

**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:** 81 (1990)

**Heft:** 7

**Artikel:** Erhöhung der Verfügbarkeit des Eigenbedarfsnetzes sowie der Stabilität in grossen Dampfkraftwerken durch Synchronkompensatoren

**Autor:** Muzaffer Canay, I.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-903100>

### **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:** 19.11.2024

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

# Erhöhung der Verfügbarkeit des Eigenbedarfsnetzes sowie der Stabilität in grossen Dampfkraftwerken durch Synchronkompensatoren

I. Muzaffer Canay

Bei grossen Dampf- und Kernkraftwerken darf die Spannung am Eigenbedarfsnetz nicht unter 70% des Nennwertes sinken. Ein neues Verfahren ermöglicht, diese Bedingung mit Hilfe eines Synchronkompensators einzuhalten und erhöht die Sicherheit und Verfügbarkeit des Kraftwerkes. Die Wirksamkeit der neuen Schaltung sowie verschiedene Einflüsse werden an einem Beispiel aus der Praxis (Dampfturbogruppe 780 MVA, Synchronkompensator 30 MVA) demonstriert. Es zeigt sich, dass auch die Stabilität dieser statisch erregten Turbogruppe dadurch erheblich verbessert wird.

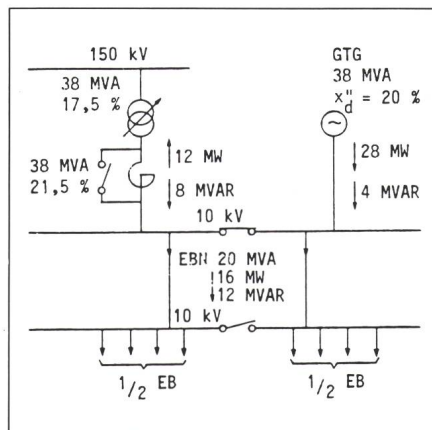
Dans les grosses centrales nucléaires et centrales thermiques à vapeur, la tension du réseau des auxiliaires ne doit pas tomber en dessous de 70% de la valeur assignée. Une nouvelle méthode permet de respecter cette condition à l'aide d'un compensateur synchrone, augmentant ainsi la sécurité et la disponibilité de la centrale. L'efficacité du nouveau couplage et diverses influences sont démontrées à l'exemple d'un turbogroupe opérationnel à vapeur 780 MVA, compensateur synchrone 30 MVA. Du même coup on améliore notablement la stabilité de ce groupe à excitation statique.

**Adresse des Auteurs**

Dr. sc. techn. I. Muzaffer Canay, ABB Kraftwerke AG, Abt. KWDE 1, 5401 Baden

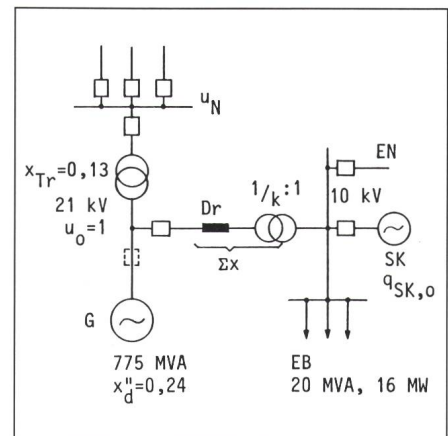
Das Eigenbedarfsnetz (EB) ist für den sicheren Betrieb eines grossen Dampf- oder Kernkraftwerkes von grosser Bedeutung. Es wird gefordert, dass die Spannung am Eigenbedarfsnetz nicht unter 70% des Nennwertes sinken darf. Zur Einhaltung dieser Bedingung gibt es verschiedene Schaltungen. Als ein Beispiel zeigt das Bild 1 das Prinzipschema des Eigenbedarfsnetzes eines grossen Dampfkraftwerkes (AMER). Der Hauptgenerator für  $S_n = 775$  MVA, 21 kV ist in diesem Schema nicht eingetragen.

Der Eigenbedarf von  $S_{EB} = 20$  MVA und  $P_{EB} = 16$  MW wird einerseits vom 150-kV-Netz und andererseits von einer Gasturbogruppe von 38 MVA gedeckt. Diese Anordnung ist gewiss eine sehr gute Lösung. Bei Netzstörungen kann die Gasturbogruppe die Spannung des Eigenbedarfsnetzes aufrechterhalten und die erforderliche Energie liefern. Das Stabilitätsproblem ist nicht schwerwiegend. Nur während der Revision der Gasturbine ist die Verfügbarkeit der Spannung am Eigenbedarfsnetz nicht gewährleistet.



**Bild 1** Prinzipschema für das Eigenbedarfsnetz in der Amer-Zentrale

- GTG Gasturbogruppe
- EBN Eigenbedarfsnetz
- EB Eigenbedarf



**Bild 2** Grundkonfiguration mit wichtigsten Kenngrössen

- G Hauptgenerator
- SK Synchronkompensator
- Dr Drossel
- EN Emergency-Netz
- EB Eigenbedarf

Der Neuerstellungspreis einer solchen Anlage ist aber sehr hoch. Man braucht zusätzlich eine Gasturbinenanlage, welche praktisch einem zweiten Kraftwerk entspricht.

