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

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 4

Artikel: Le simulateur de commutation aide à la sécurité

Autor: Hopfgartner, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903989

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

Le simulateur de commutation aide à la sécurité

H. Hopfgartner

Pour faire face aux exigences sans cesse croissantes, le personnel de commutation doit recevoir des instructions détaillées et une formation à l'exploitation et à la sécurité. Le simulateur de commutation est une aide appropriée pour ce faire; il permet de familiariser les stagiaires avec tous les types de situations d'exploitation sans aucun danger pour leur réseau ou d'autres personnes.

Um den grossen Sicherheitsansprüchen gerecht zu werden, muss das Personal in den Netzleitstellen eine detaillierte und umfassende Ausbildung in Betriebs- und Sicherheitsfragen erhalten. Der Schaltungssimulator ist eine geeignete Hilfe bei dieser Aufgabe. Er ist ein Mittel, um die Auszubildenden ohne jegliches Risiko für sich und andere mit allen vorkommenden Arbeitssituationen vertraut zu machen.

Exposé présenté au 2e Colloque sur la prévention et sécurité du 3–5 juin 1987 à Londres

Adresse de l'auteur
Hans Hopfgartner, Österreichische Elektrizitätswerke AG, Verbundgesellschaft, Am Hof 6A, A-1011 Vienne

1. Rôle du réseau

Un réseau de transport électrique est une structure technologique complexe pour l'exploitation de laquelle l'homme est en dernier ressort indispensable, malgré tous les progrès technologiques, car c'est le personnel qui doit prendre des décisions malgré l'emploi d'ordinateurs industriels et de matériels informatiques.

La principale unité de la conduite du réseau en Autriche est le centre de régulation de Vienne, qui est chargé des affaires commerciales et techniques impliquées dans la conduite du réseau.

Le concept de conduite de la Verbundgesellschaft est que le centre de régulation n'effectue pas lui-même des commutations dans le réseau, mais dirige l'exploitation en adressant des instructions et des ordres au personnel des postes et des centrales. Le personnel agit indépendamment sous les ordres du centre de régulation et contrôle l'exploitation locale. Ce travail exige des qualifications spéciales du personnel, attestées par le Certificat d'aptitude à la commutation.

2. Certificat d'aptitude à la commutation

Cet examen comporte une partie théorique et une partie pratique. Le personnel de la salle de commande doit bénéficier d'un enseignement et d'un entraînement complets du fait de la complexité sans cesse croissante du matériel et de la sensibilité des clients à de longues interruptions.

En 1982–83, et afin de rendre la formation et l'examen aussi pratiques que possible, un directeur d'usine et un ingénieur électronicien de la Verbundgesellschaft ont travaillé pendant 1500 heures au développement d'un «simulateur de commutation» capable de fournir les conditions de toutes les situations d'exploitation et d'interruption apparaissant à un nœud d'un réseau.

3. Simulateur de commutation

3.1 Caractéristiques techniques

Le simulateur de commutation, comme toutes les salles de commande modernes, comporte un panneau frontal avec des symboles, interrupteurs d'accusé de réception d'ordre, boutons-poussoirs éclairés et éléments spéciaux disposés en mosaïque.

Les fonctions de verrouillage sont simulées par un système logique à microprocesseur. La mémoire de programmation a une capacité de 4096 octets et la mémoire de travail une capacité de 1024 octets.

L'alimentation est assurée par une fiche 220 V; la consommation de l'électronique et du schéma synoptique est de 176 W.

Les dimensions hors-tout sont de 90 × 65 cm; le poids net, y compris les accessoires, est de 43 kg.

3.2 Avantages du simulateur de commutation

La simulation de commutation pratique présente les avantages considérables d'exploitation et de sécurité par rapport à tout autre méthode d'enseignement, exposé et examen.

- Le plaisir qu'éprouve le futur personnel de salle de commande à s'entraîner et à jouer est délibérément mis à profit et se traduit par un grand intérêt, une forte motivation et une coopération poussée de la part des candidats.
- L'effet rapide des simulations de commutation permet au personnel d'acquérir de l'expérience plus rapi-

dement que dans des conditions normales d'exploitations, pratiquement sans dérangement.
- La coopération indépendante et responsable imprime dans la mémoire des participants l'expérience acquise par des communications, mises à la terre et autres opérations éventuellement défectueuses.
- Lorsqu'il reçoit des ordres, le personnel de commutation doit continuellement prendre des décisions qu'il ne peut pas déléguer.
- Des décisions erronées, quand elles sont prises, ne mettent en danger ni l'exploitation normale du réseau, ni le stagiaire. Le système d'alarme acoustique incorporé, qui fonctionne en cas d'erreurs, est aussi impressionnant que des incidents en pratique.
- L'abstraction nécessaire au travail sur le simulateur de commutation enseigne la pensée créative au futur personnel de salle de commande. Les candidats apprennent à évaluer l'information reçue d'une façon critique et logique, car ils ne peuvent se fier à leur intuition, leurs sentiments ou leurs habitudes.
- Le simulateur de commutation offre d'excellentes facilités d'entraînement pour l'application des aptitudes déjà acquises et la découverte des lacunes de cette connaissance.

