Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 81 (1990)

Heft: 19

Artikel: Stellergespeiste Gegendrehfeld-Asynchronmaschinen als Erregermaschinen in büstenlosen Erregungungssystemen

Autor: Rohrer, Hansjürg / Wüthrich, Andreas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903169

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.08.2025

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

Stellergespeiste Gegendrehfeld-Asynchronmaschinen als Erregermaschinen in bürstenlosen Erregungssystemen

Hansjürg Rohrer und Andreas Wüthrich

Bei drehzahlvariablen Stromrichtermotoren werden zur bürstenlosen Erregung drehstromstellergespeiste Frequenzumformer-Erregermaschinen (Asynchronmaschinen) eingesetzt. Ihre Rotorwicklung ist über einen mitrotierenden Diodengleichrichter mit der Erregerwicklung des Stromrichtermotors verbunden. Je nach Belastung der Erregermaschine kann der Drehstromsteller im Lückbetrieb sein. Die Kommutierung des rotierenden Gleichrichters wird während der Stromlücken des Stellers erschwert, und es treten Effekte auf, welche früher nicht erklärt werden konnten.

Pour des moteurs à vitesse variable alimentés par convertisseurs à fréquence variable, on emploie des excitatrices (machines asynchrones) alimentées par convertisseurs à fréquence fixe. Le bobinage rotorique des excitatrices est raccordé à l'enroulement d'excitation du moteur par un redresseur à diodes tournantes. Selon la charge de l'excitatrice, l'onduleur à fréquence fixe peut être en service avec interruption de courant. Il s'en suit alors une commutation du redresseur tournant plus difficile et l'apparition d'effets jadis inexpliqués.

Adressen der Autoren
Hansjürg Rohrer, Dr.Ing., Dipl. Ing. ETH, ABB Kraftwerke AG, 5400 Baden und
Andreas Wüthrich, Dipl. Ing. HTL, 4945 Rohrbachgraben

Die elektrische Leistung für die Rotorwicklung (Erregerleistung) von Synchronmaschinen kann über Bürsten und Schleifringe oder mit bürstenlosen Erregungseinrichtungen auf den Rotor übertragen werden. Bürstenlose Erregungseinrichtungen werden bei Synchronmaschinen (Generatoren und Motoren) im Leistungsbereich von weniger als 100 kW bis zu einigen 100 MW eingesetzt. Sie bestehen üblicherweise aus einem Spannungsregler, einer Aussenpolsynchronmaschine als Erregermaschine und einem rotierenden Diodengleichrichter. Der Spannungsregler speist die stationäre Erregerwicklung der von der Hauptmaschine angetriebenen Erregermaschine mit Gleichstrom. In der rotierenden Ankerwicklung der Erregermaschine wird Drehspannung induziert, welche in den rotierenden Dioden gleichgerichtet und der Rotorwicklung der Hauptmaschine zugeführt wird [1]. Diese Erregungsschaltung liefert im Stillstand natürlich keine Leistung, denn im Stillstand wird im Rotor der Aussenpolsynchronmaschine keine Spannung induziert.

Falls die Hauptmaschine auch im Stillstand erregt werden soll (für synchronen Anlauf), so muss dies entweder über Hilfsschleifringe geschehen, oder für die Erregermaschine ist anstelle der Aussenpolsynchronmaschine ein Frequenzumformer zu verwenden. Ein Frequenzumformer ist eine normale Asynchronmaschine mit bewickeltem Rotor (kein Kurzschlussläufer). Da in diesem Anwendungsfall die Rotorströme direkt auf dem Rotor weiterverwendet werden, ist der Frequenzumformer hier ohne Schleifringe ausgeführt. Die Drehrichtung des Statorfeldes ist üblicherweise entgegengesetzt der mechanischen Rotordrehrichtung, so dass die Maschine auch als Gegendrehfeld-Asynchronmaschine bezeichnet wird. Der Stator der Gegendrehfeld-Maschine kann mit einem üblichen Drehstromsteller mit variabler Spannung und konstanter Frequenz f_s (i.a. Netzfrequenz) gespeist werden (Bild 1). Die Frequenz der in der Rotorwicklung induzierten Drehspannung variiert zwischen Stellerfrequenz f_s (im Stillstand) und $f_s + p\,n$ (p = Polpaarzahl der Erregermaschine, n = Drehzahl des Wellenstranges).

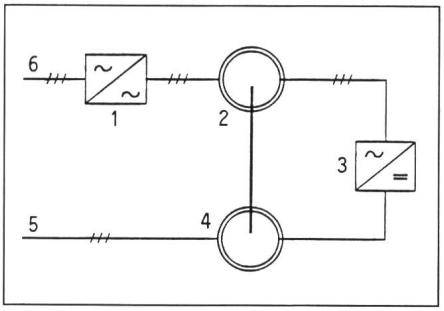


Bild 1 Prinzipschema einer bürstenlosen Erregungseinrichtung mit Gegendrehfeld-Erregermaschine

1 Drehstromsteller
2 Erregermaschine (Frequenzumformer, Gegendrehfeld- Asynchronmaschine)
3 rotierender Gleichrichter
4 Hauptmaschine (Synchronmaschine)
5 frequenzvariable Speisung der Hauptmaschine
6 Netz

Anwendungsbereiche solcher schon im Stillstand wirksamer bürstenloser Erregungseinrichtungen sind drehzahlvariable Stromrichtermotoren zum Antrieb von Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren im Leistungsbereich von 100 kW bis 30 MW mit Drehzahlen bis über 6000 min^{-1} [2,3] und Gasturbinengeneratoren, welche

als Motor die Gasturbine bis zur Zünddrehzahl hochfahren.