Als der Preis für die Energie aus der Gasturbine höher war als jener für die Energie aus dem Hauptgenerator, entstand die Idee<sup>1)</sup>, das Eigenbedarfsnetz direkt ab den Klemmen des Hauptgenerators zu speisen und die Aufrechterhaltung der Spannung bei Netzstörungen durch einen Synchronkompensator abzusichern. Die neue Anordnung in Bild 2 enthält keine Turbine mehr. Wie im stationären Betrieb wird die Wirkleistung des Eigenbedarfs auch bei Netzstörungen vom Hauptgenerator geliefert. Da die Gasturbine fehlt, ist diese Lösung billiger und wirtschaftlicher als die mit einer Gasturbinengruppe.

Die Drossel *Dr* ist notwendig, um die normalerweise niedrige Kurz-

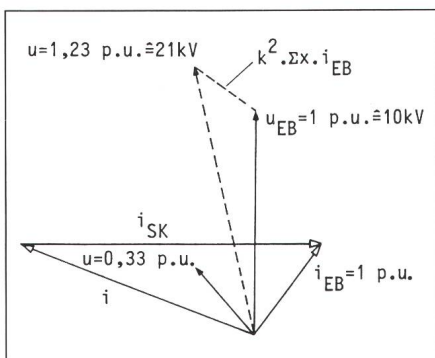
<sup>1)</sup> T.J.M. Peter, AMER-Centrale / Holland

schlussreaktanzen des Eigenbedarfs-Transformators zu erhöhen.

Wenn man aber bei der Auslegung der Anlage den Synchronkompensator etwas grösser wählt, die Kurzschlussreaktanzen des Transformators künstlich erhöht, so ist es durchaus möglich, auf diese Drossel zu verzichten. Eine separate Drossel bewirkt jedoch eine Reduktion der Anschaffungskosten des Synchronkompensators. Ferner spielt es keine wesentliche Rolle, ob die Drossel auf der 21-kV- oder auf der 10-kV-Seite installiert wird. Die Lösung mit der Drossel auf der 21-kV-Seite ist normalerweise kostengünstiger. Den weiteren Überlegungen und Beispielen wird die Anordnung mit einer Drossel auf der 21-kV-Seite zugrunde gelegt. In Bild 2 stellt  $\Sigma x$  die resultierende Reaktanz von Drossel und Transformator dar. Die Angaben darüber sind einheitlich auf 20 MVA und 21 kV bezogen.

## Leistung des Synchronkompensators

Die quasistationäre Arbeitsweise des Synchronkompensators kann man am besten aus dem Zeigerdiagramm des Systems erkennen (Bild 3). Bei einer resultierenden Reaktanz von  $\Sigma x = 22\%$  und einer Eigenbedarfsspannung von  $u_{EB} = 10$  kV muss die Leerlauf-Übersetzung des Transformators 21/12,3 kV sein, wenn die volle Leistung von 20 MVA/16 MW bezogen wird und der Synchronkompensator



**Bild 3** Zeigerdiagramm

- $u_{EB}, i_{EB}$  Spannung und Strom am Eigenbedarfsnetz
- $u$  Generatorspannung
  - im stationären Betrieb
  - quasistationäre Betrachtung im gestörten Betrieb
- $i_{SK}$  Strom aus dem Synchronkompensator
- $i$  Strom aus Hauptgenerator

leer läuft. Der Lastwinkel ist etwa  $12,5^\circ$ .

Bei einem dreipoligen Nahkurzschluss auf der Netzseite des Blocktransformators sinkt die auf Nennwert bezogene Klemmenspannung  $u$  des Generators auf etwa

$$u \approx x_{Tr} / (x_d'' + x_{Tr}) \approx 1/3$$

$x_d''$  und  $x_{Tr}$  sind in Bild 2 angegeben. In dieser Anlage ist  $x_{Tr}$  ziemlich klein. Mit wachsendem  $x_{Tr}$  wird die Restspannung an den Klemmen des Generators etwas günstiger. Die vom Eigenbedarfsnetz benötigte Wirkleistung muss nun auch bei dieser stark reduzierten Spannung vom Generator geliefert werden. Dies bewirkt eine Vergrößerung des Lastwinkels zwischen den Zeigern  $u$  und  $u_{EB}$ .

Das neue Zeigerdiagramm mit  $u = 1/3$  und  $u_{EB} = 1$  zeigt, dass die gleiche Wirkleistung stabil übertragen werden kann, wenn der Synchronkompensator die Blindleistung  $q_{SK}$  liefert. Gleichzeitig fließt über den Eigenbedarfs-Transformator der Strom  $i$ .

