

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 64 (1973)  
**Heft:** 26

**Rubrik:** Middle East Power Conference

#### 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:** 16.01.2026

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

Das elektromagnetisch entwickelte Drehmoment lautet ähnlich wie in Gl. (71)

$$M_d = \frac{\Phi I_a p Z}{2\pi a} - \frac{\mu_0 (\alpha I_a Z)^2 l D (1-b)(1-k)}{128 a^2 p \delta} \quad (90)$$

Bei vollständiger Kompensation des Ankerfeldes ( $b = 1$ ) oder bei Vernachlässigung der Eisensättigung ( $k = 1$ ) verschwindet der zweite Term der Gl. (90). Der erste Term der Gl. (90) ist identisch mit Gl. (53) und stellt die allgemeine Drehmomentgleichung der Gleichstrommaschine ohne Kompensation und ohne Sättigung dar.

## 10. Schlussbemerkungen

In der ganzen Behandlung wurde der Motorbetrieb einer Gleichstrommaschine angenommen. Im Generatorbetrieb kehrt sich lediglich die Stromrichtung um. Demzufolge müssen die Polarität des Ankerfeldes und das Vorzeichen des Poynting-Vektors gewechselt werden. Sonst ändert sich an der Analyse nichts.

Die Betrachtungsweise der Gleichstrommaschinen mit dem Poynting-Vektor ist nicht nur interessant vom didaktischen

Standpunkt, sondern auch nützlich für das Verständnis der elektromagnetischen Vorgänge in elektrischen Maschinen aus der Sicht der Feldtheorie.

Der Verfasser dankt Dipl. Ing. ETH *Lorenz Kleiner*, dem wissenschaftlichen Mitarbeiter am Institut für Elektrische Maschinen der ETH-Zürich, für manche nützliche Diskussion und für die Durchsicht des Manuskriptes.

## Literatur

- [1] *B. B. Palit*: Direkte Herleitung von zwei charakteristischen Gleichungen der Gleichstrommaschinen aus der Feldtheorie. Bull. SEV 63(1972)23, S. 1335...1337.
- [2] *S. A. Nasar*: Electromagnetic theory of electrical machines. Proc. IEE 111(1964)6, p. 1123...1131.
- [3] *E. I. Hawthorne*: Flow of energy in D-C machines. Trans. AIEE Part I: Communication and Electronics 72(1953)-, p. 438...445.
- [4] *K. Simonyi*: Theoretische Elektrotechnik. 4. Auflage. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1971.
- [5] *K. Küpfmüller*: Einführung in die theoretische Elektrotechnik. 6. Auflage. Berlin, Springer-Verlag, 1959.
- [6] *M. J. O. Strutt*: Vorlesung über Feldtheorie. Zürich, Juris-Verlag, 1964.

## Adresse des Autors:

Dr.-Ing. *B. B. Palit*, Institut für Elektrische Maschinen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Elektrotechnik-Laborgebäude, Physikstrasse 3, 8006 Zürich.

## Middle East Power Conference

Getragen von akademischer Tradition und Würde, fand in der Zeit von 26. bis 29. September 1973 im Campus der American University of Beirut (AUB) die erste Middle East Power Conference statt, die etwa 50 Fachkollegen aus der arabischen Welt zu Referaten und Diskussionen über aktuelle Themen der Energietechnik zusammenführte. Nach begrüßenden Worten durch Prof. *R. Ghosn* als dem derzeit amtierenden Dekan der Ingenieurfakultät, unterstrich der libanesische Minister für hydroelektrische Energiequellen, *Joseph Skaf*, die Bedeutung dieser Konferenz für die zukünftige Elektrizitätsversorgung der Nahost-Länder und wünschte ihr einen erfolgreichen Verlauf.

Die vorgelegten 29 Berichte wurden in den folgenden 6 Themengruppen abgehandelt und in zwei Proceedings-Bänden zusammengefasst.