Je nach Belastung der Erregermaschine kann der Drehstromsteller im Lückbetrieb sein, d.h. die Stellerströme weisen nicht ein einziges Leitintervall, sondern zwei durch eine Lücke getrennte Leitintervalle pro Halbperiode auf. Die Vermutung liegt nahe, dass die Kommutierung (Stromübergang von einer Diode zur nächsten) des rotierenden Gleichrichters während der Stromlücken des Stellers erschwert wird. Da die rotierenden Teile solcher Erregungssysteme aber normalerweise elektrisch unzugänglich sind, sind auch die aus dem Zusammenwirken Steller-Erregermaschine-Gleichrichter resultierenden Effekte auf den Rotoren bis anhin nicht dargestellt worden.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTL Burgdorf wurden eine solche Anordnung (Drehstromsteller, Asynchronmaschine, Diodengleichrichter, R-L-Last) aufgebaut und die Verläufe von Strömen und Spannungen für verschiedene Gleichrichterschaltungen – auch im Vergleich zur Sinusspeisung der Erregermaschine – aufgenommen und qualitativ untersucht.

Versuchsaufbau

Bild 2 zeigt die Komponenten des Versuchs mit den verschiedenen Möglichkeiten des Aufbaus. Die Asynchronmaschine (AsM) konnte, im Stillstand oder mit einer Gleichstrommaschine (G-Antrieb) mit fester Drehzahl angetrieben, über einen Drehstromsteller oder einen verstellbaren Transformator (Variac) gespeist und über einen Gleichrichter in Mittelpunkt- (M3) oder Brückenschaltung (B6) mit einem R-L-Kreis belastet werden.

Die Asynchronmaschine (Typ MBPPVX 160 M4, 380 V, 16 A, 7.5 kW, 1420 min^{-1}) hat eine über Schleifringe herausgeführte Rotorwicklung. Die (bei üblichen Frequenzumformer-Erregermaschinen fehlenden) Schleifringe ermöglichten hier erst die stationäre Messung der Rotorgrössen. Aus Gründen der Spannungsverhältnisse wurde die Maschine im Versuch mit umgekehrtem Leistungsfluss betrieben, die Einspeisung erfolgte also in die Rotorwicklung, die Belastung an der Statorwicklung. Da das Ersatzschaltbild der Schleifringläufer-Asynchronmaschine vom Rotor und vom Stator aus gesehen qualitativ gleich ist, hat die Umkehrung des Leistungsflusses keinen Einfluss auf die Untersuchungen. Im Gleichrichter wurden handelsübliche Dioden verwendet. Die Gleichstromlast soll die Erregerwicklung einer Synchronmaschine (Hauptmaschine) darstellen, sie umfasste also einen Widerstand (R) und eine grosse Induktivität (L).

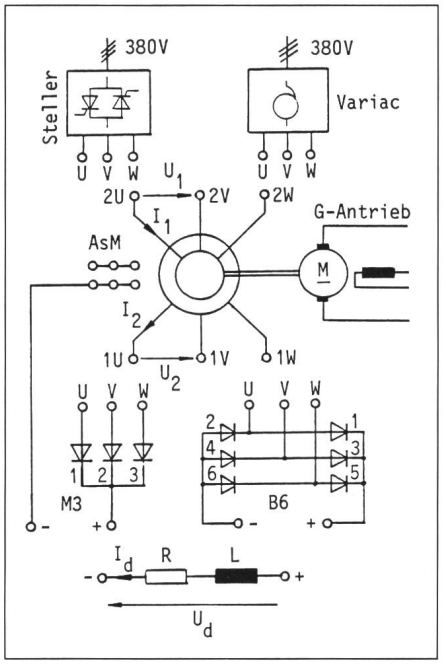


Bild 2 Versuchsaufbau

- Statorspeisung der Erregermaschine: Steller oder Variac
- AsM: Erregermaschine (Frequenzumformer, Gegendrehfeld-Asynchronmaschine)
- G-Antrieb: Antrieb mit fester Drehzahl
- Gleichrichterschaltung: M3 oder B6
- R-L-Last: Simulation der Erregerwicklung der Hauptmaschine

Die zuerst durchgeführten Messungen an der mit konstanter Drehzahl angetriebenen Maschine waren wegen der unterschiedlichen Stator- und Rotorfrequenzen schwierig zu interpretieren und nicht darstellbar. Es zeigte sich aber, dass die prinzipiellen Kurvenverläufe und Zusammenhänge von Strömen und Spannungen bei stillstehender Maschine gleich wie bei drehender Maschine waren. Aus diesem Grunde wurde der Rotor in verschiedenen Stellungen blockiert und alle Messungen und Interpretationen in diesem Zustand durchgeführt.

Spannungen und Ströme an Steller, Asynchronmaschine und Gleichrichter

Für drei der Vielzahl der in den Versuchen untersuchten Fälle soll hier der Verlauf der Ströme und Spannungen dargestellt und erklärt werden. Für alle drei Fälle ist der Rotor in der Stellung maximaler Stator-Rotor-Kopplung, d.h. fluchtender Stator- und Rotorwicklungsspulen blockiert. Für andere Rotorstellungen ändern sich wohl die Phasenlagen und auch leicht die Amplituden, die prinzipiellen Verläufe bleiben aber erhalten.

Sinusspeisung, Gleichrichter in Mittelpunktschaltung M3

Die Speisung erfolgt hier nicht über einen Drehstromsteller, sondern mit sinusförmiger Spannung über einen Variac (Fall *a* in Bild 3). Dieser Fall hat in der Praxis keine Bedeutung, dient aber als Referenz für die nachfolgende Betrachtung der Stellerspeisung. Die Kurvenverläufe entsprechen denen eines ungesteuerten Stromrichters mit grosser induktiver Last. Der Gleichstrom I_d ist praktisch glatt, die Gleichspannung U_d weist die bekannte Welligkeit und Kommutierungseinbrüche auf. Die Kommutierungsdauer ist durch die in den Kommutierungskreisen liegende Kurzschlussreaktanz der Maschine bestimmt. Es treten keine hohen Spannungsspitzen auf.

