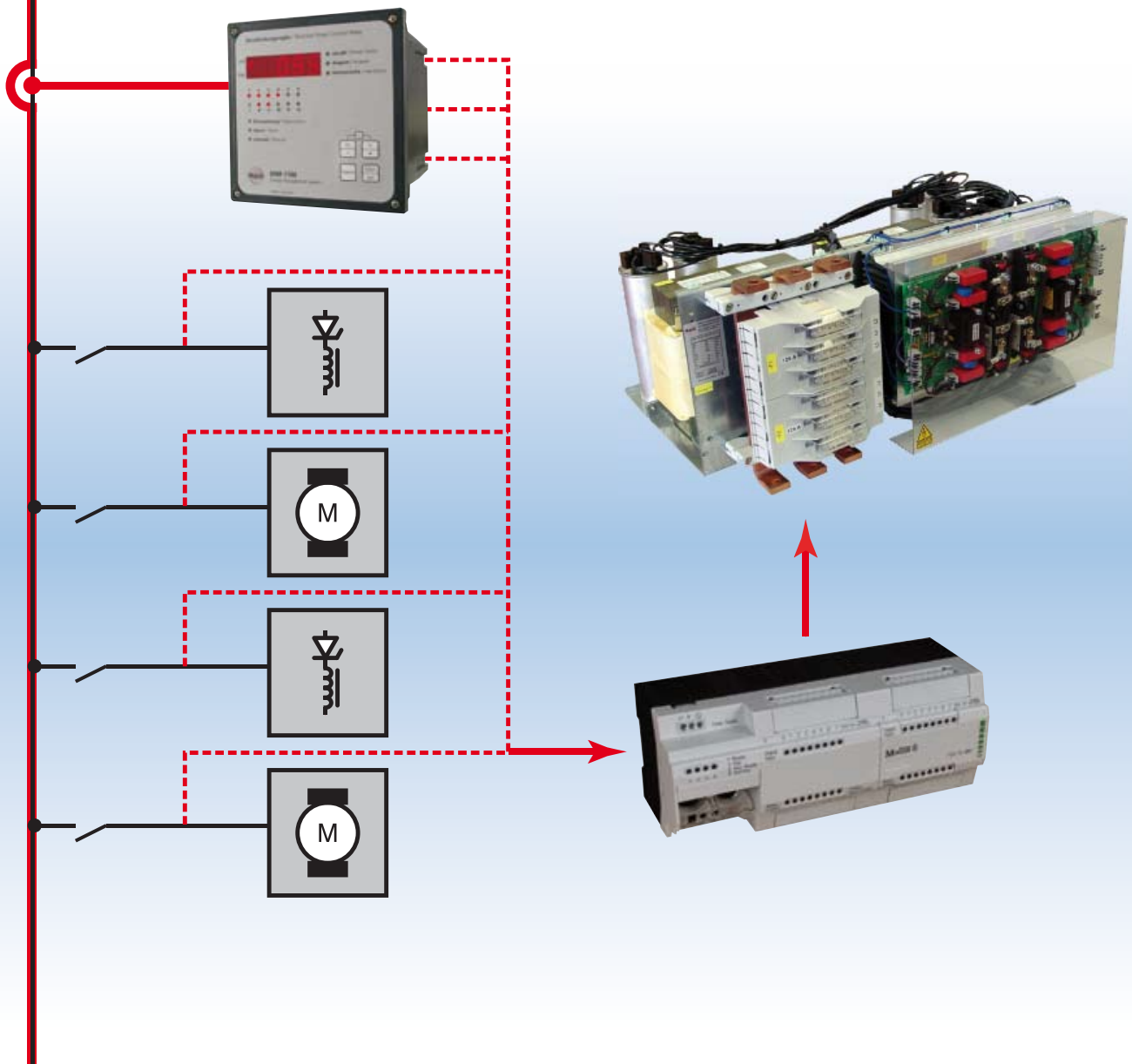


# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

Kein Verschleiß durch elektronische Schalter



## Schnelle **B**lindleistungs-**S**teuerung



# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



### // Dynamische Blindleistungs-Kompensation SBS von FRAKO steht für

- Verzögerungsfreies Schalten durch die Schnelle Blindleistungs-Steuerung von **FRAKO**
- Schnellste Direkt-Kompensation durch **SBS** mit überlagerter Blindleistungsregelung
- Ohne zusätzliche Wirkverluste durch Entladedrosseln
- 100 % Einschaltdauer, ohne Parallelschütze
- Kompakten Aufbau durch neuartiges Kühlprinzip
- Keine Schaltspielbegrenzung und ohne Verschleiß durch elektronische Schalter
- Günstiges Preis- / Leistungsverhältnis durch patentiertes Steuerprinzip

