

enerlux



Linea Media e Alta Tensione 
Medium and High Voltage Line 
Ligne de Moyenne et Haute Tension 



ENERLUX

NASCE da un'idea
PROGETTA con sapiente cura
SVILUPPA nel rispetto per l'uomo e
l'ambiente
OTTIMIZZA l'utilizzo dell'energia

ENERLUX produce un'ampia gamma di condensatori e sistemi automatici di rifasamento industriale in bassa e media tensione. Ricerca continua, professionalità, esperienza, qualità certificata ISO 9001, contraddistinguono un prodotto adeguato per qualsiasi tipo di esigenza.



ENERLUX

ORIGINATES in an idea
DESIGNS with knowing care
DEVELOPS while being people and environment friendly
OPTIMIZES the use of energy

ENERLUX produces a wide range of capacitors and automatic industrial power-factor correction systems for low and medium voltage. Continuous research, professionalism, experience and ISO 9001 certified quality distinguish a suitable product for any kind of need.



ENERLUX

NAÎT d'une idée
PROJETTE attentivement
DÉVELOPPE dans le respect de l'homme et de l'environnement
OPTIMISE l'utilisation de l'énergie

ENERLUX produit une vaste gamme de condensateurs et de systèmes automatiques de compensation industrielle en basse et moyenne tension. Recherche constante, professionnalisme, expérience, qualité certifiée ISO 9001 caractérisent un produit adapté à tout type d'exigence.

SISTEMA QUALITA' - QUALITY SYSTEM - SYSTÈME DE QUALITÉ



ENERLUX s.r.l.

Via G. Rossa, 8
46019 VIADANA (MN) ITALY
tel. +39 0375 785 887
fax +39 0375 785 877
info@enerlux.it
www.enerlux.it

enerlux



Sommario

Summary

Sommaire

INFORMAZIONI TECNICHE GENERALI
GENERAL TECHNICAL INFORMATION
INFORMATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

4-17

CONDENSATORI
CAPACITORS
CONDENSATEURS

18-21

PROTEZIONI ED ACCESSORI
PROTECTIONS AND ACCESSORIES
PROTECTIONS ET ACCESSOIRES

22-31

REATTANZE
REACTORS
SELS

32-35

BANCHI DI CONDENSATORI
CAPACITOR BANKS
BATTERIES DE CONDENSATEURS

36-51

APPARECCHIATURE
EQUIPMENT
APPAREILLAGES

52-57

ESECUZIONI SPECIALI
SPECIAL APPLICATIONS
APPLITIONS SPECIALES

58-59

Informazioni tecniche generali

General technical information

Informations techniques générales



INTRODUZIONE

Enerlux progetta e produce una gamma completa di prodotti e sistemi per il rifasamento in Media e Alta Tensione, adatti a svariate necessità e tipi di installazione.

I nostri prodotti offrono una elevata affidabilità ed una lunga durata, frutto di una esperienza maturata dopo continue ricerche ed innovazioni tecnologiche.

Oltre ai prodotti standard, Enerlux è in grado di offrire soluzioni speciali ed alternative adatte ad ogni particolare esigenza.

Il ns. Ufficio tecnico è disponibile a consigliare la soluzione adeguata per ogni necessità.



INTRODUCTION

Enerlux designs and produces a complete range of products and systems for Medium and High Voltage power factor correction, suited to various needs and types of installation.

Our products offer high reliability and long durability, the result of experience acquired after continual research and technological innovation.

Besides our standard products, Enerlux is able to offer special solutions and alternatives suited to every special need.

Our engineering department is at your disposal to recommend the appropriate solution for every need.



INTRODUCTION

Enerlux conçoit et fabrique une gamme complète de produits et de systèmes pour la compensation de phase en Moyenne et Haute Tension, satisfaisant de multiples nécessités et types d'installation.

Nos produits offrent un haut niveau de fiabilité et une longue durée de vie, fruit d'une expérience acquise après des recherches et des innovations technologiques constantes.

En plus des produits standards, Enerlux est en mesure d'offrir des solutions spéciales et des alternatives adaptées à toute exigence particulière.

Notre Service technique est à disposition pour conseiller la solution la plus appropriée à chaque nécessité.

TECNOLOGIA COSTRUTTIVA DEI CONDENSATORI

I condensatori monofase e trifase, sono progettati e realizzati per ottenere una maggiore durata di vita ed una più elevata affidabilità (vedi figura A).

Sono costituiti da elementi capacitivi di piccola potenza e tensione ridotta, connessi in serie e/o parallelo in base ai valori di tensione e potenza nominale richiesta.

Ogni elemento capacitivo è realizzato mediante l'utilizzo di due sottili fogli di alluminio costituenti le armature (o elettrodi), isolati fra loro mediante dielettrico "tutto film" formato da più strati di polipropilene con superficie rugosa adatta ad un'ottimale impregnazione in olio biodegradabile, non tossico e non contenente PCB-PCT.

Gli elementi capacitivi sono inseriti in un contenitore in acciaio piegato e saldato, particolarmente robusto, ed adatto alle sollecitazioni meccaniche generate in caso di guasto.

Grazie alla sua particolare elasticità, è in grado inoltre di supportare le variazioni di volume interno dell'olio impregnante, generate dal funzionamento nei range di temperatura previsti dalle "CONDIZIONI DI SERVIZIO" mantenendo inalterate le caratteristiche elettriche.

Il contenitore è dotato di staffe saldate sui fianchi che permettono il fissaggio grazie a particolari asole, la movimentazione ed il sollevamento mediante gli appositi fori e la messa a terra ottenuta mediante un terminale saldato sulla staffa stessa.

A richiesta è possibile realizzarlo in lamiera di acciaio inox nei casi in cui vi sia la necessità di installare il condensatore in ambiente aggressivo.

Particolare attenzione è posta sul trattamento di verniciatura del contenitore resistente all'aggressione atmosferica di agenti inquinanti di tipo industriale e/o marino (colore standard RAL 7030).

CAPACITOR CONSTRUCTION TECHNOLOGY

Single-phase and three-phase capacitors are designed and made to obtain a longer life and greater reliability (see figure A).

They are composed of small power and reduced voltage capacitive elements, connected in series and/or parallel depending on the required rated power and voltage values.

Each capacitive element is made by using two thin sheets of aluminium comprising the frames (or electrodes), insulated from each other by an "all film" dielectric formed by several layers of polypropylene with a rough surface suited for optimal impregnation in biodegradable, non-toxic oil that contains no PCB-PCT.

The capacitive elements are inserted in a pressed and welded steel container, which is especially strong and suited for the mechanical stress generated in the event of a failure.

Thanks to its particular elasticity, it is moreover able to bear the variations in internal volume of the impregnating oil, produced by operation in the temperature ranges contemplated in the "CONDITIONS OF SERVICE" keeping the electric characteristics unchanged.

The container is equipped with brackets welded on the sides that permit fastening thanks to special slots, handling and lifting with the special holes and grounding via a terminal welded on the bracket.

On request, it is possible to make it in stainless steel plate when it is necessary to install the capacitor in an aggressive environment.

Special attention is paid to the treatment of painting the container that is resistant to atmospheric aggression by polluting agents of an industrial and/or marine nature (standard colour RAL 7030).

TECNOLOGIE DE CONSTRUCTION DES CONDENSATEURS

Les condensateurs monophasés et triphasés sont conçus et réalisés pour obtenir une plus grande durée de vie et une plus grande fiabilité (voir figure A).

Ils sont constitués par des éléments capacitifs d'une petite puissance et d'une tension réduite, connectés en série et/ou en parallèle en fonction des valeurs de tension et de puissance nominales requises.

Chaque élément capacitif est réalisé en utilisant deux fines feuilles d'aluminium constituant les armatures (ou électrodes), isolées l'une de l'autre au moyen d'un diélectrique type «tout film» formé de plusieurs couches de polypropylène avec une surface rugueuse pour une excellente imprégnation dans de l'huile biodégradable, non toxique et ne contenant pas de PCB-PCT.

Les éléments capacitifs sont insérés dans une cuve en acier plié et soudé, particulièrement robuste, et adaptée aux contraintes mécaniques produites en cas de panne.

Grâce à son élasticité particulière, elle est à même de supporter les variations de volume interne de l'huile imprégnante, générées par le fonctionnement dans les plages de température prévues par les "CONDITIONS DE SERVICE" en maintenant intactes les caractéristiques électriques.

La cuve est dotée de pattes soudées sur les côtés qui permettent la fixation grâce à des fentes particulières, le déplacement et le levage en utilisant les trous prévus à cet effet et la mise à la terre obtenue par une borne soudée sur la patte.

Sur demande il est possible de la réaliser en tôle d'acier inox, s'il est nécessaire d'installer le condensateur dans des ambiances agressives.

Une attention particulière est réservée au traitement de peinture de la cuve, résistant à l'agression atmosphérique d'agents polluants de type industriel et/ou marin (couleur standard RAL 7030).

I terminali dei condensatori sono realizzati mediante robusti isolatori ceramici passanti, adatti sia all'installazione interna che esterna in quanto speciali trattamenti della ceramica conferiscono un'altissima resistenza agli agenti atmosferici.

Il fissaggio al contenitore è realizzato mediante saldatura della flangia metallizzata che garantisce una particolare robustezza ed una perfetta ermeticità.

I condensatori presentano normalmente tutti i terminali isolati dal contenitore, ma possono essere realizzati anche condensatori monofase con un polo collegato al contenitore, utilizzati ad esempio per la realizzazione di banchi isolati da terra.

I condensatori sono muniti internamente di dispositivo di scarica interna che riduce la tensione ai terminali ad un valore $\leq 75V$, partendo da un picco iniziale di tensione pari a $Un \cdot \sqrt{2}$ in un tempo massimo di 10 minuti, in conformità alle normative di riferimento IEC (o 50 V in 5 min se realizzati in conformità alle norme IEEE).

I condensatori possono essere muniti di fusibili interni posti in serie all'elemento (vedi "PROTEZIONI ED ACCESSORI").

The terminals of the capacitors are made with sturdy ceramic bushings, suited for both indoor and outdoor installation as special treatments of the ceramics provide extremely high weatherability.

The fastening to the container is accomplished by welding the metallized flange that ensures particular strength and perfect airtightness.

The capacitors normally have all the terminals insulated from the container, but single-phase capacitors can also be made with a pole connected to the container, used for instance to make ground insulated banks.

The capacitors are internally equipped with an internal discharge device that reduces the voltage at the terminals to $\leq 75V$, starting from an initial peak in voltage equal to $Un \cdot \sqrt{2}$ in a maximum time of 10 minutes, in accordance with the reference standards (or 50 V within 5 minutes if realized in compliance with IEEE standards).

The capacitors can be provided with internal fuses installed in series with the element (see "PROTECTIONS AND ACCESSORIES").

Les bornes des condensateurs sont réalisées au moyen d'isolateurs céramiques robustes, convenant aussi bien à l'installation intérieure qu'à l'installation extérieure, car des traitements spéciaux de la céramique apportent une très haute résistance aux agents atmosphériques.

La fixation à la cuve est réalisée par soudage du flasque métallisé qui garantit une grande robustesse et une étanchéité parfaite.

Toutes les bornes des condensateurs sont en général isolées de la cuve, mais il est également possible de réaliser des condensateurs monophasés avec un pôle relié à la cuve, utilisés par exemple pour la réalisation de batteries isolées de terre.

Les condensateurs sont munis à l'intérieur d'un dispositif de décharge interne qui réduit la tension aux bornes à une valeur $\leq 75V$, partant d'une crête initiale de tension égale à $Un \cdot \sqrt{2}$ dans un temps maximal de 10 minutes, conformément aux réglementations de référence (ou 50 V dans 5 minutes si produits en accord aux normes IEEE).

Les condensateurs peuvent être munis de fusibles internes placés en série à l'élément (voir "PROTECTIONS ET ACCESSOIRES").

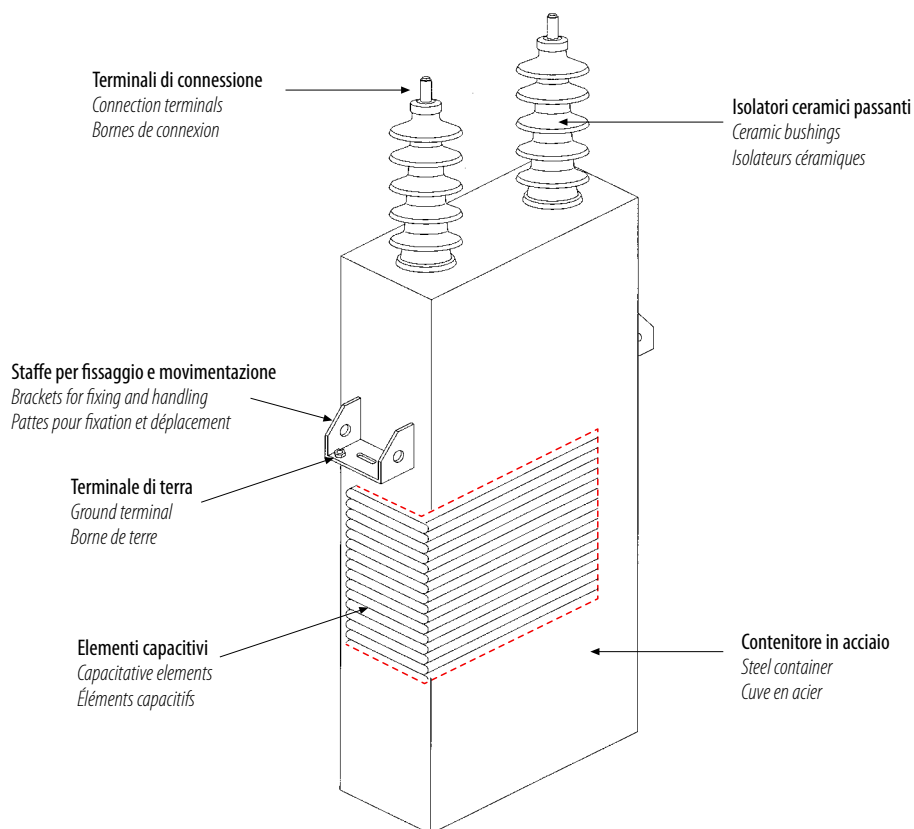


fig. A

Vista esterna e vista con sezione interna di un Condensatore
External view and view with internal cross-section of a Capacitor
Vue extérieure et vue avec coupe interne d'un Condensateur

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI CONDENSATORI	ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE CAPACITORS		CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES CONDENSATEURS
Tensione nominale Rated voltage Tension nominale	(per Condensatori monofase)	1 ÷ 22 kV (for single-phase Capacitors)	(pour Condensateurs monophasés)
	(per Condensatori trifase)	1 ÷ 13,8 kV (for three-phase Capacitors)	(pour Condensateurs triphasés)
Potenza nominale Rated power Puissance nominale	1 ÷ 900 kvar		
Livello di isolamento standardizzato Standard insulation level Niveau d'isolement normalisé	vedi tabella n.1	see table no.1	voir tableau n° 1
Tolleranza sulla Capacità Capacitance Tolerance Tolérance sur la Capacité	per unità singole e per batterie con potenza nominale totale fino a 3 Mvar	- 5 % ÷ + 10 % for single units and banks with total rated power up to 3 Mvar	pour unités individuelles et pour batteries avec puissance nominale totale jusqu'à 3 Mvar
	per batterie con potenza nominale tra 3 e 30 Mvar	0 % ÷ + 10 % for banks with rated power between 3 and 30 Mvar	pour batteries avec puissance nominale entre 3 et 30 Mvar
	per batterie con potenza nominale totale maggiore di 30 Mvar	0 % ÷ + 5 % for banks with total rated power greater than 30 Mvar	pour batteries avec puissance nominale totale supérieure à 30 Mvar
Frequenza nominale Rated frequency Fréquence nominale	(60 Hz a richiesta)	50 Hz (60 Hz on request)	(60 Hz sur demande)
Perdite Losses Pertes	≤ 0.15 W/kvar		
	dopo 500 ore di funzionamento a tensione e frequenza nominale	≤ 0.1 W/kvar after 500 hours of operation at rated frequency and voltage	après 500 heures de fonctionnement à la tension et à la fréquence nominales
Liquido isolante Insulating liquid Liquide isolant	olio biodegradabile (privo di PCB-PCT)	biodegradable oil (with no PCB-PCT)	huile biodégradable (sans PCB-PCT)
Dispositivo di scarica Discharge device Dispositif de décharge	interno tensione residua 75 V in 10 minuti in accordo alle norme IEC o a richiesta tensione residua 50 V in minuti in accordo a norme IEEE	built-in, residual voltage of 75 V within 10 minutes in compliance with IEC standards or on request residual voltage of 50 V within 5 minutes in compliance with IEEE standards.	Intérieure, tension résiduelle de 75 V dans 10 minutes en accord aux normes IEC ou sur demande, tension résiduelle de 50 V dans 5 minutes en accord aux normes IEEE
Norme di riferimento Reference standards Normes de référence	CEI EN 60871/1 - CEI EN 60871/4 (per Italia / for Italy / pour l'Italie) IEC 60871/1 - IEC 60871/2 - IEC 60871/4 (internazionali / international / internationales) BS-VDE- (ed altre norme importanti / and other important standards / et autres normes importantes)		

Altre caratteristiche realizzabili su richiesta. / Other characteristics can be made on request. / Autres caractéristiques réalisables sur demande.

Tensione massima di riferimento Highest voltage for equipment Tension la plus élevée pour le matériel	Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico Rated lightning impulse withstand voltage Tension nominale de tenue au choc de foudre	Tensione nominale di tenuta di breve durata a frequenza industriale Rated power-frequency short duration withstand voltage Tension nominale de tenue de courte durée à fréquence industrielle
Um Valore efficace / r. m. s. / Valeur efficace	Valore di picco / kV / Valeur de crête	Valore efficace / r. m. s. / Valeur efficace
kV		kV
1,2	25 (1)	6
2,4	35 (1)	8
3,6	40	10
7,2	60	20
12	75	28
17,5	95	38
24	125	50
36	170	70

(1) Non si applica ai circuiti non esposti / It does not apply to non-exposed circuits / Ne s'applique pas aux circuits non exposés

tab. 1

Livelli di isolamento normalizzati per Um < 52 kV
Normalized insulation levels for Um < 52 kV
Niveaux d'isolement normalisés pour Um < 52 kV

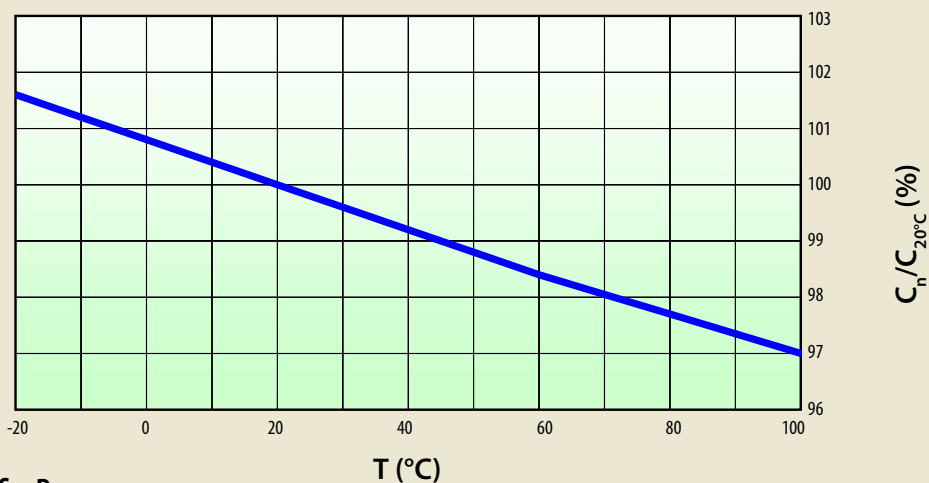


fig. B

Variazione della capacità in funzione della Temperatura

Variation in Capacitance over Dielectric temperature

Variation de la Capacité en fonction de la Température

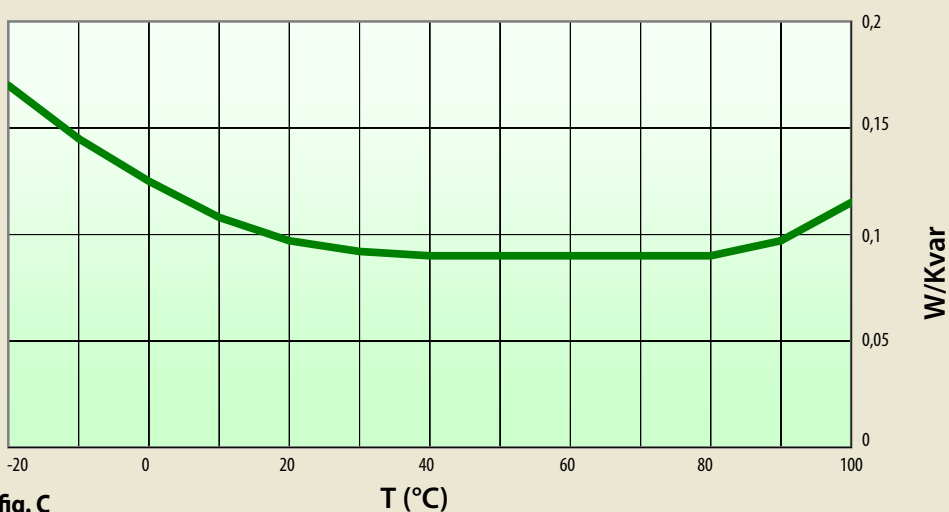


fig. C

Variazione delle perdite dielettriche in funzione della Temperatura

Change in dielectric losses according to Temperature

Variation des pertes diélectriques en fonction de la Température

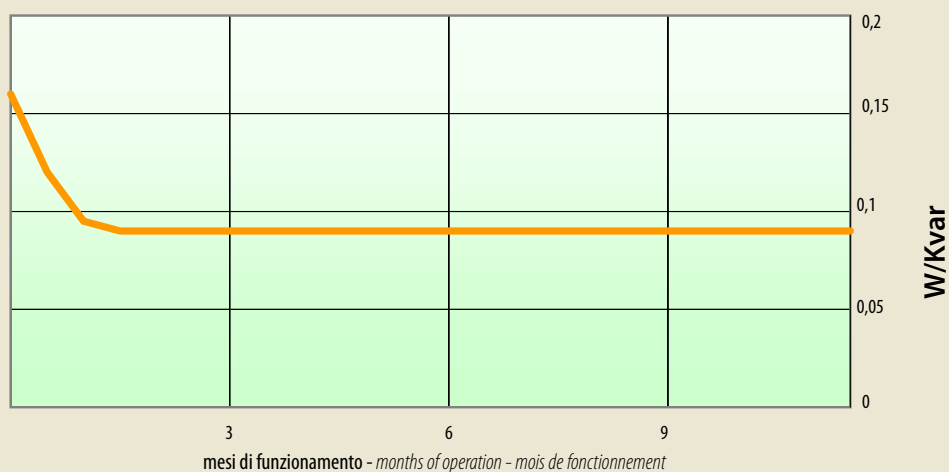


fig. D

Variazione delle perdite dielettriche in funzione dei mesi di funzionamento

Change in dielectric losses according to months of operation

Variation des pertes diélectriques en fonction des mois de fonctionnement

CONDIZIONI DI SERVIZIO

Per evitare alterazioni del funzionamento e prevenire la riduzione della vita dei condensatori, è di fondamentale importanza definire ed identificare le condizioni in cui potrà operare secondo i principali parametri che caratterizzano il tipo e le condizioni di funzionamento.

CONDITIONS OF SERVICE

To avoid any alterations to operation and to prevent shortening the life of the capacitors, it is of fundamental importance to define and identify the conditions in which it can operate according to the main parameters that characterize the type and conditions of operation.

CONDITIONS DE SERVICE

Pour éviter toute altération du fonctionnement et prévenir la réduction de la durée de vie des condensateurs, il est fondamental de définir et d'identifier les conditions dans lesquelles il pourra opérer selon les principaux paramètres qui caractérisent le type et les conditions de fonctionnement.

Tipo di installazione Type of installation Type d'installation	Esterno / Interno	Outdoor / Indoor	Extérieur / Intérieur
Sovraccarichi di tensione ammessi in servizio Voltage overloads permitted in service Surcharges de tension admises en service	vedi tabella 2	see table 2	voir tableau 2
Sovratensione per transitorio di inserzione Overvoltage for inrush transient Surtension pour transitoire d'insertion	$\leq 2 \cdot \sqrt{2} U_N$		
Potenza max di esercizio ammessa Max permissible working power Puissance maxi de service admise	1.35 QN		
Max valore di cresta del transitorio di corrente Max peak value of the current transient Valeur maxi de crête du transitoire de courant	100 I _N		
Max durata del transitorio Max duration of the transient Durée maxi du transitoire	Periodi	Periods	Périodes
Massimo numero di inserzioni Maximum number of inrushes Nombre maximal d'insertions	All'anno	1000 A year	Par an
Sovraccarico di corrente per effetto combinato di armoniche e sovratensioni in rete Current overload due to combined effect of harmonics and overvoltages in the network Surcharge de courant par effet combiné d'harmoniques et de surtensions dans le réseau	$I_{MAX} \leq 1.3 I_N$		
Classe di temperature Temperature class Classe de températures	-25/B (standard)	-25/B (standard)	-25/B (standard)
	Vedi tabella 3 per altre categorie	See table 3 for other categories	Voir tableau 3 pour d'autres catégories
Massima altitudine Maximum altitude Altitude maximale	1.000 m s.l.m.	1.000 m a.s.l.	1.000 m au-dessus du niveau de la mer

Altre caratteristiche realizzabili su richiesta. / Other characteristics can be made on request. / Autres caractéristiques réalisables sur demande.

Tensione Voltage Tension	Durata massima Maximum duration Durée maximale	Osservazioni Remarks Observations
Un	continua continuous continue	Massimo valore medio durante un qualsiasi periodo di energizzazione Highest average value during any period of capacitor energization Valeur moyenne la plus élevée pendant n'importe quelle période de mise sous tension
1,1 Un	12 h ogni 24 h 12 h every 24 h 12 h toutes les 24 h	Regolazioni e fluttuazioni della tensione di rete Network voltage regulations and fluctuations Réglages et fluctuations de la tension de réseau
1,15 Un	30 min ogni 24 h 30 min every 24 h 30 min toutes les 24 h	Regolazioni e fluttuazioni della tensione di rete Network voltage regulations and fluctuations Réglages et fluctuations de la tension de réseau
1,2 Un	5 min	Aumento di tensione a basso carico Voltage rise at light load Augmentation de la tension en période de faible charge
1,3 Un	1 min	

E' importante segnalare che sovratensioni maggiori di 1.15 Un non possono verificarsi per non più di 200 volte nella vita di un Condensatore.
 It is important to note that overvoltages greater than 1.15 Un may not occur for no more than 200 times in the life of a Capacitor.
 A signaler que les surtensions supérieures à 1,15 Un ne peuvent pas se produire plus de 200 fois dans la vie d'un Condensateur.

tab. 2

Livelli di sovratensione ammissibili in servizio.
 Admissible overvoltage levels in service.
 Niveaux de surtension admissibles en service.

Lettera Letter Lettre	Temperatura dell'aria ambiente Ambient air temperature Température de l'air ambiant		
	Massima Maximum Maximale	Massimo valore medio per ogni periodo di Highest average value during any period of Valeur moyenne la plus élevée sur toute période de	
		24 h	1 anno 1 year 1 an
A	+40° C	+30° C	+20° C
B	+45° C	+35° C	+25° C
C	+50° C	+40° C	+30° C
D	+55° C	+45° C	+35° C

N.B. Enerlux realizza su richiesta prodotti con categorie di temperatura oltre i limiti riportati nella tabella
 N.B. On request, Enerlux makes products with temperature classes outside the limits stated in the table
 N.B. Enerlux réalise sur demande des produits avec des catégories de température au-delà des limites figurant dans le tableau

tab. 3

Valori massimi per le varie classi di temperatura.
 Maximum Values for the various temperature classes.
 Valeurs maximales pour les différentes classes de température.

RIDUZIONE DELLA VITA DI UN CONDENSATORE PER SOVRATENSIONI PERMANENTI

La scelta della tensione nominale di un condensatore deve essere effettuata considerando che la presenza di sovratensioni permanenti, provoca una diminuzione della vita del condensatore stesso. Si ricorda, inoltre, che l'utilizzo di condensatori in impianti ove siano presenti delle armoniche, che determinano un aumento della tensione di lavoro del condensatore, ne causano una rapida riduzione della vita qualora si verifichino risonanze.

In figura E è rappresentato l'andamento della riduzione della vita di un condensatore in funzione del coefficiente di sovratensione permanente.

Si deve considerare inoltre che particolari condizioni di servizio provocano un innalzamento della temperatura di lavoro rispetto a quella di progetto, determinando una diminuzione della vita del condensatore, con un andamento simile a quello riportato in figura F.

REDUCTION IN THE LIFE OF A CAPACITOR DUE TO PERMANENT OVERVOLTAGES

The choice of the rated voltage of a capacitor must be made considering that permanent overvoltages shorten the life of the capacitor. Moreover, remember that using capacitors in installations where there are harmonics brings about an increase in the working voltage of the capacitor and cause a rapid shortening of its life if there are resonances.

Figure E shows the shortening of the life of a capacitor according to the coefficient of permanent overvoltage. It is moreover necessary to consider that particular conditions of service cause an increase in the working temperature over that of the design, shortening the life of the capacitor, with a development similar to the one shown in figure F.

RÉDUCTION DE LA DURÉE DE VIE D'UN CONDENSATEUR SUITE À DES SURTENSIONS PERMANENTES

Le choix de la tension nominale d'un condensateur doit s'effectuer en considérant que la présence de surtensions permanentes provoque une diminution de la durée de vie du condensateur.

Il faut par ailleurs rappeler que la présence des harmoniques dans les installations qui comprennent des condensateurs entraîne une augmentation de la tension de fonctionnement du condensateur, et cause une réduction rapide de la durée de sa vie si des résonances se produisent.

La Figure E représente l'évolution de la réduction de la durée de vie d'un condensateur en fonction du coefficient de surtension permanente.

Il faut par ailleurs considérer que des conditions particulières de service provoquent une hausse de la température d'emploi par rapport à celle de projet, entraînant une diminution de la durée de vie du condensateur, avec une évolution semblable à celle représentée en Figure F.