Stellerspeisung, Gleichrichter in Mittelpunktschaltung M3

Der Verlauf aller Ströme und Spannungen wird hier durch die primären Spannungs- und Strompulse des Stellers bestimmt (Fall *b* in Bild 3). Beim Einschalten der Stellerzweige (Zeitpunkte *1, 8, 15*) entstehen Überspannungen in der Gleichspannung U_d und der Diodensperrspannungen U_{D1}... U_{D3}. Auffallend sind auch die «Kurzschlüsse» des Gleichrichters ($U_d = 0$), welche für vorgegebene Gleichstromlast (vorgegebener Mittelwert von U_d) höhere Spannungsmaxima der Gleichspannung als im Fall der Sinusspeisung bedeuten. Der Verlauf der Spannungen und Ströme wird im folgenden Abschnitt erklärt und interpretiert.

Stellerspeisung, Gleichrichter in Brükkenschaltung B6

Auch in diesem Fall bestimmen die Pulse des Stellers alle Ströme und Spannungen (Fall *c* in Bild 3). Die Verläufe sind ähnlich wie bei Mittelpunktschaltung des Gleichrichters, weshalb auf eine genauere Interpretation verzichtet wird.

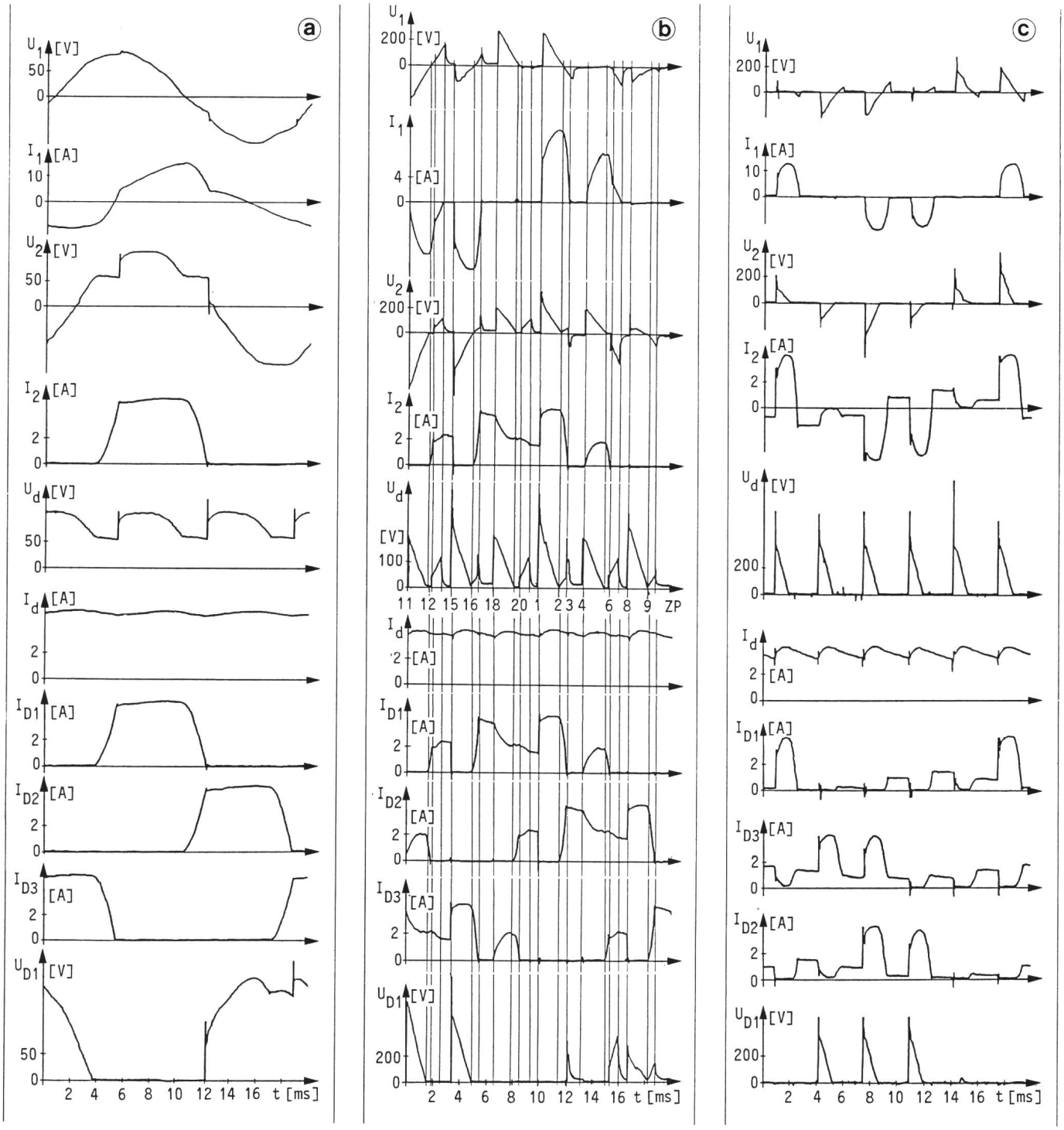


Bild 3 Strom- und Spannungsverläufe über eine Netzperiode

a Gleichrichter in M3-Schaltung, Sinusspeisung

b Gleichrichter in M3-Schaltung, Stellerspeisung

c Gleichrichter in B6-Schaltung, Stellerspeisung

I_{D1}, I_{D2}, I_{D3} Ströme der Dioden *1, 2, 3*

U_{D1} Sperrspannung der Diode 1

t Zeit

ZP Zeitpunkte *1...20* und Anfangszeitpunkte der Teilintervalle *I1...I20*

restliche Grössen siehe Bild 2

Spannungs- und Stromverläufe bei Stellerspeisung und Mittelpunktschaltung

Im folgenden werden die Verläufe der Spannungen und Ströme im Fall *b* (Stellerspeisung, Gleichrichter in Mittelpunktschaltung M3) im Detail erklärt und interpretiert. Dazu wird ein vereinfachtes Ersatzschaltbild der Maschine benutzt (Bild 4), welches aber für diesen Zweck vollkommen genügt.

