Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques CIGRE

Autor(en): **[s.n.]**

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): **77 (1986)**

Heft 23

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904312

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques CIGRE

31. Session vom 24. August bis 4. September 1986 in Paris

Erfolgreiche Session 1986

Wiederum traf sich etwa die gleiche Anzahl Kongressteilnehmer wie in der Session 1984[1], um ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse vorzustellen und zu diskutieren. Das Programm des Technischen Komitees war sehr belastet durch die zahlreichen, oft breitangelegten Fragestellungen. Organisatorische Neuerungen haben sich bewährt, so zum Beispiel Panel-Diskussionen über gebietsüberschneidende Themen, die es ermöglichten, auch spontane Beiträge zu bringen und Erkenntnisse aufzuzeigen. Für die eigentlichen Sessionen der Studien-Komitees (Diskussionsgruppen) wurden die Diskussionsbeiträge wie im Vorjahr vorbesprochen und koordiniert, wodurch Qualitätsverbesserungen erreicht wurden und Wiederholungen reduziert werden konnten. Andrerseits ist dieses Vorgehen nicht unbestritten. Im weiteren wurde die Möglichkeit geschaffen, mehr Textvolumen im «Compte rendu» zu publizieren, als mündlich vorgetragen wurde.

Fortschritte in wissenschaftlichen Erkenntnissen

Auf allen 15 behandelten Fachgebieten sind deutliche technische und wissenschaftliche Fortschritte festzustellen. Sie werden in den nachfolgenden Beiträgen besonders behandelt. Über alle Fachgebiete hinweg hat die Sicherheit der elektrischen Energieversorgung und damit die Zuverlässigkeit der Anlagen und deren Komponenten zentrales Interesse gewonnen. Die Steuerung und Überwachung der Anlagen und Geräte, in zunehmendem Masse mit elektronischen Systemen, ist bemerkenswert. Allgemein zu erwähnen sind ebenfalls die aus der Werkstoff- und Materialforschung resultierenden Fortschritte bei den Produkten der elektrischen Energieverteilung, insbesondere auch bei den Systemen der Gleichstromübertragung.

[1] Bericht über die CIGRE-Session 1984 im Bull. SEV/VSE 76(1985)1, S. 40...48.

Zusammenarbeit mit anderen Organisationen auf gutem Wege

So wurde eine Vereinbarung getroffen, welche die Zusammenarbeit zwischen dem CIRED (Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution) und der CIGRE regelt. Sie sieht eine Konsultation in wissenschaftlichen Fragen und partielle Zusammenarbeit auf einzelnen Fachgebieten vor. Ferner wurden erste Schritte unternommen, welche die Zusammenarbeit zwischen der CIGRE und den Transmission- und Distribution Committees of the Power Engineering Society (IEEE) regeln soll. Gegenseitige Vertretungen mit weiteren relevanten Organisationen wurden schon früher geregelt. Generell sollen damit eine gebietsübergreifende Behandlung von technischen Fragen gefördert und Arbeiten über gleiche Themen vermieden werden.

Die dezentrale Aktivität der CIGRE nimmt zu

Symposien

Einzelne Themen der Studienkomitees werden in ein- bis dreitägigen dezentralen Symposien vertieft behandelt. Für das Jahr 1987 sind zwei Symposien geplant: In Wien, vom 5. bis 7. Mai, über das Thema «Matériels nouveaux et améliorés pour l'électrotechnologie», und in Boston, vom 28. bis 30. September, mit dem Thema «Transport à courant continu et à courant alternatif, interaction et comparaisons».

Regionale Meetings

Die Versuche mit Regionalmeetings sind ermutigend, so dass 1987 ein Meeting in Sydney für Südostasien und den Westpazifik organisiert wird; ferner in Buenos Aires, im Juni 1987, für Lateinamerika. Diese Meetings sollen in der Region die Resultate der Session von Paris dezentral vertiefen und regionale Anforderungen in die zukünftige Arbeit der CIGRE zurückfliessen lassen. Beide Aktivitäten sollen den Bedürfnissen in verschiedenen Regionen besonders Rechnung tragen. Sie bedürfen andrerseits einer sorgfältigen Vorbereitung, da sie nahezu ausschliesslich von den lokalen CIGRE-Mitgliedern bestritten werden.

Nächste Session 1988 im Palais des Congrès in Paris

Nach zahlreichen Untersuchungen zur Verbesserung der Tagung wird die nächste Session im Palais des Congrès in Paris stattfinden. Die Zeitdauer wurde auf 1 Woche reduziert und ist auf den 28. August bis 3. September 1988 festgelegt.

Organisatorisches

An der Generalversammlung vom 1. September wurde der bisherige Präsident, Mr. *W.S. White Jr.*, als Präsident bestätigt. Ebenfalls wurde Professor *K.H. Schneider* als Präsident des Technischen Komitees bestätigt.

Innerhalb der schweizerischen Delegation ist *F. Hofer* als Mitglied des Conseil d'Administration zurückgetreten. Als sein Nachfolger wurde *K. Küffer* gewählt. Der zweite schweizerische Vertreter, *L. Erhart*, wurde im Executive Committee und als Trésorier wiedergewählt. Für den zurückgetretenen *R. Brüderlin* wurde Dr. *J. Iseli* als Auditor gewählt.

L. Erhart

Bericht über die einzelnen Sessionen

Diskussionsgruppe 11
Machines tournantes

Président: *J. Dacier* (Belgique)
Rapporteur spécial: *R.D. Kranz* (Suisse)

Sujet préférentiel N° 1 – Instrumentation en exploitation (Amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des grandes machines synchrones)

Les développements techniques dans les systèmes d'instrumentation et de traitement des données progressent rapidement et sont de nature à améliorer la fiabilité. Les questions qui se posent sont: qu'est-ce qui doit être instrumenté, par quelles techniques et comment celà doit-il être utilisé par les opérateurs?

Ce qui est mesuré dépend des points de vue différents des exploitants et des constructeurs. Les utilisateurs souhaitent disposer de méthodes capables de détecter à

l'avance un besoin de maintenance et de réduire la durée des arrêts. Les constructeurs, pour des raisons économiques, ne veulent pas répéter une instrumentation qui a été nécessaire dans le passé à la mise au point d'une construction devenue classique. On doit prendre en compte le risque d'installer des capteurs supplémentaires réduisant la fiabilité. Tout le monde est d'accord sur la nécessité d'instrumenter les enroulements stator en fonctionnement, en vue de prévoir une action corrective rapide aux différents types de dégradations possibles.

Le développement de nouvelles techniques continue, et plusieurs exemples sont présentés: mesure de l'entrefer des alternateurs hydrauliques, bouchage et détection des fuites dans les enroulements stator et rotor, courts-circuits entre spires rotor, détection de masse rotor, mesure des vibrations du rotor et de l'enroulement stator, sortie de mesures par télémétrie pour les rotors sans contact, amélioration des techniques d'analyse du gaz.

Certaines de ces instrumentations peuvent être réalisées à l'aide de fibres optiques (capteurs et transmissions), avec l'avantage évident des faibles dimensions, d'une bonne tenue à la haute tension, d'une insensibilité au champ électromagnétique et de la précision.

Avec la complexité croissante des mesures, l'usage de microprocesseurs surveillant les paramètres en fonctionnement s'est généralisé pour aider les exploitants. Il existe de nombreux systèmes pour des actions spécifiques, par exemple mesure des températures des barres stator ou des vibrations rotor, disponibles comme modules séparés.

Il existe aussi des exemples de systèmes d'instrumentation complets basés sur des modèles analytiques et les principes du diagnostic médical. Ils ont déjà été appliqués, et les avantages présentés sont différents. Alors que le modèle analogique fait des comparaisons avec une signature enregistrée dans des conditions données, les techniques de diagnostic sont basées sur des déductions. Les deux sont capables de fournir une éducation basée sur l'expérience, mais le second fonctionne à partir d'une banque de données centralisée. Les avantages prévus pour les exploitants sont différents, mais chaque système demande une certaine adaptation.

Sujet préférentiel N° 2 – Moteurs spéciaux, y compris les dispositifs de variation de vitesse

Les économies de puissance potentielles avec des entraînements à vitesse variable, comparés à d'autres méthodes de contrôle du débit de fluide, sont évidentes, particulièrement pour les marches à charge partielle. Quelles sont les considérations majeures dans le choix des moteurs, ainsi que du type du convertisseur de fréquence, peuvent-elles être appliquées aux moteurs existants, quelles dispositions spéciales pour l'instrumentation, la protection et la maintenance des auxiliaires de chaudière sont nécessaires avec les entraînements à vitesse variable? Telles sont les questions posées.

La construction robuste des moteurs à cage d'écureuil a eu la préférence aux USA, alors que les possibilités plus grandes des moteurs synchrones alimentés par un convertisseur de fréquence en ce qui concerne les gammes de puissance et de vitesse ont eu la faveur des Européens. Cependant, il existe des développements en vue de repousser les limitations des moteurs à cage d'écureuil. L'entrefer plus important est par ailleurs un avantage spécifique des moteurs synchrones.

Dans les applications à grande puissance et vitesse élevée, les vitesses critiques du rotor et les contraintes mécaniques constituent des limites naturelles à l'application des moteurs à bagues, à cage d'écureuil, et finalement synchrones à rotor bobiné. Des développements futurs concernent une construction à aimants permanents.

Les avantages économiques en fonctionnement nominal et à charge partielle des entraînements par convertisseurs à vitesse variable ont déjà conduit à une large application. On identifie des économies de puissance pour les applications aux pompes alimentaires de chaudières, l'entraînement de ventilateurs et de pompes de circulation d'eau. L'investissement initial est aisément compensé par les gains d'énergie sur la durée de vie du matériel.

Les gains d'énergie peuvent aussi justifier l'application à des installations anciennes, mais l'adaptation à des moteurs existants peut être plus difficile et restrictive. Des développements de moteurs à cage d'écureuil contrôlés par thyristors se poursuivent. Une étude du comportement dynamique en torsion doit toujours être faite, et une décision spécifique doit être prise dans chaque cas.

Il n'y a pas eu de contributions concernant l'instrumentation souhaitable. Des avantages supplémentaires ont été mis en évidence pour les équipements électriques de la centrale: courants de démarrage plus faibles, meilleure réponse en tension, conduisant à une réduction des contraintes sur les transformateurs et les contacteurs.

Un besoin évident s'est fait sentir d'une terminologie normalisée, pour aider la compréhension dans le domaine des systèmes convertisseurs.

Sujet préférentiel N°3 – Méthodes d'amélioration de la fiabilité et extension de la durée de vie des machines (diagnostics et techniques de modernisation)

L'instrumentation et les essais permettent le diagnostic de l'état de la machine. La pratique courante est focalisée sur les isolations stator et rotor. La capacité de ces techniques à détecter des défauts latents et à estimer la durée de vie résiduelle détermine leur importance en vue d'améliorer la fiabilité et la maintenance à court terme ainsi que de fixer les besoins et méthodes de modernisation.

De nombreuses méthodes ont été présentées, permettant un diagnostic de l'état du rotor, du stator, du calage des têtes de bobines stator et de l'isolation. Tout le monde s'accorde sur la nécessité du contrôle de l'état des têtes de bobines statoriques, et diverses méthodes pour mesurer le serrage des calages à l'arrêt ont été décrites. L'enregistrement des conditions initiales permet de quantifier la détérioration pendant les inspections de maintenance. Il est souligné l'importance de l'inspection visuelle quand il s'agit de déterminer l'état d'un enroulement stator.

Des progrès considérables ont été réalisés en vue d'identifier les différentes sources de décharges et leur danger potentiel.

- Une contribution a évoqué la possibilité de quantifier la durée de vie résiduelle à partir de la réduction de la tension de claquage.

- D'autres développements sont cependant nécessaires pour donner une évaluation quantitative de la vie résiduelle d'un enroulement, localiser le point le plus faible et le mécanisme de destruction le plus probable. Il faudra utiliser des procédures d'évaluation précises, et toute expérience antérieure sur un système particulier donné augmentera la capacité à faire une bonne prévision à partir de résultats d'essais.

Les méthodes de diagnostic conduisent déjà à allonger les intervalles entre périodes de maintenance et d'examen sur le site; par exemple, les contrôles dans l'entrefer peuvent permettre d'éviter un démontage du rotor dans certains cas.

On a souligné les avantages d'une instrumentation permanente en fonctionnement, un diagnostic continu permettant de continuer l'exploitation avec un défaut et d'arrêter le groupe juste avant que la situation ne devienne critique.

Dans l'ensemble, les participants ne partagent pas les doutes émis sur la capacité de l'isolation de masse rotor à supporter les pics de tension imposés par les excitations à réponse rapide: les matériaux traditionnels sont jugés suffisants pour répondre aux besoins actuellement.

Une communication souligne l'avantage des excitations à grand nombre de phases, pour réduire les pics de tension.

Il existe de nombreuses possibilités de moderniser les vieux groupes hydrauliques. On peut procéder par étapes, depuis un remplacement de l'enroulement stator jusqu'à un changement complet du circuit magnétique, de l'enroulement, et de la turbine qui peut apporter un gain de puissance allant jusqu'à 30%. Des développements ont par ailleurs été réalisés pour augmenter la capacité des paliers-butées des groupes hydrauliques par de nouveaux matériaux.

