

# Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques CIGRE

Autor(en): **Erhart, L. / Kranz, R. D. / Kreuzer, J.**

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): **79 (1988)**

Heft 23

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904123>

## **Nutzungsbedingungen**

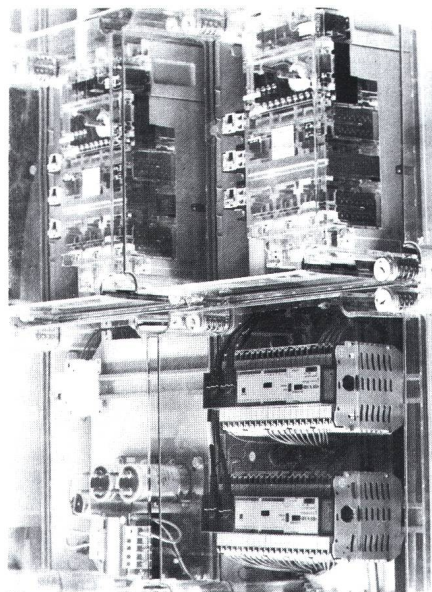
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

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.



**Figur 4 Verteilerschrank mit PS-3-Steuergeräten**

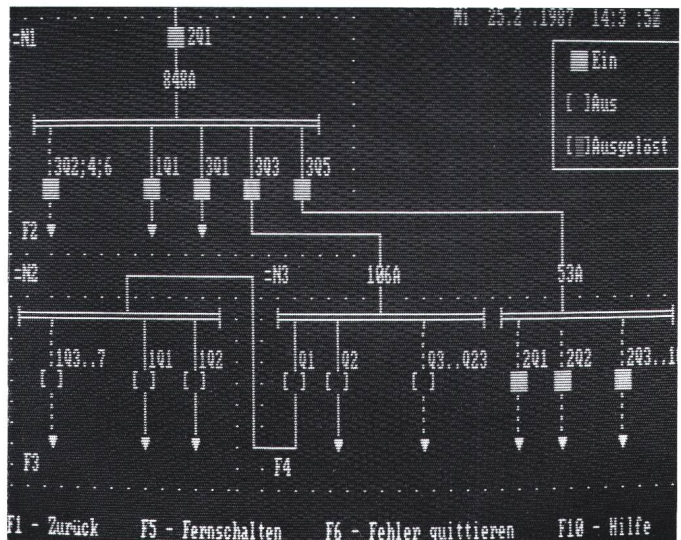
Die Steuerungsgeräte erfassen auch die Zustände der Leistungsschalter und die Sammelschienenströme und melden diese Daten über den Feldbus an den PC zur Auswertung.

räten realisieren (Fig. 4). Diagnose-routinen zeigen den Zustand des ganzen Netzes und auf Wunsch jedes einzelnen PS-3-Gerätes an.

Figur 5 zeigt, wie auf dem PC-Bildschirm die Zustände aller Leistungsschalter einer Anlage signalisiert werden. So können

**Figur 5 Anwendungsbeispiel Netzleittechnik**

Auf dem PC-Bildschirm werden die Betriebszustände der Leistungsschalter angezeigt.



beim Auslösen eines Leistungsschalters sofort Massnahmen ergriffen werden, um die Stromversorgung aufrechtzuhalten. Da auch die Ströme in den einzelnen Anlage-teilen unmittelbar am Bildschirm angezeigt werden, kann einer örtlichen Überlastung rechtzeitig entgegengewirkt werden. Alle Eingriffe und Fehlerzustände werden auf einem Drucker protokolliert.

Der Grundpreis für die vom EW bezogene elektrische Energie richtet sich auch nach der durch Maximumzähler registrierten Höchstabnahmeleistung. Durch Auswertung der von einem Drehstromzähler mit Impulsausgang zugeführten Impulse ist

es möglich, einzelne Lasten gezielt abzuschalten, wenn eine Überschreitung der mit dem EW vereinbarten Lastspitze droht. Über ein Zeitprogramm können in einem Produktionsbetrieb Verbraucher gestaffelt angefahren werden. In Büros können abends oder in Pausenzeiten Beleuchtungen gezielt reduziert werden.

Alle relevanten Daten, wie Tagesverlauf der Leistung und mittlere Höchstleistung des Tages, werden auf der Festplatte des PCs zyklisch gespeichert. Diese Daten können in PC-Standardprogrammen, wie Tabellenkalkulation oder Grafikprogrammen, weiter ausgewertet werden.

## Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques CIGRE

32. Session vom 28. August bis 3. September 1988 in Paris

### Erfolgreiche Session 1988

#### Rekordbeteiligung an der Session 1988

Mit einer Rekordbeteiligung von 2500 Kongressisten (Vorjahr 2350) wurde die Session, diesmal auf eine Woche gekürzt, erstmalig im *Palais des Congrès de Paris* durchgeführt. Generell wurde eine leichte Abnahme der Teilnehmer aus den Industrieländern festgestellt, bei einer gleichzeitigen Zunahme aus weniger entwickelten Ländern. Der neue Tagungsort an der «Place de la Porte Maillot» hat sich sowohl verkehrstechnisch wie auch seiner modernen Einrichtungen wegen bestens bewährt. Auch wurde die Organisation der Session mit den zahlreichen Sitzungen der Arbeitsgruppen vom Sekretariat bestens gelöst. Durch die Konzentration auf eine Woche war oft die Teilnahme an den parallel abgehaltenen Aktivitäten unmöglich.

#### Aktive schweizerische Beteiligung

Aus der Schweiz wurden acht Berichte aus verschiedenen Fachbereichen veröffentlicht. Ergänzend dazu war eine rege Teilnahme an den Diskussionen in den verschiedenen Komitees festzustellen. Mit über 110 Kongressisten aus der Schweiz entspricht die Teilnahme etwa den früheren Sessionen.

#### Evolutive Fachtagung

Die in 15 Fachgebiete unterteilten CIGRE-Aktivitäten beinhalten zahlreiche fachübergreifende Problemstellungen. Zu dieser Lösung wurden vermehrt kombinierte Paneldiskussionen von gemeinsamen Problemen mit Erfolg durchgeführt.

Die Diskussionsbeiträge in den einzelnen Fachgebieten waren aus Schweizer Sicht durch unterschiedliches Verständnis

der Problematik geprägt, woraus für die zukünftigen Sessionen hohe Anforderungen für Verbesserungen gestellt werden. Während in früheren Jahren die Diskussionen in hohem Masse durch die Vertreter der Hersteller von Stromverteilungsanlagen gekennzeichnet waren, wurde mit grosser Genugtuung eine verstärkte Teilnahme der Vertreter von Stromverteilungsnetzen festgestellt, was eine deutliche Bereicherung darstellte. In den nachfolgenden Berichterstattungen aus den einzelnen Fachgebieten sind wiederum gute technische und wissenschaftliche Fortschritte festzustellen. Eine «table ronde» über «Réseaux Electriques des Pays en Développement» stellte eine gute Ergänzung innerhalb der Session dar. Hier wurden die globalen Probleme der Stromproduktion und -verteilung aufgelistet, wobei die technischen Fragen eher im Hintergrund gestanden haben. Parallel zur

Session wurden mit Erfolg 30 technische Filme aus verschiedensten Fachgebieten gezeigt. Sie sind heute bereits ein institutionalisierter wichtiger Beitrag und eine Sichtbarmachung verschiedener technischer Problemlösungen.

#### **Dezentrale Aktivitäten der CIGRE werden fortgesetzt**

##### *Symposien*

Die im Jahr 1987 durchgeführten zwei Symposien waren sehr erfolgreich. Für das Zwischenjahr 1989 sind wiederum zwei Symposien geplant:

- Bournemouth: 12.-14. Juni 1989  
Thema: Technique Numérique dans les Réseaux d'Énergie
- Bangkok: 20.-22. November 1989  
Thema: Exploitation des Réseaux Electriques des Pays en Développement

##### *Regionale Meetings*

Die Regionalmeetings 1987 in Südamerika und Australien waren ein voller Erfolg. Diese Meetings behandeln in der Region die Resultate der Session von Paris und spezielle Themen der Region. Die beiden nächsten Regionalmeetings werden 1989 in Südamerika durchgeführt.

#### **Organisatorisches**

An der Generalversammlung vom 29. August 1988 wurde der bisherige Präsident, Mr. *W.S. White jr.* als Präsident bestätigt; ebenfalls Herr Professor *K.H. Schneider* als Präsident des Technischen Komitees. Die schweizerische Delegation im Conseil d'Administration wurde mit den Herren *K. Küffer* und *L. Erhart* bestätigt. Herr *L. Erhart* wurde als Mitglied des Comité Executif und als Trésorier wiedergewählt. Für den zurückgetretenen Herrn *Dr. J. Iseli* wurde Herr *Dr. J. Heyner* als Auditor gewählt.

#### **Session 1990**

Die nächste Session der CIGRE findet vom 26. August bis 1. September 1990 in Paris statt.

*L. Erhart*

#### *Bericht über die einzelnen Sessionen*

---

#### **Diskussionsgruppe 11 Rotierende Maschinen/ Machines tournantes**

---

Präsident: *J. Dacier* (Belgien)

Rapporteur spécial: *V. A. Moore* (Kanada)

**Vorzugsthema 1: Letzte Fortschritte, Entwicklungen und Tendenzen auf dem Gebiet der rotierenden Maschinen, um die von der elektrischen Industrie auf Ende dieses Jahrhunderts erwarteten Bedürfnisse zu befriedigen.**

Das Verlangen nach sehr grossen Turbogeneratoren hängt von der Entwicklung und dem Bedarf nuklearer und fossiler Kraftwerke ab. Es steht kaum zu erwarten, dass Einheitsleistungen von 2000 MW in der nächsten Zukunft erreicht werden. Konventionelle Technologie ist daher für den bestehenden Leistungsbereich durchaus genügend. Die in einigen Ländern weitergeführte Entwicklung von Maschinen mit supraleitenden Wicklungen könnte das Niveau der nötigen Verfügbarkeit gegen Ende dieses Jahrhunderts erreichen.

Die Verbesserung der Verfügbarkeit im Betrieb nimmt dagegen einen wesentlichen Raum der Entwicklungsarbeit im bestehenden Leistungsbereich ein. Berechnungsmethoden müssen ergänzt werden durch Versuche an Komponenten. Fabrikversuche unter voller Last an Generatoren im normalen Massstab können bis heute nur durch Zusammenschaltung zweier Maschinen durchgeführt werden. Dieses aufwendige Verfahren lässt sich nur rechtfertigen für neue Entwicklungen mit grossen, ausserordentlichen Erweiterungen der Auslegung.

Maschinen mit variabler Geschwindigkeit sind an sich nicht neu. Ihre Anwendung mit den heute zur Verfügung stehenden elektronischen Systemen erlaubt jedoch bei hoher Verfügbarkeit die Anpassung an den günstigsten Wirkungsgrad von Wasserturbinen und die Vermeidung von Kavitation bei stark schwankenden Fallhöhen.

**Vorzugsthema 2: Erfahrungen mit der Überwachung, der Diagnose, dem Schutz und der Evaluation der anfallenden Daten mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit, die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer in Betrieb stehender, rotierender Maschinen zu erhöhen.**

Es wurde ausführlich diskutiert, ob für die Diagnose von Wicklungen und ihre zu erwartende Lebensdauer ein oder mehrere Parameter nötig sind. Von einigen Seiten wurde die Bedeutung der Erfahrung und der Anwendung des Wissens aus vielen Versuchen und Untersuchungen herausgestrichen. Für derartige Überlegungen sind mehrere Parameter nötig.

Bei elektrischen Stossbeanspruchungen von Zwischenwicklungsisolierungen an Motoren wurden Unterschiede zwischen der amerikanischen IEEE-Norm und der üblichen europäischen Praxis festgestellt. Laufende Vorsicht im elektrischen System und in der Schalterauslegung sollen weitere schlechte Erfahrungen vermeiden. Allerdings sind verbesserte Isoliersysteme bei erhöhten Kosten heute erhältlich.

