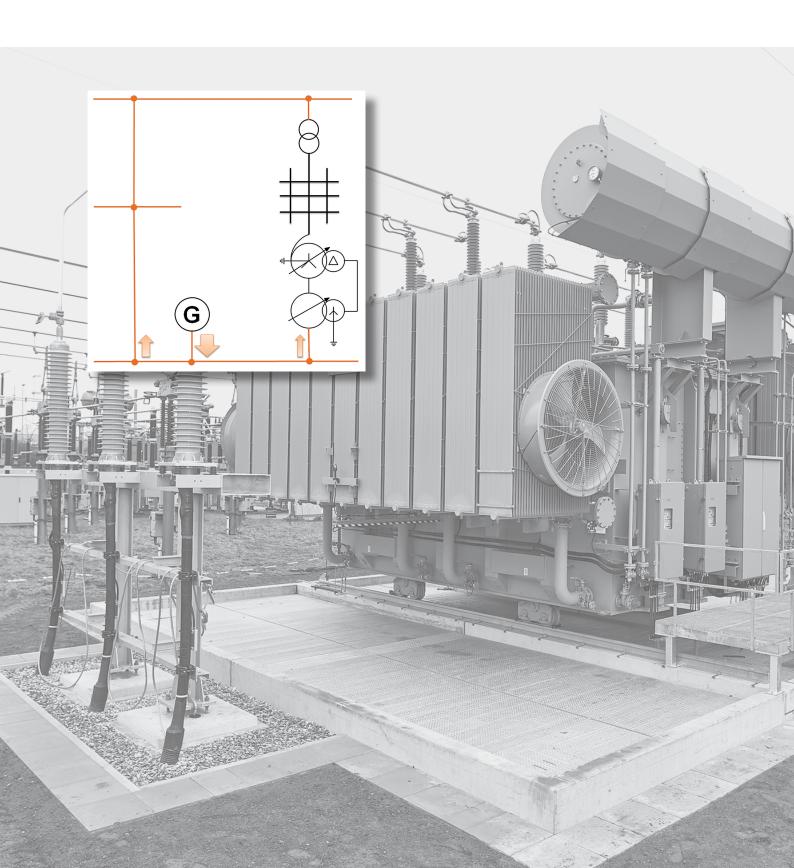


# APPLIKATIONEN

# Den Lastfluss sicher regeln.

Die flexiblen Regelungsfunktionen des Spannungsregelsystems REGSys™ für Phasenschieber-Transformatoren.

# Flexibel regeln mit REGSys™





#### Phasenschieber-Transformatoren

Phasenschieber-Transformatoren oder auch Querregler sind spezielle Leistungstransformatoren. Sie ermöglichen es, den Wirkleistungsfluss (Lastfluss) im Drehstromnetz zu steuern.

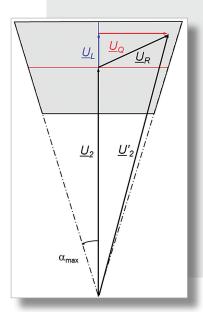
Dazu erfolgt beim Stufen eine Änderung des Winkels der Ausgangsspannung und nicht des Betrags wie bei der Spannungsund Blindleistungsregelung. Die Regelung des Wirkleistungsflusses (Querregelung) wird eingesetzt, um durch Umleitung der Lastflüsse die Überlastung bestimmter Netzteile zu verhindern.

Dieses Verfahren nutzt die Tatsache, dass die Wirkleistungsverteilung auf mehreren parallelen Leitungen vom Winkelunterschied der Spannung am Anfang und Ende der Leitungen abhängig ist. Verändert man den Winkel an einer der Leitungen, wird der Lastfluss auf allen Leitungen beeinflusst. Des Weiteren können so die Übertragungsverluste minimiert werden.

Viele Phasenschieber-Transformatoren sind nicht als reine Querregler aufgebaut. Das heißt, sie haben auch die Möglichkeit, eine Längsregelung und damit eine Spannungs- oder Blindleistungsanpassung durchzuführen.

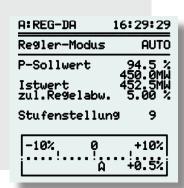
Zu diesem Zweck sind diese Transformatoren mit getrennten Stufenschaltern für Längs- und Querregelung ausgerüstet. Zusätzlich zur reinen Längs- und reinen Querregelung gibt es Ausführungen, bei denen die Verstellung der Wirkleistung gleichzeitig auch die Spannung modifiziert.