### // Vorteile

- Optimale Netzauslastung
- Erhöhung der Netzqualität, dadurch maximale Produktionsqualität
- Senkung der Energiekosten
- Modularer Aufbau, gleiche Bauform wie die C- Module von **FRAKO**
- Direkt-Steuerung mit überlagerter Regelung: schneller geht's nicht!

### // Das ideale Rezept

- Die Dynamische Blindleistungs-Kompensation **SBS** von **FRAKO** schaltet verzögerungsfrei im nächsten Nulldurchgang der Spannung am Thyristorschalter und vermeidet dadurch jede Einschaltstromspitze
- Beliebig häufiges Schalten ohne Verschleiß und ohne zusätzliche Wirkverluste. Der elektronische Schalter schaltet auch bei nichtentladenen Kondensatoren einwandfrei und ohne Schaltstromspitze
- Das Leistungsteil ist auf 100 % Einschaltdauer ausgelegt, d. h. es ist kein Parallelschütz zur Entlastung der Thyristoren erforderlich. Dadurch entfällt auch die durch den Einsatz von Parallelschützen erforderliche Schaltverzögerung von mindestens 50 ms

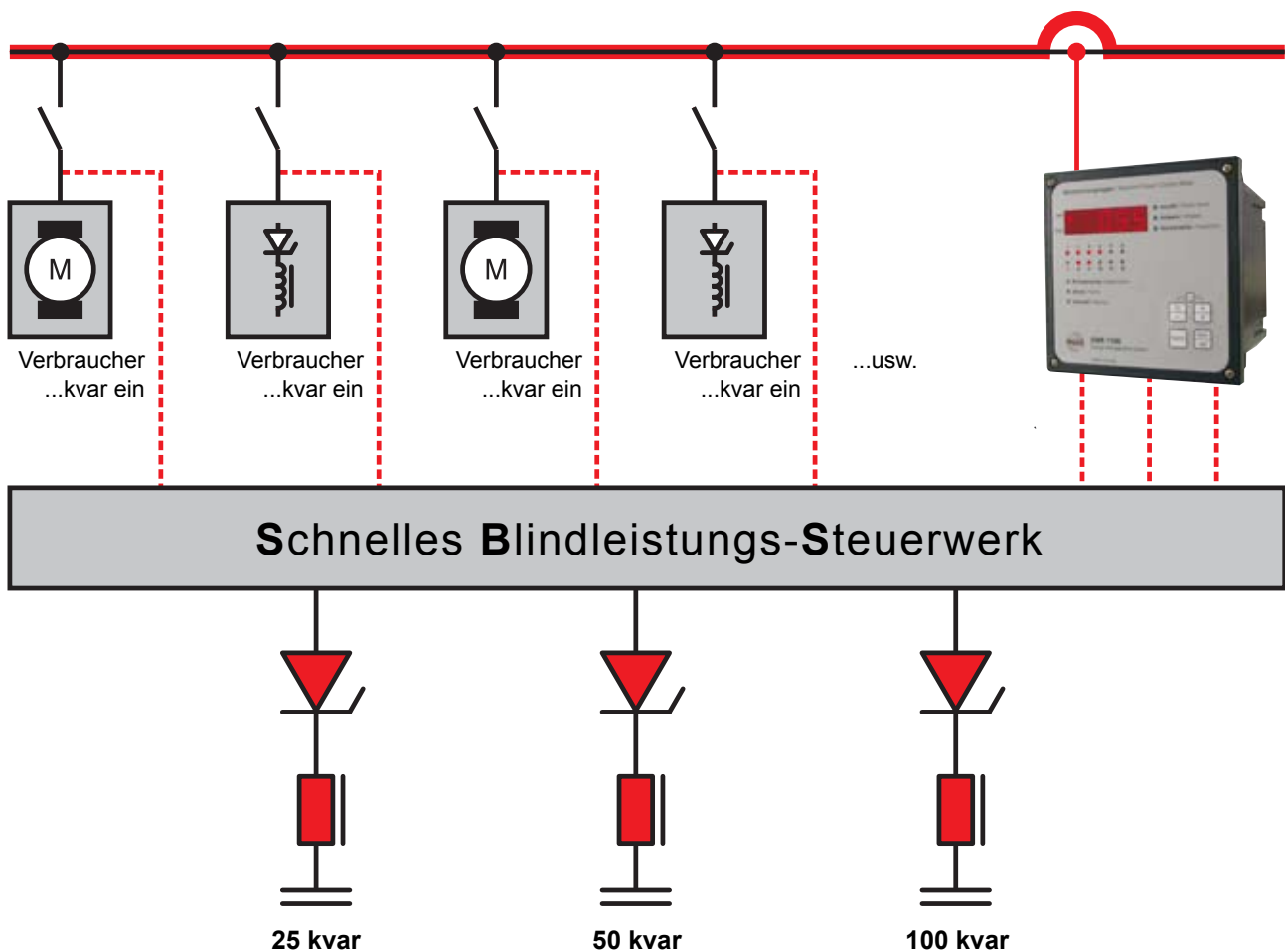
# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



