

Anlagenbau, Industrie und Gebäude

# SCHALTSCHRANKBAU

Methoden - Komponenten - Workflow

## Helden im Schaltschrank



Neu:  
MOTUS®  
IO-Link



**SPS NÜRNBERG**  
26.-28.11.2019  
HALLE 9 STAND 350

### Schwerpunkt

Steuerschranke für den Maschinenbau

Seite 24

### Turck

Interface-Geräte für Schaltkästen

Seite 32

### Marktübersicht

Kabeldurchführungen

Seite 56

### Murrplastik

Betriebsmittelbezeichnung

Seite 72

Titelbild: Wöhner GmbH & Co. KG

**EMKA**  
Beslagteile  
Verschlusstechnik mit System



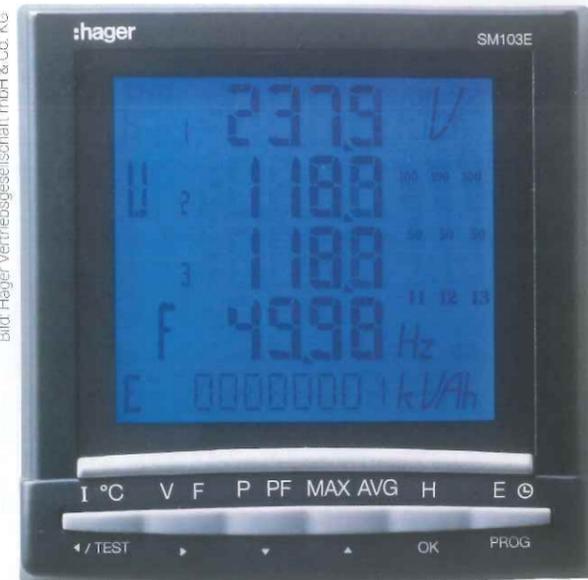


Bild 3 | Hager Multifunktionsmessgerät SME103E zum Türeinbau

Lesen von Zuständen (Ein-Aus) oder zur Impulsanzählung verwendet werden können. Und im Sinne einer möglichst breiten Nutzung können mit dem Agardio Manager darüber hinaus auch die Daten des Energiemonitorings per BACnet an übergeordnete Gebäudeleittechniksysteme übertragen werden.

**Praktische Anwendung**

Mit dem Agardio Manager wurden bereits zahlreiche Anwendungen realisiert. Typische Projekte sind dabei zumeist kleine bis mittlere Zweckbauten, Produktionsstätten oder auch Tankstellen – wie

beispielsweise eine Station in Hessen: Bei der Installation einer neuen Hager Niederspannungshauptverteilung plante der Betreiber hierbei auch gleich ein Energiemonitoring-System mit dem Agardio Manager ein. Sein Interesse galt dabei in erster Linie der Nachvollziehbarkeit einzelner Verbrauchsstellen im Betrieb. Dazu wurden ein Agardio Manager Server installiert sowie insgesamt 13 Energiezähler für die Untermessung und Visualisierung der Verbräuche des Shops, der Waschstraße, der Zapfsäulen, der Außenbeleuchtung und anderer elektrisch betriebener Einrichtungen. Auf dieser Basis kann nun die Abrechnung der Verbräuche nach Kostenstellen getrennt erfolgen. In einem nächsten Schritt ist die zentrale Anzeige von aufgeschlüsselten Verbrauchswerten mehrerer Tankstellen in der Region geplant. Eine weitere typische Anwendung wurde in einem Landhotel realisiert, das eine neue Niederspannungshauptverteilung erhielt. Gleichzeitig bestand das Interesse, den Energieverbrauch der Küche detailliert zu erfassen sowie die Energieerzeugungswerte des hauseigenen Blockheizkraftwerks und der Photovoltaikanlage zu visualisieren und zu dokumentieren. Die Umsetzung dieser Anforderungen erfolgte mit Hilfe eines Agardio Managers und zehn Zählern für die