J.M. Hodge (Secrétaire du CE)
J.M. Guillard (Secrétaire de séance)

Diskussionsgruppe 12
Transformatoren/Transformateurs

Präsident: *W. Dietrich*
(Bundesrepublik Deutschland)
Rapporteur spécial: *D.J. Allan*
(Vereinigtes Königreich)

Vorzugsthema 1: Spezialtransformatoren (HGUe-, Gleichrichter-, Ofentransformatoren usw., Anforderungen und Beanspruchungen)

HVDC-Converter-Transformatoren: (Hochspannungs-Gleichstrom HGÜ)

Hauptsächlich ging es hier um die Definition der dielektrischen Prüfungen und um die Einflüsse von Gleichstromanteilen sowie von höheren Harmonischen. Die heutigen divergierenden Normen erwecken den Ruf nach einheitlichen harmonisierten Testmethoden. Ungeachtet der guten Betriebserfahrungen strebt man nach zwei- oder mehrfacher Umkehr der Polarität bei der Werksprüfung, verbunden mit einer Überwachung der Teilentladung gemäss «ELECTRA-Methode» vom Mai 1976[1]. Nachdrücklich wurde hervorgehoben, wie besonders wichtig hier die Reinheit und die Trockenheit des Öles bzw. der Isolation ist. Mit einer Näherungsmethode kann bei den Lastverlusten der Einfluss der Strom-Harmonischen im Betrieb abgeschätzt werden.

Wesentlich sind ausserdem die Auswirkungen von Gleichstromgliedern auf die Verluste des Eisenkernes, wobei auch die Leerlaufströme und ganz besonders die Geräusche stark mit der Belastung variieren.

Gleichrichter-Transformatoren:

Eine zusätzliche Methode, vorgeschlagen im Rapport 12-15[2], gestattet auch hier die Abschätzung der Verluste im Betrieb unter Einfluss der Strom-Harmonischen.

Ofen-Transformatoren:

Gerade auf diesem Gebiet treten die beiden Technologien «Shell-type» und «Core-type» besonders stark in Konkurrenz.

Ausführungsbeispiele von Hochstrom-Wicklungen und -Ausleitungen brachten Vorschläge für eine günstige interne Stromverteilung.

Spezielle Themen:

Die weitverbreiteten «Kraftspeicher-Schnellschalter mit Überschaltwiderständen» nach dem Grundprinzip von «JANSEN» haben dominierende Präferenz gegenüber den Vakuumschaltern. Von der Maschinenfabrik Reinhausen (MR) wurde darauf hingewiesen, dass sich vom ersteren Typ über 2000 Stück erfolgreich in Service befänden, teils mit über 200 000 Schaltungen/Jahr; von den Vakuumschaltern seien keinerlei Vorzüge zu erwarten.

Beim Thema «Schaltspannungen, speziell in SF_6-Anlagen» wurde auf Oszillationen grösser 100 kHz bis über einige MHz hingewiesen. In diesem Frequenzbereich können interne Resonanzen und Reflexionen bei Regelwicklungen im Nullpunktbereich auftreten. Die sehr steilen Eingangswellen, provoziert durch Überschläge in der SF_6-Gasisolation, warfen erneut die Frage nach «Steilwellen-Prüfungen» auf. Eine Arbeitsgruppe wird sich wahrscheinlich mit diesem Thema befassen.

Zum Punkt «Erwärmungsläufe» erfolgte der Hinweis, dass der Kupfer-Luft-Gradient abnimmt, wenn die Umgebungstemperatur zunimmt; eine entsprechende Korrektur in den CEI-Normen bei extrem hohen Umgebungstemperaturen (Ambient Temperatures) wurde angeregt.

Vorzugsthema 2: Untersuchungsmethoden im Betrieb (Bestimmung des «hot spot», Teilentladungsprobleme - Kontrolle des Öls und Gasanalysen - mechanische Veränderungen - Verwendung von Mikroprozessoren)

Direkte «Hot Spot»-Messung:

Im Zusammenhang mit dem neuen «Loading Guide» erhebt sich seitens der Betreiber teilweise der Wunsch nach einer direkten «Hot Spot»-Messung im Betrieb. Der vorgeschlagene Faktor K = 1,1 in den CEI-Normen variiert im neuen «Loading Guide» zwischen 1,1 und 1,5; die Benutzer wollen hier eine klare Spezifikation. Die direkte Messung mit Hilfe der Fiber-Optik ist zwar gut, aber ob man dabei wirklich den «hottest Hot Spot» örtlich erfasst, ist nach wie vor sehr zweifelhaft.

Teilentladungs (TE)-Lokalisierung und Messung:

An einigen Beispielen wurde die direkte TE-Lokalisierung im Betrieb gezeigt, teils elektrisch, teils mit Ultraschall. Die Voraussetzung hierfür ist aber ein sehr niedriger Grundstörpegel, eine Voraussetzung, die vielfach nicht vorhanden ist.

Öl-Gas-Analysen:

Zwei Methoden sind in Entwicklung. Eine erste, welche die erreichte Temperatur auf Grund der Gasabscheidung aus der Isolation nachträglich bestimmt, und eine zweite, welche kontinuierlich vier charakteristische Gase zur Zustandsbestimmung heranzieht. Die Prüfmethoden sind zurzeit noch nicht ausgereift, aber Beispiele demonstrierten, dass einige Fehler frühzeitig erkannt und behoben werden konnten. Kontrollen an den Durchführungen an Öl aus dem Flanschbereich sind zwar besser als solche an Öl aus dem Durchführungskopf, rechtfertigen sich aber im Hinblick auf die unzuverlässige Aussagefähigkeit kaum.

Kontrolle mechanischer Wicklungsdeformationen:

Auch hier gibt es zwei Methoden: Die Indikation über die «Frequenz-Analyse» oder den «Impuls-Test»; letzterer zeigt sich meist zu empfindlich gegenüber Messleitungsbeeinflussungen. Eine Kontrolle der Vorpressung ist bei beiden Methoden jedoch nicht möglich. Zur kontinuierlichen Messung können die kapazitiven Durchführungs-Anzapfungen herangezogen werden.

Mikroprozessor-Systeme:

Dieses Gebiet liegt zurzeit in einer Startphase und bedarf noch einer umfangreichen Weiterentwicklung, auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Erste Erfahrungen über einen Zeitraum von 5 Jahren liegen vor über ein 750 kV-HGÜ-System. Im Zeitalter der Computerisierung sind die Zukunftschancen aber sicherlich gut.

Vorzugsthema 3: Neue Materialien für Leistungstransformatoren (verlustarme Magnetbleche - amorphe/superorientierte/mikrokristalline -, zellulosefreie Isoliermaterialien, gasisolierte Transformatoren, neue Konstruktionsmaterialien)

Darüber wurde beim 17. CIGRE-Kolloquium «Transformatoren» im Juni 85 in Helsinki schon ausgiebig diskutiert; es sei hier auf den diesbezüglichen Bericht «Bull. ASE/UCS 76(1985)19, 12. Oktober», Seite 1178, verwiesen.

Ergänzend gab es noch folgende Beiträge:

Magnetmaterial mit niedrigen Verlusten:

Amorphem Material räumt man aus heutiger Sicht keine realistischen Zukunftschancen für Grosstransformatoren-Eisenkerne ein. (Lediglich Wickelkerne von Kleintransformatoren haben gewisse Aussichten.) Versuche mit geschichteten Kernen aus amorphen Material-Rollen bei 0,15 mm Dicke brachten weder technologische noch ökonomische Erfolge.

Die Verlustkapitalisierung hat sich nach langjährigem Anstieg anscheinend stabilisiert; es sollten daher jetzt auch die Magnetblechpreise stabil bleiben, welche heute ohnehin die «Wire Bare»-Basis des Kupfers bereits überschritten haben. Die Verwendung von HiB-Blechen ist weltweit eingeführt, sowohl ohne als auch mit Laserbehandlung.

Die Verlustreduktion von Laser-Blechen wurde mit etwa 15% angegeben. Aus «Schweizer Sicht» scheint eher der halbe Wert gerechtfertigt, es sei denn, das frühere Bezugsniveau war schon zu schlecht. Der Geräuschpegel liegt dagegen etwa 3 dB(A) höher als der vergleichbarer HiB-Bleche.

Es wurde angeregt, als Norm den sogenannten «Single Sheet-Test» (Einzelblechmessung) einzuführen und auch eine Blechisolations-Prüfung durchzuführen.

[1] Bo. Wahlström: Essais de tension sur les transformateurs et sur les inductances de lissage des transports à haute tension continue. ELECTRA 1976/A6, pages 19...38

[2] C.M. Arturi, A. Bahare, A. Bossi, C. Caprio, S. Calabro, F. Coppadoro, S. Crepaz: Pertes conventionnelles et réelles dues à la charge dans les transformateurs haute tension continue CIGRE. Session 1986, rapport n° 12-15

Zellulosefreies Isoliermaterial

Aramid-Fiber für höhere Betriebstemperaturen ist gut verträglich mit Öl und «elektrisch vergleichbar» mit Zellulose. Da bei Erhöhung der Temperatur von 75 °C auf 150 °C die Lastverluste um 30% steigen, sind einer solchen Steigerung auch wirtschaftliche Grenzen im Hinblick auf die Kapitalisierung gesetzt; das wärmefeste Material ist ausserdem noch teuer, und letzten Endes muss man auch die Lebensdauer des Transformatorenöles beachten.

Dagegen ist für Lokomotiv-Transformatoren die Verwendung von Isolierstoffen höherer Wärmeklassen interessant, da auf diesem Gebiet das Gewicht oft eine wichtige Rolle spielt. In extremen Fällen wird man ausserdem das normale Mineralöl durch Silikon-Öl ersetzen.

Gasisolierte Transformatoren

Hauptsächlich in Japan wird auf diesem Gebiet entwickelt. Gerechtfertigt erscheint die Verwendung nur in Sonderfällen, wenn spezielle Feuerschutzbedingungen vorherrschend sind. Die komplexe Kühlung ist extrem teuer.

Konstruktionsmaterial

Zahlreiches lamelliertes Konstruktions-Material für die inneren Abstützungen und Presselemente aus Epoxy-Glas oder Holz-Epoxy-Glas sowie Honigwaben-Material («Honeycomb Resin-Supports») wurden vorgestellt.

Die Wirtschaftlichkeit ist zurzeit noch schwer abschätzbar. Es scheint, dass komprimiertes Schichtholz, Plyboard und Transformerboard doch nicht so leicht zu verdrängen sind, wie auch die traditionnelle Zellulose ihre Stellung eindeutig behauptet. *J. Kreuzer*

Diskussionsgruppe 13
Schaltgeräte / Appareillage de coupure

Präsident: *E. Ruoss* (Schweiz)
Rapporteur spécial: *G.C. Damstra* (Niederlande)

Vorzugsthema 1. Antrieb für Hochspannungs-Leistungsschalter, Stand der Technik, Entwicklungstendenzen

Verschiedene Beiträge bestätigen, dass heute numerische Programme zur Simulation des Gesamtsystems Antrieb – Löschkammer – Lichtbogen zu einem wesentlichen Entwicklungswerkzeug auch bei der Antriebsentwicklung geworden sind. Damit können Entwicklungen gezielter durchgeführt werden und es wird durch Kenntnis der kritischen Belastungen und kritischen Elemente die Zuverlässigkeit des fertigen Systems besser gewährleistet.

Bei modernen SF_6-Schaltern kann eine Entlastung der Antriebs- und Übertragungselemente durch eine Reduktion des Antriebsbedarfs erreicht werden, indem ein Teil der Kurzschlussenergie zur Lichtbogenlöschung genutzt wird; dies geschieht über Druckerzeugung durch die Lichtbogenheizung oder über Lichtbogenrotation. Von dieser Möglichkeit wird zunehmend auch bei Spannungen über 36 kV Gebrauch gemacht.

Schwerpunkt bei diesem Themenkreis war der Vergleich verschiedener Antriebstechniken (mechanisch, pneumatisch, hydraulisch) und bisheriger Erahrungen bezüglich ihrer Zuverlässigkeit. Die Aussagen über Betriebserfahrung, spezifische Probleme und Erwartung über den zukünftigen Einsatz der drei Grundtechniken waren teilweise widersprüchlich. Als Hintergrund dazu wurde gezeigt, dass die verschiedenen Techniken spezifische Schwächen aufweisen, dass diese jeweils durch Entwicklungsanstrengungen kompensiert werden konnten und dass manchmal verschiedene Entwicklungsstufen der Antriebstechniken verglichen worden sind. Als ein neuer Ansatz wurde die Vereinigung der Vorteile zweier Grundtechniken vorgestellt, ein mechanischer Energiespeicher mit hydraulischer Antriebs- und Steuerfunktion.

Die in neuer Zusammensetzung gestartete Arbeitsgruppe 13.06 soll den Stand der Zuverlässigkeit heutiger Leistungsschalter ermitteln, um Grundlagen zur weiteren Verbesserung zu erarbeiten.

Vorzugsthema 2: Schaltvorgänge in Vakuumschaltern

Die Beiträge zeugten von einer weiterhin intensiven Forschungsaktivität, durch die der Zusammenhang zwischen Schaltverhalten und dielektrischer Festigkeit einerseits und Kontaktmaterial und konstruktiven Grössen wie Elektrodenform, überlagertem Magnetfeld und Öffnungsgeschwindigkeiten andererseits ermittelt wird. Zum Verständnis der verschiedenen Bogenzustandsformen, insbesondere der Bogenkontraktion, werden sehr unterschiedliche und anspruchsvolle Diagnostikmittel eingesetzt.

Der Problemkreis des Stromabrisses und mehrfacher Wiederzündungen, die dadurch erzeugten Überspannungen bzw. ihre Begrenzung durch «Überspannungs-Absorber» wurde verschiedentlich angesprochen. Besonders zu beachten ist dabei das Schalten blockierter oder startender Motoren mit Berücksichtigung der Kreiselemente wie Kabellänge und Kabelzahl.

