

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 38 (1947)
Heft: 12

Artikel: Schutz gegen unkontrollierte Rückspannung, von Asynchron-Maschinen mit Kondensatoren herrührend
Autor: Jean-Richard, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061422>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

2. Erfolgt die Spannungsregulierung wie bei uns für ein ganzes Unterwerk gemeinsam oder hat ein System, einzelne Leitungen oder gar jede Phase jeder Leitung für sich getrennt zu regulieren, allgemeinen Eingang gefunden?
3. Welche Entwicklung hat die Anwendung der Röhrenableiter genommen, die in den USA schon vor vielen Jahren auf Leitungen oft angewendet wurden?

Dr. W. Wanger, Referent:

1. Für die Spannungsregulierung hat man noch zum grössten Teil Induktionsregler. In sehr vielen Netzen verwendet man aber bei Neuanlagen und Erweiterungen nur noch Reguliertransformatoren. Ich habe den bestimmten Eindruck, dass dies auch in Amerika die Lösung der Zukunft

ist. Wenn die Induktionsregler heute noch bei weitem überwiegen, so nur deshalb, weil in einer frühern Epoche sehr viele aufgestellt worden sind.

2. In der Regel wird jede abgehende Leitung für sich reguliert. Eine unabhängige Spannungsregulierung der einzelnen Phasen habe ich dagegen nur in einer einzigen Anlage gesehen.

3. Zur Frage nach den Röhrenableitern ist zu sagen, dass die Voraussetzungen für ihre Anwendung zum Schutz der Freileitungsisolatoren in Amerika infolge der direkten Nullpunktserdung günstiger sind als bei uns. Ich habe aber keine Leitung gesehen, die in den letzten Jahren damit ausgerüstet worden wäre. Man spricht heute nicht viel von den Röhrenableitern, und die ganz grosse Mehrzahl der Freileitungen ist nicht damit ausgerüstet.

Schutz gegen unkontrollierte Rückspannung, von Asynchron-Maschinen mit Kondensatoren herrührend

Von Ch. Jean-Richard, Bern

621.3.013.62:621.313.332

Die Abgabe von Rückspannungen eines Asynchrongenerators einer Industrieanlage mit eigener Turbine an das parallel angeschlossene Netz kann verhindert werden, indem die Blindleistungskompensation pro Motor einzeln durchgeführt, an der Asynchronmaschine mit einem Spannungsrelais das Produkt $U_1 U_2 \sin \varphi$ überwacht und der Auslösebefehl mit einem eingebauten Schütz parallel zu den Auslösespulen erteilt wird.

L'apparition d'une tension insolite dans un réseau, provenant d'une installation industrielle avec turbine entraînant une machine asynchrone sera évitée par la compensation individuelle et partielle de la puissance réactive par moteur, par le contrôle du produit $U_1 U_2 \sin \varphi$ au moyen d'un relais de tension et par l'emploi d'un déclencheur en parallèle avec les bobines à tension zéro.

Unter den Industrieanlagen, welche an das Netz der Bernischen Kraftwerke A.-G. angeschlossen sind, befinden sich solche mit eigener Turbine kleiner Leistung. Diese Turbinen sind zur Leistungsabgabe bei übersynchronem Betrieb vielfach mit einer Asynchronmaschine gekuppelt.

Der Gesamtleistungsfaktor in einer solchen Anlage wird bestimmt durch die vom Netz bezogenen Wirk- und Blindenergiemengen. Infolge des Betriebes der Asynchronmaschine als Generator geht die bezogene Wirkenergie zurück und die bezogene Blindenergie wird grösser. Der Gesamtleistungsfaktor hat somit doppelt Ursache zu fallen.

Die Betriebsinhaber werden daher veranlasst, durch Anschluss einer Kondensatorenbatterie den Leistungsfaktor möglichst wirksam zu verbessern. Die Kondensatorenbatterie bringt aber für die ausserhalb liegenden elektrischen Anlagen den Nachteil, dass bei Aufheben des Parallelbetriebes die Asynchronmaschine sich selbst erregt und unkontrolliert Rückspannung liefert¹⁾.

Vorerst wurde versucht, mit einem Frequenzrelais

¹⁾ Hafner, H.: Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator. Bull. SEV Bd. 26(1935), Nr. 4, S. 89...100.

Buri, W.: Ueber Selbsterregung von Asynchronmaschinen. Bull. SEV Bd. 24(1933), Nr. 15, S. 342...343.

Niethammer, F.: Selbsterregung von Asynchronmotoren und anderen Maschinen. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 52 (1934), Nr. 6, S. 61...63.