In einer quasistationären Betrachtung stehen zur Bestimmung der erforderlichen Blindleistung des Synchronkompensators zwei Leistungsgleichungen zur Verfügung:

$$p_{EB} = [(k u) \cdot u_{EB} / (k^2 \Sigma x)] \sin \delta$$

$$q_{EB} = [(k u) \cdot u_{EB} / (k^2 \Sigma x)] \cos \delta - u_{EB}^2 / k^2 \Sigma x + q_{SK}$$

$p_{EB}, q_{EB}$  Eigenbedarfs-Leistungen

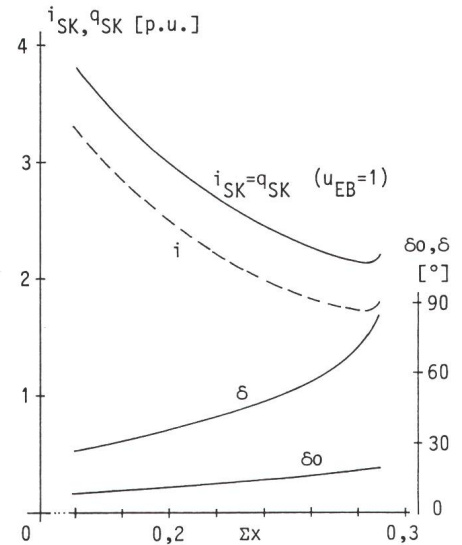
$q_{SK}$  Leistung des Synchronkompensators

$u = 1$  Klemmenspannung des Generators

$u_{EB} \cong 1$  Gewünschte Spannung am Eigenbedarfsnetz

$k$  Leerlaufspannung des Eigenbedarfs-Transformators bezogen auf 10 kV, z.B.  $k = 12,3/10$ .

Eine erste Anwendung dieser Gleichungen für den stationären Betrieb mit  $q_{SK} = 0$  ergibt die notwendige Übersetzungsstufe  $k$  sowie die Phasenlage  $\delta_0$ . Aus der nochmaligen Anwendung mit diesem  $k$ -Wert, jedoch für den Störfall mit der Klemmenspannung von etwa  $1/3$ , erhält man



**Bild 4** Quasistationärer Betrieb des Synchronkompensators

- $\delta_0$  Phasenlage für stationären Betrieb bei  $q_{SK,0} = 0$
- $i_{SK}(q_{SK})$  Strom (Scheinleistung) aus Synchronkompensator, bezogen auf  $i_{EB} = 1$  p.u., für Störfall mit  $u = 1/3$
- $i$  Strom aus Hauptgenerator, bezogen auf  $i_{EB} = 1$  p.u., für Störfall mit  $u = 1/3$
- $\delta$  Phasenlage für Störfall mit  $u = 1/3$
- $\Sigma x$  Resultierende Reaktanz von Drossel und Transformator

die quasistationär erforderliche Blindleistung  $q_{SK}$  und die neue Phasenlage  $\delta$ .

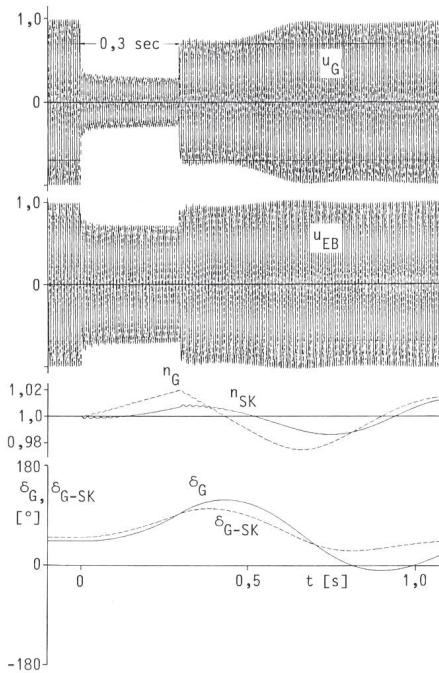
In Bild 4 sind die Größen  $i_{SK} = q_{SK} / u_{EB}$ ,  $\delta_0$ ,  $\delta$  sowie der Strom  $i$  über den Eigenbedarfs-Transformator in Abhängigkeit von  $\Sigma x$  aufgetragen. Man erkennt, dass die Blindleistung des Synchronkompensators für  $\Sigma x \leq 0,2$  etwa  $(3 \dots 4) \times 20$  MVA beträgt. Der entsprechende Strom über den Eigenbedarfstrafo ist  $2 \dots 3$  p.u. In diesem Bereich muss die Stabilität des Systems mit  $\delta \leq 40^\circ$  sehr gut sein.

Will man jedoch die Leistung des Synchronkompensators reduzieren, so kann man  $\Sigma x$  grösser als  $0,2$  wählen. In diesem Bereich steigt der Lastwinkel  $\delta$  jedoch rapid an, und dies kann eine Instabilität mit sich bringen.

Unter Berücksichtigung der bisher untersuchten Fälle kann man zusammenfassend festhalten: Die vorübergehende Blindleistung von  $(2 \dots 4) \cdot S_{EB}$  kann normalerweise von einem Synchronkompensator mit der Nennleistung  $100 \dots 200\%$  von  $S_{EB}$  oder  $2,5 \dots 5\%$  von  $S_n$  geliefert werden. Für diese Anlage wird als Beispiel gewählt:  $S_{SK} = 30$  MVA,  $\Sigma x = 0,22$ .

