как увеличивается значение полного сопротивления до своей максимальной величины.

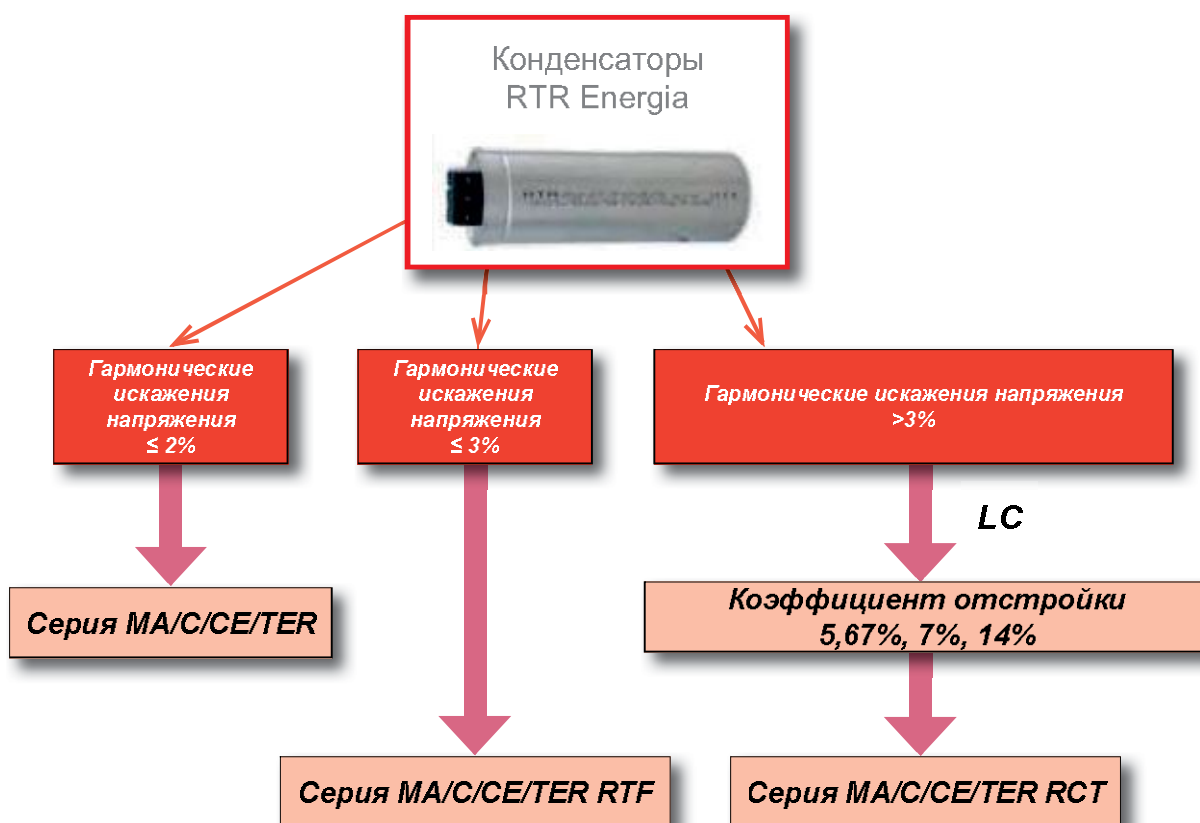
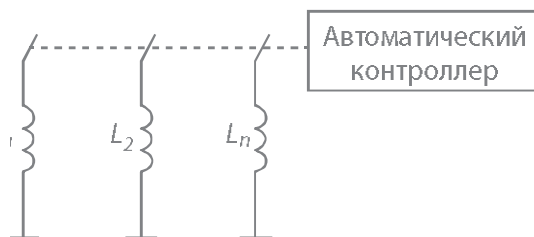
Поэтому конденсаторы, установленные параллельно с сетью с высоким содержанием гармоник, должны быть обязательно защищены.

Если промышленная установка с сильной эмиссией гармоник запитана от силового трансформатора (понижающего), компенсирующие конденсаторы необходимо устанавливать со стороны трансформатора, чтобы защитить их от действия гармоник (см. раздел **Г** главы «Компенсация реактивной мощности»).

### ЗАЩИТА КОНДЕНСАТОРОВ

При наличии гармонических искажений для защиты конденсаторов можно использовать пассивный (LC) фильтр. Такая фильтрация рекомендована стандартом UNEEN-61642 и, исходя из практического опыта компании **RTR Energia S.L.**, установка LC-фильтров требуется в оборудовании с искажениями по напряжению на 5-й гармонике, превышающими 3%, а также с искажениями по току на 5-й гармонике, превышающими 30%.

Компания **RTR Energia S.L.** выпускает два класса конденсаторов: **Стандартные**, способные выдерживать гармонические искажения по напряжению менее 2% и по току менее 25%, и **Повышенной прочности**, способные выдерживать гармонические искажения по напряжению менее 3% и по току менее 30%.

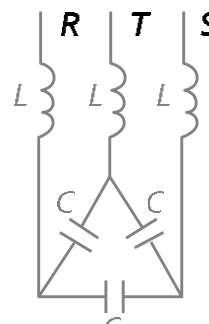


## Заграждающие пассивные фильтры

Задача заграждающего (режекторного) фильтра состоит в предотвращении усиления преобладающей гармоники (главным образом, 5-й гармоники тока или напряжения), а также воспрепятствование параллельному резонансу между индуктивной нагрузкой “L” (трансформаторы, электродвигатели и т.д.) и конденсаторами “С”, чтобы избежать перегрузок и возможного повреждения автоматической батареи конденсаторов, компенсирующей реактивную мощность.

Фильтр имеет каскадную структуру, предварительно рассчитывается и настраивается, и состоит из:

- Трех однофазных катушек индуктивности.
- Трех однофазных конденсаторов требуемой мощности (в квар).



Это устройство называют также **компенсационной цепью**, и каждая цепь должна быть разработана с соблюдением необходимых требований защиты.

Различные LC-цепи образуют автоматически управляемую батарею конденсаторов, которая выступает в роли полноценного фильтра, выполняя задачу компенсации коэффициента мощности, причем суммарная мощность фильтра равна сумме мощностей всех его ветвей.

### ВЫБОР БАТАРЕИ КОНДЕНСАТОРОВ (L-C)

В процессе анализа гармонического состава напряжений и токов в электросети определяется преобладающая гармоника, в качестве которой часто выступает 5-я гармоника (с частотой 250 Гц).

Установив значение частоты преобладающей гармоники, далее определяют значение резонансной частоты фильтра ( $\omega_r$ ), причем она ни при каких условиях не должна быть кратной частоте основной гармоники (50-60 Гц). Кроме того, значение резонансной частоты должно быть меньше частоты преобладающей гармоники, чтобы исключить возможность резонанса на частоте гармоник.



Резонансная частота ( $\omega_r$ ) определяется через коэффициент перенапряжения (отстройки) (p%), который связан и с напряжением на конденсаторе, и на катушке индуктивности.

$$p(\%) = 100 \cdot \frac{U_{C_c} - U_L}{U_L} = 100 \cdot \left( \frac{\omega_{red}}{\omega_{резонансная}} \right)^2 = 100 \cdot \left( \frac{f_{red}}{f_{резонансная}} \right)^2$$

Компания **RTR Energía S.L.** выпускает свои собственные конденсаторы с соответствующими пассивными фильтрами, способными выдерживать перенапряжения до 15%. Например, конденсатор на 440 В с установленной расстраивающей индуктивностью при  $p(\%)=7$  способен выдержать значение напряжения:

$$440 \cdot 1,07 \cdot 1,15 = 540 \text{ В}$$

THDu	p(%)	f тока	f резонансная
3-7%	7	50 Гц	189 Гц
		60 Гц	227 Гц
>7%	14	50 Гц	134 Гц
		60 Гц	160 Гц



# Справочник по компенсации реактивной мощности

$$U_c = 440V \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 470,8V$$
$$I_c = \frac{30000\text{VAr}}{\sqrt{3} \cdot 440V} = 39,36A$$
$$C_{\text{PCT}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 39,136A}{2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 470,8V} = 458,72\mu\text{F}$$
$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 458,72 \cdot 10^{-6}\text{F}} = 6,94\Omega$$
$$X_L = 6,94\Omega \cdot \left(\frac{7}{100}\right) = 0,49\Omega$$
$$Q_T = 15\text{kVAr} + 30\text{kVAr} + 30\text{kVAr} + 60\text{kVAr} = 135\text{kVAr}$$
$$C_T = \frac{135000\text{VAr}}{(440V)^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz}} = 0,00221961\text{F} = 2219,61\mu\text{F}$$
$$C_T = \frac{135000\text{VAr}}{\sqrt{3} \cdot 440V} = 177,14A$$

## Таблица физических величин и единиц измерения

Физич. величина	Обозначение	Единицы измерения (СИ)	Другие ед.изм.
Активная мощность	P	Ватт (Вт)	1 кВт=1000 Вт
Реактивная мощность	Q	Вольт-ампер-реактивный (вар)	1 квар = 1000 вар
Полная мощность	S	Вольт-ампер (ВА)	1 кВА = 1000 ВА
Козф. мощности	FP или $\cos \varphi$	-	-
Емкость	C	Фарада(Ф)	1 мкФ = $10^{-6}$ Ф
Индуктивность	L	Генри (Гн)	1 мГн = $10^{-3}$ Гн
Ток	I	Ампер (А)	1 мА = $10^{-3}$ А
Напряжение	U	Вольт (В)	-
Электр. сопротивление	R	Ом (Ом)	1 кОм = 1000 Ом
Реактивное емкостное сопротивление	$X_C$	Ом (Ом)	1 кОм = 1000 Ом
Реакт. индуктивное сопротивление	$X_L$	Ом (Ом)	1 кОм = 1000 Ом

## Таблица кратных и дольных единиц

$10^n$	Приставка	Приставка	Эквивалентное десятичное значение
$10^{12}$	Тера	Т	1.000.000.000.000
$10^9$	Гига	Г	1.000.000.000
$10^6$	Мега	М	1.000.000
$10^3$	кило	к	1.000
$10^2$	гекто	г	100
$10^1$	дека	да	10
$10^{-1}$	деци	дц	0,1
$10^{-2}$	санتي	см	0,01
$10^{-3}$	милли	м	0,001
$10^{-6}$	микро	мк	0,000001
$10^{-9}$	нано	н	0,000000001
$10^{-12}$	пико	п	0,000000000001

## РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ КОНДЕНСАТОРА (Q)

$$Q = U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$$

где:

$U$  - напряжение сети, в вольтах ( $V_{\text{св}}$ ),

$f$  - частота сети, в герцах (Гц),

$C$  - емкость конденсатора, в фарадах (Ф)

$Q$  - реактивная мощность конденсатора, в вольт-амперах-реактивных (вар)

## ЕМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА (C )

$$C = \frac{Q}{U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f}$$

где:

$U$  - напряжение сети ( $V_{\text{св}}$ ),

$f$  - частота сети (Гц),

$C$  - емкость конденсатора (Ф),

$Q$  - реактивная мощность конденсатора (вар).

$$\text{Емкость, в микрофарадах (мкФ)} = \frac{\text{Емкость, в фарадах (Ф)}}{1000\ 000}$$

**Пример:** трехфазный конденсатор 30 квар – 440 В – 50 Гц

$$C = \frac{30000\text{вар}}{(440\text{ В})^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Гц}} = 0,00049325\ \text{Ф} = 493\ 25\ \text{мкФ}$$

## РЕАКТИВНОЕ ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ( $X_c$ )

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

где:

$X_c$  - реактивное емкостное сопротивление (Ом),

$f$  - частота сети (Гц),

$C$  - емкость конденсатора (Ф).

## Электрические конденсаторы

### ФАЗНЫЙ ТОК ТРЕХФАЗНОГО КОНДЕНСАТОРА ( $I_c$ )

$$I_c = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U}$$

где:

$U$  - напряжение сети, в вольтах ( $V_{\text{сн}}$ ),

$Q$  - реактивная мощность конденсатора (вар),

$I_c$  - ток (А).

$$I_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U}{\sqrt{3}}$$

где:

$U$  - напряжение сети, в вольтах ( $V_{\text{сн}}$ ),

$f$  - частота сети (Гц),

$C$  - емкость конденсатора (Ф),

$I_c$  - ток (А).

В однофазных конденсаторах  $\sqrt{3}$  заменяется на 1

$\sqrt{3} = 1,7321$

**Пример:** трехфазный конденсатор 30 квар – 440 В – 50 Гц

$$I_c = \frac{30000 \text{ вар}}{\sqrt{3} \cdot 440 \text{ В}} = 39,36 \text{ А}$$

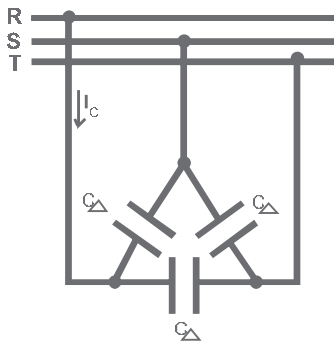
### ВНУТРЕННЕЕ СОЕДИНЕНИЕ В ТРЕУГОЛЬНИК ( $\Delta$ )

$$C_{\Delta} = \frac{C}{3}$$

где:

$C$  - емкость конденсатора (Ф),

$C_{\Delta}$  - емкость каждой ветви (Ф).



Как рассчитать емкость, если известна емкость между двумя фазами ( $C_{R-S}$  или  $C_{R-T}$  или  $C_{S-S}$ ):

$$C_{\Delta} = \frac{2}{3} \cdot C_{R-S}$$

$$C = 2 \cdot C_{R-S}$$

**Пример:** емкость ветви трехфазного конденсатора  
30 квар – 440 В – 50 Гц при соединении в треугольник

$$C_{\Delta} = \frac{493,25 \text{ мкФ}}{3} = 164,42 \text{ мкФ}$$

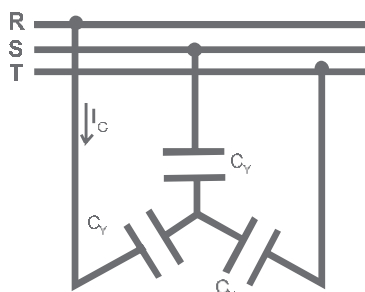
## ВНУТРЕННЕЕ СОЕДИНЕНИЕ В ЗВЕЗДУ

$$C_Y = C$$

где:

$C$  - емкость конденсатора (Ф),

$C_Y$  - емкость каждой ветви (Ф).

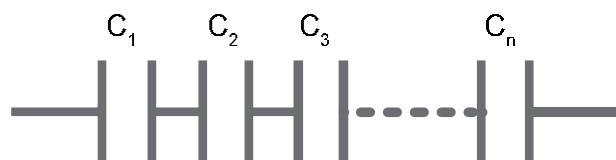


Как рассчитать емкость, если известна емкость между двумя фазами ( $C_{R-S}$  или  $C_{R-T}$  или  $C_{S-S}$ ):

$$C_Y = 2 \cdot C_{R-S}$$

$$C = 2 \cdot C_{R-S}$$

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ



Суммарная эквивалентная емкость ( $C_T$ ) нескольких последовательно соединенных конденсаторов со значениями емкостей ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ) равна

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

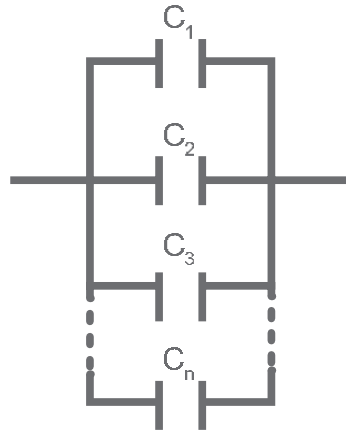
Суммарная реактивная мощность группы конденсаторов ( $Q_T$ ) зависит от величины индивидуальной реактивной мощности каждого отдельного конденсатора ( $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ) в соответствии с формулой:

$$\frac{1}{Q_T} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} + \frac{1}{Q_3} + \dots + \frac{1}{Q_n}$$

## Электрические конденсаторы

Ток ( $I_C$ ) будет одинаков для всех конденсаторов. Его значение зависит от величины емкости  $C_T$  или реактивной мощности  $Q_T$ , которые определяются по приведенному выражению.

### ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ



Эквивалентная емкость ( $C_T$ ) группы параллельно соединенных конденсаторов со значениями емкостей ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ) будет равна:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Суммарная реактивная мощность группы конденсаторов ( $Q_T$ ), зависящая от величины индивидуальной реактивной мощности каждого конденсатора ( $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ), равна:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

Ток ( $I_{Cn}$ ), протекающий через каждый конденсатор, различен для каждой ветви группы и зависит от величин  $C_n$  и  $Q_n$ . Общий ток ( $I_T$ ), протекающий через группу параллельно соединенных конденсаторов, определяется по выражению:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

**Пример:** один конденсатор 15 квар, два по 30 квар и один 60 квар соединены параллельно и подключены на напряжение 440 В с частотой 50 Гц.

$$Q_T = 15 \text{ квар} + 30 \text{ квар} + 30 \text{ квар} + 60 \text{ квар} = 135 \text{ квар}$$

$$C_T = \frac{135000 \text{ вар}}{(440\text{В})^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Гц}} = 0,00221961 \text{ Ф} = 2219,61 \text{ мкФ}$$

$$I_T = \frac{135000 \text{ вар}}{\sqrt{3} \cdot 440 \text{ В}} = 177,14 \text{ А}$$

## Конденсаторы и реактивные сопротивления фильтров при наличии гармоник

### КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ (ОТСТРОЙКИ) (P%)

$$p(\%) = 100 \cdot \left( \frac{f_{\text{ред}}}{f_{\text{резон.}}} \right)^2$$

где:

$f_{\text{ред}}$  - частота сети (Гц),

$f_{\text{резон.}}$  - частота отстройки (резонансная), в герцах (Гц),

$p(\%)$  - коэффициент перенапряжения (отстройки).

Наиболее распространенные значения резонансных частот пассивных LC-фильтров (см. UNE-EN-61642):

Частота сети	$p=7\%$ ( $3\% < \text{THD-U} < 7\%$ )	$p=14\%$ ( $\text{THD-U} > 7\%$ )
50 Гц	189 Гц	134 Гц
60 Гц	227 Гц	160 Гц

### НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДАХ КОНДЕНСАТОРА ( $U_c$ )

$$U_c = U \cdot \left( 1 + \frac{P}{100} \right)$$

где:

$U$  - напряжение сети ( $V_{\text{сн}}$ ),

$p$  - коэффициент перенапряжения (%),

$U_c$  - напряжение на выводах конденсатора (В).

### ЕМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА ПРИ РАБОТЕ СОВМЕСТНО С ДРОССЕЛЕМ ( $C_{\text{RCT}}$ )

$$I_c = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U}$$

где:

$Q$  - мощность конденсатора (вар),

$U$  - напряжение сети (В),

$I_c$  - ток конденсатора (А).

$$C_{\text{RCT}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U_c}$$

где:

$f$  - частота сети (Гц),

$U_c$  - напряжение на выводах конденсатора (В).



## Конденсаторы и реактивные сопротивления фильтров при наличии гармоник

### ИНДУКТИВНОЕ РЕАКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ФИЛЬТРА ( $X_L$ )

$$X_L = X_C \cdot \frac{\rho}{100}$$

где:

$X_L$  - индуктивное реактивное сопротивление (Ом),

$X_C$  - емкостное реактивное сопротивление (Ом),

$\rho$  - коэффициент перенапряжения (отстройки), в процентах.

### ИНДУКТИВНОСТЬ ДРОССЕЛЯ (L)

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Где:

L - индуктивность (Гн),

$X_L$  - индуктивное реактивное сопротивление (Ом),

f - частота сети (Гц).

**Пример:** конденсатор и дроссель для получения 30 квар – 440 В – 50 Гц, отстроенные на 189 Гц

$$\rho(\%) = 100 \cdot \left( \frac{50 \text{ Гц}}{189 \text{ Гц}} \right)^2 = 7\%$$

$$U_c = 440 \text{ В} \cdot \left( 1 + \frac{7}{100} \right) = 470,8 \text{ В}$$

$$I_c = \frac{30000 \text{ вар}}{\sqrt{3} \cdot 440 \text{ В}} = 39,36 \text{ А}$$

$$C_{\text{рст}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 39,36 \text{ А}}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 470,8 \text{ В}} = 458,72 \text{ мкФ}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 458,72 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 6,94 \text{ Ом}$$

$$X_L = 6,94 \text{ Ом} \cdot \left( \frac{7}{100} \right) = 0,49 \text{ Ом}$$

$$L = \frac{0,49 \text{ Ом}}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Гц}} = 0,00155 \text{ Гн} = 1,55 \text{ мГн}$$

## Реактивная мощность батареи конденсаторов

### КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ УСТАНОВКИ (FP ИЛИ COS (φ<sub>0</sub>))

$$FP = \cos(\varphi_0) = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Здесь:

*P* - суммарная активная мощность, потребляемая электроустановкой (кВт·ч),

*Q* - суммарная реактивная мощность, потребляемая электроустановкой (квар·ч),

*FP* или *cos(φ<sub>0</sub>)* - исходный коэффициент мощности установки.

$$\varphi_0 = \arccos(FP)$$

### МОЩНОСТЬ БАТАРЕИ КОНДЕНСАТОРОВ (Q<sub>Б</sub>)

$$Q_B = F \cdot (\tan(\varphi_0) - \tan(\varphi_f))$$

Здесь:

*F* - заявленная активная мощность установки (кВт),

*tan(φ<sub>0</sub>)* - тангенс начального угла,

*tan(φ<sub>f</sub>)* - тангенс конечного угла,

*Q<sub>Б</sub>* - реактивная мощность батареи (квар).