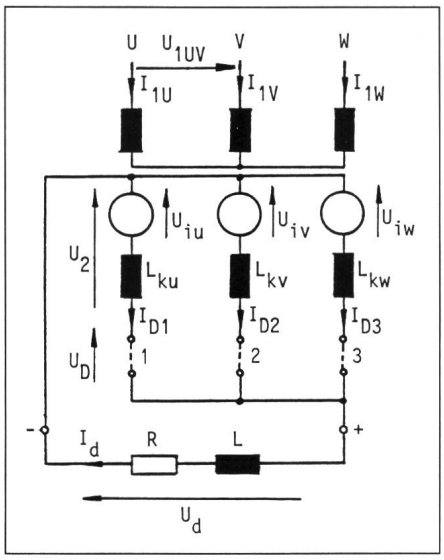


Bild 4 Ersatzschaltbild

Anordnung bei maximaler Kopplung der Wicklungen und M3-Gleichrichter

Für die Kommutierungsinduktivitäten L_{ku}, L_{kv} und L_{kw} im Gleichrichterkreis ist je nach Zustand des Primärkreises (Stellerkreis) entweder die Kurzschlussinduktivität (Streuinduktivität) L_σ der Maschine oder ihre Hauptinduktivität L_h einzusetzen: im leitenden Zustand können die Kommutierungsströme über die kleine Induktivität L_σ fliessen, in der Stromlükke des Stellers schliessen sich die Kommutierungsstromkreise über die grosse Hauptinduktivität L_h.

Teilintervalle I1...I20

In Bild 5 sind die Leitzustände während der an die nummerierten Zeitpunkte *1...7* in Bild 3 anschliessenden Teilintervalle *I1...I7* aufgeführt. Dabei spielen sich die nachfolgend beschriebenen Vorgänge ab, beginnend mit dem Einschalten von U_{1uv}.

- Teilintervall *I1*: Der Stellerzweig *UV* schaltet ein. Die induzierte Spannung $U_{iu} - U_{iv}$ bewirkt den Kommutierungsstrom I_K, der wegen der kleinen Kommutierungsinduktivität L_σ sehr schnell ansteigt. Mit dem Ende der Kommutierung wird $U_d \approx U_{iu}$, die Diode *1* führt den gesamten Strom, der sich im Gleichstromkreis aufbaut.
- Teilintervall *I2*: Nulldurchgang von U_{1UV}. I_1 nimmt ab und induziert U_{iu} und U_{iv}. Diese Spannungen lassen den Strom auf die Diode *2* kommutieren. Da U_{iu} und U_{iv} nur klein sind, verläuft die Kommutierung langsamer.
- Teilintervall *I3*: Die Energie im Primärkreis ist abgegeben. $I_1 = 0$, $U_{iu} = 0$, $I_{D1} = 0$, $I_{D2} = I_d$. Freilaufzustand.
- Teilintervall *I4*: Der Stellerzweig *UW* schaltet ein. Die induzierte Spannung U_{iu} bewirkt die Kommutierung des Stroms von Diode *2* auf Diode *1*. Die Kommutierung verläuft langsam, weil $I_{1v} = 0$ und damit die Kommutierungsinduktivität der Hauptinduktivität L_h entspricht. I_1 steigt wie I_{D1} langsam an.
- Teilintervall *I5*: Nulldurchgang von U_{1WU}. Die induzierte Spannung wechselt das Vorzeichen weil I_1 abnimmt und bewirkt die Kommutierung des Stromes von Diode *1* auf Diode *3*. I_{D2} bleibt konstant, alle 3 Ventile leiten, und damit ist $U_d = 0$ (sekundärer «Kurzschluss»)

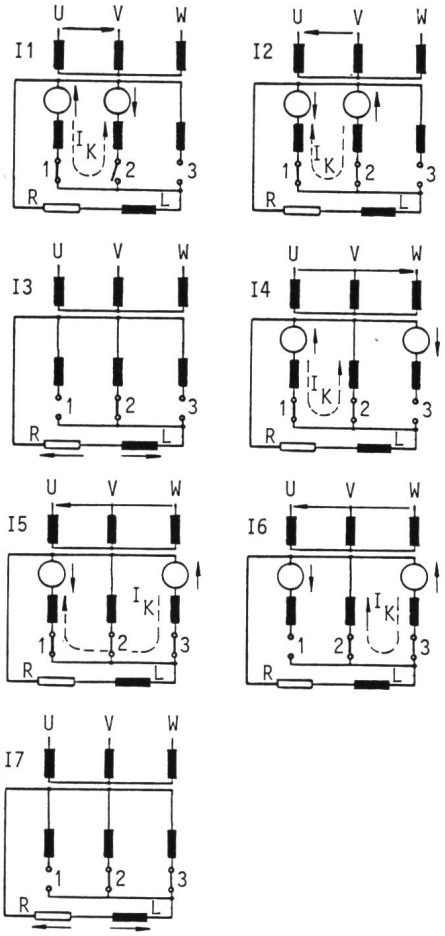


Bild 5 Ersatzschaltbilder für verschiedene Teilintervalle

I1...I7 Ersatzschaltbilder für Teilintervalle *I1...I7* (siehe Legende zu Bild 3)

