



# DUCATI energia

HISTORY DRIVES THE FUTURE

**RIFASAMENTO  
INDUSTRIALE BT,  
CONDENSATORI 4In,  
SISTEMI FISSI E  
AUTOMATICI,  
FILTRI ATTIVI**

**LOW VOLTAGE POWER  
FACTOR CORRECTION  
4In CAPACITORS  
AND EQUIPMENT  
ACTIVE FILTERS**



ESTABLISHED IN 1926



# Tecnologia dei condensatori

# Capacitors Technology

## INTRODUZIONE

Ducati nasce nel 1926 introducendo per prima in Italia, e fra le prime al mondo, condensatori per le apparecchiature di radiotrasmissione prodotte da Guglielmo Marconi.

Da questa tradizione, che ha sempre visto Ducati all'avanguardia nella tecnologia di elementi capacitivi, si è giunti all'utilizzo **innovativo del film PPM e PPMh e alla nascita del condensatore 4In**.

Le prestazioni superiori e le dimensioni ridotte rispetto alle ormai obsolete soluzioni in carta e olio e in gas, rendono i condensatori prodotti in PPM/PPMh il nuovo standard di riferimento per il rifasamento industriale.

Tutti i condensatori prodotti da Ducati Energia sono dotati di un dispositivo di protezione conforme alle norme EN 60831-1/2. Questa protezione è stata ottenuta attraverso una particolare tecnologia costruttiva, che in caso di guasto disconnette i collegamenti per sovra-pressione, lasciando integro l'isolamento verso la custodia e impedendo che il condensatore possa scoppiare o bruciare.

Il dispositivo è stato studiato e dimensionato al fine di rendere più efficace e tempestivo l'intervento sia con basse sia ad alte correnti di cortocircuito (fino a 10.000 A).

## TECNOLOGIA PPMh/MKPh 4In

La continua ricerca nei laboratori Ducati Energia ha portato allo sviluppo di un film in polipropilene con una speciale metallizzazione, al fine di favorire il processo di autorigenerazione e diminuire le perdite dielettriche.

L'innovativa metallizzazione permette al polipropilene uno stress minore durante il funzionamento, quindi mantiene le caratteristiche dielettriche per un tempo notevolmente più lungo e allo stesso tempo consente prestazioni notevolmente superiori sia in termini di corrente 4In che di tensione.

### GAMMA LONG LIFE 4In

Questa innovativa gamma di condensatori per il rifasamento industriale con elementi avvolti con film PPMh, si impone per affidabilità, prestazioni e compattezza.

La più efficace autorigenerazione e le ridotte perdite dielettriche permettono di ottenere durata e prestazioni in tensione e corrente paragonabili ai condensatori in carta e olio con ingombri ridotti.

Fanno parte di questa tipologia i condensatori appartenenti alle famiglie:

➤ condensatori monofase serie MONO 416.53

## INTRODUCTION

*Ducati was founded in 1926 and was the first company in Italy, and among the first in the world, to introduce capacitors for the radiobroadcasting equipment produced by Guglielmo Marconi.*

*Building upon this tradition, which has always seen Ducati in the forefront of capacitor technology, the company has developed the **innovative PPM and PPMh film with 4In capacitor**.*

*Superior performance and reduced dimensions compared to the by now obsolete paper and oil and gas solutions make PPM/PPMh capacitors the new standard of reference for industrial power factor correction systems.*

*All the capacitors manufactured by Ducati Energia feature a protection device conforming to standards EN 60831-1/2. This protection has been achieved by means of a special engineering technology: if a fault occurs the connections will be broken due to overpressure, leaving the insulation of the case intact and preventing the capacitor from exploding or burning.*

*The device has been designed and dimensioned to ensure more efficient, prompt operation with both low and high short circuit currents (up to 10,000 A).*

## TECHNOLOGY PPMh/MKPh 4In

*The continuous research conducted in Ducati Energia laboratories has led to the development of a polypropylene film with a special metallization, whose purpose is to favour the self-healing process and reduce dielectric losses.*

*Thanks to this innovative metallization treatment, the polypropylene is subjected to less stress during operation. Therefore it maintains its dielectric properties for a significantly longer time while delivering significantly better performance in terms of both 4In current and voltage.*

### LONG LIFE SERIES 4In

*This innovative range of industrial power factor correction capacitors featuring elements wound with PPMh film sets new standards of reliability, performance and compactness. More effective self-healing and reduced dielectric losses make it possible to obtain a lifespan and performances in terms of voltage and current that are comparable to those of paper and oil capacitors while reducing size.*

*Capacitors of this type belong to the families:*

➤ Series MONO 416.53 single-phase capacitors

# Tecnologia dei condensatori in PPMh

# Capacitor Technology PPMh/MKPh

## TECNOLOGIA PPM / MKP

La tecnologia del polipropilene metallizzato (PPM / MKP), consiste nel depositare per evaporazione sotto vuoto un sottilissimo strato di metallo su un lato del film di polipropilene.

Gli elementi capacitivi costruiti con questa tecnologia vengono ottenuti avvolgendo due film di polipropilene. Le armature del condensatore sono costituite dalla metallizzazione dei due film e il dielettrico dal film di polipropilene stesso.

Pregio principale dei condensatori con armatura metallizzata è di essere autorigenerabili, di essere capaci cioè, di ripristinare le proprietà elettriche al verificarsi di un corto circuito fra le armature.

In conseguenza del ridotto spessore dell'armatura, la corrente di corto circuito nella zona circostante il guasto, è in grado di vaporizzare la metallizzazione, estinguendo automaticamente il corto circuito, senza un'apprezzabile riduzione di capacità o dispendio d'energia.

### GAMMA EXTRA DUTY (XD) E STANDARD LIFE (SL)

In questi condensatori l'agente impregnante è rappresentato da un particolare tipo di resina. Ducati Energia ha messo a punto una composizione di resina ecocompatibile ad alta stabilità dielettrica, che consente di rimuovere totalmente ogni possibile rischio di presenza di molecole d'aria e acqua all'interno del condensatore. Fanno parte di questa tipologia i condensatori appartenenti alle famiglie:

- condensatori trifase serie MODULO XD 416.46 (XD)
- condensatori trifase serie MODULO XD Mini 416.12 (XD)
- condensatori monofase serie FLOPPY CAP 416.30 (SL)

## PPM / MKP TECHNOLOGY

*Metallized polypropylene technology (PPM / MKP) utilizes a vacuum evaporation technique to deposit an extremely thin layer of metal on one side of the polypropylene film.*

*The capacitor elements built using this technology are obtained by winding two polypropylene films. The capacitor plates consist in the metallized surface of the two films and the dielectric is the propylene film itself.*

*The main advantage of capacitors with metallized plates is their self-healing capacity. This means that they are capable of restoring their electrical properties following the occurrence of a short circuit between the plates.*

*Due to the reduced thickness of the plates, the short circuit current generated in the area of a fault is capable of vaporizing the metal coating; the short circuit is thereby automatically extinguished without an appreciable reduction in capacitance or expenditure of energy.*

### EXTRA DUTY (XD) AND STANDARD LIFE (SL) SERIES

*In these capacitors the impregnating agent is a special type of resin. Ducati Energia has developed an ecofriendly resin composition displaying high dielectric stability, which completely eliminates every possible risk of air and water molecules being present inside the capacitor. This category includes the capacitors belonging to the families:*

- Series MODULO XD 416.46 three-phase capacitors (XD)
- Series MODULO XD Mini 416.12 three-phase capacitors (XD)
- Series FLOPPY CAP 416.30 single-phase capacitors (SL)

# Definizioni

# Definitions

## Tensione nominale (Un)

È il valore massimo efficace della tensione alternata sinusoidale per la quale il condensatore è stato progettato.

## Potenza nominale (Qn)

È la potenza reattiva erogata dal condensatore con tensione e frequenza nominale applicate.

## Capacità nominale (Cn)

È il valore che permette di erogare la potenza nominale, applicando ai terminali la tensione e frequenza nominale.

## Corrente nominale (In)

È il valore efficace della corrente alternata che circola nel condensatore quando alla capacità nominale si applica la tensione e frequenza nominale.

## Rated voltage (Un)

This is the maximum effective value of the alternating sinusoidal voltage for which the capacitor was designed.

## Rated power (Qn)

This is the reactive power delivered by the capacitor at the rated voltage and frequency applied.

## Rated capacitance (Cn)

This is the value which permits delivery of the rated power applying the rated voltage and frequency to the terminals.

## Rated current (In)

This is the effective value of the alternating current that circulates through the capacitor when the rated voltage and frequency are applied at the rated capacitance.

## CONDIZIONI D'ESERCIZIO

A differenza della maggior parte delle apparecchiature elettriche, i condensatori per rifasamento, ogni volta che sono energizzati, operano in continuità a pieno carico, o a carichi che si discostano da questo valore solo come conseguenza delle variazioni di tensione e di frequenza.

Le sovraccarichi ed i surriscaldamenti abbreviano la vita di un condensatore e perciò le condizioni di esercizio (cioè temperatura, tensione e corrente) devono essere attentamente controllate affinché si possa ottenere il risultato ottimale in termini di vita.

### Tensione

I condensatori sono realizzati, secondo quanto prescritto dalle norme EN 60831-1/2 che regolamentano la costruzione, le prove, l'installazione e l'applicazione e che indicano i seguenti valori massimi per le sovratensioni applicabili ai condensatori:

- +10% per 8 ore ogni 24 ore
- +15% per 30 minuti ogni 24 ore
- +20% per 5 minuti
- +30% per 1 minuto

Le sovratensioni maggiori del 15% non si dovranno verificare più di 200 volte nell'arco di vita del condensatore.

Sovente quando si presume nel servizio la presenza di condizioni di sovraccarico, ad esempio in presenza di moderato carico armonico, è comune l'uso di condensatori sovradimensionati in tensione.

In tal caso la potenza resa alla tensione di esercizio risulterà ridotta rispetto a quella di targa. È opportuno nella pratica valutare la riduzione subita dalla potenza resa sulla base del rapporto fra tensione di esercizio e tensione nominale.

$$Q_{resa} = Q_n \cdot \left( \frac{U_e}{U_n} \right)^2$$

dove:

- $U_e$  = Tensione di esercizio
- $Q_{resa}$  = Potenza resa a  $U_e$

La tabella seguente riporta la potenza resa da un condensatore da 100 kvar impiegato su rete a 400 V avente tensione nominale rispettivamente di 415, 450, 525V.

$U_n$ [V]	415	450	525
$Q_{resa}$ [kVAR]	93	79	58

### Temperatura

La temperatura del condensatore durante il funzionamento è il parametro che insieme alla tensione ha la maggiore influenza sulla durata di vita del condensatore.

Esso deve essere posto sempre in posizione dove l'aria di raffreddamento possa circolare liberamente, evitando l'irraggiamento di superfici riscaldate di altri componenti.

## OPERATING CONDITIONS

Unlike most electrical equipment, power factor correction capacitors, each time they are energized, continuously operate at full load or at loads which differ from this value only as a consequence of variations in voltage and frequency.