Es wurde über das Phänomen sehr später Spannungszusammenbrüche des offenen Schalters berichtet, die jedoch unkritisch sind, da ein Vakuumschalter die dabei einsetzenden hochfrequenten Stromschwingungen sofort wieder unterbrechen kann.

Verschiedentlich wurde festgestellt, dass bestehende Prüfnormen nicht ganz unabhängig vom Löschprinzip sind und einzelne Prüfungen fordern, die für Vakuumschalter vollkommen unkritisch sind, dafür andere nicht enthalten, die für die Beurteilung der Qualität eines Vakuumschalters sinnvoll erscheinen.

Vorzugsthema 3. Trenner und Trennschalter für Spannungen ab 3,6 kV

Nur eine kleine Zahl von Beiträgen beschäftigte sich mit diesem Themenkreis. Es wurde über verschiedene bewährte und kostensparende Anwendungen in unterschiedlichen Spannungsebenen und Anlagenkonstellationen berichtet, wie z.B. das Schalten von unbelasteten Hochspannungstransformatoren. Zur Sicherstellung der Erdung bei Wartungsarbeiten hat sich ein Drei-Positionen-Trenner in SF_6-Verteilanlagen bewährt. Teleskop-Trenner oder Trenner mit reiner Linearbewegung ermöglichen Platzeinsparung, wenn die Beherrschung kritischer Belastungen nachgewiesen werden kann.

Für die sehr unterschiedlichen Einsatzformen in HGUe-Schaltstationen werden meit angepasste Wechselstrom-Trenner benutzt. Hier ist die konsistente Beschreibung der zu erwartenden Belastungen und des Nachweises der Beherrschung noch ein offenes Gebiet, in dem die von den CE13 und CE14 neu gebildete Arbeitsgruppe 13/14.08 tätig ist. Dr. *W. Hermann*

Diskussionsgruppe 14
Liaisons à courant continu

Président: *T.E. Calverley* (Royaume-Uni)
Rapporteur spécial: *N.G. Hingorani* (Etats-Unis)

Sujet préférentiel N° 1: Nouveaux schémas à haute tension continue (planification, disposition, conception, essais, réception, expériences en exploitation)

Fiabilité des liaisons à courant continu

Il y a consensus pour découper la vie de ces ouvrages en plusieurs parties:
- la période dite de «burn in» d'une durée de 6 mois, au cours de laquelle les taux de défaillance sont dix fois ou plus supérieurs à la normale;
- la période initiale d'entrée en service d'une durée de 1 à 2 ans, au cours de laquelle on peut s'attendre à découvrir des problèmes qui seront progressivement réglés;
- la période de fonctionnement à long terme, pour laquelle les résultats de disponibilité et de fiabilité doivent être lissés par un moyennage sur plusieurs années et non année par année;
- la période de fin de vie.

Cependant, la distinction entre liaisons de faible puissance ou de forte puissance, de même que celle entre les liaisons à fort ou à faible taux d'utilisation reste un point de controverse.

Durée d'indisponibilité

Il semble difficile de normaliser le calcul de cette durée, qui dépend des stratégies en matière de maintenance, de rechanges et de personnel d'exploitation.

Harmoniques transférés

Ce sujet a suscité le plus grand nombre d'interventions. La plupart des projets récents a connu des problèmes liés au concept d'harmoniques transférés d'un réseau alternatif vers l'autre à travers la liaison CCHT. Il semble que souvent ces problèmes aient été résolus pendant la mise en service et non pas durant les études préliminaires des ouvrages.

Le simulateur semble un outil adéquat pour l'analyse de ces problèmes. Enfin, des solutions visant à limiter les effets de ces harmoniques ont été présentées.

Angles de fonctionnement nominaux

Il apparaît que la puissance réactive absorbée par les convertisseurs doit tenir compte d'une gamme de valeurs de ces angles et non pas des valeurs nominales.

Blocages temporaires

Il semble acquis que, tant que cela est possible, il faut essayer de maintenir le courant continu dans la liaison CCHT en cas de défaut sur l'un des réseaux alternatifs, notamment en provoquant un shuntage des convertisseurs de l'extrémité en défaut. Seuls de très rares cas doivent conduire au blocage temporaire de convertisseurs des deux extrémités.

Déclenchements et réenclenchements monophasés

Il semble ressortir des interventions que, contrairement à des déclarations passées, il n'y a pas d'avantage à bloquer les convertisseurs pendant un défaut monophasé sur un des réseaux alternatifs. En particulier, aucune action particulière n'est nécessaire côté redresseur. En revanche, lorsque l'extrémité réceptrice est affectée par le défaut, la stratégie adoptée doit optimiser la transmission de puissance.

Transformateurs de potentiels

L'utilisation de capteurs capacitifs ou du type magnétique doit être laissée au choix du client. Celui-ci peut souhaiter disposer de transformateurs magnétiques pour accroître la vitesse de décharge de certains éléments capacitifs des stations.

Divers

La connaissance des différents comportements des commandes des convertisseurs pendant les défauts sur les réseaux alternatifs est un domaine où le groupe de travail adéquat du groupe 14 devra orienter ses travaux.

Sujet préférentiel N° 2: Nouveaux types d'application des liaisons à tension continue. Installation des filtres alternatifs sur les tertiaires des transformateurs de conversion

Ce sujet a fait de nouveau l'objet d'un débat sur les avantages et les inconvénients de ce type d'installations. Les constructeurs de ce type d'équipement affirment qu'il n'y a pas d'effet négatif à placer les filtres sur les tertiaires des transformateurs. D'autres au contraire affirment qu'il y a des problèmes dans ce type de réalisation.

Stations de conversion compactes

L'utilisation de l'isolation gazeuse pour les liaisons entre les transformateurs de conversion et les valves permet, selon certains, une réduction significative du coût du bâtiment des valves. Bien que plus coûteux, les boîtiers de condensateurs sous atmosphère gazeuse présentent un coût de maintenance moins élevé que les boîtiers classiques. Ajouté au gain de place, ceci constitue un autre avantage de cette solution.

Cependant, les performances de tenue diélectrique des systèmes à isolation gazeuse peuvent être fortement réduites si le gaz est contaminé par des impuretés.

Une forte probabilité de claquage a été mise en évidence pour de faibles niveaux de tension résultante, en cas de superposition d'une impulsion de polarité inverse et d'une tension continue.

Piquages de faible puissance

Les piquages série de faible puissance, c'est-à-dire de 5 à 10% de la puissance des stations principales, semblent plus avantageux que les piquages parallels. Ils présentent l'intérêt de résoudre des problèmes politiques en satisfaisant les exigences de l'alimentation de petites villes.

Ces piquages peuvent être réalisés sur un pole, sur l'un ou l'autre pole d'un bipole pour tirer partie de la redondance des deux poles ou encore selon une configuration d'un piquage sur chaque pole d'un bipole.

Les circuits à commutation forcée en contrôle du courant continu et les circuits du type GTO constituent désormais des solutions possibles pour les petits convertisseurs et devraient être plus avantageux que les onduleurs commutés par le réseau alternatif.

Sujet préférentiel N° 3: Intégration des réseaux à tensions alternative et continue (résonance subsynchrone, utilisation de la capacité de réglage de la puissance réactive inhérente aux convertisseurs à haute tension, application des dispositifs de compensation statique aux réseaux à haute tension continue)

Utilisation des convertisseurs pour le contrôle de la puissance réactive

Ce type d'utilisation des convertisseurs est effectif dans les liaisons dos à dos et il est admis qu'il entraîne une augmentation des pertes de l'ouvrage.

Contrôle du courant continu par le redresseur ou l'onduleur

Le contrôle du courant continu par l'onduleur semble constituer une bonne solution dans le cas où le réseau récepteur est faible. En revanche, le choix de certains types de contrôle-commande côté onduleur (courant réactif constant) permet d'assurer le contrôle du courant continu par le redresseur pour de faibles valeurs d'angle alpha.

Commandes supplémentaires multiples

Les meilleures performances peuvent être attendues si l'on porte un soin particulier à l'identification des fonctions nécessaires, à leur classification et à la détermination de leurs priorités respectives; l'ensemble devant être vérifié sur simulateur.

Surplus de puissance réactive à faible charge

Il est possible d'optimiser les pertes à charge réduite à la demande du client. En général, leur minimisation est effectuée avec les convertisseurs bloqués.

La solution d'introduire des filtres série au lieu de filtres shunt a été mise en œuvre pour la première fois dans un récent projet.

Alimentations multiples par CCHT

L'addition d'une liaison CCHT sur un réseau alternatif déjà alimenté en courant continu doit conduire à reconsidérer les réglages de l'ouvrage déjà existant pour assurer la stabilité de l'ensemble.

Utilisation de dispositifs de limitation des surtensions dynamiques

Des dispositifs à oxyde métallique ont été installés sur des liaisons récentes pour limiter les surtensions dynamiques des réseaux alternatifs sur lesquels les stations de conversion on été raccordées. Dans certains cas, où les spécifications étaient particulières, des systèmes de compensation statique se sont avérés plus flexibles et préférables afin de limiter les surtensions à des niveaux très faibles. Ils permettent de plus une meilleure maîtrise des harmoniques générés.

Liaison CCHT entre deux réseaux faibles

Il est confirmé que ce type de schéma est plus complexe qu'un schéma classique et qu'il nécessite notamment une bonne coordination des diverses actions sur les angles, les règleurs en charge, les batteries de capacités et les réactances shunt.

Critères SCR et ESCR

Il est indiqué que les interactions entre réseaux alternatif et continu n'apparaissent pas nécessairement aux fréquences des impédances de résonance des réseaux, mais que la saturation des transformateurs modifie les conditions de résonance.

Le simulateur ou l'analyseur de transition semblent bien adaptés à l'étude de ces phénomènes. EMTP sera préféré pour l'analyse de ces critiques.

Débat sur le critère SCR (Short Circuit Ratio = Rapport de Court Circuit)

Il semble admis que le SCR n'est qu'un critère approximatif ne présentant d'intérêt que pour des évaluations initiales d'un projet. Très vite, il est indispensable de mieux connaître l'impédance harmonique des réseaux alternatifs pour la suite des études. Ceci rend nécessaire de se concentrer sur la définition de ces impédances.

J. Knudsen (Secrétaire du CE)
Ph. Adam (Secrétaire de séance)

Diskussionsgruppe 15
Matériaux isolants

Président: *N. Parkman* (Royaume Uni)
Rapporteur spécial: *C. Reed* (Etats-Unis)

Sujet préférentiel N° 1: Isolations polymères à l'air libre (en service ou retirées du service, vieillissement sous contraintes multiples, nouveaux diagnostics)

Les travaux sur ce sujet intéressent aussi les Comités 22 «Lignes aériennes» et 33 «Coordination de l'isolement» de la CIGRE et portent principalement sur les isolateurs composites en matériaux synthétiques.

Le nombre de méthodes proposées pour étudier les isolateurs sous contraintes multiples montre qu'aucune d'elles n'est totalement satisfaisante: chacune a ses partisans, et dans leur état actuel elles permettent, au moins, d'écarter des solutions manifestement mauvaises et de mettre en évidence les très bons matériaux. Pour les qualités intermédiaires, la difficulté de prendre en compte toutes les contraintes intervenant dans des conditions naturelles rend la modélisation très délicate car les facteurs d'accélération sont mal connus. Dans certains cas, le comportement en service est en contradiction avec les essais accélérés, il peut aussi être très différent selon qu'il s'agit de courant alternatif ou continu: il faut donc conserver un esprit ouvert à de nouvelles méthodes adaptées aux isolations synthétiques; de l'avis général, les contraintes sur ces dernières peuvent être les mêmes que sur les isolations minérales, les dimensionnements peuvent donc être les mêmes.

De même, le comportement en service des jupes d'isolateurs en caoutchouc de silicone est jugé très satisfaisant: cela serait dû à l'hygrophobie de la surface, durable en service, et à la nature des produits de dégradation. Cependant, les époxydes (EPDM) et d'autres caoutchoucs (EPR) donnent de très bons résultats à condition de les charger par des produits convenables.

Les performances mécaniques des isolateurs sont, elles aussi, satisfaisantes; la dégradation est due aux contraintes mécaniques, aux chocs thermiques, à la formation d'acide nitrique sous l'effet des décharges partielles.

En conclusion, après une quinzaine d'années d'expérience, les isolations polymères apparaissent aussi fiables à dimensions égales que les isolations minérales, mais les méthodes pour juger leur qualité restent à améliorer.

Sujet préférentiel N° 2: Liquides et isolations imprégnées (présence de particules, gaz dissous, additifs, papiers métallisés pour condensateurs)

Les liquides actuellement utilisés pour imprégner les condensateurs ont des caractéristiques physico-chimiques, donc des performances assez voisines en utilisation. Dans les condensateurs tout-film, on utilise des films rugueux avec des électrodes lisses, mais d'autres configurations, particulièrement avec électrodes en papier métallisé, donnent des résultats intéressants.

L'addition aux liquides d'époxydes en quantité convenable permet de ralentir des phénomènes de vieillissement ponctuel, donc d'améliorer la durée, particulièrement à haute température. Les corrélations entre essais accélérés et comportement en service sont bonnes pour les diélectriques mixtes, mais les bases de jugement sont encore insuffisantes pour le tout-film.

L'évaluation des liquides d'imprégnation doit se faire en fonction des critères imposés par les isolations modernes: l'essai en tension de choc donne des informations intéressantes, mais il peut être utilement complété par la rigidité en courant alternatif ou continu par des mesures de décharges partielles et de gassing.