Spannungsspitzen an der Generatorwelle können von statischen Erregungssystemen verursacht werden. Zum Schutz der Lager angebrachte Erdungsbürsten sind häufig schwer zugänglich und bieten Schwierigkeiten bei der Wartung. Die Anwendung von Wellenverlängerungen mit kleinem Durchmesser und die Überwachung der Bürstenbedingungen haben positive Resultate gezeigt.

Der Einsatz von Experten-Systemen für Generatoren nimmt eine schnelle Entwicklung. Bei diesen Systemen werden die Messergebnisse laufend von Experten überwacht, mit anderen Messungen und Berechnungen verglichen und falls nötig das Betriebspersonal entsprechend angewiesen. Zum optimalen Nutzen müssen diese Systeme an die spezielle Auslegung angepasst werden. Ein freier Austausch von Informationen zwischen Betreiber und Hersteller erlaubt den Rückfluss von Erfahrungen in die Datensammlung. Modulare Systeme haben ihre Vorteile. Aber ausführliche Systeme mit über 7800 Grundregeln stehen bereits im Dienst, mit nachweisbaren Vorteilen bei der Verfügbarkeit.

**Vorzugsthema 3: Untersuchung des globalen Schwingungsverhaltens der rotierenden elektrischen Maschinen mit dem Ziel, die kumulierte Ermüdung während ihrer Lebensdauer zu verstehen, zu kontrollieren und abzuschätzen.**

Erfahrungen zeigen, dass viele Probleme an elektrischen Maschinen mit Ermüdungserscheinungen verbunden sind, verursacht durch Schwingungen und während zyklischem Betrieb.

Torsionseffekte an Wellen von Turbogeneratoren, verursacht durch Netz-Auswirkungen, werden heute mit Messungen und Analysen wesentlich besser verstanden. Es zeigt sich, dass unter vernünftigen Betriebsbedingungen geringere Gefahren zu erwarten sind, als früher angenommen wurde. Einige Betreiber verwenden weiterhin Langzeitüberwachung, während andere dafür keine Notwendigkeit sehen. Ein spezieller Fall tritt für Maschinen auf, die direkt mit Leitungen extra hoher Gleichspannungen verbunden sind.

Bei einer Zahl von Beispielen von Vibrationsmessungen an der Statorwicklung konnte grösserer Schaden verhütet oder die Maschine bis zum nächsten geplanten Anhalten in Betrieb gehalten werden, um dann Abhilfemassnahmen zu ergreifen. Optische Fiberglasübertrager werden in einigen Fällen ständig genutzt. Sie besitzen Vorteile in der Genauigkeit und in verringertem Risiko von elektrischen Betriebsstörungen.

Die Diskussion wurde eifrig genutzt. Die gewählten Themen fanden ein breites Interesse und zeigten, dass auch ohne Erhöhung der Einheitsleistung Entwicklungen auf diesem Gebiet laufen und weitere Verbesserungen möglich sind. *R.D. Kranz*

---

#### **Diskussionsgruppe 12 Transformatoren/Transformateurs**

---

Präsident: *D.J. Allan*

(Vereinigtes Königreich)

Rapporteur spécial: *Dr. R. Baehr*  
(Bundesrepublik Deutschland)

**Vorzugsthema 1: Verluste in den Transformatoren und Reaktanzten. Verlustbewertung und ihr Einfluss auf die Transformator-Auslegung und auf die Materialauswahl. Messung der Verluste und entsprechende Korrekturen. Abweichungen zwischen den normengemäss bestimmten Verlusten und den effektiven Verlusten im Betrieb. Einfluss der harmonischen Spannungen und Ströme.**

Die Bewertung der Eisenverluste liegt heute in einem Bereich von 2500-7000 US\$/kW; für die Lastverluste sind die Werte in Funktion der Jahresdurchschnittsbelastung entsprechend geringer.

Der grösste technische Fortschritt der letzten Jahre im Transformatorenbau hat, im Hinblick auf die Verlustreduktion, auf dem Magnetstahlsektor stattgefunden. Auch konstruktiv wurden beispielsweise mit der «stap lap»-Schichtmethode die speziellen Materialeigenschaften der hochgezüchteten Texturbleche noch optimaler genutzt. Dagegen haben aus heutiger Sicht amorphe Bleche im Grosstransformatorenbau keine besonderen Chancen.

Eine schlechte Bearbeitungsqualität der Magnetbleche kann eine Verluststeigerung nach der Stossprüfung um mehr als 5% zur Folge haben. Gute Werte liegen dagegen bei etwa 1%.

Die Streufeld-Verlustberechnung nach der 2D-Methode ist teilweise unzureichend und muss dann durch die 3D-Methode ersetzt werden.

Die örtliche Messung der Heisspunkte durch Zusatzverluste mittels «fiber optic» bringt oft gute Erfolge, vorwiegend bei Werkversuchen. Eine Verlustreduktion im Kessel kann durch metallische Schilde oder magnetische «shunts» erreicht werden. Letztere sind in gewickelter Form am ökonomischsten.

Höhere Harmonische in der Speisespannung, vor allem bei Überregung, können zur Erhöhung der Eisenverluste führen. Diesbezügliche Festlegungen gibt es in der CEI-Publikation Nr. CEI 76 nicht, jedoch haben einige Länder lokale Bedingungen festgelegt.

Die Wechselbeziehung zwischen den Eisenverlusten und der Temperatur ist nicht klar definierbar, deshalb wurde vorgeschlagen, die Verlustmessung bei Raumtemperatur durchzuführen.

Die Genauigkeit der Verlustmessung wurde mit 2-3% angegeben, gute Messmethoden sollten 1% erreichen. Von schweizerischer Seite ist darauf hingewiesen worden, dass in den SEV-Normen bei «Verlusttoleranz Null» eine «Messtoleranz von  $\pm 2\%$ » festgelegt ist. Dadurch werden unangenehme Diskussionen bei hoher Verlustkapitalisierung zwischen Benutzer und Hersteller in diesen engen Messbereichen vermieden.

Bei getrennter Messung von Leerlauf- und Lastverlusten im Vergleich zur «Back to back»-Methode ergeben sich bei letzterer 3-10% niedrigere Verlustwerte und auch entsprechende Abweichungen in den Wick-

lungs- und Öltemperaturen. Andererseits ist die getrennte Verlustmessung einfacher durchzuführen, in den Normen gut beschrieben und leicht zu wiederholen. Die konventionelle CEI-Prüfmethode soll daher beibehalten werden.

**Vorzugsthema 2: Betrachtungen über die Umwelt der Transformatoren und Reaktoren. Geräuschintensität und -verteilung, hervorgerufen durch die Kühlvorrichtungen. Geräuschmessungen. Probleme ölgefüllter Geräte (Behälterbruch bei Störungen), Bewertung der Sicherheits- und Feuerlöschvorrichtungen. Empfehlungen zur Minimierung von Schäden und Verunreinigungen. Wärmerückgewinnung zu Heizzwecken.**

*Geräuschprobleme* bei grossen Transformatoren sind eher selten und oft durch äussere Umstände verursacht.

Folgende Massnahmen zur Geräuschreduktion sind möglich:

- hochwertige Magnetbleche,
- angemessene Installation auf der Anlage,
- gute Anpassung von Mikrofon und Lautsprecher (die bisherigen Resultate sind noch nicht befriedigend).

Die «intensity measurement method» sollte möglichst bald akzeptiert werden. Andere Methoden werden unabhängig von den Umweltbedingungen untersucht.

Die *Brandschutzprobleme* kamen erneut zur Diskussion. Japan hat diesbezüglich bereits Empfehlungen über Sicherheitsabstände, Brandschutzmauern und Sprinkleranlagen erlassen. Der Wasserstoffgehalt in Öl kann als Indikationsmethode für die vorzeitige Fehlererkennung in Transformatoren genutzt werden. Beginnende Fehler hat man so des öfteren rechtzeitig erkannt, und zwar mit einer Ansprechezeit von 10 Minuten bis zu einigen Stunden.

Die Nutzung der *Transformator-Verlustwärme zur Raumheizung* wurde in einigen Ländern realisiert. Diese Methode ist jedoch nur in speziellen Fällen ökonomisch gerechtfertigt. Lediglich die DDR verwendet diese Technik auf breiterer Basis.

**Allgemeine Diskussion**

*Elektrostatische Aufladungen* durch die Ölströmung bei OD-Kühlung können zu Isolationsschäden führen:

- aktuelle Fehlerfälle wurden an Hand von Lichtbildern gezeigt,
- die grosse Zahl der Einflussparameter macht das Verständnis der Probleme schwierig,
- es existieren verschiedene Messmethoden, die zurzeit aber nicht standardisiert sind,
- kritische Grenzwerte liegen noch nicht fest.

Vorschläge gehen dahin, die Ölschwindigkeit zu reduzieren und/oder dem Öl Zusätze beizumischen (Benzotriazol). Diesbezügliche Versuche laufen in einigen Ländern.

J. Kreuzer

**Diskussionsgruppe 13  
Appareillage de coupure/Schaltgeräte**

Président: E. Ruoss (Suisse)  
Rapporteur spécial: G. C. Damstra (Pays-Bas)

**Sujet préférentiel No 1: Application des outils permanents de contrôle et des méthodes de diagnostic pour surveiller l'appareillage de coupure HT, dans le but d'accroître la sécurité d'exploitation et de fixer les périodes d'entretien. Stratégies, méthodes, paramètres à contrôler, espoirs, développements futurs.**

On a donné une importance croissante à la *fiabilité* des disjoncteurs depuis plus de 10 ans. Des dispositifs de surveillance ont été conçus pour mieux connaître le comportement des disjoncteurs. Le sujet préférentiel n° 1 s'applique à la mise en œuvre de tels dispositifs.

Les constructeurs et les utilisateurs semblent convenir de la bonne fiabilité des disjoncteurs modernes, qui ne serait pas beaucoup améliorée par de nouveaux dispositifs de surveillance, mais ceux-ci constituent le seul moyen de réduire encore les coûts d'entretien (de 10 à 20%) en allongeant les durées entre les opérations d'entretien, qu'elles soient programmées ou non.

La pratique d'une surveillance approfondie pourrait présenter de l'intérêt en cas d'utilisations spéciales, telles que les disjoncteurs de centrales de pompage ou de postes blindés.

Mais le souci principal concernant la mise en œuvre d'une surveillance réside en la fiabilité des dispositifs de surveillance, qui devrait être meilleure que celle du disjoncteur lui-même. Ceci est mis en doute par plusieurs participants.

Seuls des *paramètres simples* devraient être surveillés, tels que la pression (ou la densité relative) du SF<sub>6</sub>, la pression et la consommation du fluide de commande, les durées et vitesses de fonctionnement, le nombre de manœuvres, la température. Ces indications combinées à d'autres données pourraient alors conduire à la prévision d'opérations d'entretien telles que les compléments de gaz, l'entretien des contacts...

Certains participants doutent de la possibilité de prévoir les défaillances principales des parties actives ou des dispositifs mécaniques, quelle que soit la surveillance.

Les *dispositifs de surveillance* actuels sont généralement considérés comme suffisants pour les disjoncteurs autres qu'à l'SF<sub>6</sub>, mais il n'y a pas d'accord pour appliquer une surveillance renforcée sur les disjoncteurs déjà anciens.

En ce qui concerne les essais, on a dit que les disjoncteurs doivent être essayés au moins avec leurs capteurs intégrés mais qu'il est encore prématuré de normaliser des essais spécifiques pour les dispositifs de surveillance.

La fiabilité des disjoncteurs à SF<sub>6</sub> devrait être statistiquement connue en 1990 par la nouvelle enquête internationale lancée l'an

prochain par le groupe de travail 13-06 de la CIGRE.