beispielsweise eine Station in Hessen: Bei der Installation einer neuen Hager Niederspannungshauptverteilung plante der Betreiber hierbei auch gleich ein Energiemonitoring-System mit dem Agardio Manager ein. Sein Interesse galt dabei in erster Linie der Nachvollziehbarkeit einzelner Verbrauchsstellen im Betrieb. Dazu wurden ein Agardio Manager Server installiert sowie insgesamt 13 Energiezähler für die Untermessung und Visualisierung der Verbräuche des Shops, der Waschstraße, der Zapfsäulen, der Außenbeleuchtung und anderer elektrisch betriebener Einrichtungen. Auf dieser Basis kann nun die Abrechnung der Verbräuche nach Kostenstellen getrennt erfolgen. In einem nächsten Schritt ist die zentrale Anzeige von aufgeschlüsselten Verbrauchswerten mehrerer Tankstellen in der Region geplant. Eine weitere typische Anwendung wurde in einem Landhotel realisiert, das eine neue Niederspannungshauptverteilung erhielt. Gleichzeitig bestand das Interesse, den Energieverbrauch der Küche detailliert zu erfassen sowie die Energieerzeugungswerte des hauseigenen Blockheizkraftwerks und der Photovoltaikanlage zu visualisieren und zu dokumentieren. Die Umsetzung dieser Anforderungen erfolgte mit Hilfe eines Agardio Managers und zehn Zählern für die

**Fazit**

Der Hager Agardio Manager ermöglicht in kleineren und mittleren Liegenschaften die einfache und komfortable Umsetzung der aktuellen der DIN VDE0100-801 sowie darauf aufbauend die Installation von intelligenten Energiemanagementsystemen nach ISO50001. Die breite Anschlussmöglichkeit unterschiedlicher Messgeräte macht das System vielseitig einsetzbar, da sich im Prinzip an allen relevanten Stellen einer Niederspannungsverteilung Messwerte für ein umfassendes Monitoring abgreifen lassen. Daneben dürfte vor allem die einfache Konfiguration herstellereigener Messgeräte ohne spezielle Software diese Energiemonitoringlösung für viele Anwender besonders interessant machen.

[www.hager.de](http://www.hager.de)

**Autor |** Baris Ali, Markt Manager Zweckbau, Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG

Bild 4 | Visualisierungsbeispiele Agardio Manager

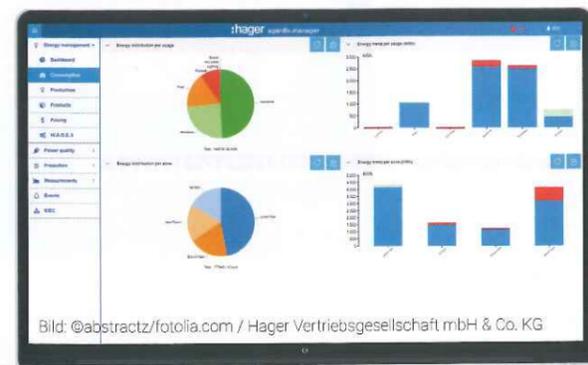


Bild 4 | Visualisierungsbeispiele Agardio Manager



Bild 1 | Aufbau eines Sofia-Mod-Filtermoduls (100A). Wichtigster Bestandteil und Gehirn des Filters ist die intelligente Steuerungseinheit.

**Detailansicht der intelligenten Steuerungseinheit:**



- ▶ Übergordnete Steuerung
- ▶ Visualisierung (GUI)



- ▶ Mess- und Steuerungsmodul
- ▶ Berechnung und Analyse

**Modular aufgebautes Filtersystem**  
**Wertschöpfung bleibt beim Schaltanlagenbauer**

*In heutigen Energieversorgungsnetzen kann eine mangelnde Spannungsqualität schwerwiegende Auswirkungen haben, wie z.B. den Ausfall von Frequenzumrichter, Fehlfunktion von elektronischen Steuerungen oder auch den Stillstand von gesamten Produktionsanlagen. Während die primären Kosten, wie die Beschädigung von Betriebsmitteln, noch überschaubar sind, können immense sekundäre Kosten durch Stillstandzeiten, Produktionsausfälle und Ausschusskosten entstehen.*