La géométrie des cellules permet de se rapprocher plus ou moins des conditions réelles: les résultats sont très sensibles à la présence d'eau et de particules en suspension, celles-ci ont tendance à s'aligner et peuvent provoquer la formation de bulles de gaz; elles peuvent aussi se déposer sur les entretoises et abaisser la rigidité.

Une filtration améliore la qualité du liquide, elle peut être continue et suivie par des mesures optiques ou électriques: cela permet de définir, facilement, des seuils de qualité.

Un prélèvement soigneux, une bonne homogénéisation, un matériel et des méthodes bien définis permettent d'atteindre les bonnes reproductibilités nécessaires à une éventuelle normalisation ultérieure.

Sujet préférentiel N° 3: Isolations gazeuses (SF_6). Spécialement en combinaison avec l'isolation solide de charges dues à la foudre ou aux manœuvres de coupure

Les discussions ont porté sur le comportement des isolations à air ou SF_6 avec ou sans isolation solide, en particulier sous tensions transitoires rapides.

Toute hétérogénéité du champ électrique (points, particules mobiles) abaisse la tension de claquage du système, particulièrement pour des ondes à front très raide.

Les mesures classiques sur site permettent de définir des facteurs de sécurité acceptables et de s'assurer de la constance des performances. La sélection des systèmes de protection contre les surtensions doit se faire en fonction de la nature de la perturbation et de sa durée: dans certains cas, les systèmes solides sont intéressants.

L'accumulation de charges sur les entretoises peut conduire à une réduction de la tension d'isolement: cela peut être provoqué aussi par des décharges de surface. La répartition du champ électrique au niveau des entretoises doit être aussi homogène que possible: elle peut être facilement modélisée.

Dans tous les cas, le facteur temps reste prépondérant, car les phénomènes ne sont pas instantanés, et cela doit être pris en considération pour la conception des systèmes d'isolation à gaz comprimés.

J. Courtet (Secrétaire de séance)

Diskussionsgruppe 21
Câbles isolés à HT (haute tension)

Président: *P. Gazzana-Priaroggia* (Italie)
Rapporteur spécial: *B.R. Schmidt* (Suisse)

Sujet préférentiel N° 1: Fiabilité des liaisons de câbles d'énergie sous-marins

Les nombreux exemples de liaisons récentes ou en projet, en particulier dans le nord de l'Europe, montrent les critères de décision à prendre en compte lors de la réalisation des liaisons sous-marines par câbles d'énergie. Les discussions qui ont eu lieu se rapportent aux problèmes de pose, d'ensouillement et de réparation de ces liaisons câblées.

Les expériences acquises avec les alliages d'aluminium et les gaines de plomb ont fait l'objet de plusieurs interventions. Les alliages d'aluminium, dont les expériences d'exploitation portent sur 30 ans, sont généralement satisfaisants; il faut cependant prendre certaines précautions pour éviter la corrosion chimique et les courants alternatifs de terre. Le choix de l'alliage de plomb doit prendre en considération les vibrations pendant le transport et les charges cycliques durant la pose ou l'exploitation.

Sujet préférentiel N° 2: Conception, fabrication, installation et maintenance des câbles à isolation synthétique

Les contraintes mécaniques dans les câbles à isolation synthétique ont fait l'objet des premières interventions. Ces contraintes sont soit résiduelles, liées au refroidissement des matériaux extrudés, soit créées par les conditions d'installation ou par les dilatations thermiques en exploitation. Il semble acquis que ces contraintes n'affectent pas les qualités électriques des isolants pour autant qu'elles n'entraînent pas de déformations.

En ce qui concerne les contraintes d'origine externe, de nouvelles méthodes d'essai sont proposées pour évaluer la résistance des gaines aux impacts en cours d'installation. Enfin, la tenue mécanique des câbles à gaine aluminium installés en puits semble assurée par la pose en sinusoïde et l'utilisation de colliers appropriés.

Les exemples rapportés confirment une fois de plus qu'aucune perte de propriétés électriques significative des isolants n'apparaît après les essais de vieillissement effectués.

Les qualités respectives des techniques de jonctions ont été comparées: jonctions rubanées bien connues pour les tensions pas trop élevées: jonctions rubanées cuites ou moulées, qui demandent environ 90 heures de mise en œuvre pour trois phases en 150 kV; jonctions extrudées, dont le temps de réalisation peut aller jusqu'à 26 jours en 275 kV, et jonctions préfabriquées, plus simples à monter, mais plus encombrantes.

Er steuert schon lange...

...wir auch!

Der Weg, ein Automatisierungsproblem zu lösen, ist oft beschwerlich...

Lässt mich der Lieferant bei der Projektierung, Ausführung und Inbetriebnahme nicht im Stich? Entspricht die angebotene Hardware meinen Bedürfnissen? Habe ich als Kunde Gewähr, die optimale Software oder die Unterstützung zu deren Herstellung zu erhalten? Werden die Geräte weltweit gewartet? Gilt die Garantie weltweit? Kann der Lieferant meine Mitarbeiter auf den Systemen schulen?

...Nicht aber für unsere Kunden!

Wir erarbeiten mit Ihnen den Weg zur optimalen Automation. Wir, Praktiker mit grosser Erfahrung in sämtlichen Industriesparten. Nutzen Sie unser Know-how zur Lösung Ihres Steuerungsproblems, unsere Spezialisten sind für Sie da – kompetent und zuverlässig – als Ihr Partner!
Sie erreichen uns leicht über Tel. 01/980 11 11. Es ist unser Job, Sie beim Einkauf und bei der Anwendung zu unterstützen!

EME

NIA 7

F.M.Egli AG Zürich, Bauteile und Steuersysteme, Lohwisstrasse 52, 8123 Ebmatingen, Telefon 01/980 11 11, Telex 52 619

Bereich Steuersysteme

ALLEN-BRADLEY

Speicherprogrammierbare Steuerungen in Modul-Technik. Spitzentechnologie vom weltweit grössten Hersteller von Hard- und Software für Industrie-Automation.

Schalt- und Befehlsgeräte nach US-Norm. Relais, Schütze, Schalter, Signallampen etc. in vielfältiger Ausführung. Programmierbare, µP-gesteuerte Universal-Bedienpulte, modular aufgebaut. Schaltschrankzubehör.

CNC Steuerungen, von der 2achsigen Positioniersteuerung bis zur 16achsigen Bahnsteuerung. Robotersteuerungen. Integrierte SPS. Interface zu A–B Data Highway. Kundenspezifische Betriebssoftware erhältlich. Allen-Bradley Achsen- und Spindelantriebe für komplette Systeme.

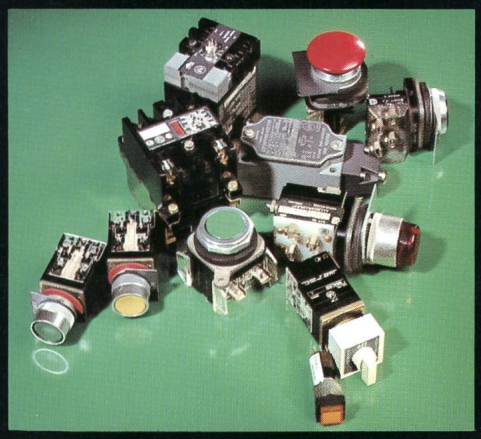
CNC Steuerungen des gemeinsamen Tochterunternehmens von Allen-Bradley und Olivetti. DNC/FMS-tauglich durch Kompatibilität zu Allen-Bradley Data Highway. Integrierte SPS. Komfortable Teileprogrammeingabe an der Maschine.

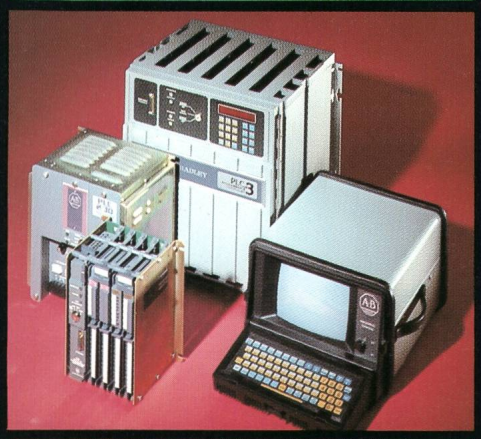
AIRPAX

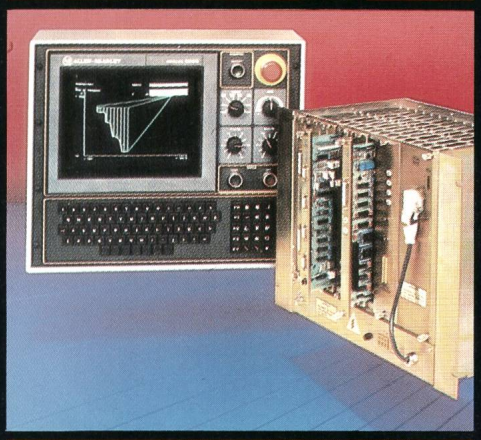
Hochpräzise Geber, ein vielseitiges Angebot von Tachometriegeräten und Zubehör.

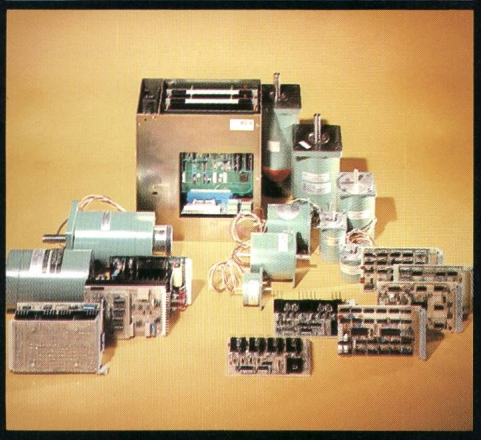
ELECTRO-CRAFT

Gleichstrommotoren verschiedener Bauart, wie Permanentmagnet-Servomotoren, Moving-Coil, Pancake und bürstenlose Motoren. Leistungen bis zu 16 kW.









Modular aufgebaute Regelelektronik fü
Schrittmotoren. Kundenspezifisch
elektronische Steuerunge

K.K. EWIC

Programmierba
Microprocessor-Chips f
Schrittmotor-Ansteueru

Preisgünstige Schrittmotoren mit Dre
momenten von 0,01 Nm bis 16 N

Ansteuerelektronik für Schritt- u
Gleichstrommotoren in Kompaktbauweis

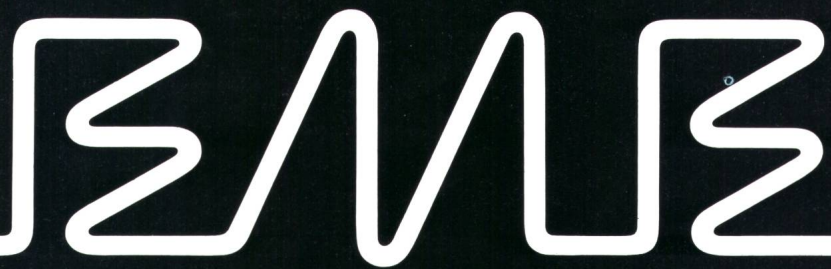
Inkremental- und Absolutencoder i
verschiedenen Ausführunge

Ansteuer-Elektronik un
Endstufen für Schrittmotore

SIGMA

Vielseitiges Schritt- und Synchron
motoren-Angebot, mit oder ohne ange
bautem Drehgebe

Sie erreichen uns leicht über Tel. 01/980 11 11. Es ist unser Job, Sie beim Einkauf und bei der Anwendung zu unterstützen



Bitte senden Sie uns die angekreuzten Unterlagen

BEREICH STEUERSYSTEME

☐ Computer Numerische Steuerungen

☐ SPS-Speicherprogrammierbare Steuerungen
☐ Farbgrafiksystem
☐ Schlüsselfertige SPS-Steueranlagen
☐ SPS-Software
☐ Intelligentes Steuerpult-System
☐ Befehlsgeräte (UL/IEC-Normen)

☐ Schrittmotoren, Synchronmotoren
☐ Ansteuerelektronik für Schrittmotoren
☐ Endstufen für Schrittmotoren
☐ Gleichstrommotoren
☐ Endstufen für Gleichstrommotoren
☐ Inkremental-Drehgeber
☐ Digitale und analoge Drehzahlgeber
☐ Tachometrie-Geräte
☐ Annäherungsschalter (induktiv, kapazitiv)

BEREICH BAUTEILE

☐ Verbindungstechnik, Verdrahtungstechnik
☐ Kabelkonfektion
☐ Schutzschalter
☐ Mikro-Schalter
☐ Lichtleiter-Systeme

☐ Hybrid-Schaltungen
☐ Fest-Chip-Widerstände, Netzwerke
☐ Trimmer, Potentiometer
☐ Hochleistungswiderstände
☐ Leistungs-Halbleiter
☐ Sicherungen und Halter (UL/IEC-Norm)

BITTE ABSENDER NICHT VERGESSEN

Bitte senden Sie uns die angekreuzten Unterlagen

BEREICH STEUERSYSTEME

☐ Computer Numerische Steuerungen

☐ SPS-Speicherprogrammierbare Steuerungen
☐ Farbgrafiksystem
☐ Schlüsselfertige SPS-Steueranlagen
☐ SPS-Software
☐ Intelligentes Steuerpult-System
☐ Befehlsgeräte (UL/IEC-Normen)

☐ Schrittmotoren, Synchronmotoren
☐ Ansteuerelektronik für Schrittmotoren
☐ Endstufen für Schrittmotoren
☐ Gleichstrommotoren
☐ Endstufen für Gleichstrommotoren
☐ Inkremental-Drehgeber
☐ Digitale und analoge Drehzahlgeber
☐ Tachometrie-Geräte
☐ Annäherungsschalter (induktiv, kapazitiv)