**Sujet préférentiel No 2: Conditions et services hors normes des matériels de coupure dans les réseaux actuels et futurs, sous tensions alternative et continue. Aspects liés à l'électrotechnique et à l'environnement. Applications particulières. Influence des éléments à oxydes métalliques sur les contraintes et l'utilisation des matériels de coupure.**

La complexité croissante des réseaux modernes engendre de plus en plus fréquemment des conditions d'établissement et de coupure hors normes et des fonctions spéciales. Le sujet préférentiel n° 2 demandait des résultats d'expériences dans ces conditions.

La réduction du *courant d'appel* lors de la mise sous tension des transformateurs à vide ou des réactances shunt peut être réalisée par un enclenchement synchronisé, par la préinsertion d'impédances ou par la réduction du flux rémanent.

L'enclenchement synchronisé a beaucoup de partisans, pour des raisons économiques et de fiabilité, et il est souhaité qu'un groupe de travail traite le sujet. Cependant, plusieurs participants mettent en doute la possibilité de tenir dans les conditions d'utilisation en réseau la précision de  $\pm 1$  ms couramment obtenue dans les conditions de laboratoire.

En pratique, la *durée de vie des contacts* des disjoncteurs à SF<sub>6</sub> est plus liée à la coupure des courants de charge normaux qu'à celle des courants de court-circuits, moins probables. Des lois d'usure équivalente sont proposées. On peut réaliser et essayer des contacts faisant la durée de vie complète du disjoncteur et qui intéressent les utilisateurs, mais aucun essai de durée de vie normalisé n'est souhaité.

Les condensateurs shunt peuvent créer des conditions de fortes surtensions, en particulier lors de manœuvres triphasées.

On expose l'influence des basses températures sur les paramètres physiques du disjoncteur et donc sur ses caractéristiques de coupure, ainsi que les conditions d'acceptation des essais de coupure effectués à température normale. Des essais de court-circuit à basse température sont possibles à l'aide d'équipements spéciaux. La réduction des caractéristiques est discutée.

On prouve que l'utilisation des parafoudres à oxyde métallique en parallèle avec les disjoncteurs à SF<sub>6</sub> est avantageuse pour la commande des réactances shunt, en particulier à 800 kV.

**Sujet préférentiel No 3: Coupure des faibles courants inductifs et capacitifs dans les réseaux HT. Influence des caractéristiques de l'interrupteur sur les courants et tensions transitoires associées, par exemple lors des coupures de batteries de condensateurs, batteries de filtres, réactances, moteurs, lignes et câbles, éléments de jeux de barres, etc. Comportement du matériel, contraintes sur les matériels de coupure, méthode d'essai.**

*L'établissement et la coupure des petits*

*courants inductifs et des courants capacitifs* ont été un sujet préférentiel de la CIGRE 13 pendant plus de vingt ans. L'utilisation de grosses réactances shunt et de gros bancs de condensateurs ainsi que l'application de modèles d'arc au calcul des phénomènes conduisent à maintenir sur scène ce sujet.

Le facteur de hachage est utile et valide s'il est calculé à partir d'essais effectués dans des conditions données. Les courants arrachés suivent une loi gaussienne, sauf pour les disjoncteurs à arc tournant, et leurs valeurs sont à peu près doublées dans les secondes phases coupées. Les surtensions produites par l'arrachement du courant peuvent être calculées avec une assez bonne approximation. Mais il est encore impossible de prédéterminer les surtensions dues aux réamorçages multiples, qui sont pourtant les plus dangereuses pour les réactances shunt. Celles-ci ne peuvent être protégées que par des parafoudres à oxyde métallique en parallèle avec les disjoncteurs ou par leur ouverture synchronisée.

Il n'est pas possible de normaliser des essais pour la coupure des courants à haute fréquence, car les résultats ne seraient valables que pour l'installation particulière précisée.

Les participations sont en assez bon accord avec les connaissances actuelles du groupe de travail CIGRE 13-02.

Une simple courbe de rétablissement diélectrique et une valeur unique de  $dI/dt$  pour la coupure des courants à haute fréquence sont insuffisants pour le calcul du comportement des disjoncteurs à vide. Une large expérience en service a été acquise sur le comportement des contacteurs et disjoncteurs à vide commandant des petits moteurs à haute tension.

*Les essais de coupure de petits courants* devraient être effectués avec les mêmes pièces qui ont été utilisées auparavant pour les essais de court-circuit. Les essais actuels demandés par la norme CEI pour la coupure des courants capacitifs sont jugés insuffisants pour détecter tous les comportements possibles des disjoncteurs: le nombre d'essais et la tension d'essai devraient être augmentés et le décalage de phase entre deux essais devrait être réduit.

Les *surtensions* produites par les courants d'appel des bancs de condensateurs peuvent être sévères en des points éloignés du réseau. Elles peuvent être réduites de plusieurs façons. Les défauts à la terre dans le voisinage des bancs de condensateurs peuvent engendrer de très forts courants.

J. Pasteau (secrétaire de séance)

---

#### Diskussionsgruppe 14 Gleichspannungs-Verbindungen/ Liaisons à courant continu

---

Präsident: T. E. Calverley (Vereinigtes Königreich)

Rapporteur spécial: C. A. O. Peixoto (Brasilien)

Die diesjährige Diskussion in der Gruppe 14 fand reges Interesse. Es hatten sich etwa 70 Diskussionsteilnehmer mit 120 Beiträgen zu den verschiedenen Fragen gemeldet, so dass die Redezeit auf drei Minuten beschränkt werden musste. Trotzdem gelang es dem Vorsitzenden, dem scheidenden Präsidenten des Studienkomitees 14, Dr. T. Calverley, die Diskussion so zu führen, dass genügend Zeit für etwa 20 spontane Wortmeldungen mit lebhaftem Meinungsaustausch am Ende der jeweiligen Diskussionsblöcke blieb. Insgesamt also eine gelungene und interessante Veranstaltung zu der auch der Special Reporter C. Peixoto wesentlich beitrug.

#### Vorzugsthema 1: Entwicklung und Prüfung von avant-garde-Hochspannungs-Gleichspannungsübertragungen. Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Thyristoren und der Quecksilberdampf-Gleichrichter. Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Konzepte von Steuerung und Schutz. Mehrpunktsysteme.

Folgende Punkte fanden spezielles Interesse:

– Begrenzung von temporären Überspannungen bei schwachem Drehstromnetz mit Hilfe der Regelung oder mit kurzzeitig zugeschalteten Metalloxid-Widerständen (Ableiter)

– Die Frage, ob höhere Gleichspannungen als  $\pm 600$  kV nötig seien, was allgemein verneint wurde

– Mehrpunktsysteme, wobei sich das Interesse auf das Quebec-New-England-System konzentrierte, das mit fünf Stationen zurzeit im Bau ist. Diskutiert wurden vor allem die Notwendigkeit, HGÜe-Schalter einzusetzen, die Inbetriebnahmetests und die Frage nach Vorinbetriebnahme auf einem HGÜe-Simulator. Fazit der Diskussion: Ein Mehrpunktsystem wird allgemein für technisch komplex, aber realisierbar gehalten. Die Inbetriebnahme, speziell ohne HGÜe-Schalter, stellt jedoch besondere Probleme, die sich zeitlich nur auf einem geeigneten HGÜe-Simulator bewältigen lassen.

– Bei den Tests für die Thyristorventile wurde nochmals die Frage der Zulässigkeit von Tests an Teileinheiten (Modulen) diskutiert, wenn diese immer weniger Thyristoren beinhalten. Dies wurde in den meisten Stellungnahmen bejaht, aber andererseits auf den hohen Wert von Betriebstests an Gesamtventilprototypen hingewiesen.

Insgesamt zeigte die Diskussion, dass sich die Akzente bei der HGÜe immer mehr darauf verschieben, die verschiedenen Möglichkeiten des Betriebs und der Beeinflussung der angeschlossenen Netze immer besser auszunützen.

#### Vorzugsthema 2: Fortschrittliche Konzepte für Systemmodellierung und Systemstudien.

Unter dieser Überschrift wurde unter anderem auch über den Nachweis von Verlusten und der Verfügbarkeit der Stationen

durch Studien diskutiert. Hier scheint sich ein weites Feld für intensive Vorarbeit durch die CIGRE in Richtung auf Standardisierung zu eröffnen. Daran sind aber mehrere Studienkomitees beteiligt. Ein weiterer Diskussionspunkt war die ewige, wohl unlösbare Frage, ob Digital- oder Simulatorstudien bessere Ergebnisse bringen. Einig war man sich jedoch, dass heute das Hauptproblem ist, richtige Netzparameter der bestehenden Drehstromnetze zu erhalten.

### **Vorzugsthema 3: Erfahrungen im Netzbetrieb, Leistungsfähigkeit in transienten Betriebszuständen, Wiederherstellung des Normalbetriebes wechsellastungs- und gleichspannungsseitig, Verhalten bezüglich der Harmonischen, Erdrückführung, galvanische Rückführung.**

Der dritte Themenkreis rankt sich traditionsgemäss um das Betriebsverhalten bestehender Anlagen. Die WG 14-04 veröffentlichte wieder ihren Bericht über das Betriebsverhalten der Anlagen, wobei vor allem die Frage diskutiert wurde, inwieweit diese Daten bei der Planung neuer Anlagen und insbesondere bei der Voraussage über die Betriebszuverlässigkeit praktisch verwendbar sind. Die Mehrheit war der Meinung, dass detailliertere Daten nützlich wären, die aber mangels Normen noch nicht sinnvoll gesammelt werden können. Die restlichen Fragen beschäftigten sich mit einigen seltenen Fehlern, wie Kommutierungsfehlern und neuartigen Phänomenen während der Inbetriebsetzung. Das Ergebnis der Diskussion zeigt, dass die Designstudien nicht immer unbekannte Probleme vorhersagen können, was teils – wie oben erwähnt – auf mangelhafte Daten, teils auf unerwartete Einflüsse zurückzuführen ist. Sorgfältige Studien mit einer möglichst praxisnahen Modellierung sowohl der HGÜe-Regelkreise als auch des Netzes sind trotzdem die einzig mögliche Lösung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die HGÜe, die auch in Mitteleuropa einige neue Anwendungen findet, heute eine ausgereifte Technik ist, dass sich aber beim Einsatz im Netz viele interessante neue Aspekte ergeben, wobei immer neue Möglichkeiten gefunden werden, den Netzbetrieb auch zu verbessern. *J. Käufferle*

### **Diskussionsgruppe 15 Matériaux isolants/Isoliermaterialien**

Präsident: *Th. Praehauser* (Suisse)  
Rapporteur spécial: *C. W. Reed*  
(Etats-Unis)

#### **Sujet préférentiel No 1: Nouveaux travaux relatifs au SF<sub>6</sub> et autres gaz à grande rigidité, particulièrement en présence de phénomènes transitoires rapides.**

La conception des postes à isolant gazeux est généralement basée sur la tenue

au choc de foudre. De ce fait, beaucoup d'informations sont disponibles pour ce type de contraintes, alors qu'il y en a beaucoup moins pour les transitoires rapides (ou ondes à front raide). Pour ces derniers seuls, un système d'isolement correct a pratiquement la même tenue qu'au choc de foudre. Par contre, en présence de défauts (par exemple une aiguille), sa tenue semble inférieure. Lorsque les transitoires rapides sont superposés à une tension continue, cette tenue peut être fortement réduite en présence de particules. De tels effets n'ont pas été observés en présence d'une précontrainte alternative.

D'autres interventions confirment le fait que les ondes à front raide ne sont pas plus sensibles aux concentrations de champ électrique que les ondes de foudre.