### ВЫБОР ЗНАЧЕНИЯ ТАНГЕНСА ТРЕБУЕМОГО УГЛА (φ<sub>f</sub>):

$$FP_{\text{final}} = \cos(\varphi_f) \rightarrow \tan(\varphi_f)$$

**Пример:** Оборудование с заявленной мощностью 40 кВт, потребляет активную энергию 10150 кВт·час и реактивную энергию 10400 квар·час. Желаемое значение коэффициента мощности - 1.

$$FP = \cos(\varphi_0) = \frac{10150 \text{ кВт·час}}{\sqrt{(10150 \text{ кВт·час})^2 + (10400 \text{ квар·час})^2}} = 0,698$$

$$\tan(\varphi_0) = 1,026$$

$$\tan(\varphi_f) = 0,000$$

$$\left. \begin{array}{l} \tan(\varphi_0) = 1,026 \\ \tan(\varphi_f) = 0,000 \end{array} \right\} Q_B = 40 \text{ кВт} \cdot (1,026 - 0,000) = 41,04 \text{ кВт}$$

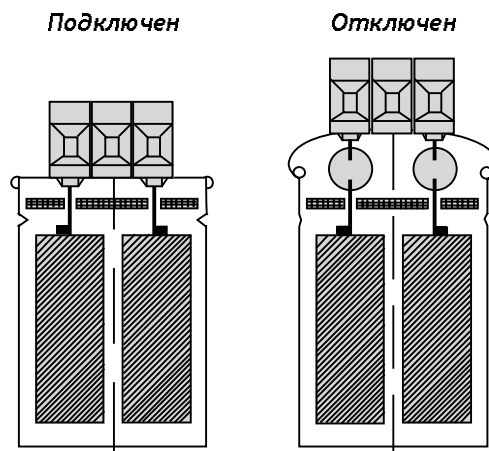


# Конденсаторы



# Трехфазные конденсаторы с клеммниками серии MA/C/CE/TER

230/400/415/440/480/525/690 В



Система отключения при избыточном давлении

## Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

## Область применения

Силовые конденсаторы RTR Energia разработаны для устройств коррекции коэффициента мощности и допускают использование как непосредственно, так и в составе автоматических батарей конденсаторов серий: Mini, Mural, Modular, ST и Compact.

## Система отключения при избыточном давлении

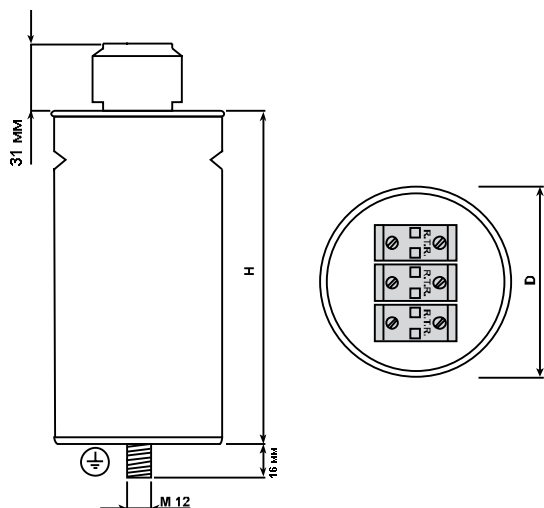
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д. силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

## Технические характеристики

Стандарты .....	IEC 60831-1/2 EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости .....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения .....	1,1 x Un **
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	2%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	25%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения .....	треугольник
Корпус .....	алюминиевый
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипропилен. пленка
Испыт. напряжением между выводами .....	2,15xUn 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~ 3 кВ в теч. 10 сек.
Тип выводов .....	клемнник
Бросок тока при включении .....	до 200 x In
Степень защиты .....	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность .....	макс. 95%
Номинальный срок службы .....	120 000 ч. (темп. класс C)
Высота установки .....	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

## Габариты



Размеры D x H (мм)	Сечение кабеля мм <sup>2</sup>
70 x 215	2,5 мм <sup>2</sup>
85 x 215	6 мм <sup>2</sup>
100 x 215	10 мм <sup>2</sup>
100 x 300	10 мм <sup>2</sup>
120 x 300	25 мм <sup>2</sup>
136 x 300	50 мм <sup>2</sup>

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем восемь часов в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

# Серия МА/С/СЕ/ТЕР 50 Гц

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	230 В	70 x 215		C2300255TER0000
5	230 В	85 x 215		C2300505TER0000
7,5	230 В	100 x 215		C2300755TER0000
10	230 В	100 x 300		C2301005TER0000
12,5	230 В	120 x 300		C2301255TER0000
15	230 В	120 x 300		C2301505TER0000
20	230 В	136 x 300		C2302005TER0000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	480 В	70 x 215		C4800255TER0000
5	480 В	70 x 215		C4800505TER0000
7,5	480 В	85 x 215		C4800755TER0000
10	480 В	85 x 215		C4801005TER0000
12,5	480 В	100 x 215		C4801255TER0000
15	480 В	100 x 215		C4801505TER0000
20	480 В	100 x 300		C4802005TER0000
25	480 В	120 x 300		C4802505TER0000
30	480 В	120 x 300		C4803005TER0000
35	480 В	120 x 300		C4803505TER0000
40	480 В	136 x 300		C4804005TER0000
50	480 В	136 x 300		C4805005TER0000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	400 В	70 x 215		C4000255TER0000
5	400 В	70 x 215		C4000505TER0000
7,5	400 В	85 x 215		C4000755TER0000
10	400 В	85 x 215		C4001005TER0000
12,5	400 В	100 x 215		C4001255TER0000
15	400 В	100 x 215		C4001505TER0000
20	400 В	100 x 300		C4002005TER0000
25	400 В	120 x 300		C4002505TER0000
30	400 В	120 x 300		C4003005TER0000
35	400 В	120 x 300		C4003505TER0000
40	400 В	136 x 300		C4004005TER0000
50	400 В	136 x 300		C4005005TER0000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	525 В	70 x 215		C5250255TER0000
5	525 В	70 x 215		C5250505TER0000
7,5	525 В	85 x 215		C5250755TER0000
10	525 В	85 x 215		C5251005TER0000
12,5	525 В	100 x 215		C5251255TER0000
15	525 В	100 x 215		C5251505TER0000
20	525 В	100 x 300		C5252005TER0000
25	525 В	120 x 300		C5252505TER0000
30	525 В	120 x 300		C5253005TER0000
35	525 В	120 x 300		C5253505TER0000
40	525 В	136 x 300		C5254005TER0000
50	525 В	136 x 300		C5255005TER0000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	415 В	70 x 215		C4150255TER0000
5	415 В	70 x 215		C4150505TER0000
7,5	415 В	85 x 215		C4150755TER0000
10	415 В	85 x 215		C4151005TER0000
12,5	415 В	100 x 215		C4151255TER0000
15	415 В	100 x 215		C4151505TER0000
20	415 В	100 x 300		C4152005TER0000
25	415 В	120 x 300		C4152505TER0000
30	415 В	120 x 300		C4153005TER0000
35	415 В	120 x 300		C4153505TER0000
40	415 В	136 x 300		C4154005TER0000
50	415 В	136 x 300		C4155005TER0000

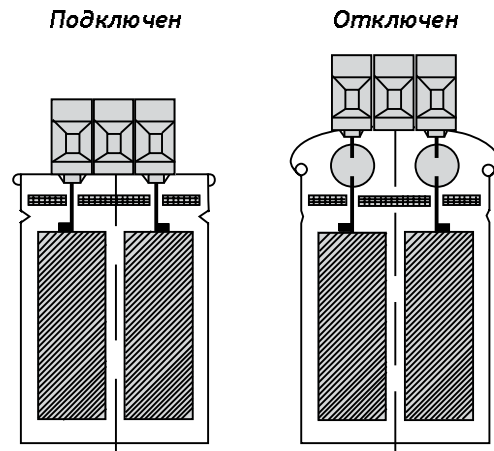
Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	690 В	70 x 215		C6900255TER0000
5	690 В	70 x 215		C6900505TER0000
7,5	690 В	85 x 215		C6900755TER0000
10	690 В	85 x 215		C6901005TER0000
12,5	690 В	100 x 215		C6901255TER0000
15	690 В	100 x 215		C6901505TER0000
20	690 В	100 x 300		C6902005TER0000
25	690 В	120 x 300		C6902505TER0000
30	690 В	120 x 300		C6903005TER0000
35	690 В	120 x 300		C6903505TER0000
40	690 В	136 x 300		C6904005TER0000
50	690 В	136 x 300		C6905005TER0000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	D x H (мм)		
2,5	440 В	70 x 215		C4400255TER0000
5	440 В	70 x 215		C4400505TER0000
7,5	440 В	85 x 215		C4400755TER0000
10	440 В	85 x 215		C4401005TER0000
12,5	440 В	100 x 215		C4401255TER0000
15	440 В	100 x 215		C4401505TER0000
20	440 В	100 x 300		C4402005TER0000
25	440 В	100 x 300		C4402505TER0000
30	440 В	120 x 300		C4403005TER0000
35	440 В	120 x 300		C4403505TER0000
40	440 В	136 x 300		C4404005TER0000
50	440 В	136 x 300		C4405005TER0000

\* На другие напряжения - по запросу  
\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Усиленные трехфазные конденсаторы серии MA/C/CE/TER RTF

230/400/440/460 В, 50 Гц



Система отключения при избыточном давлении

### Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

### Область применения

Конденсаторы имеют завышенные габариты для обеспечения способности выдерживать большие значения перенапряжений, оснащены системой отключения при избыточном давлении. Используются в составе автоматических батарей конденсаторов серий: Mini, Mural, Modular, ST и Compact.

### Система отключения при избыточном давлении

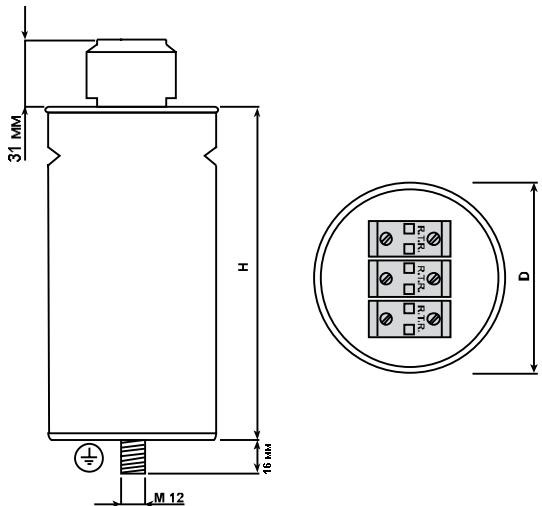
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

### Технические характеристики

Стандарты .....	IEC 60831-1/2 EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости .....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25 °C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения .....	1,15 x Un
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	3%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	30%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения .....	треугольник
Корпус .....	алюминиевый
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов .....	клеммник
Бросок тока при включении .....	до 200 x In
Степень защиты .....	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность .....	макс. 95%
Номинальный срок службы .....	130 000 ч (темп. класс D)
Высота установки .....	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

### Габариты



Габариты	Сечение кабеля
D x H (мм)	мм <sup>2</sup>
70 x 215	2,5
85 x 215	6
100 x 215	10
100 x 300	10
120 x 300	25
136 x 300	50

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем тридцать минут в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.



## Серия MA/C/CE/TER RTF (50 Гц)

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>Д x Н (мм)</b>	
2,5	230 В	70 x 215	C2300255RTFTER0
5	230 В	100 x 215	C2300505RTFTER0
7,5	230 В	100 x 300	C2300755RTFTER0
10	230 В	120 x 300	C2301005RTFTER0
15	230 В	136 x 300	C2301005RTFTER0

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>Д x Н (мм)</b>	
2,5	400 В	70 x 215	C4000255RTFTER0
5	400 В	70 x 215	C4000505RTFTER0
7,5	400 В	85 x 215	C4000755RTFTER0
10	400 В	100 x 215	C4001005RTFTER0
12,5	400 В	100 x 215	C4001255RTFTER0
15	400 В	100 x 300	C4001505RTFTER0
20	400 В	100 x 300	C4002005RTFTER0
25	400 В	120 x 300	C4002505RTFTER0
30	400 В	120 x 300	C4003005RTFTER0
35	400 В	136 x 300	C4003505RTFTER0
40	400 В	136 x 300	C4004005RTFTER0

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>Д x Н (мм)</b>	
2,5	440 В	70 x 215	C4400255RTFTER0
5	440 В	70 x 215	C4400505RTFTER0
7,5	440 В	85 x 215	C4400755RTFTER0
10	440 В	100 x 215	C4401005RTFTER0
12,5	440 В	100 x 215	C4401255RTFTER0
15	440 В	100 x 300	C4401505RTFTER0
20	440 В	100 x 300	C4402005RTFTER0
25	440 В	120 x 300	C4402505RTFTER0
30	440 В	136 x 300	C4403005RTFTER0
35	440 В	136 x 300	C4403505RTFTER0
40	440 В	136 x 300	C4404005RTFTER0

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>Д x Н (мм)</b>	
2,5	460 В	70 x 215	C4600255RTFTER0
5	460 В	70 x 215	C4600505RTFTER0
7,5	460 В	85 x 215	C4600755RTFTER0
10	460 В	100 x 215	C4601005RTFTER0
12,5	460 В	100 x 215	C4601255RTFTER0
15	460 В	100 x 300	C4601505RTFTER0
20	460 В	100 x 300	C4602005RTFTER0
25	460 В	120 x 300	C4602505RTFTER0
30	460 В	136 x 300	C4603005RTFTER0
35	460 В	136 x 300	C4603505RTFTER0
40	460 В	136 x 300	C4604005RTFTER0

\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Трехфазные конденсаторы с клеммниками для фильтров гармоник

## серии MA/CE/TER RCT

230/400/440/480 В, 50 Гц



### Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

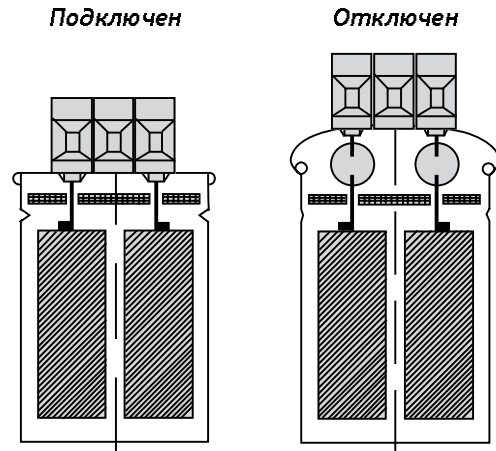
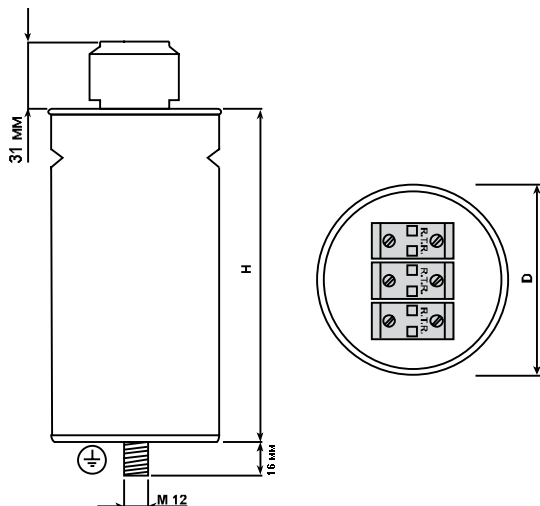
### Область применения

Эта серия конденсаторов специально спроектирована для работы в составе трехфазного фильтра гармоник с частотой настройки 189 Гц (реализация на другие частоты возможна по запросу). Такие силовые конденсаторы используются в составе автоматических батарей конденсаторов серии Argm.

### Система отключения при избыточном давлении

Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

### Габариты



Система отключения при избыточном давлении

### Технические характеристики

Стандарт	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости	- 5% + 10%
Частота	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери*	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения	1,15 x Un
Макс. превышение тока	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению	Разработан специально для работы в условиях гармонических искажений
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току	30%
Разрядное сопротивление	встроенное
Тип соединения	треугольник
Корпус	алюминиевый
Система отключения	при избыт. давлении
Диэлектрик	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов	клеммник
Бросок тока при включении	до 200 x In
Степень защиты	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность	макс. 95%
Высота установки	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

Габариты	Сечение кабеля
D x H (мм)	мм
70 x 215	2,5
85 x 215	6
100 x 215	10
100 x 300	10
120 x 300	25
136 x 300	50

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем тридцать минут в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

# Серия MA/C/CE/TER RCT 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x H (мм)	
2,5	230 В	70 x 215	C2300255TER0RCT
5	230 В	80 x 215	C2300505TER0RCT
7,5	230 В	100 x 215	C2300755TER0RCT
10	230 В	100 x 300	C2301005TER0RCT
12,5	230 В	100 x 300	C2301005TER0RCT
15	230 В	120 x 300	C2301505TER0RCT
20	230 В	136 x 300	C2302005TER0RCT
25	230 В	136 x 300	C2302505TER0RCT

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x H (мм)	
2,5	400 В	70 x 215	C4000255TER0RCT
5	400 В	70 x 215	C4000505TER0RCT
7,5	400 В	85 x 215	C4000755TER0RCT
10	400 В	100 x 215	C4001005TER0RCT
12,5	400 В	100 x 215	C4001255TER0RCT
15	400 В	100 x 300	C4001505TER0RCT
20	400 В	100 x 300	C4002005TER0RCT
25	400 В	120 x 300	C4002505TER0RCT
30	400 В	120 x 300	C4003005TER0RCT
35	400 В	136 x 300	C4003505TER0RCT
40	400 В	136 x 300	C4004005TER0RCT

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x H (мм)	
2,5	440 В	70 x 215	C4400255TER0RCT
5	440 В	70 x 215	C4400505TER0RCT
7,5	440 В	85 x 215	C4400755TER0RCT
10	440 В	100 x 215	C4401005TER0RCT
12,5	440 В	100 x 215	C4401255TER0RCT
15	440 В	100 x 300	C4401505TER0RCT
20	440 В	100 x 300	C4402005TER0RCT
25	440 В	120 x 300	C4402505TER0RCT
30	440 В	120 x 300	C4403005TER0RCT
35	440 В	136 x 300	C4403505TER0RCT
40	440 В	136 x 300	C4404005TER0RCT

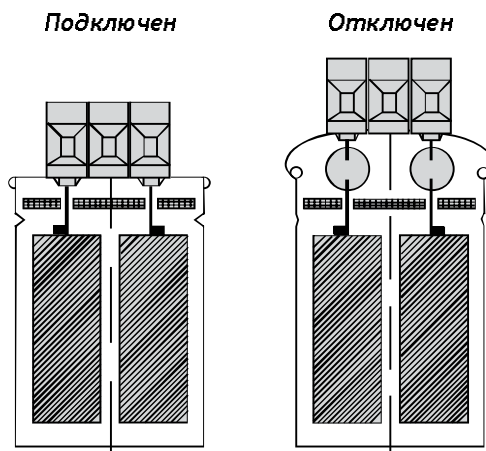
Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x H (мм)	
2,5	480 В	70 x 215	C4800255TER0RCT
5	480 В	70 x 215	C4800505TER0RCT
7,5	480 В	85 x 215	C4800755TER0RCT
10	480 В	100 x 215	C4801005TER0RCT
12,5	480 В	100 x 215	C4801255TER0RCT
15	480 В	100 x 300	C4801505TER0RCT
20	480 В	100 x 300	C4802005TER0RCT
25	480 В	120 x 300	C4802505TER0RCT
30	480 В	120 x 300	C4803005TER0RCT
35	480 В	136 x 300	C4803505TER0RCT
40	480 В	136 x 300	C4804005TER0RCT

\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Трехфазные конденсаторы с клеммниками серии DW с новым компактным дизайном

230/400/415/440/480/525 В



Система отключения при избыточном давлении

## Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

## Область применения

Силовые конденсаторы RTR Energia разработаны для устройств коррекции коэффициента мощности и допускают использование как непосредственно, так и в составе автоматических батарей конденсаторов серий: Mini, Mural, Modul, ST и Compact.