BEREICH BAUTEILE

☐ Verbindungstechnik, Verdrahtungstechnik
☐ Kabelkonfektion
☐ Schutzschalter
☐ Mikro-Schalter
☐ Lichtleiter-Systeme

☐ Hybrid-Schaltungen
☐ Fest-Chip-Widerstände, Netzwerke
☐ Trimmer, Potentiometer
☐ Hochleistungswiderstände
☐ Leistungs-Halbleiter
☐ Sicherungen und Halter (UL/IEC-Norm)

BITTE ABSENDER NICHT VERGESSEN

Absender: Tel.-Nr. _____

Firma _____

Abteilung _____

z. H. _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

☐ Senden Sie mir bitte Unterlagen über die angekreuzten Artikel

☐ Ich wünsche den unverbindlichen Besuch Ihres Spezialisten

☐ _____

Geschäftsantwortsendung
Porto vom Empfänger bezahlt

Correspondance commerciale-réponse
Port payé par le destinataire

Juvio commerciale-risposta
Tassa pagata dal destinatario

Nicht frankieren

Ne pas affranchir

Non affrancare

E M Egli AG Zürich
Bauteile und Steuersysteme
Lohwisstrasse 52
8123 Ebmatingen

Absender: Tel.-Nr. _____

Firma _____

Abteilung _____

z. H. _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

☐ Senden Sie mir bitte Unterlagen über die angekreuzten Artikel

☐ Ich wünsche den unverbindlichen Besuch Ihres Spezialisten

☐ _____

Geschäftsantwortsendung
Porto vom Empfänger bezahlt

Correspondance commerciale-réponse
Port payé par le destinataire

Juvio commerciale-risposta
Tassa pagata dal destinatario

Nicht frankieren

Ne pas affranchir

Non affrancare

E M Egli AG Zürich
Bauteile und Steuersysteme
Lohwisstrasse 52
8123 Ebmatingen

Schweizerischer
Elektrotechnischer Verein SEV
8034 Zürich

Konto
Compte
Conto 80-6133-2

Fr. c.

Einbezahlt von / Versé par / Versato da

.....

.....

.....

Die Annahmestelle
L'office de dépôt
L'ufficio d'accettazione

Versamento per

Schweizerischer
Elektrotechnischer Verein SEV
8034 Zürich

Konto
Compte
Conto 80-6133-2

Fr. c.

639100

No. 3669

SR 11.86 10 000

Giro aus Konto
Virement du compte
Girata dal conto.....

Einbezahlt von / Versé par / Versato da

.....

.....

.....

.....

PTT 441.02 (5 9/10 x 4 1/6") OCR 90

800061332>

800061332>

Sujet préférentiel N° 3:
Câbles THT de nouvelle conception

Câbles PPL

Des câbles rubanés au papier et polypropylène (PPL) sont en service depuis plusieurs années. Ils présentent des avantages sur les câbles classiques papier/huile en raison, en particulier, de la réduction des pertes diélectriques. Il semble cependant qu'économiquement cette technique ne se justifie que pour des tensions ⩾ 400 kV.

Câbles difficilement inflammables

Il semblerait que le comportement au feu des câbles HT et THT peut être amélioré par le recours à une isolation imprégnée avec une huile ininflammable. *J.J. Wavre*

Diskussionsgruppe 22
Lignes aériennes

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

Des trois sujets préférentiels choisis pour cette session et des discussions qui s'en suivirent lors de la séance, les résultats suivants peuvent être dégagés.

Sujet préférentiel N° 1: Comportement thermique de lignes aériennes (fonctionnement normal, régime de surcharge)
Sujet préférentiel N° 2: Conception et construction des fondations des supports des lignes aériennes
Sujet préférentiel N° 3: Expériences en service des lignes aériennes et de leurs composants

1. Conception et construction des fondations des pylônes des lignes aériennes

De même que les autres composants des lignes aériennes, les fondations font toujours l'objet de nombreuses études et recherches. Afin de pallier le risque de sous-dimensionner les fondations calculées sur la base technique conventionnelle, selon des méthodes déterministes, les spécialistes recherchent généralement, par l'application de méthodes probabilistes, les moyens de déterminer la résistance limite des fondations avec des coëfficients de variation aussi faibles que possible, et par là d'optimiser leur coût qui représente souvent une part importante de la ligne (5 à 20% suivant le type de ligne et les pays). Si de nombreux modèles mathématiques existent pour le calcul des fondations, aucun n'est universellement accepté pour le calcul du mouvement différentiel des fondations et pour déterminer l'influence de ce mouvement sur la structure des pylônes auto-porteurs à pieds séparés, chacun s'accordant à reconnaître que ce mouvement doit être limité à des valeurs qui ne provoquent pas de contraintes additionnelles excessives dans les membrures du pylône.

Chacun s'accorde aussi à reconnaître que la sécurité des fondations dépend largement de la qualité de la reconnaissance des sols et des études géotechniques entreprises préalablement au calcul, ainsi que du contrôle effectué lorsque les fouilles sont ouvertes.

2. Expérience en service des lignes aériennes et de leurs composants

a) Vieillissement et comportement en cours d'exploitation

Le vieillissement influencera un jour ou l'autre la fiabilité et la sécurité des lignes. Les questions qui se posent aux exploitants sont les suivantes: jusqu'à quand peut-on raisonnablement réparer et remettre en état et quand faudra-t-il remplacer un élément de ligne ou la ligne elle-même?

Différentes méthodes d'oscultation apparaissent de plus en plus, telles que la thermographie à l'infrarouge, l'analyse des ondes induites, les essais aux ultrasons, qui peuvent parfois faciliter l'observation du comportement des lignes et ainsi le choix par les ingénieurs. Le calcul par ordinateur a permis à différents pays de développer des programmes de calcul de la capacité de transport de courant en temps réel en fonction des conditions climatiques et de la température réelle des conducteurs. Ces méthodes permettent de mieux adapter la capacité de transport aux possibilités réelles des conducteurs évitant des augmentations de flèches et un vieillissement prématuré des conducteurs.

Les discussions ont fait ressortir l'importance de réaliser des lignes d'essais en vrai grandeur pour étudier l'ensemble des phénomènes de vieillissement et du comportement en service des lignes. Parmi d'autres, une ligne expérimentale très ambitieuse a été réalisée aux USA par l'EPRI (Electric Power Research Institute).

b) Phénomènes vibratoires des lignes aériennes

Les lignes expérimentales permettent également de progresser dans les études du phénomène vibratoire des conducteurs. Les résultats montrent que les faisceaux multiples à 6 ou 8 conducteurs sont plus enclins aux vibrations que les faisceaux à 4 conducteurs, les faisceaux de 2 conducteurs étant les plus stables. Les propriétés d'amortissement des entretoises contribuent efficacement à réduire l'instabilité des faisceaux provoqués par les vibrations, les conducteurs équipés d'entretoises rigides étant plus enclins à vibrer. Le phénomène du galop des conducteurs, peu observé dans notre pays et qui se manifeste sous l'action du vent sur des conducteurs givrés ou dans des régions particulières, provoque souvent des dégâts importants tant par les arcs de puissance des courts-circuits entre phases que par les effets dynamiques sur le matériel d'équipement. Ce phénomène se manifeste, selon les observations effectuées, lorsque la fréquence des vibrations verticales est égale à la fréquence des vibrations horizontales. Différents dispositifs permettent d'éviter la résonance provoquant le galop, et vont de la suppression des entretoises à la pose d'entretoises de phase en passant par des systèmes qui ont pour fonction de désyntoniser les fréquences des vibrations tant verticales qu'horizontales.

Paul de Weck

Diskussionsgruppe 23
Postes / Unterstationen

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

Eindeutige Absicht des Studienkomitees war es, die Wirtschaftlichkeit im Anlagenbau zu fördern: von der Auslegung über die Konstruktion mittels CAD-Methoden, zum Weiterausbau und zur Lebensdauerverlängerung bei minimalen Vorinvestitionen, bis hin zur Unterhaltsoptimierung.

Vorzugsthema 1: Sekundärtechnik und Hilfsbetriebe, speziell bezüglich Zuverlässigkeit und neuer Technologien

Die Ablösung von einzelnen elektromechanischen Relais durch Mikroprozessor-Einheiten ist im Gang. Langsamer als eigentlich erwartet geht die Einführung integrierter, computergesteuerter Sekundäranlagen. Wohl erwartet man von dieser Technologie hohe Intelligenz, grosse Zuverlässigkeit und wenig Unterhalt; diesen Vorteilen stellt man allerdings kürzere Lebensdauer, fehlende Normierung und die Notwendigkeit hochausgebildeten und hochspezialisierten Personals gegenüber. Die in Betrieb stehenden Systeme haben bisher die Schutzfunktionen nicht integriert, dies wird erst in einer späteren Generation erwartet.

Wichtig für den Anwender ist eine klar strukturierte und koordinierte Pflichtenheft-Hierarchie.

Vorzugsthema 2: Neue Tendenzen in der Projektierung von Unterstationen, Auslegung und CAD-Einsatz

Computer Aided Design- und Engineering-Lösungen für den Unterstationsbau sind verschiedenenorts vorhanden. Wichtiger als die perspektivischen Darstellungsmöglichkeiten der Primäranlagen sind die Einsätze in der Sekundärtechnik, wo Schemata, Rangier- und Materiallisten erstellt werden können. Vorteile ergeben sich bezüglich Normierung, Fehlerminimierung, beträchtlicher Produktivitätssteigerung bzw. Zeiteinsparung in der Konstruktion, sofortiger Dokumentationskorrekturen bei Änderungen in der Anlage.

Unterstationen sollten heute aufgrund der Erkenntnisse bezüglich Erdseilabschirmung auf Freileitungen und neuer Ableitertechniken durch Blitznaheinschläge nicht mehr gefährdet sein.

Vorzugsthema 3: Verbesserungen in der Anlagen-Wirtschaftlichkeit; Erweiterungsmöglichkeiten, Leistungssteigerungen, Unterhaltsoptimierung, Fehlerfrüherkennung und Diagnosetechniken

Dieses Thema fand das grösste Interesse, vor allem bezüglich SF_6-Technik. Nach rund 15jähriger, sehr guter Betriebserfahrung liegt heute die ausgereifte dritte Gerätegeneration vor. Grössere Feldstärken und höhere Gasdrucke führten zu kleineren Anlageabmessungen, die jetzt ungefähr das Optimum erreicht haben dürften, ohne die Zugänglichkeit zu hindern. Im übrigen können die Transformatoren-Freileitungsanschlussdimensionen auch nicht mehr reduziert werden.

Die statistischen Auswertungen von Zehntausenden von Feldbetriebsjahren liegen nun vor: Noch grössere Zuverlässigkeit ist eher durch qualitätssichernde Massnahmen in der Konstruktion, Fertigung und Montage (fabrikmontierte grosse Transporteinheiten, ganze Felder) zu suchen als durch Diagnoseeinrichtungen, welche die Mehrzahl aufgetretener Störungen nicht hätten verhindern können. Diagnosen sollen eher dazu dienen, den Unterhalt und speziell das Öffnen der Gasräume zu eliminieren.

Zukünftige Tätigkeit des Studienkomitees und Sujets préférentiels für die CIGRE 1988:

Es stehen Wegleitungen für den Bau von Freiluftanlagen und speziell mechanischer Konstruktionen vor dem Abschluss, was im Hinblick auf steigende dynamische Beanspruchung infolge zunehmender Kurzschlussströme besonders interessiert. Die Sujets préférentiels 1988 werden aus den Bereichen gasisolierte Schaltanlagen, Sekundärtechnik inkl. Messwandler sowie Erdungs- und Beeinflussungsprobleme stammen.

P. Storrer

Diskussionsgruppe 33
Surtensions et coordination de l'isolement / Überspannungen und Isolationskoordination

Präsident: *G. Carrara* (Italien)
Rapporteur spécial: *L. Thione* (Italien)

Vorzugsthema 1: Auswahl und Anwendung von MO-Ableitern in Wechsel- und Gleichstromsystemen. (Beanspruchung/Schutzcharakteristik/ Versuche)

Für die Beurteilung der Beanspruchung von Ableitern sind neben der Dauerbetriebsspannung (Continuous Operating Voltage COV) vor allem Höhe und Dauer der temporären Überspannungen (Temporary Overvoltages TO) in Betracht zu ziehen. TO werden vor allem bei Werten grösser etwa 1.45 p.u. bestimmend.

Das heute übliche Energieaufnahmevermögen von 4–10 kJ/kV der Metalloxyd-(MO)Ableiter deckt die bei Schaltüberspannungen und negativen Abwärtsblitzen auftretenden Beanspruchungen ab. Für die sehr seltenen positiven Abwärtsblitze liegt noch kein statistisches Material vor, doch scheint auch für diese – trotz ihrer tendenzmässig längeren Dauer – 10 kJ/kV ein ausreichender Grenzwert zu sein.

Man war sich weitgehend einig, dass für Frontzeiten grösser 0,3 µs die Einsatzspannung der Ableiter nicht merkbar ansteigt. Für kürzere Zeiten kann allerdings – bedingt durch Schleifen der internen Verbindungen und weniger durch das ZnO-Material selbst – die Einsatzspannung die Restspannung übersteigen. Gegen Verschmutzungseffekte sind einteilige Ableiter weniger empfindlich als mehrteilige. Die Möglichkeit, Alterungseffekte zeitraffend durch erhöhte Spannungsbeanspruchung nachzubilden, wurde mehrfach angezweifelt und ist jedenfalls nur in einem begrenzten Temperaturbereich möglich.

