

# 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.



*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.*

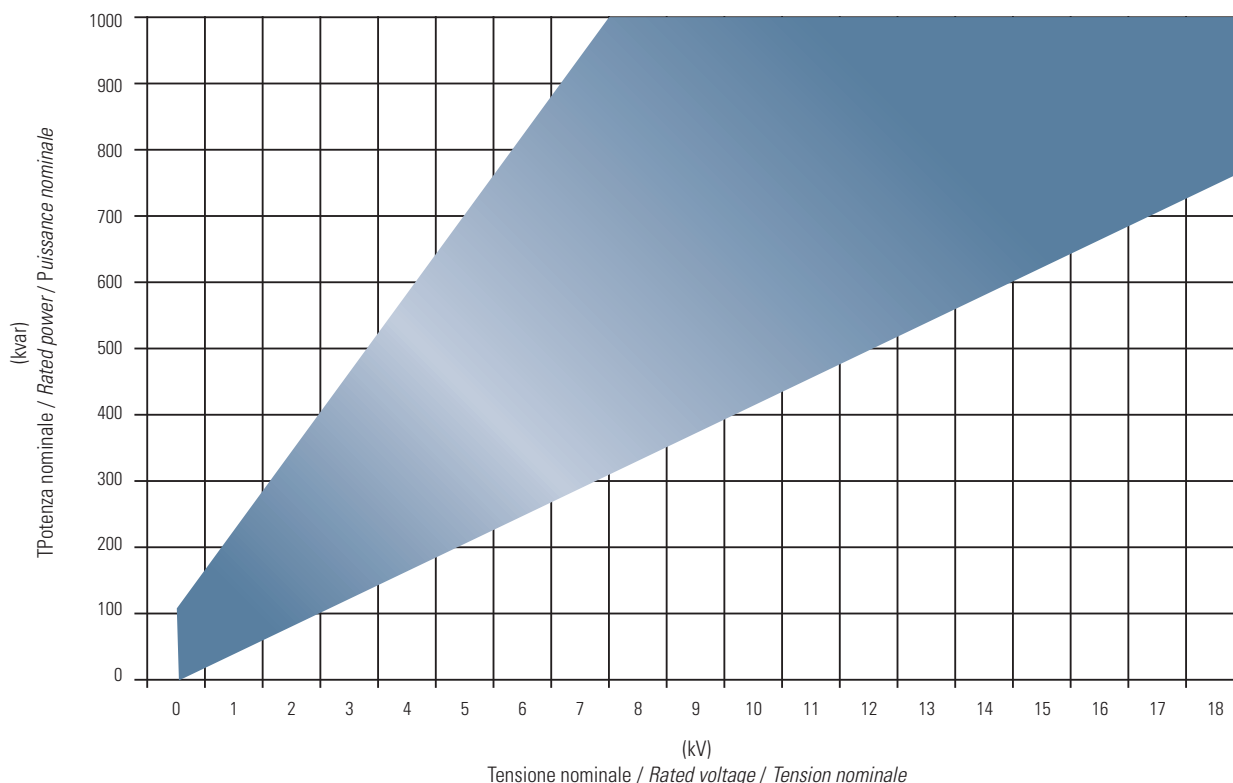
*This system offers the obvious advantage of being able to operate also with units in which there are broken elements (respecting the above criteria); however there are construction limits due to the need to have a fair number of capacitive elements connected in parallel for each series branch, so that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



*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.*



TAB. 4

La tabella 4 fornisce un strumento indicativo che illustra la fattibilità costruttiva dei fusibili interni in relazione alla potenza ed alla tensione dei condensatori; si precisa che Condensatori con caratteristiche al di fuori dell'area colorata possono essere prodotti solo previa verifica da parte dell'Ufficio tecnico di Enerlux.

The 4 table could be used as an indication device showing the constructional feasibility of internal fuses in relation to the output and voltage of capacitors; we specify that capacitors having characteristics outside coloured area could be manufactured only after a previous check of Enerlux engineering department.

