Blindleistungskompensation mit feinstufiger Regelung

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **89 (1998)**

Heft 18

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-902110

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zunehmender industrieller Energiebedarf führt derzeit zu einer Optimierung der Energieübertragung durch die Elektroenergieversorgungsunternehmen. Ein wichtiger Punkt dabei ist die Betrachtung der Zusammensetzung der vom EVU zum Verbraucher übertragenen Scheinleistung, die sich vektoriell aus der Wirk- und der Blindleistung zusammensetzt. Der Cosinus des Winkels zwischen der Scheinleistung und der Wirkleistung ist der Leistungsfaktor. Die vom Wirkstrom verursachte Wirkleistung wird im Verbraucher genutzt oder in andere nutzbare Energieformen umgewandelt. Die vom Blindstrom erzeugte Blindleistung kann nicht genutzt werden. Diese Leistung bewirkt u.a. den Aufbau von Magnetfeldern. Der Blindstrom verursacht jedoch zusätzliche Spannungsabfälle und damit Stromwärmeverluste und belastet so Generatoren, Transformatoren und Leitungen. Die EVUs legen minimal zulässige Leistungsfaktoren fest und berechnen erhebliche Zusatzgebühren bei Unterschreitung dieser Vorgaben.

Blindleistungskompensation mit feinstufiger Regelung

Blindleistungskompensation

Abhilfe schafft hier die Entnahme der Blindleistung (Q_c) aus Kondensatoren. Dann muss die Blindleistung (Q_1) nicht von den Generatoren bereitgestellt und über die Stromwege des EVUs übertragen werden. Mit der Verkleinerung des Phasenwinkels von φ_1 auf φ_2 verbessert sich der Leistungsfaktor. Die Kondensatoren werden zweckmässigerweise in der Nähe der grössten Blindleistungsverbraucher in der Anlage aufgestellt. Nach der Kompensation werden die betroffenen Stromübertragungswege nur noch mit dem Blindstrom der Blindleistung Q_2 belastet (Bild 1).

Oberschwingungsproblematik

Wenn in Energienetzen der Anteil der nichtlinearen Lasten (z.B. Stromrichter) grösser als 10–15% wird, dann entstehen Oberschwingungen, deren Frequenz ein Vielfaches der Sinus-Grundschwingung ist. Die Netzimpedanz und die Kompensationskondensatoren bilden einen Parallelschwingkreis, dessen Resonanzfrequenz für die Oberschwingungsströme einen erhöhten Widerstand bildet. Dieser Vorgang führt zu einem erhöhten Oberschwingungsspannungsabfall und damit zu Ausgleichsströmen zwischen dem Netz und den Kondensatoren, was zu deren Überlastung führen kann.

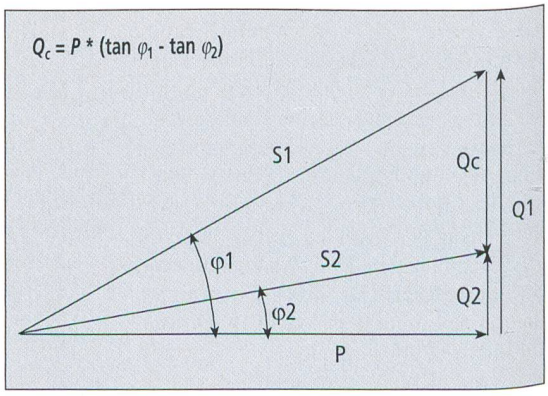

Bild 1
Die erforderliche Kondensatorblindleistung ergibt sich gemäss dem Zeigerbild aus dem Produkt der Wirkleistung P mit der Differenz zwischen dem Tangens des Phasenwinkels vor der Kompensation φ_1 und dem Tangens des gewünschten Phasenwinkels φ_2.

Kontaktadresse

Jaquier EMC Service SA/AG
Warpel 3/Postfach 114
3186 Düdingen

Hier schafft die Reihenschaltung einer Drosselspule zum Kompensationskondensator Abhilfe. Eine so verdrosselte Kondensatorbatterie weist eine Reihenresonanzfrequenz auf, die auf die Oberschwingungsfrequenz abgestimmt ist und die Parallelresonanzstelle in unkritische Bereiche verschiebt. Die Reihenresonanzkreise können beispielsweise mit den Informationen, die eine Netzanalyse liefert, auf die kritischen Oberschwingungsfrequenzen abgestimmt werden.

Kompensationsanlagen

Anlagen zur Kompensation von induktiver Blindleistung sind in den verschiedensten Ausführungen und Leistungsbereichen verfügbar. Im allgemeinen genügen diese Anlagen folgendem Prinzipschaltbild (Bild 2).

Eine mikroprozessorgesteuerte Regeleinheit (1) erfasst die Phasenlage von Strom und Spannung und vergleicht diese mit einem einstellbaren Ziel-Leistungs-Faktor. Je nach Abweichung von Soll und Ist wird ein Schaltschema ermittelt, das aus der zur Kompensation notwendigen Kapazität resultiert. Diese Schaltmatrix wird an die Schalteinheit (2) übermittelt.