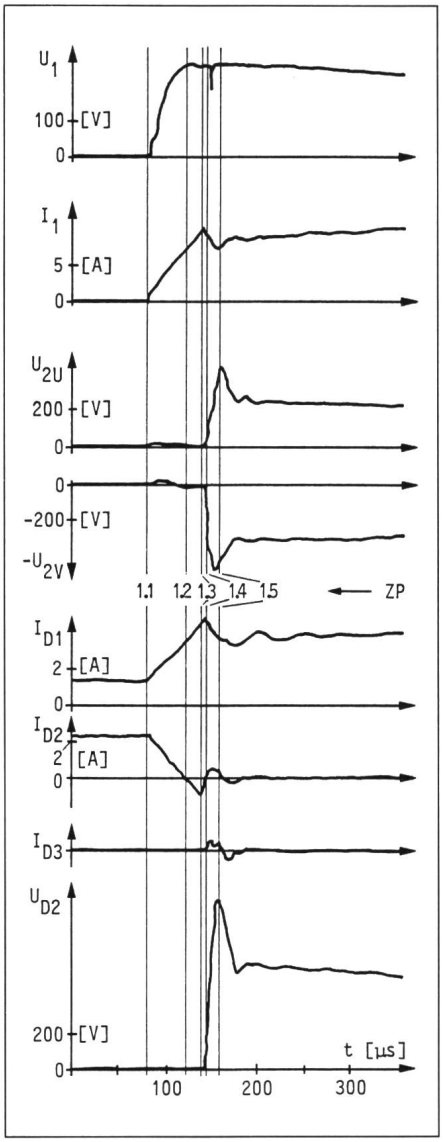


Bild 6 Strom- und Spannungsverläufe bei schneller Kommutierung der Gleichrichterströme

ZP	Zeitpunkte *1.1...1.5* innerhalb des Teilintervalls *I1* und Anfangszeitpunkte der Intervalle *I1.1...I1.5*
U_{2U}, U_{2V}	sekundäre Strangspannungen an *U*, *V*
U_{D2}	Sperrspannung der Diode *2*

restliche Grössen siehe Bild 2

- Teilintervall *I6*: $I_{D1} = 0$, Diode *1* sperrt. Da I_1 noch fliesst, kommutiert I_{D2} auf Diode *3*. $U_{iv} = 0$ weil $I_{1v} = 0$.
- Teilintervall *I7*: Die Energie im Primärkreis ist abgegeben. $I_1 = 0$, $U_{iw} = 0$. Freilaufzustand.

- Teilintervall *I8*: Von hier ab wiederholen sich mit zyklischer Vertauschung die Vorgänge ab Zeitpunkt *1*. Das Teilintervall *I8* entspricht dabei dem Teilintervall *I1*.

Teilintervall I1 im Detail

In den Zeitpunkten *1*, *8* und *15* fallen die Spannungsspitzen auf. Im Bild 6 sind die genaueren Zusammenhänge im Zeitpunkt *1* in vergrössertem Zeitmassstab sichtbar. Dabei spielen sich folgende Vorgänge ab (siehe Bild 7):

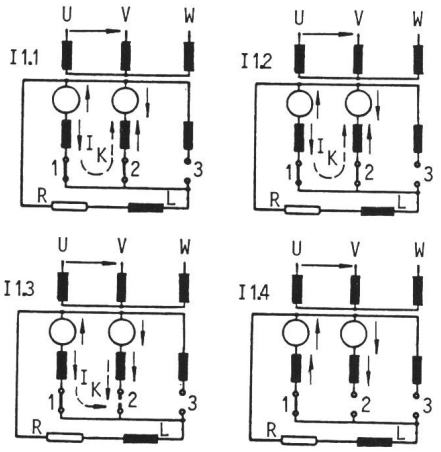


Bild 7 Ersatzschaltbilder der Teilintervalle aus Bild 6

- Teilintervall *I1.1*: U_{uv} wird eingeschaltet. Da die Sekundärseite praktisch kurzgeschlossen erscheint, steigt I_1 schnell an und induziert U_{iu} und U_{iv}. Damit entsteht ein Kommutierungsstrom I_K, der durch sein rasches Ansteigen Spannungen in L_{ku} und L_{kv} erzeugt. Die Spannungen U_{2u} und U_{2v} über den Maschinenwicklungssträngen U und V, und somit auch die Gleichspannung U_d, bleiben praktisch 0.
- Teilintervall *I1.2*: $I_{D2} = 0$. Wegen des Trägerstaueffekts kann I_K weiterfliessen. $U_d = 0$
- Teilintervall *I1.3*: Die Ladungsträger in Diode *2* sind abgebaut, I_{D2} reisst sehr schnell ab. Diese Stromänderung erzeugt an der Induktivität L_{kv} die Spannung U_{Lkv}.
- Teilintervall *I1.4*: Diode *2* sperrt. U_2, U_d, U_{D2} beginnen sich aufzubauen, da kein sekundärer Kurzschluss mehr besteht. I_{D1} nimmt auf seinen Sollwert ab, diese Änderung erzeugt an der Induktivität L_{ku} die Spannung U_{Lku}. $U_{D2} = U_{2u} + U_{2v} = U_{iu} + U_{iv} + U_{Lku}$; $I_d = I_{D1}$.
- Teilintervall *I1.5*: Die Spannungsmaxima sind erreicht, die Werte schwingen auf die durch den Steller gegebene Grösse ein.

