

## Schutz von Kompensationsanlagen und Kondensatorbatterien *Protection of power factor correction and capacitor banks*

Der Kurzschlusschutz von Kompensationsanlagen und Kondensatorbatterien durch NH-Sicherungseinsätze ist gängige Praxis. Da diese nicht in der Lage sind, kapazitive Ströme abzuschalten, ist jedoch die Einhaltung von bestimmten Vorgaben notwendig.

Die NH-Sicherungseinsätze stellen nur den Schutz bei inneren Kurzschlüssen und äußerer Überbrückung sicher, ein Schutz bei Überlast kann dagegen nicht gewährleistet werden. Hierfür sind spezielle Schutzmaßnahmen zu treffen bzw. vorhanden (z.B. interne Überdruck-Abreißsicherungen).

Kondensatoren sind bauart- und schaltungsabhängig mit NH-Sicherungseinsätzen abzusichern, deren Nennstrom zwischen dem 1,6- und dem 1,8-fachen Kondensator-Nennstrom liegt. Einerseits müssen die Sicherungen dauerhaft den maximalen Betriebsstrom der Kondensatoren tragen können, welcher dem 1,5-fachen Kondensator-nennstrom entspricht, andererseits erreicht der Einschaltstrom des Kondensators Stromspitzen bis zu 100-facher Nennstromstärke. Bei nicht ausreichender Dimensionierung kann es zu Überhitzung und spontaner Auslösung der Sicherung unter nicht beherrschten Schaltbedingungen kommen.

Zusätzliche Maßnahmen zur Verhinderung der hohen Stromspitzen, die auf Seite des Anlagenbauers getroffen werden können, sind voreilende, widerstandsbehaftete Einschaltkontakte des Kondensatorschützes oder Thyristorschalter, die im Spannungsnulldurchgang „sanft“ einschalten.

Beim Ausschalten führen hohe wiederkehrende Spannung über den NH-Sicherungen zu Rückzündungen und damit Resonanzen. Daher muss die Nennspannung der Sicherung **mindestens das 1,3-fache der jeweiligen Kondensator-Nennspannung** betragen.

Für den Einsatz von NH-Sicherungseinsätzen der Gebrauchskategorie gG in Kompensationsanlagen empfiehlt JEAN MÜLLER die Auswahl nach folgender Tabelle gemäß IEC 61818 abhängig von Betriebsspannung und Blindleistung. Die ausgewählte Absicherung dient dem Kurzschlusschutz bei gleichzeitiger Vermeidung von Überlastabschaltungen unter normalen Betriebsbedingungen, wie zuvor beschrieben.

Für weitergehende Anwendungsfälle kann die folgende Faustformel angewendet werden:

$$I_N/A \geq k \times Q_N / kvar$$

*Short circuit protection of power factor correction and capacitor banks by LV HRC fuse-links is well-established engineering practice. As they are not capable of breaking capacitive currents, the use of fuses however is subject to certain guidelines.*

*LV HRC fuse-links only protect against inner and outer short circuit. An overload protection cannot be provided by the fuse itself, other safety measures have to be taken instead if not available with the capacitor (e.g. internal overpressure expansion fuses).*

*Capacitors have to be protected depending on type and circuit by LV HRC fuse-links with a rated current 1,6 to 1,8 times the rated current of the capacitor. On one side the fuse-links have to be able to continuously carry the capacitors maximum operating current on the other side the peak inrush current will reach up to 100 times the rated current. An under dimensioned fuse-link will lead to overheating and spontaneous breaking under non controllable conditions.*

*Additional measures which can be taken by the plant manufacturer to reduce the high inrush currents are capacitor contactors with leading contacts and series resistors or thyristor switches with "soft" switching at voltage zero crossing.*

*During breaking the high recovery voltage applied to the LV HRC fuse-link lead to arcing back and resonances. Therefore the rated voltage has to be at least 1,3 times the rated voltage of the capacitor.*

*For the application of LV HRC fuse-links gG type in power factor correction JEAN MÜLLER recommends using the following table according to IEC 61818 for fuse-link selection depending on operating voltage and capacitor size. The selected fuse provides short circuit protection but avoid operation under overload as it may occur under regular service conditions as described before.*

*For further applications the following rule of thumb can be used:*

$$I_N/A \geq k \times Q_N / kvar$$

	Bemessungsspannung (3-phasiges 50Hz-System) <i>Rated voltage (three-phase 50Hz system)</i>		
Kompensationsanlage <i>Power factor correction</i>	400V (k=2,5)	525V (k=2)	690V (k=1,5)
Sicherungseinsatz <i>fuse-link</i>	500V	690V	1000V*
Kondensator-Scheinleistung <i>Capacitor size</i> $Q_N$ [kvar]	Bemessungsstrom der Sicherung $I_N$ / <i>Rated current of the fuse <math>I_N</math></i>		
≤ 5	16A		
≤ 7,5	20A		
≤ 12,5	35A	35A	
≤ 20	50A		35A
≤ 25	63A	50A	
≤ 30	80A	63A	50A
≤ 40	100A	80A	63A
≤ 50	125A	100A	80A
≤ 60	160A	125A	100A
≤ 80	200A	160A	125A
≤ 100	250A	200A	160A
≤ 125	315A	250A	200A
≤ 160	400A	315A	250A
≤ 200	500A	400A	315A
≤ 250	630A	500A	400A

\*Alternativ 690V in Mindest-Baugröße 1 / *a 690V is also possible with fuses of size 1, minimum*