### Verbundbetrieb

In der ersten Themengruppe (3 Referate) wurde ein Überblick über das Grundlegende eines überregionalen Verbundbetriebes unter Würdigung der in der BRD vorliegenden Erfahrungen gegeben. Dann wurde über den bestehenden und zukünftigen Verbundbetrieb innerhalb der arabischen Staaten berichtet, der vor allem durch das erfolgreiche Wirken von Vereinbarungen und Empfehlungen verschiedener Konferenzen sowie auch durch den Einfluss der Federation of Arab Engineers zustande gekommen ist. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, erstreckt sich das davon betroffene Territorium, in dem etwa 100 Millionen Menschen leben, rund 6000 km in Ost-West-Richtung und rund 2000 km in Nord-Süd-Richtung. Für eine betont verbundwirtschaftliche Orientierung ist daran gedacht, die drei bestehenden grenzüberschreitenden Kuppelleitungen durch vier weitere Systeme mit erhöhter Austauschleistung zu ergänzen und die Hochspannungsebenen in den einzelnen Ländern soweit wie möglich einander anzugeleichen. In diesem Bestreben wird Ägypten, dank seiner zentralen Lage, eine besonders wichtige Rolle zufallen, zumal es sowohl in seinen beiden 500-kV-Assuanleitungen zusammen mit dem anspeisenden 2100-MW-Kraftwerk als auch durch das weitverzweigte 220-kV- und 132-kV-Netz eine wirkungsvolle Basis für einen sich weiter entwickelnden Verbundbetrieb besitzt. Dazu kommen noch bedeutsame Energiereserven vor allem in Form solarer Energie, die in der westlich von Kairo gelegenen Katara-Senke in

einem Kraftwerk von 8000 MW ausgenutzt werden soll. Dazu müsste allerdings das 134 m unter dem Mittelmeerspiegel gelegene Katarabekken über einen Kanal mit dem Meer verbunden werden – der übrigens mit Nuklearenergie ausgeprengt werden soll –, damit Meerwasser dem Kraftwerk zufließen und dann in dem riesigen Becken von rund 20 000 km<sup>2</sup> Fläche verdampfen kann. Diese Anlage, die zugleich zur Gewinnung von Salz genutzt werden soll, würde außerdem zu einer Veränderung der dortigen klimatischen Verhältnisse führen und eine wünschenswerte stärkere Beregnung zu Folge haben.

In Ergänzung dazu wurden Informationen über die technischen Probleme eines allarabischen Verbundbetriebes gegeben mit Hinweisen über den elektrischen Energieverbrauch, der zwischen 150 und 600 kWh/Kopf und Jahr zu liegen scheint und nur in Kuwait, das zusammen mit Saudi-Arabien rund 60 % der Weltölproduktion abdeckt, die erstaunlich hohe Quote von 4000 kWh/Kopf und Jahr erreicht hat.

### Versorgungsnetze

In der zweiten Themengruppe (6 Referate) wurde über Betriebserfahrungen der letzten 5 Jahre mit dem bestehenden ägyptischen Hochspannungsnetz berichtet, das im Norden des Landes auf die beiden Spannungsebenen von 220 kV und 66 kV und im Süden auf 132 kV und 33 kV ausgerichtet ist. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass auch die ländlichen Bezirke Ägyptens mit ihren 30 Millionen Menschen in den Genuss der am Assuanhochdamm erzeugten elektrischen Energie kommen sollten, die sich jährlich auf 8 bis 9 Milliarden kWh beläuft, wozu der forcierte Ausbau eines leistungsfähigen Mittelspannungsnetzes unerlässliche Voraussetzung ist.

Danach ist zusammenfassend über die Elektrizitätsversorgung im Libanon berichtet worden, die sich mit 60 % auf thermische Energie und mit den verbleibenden 40 % auf hydraulische Energie abstützen kann. Für eine Zukunft der nächsten 10 Jahre soll das bestehende 150/66-kV-Netz durch den Bau von Gasturbinen-Kraftwerken sowie auch durch den Ausbau von Pumpspeicherreserven verstärkt werden. Des Weiteren ist an die Errichtung eines 21-MW-Mühlkraftwerkes in Beirut gedacht, dessen gesamte Energie für die Entsalzung von Meerwasser verwendet werden soll.