## Verhalten bei transienten Störungen

Nun stellt sich die Frage, ob der gewählte Synchronkompensator ausreicht, um die Spannungs- und die Stabilitätsanforderungen in einem festen Schutzkonzept zu erfüllen. Dabei spielen die Maschinen-Reaktanzen sowie das ganze Erregungssystem inklusive der Spannungsregler eine entscheidende Rolle. Es ist ein Optimierungsprozess, der am Ende die notwendige Grösse des Synchronkompensators gibt. Der Synchronkompensator ist fremd erregt und läuft vor der Störung im Leerlauf. Der Spannungsregler ist ein gewöhnlicher PID-Regler, und die Plafond-Spannung beträgt 1,5mal die Nennerregerspannung. Als schlimmster Fall wird angenommen, dass der Generator vor der Störung mit Vollast läuft (Bild 2). Durch Netzstörungen sinkt die Netzspannung  $u_N$  z.B. auf fast Null bei dreipoligen Nahkurzschlüssen oder auf 20...50% bei entfernten



**Bild 5 Dreipoliger Nahkurzschluss**

Normale Plafond-Spannung beim Synchronkompensator

$u_N = 0$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_p/u_{fn} = 1,5$ , n-Reg.

$u_N$  Netzspannung, siehe Bild 2

$u_G$  Generatorspannung

$u_{EB}$  Spannung am Eigenbedarfsnetz

$n_G, n_{SK}$  Drehzahl vom Generator und Synchronkompensator, bezogen auf Nenndrehzahl

$\delta_G$  Elektrischer Winkel zwischen dem Generator und dem Synchronkompensator

$t$  Zeit

Fall	$q_{SK,o}$	$\Sigma x$	$u_p/u_{fn}$	$u_{EB,min}$	Systemstabilität	$\delta_{G-SK,max}$
II	12 MVar, übererregt	0,22	1,5	0,67	sehr gut	89
I (Ref.)	0, Leerlauf	0,22	1,5	0,71*	gut	103
III	9 MVar, untererregt	0,22	1,5	0,73	nicht schlecht	118
IV	0, Leerlauf	0,29	1,5	0,79	kritisch	148
V	0, Leerlauf	0,22	2,1	0,75	gut	103

**Bild 6 Einfluss von  $q_{SK,o}$ ,  $\Sigma x$  und der Plafond-Spannung auf das transiente Verhalten**

Störung: Dreipoliger Nahkurzschluss  $t_K = 0,3$  s

\* Für einen grösseren Synchronkompensator von 40 MVA und  $x'_d = 0,14$  wäre die kleinste Spannung 0,84.

Störungen. Die Wahrscheinlichkeit von entfernten Netzstörungen ist selbstverständlich höher, und diese können relativ länger dauern als die ganz nahen Störungen.

Durch einen dreipoligen Nahkurzschluss sinkt die Klemmenspannung plötzlich auf fast 1/3. Die gestörte Leitung wird nach  $t_K = 0,3$  s ausgeschaltet, und die Netzspannung kehrt zurück (Bild 5). Die niedrigste Spannung am Eigenbedarfsnetz beträgt 71%. Sowohl der Generator als auch der Synchronkompensator werden beschleunigt, und der Generator erreicht vorübergehend eine Überdrehzahl von etwa 2% über dem Nennwert. In Bild 5 sieht man den Lastwinkel des Generators gegenüber dem Netz  $\delta_G$  sowie den Differenzwinkel  $\delta_{G-SK}$ , der anzeigt, wie weit der Synchronkompensator gegenüber dem Generator zurückbleibt. Mit  $\delta_{G-SK} = 103^\circ$  el ist die Stabilität zwischen den Maschinen gut (Referenzfall).

Die Gesamtreaktanz  $\Sigma x$  sowie die Vorbelastung und die Plafond-Spannung des Synchronkompensators haben einen gewissen Einfluss auf das transiente Verhalten des Systems. Um diesen Sachverhalt zu klären, wurden ähnliche Simulationen wie in Bild 5 durchgeführt. Bild 6 fasst das Ergebnis zusammen.

Aus Bild 6 kann man folgern:

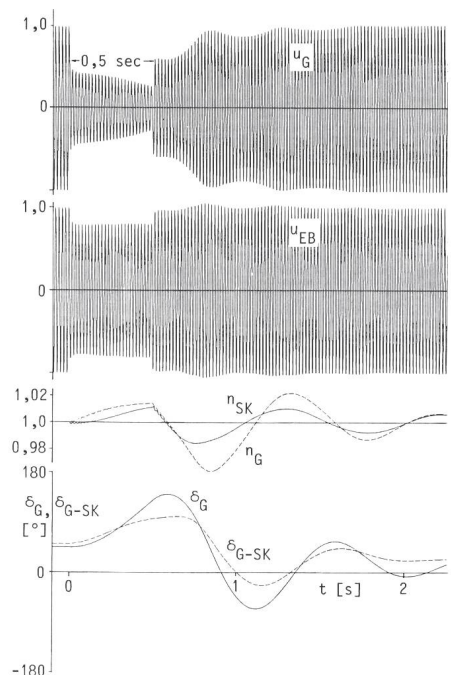
- Die Übersetzungsstufe des Eigenbedarfs-Transformators ist für den Betrieb mit Vollast und leerlaufendem Synchronkompensator einzustellen. Die Blindlast-Änderungen sollen fortlaufend vom Synchronkompensator übernommen werden.