Zudem entstehen enorme finanzielle Risiken, da die Hersteller der Frequenzumrichter und Produktionsanlagen von der Gewährleistungspflicht befreit sind, wenn die entsprechenden Normen zur Spannungsqualität nicht eingehalten werden. Folgende Phänomene können die Spannungsqualität beeinträchtigen: niederfrequente Oberschwingungen, höherfrequente Oberschwingungen aufgrund von Resonanzen, Taktfrequenzen und Kommutierungseinbrüchen, Probleme mit der Spannungshöhe und Blindleistung. Für jedes dieser Spannungsqualitätsprobleme bietet das Portfolio der Conden-

sator Dominit eine Produktlösung. Schwerpunkt dieses Artikels ist die Vorstellung der GridClass-Mod Produktreihe, die als integrierbare Schaltschranklösung Oberschwingungsprobleme in allen Frequenzbereichen löst.

**Zunehmender Einsatz von Leistungselektronik**

Der derzeitige Wandel unseres Energieversorgungssystems ist geprägt durch den zunehmenden Einsatz von Leistungselektronik. Die Integration regenerativer Energien, der Einsatz

- Anzeige -

**B A H**  
INDUSTRIAL SOLUTIONS

**SCHALTSCHRANKBAU DER NEUESTEN GENERATION!**

**FLEXIBEL, MODULAR & INDIVIDUELL**

Hochmoderne Fertigungstechnologien, innovative Prozesse und ein erfahrenes Team – so stehen wir für den Schaltschrankbau der neuesten Generation: schnell, verlässlich, individuell.

[WWW.BAH-INDUSTRIAL.DE](http://WWW.BAH-INDUSTRIAL.DE)

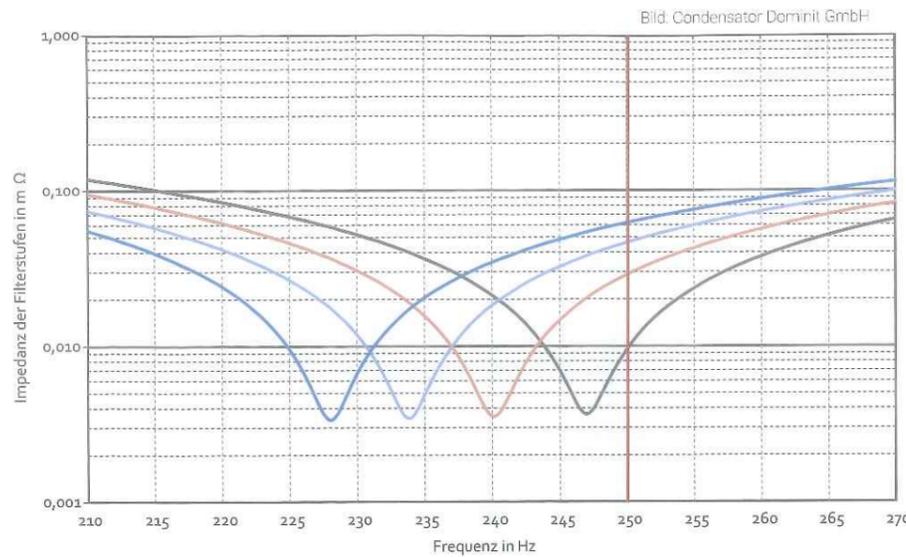


Bild 2 | SΦfia-Prinzip: Impedanzverlauf eines SΦfia-Filters für die 5. Oberschwingung mit vier Stufen. Durch die Schaltung von Kondensatorstufen verschiebt sich der Impedanzverlauf zu einer anderen Abstimmfrequenz.