Overstressing and overheating shorten the lifespan of the capacitor. For this reason the operating conditions (temperature, voltage and current) must be carefully controlled in order to obtain optimum results as regards the lifespan of the capacitor.

### Voltage

The capacitors are produced in accordance with standards EN 60831-1/2, which regulate their manufacture, testing, installation and application of capacitors, indicating the following maximum overvoltages:

- +10% for 8 hours every 24 hours
- +15% for 30 minutes every 24 hours
- +20% for 5 minutes
- +30% for 1 minute.

Overvoltages in excess of 15% should not occur more than 200 times during the life of a capacitor.

When overload conditions may be assumed to occur during service – in the presence of a moderate harmonic load for example – it is common to use capacitors that are oversized in terms of voltage.

In such cases the output power at the operating voltage will be reduced in comparison with the rated load. It is advisable to evaluate the reduction occurring in the output power on the basis of the ratio between the operating voltage and the rated voltage.

$$Q_{resa} = Q_n \cdot \left( \frac{U_e}{U_n} \right)^2$$

where:

- $U_e$  = Operating voltage
- $Q_{resa}$  = Output power at  $U_e$

The table below shows the power output by a 100 kvar capacitor used on a 400 V network having a rated voltage respectively of 415, 450 and 525V.



## Definizioni - Definitions

Quando i condensatori siano posti in armadi chiusi, si devono prevedere fessure di ventilazione che consentano un facile scambio di aria tra interno ed esterno dell'armadio. Quando viceversa il grado di protezione dell'armadio non consenta questo scambio, gli spazi interni devono essere molto più ampi e la collocazione dei condensatori deve essere studiata attentamente affinché opportuni canali consentano la circolazione dell'aria di raffreddamento che deve essere forzata con opportuni ventilatori. In linea generale la temperatura dell'aria di raffreddamento all'interno dell'armadio non deve differire di più di 5°C rispetto all'aria esterna al quadro.

### Temperatura dell'aria di raffreddamento

È la temperatura dell'aria di raffreddamento misurata nel punto più caldo del banco di condensatori, alle condizioni di regime, a metà fra due condensatori o sulla superficie di uno di essi.

### Categoria di temperatura dell'aria ambiente

Rappresenta la gamma di temperatura dell'aria di raffreddamento, nell'ambito della quale il condensatore è progettato per funzionare. Secondo la norma sono previste 4 categorie rappresentate da un numero ed una lettera o da due numeri come in tabella.

Categoria / Category		Temperatura dell'aria ambiente / Category Ambient air temperature			
		Max	Valore medio più alto in un periodo di: / Highest mean over any period of:		
			24 H	1 ANNO / 1 YEAR	
-25/A	-25 + 40 °C	40	30	20	
-25/B	-25 + 45 °C	45	35	25	
-25/C	-25 + 50 °C	50	40	30	
-25/D	-25 + 55 °C	55	45	35	

Il primo numero rappresenta la temperatura minima dell'aria di raffreddamento alla quale il condensatore può essere energizzato. La lettera o il secondo numero rappresentano il limite superiore della gamma di temperatura e precisamente il valore max. indicato in tabella.

### Tensione residua

È la tensione che permane ai capi del condensatore dopo la disinserzione dei condensatori dalla rete. Questa tensione deve essere estinta onde evitare condizioni di pericolo per l'operatore. Tutti i condensatori devono essere dotati di dispositivi di scarica, chiamati di sicurezza, che riducono la tensione residua a un valore inferiore a 75 V dopo 3 minuti.

Occorre però ricordare che i condensatori non possono essere energizzati se ai loro capi è presente una tensione residua maggiore del 10%. Particolare attenzione deve essere quindi posta nell'uniformare i tempi di scarica dei condensatori con i tempi di intervento dei dispositivi di comando (Regolatori). Nel caso in cui i tempi di ritardo dei regolatori siano più brevi dei tempi di scarica del condensatore, si devono prevedere ulteriori dispositivi di scarica affinché l'inversione avvenga con una tensione residua non superiore al 10%.

### Massima corrente

Come previsto dalla norma EN 60831-1/2, i condensatori sono adatti a un funzionamento permanente con valore efficace della corrente pari ad 1,3 volte il valore di corrente alla tensione e frequenze nominali (escluso i transistori).

Tenendo conto della tolleranza di capacità, la massima corrente può arrivare a 1.5 In, valore al quale ci si deve riferire nel dimensionamento della linea corrente dei dispositivi di comando e di protezione. Questo fattore di sovracorrente può essere determinato dall'effetto combinato di armoniche, sovratensioni e tolleranza di capacità.

### Max corrente di picco all'inserzione

Si verificano sovracorrenti transitorie di ampiezza elevata e ad alta frequenza quando i condensatori vengono inseriti nel circuito e specialmente quando una batteria di condensatori viene inserita in parallelo ad altre già energizzate.

Può essere quindi necessario ridurre queste sovracorrenti transitorie a valori accettabili per il condensatore e per il contattore utilizzato, inserendo i condensatori attraverso opportuni dispositivi (resistenze o reattori) nel circuito di alimentazione della batteria.

*When capacitors are placed in closed cabinets it is necessary to have air vents which allow for an easy exchange of air between the interior and exterior of the cabinet. Where the degree of protection of the cabinet does not permit such an exchange to take place, the positioning of the capacitors must be carefully planned so as to provide the necessary channels for the circulation of cooling air. In this case, suitable fans will have to be installed to force cooling air through the cabinet. As a rule, the temperature of the cooling air inside the cabinet should not differ from the outside air temperature by more than 5°C.*

### Cooling air temperature

*This is the temperature of the cooling air measured at the hottest point of the capacitor bank, under working conditions, halfway between two capacitors or on the surface of one of them.*

### Ambient temperature class

*This represents the range of cooling air temperatures in which the capacitor is designed to operate. There are 4 standard categories represented by a number and a letter or by two numbers as shown in the table.*

*The first number represents the minimum cooling air temperature at which the capacitor can be energized (-25°C; on request -40°C). The letter or second number represents the upper limit of the temperature range and precisely the max. value indicated in the table.*

### Residual voltage

*This is the voltage that remains after the capacitor is disconnected from the network. This voltage must be eliminated in order to avoid exposing the operator to dangerous conditions. All three-phase capacitors are equipped with discharge devices that reduce residual voltage to less than 75 V in 3 minutes.*

*It is important to bear in mind that the capacitors cannot be energized if there is a residual voltage of more than 10% across them. Particular care must thus be taken to harmonise the capacitor discharge times with the response times of the control devices (Power control relays). In cases where the lag time of the controllers is shorter than the capacitor discharge time, additional discharge devices must be provided so that the connection will occur with a residual voltage not exceeding 10%.*

### Max current

*In accordance with standard EN 60831-1/2, the capacitors are designed to function continuously at an effective current that is 1.3 times the current at the rated voltage and frequency.*

*Bearing in mind the capacitance tolerance, the maximum current may reach 1.5 In, value to which it is necessary to refer in the sizing of the lines of control and protection devices. This overcurrent factor can be determined by the combined effect of harmonics, overvoltages and capacitance tolerance.*

### Max inrush current

*Transient overcurrents having elevated amplitudes and high frequencies occur when the capacitors are switched in to the circuit. This is especially true when a capacitor bank is put in a parallel connection with other already energized banks.*

*It may therefore be necessary to reduce these transient overcurrents to values acceptable both for the capacitor and the contactor used by connecting the capacitor using suitable devices (resistors or reactors) in the power circuit of the bank.*

Il valore di picco delle sovracorrenti causate da operazioni di manovra deve essere limitato al valore massimo di 200 In (valore di cresta del 1° ciclo).

### **Protezione e sicurezza**

Per una sicura protezione, gli elementi capacitivi che costituiscono le unità sono individualmente corredati del dispositivo di sicurezza a sovrappressione.

La sua funzione è di interrompere il corto circuito quando, alla fine della sua vita il condensatore non riesce più ad autorigenerarsi. Il dispositivo sfrutta la pressione che si sviluppa internamente con il deterioramento del film per effetto del surriscaldamento dovuto al corto circuito, per interrompere i collegamenti del terminale.

Da notare che un fusibile esterno non è altrettanto affidabile in quanto la corrente di corto circuito essendo fortemente limitata dalla metallizzazione, è largamente variabile.

Tutti condensatori sono costruiti con materiali compatibili con l'ambiente, conformi alle norme EN 60831-1/2.

*The crest value of overcurrents caused during switching operations must be limited to a maximum of 200 In (crest value of the 1st cycle).*

### **Protection and safety**

*To ensure protection, the capacitor elements making up the unit are individually fitted with an overpressure safety device.*

*The function of this device is to interrupt a short circuit when the capacitor reaches the end of its useful life and is no longer able to regenerate itself. This device breaks the connections of the terminal by exploiting the internal pressure that builds during the film's decomposition, which results from the overheating caused by the short circuit.*

*It should be noted that an external fuse is not as reliable since the short circuit current, being strongly limited by the metallized surface, may vary widely.*

*All the capacitors are built with environmentally friendly materials conforming to standards EN 60831-1/2.*

# Informazioni Generali sul rifasamento

# General Information about power factor correction

## PERCHÉ INSTALLARE UN SISTEMA DI RIFASAMENTO

Molti sono gli obiettivi da porsi durante il progetto di un impianto elettrico: oltre la sicurezza e l'affidabilità di funzionamento è molto importante il corretto utilizzo dell'energia elettrica. Ogni circuito, ogni apparecchiatura, deve essere concepita per dare il massimo rendimento globale nella trasformazione dalla fonte di energia al lavoro utilizzato.

Fra le azioni che consentono di ottimizzare l'utilizzo dell'energia elettrica, si annovera fra le più importanti il rifasamento degli impianti elettrici.

Quantificando questo aspetto dal punto di vista dell'Ente fornitore dell'energia elettrica, portare il fattore di potenza medio di funzionamento della rete da 0.7 a 0.95 significa:

- > ridurre i costi di circa il 45% per le perdite ohmiche nella rete;
- > aumentare del 35% la potenzialità degli impianti di produzione e distribuzione.

Queste cifre parlano da sole, significa risparmiare centinaia di migliaia di tonnellate di combustibile e rendere disponibili alcune centrali e centinaia di cabine di trasformazione.

La maggiorazione dei costi per basso fattore di potenza viene quindi applicata per far fronte ai costi aggiuntivi che l'ente fornitore deve subire a causa della inefficienza del prelievo di energia.

E' noto che gli utilizzatori di energia elettrica funzionanti in corrente alternata (se si escludono le resistenze per il riscaldamento) assorbono dalla rete oltre l'energia attiva, che trasformano in lavoro meccanico, luce, calore ecc..., anche una energia reattiva induttiva la cui funzione principale è quella di generare i campi magnetici necessari al funzionamento delle macchine elettriche.

Il fattore di potenza rapporto tra la potenza attiva e la potenza apparente (somma vettoriale di potenza attiva e reattiva) è quindi un indice della qualità di un impianto, poiché tanto più basso è il fattore di potenza tanto più elevata è la componente reattiva induttiva in rapporto a quella attiva. E' possibile, installando dei condensatori di potenza o dei sistemi automatici di rifasamento, produrre, dove è necessario, l'energia reattiva. I condensatori assorbono una corrente sfasata di 180° rispetto a quella reattiva induttiva; le due correnti si sommano algebricamente, per cui, a monte del punto di installazione del condensatore, circola una corrente reattiva pari alla differenza fra quella induttiva e quella capacitiva.