Eine beachtenswerte Studie über die zukünftige Elektrizitätsversorgung im Irak lässt erwarten, dass innerhalb der nächsten 10 Jahre das bestehende 132-kV-Netz durch ein übergeordnetes 400-kV-Netz ergänzt werden muss, um die im Norden des Landes noch ausbaufähigen Wasserkräfte von 600 bis 700 MW und die im Süden geplanten Öl- und Gaskraftwerke von rund 1000 MW an den Lastschwerpunkt von Bagdad heranführen zu können, der rund 60 % des gesamten Energieverbrauches absorbiert.

Ein Beitrag besonderer Art geht von dem Gedanken aus, dass die Energieplanung eines Landes in erster Linie dessen Bedürfnisse berücksichtigen müsse und erst in zweiter Linie von denkbaren Exportmöglichkeiten erzeugbarer Produkte bestimmt werden können. In dieser Hinsicht sei es in der Vergangenheit zu Fehlinvestitionen insofern gekommen, als manche der initiierten Aktivitäten durch Externinteressen beeinflusst worden sind wie der Anbau von Baumwolle in Ägypten, von Kaffee in Brasilien, von Zucker in Kuba oder von Wein in Algerien. Im Gegensatz dazu wurden im Sinne einer optimierten Energieplanung Vorstellungen über eine sinnvolle Nutzung des an Öl, Gas und Solarenergie reichen Saudi-Arabien erläutert. Von besonderem Interesse in dieser Hinsicht sei der in der Nähe von Azizah Beach geplante Dawhat-Salwah-Komplex, der ein künstliches Reservoir von rund 6500 km<sup>2</sup> Oberfläche umfassen soll, in das Meerwasser aus dem Persischen Golf hereingeleitungt und dann durch Solarenergie verdampft werden soll, ähnlich wie im ägyptischen Katara-Projekt. Die Anlage ist in erster Linie zur Herstellung von Magnesiumchlorid gedacht, wobei zudem rund 300 Millionen kWh anfallen werden.

### HGÜ-Technik

In einer dritten Themengruppe (3 Referate) wurde über das Grundsätzliche einer Energietransfer mit hochgespanntem Gleichstrom und über neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der Gleichspannungskorona berichtet.

### Isolierprobleme

In der vierten Themengruppe (4 Referate) wurde das Fremdschichtproblem von Isolatoren angesprochen und in diesem Zusammenhang über Erfahrungen in den ägyptischen Hochspannungsnetzen der Reihe 500/220/132/66/33 kV berichtet. Besondere Aufmerksamkeit hat das Betriebsverhalten der 500-kV-Assuanleitungen gefunden, nachdem gegen Ende des Jahres 1967 empfindliche Störungen durch Fremdschichtüberschläge aufgetreten sind, wohl als Folge des Umstandes, dass sich die Isolatoren wegen mangelnden Regens nicht selbst reinigen können und zudem in den Morgenstunden mit einer starken Betauung gerechnet werden muss. Demzufolge ist im Extra High Voltage Research Center der Egyptian Electricity Corporation, wo eine 2,25-MV-Wechselspannungskaskade zur Verfügung steht, eine experimentelle Studie veranlasst worden, um den Einfluss von Kriechweglänge, Silikonbefettung, Halbleiterbeschichtung und Art des Waschprozesses systematisch zu untersuchen. Dabei hat sich gezeigt, dass ein regelmässiges Absprühen der Isolatoren als wirkungsvollste Massnahme betrachtet werden kann, was dazu geführt hat, dass seitdem sämtliche 500-kV-Ket-

ten der beiden 788 km langen Assuanleitungen im Nordabschnitt zweimal im Jahr und im Südabschnitt einmal alle zwei Jahre abgesprüht werden. Dazu sind für jeden Mast im Mittel 700 l Wasser von unter 2400 µS/cm Leitfähigkeit mit einer Strahlänge von über 12 m erforderlich, wobei der Zeitaufwand zwischen 15 und 25 min schwankt.