von LEDs, Unterhaltungselektronik und die Ansteuerung von Motoren durch Frequenzrichter führen dazu, dass der Anteil nicht-linearer Verbraucher in unseren Netzen zunimmt. Diese Verbraucher nehmen allesamt Oberschwingungsströme auf, die nicht proportional zur Spannung sind und somit nicht der Grundschwingung (50Hz) entsprechen. Die Oberschwingungsströme treten typischerweise in niedrigen Frequenzbereichen bis 2,5kHz auf und sind bestimmte ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz, z.B. entspricht die 5. Ordnung 250Hz. Ohne den Einsatz geeigneter Filtermaßnahmen trifft dieser Strom im Netz auf die Netzimpedanz. Gemäß dem ohmschen Gesetz verursacht der Oberschwingungsstrom über der Netzimpedanz einen Spannungsfall, der sich der Grundschwingung überlagert und die Netzspannung verzerrt. Neben den Oberschwingungsströmen kann auch eine Erhöhung der Netzimpedanz, aufgrund einer Resonanz, zu Spannungsqualitätsproblemen führen. Resonanzen entstehen durch Kapazitäten, die in EMV-Filtern, ausgedehnten Kabelnetzen oder unverdrosselten Kompensationsanlagen vorhanden sind. In Kombination mit der Induktivität des Transformators bildet

sich ein schwingungsfähiges System aus. Dies führt zu einer Erhöhung der Netzimpedanz an der Resonanzstelle, sodass bereits ein kleiner Oberschwingungsstrom die Resonanz anregen und enorme Störpegel hervorrufen kann. Resonanzen lassen sich nur mit der Einbringung von verlustbehafteter Dämpfung ins Netz beheben.

### Neues Wertschöpfungspotential

Zur Bewertung der Spannungsqualität in einem Industrienetz gibt die IEC61000-2-4 als Produktleitnorm im Frequenzbereich bis 2,5kHz fest definierte Grenzwerte für die maximal zulässige Spannungsverzerrung vor. Wenn diese Grenzwerte überschritten werden, dürfen Betriebsmittel und Prozesse gestört werden, ohne dass deren Hersteller in Haftung genommen werden kann. Letztlich ist der Betreiber der Industrieanlage für die Einhaltung der Spannungsqualitätskriterien verantwortlich und muss somit geeignete Filtermaßnahmen installieren. Hier bietet sich für Schaltanlagenbauer ein neues Wertschöpfungspotential, diese Filterlösungen in ihre Schaltschrankkonzepte zu integrieren. Zur Verbesserung der Netzqualität und Einhal-

tung der Grenzwerte existieren verschiedene Filtertechnologien, die sich grundsätzlich in aktive und passive Filter unterscheiden. Die Produktreihe GridClass-Mod, bestehend aus SΦfia-Mod und ReSI-Mod, ist ein Filtersystem, das die Vorteile der unterschiedlichen Filter in einem modularen System kombiniert. Das kombinierte Filter bewirkt im gesamten Frequenzspektrum eine breitbandige Filterwirkung und dämpft Resonanzen. Aufgrund der modularen Bauweise ermöglicht GridClass-Mod eine hohe Anpassungsfähigkeit und Erweiterbarkeit entsprechend der jeweiligen Filteranforderungen. Schaltanlagenbauer können von dieser Flexibilität profitieren, da sich die Filtermodule einfach in Anlagen integrieren und auf die benötigte Leistung erweitern lassen. So können Schaltanlagenbauer ihrem Kunden ein ganzheitliches Produkt anbieten und die Sicherung der Spannungsqualität in ihre Wertschöpfungskette mit aufnehmen. Die erste Komponente in einem modularen Filtersystem ist das 100 A-Modul SΦfia-Mod, welches ein 'Spannungsgeführtes Oberschwingungsfilter mit intelligenter Anpassung' ist. Das SΦfia-Filter ist seit 2016 durch ein europäisches Patent (European patent No. 3065247) geschützt und das derzeit am häufigsten installierte Filtersystem in der weltweiten Automobilfertigungsindustrie.