Lo scambio avviene fra condensatore e utilizzatore, per cui si usa dire che il condensatore fornisce energia reattiva all'utilizzatore.

## WHY INSTALL A POWER FACTOR CORRECTION SYSTEM

*There are many objectives to be pursued in the planning of an electrical system. In addition to safety and reliability, it is very important to ensure that electricity is properly used. Each circuit, each piece of equipment, must be designed so as to guarantee the maximum global efficiency in transforming the source of energy into work.*

*Among the measures that enable electricity use to be optimized, improving the power factor of electrical systems is undoubtedly one of the most important.*

*If we quantify this aspect from the utility company's point of view, raising the average operating power factor of the network from 0.7 to 0.95 means:*

- > *cutting costs due to ohmic losses in the network by 45%;*
- > *increasing the potential of production and distribution plants by 35%.*

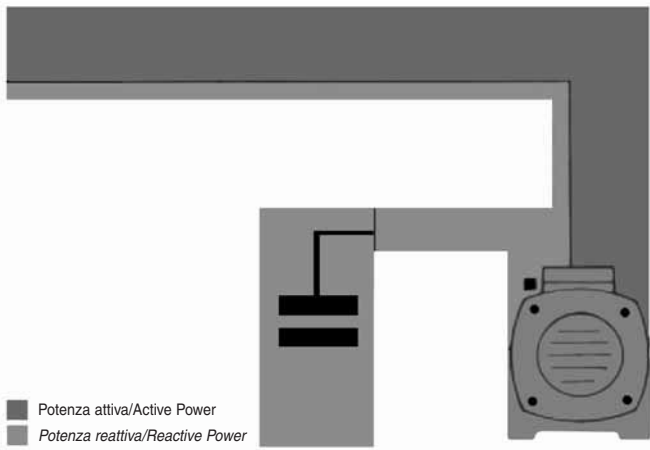
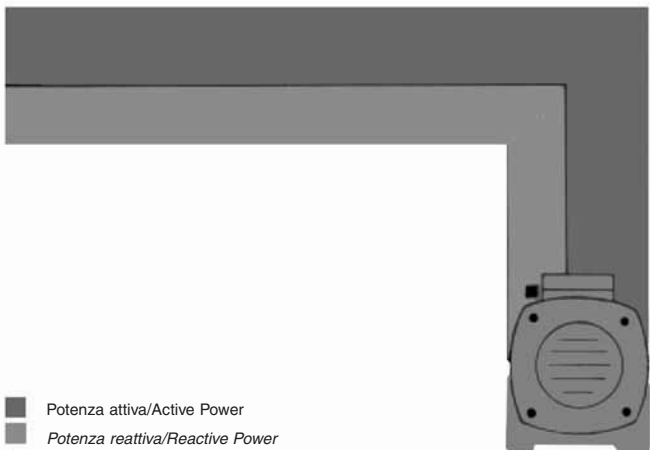
*These figures speak for themselves: it means saving hundreds of thousands of tons of fuel and making several power plants and hundreds of transformer rooms available.*

*In the case of low power factors utility companies charge higher rates in order to cover the additional costs they must incur due to the inefficiency of the system that taps energy.*

*It is a well-known fact that electricity users relying on alternating current – with the exception of heating elements – absorb from the network not only the active energy they convert into mechanical work, light, heat, etc. but also an inductive reactive energy whose main function is to activate the magnetic fields necessary for the functioning of electric machines.*

*The power factor is thus the ratio between active power and apparent power (vectorial sum of active and reactive power), an indicator of the quality of a facility's electric system since the lower the power factor is, the higher the inductive reactive component will be in relation to the active component. It is possible to produce reactive energy, where necessary, by installing power capacitors or automatic power factor correction systems. Capacitors absorb a current that is 180° out of phase with the inductive reactive current; the two currents are algebraically summed together so that circulating upstream from the point of installation of the capacitor is a reactive current that is equal to the difference between the inductive and capacitive currents.*

*The exchange occurs between the capacitor and user; this is why we say that the capacitor supplies reactive energy to the user.*



### COME EFFETTUARE IL RIFASAMENTO

In teoria la soluzione tecnicamente più appropriata è quella di porre su ciascun carico il proprio condensatore di rifasamento da inserire con l'interruttore di macchina.

In pratica ciò pone, nella maggior parte dei casi, problemi di tipo economico e tecnico, poiché si richiede l'installazione di una gran quantità di condensatori di piccola potenza, i quali sono distribuiti negli ambienti più disparati senza la possibilità di alcun tipo di controllo nel tempo. I benefici di risparmio delle perdite nei cavi sono trascurabili rispetto a quelle nel trasformatore di alimentazione. Questa soluzione è quindi proponibile solo nei grandi impianti o dove vi siano carichi di grande potenza.

Il rifasamento più appropriato è quindi quello che prevede l'installazione di una batteria automatica sulle barre del quadro di distribuzione e, se necessario, dei banchi di condensatori fissi per il rifasamento del trasformatore, dei motori asincroni e di eventuali carichi che assorbono potenza reattiva di notevole entità.

L'automatismo della batteria ha la funzione di inserire la capacità necessaria alle esigenze del carico nel preciso momento in cui necessita.

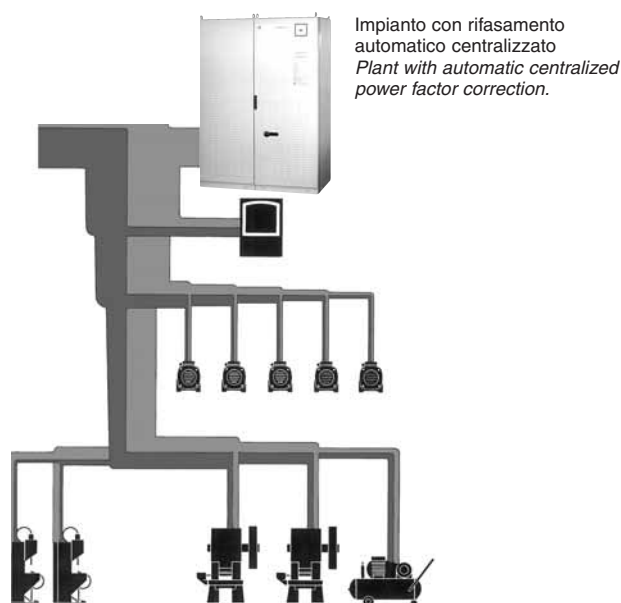
### HOW TO CORRECT THE POWER FACTOR

*Theoretically speaking, when you must choose where to locate the capacitive power the most appropriate solution from a technical standpoint would be to assign each load its own power factor correction capacitor, to be switched on together with the machine.*

*In practice, however, this entails excessive costs and technical problems in most cases, since it requires the installation of a larger number of low-power capacitors distributed in many different points, which cannot be effectively monitored over time; plus little benefit is to be derived from reducing losses in the cables, negligible compared to those in the power transformer. Therefore, this solution is only feasible in large plants or where there are very high power loads.*

*The most appropriate power factor correction system thus consists in the installation of an automatic capacitor bank on the bus bars of the distribution panel and, if necessary, fixed capacitor banks for correcting the power factor of the transformer, asynchronous motors and any loads absorbing large quantities of reactive power.*

*The automatic system of the capacitor bank has the task of switching in the necessary capacitance according to the load requirements at each given moment.*



### L'EFFETTO DELLE ARMONICHE NEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Si definisce **armonica** una delle componenti ottenute dalla scomposizione nella serie di Fourier di un'onda periodica. Si definisce inoltre **ordine di un'armonica** il rapporto tra la frequenza di un'armonica e la frequenza fondamentale dell'onda periodica considerata

Nel caso di onda con andamento perfettamente sinusoidale (come dovrebbe essere la tensione fornita dagli enti distributori), risulta presente solo l'armonica fondamentale d'ordine 1, che in Europa ha frequenza di 50 Hz.

Applicando una tensione sinusoidale ad un carico, la corrente circolante risulta anche essa sinusoidale solo in presenza di carichi con "caratteristiche lineari".

In presenza di un carico "non lineare", l'andamento della corrente si discosta dal caso ideale, e una scomposizione secondo Fourier dell'onda presenterebbe un numero di armoniche tanto più elevato (in numero e ampiezza), quanto più è distorta la forma d'onda.

L'utilizzo sempre più frequente in ambito industriale di carichi non lineari (inverter, lampade a scarica, saldatrici, alimentatori tipo switching, ecc.) creano elevate distorsioni nella forma d'onda della corrente circolante.

### THE EFFECT OF HARMONICS IN ELECTRICAL SYSTEMS

A **harmonic** is defined as one of the components obtained from the breakdown of a periodic wave in the Fourier series. The **order of a harmonic** is further defined as the ratio between the frequency of the harmonic and the fundamental frequency of the periodic wave considered.

In the case of a perfectly sinusoidal waveform (as should characterize the voltage supplied by the utility) only the fundamental harmonic of the first order will be present, which in Europe has a frequency of 50 Hz.

If a sinusoidal voltage is applied to a load, the circulating current will also have a sinusoidal waveform only in the presence of loads with "linear characteristics".

In the presence of a "non-linear" load the current waveform will deviate from the ideal pattern and breaking down the wave according to the Fourier theorem will show evidence of harmonics whose number and amplitude will increase with the degree of distortion in the current waveform.

The increasingly frequent use of non-linear loads in industrial facilities (inverters, fluorescent lamps, welders, etc.) creates elevated distortions in the waveform of circulating current.

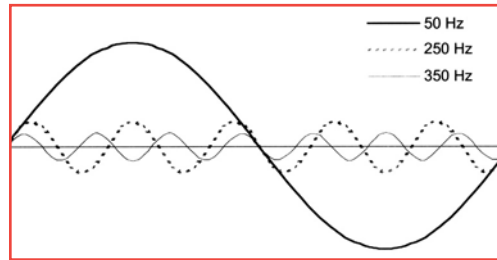


Alcuni tipi di carichi comportano una distorsione "caratteristica" nella corrente assorbita.

È il caso dei convertitori ac/dc, per quali teoricamente la corrente assorbita presenta solo armoniche d'ordine

$$h = mp \pm 1$$

dove  $m$  è un numero intero diverso da 0 (quindi 1, 2, 3, 4, ...) e  $p$  è il numero di interruttori statici del ponte. Pertanto un convertitore con reazione esafase ( $p=6$ ) genera armoniche caratteristiche di ordine 5 e 7 ( $m=1$ ), 11 e 13 ( $m=2$ ), 17 e 19 ( $m=3$ ), ecc.; mentre un convertitore con reazione dodecafase ( $p=12$ ) genera armoniche caratteristiche di ordine 11 e 13 ( $m=1$ ), 23 e 25 ( $m=2$ ).