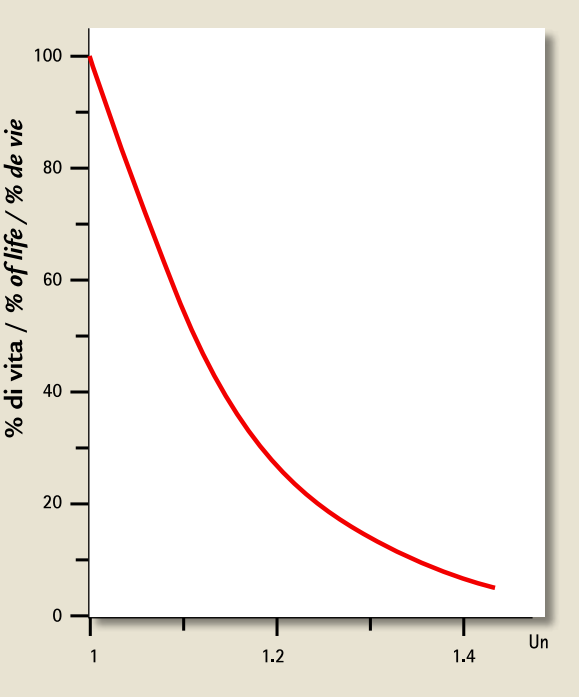


fig. E

Andamento della riduzione di vita dei condensatori in funzione delle sovratensioni permanenti a temperatura costante entro i limiti previsti dalle condizioni di servizio

Shortening in the life of capacitors in relation to the permanent overvoltages at constant temperature within the limits contemplated by the conditions of service

Évolution de la réduction de la durée de vie des condensateurs en fonction des surtensions permanentes à une température constante dans les limites prévues par les conditions de service

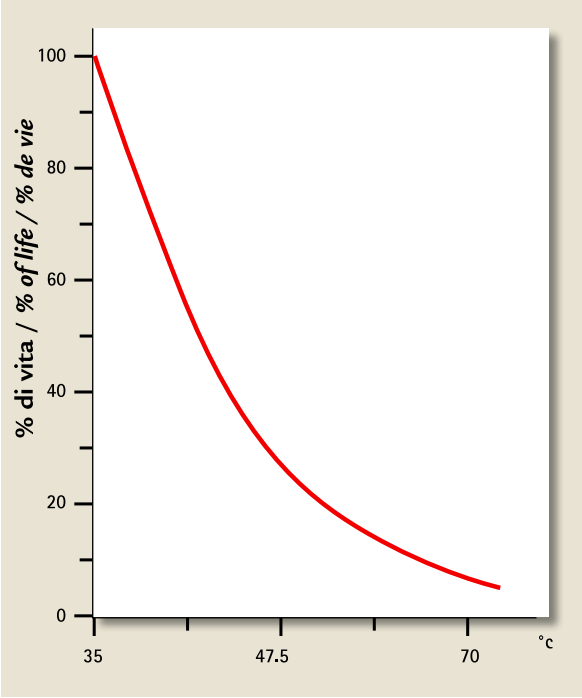


fig. F

Andamento della riduzione di vita dei condensatori in funzione della temperatura di lavoro a tensione e frequenza nominale

Shortening in the life of capacitors in relation to the working temperature at rated frequency and voltage

Évolution de la réduction de la durée de vie des condensateurs en fonction de la température d'emploi à tension et à fréquence nominales

GUIDA ALL'ESERCIZIO E SCELTA DELLE UNITÀ'

I condensatori di rifasamento, quando energizzati, funzionano in modo continuativo a pieno carico, o a carichi che differiscono da questo, solo per effetto di variazioni di tensione e di frequenza. Poiché i sovraccarichi ed i surriscaldamenti abbreviano la vita del condensatore, le condizioni di esercizio (temperatura, tensione, corrente, ecc...) devono essere strettamente controllate e specificate. Occorre inoltre precisare che l'introduzione di una capacità concentrata in un sistema, potrebbe determinare condizioni di funzionamento insoddisfacenti (amplificazione delle armoniche, autoeccitazione di macchine, sovratensioni dovute a manovre, cattivo funzionamento dei sistemi di telecomando ad audio-frequenza ecc.). Le informazioni a seguire riguardano gli aspetti più importanti che devono essere presi in considerazione, non essendo possibile dare semplici regole di scelta per il tipo di installazione e di funzionamento valide per ogni specifico caso.

TENSIONE NOMINALE

La tensione nominale del condensatore non deve essere minore della massima tensione di esercizio della rete a cui il condensatore deve essere collegato, tenendo conto dell'influenza del condensatore stesso. Nel caso in cui si necessiti di un sistema con reattanze di blocco o filtro per le armoniche, è da considerare anche il conseguente aumento della tensione ai terminali del condensatore rispetto alla tensione di esercizio della rete. La tensione nominale del condensatore dovrà quindi presentare una valore maggiore rispetto alla tensione di rete.

SOVRATENSIONI

Qualora le unità operino in reti con sovratensioni maggiori da quelle indicate nella Tabella 2, sarà opportuno scegliere un condensatore con tensione nominale maggiore per evitare una riduzione di vita delle stesse.

TENSIONE RESIDUA

La tensione residua è la tensione che permane tra i terminali di un condensatore dopo un certo tempo a partire dal momento in cui il componente viene scollegato dalla rete. In conformità alle norme internazionali IEC 60871-1, questa tensione deve scendere al di sotto di 75 V entro 10 minuti dallo scollegamento del condensatore dalla rete; si raccomanda pertanto di prevedere una temporizzazione sui dispositivi di manovra e/o comando, onde evitare inserzioni rapide su condensatori ancora carichi. A richiesta i condensatori possono essere realizzati con resistenza interna per valori di tensione residua di 50 V in 5 minuti in accordo alle norme IEEE.

CORRENTE

Le unità capacitive devono essere adatte a un funzionamento permanente con un valore efficace della corrente pari a 1,3 volte il valore della corrente che si ha con la tensione ed alla frequenza nominale, escludendo i transitori. Tenendo in considerazione l'effettivo valore della capacità, che può avere un valore massimo di 1,15 Cn, la corrente massima può raggiungere 1,5 In; questi

GUIDE TO OPERATION AND CHOOSING UNITS

When power factor correction capacitors are energized, they work continuously at full load, or at loads that differ from this only because of changes in voltage and frequency. Since overloads and overheating shorten the life of the capacitor, the working conditions (temperature, voltage, current, etc...) must be closely checked and specified. In addition, it is necessary to specify that adding a concentrated capacity to a system could produce unsatisfactory conditions of operation (amplification of harmonics, machines self-energizing, overvoltages due to operations, incorrect operation of radio frequency remote control systems, etc.). The following information concerns the most important aspects that must be taken into consideration as it is not possible to give straightforward rules that hold for choosing the type of installation and operation for every specific case.

RATED VOLTAGE

The rated voltage of the capacitor must be no lower than the maximum working voltage of the network to which the capacitor must be connected, keeping in mind the effect of the capacitor itself. If you need to have a system with harmonic block or filter reactors, you should also consider the ensuing increase in voltage at the terminals of the capacitor over the working voltage of the network. The rated voltage of the capacitor must therefore be greater than the network voltage.

OVERVOLTAGES

If the units operate in networks with greater overvoltages than those indicated in Table 2, it will be wise to choose a capacitor with a greater rated voltage to avoid shortening its life.

RESIDUAL VOLTAGE

The residual voltage is the voltage remaining between the terminals of a capacitor after a certain length of time since the component was disconnected from the network. In conformity with the international IEC 60871-1 standards, this voltage must drop below 75 V within 10 minutes of disconnecting the capacitor from the network; it is therefore recommended to have a timer on the operating and/or control devices so as to avoid fast inrushes on capacitors that are still charged. Capacitors can be realized on request with internal resistors for a residual voltage value of 50 V within 5 minutes in compliance with IEEE standard.

CURRENT

The capacitive units must be suited for permanent operation with an effective current equal to 1.3 times the value of the current at rated frequency and voltage, excluding transients. Taking into account the effective value of the capacity, that can have a maximum value of 1.15 Cn, the

INTRODUCTION À L'UTILISATION ET CHOIX DES UNITÉS

Les condensateurs de compensation de phase, lorsqu'ils sont sous tension, fonctionnent de manière continue à pleine charge ou à des charges qui diffèrent de cette dernière, seulement par l'effet de variations de tension et de fréquence. Étant donné que les surcharges et les surchauffes réduisent la durée de vie du condensateur, les conditions de service (température, tension, courant, etc.) doivent être étroitement contrôlées et spécifiées. Il faut en outre préciser que l'introduction d'une capacité concentrée dans un système pourrait entraîner des conditions de fonctionnement insatisfaisantes (amplification des harmoniques, autoexcitation de machines, surtensions dues à des manœuvres, mauvais fonctionnement des systèmes de télécommande à audiofréquence, etc.). Les informations suivantes concernent les aspects les plus importants qu'il faut prendre en considération, étant impossible de fournir de simples règles de choix pour le type d'installation et de fonctionnement valables dans tous les cas.

TENSION NOMINALE

La tension nominale du condensateur ne doit pas être inférieure à la tension maximale de service du réseau auquel le condensateur doit être relié (en tenant compte de l'influence du condensateur). Si un système avec des réactances de blocage ou filtre pour les harmoniques est nécessaire, il faut également tenir compte, en conséquence, de l'augmentation de la tension aux bornes du condensateur par rapport à la tension de service du réseau. La tension nominale du condensateur devra donc présenter une valeur supérieure à la tension de réseau.

SURTENSIONS

Si les unités opèrent sur des réseaux avec des surtensions supérieures à celles indiquées dans le Tableau 2, il convient de choisir un condensateur avec une tension nominale supérieure pour éviter une réduction de la durée de vie de celles-ci.

TENSION RÉSIDUELLE

La tension résiduelle est la tension qui demeure entre les bornes d'un condensateur après un certain temps à partir du moment où le composant est déconnecté du réseau. Conformément aux normes internationales IEC 60871-1, cette tension doit descendre au-dessous de 75 V dans un délai de 10 minutes à compter de la déconnexion du condensateur du réseau; il est donc recommandé de prévoir une temporisation sur les dispositifs de manœuvre et/ou de commande, afin d'éviter des insertions rapides sur des condensateurs encore chargés. Sur demande, les condensateurs peuvent être réalisés avec résistance interne pour les valeurs de tension résiduels de 50 V dans 5 minutes, en accord aux normes IEEE.

COURANT

Les unités capacitives doivent être appropriées à un fonctionnement permanent avec une valeur efficace du courant égale à 1,3 fois la valeur du courant que l'on a avec la tension et à la fréquence nominale, en excluant les transitoires. En tenant compte de la valeur effective de la capacité que peut avoir une valeur maximale de 1,15 Cn, le courant maximal peut atteindre 1,5 In; ces facteurs de surintensité tiennent compte des effets combinés dus aux harmoniques et aux surtensions d'une valeur

fattori di sovracorrente tengono conto degli effetti combinati dovuti alle armoniche ed alle sovratensioni di valore inferiore o uguale a 1,10 Un.

I condensatori non devono mai funzionare con correnti superiori 1,5 In, tranne che per periodi di tempo non superiori a 5 minuti in corrispondenza di aumenti di tensione dovuti a basso carico in accordo con la Tabella 2.

I sovraccarichi di corrente possono essere causati o da un'eccessiva tensione alla frequenza fondamentale, o dalle armoniche, o da entrambe le cause. Le principali sorgenti di armoniche sono i raddrizzatori, le apparecchiature a tiristori, e i trasformatori a nucleo saturo. Se l'aumento di tensione, nei periodi di basso carico, viene esaltato dai condensatori, la saturazione dei nuclei dei trasformatori può essere considerevole. In questo caso vengono prodotte armoniche di ampiezza anomala, una delle quali può essere amplificata per effetto della risonanza tra il trasformatore e il condensatore.

Questa è un'ulteriore ragione per cui si raccomanda la disinserzione dei condensatori nei momenti di basso carico.

INSERZIONE

Poiché i condensatori sono caratterizzati da basse perdite causano, all'atto dell'inserzione, un picco di corrente molto elevato.

E' importante quindi, per evitare danni prematuri ai condensatori ed agli apparecchi di manovra, l'impiego di reattanze di limitazione del picco di corrente all'inserzione collegate in serie ai condensatori; la corrente di inserzione deve essere limitata ad un valore di 100 In (vedi sezione "REATTANZE" a seguire).

TEMPERATURA

La temperatura di lavoro del condensatore rappresenta un parametro fondamentale al quale riferirsi per garantire un corretto funzionamento dello stesso e non influenzare la durata prevista della sua vita (vedi Tabella 3 e figura F).

La scelta del condensatore deve essere effettuata in modo tale da garantire, per mezzo di un raffreddamento naturale o forzato, che le condizioni di servizio siano compatibili con i parametri di targa del condensatore.

Si deve prestare attenzione alla temperatura di raffreddamento dell'aria ambiente, in quanto si deve ottenere un corretto smaltimento del calore provocato dalle perdite dei condensatori.

In funzione della temperatura dell'aria di raffreddamento, dell'intensità del raffreddamento e della durata e dell'intensità dell'irraggiamento, può rivelarsi necessario adottare uno o più dei seguenti rimedi:

- proteggere i condensatori dalle radiazioni provocate dall'irraggiamento solare o da superfici ad alta temperatura;
- scegliere un condensatore progettato per una temperatura dell'aria ambiente più elevata (per esempio, classe -25/B anziché -25/A, o che sia progettato per diverse condizioni);
- utilizzare condensatori con tensione nominale superiore a quella scelta;
- impiego di un raffreddamento ad aria forzata o di sistemi di condizionamento.

ARMONICHE

Le armoniche sono disturbi delle reti elettriche con frequenza multipla rispetto alla fondamentale che sovrapponendosi a questa creano una forma d'onda distorta.

Le armoniche sono prodotte dai carichi di tipo non lineare dovuti dalla presenza negli impianti di forni ad arco, laminatoi, convertitori, ecc...

maximum current can reach 1.5 In; these overcurrent factors take account of the combined effects due to the harmonics and the overvoltages lower than or equal to 1.10 Un.

The capacitors must never work with currents greater than 1.5 In, except for periods of time no longer than 5 minutes in correspondence with increases in voltage due to low loads in accordance with Table 2.

Current overloads can be caused either by excess voltage at the fundamental frequency or by harmonics, or by both these causes. The main sources of harmonics are rectifiers, thyristor equipment and saturated core transformers.

If the increase in voltage, in periods of low load, is exalted by the capacitors, the saturation of the cores of the transformers can be considerable.

In this case harmonics of abnormal amplitude are produced, one of which can be amplified because of the resonance between the transformer and the capacitor. This is another reason why it is recommended to disconnect the capacitors when there is low load.

INRUSH TRANSIENT

Since the capacitors are characterized by low losses, at the time of inrush transient, they produce a very high peak of current.

It is therefore important to avoid premature damages to the capacitors and the operating units, using inrush peak current limiting reactors connected in series with the capacitors; the inrush current must be limited to a value of 100 In (see the following section "REACTORS").

TEMPERATURE

The working temperature of the capacitor is a fundamental parameter to which to refer to ensure it works correctly and does not affect its expected lifetime (see Table 3 and Figure F).

The capacitor must be chosen so as to make sure, via natural or forced cooling, that the conditions of service are compatible with the capacitor's rated parameters. It is necessary to pay attention to the cooling temperature of the ambient air, as it is necessary to obtain correct dispersal of the heat caused by the losses of the capacitors.

Depending on the temperature of the cooling air, the intensity of the cooling and the duration and intensity of the radiation, it may turn out necessary to use one or more of the following remedies:

- protect the capacitors from radiation caused by the sun or hot surfaces;
- choose a capacitor designed for a higher ambient air temperature (for example, class -25/B rather than -25/A, or that is designed for different conditions);
- use capacitors with a higher rated voltage than the one chosen;
- use forced air cooling or air conditioning systems.

HARMONICS

Harmonics are interference of electric networks with multiple frequency in relation to the fundamental one that by overlapping this one creates a distorted waveform.

Harmonics are produced by no linear loads due to installations containing arc furnaces, rolling mills, converters, etc...

It frequently happens that, in p.f. corrected electric networks with harmonics, these are split between the installed capacitors and the network thereby creating what is commonly called series and/or parallel resonance.

To prevent resonances occurring, which are extremely

inférieure ou égale à 1,10 Un.

Les condensateurs ne doivent jamais fonctionner avec des courants supérieurs à 1,5 In, sauf pour des périodes de temps ne dépassant pas 5 minutes en cas d'augmentations de tension dues à une basse charge, conformément au Tableau 2.

Les surcharges de courant peuvent être causées par une tension excessive à la fréquence fondamentale, par les harmoniques ou par les deux à la fois. Les principales sources d'harmoniques sont les redresseurs, les appareillages à thyristors et les transformateurs à noyau saturé. Si l'augmentation de tension, dans les périodes de basse charge, est accentuée par les condensateurs, la saturation des noyaux des transformateurs peut être considérable.

Dans ce cas des harmoniques d'une amplitude anormale sont produites, dont une peut être amplifiée par effet de la résonance entre le transformateur et le condensateur. C'est une raison supplémentaire pour laquelle il est recommandé d'effectuer la désinsertion des condensateurs dans les moments de basse charge.

INSERTION

Les condensateurs étant caractérisés par de basses pertes, ils causent lors de l'insertion une crête de courant très élevée.

Il est donc important, pour éviter tout dommage prématuré aux condensateurs et aux appareils de manœuvre, d'employer des réactances de limitation de la crête de courant lors de l'insertion, connectées en série aux condensateurs; le courant d'insertion doit être limité à une valeur de 100 In (voir section "REACTANCES" plus loin).

TEMPÉRATURE

La température d'emploi du condensateur représente un paramètre fondamental auquel faire référence pour garantir un fonctionnement correct de ce dernier et ne pas influer sur la durée prévue de sa vie (voir Tableau 3 et Figure F).

Le choix du condensateur doit s'effectuer de manière à garantir, au moyen d'un refroidissement naturel ou forcé, que les conditions de service sont compatibles avec les paramètres figurant sur la plaque signalétique du condensateur.

Il faut faire attention à la température de refroidissement de l'air ambiant, car il est nécessaire d'obtenir une élimination correcte de la chaleur provoquée par les pertes dans les condensateurs.

En fonction de la température de l'air de refroidissement, de l'intensité du refroidissement et de la durée et de l'intensité du rayonnement, il peut s'avérer nécessaire d'adopter un ou plusieurs remèdes suivants:

- protéger les condensateurs contre les radiations provoquées par le rayonnement solaire ou par des surfaces à haute température;
- choisir un condensateur conçu pour une température de l'air ambiant plus élevée (par exemple, classe -25/B au lieu de -25/A, ou conçu pour d'autres conditions);
- utiliser des condensateurs avec une tension nominale supérieure à celle choisie;
- emploi d'un refroidissement à air forcé ou de systèmes de conditionnement.

HARMONIQUES

Les harmoniques sont des perturbations des réseaux électriques avec une fréquence multiple par rapport à la fondamentale qui, se superposant à celle-ci, créent une forme d'onde déformée.

Les harmoniques sont produites par les charges de type pas linéaire dues à la présence dans les installations de fours à arc, laminatoi, convertisseurs, etc.

Il arrive fréquemment que, dans les réseaux électriques compensés avec présence d'harmoniques, ces dernières

Accade frequentemente che, nelle reti elettriche rifasate con presenza d'armoniche, queste si ripartiscano tra i condensatori installati e la rete creando così quella che comunemente viene chiamata risonanza serie e/o parallelo.

Per evitare il verificarsi di risonanze, che rappresentano situazioni di estrema pericolosità per l'impianto elettrico, a causa delle sovracorrenti e sovratensioni che ne conseguono, si introducono dei filtri.

Reattanze di filtro armoniche: se l'obiettivo principale dell'impianto è quello di ridurre il fattore di distorsione della tensione si devono realizzare dei filtri accordati in prossimità della frequenza delle armoniche presenti o di alcune di esse (reattanze di filtro armoniche - vedi sezione "REATTANZE" a seguire):

- laminatoio: 5a, 7a, 11a, 13a, 15a, ecc
- forno ad arco: 2a, 3a, 4a, 5a, 7a, ecc..
- sistemi con dispositivi a semiconduttore: 5a, 7a, 11a, 13a

Tipicamente i reattori sono monofase con nucleo in aria.

Reattanze di blocco armoniche: se l'obiettivo dell'impianto è unicamente quello di rifasare carichi generanti armoniche, si devono realizzare dei filtri accordati però su una sola frequenza al di sotto della più bassa presente (reattanze di blocco armoniche - vedi sezione "REATTANZE" a seguire).

Le frequenze di accordo più usate sono:

- 210 Hz corrispondente $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz corrispondente $XL = 7\% XC$
- 133 Hz corrispondente $XL = 14\% XC$

Normalmente i reattori impiegati per questa tipologia sono monofase con nucleo in aria, ma possono essere trifase con nucleo in ferro per potenze contenute.

Le principali differenze sono:

- i reattori con nucleo in aria non saturano, ma presentano dimensioni ingombranti;
- i reattori con nucleo in ferro saturano ma presentano dimensioni più ridotte.

In figura H viene riportata una curva esempio dell'andamento grafico risultante tra l'impedenza della rete e l'impedenza dei filtri-condensatori.

dangerous situations for the electric system because of the ensuing overcurrents and overvoltages, filters are added.

Harmonic filter reactors: if the main aim of the system is to reduce the factor of distortion of the voltage, filters must be made that are tuned close to the frequency of the harmonics or of some of them (harmonic filter reactors - see the following section "REACTORS"):

- rolling mill: 5th, 7th, 11th, 13th, 15th, etc
 - arc furnace: 2nd, 3rd, 4th, 5th, 7th, etc..
 - systems with semiconductor devices: 5a, 7a, 11a, 13a
- The reactors are typically single phase with an air core.*

Harmonic block reactors: if the aim of the system is solely to correct the power factor of loads generating harmonics, filters must be made that are however tuned on a single frequency below the lowest one present (harmonic block reactors - see the following section "REACTORS").

The most commonly used tuning frequencies are:

- 210 Hz corresponding $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz corresponding $XL = 7\% XC$
- 133 Hz corresponding $XL = 14\% XC$

The reactors normally used for this type are single phase with an air core, but they can be three-phase with an iron core for limited powers.

The main differences are:

- reactors with an air core don't saturate, but they are bulky;
- reactors with an iron core saturate, but they are smaller.

Figure H shows an example of a graph of the network impedance and the impedance of the filter-capacitors.

se répartissent entre les condensateurs installés et le réseau, créant ainsi ce que l'on appelle communément la résonance série et/ou parallèle.

Pour éviter l'apparition de résonances, qui représentent des situations d'un très grand danger pour l'installation électrique, à cause des surintensités et des surtensions qui s'ensuivent, des filtres sont introduits.

Réactances de filtre des harmoniques: si l'objectif principal de l'installation est de réduire le facteur de distorsion de la tension, il faut réaliser des filtres accordés proches de la fréquence des harmoniques présentes ou de certaines d'entre elles (réactances de filtre des harmoniques - voir section "RÉACTANCES" plus loin);

- laminoir: 5a, 7a, 11a, 13a, 15a, etc.
- four à arc: 2a, 3a, 4a, 5a, 7a, etc.
- systèmes avec dispositifs à semi-conducteur: 5a, 7a, 11a, 13a

Généralement les réactances sont monophasées avec noyau à air.

Réactances de blocage des harmoniques: si l'objectif de l'installation est uniquement de compenser les charges générant des harmoniques, il faut réaliser des filtres accordés mais sur une seule fréquence au-dessous de la plus basse présente (réactances de blocage des harmoniques - voir section "RÉACTANCES" plus loin).

Les fréquences d'accord les plus utilisées sont:

- 210 Hz correspondant à $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz correspondant à $XL = 7\% XC$
- 133 Hz correspondant à $XL = 14\% XC$

En général les réactances employées pour cette typologie sont monophasées avec noyau à air, mais elles peuvent être triphasées avec noyau en fer pour des puissances limitées.

Les principales différences sont:

- les réactances à noyau à air ne saturent pas, mais présentent des dimensions encombrantes;
- les réactances à noyau en fer saturent, mais présentent des dimensions plus réduites.

La Figure H représente une courbe exemple de l'évolution graphique résultant entre l'impédance du réseau et l'impédance des filtres-condensateurs.

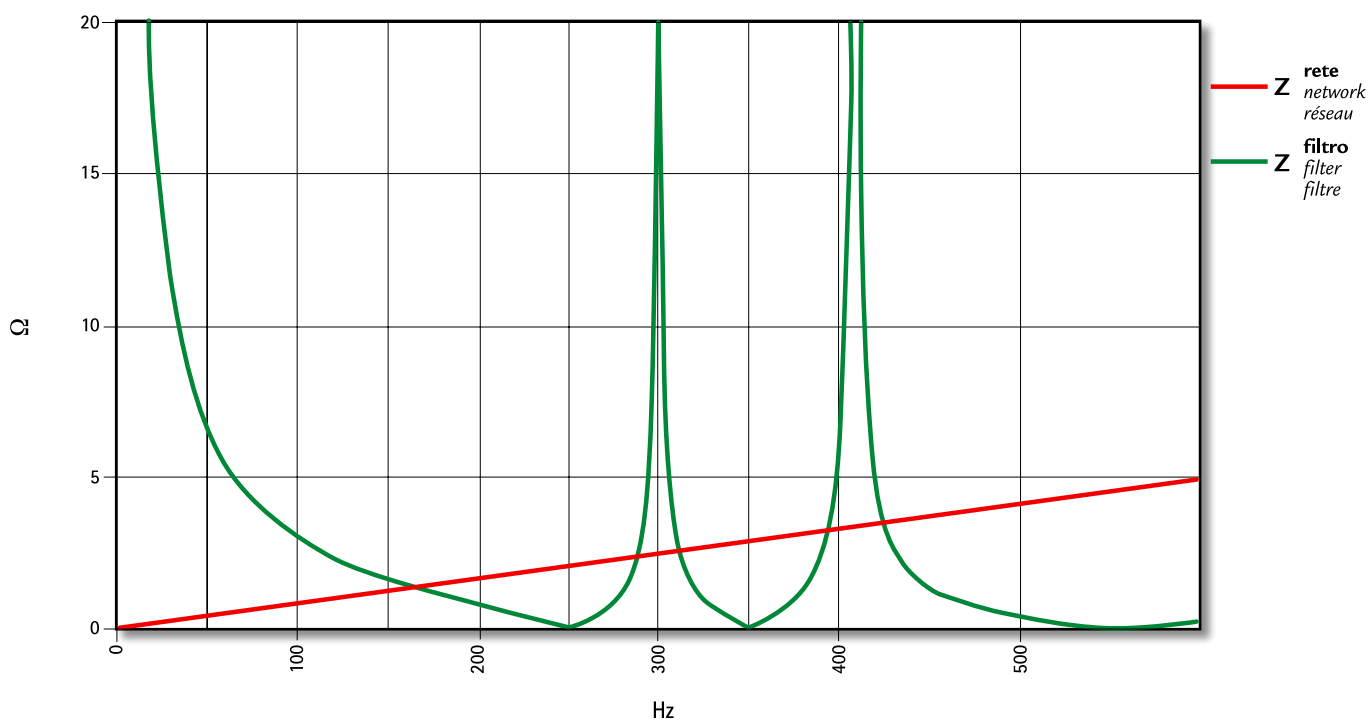


fig. H

Impedenza tra filtri-condensatori / Impedance between filter-capacitors / Impédance entre filtres et condensateurs

DISPOSITIVI DI MANOVRA E DI PROTEZIONE	OPERATING AND PROTECTION DEVICES	DISPOSITIFS DE MANŒUVRE ET DE PROTECTION
In riferimento alle considerazioni espresse nel paragrafo "CORRENTE", i dispositivi di manovra e di protezione ed i collegamenti devono essere progettati per poter sopportare, permanentemente, una corrente di 1,3 In. In conseguenza del valore effettivo della capacità che può essere al massimo uguale a 1,15 volte il valore corrispondente alla sua potenza nominale, questa corrente può avere un valore massimo di $1,3 * 1,15 = 1,5$ volte la corrente nominale per le singole unità e valori inferiori per le batterie. I dispositivi di manovra e di protezione e i collegamenti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche e termiche causate dalle sovracorrenti transitorie di elevata ampiezza e frequenza che possono verificarsi al momento dell'inserzione; tali effetti transitori devono essere previsti quando una sezione di una batteria viene inserita in parallelo ad altre sezioni già energizzate. Per quanto riguarda i fusibili è opportuna una scelta di targa pari a circa 2 volte la corrente del condensatore.	<i>Referring to the considerations made in the "CURRENT" paragraph, the operating and protection devices and the connections must be designed to be able to withstand, permanently, a current of 1.3 In.</i> <i>As a result of the actual value of the capacitance that can at most be equal to 1.15 times the value corresponding to its rating, this current can have a maximum value of $1.3 * 1.15 = 1.5$ times the rated current for the single units and lower values for the banks.</i> <i>The operating and protection devices and the connections must be able to withstand the electrodynamic and thermal stress caused by the transitory overcurrents with a high amplitude and frequency that can occur at the time of inrush; these transitory effects have to be contemplated when a section of a bank is inserted in parallel with other sections that are already energized.</i> <i>As regards the fuses, it is wise to choose a plate equal to about 2 times the capacitor current.</i>	<i>En référence aux considérations exprimées au paragraphe "COURANT", les dispositifs de manœuvre et de protection, et les connexions doivent être conçus de manière à supporter, de façon permanente, un courant de 1,3 In.</i> <i>En conséquence de la valeur effective de la capacité qui peut être au maximum égale à 1,15 fois la valeur correspondant à sa puissance nominale, ce courant peut avoir une valeur maximale de $1,3 * 1,15 = 1,5$ fois le courant nominal pour les unités individuelles et des valeurs inférieures pour les batteries.</i> <i>Les dispositifs de manœuvre et de protection, et les connexions doivent être en mesure de supporter les contraintes électrodynamiques et thermiques causées par les surintensités transitoires de grande amplitude et fréquence qui peuvent se produire au moment de l'insertion; ces effets transitoires doivent être prévus quand une section d'une batterie est insérée en parallèle à d'autres sections déjà sous tension.</i> <i>En ce qui concerne les fusibles, il convient de choisir ceux dont la plaque indique une valeur égale à environ 2 fois le courant nominal du condensateur.</i>
INSTALLAZIONE DEI CONDENSATORI	CAPACITORS INSTALLATION	INSTALLATION DES CONDENSATEURS
Prima di procedere all'installazione dei condensatori si raccomanda di verificare che tutti i parametri descritti nelle "CONDIZIONI DI SERVIZIO" siano compatibili con le caratteristiche delle unità. Le principali indicazioni da osservare sono: • CORRETTA MOVIMENTAZIONE E MONTAGGIO: i condensatori sono muniti di apposite staffe per la movimentazione con appositi fori adatti per i mezzi di sollevamento; la movimentazione dovrà avvenire solo tramite queste staffe e in nessun modo tramite gli isolatori ceramici passanti. I condensatori possono essere installati verticalmente o orizzontalmente mediante le apposite asole poste sulle staffe. • DISSIPAZIONE TERMICA: i condensatori devono essere collocati in modo che vi sia un'adeguata dissipazione, per convezione e per irraggiamento, del calore prodotto dalle loro perdite, inoltre il luogo di installazione deve essere ben areato e la distanza fra due unità installate deve essere maggiore di 7 cm per facilitare l'aerazione fra gli stessi e consentire una corretta dissipazione del calore. • DISTANZE DI ISOLAMENTO: le distanze di isolamento in aria devono tener conto oltre alla tensione max di riferimento, anche delle condizioni atmosferiche, l'altitudine e il grado di inquinamento del luogo di installazione in conformità alle vigenti normative. Il terminale di terra dei condensatori deve essere collegato alla struttura metallica portante.	<i>Before installing capacitors it is recommended to check that all the parameters described in the "CONDITIONS OF SERVICE" are compatible with the characteristics of the units.</i> <i>The main guidelines to observe are:</i> • CORRECT HANDLING AND ASSEMBLING: <i>the capacitors are provided with special brackets for handling with suitable holes for the lifting equipment; handling must only take place with these brackets and in no case with the ceramic bushings.</i> <i>The capacitors can be installed vertically or horizontally with the slots on the brackets.</i> • THERMAL DISSIPATION: <i>the capacitors must be located so that there is adequate dissipation, by convection and radiation, of the heat produced by their losses. In addition, the place of installation must be well ventilated and the distance between two installed units has to be greater than 7 cm to facilitate ventilation between them and to allow correct dissipation of the heat.</i> • INSULATION DISTANCES: <i>the insulation distances in the air must take account not only of the max reference voltage, but also of the atmospheric conditions, altitude and the degree of pollution of the place of installation in accordance with current standards.</i> <i>The earth terminal of the capacitors must be connected to the metal framework.</i>	<i>Avant de procéder à l'installation des condensateurs, vérifier que tous les paramètres décrits dans les "CONDITIONS DE SERVICE" sont compatibles avec les caractéristiques des unités.</i> <i>Les principales indications à observer sont:</i> • DÉPLACEMENT ET MONTAGE CORRECTS: <i>les condensateurs sont munis de pattes spéciales pour le déplacement, avec des trous prévus pour les appareils de levage; le déplacement ne devra s'effectuer qu'au moyen de ces pattes et en aucun cas à travers les isolateurs céramiques.</i> <i>Les condensateurs peuvent être installés verticalement ou horizontalement au moyen des fentes prévues à cet effet sur les pattes.</i> • DISSIPATION THERMIQUE: <i>les condensateurs doivent être placés de façon à obtenir une dissipation adéquate, par convection et par rayonnement, de la chaleur produite par leurs pertes; par ailleurs, le lieu d'installation doit être bien aéré et la distance entre deux unités installées doit être supérieure à 7 cm pour faciliter l'aération entre ces dernières et permettre une dissipation correcte de la chaleur.</i> • DISTANCES D'ISOLEMENT: <i>les distances d'isolement en air doivent tenir compte, en plus de la tension max. de référence, des conditions atmosphériques, de l'altitude et du degré de pollution du lieu d'installation, conformément aux normes en vigueur.</i> <i>La borne de terre des condensateurs doit être reliée à la structure métallique portante.</i>

• CONNESSIONE DEI TERMINALI DI LINEA:

è consigliato l'utilizzo di conduttori flessibili ma è possibile l'utilizzo anche di barre in rame, mentre è di fondamentale importanza non danneggiare i filetti degli isolatori ceramici mediante azione di torsione. Per ovviare a tale inconveniente il serraggio dovrà essere eseguito tramite due chiavi, come indicato in figura L (chiave 1 fissa; chiave 2 in serraggio-coppia max 25÷30 Nm).