4. Formation du personnel aux nœuds du réseau

Des décisions rapides en cas de perturbations d'exploitation sont une nécessité absolue, car le matériel de production et de transport devient de plus en plus efficace. Le nombre élevé de messages et d'informations que le personnel de la salle de commande doit recevoir, trier et traiter en exploitation normale, et encore plus en cas de défaut, ne cesse de croître et d'imposer un haut niveau de qualification du personnel. Un enseignement complet des questions de sécurité et d'exploitation, assuré par la hiérarchie d'une part et des instructeurs qualifiés d'autre part, est donc indispensable pour les raisons suivantes.

- Les candidats au Certificat d'aptitude à la commutation et les répartiteurs titulaires doivent être familiarisés avec toutes les conditions d'exploitation, de façon à n'être confrontés que dans des cas extrêmement rares à de nouvelles situations d'exploitation et de sécurité.
- Compte tenu du perfectionnement constant du matériel technique, de l'automatisation croissante et de la moindre fréquence résultante des perturbations d'exploitation, il est essentiel de former les candidats à traiter des situations, interruptions et tâches inhabituelles liées à la sécurité.
- La formation sur le simulateur de commutation, qui est effectuée centralement pour le personnel de tous les nœuds du réseau, permet à tous les participants de tous nos nœuds de résoudre de la même façon tous les problèmes se posant en pratique.
- Du fait du progrès technologique rapide, c'est-à-dire de l'aide à la décision, du matériel nouveau et des systèmes télécommandés, le personnel de salle de commande est obligé de faire face à de nouvelles techniques, de nouveaux dispositifs de verrouillage, etc.
- Il est important pour les administrateurs et directeurs de connaître les personnes ayant les connaissances techniques nécessaires, la concentration et la réaction voulues pour décider des actions correctes qui s'imposent et prendre contact avec les unités voisines dans la mesure nécessaire. Dans ce contexte, le simulateur de commutation est une aide extrêmement utile pour juger les qualifications du personnel et ga-

Possibilités de simulation:

Commutations sur les connexions des jeux de barres en consultation avec le poste correspondant:

- déconnexion de lignes via les connexions des jeux de barres du poste ou, après couplage, exploitation du jeu de barres de transfert via le coupleur
- mise à la terre ou suppression de la terre des connexions du jeu de barres du poste ou du poste correspondant
- mise sous tension de lignes via leurs propres connexions au jeu de barres ou via une commutation coupleur-jeu de barres de transfert
- mise sous tension de lignes depuis le poste correspondant, en huit variantes selon les instructions de service du simulateur
- branchement en parallèle après la mise sous tension depuis le poste correspondant via les connexions du jeu de barres du poste ou via une commutation coupleur-jeu de barres de transfert, compte tenu des conditions de branchement en parallèle
- commutation coupleur-jeu de barres de transfert et passage à ce dernier le cas échéant, compte tenu du sectionneur ouvert du jeu de barres
- déconnexion de lignes en série via le coupleur, par exemple après un défaut du disjoncteur dans les connexions du jeu de barres du poste.

Possibilités de simulation:

Commutations sur les connexions du jeu de barres du transformateur de réglage principal:

- déconnexion le cas échéant d'un transformateur de réglage principal, compte tenu de la bobine de mise à la terre déconnectée ou d'une connexion du neutre 110 kV au second transformateur de réglage principal ou à la mise à la terre du neutre 220 kV
- insertion et branchement en parallèle d'un transformateur de réglage principal, compte tenu des possibilités de synchronisation existantes et de la position d'un sectionneur d'aiguillage ou d'un commutateur de commande
- branchement en parallèle d'un transformateur de réglage principal du côté 220 kV via le coupleur-jeu de barres de transfert afin de shunter la synchronisation inappropriée dans le branchement en parallèle correct des connexions du jeu de barres du poste
- connexion coupleur-jeu de barres de transfert d'un transformateur de réglage principal sur les côtés 220 kV et/ou 110 kV, compte tenu de l'insertion des jeux de barres et le cas échéant des sectionneurs de jeux de barres ouverts
- commutations à l'aide du sectionneur de neutre 220 kV
- commutations à l'aide du sectionneur de neutre 110 kV pour insertion d'une bobine de mise à la terre, insertion en parallèle d'une bobine de mise à la terre sur les transformateurs de réglage principaux 1 et 2, ou commutations pendant un défaut à la terre 110 kV avec ou sans participation du transformateur de réglage principal.

rantit ainsi que seules des personnes efficaces et qualifiées sont chargées des salles de commande.