Zusammenfassung

In einer Ersatzanordnung bestehend aus Drehstromsteller, Frequenzumformer, Gleichrichter und R-L-Last wurden die normalerweise unzugänglichen Ströme und Spannungen gemessen, welche im Rotor von drehstromstellergespeisten bürstenlosen Erregungseinrichtungen auftreten. Die Messresultate erleichtern das Verständnis der Vorgänge beim Zusammenwirken der zwei über den Frequenzumformer gekoppelten Stromrichter. Die schon zuvor vermutete Erschwerung der Kommutierungen des Gleichrichters wegen der Stromlücken des Drehstromstellers kann nachgewiesen werden. Dabei treten höhere Kommutierungs-Spannungsspitzen als bei Sinusspeisung auf. Durch gleichzeitiges Leiten aller drei Dioden der M3-Mittelpunktschaltung oder von drei parallelen Dioden der B6-Brückenschaltung während Teilabschnitten einer Periode verschwindet die Gleichspannung im Lastkreis zeitweise («Kurzschluss» des Gleichrichters). Für einen vorgegebenen Lastfall im Gleichstromkreis (vorgegebener Mittelwert der Gleichspannung) werden die Maximalwerte der Gleichspannung bei Stellerspeisung grösser als bei Sinusspeisung. Mit entsprechender Dimensionierung der Elemente in den Rotorkreisen, durch Beschaltung der Dioden oder durch Beschaltung des Stellers sind diese Effekte aber problemlos beherrschbar, was auch eine Vielzahl im ganzen Leistungsbereich in Betrieb stehender Antriebe mit bürstenlosen Erregungseinrichtungen dieser Art beweist.

Literatur

[1] *W. Merhof:* Die bürstenlose Erregung von Synchronmaschinen durch rotierende Halbleiter-Gleichrichter. Brown Boveri Mitteilungen 54 (1967) Nr. 9, S. 539...553.

[2] *A. Meyer, H. Rohrer, K.M. Weber:* Variable High-speed Electrical Motors for Large Boiler Feed Pumps in Power Generation Plants. American Power Conference, Chicago, Illinois, April 14...16, 1986.

[3] *A. Meyer, H. Rohrer:* Berechnungen und vergleichende Messungen am System Stromrichter-Synchronmotor. Brown Boveri Technik 72 (1985) Nr. 2, S. 71...77.

Die Autoren danken Herrn Dipl.Ing. Heinz Hagemeier, Dozent für elektrische Maschinen an der Ingenieurschule Burgdorf für die Unterstützung dieser Arbeit.

Corrigendum

Une erreur regrettable s'est glissée dans les pages 17/18 du bulletin ASE/UCS 15/1990:

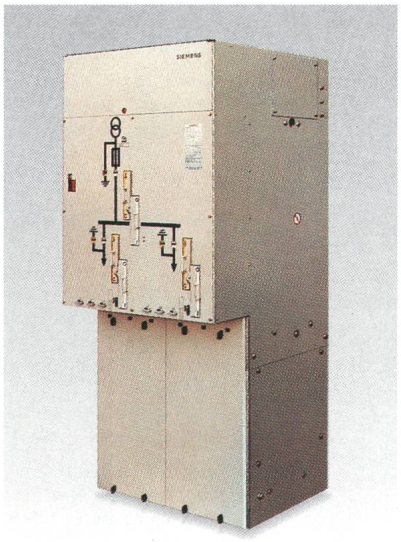
Dans l'article «Matériaux supraconducteurs» de Bernd Seeber les figures 3 et 4 ont été confondues; elles devraient être adjointes aux légendes 4 et 3 respectivement. Nous prions d'excuser cette inadvertance. Réd.

SIEMENS

Mittelspannungs-Lasttrennschalteranlage 8DJ10

Sicherheit durch Qualität

Wartungsfreiheit und Klimaunabhängigkeit sicherzustellen erfordert besondere Maßnahmen in Konstruktion, Prüfung, Fertigung und Qualitätssicherung – personenbezogen, nachprüfbar!



Bei unserer SF_6-isolierten Lasttrennschalteranlage 8DJ10 haben wir viel dafür getan.

- Z.B. kennt die konstruktive Konzeption unserer 8DJ10 keine Kompromisse, wenn es um die Gasdichtigkeit geht – statt Dichtungen wird der rostfreie Anlagenbehälter hermetisch verschweißt.
- In einer Vielzahl von Prüfungen hat sich das gute Verhalten der Schaltanlage und ihrer Komponenten bei extremen Temperaturen ebenso wie unter Betauung und Verschmutzung bei ständig anstehender Betriebsspannung erwiesen.
- Für jede Einzelanlage existiert ein personenbezogenes, fertigungsbegleitendes Qualitätssicherungsprotokoll mit allen Fertigungs- und Prüfschritten, mit allen Meß- und Prüfdaten, jederzeit nachvollziehbar und nachprüfbar.

Ihre Sicherheit:
Mehr als 10.000 im Betrieb befindliche Lasttrennschalteranlagen beweisen die Qualität.

Schreiben Sie uns bitte, wenn Sie mehr über den hohen Qualitätsstandard der 8DJ10 wissen wollen.

Hier ist unsere Adresse:

Siemens-Albis AG
Energieversorgung VEE
Freilagerstr. 28
8047 Zürich
Tel. 01/4954451

Mittelspannungs-Schaltanlagen von Siemens

Bitte senden Sie mir nähere Informationen zur 8DJ10

Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

41.A.05

SIEMENS

Baujahr 1989

10

k-Nr. CV 06-1525/006

IEC 129/265/298/420/694

E 0670 T2/T3/T6

kV, f 50/60 Hz

U 24 kV, Uw 125

Ua V

Kabelabzweig

Erdungsschalter

n 102

Lasttrennschalter

A

In 630 kA 40 kA

Ima 40 kA 16 kA

Ith 16 kA

Transformator - Abz

trennschalter

A 1)

(Falls Sie es noch nicht wissen sollten:)

Wir versilbern Aluminium...

. . . und wir verchromen (matt, hart und glanz), vernickeln, verkupfern, verzinnen oder vergolden Aluminium – je nachdem.