Nel caso in cui i condensatori presentino un terminale collegato al contenitore, ad esempio nella realizzazione di banchi per esterno, la struttura dovrà essere opportunamente isolata da terra mediante appositi isolatori (vedi sezione banchi di rifasamento).

• SEZIONE DEI CONDUTTORI:

è raccomandato un dimensionamento dei conduttori per una portata pari almeno a 1,5 volte la corrente nominale delle unità, del banco e/o delle apparecchiature.

• CONNECTION OF LINE TERMINALS:

it is recommended to use flexible conductors, but it is also possible to use copper bars, while it is extremely important not to damage the threads of the ceramic insulators by twisting.

To avoid this trouble, the tightening must be done with two wrenches, as shown in figure L (spanner 1 fixed; spanner 2 tightening-torque max 25-30 Nm).

If the capacitors have a terminal connected to the container, for instance when making banks for outdoors, the structure must be suitably insulated from earth by special insulators (see power factor correction banks section).

• CROSS-SECTION OF CONDUCTORS:

conductor sizing is recommended for a capacity equal to at least 1.5 times the rated current of the units, bank and/or equipment.

• CONNEXION DES BORNES DE LIGNE:

il est conseillé d'utiliser des conducteurs flexibles; des barres en cuivre peuvent toutefois être utilisées; il est fondamental de ne pas abîmer les filets des isolateurs céramiques par action de torsion.

Pour remédier à cet inconvénient, le serrage devra se faire au moyen de deux clés, comme indiqué en Figure L (clé 1 fixe; clé 2 en serrage-couple maxi 25÷30 Nm).

Si les condensateurs présentent une borne reliée à la cuve, par exemple dans la réalisation de bancs pour extérieur, la structure devra être convenablement isolée de terre au moyen d'isolateurs (voir section des batteries de compensation de phase).

• SECTION DES CONDUCTEURS:

il est recommandé de choisir le dimensionnement des conducteurs pour un débit au moins égal à 1,5 fois le courant nominal des unités, de la batterie et/ou des appareillages.

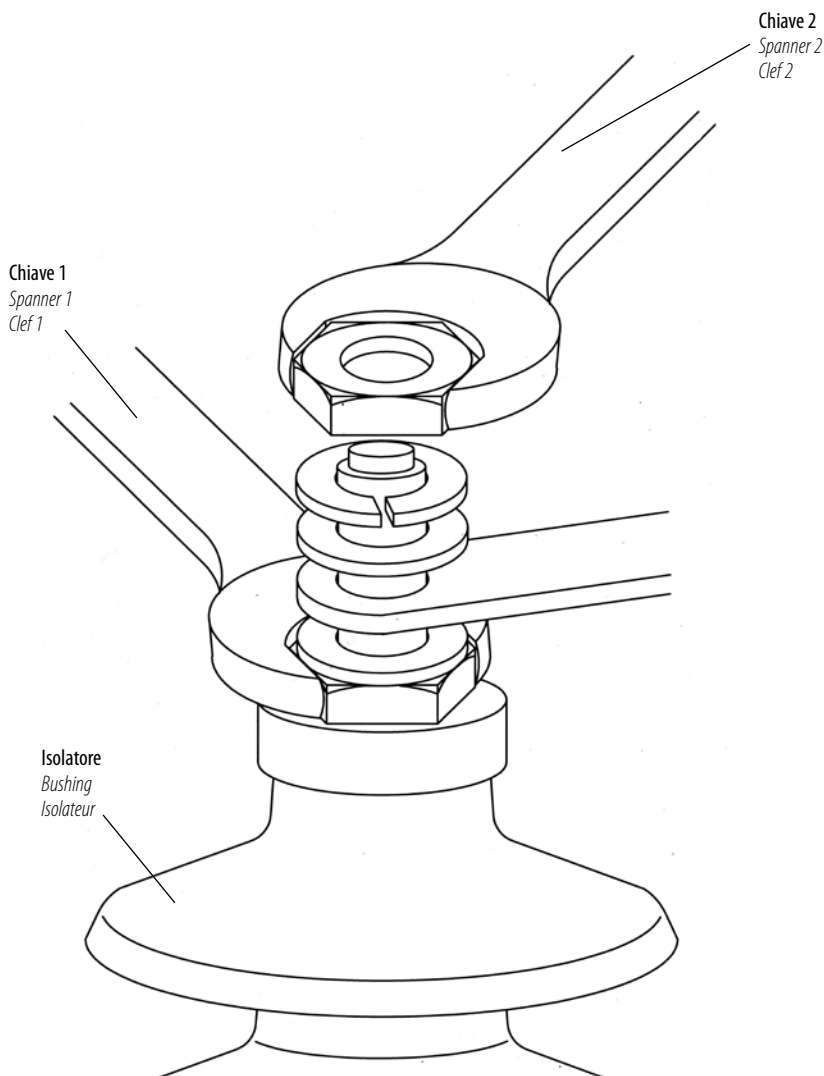


fig. L

Schema del montaggio dei terminali di linea sugli isolatori ceramici dei condensatori.

Assembly diagram of the line terminals on ceramic bushings of capacitors.

Schéma du montage des bornes de ligne sur les isolateurs céramiques des condensateurs.

**REQUISITI MINIMI
DI SICUREZZA**

I condensatori, i banchi e le apparecchiature di rifasamento non devono essere utilizzati per scopi differenti da quelli dichiarati dalla Enerlux e l'utilizzo deve adempiere ai requisiti indicati nelle "CONDIZIONI DI SERVIZIO".

L'installazione dovrà essere eseguita a regola d'arte in ottemperanza alle vigenti normative e secondo quanto descritto nei paragrafi precedenti; particolare attenzione dovrà essere prestata per evitare danneggiamenti meccanici e fisici alle apparecchiature ed alle unità.

Per quanto concerne i condensatori, la loro installazione dovrà sempre essere realizzata mediante opportuna segregazione, per evitare eventuali danneggiamenti alla funzionalità degli stessi ed alle altre apparecchiature.

Dovranno essere previste opportune protezioni per evitare problematiche dovute a possibili guasti come ad esempio corto-circuiti; nel caso in cui vi si presentino su unità o banchi dotati di fusibili o dispositivi di interruzione, si raccomanda di non energizzare le unità, i banchi, ecc.. prima di aver ricercato la causa del guasto, onde evitare ulteriori danneggiamenti.

L'Ufficio tecnico della Enerlux è a vostra completa disposizione per ogni chiarimento e/o consiglio al riguardo.

N.B. I condensatori, i banchi e le apparecchiature di rifasamento necessitano di un tempo di scarica dopo la disinserzione dalla rete, che può variare da alcuni secondi (nel caso in cui vi sia l'installazione di dispositivi di scarica rapida) ad un Tempo max di 10 minuti.

Per evitare ogni possibile rischio si consiglia comunque in ogni caso di attendere almeno 15 minuti prima di effettuare qualsiasi procedimento di manutenzione, accesso ai quadri, ecc.. previa connessione di tutti i terminali in corto circuito ed a terra, con verifica in sicurezza dell'effettiva sconnessione dalla rete.

**COMPATIBILITA'
AMBIENTALE**

Un concetto di fondamentale importanza per Enerlux è che il patrimonio ambientale non può essere considerato una risorsa totalmente disponibile e illimitata, ma un valore da proteggere e da rispettare; infatti Enerlux è fermamente convinta che la tutela dell'ambiente non possa prescindere dalla ricerca di un equilibrio tra lo sviluppo tecnologico e l'attenuazione dell'impatto sull'ambiente.

L'olio impregnante utilizzato nei condensatori è un olio biodegradabile e non tossico, non contenente PCB-PCT, nato dall'esigenza di collimare il rispetto dell'ambiente con il costante sviluppo tecnologico degli olii dielettrici isolanti.

Si ricorda che lo smaltimento dei condensatori deve essere effettuato rispettando le direttive ed i regolamenti vigenti nel luogo di utilizzo.

**MINIMUM SAFETY
REQUIREMENTS**

The capacitors, banks and power factor correction equipment must not be used for purposes other than those declared by Enerlux and they must be used in compliance with the requirements specified in the "CONDITIONS OF SERVICE".

Installation must be done in workmanlike fashion in compliance with current standards and as described in the preceding paragraphs; special attention must be paid to avoid mechanical and physical damage to the equipment and units.

As regards the capacitors, they must always be installed with appropriate segregation in order to avoid any possible damage to their operation and to the other equipment.

There must be suitable protection to avoid problems due to possible breakdowns such as for instance short-circuiting; if they occur on units or banks equipped with fuses or circuit breaker devices, it is recommended not to energize the units, banks, etc.. until you have found the cause of the fault, so as to avoid any further damage.

The Enerlux engineering department is at your complete disposal for any explanations and/or advice.

N.B. The capacitors, banks and power factor correction equipment need a discharge time after disconnection from the network that can vary from a few seconds (if fast discharge devices are installed) to a max time of 10 minutes.

To avoid every possible risk, it is anyhow recommended in any case to wait at least 15 minutes before doing any maintenance work, accessing panels, etc.. after connecting all the terminals in short circuit and to ground, with a safety check on effective disconnection from the network.

**ENVIRONMENTAL
COMPATIBILITY**

An extremely important concept for Enerlux is that the environment must not be considered as a fully available and unlimited resource, but a value to protect and respect. Enerlux is firmly convinced that protecting the environment cannot be separated from seeking a balance between technological development and lessening its impact on the environment.

The impregnating oil used in the capacitors is a biodegradable, non-toxic oil that contains no PCB-PCT, created out of the need for environmental friendliness with the constant technological development of insulating dielectric oils.

Remember that capacitors are to be disposed of in compliance with current directives and regulations at the place of use.

**CONDITIONS MINIMALES DE
SÉCURITÉ**

Les condensateurs, les batteries et les appareillages de compensation de phase ne doivent pas être utilisés dans des buts différents de ceux déclarés par Enerlux. L'utilisation doit satisfaire aux exigences indiquées dans les "CONDITIONS DE SERVICE".

L'installation devra être effectuée selon les règles de l'art conformément aux réglementations en vigueur et selon les dispositions des paragraphes précédents; veiller notamment à éviter tout endommagement mécanique et physique aux appareillages et aux unités.

En ce qui concerne les condensateurs, leur installation devra toujours être réalisée moyennant ségrégation, pour éviter tout endommagement de la fonctionnalité de ces derniers et des autres appareillages.

Prévoir des protections appropriées pour éviter les problèmes dus à de possibles pannes, comme par exemple les courts-circuits; si elles se présentent sur des unités ou des batteries dotées de fusibles ou de dispositifs de coupure, ne pas mettre sous tension les unités, les batteries, etc. sans avoir préalablement recherché la cause de la panne, pour éviter tout endommagement supplémentaire.

Le Service technique d'Enerlux est à votre complète disposition pour tout éclaircissement et/ou conseil à ce sujet.

N.B. Les condensateurs, les batteries et les appareillages de compensation de phase nécessitent un temps de décharge après la désinsertion du réseau, qui peut varier de quelques secondes (en cas d'installation de dispositifs de décharge rapide) à un temps max. de 10 minutes.

Pour éviter tout risque possible, il est conseillé d'attendre au moins 15 minutes avant d'effectuer toute procédure de maintenance, accès aux tableaux, etc., après avoir déconnecté toutes les bornes en court-circuit et à terre, et avoir vérifié en toute sécurité la déconnexion effective du réseau.

**COMPATIBILITÉ
ENVIRONNEMENTALE**

Un concept fondamental pour Enerlux est de ne pas considérer le patrimoine environnemental comme une ressource totalement disponible et illimitée, mais une valeur à protéger et à respecter; en effet, Enerlux est fermement convaincue que la défense de l'environnement ne peut faire abstraction de la recherche d'un équilibre entre le développement technologique et l'atténuation de l'impact sur l'environnement.

L'huile imprégnante utilisée dans les condensateurs est une huile biodégradable et non toxique, sans PCB-PCT, née de l'exigence de concorder le respect de l'environnement avec le développement technologique constant des huiles diélectriques isolantes.

Il est rappelé que l'élimination des condensateurs doit s'effectuer conformément aux directives et aux règlements en vigueur dans le lieu d'utilisation.

TEST E NORME DI RIFERIMENTO

I condensatori sono conformi alle norme CEI EN 60871/4 (per Italia), IEC 60871/1, IEC 60871/2, IEC 60871/4 (internazionali).

PROVE INDIVIDUALI

- Misura della capacità
- Misura della tangente dell'angolo di perdita (tan d) del condensatore
- Prova di tensione tra i terminali
- Prova di tensione in corrente alternata tra i terminali ed il contenitore
- Prova del dispositivo di scarica interno
- Prova di ermeticità

N.B. Queste prove vengono eseguite al 100% su ogni unità prodotta

PROVE DI TIPO

- Prova di stabilità termica
- Misura della tangente dell'angolo di perdita (tan d) del condensatore a temperatura elevata
- Prova di tensione in corrente alternata tra i terminali ed il contenitore
- Prova di tensione ad impulso atmosferico tra i terminali ed il contenitore
- Prova di scarica in cortocircuito

PROVE SPECIALI

- Prova di Invecchiamento:
 - Prova di resistenza alle sovratensioni
 - Prova di sovraccarico
 - Misura di capacità e perdite

REFERENCE STANDARDS AND TESTS

The capacitors are in accordance with the standards CEI EN 60871/4 (for Italy), IEC 60871-1, IEC 60871-2, IEC 60871-4 (international).

ROUTINE TESTS

- Capacitance measurement
 - Measurement of the tangent of loss angle (tan d) of the capacitor
 - Voltage test between terminals
 - AC voltage test between terminals and container
 - Test of internal discharge device
 - Sealing test
- N.B. These tests are performed 100% on each unit produced*

TYPE TESTS

- Thermal stability test
- Measurement of the tangent of the loss angle (tan d) of the capacitor at elevated temperature
- AC voltage test between terminals and container
- Lightning impulse voltage test between terminals and container
- Short-circuit discharge test

SPECIAL TESTS

- Endurance test:
 - Overvoltage cycling test
 - Overload test
 - Capacitance and losses measurement

ESSAIS ET NORMES DE RÉFÉRENCE

Les condensateurs sont conformes aux normes CEI EN 60871/4 (pour l'Italie), IEC 60871-1, IEC 60871-2, IEC 60871-4 (internationales).

ESSAIS INDIVIDUELS

- Mesure de la capacité
 - Mesure de la tangente de l'angle de perte (tan d) du condensateur
 - Essai diélectrique entre bornes
 - Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve
 - Essai du dispositif interne de décharge
 - Essai d'étanchéité
- N.B. Ces essais sont effectués à 100 % sur chaque unité produite*

ESSAIS DE TYPE

- Essai de stabilité thermique
- Mesure de la tangente de l'angle de perte (tan d) du condensateur à température élevée
- Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve
- Essai au choc de foudre entre bornes et cuve
- Essai de décharge en court-circuit

ESSAIS SPÉCIAUX

- Essai d'endurance:
 - Essai de tenue aux surtensions
 - Essai de surcharge
 - Mesure de capacité et pertes

CONDENSATORI MONOFASE CAPACITORS SINGLE PHASE CONDENSATEURS MONOPHASE

MFPI



I condensatori monofase tipo MFPI sono il risultato di una continua innovazione e sviluppo tecnologico dei materiali e dei cicli produttivi, caratterizzati da bassissime perdite, alta affidabilità ed applicabili a svariate necessità.

Il loro impiego è principalmente nella realizzazione di:

- banchi trifase per il rifasamento;
- filtri per le armoniche;
- protezioni contro le sovratensioni;
- riduzione delle perdite.

I condensatori sono costruiti e testati in conformità alle norme nazionali CEI ed internazionali IEC; possono essere realizzati con tutti i terminali isolati o con un terminale collegato al contenitore.

Nelle tabelle a seguire sono indicati:

- gli isolatori passanti utilizzati per la realizzazione dei condensatori in riferimento ai valori di livello di isolamento standardizzati;
- le targhe dei condensatori più utilizzati in riferimento alle condizioni di servizio ed alle caratteristiche elettriche standard indicate nei paragrafi precedenti.

Precisiamo che ENERLUX realizza oltre ai condensatori indicati nelle tabelle sottostanti, tipologie con livelli di isolamento, dimensioni, isolatori passanti, frequenza nominale a 60 Hz ed altre caratteristiche su richiesta specifica del cliente.



MFPI single-phase capacitors are the result of continual innovation and technological development of materials and production cycles, featuring extra low losses, high reliability and they are applicable to various needs.

They are chiefly used in making:

- *three-phase banks for power factor correction;*
- *filters for harmonics;*
- *protection against overvoltages;*
- *loss reduction.*

The capacitors are made and tested in accordance with the national CEI and international IEC standards; they can be made with all the terminals insulated or with a terminal connected to the container.

The following tables show:

- *the bushings used to make the capacitors in relation to the standardized insulation levels;*
- *the most commonly used capacitor plates in relation to the conditions of service and the standard electrical characteristics indicated in the above paragraphs.*

Please note that, besides the capacitors indicated in the following tables, ENERLUX makes types with insulation levels, dimensions, bushings, rated frequency at 60 Hz and other characteristics when specifically requested by the customer.



Les condensateurs monophasés modèle MFPI sont le fruit d'une innovation constante et d'un développement technologique continu des matériaux et des cycles de production; ils sont caractérisés par de très faibles pertes, une haute fiabilité et ils satisfont de multiples nécessités.

Leur emploi concerne essentiellement la réalisation de:

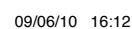
- *batteries triphasées pour la compensation de phase;*
- *filtres pour harmoniques;*
- *protections contre les surtensions;*
- *réduction des pertes.*

Les condensateurs sont fabriqués et testés conformément aux normes italiennes CEI et internationales IEC; ils peuvent être réalisés avec toutes les bornes isolées ou avec une borne reliée à la cuve.

Les tableaux suivants indiquent:

- *les isolateurs utilisés pour la réalisation des condensateurs en référence aux valeurs de niveau d'isolement standardisées;*
- *les plaques des condensateurs les plus utilisés en référence aux conditions de service et aux caractéristiques électriques standards indiquées dans les paragraphes précédents.*

Nous précisons qu'ENERLUX réalise, en plus des condensateurs indiqués dans les tableaux ci-dessous, des modèles avec des niveaux d'isolement, des dimensions, des isolateurs, une fréquence nominale à 60 Hz et d'autres caractéristiques sur demande spécifique du Client.



CONDENSATORI TRIFASE CAPACITORS THREE-PHASE CONDENSATEURS TRIPHASÉ

TFPI



I condensatori trifase tipo TFPI sono il risultato di una continua innovazione e sviluppo tecnologico dei materiali e dei cicli produttivi; sono caratterizzati da bassissime perdite, alta affidabilità ed applicabili a svariate necessità.

Il loro impiego è principalmente nella realizzazione di:

- rifasamento di motori;
- rifasamento trasformatori;
- riduzione delle perdite

I condensatori sono costruiti e testati in conformità alle norme nazionali CEI ed internazionali IEC.

La tensione max nominale è di 13,8 kV; per tensioni superiori si utilizzano condensatori monofase collegati a stella.

Nelle tabelle a seguire sono indicati:

- gli isolatori passanti utilizzati per la realizzazione dei condensatori in riferimento ai valori di livello di isolamento standardizzati;
- le targhe dei condensatori più utilizzati in riferimento alle condizioni di servizio ed alle caratteristiche elettriche standard indicate nei paragrafi precedenti.

Precisiamo che ENERLUX realizza oltre ai condensatori indicati nelle tabelle sottostanti, tipologie con livelli di isolamento, dimensioni, isolatori passanti, frequenza nominale a 60 Hz ed altre caratteristiche su richiesta specifica del cliente.



TFPI three-phase capacitors are the result of continual innovation and technological development of materials and production cycles; they feature extra low losses, high reliability and are applicable to various needs.

They are chiefly used in making:

- power factor correction of engines;
- transformer power factor correction;
- loss reduction.

The capacitors are made and tested in accordance with the national CEI and international IEC standards.

The max rated voltage is 13,8 kV; for higher voltages, single-phase capacitors with a star connection are used.

The following tables show:

- the bushings used to make the capacitors in relation to the standardized insulation levels;
- the most commonly used capacitor plates in relation to the conditions of service and the standard electrical characteristics indicated in the above paragraphs.

Please note that, besides the capacitors indicated in the following tables, ENERLUX makes types with insulation levels, dimensions, bushings, rated frequency at 60 Hz and other characteristics when specifically requested by the customer.



Les condensateurs triphasés modèle TFPI sont le fruit d'une innovation constante et d'un développement technologique continu des matériaux et des cycles de production; ils sont caractérisés par de très faibles pertes, une haute fiabilité et ils satisfont de multiples nécessités.

Leur emploi concerne essentiellement la réalisation de:

- compensation de phase de moteurs;
- compensation de phase de transformateurs;
- réduction des pertes.

Les condensateurs sont fabriqués et testés conformément aux normes italiennes CEI et internationales IEC.

La tension max. nominale est de 13,8 kV; pour les tensions supérieures, on utilise des condensateurs monophasés montés en étoile.

Les tableaux suivants indiquent:

- les isolateurs utilisés pour la réalisation des condensateurs en référence aux valeurs de niveau d'isolement standardisées;
- les plaques des condensateurs les plus utilisés en référence aux conditions de service et aux caractéristiques électriques standards indiquées dans les paragraphes précédents.

Nous précisons qu'ENERLUX réalise, en plus des condensateurs indiqués dans les tableaux ci-dessous, des modèles avec des niveaux d'isolement, des dimensions, des isolateurs, une fréquence nominale à 60 Hz et d'autres caractéristiques sur demande spécifique du Client.

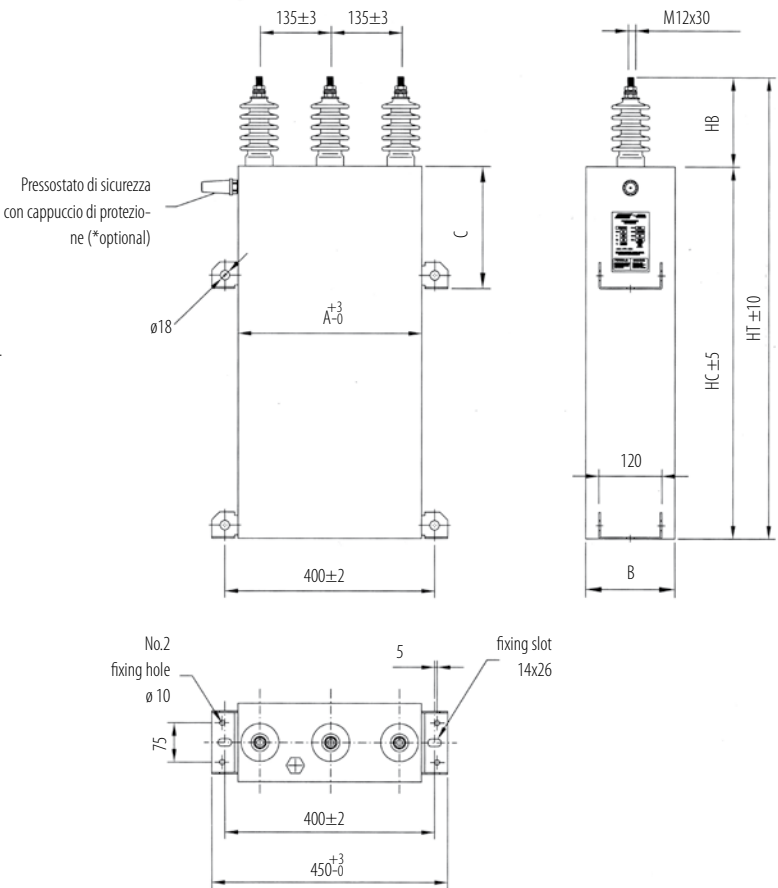
DIMENSIONI CONDENSATORE TRIFASE

THREE-PHASE CAPACITOR DIMENSIONS

DIMENSIONS CONDENSATEUR TRIPHASÉ

fig. N

Condensatore trifase
Capacitor three-phase
Condensateur triphasé



POTENZA RATED OUTPUT PUISSANCE NOMINALE	DIMENSIONI CUSTODIA CONTAINER DIMENSIONS DIMENSIONS CUVE			DIMENSIONI CONDENSATORI CAPACITOR DIMENSIONS DIMENSIONS DES CONDENSATEURS					
	A	B	HC	Ui=3,6 kV (10/40 kV)		Ui=7,2 kV (20/60 kV)		Ui=12 kV (28/75 kV)	
KVAR				HT	PESO WEIGHT POIDS kg	HT	PESO WEIGHT POIDS kg	HT	PESO WEIGHT POIDS kg
	mm	mm	mm	mm		mm		mm	
25	350	140	160	250	11	290	12	330	13
50	350	140	185	275	14	315	15	355	16
75	350	150	200	290	17	330	18	370	19
100	350	150	240	330	20	370	21	410	22
150	350	150	330	420	26	460	27	500	28
200	350	150	410	500	32	540	33	580	34
250	350	150	490	580	38	620	39	660	40
300	350	150	560	650	43	690	44	730	45
350	350	175	560	650	50	690	51	730	52
400	350	175	620	710	55	750	56	790	57
450	350	175	690	780	61	820	62	860	63
500	350	175	760	850	66	890	67	930	68
550	350	175	820	910	71	950	72	990	73
600	350	175	890	980	77	1020	78	1060	79
650	350	175	960	1050	82	1090	83	1130	84
700	350	175	1030	1120	88	1160	89	1200	90
750	350	175	1090	1180	93	1220	90	1260	91

Altre caratteristiche e altre taglie a richiesta.
Le dimensioni sopra indicate, non sono da ritenersi vincolanti in funzione del continuo sviluppo, della ricerca sul prodotto e della produzione di condensatori con o senza fusibili interni.

Other characteristics and sizes on request.
The above dimensions are not to be considered binding in relation to the continual development, product research and production of capacitors with or without internal fuses.

Autres caractéristiques et autres tailles sur demande.
Les dimensions ci-dessus ne sont pas contractuelles en raison du développement continu, de la recherche sur le produit et de la production de condensateurs avec ou sans fusibles internes.

FUSIBILI INTERNI

INTERNAL FUSES

FUSIBLES INTERNES



I condensatori possono essere muniti di fusibili interni, dove ogni elemento capacitivo è munito di un fusibile posto in serie all'elemento (vedi figura O); in caso di guasto dell'elemento capacitivo il fusibile interviene scollegando l'elemento guasto dall'unità che non viene interessata dal corto circuito, permettendo in questo modo il funzionamento del condensatore. L'intervento del fusibile genera quindi una riduzione di capacità; nel caso in cui più fusibili intervengano, la variazione deve essere tale da mantenere comunque la capacità totale risultante nei limiti di tolleranza prescritti dalle norme di riferimento. Questo sistema offre l'evidente vantaggio di poter operare anche con unità in cui vi siano elementi guasti (rispettando i criteri sopra esposti); esistono però limiti costruttivi dati dall'esigenza di avere un discreto numero di elementi capacitivi collegati in parallelo per ogni ramo serie, in modo tale che lo scollegamento dell'elemento guasto, non influisca in termini di sovratensioni e sovracorrenti sui restanti elementi. In generale è necessario che la tensione nominale del condensatore sia ≤ 7200 V ed una potenza nominale ≥ 300 kvar.



The capacitors can be provided with internal fuses, where each capacitive element is provided with a fuse set in series with the element (see figure O); if the capacitive element breaks the fuse trips, disconnecting the broken element from the unit that is not involved in the short circuit, thereby making it possible for the capacitor to work.

The fuse tripping then produces a reduction in capacitance; if a number of fuses trip, the variation must be such as to anyhow keep the resulting total capacitance within the limits of tolerance prescribed by the reference standards.

This system offers the obvious advantage of being able to operate also with units in which there are broken elements (respecting the above criteria); however there are construction limits due to the need to have a fair number of capacitive elements connected in parallel for each series branch, so that disconnecting the broken element has no effect on the remaining elements in terms of overvoltage and overcurrent.

In general it is necessary for the rated voltage of the capacitor to be ≤ 7200 V and rated power ≥ 300 kvar.



Les condensateurs peuvent être dotés de fusibles internes, où chaque élément capacitif est muni d'un fusible placé en série à l'élément (voir figure O); en cas de panne de l'élément capacitif, le fusible intervient en déconnectant l'élément en panne de l'unité qui ainsi n'est pas concernée par le court-circuit, permettant le fonctionnement du condensateur.

L'intervention du fusible entraîne donc une réduction de la capacité; si plusieurs fusibles interviennent, la variation doit toutefois maintenir la capacité totale dans les limites de tolérance prescrites par les normes de référence.

Ce système offre l'avantage évident de pouvoir opérer aussi avec des unités contenant des éléments en panne (en respectant les critères susmentionnés); il y a toutefois des limites de construction dues à l'exigence d'avoir un assez grand nombre d'éléments capacitifs connectés en parallèle pour chaque groupe-série, de sorte que la déconnexion de l'élément en panne n'influe pas en termes de surtensions et de surintensités sur les éléments restants.

En général il est nécessaire que la tension nominale du condensateur soit ≤ 7200 V et la puissance nominale ≥ 300 kvar.