## Система отключения при избыточном давлении

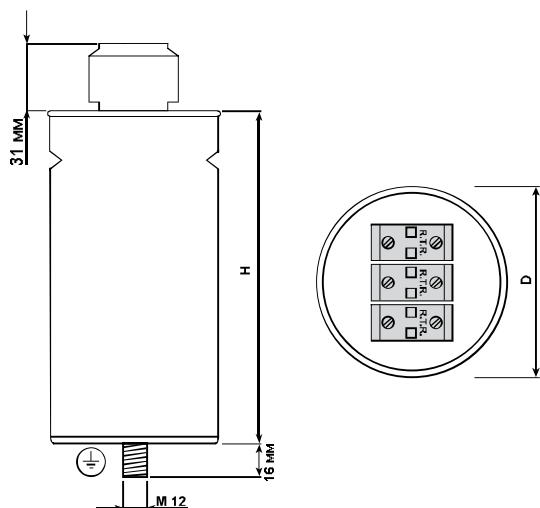
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

## Технические характеристики

Стандарты	IEC 60831-1/2 EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости	- 5% + 10%
Частота	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери*	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения	1,1 x Un **
Макс. превышение тока	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению	2%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току	25%
Разрядное сопротивление	встроенное
Тип соединения	треугольник
Корпус	алюминиевый
Система отключения	при избыт. давлении
Диэлектрик	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов	клеммник
Бросок тока при включении	до 200 x In
Степень защиты	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность	макс. 95%
Номинальный срок службы	100 000 ч (темп. класс C)
Высота установки	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

## Габариты



Габариты		Сечение кабеля
D x H (мм)		мм <sup>2</sup>
70 x 215		4
85 x 215		6
100 x 215		10
120 x 215		16
136 x 215		25

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем восемь часов в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

## Серия 50 Гц DW

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
5	230 В	85 x 215	D2300505TER0000
7,5	230 В	100 x 215	D2300755TER0000
10	230 В	120 x 215	D2301005TER0000
12,5	230 В	136 x 215	D2301255TER0000
15	230 В	136 x 215	D2301505TER0000

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
10	400 В	85 x 215	D4001005TER0000
12,5	400 В	85 x 215	D4001255TER0000
15	400 В	100 x 215	D4001505TER0000
20	400 В	120 x 215	D4002005TER0000
25	400 В	120 x 215	D4002505TER0000
30	400 В	136 x 215	D4003005TER0000
35	400 В	136 x 215	D4003505TER0000

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
10	415 В	85 x 215	D4151005TER0000
12,5	415 В	85 x 215	D4151255TER0000
15	415 В	100 x 215	D4151505TER0000
20	415 В	120 x 215	D4152005TER0000
25	415 В	120 x 215	D4152505TER0000
30	415 В	136 x 215	D4153005TER0000
35	415 В	136 x 215	D4153505TER0000

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
10	480 В	85 x 215	D4801005TER0000
12,5	480 В	85 x 215	D4801255TER0000
15	480 В	100 x 215	D4801505TER0000
20	480 В	120 x 215	D4802005TER0000
25	480 В	120 x 215	D4802505TER0000
30	480 В	136 x 215	D4803005TER0000
35	480 В	136 x 215	D4803505TER0000

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
10	440 В	70 x 215	D4401005TER0000
12,5	440 В	85 x 215	D4401255TER0000
15	440 В	85 x 215	D4401505TER0000
20	440 В	100 x 215	D4402005TER0000
25	440 В	120 x 215	D4402505TER0000
30	440 В	120 x 215	D4403005TER0000
35	440 В	136 x 215	D4403505TER0000
40	440 В	136 x 215	D4404005TER0000

Мощность квар	Напряж. ~В	Габариты D x H (мм)	Код
10	525 В	85 x 215	D5251005TER0000
12,5	525 В	85 x 215	D5251255TER0000
15	525 В	100 x 215	D5251505TER0000
20	525 В	120 x 215	D5252005TER0000
25	525 В	120 x 215	D5252505TER0000
30	525 В	136 x 215	D5253005TER0000
35	525 В	136 x 215	D5253505TER0000

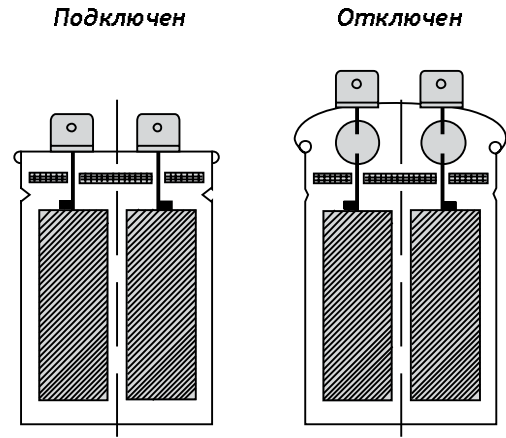
\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Однофазные конденсаторы с системой защитного отключения при избыточном давлении

серии EA

230/400/415/440/480 В, 50 Гц



Система отключения при избыточном давлении

## Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

## Область применения

Силовые конденсаторы RTR Energia разработаны для устройств коррекции коэффициента мощности и допускают использование как непосредственно, так и в составе автоматических батарей конденсаторов.

## Система отключения при избыточном давлении

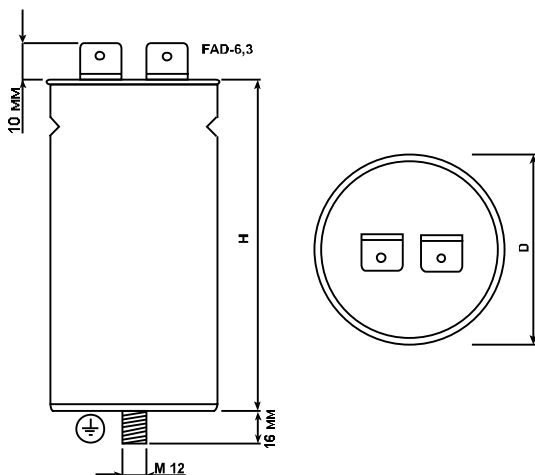
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

## Технические характеристики

Стандарт .....	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости .....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения .....	1,1 x U <sub>n</sub> **
Макс. превышение тока .....	1,5 x I <sub>n</sub>
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	2%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	25%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения .....	однофазное
Terminals .....	2x6.3 Qc
Корпус .....	алюминиевый
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x U <sub>n</sub> 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.
Крышка клеммной коробки .....	пластиковая крышка PA-6

\*Без резисторов

## Габариты



Габариты	Клеммы
D x H (мм)	∅
70 x 140	FAD 6,3

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20.1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем восемь часов в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

## Серия EA 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>D x H (мм)</b>	
0,83	230 В	70 x 140	EA0230083500000
1,67	230 В	70 x 140	EA0230167500000
2,50	230 В	70 x 140	EA0230250500000

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>D x H (мм)</b>	
0,83	400 В	70 x 140	EA0400083500000
1,67	400 В	70 x 140	EA0400167500000
2,50	400 В	70 x 140	EA0400250500000
3,33	400 В	70 x 140	EA0400333500000
4,17	400 В	70 x 140	EA0400417500000

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>D x H (мм)</b>	
0,83	415 В	70 x 140	EA0415083500000
1,67	415 В	70 x 140	EA0415167500000
2,50	415 В	70 x 140	EA0415250500000
3,33	415 В	70 x 140	EA0415333500000
4,17	415 В	70 x 140	EA0415417500000

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>D x H (мм)</b>	
0,83	440 В	70 x 140	EA0440083500000
1,67	440 В	70 x 140	EA0440167500000
2,50	440 В	70 x 140	EA0440250500000
3,33	440 В	70 x 140	EA0440333500000
4,17	440 В	70 x 140	EA0440417500000

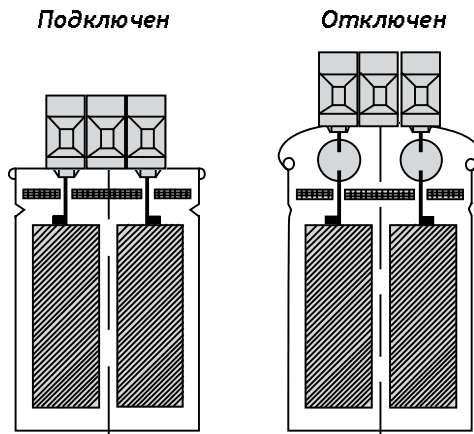
Мощность	Напряжение	Габариты	Код
<b>квар</b>	<b>~В</b>	<b>D x H (мм)</b>	
0,83	480 В	70 x 140	EA0480083500000
1,67	480 В	70 x 140	EA0480167500000
2,50	480 В	70 x 140	EA0480250500000
3,33	480 В	70 x 140	EA0480333500000
4,17	480 В	70 x 140	EA0480417500000

\* На другие напряжения - по запросу  
 \* На частоту 60 Гц - по запросу



# Трехфазные конденсаторы серии BO/R TER

230/440/460/480/525/690 В, 50 Гц



Система отключения при избыточном давлении

### Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Enerģia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Enerģia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

### Область применения

Силовые конденсаторы RTR Enerģia разработаны для устройств коррекции коэффициента мощности и допускают использование как непосредственно, так и при включении в параллель с другими конденсаторами для получения большего количества возможных ступеней емкости.

### Система отключения при избыточном давлении

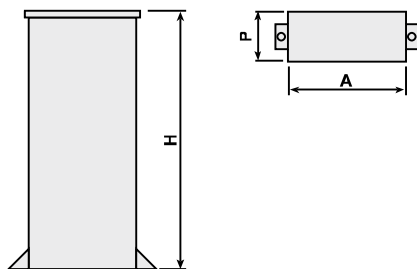
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Enerģia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

### Технические характеристики

Стандарты .....	МЭК 60831-1/2 EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости .....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения .....	1,1 x Un **
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	2%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	25%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения .....	треугольник
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов .....	клеммник
Бросок тока при включении .....	до 200 x In
Степень защиты .....	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность .....	макс. 95%
Номинальный срок службы .....	120 000 ч (темп. класс С)
Высота установки .....	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

### Габариты



Габариты	Кронштейны	Сеч. кабеля
H x A x P (мм)		мм <sup>2</sup>
300 X 115 X 115	2	2,5 - 10
425 X 165 X 150	2	10 - 50
425 X 320 X 150	2	50

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем восемь часов в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

# Серия BO/R TER 50 Гц

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
2,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000255TER00	
5	230 В	300 x 115 x 115	R023000505TER00	
7,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000755TER00	
10	230 В	425 x 165 x 150	R023001005TER00	
12,5	230 В	425 x 165 x 150	R023001255TER00	
15	230 В	425 x 165 x 150	R023001505TER00	
20	230 В	425 x 165 x 150	R023002005TER00	
25	230 В	425 x 320 x 150	R023002505TER00	
30	230 В	425 x 320 x 150	R023003005TER00	
35	230 В	425 x 320 x 150	R023003505TER00	
40	230 В	425 x 320 x 150	R023004005TER00	
45	230 В	425 x 320 x 150	R023004505TER00	

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
5	480 В	300 x 115 x 115	R048000505TER00	
7,5	480 В	300 x 115 x 115	R048000755TER00	
10	480 В	300 x 115 x 115	R048001005TER00	
12,5	480 В	300 x 115 x 115	R048001255TER00	
15	480 В	300 x 115 x 115	R048001505TER00	
20	480 В	425 x 165 x 150	R048002005TER00	
25	480 В	425 x 165 x 150	R048002505TER00	
30	480 В	425 x 165 x 150	R048003005TER00	
35	480 В	425 x 165 x 150	R048003505TER00	
40	480 В	425 x 165 x 150	R048004005TER00	
45	480 В	425 x 165 x 150	R048004505TER00	
50	480 В	425 x 165 x 150	R048005005TER00	
60	480 В	425 x 320 x 150	R048006005TER00	
70	480 В	425 x 320 x 150	R048007005TER00	
80	480 В	425 x 320 x 150	R048008005TER00	

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
5	440 В	300 x 115 x 115	R044000505TER00	
7,5	440 В	300 x 115 x 115	R044000755TER00	
10	440 В	300 x 115 x 115	R044001005TER00	
12,5	440 В	300 x 115 x 115	R044001255TER00	
15	440 В	300 x 115 x 115	R044001505TER00	
20	440 В	425 x 165 x 150	R044002005TER00	
25	440 В	425 x 165 x 150	R044002505TER00	
30	440 В	425 x 165 x 150	R044003005TER00	
35	440 В	425 x 165 x 150	R044003505TER00	
40	440 В	425 x 165 x 150	R044004005TER00	
45	440 В	425 x 165 x 150	R044004505TER00	
50	440 В	425 x 165 x 150	R044005005TER00	
60	440 В	425 x 320 x 150	R044006005TER00	
70	440 В	425 x 320 x 150	R044007005TER00	
80	440 В	425 x 320 x 150	R044008005TER00	

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
5	525 В	300 x 115 x 115	R052500505TER00	
7,5	525 В	300 x 115 x 115	R052500755TER00	
10	525 В	300 x 115 x 115	R052501005TER00	
12,5	525 В	300 x 115 x 115	R052501255TER00	
15	525 В	300 x 115 x 115	R052501505TER00	
20	525 В	425 x 165 x 150	R052502005TER00	
25	525 В	425 x 165 x 150	R052502505TER00	
30	525 В	425 x 165 x 150	R052503005TER00	
35	525 В	425 x 165 x 150	R052503505TER00	
40	525 В	425 x 165 x 150	R052504005TER00	
45	525 В	425 x 165 x 150	R052504505TER00	
50	525 В	425 x 165 x 150	R052505005TER00	
60	525 В	425 x 320 x 150	R052506005TER00	
70	525 В	425 x 320 x 150	R052507005TER00	
80	525 В	425 x 320 x 150	R052508005TER00	

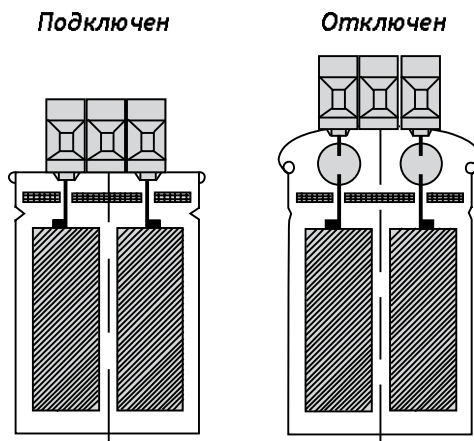
Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
5	460 В	300 x 115 x 115	R046000505TER00	
7,5	460 В	300 x 115 x 115	R046000755TER00	
10	460 В	300 x 115 x 115	R046001005TER00	
12,5	460 В	300 x 115 x 115	R046001255TER00	
15	460 В	300 x 115 x 115	R046001505TER00	
20	460 В	425 x 165 x 150	R046002005TER00	
25	460 В	425 x 165 x 150	R046002505TER00	
30	460 В	425 x 165 x 150	R046003005TER00	
35	460 В	425 x 165 x 150	R046003505TER00	
40	460 В	425 x 165 x 150	R046004005TER00	
45	460 В	425 x 165 x 150	R046004505TER00	
50	460 В	425 x 165 x 150	R046005005TER00	
60	460 В	425 x 320 x 150	R046006005TER00	
70	460 В	425 x 320 x 150	R046007005TER00	
80	460 В	425 x 320 x 150	R046008005TER00	

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н x А x P (мм)		
5	690 В	300 x 115 x 115	R069000505TER00	
7,5	690 В	300 x 115 x 115	R069000755TER00	
10	690 В	300 x 115 x 115	R069001005TER00	
12,5	690 В	300 x 115 x 115	R069001255TER00	
15	690 В	300 x 115 x 115	R069001505TER00	
20	690 В	425 x 165 x 150	R069002005TER00	
25	690 В	425 x 165 x 150	R069002505TER00	
30	690 В	425 x 165 x 150	R069003005TER00	
35	690 В	425 x 165 x 150	R069003505TER00	
40	690 В	425 x 165 x 150	R069004005TER00	
45	690 В	425 x 320 x 150	R069004505TER00	
50	690 В	425 x 320 x 150	R069005005TER00	
60	690 В	425 x 320 x 150	R069006005TER00	
70	690 В	425 x 320 x 150	R069007005TER00	
80	690 В	425 x 320 x 150	R069008005TER00	

\* На другие напряжения - по запросу  
\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Усиленные трехфазные конденсаторы серии BO/R TER RTF

230/440 В, 50 Гц



Система отключения при избыточном давлении

### Общее описание

Силовые конденсаторы компании **RTR Energia S.L.** изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

### Область применения

Конденсаторы имеют завышенные габариты для обеспечения способности выдерживать большие значения перенапряжений, оснащены системой отключения при избыточном давлении.

### Система отключения при избыточном давлении

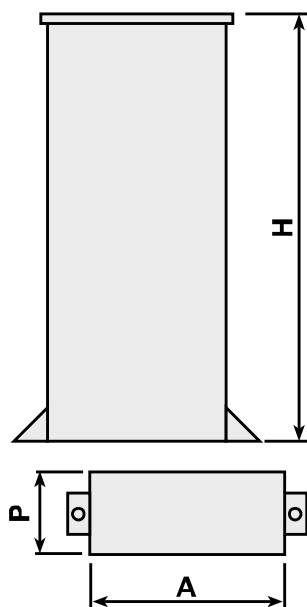
Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы **RTR Energia S.L.** оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

### Технические характеристики

Стандарты .....	МЭК 60831-1/2 EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости .....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения .....	1,15 x Un
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	3%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	30%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения .....	треугольник
Корпус .....	алюминиевый
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов .....	клеммник
Бросок тока при включении .....	до 200 x In
Степень защиты .....	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность .....	макс. 95%
Номинальный срок службы .....	130 000 ч. (темп. класс D)
Высота установки .....	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

### Габариты



Габариты H x A x P (мм)	Кронштейны	Сечение кабеля мм <sup>2</sup>
300 X 115 X 115	2	2,5 - 10
425 X 165 X 150	2	10 - 50
425 X 320 X 150	2	50

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем тридцать минут в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

## Серия BO/R TER RTF 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
2,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000255TERTF
5	230 В	300 x 115 x 115	R023000505TERTF
7,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000755TERTF
10	230 В	425 x 165 x 150	R023001005TERTF
12,5	230 В	425 x 165 x 150	R023000255TERTF
15	230 В	425 x 165 x 150	R023001505TERTF
20	230 В	425 x 165 x 150	R023002005TERTF
25	230 В	425 x 320 x 150	R023002505TERTF
30	230 В	425 x 320 x 150	R023003005TERTF

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
5	440 В	300 x 115 x 115	R044000505TERTF
7,5	440 В	300 x 115 x 115	R044000755TERTF
10	440 В	300 x 115 x 115	R044001005TERTF
12,5	440 В	300 x 115 x 115	R044001255TERTF
15	440 В	300 x 115 x 115	R044001505TERTF
20	440 В	425 x 165 x 150	R044002005TERTF
25	440 В	425 x 165 x 150	R044002505TERTF
30	440 В	425 x 165 x 150	R044003005TERTF
35	440 В	425 x 165 x 150	R044003505TERTF
40	440 В	425 x 165 x 150	R044004005TERTF
45	440 В	425 x 320 x 150	R044004505TERTF
50	440 В	425 x 320 x 150	R044005005TERTF
60	440 В	425 x 320 x 150	R044006005TERTF
70	440 В	425 x 320 x 150	R044007005TERTF

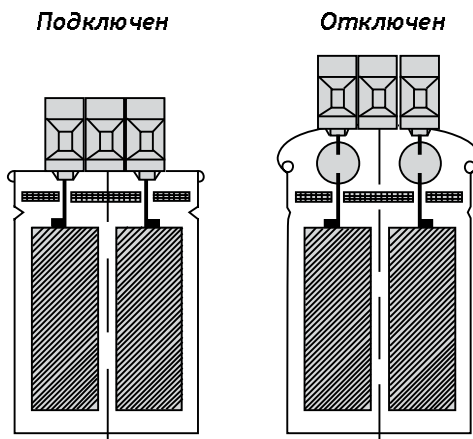
\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Трехфазные конденсаторы для фильтров гармоник

## серии BO/R TER RCT

230/440 В, 50 Гц



Система отключения при избыточном давлении

### Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в алюминиевом корпусе цилиндрической формы и оснащены системой защитного отключения при избыточном давлении.

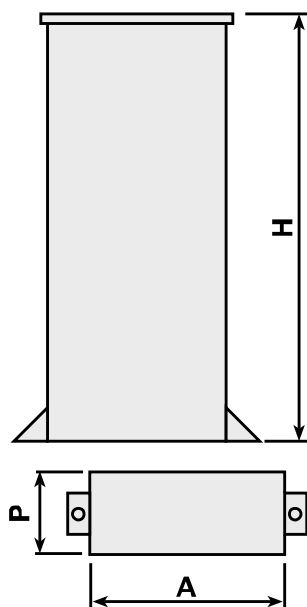
### Область применения

Эта серия конденсаторов специально спроектирована для работы в составе трехфазного фильтра гармоник с частотой настройки 189 Гц (реализация на другие частоты возможна по запросу). Такие силовые конденсаторы используются в составе автоматических батарей конденсаторов серии Arm.

### Система отключения при избыточном давлении

Чтобы избежать проблем, связанных с перенапряжениями, гармониками, высокими температурами и т.д., силовые конденсаторы RTR Energia S.L. оснащены системой отключения при избыточном давлении. При деформации крышки клеммной коробки происходит размыкание внутренних контактов и отключение конденсатора.

### Габариты



### Технические характеристики

Стандарт .....	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости.....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц под заказ)
Диапазон температур .....	-25°C + 55°C
Потери в диэлектрике.....	≤ 0,2 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения.....	1,15 x Un
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	Разработан специально для работы в условиях гармонических искажений
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току.....	30%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения.....	треугольник
Корпус .....	алюминиевый
Система отключения .....	при избыт. давлении
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.
Тип выводов .....	клеммник
Бросок тока при включении .....	до 200 x In
Степень защиты.....	IP 20, размещ. в помещ.
Влажность .....	макс. 95%
Высота установки.....	до 2000 м над ур. моря

\*Без резисторов

Габариты	Кронштейны	Сечение кабеля
H x A x P (мм)		мм <sup>2</sup>
300 X 115 X 115	2	2,5 - 10
425 X 165 X 150	2	10 - 50
425 X 320 X 150	2	50

## Серия BO/R TER RCT 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)	
2,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000255TERTF
5	230 В	300 x 115 x 115	R023000505TERTF
7,5	230 В	300 x 115 x 115	R023000755TERTF
10	230 В	425 x 165 x 150	R023001005TERTF
12,5	230 В	425 x 165 x 150	R023001255TERTF
15	230 В	425 x 165 x 150	R023001505TERTF
20	230 В	425 x 165 x 150	R023002005TERTF
25	230 В	425 x 320 x 150	R023002505TERTF
30	230 В	425 x 320 x 150	R023003005TERTF

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)	
5	440 В	300 x 115 x 115	R044000505TERTF
7,5	440 В	300 x 115 x 115	R044000755TERTF
10	440 В	300 x 115 x 115	R044001005TERTF
12,5	440 В	300 x 115 x 115	R044001255TERTF
15	440 В	300 x 115 x 115	R044001505TERTF
20	440 В	425 x 165 x 150	R044002005TERTF
25	440 В	425 x 165 x 150	R044002505TERTF
30	440 В	425 x 165 x 150	R044003005TERTF
35	440 В	425 x 165 x 150	R044003505TERTF
40	440 В	425 x 165 x 150	R044004005TERTF
45	440 В	425 x 320 x 150	R044004505TERTF
50	440 В	425 x 320 x 150	R044005005TERTF
60	440 В	425 x 320 x 150	R044006005TERTF
70	440 В	425 x 320 x 150	R044007005TERTF

\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу



# Трехфазные конденсаторы серии BO/R

230/400/440/460/480/525/690/1100 В, 50 Гц



## Технические характеристики

Стандарт.....	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости.....	-5% + 10%
Частота .....	50 Гц
Диапазон температур .....	-40°C + 55°C
Потери в диэлектрике.....	≤ 0,5 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения.....	1,1 x Un **
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	2%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	25%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения.....	треугольник
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.

## Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в корпусе призматической формы с резьбовой шпилькой для подключения.

## Область применения

Эта серия силовых конденсаторов разработана для устройств кор-

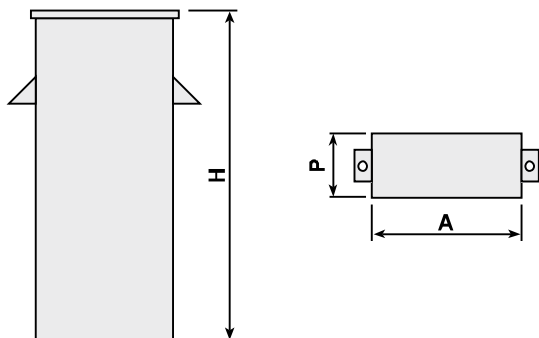
\*Без резисторов

рекции коэффициента мощности и допускает их использование как непосредственно, так и при включении в параллель с другими конденсаторами для получения большего количества возможных ступеней емкости.

## Экологически безопасные конденсаторы сухого типа

Конденсаторы сухого типа производства RTR Energia заполняются нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой. Смола, разработанная компанией RTR Energia, имеет отличные теплопроводящие свойства, что способствует увеличению срока службы конденсаторов.

## Габариты



Габариты	Кронштейн	Выводы
Н x А x P (мм)		М
255 x 210 x 70	2	М 8
370 x 210 x 70	2	М 8
370 x 220 x 150	2	М 12
520 x 220 x 150	2	М 12
620 x 220 x 150	2	М 12
750 x 220 x 150	2	М 12

Мощность	Напряж.	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
2,5	230 В	255 x 210 x 70	R02300025500000
5	230 В	255 x 210 x 70	R02300050500000
7,5	230 В	370 x 210 x 70	R02300075500000
10	230 В	370 x 210 x 70	R02300100500000
12,5	230 В	370 x 220x 150	R02300125500000
15	230 В	370 x 220 x 150	R02300150500000
20	230 В	520 x 220 x 150	R02300200500000
25	230 В	520 x 220 x 150	R02300250500000
30	230 В	620 x 220 x 150	R02300300500000
35	230 В	750 x 220 x 150	R02300350500000
40	230 В	750 x 220 x 150	R02300400500000
45	230 В	750 x 220 x 150	R02300450500000

Мощность	Напряж.	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
5	400 В	255 x 210 x 70	R04000050500000
7,5	400 В	255 x 210 x 70	R04000075500000
10	400 В	255 x 210 x 70	R04000100500000
12,5	400 В	370 x 210 x 70	R04000125500000
15	400 В	370 x 210x 70	R04000150500000
20	400 В	370 x 210 x 70	R04000200500000
25	400 В	370 x 220 x 150	R04000250500000
30	400 В	370 x 220 x 150	R04000300500000
35	400 В	520 x 220 x 150	R04000350500000
40	400 В	520 x 220 x 150	R04000400500000
45	400 В	520 x 220 x 150	R04000450500000
50	400 В	520 x 220 x 150	R04000500500000
60	400 В	620 x 220 x 150	R04000600500000
70	400 В	750 x 220 x 150	R04000700500000
80	400 В	750 x 220 x 150	R04000800500000

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20, 1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем восемь часов в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов

# Серия BO/R 50 Гц

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	440 В	255	210 х 70	R04400050500000
7,5	440 В	255	210 х 70	R04400075500000
10	440 В	255	210 х 70	R04400100500000
12,5	440 В	370	210 х 70	R04400125500000
15	440 В	370	210х 70	R04400150500000
20	440 В	370	210 х 70	R04400200500000
25	440 В	370	220 х 150	R04400250500000
30	440 В	370	220 х 150	R04400300500000
35	440 В	520	220 х 150	R04400350500000
40	440 В	520	220 х 150	R04400400500000
45	440 В	520	220 х 150	R04400450500000
50	440 В	520	220 х 150	R04400500500000
60	440 В	620	220 х 150	R04400600500000
70	440 В	750	220 х 150	R04400700500000
80	440 В	750	220 х 150	R04400800500000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	525 В	255	210 х 70	R05250050500000
7,5	525 В	255	210 х 70	R05250075500000
10	525 В	255	210 х 70	R05250100500000
12,5	525 В	370	210 х 70	R05250125500000
15	525 В	370	210х 70	R05250150500000
20	525 В	370	210 х 70	R05250200500000
25	525 В	370	220 х 150	R05250250500000
30	525 В	370	220 х 150	R05250300500000
35	525 В	520	220 х 150	R05250350500000
40	525 В	520	220 х 150	R05250400500000
45	525 В	520	220 х 150	R05250450500000
50	525 В	520	220 х 150	R05250500500000
60	525 В	620	220 х 150	R05250600500000
70	525 В	750	220 х 150	R05250700500000
80	525 В	750	220 х 150	R05250800500000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	460 В	255	210 х 70	R04600050500000
7,5	460 В	255	210 х 70	R04600075500000
10	460 В	255	210 х 70	R04600100500000
12,5	460 В	370	210 х 70	R04600125500000
15	460 В	370	210 х 70	R04600150500000
20	460 В	370	210 х 70	R04600200500000
25	460 В	370	220 х 150	R04600250500000
30	460 В	370	220 х 150	R04600300500000
35	460 В	520	220 х 150	R04600350500000
40	460 В	520	220 х 150	R04600400500000
45	460 В	520	220 х 150	R04600450500000
50	460 В	520	220 х 150	R04600500500000
60	460 В	620	220 х 150	R04600600500000
70	460 В	750	220 х 150	R04600700500000
80	460 В	750	220 х 150	R04600800500000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	690 В	255	210 х 70	R06900050500000
7,5	690 В	255	210 х 70	R06900075500000
10	690 В	255	210 х 70	R06900100500000
12,5	690 В	370	210 х 70	R06900125500000
15	690 В	370	210х 70	R06900150500000
20	690 В	370	210 х 70	R06900200500000
25	690 В	370	220 х 150	R06900250500000
30	690 В	370	220 х 150	R06900300500000
35	690 В	520	220 х 150	R06900350500000
40	690 В	520	220 х 150	R06900400500000
45	690 В	520	220 х 150	R06900450500000
50	690 В	520	220 х 150	R06900500500000
60	690 В	620	220 х 150	R06900600500000
70	690 В	750	220 х 150	R06900700500000
80	690 В	750	220 х 150	R06900800500000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	480 В	255	210 х 70	R04800050500000
7,5	480 В	255	210 х 70	R04800075500000
10	480 В	255	210 х 70	R04800100500000
12,5	480 В	370	210 х 70	R04800125500000
15	480 В	370	210х 70	R04800150500000
20	480 В	370	210 х 70	R04800200500000
25	480 В	370	220 х 150	R04800250500000
30	480 В	370	220 х 150	R04800300500000
35	480 В	520	220 х 150	R04800350500000
40	480 В	520	220 х 150	R04800400500000
45	480 В	520	220 х 150	R04800450500000
50	480 В	520	220 х 150	R04800500500000
60	480 В	620	220 х 150	R04800600500000
70	480 В	750	220 х 150	R04800700500000
80	480 В	750	220 х 150	R04800800500000

Мощность Напряж.		Габариты		Код
квар	~В	Н х А х Р (мм)		
5	1100 В	255	210 х 70	R11000050500000
7,5	1100 В	255	210 х 70	R11000075500000
10	1100 В	255	210 х 70	R11000100500000
12,5	1100 В	370	210 х 70	R11000125500000
15	1100 В	370	210х 70	R11000150500000
20	1100 В	370	210 х 70	R11000200500000
25	1100 В	370	220 х 150	R11000250500000
30	1100 В	370	220 х 150	R11000300500000
35	1100 В	520	220 х 150	R11000350500000
40	1100 В	520	220 х 150	R11000400500000
45	1100 В	520	220 х 150	R11000450500000
50	1100 В	520	220 х 150	R11000500500000
60	1100 В	620	220 х 150	R11000600500000
70	1100 В	750	220 х 150	R11000700500000
80	1100В	750	220 х 150	R11000800500000

\* На другие напряжения - по запросу  
\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Усиленные трехфазные конденсаторы серии BO/R RTF

## 230/400/440 В, 50 Гц



### Общее описание

Силовые конденсаторы компании **RTR Energia S.L.** изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в корпусе призматической формы с резьбовой шпилькой для подключения.

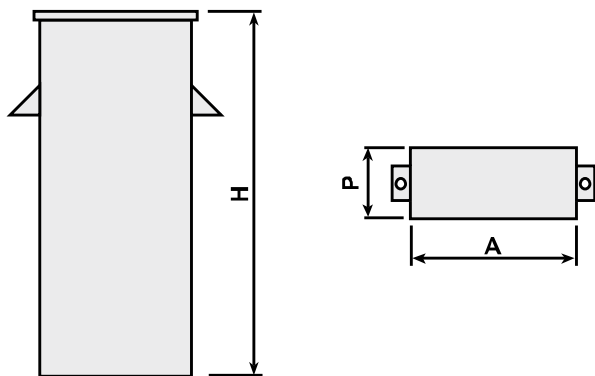
### Область применения

Эта серия силовых конденсаторов имеет завышенные габариты для обеспечения способности выдерживать большие значения перенапряжений при использовании в целях коррекции коэффициента мощности. Возможно использование конденсаторов как непосредственно, так и при включении в параллель с другими конденсаторами для получения большего количества возможных ступеней емкости.

### Экологически безопасные конденсаторы сухого типа

Конденсаторы сухого типа производства RTR Energia заполняются нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой. Смола, разработанная компанией RTR Energia, имеет отличные теплопроводящие свойства, что способствует увеличению срока службы конденсаторов.

### Габариты



### Технические характеристики

Стандарт.....	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости.....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц по запросу)
Диапазон температур .....	-40°C + 55°C
Потери в диэлектрике.....	≤ 0,5 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения.....	1,15 x Un
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	3%
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	30%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения.....	треугольник
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.

\*Без резисторов

Габариты	Кронштейн	Выводы
H x A x P (мм)		M
255 x 210 x 70	2	M 8
370 x 210 x 70	2	M 8
370 x 220 x 150	2	M 12
520 x 220 x 150	2	M 12
620 x 220 x 150	2	M 12
750 x 220 x 150	2	M 12

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем тридцать минут в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

## Серия BO/R RTF 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
2,5	230 В	255 x 210 x 70	R023000255RTF00
5	230 В	255 x 210 x 70	R023000505RTF00
7,5	230 В	370 x 210 x 70	R023000755RTF00
10	230 В	370 x 210 x 70	R023001005RTF00
12,5	230 В	370 x 220 x 150	R023001255RTF00
15	230 В	370 x 220 x 150	R023001505RTF00
20	230 В	520 x 220 x 150	R023002005RTF00
25	230 В	520 x 220 x 150	R023002505RTF00
30	230 В	620 x 220 x 150	R023003005RTF00
35	230 В	750 x 220 x 150	R023003505RTF00
40	230 В	750 x 220 x 150	R023004005RTF00
45	230 В	750 x 220 x 150	R023004505RTF00

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
5	400 В	255 x 210 x 70	R040000505RTF00
7,5	400 В	255 x 210 x 70	R040000755RTF00
10	400 В	255 x 210 x 70	R040001005RTF00
12,5	400 В	370 x 210 x 70	R040001255RTF00
15	400 В	370 x 210 x 70	R040001505RTF00
20	400 В	370 x 210 x 70	R040002005RTF00
25	400 В	370 x 220 x 150	R040002505RTF00
30	400 В	370 x 220 x 150	R040003005RTF00
35	400 В	520 x 220 x 150	R040003505RTF00
40	400 В	520 x 220 x 150	R040004005RTF00
45	400 В	520 x 220 x 150	R040004505RTF00
50	400 В	520 x 220 x 150	R040005005RTF00
60	400 В	620 x 220 x 150	R040006005RTF00
70	400 В	750 x 220 x 150	R040007005RTF00
80	400 В	750 x 220 x 150	R040008005RTF00

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Н x А x P (мм)	
5	440 В	255 x 210 x 70	R044000505RTF00
7,5	440 В	255 x 210 x 70	R044000755RTF00
10	440 В	255 x 210 x 70	R044001005RTF00
12,5	440 В	370 x 210 x 70	R044001255RTF00
15	440 В	370 x 210 x 70	R044001505RTF00
20	440 В	370 x 210 x 70	R044002005RTF00
25	440 В	370 x 220 x 150	R044002505RTF00
30	440 В	370 x 220 x 150	R044003005RTF00
35	440 В	520 x 220 x 150	R044003505RTF00
40	440 В	520 x 220 x 150	R044004005RTF00
45	440 В	520 x 220 x 150	R044004505RTF00
50	440 В	520 x 220 x 150	R044005005RTF00
60	440 В	620 x 220 x 150	R044006005RTF00
70	440 В	750 x 220 x 150	R044007005RTF00
80	440 В	750 x 220 x 150	R044008005RTF00

\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу

# Трехфазные конденсаторы для фильтров гармоник

## серии VO/R RCT

230/440 В, 50 Гц



### Общее описание

Силовые конденсаторы компании RTR Energia S.L. изготавливаются на основе металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким коэффициентом потерь. Конденсаторы сухого типа заполняются разработанной компанией RTR Energia нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой с очень высоким коэффициентом теплопроводности. Конденсаторы этой серии выпускаются в корпусе призматической формы с резьбовой шпилькой для подключения.

### Область применения

Эта серия конденсаторов специально спроектирована для работы в составе трехфазного фильтра гармоник с частотой настройки 189 Гц (реализация на другие частоты возможна по запросу).

### Экологически безопасные конденсаторы сухого типа

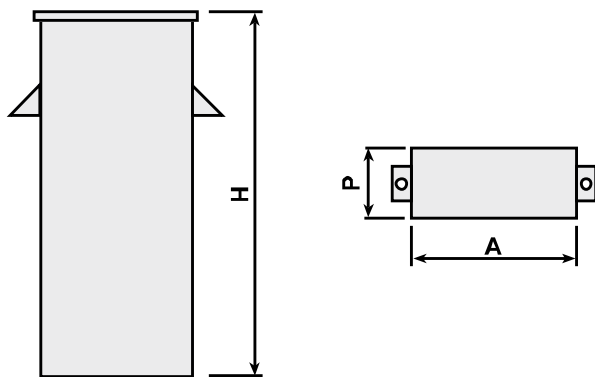
Конденсаторы сухого типа производства RTR Energia заполняются нетоксичной, безопасной для окружающей среды полиуретановой смолой. Смола, разработанная компанией RTR Energia, имеет отличные теплопроводящие свойства, что способствует увеличению срока службы конденсаторов.

### Технические характеристики

Стандарт.....	EN 60831-1/2
Допустимое отклонение емкости.....	- 5% + 10%
Частота .....	50 Гц (60 Гц по запросу)
Диапазон температур .....	-40°C + 55°C
Потери в диэлектрике .....	≤ 0,5 Вт/квар
Общие потери* .....	≤ 0,45 Вт/квар
Макс. превышение напряжения.....	1,15 x Un
Макс. превышение тока .....	1,5 x In
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по напряжению .....	Разработан специально для работы в условиях гармонических искажений
Макс. коэф. суммарных гармонических искажений по току .....	30%
Разрядное сопротивление .....	встроенное
Тип соединения.....	треугольник
Диэлектрик .....	металлиз. полипроп. пленка
Испытание напряжением между выводами .....	2,15 x Un 2 с.
Испытание напряжением между выводами и корпусом .....	~3 кВ в теч. 10 с.

\*Без резисторов

### Габариты



Габариты	Кронштейн	Выводы
H x A x P (мм)		M
255 x 210 x 70	2	M 8
370 x 210 x 70	2	M 8
370 x 220 x 150	2	M 12
520 x 220 x 150	2	M 12
620 x 220 x 150	2	M 12
750 x 220 x 150	2	M 12

\*\* В соответствии со стандартом EN 60831-1-1996(20,1) воздействие перенапряжений в пределах, указанных выше, допустимо не дольше, чем тридцать минут в сутки. Превышение этого значения может отрицательно повлиять на срок службы конденсаторов.

## Серия BO/R RCT 50 Гц

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x Н (мм)	
2,5	230 В	255 x 210 x 70	R023000255RCT00
5	230 В	255 x 210 x 70	R023000505RCT00
7,5	230 В	370 x 210 x 70	R023000755RCT00
10	230 В	370 x 210 x 70	R023001005RCT00
12,5	230 В	370 x 220 x 150	R023001255RCT00
15	230 В	370 x 220 x 150	R023001505RCT00
20	230 В	520 x 220 x 150	R023002005RCT00
25	230 В	520 x 220 x 150	R023002505RCT00
30	230 В	620 x 220 x 150	R023003005RCT00
35	230 В	750 x 220 x 150	R023003505RCT00
40	230 В	750 x 220 x 150	R023004005RCT00
45	230 В	750 x 220 x 150	R023004505RCT00

Мощность	Напряжение	Габариты	Код
квар	~В	Д x Н (мм)	
5	440 В	255 x 210 x 70	R044000505RCT00
7,5	440 В	255 x 210 x 70	R044000755RCT00
10	440 В	255 x 210 x 70	R044001005RCT00
12,5	440 В	370 x 210 x 70	R044001255RCT00
15	440 В	370 x 210 x 70	R044001505RCT00
20	440 В	370 x 210 x 70	R044002005RCT00
25	440 В	370 x 220 x 150	R044002505RCT00
30	440 В	370 x 220 x 150	R044003005RCT00
35	440 В	520 x 220 x 150	R044003505RCT00
40	440 В	520 x 220 x 150	R044004005RCT00
45	440 В	520 x 220 x 150	R044004505RCT00
50	440 В	520 x 220 x 150	R044005005RCT00
60	440 В	620 x 220 x 150	R044006005RCT00
70	440 В	750 x 220 x 150	R044007005RCT00
80	440 В	750 x 220 x 150	R044008005RCT00

\* На другие напряжения - по запросу

\* На частоту 60 Гц - по запросу





# Устройства среднего диапазона напряжений (1-35 кВ)



# 1, Общие сведения о конденсаторах среднего напряжения

## 1,1 Сплошной пленочный диэлектрик

Конденсаторы производства компании RTR выполнены с использованием диэлектрика, состоящего из трех шероховатых с обеих сторон полипропиленовых пленок высокой степени чистоты. Такая конструкция, в отличие от используемой другими производителями двухслойной односторонней конструкции, повышает безопасность конденсаторов компании RTR и увеличивает их срок службы. Двусторонняя шероховатость полипропиленовой пленки является необходимым условием для качественной ее пропитки, что способствует высокой стабильности работы конденсатора в течение длительного времени.



## 1,2 Биоразлагаемая пропитка

Для пропитки конденсаторов производства RTR используется масло MDBT, не содержащее хлор, разработанное компанией Elf-Atochem (Франция) для наиболее ответственных областей применения. Эта жидкость характеризуется высоким значением температуры воспламенения, способностью поглощения газов, выделяемых при внутренних электрических разрядах и хорошими экологическими свойствами (возможность биохимического разложения).

## 1,3 Конструкция с расширенными листами и применением технологии "wild fold"

Конденсаторы компании RTR выполняются из отдельных элементов, каждый из которых состоит из намотанных в катушку листов алюминиевой фольги и полипропиленовой пленки. Алюминиевые листы выходят за края намотки, их кромки сворачивают для исключения коронирования. При этом обеспечивается величина напряженности появления частичных разрядов на диэлектрике на 50% выше номинального значения. Листы спаяны друг с другом и с соседними катушками специальными сплавами, отличающимися высокой адгезией и низкой температурой плавления. Таким образом, за счет использования подобной «преграды» исключаются недостатки предыдущих конструкций.

## 1,4 Напряженность электрического поля

Компания RTR S.L. проектирует изделия на основе консервативных критериев, предполагающих использование диэлектрических материалов с относительно низкой величиной рабочей напряженности электрического поля (кВ/мм). Как следствие, конденсаторы имеют несколько большие размеры по сравнению с конденсаторами других производителей, но это способствует увеличению срока их службы.

## 1,5 Встроенные предохранители

Компания RTR S.L. в большинстве конденсаторов на напряжение диапазона 1–35 кВ (особенно на большие мощности) использует отдельные встроенные предохранители новой конструкции для каждого намотанного рулона («конденсаторного элемента»). Предохранители позволяют локализовать неисправность любого элемента, при этом другие элементы по-прежнему могут работать в нормальных условиях. Предохранители изолированы друг от друга, поэтому срабатывание одного из них не приводит к срабатыванию соседнего предохранителя. Кроме того, на основе конденсаторов со встроенными предохранителями можно создавать более простые, легкие и экономически выгодные конструкции.

## 1,6 Диэлектрик с низким коэффициентом потерь

Конструктивные характеристики конденсаторов, точный подбор материалов и тщательность конструирования и производства позволяют в конечном итоге получить конденсаторы с малым значением потерь, что способствует снижению их размеров и рабочей температуры, а также увеличению срока службы конденсаторов.

## 2. Технические характеристики и габаритные размеры трехфазных конденсаторов

• Стандарт .....	МЭК 871-1/4
• Напряжение между выводами .....	1 - 7,2 кВ
• Частота .....	50 - 60 Гц
• Потери .....	<0,15 Вт/квар
• Диапазон температур .....	-5+50 °С
• Диэлектрическая жидкость .....	МДВТ без содержания хлора
• Остаточное напряжение .....	10% $U_n$ через 5 мин.
• Диэлектрик .....	полипропилен
• Предохранители .....	опционально
• Категория размещения .....	в помещении – вне помещений
• Высота установки .....	< 1000 м над уровнем моря
• Макс. превышение напряжения .....	1,1 x $U_n$
• Макс. превышение тока .....	1,3 x $I_n$
• Допуск .....	-5 + 15%
• Испытание напряжением между выводами .....	4,3 x $U_n$ (10 с.)