Il parametro utilizzato per determinare il livello di distorsione armonica presente in una rete elettrica è il THD<sub>i</sub>% (Total Harmonic Distorsion), definito come:

$$THD_i\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} I_k^2}}{I_1}$$

dove  $I_1$  è il valore efficace della fondamentale e  $I_k$  sono i valori efficaci delle armoniche di ordine  $k$ .

La presenza di armoniche di corrente nell'impianto sono pertanto indice di una distorsione (rispetto alla sinusoide) della forma d'onda della corrente stessa.

Questo comporta l'aumento delle perdite per effetto Joule ed effetto pelle nei cavi, l'aumento delle perdite per isteresi e per correnti parassite nel ferro dei trasformatori e dei motori.

Inoltre a causa delle impedenze equivalenti dei cavi, anche l'andamento della tensione nella rete può esserne influenzato.

Inserendo condensatori di rifasamento in rete, si crea una condizione di risonanza parallelo tra la capacità equivalente dei condensatori e l'induttanza equivalente dell'impianto (di solito approssimabile dall'induttanza equivalente del trasformatore) in corrispondenza della frequenza  $f_r$ .

Indicando con  $S_{cc}$  la potenza di corto circuito dell'impianto (espressa in kVA) nel punto di installazione dei condensatori, con  $Q$  la potenza reattiva installata (espressa in kvar) e con  $f_1$  la frequenza della rete, si trova la frequenza di risonanza parallelo  $f_r$ :

$$f_r = f_1 \cdot \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

La potenza di corto circuito  $S_{cc}$  dell'impianto può essere approssimata dalla potenza di corto circuito del trasformatore MT/ BT, che, indicata con  $S_{cct}$ , è data da:

$$S_{cct} = \frac{A}{V_{cc}\%} \cdot 100$$

dove  $A$  è la potenza nominale del trasformatore (espressa in kVA) e  $V_{cc}\%$  è la tensione di corto circuito percentuale del trasformatore.

Le armoniche in tensione, presenti nell'impianto, di frequenza prossima alla frequenza di risonanza parallelo  $f_r$ , vengono esaltate. Per tale motivo, ai capi dei condensatori viene a crearsi una tensione risultante estremamente elevata, che provoca una forte accelerazione dell'invecchiamento del dielettrico e quindi la rapida fine della vita del condensatore. Per la soluzione di rifasamento da adottare in questi casi, si rimanda al capitolo successivo.

*This is true in the case of ac/dc converters, for which the input current theoretically displays only harmonics of the order*

$$h = mp \pm 1$$

*where  $m$  is an integer other than 0 (thus 1, 2, 3, 4, ...) and  $p$  is the number of solid-state switches of the bridge. Therefore, a converter with six-phase reaction ( $p=6$ ) generates characteristic harmonics of the 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> order ( $m=1$ ), 11<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> order ( $m=2$ ), 17<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> order ( $m=3$ ) etc., whereas a converter with twelve-phase reaction ( $p=12$ ) generates characteristic harmonics of the 11<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> order ( $m=1$ ), 23<sup>rd</sup> and 25<sup>th</sup> order ( $m=2$ ).*

*The parameter used to determine the level of harmonic distortion presents in an electrical network is THD<sub>i</sub>% (Total Harmonic Distortion), defined as:*

$$THD_i\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} I_k^2}}{I_1}$$

*where  $I_1$  is the effective value of the fundamental and  $I_k$  represents the effective values of harmonics of order  $k$ .*

*The presence of current harmonics in the system is therefore an indication of a distortion (deviation from a sinusoidal pattern) in the waveform of the current itself.*

*This results in increased losses due to the Joule effect and the skin effect in the cables and increased losses due to hysteresis and parasite currents in the iron of transformers and motors. In addition, because of the equivalent cable impedances, the mains voltage may also be distorted.*

*Installing power factor correction capacitors in the network serves to create a condition of parallel resonance between the equivalent capacitance of the capacitors and the equivalent inductance of the system (which may usually be approximated by calculating the equivalent inductance of the transformer) in correspondence to a frequency  $f_r$ .*

*Where  $S_{cc}$  indicates the short circuit power of the system (expressed in MVA) at the point where the capacitors are connected and  $Q$  is the installed reactive power (expressed in Mvar), the parallel resonance frequency  $f_r$  is thus determined:*

$$f_r = f_1 \cdot \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

*The short circuit power  $S_{cc}$  of the system may be approximated by calculating the short circuit power of the MV/LV transformer, indicated as  $S_{cct}$ , which is given as:*

$$S_{cct} = \frac{A}{V_{cc}\%} \cdot 100$$

*where  $A$  is the rated power of the transformer (expressed in MVA) and  $V_{cc}\%$  is the percentage short circuit voltage of the transformer.*

*The voltage harmonics present in the system - having a frequency close to the parallel resonance frequency  $f_r$  - are amplified. For this reason, an extremely high voltage comes to be created at the capacitor terminals, which causes the dielectric to age rapidly and hence significantly shortens the lifespan of the capacitor. For the power factor solution to be adopted in such cases, see the section below.*

# Scelta e dimensionamento del sistema di rifasamento

# Choice and Sizing of a Power Factor Correction System

Il calcolo della batteria di condensatori da installare in un impianto è semplice: noti il  $\cos\varphi$  dell'impianto privo di rifasamento ed il  $\cos\varphi$  che si vuole ottenere, si ricava mediante pochi calcoli la potenza reattiva necessaria al raggiungimento del fattore di potenza voluto.

Il fattore di potenza può essere molto diverso fra due utenze, perché dipende dal tipo di apparecchiature installate e da come sono utilizzate.

Ad esempio, i motori asincroni, di gran lunga i più diffusi hanno un fattore di potenza molto variabile in funzione del carico del motore e del tipo di costruzione dello stesso, fino a valori estremamente bassi a vuoto.

Considerazioni analoghe si possono fare per i trasformatori.

Per tutti questi tipi di macchine elettriche si impiega spesso un rifasamento fisso in corrispondenza del motore o del trasformatore. Altre e notevoli differenze presentano applicazioni elettriche come lampade, forni, saldatrici e convertitori.

Calculating the dimensions of the capacitor bank you need to install in your system is very simple: note the  $\cos\varphi$  of the system without power factor correction and the  $\cos\varphi$  you want to obtain and it will take just a few calculations to derive the reactive power necessary in order to reach the target power factor.

The power factor can differ greatly between two users because it depends both on the type of equipment installed and how it is used. For example, asynchronous motors – by far the most widely used, though brushless motors actuated by static AC/DC or AC/AC converters have been gaining popularity in recent years – have a power factor that varies greatly according to the motor load and type of construction and can reach very low values in the absence of loads.

Similar observations may be made with respect to transformers. For all these types of electric machines, recourse is often made to fixed power factor correction at the motor or transformer level. Other significant differences can be seen in electrical equipment such as lamps, furnaces, welders and converters.

## CALCOLO DELLA POTENZA REATTIVA NECESSARIA AL RIFASAMENTO

P = potenza attiva impianto

$\cos\varphi_0$  =  $\cos\varphi$  impianto senza rifasamento

$\cos\varphi_1$  =  $\cos\varphi$  a cui si vuole portare l'impianto

$Q_c$  = potenza reattiva sistema di rifasamento da installare

K = dati  $\cos\varphi_0$  e  $\cos\varphi_1$  si ricava dalla tabella seguente

$$Q_c = P \cdot (\tan\varphi_0 - \tan\varphi_1) = P \cdot K$$

Qualora non fosse noto il valore di  $\cos\varphi$  che caratterizza l'impianto, si può ricavare tale parametro a partire dai dati riportati sulle fatture di fornitura dell'energia elettrica, oppure letti direttamente dal contatore.

Nota la **potenza attiva [kW] P** e la **potenza reattiva [kVAr] Q** dell'impianto, oppure l'**energia attiva [kWh]** e l'**energia reattiva [kVArh]** prelevate, si applica la relazione

$$Q / P = \tan\varphi$$

Il valore di  $\tan\varphi$  così ricavato può essere usato assieme alla **tabella a pagina 15** per calcolare la potenza reattiva del rifasamento necessario a correggere il fattore di potenza al valore richiesto.

Per il monitoraggio dei parametri elettrici si consiglia l'installazione di uno o più **Analizzatori di Rete**, che forniscono informazioni dettagliate su tutti i parametri elettrici che caratterizzano gli impianti e gli utilizzatori. **Ducati Energia** offre una gamma completa di Analizzatori di Rete e Sistemi di Monitoraggio.

## CALCULATION OF REACTIVE POWER NECESSARY FOR POWER FACTOR CORRECTION

P = active power of the system

$\cos\varphi_0$  =  $\cos\varphi$  of system without power factor correction

$\cos\varphi_1$  = target  $\cos\varphi$

$Q_c$  = reactive power of PFC system to be installed

K = given  $\cos\varphi_0$  and  $\cos\varphi_1$  K is derived from the table below

$$Q_c = P \cdot (\tan\varphi_0 - \tan\varphi_1) = P \cdot K$$

If the system's  $\cos\varphi$  value should be unknown, the calculation of the reactive power necessary for the compensation can be done starting from the data found on the energy utility's bills or read directly from the utility's energy meter.

Knowing the **active power [kW] P** and the **reactive power [kVAr] Q** of the system, or the **active energy [kWh]** and the **reactive energy [kVArh]**, the following formula can be used

$$Q / P = \tan\varphi$$

The  $\tan\varphi$  value thus calculated can be used with the **table on page 15** to calculate the reactive power of the PFC equipment necessary to correct the PF to the desired value.

For the monitoring of the system's electrical parameters we suggest the installation of one or more **Network Analysers**, providing measurements of all parameters characterising the system and the loads. **Ducati Energia** offers a comprehensive range of Energy Analysers and Monitoring Systems.



## Dimensionamento del rifasamento - PFC Sizing

Coefficiente K per cui vanno moltiplicati i kW relativi alla potenza attiva consumata per determinare i kVAR necessari per il rifasamento ( $\cos\phi_0$  è il f.d.p. iniziale,  $\cos\phi_1$ , è il f.d.p. ottenibile con il rifasamento). Valore consigliato  $\cos\phi$  finale = 0,98 (colonna in grigio).