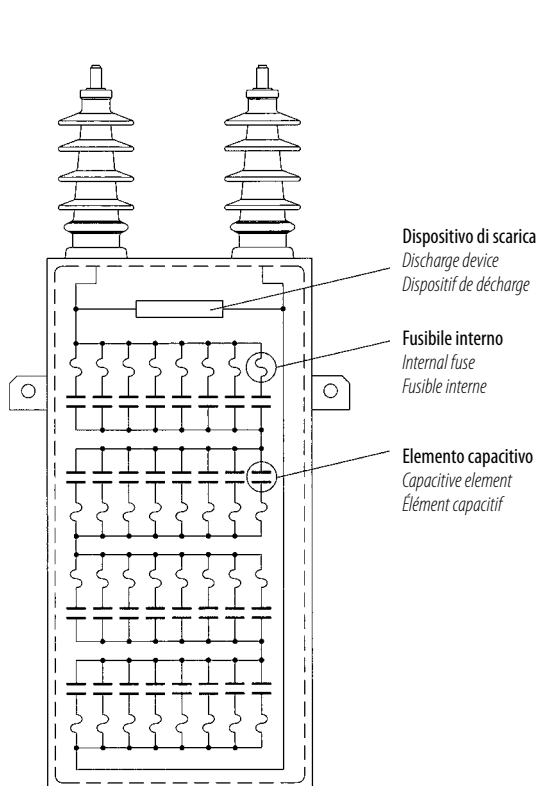


fig. O

Vista Condensatore con fusibili interni
View of Capacitor with internal fuses
Vue Condensateur avec fusibles internes

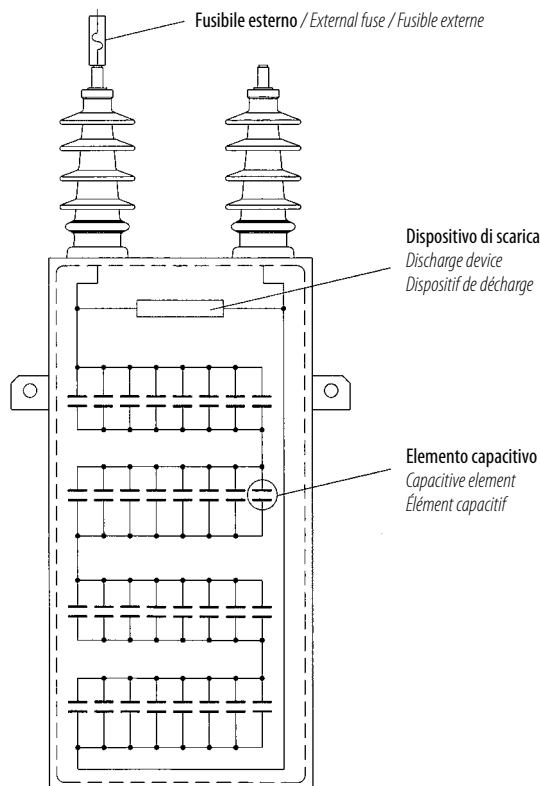


fig. P

Vista Condensatore con fusibili esterni
View of Capacitor with external fuses
Vue Condensateur avec fusibles externes

FUSIBILI ESTERNI EXTERNAL FUSES FUSIBLES EXTERNES



I condensatori ed i banchi di media tensione possono essere muniti di fusibili esterni (vedi figura P) a protezione dei guasti causati da corto-circuito. Le principali regole e parametri che determinano la scelta ed il dimensionamento del fusibile sono le seguenti:

- La tensione nominale dei fusibili deve essere uguale o superiore alla tensione di fase del sistema.
- La scelta deve tener conto dei transitori di corrente e la presenza o meno delle reattanze di inserzione.
- Il fusibile deve essere in grado di sopportare tutte le sovracorrenti di inserzione dovute alle manovre durante la vita del condensatore. Il valore di picco della corrente di inserzione non deve superare 100 volte il valore efficace della corrente nominale.
- La corrente permanente del fusibile deve essere pari ad almeno 2-3 volte la corrente nominale per considerare tutti i possibili sovraccarichi.
- In riferimento alle considerazioni espresse nel paragrafo "CORRENTE", i fusibili devono essere progettati per poter sopportare, permanentemente, una corrente di 1,3 In.

In conseguenza del valore effettivo della capacità che può essere al massimo uguale a 1,15 volte il valore corrispondente alla sua potenza nominale, questa corrente può avere un valore massimo di $1,3 * 1,15 = 1,5$ volte la corrente nominale per le singole unità e valori inferiori per le batterie.

Indicativamente la corrente nominale del fusibile deve essere pari a 2 volte la corrente nominale dell'unità.

- In un sistema trifase equilibrato la disinserzione di una unità su una fase causa un aumento di tensione sulla batteria di condensatori; nei banchi di media e grossa potenza dove esiste la reale necessità che in caso di guasto di una o più unità il sistema continui a funzionare, tale aumento deve essere contenuto entro il 10%.

- Il fusibile o i fusibili collegati ad una unità sana o a più unità sane devono essere in grado di sopportare le correnti di scarica dovute alla perforazione di un'altra unità o di altre unità e le correnti dovute ai cortocircuiti esterni all'unità o alle unità, specialmente nei banchi trifase di media e grossa potenza.

- Nella scelta dei fusibili si deve cercare di minimizzare la probabilità di rottura del contenitore in caso di guasto di un'unità.

- Nei banchi di media e grossa potenza dove è necessaria la protezione a squilibrio, la scelta della corrente nominale del fusibile deve essere coordinata con tali sistema.

- L'intervento di uno o più fusibili causa una variazione della distribuzione della tensione all'interno della batteria; la tensione ai terminali dell'unità sana o delle unità sane non deve superare i valori indicati nelle "CONDIZIONI DI SERVIZIO", né deve persistere più a lungo della durata corrispondente.

I fusibili esterni utilizzati da ENERLUX srl si dividono in:

- "FUSIBILI H.R.C."

- "FUSIBILI AD ESPULSIONE"



The medium voltage capacitors and banks can be provided with external fuses (see figure P) to protect against faults caused by short-circuiting.

The main rules and parameters determining the choice and sizing of the fuse are the following:

- *The rated voltage of the fuses must be equal to or greater than the phase voltage of the system.*
- *The choice must take account of the current transients and whether there are any inrush reactors.*
- *The fuse must be able to withstand all the inrush overcurrents due to the operations during the life of the capacitor. The peak value of the inrush current must not exceed 100 times the effective value of the rated current.*
- *The permanent current of the fuse must be equal to at least 2-3 times the rated current to consider all the possible overloads.*

- *Referring to the considerations made in the "CURRENT" paragraph, the fuses must be designed to be able to withstand, permanently, a current of 1.3 In.*

*As a result of the actual value of the capacitance that can at most be equal to 1.15 times the value corresponding to its rating, this current can have a maximum value of $1.3 * 1.15 = 1.5$ times the rated current for the single units and lower values for the banks.*

As an indication, the rated current of the fuse must be equal to 2 times the rated current of the unit.

- *In a balanced three-phase system disconnecting a unit on a phase causes an increase in voltage on the bank of capacitors; in medium and high power banks where there is a real need that if one or more units breaks down the system will keep on working, this increase must be contained within 10%.*

- *The fuse or fuses connected to a good unit or to a number of good units must be able to withstand the discharge currents due to perforation of another unit or other units and the currents due to short-circuiting outside the unit or units, especially in medium and high power three-phase banks.*

- *When choosing fuses you need to try and minimize the likelihood of the container breaking if the unit breaks down.*

- *For medium and high power banks where unbalance protection is necessary, the choice of the rated current of the fuse must be coordinated with these systems.*

- *One or more fuses blowing causes a change of voltage distribution within the bank; the voltage at the terminals of the sound unit(s) must not exceed the values stated in the "CONDITIONS OF SERVICE," nor must it last longer than the corresponding duration.*

The external fuses used by ENERLUX srl are divided into:

- "H.R.C. FUSES"

- "EXPULSION FUSES"



Les condensateurs et les batteries de moyenne tension peuvent être munis de fusibles externes (voir figure P) pour la protection contre les pannes causées par un court-circuit.

Les principales règles et paramètres qui déterminent le choix et le dimensionnement du fusible sont les suivants:

- *La tension nominale des fusibles doit être égale ou supérieure à la tension de phase du système.*
- *Le choix doit tenir compte des transitoires de courant et de la présence ou pas des réactances d'insertion.*
- *Le fusible doit être en mesure de supporter toutes les surintensités d'insertion dues aux manœuvres pendant la durée de vie du condensateur. La valeur de crête du courant d'insertion ne doit pas dépasser 100 fois la valeur efficace du courant nominal.*

- *Le courant permanent du fusible doit être égal à au moins 2-3 fois le courant nominal pour considérer toutes les surcharges possibles.*

- *En référence aux considérations exprimées au paragraphe "COURANT", les fusibles doivent être conçus pour pouvoir supporter, de façon permanente, un courant de 1,3 In.*

*En conséquence de la valeur effective de la capacité qui peut être au maximum égale à 1,15 fois la valeur correspondant à sa puissance nominale, ce courant peut avoir une valeur maximale de $1,3 * 1,15 = 1,5$ fois le courant nominal pour les unités individuelles et des valeurs inférieures pour les batteries.*

À titre indicatif le courant nominal du fusible doit être égal à 2 fois le courant nominal de l'unité.

- *Dans un système triphasé équilibré, la désinsertion d'une unité sur une phase entraîne une augmentation de tension sur la batterie de condensateurs; dans les batteries de moyenne et grande puissance, lorsqu'il est réellement nécessaire qu'en cas de panne d'une ou de plusieurs unités le système continue à fonctionner, cette augmentation doit être limitée à 10%.*

- *Le fusible ou les fusibles reliés à une unité saine ou à plusieurs unités saines doivent être en mesure de supporter les courants de décharge dus au claquage d'une autre unité ou d'autres unités, et les courants dus aux courts-circuits externes à l'unité ou aux unités, en particulier dans les batteries triphasées de moyenne et grande puissance.*

- *Pour le choix des fusibles, chercher à minimiser la probabilité de rupture de la cuve en cas de panne d'une unité.*

- *Pour les batteries de moyenne et grande puissance, où une protection de déséquilibre est nécessaire, le choix du courant nominal du fusible doit être coordonné avec ses systèmes.*

- *L'intervention d'un ou de plusieurs fusibles entraîne une variation de la distribution de la tension à l'intérieur de la batterie; la tension aux bornes de l'unité saine ou des unités saines ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans les "CONDITIONS DE SERVICE," ni ne doit persister plus longtemps que la durée correspondante.*

Les fusibles externes utilisés par ENERLUX srl se divisent en:

- "FUSIBLES H.R.C."

- "FUSIBLES À EXPULSION"



FUSIBILI H.R.C.

I fusibili tipo H.R.C. (vedi figura Q) sono normalmente utilizzati per la protezione di piccoli banchi e/o condensatori trifase, progettati in conformità alle norme DIN e IEC per la protezione contro gli effetti termici e dinamici, causati da una corrente di corto circuito che supera il valore tollerato per grandezza e durata.

Caratteristiche principali dei fusibili H.R.C. sono:

- basso valore della corrente minima di intervento;
- bassa potenza dissipata;
- bassa tensione dell'arco elettrico;
- elevato potere di interruzione;
- alta limitazione della corrente;
- facile manutenzione;
- piccole dimensioni.

I fusibili H.R.C. sono la soluzione migliore in situazioni dove l'utilizzo di altri sistemi di protezione richiederebbe un costo eccessivo rispetto a quello dell'intero impianto.

Per ottenere la massima limitazione della corrente, e quindi la migliore protezione, la corrente di targa del fusibile scelto deve essere selezionata al livello più basso possibile rispetto al valore di corrente pari a circa 2 volte I_n .

Il percussore della cartuccia del fusibile oltre a svolgere la funzione di segnalazione di intervento, può essere associato al dispositivo per l'apertura dell'interruttore di manovra-sezionatore e/o al dispositivo di segnalazione visiva esterna di intervento.

Possono essere forniti oltre ai fusibili H.R.C., gli accessori di corredo come le apposite basi portafusibili ed i dispositivi di segnalazione d'intervento.

Nella tabella 6 vengono riportate le targhe dei fusibili H.R.C.



H.R.C. FUSES

H.R.C. fuses (see figure Q) are normally used to protect small banks and/or three-phase capacitors, designed in accordance with DIN and IEC standards for protection against thermal and dynamic effects, caused by short circuit current exceeding the tolerated value in magnitude and duration.

The main characteristics of H.R.C. fuses are:

- low minimum trip current;
- low dissipated power;
- low voltage of the electric arc;
- high breaking capacity;
- high current limiting;
- easy maintenance;
- small dimensions.

H.R.C. fuses are the best solution in situations where using other protection systems would require an excessive cost compared to that of the whole system.

To obtain the maximum current limitation, and therefore the best protection, the rated current of the chosen fuse must be selected at the lowest possible level compared to the value of the current equal to about 2 times I_n .

The fuse cartridge striker, besides performing the function of signalling tripping, can be associated with the device for turning off the operating-disconnecting switch and/or with the external indicator device.

Besides H.R.C. fuses, accessories can be supplied such as the specific fuse holder bases and the trip signalling devices.

Table 6 shows the plates of the H.R.C. fuses.



FUSIBLES H.R.C.

Les fusibles type H.R.C. (voir figure Q) sont généralement utilisés pour la protection de petites batteries et/ou condensateurs triphasés, conçus conformément aux normes DIN et IEC pour la protection contre les effets thermiques et dynamiques, causés par un courant de court circuit qui dépasse la valeur tolérée par grandeur et durée.

Les caractéristiques principales des fusibles H.R.C. sont:

- basse valeur du courant minimal d'intervention;
- basse puissance dissipée;
- basse tension de l'arc électrique;
- pouvoir élevé de coupure;
- haute limitation du courant;
- maintenance facile;
- petites dimensions.

Les fusibles H.R.C. sont la meilleure solution quand l'utilisation d'autres systèmes de protection entraînerait un coût excessif par rapport à celui de l'installation dans son ensemble.

Pour obtenir la plus grande limitation du courant, et donc la meilleure protection, le courant indiqué sur la plaque du fusible choisi doit être sélectionné au niveau le plus bas possible par rapport à la valeur de courant égale à environ 2 fois I_n .

Le percuteur de la cartouche du fusible non seulement sert à signaler l'intervention, mais il peut aussi être associé au dispositif pour l'ouverture de l'interrupteur de manœuvre-sectionneur et/ou au dispositif de signalisation visuelle externe d'intervention.

Outre les fusibles H.R.C., sont également disponibles les accessoires comme les bases porte-fusibles et les dispositifs de signalisation d'intervention.

Le Tableau 6 contient les données des plaques des fusibles H.R.C.



fig. Q

Vista Condensatori con fusibili tipo H.R.C. / View of Capacitors with H.R.C. fuses / Vue des Condensateurs avec fusibles type H.R.C.



FUSIBILI AD ESPULSIONE

I fusibili ad espulsione (vedi figura S) sono normalmente utilizzati per la protezione di banchi con elevate potenze poste solitamente all'esterno, in cui vi è la presenza di numerose unità in parallelo.

L'utilizzo dei fusibili ad espulsione è un pratico sistema economico e funzionale in quanto, in caso guasto:

- solo l'unità interessata viene esclusa mantenendo il sistema in servizio, consentendo di programmare l'intervento di sostituzione;

- la ricerca dell'unità interessata è facile e veloce essendo ben visibile grazie al dispositivo ad espulsione, consentendo quindi di ridurre al minimo i tempi di ricerca (vedi figura R);

- il fusibile può essere riutilizzato cambiando solo l'elemento a cartuccia interno.

Precisiamo che il funzionamento del sistema, in caso di guasto e consecutiva esclusione di una o più unità, è consentito solo se l'aumento di tensione sui rimanenti condensatori è inferiore al 10% (numero minimo di 10 unità in parallelo per fase).

Nel caso in cui l'utilizzo venga effettuato con minori unità in parallelo, il banco di condensatori dovrà essere sconsesso dalla rete, per evitare danni alle altre unità ancora integre.

E' raccomandato l'utilizzo dei fusibili ad espulsione su banchi con potenza max di circa 5 Mvar; tale valore è basato sull'esigenza di evitare che la corrente dovuta alla scarica dell'energia immagazzinata nelle unità connesse in parallelo con l'unità difettosa, provochi la rottura della custodia.

Per maggiori potenze richieste è comunque possibile l'utilizzo dei fusibili ad espulsione, inserendo più gruppi serie sulla stessa fase con conseguente aumento della potenza complessiva, ma limitando l'energia di scarica in parallelo rispetto a disposizioni con solo gruppi parallelo.

La protezione mediante l'utilizzo dei fusibili ad espulsione deve comunque sempre essere associata alla protezione a squilibrio.

Nella figura U vengono mostrate le disposizioni di installazione verticale ed orizzontale dei fusibili ad espulsione e le relative distanze di rispetto; nelle tabelle 7 e 8 vengono riportate le targhe dei fusibili ad espulsione e dei relativi elementi a cartuccia.

Nella figura V vengono mostrate le caratteristiche tempo-corrente dei fusibili ad espulsione.



EXPULSION FUSES

Expulsion fuses (see figure S) are normally used to protect banks with high powers usually installed outside, where there are many units in parallel.

Using expulsion fuses is a practical cost-effective and functional system since, in case of failure:

- only the unit involved is excluded, keeping the system in service, making it possible to schedule replacement;
- searching for the affected unit is easy and fast as it is easy to see thanks to the expulsion device, thereby making it possible to minimize the search time (see figure R);

- the fuse can be reused by changing only the internal cartridge element.

We should point out that system operation, in the event of failure and ensuing exclusion of one or more units, is only permissible if the increase in voltage on the remaining capacitors is less than 10% (minimum number of 10 units in parallel per phase).

If use involves a smaller number of units in parallel, the bank of capacitors must be disconnected from the network to avoid damage to the other units that are still integral.

It is recommended to use expulsion fuses on banks with a max power of approximately 5 Mvar; this value is based on the need to prevent the current due to the discharge of the energy stored in the units connected in parallel with the defective unit causing the container to break.

For greater required powers it is however possible to use expulsion fuses, inserting more series groups on the same phase with an according increase in the overall power, but limiting the discharge energy in parallel compared to layouts with only parallel groups.

Protection by using expulsion fuses must anyhow always be associated with unbalance protection.

Figure U shows the vertical and horizontal installation layouts of the expulsion fuses and the relative clearances; tables 7 and 8 show the plates of the expulsion fuses and of the associated cartridge elements.

Figure V shows the time-current characteristics of the expulsion fuses.



FUSIBLES À EXPULSION

Les fusibles à expulsion (voir Figure S) sont généralement utilisés pour la protection de batteries avec de hautes puissances, situés d'ordinaire à l'extérieur, en présence de nombreuses unités en parallèle.

L'utilisation des fusibles à expulsion est un système pratique, économique et fonctionnel car en cas de panne:

- seule l'unité concernée est exclue, maintenant le système en service et permettant de programmer l'intervention de remplacement;

- la recherche de l'unité concernée est facile et rapide, car bien visible grâce au dispositif à expulsion, permettant donc de réduire au minimum les temps de recherche (voir Figure R);

- le fusible peut être réutilisé en changeant seulement l'élément à cartouche interne.

Nous précisons que le fonctionnement du système, en cas de panne et d'exclusion d'une ou de plusieurs unités, n'est possible que si l'augmentation de tension sur les condensateurs restants est inférieure à 10% (au minimum 10 unités en parallèle par phase).

Si l'utilisation est effectuée avec moins d'unités en parallèle, la batterie de condensateurs doit être déconnectée du réseau, pour éviter des dommages aux autres unités encore intactes.

Il est recommandé d'utiliser des fusibles à expulsion sur les batteries ayant une puissance maxi d'environ 5 Mvar; cette valeur se base sur l'exigence d'éviter que le courant dû à la décharge de l'énergie emmagasinée dans les unités connectées en parallèle avec l'unité défectueuse, ne provoque la rupture de la cuve.

Pour des puissances supérieures, il est possible d'utiliser des fusibles à expulsion, en insérant plusieurs groupes en série sur la même phase avec en conséquence une augmentation de la puissance totale, mais en limitant l'énergie de décharge en parallèle par rapport à des dispositions avec seulement des groupes en parallèle. La protection au moyen de l'utilisation des fusibles à expulsion doit toujours être associée à la protection de déséquilibre.

La Figure U montre les dispositions d'installation verticale et horizontale des fusibles à expulsion et les distances correspondantes de recul; les Tableaux 7 et 8 contiennent les données des plaques des fusibles à expulsion et des éléments à cartouche correspondants.

La Figure V montrent les caractéristiques temps-courant des fusibles à expulsion.

Disposizione del fusibile per l'installazione del Condensatore in posizione orizzontale.

Fuse layout for installing the Capacitor in a horizontal position.

Disposition du fusible pour l'installation du Condensateur en position horizontale.

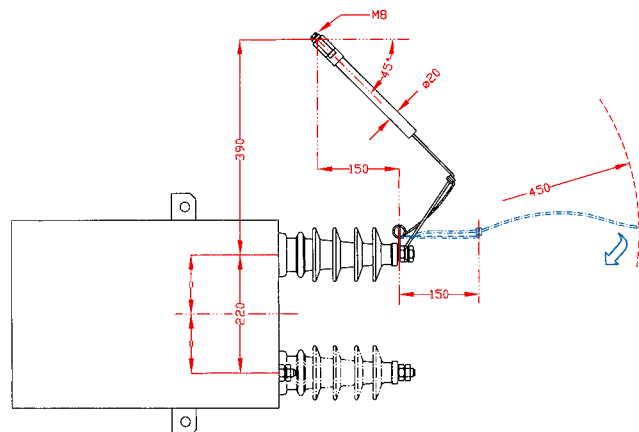
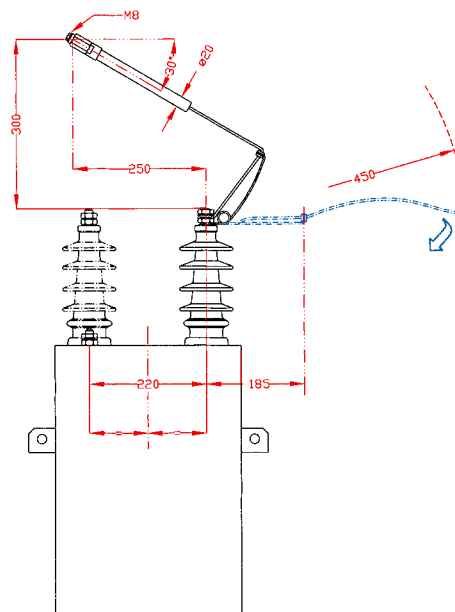


fig. R

Vista montaggio fusibili ad espulsione

View of expulsion fuses assembly

Vue montage fusibles à expulsion



Disposizione del fusibile per l'installazione del Condensatore in posizione verticale.

Fuse layout for installing the Capacitor in a vertical position.

Disposition du fusible pour l'installation du Condensateur en position verticale.



fig. S

Vista Condensatori con fusibili ad espulsione
View of Capacitors with expulsion fuses
Vue des Condensateurs avec fusibles à expulsion

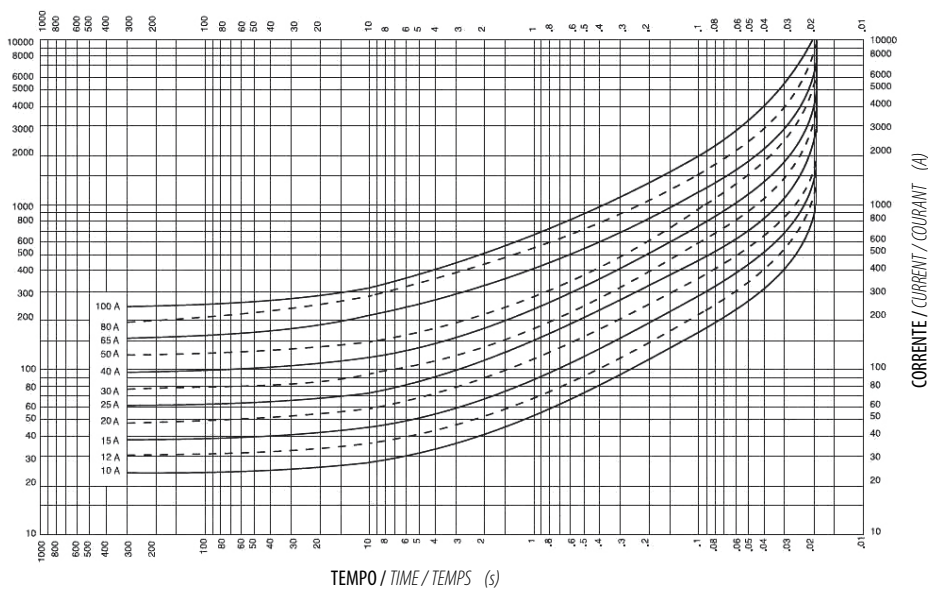


fig. T

Caratteristiche tempo-corrente
dei Fusibili ad espulsione

Time-current characteristics
of expulsion Fuses

Caractéristiques temps-courant
des Fusibles à expulsion

AMPERE FUSIBILE FUSE AMPS AMPÈRE FUSIBLE	CODICE FUSIBILE PER MONTAGGIO VERTICALE FUSE CODE FOR VERTICAL ASSEMBLY CODE FUSIBLE POUR MONTAGE VERTICAL	CODICE FUSIBILE PER MONTAGGIO ORIZZONTALE FUSE CODE FOR HORIZONTAL ASSEMBLY CODE FUSIBLE POUR MONTAGE HORIZONTAL	CODICE ELEMENTO PER FUSIBILE FUSE ELEMENT CODE CODE ÉLÉMENT POUR FUSIBLE
10	EFCV.10	EFCO.10	EEFC.10
12	EFCV.12	EFCO.12	EEFC.12
15	EFCV.15	EFCO.15	EEFC.15
20	EFCV.20	EFCO.20	EEFC.20
25	EFCV.25	EFCO.25	EEFC.25
30	EFCV.30	EFCO.30	EEFC.30
40	EFCV.40	EFCO.40	EEFC.40
50	EFCV.50	EFCO.50	EEFC.50
60	EFCV.60	EFCO.60	EEFC.60
80	EFCV.80	EFCO.80	EEFC.80
100	EFCV.100	EFCO.100	EEFC.100

Tab. 7

Targhe dei fusibili per media tensione tipo ad espulsione / Plates of fuses for medium voltage type expulsion / Plaques des fusibles pour moyenne tension type à expulsion

PROTEZIONE A SQUILIBRIO UNBALANCE PROTECTION PROTECTION DE DÉSÉQUILIBRE



La sola protezione contro le sovracorrenti non assicura una protezione sufficiente contro i guasti interni dell'unità; un'ulteriore protezione, specialmente quando questa è costituita da numerose unità, è quindi necessaria.

La soluzione ottimale ed efficiente per garantire l'efficacia ed il corretto monitoraggio dei banchi di condensatori è la protezione a squilibrio.

Esistono diverse tipologie di protezioni a squilibrio, la più utilizzata è la rilevazione dello squilibrio in corrente fra i due centri stella; il funzionamento di questa protezione si basa sulla verifica della simmetria dei due centri stella del banco.

In un sistema trifase equilibrato la corrente tra i due centri stella è praticamente a zero, mentre in caso di guasto di elementi o di unità si ha uno spostamento degli stessi con una circolazione di corrente residua; interponendo un trasformatore di corrente tra i due centri stella (vedi figura U) è possibile rilevare questa corrente residua e mediante un apposito relè, è possibile effettuare tempestivamente operazioni come lo sgancio dell'interruttore generale, l'apertura dei circuiti o la segnalazione di un problema senza provocare danni alle unità sane.

Questo sistema molto sensibile, può infatti rilevare anche il guasto di un singolo elemento e si evita che i restanti componenti installati subiscano danni; inoltre i dispositivi di protezione e manovra operano su interruzioni di carichi a livelli nominali e non a livelli di corto circuito.

La protezione a squilibrio è quindi costituita da un trasformatore di corrente e da un relè omopolare di corrente residua; nei punti a seguire vi mostriamo le principali caratteristiche di tali componenti.



The only protection against overcurrents does not ensure sufficient protection against internal unit breakdown; additional protection is therefore necessary, especially when many units are involved.

The optimal and efficient solution to guarantee the effectiveness and correct monitoring of the banks of capacitors is unbalance protection.

There are several types of unbalance protection, the one most widely used involves measuring the current unbalance between the two star centres; the operation of this protection is based on checking the symmetry of the two star centres of the bank.

In a balanced three-phase system the current between the two star centres is practically zero, whereas if elements or units break down they shift with circulation of the residual current; by inserting a current transformer between two star centres (see figure U) it is possible to measure this residual current and, with a special relay, it is possible to promptly perform operations such as releasing the main switch, opening circuits or signalling a problem without causing damage to the good units. This very sensitive system is also able to detect failure of a single element and this prevents the remaining installed components from getting damaged; in addition, the protection and operating devices work on breaks in loads at nominal levels and not at short circuit levels. Unbalance protection therefore comprises a current transformer and an omopolar residual current relay; the following points show you the main characteristics of these components.



La seule protection contre les surintensités n'assure pas une protection suffisante contre les pannes internes de l'unité; une protection supplémentaire, surtout quand elle est composée de nombreuses unités, est donc nécessaire.

La solution optimale et efficace pour garantir le bon fonctionnement et le bon contrôle des batteries de condensateurs est la protection de déséquilibre.

Il existe différents types de protections de déséquilibre, la plus utilisée est la détection du déséquilibre en courant entre les deux centres étoile; le fonctionnement de cette protection se base sur la vérification de la symétrie des deux centres étoile de la batterie.

Dans un système triphasé équilibré, le courant entre les deux centres étoile est pratiquement à zéro, tandis qu'en cas de panne d'éléments ou d'unités, on a un déplacement de ceux-ci avec une circulation de courant résiduel; en interposant un transformateur de courant entre les deux centres étoile (voir Figure U), il est possible de relever ce courant résiduel et, au moyen d'un relais approprié, d'effectuer rapidement les opérations comme le déclenchement de l'interrupteur général, l'ouverture des circuits ou la signalisation d'un problème sans provoquer de dommages aux unités saines.

En effet, ce système très sensible peut aussi relever la panne d'un seul élément, évitant ainsi que les autres éléments installés ne subissent de dommages; en outre, les dispositifs de protection et de manœuvre opèrent sur des interruptions de charges à des niveaux nominaux et non à des niveaux de court-circuit.

La protection de déséquilibre est donc constituée par un transformateur de courant et par un relais homopolaire de courant résiduel; nous vous illustrons dans les points suivants les principales caractéristiques de ces éléments.

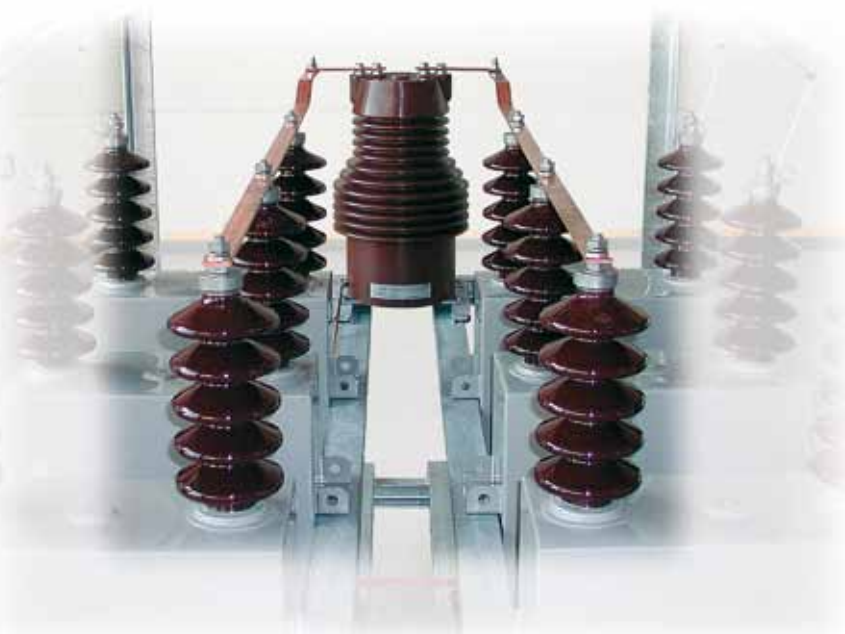


fig. U

Vista trasformatore di corrente tra due centri stella di un banco di condensatori

View of current transformer between two star centres of a bank of capacitors

Vue du transformateur de courant entre deux centres étoile d'une batterie de condensateurs



TRASFORMATORE DI CORRENTE PER PROTEZIONE A SQUILIBRIO

Il trasformatore di corrente ha la funzione di rilevare le correnti derivanti dallo squilibrio delle due stelle del banco di condensatori, ed isolare il neutro al medesimo livello della tensione di rete.