### Blindleistungs-Kompensation und Stabilisierung des Netzes

- Ein neuartiges Kühlprinzip erlaubt besonders kompakten Aufbau
- Die Schalthäufigkeit ist bei Schaltschützen normalerweise bis max. 80.000 Schaltungen begrenzt. Bei einer häufig schaltenden Anlage, z. B. bei Schweißanlagen, sind Schaltspiele von mindestens  $10^8$  Schaltungen erforderlich. Die **SBS** von **FRAKO** ist dafür ausgelegt
- Das patentierte Steuerprinzip von **FRAKO** erlaubt die schnellstmögliche Korrektur der Blindleistung bei beliebigen Verbraucherschaltleistungen. Der Blindleistungsbedarf von Verbrauchern beliebiger Leistung wird ohne Verzögerung in die jeweils optimale Stufenkombination der Anlage umgerechnet



Der größte Teil der Blindleistung wird ohne Verzögerung kompensiert. Dadurch werden größere Spannungseinbrüche, die zu Flickererscheinungen führen können, reduziert. Der nachgeschaltete Blindleistungsregler gleicht dann den Restbedarf aus. Das Steuerwerk verarbeitet auch diese Signale und bestimmt aus der Gesamtsumme die erforderliche Schaltkombination.

Um vergleichbar reaktionsschnell mit geringer Verzögerung große Blindverbraucher kompensieren zu können, war bisher pro Verbraucher eine schnell schaltende Kompensationsstufe erforderlich. Im Gegensatz dazu ist dies die kostensparende Variante mit der schnellstmöglichen Schaltreaktion. Viele Eingänge mit unterschiedlichem Blindleistungsbedarf werden umgesetzt auf die Stufenleistung der Kompensationsanlage.

# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



### Typische Anwendungsfälle

Die Dynamische Blindleistungs-Kompensation SBS wird eingesetzt in Niederspannungsnetzen

- mit niedriger Kurzschlußleistung, wo beim Schalten von leistungsstarken Verbrauchern Störungen auftreten
- wo eine verzögerungsfreie Blindleistungs-Kompensation mit hoher Schaltfrequenz erforderlich ist
- wo nur für jeweils wenige Netzperioden kompensiert werden soll

z.B. bei Niederspannungsnetzen mit

- Punktschweißmaschinen
- Motoren mit hoher Nennleistung
- Walzwerken, Knetantrieben u.a.