#### **Sujet préférentiel No 2: Méthodes analytiques sensibles pour les diagnostics précoces dans l'isolation solide soumise à différentes contraintes.**

Les discussions ont porté principalement, en raison des questions qui avaient été posées par le rapporteur spécial, sur le rôle de l'antioxydant dans l'isolation. Certains intervenants ont relevé que la présence de produits secondaires de réticulation (acétophénone, alcool cumylique) a un effet stabilisant sur la tension dans l'isolant. Par exemple la tension de claquage est plus élevée en leur présence qu'en leur absence.

Les *méthodes analytiques* fréquemment utilisées sont la spectroscopie infrarouge (IR) et, depuis quelques temps, la chromatographie liquide à haute performance (HPLC). Cette technique est encore peu utilisée en Suisse par les industries de l'électrotechnique, mais une combinaison adéquate d'autres techniques analytiques peut donner des informations satisfaisantes. Pour l'étude de l'oxydation, la spectroscopie IR à transformation de Fourier (FTIR) et la calorimétrie différentielle (DSC) sont les deux méthodes généralement recommandées. Une analyse complète de l'isolant devrait donc contenir des informations sur le contenu en eau (par Karl-Fischer), le contenu en volatiles (Karl-Fischer et DSC), la densité et la température de fusion cristalline (DSC), le degré d'oxydation et le contenu en antioxydant (FTIR, UV, HPLC), ainsi que sur le contenu en impuretés.

En ce qui concerne les *techniques de vieillissement accéléré*, elles varient encore trop d'un laboratoire à un autre, et les groupes de travail vont s'efforcer de les uniformiser quelque peu et examiner si les diagnostics sont identiques dans différents laboratoires sur le même matériau.

Au sujet des décharges partielles, la mesure de leur nombre et de leur intensité ne semble pas suffisante. Il serait préférable d'en mesurer l'énergie globale, plus révélatrice de la vitesse de corrosion de l'isolant.

Enfin, l'évolution des vacuoles au cours du temps est un sujet mal connu qui nécessite encore un important travail pour être

compris. Toutefois, une première approche semble montrer qu'elles se combent de monomères légers au cours du temps.

#### **Sujet préférentiel No 3: Action des ondes de choc et des décharges partielles sur les diélectriques liquides. Nouveaux liquides pour les condensateurs de puissance et les transformateurs.**

Les discussions ont traité principalement des *méthodes de détection du vieillissement des huiles de transformateurs*. Chacun s'est accordé sur le fait que la mesure du furfuraldéhyde (un produit de décomposition thermique du papier) par HPLC est une bonne méthode. Sa sensibilité est élevée, d'où une détection précoce des défauts. En Suisse et dans nombre d'autres pays toutefois, la méthode couramment utilisée depuis de nombreuses années est l'analyse des gaz dissous par chromatographie en phase gazeuse. On détermine notamment les concentrations d'hydrogène, d'oxygène, de monoxyde et de dioxyde de carbone et des hydrocarbures légers (méthane, éthane, éthylène et acétylène). Cette technique est un peu moins sensible mais permet des diagnostics assez précis.

Quant aux nouveaux liquides diélectriques pour transformateurs et condensateurs, il n'en a été mentionné qu'une catégorie: les diaryléthanes, qui sont des molécules d'éthane (deux atomes de carbone côte à côte) sur lesquelles sont greffés des restes aromatiques. Les évaluations de ces nouveaux liquides sont en cours.

*Dr. F. Krähenbühl*

### **Diskussionsgruppe 21 Câbles isolés à haute tension/ Isolierte Hochspannungskabel**

Président: *E. F. Peschke* (République Fédérale d'Allemagne)

Rapporteur spécial: *B. R. Schmidt* (Suisse)

#### **Sujet préférentiel No 1: Conception des câbles HT à isolation extrudée.**

- **Contrainte diélectrique maximale admissible sous tensions alternative, continue, surtensions de foudre et de manœuvre pour les différents matériaux (polyéthylène basse et haute densité, PRC, EPR);**
- **méthodes de conception, critères de conception pour l'épaisseur de l'isolation;**
- **améliorations pour accroître la contrainte électrique dans les câbles à très haute tension: interface, pureté, stabilisants de tension, imprégnation au SF<sub>6</sub>, etc;**
- **expérience en service obtenue avec des câbles fortement contraints (avec et sans écran métallique).**

Au vu des résultats d'essais obtenus dans plusieurs cas, il semblerait que la valeur du champ électrique apparaissant sur le semi-conducteur interne d'un câble soit la plus représentative de la résistance diélectrique

de l'isolant. On s'accorde pour dire que la valeur du champ électrique au niveau du semi-conducteur interne intervient dans le dimensionnement des câbles, alors qu'au niveau du semi-conducteur externe, elle intervient au niveau des accessoires de raccordement.

On a également soutenu la proposition d'appliquer, lors des essais de routine, des tensions *beaucoup plus élevées* que celles prescrites par les *normes CEI*.

Le problème du traitement statistique des essais de câbles à isolation synthétique a été longuement discuté. Il apparaît nécessaire d'acquérir une plus grande expérience dans ce domaine afin d'obtenir plus de précision au niveau des courbes de durée de vie.

La question des arborescences d'eau a été soulevée une fois de plus. Il semblerait que celles-ci ne se développent pas lorsque la tension reste parfaitement continue. Selon une étude, la croissance des arborescences suivrait une loi en  $(F \times t)^{1/2}$ , avec  $F$  la fréquence de l'onde et  $t$  son temps d'application.

#### **Sujet préférentiel No. 2: Nouvelles technologies relatives aux isolations papier et polymère pour câbles HT.**

- Terminaisons pour installations extérieures, connexions de sortie des postes blindés et transformateurs;
- jonctions droites et joints de transition;
- limitations relatives aux accessoires rubanés, moulés par injection ou préfabriqués.

En ce qui concerne les *essais de type*, on recommande des essais de longue durée sous tension, combinés à une série de cycles thermiques. Après chaque cycle, une mesure des décharges partielles sera effectuée.

Les accessoires préfabriqués sont en existence depuis quinze ans environ et très largement répandus. Les postes blindés sont le plus souvent isolés au niveau des entrées par du gaz SF<sub>6</sub>. On peut envisager de ne pas utiliser d'isolateur support pour les postes. A ce niveau, on se heurte toutefois à des problèmes d'efforts mécaniques trop importants. De surcroît, il est alors difficile de départager les responsabilités des constructeurs de câbles, respectivement de postes.

Des extrémités extérieures sans fluide de remplissage sont plus couramment employées, car elles s'avèrent plus sûres en cas de feu et plus économiques.

#### **Sujet préférentiel No. 3: Essai des réseaux de câbles HT après pose.**

- Philosophies des essais;
- pratique des essais pour les réseaux nouvellement installés (type de tension, durée de l'essai);
- expérience relative aux essais répétitifs conduits après une longue période d'exploitation;
- méthodes d'essai apportant une alternative aux essais diélectriques.

Ces essais sont effectués pour révéler en premier lieu des défauts au niveau des

accessoires. En effet, les câbles à proprement parler sont contrôlés avant qu'ils ne quittent l'usine.

On s'accorde à l'unanimité pour décréter l'inefficacité d'un essai après pose en tension continue dans le cas de câbles à isolation synthétique.

Un groupe de travail étudie d'autres possibilités, à savoir un essai en tension alternative 50 Hz, un essai très basse fréquence (0,1 Hz) ou encore un essai en onde oscillante. C'est à celui-ci que la préférence est donnée. Cependant, la limite recommandée des 3 U<sub>0</sub> de tension serait parfois franchie afin de pouvoir déceler des défauts lors des essais.

De nouveaux essais sont en cours dans plusieurs laboratoires suisses et étrangers afin de trouver une méthode efficace qui remplacerait l'essai à tension continue. Il s'agit en effet d'acquérir plus d'expérience pratique.

L'essai à 0,1 Hz, appliqué jusqu'ici en moyenne tension, n'est pas à écarter pour la haute tension, si toutefois l'équipement nécessaire pouvait être adapté en conséquence. Cependant, ceci s'avère difficile.

L'intérêt qu'a suscité ce troisième sujet préférentiel démontre la nécessité de développer d'autres méthodes de mesure pour l'essai des installations câblées avant leur mise en service.

*J.J. Wavre*

### **Diskussionsgruppe 22 Lignes aériennes/Freileitungen**

Président: *Y. Porcheron* (France)  
Rapporteur spécial: *P. Meyere* (Canada)

#### **Sujet préférentiel No 1: Calcul probabiliste des lignes aériennes. Analyse de l'influence sur le coût et la fiabilité des différents paramètres électriques et mécaniques entrant dans un projet de ligne de transport**

Le grand nombre de sujets traités et les questions soulevées par les rapports ont conduit les discussions selon les trois aspects suivants:

##### *Les aspects électriques*

L'évolution des calculs probabilistes se développe de plus en plus et la géométrie des pylônes s'étudie sur la base de modèles mathématiques liés aux probabilités d'amorçages. Cependant, les distances de sécurité adoptées restent très différentes de pays à pays, certains facteurs, comme celui des distances à prévoir pour les ouvriers occupés sur les lignes en service ayant une influence non négligeable, selon qu'il est admis ou pas de travailler sur les pylônes avec des lignes en service ou même selon qu'il est admis de n'y accéder que par beau temps ou encore selon l'équipement de contrôle des ondes de manœuvre dans les postes. Il est généralement admis que les périodes de retour utilisées dans les calculs statistiques pouvaient être différentes pour les calculs mécaniques que celles utilisées

pour le calcul du balancement des chaînes d'isolateurs.

Les armatures de protection des chaînes d'isolateurs utilisées en Europe en général et en Suisse en particulier sont toujours considérées comme un élément inutile outre-Atlantique, comme cela était ressorti des discussions de la session de 1976 déjà. Il serait utile de comparer les taux d'indisponibilité des lignes pour l'entretien et non seulement les coûts.

##### *Les influences météorologiques*

Là aussi, les méthodes statistiques sont la base permettant l'élaboration de données et l'établissement de cartes de zones de surcharge ainsi que les fréquences prévisibles de givre et de neige. Des appareils de mesure de ces surcharges ont été présentés.

##### *Les méthodes probabilistes de définition des charges*

Plusieurs rapports ont confirmé l'utilité des principes d'évaluation des charges selon les bases probabilistes du Comité 11 de la CEI et en ont montré les avantages et les limites en les comparant à leur propre réglementation déterministe. L'utilisation de méthodes probabilistes ne modifie en rien les écarts finalement admis entre différents pays.

#### **Sujet préférentiel No 2: Expérience en service de nouveaux matériaux, de nouvelles conceptions de conducteurs (à fibre optique), de nouveaux types de supports**

L'évolution de la technologie peut paraître relativement lente car c'est à la fin de la durée de vie d'une ligne que l'on peut juger véritablement des avantages réels qui sont liés aux coûts de construction, auxquels s'ajoutent les coûts d'entretien.

Pour ce qui concerne les *pylônes*, un élément important dans le prix de revient est lié tant aux nombres de barres qu'aux poids du pylône lui-même, la réduction du nombre de barres d'un pylône pouvant le rendre plus économique que la seule réduction du poids, cette réduction du nombre de barres étant aussi un avantage esthétique important de nos jours. L'utilisation de profilés laminés à froid se développe rapidement. Elle permet la fabrication selon des procédés automatiques et un allègement considérable du poids des pylônes, d'où gain de prix et amélioration de l'esthétique.

Les *fibres optiques* s'utilisent maintenant de plus en plus, généralement à l'intérieur des câbles de garde. Divers matériels d'accessoires pour l'ancrage, la suspension et la protection du câble à fibre optique ainsi que des systèmes de mesures de vibrations ont été présentés.

Différentes solutions pour la remise en état des *fondations* à l'aide de résine d'époxy, de béton renforcé de fibres ou d'enveloppes élastiques ou autres mortiers spéciaux ont également été présentées.