Nelle figure Z e X vengono mostrati i trasformatori di corrente per l'installazione da interno e da esterno utilizzati da Enerlux nelle versioni standard; precisiamo che su richiesta possono essere installati altri tipi di trasformatori con diversi rapporti, tensione di isolamento, prestazioni, ecc...

I principali dati del trasformatore di corrente per l'installazione da interno sono:

- Livello di isolamento: 24 kV
- Rapporto di trasformazione: 100-50/5 A (doppio rapporto primario)
- Prestazione: 10 VA
- Classe e fattore sicurezza: 5P10 (per misura) - 10P10 (per protezione)
- Corrente termica (I_{th}): 100 In
- Corrente dinamica: 2.5 I_{th}
- Frequenza: 50-60 Hz
- Peso: 16 Kg

Un tipico esempio di trasformatore di corrente per l'installazione da esterno è:

- Livello di isolamento: 24 kV
- Rapporto di trasformazione: 10/1 A
- Prestazione: 15 VA
- Classe e fattore sicurezza: 10P10
- Corrente termica (I_{th}): 100 In
- Corrente dinamica: 2.5 I_{th}
- Frequenza: 50-60 Hz
- Peso: 60 Kg

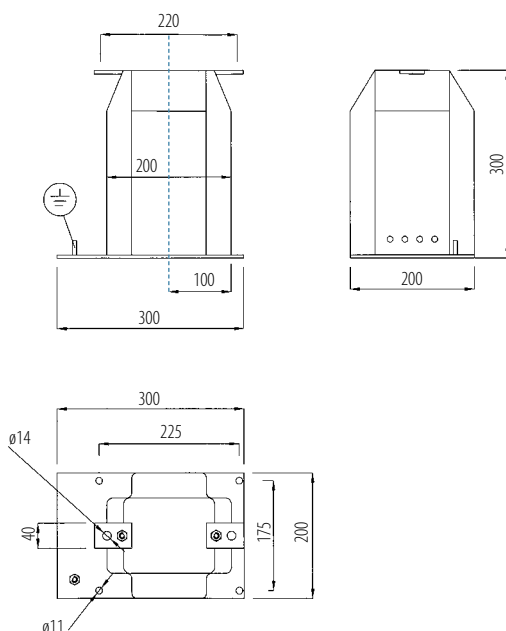


fig. V

Tipico trasformatore di corrente per protezione per protezione a squilibrio per installazioni da interno

Current transformer for unbalance protection for indoor installations

Transformateur de courant pour protection de déséquilibre pour installations intérieures



CURRENT TRANSFORMER FOR UNBALANCE PROTECTION

The function of the current transformer is to measure the currents deriving from the unbalance of the two stars of the bank of capacitors and to insulate neutral at the same level as the mains voltage.

Figures Z and X show the current transformers for inside and outside installation used by Enerlux in the standard versions; we should point out that on request other types of transformers can be installed with different ratios, insulating voltage, performance, etc...

The main data of the current transformer for inside installation are:

- Insulation level: 24 kV
- Transformation ratio: 100-50/5 A (double primary ratio)
- Power: 10 VA
- Class and safety factor: 5P10 (for measurement) - 10P10 (for protection)
- Thermal current (I_{th}): 100 In
- Dynamic current: 2.5 I_{th}
- Frequency: 50-60 Hz
- Weight: 16 kg

A typical example of a current transformer for outdoor installation is:

- Insulation level: 24 kV
- Transformation ratio: 10/1 A
- Power: 15 VA
- Class and safety factor: 10P10
- Thermal current (I_{th}): 100 In
- Dynamic current: 2.5 I_{th}
- Frequency: 50-60 Hz
- Weight: 60 kg



TRANSFORMATEUR DE COURANT POUR PROTECTION DE DÉSÉQUILIBRE

Le transformateur de courant a pour fonction de relever les courants dérivant du déséquilibre des deux étoiles de la batterie de condensateurs, et d'isoler le conducteur neutre au même niveau que la tension de réseau.

Les Figures Z et X montrent les transformateurs de courant pour l'installation intérieure et extérieure, utilisés par Enerlux dans les versions standards; nous précisons que, sur demande, d'autres types de transformateurs avec différents rapports, tension d'isolement, performances, etc. peuvent être installés.

Les principales données du transformateur de courant pour l'installation intérieure sont:

- Niveau d'isolement: 24 kV
- Rapport de transformation: 100-50/5 A (double rapport primaire)
- Puissance: 10 VA
- Classe et facteur sécurité: 5P10 (pour mesure) - 10P10 (pour protection)
- Courant thermique (I_{th}): 100 In
- Courant dynamique: 2,5 I_{th}
- Fréquence: 50-60 Hz
- Poids: 16 kg

Un typique exemple d'un transformateur de courant pour une installation à l'extérieur est:

- Niveau d'isolement: 24 kV
- Rapport de transformation: 10/1 A
- Puissance: 15 VA
- Classe et facteur sécurité: 10P10
- Courant thermique (I_{th}): 100 In
- Courant dynamique: 2,5 I_{th}
- Fréquence: 50-60 Hz
- Poids: 60 kg

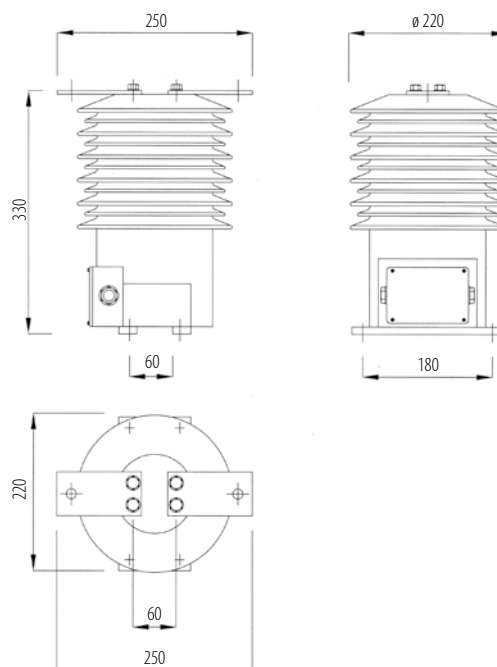


fig. Z

Tipico trasformatore di corrente per protezione per protezione a squilibrio per installazioni da esterno

Current transformer for unbalance protection for outdoor installations

Transformateur de courant pour protection de déséquilibre pour installations extérieures



RELÈ PER PROTEZIONE A SQUILIBRIO

Il relè di protezione a squilibrio è un relè omopolare di corrente residua insensibile alle armoniche a tempo indipendente.

È un relè realizzato con sistema tradizionale che per le sue caratteristiche di alta affidabilità, facilità di settaggio ed economicità risulta il più utilizzato e diffuso. Il relè è dotato di una soglia di intervento a cui è associato un relè con doppi contatti in uscita (vedi figura X) nella versione standard; per la protezione di banchi con potenze elevate o dove richiesto, è consigliato l'utilizzo di un relè a due soglie (allarme ed intervento).

I principali dati del relè in oggetto sono:

- Tensione ausiliaria:
 - 24 ÷ 125 V AC
 - 24 ÷ 220 V DC
 - 24 ÷ 230 V AC (mediante trasformatore ausiliario)
- Frequenza di funzionamento: 44÷66 Hz
- Segnale amperometrico da TA (ION): 1 o 5 A
- Sovraccarico permanente: 4ION
- Max corrente contatti uscita: 5 A
- Campo di regolazione soglia in corrente:
 - 1÷10 % ION (risoluzione 0,1%)
 - 5÷50 % ION (risoluzione 0,5%)
- Campo di regolazione soglia in tempo:
 - 0.04÷1 s (risoluzione 0,01 s)
 - 0.4÷10 s (risoluzione 0,1 s)
- Temperatura aria ambiente di funzionamento: -10÷+55 °C
- Max temperatura aria ambiente di funzionamento: -25÷+70 °C
- Umidità ambiente di funzionamento: 10÷95%
- Montaggio: sporgente o incassato
- Grado di protezione: fino a IP52 (solo per montaggio incassato)
- Peso: 1.6 Kg



PROTEZIONE PER SOVRACORRENTI

Nei banchi di condensatori oltre alla protezione a squilibrio, è normalmente richiesto l'utilizzo di una protezione per le sovracorrenti; tale protezione è normalmente realizzabile tramite n°3 trasformatori di corrente di linea, n°1 trasformatore di corrente per squilibrio e l'apposito relè.

Le funzioni di protezione realizzabili sono:

- 37 Minima corrente
- 46N Squilibrio di corrente sul neutro con compensazione intrinseca
- 49 Immagine termica (per protezione reattore serie)
- 50/51 Massima corrente
- 50/51 RMS Massima corrente RMS
- 50N/51N Massima corrente residua calcolata
- BF Mancata apertura interruttore
- TD Temporizzatore di scarica

Le protezioni 37, 49 e 50/51 (RMS) sono basate sulla misura del vero valore efficace delle tre correnti di fase (fondamentale ed armoniche fino all'undicesimo ordine)

È inoltre possibile implementare le funzioni 27 (Minima tensione) e 59 (Massima tensione) aggiungendo n°2 trasformatori di tensione fase-fase (vedi figura X). I relè sono provvisti di interfacce RS232, RS485 con protocollo ModBus RTU, porta Ethernet (a richiesta). Date le diverse tipologie di relè disponibili, consigliamo di contattare l'ufficio tecnico Enerlux che vi indicherà la tipologia di relè ottimale per le Vostre esigenze e fornirà le opportune informazioni tecniche a riguardo.



RELAY FOR UNBALANCE PROTECTION

The unbalance protection relay is an omopolar residual current relay that is insensitive to harmonics with independent time.

This is a relay made with a conventional system that due to its characteristics of high reliability, easy settings and inexpensiveness is the one most widely used.

The relay is equipped with a trip threshold that is associated with a relay with double output contacts (see figure X) in the standard version; for the protection of banks with high powers or where required, it is recommended to use two relays to create two thresholds (alarm and trip).

The main data of this relay are:

- Auxiliary voltage:
 - 24 ÷ 125 V AC
 - 24 ÷ 220 V DC
 - 24 ÷ 230 V AC (via auxiliary transformer)
- Working frequency: 44÷66 Hz
- Amperometric signal from CT (ION): 1 or 5 A
- Permanent overload: 4ION
- Max current output contacts: 5 A
- Field of adjustment of current threshold:
 - 1÷10 % ION (resolution 0.1%)
 - 5÷50 % ION (resolution 0.5%)
- Field of adjustment of time threshold:
 - 0.04÷1 s (resolution 0.01 s)
 - 0.4÷10 s (resolution 0.1 s)
- Working ambient air temperature: -10 ÷ +55 °C
- Max working ambient air temperature: -25 ÷ +70 °C
- Working ambient humidity: 10÷95%
- Fitting: protruding or flush-mounted
- Degree of protection: up to IP52 (for flush-mounting only)
- Weight: 1.6 kg



OVERCURRENT PROTECTION

The use of a protection against overcurrents is usually required on capacitor banks, additionally to unbalance protection; this protection is normally realized with No 3 line current transformers, No 1 unbalance current transformer and proper relay.

Protection functions can be realized with:

- 37 Undercurrent
- 46N Neutral unbalance overcurrent with inherent unbalance compensation
- 49 Thermal image (for series reactor)
- 50/51 Fundamental frequency phase overcurrent
- 50/51 RMS phase overcurrent
- 50N/51N Computed residual overcurrent
- BF Breaker Failure
- TD Discharge Timer

37, 49 and 50/51 (RMS) protections are based on the measurement of the real effective value of the three phase currents (fundamental and harmonics till eleventh order).

Further is possible to implement 27(Undervoltage) and 59 (Overvoltage) functions, adding No 2 phase-phase voltage transformers (see figure X).

Relays are provided with RS232, RS485 interfaces with ModBus RTU protocol, Ethernet port (on request).

Due to the different types of available relays, we advise to contact Enerlux technical department that will indicate the best relay type related to your exigencies and will provide related technical information.



RELAIS POUR PROTECTION DE DÉSÉQUILIBRE

Le relais de protection de déséquilibre est un relais homopolaire de courant résiduel, insensible aux harmoniques à temps indépendant.

Il s'agit d'un relais réalisé avec un système traditionnel qui, par ses caractéristiques de haute fiabilité, sa facilité de réglage et son coût avantageux est le plus utilisé et répandu.

Le relais est doté d'un seuil de déclenchement auquel est associé un relais avec doubles contacts en sortie (voir Figure X) dans la version standard; pour la protection de batteries ayant des puissances élevées ou si nécessaire, il est conseillé d'utiliser deux relais pour réaliser deux seuils (alarme et déclenchement).

Les principales données du relais en objet sont:

- Tension auxiliaire:
 - 24 ÷ 125 V CA
 - 24 ÷ 220 V CC
 - 24 ÷ 230 V CA (par transformateur auxiliaire)
- Fréquence de fonctionnement: 44÷66 Hz
- Signal ampèremétrique de T.C. (ION): 1 ou 5 A
- Surcharge permanente: 4ION
- Courant maxi contacts sortie: 5 A
- Plage de réglage du seuil en courant:
 - 1÷10 % ION (résolution 0,1 %)
 - 5÷50 % ION (résolution 0,5%)
- Plage de réglage du seuil en temps:
 - 0,04÷1 s (résolution 0,01 s)
 - 0,4÷10 s (résolution 0,1 s)
- Température air ambiant de fonctionnement: -10÷+55 °C
- Température maxi air ambiant de fonctionnement: -25÷+70 °C
- Humidité ambiante de fonctionnement: 10÷95 %
- Montage: en saillie ou encastré
- Degré de protection: jusqu'à IP52 (seulement pour montage encastré)
- Poids: 1,6 kg



PROTECTION POUR SURCOURANTS

Pour les batteries de condensateurs, en ajoute à la protection de déséquilibre, la protection pour les surcourants est normalement demandée; cette protection est normalement par n.3 transformateurs de courant de ligne, n. 1 transformateur de déséquilibre et le relais convenant

Les fonctions de protection réalisables sont:

- 37 Minimum de courant
- 46N Maximum de courant de déséquilibre
- 49 Image thermique
- 50/51 Maximum de courant
- 50/51 RMS Maximum de courant rms
- 50N/51N Maximum de courant résiduelle calculé
- BF Défaillance disjoncteur
- TD Compte temps de décharge

Les protections 37, 49 et 50/51 (RMS) sont basées sur la mesure du vrai valeur efficace (fondamentale t harmoniques jusqu'à le onzième ordre)

Est possible aussi implémenter les fonctions 27(Minimum de tension) et 59 (Maximum de tension) en ajoutant n.2 transformateurs de tension phase-phase (voir figure X).

Les relais sont prévus de interfaces RS232, RS485 avec Protocol ModBus RTU, porte Ethernet (sur demande).

Vues les types différents de relais disponibles, nous conseillons de contacter le département technique de Enerlux qui vous indiquera le type optimal de relais pour vos exigences en donnant aussi les informations techniques concernant.

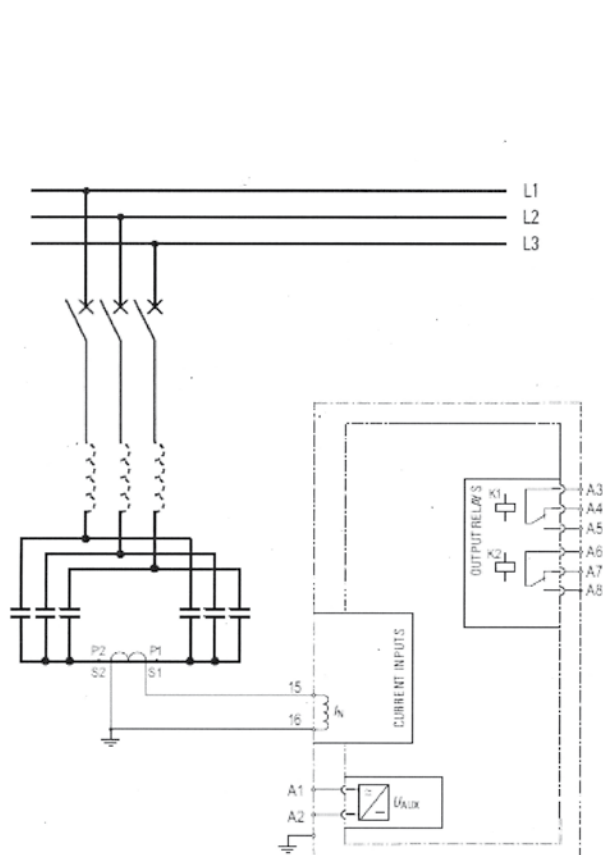
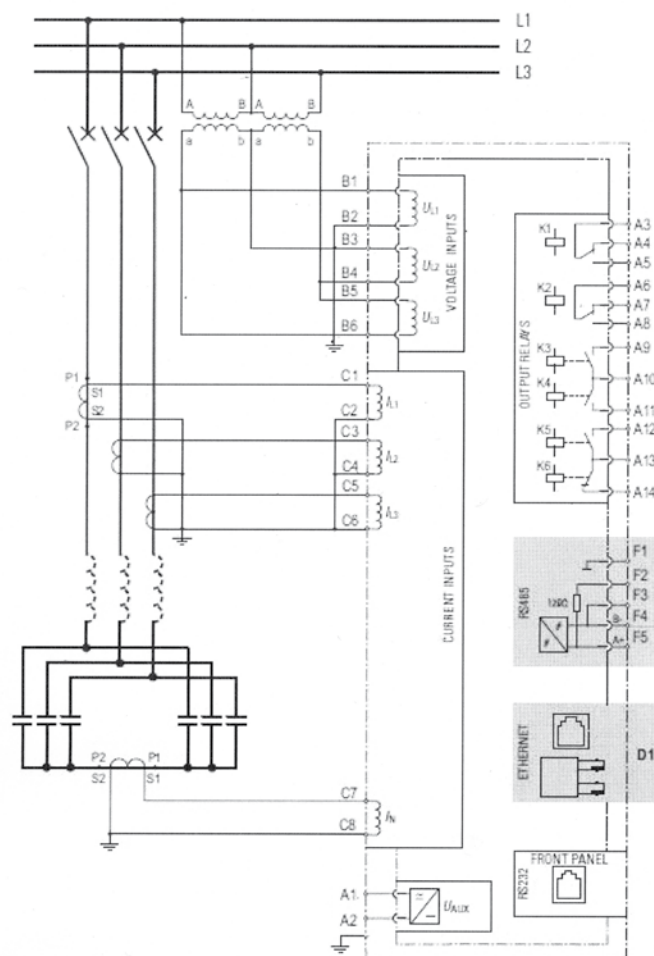


fig. X

Relè per protezione a squilibrio
Relay for unbalance protection
Relais pour protection de déséquilibre



Relè per protezione a squilibrio e per sovracorrenti
Relay for unbalance and overcurrent protection
Relais pour protection de déséquilibre et surcourants



DISPOSITIVO DI SCARICA RAPIDA

Sono dispositivi adatti alla scarica rapida del banco o delle batterie dopo la disinserzione dalla rete, riducendo la tensione residua ai terminali del banco in tempi molto ridotti (pari a circa 10÷15 secondi), a differenza dei sistemi standard dove il tempo di scarica è di diversi minuti.

Questa soluzione offre i seguenti vantaggi:

- ridurre i tempi di attesa prima della messa a terra del banco per il compimento di operazioni come manutenzioni, ispezioni, verifiche, ecc ...
- offrire maggiori garanzie di protezione contro contatti diretti derivanti da manovre errate;
- offrire maggiori garanzie di protezione contro le sovratensioni del banco stesso nei casi in cui vi sia una riconnessione rapida alla rete prima dei normali tempi di attesa di alcuni minuti per un'errata manovra.

Precisiamo che il funzionamento del dispositivo di scarica rapida deve comunque contemplare gli effetti termici delle correnti di scarica che lo attraversano; è quindi opportuno attendere almeno 5 minuti dopo due scariche rapide, prima della riconnessione alla rete del banco.



FAST DISCHARGE DEVICE

These are devices suited for fast discharge of the bank or batteries after disconnection from the network, reducing the residual voltage at the terminals of the bank extremely quickly (approximately 10÷15 seconds), unlike standard systems where the discharge time is of several minutes.

This solution offers the following advantages:

- cut down idle time before grounding the bank to perform operations such as maintenances, inspection, tests, etc ...
- provide greater assurances of protection against direct contact due to incorrect operations;
- offer greater assurances of protection against overvoltages of the bank in cases where there is a fast reconnection to the network before the normal idle times of some minutes for incorrect operations.

We should point out that the operation of the fast discharge device must anyhow contemplate the thermal effects of the discharge currents crossing it; it is therefore wise to wait at least 5 minutes after two fast discharges before reconnecting the bank to the network.



DISPOSITIF DE DÉCHARGE RAPIDE

Il s'agit de dispositifs adaptés à la décharge rapide des batteries de condensateurs après la désinsertion du réseau, réduisant la tension résiduelle aux bornes de la batterie dans des temps très réduits (près de 10÷15 secondes), à la différence des systèmes standards où le temps de décharge est de plusieurs minutes.

Cette solution offre les avantages suivants:

- réduire les temps d'attente avant la mise à la terre de la batterie pour l'accomplissement d'opérations telles que maintenances, inspections, vérifications, etc.;
- offrir de plus grandes garanties de protection contre les contacts directs dérivant de fausses manœuvres;
- offrir de plus grandes garanties de protection contre les surtensions de la batterie en cas de reconnexion rapide au réseau avant les temps ordinaires d'attente de quelques minutes pour une fausse manœuvre.

Nous précisons que le fonctionnement du dispositif de décharge rapide doit dans tous les cas prévoir les effets thermiques des courants de décharge qui le traversent; il convient donc d'attendre au moins 5 minutes après deux décharges rapides, avant de reconnecter la batterie au réseau.

DISPOSITIVO DI CONTROLLO SOVRAPRESSIONE OVERPRESSURE CONTROL DEVICE DISPOSITIF DE CONTROL DE SURPRESSION



I condensatori ENERLUX possono essere dotati di dispositivo di controllo sovrappressione (chiamato comunemente pressostato), per fornire un sistema di protezione semplice ed efficace contro le eccessive pressioni all'interno del contenitore.

Nel caso in cui la pressione interna superi il valore critico, il pressostato cambia lo stato del contatto (collegato al circuito di sgancio della rete), permettendo la sconnessione del condensatore dalla rete; in questo modo la sconnessione dalla rete evita la decomposizione interna del condensatore, lo sviluppo eccessivo di gas all'interno del condensatore e quindi lo scoppio dello stesso.

Questa soluzione in aggiunta ai fusibili HRC, trova largo impiego nelle protezioni di semplici condensatori trifase o per piccoli banchi.

Il pressostato è fornito di un cappuccio di protezione in gomma che garantisce una protezione IP55.

La versione "standard" viene fornita con contatto NC ma a richiesta è fornibile la versione con contatto in scambio NO/NC.



Enerlux capacitors can be equipped with an overpressure control device (commonly called pressure switch) supplying a simply but effective protection system against excessive pressures within capacitor.

In case internal pressure would exceed the critical value, pressure switch changes the state of the contact (connected to the circuit of net tripping), allowing capacitor disconnection from network; in this way, disconnection from network avoids internal decomposition of the capacitor, excessive development of gases inside capacitor and subsequently its explosion. This solution added to HRC fuses, is often used in protection of simple three-phase capacitors or of small banks. Pressure switch is equipped with a protection rubber cap that grants an IP55 protection.

"Standard" version is supplied with NC contact but, on request, it could be supplied with NO/NC contact switching.



Les condensateurs ENERLUX peuvent être équipés avec des dispositifs de control de surtension (communément appelé pressostat), pour fournir un système simple et efficace de protection contre les pressions excessives à l'intérieur du condensateur.

Dans le cas où la pression intérieure dépasse le valeur critique, le pressostat change l'état du contact (connecté au circuit de déclenchement du réseau), en permettant la déconnection du condensateur du réseau; ainsi la déconnection du réseau évite la décomposition interne du condensateur, le développement de gaz à l'intérieur du condensateur et donc son explosion.

Cette solution en ajoute aux fusibles HRC, est largement utilisée pour les protections des simples condensateurs triphasés ou pour des petites batteries de condensateurs. Le pressostat est équipé avec un capuchon en caoutchouc qui garantit une protection IP55.

La version "standard" est fournie avec un contact NC mais, sur demande, peut être fournie une version avec contact en échange NO/NC.



fig. Y

Esempio installazione pressostato

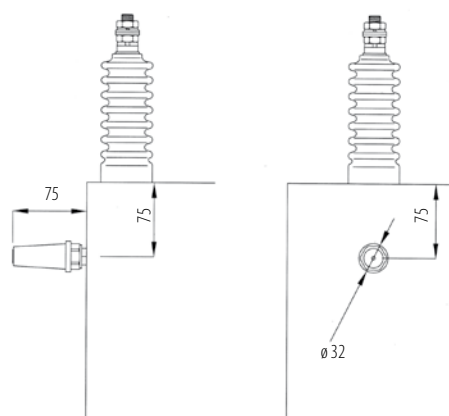
Example of pressure switch installation

Exemple de installation du pressostat

Esempio montaggio pressostato su condensatore

Example of pressure switch on a capacitor

Exemple de montage du pressostat sur le condensateur



Schema elettrico contatto pressostato

Electric diagram of pressure switch contact

Schéma électrique du contact du pressostat



REATTANZE DI LIMITAZIONE DELLA CORRENTE DI INSERZIONE

INRUSH CURRENT LIMITING REACTORS (DAMPING REACTORS)

SELS DU CHOC

MRI



fig. A1

Reattanza MRI per installazione da interno
MRI reactor for indoor installation
Self MRI pour installation intérieure



fig. A2

Reattanza MRI per installazione da esterno
MRI reactor for outdoor installation
Self MRI pour installation extérieure



Le reattanze tipo MRI sono utilizzate per limitare il picco di corrente di inserzione ad un valore inferiore a 100 volte la corrente nominale del banco di condensatori. Il picco di corrente di inserzione è dovuto ai fenomeni transitori di ampiezza elevata e ad alta frequenza, che si generano all'atto dell'inserzione del banco di condensatori sulla rete di alimentazione; tale picco s'accenna notevolmente nella situazione in cui un banco di condensatori viene inserito in parallelo ad altri banchi già energizzati. Le reattanze sono monofase con nucleo in aria ed avvolgimento in rame e vengono poste in serie al banco di condensatori; possono essere realizzate sia per installazione da interno (vedi figura A1), sia per installazione da esterno (vedi figura A2). Le reattanze dovranno essere installate su isolatori portanti con classe di isolamento uguale o maggiore a quella del banco di condensatori, rispettando le distanze minime di installazione indicate in figura W.



MRI reactors are used to limit the inrush peak current to less than 100 times the rated current of the bank of capacitors. The inrush current peak is due to the transitory phenomena of high amplitude and high frequency that are generated when the bank of capacitors cuts in on the supply network; this peak is considerably accentuated when a bank of capacitors is inserted in parallel with other banks that are already energized. The reactors are single phase with an air core and copper winding. They are set in series with the bank of capacitors. They can be made for either indoor installation (see figure A1) or outdoor installation (see figure A2). The reactors must be installed on post insulators with an insulation class equal to or greater than that of the bank of capacitors, considering the minimum distances for the installation indicated in the figure W.



Les selfs modèle MRI sont utilisées pour limiter la crête de courant d'insertion à une valeur inférieure à 100 fois le courant nominal de la batterie de condensateurs. La crête de courant d'insertion est due aux phénomènes transitoires d'une amplitude élevée et à haute fréquence, qui se produisent lors de l'insertion de la batterie de condensateurs sur le réseau d'alimentation; cette pointe s'accroît considérablement si une batterie de condensateurs est insérée en parallèle par rapport à d'autres batteries déjà mises sous tension. Les selfs sont monophasées avec un noyau à air et un bobinage en cuivre, elles sont montées en série par rapport à la batterie de condensateurs; elles peuvent être réalisées pour l'installation intérieure (voir figure A1) ou pour l'installation extérieure (voir figure A2). Les selfs devront être installées sur des isolateurs supports avec une classe d'isolement égale ou supérieure à celle de la batterie de condensateurs, respectant les distances minimales des installations qui sont indiquées dans figure W.

La scelta delle reattanze dovrà essere condotta considerando i seguenti principali fattori:

- la tensione di dimensionamento dovrà essere uguale o maggiore alla tensione di rete;
- la corrente di dimensionamento dovrà considerare la corrente nominale del banco ed i picchi di corrente;
- la reattanza dovrà essere dimensionata in modo opportuno per resistere alle sollecitazioni dinamiche e termiche causate dai picchi di corrente all'atto dell'inserzione;
- l'influenza di altri banchi di condensatori posti sulla stessa rete;
- la tipologia della rete in cui dovrà operare;
- le condizioni ambientali in cui dovrà operare.

The reactors must be chosen considering the following main factors:

- the sizing voltage must be equal to or greater than the network voltage;
- the sizing current must take account of the rated current of the bank and the current peaks;
- the reactor must be sized appropriately to withstand the dynamic and thermal stresses caused by the current peaks at the time of inrush;
- the influence of other banks of capacitors on the same network;
- the type of network in which to operate;
- the environmental conditions in which to operate.

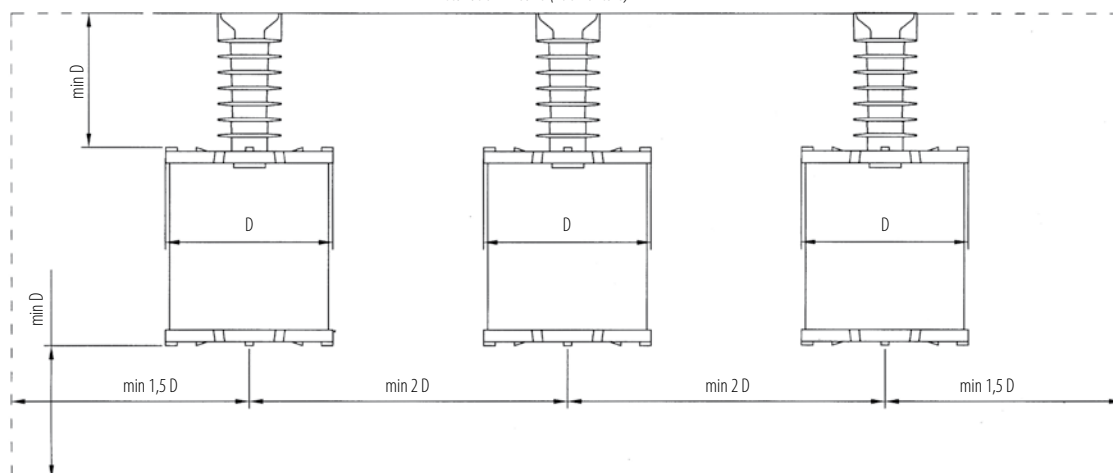
Le choix des selfs devra s'effectuer en tenant compte des principaux facteurs suivants:

- la tension de dimensionnement devra être égale ou supérieure à la tension de réseau;
- le courant de dimensionnement devra tenir compte du courant nominal de la batterie et des crêtes de courant;
- la self devra être dimensionnée de manière à résister aux contraintes dynamiques et thermiques causées par les crêtes de courant lors de l'insertion;
- l'influence d'autres batteries de condensateurs situées sur le même réseau;
- le type de réseau dans lequel elle devra opérer;
- les conditions ambiantes dans lesquelles elle devra opérer.