### Technische Kenndaten

<b>Bauform</b>	Stahlblechschrank mit Zwangsbelüftung						
<b>Leistungsbereich</b>	bis zu 300 kvar dreiphasig pro Schaltschrank						
<b>Verdrosselung</b>	7% (fr = 189Hz), 8% (fr = 177 Hz) oder 14% (fr = 134 Hz)						
<b>Nennspannung</b>	400 V / 50 Hz (andere Spannungen auf Anfrage)						
<b>Ausführung</b>	nach VDE 0560 Teil 41, EN 60831-1 und -2 sowie IEC 831-1 und -2, sowie VDE 0660 Teil 500 und EN 60439-1 mit Typprüfung TSK						
<b>Belastbarkeit</b> → Leistungs-Kondensatoren  → Filterkreisdrosseln und Thyristorschalter	Spannung: 440 bzw. 480 V / 50Hz Strom: das 2,0-fache des Nennstroms bei 400 Volt dauernd und mindestens das 300-fache dieses Nennstroms bei kurzzeitigen Stromspitzen. Verlustleistung: ca. 0,02% (0,2 W / kvar), gemessen am Kondensator-Wickel						
	Bezeichnung	Resonanzfrequenz	zulässige Oberschwingungsströme		Verlustleistung	zulässige Oberschwingungsspannungen	
			$I_{250\text{ Hz}}$	$I_{350\text{ Hz}}$	W / kvar	250 Hz	350 Hz
	P1	134	0,10 $I_N$	0,05 $I_N$	4 – 6	6 %	5 %
P8	177	0,28 $I_N$	0,11 $I_N$	3,5 – 6	6 %	5 %	
P7	189	0,37 $I_N$	0,13 $I_N$	3,5 – 6	6 %	5 %	
$I_N$ = Nennstrom (50 Hz) der Kondensatorstufe							
<b>Schutzart</b>	IP 30 nach DIN 40 050						
<b>Umgebungstemperatur</b>	-5° bis +40°C nach DIN VDE 0660 Teil 500 Abs. 6.1.1.1						
<b>Luftfeuchte</b>	max. 90 %, ohne Betauung						
<b>Abmessungen (B x H x T)</b>	800 x 2000 x 500 mm						
<b>Lackierung</b>	RAL 7035						

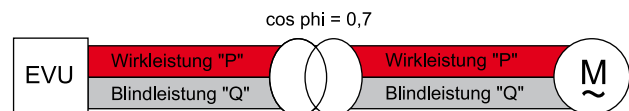
# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



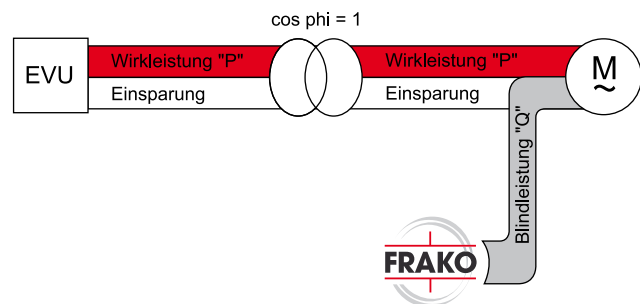
### Blindleistungs-Kompensation

Sämtliche elektrischen Verbraucher, die für ihre Funktion ein magnetisches Feld benötigen, wie Asynchronmotoren, Drosselspulen und Transformatoren, entnehmen dem Netz außer Wirkstrom zusätzlich auch Blindstrom. Dieser zum Aufbau und Umpolen des magnetischen Feldes erforderliche Strom pendelt zwischen Generator (Elektrizitätswerk) und Verbraucher. Da das elektrische Versorgungsnetz für den gesamten Strom ausgelegt sein muß, ist man bestrebt, den Blindstrom so niedrig wie möglich zu halten. Der zwischen Generator und Verbraucher fließende Blindstrom wird im Leitungsnetz in Wärme umgesetzt.



Generatoren, Transformatoren, Leitungen und Schalteinrichtungen werden zusätzlich belastet. Es treten Verluste und Spannungsabfälle auf. Bei hohem Blindstromanteil können die verlegten Querschnitte nicht voll zur Energieübertragung ausgenutzt werden bzw. müssen stärker dimensioniert sein. Aus der Sicht des EVU's steigen bei schlechtem Leistungsfaktor die Investitions- und Wartungskosten für das Versorgungsnetz. Diese Mehrkosten werden dem Verursacher, nämlich dem Stromabnehmer mit hohem Blindstromanteil, in Rechnung gestellt.