Denn bis vor kurzem konnte Aluminium nicht serienmässig galvanisiert werden. (Nur die anodische Oxydation war möglich.) Aber nach vierjähriger Versuchszeit und zwanzig jähriger Produktion haben wir die nötige Erfahrung, die vorteilhaften Eigenschaften von Aluminium, wie

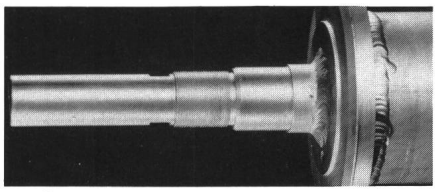
- geringes Gewicht,
- leichte Verformbarkeit (Spritzguss, Druckguss),
- leichte mechanische Verarbeitung,
- Vielzahl von vorgeformten Profilen für konstruktive Zwecke usw.

mit den Vorteilen des galvanischen Veredelns zu verbinden.

Wir können Aluminium und dessen Legierungen (wie alle anderen Metalle) veredeln. Dass hier in technisches Neuland vorgestossen wurde, dürfte auch für Sie interessant sein:

Drei Beispiele der Anwendungsmöglichkeiten sollen Sie von der Fortschrittlichkeit und der Qualität der Aluminiumveredlung überzeugen:

1. Hartchromschichten auf Aluminiumlegierungen ergeben Oberflächeneigenschaften, die in Härte und Gleitfähigkeit beste Stähle übertreffen. Man kann also das leichte Gewicht von Aluminium mit den hervorragenden Oberflächeneigenschaften des Chroms verbinden. Die auf Leichtbautechnik angewiesene Flugzeugindustrie macht hiervon steigenden Gebrauch.



Leiterelement der Hochfrequenztechnik aus Aluminium, galvanisch versilbert.
Dieses Verfahren gestattet es, Kupfer mit Aluminiumlegierungen (bis 12% Si) zu ersetzen, indem letztere galvanisch versilbert werden.

2. Durch Verwendung vergoldeter oder versilberter Aluminiumguss-Schaltelemente, ist es möglich, unter Beibehalt der guten elektrischen Leitfähigkeit des Aluminiums, eine erhebliche Preis- und Gewichtsreduktion zu erzielen. In der Schwachstromtechnik konnte die Oberflächenleitfähigkeit auf den Aluminiumgehäusen vergrössert werden.

3. Gehäuse und einige Bestandteile von optischen und mechanischen Messinstrumenten können aus Aluminium gespritzt werden. Auch hier wird eine bedeutende Gewichtsersparnis erzielt. – Mess- und Gleitflächen können auch mattverchromt werden.

Unsere jahrelange Forschung, Entwicklung und industrielle Produktion geben uns in der Aluminiumveredlung die nötige Erfahrung, auch Ihre Spezialprobleme auf diesem Gebiet zu lösen.

Zu einem Gespräch sind wir gerne bereit. Lassen Sie sich von einem unserer Ingenieure beraten. Oder rufen Sie uns einfach an.

Steiger SA Atelier galvanotechnique
1800 Vevey
021/9217277

CMC

Der FI-Schutzschalter für Ihre Sicherheit: smissline FI von CMC Schaffhausen

Umfassende FI-Beratung

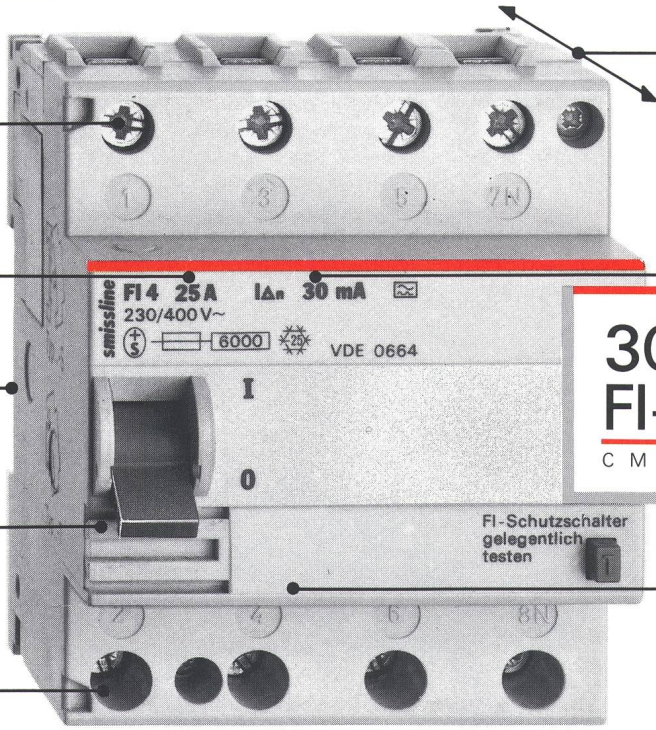
Unverlierbare Plus-Minus-Schrauben

Nennströme: 16, 25, 40 und 63 A

Montage: Tragschienen- oder Stecksockelmontage

Bezeichnungsmöglichkeiten mit Beschriftungsschild oder Steckzahlen

Schraubenzieherführung und offen angelieferte Klemmen erleichtern die Montage



70-mm-Einbauhöhe

Nennauslöseströme: 10, 15, 30, 300 mA und 300 mA S

30 Jahre FI-Schutz

CMC Schaffhausen

Sichere, zuverlässige Funktion dank permanentmagnetischem Auslöser

smissline-Fehlerstromschutzschalter sind der beste Personen- und Sachschutz für alle neuen und bestehenden Anlagen. Die Abschaltung erfolgt in Sekundenbruchteilen, noch bevor Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen auftreten können. Das Prinzip der permanent-magnetischen Auslösung gewährleistet eine optimale, sichere Funktion, auch bei Unterspannung und Neutralleiter-Unterbruch.

smissline: 4 Schutzapparate 2 Montagearten

Doch smissline umfasst mehr, viel mehr. Darum können Sie jetzt innovativ planen und installieren. Sprechen Sie mit Ihrem Elektro-Grossisten oder direkt mit CMC Schaffhausen: 053 838 111