Le tableau 4 donne un instrument montrant la faisabilité des fusibles internes en relation à la puissance et à la tension des condensateurs; on spécifie que les condensateurs qui ont des caractéristiques hors de la section coloré peuvent être produits seulement après la vérification de la demande par le bureau technique d'Enerlux.

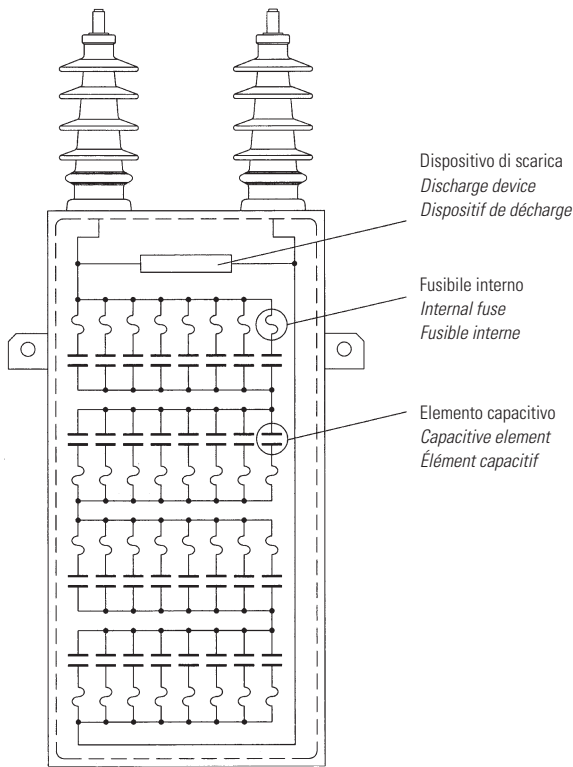


FIG. O

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

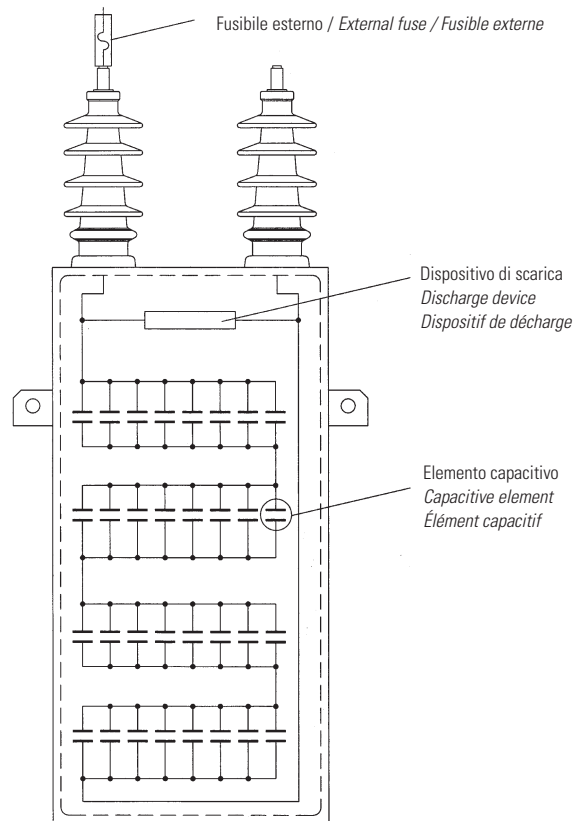


FIG. P

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'inserction.
- Le fusible doit être en mesure de supporter toutes les surintensités d'inserction dues aux manœuvres pendant la durée de vie du condensateur. La valeur de crête du courant d'inserction 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 désinserction 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 piú 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 sconnesso 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 R 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 T 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 R 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 T 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 R 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 T 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.