Installazione lineare (vista frontale)

Linear installation (front view)

Installation linéaire (vue frontale)



Installazione a triangolo (vista dall'alto)

Delta installation (top view)

Installation à triangle (vue de dessus)

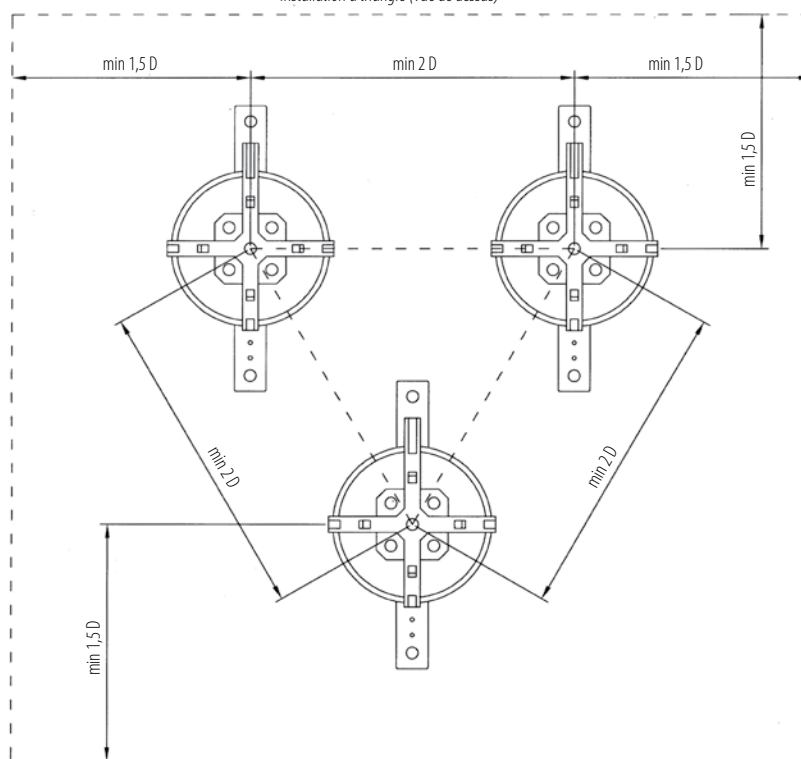


fig. W

Esempio installazione reattanze MRI

Example of MRI reactor installation

Exemple d'installation de réactance type MRI

REATTANZE DI BLOCCO E FILTRO ARMONICHE

HARMONIC BLOCK AND FILTER REACTOR

SELF DE BLOCAGE ET FILTRE DES HARMONIQUES

MRA



fig. A3

Reattanza MRA con nucleo in ferro e per installazione da interno
MRA reactor with iron core for indoor installation
Self MRA à noyau en fer, pour installation intérieure



fig. A4

Reattanza MRA con nucleo in aria e per installazione da esterno
MRA reactor with air core for outdoor installation
Self MRA à noyau à air, pour installation extérieure



Le reattanze tipo MRA sono dei filtri per le armoniche, utilizzati per evitare il verificarsi di risonanze, che rappresentano situazioni di estrema pericolosità per l'impianto elettrico a causa delle sovracorrenti e sovratensioni che ne conseguono (vedi considerazioni indicate in "ARMONICHE" nel capitolo "GUIDA ALL'ESERCIZIO E SCELTA DELLE UNITÀ").

I reattori di "blocco" sono utilizzati con il solo scopo di rifasare i carichi generanti armoniche; il filtro è quindi accordato solo su una sola frequenza al di sotto della più bassa presente.

Le frequenze di accordo più usate sono:

- 210 Hz corrispondente $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz corrispondente $XL = 7\% XC$
- 133 Hz corrispondente $XL = 14\% XC$

Normalmente i reattori per blocco armoniche sono monofase con nucleo in aria, ma possono essere impiegati reattori trifase con nucleo in ferro per potenze contenute (vedi figura A3); le principali differenze è che i reattori con nucleo in aria non saturano, ma presentano dimensioni ingombranti, mentre i reattori con nucleo in ferro saturano ma presentano dimensioni più ridotte.

In entrambi i casi i reattori sono posti in serie al banco di condensatori trifase e possono essere realizzate



MRA reactors are filters for harmonics, used to prevent resonances occurring, which are extremely dangerous situations for the electric system because of the ensuing overcurrents and overvoltages (see considerations under "HARMONICS" in the chapter "GUIDE TO OPERATIONS AND CHOOSING UNITS").

The "block" reactors are used with the sole purpose of correcting the power factor of the loads generating harmonics; the filter is therefore tuned only to a single frequency below the lowest one present.

The most commonly used tuning frequencies are:

- 210 Hz corresponding $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz corresponding $XL = 7\% XC$
- 133 Hz corresponding $XL = 14\% XC$

Normally, reactors to block harmonics are single-phase with an air core, but three-phase reactors can be used with an iron core for limited powers (see figure A3); the main difference is that reactors with an air core do not saturate but they are bulky, while reactors with an iron core saturate but they are smaller.

In both cases the reactors are set in series with the bank of three-phase capacitors and types can be made for either indoor or outdoor installation.

The "filter" reactors are used with the aim of reducing the factor of distortion; the filter is therefore tuned to a



Les selfs modèle MRA sont des filtres pour les harmoniques, utilisés pour éviter l'apparition de résonances, qui représentent des situations très dangereuses pour l'installation électrique à cause des surintensités et des surtensions qui s'ensuivent (voir considérations indiquées dans "HARMONIQUES" au chapitre "INTRODUCTION À L'UTILISATION ET CHOIX DES UNITÉS").

Les selfs de "blocco" sont utilisées dans le seul but de compenser la phase des charges générant des harmoniques; le filtre n'est donc accordé que sur une seule fréquence au-dessous de la fréquence la plus basse présente.

Les fréquences d'accord les plus utilisées sont:

- 210 Hz correspondant à $XL = 5,7\% XC$
- 190 Hz correspondant à $XL = 7\% XC$
- 133 Hz correspondant à $XL = 14\% XC$

En général les selfs pour le blocage des harmoniques sont monophasées avec noyau en air, mais des selfs triphasées à noyau en fer peuvent être employées pour des puissances limitées (voir figure A3); les principales différences sont que les selfs à noyau en air ne saturent pas, mais présentent des dimensions encombrantes, alors que les selfs à noyau en fer saturent mais présentent des dimensions plus réduites.

Dans les deux cas, les selfs sont montées en série par

le tipologie sia per installazione da interno che per esterno.

I reattori di "filtro" sono utilizzati con lo scopo di ridurre il fattore di distorsione; il filtro è quindi accordato su una frequenza in prossimità della frequenza delle armoniche presenti.

Nel caso in cui vi siano più armoniche da filtrare dovranno essere realizzati diversi filtri associati a banchi di condensatori distinti.

Tipicamente i reattori sono monofase con nucleo in aria (vedi figura A4).

I reattori di filtro sono posti in serie al banco di condensatori trifase e possono essere realizzati sia per installazione da interno che per installazione da esterno.

Nel caso di utilizzo per installazioni da interno è fondamentale verificare se la potenza dissipata dai reattori influenza la temperatura dell'ambiente di installazione; in tali casi è necessario l'utilizzo di scambiatori d'aria e/o sistemi di condizionamento. Precisiamo che nel caso di utilizzo dei reattori con nucleo in aria, la loro disposizione potrà essere affiancata linearmente, a triangolo o sovrapposta (per ridurre gli ingombri), ma in tutti i casi dovranno essere rispettate le distanze minime fra gli stessi, così come verso corpi metallici, corpi magnetici, trasformatori di corrente e/o tensione e componenti realizzati con avvolgimento di spire chiuse; in figura A5 sono schematizzate le distanze minime da rispettare nell'installazione.

frequency close to that of the harmonics present.

If there are several harmonics to filter, then different filters will need to be made associated with separate banks of capacitors.

The reactors are typically single-phase with an air core (see figure A4).

The filter reactors are set in series with the bank of three-phase capacitors and can be made for either indoor or outdoor installation.

When used for indoor installations, it is fundamental to verify whether the power dissipated by the reactors affects the temperature of the installation environment; in such cases it is necessary to use air exchangers and/or air conditioning systems.

If reactors with an air core are used, they can be arranged side by side in a line, triangle or overlapping (to reduce the overall dimensions), but in all cases the minimum distances between them must be respected, as towards metal bodies, magnetic bodies, current and/or voltage transformers and components made by winding closed coils; figure A5 shows the minimum distances to respect in the installation.

rapport à la batterie de condensateurs triphasés et il est possible de réaliser les typologies pour l'installation intérieure ou pour l'installation extérieure.

Les selfs de "filtre" sont utilisées dans le but de réduire le facteur de distorsion; le filtre est donc accordé sur une fréquence proche de la fréquence des harmoniques présentes.

En présence de plusieurs harmoniques à filtrer, il faudra réaliser plusieurs filtres associés à des batteries de condensateurs distincts.

Généralement les selfs sont monophasées avec noyau à air (voir figure A4).

Les selfs de filtre sont montées en série par rapport à la batterie de condensateurs triphasés et elles peuvent être réalisées tant pour l'installation intérieure que pour l'installation extérieure.

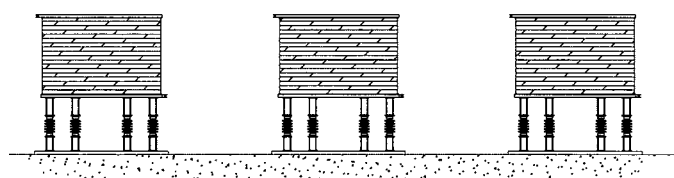
En cas d'utilisation pour des installations intérieures, il est primordial de vérifier si la puissance dissipée par les selfs influence la température de l'ambiance d'installation; dans ce cas, il est nécessaire d'utiliser des échangeurs d'air et/ou des systèmes de conditionnement. Nous précisons que, en cas d'utilisation des selfs avec noyau à air, leur disposition pourra être juxtaposée linéairement, en triangle ou superposée (pour réduire les encombrements), mais dans tous les cas, il faudra respecter les distances minimales les unes des autres, ainsi que par rapport à des corps métalliques, des corps magnétiques, des transformateurs de courant et/ou de tension et des composants réalisés avec un bobinage à spires jointives; la figure A5 illustre schématiquement les distances minimales à respecter dans l'installation.

fig. A5

Esempi di disposizione e distanze minime di installazione per Reattanze MRA con nucleo in aria

Examples of layouts and minimum installation distances for MRA reactors with air core

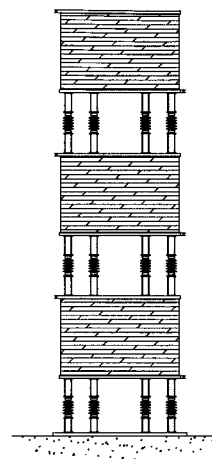
Exemples de disposition et distances minimales d'installation pour Selfs MRA à noyau à air



Esempio di installazione affiancata lineare

Example of linear side-by-side installation

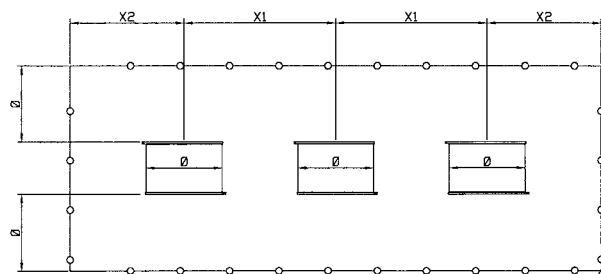
Exemple d'installation juxtaposée linéaire



Esempio di installazione sovrapposta

Example of overlapping installation

Exemple d'installation superposée



$$X1 \geq (1,9 \div 2) \cdot \varnothing$$

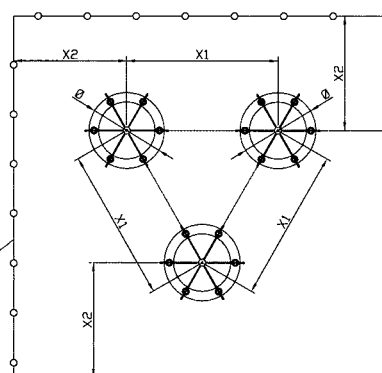
$$X2 \geq (1,4 \div 1,5) \cdot \varnothing$$

Perimetro di rispetto
Perimeter to observe
Périmètre de recul

Disposizione e distanze minime in configurazione affiancata lineare

Layout and minimum distances in linear side-by-side configuration

Disposition et distances minimales en configuration juxtaposée linéaire



Disposizione e distanze minime in configurazione affiancata a triangolo

Layout and minimum distances in triangular side-by-side configuration

Disposition et distances minimales en configuration juxtaposée en triangle

BANCHI DI CONDENSATORI CAPACITOR BANKS BATTERIES DE CONDENSATEURS

BMT



fig. A6

Banco di condensatori 90 kV-2x25 Mvar-50 Hz per installazione da esterno

Capacitor bank 90 kV-2x25 Mvar-50 Hz for outdoor installation

Batterie de condensateurs 90 kV-2x25 Mvar-50 Hz pour installation extérieure



La gamma dei banchi di condensatori tipo BMT, offre svariate soluzioni per il rifasamento industriale grazie alle numerose combinazioni che possono essere realizzate:

- piccole ed elevate potenze;
- tensioni di esercizio maggiori di 24 kV ottenute mediante strutture a telai sovrapposti (vedi paragrafi a seguire);
- installazioni per interno o esterno;
- costruzioni su strutture totalmente aperte (grado IP 00) oppure in particolari box (per potenze fino a 14.4 Mvar-24 kV anche con grado di protezione IP 54);
- diversi livelli di isolamento;
- funzionamento in condizioni ambientali e di esercizio gravose;
- realizzazione di filtri per armoniche;
- particolari richieste dell'utenza.

Inoltre i banchi di condensatori tipo BMT offrono diversi vantaggi:

- facilità nelle operazioni di installazione grazie alla completa linea di accessori offerti;
- ottimizzazione dell'installazione grazie ai sistemi predisposti per le connessioni ai vari impianti;
- semplificazione delle operazioni di trasporto e movimentazione grazie alla realizzazione in strutture compatte e versatili;
- facilità nelle operazioni di manutenzione;



The range of BMT type capacitor banks offers various solutions for industrial power factor correction thanks to the many combinations that can be made:

- small and high powers;
- working voltages greater than 24 kV obtained with overlapping frame structures (see the following paragraphs);
- indoor and outdoor installations;
- constructions on fully open structures (IP rating 00) or in special boxes (for powers up to 14.4 Mvar-24 kV also with degree of protection IP 54);
- different levels of insulation;
- operation under harsh working and environmental conditions;
- making filters for harmonics;
- special user requirements.

In addition, the BMT type capacitors banks offer several advantages:

- easy installation operations thanks to the complete line of accessories offered;
- optimization of the installation thanks to the systems fitted for connections to the various systems;
- simplification of the transport and handling operations thanks to the construction in compact and versatile structures;
- easy maintenance operations;
- different possibilities of making the frames, including hot galvanized steel or stainless steel frames (for



La gamme des batteries de condensateurs modèle BMT offre de multiples solutions pour la compensation de phase industrielle grâce aux nombreuses combinaisons pouvant être réalisées:

- petites et grandes puissances;
- tensions de service supérieures à 24 kV obtenues grâce à des structures à châssis superposés (voir paragraphes ci-après);
- installations pour intérieur ou extérieur;
- constructions sur structures totalement ouvertes (degré IP 00) ou dans des armoires spéciales (pour des puissances allant jusqu'à 14,4 Mvar-24 kV également avec degré de protection IP 54);
- plusieurs niveaux d'isolement;
- fonctionnement dans des conditions ambiantes et de service difficiles;
- réalisation de filtres pour harmoniques;
- demandes particulières de l'utilisateur.

Par ailleurs, les batteries de condensateurs modèle BMT offrent de multiples avantages:

- facilité des opérations d'installation grâce à la ligne complète d'accessoires offerts;
- optimisation de l'installation grâce aux systèmes prévus pour les connexions aux différentes installations;
- simplification des opérations de transport et de déplacement grâce à la réalisation dans des structures compactes et polyvalentes;

- diverse possibilità di realizzazione dei telai, tra cui telai in acciaio zincato a caldo, od in acciaio inox (per ambienti particolarmente corrosivi).

I banchi BMT sono costituiti da più condensatori monofase assemblati e interconnessi al fine di ottenere una maggiore potenza; il collegamento è normalmente a stella con neutro isolato.

La fornitura oltre ai condensatori ed al telaio comprende normalmente:

- gli isolatori portanti (vedi paragrafo a seguire);
- le sbarre di collegamento;
- la protezione mediante trasformatore e relè di squilibrio;
- le reattanze di inserzione.

E' possibile inoltre installare altri accessori e componenti come:

- dispositivi di scarica rapida;
- reattanze di filtro o blocco armoniche;
- sezionatori di terra e/o sezionatori di linea;
- fusibili HRC (per interno) o fusibili ad espulsione (per esterno);
- Trasformatori di corrente e tensione e relè per protezioni sovraccarico, corto circuiti, ecc. . .
- Sistemi di interblocco elettromeccanico per il corretto funzionamento dei banchi
- Sistemi di protezione dai contatti verso il personale operante;
- Scambiatori e sistemi di ventilazione (per banchi in box);
- Resistenze anticondensa (per banchi in box);
- Altri accessori a richiesta.

Nelle pagine a seguire viene mostrata una panoramica dei banchi di condensatori BMT nelle versioni standard più utilizzate; oltre a queste, si realizzano tipologie di banchi definite su specifiche richieste del Cliente.

especially corrosive environments).

The BMT banks are composed of a number of single-phase capacitors that are assembled and interconnected in order to obtain greater power; the connection is normally delta with insulated neutral.

In addition to the capacitors and frame, the supply normally includes:

- post insulators (see following paragraph);
- connection bars;
- protection via transformer and unbalance relay;
- damping reactors.

It is moreover possible to install other accessories and components such as:

- fast discharge devices;
- harmonic block or filter reactors;
- earthing and/or line disconnector switches;
- HRC fuses (for indoors) or expulsion fuses (for outdoors);
- Current and voltage transformers and relays for protection against overloading, short-circuiting, etc. . .
- Electromechanical interlock systems for correct bank operation
- Systems protecting against contact for the working personnel;
- Exchangers and ventilation systems (for banks in boxes);
- Space heater elements (for banks in boxes);
- Other accessories on request.

The following pages give an overview of the BMT capacitor banks in the most widely used standard versions; besides these, we make types of banks defined on specific Customer requirements.

- facilité des opérations de maintenance;
- plusieurs possibilités de réalisation des châssis, dont châssis en acier galvanisé à chaud ou en acier inox (pour ambiances particulièrement corrosives).

Les batteries BMT se composent de plusieurs condensateurs monophasés assemblés et interconnectés afin d'obtenir une plus grande puissance; la connexion est généralement en étoile avec conducteur neutre isolé.

En général la fourniture comprend, outre les condensateurs et le châssis:

- les isolateurs de support (voir paragraphe ci-après);
- les barres de connexion;
- la protection par transformateur et relais de déséquilibre;
- les selfs d'insertion.

Il est en outre possible d'installer d'autres accessoires et composants comme:

- dispositifs de décharge rapide;
- selfs de filtre ou blocage des harmoniques;
- sectionneurs de terre et/ou sectionneurs de ligne;
- fusibles HRC (pour intérieur) ou fusibles à expulsion (pour extérieur);
- Transformateurs de courant et de tension, et relais pour protections contre surcharge, courts-circuits, etc.
- Systèmes d'interverrouillage électromécanique pour le bon fonctionnement des batteries;
- Systèmes de protection contre tout contact du personnel opérant;
- Échangeurs et systèmes de ventilation (pour batteries en armoire);
- Résistances anti-condensation (pour batteries en armoire);
- Autres accessoires sur demande.

Les pages suivantes montrent une vue d'ensemble des batteries de condensateurs BMT dans les versions standards les plus utilisées; en plus de celles-ci, nous réalisons des typologies de batteries définies sur demandes spécifiques du Client.



fig. A7

Esempio installazione Filtro armoniche 32,5kV-51,7Mvar-50 Hz (vista singola fase)

Example of 32,5kV-51,7Mvar-50 Hz harmonic Filter installation (view of a single phase)

Exemple d'installation Filtre des harmoniques à 32,5kV-51,7Mvar-50 Hz (vue d'une phase single)



B1

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with linear configuration (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire (degré de protection=IP00)

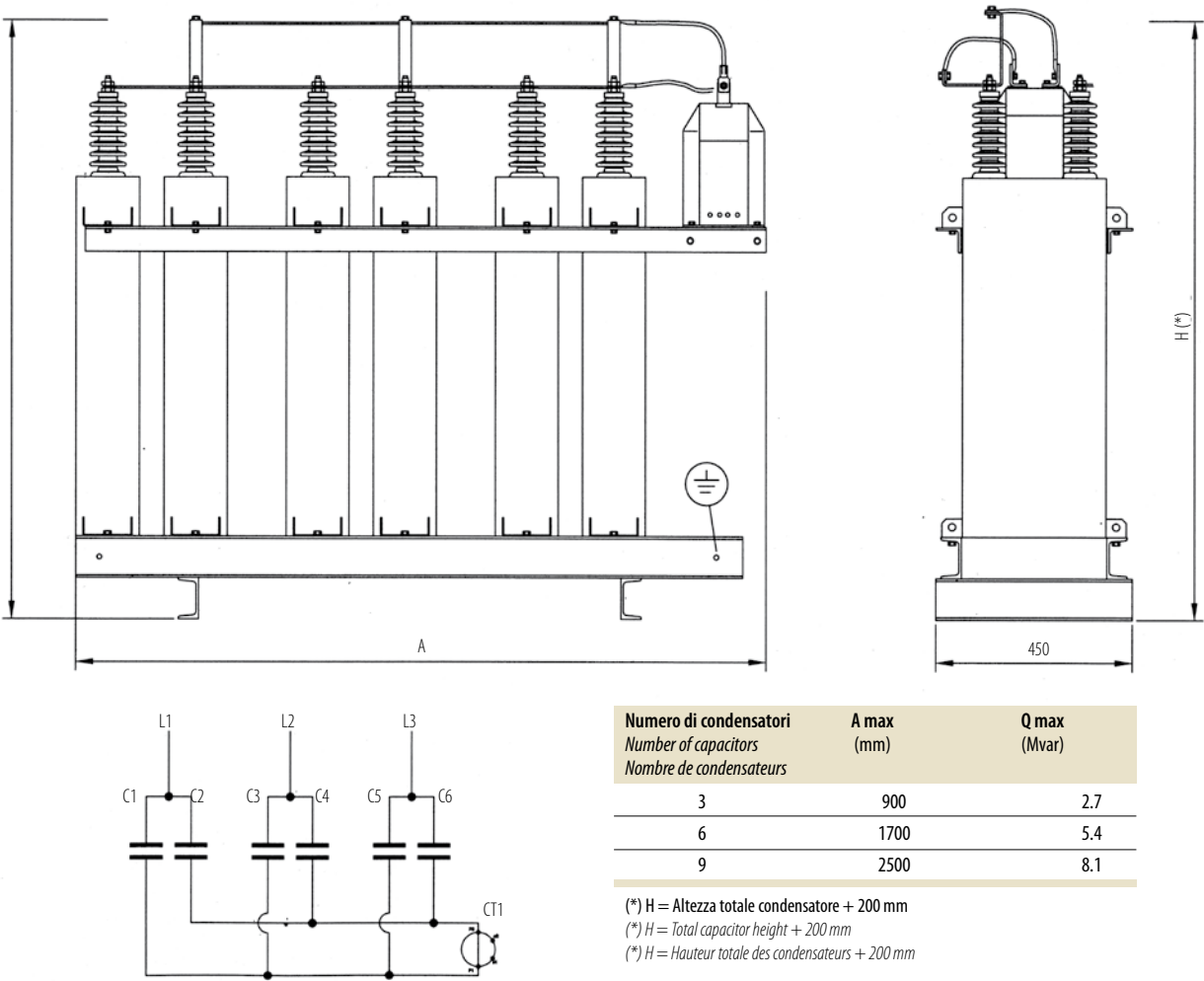


fig. A8

Banco condensatori 15kV-4Mvar-50 Hz (Esempio realizzazione tipo B1 con 6 condensatori)
Capacitor bank at 15kV-4Mvar-50 Hz (B1 type realization example with No 6 capacitors)
Batterie de condensateurs à 15kV-4Mvar-50 Hz (Exemple de réalisation de type B1 avec 6 condensateurs)



fig. A9

Banco condensatori 11kV-1,8 Mvar-50 Hz (Esempio realizzazione tipo B1 con 3 condensatori)
Capacitor bank at 11kV-1,8 Mvar-50 Hz (B1 type realization example with No 3 capacitors)
Batterie de condensateurs à 11kV-1,8 Mvar-50 Hz (Exemple de réalisation de type B1 avec 3 condensateurs)

B2

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare con reattanze di inserzione (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with linear configuration having damping reactors (degree of protection=IP00)
Batteries de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire avec selfs du choc (degré de protection=IP00)

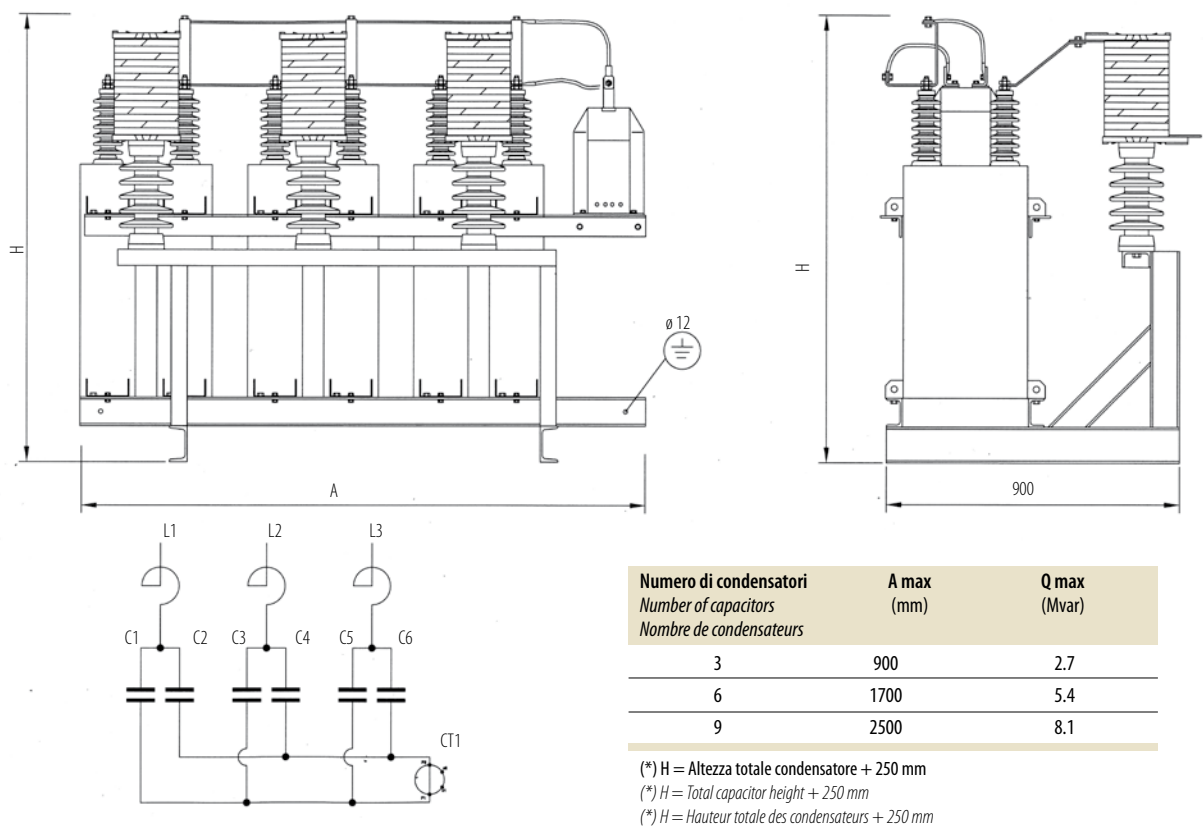
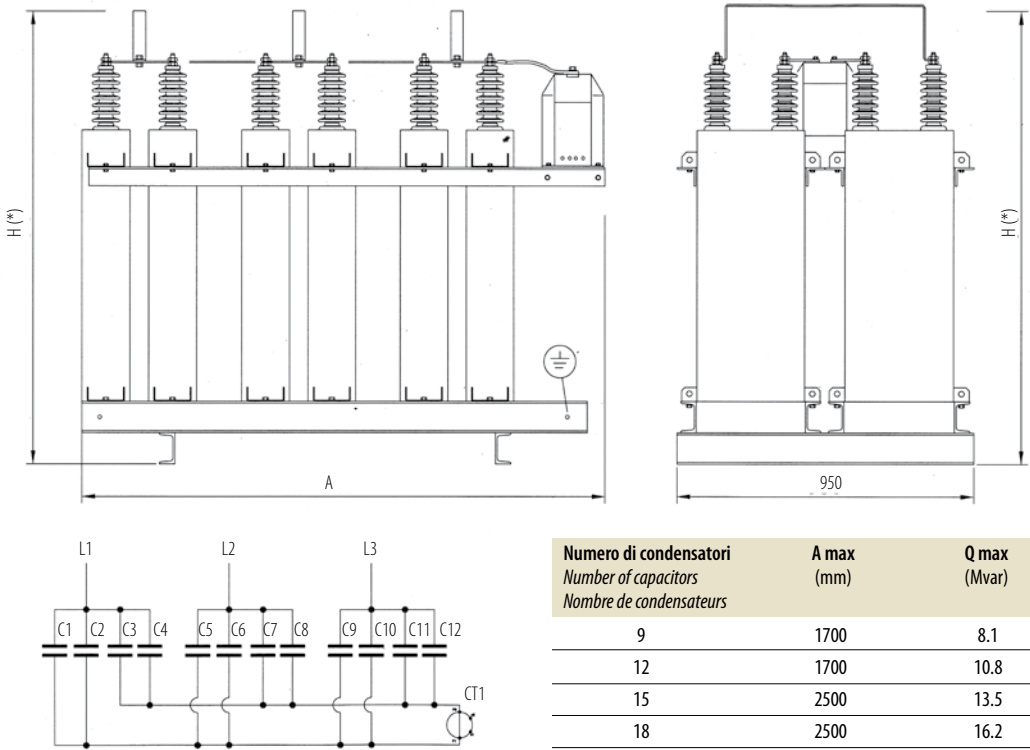


fig. A10

Banchi condensatori 27kV-3,2 Mvar-50 Hz (Esempio realizzazione tipo B2 con 6 condensatori) e Banchi condensatori 27kV-6,4 Mvar-50 Hz (Esempio realizzazione tipo B2 con 9 condensatori)
Capacitor banks at 27kV-3,2 Mvar-50 Hz (B2 type realization example with No 6 capacitors) and Capacitor banks at 27kV-6,4 Mvar-50 Hz (B2 type realization example with No 9 capacitors)
Batteries de condensateurs à 27kV-3,2 Mvar-50 Hz (Exemple de réalisation de type B2 avec 6 condensateurs) et Batteries de condensateurs à 27kV-6,4 Mvar-50 Hz (Exemple de réalisation de type B2 avec 9 condensateurs)