CMC

CMC Carl Maier+Cie AG

Apparate Systeme Anlagen
CH-8201 Schaffhausen

Bitte senden Sie mir:

- ☐ Die Technische Liste C10: Die smissline-Fehlerstromschutzapparate für Tragschienenmontage
- ☐ Die Technische Liste A10: Die 4 Schutzapparate im Stecksockelsystem smissline-S
- ☐ Die gesamte FI-Dokumentation

Name _____

Firma _____

Adresse _____

smissline®

Das Rohn-Konzert: Trio mit drei Solisten

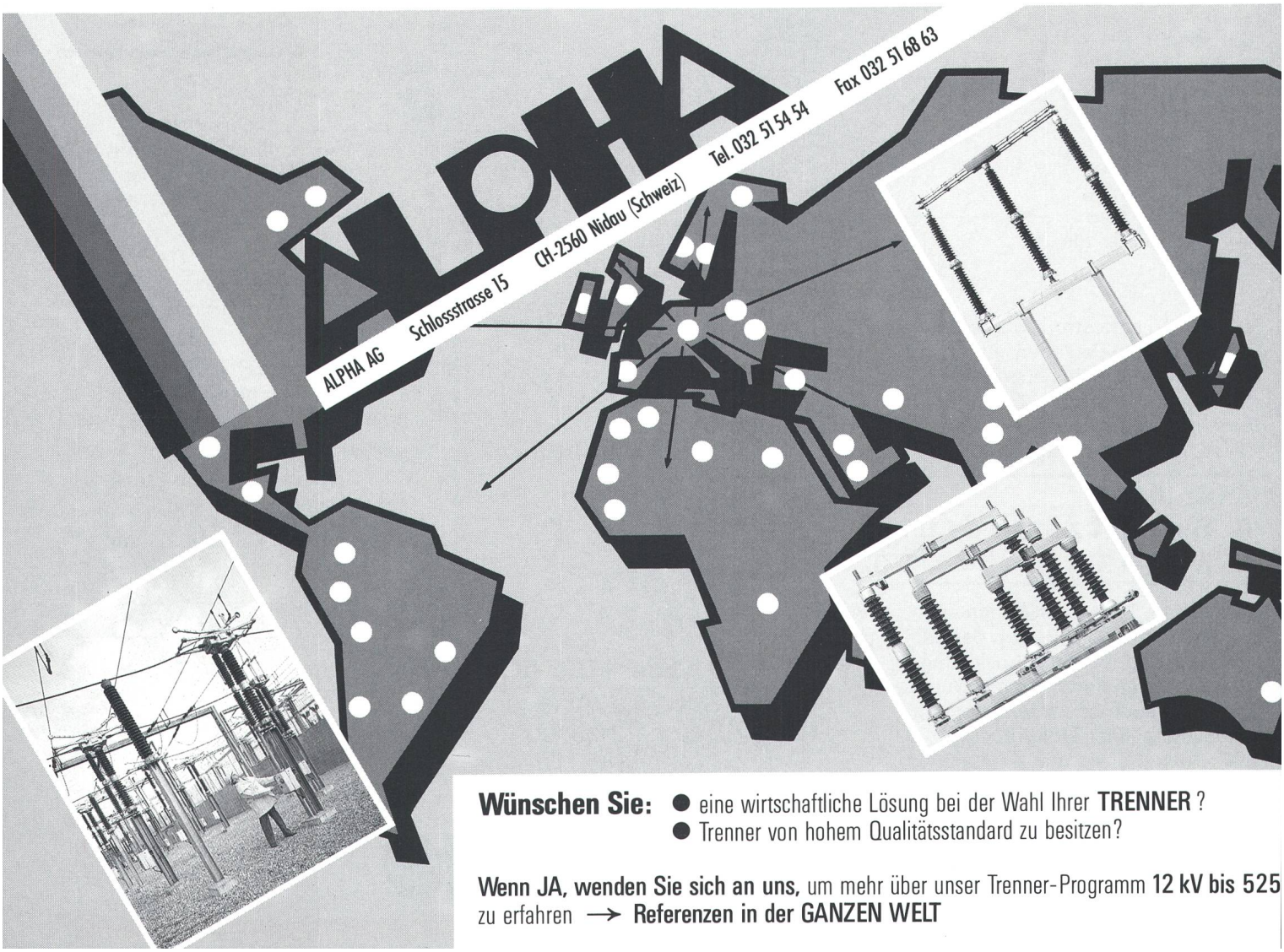
Moment. Nicht, dass Sie jetzt meinen, der Rohn hätte den Strom an den Nagel gehängt. Wir möchten ja bloss versinnbildlichen, was es mit den Rohn-Dienstleistungen auf sich hat – Elektro-Installationstechnik, Kabel- und Freileitungsbau, Elektro-Ingenieurbüro. Ihr Vorteil ist, dass Sie die Rohn-Dienstleistungen allein, im Paar oder alle zusammen beanspruchen können. Je nachdem, was Sie gerade brauchen. Und damit ist Rohn für kleine Stromsorgen, für grosse Stromsorgen und selbst für kleine und grosse Stromsorgen die richtige Adresse. So, und jetzt klingt die Schlagzeile doch ganz gut, oder?

Den Rohn finden Sie in 4553 Subingen/SO, Telefon 065/44 18 22. Oder in 4934 Madiswil/BE, Telefon 063/56 14 13.

rohn

Planung, Zuleitung und Installation.
Wir machen alles in Strom.

B, T & V



Wünschen Sie:
- eine wirtschaftliche Lösung bei der Wahl Ihrer **TRENNER**?
- Trenner von hohem Qualitätsstandard zu besitzen?

Wenn JA, wenden Sie sich an uns, um mehr über unser Trenner-Programm **12 kV bis 525** zu erfahren → **Referenzen in der GANZEN WELT**