Diese Ausführung des Phasenschieber-Transformators wird als Schrägregler bezeichnet. Um die bei der Leistungseinstellung auftretende Änderung der Spannung wieder ausgleichen zu können, verfügen viele Schrägregler über einen zusätzlichen Längsregler mit separatem Stufenschalter.



Zeigerdiagramm von Längsregelung (blau) und Querregelung (rot)

### Regelung von Phasenschieber-Transformatoren



REGSys<sup>™</sup> Regler-Grundanzeige Wirkleistungsregelung

Da bei Phasenschieber-Transformatoren auf die Wirkleistung geregelt werden muss, wird der übliche Spannungssollwert durch einen Wirkleistungssollwert ersetzt. Hierzu wird das Softwaremerkmal PQCtrl der REGSys<sup>TM</sup>-Familie verwendet.

Dieses Softwaremodul ist Bestandteil der REG-D<sup>TM</sup>- und REG-DA-Firmware. Es bildet die Basis für eine Regelung auf Wirk- oder Blindleistung. Als Regelgröße selbst wird selbstverständlich ebenfalls die Wirkleistung verwendet, die der Regler aus der Spannungs- und Strommessung errechnet.

Zur Regelung eines Längs- und Querregelungstransformators werden in der Regel zwei Spannungsregler REG-D™ oder REG-DA eingesetzt.

Dies bietet die Möglichkeit einer übersichtlichen und flexiblen Betriebsführung: Die Zuordnung für Bedienung und Visualisierung ist stets gesichert.

Dabei ist der Regler für den Phasenschieber im Wirkleistungsmodus, der Regler für den Längsregler hingegen im Blindleistungs- oder Spannungsregelungsmodus. Die Betriebsart für den Längsregler kann auch gewechselt werden. Neben der Standardfunktionalität der Regelung auf Wirk- bzw. Blindleistung können auf Wunsch vielfältige Optionen umgesetzt werden:

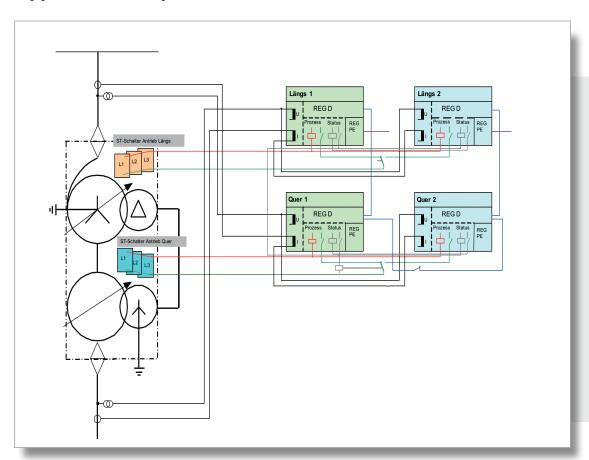
- Leistungsregelung nach Fahrplan und/ oder Kennlinie
- Adaptive Anpassung der zulässigen Regelabweichung durch Erfassen der realen Änderung der Wirkleistung pro Stufung
- Automatische Ermittlung des Wirkleistungssollwertes durch Kommunikation mit anderen Reglern oder Messgeräten plus eines einstellbaren Offset-Werts
- Redundante Ausführung der Regelsysteme
- Verriegelung bzw. Priorisierung der Quer- oder Längsregelung
- Cos(φ)-Sollwert für Längsregelung

Selbstverständlich können alle betriebswichtigen Informationen auch über Leittechnik gemeldet und bei Bedarf verstellt bzw. gesteuert werden.

Die REGSys<sup>™</sup>-Überwachungsfunktionen für Spannung, Strom, Stufenschalter und den Transformator bleiben auch bei Leistungsregelung vollumfänglich erhalten.



# Applikationsbeispiel I



Schaltbild: Phasenschieber mit redundanten Reglern

#### Phasenschieber-Transformator als Transformatorbank mit redundanten Regelsystemen

Bei dem in diesem Projekt verwendeten Phasenschieber-Transformator handelt es sich um eine aus sechs Transformatorpolen bestehende Transformatorbank mit einer Leistung von 800 MVA.

Aufgrund der Wichtigkeit des Transformators wurde die Regelung redundant

ausgeführt, das heißt, sowohl für den Regler der Querregelung als auch für den Regler der Längsregelung existiert ein zweites gleichwertiges und vom ersten unabhängiges Gerät.