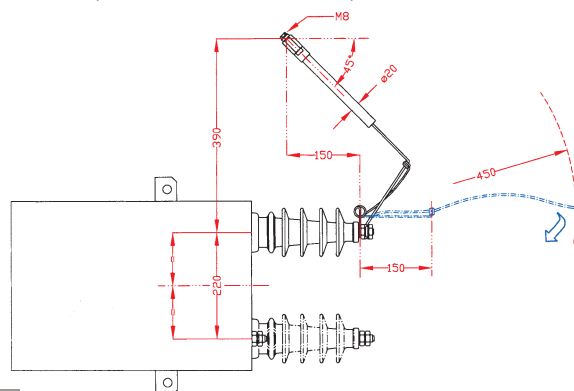
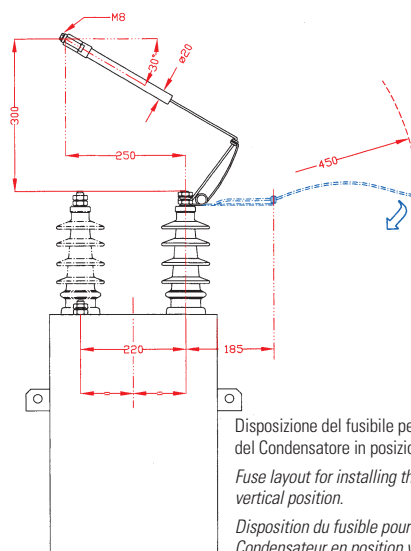


FIG. R

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.

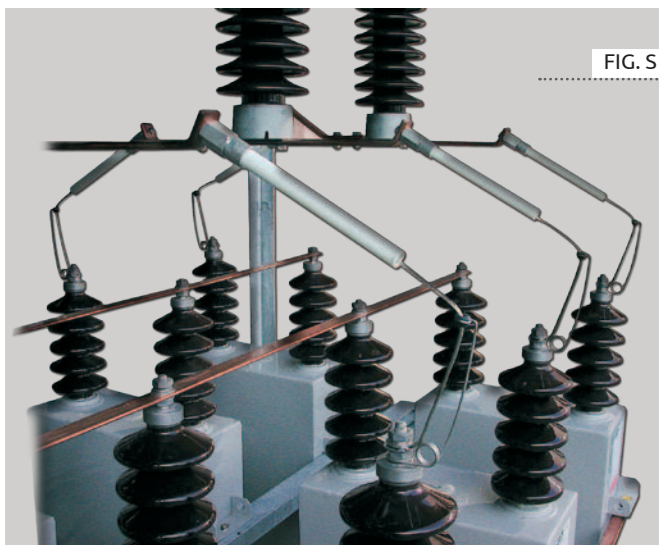


FIG. S

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

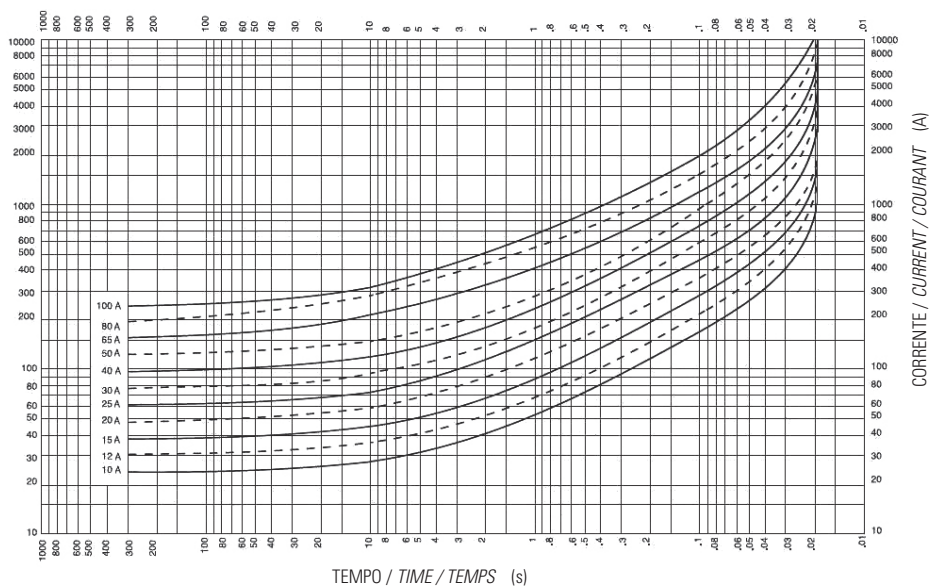


FIG. T

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