Schaltet man den Verbrauchern Kondensatoren in geeigneter Größe parallel, dann pendelt der Blindstrom zwischen Kondensatoren und Verbraucher. Das übrige Netz wird nicht mehr zusätzlich belastet. Erreicht man durch die Kompensation einen Leistungsfaktor von 1, so wird im Netz nur noch Wirkstrom übertragen. Die kostengünstigste, als auch überschaubarste Maßnahme zur Blindstromkompensation ist die Zentralkompensation.



Die gesamte Kompensation wird an zentraler Stelle, z.B. beim Niederspannungs-Hauptverteiler, angeordnet. Die erforderliche Kondensatorleistung ist auf mehrere Schaltstufen aufgeteilt und wird durch einen automatischen Blindleistungsregler über Kondensator-Schalterschütze den Lastverhältnissen angepaßt. Beim Einschalten von Motoren fließen kurzzeitig hohe Spitzenblindströme, die, je nach Kurzschlußleistung des Netzes, zu erheblichen Spannungseinbrüchen führen können.

Moderne Produktionsanlagen benötigen immer leistungsstärkere Maschinen und erfordern damit stabilere Niederspannungsnetze. Typische Anwendungen sind z.B. Walzwerke, bei denen hohe Lastschwankungen auftreten, Antriebe von Knetmaschinen, Schredder und große Pressen. Besonders bei Anlagen mit Punktschweißmaschinen können gravierende Störungen durch Netzurückwirkungen entstehen.

Herkömmlich werden solche Versorgungsnetze mit extrem hoher Kurzschlußleistung ausgelegt. Das Erhöhen der Transformatorleistung oder die niederspannungsseitige Vermaschung mehrerer Trafos ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht immer realisierbar. Die kostengünstigste Lösung ist daher die Kompensation des Blindstroms mit Reaktionszeiten im Millisekundenbereich. Konventionelle Blindleistungs-Regelanlagen betätigen die Kondensatorstufen über Schalterschütze mit einer Lebensdauer von max. 80.000 Schaltspielen. Ein Blindleistungsregler schaltet die Stufen zu, wenn die Kondensatoren entladen sind. Es ergibt sich dadurch eine Verzögerung für das frühestmögliche Wiedereinschalten von üblicherweise 60 Sekunden.

Auch beim Einsatz eines Blindleistungsreglers, der innerhalb einer oder zwei Netzperioden den Blindleistungsbedarf erfasst, kann aufgrund der notwendigen Stabilität des Regelkreises eine Verzögerungszeit von 100 bis 200 ms zum Ausregeln der induktiven Blindleistung nicht unterschritten werden. Dies ist für Einsatzfälle, bei denen Spannungseinbrüche und Flickererscheinungen kompensiert werden müssen, zu langsam. Um die vorgenannten Netzurückwirkungen wirksam zu unterdrücken, muß die erforderliche Kompensation innerhalb von wenigen Millisekunden zugeschaltet sein. Solche Anwendungen können mit einer **SBS** "Schnellen Blindleistungs-Steuerung" von **FRAKO** optimal realisiert werden.

# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



### Steuern oder Regeln?

Regeln bedeutet:

Messen - Schalten - Messen - Korrigieren - Messen - Korrigieren, solange bis die Soll - Ist - Differenz kleiner als eine Stufenleistung ist. Jede Messung dauert bei einer Netzfrequenz von 50Hz mindestens eine bis zwei Perioden, entsprechend 20 bis 40 ms. Um eine Instabilität zu vermeiden, schaltet eine klassische Regelung immer nur einen Teil (40 bis 60 %) des bei der ersten Messung errechneten Blindleistungsbedarfs. Bis zum vollständigen Ausgleich vergehen dann einige 100 ms bis zu einer Sekunde.