### 2.1 Габаритные размеры (ориентировочно)

#### Примечания:

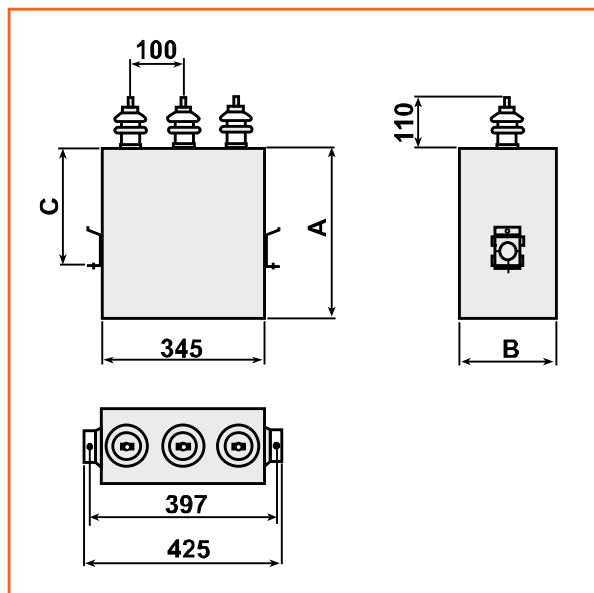
1. В приведенных таблицах приведено усредненное значение массы используемого оборудования, независимо от напряжения, частоты и прочих характеристик конкретного устройства.
2. Значение высоты, соответствующее точке крепления (С), может быть изменено в соответствии с требованиями к монтажу.
3. Возможно исполнение однофазных конденсаторов с одним или двумя изолированными выводами.
4. Габаритные размеры и другие характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.



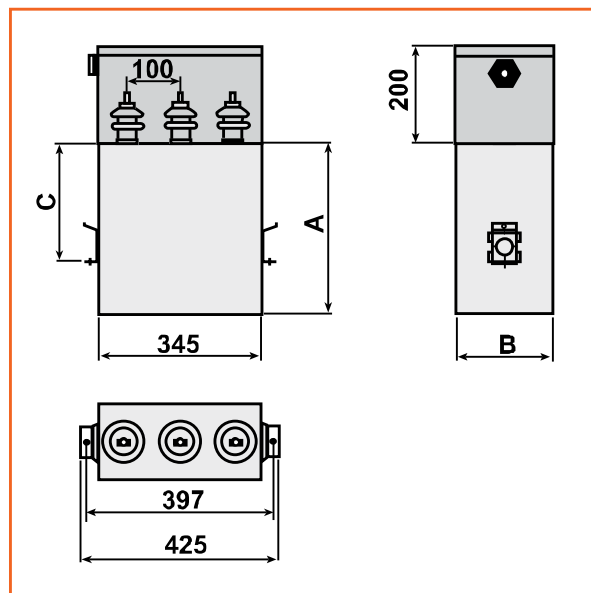
## 2.2 Диапазон от 1 до 1,2 кВ

Мощность (квар)		Габариты			Масса
а 50 Гц	а 60 Гц	А (мм)	В (мм)	С (мм)	кг
10	12	200	135	130	15
15	18	200	135	130	16
25	30	200	135	130	17
50	60	260	135	230	20
100	120	450	135	230	32

**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 25 кВ  
без крышки клеммного узла**



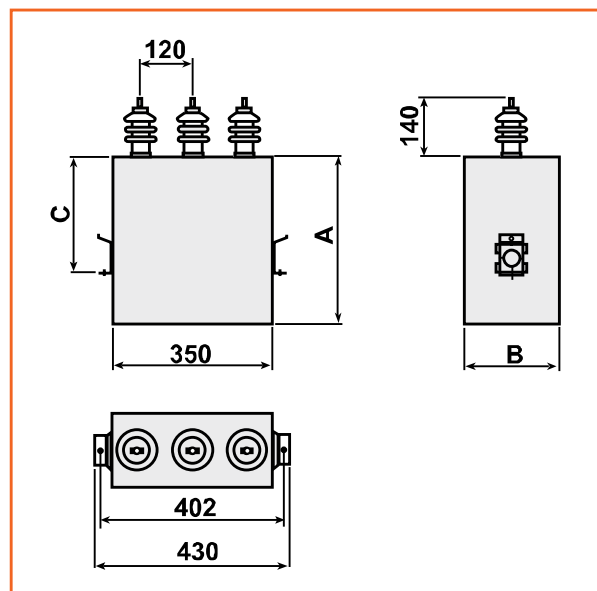
**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 25 кВ  
с крышкой клеммного узла**



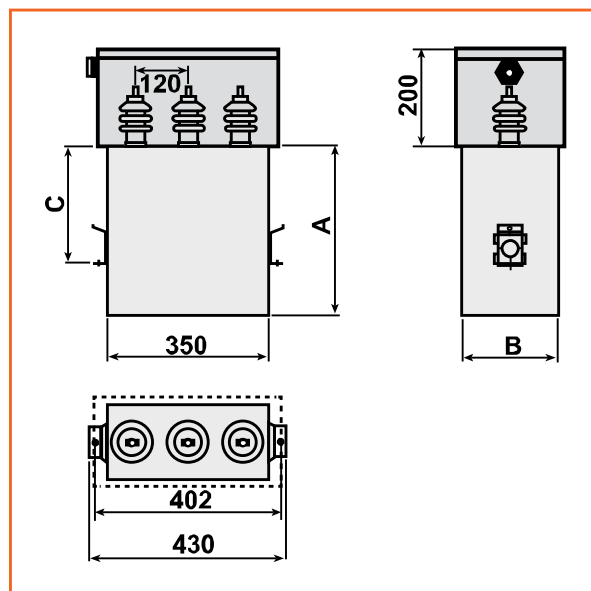
## 2.3 Диапазон от 2 до 3,6 кВ

Мощность (квар)		Габариты			Масса
а 50 Гц	а 60 Гц	А (мм)	В (мм)	С (мм)	кг
25	30	200	135	130	15
50	60	200	135	130	17
75	90	300	135	230	21
83.3	100	300	135	230	22
100	120	320	135	230	25
150	180	500	135	230	35
167	200	500	135	230	35
200	240	580	135	230	40
250	300	660	135	230	49
300	360	680	160	230	55

**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 40 кВ  
без крышки клеммного узла**



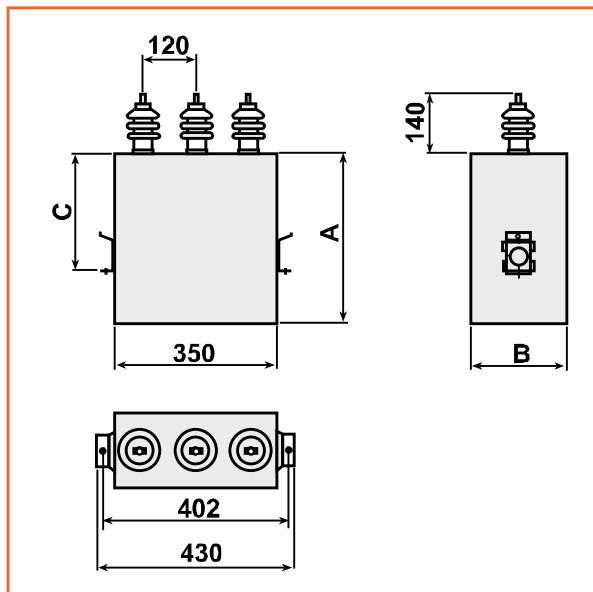
**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 40 кВ  
с крышкой клеммного узла**



## 2.4 Диапазон от 4 до 7,2 кВ

Мощность (квар)		Габариты			Масса кг
а 50 Гц	а 60 Гц	А (мм)	В (мм)	С (мм)	
25	30	260	135	130	16
50	60	260	135	130	18
75	90	320	135	230	22
83,3	100	320	135	230	23
100	120	360	135	230	26
150	180	460	135	230	36
167	200	500	135	230	36
200	240	600	135	230	41
250	300	700	135	230	50
300	360	720	160	230	56

**СТОЙКОСТЬ К ГРОЗОВЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 60 кВ  
без крышки клеммного узла**



## 3. Технические характеристики и габаритные размеры однофазных конденсаторов

• Стандарт.....	МЭК 871-1/4
• Частота.....	50 - 60 Гц
• Потери.....	<0,15 Вт/квар
• Диапазон температур.....	-5+50°C
• Диэлектрическая жидкость.....	MDBT без содержания хлора
• Остаточное напряжение.....	10% Un через 5 мин.
• Диэлектрик.....	полипропилен
• Предохранители.....	опционально
• Категория размещения.....	в помещении – вне помещений
• Высота установки.....	< 1000 м над уровнем моря
• Макс. превышение напряжения.....	1,1 x Un
• Макс. превышение тока.....	1,3 x In
• Допуск.....	-5 + 15%
• Испытание напряжением между выводами.....	4,3 x Un (10 с.)

### 3.1 Габаритные размеры (ориентировочно)

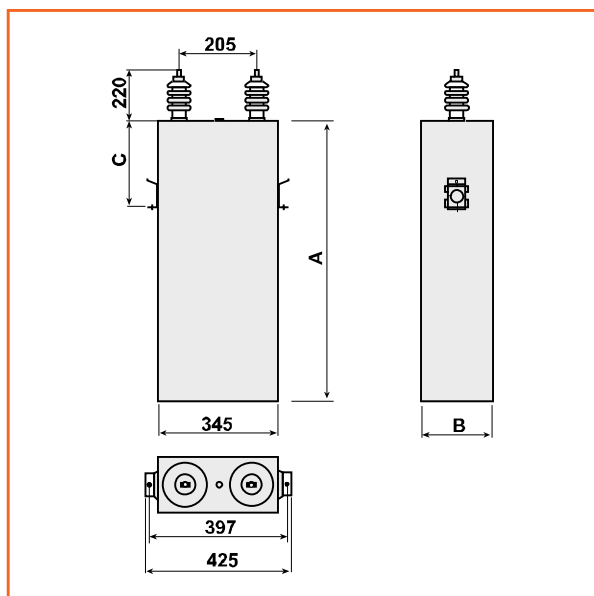
Примечания:

1. В приведенных таблицах приведено усредненное значение массы используемого оборудования, независимо от напряжения, частоты и прочих характеристик конкретного устройства.
2. Значение высоты, соответствующее точке крепления (С), может быть изменено в соответствии с требованиями к монтажу.
3. Возможно исполнение однофазных конденсаторов с одним или двумя изолированными выводами.
4. Габаритные размеры и другие характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.

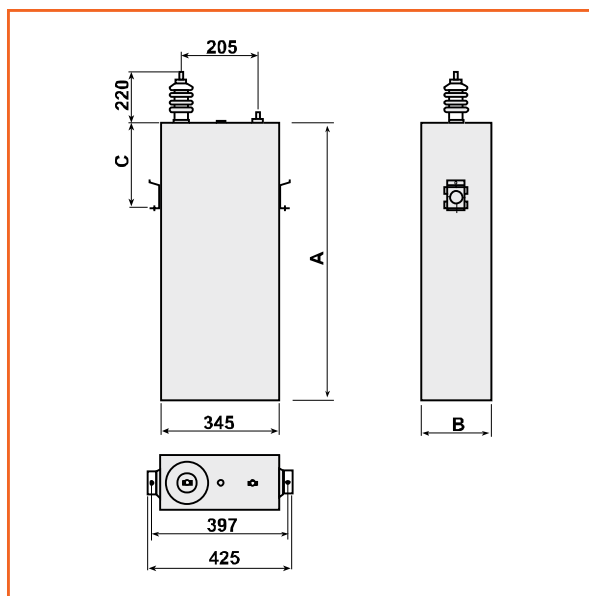
### 3.2 Диапазон от 6 до 36 кВ

Мощность (квар)		Габариты			Масса кг
а 50 Гц	а 60 Гц	А (мм)	В (мм)	С (мм)	
33	40	200	135	130	15
50	60	200	135	130	17
83.3	100	320	135	230	22
100	120	320	135	230	25
150	180	450	135	230	35
167	200	500	135	230	35
200	240	580	135	230	40
250	300	660	135	230	49
300	360	720	160	230	55
333	400	720	160	230	59
400	480	860	160	230	67
500	600	1080	160	230	79

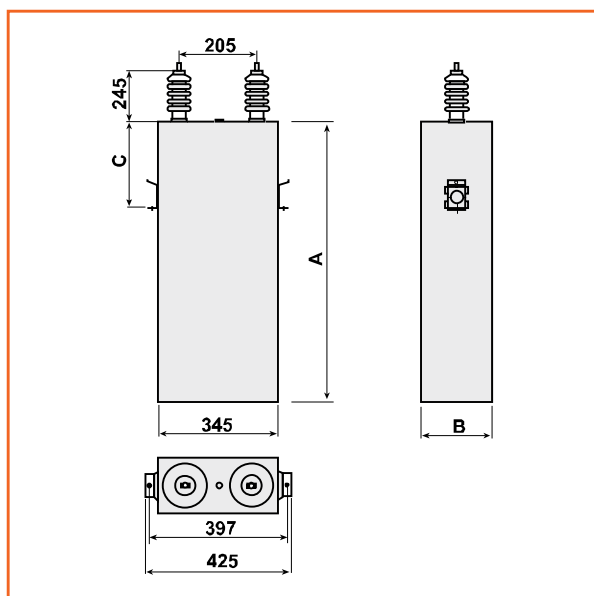
**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 95-110 кВ  
2 штыревых вывода**



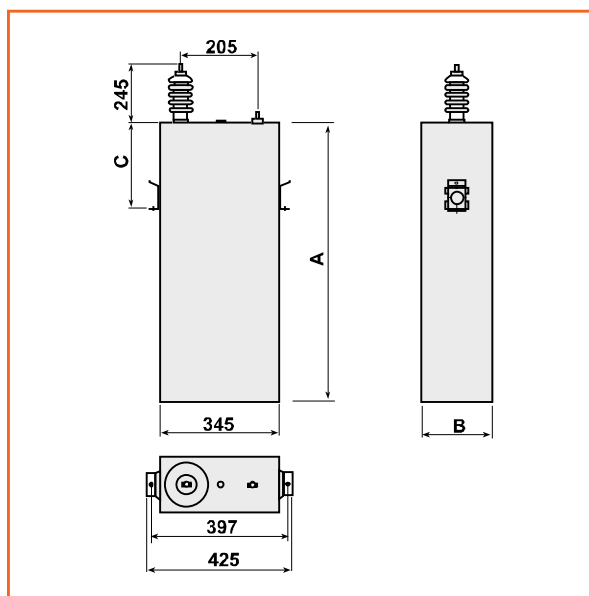
**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 95-110 кВ  
1 штыревой вывод**



**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 125 кВ  
2 штыревых вывода**

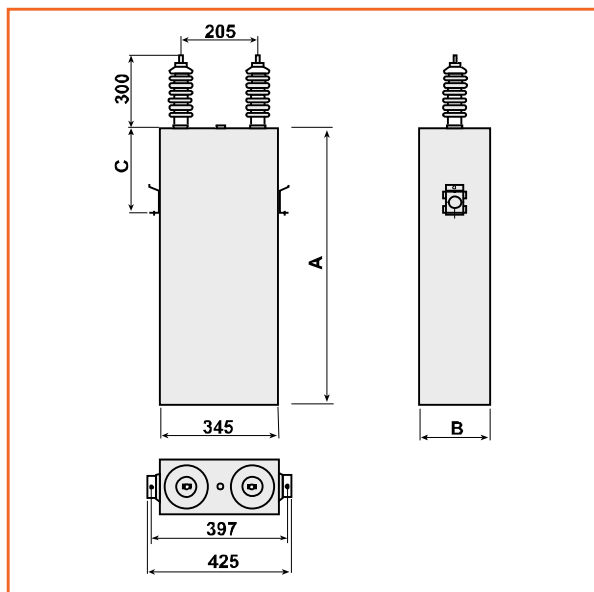


**СТОЙКОСТЬ К ГРОВОЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВIL) = 125 кВ  
1 штыревой вывод**

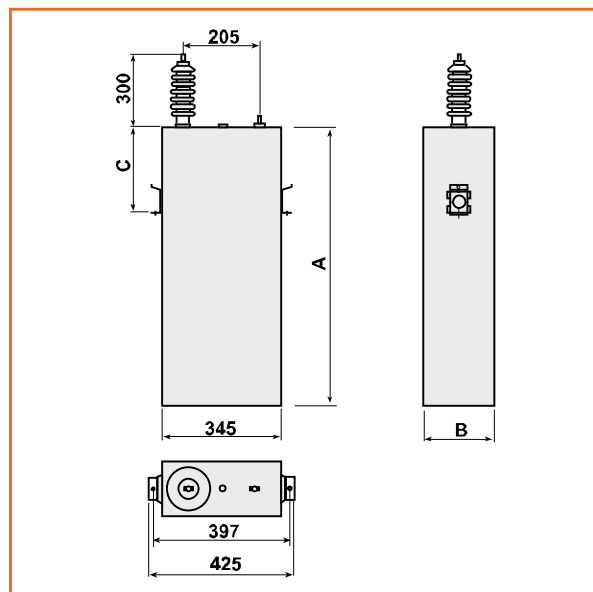




**СТОЙКОСТЬ К ГРОЗОВЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВЛ) = 150 кВ  
2 штыревых вывода**



**СТОЙКОСТЬ К ГРОЗОВЫМ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ (ВЛ) = 150 кВ  
1 штыревой вывод**



## 4. Конденсаторные батареи среднего напряжения

### 4.1 Стационарные батареи конденсаторов для воздушных линий электропередачи среднего диапазона напряжений

Простые, компактные, недорогие, не требующие технического обслуживания батареи конденсаторов, монтируемые на опорах распределительных фидеров воздушных линий электропередачи. Обеспечивают требуемый уровень напряжения и снижение потерь, повышая, тем самым, качество электроэнергии, передаваемой потребителям.

#### Диапазон реактивной мощности:

- от 75 до 1500 квар (50 Гц);
- от 90 до 1800 квар (60 Гц);
- уровень напряжения от 3,6 до 36 кВ.





#### 4.2 Автоматические батареи конденсаторов для воздушных линий электропередачи среднего диапазона напряжений

Обеспечивают более точное регулирование реактивной мощности в зависимости от нагрузки. Методы регулирования зависят от времени суток, уровня напряжения, требуемой реактивной мощности, температуры или совокупности данных факторов. Микропроцессорные контроллеры обладают функциями измерения, регистрации событий, программирования на год и дистанционного контроля.



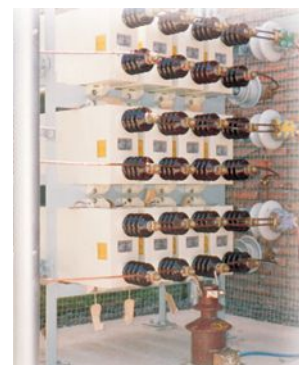
Коммутация конденсаторов выполняется экономичными масляными выключателями или не требующими технического обслуживания вакуумными выключателями с сухой изоляцией из твердой диэлектрической пены.

##### Диапазон реактивной мощности:

- от 75 до 1500 квар (50 Гц);
- от 90 до 1800 квар (60 Гц);
- уровень напряжения от 3,6 до 36 кВ.

#### 4.3 Стационарные батареи конденсаторов открытого типа среднего напряжения для промышленных установок и подстанций небольшой мощности

Установка конденсаторов на стороне потребителя позволяет снизить штрафы за низкое значение коэффициента мощности или исключить их вообще. Монтируемые на полу или на платформе батареи конденсаторов имеют малую площадь основания. Конденсаторы подключаются по схеме «звезда» или «двойная звезда» с защитой от небаланса. Предусмотрены различные схемы секционирования и защиты.



##### Диапазон реактивной мощности:

- от 75 до 1500 квар (50 Гц);
- от 90 до 1800 квар (60 Гц);
- уровень напряжения от 3,6 до 36 кВ.

#### 4.4 Автоматические батареи конденсаторов открытого типа среднего напряжения для крупных промышленных установок и подстанций

Методы регулирования зависят от времени суток, уровня напряжения, требуемой реактивной мощности, температуры или совокупности данных факторов. В одно- или многоступенчатых батареях конденсаторов каждая ступень имеет независимые токоограничивающие реакторы. Батареи оснащаются обычными или основанными на ПЛК системами управления с открытой архитектурой. Специальные опции управления: коммутация при прохождении напряжения через ноль, автоматическое отключение батарей конденсаторов при потере питания, повторное подключение батарей с выдержкой времени после восстановления питания.

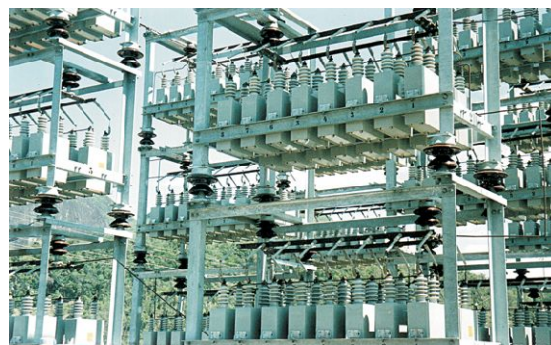


##### Диапазон реактивной мощности:

- от 75 до 1500 квар (50 Гц);
- от 90 до 1800 квар (60 Гц);
- уровень напряжения от 3,6 до 36 кВ.

#### 4.5 Высоковольтные конденсаторные батареи для подстанций большой мощности

Обеспечивают систему большим количеством реактивной мощности. Все элементы батарей рассчитаны на большие токи короткого замыкания. Конденсаторы соединены в звезду, двойную звезду или по мостовой схеме.



##### Диапазон реактивной мощности:

- от 1 до 100 Мвар (50 Гц);
- от 1,2 до 120 Мвар (60 Гц);
- уровень напряжения от 36 до 145 кВ.