### Permanente Nachregelung

Im Gegensatz zu klassischen passiven Filtern, die aus einer Kombination eines Kondensators und einer Induktivität eine bestimmte Saugwirkung bei definierten Frequenzen bewirken, stellt das SΦfia-Filter seine Stromaufnahme, in Abhängigkeit von der Belastung des Netzes und unter Berücksichtigung anderer Rahmenbedingungen, mit Hilfe einer intelligenten Steuereinheit selbstständig ein. So werden spätere Veränderungen in den Netzen und steigende oder sinkende Pegel nachgeregelt, sodass immer ein optimales Filterergebnis erzielt wird. Der wesentliche Nach-

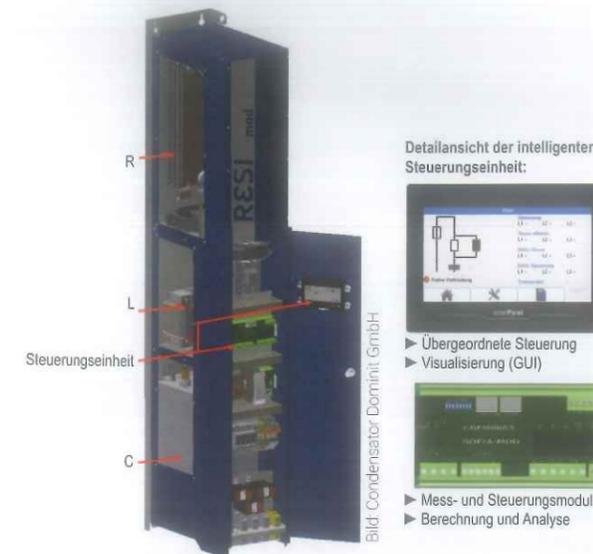


Bild 3 | Aufbau eines ReSI-Mod-Filtermoduls

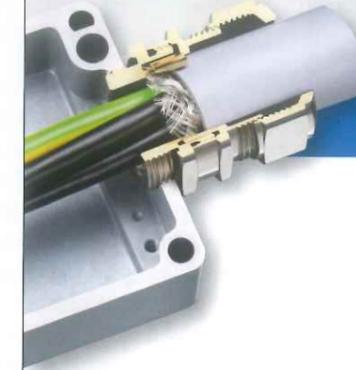
teil von passiven klassischen Filtern, welche sich im Überlastfall abschalten, also gerade dann, wenn sie am meisten benötigt werden, kann mit SΦfia-Filtern überwunden werden. Neben Passivfiltern sind Aktivfilter zur Sicherstellung der Spannungsqualität weit verbreitet. Aktivfilter sind gesteuerte Gleichrichter, die den Oberschwingungsstrom im Netz messen und dann mittels Ansteuerung der Leistungshalbleiter einen entgegengesetzten Strom zur Kompensation einspeisen. Das Kompensationsprinzip von Aktivfiltern ist folglich stromgeführt und unterscheidet sich von der spannunggeführten Arbeitsweise passiver Filter. Aufgrund des stromgeführten Filterprinzips können Aktivfilter nur diskrete Oberschwingungen, also Vielfache der Grundschwingung reduzieren und haben im Vergleich zu Passivfiltern keine breitbandige Filterwirkung. Darüber hinaus ist die größte filterbare Frequenz durch die Taktfrequenz des aktiven Gleichrichters begrenzt. Weitere wesentliche Vorteile von passiven Filtern gegenüber Aktivfiltern sind die geringere Verlustleistung und die geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten. SΦfia-Mod kombiniert die Vorteile der passiven Filter: Kostengünstige breitbandige Filterwirkung mit geringen Verlusten und die Flexibilität eines Aktivfilters. SΦfia-Mod bietet somit ein universell einsetzbares Filter, das sich selbstständig an die Netzsituation anpasst.

### Einbringung von Dämpfung

In einem Netz mit vorhandenen oder drohenden Resonanzen kann, in Ergänzung zum SΦfia-Filter, ein ReSI-Filter (Resonanz-Eliminations-System) modular in einen Schaltschrank integriert werden, um passende Dämpfung in das Netz einzubringen. Neben der Resonanzbedämpfung kann das ReSI-Modul außerdem hochfrequente Störpegel, hervorgerufen durch Taktfrequenzen bzw. Kommutierungseinbrüchen, signifikant reduzieren. Die Kombination aus Kondensatoren und Induktivitäten in einem

# Idealbesetzung.

SPS, Nürnberg  
Halle 3C, Stand 525



## Progress® EMV powerCONNECT

Die AGRO Progress® EMV powerCONNECT bietet auf kleinstem Raum eine kraftvolle Klemmung des Kabelschirms über 360°. Hierzu wird das Zwischenstück immer auf Block angezogen und niedrigste Übergangswiderstände sind realisiert.