Im Prinzipschaltbild wird nur ein Strom und eine Spannung gemessen. Diese Variante ist ausreichend für Drehstromnetze mit genügend symmetrischen Verhältnissen und bei andauernden leichten Unsymmetrien, wenn dabei die Phase mit dem kleinsten Leistungsfaktor messtechnisch erfasst wird. Bei wechselnden Unsymmetrien ist eine Abwandlung dieses Schaltbilds angeraten, wobei die Phasenlage in jeder Phase einzeln ermittelt und kompensiert wird.

Die Schalteinheit (2) empfängt die Befehle der Steuereinheit und realisiert die Verbindung der Kondensatorbatterie (3) mit dem Elektroenergienetz. Standardlösungen verwenden hier Schützschaltungen. Bei hohen Schalthäufigkeiten, wie sie etwa bei wechselndem Lastbedarf oder genauer Leistungsfaktoranpassung mit multipler Stufung der Kondensatorwerte auftreten, verschleissen die Schaltkontakte relativ schnell. In diesem Fall werden Thyristoren oder Triacs als Schaltelemente eingesetzt.

Die Kondensatorbatterie (3) ist nach der zu kompensierenden Blindleistung bemessen. Mehrere Kondensatordreieckschaltungen sind von den Werten her so gestaffelt, dass mit der Schaltung von verschiedenen Kondensatoranordnungen eine Stufung mit gleicher Schrittweite erreicht wird. Die Kondensatoren, die in der selbstheilenden MKP-Technologie gefertigt sind, haben Entladewiderstände. Wenn die Entladung besonders schnell erfolgen muss, beispielsweise bei mehreren Abgleichen pro Minute, dann kommen auch Entladedrosseln zum Einsatz. Mit diesen Massnahmen wird gewährleistet, dass die Spannung an den Kondensatoren beim erneuten Zuschalten auf einen für die Schaltelemente verträglichen Wert gesunken ist. Diese Kondensatorbatterien sind beim Vorhandensein von nichtlinearen Verbrauchern natürlich auch verdrosselt lieferbar.

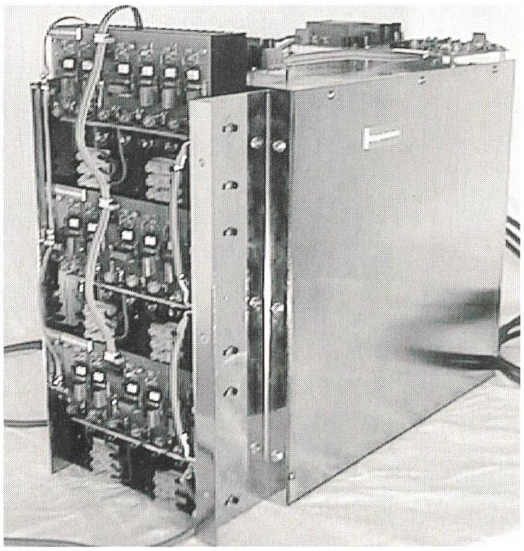

Bild 3
Blindleistungskompensationsanlage in Schaltschrank.

Die genannten drei Hauptelemente einer Blindleistungskompensationsanlage sind je nach Ausführung bis 300 kVar als Einzelgerät in Schrankform oder kundenspezifisch in einen Schaltschrank integriert verfügbar. Für hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Schnelligkeit der Anpassung der Kondensatorleistung an die jeweils benötigte Blindleistung stehen auch Geräte mit etwa 32stufigschaltbarer Kondensatorbatterie im unteren Leistungsbereich bei 50 kVar als Zentralkompensation zur Verfügung.

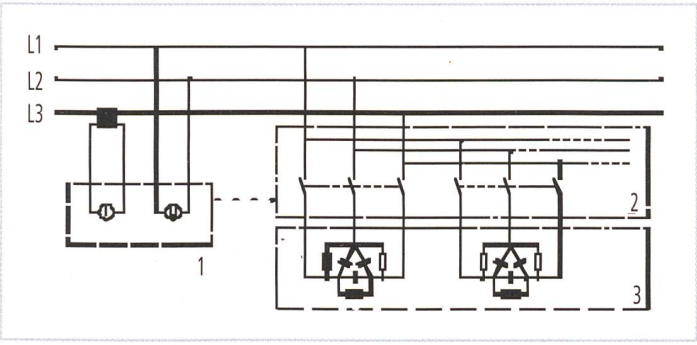

Bild 2
Prinzipschaltbild einer Kompensationsanlage.

Neutralisation de la puissance réactive par une régulation précise

L'industrie consomme de plus en plus d'énergie, ce qui nécessite l'optimalisation du transport d'énergie par les entreprises d'approvisionnement en électricité. L'analyse de la puissance apparente transportée par l'entreprise électrique jusqu'au consommateur – puissance composée, sur le plan vectoriel, d'une puissance active et d'une puissance réactive – constitue ici un point essentiel. Le cosinus de l'angle entre la puissance apparente et la puissance active correspond au facteur de puissance. La puissance active due au courant actif est utilisée dans le récepteur ou transformée en d'autres formes d'énergie utilisables. La puissance réactive produite par le courant réactif ne peut pas être utilisée. Cette dernière entraîne, entre autres, l'apparition de champs magnétiques. Causant toutefois des baisses de tension supplémentaires et, de ce fait, des pertes de chaleur, le courant réactif affecte ainsi les générateurs, les transformateurs et les lignes. Les entreprises électriques fixent des facteurs de puissance admissibles minimaux et facturent des coûts supplémentaires importantes en cas de non-observation.