*Coefficient K by which to multiply the active energy consumed in kW in order to determine the kVAR necessary for correcting the power factor ( $\cos\phi_0$  is the initial PF,  $\cos\phi_1$ , is the PF obtainable with correction). Recommended final  $\cos\phi = 0.98$  (grayed column).*

Valori iniziali		Coefficiente K															
tgφ	cosφ	Cosφ desiderato															
		0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
3,18	0,30	2,560	2,586	2,613	2,640	2,667	2,695	2,724	2,754	2,785	2,817	2,851	2,888	2,929	2,977	3,037	3,180
3,07	0,31	2,447	2,474	2,500	2,527	2,555	2,583	2,611	2,641	2,672	2,704	2,738	2,775	2,816	2,864	2,924	3,067
2,96	0,32	2,341	2,367	2,394	2,421	2,448	2,476	2,505	2,535	2,565	2,598	2,632	2,669	2,710	2,758	2,818	2,961
2,86	0,33	2,241	2,267	2,294	2,321	2,348	2,376	2,405	2,435	2,465	2,498	2,532	2,569	2,610	2,657	2,718	2,861
2,77	0,34	2,146	2,173	2,199	2,226	2,254	2,282	2,310	2,340	2,371	2,403	2,437	2,474	2,515	2,563	2,623	2,766
2,68	0,35	2,057	2,083	2,110	2,137	2,164	2,192	2,221	2,250	2,281	2,313	2,348	2,385	2,426	2,473	2,534	2,676
2,59	0,36	1,972	1,998	2,025	2,052	2,079	2,107	2,136	2,166	2,196	2,229	2,263	2,300	2,341	2,388	2,449	2,592
2,51	0,37	1,891	1,918	1,944	1,971	1,999	2,027	2,055	2,085	2,116	2,148	2,182	2,219	2,260	2,308	2,368	2,511
2,43	0,38	1,814	1,841	1,867	1,894	1,922	1,950	1,979	2,008	2,039	2,071	2,105	2,143	2,184	2,231	2,292	2,434
2,36	0,39	1,741	1,768	1,794	1,821	1,849	1,877	1,905	1,935	1,966	1,998	2,032	2,069	2,110	2,158	2,219	2,361
2,29	0,40	1,672	1,698	1,725	1,752	1,779	1,807	1,836	1,865	1,896	1,928	1,963	2,000	2,041	2,088	2,149	2,291
2,22	0,41	1,605	1,631	1,658	1,685	1,712	1,740	1,769	1,799	1,829	1,862	1,896	1,933	1,974	2,022	2,082	2,225
2,16	0,42	1,541	1,567	1,594	1,621	1,648	1,676	1,705	1,735	1,766	1,798	1,832	1,869	1,910	1,958	2,018	2,161
2,10	0,43	1,480	1,506	1,533	1,560	1,587	1,615	1,644	1,674	1,704	1,737	1,771	1,808	1,849	1,897	1,957	2,100
2,04	0,44	1,421	1,448	1,474	1,501	1,529	1,557	1,585	1,615	1,646	1,678	1,712	1,749	1,790	1,838	1,898	2,041
1,98	0,45	1,365	1,391	1,418	1,445	1,472	1,500	1,529	1,559	1,589	1,622	1,656	1,693	1,734	1,781	1,842	1,985
1,93	0,46	1,311	1,337	1,364	1,391	1,418	1,446	1,475	1,504	1,535	1,567	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930
1,88	0,47	1,258	1,285	1,311	1,338	1,366	1,394	1,422	1,452	1,483	1,515	1,549	1,586	1,627	1,675	1,736	1,878
1,83	0,48	1,208	1,234	1,261	1,288	1,315	1,343	1,372	1,402	1,432	1,465	1,499	1,536	1,577	1,625	1,685	1,828
1,78	0,49	1,159	1,186	1,212	1,239	1,267	1,295	1,323	1,353	1,384	1,416	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779
1,73	0,50	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732
1,69	0,51	1,067	1,093	1,120	1,147	1,174	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687
1,64	0,52	1,023	1,049	1,076	1,103	1,130	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
1,60	0,53	0,980	1,007	1,033	1,060	1,088	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,601
1,56	0,54	0,939	0,965	0,992	1,019	1,046	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559
1,52	0,55	0,899	0,925	0,952	0,979	1,006	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518
1,48	0,56	0,860	0,886	0,913	0,940	0,967	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479
1,44	0,57	0,822	0,848	0,875	0,902	0,929	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441
1,40	0,58	0,785	0,811	0,838	0,865	0,892	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405
1,37	0,59	0,749	0,775	0,802	0,829	0,856	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368
1,33	0,60	0,714	0,740	0,767	0,794	0,821	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333
1,30	0,61	0,679	0,706	0,732	0,759	0,787	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62	0,646	0,672	0,699	0,726	0,753	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63	0,613	0,639	0,666	0,693	0,720	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233
1,20	0,64	0,581	0,607	0,634	0,661	0,688	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201
1,17	0,65	0,549	0,576	0,602	0,629	0,657	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169
1,14	0,66	0,519	0,545	0,572	0,599	0,626	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67	0,488	0,515	0,541	0,568	0,596	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,68	0,459	0,485	0,512	0,539	0,566	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078
1,05	0,69	0,429	0,456	0,482	0,509	0,537	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049
1,02	0,70	0,400	0,427	0,453	0,480	0,508	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020
0,99	0,71	0,372	0,398	0,425	0,452	0,480	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992
0,96	0,72	0,344	0,370	0,397	0,424	0,452	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964
0,94	0,73	0,316	0,343	0,370	0,396	0,424	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936
0,91	0,74	0,289	0,316	0,342	0,369	0,397	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766	0,909
0,88	0,75	0,262	0,289	0,315	0,342	0,370	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631	0,679	0,739	0,882
0,86	0,76	0,235	0,262	0,288	0,315	0,343	0,371	0,400	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855
0,83	0,77	0,209	0,235	0,262	0,289	0,316	0,344	0,373	0,403	0,433	0,466	0,500	0,537	0,578	0,626	0,686	0,829
0,80	0,78	0,183	0,209	0,236	0,263	0,290	0,318	0,347	0,376	0,407	0,439	0,474	0,511	0,552	0,599	0,660	0,802
0,78	0,79	0,156	0,183	0,209	0,236	0,264	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776
0,75	0,80	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750
0,72	0,81	0,104	0,131	0,157	0,184	0,212	0,240	0,268	0,298	0,329	0,361	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724
0,70	0,82	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698
0,67	0,83	0,052	0,079	0,105	0,132	0,160	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672
0,65	0,84	0,026	0,053	0,079	0,106	0,134	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646
0,62	0,85		0,026	0,053	0,080	0,107	0,135	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620
0,59	0,86			0,027	0,054	0,081	0,109	0,138	0,167	0,198	0,230	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593
0,57	0,87				0,027	0,054	0,082	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567
0,54	0,88					0,027	0,055	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540
0,51	0,89						0,028	0,057	0,086	0,117	0,149	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512
0,48	0,90							0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484
0,46	0,91								0,030	0,060	0,093	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456
0,43	0,92									0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426
0,40	0,93										0,032	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395
0,36	0,94											0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363
0,33	0,95												0,037	0,078	0,126	0,186	0,329
0,29	0,96													0,041	0,089	0,149	0,292

### RIFASAMENTO DEI TRASFORMATORI MT/BT

È sempre opportuno prevedere un rifasamento fisso dei trasformatori MT/BT, in quanto anche se funzionanti a vuoto (ad es. durante la notte), assorbono potenza reattiva che deve essere compensata.

Il calcolo esatto della potenza capacitiva necessaria può essere realizzato utilizzando la seguente formula:

$$Q = I_o\% \cdot P_n / 100$$

$I_o$  = corrente a vuoto (fornita dal costruttore dei trasformatori)  
 $P_n$  = potenza nominale del trasformatore

In alternativa non disponendo dei dati richiesti può essere utilizzata la tabella di seguito indicata, differenziata per tipologia di trasformatore con caratteristica di perdite NORMALI.

### CORRECTING THE POWER FACTOR OF MV/LV TRANSFORMERS

*It is always a good idea to ensure a power factor correction for MV/LV transformers, since even when they are operating loadless (e.g. during the night) they absorb reactive power, which must be compensated.*

*The exact capacitor power necessary may be calculated using the formula below:*

$$Q = I_o\% \cdot P_n / 100$$

$I_o$  = loadless current  
 (specified by the transformer manufacturer)  
 $P_n$  = rated power of the transformer

*Alternatively, if the required data is not available, you can refer to the table below, which differentiates among types of transformers with NORMAL losses.*

Potenza trasformatore <i>Power transformer</i> KVA	Trasformatori in olio <i>Oil transformer</i> kvar	Trasformatori in resina <i>Resin transformer</i> kvar
10	1	1,5
20	2	1,7
50	4	2
75	5	2,5
100	5	2,5
160	7	4
200	7,5	5
250	8	7,5
315	10	7,5
400	12,5	8
500	15	10
630	17,5	12,5
800	20	15
1000	25	17,5
1250	30	20
1600	35	22
2000	40	25
2500	50	35
3150	60	50

### RIFASAMENTO DEI MOTORI ASINCRONI TRIFASE

Uno dei carichi più ricorrenti, è il motore asincrono trifase. La tabella seguente riporta la potenza rifasante nel caso di motore a gabbia.

Per motori con rotore avvolto, si consiglia una maggiorazione del 5%.

La tabella fornisce, a titolo indicativo, i valori della potenza delle batterie di condensatori da installare in funzione della potenza dei motori.

### POWER FACTOR CORRECTION OF THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTORS

*One of the most commonly occurring loads is the three-phase asynchronous motor. The table below shows the power factor correction in the case of squirrel-cage motors. An additional 5% is recommended for motors with wound armatures.*

*The table shows the approximate powers of the capacitor banks to be installed according to motor power.*



## Dimensionamento del rifasamento - PFC Sizing

Potenza reattiva da installare - Motore trifase: 230/400V <i>Reactive power to be installed - Three-phase motor: 230/400V</i>					
Potenza nominale <i>Rated power</i>		Velocità di rotazione (g/min.) <i>Rotation speed (rpm)</i>			
(kW)	(Cv)	3000	1500	1000	750
22	30	6	8	9	10
30	40	7.5	10	11	12.5
37	50	9	11	12.5	16
45	60	11	13	14	17
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
90	125	20	25	27	30
110	150	24	29	33	37
132	180	31	36	38	43
160	218	35	41	44	52
200	274	43	47	53	61
250	340	52	57	63	71
280	385	57	63	70	79
355	482	67	76	86	98
400	544	78	82	97	106
450	610	87	93	107	117

### SEZIONE MINIMA CAVI ALIMENTAZIONE APPARECCHIATURE RIFASAMENTO

### MINIMUM CABLE CROSS SECTION FOR EQUIPMENT POWER SUPPLY

Tensione di rete 400V – 50Hz – 3F <i>Main voltage 400V – 50Hz – 3F</i>		
Qn kVAr	In (A)	Sezione minima dei cavi suggerita per fase <sup>1</sup> (mm <sup>2</sup> ) <i>minimum cable cross-section suggested for phase<sup>1</sup> (mm<sup>2</sup>)</i>
5	7	2.5
10	14	4
15	22	6
20	29	10
30	43	16
40	58	16
50	72	35
100	144	70
200	288	185 opp./or 2x70
300	433	2 x 150
400	576	2 x 240
500	722	3 x 185
600	864	3 x 240
700	1010	4 x 240
800	1154	4 x 240
900	1300	6 x 185
1000	1443	6 x 240

(1) = Valori riferiti a cavi unipolari in PVC posati in aria libera non distanziati su mensole orizzontali. Per altri tipi di cavi e/o posa fare riferimento alle norme IEC 60364-5, CEI 64-8 e tabella UNEL 35024/1.

(1) = Values reported for single-core PVC cables in free air laid not separated on horizontal shelves. For other types of cables and/or installation refer to IEC 60364-5, CEI 64-8 and table UNEL 35024/1.

### CRITERIO DI SCELTA DELLE APPARECCHIATURE AUTOMATICHE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI IMPIANTISTICHE

Determinata la potenza massima necessaria tramite le indicazioni dei paragrafi precedenti, la scelta della tipologia dell'apparecchiatura da adottare deve essere fatta in base alle condizioni della rete elettrica e alle tipologie del carico presenti.