- La formation peut porter non seulement sur les fonctions limitées à l'exploitation du réseau, mais aussi à la communication avec le personnel d'autres nœuds du réseau et le centre de régulation. Les directives existantes sur le langage de commutation sont pour ce faire un aspect vital de la sécurité.
- Un autre avantage essentiel du simulateur de commutation réside dans son respect des règlements de sécurité, à savoir la directive ÖVE-E 5, les mesures de mise à la terre et de sécurité, les verrouillages primaire et secondaire des appareils de connexion, etc. stipulés par ces instructions.

5. Formation et procédure d'examen sur le simulateur de commutation

La plupart des commutations du réseau en exploitation impliquent le centre de régulation, le nœud de commutation du réseau et un poste correspondant.

Des règles appropriées ont été fixées afin de créer un cadre analogue et universel pour toute opération de commutation.

Le candidat assure la fonction du répartiteur qualifié dans le poste de commutation et agit sur le simulateur.

Le poste correspondant est simulé par une petite boîte de commutation, reliée au simulateur par un câble et actionnée par un cadre expérimenté qui est en même temps l'examinateur.

Un ingénieur de sécurité assume habituellement les fonctions du centre de régulation et participe aussi à l'examen, en transmettant toutes les communications de commutation et en supervisant toutes les mesures de sécurité.

Toutes les opérations de commutation sont effectuées sur l'ordre de l'examinateur ou du présent du jury d'examen, par le directeur ou le chef du nœud du réseau où le candidat sera employé.

Une boîte de commutation permet de simuler tous les messages, autorisations, lectures et interruptions survenant pendant les opérations de commutation: défauts à la terre, phases manquantes, angles de phase, asynchronismes, terres oubliées, etc.

Possibilités de simulation:

Commutations de jeux de barre principaux et de réserve:

- simple changement de jeu de barres
- démarrage d'une marche à deux jeux de barres couplés
- passage à la marche à un jeu de barres
- changement de jeu de barres avec un sectionneur de jeu de barres ouvert, compte tenu de l'instruction «jeux de barres couplés - autorisation»
- changement de jeu de barres avec un sectionneur de jeu de barres ouvert, sans participation de la partie du réseau demeurant dans la section arrière du jeu de barres
- isolement puis mise à la terre de sections du jeu de barres, compte tenu du sectionneur de jeu de barres
- isolement puis mise à la terre du jeu de barres de transfert
- suppression de la mise à la terre avec possibilité de remise en exploitation de sections du jeu de barres principal ou de transfert
- connexion du jeu de barres de transfert pour connexions de ligne et du transformateur de réglage principal
- connexion du jeu de barres de transfert après des défauts d'exploitation.

Possibilités de simulation:

Commutations du réseau:

- passage du transformateur de réglage principal sur le côté 110 kV pour alimentation en parallèle d'un réseau 110 kV, compte tenu de la position d'un sectionneur d'aiguillage ou d'un commutateur de commande; branchement en parallèle possible du neutre 110 kV
- passage du fonctionnement en parallèle du transformateur de réglage principal à l'alimentation de réseaux séparé, compte tenu d'un possible branchement en parallèle du neutre
- branchement en parallèle d'un îlot du réseau asynchrone avec le reste du réseau interconnecté via le coupleur ou via les connexions du jeu de barres du transformateur de réglage principal 110 kV, après un défaut du transformateur de réglage principal
- fixation de points de coupure prédéterminés dans le réseau via les connexions coupleur–jeu de barres; nouveau branchement en parallèle après interruption de la ligne par suppression du couplage dans le cas d'angles de charge différents
- isolement puis branchement direct de lignes, sections de jeu de barres, coupleurs et transformateurs de réglage principaux pour un accroissement progressif de la tension dans des parties du poste avec le cas échéant mise à la terre du neutre 220 kV dans le réseau dont la tension augmente
- démonstration du passage pseudo-synchrone par un jeu de commutation «en-hors» sur deux disjoncteurs appropriés à l'instant de pseudo-synchronisme (cette procédure est appliquée pour le décalage du réseau par les partenaires du réseau CMEA).