#### 4.6 Батареи конденсаторов в металлическом корпусе

Конденсаторные модули в металлическом корпусе заводской сборки могут быть установлены как в помещении, так и на открытом воздухе. Переключение конденсаторов осуществляется вакуумными контакторами, вакуумными переключателями или вакуумными автоматическими выключателями.



##### Диапазон реактивной мощности:

- от 1 до 100 Мвар (50 Гц);
- от 1,2 до 120 Мвар (60 Гц);
- уровень напряжения от 36 до 145 кВ.



#### 4.7 Стационарные батареи конденсаторов для горнодобывающей и нефтедобывающей промышленности

Используются для обеспечения реактивной мощностью внутренних распределительных сетей в горнодобывающей и нефтедобывающей отраслях, а также для обеспечения реактивной мощностью погружных насосов, нефтеперекачивающих станций и т.д. Обладают прочной конструкцией, обеспечивающей возможность эксплуатации в суровых климатических условиях без технического обслуживания. Отсутствует необходимость в подготовке фундамента для установки и в защитных ограждениях.



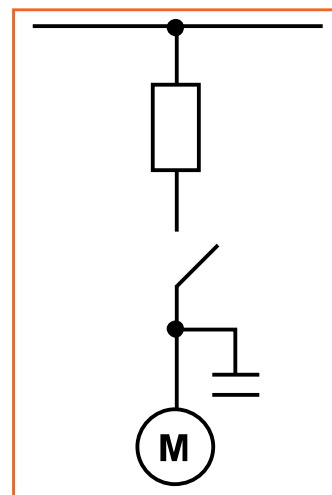
##### Диапазон реактивной мощности:

- от 50 квар до 6 Мвар (50 Гц);
- от 60 квар до 7,2 Мвар (60 Гц);
- уровень напряжения от 2,3 до 15 кВ.

## 5. Таблица для выбора конденсаторов среднего напряжения для двигателей и трансформаторов

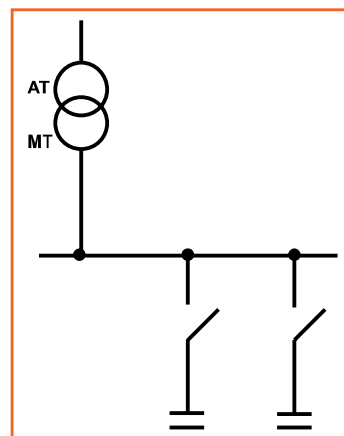
### 5.1 Таблица для двигателей среднего напряжения

Мощность кВт	Номинальный ток	Реактивная мощность (квар)	
		3000 об/мин	1500 об/мин.
150	204	30	37
180	245	40	45
200	272	42	50
250	340	53	63
300	408	63	75
400	543	80	100
500	680	100	125
750	1019	150	187
1000	1359	200	250
1300	1766	260	325
1600	2174	320	400
2000	2717	400	500
2500	3397	500	625
3000	4076	590	750
4000	5435	800	1000
5000	6793	1000	1250



### 5.2 Таблица для трансформаторов

Полная мощность МВА	Первичное напряжение кВ	Вторичное напряжение кВ	Реактивная мощность
			квар
2,5	≤20	≤16	190
3,15	≤20	≤16	240
4	≤20	≤16	300
5	√20	≤16	375
6,3	≤36	≤20	475
8	≤36	≤20	600
10	≤36	≤20	750
12,5	≤36	≤20	940
16	≤66	≤20	1200
20	≤66	≤20	1500
25	≤66	≤20	1875
31,5	≤66	≤20	2360
40	≤66	≤20	3000



## 7. Фильтры гармоник среднего диапазона напряжения

Обеспечивают компенсацию реактивной мощности и фильтрацию гармонических искажений, производимых дугowymi электропечами, при электрохимических процессах, при работе устройств безударного пуска, частотных электроприводов и прочих нелинейных нагрузок. Для надежного функционирования в условиях постоянных перенапряжений и высоких значений тока разработаны специальные конденсаторы для тяжелого режима работы.



### Диапазон реактивной мощности:

- от 250 квар до 6 Мвар (50 Гц);
- от 250 квар до 7,2 Мвар (60 Гц);
- уровень напряжения от 1 до 36 кВ.

## 8. Токоограничивающие реакторы для конденсаторов среднего напряжения (\*)



Мощность квар	Напряжение кВ	Ток А
25	6,6	2,75
50	6,6	5,5
75	6,6	8,25
100	6,6	11
150	6,6	16,5
200	6,6	22
250	6,6	27,5
300	6,6	33

(\*) Для получения более подробной информации следует обращаться в Технический отдел нашей компании

## 9. Трехфазный контактор для конденсаторов среднего напряжения (\*)



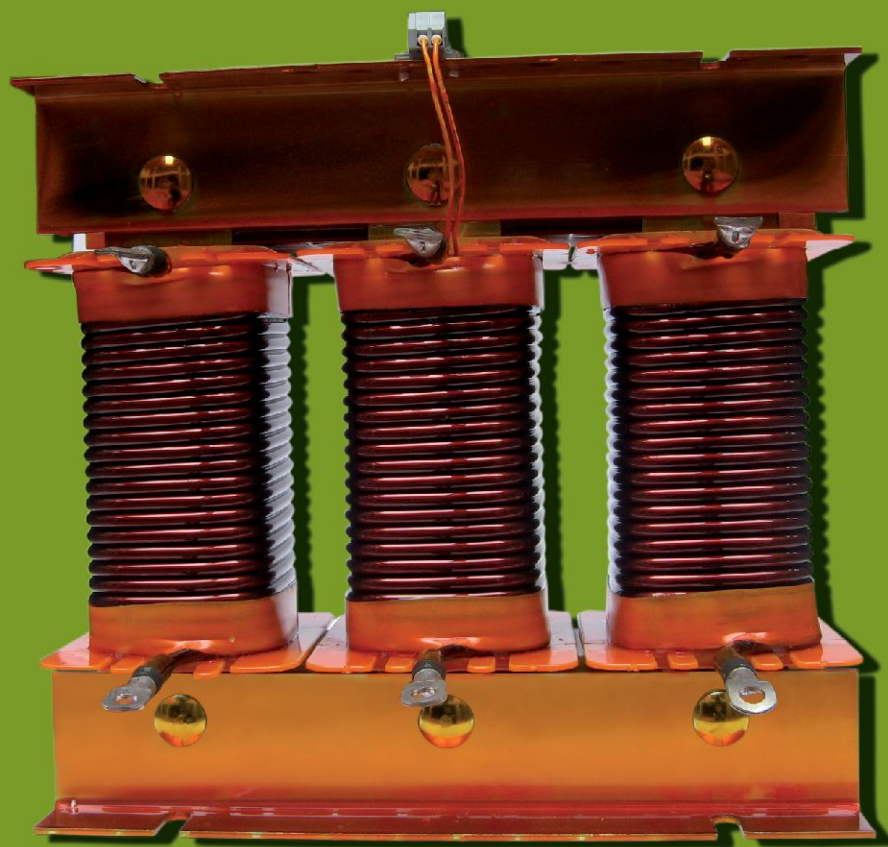
Напряжение кВ	Ток А
6,6	400

(\*) Для получения более подробной информации следует обращаться в Технический отдел нашей компании





# Трехфазные фильтры гармоник и трансформаторы



# Трехфазные фильтры гармоник



Медная обмотка

## Конструктивные характеристики

Трехфазные фильтры гармоник выполнены из пластин трансформаторной стали с низким коэффициентом потерь и медных проводов с изоляцией класса F (155 °С). Реакторы имеют реле тепловой защиты (90 °С).

Для улучшения вентиляции обмотки фильтров разделены, что обеспечивает лучшие условия теплоотвода.

Стандартные значения коэффициента отстройки составляют 7% и 14% при резонансных частотах 189 Гц и 134 Гц в сетях с номинальной частотой 50 Гц.

При таких значениях стандартных величин в трехфазной сети и симметричной нагрузке становится возможным устранить 5-ю (250 Гц) гармонику и гармоники высших порядков. Это позволяет избежать резонанса между индуктивным сопротивлением и трехфазными конденсаторами, включенными для коррекции коэффициента мощности, и предотвратить перегрузки батарей конденсаторов.

## Технические характеристики

Соответствие стандартам .....	МЭК-60289; МЭК-076
Класс допуска .....	3%
Допустимая перегрузка .....	1,07 x In
Линейная характеристика индуктивности .....	1,60 x In
Класс нагревостойкости изоляции .....	F (155°С)
Тепловая защита .....	90°С
Температура окружающей среды .....	45°С
Испытательное напряжение .....	4КВ
Степень защиты .....	IP-00
Коэффициент отстройки (p%) .....	7% - 14%

Ном. напряжение: 230 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 189 Гц. Коэффициент отстройки: 7 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	5,07	3x46,63	6,28	RTF23000251895
5	2,53	3x93,27	12,55	RTF23000501895
10	1,27	3x186,53	25,10	RTF23001001895
12,5	1,01	3x233,17	31,38	RTF23001251895
15	0,84	3x279,80	37,65	RTF23001501895
20	0,63	3x373,07	50,20	RTF23002001895
25	0,51	3x466,33	62,76	RTF23002501895
30	0,42	3x559,60	75,31	RTF23003001895
40	0,32	3x746,13	100,41	RTF23004001895

Ном. напряжение: 230 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 134 Гц. Коэффициент отстройки: 14 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	10,90	3x43,12	6,28	RTF23000251345
5	5,45	3x86,25	12,55	RTF23000501345
10	2,73	3x172,49	25,10	RTF23001001345
12,5	2,18	3x215,62	31,38	RTF23001251345
15	1,82	3x258,74	37,65	RTF23001501345
20	1,36	3x344,99	50,20	RTF23002001345
25	1,09	3x431,23	62,76	RTF23002501345
30	0,91	3x517,48	75,31	RTF23003001345
40	0,68	3x689,97	100,41	RTF23004001345



Ном. напряжение: 400 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 189 Гц. Коэффициент отстройки: 7 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	15,33	3x15,42	3,61	RTF40000251895
5	7,67	3x30,84	7,22	RTF40000501895
10	3,83	3x61,67	14,43	RTF40001001895
12,5	3,07	3x77,09	18,04	RTF40001251895
15	2,56	3x92,51	21,65	RTF40001501895
20	1,92	3x123,35	28,87	RTF40002001895
25	1,53	3x154,18	36,08	RTF40002501895
30	1,28	3x185,02	43,30	RTF40003001895
40	0,96	3x246,69	57,74	RTF40004001895
50	0,77	3x308,36	72,17	RTF40005001895
60	0,64	3x370,04	86,60	RTF40006001895
70	0,55	3x431,71	101,04	RTF40007001895
80	0,48	3x493,38	115,47	RTF40008001895
100	0,38	3x616,73	144,34	RTF40010001895

Ном. напряжение: 400 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 134 Гц. Коэффициент отстройки: 14 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	32,98	3x14,26	3,61	RTF40000251345
5	16,49	3x28,52	7,22	RTF40000501345
10	8,25	3x57,03	14,43	RTF40001001345
12,5	6,60	3x71,29	18,04	RTF40001251345
15	5,50	3x85,55	21,65	RTF40001501345
20	4,12	3x114,06	28,87	RTF40002001345
25	3,30	3x142,58	36,08	RTF40002501345
30	2,75	3x171,09	43,30	RTF40003001345
40	2,06	3x228,12	57,74	RTF40004001345
50	1,65	3x285,15	72,17	RTF40005001345
60	1,37	3x342,18	86,60	RTF40006001345
70	1,18	3x399,21	101,04	RTF40007001345
80	1,03	3x456,24	115,47	RTF40008001345
100	0,82	3x570,31	144,34	RTF40010001345

Ном. напряжение: 440 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 189 Гц. Коэффициент отстройки: 7 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	18,55	3x12,74	3,28	RTF44000251895
5	9,28	3x25,48	6,56	RTF44000501895
10	4,64	3x50,97	13,12	RTF44001001895
12,5	3,71	3x63,71	16,40	RTF44001251895
15	3,09	3x76,45	19,68	RTF44001501895
20	2,32	3x101,94	26,24	RTF44002001895
25	1,86	3x127,42	32,80	RTF44002501895
30	1,55	3x152,91	39,36	RTF44003001895
40	1,16	3x203,88	52,49	RTF44004401895
50	0,93	3x254,85	65,61	RTF44005001895
60	0,77	3x305,81	78,73	RTF44006001895
70	0,66	3x356,78	91,85	RTF44007001895
80	0,58	3x407,75	104,97	RTF44008001895
100	0,46	3x509,69	131,22	RTF44010001895

Ном. напряжение: 440 В. Ном. частота: 50 Гц. Резонансная частота: 134 Гц. Коэффициент отстройки: 14 %.

Мощность	Индуктивность	Емкость	Ток	Код
квар	мГн	мкФ	А	
2,5	39,91	3x11,78	3,28	RTF44000251345
5	19,95	3x23,57	6,56	RTF44000501345
10	9,98	3x47,13	13,12	RTF44001001345
12,5	7,98	3x58,92	16,40	RTF44001251345
15	6,65	3x70,70	19,68	RTF44001501345
20	4,99	3x94,27	26,24	RTF44002001345
25	3,99	3x117,83	32,80	RTF44002501345
30	3,33	3x141,40	39,36	RTF44003001345
40	2,49	3x188,53	52,49	RTF44004401345
50	2,00	3x235,66	65,61	RTF44005001345
60	1,66	3x282,80	78,73	RTF44006001345
70	1,43	3x329,93	91,85	RTF44007001345
80	1,25	3x377,06	104,97	RTF44008001345
100	1,00	3x471,33	131,22	RTF44010001345

# Однофазный трансформатор

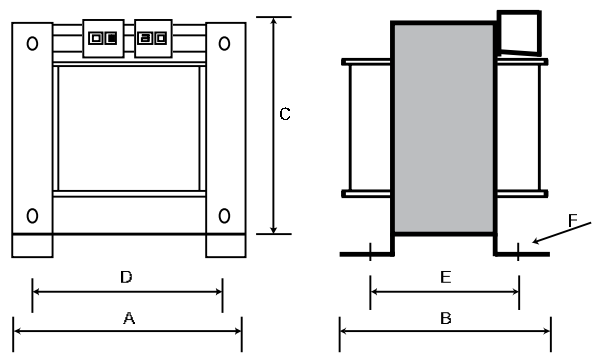


Изолированные однофазные трансформаторы выполнены с использованием магнитопровода из листовой стали с низким коэффициентом потерь и медного провода класса нагревостойкости изоляции F (155 °С). Выводы в виде клеммника, компактные размеры и небольшой вес облегчают монтаж трансформатора.

Технические характеристики	
Стандарт .....	МЭК-61558
Степень защиты.....	IP-00
Класс нагревостойкости изоляции .....	F (В)
Диэлектрическая прочность.....	4 кВ
Макс. температура окруж. среды .....	40°С
Частота .....	50 Гц

## Габаритные размеры

Мощность	A	B	C	D	E	F
ВА	мм			мм		
100	75	75	68	63	60	10,5x4,5
160	96	85	85	80	65	14x5,5
200	96	85	85	80	65	14x5,5
250	96	100	85	80	80	14x5,5
300	108	100	95	90	80	16,5x5,5
320	108	110	95	90	85	16,5x5,5
400	108	110*	95	90	85	16,5x5,5
500	108	125*	95	90	100	16,5x5,5
630	150	120*	130	125	90	21,5x8
800	150	130*	130	125	100	21,5x8
1000	150	140*	130	125	110	21,5x8



\* При значении вторичного напряжения 12-24В габариты увеличиваются на 15 мм  
 \*\* Габаритные размеры могут быть изменены без предварительного уведомления

Первичное напряжение	Вторичное напряжение	Коэф. трансформации									
		100	160	200	250	320	400	500	630	800	1000
230	12	38,57€	50,62€	53,84€	56,33€	76,01€	93,82€	112,14€	147,54€	167,43€	202,52€
	24	38,11€	51,40€	52,23€	61,16€	79,17€	87,54€	102,23€	135,87€	162,02€	185,34€
	48	35,71€	51,97€	56,70€	60,58€	76,68€	88,89€	102,33€	125,85€	148,94€	185,86€
	115	35,82€	53,94€	53,64€	58,97€	74,91€	87,16€	97,76€	127,76€	148,22€	182,95€
230	230	36,96€	51,14€	53,78€	58,09€	77,26€	83,84€	102,59€	129,33€	145,83€	183,16€
400	12	45,53€	51,04€	60,94€	63,23€	80,00€	91,94€	107,68€	153,47€	168,52€	196,04€
	24	37,22€	49,31€	51,91€	58,41€	77,10€	80,16€	100,09€	135,04€	157,46€	178,48€
	48	40,70€	48,95€	54,72€	61,63€	78,29€	88,67€	100,92€	128,60€	149,67€	174,86€
	115	37,69€	50,00€	55,91€	61,26€	77,26€	86,07€	96,93€	130,88€	145,06€	172,67€
400	230	36,55€	47,86€	56,43€	60,02€	75,53€	80,98€	100,62€	154,50€	148,32€	168,72€

Другие значения мощностей и напряжений могут быть предоставлены по запросу.

## Однофазные разделительные (изолирующие) трансформаторы

Однофазные силовые разделительные трансформаторы сухого типа используются в установках, где необходимо обеспечить гальваническую развязку и/или снижение влияния возмущений со стороны сети. Трансформаторы изготовлены с использованием листовой электротехнической стали с низким коэффициентом потерь и обмотками из медного провода.

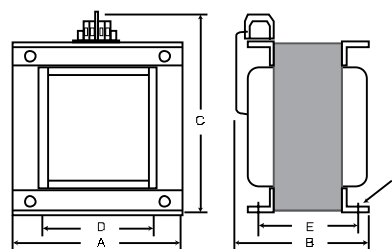
По запросу наша компания может предоставить трансформаторы на другие значения напряжений, с отпайками, электростатическим экраном, с тепловым реле и др.

### Технические характеристики

Ном. напряжение первичной обмотки .....	230 В
Ном. напряжение вторичной обмотки .....	230 В
Класс нагревостойкости изоляции .....	В
Макс. температура окруж. среды .....	40° С)
Частота .....	50/60 Гц
Класс .....	I
Степень защиты .....	IP00
Диэлектрич. прочность между обмотками .....	≥4 кВ
Стандарт .....	МЭК-60726

### Габаритные размеры

Мощность	A	B	C	D	E	F	Масса
кВА	мм			мм			кг
1,30	163	160	245	98	115	8	17,00
1,60	163	165	245	98	120	8	19,00
2,00	163	175	245	98	130	8	21,50
2,50	163	195	245	98	150	8	25,50
3,00	200	200	290	120	140	10	34,00
3,50	200	210	290	120	150	10	38,00
4,00	200	220	290	120	160	10	42,00
5,00	200	240	290	120	180	10	48,00



## Однофазные трансформаторы для подсветки бассейнов

Однофазные безопасные трансформаторы предназначены для питания подсветки бассейнов и прочих мест с повышенной влажностью, где по соображениям безопасности необходимо использовать питание пониженным напряжением. Они имеют несколько отпаяк в первичной обмотке, чтобы скомпенсировать падение напряжения в проводах цепи между трансформатором и системой подсветки.

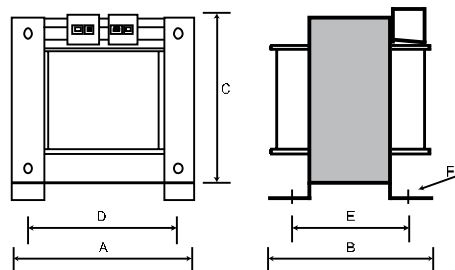
### Технические характеристики

Класс .....	100, 300 700 ВА
Класс защиты от поражения током .....	класс I
Номин. напряжение первичной обмотки .....	230 В
Номин. напряжение вторичной обмотки .....	12 В
Класс нагревостойкости изоляции .....	В (130° С) и F (155° С)
Макс. температура окружающей среды .....	(40° С)
Частота .....	50/60 Гц
Степень защиты .....	IP00
Диэлектрич. прочность изоляции между обмотками .....	≥4,5 кВ
Диэлектрическая прочность изоляции между обмотками и корпусом .....	≥2,5 кВ
Стандарт .....	МЭК 61558

### Габаритные размеры

Мощность	Напряжение первичной обмотки	Напряжение вторичной обмотки	A	B	C	D	E	F	Масса
ВА	В	В	мм			мм			кг
100	230	12,5-13-13,5	84	80	9	90	70	5	2,00
300	230	12,5-13-13,5	108	115	93	90	70	5,5	4,00
600	230	12,5-13-13,5	120	135	108	100	110	5,5	7,90

Трансформатор	Освещение
ВА	Вт
100	1x100 Вт
300	1x300 Вт
600	2x300 Вт



## Трехфазные трансформаторы



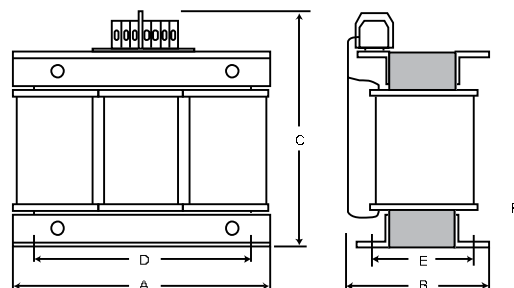
Трехфазные силовые разделительные трансформаторы сухого типа применяются для преобразования напряжения и обеспечения гальванической развязки и снижения влияния возмущений со стороны сети. Трансформаторы выполнены с использованием листовой электротехнической стали с низким коэффициентом потерь и обмотками из медного провода. По запросу возможно изготовление трансформаторов со схемой соединения обмоток, определенной заказчиком.