#### **Sujet préférentiel No 3: Prise en compte dans le dimensionnement des lignes aériennes**

## nes des techniques d'entretien et de remise en état utilisées. Evolution des méthodes d'entretien des lignes

Plutôt que des modifications de la conception des lignes, ce sont surtout de nouvelles méthodes d'entretien qui ont été présentées, méthodes basées généralement sur l'utilisation des hélicoptères ainsi que sur la robotique. Le développement de la robotique laissant espérer la conception future de lignes plus compactes. *P. de Weck*

## Diskussionsgruppe 23 Unterstationen/Postes

Präsident: *T. Ykema* (Niederlande)  
Rapporteur spécial: *F. Scherer* (Schweiz)

Es waren drei Themenkreise zur Diskussion gestellt worden, zu denen 16 schriftliche Berichte vorlagen. SF<sub>6</sub>-Anlagen und digitale Sekundärtechniken finden immer noch das grösste Interesse, obschon sie regelmässig an den CIGRE-Sessionen diskutiert werden. Der Rapporteur spécial gliederte die mündlichen Beiträge in 18 Einzelfragen.

### Vorzugsthema 1: Steuerung, Messung, Überwachung und Speisung der Hilfsbetriebe von Unterstationen und Zentralen. Zuverlässigkeit, neue Konzepte und Technologien, Wirtschaftlichkeit, Personalbedarf.

Ausgeführte Sekundäranlagen mit fiberoptischen Datenübertragungen haben bewiesen, dass diese Technologie nicht nur technisch eleganter und betrieblich sicherer, sondern auch wirtschaftlich günstiger ist. Es sind bereits integrale Lösungen in Betrieb, inkl. Kombimeswandler für 400 kV, mit den Vorteilen: keine Beeinflussung, keine Sättigungsprobleme, kein Öl, einfache Kabelinstallationen, geringerer Unterhalt. Sekundärkonzepte mit vollintegrierter Digitalisierung (Schutz, Steuerung, Messung) sind heute ebenfalls in Betrieb. Die ersten Erfahrungen bezüglich Zuverlässigkeit dieser Systeme sind positiv, die Erstellungskosten billiger als in konventionellen Konzepten.

1989 findet in England ein spezielles Symposium über integrierte, digitale Sekundärtechnik statt.

### Vorzugsthema 2: Erdungen in Schaltstationen und Zentralen.

#### Wirksame Unterdrückung der induzierten Spannungen tiefer und hoher Frequenzen in den primären Anlageteilen und in den Hilfsbetrieben. Erdung des Neutralleiters.

Die Behandlung konzentrierte sich fast ausschliesslich auf die Problematik schneller transienter Überspannungen beziehungsweise ganz konkret auf schnelle Potentialanstiege bei gasisolierten Schaltanlagen (GIS). Die Schwierigkeiten sind den GIS-Anlagen inhärent, können aber

nach dem heutigen Stand der Kenntnisse durch entsprechend sorgfältigen Anlagebau von der Modellrechnung und Auslegung bis zur Konstruktion gemeistert werden. Gefährdungen für Personal wurden im übrigen nie bekannt; in Mitleidenschaft gezogen werden in erster Linie elektronische Ausrüstungen.

### Vorzugsthema 3: Gekapselte Unterstationen. Überlegungen und Erfahrungen die Montage, den Betrieb, die Verfügbarkeit und den Unterhalt betreffend, auch in bezug auf die örtlichen Verhältnisse (z.B. Klima, Verfügbarkeit von qualifiziertem oder spezialisiertem Betriebspersonal). Neue Entwicklungen und neue Anwendungen.

Negative Erfahrungen von GIS-Betreibern sind heute praktisch nicht mehr zu hören. Im gleichen Mass, wie die von Anfang an hohe Betriebssicherheit von SF<sub>6</sub>-Anlagen noch verbessert werden konnte, verringerte sich das Bedürfnis nach komplizierten Überwachungseinrichtungen. Sorgfältige Schadenanalysen haben im übrigen ergeben, dass auch aufwendiges «condition monitoring» einen Fehler nur in den seltensten Fällen hätte verhindern können. Allgemein verspricht man sich heute am meisten von akustischer Überwachung. Weniger einheitlich sind die Meinungen bezüglich Spannungsprüfungen vor Ort. Untersuchungen über Zersetzungsprodukte nach Lichtbogenfehlern sind noch nicht abgeschlossen.

Schwergewichte in der zukünftigen Tätigkeit des Studienkomitees 23 liegen auf den Gebieten Dielektrische Diagnosen, Unterhaltsarbeiten, Computertechnik, Messwandler.

Die sujets preferentiels für die Session von 1990 beziehen sich auf: Unterstationsunterhalt, Kompensationseinrichtungen, Umweltbeeinflussungen. *P. Storrer*

## Diskussionsgruppe 33 Überspannungen und Isolationskoordination/Surtension et Coordination de l'isolement

Präsident: *G. Carrara* (Italien)  
Rapporteur spécial: *K.H. Weck* (Bundesrepublik Deutschland)  
Fachberichterstatte: *A. Eriksson* (Schweiz)  
Vorzugsthema 1: *A. Eriksson* (Schweiz)  
Vorzugsthema 2: *P. Lambeth* (Kanada)  
Vorzugsthema 3: *A. Sabot* (Frankreich)

Drei Themenkreise standen zur Diskussion, zu denen 16 schriftliche Berichte vorlagen. Der Rapporteur spécial und die drei Fachberichterstatte gliederten die mündlichen Beiträge in 13 Einzelfragen. Das Hauptinteresse, mit mehr als der Hälfte der Beiträge, konzentrierte sich auf das Thema Nr. 3, Very Fast Transients.

### Vorzugsthema 1: Verhalten der Übertragungsnetze gegenüber Blitzüberspannungen. Vergleich zwischen Berechnung und Betriebserfahrungen. Abschätzung der Parameter bei Blitzüberspannungen Leitung – Unterstation. Isolationskoordination in Unterstationen, speziell in isolierten Anlagen. Anwendung von Metalloxidableitern.

Ziel war es, Beiträge an die WG 33-01 zu liefern, die einen Leitfadern zur Ausführung solcher Berechnungen vorbereitet. Der Entwurf für eine vereinfachte Prozedur als Planungshilfe für Schutzkonzepte in GIS wurde im Arbeitsgruppen-paper 33-16 präsentiert.

Die Diskussion zeigte, dass eine angemessene Übereinstimmung zwischen Erfahrungen im Betrieb und dem berechneten Verhalten von Leitungen bei Blitzeinschlägen erreicht werden kann. Voraussetzung sind die Anwendung moderner Modellierungskonzepte und die Berücksichtigung wichtiger Einflüsse wie Koronaeffekt sowie Strom- und Frequenzabhängigkeit des Masterdungswiderstandes. Ebenfalls Übereinstimmung gab es in dem Punkt, die mean time between failure, MTBF, in bezug auf Blitzvorgänge auf 250–400 Jahre festzulegen.

### Vorzugsthema 2: Isolatorenverschmutzung bei Gleichspannung und Wechsellspannung. Vergleich der Beanspruchung bei natürlicher Verschmutzung und künstlicher Verschmutzung, speziell unter Berücksichtigung von Metalloxidableitern. Verhalten grosser verschmutzter Isolatoren unter Regen, bei sehr starker Verschmutzung, unter sehr hohen Betriebsspannungen und Kombinationen davon. Langzeitverhalten verschmutzter Metalloxidableiter. Prüfung künstlich verschmutzter, zusammengesetzter Isolatoren unter Berücksichtigung einer künstlichen Alterung.

Während die Hersteller proklamieren, dass Metalloxidableiter neuerdings auch unter harten Verschmutzungsbedingungen einsetzbar sind, zeigte die Diskussion, dass bis jetzt kein allgemein akzeptierter Laborverschmutzungstest für MOA existiert. Eine Dimensionierung mit Sicherheitsmargen wird empfohlen (niedrige Beanspruchung, hohe interne TE-Einsatzspannung).

Keine Übereinstimmung gab es in der Frage, wie die Beziehung von Laborverschmutzungstests zu natürlichen Verschmutzungen festgelegt werden kann. Die Möglichkeit der Einführung komplizierter Testverfahren oder Alterungsmethoden (bei organischen Werkstoffen) bleibt bestehen.

Weitere Forschungsaktivitäten sind notwendig, um die Verschmutzungsprobleme grosser HVDC-Isolatoren, wie z.B. Durchführungen, vor allem in horizontaler Anordnung, zu klären.

### Vorzugsthema 3: Phénomènes transitoires rapides (very fast transients, VFT). Ursprung der VFT im Betrieb (z.B. Trennerbetätigungen); Probleme der Spannungs-



---

**und Strommessungen. Verteilung der Strom- und Spannungscharakteristiken, welche einen Einfluss auf das dielektrische Verhalten der Materialien haben. Genauigkeit der Berechnungen. Materialprüfungen im Prüflokal und im Felde.**

In Anbetracht des breiten Interesses an diesem Thema nahmen an der Diskussion Mitglieder der SC 23 (Schaltanlagen) und SC 15 (Isoliermaterialien) teil. Dazu wurden einige wichtige Grundlagenveröffentlichungen erwähnt:

- 33-13, von der Arbeitsgruppe 13/33-09 (Charakteristika von VFT)
- 23-06 (transient ground potential rise)
- 15-05 und 15-06 (Verhalten von Isolatoren im VFT-Bereich)

Die GIS-Trennerzündmechanismen und die dadurch angeregten VFT-Vorgänge können als allgemein bekannt vorausgesetzt und leicht durch moderne Messmethoden nachgewiesen werden. VFT-Vorgänge in komplexen GIS-Konfigurationen sind jetzt auch mit angemessener Genauigkeit berechenbar.

Die Beanspruchung industriell eingesetzter GIS durch very fast transients wird durch den Standard-Blitzstosstest abgedeckt. Bei internen mechanischen Defekten oder partiellen Verschmutzungen wird die Isolationsfähigkeit stark reduziert, vor allem bei Gleich- oder Wechselspannungsvorbelastung.

Die GIS-Vor-Ort-Prüfung wird weiterhin kontrovers diskutiert. Es zeichnet sich jedoch eine Tendenz in Richtung Blitzstosstest ab. Gründlicher Überlegung bedarf die Festlegung der Prüfwerte aufgrund der Sekundärbeanspruchung bei Prüfdurchschlägen.

Ein allgemein anerkanntes Testverfahren zur Bestimmung der dielektrischen Festigkeit des Trenners konnte bisher nicht gefunden werden. Dieses Thema ist jetzt Gegenstand einer IEC-Arbeitsgruppe. Gleichzeitig erscheint eine genauere Untersuchung der Beanspruchung von Teilentwicklungen in Transformatoren durch VFT notwendig, obwohl darauf hingewiesen wurde, dass der chopped wave test bei richtiger Ausführung die benötigten Steilheiten abdeckt. Probleme an Trafos treten nur unter sehr speziellen Umgebungsbedingungen auf, wie Betriebserfahrungen mit GIS über 20 Jahre hinweg zeigen.

Die Aktivitäten des SC 33 werden sich im Jahr 1990 auf Metalloxidableiter-Anwendungen, temporäre Überspannungen und dielektrische Diagnoseverfahren konzentrieren.

Dr. A. J. Eriksson

---

**Diskussionsgruppe 34  
Schutz/Protection**

Präsident: M. Chamia (Schweden)  
Rapporteur spécial: J. Gantner (Schweiz)

Hat man sich an der Session vor zwei Jahren noch über die Probleme der Einfüh-

rung des *numerischen Schutzes* unterhalten, so hatte man jetzt den Eindruck, dass er voll akzeptiert sei. Daraus lässt sich erkennen, wie rasch auch auf diesem Gebiet die Entwicklung voranschreitet. Die sich aus diesem Fortschritt ergebenden Perspektiven und auch Probleme waren das Thema der diesjährigen Session.