- Die Gesamtreaktanz soll gegenüber der subtransienten Reaktanz des Synchronkompensators unter Berücksichtigung der Stabilität möglichst gross

sein, und dies fordert eine möglichst kleine subtransiente Reaktanz für den Synchronkompensator.

- Eine Fremderregung und eine hohe Plafond-Spannung (Stosserregung) sind empfehlenswert und unter Berücksichtigung anderer Störungsfälle sogar notwendig.

- Die Stabilität einer grossen Turbogruppe kann bekanntlich durch «Fast Valving», d.h. durch eine sehr schnelle und kontrollierte Lastreduktion erheblich verbessert werden. In Bild 7 handelt es sich um einen solchen Fall. Die Netzspannung geht wegen einer etwas entfernten Störung auf 20% zurück,

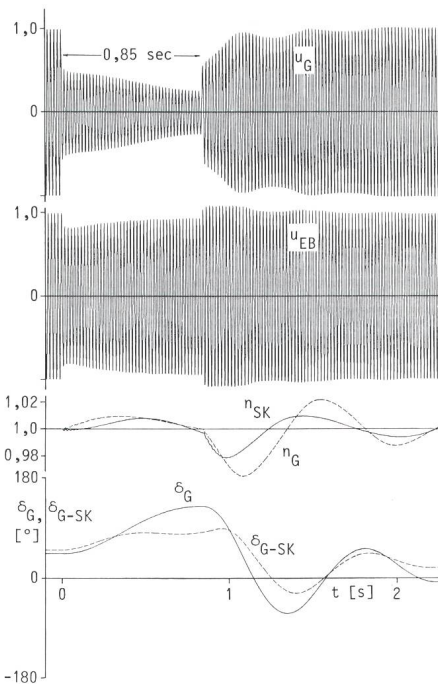


**Bild 7 Entfernter dreipoliger Kurzschluss**

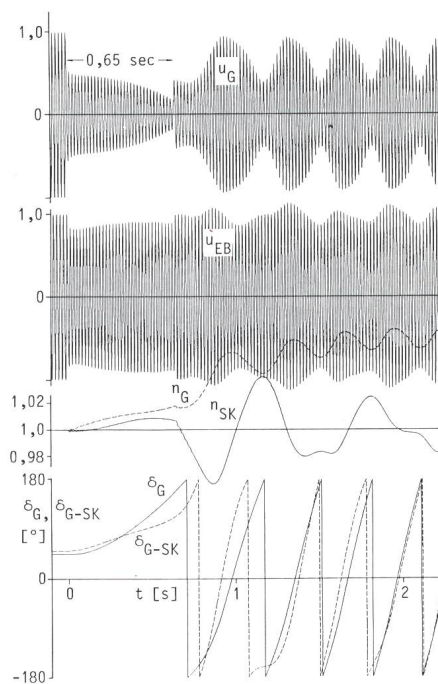
Normale Plafond-Spannung beim Synchronkompensator

$u_N = 0,2$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_p/u_{fn} = 1,5$ , Fast Valving

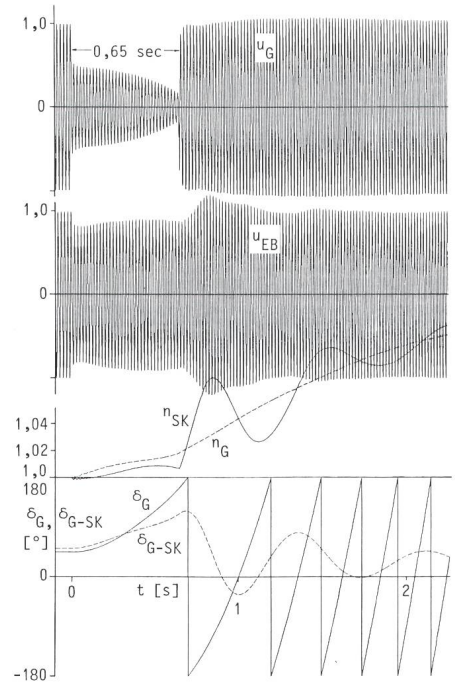
Bezeichnungen wie in Bild 5



**Bild 8 Entfernter dreipoliger Kurzschluss**  
 $u_N = 0,3$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_p/u_{fn} = 2,1$ , Fast Valving  
 Bezeichnungen wie in Bild 5