- Dauerhafter Kontaktdruck durch innovative Presshülse
- Keine mechanische Belastung stromführender Adern
- Hohe Ableitströme
- Große Flexibilität im Klemmbereich durch zweiteilige Dichteinsätze
- Schutzart IP 68 / IP 69K



Progress®. Das Profiprogramm für die kabelschonende Leitungseinführung.

# KAISER

### KAISER Elektroinstallations-Systeme

Unterputz . Hohlwand . Betonbau . Einbaugeschäfte . Erdung . Kabelverschraubungen  
Werkzeuge . Energieeffizienz . Brandschutz . Schallschutz . Strahlenschutz . Bauen

www.kaiser-elektro.de

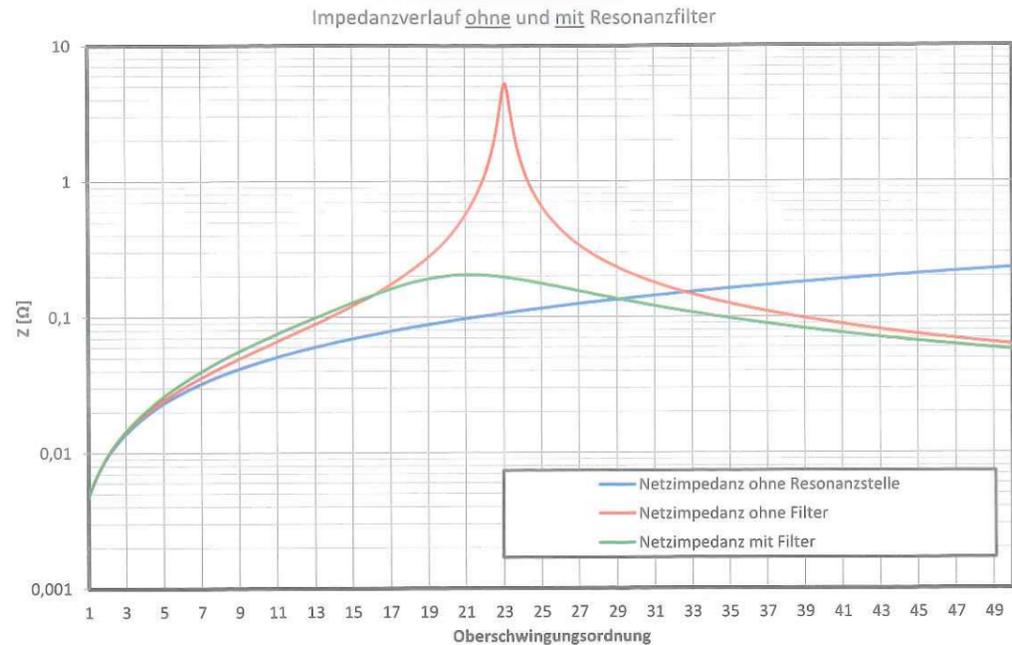


Bild 4 | Impedanzverlauf eines ReSI-Filters. Beispiel: Netz 50MVA, Transformator 630kVA, Kabel 100µF + ReSI-Mod-400/50-25kvar.

Netz bilden, gemäß der Thomsonschen Schwingungsgleichung  $f = 1 / (2 * \pi * \text{Wurzel}(L * C))$ , ein schwingungsfähiges System bei einer bestimmten Frequenz aus. Klassische Filter, sowohl aktiv als auch passiv, können Spannungsverzerrungen aufgrund von Resonanzen nicht reduzieren. Die einzige Möglichkeit zur Reduktion von resonanzbedingten Spannungspegeln ist das Einbringen von Dämpfung. Dämpfung wird durch Energieentnahme realisiert. Im Energieversorgungsnetz wird Energie in Widerständen in Wärme umgewandelt und so dem System entzogen. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, warum klassische Filter Resonanzpegel nicht bekämpfen können. Passive Filter bringen Kondensatoren und Drosseln in das Netz ein, aber keinen Dämpfungswiderstand. Somit verschiebt sich das Resonanzproblem – gemäß der Thomsonschen Formel – nur zu einer anderen Frequenz, wird aber nicht bedämpft. Auch Aktivfilter können Resonanzen nicht eliminieren da sie, aufgrund des stromgeführten Kompensationsprinzips, Oberschwingungsströme mit einer falschen Phasenlage einspeisen. Im schlimmsten Fall können Aktivfilter sogar Resonanzen anregen, weswegen sie eine Resonanzerkennung implementiert haben sollten. Wenn eine Resonanz