La tabella di scelta seguente, realizzata in base a considerazioni impiantistiche di carattere generale (pertanto non può essere utilizzata a fini di progettazione), vuole essere **una indicazione del sistema di rifasamento** generalmente adatto alle condizioni più frequenti: impianti elettrici con tensione di rete 400V - 50Hz caratterizzati dalla presenza di carichi distorti con spettro composto da armoniche di 5°, 7°, 11° e 13° ordine.

	THD < 12% ( $THD_{I(MAXC)} < 50\%$ )	THD < 20% ( $THD_{I(MAXC)} < 70\%$ )	THD < 27% ( $THD_{I(MAXC)} < 85\%$ )	THD < 80% ( $THD_{I(MAXC)} < 95\%$ )	THD < 100% ( $THD_{I(MAXC)} < 100\%$ )	Fotovoltaico
DUCATI 18-M (5 - 17,5kVAr)	OK	NO	NO	NO	NO	NO
DUCATI 200-M (20 - 200kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
DUCATI 400-M (220 - 400kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
DUCATI 1600R (240 - 1600kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
DUCATI 170-ML (25,5 - 170kVAr)	OK	OK	OK	OK	NO	OK
DUCATI 1000-RL (150 - 1000kVAr)	OK	OK	OK	OK	NO	OK
DUCATI 1000-RL/HP (150 - 1000kVAr)	OK	OK	OK	OK	OK	OK

- **THD<sub>i</sub>**: Total Harmonics Distorsion della corrente in rete. In assenza di una misura che possa fornire tale dato, esso si può stimare moltiplicando il rapporto tra potenza apparente dei carichi distorti e potenza apparente totale dell'impianto per il coefficiente 30 (NB: tale assunzione è puramente indicativa e tiene conto di carichi mediamente distorti con spettro composto da armoniche di 5° e 7° ordine).

- **THD<sub>I(MAXC)</sub>**: Total Harmonics Distorsion della corrente massima accettata sui condensatori.

Nel caso in cui vi siano dei carichi distorti di potenza complessiva superiore al 25% della potenza apparente disponibile, si consiglia sempre l'utilizzo di apparecchiature di rifasamento dotate di reattanze, al fine di non amplificare le correnti armoniche presenti nell'impianto e per contenere l'inquinamento elettromagnetico in bassa frequenza.

**Occorre inoltre sempre verificare** che non vi siano armoniche significative in prossimità della frequenza di risonanza parallelo tra la capacità equivalente dei condensatori e l'induttanza equivalente dell'impianto (di solito approssimabile all'induttanza equivalente del trasformatore) calcolabile nel modo indicato al paragrafo "L'effetto delle Armoniche negli Impianti Elettrici".

### CRITERIA FOR CHOOSING AUTOMATIC EQUIPMENT ACCORDING TO NETWORK CONDITIONS

Once the maximum necessary power has been determined as directed in the previous sections, the choice of which type of equipment to adopt must be based on the conditions of the electrical network and the types of loads present.

The selection table below, drawn up on the basis of general plant characteristics (and thus not usable for planning purposes), aims to provide **an indication of the power factor correction system** generally suited to the most frequently encountered conditions; electrical systems with mains voltage of 400V-50Hz, characterized by the presence of distorting loads with a spectrum composed of 5th, 7th, 11th and 13th harmonics.

- **THD<sub>i</sub>**: Total Harmonics Distortion of the current in the network. If no measurement of this parameter is available, it can be estimated by multiplying the ratio between the apparent power of the distorting loads and the total apparent power of the system by the coefficient 30 (NB: this method will provide only an approximate value and is based on an assumption of averagely distorting loads with a spectrum composed of 5th and 7th harmonics).

- **THD<sub>I(MAXC)</sub>**: Total Harmonics Distortion of the max current accepted on the capacitors.

In cases where the distorting loads represent an overall power exceeding 25% of the available apparent power, it is always recommended to use power factor correction equipment with reactors to avoid amplifying the harmonic currents present in the network and to limit low-frequency electromagnetic pollution.

Moreover, it must **always be verified** that there are no significant harmonics in proximity to the frequency of parallel resonance between the equivalent capacitance of the capacitors and equivalent inductance of the plant (usually estimated as the equivalent inductance of the transformer), which may be calculated as described in the section "The Effect of Harmonics in Electrical Systems".

## Apparecchiature di rifasamento fisse

## Fixed power factor correction



**DUCATI F50 - LONG LIFE 4In**

Ducati Energia propone due diverse serie adatte al rifasamento fisso di utenze ad assorbimento costante. La serie DUCATI F50 unisce modularità, semplicità di installazione e versatilità di applicazione. La serie DUCATI F120 è caratterizzata da una gamma di apparecchiature complete di carpenteria, organi di manovra e protezione. In tutte le serie è utilizzato il condensatore **MONO LONG LIFE 4In**.

### **SERIE DUCATI F50 Unità trifase modulare con custodia di plastica**

Le unità DUCATI F50, grazie alla loro modularità, si rendono particolarmente adatti per il rifasamento fisso dei trasformatori e per il rifasamento locale dei motori. Trovano altresì impiego nella realizzazione di sistemi automatici di rifasamento. La facilità di montaggio attraverso particolari "piedini" lo rendono un **condensatore universale**. Il condensatore trifase DUCATI F50 è realizzato con 3 condensatori monofase collegati a triangolo, I condensatori utilizzati appartengono alla famiglia **LONG LIFE 4In** per le tensioni di 415-450-525V, mentre per le versioni con tensione nominale di 230V è utilizzata la famiglia **STANDARD LIFE**. L'involucro esterno in materiale isolante, (Classe V2 in accordo allo standard UL 94 per la classificazione sull'infiammabilità) elimina l'esigenza di prevedere il collegamento di terra di protezione. Al fine di non surriscaldare le barrette di parallelo, non superare la corrente di 75 A per l'unità ottenuta assemblando più moduli. Le unità di potenza oltre 5 kVAR a 230 V e 20 kVAR a 415-450-525V, vengono fornite assiemate solo su specifica ordinazione.



**DUCATI F120 - LONG LIFE 4In**

*Ducati Energia offers two kinds of series suitable for power factor correction in situation where users loads are practically constant  
Ducati F50 series combines easy instalment procedures with versatility in usage.  
Ducati offers a range of equipment completed with joinery and manoeuvring and protection devices.  
**MONO LONG LIFE 4In** capacitor is employed in each and every series.*

### **DUCATI F50 SERIES Three-phase modular unit with plastic case**

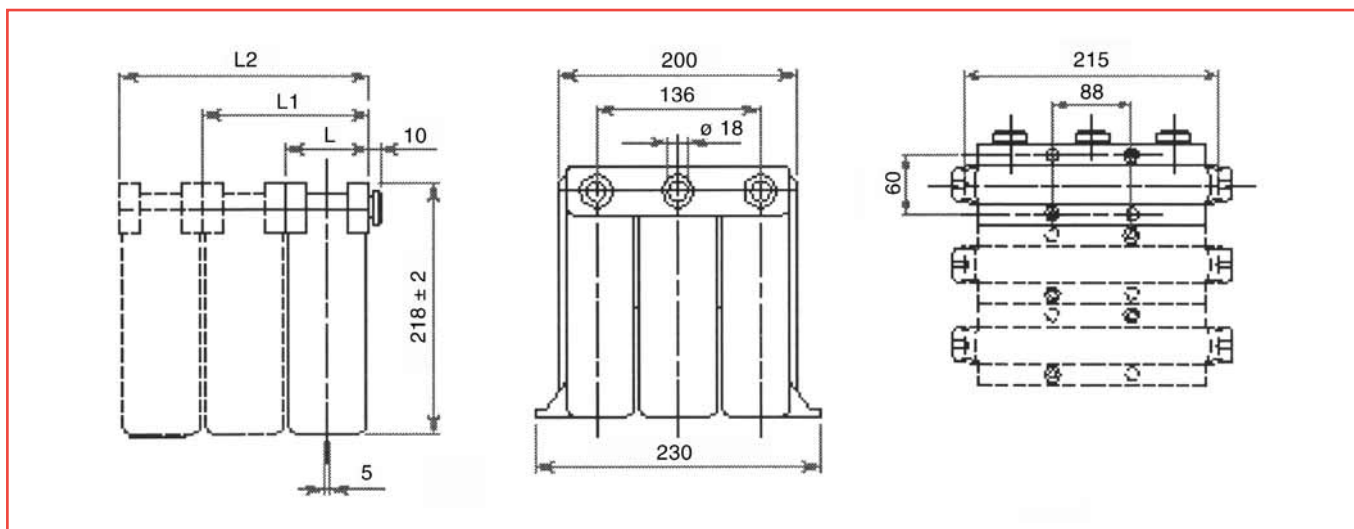
*The modular design of DUCATI F50 units makes them especially suitable for fixed transformer power factor correction systems and local power factor correction of motors. They can likewise be used to construct automatic power factor correction systems.  
Assembly is made easy thanks to the small "feet" used to join the modules, which make this a **universal capacitor**.  
The DUCATI F50 three-phase capacitor consists of 3 delta connected single-phase capacitors. The capacitors used belong to the **LONG LIFE 4In** series for voltages of 415-450-525V, whereas for versions with a voltage rating of 230V the **STANDARD LIFE** family is used.  
The enclosure is made of insulating material (Class V2 according to the inflammability classification of standard UL94) and hence eliminates the need to provide a safety ground connection.  
To prevent the parallel bars from overheating, it is important not to exceed 75 A per unit when assembling modules.  
Units rated for more than 5 kVAR at 230 V and 20 kVAR at 415-450-525V are supplied assembled only on request.*

# Ducati F50

## Caratteristiche generali

## General characteristics

SERIE / SERIES	DUCATI F50 / 230V	DUCATI F50 / 415-450-525V
Frequenza nominale <i>Rated frequency</i>	50 Hz (utilizzabile su rete a 60 Hz) <i>50 Hz (suitable for 60 Hz network)</i>	50 Hz (utilizzabile su rete a 60 Hz) <i>50 Hz (suitable for 60 Hz network)</i>
Tolleranza di capacità <i>Capacitance tolerance</i>	-5 +10%	-5 +10%
Perdite (dielettriche) <i>Losses (dielectric)</i>	$\leq 0.5$ W/kVAr	$\leq 0.2$ W/kVAr
Altitudine <i>Altitude</i>	$\leq 2000$ m s.l.m. $\leq 2000$ m a.s.l.	$\leq 2000$ m s.l.m. $\leq 2000$ m a.s.l.
Servizio <i>Duty</i>	Continuo <i>Continuous</i>	Continuo <i>Continuous</i>
Collegamento <i>Connection</i>	Triangolo <i>Delta</i>	Triangolo <i>Delta</i>
Resistenze di scarica <i>Discharge resistors</i>	Interne <i>Internal</i>	Interne <i>Internal</i>
Grado di protezione <i>Protection rating</i>	IP 40	IP 40
Tensione di prova (AC) tra terminali <i>Test voltage (AC) between terminals</i>	$2.15 U_n \times 2''$	$2.15 U_n \times 2''$
Tensione di prova tra terminali e custodia <i>Test voltage between terminals and case</i>	$3\text{kV} \times 10''$	$3\text{kV} \times 10''$
Classe di temperatura <i>Temperature class</i>	-25/D	-25/D
Terminali <i>Terminals</i>	Perno 3 x M8 <i>Pins 3 x M8</i>	Perno 3 x M8 <i>Pins 3 x M8</i>
Massima corrente di picco ammessa all'inserzione <i>Max inrush current</i>	$\leq 100 I_n$	$\leq 200 I_n$
Sovraccarico max $I_n$ <i>Max overload <math>I_n</math></i>	$2 \times I_n$	$4 \times I_n$
Classe di vita <i>Life expectancy</i>	$\geq 30000$ – 25/D $\geq 50000$ – 25/C	$\geq 110000$ – 25/D $\geq 130000$ – 25/C
Max dV/dt <i>Max dV/dt</i>	$\leq 25\text{V} / \mu\text{s}$	$\leq 100\text{V} / \mu\text{s}$
Norme <i>Standards</i>	EN 60831 – 1/2	EN 60831 – 1/2