Ein Teilnehmer berichtete über die Anwendung glasfaserverstärkter Epoxydharze für Freileitungisolatoren, Masttraversen und Transformatorabstützungen und wies darauf hin, dass Isolatoren dieser Art in einer 150-kV-Leitung in Sardinien im Einsatz sind.

Zwei Berichte befassten sich einmal mit dem Einfluss einer UV-Bestrahlung auf die Durchschlagsfestigkeit von SF<sub>6</sub> allein und in Mischung mit Luft, wobei Minderungen bis zu 30 % festgestellt worden sind, und dann mit dem Zeitverzug im Durchschlagverhalten von Kugelfunkenstrecken bei hoher Gleichspannung.

### Gerätetechnik

In der letzten Themengruppe (6 Referate) sind verschiedene Probleme der Gerätetechnik behandelt worden. Sehr überzeugend wurde der Vakumschalter mit seinen betrieblichen Vorteilen präsentiert, der im Mittelspannungsbereich von 10 bis 20 kV mehr und mehr zum Einsatz kommt. Aber auch im 25-kV-Bahnstrombetrieb sowie im Bereich höherer Spannungen bis zu 132 kV liegen mehrjährige Erfahrungen vor.

Die übrigen Referate hatten Sonderprobleme des Transientverhaltens von Stromwandlern und Transformatoren, der Kalkinerschen Begrenzungskupplung und der Streuverluste von Induktionsmotoren sowie Hertsellungsverfahren von Polyäthylenkabel zum Gegenstand.

### Systemanalyse und Stabilität

In der letzten Themengruppe (6 Referate) wurde in 2 Berichten das Versorgungsnetz untersucht, und zwar die wirtschaftliche Lastverteilung unter Berücksichtigung der Erzeugungs- und Übertragungskosten und die Problematik der Lastfluss- und Kurzschlussberechnung unter Verwendung einer Newton/Raphson'schen Approximation. Die übrigen 4 Berichte befassten sich mit Stabilitätsproblemen.

Nicht unerwähnt sollte schliesslich bleiben, dass im Verlaufe der Konferenz eine Podiumsdiskussion zum Thema einer modernen Ausbildung von Elektroingenieuren der Energietechnik ange setzt war, die allseits grosses Interesse gefunden hat und die einhellige Meinung erkennen liess, dass sich die Ausbildung wie ehedem auf solide Grundlagen abstützen müsse und mit einer Spezialisierung – in Übereinstimmung mit UNESCO-Empfehlungen – wenig gedient sei. Auch sollte auf eine sinnvolle Studienzeitbegrenzung nach wie vor grosser Wert gelegt werden. Nicht zuletzt müsse der heranwachsenden Ingenieurgeneration das politische Engagement nahegebracht werden, das sie in einer zukünftigen Gesellschaftsstruktur zu erfüllen habe.

Zusammengefasst darf festgestellt werden, dass es eine gute Idee gewesen ist, im Nahen Osten eine Konferenz einzuberufen, die einmal mehr die Bedeutung der Elektrizität im Geschehen unserer Zeit herausgestellt hat.

H. Prinz

## Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

### Réunion du CE 3 et des SC 3A et 3B du 11 au 21 septembre 1973 à Istanbul

#### CE 3, Symboles graphiques

Le Comité s'est réuni sous la présidence de M. Georgii, Suisse. Les Comités Nationaux suivants étaient représentés: Allemagne, Finlande, France, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie (Turquie), USA. Le Comité a pris connaissance des rapports de ses Sous-Comités et du Groupe de Travail Mixte CCITT-CCIR/CEI.

#### Groupe de Travail Mixte CCITT-CCIR/CEI

Le GTM s'est réuni à Stockholm du 2 au 6 avril 1973. A l'issue de cette réunion, les documents suivants ont été soumis pour étude aux Comités Nationaux:

3A(Secretariat)32, Symbols for Earth Connection, frame connection, Potential level and Equipotential Terminal.

3A(Secretariat)33, Additional Symbols to be inserted in IEC Publications 117-3, 117-7, 117-9 and 117-13.