erkannt wird, werden bei der entsprechenden Ordnung keine Ströme eingespeist. Abbildung 4 zeigt wie der Impedanzverlauf eines Netzes, durch die Einbringung eines ReSI-Filters, positiv verändert wird. Der blaue Verlauf zeigt die Impedanzkurve eines typischen Energieversorgungsnetzes, die durch die induktive Charakteristik des Transformators geprägt ist. Durch das Einbringen einer Kapazität entsteht eine Resonanzstelle zwischen der 40. und 45. Ordnung (s. rote Linie). Es genügt ein geringer Anregestrom bei der Resonanzfrequenz, um die Resonanz anzuregen. Ist die Dämpfung im System nicht ausreichend, fängt das Netz an zu schwingen. Schlimmstenfalls kann es sich bis zur Zerstörung von Betriebsmitteln aufschaukeln. Die grüne Linie zeigt den Impedanzverlauf bei Einbringung eines ReSI-Filters und die daraus resultierende Dämpfung.

**Resümee**

Durch die stetige Zunahme von leistungselektronischen Verbrauchern mit nicht-linearen Kennlinien steigt die Belastung in unseren Stromnetzen. Niederfrequente Netzrückwirkungen durch Frequenzumrichter und höherfrequente Störungen führen dazu, dass die Grenzwerte der Normen zur Spannungsquali-

tät überschritten werden. Eine Verletzung der Norm kann zu Betriebsausfällen, Prozessstörungen oder gar der Zerstörung von Betriebsmitteln führen. Der Einsatz von geeigneten Filtermaßnahmen, wie sie in der GridClass-Mod Produktreihe durch die Kombination eines intelligenten Passivfilters Sϕfia-Mod mit einem Filter zur Resonanzdämpfung ReSI-Mod realisiert sind, bleibt somit oftmals unabdingbar. Das Konzept der GridClass-Reihe bietet eine Möglichkeit, die Vorteile von klassischen passiven und aktiven Filterkonzepten miteinander zu vereinen, ohne dabei deren Schwächen, wie z.B. eine erhöhte Verlustleistung oder komplizierte Auslegungen, in Kauf nehmen zu müssen. Die Kombination aus Sϕfia-Mod und ReSI-Mod erzielt einen breitbandigen Filtereffekt. Durch die modulare Bauweise lassen sich Filtermaßnahmen einfach und flexibel per 'Plug&Play' in Schaltschränke integrieren bzw. bestehende Anlagen können um die Filtermodule erweitert werden. ■

[www.condensator-dominit.de](http://www.condensator-dominit.de)

**Autoren** | M.Sc. Saeed Amirraghi, Entwicklungsingenieur, modulare Filtersysteme, M.Sc. Katharina Mütze, Entwicklungsingenieurin, Condensator Dominit GmbH



Emka stellt das Material für die selbstklemmenden Dichtungsprofile ihres Programms 1011 sukzessive auf EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer) um.

## Emka stellt Produktion auf 100 Prozent EPDM um Widerstandsfähige Dichtungen

Emka Beschlagteile stellt das Material für die selbstklemmenden Dichtungsprofile ihres Programms 1011 sukzessive auf EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer) um. Bislang bestanden die Dichtungen aus einem Mix aus EPDM und Polyvinylchlorid (PVC). Mit der Umstellung gewinnen die Emka-Dichtungen noch einmal deutlich an Qualität: Das neue Material besitzt einen breiteren thermischen Anwendungsbereich mit hoher Resistenz gegen Witterung, UV-Strahlung und Säuren, was sie besonders langlebig macht.