### Технические характеристики

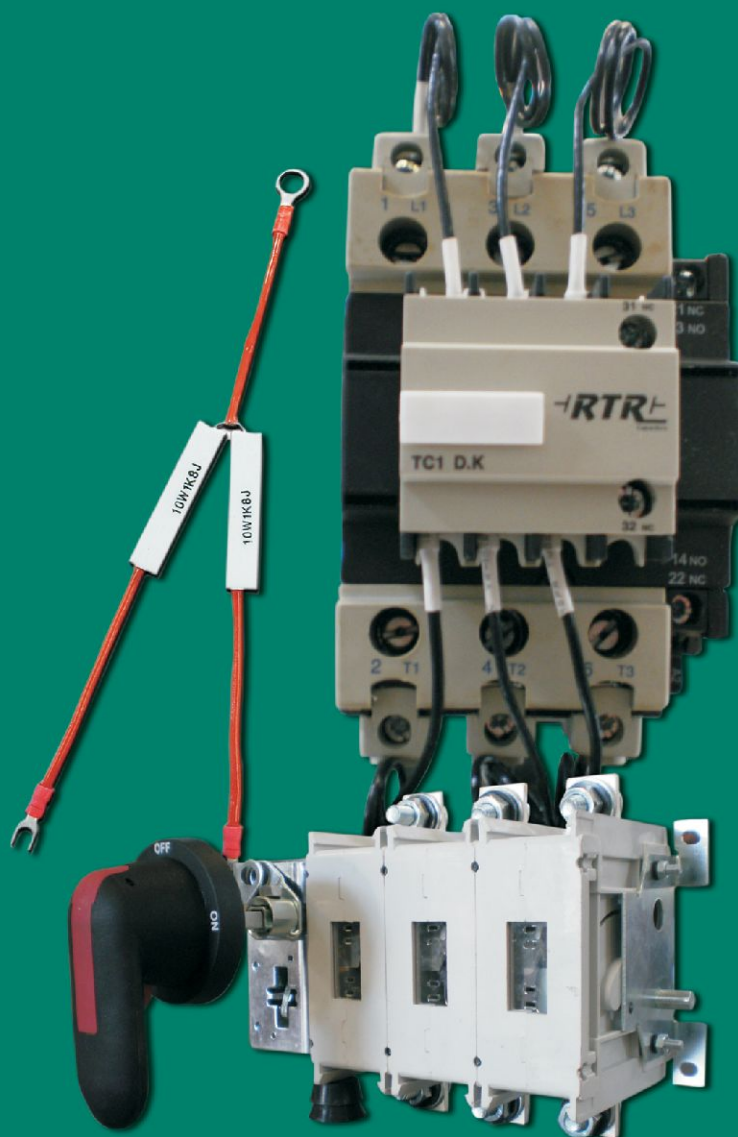
Номин. напряжение первичной обмотки ..... 400 В  
 Номин. напряжение вторичной обмотки ..... 230 В  
 Класс нагревостойкости изоляции ..... В  
 Макс. температура окружающей среды ..... 40° С  
 Частота ..... 50/60 Гц  
 Класс защиты от поражения электр. током ..... I  
 Степень защиты ..... IP00  
 Диэлектрическая прочность ..... ≥4 кВ  
 Естественное воздушное охлаждение  
 Схема соединения обмоток ..... Dyn5  
 (первичная - треугольник, вторичная - звезда с нейтралью, сдвиг по фазе 150°)  
 Стандарт ..... EC-61558

### Габаритные размеры

Мощность	A	B	C	D	E	F	Масса
кВА	мм			мм			кг
0,50	180	85	200	140	55	6	6,50
1,00	240	110	250	200	75	6	16,00
1,50	240	120	250	200	85	6	18,50
2,00	240	130	250	200	95	6	23,00
3,50	300	135	340	200	105	8	33,50
4,00	300	145	340	200	115	8	40,00
5,00	300	175	340	200	135	8	50,00
6,00	360	170	360	300	115	8	56,00
6,50	360	170	360	300	115	8	56,00
8,00	360	180	360	300	125	8	58,00
10,00	360	190	360	300	135	8	67,00



# Вспомогательное оборудование

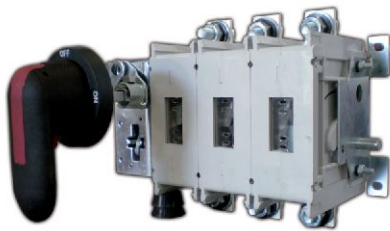


## Контакторы для коммутации конденсаторов



Тип	Напряжение катушки	Мощность конденсатора
TC1-D	<b>В</b>	<b>квар</b>
TC1-D10	230	2,5-7,5
TC1-D12	230	10
TC1-D16	230	15
TC1-D20	230	20
TC1-D33	230	25-30
TC1-D40	230	35-40
TC1-D60	230	50-60

## Выключатель нагрузки



Код	Ток
CSSD40D3	40A
CSSD63K3	63A
CSSD125D3	80A
CSSD125D3	100A
CSSD160DM3	125A
CSSD160DM3	160A
CSSD200DM3	200A
CSSD250DM3	250A
CSSD315DM3	315A
CSSD400K3	400A
CSSD630K3	500A
CSSD630K3	630A
CSSD800K3	800A
CSSD1000K3	1000A
CSSD1250K3	1250A
CSSD1600K3	1600A
CSSD1800K3	1800A
CSSD2500K3	2500A
CSSD3150K3	3150A

## Разрядное сопротивление (\*)



Тип	Сопротивление
RD-1K8	2x1800

(\*) Более подробную информацию можно получить в Отделе технической поддержки нашей компании.



# Контроллеры





# Автоматические контроллеры реактивной мощности серии PR-2D



PR-2D 144 x 144

Код	Тип PR-2D
REG03DPR2500000	PR-2D 3 ступени
REG06DPR2500000	PR-2D 6 ступеней
REG12DPR2500000	PR-2D 12 ступеней

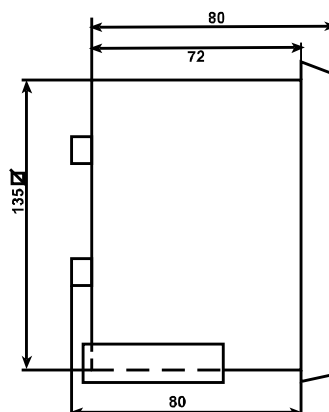
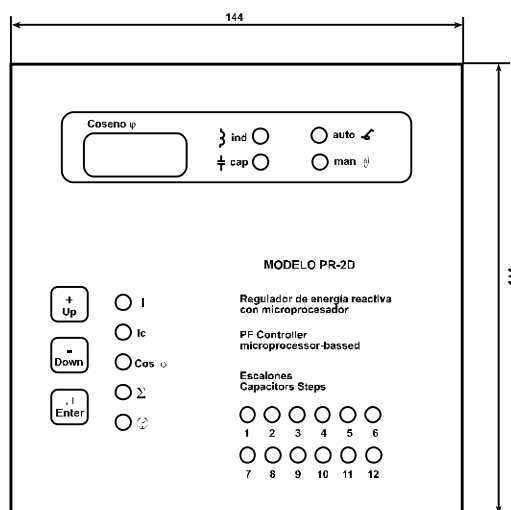
## Технические характеристики

Напряжение питания	230 В
Диапазон измеряемых напряжений	110-690 В
Частота	50-60 Гц
Трансформация тока	x/5 А
Настройки С/К	автоматическая настройка, допускается перенастройка в диапазоне от 0,05 до 0,95
Cos φ	0,85 (инд.) и 0,95 (емк.)
Индикация cos φ	цифровая
Индикатор изменения состояния	световой
Индикатор состояния конденсатора	световой
Система измерения	A1 - автоматическая, A2 - полуавтоматическая, A3 - ручная
Визуализация	вторичный сигнал Т.1.
Время подключения	10-20 с.
Программирование ступеней	1:1:1; 1:2:2; 1:2:4; 1:1:2; 1:1:2:2:4
Импульсы ручной коммутации	4 с.
Число ступеней	3, 6 и 12

## Механические характеристики

Размеры лицевой панели	144 x 144 мм
Монтажные отверстия	138 x 138 мм
Глубина	95 мм
Способ монтажа	Кронштейны
Подключение с задней стороны	штекер
Степень защиты	IP 41
Диапазон температур	-10 + 60 °С
Масса	1,25 кг

## Габариты



# Автоматические контроллеры реактивной мощности серии PR-5D



PR-5D 96 x 96

Код	Тип PR-5D
REG05DPR5500000	PR-5D 5 ступеней
REG07DPR5500000	PR-5D 7 ступеней

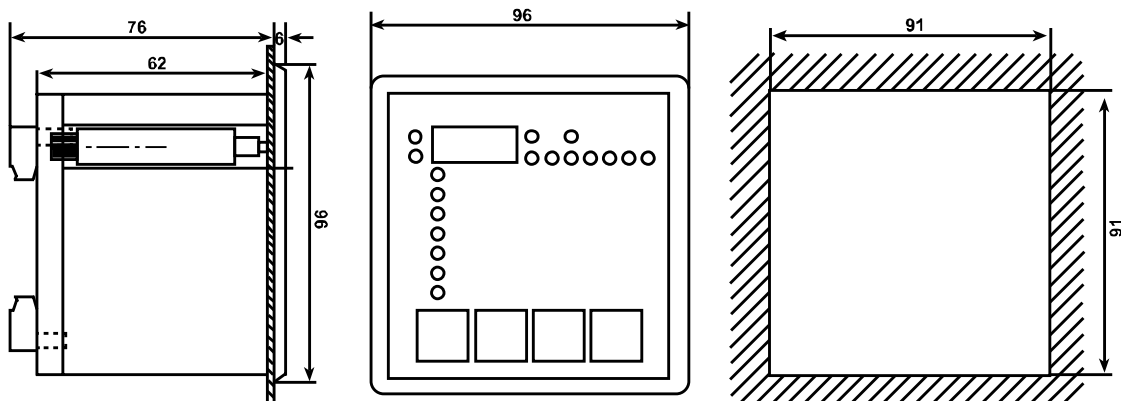
## Технические характеристики

Напряжение питания	380, 415 ~В
Частота	50-60 Гц
Сos φ	0,8 (инд.) и 0,80 (емк.)
Индикация cos φ	Цифровая
Индикатор изменения состояния	световой
Индикатор состояния конденсатора	световой
Время подключения	5...240 с.
Программирование ступеней	1:1:1; 1:2:2; 1:2:4:4; 1:2:4:8;
Число ступеней	5, 7

## Механические характеристики

Размеры лицевой панели	96 x 96 мм
Монтажные отверстия	91 x 91 мм
Глубина	65 мм
Степень защиты	IP 54
Способ монтажа	Кронштейны
Подключение с задней стороны	штекер
Диапазон температур	-20 + 60 °С
Масса	440, 460 г

## Габариты



# Автоматические контроллеры реактивной мощности серии PR-8D



Код	Тип PR-8D
REG06DPR8500000	PR-8D 6 ступеней
REG12DPR8500000	PR-8D 12 ступеней

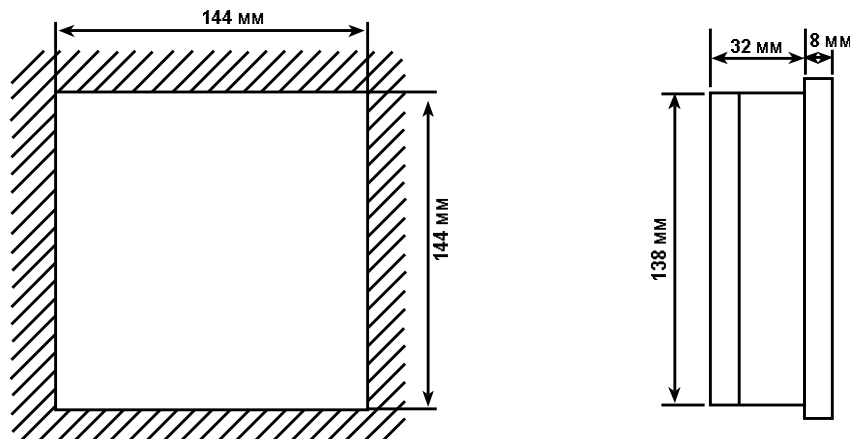
## Технические характеристики

Напряжение питания	(фаза-нейтраль) ~220 В
Рабочий диапазон	(0,8-1,1)хUn
Частота	50 Гц
Потребляемая мощность	<1 ВА
Ток контактов	макс. 3 А / 240 В~
Диапазон измерения тока	0,1 - 6 А ~
Диапазон индикации	0,00-1,00 индукт. и емкост.
Мин. значение измеряемого тока	50 мА
Точность	1% в пределах разряда
Коэф. трансформации тока	5/5...10000/5 А
Максимальное время подключения и отключения	10...60 с
Минимальное время подключения и отключения	2...10 с
Значение регулировки коэф. мощности (индукт.)	10%...50%
Значение регулировки коэф. мощности (емкостн.)	5%...50%
Индикатор	светодиодный, 4-разрядный

## Механические характеристики

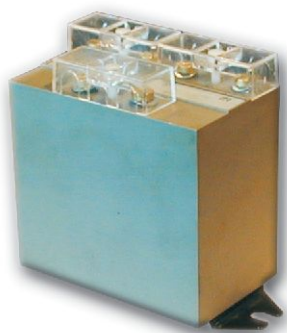
Степень защиты	IP 20
Степень защиты контактов	IP 00
Температура окруж. среды	-5°C...+50°C
Влажность	15%...95%
Тип монтажа	Установка на панель
Габаритные размеры	144x144x40 мм

## Габариты



# Суммирующие трансформаторы, герметизированные смолой

серии RT...

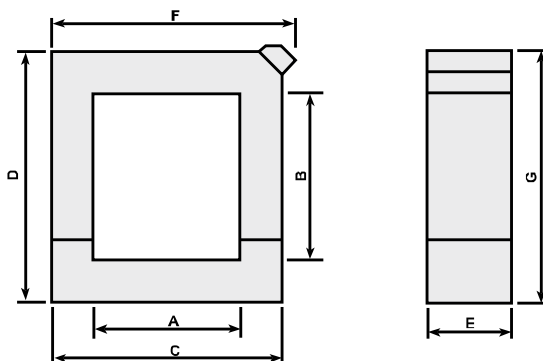


Используются в устройствах регулирования коэффициента мощности. В трансформаторах данного типа результирующий ток вторичной обмотки является средним значением векторной суммы первичных токов. По специальному заказу возможна поставка трансформаторов мощностью 15 ВА класса точности 0,5.

<i>Код</i>	<i>Модель</i>	<i>Коэффициенты трансформации</i>		<i>Класс</i>	<i>Мощность</i>
TISURT20	RT2	5+5/5	2 перв.обм.	0,5	10 ВА
TISURT30	RT3	5+5+5/5	3 перв.обм.	0,5	10 ВА
TISURT40	RT4	5+5+5+5/5	4 перв.обм.	0,5	10 ВА
TISURT50	RT5	5+5+5+5+5/5	5 перв.обм.	0,5	10 ВА

# Трансформаторы тока с разъемным сердечником

## серии RT...P



Для упрощения монтажа трансформаторов тока на низком напряжении как на действующем оборудовании, так и на вводимом в эксплуатацию, компания RTR Energía S.L. предлагает широкий диапазон трансформаторов с разъемным сердечником. Такие трансформаторы обладают следующими достоинствами:

- Корпус из высококачественной пластмассы, устойчивой к возгоранию (класс В0).
- Высокая механическая прочность.
- Возможность подключения без разборки шинпровода и согласования со старой измерительной системой.

### Технические характеристики

#### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СТАНДАРТЫ:

МЭК-185.....	МЭК-1010
DIN.57414.....	UNE-21,088
BDE-0414.....	EN 50081-82
IEC-801/1-3-4	
• Коэффициент безопасности.....	$F_s < 5$
• Частота.....	50-60 Гц
• Уровень изоляции.....	0,72//~3 кВ
• Рабочий диапазон температуры.....	-10°C ... +50°C
• Класс точности.....	0,5, 1 and 3
• Вторичная обмотка.....	X/5 или X/1 A

### Габариты

Серия	A	B	C	D	E	F	G
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
RT30P	22	32	90	100	34	98	107
RT60P	32	62	120	130	34	129	139
RT80P	52	82	120	150	34	128	157
RT100P	82	104	150	172	34	157	179
RT125P	82	127	150	195	34	157	203
RT160P	82	162	150	230	34	159	239

### Серия RT30P

Размер «окна»: 30x20 мм / Проводник: диаметр 20 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T010030P	100	-	-	3,00	0,83
T015030P	150	-	-	3,75	0,83
T020030P	200	-	2,50	4,00	0,88
T025030P	250	-	3,75	5,00	0,90
T030030P	300	2,50	4,00	6,00	0,92
T040030P	400	3,75	5,00	10,0	0,95

### Серия RT60P

Размер «окна»: 60x30 мм / Проводник: диаметр 30 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T025060P	250	1,00	2,5	3,75	1,00
T030060P	300	2,00	3,75	5,00	1,00
T040060P	400	2,50	3,75	7,50	1,00
T050060P	500	3,75	5,00	15,00	1,10
T060060P	600	5,00	7,50	20,00	1,10
T075060P	750	7,50	10,00	20,00	1,10
T080060P	800	7,50	10,00	20,00	1,10
T100060P	1000	10,00	15,00	20,00	1,10

# Трансформаторы тока с разъемным сердечником

## серии RT...P

### Серия RT80P      Размер «окна»: 80x50 мм / Проводник: диаметр 50 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T025080P	250	1,00	2,5	3,75	1,10
T030080P	300	2,00	3,75	5,00	1,15
T040080P	400	2,50	3,75	7,50	1,20
T050080P	500	3,75	5,00	15,00	1,25
T060080P	600	5,00	7,50	20,00	1,30
T075080P	750	7,50	10,00	20,00	1,30
T080080P	800	7,50	10,00	20,00	1,30
T100080P	1000	10,00	15,00	20,00	1,35

### Серия RT100P      Размер «окна»: 100x80 мм / Проводник: диаметр 80 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T025100P	250	1,00	2,5	3,75	1,40
T030100P	300	2,00	3,75	5,00	1,50
T040100P	400	2,50	3,75	7,50	1,50
T050100P	500	3,75	5,00	15,00	1,60
T060100P	600	5,00	7,50	20,00	1,70
T075100P	750	7,50	10,00	20,00	1,75
T080100P	800	7,50	10,00	20,00	1,75
T100100P	1000	10,00	15,00	20,00	1,75
T120100P	1200	15,00	20,00	30,00	1,80
T150100P	1500	15,00	20,00	30,00	1,80
T200100P	2000	20,00	30,00	45,00	1,80

### Серия RT125P      Размер «окна»: 125x80 мм / Проводник: диаметр 80 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T050125P	500	1,25	5,00	7,50	1,65
T060125P	600	1,25	5,00	15,00	1,70
T075125P	750	5,00	10,00	20,00	1,75
T080125P	800	7,50	10,00	20,00	1,75
T100125P	1000	10,00	20,00	30,00	1,80
T120125P	1200	15,00	20,00	30,00	1,80
T150125P	1500	20,00	30,00	45,00	1,90
T200125P	2000	25,00	30,00	45,00	1,90
T250125P	2500	25,00	30,00	45,00	1,90
T300125P	3000	30,00	45,00	60,00	2,05

### Серия RT160P      Размер «окна»: 160x80 мм / Проводник: диаметр 80 мм

Код	Ток (А)	Мощность (ВА)			Масса
		Класс 0,5	Класс 1	Класс 3	
T050160P	500	1,25	5,00	7,50	2,4
T060160P	600	1,25	5,00	15,00	2,4
T075160P	750	5,00	10,00	20,00	2,4
T080160P	800	7,50	10,00	20,00	2,4
T100160P	1000	10,00	20,00	30,00	2,4
T120160P	1200	15,00	20,00	30,00	2,4
T150160P	1500	20,00	30,00	45,00	2,4
T200160P	2000	25,00	30,00	45,00	2,4
T250160P	2500	25,00	30,00	45,00	2,4
T300160P	3000	30,00	45,00	60,00	2,4
T400160P	4000	30,00	45,00	60,00	2,4
T500160P	5000	30,00	45,00	60,00	2,4





# Освещение



# Конденсаторы для систем освещения

## Общее описание

Конденсаторы для систем освещения выпускаются на основе самовосстанавливающейся металлизированной полипропиленовой пленки в герметичных негорючих алюминиевых корпусах.