DUCATI F50



# Ducati F50

## DUCATI F50 / 230V

Un (V)	Qn (kVAr)	In (A)	C ( $\mu$ F)	L (mm)	Part n. 415.01.
230	2,5	6,3	3x50	79 (1)	4110
	5	12,6	3x100	79 (1)	4120
	7,5	18,8	3x150	148 (2)	4130
	10	25,1	3x201	148 (2)	4140
	12,5	31,4	3x251	217 (3)	4150
	15	37,7	3x301	217 (3)	4160
	20	50,2	3x401	286 (4)	4180
	25	62,8	3x501	355 (5)	4190

## DUCATI F50 / 415-450-525V LONG LIFE 4In

Un (V)	Qn (kVAr)	In (A)	C ( $\mu$ F)	L (mm)	Part n. 415.04.
415	5	7,0	3x31	79 (1)	7010
	10	13,9	3x62	79 (1)	7015
	12,5	17,4	3x77	79 (1)	7018
	15	20,9	3x92	79 (1)	7020
	20	27,9	3x123	79 (1)	7025
	25	34,8	3x154	148 (2)	7030
	30	41,8	3x185	148 (2)	7035
	40	55,7	3x247	148 (2)	7040
	50	69,6	3x308	217 (3)	7045
450	5	6,4	3x26	79 (1)	7110
	10	12,8	3x52	79 (1)	7115
	12,5	16,1	3x66	79 (1)	7118
	15	19,3	3x79	79 (1)	7120
	20	25,7	3x105	79 (1)	7125
	25	32,1	3x131	148 (2)	7130
	30	38,5	3x157	148 (2)	7135
	40	51,4	3x210	148 (2)	7140
	50	64,2	3x262	217 (3)	7145
525	5	5,5	3x19	79 (1)	7210
	10	11,0	3x39	79 (1)	7215
	12,5	13,8	3x48	79 (1)	7218
	15	16,5	3x58	79 (1)	7220
	20	22,0	3x77	79 (1)	7225
	25	27,5	3x96	148 (2)	7230
	30	33,0	3x116	148 (2)	7235
	40	44,0	3x154	148 (2)	7240
	50	55,1	3x193	217 (3)	7245
	60	66,1	3x231	217 (3)	7250

Kit di parallelo part. n. 415.69.9910

Kit for unit parallel part. n. 415.69.9910

## SERIE DUCATI F120 Unità trifase con sezionatore e struttura metallica

Le unità DUCATI F120 sono progettate e realizzate per il rifasamento fisso di utenze ad assorbimento costante.

### Caratteristiche Generali

- Tensione nominale della rete di alimentazione: 400V 50Hz (altri valori a richiesta)
- Alimentazione: trifase + PE
- Corrente di cortocircuito (1s): 8÷13kA (80kA condizionati da fusibile a monte)
- Classe di temperatura: -15 +40 °C  
- 0 +55 °C su richiesta
- Umidità relativa: 70% max. a 20 °C
- Ingresso cavi dall'alto direttamente sui morsetti del sezionatore generale
- Norme: CEI EN 61921

### Condensatori 4In

- Elementi monofase serie **MONO - LONG LIFE** collegati a triangolo.
- Tensione nominale 415-450-525V

### Struttura Meccanica

- La struttura di base è realizzata in lamiera di acciaio zincata bianco dello spessore di 15/10; le piastre di fissaggio dei componenti hanno spessore di 12/10.
- I componenti interni sono accessibili a mezzo involucro interbloccato con il sezionatore generale.
- La struttura esterna in carpenteria di lamiera d'acciaio è verniciata con trattamento di pulitura, sgrassaggio, ciclo di fosfatazione, vernice dello spessore di 50 µm a base di polveri epossidiche colore RAL 7032.
- Nella parte inferiore e superiore sono presenti apposite feritoie per agevolare e consentire una facile ventilazione naturale. Il grado di protezione di tali aperture è IP30.

### Modalità d'installazione

- Per interno, a muro, in ambiente ventilato e non polveroso, al riparo dalla luce diretta del sole.
- Ingresso cavi dall'alto.

### Sezionatore Generale

- Sezionatore omnipolare, con blocco porta e del tipo a velocità indipendente da quella di manovra dell'operatore.
- Corrente nominale del sezionatore 1,43 volte la corrente di esercizio a 400 V.

### Collegamenti Interni

- Cablaggi realizzati con cavi tipo N07VK.

### Fusibili

- A valle del sezionatore sono presenti una o più terne di fusibili, posti a protezione delle batterie di condensatori.
- I fusibili sono del tipo NH-00 con caratteristica GL

### Dispositivi di protezione

- Ogni batteria di condensatori é dotata di dispositivi di scarica atti a ridurre la tensione residua al di sotto del 10% della tensione nominale del condensatore in circa 30 secondi.

### Collaudo 100%

- Su ogni apparecchiatura prodotta sono effettuate le seguenti prove e controlli:
- Controllo visivo e dimensionale.
  - Controllo funzionamento meccanico.
  - Prova di tensione applicata verso massa sui circuiti di potenza: 3kV per 1 minuto.
  - Controllo funzionamento elettrico a 400V.

## DUCATI F120 Series Fixed power factor correction unit

DUCATI F120 units are designed and built for fixed power factor improvement in situations where user loads are practically constant.

### General Characteristics

- Rated voltage of power mains: 400V 50Hz (other values on request)
- Power supply: three-phase + ground
- Short circuit current (1s): 8÷13kA (80kA fused conditional)
- Temperature class: -15 +40 °C  
- 0 +55 °C on request
- Relative humidity: 70% max at 20 °C
- Cable inlet from top directly to main disconnecting switch terminals
- Standards: CEI EN 61921

### Capacitors 4In

- Single-phase elements series **MONO - LONG LIFE** in delta connection.
- Rated voltage 415-450-525V

### Mechanical Structure

- The basic structure is made of white galvanized steel sheet with thickness 15/10; the component fastening plates have thickness 12/10.
- The internal components are accessible through the shell interlocked with the main disconnecting switch.
- The outer steel structural work is painted with cleaning treatment, degreasing, phosphating, 50 µm thickness paint with epoxy powder colour RAL 7032.
- Special slits at the top and bottom assist natural ventilation. The protection rating of these openings is IP30.

### Installation

- Indoors, wall-mounted, in ventilated, non-dusty environment, away from direct sunlight.
- Cable inlet from top.

### Main Disconnecting Switch

- Unipolar disconnecting switch, with door lock, speed independent of operator manoeuvring speed.
- Rated current of disconnecting switch 1.43 times the 400V operating current.

### Internal Connections

- Wired with N07VK type cables.

### Fuses

- Downstream of the disconnecting switch are one or more triads of fuses, installed to protect the capacitor banks.
- The fuses are NH-00 type with GL characteristic

### Safety devices

- Each capacitor bank is equipped with discharge devices for reducing the residual voltage to less than 10% of the rated voltage of the capacitor in approximately 30 seconds.

### 100% Testing

- The following tests and checks are run on every automatic device manufactured:
- Visual and dimensional check.
  - Mechanical operation check.
  - Applied voltage test to earth on power circuits: 3kV for 1 minute.
  - Electrical operation check at 400V.

## Ducati F120

### DUCATI F120 Un cond = 415V

### DUCATI F120 Un cap = 415V

Part n. 415.04.	Qn (kVAR)	Q (400V) (kVAR)	In (A)	In sez. (A)	LxPxH (mm)	Peso (kg)
8005	5	4,6	7	40	400x270x400	15
8007	10	9,3	13	40	400x270x400	15
8010	20	18,6	27	63	400x270x400	17
8015	40	37,2	54	80	400x270x400	17
8020	60	55,7	80	125	400x270x400	21
8025	80	74,3	107	125	400x270x600	30
8030	100	92,9	134	250	400x270x1000	32
8035	120	111,5	161	250	400x270x1000	33

### DUCATI F120 Un cond = 450V

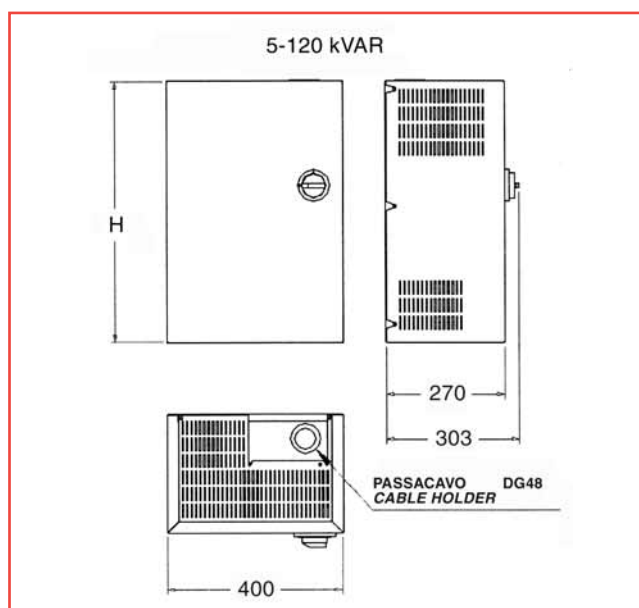
### DUCATI F120 Un cap = 450V

Part n. 415.04.	Qn (kVAR)	Q (400V) (kVAR)	In (A)	In sez. (A)	LxPxH (mm)	Peso (kg)
8105	5	4,0	6	40	400x270x400	15
8107	10	7,9	11	40	400x270x400	15
8110	20	15,8	23	63	400x270x400	17
8115	40	31,6	46	80	400x270x400	17
8120	60	47,4	68	125	400x270x400	21
8125	80	63,2	91	125	400x270x600	30
8130	100	79,0	114	250	400x270x1000	32
8135	120	94,8	137	250	400x270x1000	33

### DUCATI F120 Un cond = 525V

### DUCATI F120 Un cap = 525V

Part n. 415.04.	Qn (kVAR)	Q (400V) (kVAR)	In (A)	In sez. (A)	LxPxH (mm)	Peso (kg)
8205	5	2,9	4	40	400x270x400	15
8207	10	5,8	8	40	400x270x400	15
8210	20	11,6	17	63	400x270x400	17
8215	40	23,2	34	80	400x270x400	17
8220	60	34,8	50	125	400x270x400	21
8225	80	46,4	67	125	400x270x600	30
8230	100	58,0	84	250	400x270x1000	32
8235	120	69,7	101	250	400x270x1000	33



## Note di riferimento - Avvertenze

I condensatori e le apparecchiature automatiche di rifasamento devono essere installati in ambiente ben areato.