**Bild 9 Entfernter dreipoliger Kurzschluss mit Aussertrittfallen des Hauptgenerators**  
 $u_N = 0,3$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_p/u_{fn} = 2,1$ , n-Reg.  
 Bezeichnungen wie in Bild 5



**Bild 10 Entfernter dreipoliger Kurzschluss mit Generatorabschaltung**  
 $u_N = 0,45$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_p/u_{fn} = 2,1$ , n-Reg.  
 Bezeichnungen wie in Bild 5

die nunmehr nach  $t_K = 0,5$  s fortgeschaltet wird. Obwohl die Generatorspannung bis auf 27% sinkt, bleibt die Spannung am Eigenbedarfsnetz mit einem niedrigsten Wert von 78% recht hoch. Der Synchronkompensator verhält sich stabil. Der positive Einfluss von Fast Valving auf den Verlauf des Lastwinkels des Generators ist deutlich. Ohne Fast Valving wäre der Generator ausser Tritt gefallen.

Bei noch entfernteren Störungen darf der Spannungseinbruch am Hochspannungsnetz je nach selektivem Schutzkonzept noch länger andauern (Bild 8). In diesem Beispiel sinkt die Generatorspannung während der Störungsdauer von 0,85 s bis auf 25%. Dank dem Synchronkompensator geht die Spannung am Eigenbedarfsnetz aber nur am Anfang auf 80% zurück, und sie erholt sich anschließend wegen der starken Stosserregung mit einem Plafondwert von 2,1. Ein gutes Stabilitätsverhalten des Systems ist wiederum gewährleistet.

Fast Valving ist in Europa nicht stark verbreitet. Ohne Fast Valving muss eine derartige Störung (wie in Bild 8) früher fortgeschaltet werden. Es kann aber manchmal trotzdem zu spät sein, und der Generator würde dann ausser Tritt fallen. In Bild 9 sieht man eine solche, beinahe katastrophale

Situation. Obwohl die Störung, bei welcher die Generatorspannung bis auf 19% sinkt, nach 0,65 s beseitigt wird und die Netzspannung zurückkehrt, reicht der normale Drehzahlregler nicht aus, um die Stabilität des Generators zu retten. Der Generator fällt ausser Tritt, und die Drehzahl steigt.

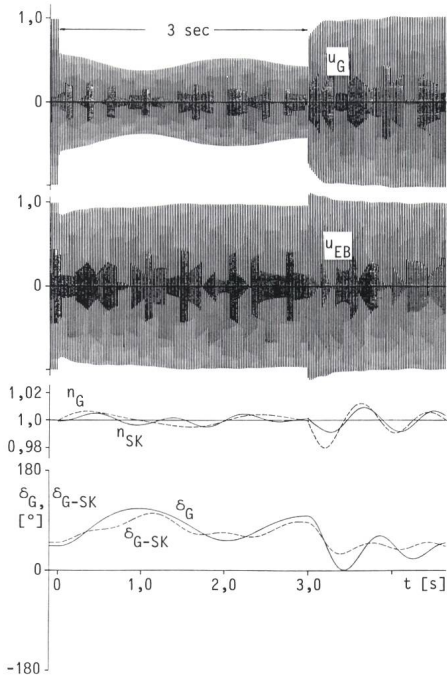
Manche Elektrizitäts-Gesellschaften verlangen aber, dass der Generator in einem solchen Fall eine Zeitlang asynchron läuft. Man hofft, dass er während dieser Zeit genügend entlastet wird und sich von selbst wieder synchronisiert. Wenn auch dies gefordert wird, bleibt die Spannung am Eigenbedarfsnetz mit einigen Schwankungen recht gut. Der Synchronkompensator läuft am Netz immer synchron.

Die Wissenschaft ist der Wahrheit verpflichtet. Deshalb soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass dieser ausser Tritt gefallene Generator ohne spezielle Massnahmen vom Netz nicht mehr getrennt werden darf. In ungünstigen Fällen kann es nämlich vorkommen, dass eine Instabilität zwischen dem Hauptgenerator und dem Synchronkompensator auftritt. Auf diese Massnahmen wird in diesem Beitrag nicht eingegangen. Wenn der ausser Tritt gefallene Generator plötzlich vom Netz getrennt wird, dann soll

auch der Synchronkompensator sofort ausgeschaltet werden. Damit wird eine eventuelle Instabilität verhindert und die Aufrechterhaltung des Eigenbedarfsnetzes gewährleistet.