## Выходы

- вывод длиной 200 мм
- плоскопружинные зажимы (push-wire)

## Крепление

- Винт М8, расположенный по центру нижней части
- Хомут
- Защелка
- Плоский корпус (гильза)

## Сертификаты

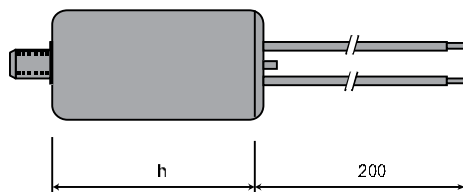


## Технические характеристики

Стандарты .....	EN 61048
Потребление .....	EN 61049
Диэлектрик .....	металлизированная полипропиленовая пленка
Допуск .....	±10%
Частота .....	50/60 Гц
Диапазон температур .....	- 25... + 85°C
Разрядный резистор .....	встроенный
Напряжение .....	~250 В
Сопротивление изоляции .....	<10 <sup>4</sup> МОм/ мкФ
tg δ при Vн / 50 Гц, 20°C .....	<10.10 <sup>-4</sup>

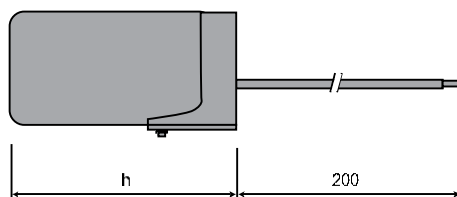
## Конденсаторы в пластиковом корпусе

### Серия RI008HPxxxP25



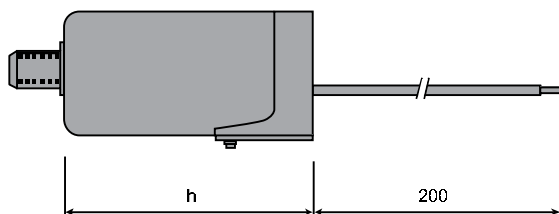
Емкость: от 2 до 60 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 50 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74, 94, 98 мм  
 Выводы: проводник длиной 200 мм  
 Крепление: винт М8  
 Пластиковый корпус

### Серия RIFRLHPxxxP25

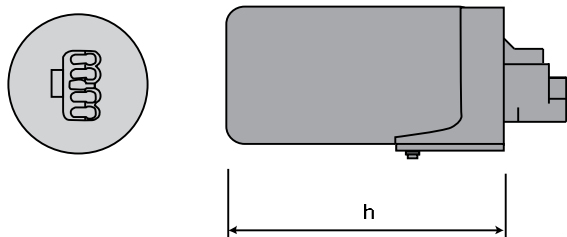


Емкость: от 2 до 25 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74, 98 мм  
 Выводы: проводник длиной 200 мм  
 Крепление: контактный зажим  
 Пластиковый корпус

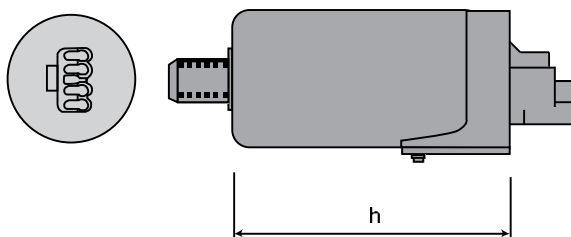
### Серия RIFR8HPxxxP25



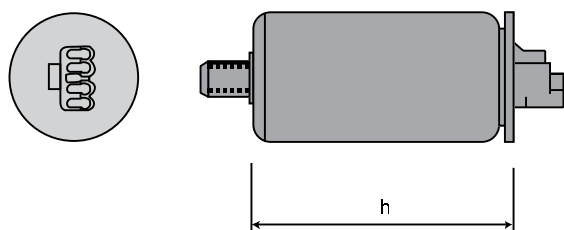
Емкость: от 2 до 12 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74 мм  
 Выводы: проводник длиной 200 мм  
 Крепление: клеммник с защелкой - М8  
 Пластиковый корпус

**Серия RIFRLCRxxxP25**

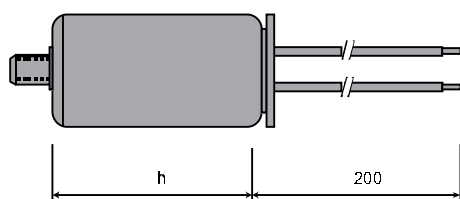
Емкость: от 2 до 25 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74, 98 мм  
 Выводы: плоскопружинные зажимы (push-wire)  
 Крепление: контактная защелка  
 Пластиковый корпус

**Серия RIFR8CRxxxP25**

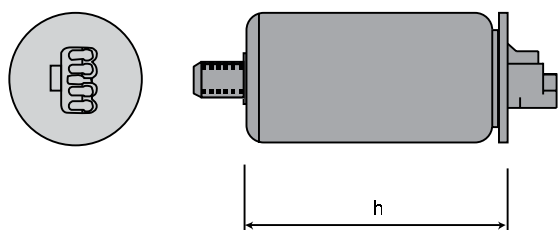
Емкость: от 2 до 12 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74 мм  
 Выводы: плоскопружинные зажимы (push-wire)  
 Крепление: контактная защелка-M8  
 Пластиковый корпус

**Серия RI008CRxxxP25**

Емкость: от 2 до 40 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40 мм  
 Длина (h): 52, 70, 74, 98 мм  
 Выводы: плоскопружинные зажимы (push-wire)  
 Крепление: винт M8  
 Пластиковый корпус

**Конденсаторы в алюминиевом корпусе****Серия RI008HPxxxA25**

Емкость: от 2 до 60 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 50 мм  
 Длина (h): 58, 76, 100 мм  
 Выводы: проводник длиной 200 мм  
 Крепление: винт M8  
 Алюминиевый корпус

**Серия RI008CRxxxA25**

Емкость: от 2 до 40 мкФ  
 Напряжение: 250 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40 мм  
 Длина (h): 58, 76, 100 мм  
 Выводы: плоскопружинные зажимы (push-wire)  
 Крепление: винт M8  
 Алюминиевый корпус

# Конденсаторы для асинхронных электродвигателей

## Общее описание

Конденсаторы для асинхронных электродвигателей выпускаются на основе самовосстанавливающейся металлизированной полипропиленовой пленки в герметичных невзгораемых пластиковых или алюминиевых корпусах.

## Выводы

- Пара плоских ножевых контактов 6,3 мм с отверстием
- Сдвоенный провод сечением 2 x 0,75 длиной 210 мм
- Штыревые выводы 200 мм

## Крепление

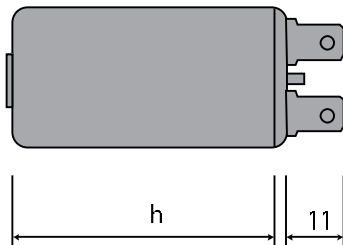
- Винт М8, расположенный внизу по центру
- Плоский корпус

## Технические характеристики

Стандарты .....	EN 60252
Диэлектрик .....	металлизированная полипропиленовая пленка
Допуск .....	±5%
Частота .....	50/60 Гц
Диапазон температуры .....	минус 25... + 85°C
Напряжение В~ .....	400/450 В~
Тестовое напряжение между выводами и корпусом .....	2,4 кВ
Сопротивление изоляции .....	<104 МОм/ мкФ
tg δ при Vн / 50 Гц, 20°C .....	<10 <sup>-4</sup>
Корпус .....	алюминий/пластик

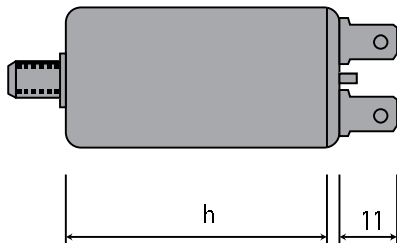
## Конденсаторы в пластиковом корпусе

### Серия RMLFDxxxP45



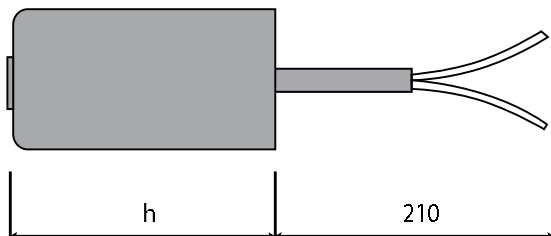
Емкость: от 2 до 60 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 45, 50 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98 мм  
 Выводы: плоские ножевые контакты 6,3 мм с отверстием  
 Крепление: отсутствует  
 Пластиковый корпус

### Серия RM8FDxxxP45

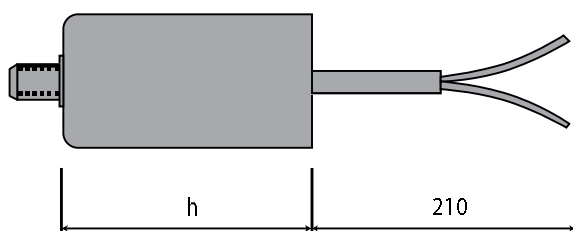


Емкость: от 2 до 65 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98, 120 мм  
 Выводы: плоские ножевые контакты 6,3 мм с отверстием  
 Крепление: винт М8  
 Пластиковый корпус

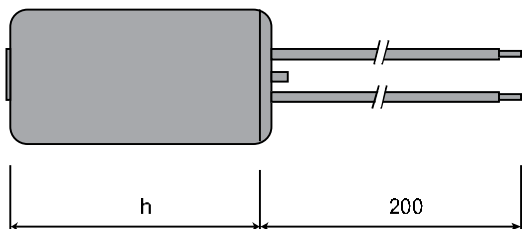
### Серия RMLMGxxxP45



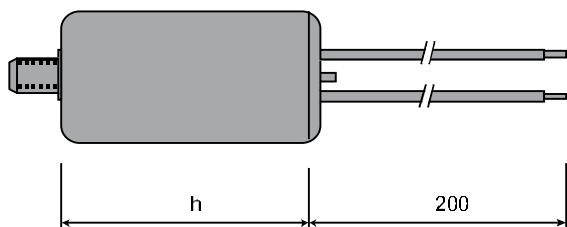
Емкость: от 2 до 60 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 45, 50 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98 мм  
 Выводы: сдвоенный провод длиной 210 мм  
 Крепление: отсутствует  
 Пластиковый корпус

**Серия RM8MGxxxP45**

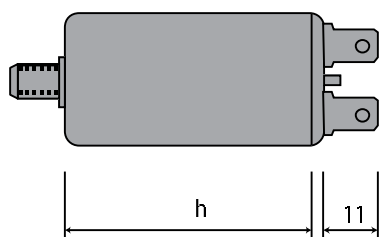
Емкость: от 2 до 65 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98 мм  
 Выводы: сдвоенный провод длиной 210 мм  
 Крепление: винт М8  
 Пластиковый корпус

**Серия RMLHPxxxP45**

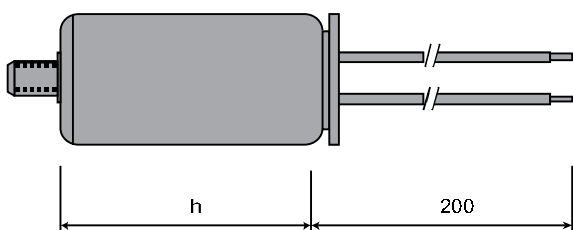
Емкость: от 2 до 60 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 45, 50 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98, 120 мм  
 Выводы: штыревые выводы 200 мм  
 Крепление: отсутствует  
 Пластиковый корпус

**Серия RM8HPxxxP45**

Емкость: от 2 мкФ до 65 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 мм  
 Длина (h): 52, 56, 74, 94, 98, 120 мм  
 Выводы: штыревые выводы 200 мм  
 Крепление: винт М8  
 Пластиковый корпус

**Конденсаторы в алюминиевом корпусе****Серия RM8FDxxxA45**

Емкость: от 2 до 65 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55 мм  
 Длина (h): 58, 76, 100, 127 мм  
 Выводы: плоские ножевые контакты 6,3 мм с отверстием  
 Крепление: винт М8  
 Алюминиевый корпус

**Серия RM8HPxxxA45**

Емкость: от 2 до 65 мкФ  
 Напряжение: 450 В  
 Диаметр: 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55 мм  
 Длина (h): 58, 76, 100, 127 мм  
 Выводы: штыревые выводы 200 мм  
 Крепление: винт М8  
 Алюминиевый корпус

# Дроссели для газоразрядных ламп

## Общее описание

Выпускаемая нашей компанией электронная пускорегулирующая аппаратура (балласты) для газоразрядных ламп может быть встроена непосредственно в осветительный прибор или поставляться в отдельном корпусе. Балласты допускают работу с зависимыми и независимыми стартерами (зажигающими устройствами). Защитная оболочка дросселей упрощает их монтаж и обеспечивает возможность их сопряжения с прочими вспомогательными элементами пускорегулирующей аппаратуры.

Дроссели отличаются высокоточной обмоткой из медного или алюминиевого провода с изоляцией класса Н (180 °С) и магнитопроводом из листовой стали с низким коэффициентом потерь.



## Натриевые лампы высокого давления / Металлогалогенные лампы (МН)

### Дроссели компактные с медной обмоткой

Код	Описание
CBD402232DU	Compact-class 1-400Вт 230/240В 50Гц (4,6А)
CBD602232DU	Compact-class 1-600Вт 230/240В 50Гц (6,2А)

### Алюминиевые дроссели с тепловой защитой (РТ)

Код	Описание
HSA07223221	HSI-SAPI 70Вт 230/240В 50Гц (1,0А) — РТ
HSA10223221	HSI-SAPI 100Вт 230/240В 50Гц (1,2А) — РТ
HSA15223221	HSI-SAPI 150Вт 230/240В 50Гц (1,8А) — РТ
HSA25223221	HSI-SAPI 250Вт 230/240В 50Гц (3,0А) — РТ
HAA40223221	HSI-SAPI 400Вт 230/240В 50Гц (4,6А) — РТ

### Алюминиевые дроссели без тепловой защиты (РТ)

Код	Описание
HSA07223232	HSI-SAPI 70Вт 230/240В 50Гц (1,0А)
HSA10223232	HSI-SAPI 100Вт 230/240В 50Гц (1,2А)
HSA15223232	HSI-SAPI 150Вт 230/240В 50Гц (1,8А)
HSA25223232	HSI-SAPI 250Вт 230/240В 50Гц (3,0А)
HAA40223232	HSI-SAPI 400Вт 230/240В 50Гц (4,6А)

\* Для заказа устройств на другие значения мощности, напряжения и частоты следует обратиться в Отдел технической поддержки нашей компании.

### Алюминиевые дроссели с тепловой защитой (РТ)

Код	Описание
HMA25223221	HIA-HSI 250Вт 230/240В 50Гц (2,15) — РТ
HMA40223221	HIA-HSI 400Вт 230/240В 50Гц (3,5А) — РТ

### Алюминиевые дроссели без тепловой защиты (РТ)

Код	Описание
HMA25223232	HIA-HSI 250Вт 230/240В 50Гц (2,15)
HMA40223232	HIA-HSI 400Вт 230/240В 50Гц (3,5А)

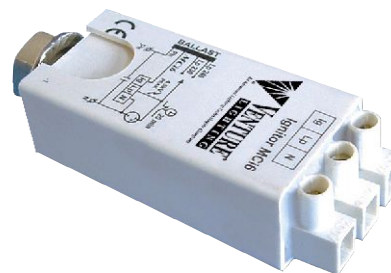
## Зажигающие устройства (стартеры) для газоразрядных ламп

### Полупараллельные

Код	Описание
МСi6	35-600Вт SAP/MH — (синхрон.зажигание)

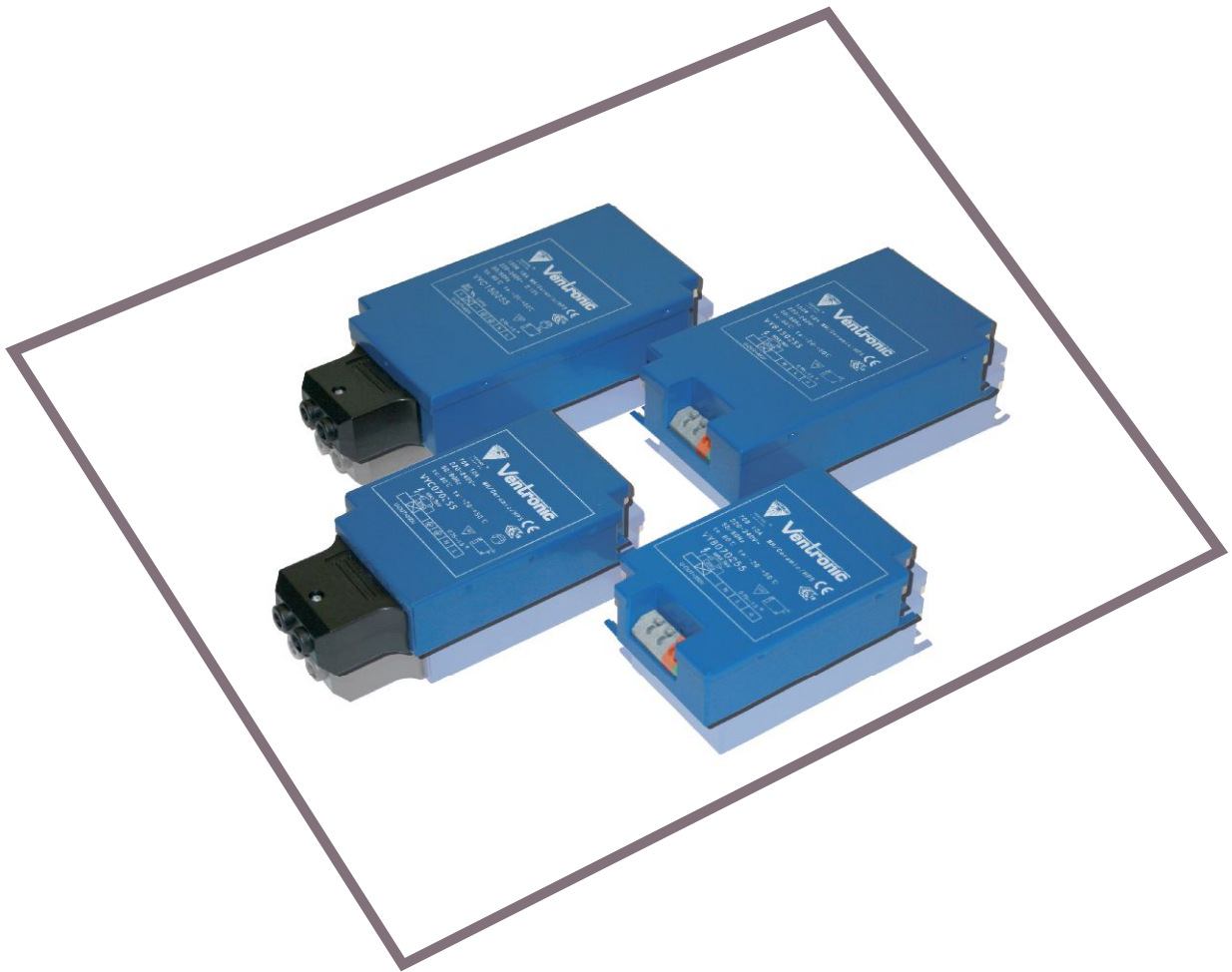
### Суперпозиционные

Код	Описание
PXE070255	35-70Вт SAP
PAE400255	35-400Вт SAP/HM
PCX070255	35-70Вт SAP/HM — (синхрон.зажигание)
PCX400255	35-400Вт SAP/HM — (синхрон.зажигание)





## Пускорегулирующая аппаратура VENTRONIC



- Регулируемая яркость
- Разнообразие длительностей и уровней
- Совмещение функций дросселя, стартера и конденсатора
- Все в одном устройстве
- Простой и быстрый монтаж
- Меньшая величина потерь, чем в электромагнитном балласте
- Энергосбережение
- Работа с керамическими и кварцевыми металлогалогенными лампами, а также с натриевыми лампами высокого давления
- Плавное регулирование яркости натриевых ламп высокого давления до 70% мощности, а металлогалогенных ламп – до 40% мощности (для рекомендованных марок ламп)
- Стабилизация питания в диапазоне 198-256 В
- Стабилизация питания на разных уровнях регулирования яркости

Лампа		Код	Напряжение сети	Мощность схемы	Ток цепи	Макс. темп. корпуса
(Вт)	(А)					
20	0,225	BYB020255	230В	24	0,1	80
35	0,5	BYB035255	230В	45	0,10	80
50	0,68	BYB050255	230В	56	0,23	80
70	1,0	BYB070255	230В	79	0,33	80
100	1,1	BYB100255	230В	110	0,46	80
140	1,8	BYB140255	230В	150	0,63	80
150	1,8	BYB150255	230В	161	0,67	80

- Опция: кабельные зажимы и разъем

### Регулируемый электронный балласт «Ventronic Part Night»

Лампа		Код	Напряжение сети	Мощность схемы	Ток цепи	Макс. темп. корпуса
(Вт)	(А)					
50	0,68	BYB050ES1	230В	56	0,24	80
70	1,0	BYB070ES1	230В	79	0,33	80
100	1,1	BYB100ES1	230В	110	0,46	80
150	1,8	BYB150ES1	230В	161	0,67	80

- Программируемое плавное изменение яркости ES1

### Высокочастотный электронный балласт DALI.

Для металлогалогенных ламп MH UNI-FORM с импульсным запуском

Лампа (Вт)	Код	Регулирование / Мин. мощность	Описание
250	BGB250S01	Включение и 1-10В / 50%	BENTRONIC BGB250S01 1-10В MH 250Вт
400	BGB400S01	Включение и 1-10В / 35%	BENTRONIC BGB400S01 1-10В MH 400Вт
250	BGB250D01	DALI / 50%	BENTRONIC BGB250D01 1-10В & DALI MH 250Вт
400	BGB400D01	DALI / 35%	BENTRONIC BGB400D01 1-10В & DALI MH 400Вт











**Underwriters  
Laboratories**



#### Chile:

**Manufacturing Centre**  
**RTR Energia Chile, S.A.**  
La Estera n° 668  
Panamericana Norte, Km 17  
Loteo Valle Grande - Lampa, CHILE  
Tel.: (+56) 2 2328 44 00  
Fax: (+56) 2 2738 69 11  
E-mail: [dnachile@rtr.cl](mailto:dnachile@rtr.cl)  
[www.rtr.cl](http://www.rtr.cl)

#### China:

**Sales office**  
**RTR (Beijing) Electric CO., LTD**  
Room 209, Building B  
Focus Square Center, No.6 FuTong East Avenue  
Chaoyang District, Beijing 100102, P.R.C.  
CHINA  
Tel: (+86) 010 84763795 / 84763895  
Fax: (+86) 010-84763995  
[www.rtr-energia.cn](http://www.rtr-energia.cn)

#### Spain:

**Headquarter&Manufacturing Centre**  
**RTR Energia, S.L.**  
c/ Gavilanes, 11 Bis  
Pol. Ind. Pinto – Estación  
28320 Pinto (Madrid)  
Tel.: (+34) 916 916 612  
Fax: (+34) 916 912 257  
E-mail: [info@rtr.es](mailto:info@rtr.es)  
[www.rtr.es](http://www.rtr.es)

#### Russia:

**RTR Russia — Sales office**  
Office 5, 6 Ilyinskiy tupik Street,  
Krasnogorsk,  
143405, Moscow Region, Russia  
Tel.: +7 495 981-98-39,  
+7 495 642-58-82, +7 498 653-40-68  
Fax: +7 498 653-40-69  
e-mail: [sales@khomovelectro.ru](mailto:sales@khomovelectro.ru)  
[www.khomovelectro.ru](http://www.khomovelectro.ru)