B3

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare doppia (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with double linear configuration (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire double (degré de protection=IP00)

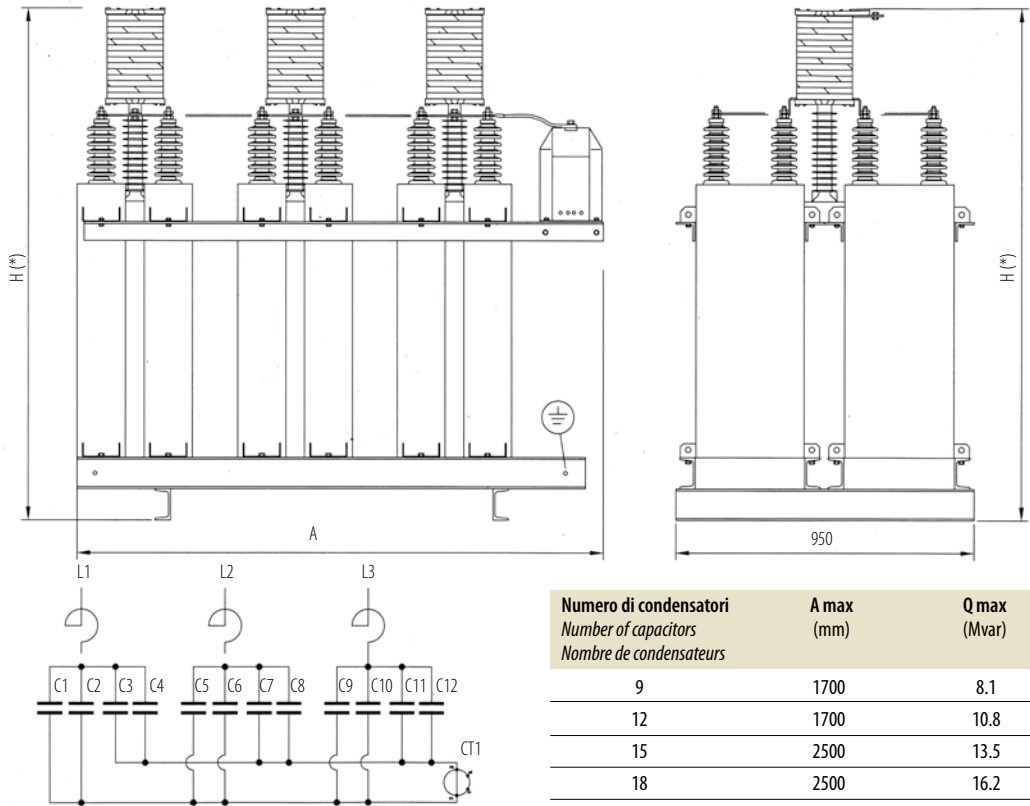


Numero di condensatori Number of capacitors Nombre de condensateurs	A max (mm)	Q max (Mvar)
9	1700	8.1
12	1700	10.8
15	2500	13.5
18	2500	16.2
24	3300	21.6

(*) H = Altezza totale condensatore + 350 mm
(*) H = Total capacitor height + 350 mm
(*) H = Hauteur totale des condensateurs + 350 mm

B4

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare doppia con reattanze di inserzione (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with double linear configuration having damping reactors (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire double avec selfs du choc (degré de protection= IP00)

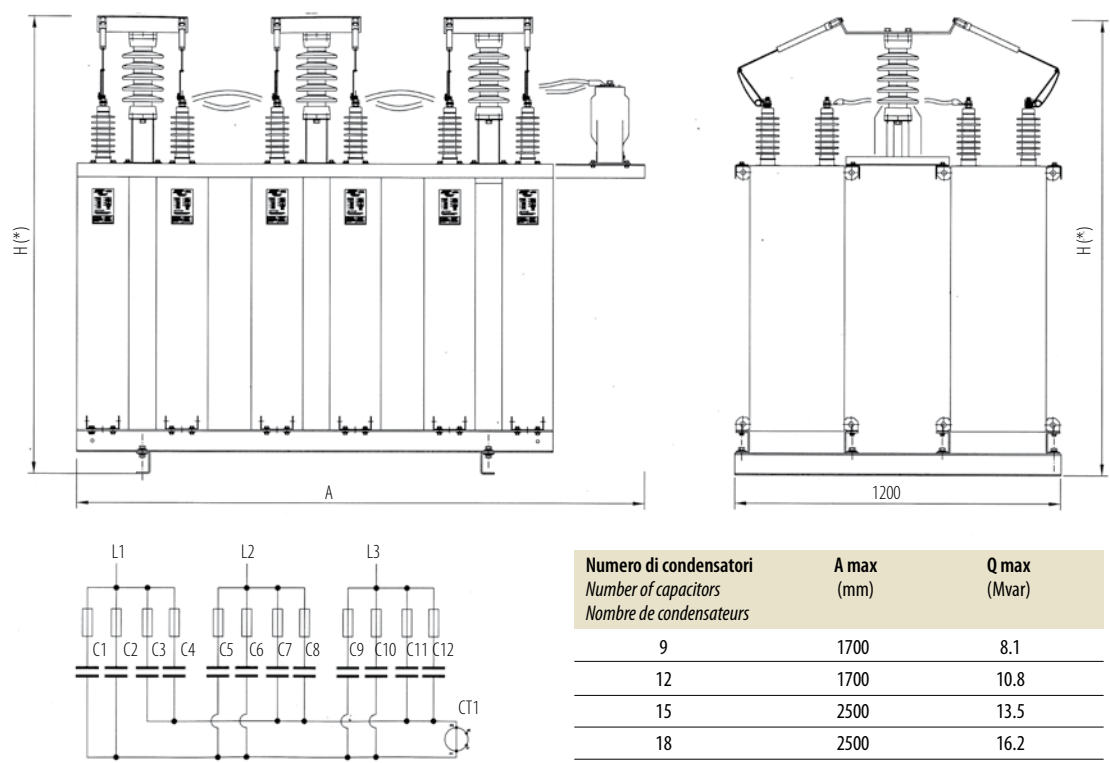


Numero di condensatori Number of capacitors Nombre de condensateurs	A max (mm)	Q max (Mvar)
9	1700	8.1
12	1700	10.8
15	2500	13.5
18	2500	16.2
24	3300	21.6

(*) H = Altezza totale condensatore + 450 mm
(*) H = Total capacitor height + 450 mm
(*) H = Hauteur totale des condensateurs + 450 mm

B5

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare doppia con fusibili ad espulsione (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with double linear configuration having expulsion fuses (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire double avec fusibles à expulsion (degré de protection= IP00)



Numero di condensatori Number of capacitors Nombre de condensateurs	A max (mm)	Q max (Mvar)
9	1700	8.1
12	1700	10.8
15	2500	13.5
18	2500	16.2
24	3300	21.6

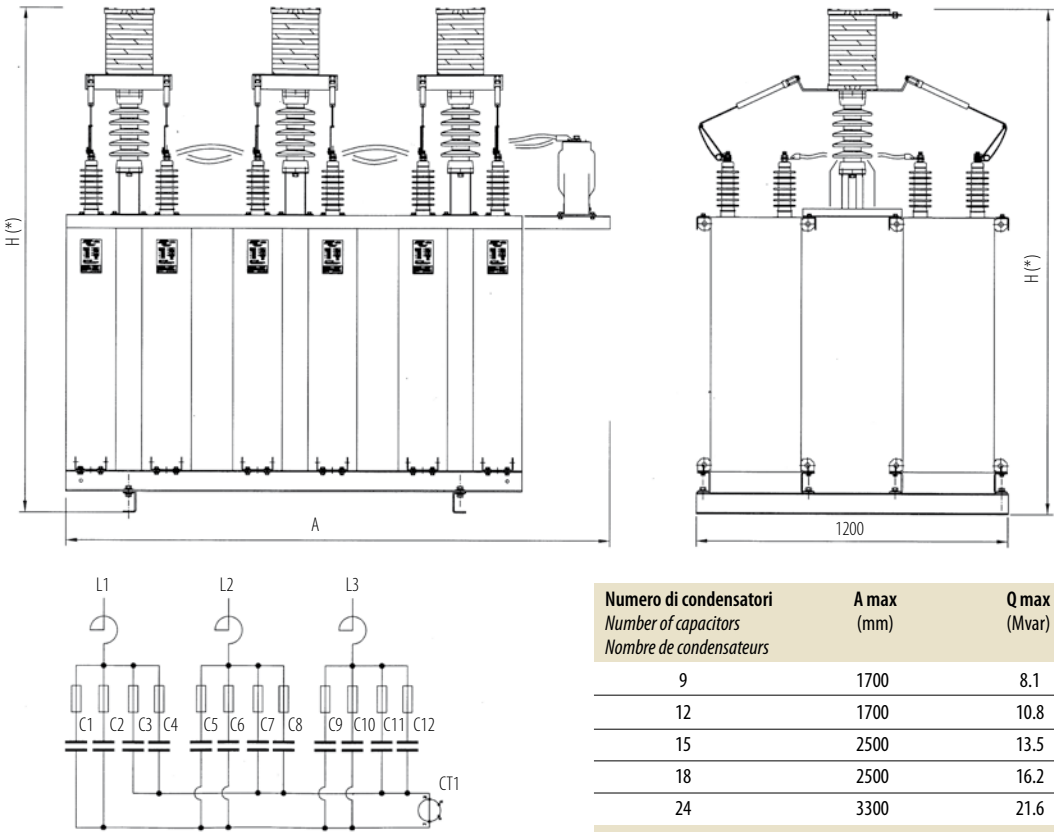
(*) H = Altezza totale condensatore + 500 mm
(*) H = Total capacitor height + 500 mm
(*) H = Hauteur totale des condensateurs + 500 mm



fig. A11
Esempio realizzazione Banchi condensatori con fusibili esterni
Example of capacitor bank realization with external fuses
Exemple de réalisation Batteries de condensateurs avec fusible externes

B6

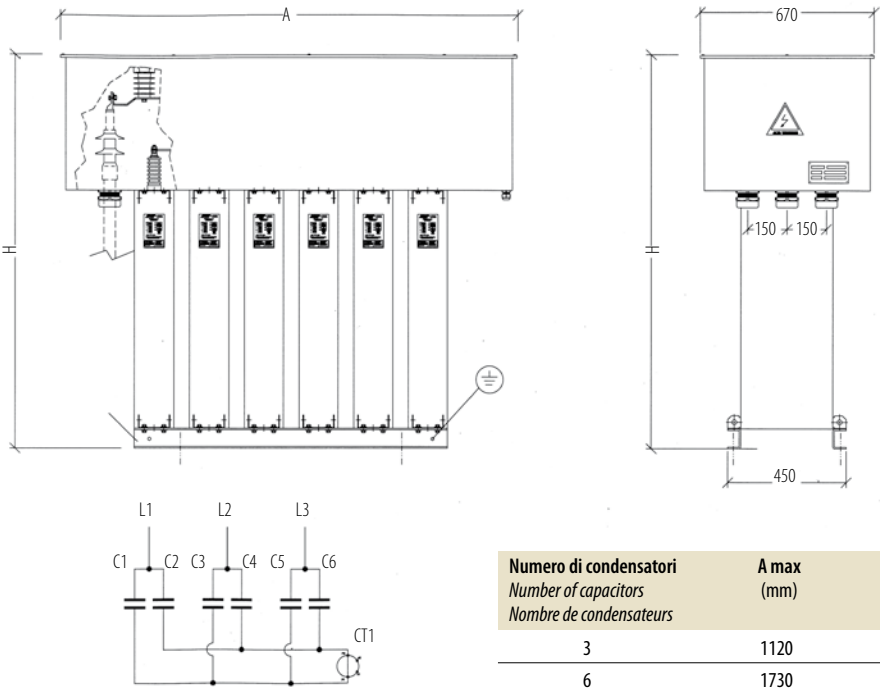
Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare doppia con fusibili ad espulsione e reattanze di inserzione(grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with double linear configuration having expulsion fuses and damping reactors (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration linéaire double avec fusible à expulsion et selfs du choc (degré de protection=IP00)



(*) H = Altezza totale condensatore + 750 mm
(*) H = Total capacitor height + 750 mm
(*) H = Hauteur totale des condensateurs + 750 mm

B7

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare in box (grado di protezione max=IP55)
Ungrounded double star capacitor bank with linear configuration inside a box (max degree of protection=IP55)
Batterie de condensateurs à double étoile isolé en configuration linéaire dans un armoire (degré de protection max=IP55)



(*) H = Altezza totale condensatore + 590 mm
(*) H = Total capacitor height + 590 mm
(*) H = Hauteur totale des condensateurs + 590 mm

B8

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione lineare doppia in box (grado di protezione=IP55)
Ungrounded double star capacitor bank with double linear configuration inside a box (max degree of protection=IP55)
Batterie de condensateurs à double étoile isolé en configuration linéaire double dans un armoire (degré de protection max =IP55)

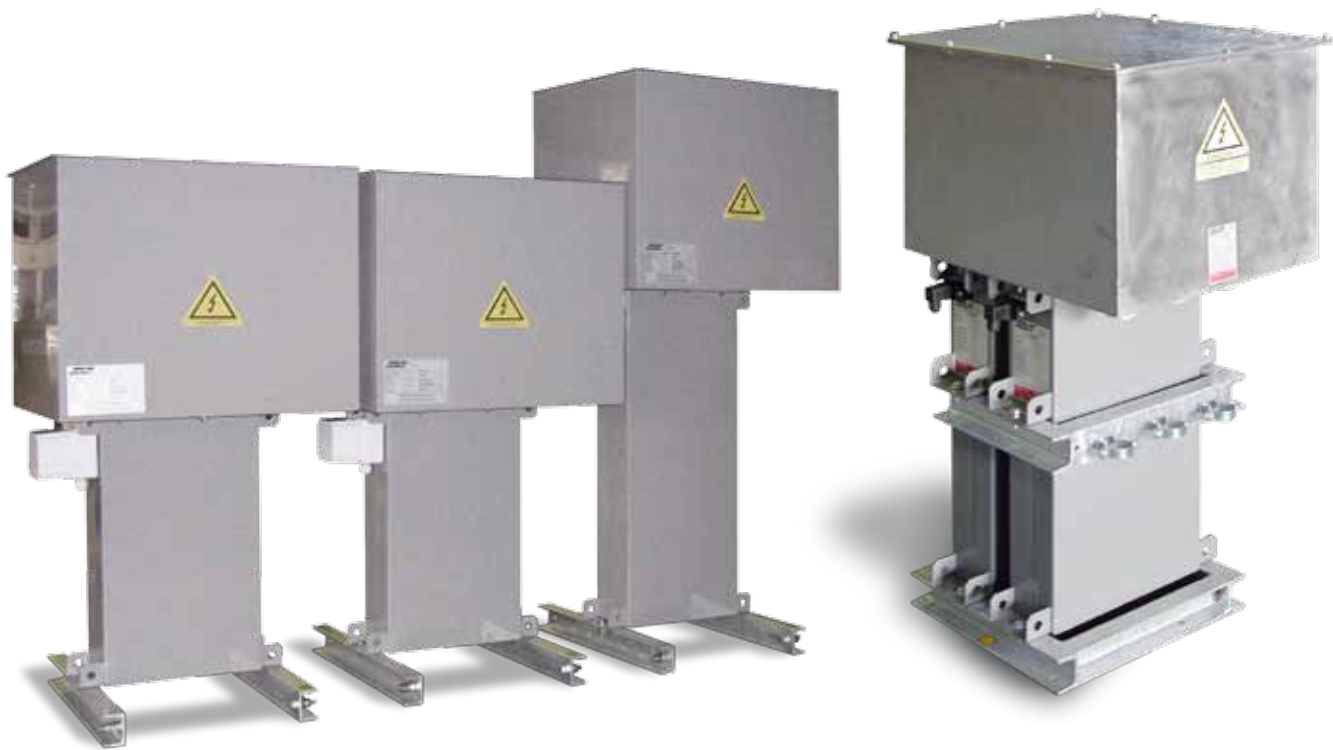
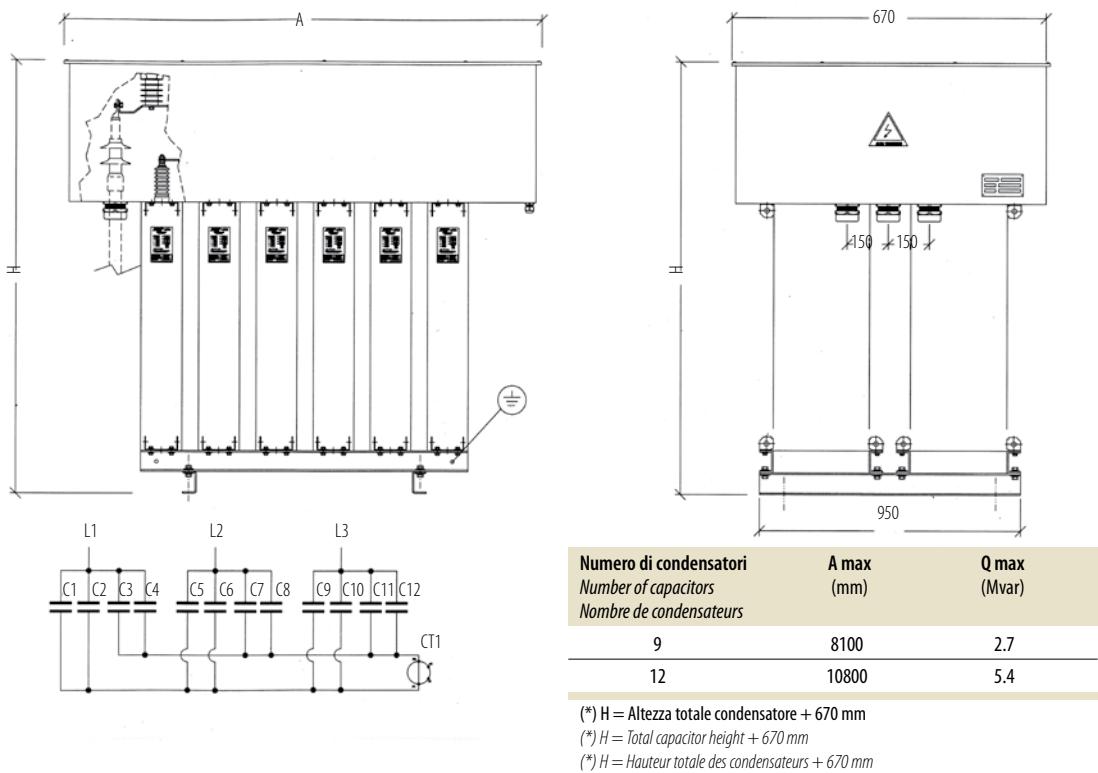
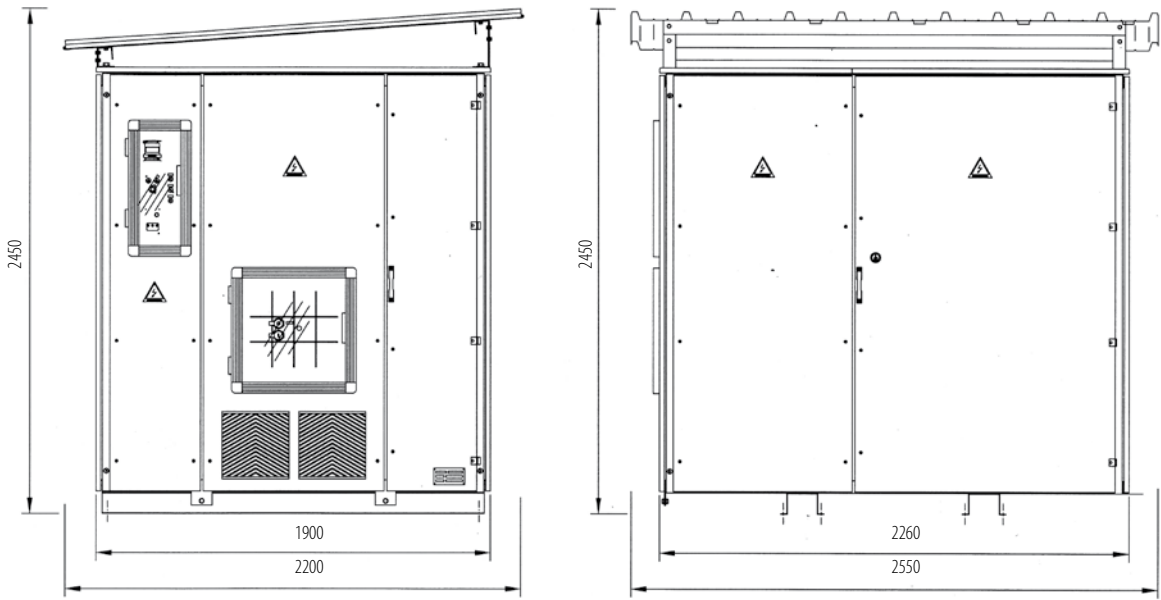


fig. A12
Esempio realizzazione Banchi condensatori in box IP55
Example of capacitor bank realization inside an IP55 box
Exemple de réalisation Batteries de condensateurs en armoire IP55

B9

Banco condensatori in box completo di sistemi di protezione e comando (grado di protezione max =IP55)
Capacitor bank inside a box complete with protection and control systems (max degree of protection=IP55)
Batterie de condensateurs dans un armoire complet de système de protection et commande (degré de protection max =IP55)



Versione con reattanze di inserzione
Version with damping reactors
Version avec selfs du choc

Numero di condensatori Number of capacitors Nombre de condensateurs	Q max (Mvar)
6	5.4
9	8.1
12	10.8



fig. A13

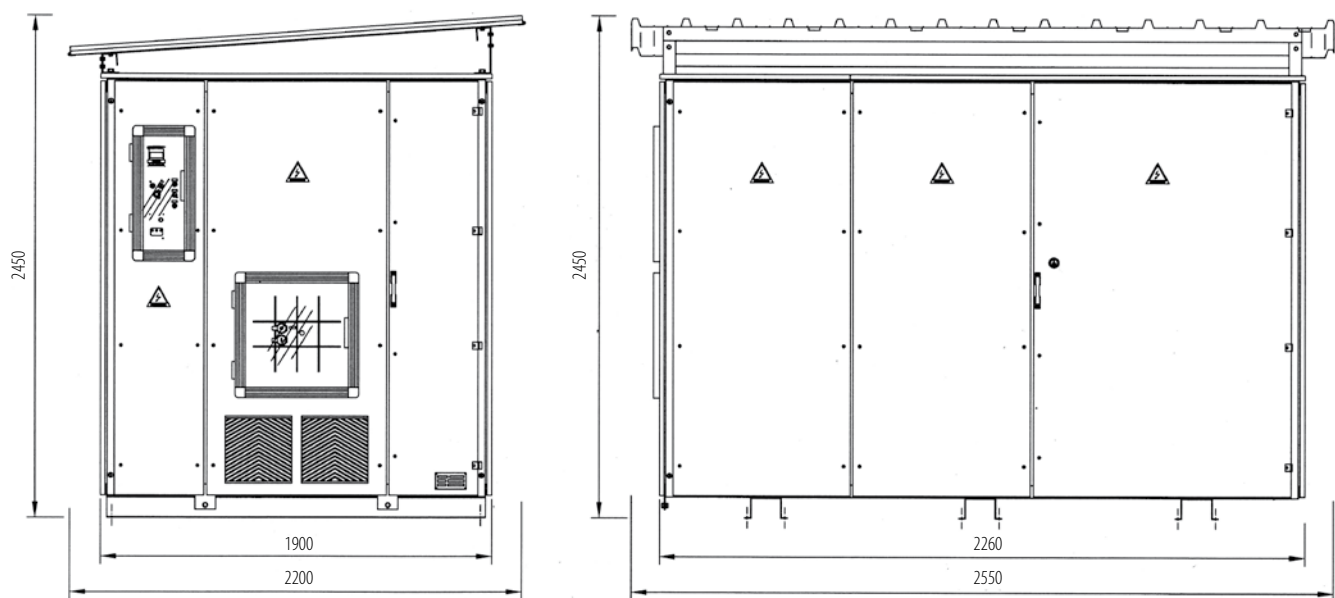
Banco condensatori 20kV-8,6 Mvar-50 Hz completo di interruttore, sezionatore di terra, trasformatori tensione e corrente, reattanze di inserzione, relè di protezione (Esempio realizzazione tipo B9 con 12 condensatori)

Capacitor bank at 20kV-8,6 Mvar-50 Hz complete with circuit breakers, earthing switch, voltage and current transformer, damping reactors, protection relays (B9 type realization example with No 12 capacitors)

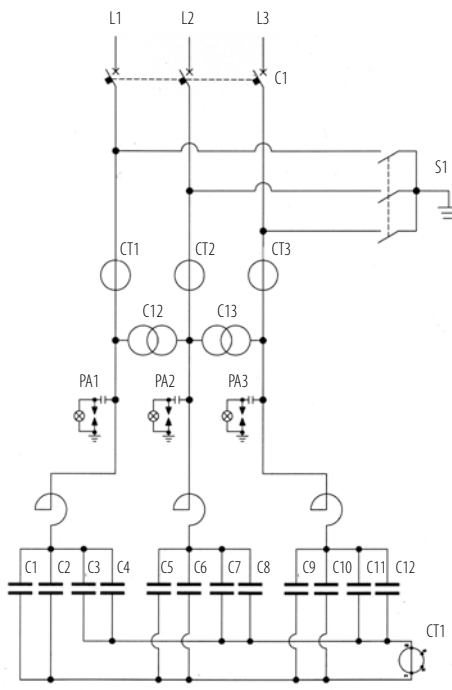
Batterie de condensateurs à 20kV-8,6 Mvar-50 Hz complet de disjoncteur, sectionneur de terre, transformateurs de tension et courante, selfs du choc, relais de protection (Exemple de réalisation de type B9 avec 12 condensateurs)

B10

Banco condensatori in box completo di sistemi di protezione e comando e reattanze blocco armoniche (grado di protezione max =IP55)
Capacitor bank inside a box complete with protection and control systems and harmonic blocking reactors (max degree of protection =IP55)
Batterie de condensateurs dans un armoire complet des systèmes de protection et commande et selfs de blocage des harmoniques (degré de protection max =IP55)



Versione con reattanze di blocco armoniche
Version with harmonic blocking reactors
Version avec selfs de blocage des harmoniques



Numero di condensatori Number of capacitors Nombre de condensateurs	Q max (Mvar)
6	5.4
9	8.1
12	10.8

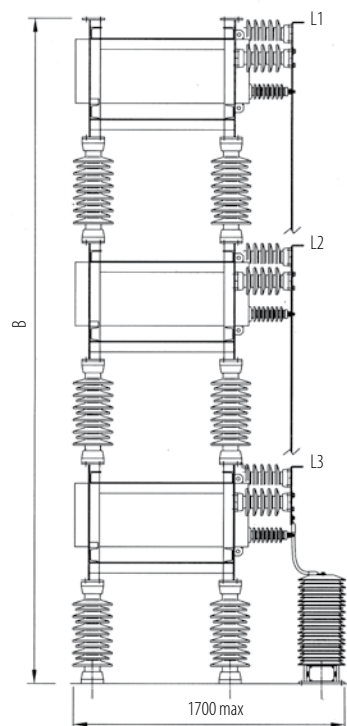
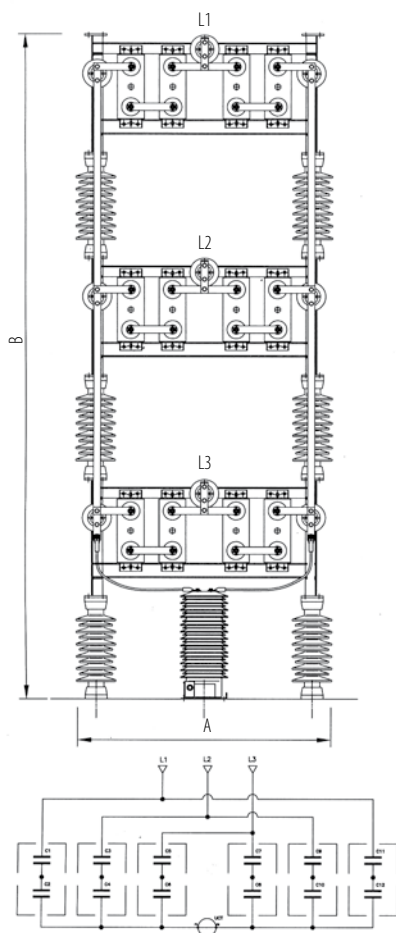
fig. A14
Schema elettrico Banco condensatori in box completo di sistemi di protezione e comando
Electric diagram of Capacitor bank inside a box complete of protection and control systems.
Schéma électriques de la Batterie de condensateurs dans un armoire complet des systèmes de protection et commande

B11

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione sovrapposta (grado di protezione=IP00)

Ungrounded double star capacitor bank with tower configuration (degree of protection=IP00)

Batterie de condensateurs à double étoile en configuration superposée (degré de protection=IP00)



BIL (kV)	B (mm)	A (Mvar)
50/125	2715	$A = (L+60) * n + 400$
70/170	3035	
95/250	3430	

L=larghezza condensatore - n=n° condensatori per rack

L= capacitor width - n= No of capacitors per rack

L= largeur condensateur - n= n. des condensateurs pour rack



fig. A15

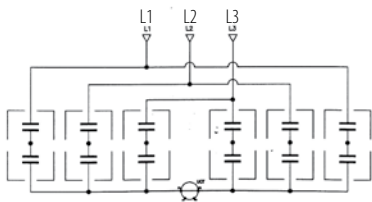
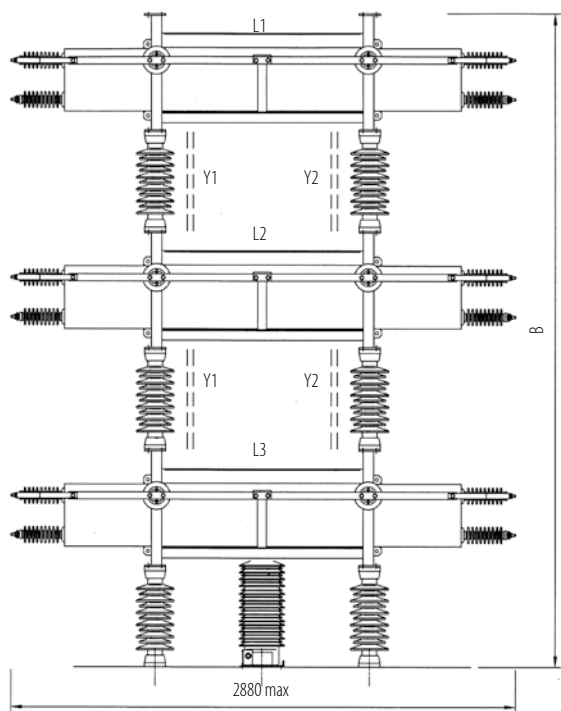
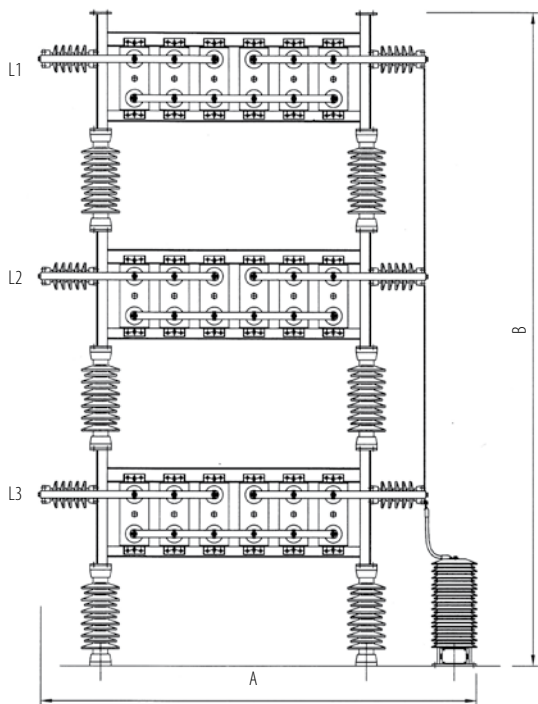
Banco condensatori 41,5kV-14,9 Mvar-50 Hz (Esempio realizzazione tipo B11 con 12 condensatori)