Für HGUe-Stationen kann die Ableiterbeanspruchung in Sonderfällen erheblich über den in Wechselstromnetzen auftretenden Beanspruchungen liegen, abhängig vom Einsatzort der Ableiter und der Anordnung der Filterkreise und Ventile.

Vorzugsthema 2: Isolation von HGUe-Leitungen und -Stationen (Betriebserfahrungen, Überschlagsverhalten, Prüfungen)

Für das sehr komplexe Gebiet der Gleichspannungsbeanspruchung von Isolatoren, insbesondere bei Verschmutzung, war es offenbar verfrüht, dieses Thema bereits nach 2 Jahren wiederum als Sujet préférentiel zu wählen. Das Erstellen einheitlicher Richtlinien ist noch nicht möglich.

Eine einfache Berechnung des Überschlagsverhaltens von Isolatoren aus der zulässigen Wechselspannungsbeanspruchung ist nicht, oder höchstens in genau definierten Fällen (identische Isolatoren, gleiches Versuchsprozedere), als eine erste Annäherung möglich. Erschwerend kommt die ungleichmässige und höhere Verschmutzung bei Gleichspannungsbeanspruchung hinzu. Halte- und Überschlagsspannungen von Isolatoren sinken bei ESDD (Equivalent Salt Deposit Density) bis etwa 0,2 mg/cm² auf etwa 60 bis 80% des Wechselstromwertes ab, um dann bei noch höheren Konzentrationen konstant zu bleiben. Die Haltespannung wird zusätzlich negativ beeinflusst durch NSDD (Non Soluble Deposit Density, z.B. Kieselgur), wobei sie mit wachsenden NSDD bis etwa 1 mg/cm² um weitere 10–30% absinkt. Der Salznebeltest stellt bei Gleichspannung eine vergleichsweise strengere Beanspruchung dar als der Wiederbefeuchtungstest.

Vorzugsthema 3: Vorort-Prüfungen

Für die Vorort-Prüfungen von gasisolierten (GIS)Anlagen liegt weiterhin das Schwergewicht bei der 50 Hz-Prüfung (80%-Wert), die jedoch häufig aus apparativen Gründen mit einer Resonanzprüfanordnung bei Frequenzen zwischen 50 Hz und 300 Hz durchgeführt werden muss. Diese etwas erhöhte Prüffrequenz wird allgemein als unbedenklich angesehen.

Zusätzlich zu dieser Prüfung wird oft eine Prüfung mit Schaltstossspannung – besonders für Nennspannungen ⩾ 300 kV – durchgeführt. Eine Prüfung mit Blitzstoss ist im allgemeinen besonders bei grösseren Anlagen wegen des erforderlichen apparativen Aufwandes nicht möglich. Der zusätzliche Nutzen einer solchen Prüfung ist zudem umstritten.

Teilentladungsmessungen vor Ort sind wegen des hohen Umweltpegels kaum aussagekräftig, doch laufen auf diesem Gebiete verschiedene Entwicklungen, teils mit in Flanschen fest eingebauten opto-elektronischen Anordnungen, teils mit akustischen Methoden im Ultraschallbereich.

Dr. *A. Eidinger*

Diskussionsgruppe 34
Protection / Schutz

Präsident: *S. Horowitz* (Vereinigte Staaten)
Rapporteur spécial: *G. Cotto* (Frankreich)

Die stetig zunehmende Bedeutung einer sicheren Energieversorgung für Wirtschaft und Gesellschaft stellt auch an den Schutz immer höhere Anforderungen: intelligenter, schneller und zuverlässiger. Zu deren Bewältigung erwartet man viel von den digitalen Schutzeinrichtungen, die dank den Fortschritten in der Mikroprozessortechnik und der Optoelektronik möglich geworden sind. Die diesjährige Tagung befasste sich deshalb hauptsächlich mit den Problemen, die beim Übergang zur digitalen Schutztechnik und bei der möglichen Integration des Schutzes in die übrige Stationsleittechnik auftreten können.

Vorzugsthema 1: Evaluation der Anwendungs-, Installations- und Unterhaltsbedingungen von Schutzsystemen, Personalausbildung

Das erste Vorzugsthema betraf vor allem die Auswirkungen auf Organisation, Änderungen in der Wartungsphilosophie und, damit zusammenhängend, die Anforderungen an die Ausbildung der Schutzfachleute. Obwohl nur ein einziger Bericht zu diesem Thema vorlag, wurde es ausgiebig diskutiert. Man hatte den Eindruck, dass sowohl Hersteller als auch Anwender das Problem erkannt haben, aber noch nicht genau wissen, wie sie das Problem lösen sollen. Es wurde von mehreren Rednern auf die vielen Sachgebiete hingewiesen, die ein Schutzingenieur in Zukunft kennen muss. Man ist sich ziemlich einig, dass mehr Teamwork erforderlich sein wird als heute, da der einzelne Schutzingenieur kaum mehr das gesamte Know-how über die Vorgänge im Netz und in den Maschinen, über die Konstruktion und Prüfung der Hardware (sowohl Analogtechnik wie Digitaltechnik),

genügend technologische Kenntnisse und darüber hinaus die gesamte Software beherrschen kann. Es wird notwendig sein, dass sowohl Hochschulen, Hersteller und Anwender ihre Beiträge zur Ausbildung leisten, die natürlich koordiniert sein müssen.

Unter dem gleichen Thema wurde darauf hingewiesen, dass für Inbetriebsetzung und Wartung von komplexen Schutzgeräten auch immer bessere Prüfeinrichtungen vorhanden sind, ohne welche eine wirtschaftliche und genügend gründliche Prüfung kaum mehr möglich sein wird. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit werden in vielen Fällen eingebaute automatische Prüfeinrichtungen eingesetzt, die sich bewährt haben, was besonders durch Statistiken aus Japan belegt wurde. Beim Einsatz von Mikroprozessoren wird die Selbstüberwachung zur Selbstverständlichkeit.

Vorzugsthema 2: Digitale Schutzsysteme im Gesamtkonzept einer Anlage. Hierarchieprobleme, Informationsfluss, Verknüpfungen. Neue Technologien (Glasfasern, elektronische Stromwandler). Integration mit anderen Ausrüstungen

Das zweite Hauptthema betraf den digitalen Schutz selbst als Teil der Stationsleittechnik. Haupteindruck war, dass die Anwender diese Technik vorsichtig und schrittweise einführen werden. Im Vordergrund stehen zunächst autarke Schutzgeräte auf Mikroprozessorbasis mit erweiterten Funktionen. Die Möglichkeit, Geräte verschiedener Hersteller in der gleichen Unterstation zusammenschalten zu können, wird als unbedingte Forderung hingestellt. Eine weitgehende Integration wird aber noch längere Zeit sehr schwierig sein, da in bezug auf Standardisierung von Schnittstellen und Protokollen und auch in bezug auf die ganze Hierarchie noch kein klares, eindeutiges Bild herrscht. Mehrere Redner nahmen die Frage auch zum Anlass für eine Bilanz über die Einführung der konventionellen Elektronik in der Schutztechnik während der letzten 20 Jahre. Es wird festgestellt, dass man oft Probleme unterschätzt hat und dass man den Übergang zur digitalen Technik gut vorbereiten muss.

Die Vorteile der digitalen Technik für den Schutz werden jedoch allgemein anerkannt und man erhofft sich Verbesserungen verschiedener Eigenschaften (bei komplexen Fehlern auf Doppelleitungen, Möglichkeit der ferngesteuerten Veränderung von Relaiseinstellungen während des Betriebes, grössere Flexibilität in den Anwendungen usw.) sowie zusätzliche Funktionen (Fehlerortung, Protokollierung von Fehlern usw.).

J. Gantner

Diskussionsgruppe 35
Télécommunications / Telekommunikation

Präsident: *T. Jöransson* (Schweden)
Rapporteur spécial: *P. Borremans* (Belgien)

Die Diskussionen, die an der Tagung des Studienkomitees 35 auf der Basis der für die diesjährige Session ausgewählten Vorzugsthemata geführt wurden, haben zu den nachfolgend aufgeführten Erkenntnissen geführt.

Vorzugsthema 1: Übertragungsmittel unter Benützung von Energieübertragungsleitungen, Radioverbindungen, Glasfaserverbindungen und mobilen Radiostationen Hauptgewicht: Integrierte Systeme
Vorzugsthema 2: Erfahrungen mit Fernwirknetzen und Entwicklungstendenzen. Beispiele von angeführten Anlagen inkl. Projektierungskriterien
Vorzugsthema 3: Zuverlässigkeitsfragen, speziell in komplexen Fernwirknetzen, Unterhalt

Nachdem die digitale Datenverarbeitung auf allen hierarchischen Ebenen heute die Regel ist, setzt sich der schon vor einigen Jahren bei den PTT feststellbare Trend zur digitalen Nachrichten-Übertragung nun auch bei den EW-Gesellschaften deutlich fort. Man verspricht sich dabei durch die Digitalisierung eine bessere Ausnutzung der System-Kapazität, bessere Verfügbarkeit, grössere Flexibilität und eine erhebliche Kostensenkung.

Integrierte Digitale Netze (IDN) zur Nachrichten-Übertragung bei EW-Gesellschaften werden voraussichtlich noch auf Jahre hinaus hauptsächlich mittels digitaler Richtstrahlverbindungen, in weit geringerem Mass und vorderhand nur auf kürzeren Strecken auch durch optische Nachrichtenverbindungen unter Verwendung von Glasfaser-Kabeln auf Hochspannungsleitungen, realisiert werden. Einzig in England, wo CEGB in den nächsten Jahren eine grössere Anzahl alter Leitungen ersetzen muss, werden systematisch Erdseile mit integrierten Glasfaser-Kabeln aufgelegt und damit optische Nachrichtenverbindungen über grosse Distanzen aufgebaut.

Die Frage, ob die Signal-Übertragung in solchen Integrierten Digitalen Netzen asynchron, teilweise oder vollkommen synchron sein soll, hängt stark vom Grad der Integration verschiedener Dienste (Sprach-, Fernwirk-, Daten- und Netzschutz-Kanäle) ab und wird daher von den einzelnen EW-Gesellschaften auch verschiedenartig beurteilt. Dabei wird vor allem die Integration von Netzschutz-Signalen in Frage gestellt und damit auch die Lösung durch ein Integrated Services Digital Network (ISDN), wie sie zurzeit bei CCITT studiert wird.

Trägerfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen werden auch in Zukunft Verwendung finden, vorwiegend in weniger hoch entwickelten Ländern und über grössere Distanzen, wo aus Kostengründen Richtstrahl- und vor allem optische Nachrichtenverbindungen nicht in Frage kommen. Aber auch in den übrigen Ländern werden sie als Zweitverbindungen, vor allem für die Übertragung von Netzschutz-Befehlen, ihre Bedeutung beibehalten.

Aus den verschiedenen Beiträgen zum Themenkreis Fernwirk-Systeme ist ersichtlich, dass man heute Lösungen mit verteilter Intelligenz den Vorzug gibt. Dabei erfolgt die Datenverarbeitung entweder in mehreren Kleinrechnern, welche auf verschiedene hierarchische Ebenen verteilt sind, oder aber in mehreren Rechnern auf derselben Ebene unter Verwendung einer gemeinsamen Datenbank. Das traditionelle Konzept, bei dem in einem Kontrollzentrum zwei Grossrechner (der eine im Hot Stand-by) sämtliche Funktionen übernehmen, wird zunehmend durch Lösungen verdrängt, bei welchen mehrere Kleinrechner auf die verschiedenen Funktionen verteilt werden.

Dem Thema Zuverlässigkeit wurde in allen Beiträgen grosse Bedeutung zugemessen. Sowohl in Integrierten Digitalen Nachrichtennetzen wie auch in Fernwirk-Systemen werden vermehrt integrierte, rechnerunterstützte Diagnose-Systeme vorgesehen, welche eine rasche Eingrenzung und Behebung von fehlerhaften Komponenten ermöglichen und damit zu einer möglichst hohen Verfügbarkeit des Gesamtsystems beitragen.

W. Senn

Diskussionsgruppe 36
Perturbations

Président: *M. Sforzini* (Italie)
Rapporteur spécial: *L. Zaffanella* (Etats-Unis)

Sujet préférentiel N° 1: Organismes vivants et champs électriques et magnétiques

Dix-huit orateurs, dont deux médecins, ont pris part aux discussions, au cours de 26 interventions. Ce qui montre, cette année à nouveau, l'intérêt suscité par ce sujet. Cet intérêt est dû au moins autant à la nécessité de mieux analyser les actions possibles des champs électriques qu'au besoin de faire face aux difficultés croissantes de passage de lignes en raison des craintes d'un public insuffisamment informé.

Cinq thèmes se dégagent des différentes interventions:

a) certains pays ont déjà adopté des règles de limitation des valeurs du champ, soit pour le public, soit pour les travailleurs. De même, certains organismes officiels souhaiteraient introduire des limites internationales: les valeurs proposées varient entre 20 kV/m et 2 kV/m.

Mais la majorité des orateurs du Groupe de discussions 36 s'oppose à la mise en place de ces limites.

b) La raison du refus de limites, du moins actuellement, provient du fait qu'il n'y a toujours aucune base scientifique sûre (physique ou biologique) sur laquelle s'appuyer. Jusqu'à présent, aucun effet physiologique n'a pu être mis en évidence de façon incontestable.