Possibilités de simulation:

Opérations de commutation après des interruptions:

- commutations après des instructions définies d'ouverture délivrées par le matériel de protection des connexions des jeux de barres, compte tenu de la tension dissymétrique du poste correspondant, qui peut n'avoir pas encore disparu
- opérations de commutation pendant un défaut à la terre 110 kV pour réduire la taille du réseau affecté par ce défaut
- commutations après des instructions d'ouverture délivrées par le matériel de protection du transformateur de réglage principal, afin de rétablir l'alimentation des parties du réseau concernées (compte tenu des pertes de synchronisme ou des angles de charge différents possibles dans le cas de branchements en parallèle
- commutations pour remise en service rapide des parties considérées, après des instructions d'ouverture délivrées par le matériel de protection des jeux de barres, compte tenu du jeu de barres défectueux
- opérations de commutation après des défauts du réseau ou des déconnexions générales pour rétablir le réseau dans l'ordre prescrit
- commutations après établissement d'angles de charge différents.

Les erreurs de commutation ou autres faites pendant les opérations de commutation sont signalées par un ronfleur; l'erreur est ensuite discutée.

La discussion suivante est aussi importante que les opérations de commutation simulées, car elle est non seulement une analyse des causes d'erreurs ou de réactions incorrectes, mais aussi une possibilité de présenter des solutions meilleures quand la solution de l'exercice individuel de commutation a été incorrecte ou insuffisante seulement. Au cours de cette discussion, il ne s'agit pas de juger la performance individuelle bonne ou mauvaise au cours d'une opération de commutation, mais le comportement général du candidat face aux divers problèmes et son appréciation de situation. Ce comportement est analysé par le jury après plusieurs commutations.

6. Données expérimentales

L'expérience acquise jusqu'à présent avec cette méthode d'enseignement et d'examen est très bonne. Cette impression est confirmée aussi par les candidats qui peuvent travailler sur le simulateur de commutation pendant deux semaines avant l'examen.

Des directeurs et des ingénieurs ont travaillé sur le simulateur avant son utilisation pour des examens d'aptitude à la commutation. De nombreux problèmes et questions se sont posés pendant ces exercices et ont conduit à des modifications de procédure ou de programme de simulateur.

Toutes les personnes considérées sont complètement absorbées tant avant que pendant l'examen, puis agissent tout à fait naturellement au bout d'un certain temps.

7. Prospectives

Après l'extension prévue du simulateur de commutation par un tableau permettant des entrées telles que charges des lignes et transformateurs, niveaux de tension, systèmes d'alarme, etc., l'idéal d'une salle de commande portable pour la formation, avec toute l'information circulant dans un grand nœud moderne, sera atteint et contribuera fortement aussi à l'amélioration de la sécurité.

Le concept «Les Pros en bleu» véhiculant une image positive et novatrice de la prévention

J. Cottin

Pour progresser durablement en matière de sécurité du travail, l'image négative et contraignante de la sécurité doit s'estomper au profit d'une image positive et novatrice.

Damit auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit dauerhafte Fortschritte erzielt werden können, muss die negative Einstellung der Mitarbeiter gegenüber den Sicherheitsvorschriften zugunsten eines positiven Denkens und Verhaltens beeinflusst werden.

Adresse de l'auteur
Jean Cottin, Electricité de France,
F-44000 Nantes

1. Etude image de la sécurité

Pour analyser en profondeur l'image induite par la sécurité dans l'entreprise, 25 interviews de type conversationnel ont été réalisées en décembre 1984 et janvier 1985.

Il ressort, globalement, de cette étude une forte volonté de prise en compte de la sécurité, mais les interprétations et applications divergent:

- pour les jeunes, la sécurité est un acquis: «tout doit être prévu»,
- pour les anciens, la sécurité est le résultat de l'expérience mais est souvent ressentie comme une contrainte,
- pour la hiérarchie, la définition de la sécurité est extensive: la sécurité concerne les énergies manipulées (gaz et électricité) plus tout le reste,
- pour le personnel, la sécurité ne concerne que les énergies manipulées (seule cette sécurité est «noble»).

L'image de la sécurité apparaît ainsi confrontée à d'importantes zones de risques:

- Risque de cannibalisation par impérialisme du concept de survie. La sécurité est alors exclusivement vécue comme la survie de l'individu.
- Risque de dilution par lequel tout devient sécurité et où la sécurité spécifique liée au gaz et à l'électricité perd de sa crédibilité devant la multiplication des recommandations de la sécurité générique.
- Risque de banalisation. L'incident qui devrait être considéré comme pouvant avoir des conséquences graves est considéré comme banal et sans conséquence.