L'aria deve poter circolare liberamente attraverso le fessure di ventilazione.

La temperatura ambiente deve essere contenuta e conforme a quanto specificato dalla normativa CEI EN 60831-1/2.

Quando nell'impianto da rifasare siano presenti sistemi di conversione statica CA/CC, ad esempio per l'azionamento di motori in corrente continua, gruppi di continuità, ecc., questi generano correnti armoniche della fondamentale che possono determinare sovraccarichi sia di corrente che di tensione inammissibili per i condensatori.

DUCATI energia è in grado di fornire apparecchiature adeguatamente protette adatte ad essere utilizzate in questi impianti oltre che sistemi per l'eliminazione delle componenti armoniche.

Quando i condensatori vengono utilizzati in apparecchiature automatiche, avere cura di verificare che i tempi di intervento del regolatore siano superiori al tempo di scarica dei condensatori. In caso contrario prevedere adatte resistenze di scarica.

Evitare l'uso di collegamenti rigidi per i condensatori cilindrici in modo che l'intervento del dispositivo a sovrappressione non sia impedito. Per lo stesso motivo lasciare almeno 3 cm fra i terminali e qualsiasi superficie al di sopra del condensatore superiore.

Per le apparecchiature automatiche controllare l'integrità dei resistori di precarica ogni 10.000 manovre o almeno una volta all'anno.

Pianificare la sostituzione dei contattori ogni 100.000 manovre.

La garanzia decade per gli inconvenienti derivanti da funzionamento:

- In presenza di eccessivi sovraccarichi armonici ( $>1.3 I_n$ ,  $>1.1 U_n$ ).
- Contatti elettrici dei contattori usurati o resistori di precarica interrotti.

## Reference Notes - Warnings

*The capacitors and the automatic power factor correction equipment must be installed in well-ventilated areas.*

*The air should be able to circulate freely through the air vents. The ambient temperature must comply with EN 60831-1/2 standards.*

*When the system subject to power factor correction has AC/DC static conversion systems (e.g. for the operation of DC motors, uninterrupted power systems, etc.), harmonic currents are generated and may cause either current or voltage overloads which the capacitors are unable to withstand.*

*DUCATI energia can provide properly protected equipment suitable for use in such systems as well as filter systems designed to eliminate harmonic components.*

*When the capacitors are used in automatic equipment, be sure to check that the regulator response time is greater than the capacitor discharge time. If this is not the case, suitable discharge resistors should be installed.*

*The use of rigid connections should be avoided with cylindrical capacitors in order to avoid blocking the intervention of the overpressure device. For this reason at least 3 cm should be left between the terminals and any surface above the upper capacitor.*

*In the automatic equipment the integrity of the pre-charging resistors should be checked every 10.000 operations or at least once a year.*

*Plan to replace the contactors every 100.000 operations.*

*The guarantee does not cover problems arising from operation:*

- in the presence of excessive harmonic overloads ( $>1.3 I_n$ ,  $>1.1 U_n$ .)*
- Contactors with worn-out electrical contacts or interrupted pre-charging resistors.*



### CRITERIO DI SCELTA DELLE APPARECCHIATURE AUTOMATICHE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI IMPIANTISTICHE

Determinata la potenza massima necessaria tramite le indicazioni dei paragrafi precedenti, la scelta della tipologia dell'apparecchiatura da adottare deve essere fatta in base alle condizioni della rete elettrica e alle tipologie del carico presenti.

La tabella di scelta seguente, realizzata in base a considerazioni impiantistiche di carattere generale (pertanto non può essere utilizzata a fini di progettazione), vuole essere **una indicazione del sistema di rifasamento** generalmente adatto alle condizioni più frequenti: impianti elettrici con tensione di rete 400V - 50Hz caratterizzati dalla presenza di carichi distorti con spettro composto da armoniche di 5°, 7°, 11° e 13° ordine.

### CRITERIA FOR CHOOSING AUTOMATIC EQUIPMENT ACCORDING TO NETWORK CONDITIONS

Once the maximum necessary power has been determined as directed in the previous sections, the choice of which type of equipment to adopt must be based on the conditions of the electrical network and the types of loads present.

The selection table below, drawn up on the basis of general plant characteristics (and thus not usable for planning purposes), aims to provide **an indication of the power factor correction system** generally suited to the most frequently encountered conditions; electrical systems with mains voltage of 400V-50Hz, characterized by the presence of distorting loads with a spectrum composed of 5th, 7th, 11th and 13th harmonics.

	THD < 12% (THD <sub>I(MAXC)</sub> < 50%)	THD < 20% (THD <sub>I(MAXC)</sub> < 70%)	THD < 27% (THD <sub>I(MAXC)</sub> < 85%)	THD < 80% (THD <sub>I(MAXC)</sub> < 95%)	THD < 100% (THD <sub>I(MAXC)</sub> < 100%)	Fotovoltaico
<b>DUCATI 18-M</b> (5 - 17,5kVAr)	OK	NO	NO	NO	NO	NO
<b>DUCATI 200-M</b> (20 - 200kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
<b>DUCATI 400-M</b> (220 - 400kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
<b>DUCATI 1600R</b> (240 - 1600kVAr)	Un = 415V	Un = 450V	Un = 525V	NO	NO	Un = 450V o 525V
<b>DUCATI 170-ML</b> (25,5 - 170kVAr)	OK	OK	OK	OK	NO	OK
<b>DUCATI 1000-RL</b> (150 - 1000kVAr)	OK	OK	OK	OK	NO	OK
<b>DUCATI 1000-RL/HP</b> (150 - 1000kVAr)	OK	OK	OK	OK	OK	OK

- **THD<sub>I</sub>**: Total Harmonics Distorsion della corrente in rete. In assenza di una misura che possa fornire tale dato, esso si può stimare moltiplicando il rapporto tra potenza apparente dei carichi distorti e potenza apparente totale dell'impianto per il coefficiente 30 (NB: tale assunzione è puramente indicativa e tiene conto di carichi mediamente distorti con spettro composto da armoniche di 5° e 7° ordine).

- **THD<sub>I(MAXC)</sub>**: Total Harmonics Distorsion della corrente massima accettata sui condensatori.

Nel caso in cui vi siano dei carichi distorti di potenza complessiva superiore al 25% della potenza apparente disponibile, si consiglia sempre l'utilizzo di apparecchiature di rifasamento dotate di reattanze, al fine di non amplificare le correnti armoniche presenti nell'impianto e per contenere l'inquinamento elettromagnetico in bassa frequenza.

**Occorre inoltre sempre verificare** che non vi siano armoniche significative in prossimità della frequenza di risonanza parallelo tra la capacità equivalente dei condensatori e l'induttanza equivalente dell'impianto (di solito approssimabile all'induttanza equivalente del trasformatore) calcolabile nel modo indicato al paragrafo "L'effetto delle Armoniche negli Impianti Elettrici".

- **THD<sub>I</sub>**: Total Harmonics Distortion of the current in the network. If no measurement of this parameter is available, it can be estimated by multiplying the ratio between the apparent power of the distorting loads and the total apparent power of the system by the coefficient 30 (NB: this method will provide only an approximate value and is based on an assumption of averagely distorting loads with a spectrum composed of 5th and 7th harmonics).

- **THD<sub>I(MAXC)</sub>**: Total Harmonics Distortion of the max current accepted on the capacitors.

In cases where the distorting loads represent an overall power exceeding 25% of the available apparent power, it is always recommended to use power factor correction equipment with reactors to avoid amplifying the harmonic currents present in the network and to limit low-frequency electromagnetic pollution.

Moreover, it must **always be verified** that there are no significant harmonics in proximity to the frequency of parallel resonance between the equivalent capacitance of the capacitors and equivalent inductance of the plant (usually estimated as the equivalent inductance of the transformer), which may be calculated as described in the section "The Effect of Harmonics in Electrical Systems".

**CONVERSIONE POTENZA NOMINALE  
IN POTENZA RESA A 400V**

**RATED POWER TO CONVERSION  
TO REAL OUTPUT POWER AT 400V**

	Qn	Qr
	415	400
kVAR	1,5	1,4
	1,67	1,6
	2,5	2,3
	3,33	3,1
	4,17	3,9
	5	4,6
	6,66	6,2
	7,5	7,0
	8,33	7,7
	10	9,3
	12,5	11,6
	15	13,9
	20	18,6
	25	23,2
	30	27,9
	40	37,2
	50	46,5
60	55,7	

	Qn	Qr
	450	400
kVAR	1,5	1,2
	1,67	1,3
	2,5	2,0
	3,33	2,6
	4,17	3,3
	5	4,0
	6,66	5,3
	7,5	5,9
	8,33	6,6
	10	7,9
	12,5	9,9
	15	11,9
	20	15,8
	25	19,8
	30	23,7
	40	31,6
	50	39,5
60	47,4	

	Qn	Qr
	525	400
kVAR	1,5	0,9
	1,67	1,0
	2,5	1,5
	3,33	1,9
	4,17	2,4
	5	2,9
	6,66	3,9
	7,5	4,4
	8,33	4,8
	10	5,8
	12,5	7,3
	15	8,7
	20	11,6
	25	14,5
	30	17,4
	40	23,2
	50	29,0
60	34,8	

**Legenda definizioni apparecchiature  
Key to equipment definitions**

**DUCATI X nnnn YZW**

X = tipo di funzionamento:  
X = type of operation:

nnnn = potenza massima:  
nnnn = maximum power:

Y = tipo di modularità:  
Y = type of modular configuration:

Z = tipo di realizzazione:  
Z = type of construction:

W = tipo di condensatore  
W = type of capacitor

niente = apparecchiature automatica  
no indication = automatic equipment

F = rifasamento fisso – F = fixed power factor correction  
C = cassetto / chassis – C = chassis

cifra che esprime la potenza massima in kVAR di quella serie  
digits expressing the maximum power in kVAR of that particular series

R = modularità con rack – R = rack-type  
M = modularità con moduli – M = modules

niente = senza induttanze  
no indication = without reactors

L = con induttanze di blocco armonico – L = with harmonic filter reactors  
B = trifase con connessione a sbarre – B = three-phase capacitors with bus bar

niente = condensatore monofase  
no indication = single-phase capacitor  
T = condensatore trifase – T = three-phase capacitor





# **DUCATI** energia

**HISTORY DRIVES THE FUTURE**

Via M.E. Lepido, 182 - 40132 Bologna - Italy  
Tel. +39 051 6411511 - Fax +39 051 402040  
[www.ducatienergia.com](http://www.ducatienergia.com) - E-mail: [commri@ducatienergia.com](mailto:commri@ducatienergia.com)