On s'oriente de plus en plus vers l'étude de la dosimétrie de champ, c'est-à-dire l'étude de l'exposition au champ des orga-

nismes vivants. Les recherches apparaissent comme un complément indispensable aux études épidémiologiques tant soit peu quantitatives.

On a rappelé que les seuls effets observables sont liés à des actions secondaires, du type microdécharges ou excitation des poils et des cheveux.

c) L'attention de l'auditoire a été attirée sur les difficultés de transposition à l'homme des recherches menées sur les animaux de laboratoire. Les raisons d'interprétations erronées proviennent d'une part des différences de formes et de taille (effet d'échelle) et, d'autre part, de différences de sensibilité biologique entre l'homme et l'animal.

d) Les coûts entraînés par une réduction éventuelle des intensités des champs ont été évoqués: influence de la surélévation des pylônes, conséquences sur l'effet de couronne, etc.

On a cependant rappelé que le champ maximal sous une ligne n'occupe qu'une très faible surface, rapportée à la surface d'emprise au sol total de la ligne. D'autre part, le simple fait de modifier la disposition relative des phases d'une ligne à 2 circuits permet de réduire le champ maximal dans un rapport de 2 à 1.

e) Dans le cas des lignes à courant continu, le champ proprement dit n'a que peu d'effet. Le phénomène à considérer est le flux ionique vers le sol. Dans ce domaine, des recherches sont en cours et quelques études à caractère biologique ont été mises en œuvre.

Pour terminer, et dans le cadre de la question relative aux moyens d'information du public, un montage audiovisuel exposant la nature et les effets des champs électriques a été présenté.

Sujet préférentiel N° 2: Perturbations de tension (harmoniques, flicker, creux de tension, déséquilibre)

Trois thèmes ont été abordés (par 27 intervenants!):
- les harmoniques
- le déséquilibre de tension
- la compensation du flicker dû à un four à arcs.

En ce qui concerne les harmoniques, le problème de la modélisation des éléments du réseau (générateurs, lignes, transformateurs et condensateurs) est pratiquement résolu de manière satisfaisante: les résultats de calculs et d'expérimentations sont concordants. Par contre, il est nécessaire de poursuivre des recherches dans le domaine de la modélisation des charges qui ont une influence très importante sur les amplitudes des tensions harmoniques. A signaler deux résultats expérimentaux: tout d'abord certaines charges perturbatrices basse-tension, telles que les récepteurs de télévision (utilisées simultanément en très grand nombre) peuvent provoquer dans le réseau 230 kV des tensions harmoniques supérieures à 1%, ensuite il a été constaté, lors d'une résonance dans un réseau THT que le coëfficient de surtension était égal à 5 lorsque la charge du réseau était faible.

Pour les mesures, il a été fait mention d'une précision globale de 5% incluant celle des réducteurs de mesures. La limitation des harmoniques émis par une installation est un problème difficile, compliqué par le fait que très souvent les harmoniques n'ont pas une amplitude constante mais qu'ils fluctuent très rapidement. Il a été suggéré de choisir des limites qui soient fonction de la puissance de l'installation perturbatrice; le problème des limites pour les harmoniques de faible durée a donné lieu à une controverse; de plus, le choix du critère d'évaluation de la gêne n'est pas encore parfaitement explicité.

Il a été précisé que le Groupe de travail 36-05 publierait prochainement un article traitant des mesures et un autre article traitant des principes acceptés par les membres du groupe concernant les conditions de raccordement au réseau d'un équipement perturbateur; de plus, ce groupe de travail recherche la possibilité de donner des valeurs numériques pour les limites.

En ce qui concerne le déséquilibre de tension, il a été confirmé que la formule simplifiée proposée dans le rapport 36-02 est pratiquement identique à la formule exacte du point de vue du temps de calcul. De plus, il a été précisé qu'une limite de 2% pour la tension inverse est très raisonnable, compte tenu de résultats d'expérimentations en laboratoire et du fait que le déséquilibre dans les réseaux dépasse souvent 1% sans aucun dommage pour les moteurs asynchrones utilisés par les usagers.

Enfin, le rapport 36-05 présentant une expérience de compensation du flicker par un compensateur statique a été complété par la présentation d'une étude de simulation et par la présentation de résultats obtenus avec d'autres types de compensateurs. Il apparaît ainsi que, actuellement, il est parfaitement possible de réduire le flicker dans un rapport de l'ordre de 10 à 12.

Le problème du partage des responsabilités entre client perturbateur et distributeur en cas de dépassement des limites a été évoqué pour les harmoniques comme pour le flicker, il a été suggéré la possibilité de contraintes de limites de perturbations minimales pour le client et de puissance de court-circuit minimale pour le distributeur.

Sujet préférentiel N° 3: Tensions et courants induits sur les installations de télécommunication, les équipements basse tension, les canalisations, etc.

Plusieurs thèmes ont été abordés lors des discussions relatives aux effets des lignes à haute tension sur les canalisations de fluide: calcul des tensions, risques pour le personnel, précautions de sécurité. Les contributions portant sur le calcul des tensions induites ont mis en évidence la validité des méthodes de calcul. L'imprécision du calcul résulte des simplifications introduites, mais surtout de la mauvaise connaissance de certains paramètres importants: résistivité du sol tout au long de la zone d'influence, résistance de fuite des canalisations notamment. Une bonne précision ne peut être espérée dans le cas d'une prédétermination des tensions sur de futures canalisations. Par contre, dans le cas de canalisations existantes, des mesures des caractéristiques des conduites permettent d'obtenir une bonne précision des calculs.

En ce qui concerne les risques pour le personnel, une récente enquête internationale menée par le Groupe de travail 36.02 sur les réglementations ou directives en vigueur a montré qu'il existait de grandes différences entre les valeurs admises dans les divers pays, surtout dans le cas des sollicitations lors de défauts. Ces différences dans les réglementations et dans la perception du problème accentuent l'intérêt du guide dont le Groupe de travail 36.02 a entrepris la rédaction. Ce guide relatif aux problèmes d'influence des lignes sur les canalisations présentera les différents aspects du problème, des méthodes de calcul et de mesures, et proposera des moyens de réduction des sollicitations et de protection des personnes et des installations.

L'autre thème abordé concernait les effets de l'impact de la foudre sur un mât d'antenne de poste. L'examen de ce problème ne peut être maîtrisé par les seuls calculs: des mesures sont nécessaires pour prédéterminer les sollicitations et les circulations de courant; différentes méthodes d'essais basées sur l'injection de courants de choc sont utilisées. Les principes essentiels de protection des installations des bâtiments consistent à favoriser la pénétration du courant de foudre au niveau du pylône même et à détourner du bâtiment les courants importants.

Ces discussions ont été suivies par une présentation générale des activités du Groupe de travail 36.02.

Pour terminer, un représentant du CCITT (Commission d'études V) a fait part de la fructueuse collaboration qui existait avec la CIGRE et a présenté les travaux en cours. *G. Bonnard* (Secrétaire du CE)

Diskussionsgruppe 37
Planification et évolution des réseaux

Président: *J. Cladé* (France)
Rapporteur spécial: *N. De Franco* (Brésil)

Sujet préférentiel N° 1: La place de l'électricité dans l'environnement énergétique

Le développement du système électrique ne peut être analysé et planifié qu'en situant l'énergie électrique dans l'ensemble des marchés des produits énergétiques. Tous les intervenants sont d'accord sur l'intérêt d'une telle approche; de ce fait, les autorités publiques, compte tenu de l'implication des choix énergétiques sur l'ensemble de la vie des citoyens et des pays, ont un rôle important à jouer pour fixer les

règles et les objectifs globaux. Les électriciens doivent ensuite agir dans le cadre des règles précédentes et en tenant compte de la spécificité du domaine qui est le leur.

Par ailleurs, sur ces marchés, l'électricité peut se trouver en concurrence ou en complémentarité avec d'autres formes d'énergie suivant les prix relatifs des différents combustibles et les processus d'utilisation. Certains intervenants ont ainsi montré l'intérêt des systèmes bi-énergies (chaudières, pompes à chaleur, etc.) et ont évoqué les moyens nécessaires à la réalisation de ces investissements (information des utilisateurs, recherche et développement, établissement de contrats adaptés, société de distribution multiénergie, etc.) alors que d'autres ont mis en avant l'intérêt de l'électricité au niveau de l'utilisation finale (chauffage direct des locaux par exemple).

Si, pour un usage donné, les conditions économiques peuvent différer notablement d'un pays à l'autre, on constate, pour tous les pays, une augmentation du taux de pénétration de l'électricité au niveau de l'utilisation finale (des taux asymptotiques de l'ordre de 80% ont été avancés). Ce phénomène s'analyse d'une part par le fait que l'électricité est un vecteur d'énergie qui permet d'utiliser la source primaire la moins chère et, d'autre part, par la souplesse de son emploi qui permet d'optimiser l'utilisation finale et d'automatiser les procédés de production.

S'il n'existe pas de relations analytiques simples entre la croissance du Produit national brut et la croissance de la consommation d'énergie électrique, de nombreux intervenants ont souligné le fait que le secteur électrique est une des clefs du développement. En particulier l'électrification des zones rurales permet d'améliorer les équilibres économiques et sociaux et peut faire l'objet de mesures particulières de financement et de tarification.

Signalons enfin, pour clore ce sujet préférentiel, que les experts soulignent que les énergies dites «alternatives» présentent, au moins dans l'immédiat, des coûts qui limitent leur utilisation à des conditions particulières.

Sujet préférentiel N° 2:
La planification du système électrique dans le contexte d'un avenir incertain

Le rythme de croissance de la demande future est l'un des facteurs qui affectent le développement du système électrique. Les méthodes utilisées pour le quantifier ne permettent pas de supprimer l'incertitude mais peuvent, par l'emploi des modèles explicatifs considérant les usages finaux de l'électricité, aider à déterminer les facteurs sur lesquels pèse effectivement ce type d'incertitude. La nature des moyens de production, donc leur localisation, liée au coût futur des énergies primaires, est un autre grand facteur d'incertitude.

Le traitement des incertitudes qui affectent la planification du système électrique se fait en deux étapes:

- essayer de définir les scénarios plausibles pour détecter les problèmes importants qui pourraient survenir,
- déterminer, après une analyse détaillée, les avantages et les inconvénients des différentes solutions aux problèmes rencontrés.

La première étape de ce genre d'étude est donc de choisir les scénarios. Il s'agit ensuite d'étudier chacun d'entre eux; à cette fin, une approche en deux temps est généralement préconisée:

- une étude par des modèles globaux, relativement simples, utilisables surtout pour la production,
- relayer par une étude plus fine et plus précise sur les premiers choix de chaque scénario.

S'il y a accord général sur la nécessité de modèles probabilistes, la structure des modèles et la forme des données à y entrer fait encore l'objet d'intéressantes interventions.

Par ailleurs, à la lumière des faits de la dernière décennie, il y a des différences d'appréciation sur les conséquences de la baisse de la croissance; pour certains, c'est uniquement un décalage des investissements, alors que la plupart signalent des conséquences plus importantes (intérêt de solutions moins capitalistes, développement du réseau d'interconnexion, etc.). En outre, les contraintes de financement peuvent remettre en cause un plan globalement optimal à long terme.

La question de la prise de décision devant en avenir incertain a été abordée tant sur le plan conceptuel où l'on a montré, par exemple, l'intérêt de calculer l'ensemble de la matrice des regrets associés aux couples «décision-scénario» que sur le plan de la nécessaire amélioration du dialogue entre planificateur et décideur.

Sujet préférentiel N° 3:
Le liens entre la planification et les conditions d'exploitation des réseaux

Pour réduire les investissements lourds (technologie primaire) nécessaires à la satisfaction de la demande, le planificateur doit prendre en compte ou proposer des solutions moins coûteuses qui permettent d'accroître la capacité ou la flexibilité du système électrique. Les solutions de mise en œuvre rapide sont particulièrement utiles lorsque l'avenir est incertain.

Les techniques de gestion de la charge, directement par une commande des usages chez le consommateur ou indirectement via des incitations tarifaires, ont fait la preuve de leur efficacité à terme pour lisser les modulations journalières de la courbe de charge, donc pour réduire les moyens de production à la pointe. Par contre, il a peu été question de la réduction des variations saisonnières.

Il a été rappelé que l'augmentation de la capacité des réseaux d'interconnexion permet une réduction des capacités des moyens de production et une gestion plus économique du système. Cette augmentation, surtout lorsque les distances sont importantes, peut être obtenue de manière économique par des dispositifs faisant intervenir des technologies nouvelles plus complexes (réseaux de télécommunication, systèmes informatiques, compensateur statique d'énergie réactive, etc.). La fiabilité résultante du système électrique et les conséquences sur l'exploitation des réseaux font l'objet d'études délicates: les phénomènes sont parfois difficiles à représenter au niveau des études de planification et ils concernent, en particulier, les marges implicites ou explicites nécessaires à l'exploitant et les performances des systèmes de conduite dont il dispose.

Malgré leur complexité, les points esquissés sont et seront l'objet d'études et de réalisations de plus en plus fréquentes.

M. Ernoult (Secrétaire de séance)

Diskussionsgruppe 38
Analyse et technologie des réseaux

Président: *H.M. Ellis* (Canada)
Rapporteur spécial: *M. Pavard* (France)

Les thèmes de discussion étaient les suivants:

Sujet préférentiel N° 1:
Méthodes analytiques et techniques pour améliorer la capacité de transfert et la stabilité des réseaux

Les techniques déjà éprouvées de systèmes d'excitation rapides et de stabilisateurs additionnels sont considéréés comme adéquates pour améliorer la stabilité statique et transitoire dans la plupart des cas. La discussion n'apporta pas beaucoup d'éléments nouveaux sur ce thème.