Brunn, Albert von: Die Expedanz als Ursache der Selbsterregung und der allgemeinen Resonanz. Bull. SEV Bd. 26 (1935), Nr. 6, S. 137...149.

Bornitz, E.: Ueber Selbsterregung von Asynchronmaschinen. Bull. SEV Bd. 26(1935), Nr. 4, S. 110...111.

Tüxen, E.: Die unabhängige Selbsterregung bei Asynchronmaschinen mit Aufhebung der Schlupfspannung. Arch. Elektrotechn. Bd. 31(1937), Nr. 10, S. 625...642.

Leonhard, A.: Selbsterregungserscheinungen bei Betrieb von Asynchronmaschinen über lange Leitungen. Arch. Elektrotechn. Bd. 35(1941), Nr. 12, S. 731...739.

das Eintreten von Rückspannung zu verhindern. Die Erfahrung zeigte jedoch, dass bei Unterbruch des Parallelbetriebes die Frequenz nicht immer von ihrem Sollwert abweicht. Die Anwendung des Frequenzrelais konnte somit nicht befriedigen, ganz abgesehen davon, dass die Kosten des Frequenzrelais im Verhältnis zu denjenigen einer solchen Anlage als erheblich bezeichnet werden müssen.

Durch systematische Untersuchungen wurde geprüft, mit welchen Mitteln die Rückspannung verhindert werden kann.

Zunächst wurde festgestellt, dass die Gefahr einer Rückspannung dort am grössten ist, wo für die Verbesserung des Leistungsfaktors eine zentrale Kondensatorenbatterie verwendet ist. Wird in einer solchen Anlage der Parallelbetrieb mit dem Netz unterbrochen, dann kann bei fehlender Belastung die Asynchronmaschine überkompensiert sein und sich schon bei 50 Hz, der Betriebsfrequenz, selbst erregen. Daraus ergibt sich, dass auf die zentrale Verbesserung des Leistungsfaktors verzichtet werden sollte, sofern mit der individuellen Verbesserung annehmbare Verhältnisse geschaffen werden können.

Aus den Untersuchungen ergab sich weiterhin, dass der Leistungsfaktor einer Kombination von Asynchronmotor mit Kondensator bei Vollast und 50 Hz auf Werte von mehr als 0,9 ansteigt, wenn dem Motor ein Kondensator zugeschaltet wird, welcher die Selbsterregung im Leerlauf erst bei einer Frequenz von mehr als 52 Hz bewirken würde. Der Motor nimmt dabei gleichzeitig Wirkleistung und Blindleistung auf²⁾.

²⁾ Wir schlagen vor, die vier Achsen der Leistungsebene zu bezeichnen mit:

Motor (M)	=	Bezug von Wirkleistung
Spule (L)	=	Bezug von Blindleistung
Generator (G)	=	Abgabe von Wirkleistung
Kondensator (C)	=	Abgabe von Blindleistung

Sodann wurde durch oszillographische Messungen festgestellt, dass die Spannung an den Klemmen einer Asynchronmaschine mit Kondensator beim Aufheben des Parallelbetriebes zunächst nach einer Exponentialkurve abfällt und erst anschliessend daran, je nach dem Grad der Kompensation, ansteigt, nach den Kurven Fig. 1.

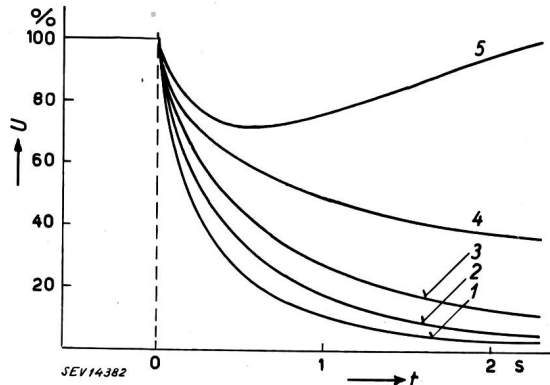


Fig. 1

Spannungsdigramm

U Spannung an den Klemmen der Asynchronmaschine Nr. A 466067 Typ MSe 76s, in % der Nennspannung
t Zeit beginnend mit dem Abschalten vom Netz, in Sekunden
 Kurven 1...5: Verlauf der Spannung *U* während der Zeit *t* bei verschiedenen Drehzahlen und verschiedenen Kondensatoren wie folgt:

- 1 Drehzahl konstant, Kondensator 0 μF
- 2 Drehzahl konstant, Kondensator 6,5 μF
- 3 Drehzahl konstant, Kondensator 12,0 μF
- 4 Drehzahl konstant, Kondensator 18,5 μF
- 5 Beschleunigung 12,5%/s, Kondensator 18,5 μF