Tritt am primären Regler ein Problem auf, wird automatisch auf das Reservesystem umgeschaltet. Auf Wunsch kann der Wechsel auf das Sekundärsystem auch manuell erfolgen (z.B. via IEC 61850).

Zusätzlich zur Regelung von Wirkleistung und Spannung bzw. Blindleistung, übernehmen die Regelsysteme die Steuerung und Überwachung der einzelnen Transformatorpole und die Gleichlaufüberwachung. Des Weiteren kann über die Regelsysteme eine manuelle Steuerung der gesamten Transformatorbank und der einzelnen Pole vor Ort oder aus der Ferne (IEC 61850) erfolgen.

# Applikationsbeispiel 2

#### Schräg- und Längsregler mit automatischer Ermittlung des Wirkleistungssollwerts

Die Besonderheit in diesem Projekt: der P-Sollwert für den Schrägregler wird automatisch ermittelt. Hierzu besteht Kommunikation zwischen dem Regler des Phasenschieber-Transformators und zwei weiteren Spannungsreglern, welche die Spannung im Verteilnetz managen.

Der Sollwert des Phasenschiebers ergibt sich aus der Summe der Wirkleistung der beiden Verteilnetz-Transformatoren. Zur Adaption an weitere Verbraucher, die nicht über die beiden Trafos gespeist werden, kann ein zusätzlicher Wirkleistungsbetrag (P-Offset) definiert werden. Dieser wird auf die automatisch ermittelte Summe addiert.

Alternativ zur automatischen Ermittlung des Wirkleistungssollwertes kann dieser auch über die Leittechnik in Echtzeit vorgegeben werden. Die Regelung des Längsreglers erfolgt auf Blindleistung, wobei die Sollwertvorgabe über den  $\cos(\phi)$  erfolgt.

An dem eingesetzten Transformator ist das gleichzeitige Verfahren der Stufenschalter für Längs- und Querregelung nicht erlaubt.

Daher ist die Regelung so verriegelt, dass immer nur ein Stufenschalter angesteuert wird. Dabei hat generell die Wirkleistungsregelung Vorrang. Da es sich bei dem Phasenschieber um einen Schrägregler handelt, ergibt sich aufgrund der Wirkleistungsverstellung auch eine Änderung der Blindleistung.

Ist diese Abweichung größer als die eingestellte Toleranz wird die Wirkleistungsregelung gestoppt und eine Anpassung der Blindleistung (Spannung) durchgeführt.

Nach dieser Anpassung wird die Wirkleistungsregelung wieder freigegeben.





## **Applikationsbeispiel 3**

# Phasenschieber-Transformator mit adaptiver zulässiger Regelabweichung.

Bei dieser Applikation hängt die Änderung der Leistung  $\Delta P$  pro Stufenschritt von der Netzkonfiguration ab und ist daher nicht konstant. Dies führt dazu, dass die für die Regelung verwendete zulässige Regelabweichung an die Netzverhältnisse angepasst werden muss. Hierzu wird der zu erwartende Stufenschritt  $\Delta P$  aus dem Durchschnitt der Wirkleistungsänderungen der letzten N Stufungen berechnet.

Sind noch keine N Stufungen vorhanden, wird ein Default- $\Delta P$ -Wert angenommen, der parametriert werden kann.

Die Anzahl N der zur Mittelwertbildung verwendeten Stufungen ist ebenfalls einstellbar.

In diesem Projekt wird ein Spannungsregler REG-D<sup>TM</sup> mit Merkmal S2 eingesetzt. Diese Ausführung bietet auf Grund der vier Schreiber mit jeweils 64 Kanälen die Möglichkeit, alle relevanten Mess- und Rechenwerte wie Spannung und Strom, Stufenstellung und Wirkleistung sowie die adaptive zulässige Regelabweichung aufzuzeichnen.

Im Störfall ermöglicht dies die einfache Analyse und den Nachweis der ermittelten Einstellwerte.

#### **Autoren**

Christian Schobert
Till Sybel
A. Eberle GmbH & Co. KG



### A. Eberle GmbH & Co. KG

Frankenstraße 160 D-90461 Nürnberg

Telefon +49(0)911 628108-0 Telefax +49(0)911 628108-96

info@a-eberle.de www.a-eberle.de