Steuern bedeutet:

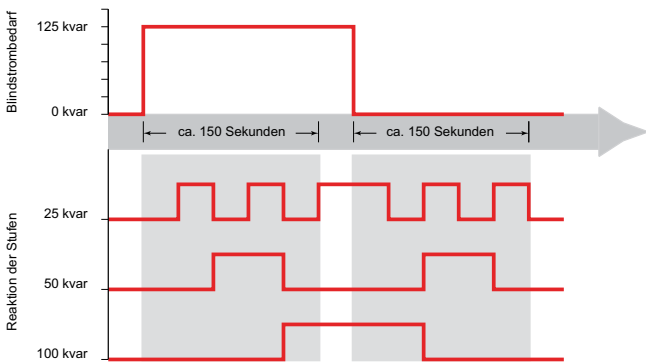
Nicht vorher messen, sondern sofort schalten. Der Schaltbefehl zu einem induktiven Verbraucher ist gleichzeitig der Schaltbefehl zur **FRAKO SBS**, um den Blindleistungsbedarf dieses Verbrauchers direkt zu kompensieren. Spätestens 3 bis 24 ms nach dem Schaltbefehl ist die Kompensation wirksam.

Schneller geht's nicht!

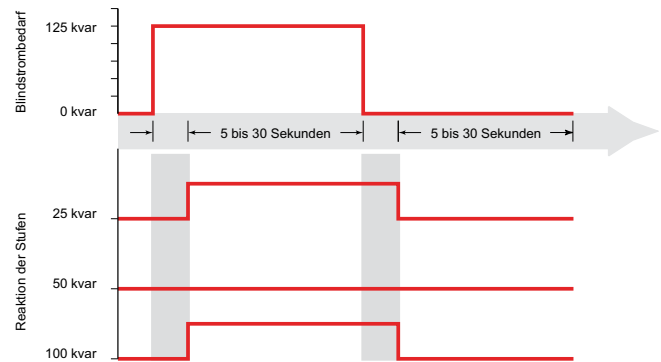
Dies ist die Lösung für Niederspannungsnetze mit schnell schaltenden induktiven Lasten zur

- Unterdrückung von Flickererscheinungen und
- zum Stabilisieren der Netzspannung