Capacitor bank at 41,5kV-14,9 Mvar-50 Hz (Exemple réalisation type B11 avec 12 condensateurs)

Batterie de condensateurs à 41,5kV-14,9 Mvar-50 Hz (Exemple de réalisation de type B11 avec 12 condensateurs)

B12

Banco condensatori a doppia stella isolata in configurazione sovrapposta doppia (grado di protezione=IP00)
Ungrounded double star capacitor bank with double overlapped configuration (degree of protection=IP00)
Batterie de condensateurs à double étoile isolée en configuration superposé double (degré de protection=IP00)



BIL (kV)	B (mm)	A (Mvar)
50/125	2715	$A = (L + 60) * n + 400$
70/170	3035	
95/250	3430	

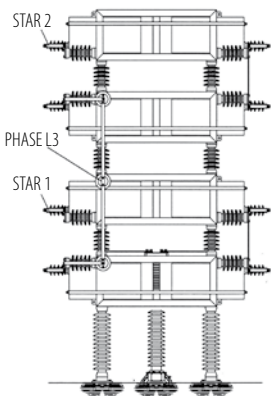
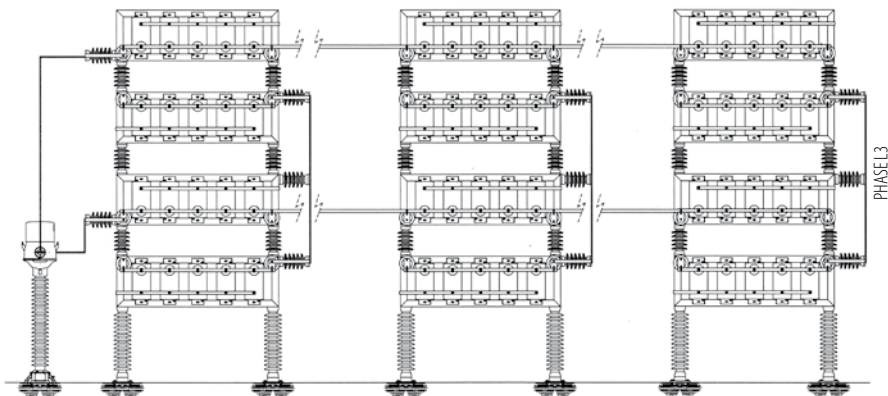
L=larghezza condensatore - n=n° condensatori per rack

L= capacitor width - n= No of capacitors per rack

L= largeur condensateur - n= n. des condensateurs pour rack

B13

Banco condensatori a doppia stella isolata per applicazioni in alta tensione
Ungrounded double star capacitor bank for high voltage applications.
Batterie de condensateurs à double étoile isolée pour applications en haute tension



B14

Banco condensatori a doppia stella isolata per applicazioni in alta tensione
Ungrounded double star capacitor bank for high voltage applications.
Batterie de condensateurs à double étoile isolée pour applications en haute tension

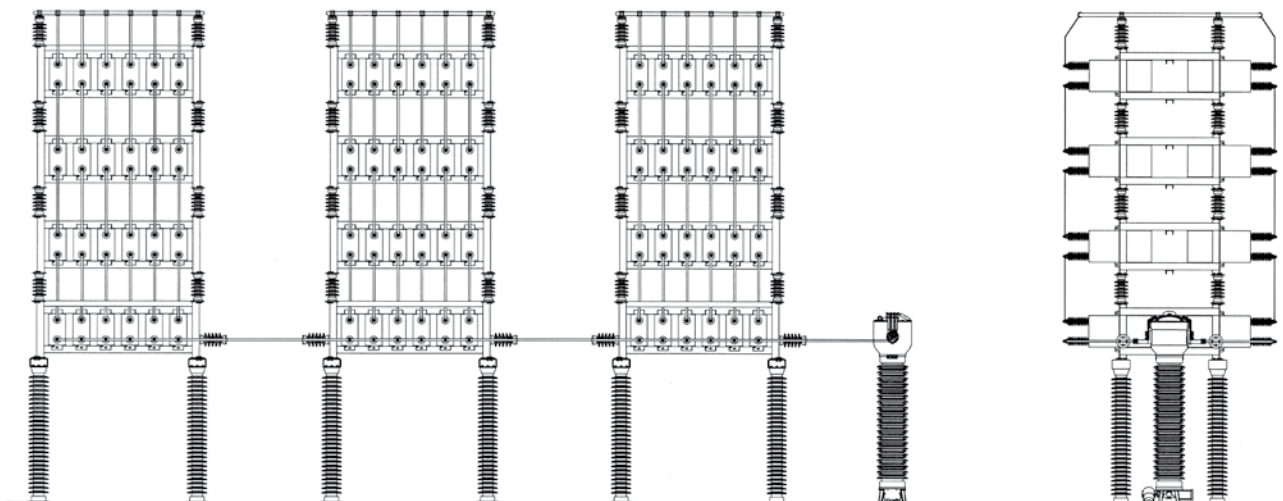


fig. A16

Banco condensatori 400kV-180Mvar-50Hz per compensazione serie composto da n°4 torri per fase (vista di una singola torre)

Capacitor bank at 400kV-180Mvar-50Hz for series compensation composed of No4 towers per phase (view of a single tower)

Batterie de condensateurs pour la compensation en série à 400kV-180Mvar-50Hz composée de n.4 tours per phase (vue d'une tour single)



fig. A17

Banco condensatori per compensazione serie 400kV-535 Mvar-50Hz composto da n°4 torri per fase (vista di una singola torre)

Capacitor bank at 400kV-535 Mvar-50Hz for series compensation composed of No4 towers per phase (view of a single tower)

Batterie de condensateurs pour la compensation en série à 400kV-535 Mvar-50Hz composée de n.4 tours per phase (vue d'une tour single)

**fig. A18**

Banco condensatori 13kV-8,4Mvar-50Hz con reattanze filtro armoniche

Capacitor bank at 13kV-8,4Mvar-50Hz with harmonic filter reactors

Batterie de condensateurs à 13kV-8,4Mvar-50Hz avec selfs de filtre des harmoniques

**fig. A19**

Banco condensatori 24kV-5Mvar-50Hz con reattanze filtro armoniche

Capacitor bank at 24kV-5Mvar-50Hz with harmonic filter reactors

Batterie de condensateurs à 24kV-5Mvar-50Hz avec selfs de filtre des harmoniques



fig. A20

Banco condensatori 32kV-5,2Mvar-50Hz con sezionatore di linea e messa a terra
Capacitor bank at 32kV-5,2Mvar-50Hz with disconnect and earthing switch
Batterie de condensateurs à 32kV-5,2Mvar-50Hz avec sectionneur de ligne et mise à terre



fig. A20

Banco condensatori 35kV-52Mvar-50 Hz
Capacitor bank at 35kV-52Mvar-50 Hz
Batterie de condensateurs à 35kV-52Mvar-50 Hz



fig. A22

Realizzazione Banchi condensatori in box completi di sistema di comando e controllo
Realization of capacitor banks inside a box complete with protection and control system
Réalisation des Batteries de condensateurs dans des armoires complètes de système de control et commande

**fig. A23**

Realizzazione sistema completo in alta tensione con Banchi condensatori da 115kV-30 Mvar completi di interruttore, sezionatore, scaricatori, Trasformatori di misura combinati e reattanze di inserzione.
 Realization of a high voltage complete system with Capacitor banks at 115kV-30 Mvar complete with circuit breaker, disconnect switch, surge arresters, combined measure Transformers and damping reactors.
 Réalisation du système complet en haute tension avec Batteries de Condensateurs an à 115kV-30 Mvar complets de disjoncteurs, sectionneur, éclateurs, transformateurs de mesure combine et selfs de choc.

**fig. A24**

Realizzazione Banchi condensatori in box completi di sistema di comando e controllo
 Realization of capacitor banks inside a box complete with protection and control system
 Réalisation Batterie de condensateurs en armoires complets du système de control et commande

**fig. A25**

Vista produzione condensatori
 Capacitor production view
 Vue de la production condensateurs

CELLE DI RIFASAMENTO

POWER FACTOR CORRECTION CELLS

CELLULES DE COMPENSATION DE PHASE

MPFC



fig. A26

Esempio di realizzazione celle di rifasamento MPFC da 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz

Example of MPFC power factor correction cells at 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz

Exemple de réalisation de cellules de compensation MPFC à 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz



La gamma delle celle MT tipo MPFC sono celle per applicazioni di rifasamento MT costituite da condensatori trifase, o batterie di condensatori adatti al rifasamento di potenza media di carichi come trasformatori, motori, ecc...

Sono particolarmente adatte nei casi in cui l'utenza necessita di un rifasamento di facile installazione e di rapida e pratica associazione a quadri esistenti, grazie anche alla loro conformazione di struttura di quadro compatto e completo.

Lo standard è composto da una cella MT realizzata mediante un quadro con grado di protezione IP30 (è possibile realizzare carpenterie con grado di protezione fino a IP55), in cui sono incorporati i fusibili di protezione, le reattanze di limitazione del picco di corrente di inserzione e i condensatori o la batteria, sistema di interblocco a chiave.

L'alimentazione è normalmente mediante cavi dal basso della cella, ma è possibile realizzarne anche su specifica richiesta.

Le celle tipo MPFC sono realizzate per una tensione di esercizio max di 24 kV (vedi dimensioni di ingombro a seguire).

I principali accessori disponibili a completamento della versione standard sono:

- TA per rilievo squilibrio;
- dispositivi di scarica rapida;
- reattanze di blocco armoniche (in questo caso è inserito anche il gruppo di ventilazione);
- dispositivo di segnalazione di intervento fusibili;
- isolatori capacitivi e relativa segnalazione presenza/assenza tensione;
- oblò di ispezione;
- resistenza anticondensa con umidostato;
- luce interna;
- altri accessori a richiesta.

Precisiamo che oltre alle versioni standard, si realizzano tipologie di celle definite su specifiche e carpenterie richieste dal Cliente.



The range of MPFC medium voltage cells is designed for MV power factor correction applications composed of three-phase capacitors or capacitor banks for medium power factor correction of loads such as transformers, motors, etc...

They are particularly suited in cases where the user needs power factor correction that is easy to install and fast and practical to combine with existing boards, also thanks to their structural conformation being compact and complete boards.

The standard one is composed of a MV cell made with a board with an IP30 degree of protection (it is possible to make the metalwork with an IP55 degree of protection), which incorporates the safety fuses, inrush peak current limiting reactors, capacitors or battery, and the key interlock system.

The power supply is normally through cables from the bottom of the cell, but it is also possible to make them on request.

MPFC cells are made for a max operating voltage of 24 kV (see overall dimensions below).

The main accessories available to complete the standard version are:

- CT to relieve unbalances;
- fast discharge devices;
- harmonic block reactors (in this case the ventilation unit is included too);
- device signalling fuses tripping;
- capacitive insulators and relative voltage on/off signalling;
- inspection window;
- space heater element with humidity gauge;
- inside light;
- other accessories on request.

Besides the standard versions, we also make cells defined on specifications and metalwork requested by the customer.



Les cellules MT modèle MPFC sont des cellules pour les applications de compensation de phase MT, composées de condensateurs triphasés ou de batteries de condensateurs appropriés à la compensation de phase de puissance moyenne de charges comme transformateurs, moteurs, etc.

Elles sont particulièrement indiquées si l'installation d'emploi nécessite une compensation de phase facile à installer et dont l'association aux tableaux existants est rapide et pratique, grâce aussi à la conformation de leur structure de tableau compact et complet.

La version standard se compose d'une cellule MT réalisée au moyen d'un tableau avec un degré de protection IP30 (il est possible de réaliser des enveloppes avec un degré de protection allant jusqu'à IP55), dans laquelle sont incorporés les fusibles de protection, les selfs de limitation de la crête de courant d'insertion et les condensateurs ou la batterie, le système d'interverrouillage à clé.

L'alimentation se fait généralement par câbles par le bas de la cellule, mais il est possible d'en réaliser aussi sur demande spécifique.

Les cellules modèle MPFC sont réalisées pour une tension de service max. de 24 kV (voir dimensions d'encombrement ci-après).

Les principaux accessoires disponibles pour compléter la version standard sont:

- TC pour la détection du déséquilibre;
- dispositifs de décharge rapide;
- selfs de blocage des harmoniques (dans ce cas, le groupe de ventilation est également inséré);
- dispositif de signalisation d'intervention des fusibles;
- isolateurs capacitifs et signalisation correspondante présence/absence tension;
- hublot d'inspection;
- résistance anti-condensation avec humidistat;
- éclairage interne;
- autres accessoires sur demande.

Nous précisons que, en plus des versions standards, nous réalisons des typologies de cellules définies sur spécifications et des enveloppes sur demande du Client.



fig. A27

Esempio di realizzazione celle di rifasamento MPFC da 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz (vista interna)

Example of MPFC power factor correction cells at 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz (internal view)

Exemple de réalisation de cellules de compensation MPFC à 12kV-200+400+400+600 kvar-50 Hz (vue interne)

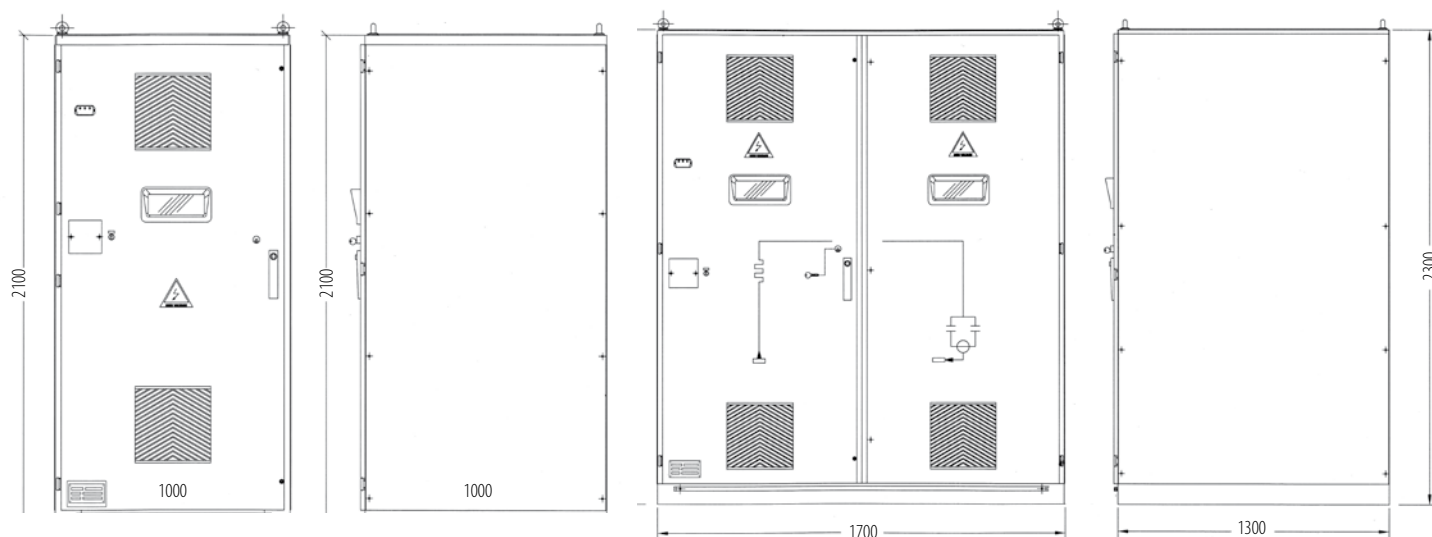


fig. A28

Dimensioni di ingombro celle di rifasamento MPFC standard in singolo e doppio box

Overall dimensions of standard MPFC power factor correction cells in a single and double box

Dimensions d'encombrement de cellules de compensation MPFC standard en single et double armoire



fig. A29

Vista interna celle di rifasamento MPFC in singolo e doppio box

Internal view of MPFC power factor correction cells in a single and double box

Vue interne cellules de compensation MPFC en single et double armoire

QUADRI DI RIFASAMENTO

POWER FACTOR CORRECTION BOARDS

TABLEAUX DE COMPENSATION DE PHASE

QMT



fig. A30

Quadro di rifasamento 12 kV con interruttore generale in SF₆ e n° 4 step da 100+200+400+400 kvar completi di contattori sottovuoto e sezionatori di terra.
 12 kV power factor correction board with main circuit breaker in SF₆ and 4 steps of 100+200+400+400 kvar with vacuum contactors and earthing disconnecting switches.
 Tableau de compensation de phase 12 kV avec disjoncteur général en SF₆ et 4 échelons de 100+200+400+400 kvar avec contacteurs sous vide et sectionneurs de terre.



I quadri di rifasamento tipo QMT consistono in una vasta gamma di batterie di condensatori assemblati all'interno di quadri isolati in aria in esecuzione protetta o blindata.

Le tipologie realizzabili sono molteplici a seconda del tipo di esigenza; possono infatti essere realizzati quadri dotati di varie apparecchiature come interruttori, contattori, sezionatori sotto carico, sezionatori di terra, ecc...

La struttura dei quadri è in acciaio del tipo a pavimento, divisa per compartimenti, verniciata (colore standard RAL 7030).

Ogni compartimento è dotato di sistemi di interblocco elettromeccanici per prevenire manovre errate e di oblò di ispezione.

Il grado di protezione nella versione standard è IP 3X a porte chiuse e IP 2X a porte aperte, possono comunque essere realizzati gradi di protezione diversi su richiesta.

Generalmente in ingresso al quadro viene posto un'interruttore generale od un sezionatore sotto carico per sconnettere l'intero banco dalla linea di alimentazione. I quadri sono dotati di golfari di sollevamento adatti alla movimentazione.



The QMT power factor correction boards consist of a vast range of capacitors banks assembled in metal enclosed or metal-clad board.

There are many types that can be made according to the type of need; in fact, boards can be made and equipped with various items of equipment such as circuit breakers, contactors, disconnecter switches, earthing switches, etc...

The boards are floor-standing and have a steel structure. They are divided into compartments and are painted (standard colour RAL 7030).

Each compartment is equipped with electromechanical interlock systems to prevent incorrect operations and has an inspection window.

The degree of protection in the standard version is IP 3X with closed doors and IP 2X with open doors, but other degrees of protection can be made on request.

Generally, there is a main circuit breaker at the board entry or a disconnecter switch under load to disconnect the entire bank from the supply line.

The boards are equipped with lifting eyebolts suited for handling.



Les tableaux de compensation de phase modèle QMT consistent en une vaste gamme de batteries de condensateurs assemblés à l'intérieur de tableaux isolés en air en exécution protégée ou blindée.

Les modèles réalisables sont multiples en fonction du type d'exigence; il est en effet possible de réaliser des tableaux dotés de différents appareillages comme disjoncteurs, contacteurs, sectionneurs sous charge, sectionneurs de terre, etc.

La structure des tableaux est en acier du type au sol, divisé par compartiments, peint (couleur standard RAL 7030).

Chaque compartiment est doté de systèmes d'interverrouillage électromécaniques, pour prévenir les fausses manœuvres, et d'un hublot d'inspection.

Le degré de protection dans la version standard est IP 3X avec portes fermées et IP 2X avec portes ouvertes, il est toutefois possible de réaliser des degrés de protection différents sur demande.

En général un disjoncteur général ou un sectionneur sous charge est installé à l'entrée du tableau pour déconnecter toute la batterie de la ligne d'alimentation.

Les tableaux sont dotés de pitons à œil de levage appropriés au déplacement.



fig. A31

Quadro di rifasamento 9 kV con sezionatore generale sotto carico fusibilito e relativa cella di rifasamento 9 kV-1,25 Mvar
 9 kV power factor correction board with main disconnector switch under load with fuse and associated 9 kV - 1.25 Mvar power factor correction cell.
 Tableau de compensation de phase 9 kV avec sectionneur général sous charge avec fusibles et cellule de compensation de phase 9 kV-1,25 Mvar

Enerlux realizza quadri completamente automatici, dotati di regolatore del cos ϕ che comanda l'inserimento delle varie batterie in base alla potenza reattiva richiesta (vedi esempio figura A9); ogni batteria è pilotata da un contattore sottovuoto con fusibili o da un interruttore motorizzato in SF6 o sottovuoto. Nei quadri tipo QMT possono essere realizzate anche batterie con filtri di blocco armoniche. I principali accessori disponibili a completamento della versione standard sono:

- TA per rilievo squilibrio;
- TA e TV per misure;
- dispositivi di scarica rapida;
- reattanze di blocco armoniche (in questo caso è inserito anche il gruppo di ventilazione o di condizionamento);
- dispositivo di segnalazione di intervento fusibili;
- isolatori capacitivi e relativa segnalazione presenza/assenza tensione;
- oblò di ispezione;
- resistenza con umidostato;
- luce interna;
- altri accessori a richiesta.

Precisiamo che oltre alle versioni standard, si realizzano tipologie di quadri definiti su specifiche del Cliente.

Enerlux makes fully automatic boards, equipped with a cos ϕ regulator that governs the various banks according to the reactive power required (see example in Figure 9); each bank is piloted by a vacuum contactor with fuses or by a motorized circuit breaker in SF6 or in a vacuum. QMT boards may also have banks with harmonic blocking filters.

The main accessories available to complete the standard version are:

- CT to relieve unbalances;
- CT and VT for measurements;
- fast discharge devices;
- harmonic block reactors (in this case the ventilation or air-conditioning unit is included too);
- device signalling fuses tripping;
- capacitive insulators and relative voltage on/off signalling;
- inspection window;
- space heater element with humidity gauge;
- inside light;
- other accessories on request.

Besides the standard versions, we also make types of boards defined on the customer's specifications.

Enerlux réalise des tableaux totalement automatiques, dotés de régulateur du cos ϕ qui commande l'insertion des différentes batteries en fonction de la puissance réactive requise (voir exemple figure A9); chaque batterie est pilotée par un contacteur sous vide avec fusibles ou par un disjoncteur motorisé en SF6 ou sous vide. Dans les tableaux modèle QMT, des batteries avec filtres de blocage des harmoniques peuvent aussi être réalisées. Les principaux accessoires disponibles pour compléter la version standard sont:

- TC pour détection du déséquilibre;
- TC et TT pour mesures;
- dispositifs de décharge rapide;
- selfs de blocage des harmoniques (dans ce cas, le groupe de ventilation ou de conditionnement est également inséré);
- dispositif de signalisation d'intervention des fusibles;
- isolateurs capacitifs et signalisation correspondante de présence/absence de la tension;
- hublot d'inspection;
- résistance anti-condensation avec humidistat;
- éclairage interne;
- autres accessoires sur demande.

Nous précisons que, en plus des versions standards, nous réalisons des types de tableaux définis sur spécifications du Client.

**fig. A32**

Vista interna quadro di rifasamento automatico QMT 12kV-4x1Mvar-50Hz

Internal view of QMT automatic power factor correction board at 12kV-4x1Mvar-50Hz

Vue interne tableau de compensation automatique QMT 12kV-4x1Mvar-50Hz

**fig. A33**

Quadro di rifasamento automatico QMT 12kV con reattanze di blocco armoniche, doppia alimentazione e con congiuntore centrale

QMT automatic power factor correction board at 12 kV with harmonic blocking reactors, double supply and with busbar coupler

Tableau de compensation automatique QMT 12kV avec selfs de blocage des harmoniques, double alimentation et avec coupleur des barres

**fig. A34**

Vista interna quadro di rifasamento automatico QMT 6.6kV-3x1.4Mvar-60Hz

Internal view of QMT automatic power factor correction board at QMT 6.6kV-3x1.4Mvar-60Hz

Vue interne tableau de compensation automatique QMT 6.6kV-3x1.4Mvar-60Hz



ESECUZIONI SPECIALI SPECIAL APPLICATIONS APPLITIONS SPECIALES



Oltre alle normali realizzazioni per rifasamento industriale, ENERLUX realizza condensatori e sistemi per svariate applicazioni; elenchiamo qui di seguito alcune delle principali applicazioni speciali della produzione ENERLUX:

- Sistemi di Filtraggio armoniche
- Condensatori serie per compensazione in alta tensione
- Condensatori di protezione sovratensioni.
- Condensatori per Filtri RC
- Condensatori per forni ad induzione
- Banchi di condensatori a palo
- Batteria trifase completa con 1 o 2 centri stella accessibile in unico contenitore
- Condensatori a doppia uscita
- Condensatori trifase a doppia stella con terminali uscita Y1-Y2
- Condensatori a prese multiple
- Condensatori di accoppiamento
- Condensatori per controllo del Ripple
- Quadri completi di comando e controllo banchi/batterie di condensatori.
- Banchi e sistemi per compensazione in alta tensione per sala prove trasformatori di potenza
- Condensatori per condizioni di esercizio gravose e/o ad elevato livello di inquinamento



Further to normal realizations for industrial power factor correction, ENERLUX manufactures capacitors and systems for different applications; we are listing here below some of the main special applications of ENERLUX production:

- Harmonic filtering systems
- Series Capacitors for compensation in high voltage
- Capacitors for overvoltage protection.
- Capacitors for RC filters
- Capacitors for induction furnaces
- Pole Capacitor banks
- Complete three-phase battery with 1 or 2 star centers, accessible in a sole container
- Double split capacitors
- Double star three-phase capacitor with Y1-Y2 brought out terminals
- Capacitors with multiple taps
- Coupling capacitors
- Ripple control capacitors
- Complete control panels for capacitor banks/batteries.
- HV compensation capacitor banks and systems for power transformer testing rooms
- Capacitors for operation with heavy conditions and/or with an elevated pollution level.



En ajoute aux réalisations pour la compensation industrielle, ENERLUX réalise condensateurs et systèmes pour des applications diverses; nous énumérons ci dessous quelques des principales applications spéciales de la production ENERLUX:

- Systèmes de filtrage des harmoniques
- Condensateurs pour la compensation en série en haute tension.
- Condensateurs de protection surtensions.
- Condensateurs pour les Filtres RC
- Condensateurs pour les fours à induction
- Batterie de condensateurs pour installation à poteau
- Batterie triphasée complète avec 1 ou 2 sommets d'étoile dans un cuve
- Condensateurs à double sortie
- Condensateurs triphasés à double étoile avec bornes de sortie Y1-Y2
- Condensateurs avec multiple prises
- Condensateur de couplage r
- Condensateurs pour le control Ripple
- Appareillages de control et command complète pour bancs/batteries de condensateurs
- Batteries de condensateurs et système pour la compensation en haute tension pour salle d'essai des transformateurs de puissance
- Condensateurs pour des conditions de fonctionnement pesante set/ou en haut niveau de pollution

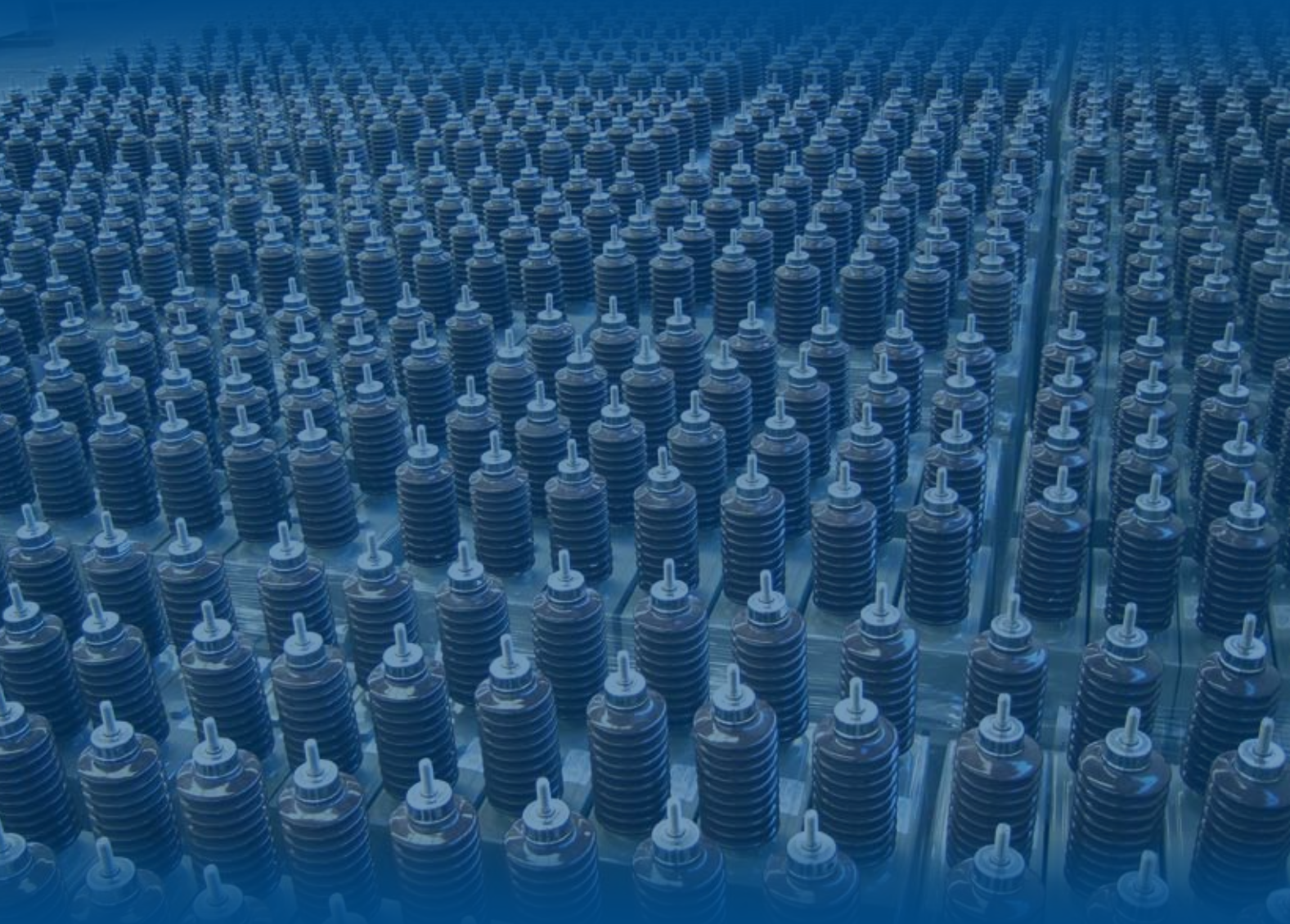






RIFASAMENTO INDUSTRIALE
POWER FACTOR CORRECTION
COMPENSATION INDUSTRIELLE

ENERLUX M-T 11-2009



agente - dealer - agent



Enerlux s.r.l.

Via G. Rossa, 8 - 46019 Viadana -MN- Italy

Tel. +39 0375 785 887 - Fax +39 0375 785 877

E-mail: info@enerlux.it - www.enerlux.it

fringio