Daraus wurde der Schluss gezogen, dass auf die zentrale Kompensation des Blindenergiebezuges, die öfters angewendet wird, verzichtet werden kann. In jeder Anlage sind vielmehr die Blindenergiebezüger einzeln zu kompensieren. Dies kann in der Weise geschehen, dass die grössten und am längsten eingeschalteten Asynchronmotoren mit Kondensatoren ausgerüstet werden, derart, dass der gemeinsame Leistungsfaktor von Motor und Kondensator zusammen bei Vollast und 50 Hz, der Nennfrequenz, Werte von zirka $\cos \varphi = 0,95$ erreicht. Motor und Kondensator können fest miteinander verbunden sein und müssen gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden.

An der von einer Turbine angetriebenen Asynchronmaschine ist die Wahl des Kondensators, wenn noch nötig, derart zu treffen, dass die Selbsterregung der Kombination von Maschine und Kondensator erst bei einer Frequenz von mehr als 52 Hz im Leerlauf eintritt. Der Kondensator ist über einen Schalter an die Asynchronmaschine anzuschliessen und die Kombination beider über einen weiteren Schalter an das Netz.

Bei diesem Vorgehen kann die Rückspannung mit einem Spannungsrelais verhindert werden. Dieses hat im gegebenen Moment die Asynchronmaschine und den zugehörigen Kondensator voneinander und vom Netz durch das Auslösen beider Schalter zu trennen.

Das Relais wird daher zweckmässigerweise so gebaut, dass es anspricht, wenn das Produkt $U_1 U_2 \sin \varphi$ vom Sollwert nach oben oder nach unten in einzeln einstellbaren Grenzen von 5...20 % abweicht. Dabei bedeuten U_1 und U_2 zwei benachbarte, verkettete Spannungen und φ den dazwischenliegenden Winkel.

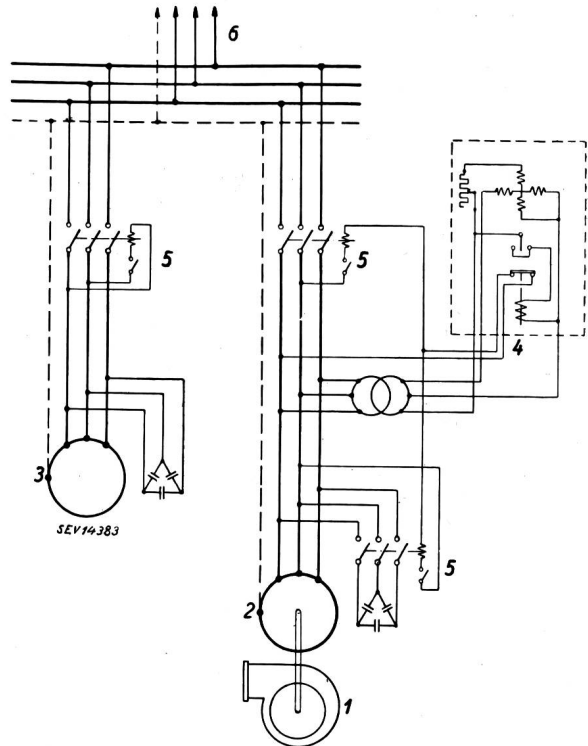


Fig. 2

Schaltschema

- 1 Turbine kleiner Leistung
- 2 Asynchronmaschine mit Kondensator, Selbsterregung tritt erst oberhalb 52 Hz ein
- 3 Asynchronmotor mit Kondensator, so unterkompensiert, dass der Leistungsfaktor bei Vollast nicht höher ist als $\cos \varphi = 0,95$
- 4 Spannungsrelais Typ CUPH mit Auslöseschutz Typ P8c
- 5 Schalter mit Nullspannungsauslösespule
- 6 Verbindung mit dem Netz

Bei dieser Schaltung wird das Relais seinen Auslösebefehl auch erteilen, wenn in der Anlage ein Kurzschluss erfolgt, welcher wenigstens eine Phase betrifft, oder wenn die Zuleitung zur Asynchronmaschine bei grosser Belastung derselben einpolig unterbrochen wird.

Das nach diesen Ausführungen gebaute Spannungsrelais ist zusätzlich im gleichen Kasten mit einem Auslöseschutz mit einer Ansprechspannung von 30 % und einer Abfallspannung von 20 % der Nennspannung ausgerüstet. Fig. 2 zeigt das Schaltschema.

Eine solche Schutzeinrichtung wurde gemeinsam mit der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden entwickelt.

Adresse des Autors:

Ch. Jean-Richard, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.