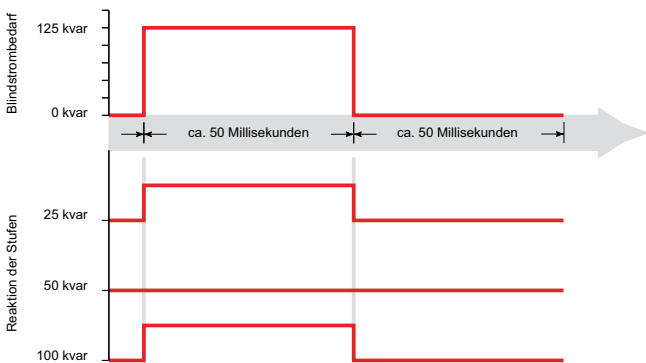
### Regelverfahren



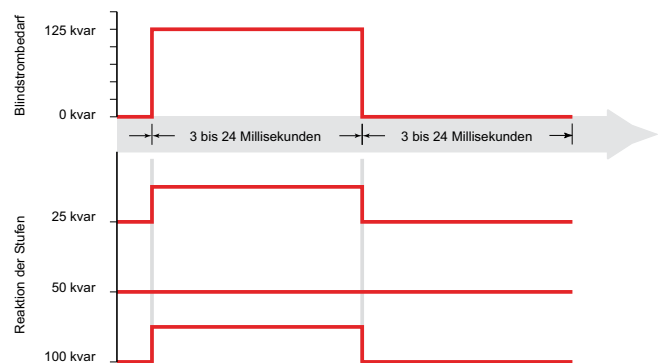
a) Der klassische Blindleistungsregler



b) **FRAKO** Blindleistungsregler der Typen RM 9606, oder EMR 1100



c) Dynamische Kompensation mit **FRAKO** Blindleistungsregler RM 2012



d) Dynamische Kompensation mit **FRAKO SBS**

# Dynamische Blindleistungs-Kompensation

## Schnelle Blindleistungs-Steuerung



- a) Der klassische Blindleistungsregler mit Pilgerschrittverfahren Blindleistungs-Kompensation zu Großmutters Zeiten. Der klassische Blindleistungsregler mit Pilgerschrittverfahren schaltet Kondensatorstufen mit unterschiedlicher Größe über Schaltschütze in Abhängigkeit voneinander zu und wieder ab. Bis zum Erreichen der gewünschten Blindleistung vergehen pro Pilgerschritt etwa 30 Sekunden. Das Schaltschütz der kleinsten Stufe hat durch die häufigen Schaltspiele die kürzeste Lebensdauer.
- b) **FRAKO** Blindleistungsregler der Typen RM 9606 oder EMR 1100  
Die Blindleistungsregler von **FRAKO** verändern die Regelverzögerungszeit in Abhängigkeit vom Leistungsbedarf. Starke Lastwechsel werden schnell, geringe Lastwechsel langsamer ausgeregelt. Gezielte, dem Leistungsbedarf entsprechende Zuschaltung ungleichwertiger Stufen mit den wenigsten errechneten Schaltheandlungen und Kreisregelung bei allen gleichwertigen Stufen. Dieses kombinierte Regelverhalten führt zu einer gleichmäßigen Belastung der Kondensatorschütze und zu geringst möglichen Schaltungen und somit zu einem verschleißarmen Betrieb der Kompensationsanlage. Gleichzeitig werden kritische Netzkonstellationen vermieden, indem – entgegen dem klassischen Pilgerschrittverfahren – die Kondensatorleistung bei starken Lastwechseln schnell und gezielt dem Bedarf angepaßt wird.
- c) Dynamische Kompensation mit **FRAKO** Blindleistungsregler RM 2012  
Der **FRAKO** Blindleistungsregler RM 2012 hat alle notwendigen Überwachungsfunktionen integriert, denn stabiles Regelverhalten hat Vorrang! Sobald der Regler einen Blindleistungsbedarf erkennt, errechnet er die Schaltheandlungen mit den wenigsten Schaltvorgängen, überprüft in einem weiteren Meßvorgang die gewählte Einstellung und schaltet. Dadurch ist das Regelverhalten absolut stabil ohne jedes Pendeln. Bei der klassischen Blindleistungs-Kompensation schützt dieses Verfahren die Schaltschütze. Bei der dynamischen Kompensation reduziert es die Anzahl der Schaltvorgänge im Netz. Dies dient der Unterdrückung von Netzschwankungen besser als zu schnelles Schalten mit mehrfachem Über- bzw. Unterschwingen. Diese Variante ist z.B. zur Kompensation von Walzwerken oder Knetmaschinen, bei denen eine Regelzeitkonstante von ca. 0,5-1,0 sec ausreicht, die beste Lösung.
- d) Dynamische Kompensation mit **FRAKO SBS**  
**So schnell wie die direkte Einzelkompensation** jedes einzelnen Verbrauchers, aber wesentlich günstiger durch das intelligente Steuerwerk, das den Blindleistungsbedarf aller Verbraucher auf die Stufenleistungen der Kompensations-Anlage umrechnet. Mit Hilfe des schnellen Steuerwerks wird, je nach Phasenlage des Schaltbefehls, schon innerhalb 3 bis max. 24 ms das erforderliche Kompensationsergebnis erreicht.  
**So genau wie eine Regelung**, da ein überlagerter Blindleistungsregler den restlichen Blindleistungsbedarf, der von der Steuerung nicht erfasst wird, ausregelt.



## Unsere Plus-Punkte für Ihre Energieeffizienz



- // Komplette Systemlösung aus einer Hand
- // Energie-Informations-Systeme zur Kostensenkung
- // Optimierung von Energiekosten durch Analyse und Dokumentation des Energieverbrauchs, Lastbegrenzung und Überwachung des Versorgungsnetzes
- // Power Quality „Aktive Oberschwingungs-Filter“ zur Verbesserung der Netzqualität
- // Blindleistungs-Kompensation zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen



Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH

Tscheulinstr. 21a · 79331 Teningen · Germany  
Tel. +49-7641-453-0 · Fax +49-7641-453-535  
<http://www.frako.de> · E-Mail: [info@frako.de](mailto:info@frako.de)

*FRAKO senkt  
Ihre Energiekosten!*