**Vorzugsthema 1: Anwendung der neuen Echtzeit-Techniken, Analyse der notwendigen Parameter und Leistungen der Schutz-ausrüstungen und ihr Einfluss auf die Anforderungen an die Schutzrelais**

Selbstüberwachung, Selbstprüfung, Fehleraufzeichnung und -analyse waren die Gegenstände des ersten Vorzugsthemas. Numerischer Schutz ohne Selbstüberwachung ist eigentlich nicht denkbar, nur so kann er die Zuverlässigkeit von statischen Schutzrelais erreichen oder übertreffen. Selbstüberwachung und -prüfung sind hier die Vorteile, durch die die Verfügbarkeit stark erhöht werden kann. Das wurde durch einige Beiträge bestätigt. Aber auf externe Prüfungen, wobei automatischen Abläufen wegen der geringeren Gefahr der Fehlbedienung der Vorzug gegeben wird, möchte man (vorerst) nicht verzichten. Es wird dabei davon ausgegangen, dass dadurch noch Fehler gefunden werden können, die ausserhalb der eingebauten Prüfroutinen liegen.

Für die Fehleranalyse durch numerische Geräte und für die Fehleraufzeichnung erwartet man sich in der Zukunft recht viel, insbesondere für die Beseitigung der heutigen Nachteile. Stichworte dazu sind: Datenmenge, Aufzeichnungslänge, Genauigkeit der Auflösung, zeitlich korrekte Darstellung der Abläufe usw. Die Frage der regionalen Synchronisation der Fehlerfassung wurde verschieden bewertet. Dagegen erwartet man durch entsprechende Auswerte-Software eine wesentliche Unterstützung des Schutzingenieurs bei der Abklärung von Störungen. Für eine zentrale Erfassung und Auswertung, so wurde mehrfach betont, ist eine lokale Filterung der zu erwartenden grossen Datenmenge erforderlich bzw. eine gute Analyse der wirklich erforderlichen Daten.

Interessant war die erste Erwähnung eines Expertensystems, welches von einem Betreiber für die zentrale Fehleranalyse verwendet wird. Schutzfunktion und Fehleraufzeichnung können, und werden teilweise auch schon, in einem Gerät integriert. Die meisten Betreiber möchten aber auf eine Trennung dieser beiden Systeme nicht verzichten.

**Vorzugsthema 2: Neueste Entwicklungen des Netzschutzes, die Kraftwerkzentralen eingeschlossen.**

**Neue Philosophien, neue Schutzsysteme, neue Ausrüstungen und gegenseitige Beeinflussung von Schutz und automatischer Steuerung**

Das zweite Vorzugsthema befasste sich mit neuen Entwicklungen und Prinzipien.

Hier stand besonders die Frage im Mittelpunkt, ob ein Schutzgerät, mit den Fähigkeiten der numerischen Technik ausgerüstet, sein Verhalten von den eingehenden Signalen oder von den Ergebnissen einer übergeordneten Leittechnik abhängig ändern, d.h. sich direkt oder indirekt an die Netzsituation anpassen soll. Die Frage ist nicht ganz neu, und in den Antworten zeigte sich auch fast keine Abweichung vom bisherigen Standpunkt, nämlich eine solche Anpassung nicht zuzulassen. Man befürchtet, dass dann das Verhalten des Schutzes nicht mehr voraussagbar ist und häufigere Fehlabschaltungen die Folge sein werden.

Für die Bedienung des numerischen Schutzes sehen einige Anwender noch Vorteile in der Fronteinstellung, während mehrere Beiträge die Vorteile einer Bedienung mittels Personalcomputers, besonders für komplexere Systeme, aufzeigten. Voraussetzung sollte ein PC für alle Schutzgeräte (verschiedener Art und verschiedener Hersteller) sein mit einer allgemein anerkannten Standardschnittstelle.

Diskutiert wurde auch das Problem der Torsionsbelastung der Turbinen- und Generatorwellen während des Fehlers und beim Auftreten der wiederkehrenden Spannung. Neben der Beschreibung eines Wellenschutzes mit zusätzlicher automatischer Spannungsregelung sowie eines Gerätes zur Voraussage des Spannungswinkels als Kriterium der Wiederzuschaltung wurde empfohlen, auf dreiphasige Wiedereinschaltung ohne Prüfung auf Synchronismus in der Nähe von Generatoren zu verzichten.

Eine **allgemeine Diskussion über Expertensysteme** am Schluss des Treffens zeigte, dass ausser einzelnen Projekten noch fast nichts vorhanden ist. Man sieht aber durchaus Anwendungsgebiete solcher Expertensysteme für die Betreuung, Einstellung und Entwicklung von Schutzsystemen sowie zur Analyse ihres Verhaltens im Netz.

J. Gantner

---

**Diskussionsgruppe 35  
Telekommunikation und Fernwirkanlagen/Télécommunications et télécommande**

Präsident: R. K. Koskinen (Finnland)  
Rapporteur spécial: P. Borremans (Belgien)

In der Diskussion wurden zwei Vorzugsthemen behandelt, zu denen total elf Berichte eingereicht worden waren. Vom Sonderberichtersteller waren insgesamt einundzwanzig Fragen zur Diskussion gestellt worden.

**Vorzugsthema 1: Entwicklung der Übertragungsmittel für Verbindungen in Netzen, inkl. Trägerfrequenz, Funk (stationär und mobil) und Lichtwellenleiter.  
Entwurf und Konzept von Verbindungsnetzen mit Schwergewicht auf integrierten Net-**

## zen. Führung und Steuerung der Verbindungsnetze.

Zu diesem Thema waren vier Berichte eingereicht worden. Nur recht kurz wurden integrierte Sprach- und Datennetze behandelt. Private ISDN-artige Netze scheinen erst im Stadium von Vorüberlegungen zu sein, da noch nicht einmal alle CCITT-Normen zu ISDN verfügbar sind. Ein japanisches Projekt, das in die ISDN-Richtung zeigt, wurde vorgestellt, wobei allerdings Sonderlösungen bezüglich Signalisierung zur Abdeckung spezifischer Anforderungen zu entwickeln waren. Für die Fernwerktechnik wurden weder dieses System noch das Standard-ISDN in einer ersten Phase als geeignet bezeichnet.

Neue private digitale Netze werden teilweise mit Richtfunkstrecken, teilweise mit Lichtwellenleitern realisiert, wobei für die Wahl des Mediums recht unterschiedliche Kriterien beigezogen werden. Für kurze und mittlere Strecken wird aber zunehmend der Lichtwellenleiter bevorzugt.

Ein wichtiges Kriterium sind die Kabel- und Verlegungskosten. Es werden deshalb in einigen Ländern Überlegungen angestellt, ob für Eigenbedarf nicht benötigte Kanäle vermietet oder ob Fasern mehrerer Benutzer im gleichen Lichtwellenleiter-Kabel zusammengefasst werden können. Aus Holland wurde ein solches gemeinsames Projekt eines Energieversorgungsunternehmens und der PTT vorgestellt, wobei ein bedeutender Kostenvorteil erzielt werden konnte. Nicht unproblematisch ist die Frage, wer in einem solchen Fall für Betrieb und Wartung der Kabelanlage samt allfälliger Regeneratorstationen verantwortlich ist. Hier herrschte die Meinung vor, dass dies der Eigentümer der Hochspannungsleitung sein sollte.

Wie bereits bei früherer Gelegenheit wurden wiederum die verschiedenen Möglichkeiten diskutiert, Hochspannungsleitungen mit Lichtwellenleiter-Kabeln auszurüsten. Die Diskussion hat sich allerdings von der technischen Machbarkeit und Zuverlässigkeit, die im Prinzip unbestritten waren, hin zur Frage der Kosten verschoben. Nebst der zwar teureren Verlegung von Erdseilen mit integriertem Lichtwellenleiter wurde auch über Nachrüstung (z.B. durch Umwickeln der Seile mit einem nichtmetallischen Lichtwellenleiterkabel oder Aufhängen von selbsttragenden Kabeln unterhalb der Phasenseile) berichtet, wobei eine sorgfältige Berücksichtigung aller Einflussfaktoren (z.B. Vogelfrass) empfohlen wurde.

In einem Beitrag aus Dänemark wurde ein Überwachungssystem für Energiekabel vorgestellt, das vollständig mit Lichtwellenleitern als Übertragungsmedium arbeitet. Der grosse Vorteil des Lichtwellenleiters ist dabei, dass dieser ohne grosse Abschirm- und Schutzmassnahmen auch über lange Strecken direkt parallel zum Energiekabel verlegt werden konnte.

Bei Richtfunkstrecken scheint der Trend aus Gründen der Systemkapazität und der

Verfügbarkeit der Frequenzen in Richtung von 7,5-GHz- und 13-GHz-Systemen zu gehen. Aus Schottland wurde über gute Erfahrungen mit einem solchen 13-GHz-System berichtet.

## Vorzugsthema 2: Erfahrungen mit Fernwirknetzen, Zukunftstendenzen, inkl. Netze mit hierarchischen Ebenen der Netzführung. Dezentrale Rechner für Steuerzentralen. Anforderungen und Betriebskriterien. Ausgeführte Anlagen. Unterhaltsprobleme, inkl. software und Datenverbindungen.

Zu diesem Thema waren sieben Beiträge eingereicht worden. Wichtiges Diskussions-thema war das Verhalten von Netzleitsystemen bei ausserordentlichen Störungen. Es wurde von einem exakt analysierten Störfall berichtet, wo zwar das Leitsystem korrekt funktionierte, aber das Bedienungspersonal infolge einer Informationsschwemme und entsprechender Überlastung des Rechners während 20 Minuten ausserstande war, Korrekturmassnahmen einzuleiten.

Zur Verbesserung dieser Situation wurden verschiedene Massnahmen vorgeschlagen und diskutiert, wie:

- Reduktion der dem Operator gelieferten Datenmenge, wobei die Anzahl der Alarme bereits durch intelligente Ausstationen reduziert werden kann. Eine andere Möglichkeit stellt der Einsatz eines Expertensystems im Kontrollzentrum dar.
- Automatisches Zurückstellen von weniger wichtigen Verarbeitungsfunktionen im Störfall.
- Erhöhung der Prozessorleistung, wobei empfohlen wurde, dass Netzleitnehmer im Normalbetrieb zu nicht mehr als 40% ausgelastet sein sollten, um noch genügend Kapazität im Störfall zur Verfügung zu haben.
- Bessere Schulung des Betriebspersonals mittels Simulatoren.

Als weiteres Thema wurden verteilte Leitsysteme und speziell die zwischen den Stationen eines solchen Systems erforderliche Datenübertragung behandelt.

In einem norwegischen Beitrag wurde ein auf Paketvermittlung basierendes Datennetz zum Austausch grösserer Datenmengen zwischen Kontrollzentren vorgestellt. Hier wurde die Frage kurz andiskutiert, ob Ergänzungen zu existierenden, nicht für Echtzeitanwendungen entwickelten Standardprotokollen erforderlich sind, um die erhöhten Anforderungen im Energieversorgungsbereich abzudecken. Es wurde darauf hingewiesen, dass diese Fragestellung bei der CEI bearbeitet wird, wobei eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem TC57 von CEI und der CIGRE-Studiengruppe 35 besteht.

Verteilte Leittechnikkonzepte sind nicht nur in bezug auf ein gesamtes Energieversorgungsnetz, sondern auch lokal innerhalb einer Station möglich. Für solche Anwendungen wurde in einem deutschen Beitrag ein entsprechendes Protokoll vorgeschlagen, zunächst für den Einsatz auf

Kupferleitern. Eine spätere Erweiterung auf Lichtwellenleiter wurde als zukünftig denkbare, interessante Lösung dargestellt. Bei solchen Systemen mit oder ohne Lichtwellenleiter stellt sich die als dringend bezeichnete Frage der Normierung, wo sich noch keine einheitliche Lösung abzeichnet. Im Rahmen der CIGRE bestehen die zwei Arbeitsgruppen WG34-03 und WG35-06 für verteilte Leittechnikkonzepte innerhalb der Station (unter Einbezug von Schutzfunktionen).