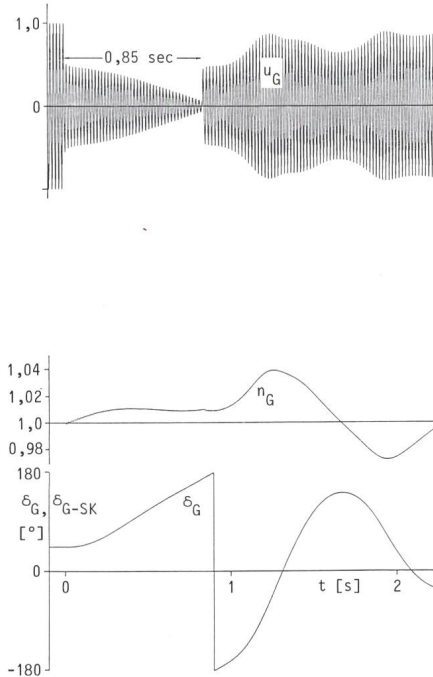
Das Aussertrittfallen eines grossen Generators ist auch für das Netz nicht gut. Daher ist es eher empfehlenswert, den Generator, bevor er ausser Tritt fällt, vom Netz zu trennen. Bild 10 demonstriert diesen Fall. Die Spannung des Eigenbedarfsnetzes ist nun noch ruhiger als in Bild 9. Der Synchronkompensator bleibt mit dem Generator synchron, und die Frequenz des Inselbetriebes wird vom Drehzahl-Regelungssystem unter Kontrolle gehalten.

Es kann in der Praxis vorkommen, dass die Netzspannung infolge von Netzstörungen relativ längere Zeit auf einem niedrigen Niveau von 30...60% bleibt. Da der Generator seine Leistung bei dieser Spannung mit etwas erhöhtem Strom abgeben kann, muss der Generator nicht sofort abgeschaltet sein, und ein stabiler Betrieb ist oft möglich. In Bild 11 fällt die Netzspannung während 3 s auf 45%, und die Klemmenspannung schwebt zwischen 38...53%. Der Synchronkompensator hält die Spannung des Eigenbedarfsnetzes trotzdem gut aufrecht, und dies gilt auch dann, wenn die Störung noch länger andauert.



**Bild 11 Entfernte und lang andauernde Störung**

$u_N = 0,45$ ,  $\Sigma x = 22\%$ ,  $q_{SK,o} = 0$ ,  $u_P/u_{fn} = 2,1$ , n-Reg.  
Bezeichnungen wie in Bild 5



**Bild 12 Einfluss des Synchronkompensators auf die Stabilität des Hauptgenerators**

vergleiche mit Bild 8  
 $u_N = 0,3$ ,  $\Sigma x = 22\%$ , Fast Valving  
Bezeichnungen wie in Bild 5

### Einfluss auf die Stabilität des Hauptgenerators

Die grossen Turbogeneratoren haben oft eine statische Gleichrichtererregung. Die Erregerleistung kann an den Generatorklemmen bezogen werden. Eine Diskussion über Vor- und Nachteile dieses Erregungssystems liegt nicht im Rahmen dieses Beitrages. Die Verwendung eines Synchronkompensators bietet nun die sinnvolle Möglichkeit, die Erregerleinrichtungen

aus dem Eigenbedarfsnetz zu speisen (Bild 2). Somit wird auch die Stabilität des Hauptgenerators indirekt erhöht.

Um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen, wurde der Fall von Bild 8 erneut simuliert, jedoch diesmal ohne Synchronkompensator. Das Resultat ist in Bild 12 wiedergegeben. Im Gegensatz zum Fall von Bild 8 fällt nun der Generator sofort ausser Tritt. Er synchronisiert sich zwar wieder, aber nur wegen der sehr schnellen Reduktion der Leistung durch Fast Valving. Ohne

Fast Valving hätte sich der Generator nicht mehr synchronisiert.

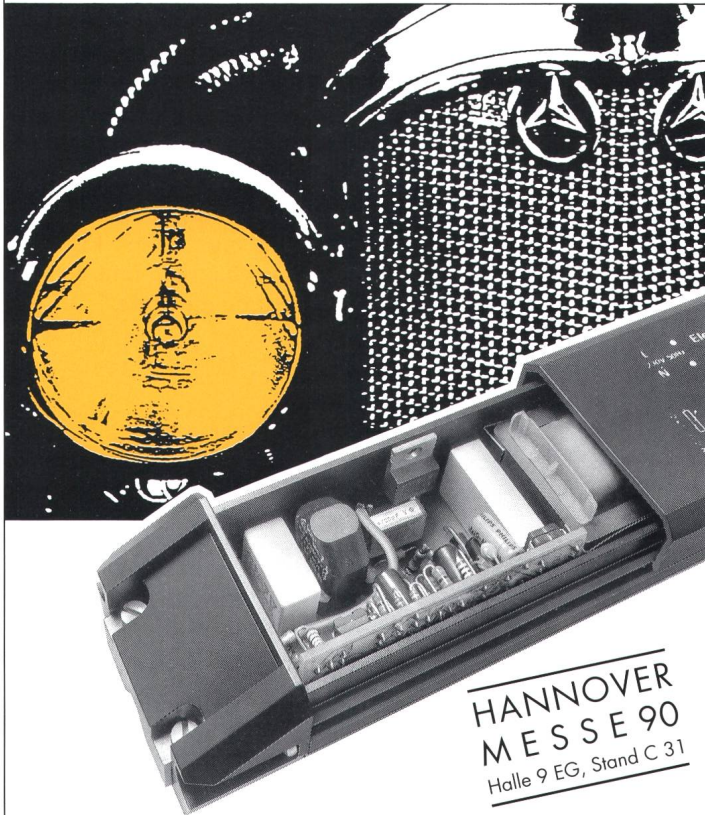
Ein Vergleich der Klemmenspannung in Bild 8 und 12 zeigt den Grund dieser Verbesserung der Stabilität. Beim fehlenden Synchronkompensator (Bild 12) geht die Klemmenspannung bis auf 6% zurück, und somit wird auch die Erregerspannung des Generators erheblich reduziert. Als Folge davon wächst der Polradwinkel schneller, und der Generator fällt ausser Tritt. Im Falle von Bild 8 ist die Generatorerregung aus dem Eigenbedarfsnetz voll vorhanden, und der Generator bleibt stabil am Netz.