La gestion des réserves réactives, non seulement pour les réseaux en état normal, mais également en considérant le critère de sécurité n-1, suscite de plus en plus d'intérêt. Les techniques de calcul de répartition optimale des puissances actives et réactives sous contrainte se généralisent pour analyser ces problèmes.

De nombreuses questions sont encore mal résolues, comme la localisation des réserves de puissance réactive, leur coordination et leur gestion en temps réel. La localisation des systèmes de compensation statiques, leur système de réglage et leur influence sur la stabilité transitoire sont encore des questions ouvertes.

La création d'un groupe d'action (taskforce) du Groupe de travail 38.01 fut d'ailleurs décidée lors de la réunion ultérieure du Comité 38. Ce groupe d'action a pour objectif de formuler un guide d'application des systèmes de compensation statique, travail basé sur l'expérience des constructeurs.

L'action sur la topologie du réseau, dans le but de contrôler la répartition des puissances, est envisagée.

Un des éléments importants de la discussion est l'opinion que les moyens d'analyse

utilisés actuellement pour améliorer la capacité de transfert des réseaux ne constituent qu'un début très modeste, par rapport aux perspectives d'utilisation des techniques informatiques.

Le Comité 38 propose que l'un des sujets préférentiels pour la session 1988 porte sur l'impact des technologies nouvelles de l'informatique (matériel et logiciel) sur les techniques d'analyse des réseaux.

Sujet préférentiel N° 2: Reconstruction d'un réseau après une défaillance majeure

Seuls deux articles et deux interventions préparées traitaient de ce sujet. Ceci ne démontre pas un manque d'intérêt pour le sujet, mais le fait que ce problème est extrêmement complexe et que les modèles usuels sont insuffisants pour l'analyser. Les données pour modéliser un réseau dans un état très éloigné des conditions normales sont quasi inexistantes. Des outils nouveaux sont envisagés, tels que systèmes experts, pour le choix des politiques de reprise du service. Le rapport 38-03 présente un outil de simulation utilisé au Japon, basé sur un système multiprocesseur avec un processeur vectoriel.

Sujet préférentiel N° 3: Modélisation des alternateurs et des charges

L'utilisation de modèles équivalents (équivalents dynamiques) pour représenter certaines parties du réseau est discutée. Sauf dans le domaine du temps réel, cette technique semble perdre de son importance, vu les performances et la mémoire des calculateurs modernes. Une enquête du Groupe de travail 38.02 à ce sujet est en cours.

La discussion sur les modèles proposés pour les charges n'apporte rien de nouveau. Par contre, il est signalé qu'un système d'enregistrement automatique est installé en plusieurs postes du réseau de la CEGB (Central Electricity Generating Board), dans le but d'identifier des modèles de charges. *A. Germond*

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

Präsident: *J. Svoen* (Norwegen)
Rapporteur spécial: *A. Merlin* (Frankreich)

Vorzugsthema 1: Technik und Erfahrung in der Betriebseinsatzplanung im Zeitbereich bis zu einem Jahr

In einigen Ländern beginnt man mit der Anwendung von Wahrscheinlichkeitskriterien für die Betriebseinsatzplanung; Schwierigkeiten bieten vor allem die Interpretation der Resultate der Wahrscheinlichkeitsrechnung durch den Betriebsingenieur sowie die möglichst genaue Erfassung der entsprechenden Wahrscheinlichkeitsdaten. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen und um die Betriebssicherheit zu erhöhen, gewinnt der Datenaustausch zwischen den Netzführungszentren und den einzelnen Ländern zunehmend an Bedeutung. In Zukunft muss eine noch grössere Vereinheitlichung der Art des Datenaustausches erreicht werden, damit die Bereitschaft der Lastverteiler, an einem gemeinsamen Datenaustausch teilzunehmen, noch zunimmt.

Vorzugsthema 2: Leistungsfähigkeit der Netzführungszentren, heutige Sicherheitsanalysen und Verbesserung der Betriebssicherheit sowie in die Zukunft führende Tendenzen

Bei Grossstörungen wird der Betriebsingenieur mit unverhältnismässig vielen Meldungen und Alarmen bedient, so dass er gar nicht in der Lage ist, korrekte Reaktionen zu tätigen. Es wird daher versucht, mit Hilfe von Rechnern mit künstlicher Intelligenz die Vielzahl von Störmeldungen auf globalere und umfassendere Aussagen zu konzentrieren. Dazu benötigt man auch vermehrt entsprechend genaue Daten der Nachbarnetze. Dadurch sollte der Betriebsingenieur nicht nur aussagekräftigere Informationen vom Rechner bekommen, sondern auch in einem gewissen Sinn Richtlinien über sein weiteres Vorgehen. Damit die Netzführungszentren entwicklungsfähig bleiben, müsste eine universelle und komplette Steuerarchitektur gesucht werden, in der alle Untersysteme ausbau- und austauschfähig integriert sind, mit einer vollständigen Vereinheitlichung der Peripherien. Zur Schulung der Betriebsingenieure sollten Simulationssysteme vorhanden sein, die das gesamte Netz mit allen Details umfassen.

Vorzugsthema 3: Führung grosser Kraftwerke im Netzverband durch Koordination der Kraftwerksmöglichkeiten mit den Netzbedürfnissen im Zeitbereich von Sekunden bis Stunden; Erfahrungen und neueste Entwicklungen

Kernkraftwerke können mit Hilfe von Spezialreglern zur Lastfolge beigezogen werden, mit einem Primärregelanteil von ±2% und einem Sekundärregelanteil von ±5% der Nennleistung. Als Laständerung müssen 5% der Nennleistung pro Minute eingesetzt werden können. Je nach Grösse der Netze und Anzahl vorhandener Kraftwerke gehen die Meinungen bezüglich des Schutzes der Kraftwerke auseinander, je nachdem das Gewicht eher auf den absoluten Schutz der Kraftwerke oder eher auf die möglichst lange Unterstützung des Netzbetriebes gelegt wird. Bei langen Anschlussleitungen zwischen Kraftwerk und Netz kann nach einem Wegfall des Kraftwerkes vom Netz die Speisung der Hilfsbetriebe aus dem Netz zu Schwingungen und Ferro-Resonanzen führen, so dass die heutigen Tendenzen Richtung Eigenstart mit Gasturbinen gehen. Dr. *F. Schwab*

Gemeinsame Diskussionsgruppe 37/38/39
Terminologie et méthodologie de la fiabilité

Président: *H.M. Ellis* (Canada)
Rapporteur spécial: *M. Sandrin* (France)

Sujet préférentiel N° 1: Méthodes d'étude de la fiabilité prévisionnelle

Les techniques analytiques et les techniques de simulation ont souvent été opposées dans le passé.

Les méthodes analytiques ont fait l'objet de plusieurs interventions. Leur champ d'application semble s'étendre, au prix d'une complexité croissante des techniques utilisées (modèles de Markov et semi-Markov, arbres d'événements, ajustement de moment...). L'extension de leur application aux grands réseaux est recherchée, en cherchant un compromis entre la simplification des modèles employés et la validité des résultats obtenus.

L'intérêt de procéder à de nombreuses simulations a été beaucoup évoqué, surtout lorsque l'on s'approche de l'exploitation en temps réel, mais aussi pour pouvoir en déduire des guides d'exploitation. Pour remédier à l'inconvénient majeur des simulations, qui est le temps de calcul nécessaire, des programmes de stabilité plus performants, dits «à moyen terme», commencent à être employés: grâce à des méthodes de pas d'intégration variable, le temps de calcul est réduit, permettant d'analyser un plus grand nombre de cas.

Les applications récentes présentent souvent une utilisation combinée des techniques analytiques et des simulations, de façon à profiter de leurs avantages respectifs.

On préfère parfois apprécier la fiabilité d'un système à la satisfaction de critères déterministes. Des contributions ont souligné que l'application stricte de critères déterministes devait être mise en cause compte tenu des investissements résultants, particulièrement pour certains pays en voie de développement où de tels critères sont considérés comme luxueux. Les coûts d'investissements importants et les restrictions financières conduisent à l'utilisation croissante de techniques fiabilistes dans les décisions d'investissement, résultant dans le choix de critères adéquats. L'intérêt d'un renforcement du réseau peut être mesuré par le gain obtenu sur des valeurs moyennes caractéristiques, telles que la gêne ressentie par la clientèle ou le coût moyen des pertes. Avec de telles méthodes, il s'est avéré possible de mieux utiliser les investissements en exploitant le réseau plus près de ses possibilités, sans réduction mesurable de la fiabilité.

Il est à noter que des chiffres très variables sont utilisés pour évaluer la gêne subie par la clientèle.

En définitive, plusieurs intervenants ont estimé qu'il ne fallait pas opposer les approches déterministes et fiabilistes, pas plus que l'analyse et l'expérience. La définition d'un critère probabiliste reste une affaire de jugement, basé sur l'expérience; l'analyse aide à interpréter l'expérience mais ne peut pas se substituer à la réalité.

Sujet préférentiel N° 2:
La prise en compte de la sécurité lors de l'exploitation en temps réel

Dans cette phase, l'adéquation devient une donnée d'entrée, et le dispatcher n'a pas de prise sur elle. Mais il doit s'assurer de la sécurité. Ceci exige des calculs de simulation très complexes qu'il est difficile de mener en exploitation en temps réel; aucune expérience de ce type n'a été rapportée.

Les intervenants ont indiqué que le dispatcher s'assure de la sécurité en respectant des règles d'exploitation qui permettent de résister aux incidents les plus probables. Des approches sont tentées pour trouver le meilleur arbitrage entre sécurité et coût d'exploitation. Les méthodes probabilistes devraient contribuer à optimiser les règles d'exploitation, par exemple en ce qui concerne la gestion de la réserve tournante. Des recherches sont également en cours pour disposer de modèles fiables d'évaluation de risque qui pourraient permettre d'exploiter un réseau à un niveau de risque constant, choisi par l'opérateur; de réels arbitrages entre coût et sécurité seraient ainsi possibles.

Dans certains cas, le respect des règles d'exploitation peut coûter très cher; il peut alors être intéressant de renoncer aux marges, à condition de disposer de moyens pour éviter que les incidents, lorsqu'ils surviennent, n'entraînent l'effondrement du réseau. Une nouvelle pratique a été proposée pour le délestage: il s'agit de faire supporter la réduction de consommation à un plus grand nombre de clients tout en garantissant à chacun une quantité d'énergie minimale, utilisable pour les applications vitales. D'une manière générale, des études probabilistes sont nécessaires pour connaître la puissance effectivement délestée du fait du foisonnement des consommations.

Sujet préférentiel N° 3: La fiabilité observée du grand réseau et des composants

D'après le rapport-02, le risque d'incident majeur décroît quand l'interconnexion avec les systèmes voisins se développe, et croît avec la taille du réseau. Pour maîtriser la sécurité des grands réseaux interconnectés, dont la taille ne cesse de croître, de grands progrès devraient être apportés par les systèmes informatiques de conduite, où des avancées considérables devraient survenir d'ici vingt ans; la modification de la structure des réseaux coûterait beaucoup plus cher, à accroissement de sécurité égal.

Différentes collectes de données de fiabilité ont été mentionnées. Dans un cas, elles ont permis de construire un modèle de fiabilité du réseau, de type Markovien, qui a été utilisé pour évaluer l'efficacité de règles utilisées en exploitation. La dispersion des données affecte la mesure des performances d'un réseau; la méthode de segmentation a ainsi montré que la situation dans l'ensemble du réseau interconnecté est un facteur très discriminant, tandis que la taille du réseau est peu discriminante.

Un pays a mentionné que des objectifs de fiabilité étaient fixés et comparés aux mesures des performances du réseau; sur cette base, de nouveaux objectifs sont établis, en cherchant à diminuer le nombre de perturbations. Dans une telle démarche, il est utile de fixer des objectifs de fiabilité coordonnés aux différents niveaux du système (production, transport, distribution), de façon à optimiser la solution globale.

L'observation de la fiabilité des composants du système électrique est importante. Elle est faite depuis dix-huit ans pour les liaisons à courant continu, et depuis plusieurs années par l'UNIPEDE. Il faut assurer un juste équilibre dans le niveau de détail des données. La constitution d'une base de données internationales très précise et accessible aux utilisateurs nécessiterait de mettre en œuvre des moyens très importants, aussi l'intérêt d'une telle base devrait être examiné soigneusement.

Sujet préférentiel N° 4:
Les interactions entre les différents niveaux d'intervention de la fiabilité

Les rapports -07 et -08 ont indiqué l'intérêt d'une rétroaction de la planification du grand réseau sur la conception de ses composants. Une approche similaire a été utilisée pour l'étude de centrales, ainsi que pour l'étude de lignes de transport, de transformateurs, de disjoncteurs.

Pour ceci, il faut pouvoir disposer de données, dont le contexte d'exploitation et d'environnement doit être connu. Il est nécessaire de connaître aussi le degré de confiance, exprimé de façon statistique, qui peut être accordé à ces données. Un intervenant a souligné que peu d'organisations semblaient pouvoir entreprendre une telle tâche, en dehors de la CIGRE, mais que le travail devrait être pris en charge par un organisme pouvant travailler à plein temps, une fois la phase d'essai terminée.

Il a été noté que l'emploi de la redondance pouvait conduire à l'obtention de systèmes globalement très fiables, en dépit de composants de faible fiabilité.

Pour conclure, les présidents des Comités 37, 38 et 39 ont souligné l'intérêt de poursuivre une proche collaboration, dont la session 1986 a été un bon exemple.

M. Tesseron (Secrétaire de séance)