U. Hanselmann

## Diskussionsgruppe 36 Netzurückwirkungen/Perturbations

Präsident: M. Sforzini (Italien)

Rapporteur spécial: W. Janischewskyj (Kanada)

## Vorzugsthema 1: Erdströme und ihre Auswirkungen, inkl. Korrosion.

Wegen der weiten Verbreitung unterirdischer Rohrleitungssysteme aller Art (Wasser, Gas, Öl usw.), die zum Teil auf längeren Strecken parallel zu Hochspannungsleitungen verlaufen, stehen damit verbundene Korrosionsprobleme (z.B. Korrosion durch Gleich- und Wechselströme, Funktionsfähigkeit des kathodischen Schutzes usw.) im Zentrum des Interesses. Der zunehmende Einsatz moderner Gleichstrombahnen in städtischer Umgebung verschärft die auftretenden Probleme sehr stark. Die zukünftigen Untersuchungen werden vermehrt in dieser Richtung verlaufen. Neben dem Schwergewicht Korrosion betreffen weitere Arbeiten die Probleme der Potentialverschleppung durch Rohrleitungssysteme, beispielsweise bei Fehlerströmen auf benachbarten Hochspannungsleitungen oder bei Blitzschlägen.

## Vorzugsthema 2: Elektromagnetische Störungen >30 MHz und Störungen beliebiger Frequenzen, hervorgerufen durch passive Strukturen, inkl. Instrumentenlandesysteme, mobile Funkstationen, Fernsehempfang, Ausbreitung und Strahlung der Geräuschemissionen von Leitungen und Unterstationen. Störungen und Verluste durch Koronaeffekte in Hochspannungs-Gleichspannungsanlagen und durch grosse Bündel-leiter von Wechselspannungs-Übertragungsleitungen.

Es laufen verschiedene Anstrengungen zur theoretischen Vorhersage elektromagnetischer und akustischer Störungen sowie der Koronaverluste grosser Leiterbündel, wie sie bei sehr hohen Übertragungsspannungen (>1000 kV) zum Einsatz kommen könnten.

Ein spezielles Problem ist die Untersuchung hochfrequenter Störungsanteile ( $f > 30$  MHz, «gap noise»), welche durch Mikro-Entladungen, zum Beispiel an Kon-

taktstellen oder zwischen Leiter und Regentropfen, hervorgerufen werden.

**Vorzugsthema 3: Elektromagnetische Verträglichkeit und Schutzmethoden, speziell für örtliche Instrumentationsnetze (inkl. Lichtwellenleiter-Übertragungen) in Kraftwerken und Unterstationen.**

Die Immunität und Kompatibilität zwischen Geräten der Daten- und Nachrichtenübertragung, Messung und Steuerung sowie den Hochspannungsapparaten stellen ein Problem hoher Aktualität dar.

Es gilt daher, ein ökonomisches Optimum sowohl bei der Geräte- wie auch bei der Anlagenauslegung zu finden. Das grosse Frequenzspektrum möglicher Störeinflüsse erschwert gezielte Schutzmassnahmen in elektronischen Geräten und führt in der Regel zu teuren und umfangreichen Schaltungen. Das Problem kann wesentlich entschärft werden durch Verbesserungen der Anlagenerdungen (Erdäquivalenzflächen), um transiente Anhebungen des Erdpotentials so gering wie möglich zu halten.

Entsprechende Untersuchungen erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Fachgremien der CEI und des CCITT.

*Dr. E. Moll*

---

**Diskussionsgruppe 37  
Planung und Entwicklung elektrischer Netze/Planification et évolution des réseaux**

---

Präsident: *J. Cladé* (Frankreich)

Rapporteur spécial: *V. Berlemont* (Belgien)

**Vorzugsthema 1: Verfahren und Materialien zur Verbesserung und Ausbreitung der Anwendung der Elektrizität. Interessen für Verbraucher und Lieferanten. Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet, potentielle Märkte**

Im Rahmen dieses ersten Themas wurde auf die Substitutionsmöglichkeiten bei ganzheitlichen Energie- und Umweltsüberlegungen hingewiesen. Die Ausweitung der Elektrizitätsanwendung in Produktionsprozessen hängt wesentlich von der Preissituation im Vergleich zu anderen Energieträgern ab. Zunehmende Automatisierung verbunden mit Rationalisierungsmassnahmen, führen zu einer weiteren Verbreitung der Elektrizitätsanwendung. Ökologische Einflüsse führen zu einer Abkehr von Verbrennungsprozessen und zur Substitution thermischer Energie durch elektrische Energie. Ein vernünftiger Ausbau der Wasserkraftreserven und längerfristige eine Rückkehr zur Kernenergie sind abzusehen.

Als interessante Vision wurde ein Beispiel von Wasserstoffelektrolyse behandelt. Einerseits können damit Lasttäler überbrückt werden, andererseits kann mit dem Produkt Erdöl substituiert werden.

**Vorzugsthema 2: Verzögerung grosser Investitionen für die Erzeugung und den Transport elektrischer Energie dank der Möglichkeiten, die Ausnützung der Produktions- und Übertragungsanlagen zu erhöhen und deren Flexibilität auszunützen. Kostenanalysen, Beispiele erhoffter oder ausgeführter Ersparnisse**

Beim zweiten Thema ging es um die Verknüpfung einzelner Netze zwecks Erhöhung der Flexibilität. Diese Lösung ist in den Industrieländern mit ihren Verbundnetzen bereits weitgehend realisiert. Im Vordergrund standen denn auch Fragen planerischer Art: Wie können Kosten und Einsparungen zwischen den beteiligten EVU sinnvoll aufgeteilt werden?

Jeder Partner im «power pool» trägt grundsätzlich seine eigene Verantwortung, muss aber bestimmte Regeln der Zusammenarbeit beachten. Eine starre, feste Aufteilung von Kosten und Einsparungen stösst bei sich rasch ändernden Randbedingungen oft auf Schwierigkeiten. Flexible, situationsgerechte Regeln sind deshalb zweckmässiger.

Neue, rechnergestützte Technologien bieten heute Möglichkeiten, bestehende und geplante Ausrüstungen besser und flexibler zu nutzen. Netzmanagement ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Zukunft der Elektrizitätswirtschaft.

**Vorzugsthema 3: Wie ist die Leistungsübertragung von Hochspannungssystemen zu planen? Rolle von Zwischenspannungen**

Das dritte Thema befasste sich mit der Verdrängung einzelner Normspannungen durch Leistungserhöhung (Beispiel: Ersatz 220 kV durch 380 kV).

Es ist wünschenswert, die Anzahl verschiedener Spannungsebenen auf ein Minimum zu reduzieren. Dem Planer stehen analytische Methoden zur Verfügung, welche modellmässig das Zusammenspiel der einzelnen Systemparameter zeigen und eine entsprechende Optimierung ermöglichen.

Im Rahmen der CIGRE 1990 soll das Thema «Umweltverträglichkeit der Elektrizität im Vergleich zu anderen Energieträgern» einen Schwerpunkt des CE 37 bilden.

*J. Walty*

---

**Diskussionsgruppe 38  
Analyse et technique des réseaux/Analyse und Technik der Netze**

---

Präsident: *R. S. Gens* (Etats-Unis)

Rapporteur spécial: *G. Manzoni* (Italien)

**Sujet préférentiel No 1: Application des ressources de puissance réactive pour l'amélioration du fonctionnement des réseaux, y compris localisation type, importance, modélisation et techniques d'optimisation.**

Ce sujet reprend des questions discutées en 1986, comme la gestion des réserves

réactives pour les réseaux en état normal et défaillant, la localisation des réserves de puissance réactive, leur coordination et gestion en temps réel et leur influence sur la stabilité transitoire.

Des indicateurs simples sont utilisés pour analyser les problèmes d'effondrement de tension sur la base d'analyses de sensibilité.

Le rôle important de la réponse des charges aux variantes de tension est souligné, en particulier celui des transformateurs à gradin régulateurs sous charge, dont la coordination des constantes de temps a joué un rôle majeur dans un incident de réseau.

**Sujet préférentiel No 2: Impact sur l'analyse des réseaux des nouvelles méthodes et techniques relatives aux nouveaux réseaux d'information.**

Une contribution et des discussions portent sur des méthodes expérimentales d'évaluation des impédances de court-circuit. Une technique mise au point aux «Badenwerke» analyse les variations de tension et de courant en un nœud, lors de l'enclenchement de transformateurs. Il est intéressant de constater que cette technique avait été proposée en Suisse il y a une vingtaine d'années. Une autre technique a été expérimentée par le CEGB (Central Electricity Generating Board): il s'agit d'analyses spectrales réalisées lors de fortes variations de charge (installation du Tokamak JET). L'intérêt de l'évaluation des impédances de court-circuit en temps réel est pour le choix de couplages et le contrôle du flicker.

Dans le domaine des nouveaux logiciels de calcul, il faut signaler le rapport 38-03, qui traite d'un programme interactif de stabilité à court et à moyen terme développé en Belgique. Ce modèle a été utilisé pour analyser l'écroulement du réseau belge de 1982. Ce programme conviendrait également pour les études de reconstruction de réseau. L'EDF a décidé de coopérer avec les auteurs de ce logiciel et d'inciter d'autres partenaires à utiliser ce modèle, dans l'intention d'en faire une norme européenne.

L'analyse des risques d'écroulement de tension par des critères simples est également signalée.

Des développements sont attendus ces prochaines années dans le secteur du matériel informatique, permettant de réaliser des calculs transitoires très rapides sur processeurs à architecture parallèle.

Dans le domaine des systèmes experts pour l'aide à la conduite et à la planification des réseaux, la synthèse des résultats de l'enquête menée par une «task-force» du groupe 38 a été présentée. Le rapport a mis en évidence environ 70 projets, en développement principalement dans les entreprises électriques et les centres de recherche universitaires et beaucoup moins dans l'industrie, sauf au Japon. Ce rapport sera publié dans «Electra». Etant donné l'importance du sujet, le Comité 38 a décidé de former un

nouveau groupe de travail, qui sera présidé par le soussigné.

**Sujet préférentiel No 3: Technique de transport aux tensions supérieures à 1000 kV (en alternatif) et à ± 600 kV (en continu): prévisions en matière de transport à ultrahaute tension, description des projets, comparaison des solutions et tendances de la recherche.**

Un rapport de synthèse du groupe de travail 38-04 a été présenté. Un réseau de transport de 2500 km à tension alternative de 1200 kV est en construction en URSS, avec 500 km déjà en service.

*Dr. A. Germond*

---

**Diskussionsgruppe 39  
Betrieb und Führung der  
Netze/Exploitation et conduite des  
réseaux**

---

Präsident: *J. Svoen* (Norwegen)

Rapporteur spécial: *B. K. Lereverend*  
(Kanada)

**Vorzugsthema 1: Richtlinien und Mittel für die Betriebsführung sowie deren Sicherheit, Qualität und Wirtschaftlichkeit**

Das grösste Interesse finden immer noch die optimalen Netzführungsstrategien, wozu brauchbare Daten über die Sicherheit des Netzzustands und die Produktionskosten notwendig sind. Trotzdem Verzögerungen bei der Inbetriebsetzung von Echtzeit-Vorausschauprogrammen wegen der hohen Kosten in Kauf genommen werden müssen, werden beachtliche Anstrengungen unternommen, den Betriebsingenieuren zur Netzführung beste Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen. Vereinzelt werden schon probabilistische Kosten-Nutzen-Analysen für die Erstellung von Tagesprogrammen angewendet.