### Zusammenfassung

- Mit Hilfe eines Synchronkompensators kann die Spannung am Eigenbedarfsnetz auch bei Störungen höher als 70% gehalten werden.
- Bei der Auslegung ist das Schutzkonzept der Anlage voll zu berücksichtigen. Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Fälle mit Aussertrittfällen.
- Die Nennleistung des Synchronkompensators liegt in der Grössenordnung von 1...2 mal  $S_{EB}$  oder 2,4...5% von  $S_{n(Gen)}$
- Der Synchronkompensator soll möglichst kleine Reaktanzen haben. Fremderregung mit hoher Plafondspannung sowie eine optimierte Spannungsregelung sind notwendig.
- Bei statischen Erregungssystemen wird die Speisung statt ab den Generatorklemmen vom Eigenbedarfsnetz erfolgen. Dadurch wird die Stabilität des Generators eindeutig verbessert.

# PROFITRONIC

UND NIEDERVOLTHALOGEN  
ZWEI BEGRIFFE FÜR EINE LÖSUNG



HANNOVER  
M E S S E 90  
Halle 9 EG, Stand C 31

Niedervolt - Halogenlicht setzt sich weltweit mit hohen Marktwachstumsraten durch. Eine Herausforderung für uns. **PROFITRONIC**, der elektronische Trafo von Leuenberger, ist die Antwort darauf.

Eigenschaften wie:

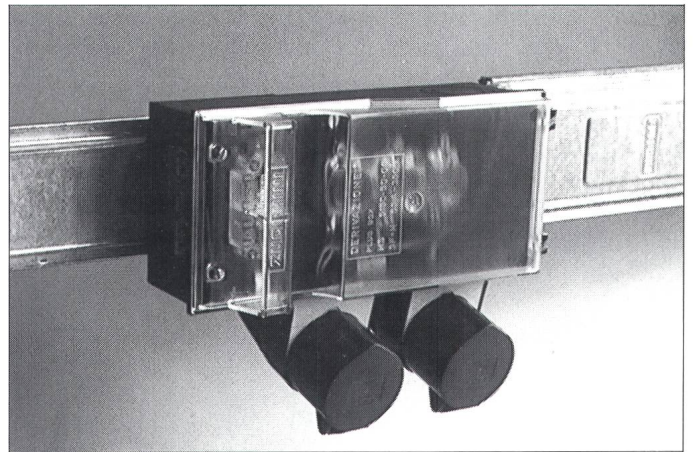
- Leistung 20-80 W und 80-150 W
- stabilisierte Ausgangsspannung
- leerlaufsicher, kurzschlussicher
- nebenstromsicher
- dimmbar
- Sofort-Start für eine lange Lampenlebensdauer
- zuverlässiger Übertemperaturschutz
- universelle Einbaumöglichkeiten

machen den **PROFITRONIC** zum Trafo für den Profi.

H. Leuenberger AG  
Fabrik elektrischer Apparate  
Kaiserstuhlstrasse 44  
CH - 8154 Oberglatt  
Telefon 01 850 13 33  
Telefax 01 850 59 85

**Leuen  
berger**

Ein Unternehmen der Lictor Holding AG



## Canalisations électriques de distribution LANZ

Pour ateliers artisanaux et de fabrication. De 100 à 900 A.

- montage facile: le matériel de montage, les boîtes de raccordement et de dérivation sont fournis
- possibilités d'extension: modifications et agrandissement rapidement réalisables
- prix avantageux — livrables du stock

Demandez conseil et offre à **lanz oensingen sa**  
**062/78 21 21 FAX 062/76 31 79**

Les canalisations électriques m'intéressent. Prière d'envoyer la documentation.

Pourriez-vous me/nous rendre visite? Avec préavis!

Nom, adresse: \_\_\_\_\_



**lanz oensingen sa**

CH-4702 Oensingen · téléphone 062 78 21 21

Inserieren Sie im

## Bulletin SEV/VSE

**86%** der Leser sind  
Elektroingenieure ETH/HTL

**91%** der Leser haben  
Einkaufsentscheide zu treffen

**Sie treffen ihr  
Zielpublikum**

Wir beraten Sie kompetent  
Tel. 01/207 86 32