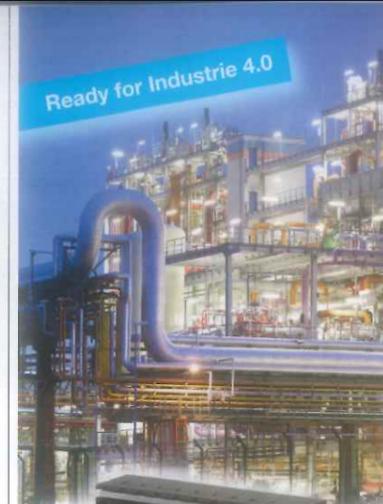
Aufgrund kontinuierlicher Investitionen in seine Fertigungslinien gelingt es Emka, die Umstellung von EPDM / PVC auf EPDM / EPDM kostenneutral zu gestalten: Die hochwertigeren Dichtungen, die Emka in eigenen Werken in Spanien und Großbritannien herstellt, werden zu unveränderten Listenpreisen angeboten. Dabei erfolgt die Umstellung der Profile sukzessive, indem Altbestände zeitnah abgebaut und nicht weiter produziert werden. Erste Muster und Kleinmengen in der Ausführung EPDM / EPDM sind bereits ab Lager lieferbar. Emka bietet eine Vielzahl von Dichtungen für den Gehäuse- und Schaltschrankbau sowie für den Bahn-, Klima- und Hygienebereich. Das Material eignet sich sehr gut für die Abdichtung von Schaltschränken, da es eine hohe Druckelastizität und ein gutes Rückstellungsvermögen aufweist. Nach der Dehnung oder Stauchung kehrt das Elastomer annähernd in den Ausgangszustand zurück. Moosgummi-Profile sind weich, bieten bei leichtem Druck eine gute Kontaktfläche zum Gehäuse und dichten damit ideal ab. Viele Toleranzen an der Schaltschranktür lassen sich so überbrücken. Emka-Dichtungsprofile sind besonders hochwertig und sicher, wie zahlreiche

Zertifikate nach DIN-, VDI-, UL- oder Brandschutz-Normen belegen. Das Material ist sehr ozon-, alterungs- und witterungsbeständig und weist darüber hinaus eine sehr gute Beständigkeit gegenüber Heißwasser und Dampf aus. EPDM ist nicht beständig gegen Mineralöle und Fette, verfügt jedoch über eine hohe Chemikalienverträglichkeit.

- Vorteile der Umstellung auf EPDM im Überblick:
- Gleichwertige Aufsteck- und Haltekraft
  - Größerer Funktionsweg bei Schlauchdichtungen
  - Geringere Kompressionskraft
  - Besserer Temperaturbereich von -40°C bis +100°C, kurzzeitig bis +130°C
  - Bessere UV- und Medienbeständigkeit
  - Vulkanisierte Ringe und Rahmen möglich
  - Möglichkeit, die Profile auch nach Norm UL, EN45545-2 oder VDI 6022 herzustellen (eventuell neue Werkzeuge erforderlich)

[www.emka.com](http://www.emka.com)

**Autor** | Marius Schenkelberg, Fachjournalist aus Montabaur



PROFI NET

### ControlPlex® System CPC20 Intelligente DC 24 V-Absicherung

Schützt Ihre DC 24 V-Stromversorgung vor Überlast und Kurzschluss.

- Ihr Nutzen:
- Maximiert Ihre Anlagenverfügbarkeit - durch umfangreiche Diagnosefunktionen
  - Erhöht den Schutz vor Spannungseinbrüchen - durch selektive Absicherung der Verbraucher
  - Steigert die Flexibilität Ihrer Anlagenplanung - durch modulares Sockelsystem

[facebook.com/eta.germany](https://facebook.com/eta.germany)

Besuchen Sie uns auf der SPS Nürnberg vom 26.-28. November 2019 Halle 3C, Stand 428



[www.e-t-a.de](http://www.e-t-a.de)