**Vorzugsthema 2: Neue Mittel und Erfahrungen im vorausschauenden Wirk- und Blindleistungsbetrieb des Netzes, Abschätzung der praktischen Anwendung bezüglich Sicherheit, Qualität und Wirtschaftlichkeit**

Die Optimierung der vorhandenen Reserven in der Erzeugung und in der Transportkapazität ist und bleibt das höchste Ziel der Betriebsleitungen. Die Berech-

nung des optimalen Lastflusses in Echtzeit kann die Verluste verkleinern. Es zeigt sich aber, dass im international vermaschten Netz die Erfassung der grossen Zahl notwendiger Daten in Echtzeit noch lange nicht erreicht ist. Die Probleme der Spannungshaltung und des Blindleistungshaushaltes werden mit zunehmender Auslastung der Netze immer vordergründiger und für die wirtschaftliche Betriebsführung und die Sicherheit der Netze immer wichtiger.

**Vorzugsthema 3: Möglichkeiten und Vorteile der Netzführungszentren bezüglich Datenaustausch und Datenverarbeitung, Systemaufbau der Rechner sowie Einsatz von Netzsimulatoren in den Netzführungszentren**

Der zunehmende Einsatz von Breitbandübermittlungsmitteln macht den bis heute sehr eingeschränkten Datenaustausch zwischen Lastverteilzentren zunehmend ausgeprägter. Immer noch fehlt aber eine klare Standardisierung der Daten und der Datenverarbeitung. Der heute besseren technischen Austauschmöglichkeit aller Daten steht in der Anwendung des freien Datenaustausches hingegen eine grössere Konkurrenzierung der Energieversorgungsunternehmen gegenüber, da diese je länger je marktgerechter geführt werden. Zur Ausbildung der Betriebsingenieure, zur Vorschau der Netzführung und zum Testen neuer Anwendungen werden immer mehr Netzsimulatoren eingesetzt. Die künstliche Intelligenz beginnt mit ihrem Einzug auch in der Planung neuer Lastverteiler; es stehen aber noch keine solchen in Echtzeit im Einsatz.

*Dr. F. Schwab*

---

**Table ronde/  
Diskussion am runden Tisch  
Les systèmes électriques dans les pays en voie de développement/Elektrische Systeme in den Entwicklungsländern**

---

Le but de la Table Ronde était de répondre à la grande question suivante:

**Dans quelle mesure la CIGRE peut-elle - en tenant compte de sa structure actuelle, de ses méthodes de travail, et d'une éventuelle augmentation de ses moyens - étendre ses activi-**

**tés afin de contribuer efficacement au développement des réseaux et systèmes électriques des pays en développement?**

Les 15 participants aux débats ont chacun à leur manière sélectionné et analysé les principales difficultés communes au développement actuel des réseaux des pays en développement et les ont classées comme suit:

- Manque important de moyens financiers
- Instabilité des systèmes économiques
- Trop de différences dans le domaine des connaissances techniques entre les pays industrialisés et les pays en développement
- Manque de compétence dans les opérations et la maintenance après réalisation d'un projet contrôlé par des équipes d'ingénieurs conseil et sponsorisés par des agences internationales.
- Manque de données de base et de critères appropriés afin de soutenir les programmes de planification et de sélectionner les projets retenus.
- Présence de nouveaux défis professionnels dans les pays de grande taille, où les problèmes de distances, de densité de population et de surcharge des réseaux sont plus importants et pesants pour la mise en œuvre et le développement des réseaux et systèmes électriques que dans les pays industrialisés.

---

**Table ronde/  
Diskussion am runden Tisch  
Fiabilité/Zuverlässigkeit**

---

La réunion a pris la forme d'une Table ronde pour discuter du *Guide d'Application de l'Analyse de la Fiabilité des Réseaux* du GT 38-03. Chacun des auteurs, ou son représentant, a présenté sa contribution et les participants ont apporté leurs commentaires. Trois comités d'études CIGRE ont également participé à cette réunion (CE 11, 14 et 39).

Ce guide très complet est une aide précieuse pour chaque expert confronté avec les problèmes de la fiabilité. L'opinion a été exprimée que ce guide soit utilisé au mieux par les Comités d'Etudes de la CIGRE, chacun dans son domaine respectif.

En 1991 un *Symposium International* sera organisé à Montreal sur le thème de la fiabilité.

Das «ixotherm»-Mittelspannungskabel von Dätwyler weist eine sehr hohe elektrische Reserve auf. Die Längs- und Querswasserdichtigkeit schützt es wirksam vor schädigenden Einwirkungen durch Wasser, und die aussergewöhnlich robuste Konstruktion gewährleistet einen hervorragenden mechanischen Schutz. Auch als Einleiterkabel erfüllt es sehr hohe mechanische Anforderungen.

Diese Konstruktionselemente sind im härtesten praktischen Einsatz entscheidend:

- Leiterschirm, Isolation und Isolationschirm sind gasvernetzt und zu einer kompakten Einheit verschweisst.
- Ein leitendes Quellvliesband und ein mit dem speziellen PE-Aussenmantel verschweisster Gummizwischenmantel garantieren die Längs- und Querswasserdichtigkeit und die hervorragenden mechanischen Eigenschaften.

Das «ixotherm»-Kabel der 2. Generation ist das Mittelspannungskabel für höchste Betriebssicherheit.

Tausende von Kilometern verlegter «ixotherm»-Kabel bewähren sich seit Jahren in der Praxis. «ixotherm»-Kabel der 2. Generation vom Typ XKDT haben ihre Probe auch in kritischen Situationen, zum Beispiel bei der verheerenden Hochwasserkatastrophe vom Sommer 1987 in Uri, auf überzeugende Art bestanden. Deshalb setzen sie sich mehr und mehr durch.

Die Hochwasserkatastrophe 1987 in Uri beweist:

«ixotherm» bleibt auch in kritischen Situationen funktionstüchtig.

# ixotherm®

2. Generation

Verlangen Sie eine Dokumentation bei:

Dätwyler AG  
Schweizerische Kabel-, Gummi- und Kunststoffwerke  
CH-6460 Altdorf  
Telefon 044 - 4 11 22

## Dätwyler

# Ein neues Licht auf dunklen Strassen



Die neue Bistrahleuchte von STR mit nur einer Lichtquelle und dem Gegenstrahleffekt für Strassen- und Tunnelbeleuchtungen.

Auf der Suche nach neuen Lösungen hat STR eine Leuchte entwickelt, die nicht nur einen technischen Fortschritt darstellt, sondern auch einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit leistet. So vermitteln die in der Bistrahleuchte quer zur Fahrtrichtung angebrachten

Glaslamellen dem Fahrzeuglenker eine optische Führung über den Fahrbahnverlauf. Gleichzeitig erzeugt die Gegenstrahlbeleuchtung einen erhöhten Kontrast, wodurch die Hindernisse oder Fahrzeuge besser sichtbar werden.

Die neu konzipierten Leuchten, die in einreihiger Anordnung angebracht werden, bestehen aus einem rostfreien Stahlgehäuse mit abnehmbarem Deckel und zwei Reflektoren, wovon jeweils einer im Gegenstrahlprinzip auf eine Fahrbahn wirkt.

Sämtliche Berechnungen in bezug auf die Wahl der optimalen Reflektoren, der lichttechnischen Werte und der Leuchtenanordnung werden mit Hilfe firmeneigener Software durchgeführt.

Standard Telephon und Radio AG  
Produktbereich Licht und Energie  
8820 Wädenswil, Im Giessen  
Telefon 01/780 54 44  
Telefax 01/780 99 54



Wir sind Ihr Partner für Licht und lassen für Sie das richtige Licht leuchten...

## ● Beleuchtung für Strassen und Plätze

Ein leuchtendes Beispiel:

*Limmattalerkreuz N1/N20  
beleuchtet mit  
CORA-Strassenleuchten*

Wir lösen Ihre Beleuchtungsprobleme gerne – verlangen Sie ausführliche Dokumentationen oder den Besuch unseres Fachberaters.



# Ihre Licht-Macher

8027 Zürich  
3000 Bern  
1000 Lausanne

Giesshübelstrasse 30  
Wagnerstrasse 35  
Avenue C.F. Ramuz 104

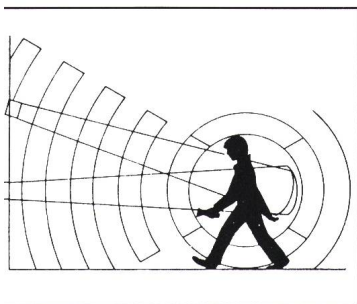
01/466 91 11  
031/45 11 71  
021/28 13 13

# Damit das Licht von selbst ein- und ausschaltet: Kopp Infrarot-Bewegungsmelder.

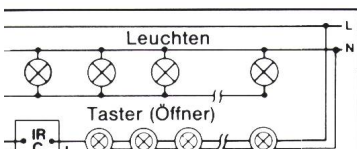


**NEU:** AP-Ausführung  
mit Relais 2000 VA

**Installieren Sie Infracontrol z.B. in Kellern,  
Treppenhäusern, Durchgängen, Tiefgaragen, am Haus  
als einfache Sicherheitsanlage.**



Infracontrol als Treppenlicht-Automat  
Tasterschaltung:



- Infracontrol reagiert auf jede Bewegung bis 10 m Entfernung, schaltet sofort das Licht ein.
- nach eingestellter Zeitspanne löscht das Licht aus.
- 2-Draht: Triac max. 400 W  
3-Draht: Relais max. 2000 VA.
- mit Dämmerungsschalter.
- für Innen- und Aussenmontage, robust und betriebssicher.
- Modelle UP, AP, einfache Installation, SEV-geprüft.

Infracontrol-Bewegungsmelder,  
ein Qualitätsprodukt von **Kopp**



Generalvertretung für die Schweiz  
Julius Fischer AG

SB 3.12.88

## Infracontrol interessiert mich

- Schicken Sie Prospekt und Preisliste  
 Ich wünsche eine Vorführung  
 Bitte rufen Sie an

Name/Firma: \_\_\_\_\_

Strasse, Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

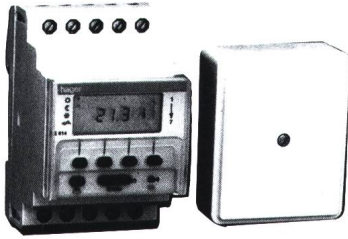
Telefon: \_\_\_\_\_

Julius Fischer AG

**hager**

votre partenaire  
pour le modulaire

## Thermostat programmable E 614



Un seul appareil, 2 fonctions:

- thermostat  
consignes températures « confort, réduit, hors-gel» • affichage des consignes et de la température ambiante • fonction optimiseur
- programmeur  
cycle hebdomadaire et journalier par tranches de 1 minute • programmation par touches et dialogue avec écran L.C.D.

sortie	pouvoir de coupure	tension d'alim.
1 contact inverseur	10 A 250 V ~ AC1	220/240 V 50/60 Hz

S.A. Hager Modula A.G.

Chemin du Croset 3  
Case postale n° 191

1024 ECUBLENS/VD  
Tél. (021) 35 98 48

Télex 45 47 12  
Téléfax (021) 341 724

vente par votre grossiste habituel!

# LAREL

## Elektromobil

LAREL –  
das typengeprüfte und in  
über 100 000 Testkilometern  
bewährte Elektromobil.  
Max. Geschwindigkeit: 80 km/h.

Bitte verlangen Sie  
Vorführung und  
Probefahrt.



LAREL –  
das umweltfreundliche  
Stadt- und Nahverkehrs-  
fahrzeug für den Alltag.  
Leise, sauber, wirtschaftlich.

Grand Prix E 1987/1988 — Sonderpreis für das alltagstauglichste Elektromobil.

## LARAG AG

Nutzfahrzeugwerke · Toggenburgerstr. 104 · 9500 Wil  
Telefon 073 25 11 55

• Messen • Registrieren • Regeln •

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI

# ABB METRAWATT AG

Felsenrainstrasse 1 · 8052 Zürich · Telefon 01-302 35 35 · Telex 823 647 · Telefax 01-302 17 49  
52, route du Platy · 1752 Villars-sur-Glâne · Téléphone 037-24 77 57 · Téléfax 037-24 12 85