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: 86 (1995)

Heft: 7

Artikel: Détecter les points chauds par fibre optique : développement et essai sur site d'un superviseur de câble HT

Autor: Virdis, Philippe / Bautz, René / Michel, Jean

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902434

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

Grâce au développement d'un nouveau capteur à seuil de température, la connaissance du profil thermique des câbles HT est améliorée, notamment au niveau de la localisation des surcharges dans les réseaux urbains. L'intégration d'un tel capteur dans un système de supervision de câble, incluant la mesure de différents paramètres électriques, permet à l'utilisateur d'améliorer la disponibilité de ses câbles électriques et de renforcer la sécurité aussi bien que la flexibilité des décisions de manœuvre à prendre, spécialement en cas de perturbation.

Détecter les points chauds par fibre optique

Développement et essai sur site d'un superviseur de câble HT

■ Philippe Virdis, René Bautz, Jean Michel et Jacques Crausaz

Par le passé et actuellement encore, les réseaux de transport/répartition à haute tension étaient essentiellement constitués de lignes aériennes protégées à chaque extrémité par des équipements de détection de défauts (surintensités, surtensions d'origine atmosphérique). Des liaisons par câbles étaient de préférence réalisées pour les réseaux de distribution à moyenne tension sur lesquels les contraintes d'exploitation sont moins sévères que celles qui sont appliquées dans le cadre des réseaux à haute tension.

Les difficultés croissantes que l'on rencontre pour l'octroi des autorisations de construction de nouvelles lignes à haute tension ainsi que les progrès technologiques réalisés par les constructeurs de câbles modifient sensiblement la situation décrite ci-dessus. En effet, il devient réaliste et fiable d'envisager la réalisation de liaisons à haute tension, du moins pour des tensions se situant entre 50 et 150 kV, au moyen de câbles. Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, ces liaisons à haute tension câblées doivent être protégées contre les défauts susceptibles d'apparaître afin de maintenir sur ces portions câblées la même fiabilité que sur les lignes aériennes. De plus, si l'on tient compte du coût nettement plus élevé d'une liaison souterraine par rapport à la solution de la ligne aérienne, cela renforce la nécessité de disposer d'un équipement de supervision en temps réel du comportement du câble haute tension. Compte tenu de la nature des défauts potentiels, il s'agit dans le cadre de cette supervision, de suivre en permanence le comportement thermique, d'évaluer la valeur et de compter le nombre de surtensions atmosphériques touchant le câble. Sur le plan financier, on peut estimer en première approche et compte tenu des enjeux que l'exploitant du réseau sera enclin à investir pour les fonctions de supervision du câble, autant si ce n'est davantage d'argent que pour les équipements traditionnels de protection d'une ligne aérienne.

Concept d'un superviseur de câble

En exploitation, un câble à haute tension est soumis à un certain nombre de contraintes électriques, mécaniques et thermiques qui peuvent vieillir prématurément ou même dégrader irrémédiablement les isolants synthétiques. En outre, un câble et ses accessoires peuvent toujours être endommagés, malgré toutes les précautions prises lors des travaux de pose et montage. De même, en zone urbaine, la proximité d'autres liaisons électriques ou même de sources de chaleur telles que les conduites de chauffage à distance rend extrêmement

Ce superviseur de câble HT fut présenté dans le cadre d'une journée ETG qui eut lieu le 9 novembre 1993 à Boudry NE.

Adresses des auteurs:
Philippe Virdis, Entreprises électriques fribourgeoises, 1701 Fribourg,
René Bautz et *Jean Michel*, Câbles Cortaillod S.A., 2016 Cortaillod, et
Jacques Crausaz, Ecole d'ingénieurs de Fribourg, 1700 Fribourg.

difficile la localisation de surcharges ponctuelles. L'utilisation de relais de protection à image thermique ne donne pas à cet égard une sécurité suffisante.

Le présent développement propose une solution technique pour l'acquisition et le traitement de données nécessaires à l'exploitant pour la surveillance et la gestion optimale d'une liaison électrique câblée. Le but est d'une part de préserver la continuité de service en anticipant notamment sur les défaillances possibles et d'autre part de minimiser les coûts d'intervention et de maintenance. De plus, la solution proposée vise à prolonger au maximum la durée de vie du câble.

Composants du système superviseur

Les fonctions principales du superviseur sont:

- la surveillance thermique du câble avec relais de signalisation, d'alarme et de déclenchement ainsi que la localisation des points chauds;
- la surveillance mécanique du câble (tensions, écrasement de la gaine, courbures excessives) avec fonctions de signalisation et de localisation;
- l'enregistrement et l'exploitation statistique des surtensions et surintensités, y compris la surveillance du courant dans les écrans avec relais de protection.

En plus du raccordement possible d'un multiplexeur pour les besoins de téléaction et de transmission de données, le superviseur qui a été développé en collaboration avec l'Ecole d'ingénieurs de Fribourg comprend essentiellement une unité d'acquisition des paramètres électriques avec transmission optique des valeurs, un réflectomètre équipé d'un laser, d'une photodiode et d'un convertisseur A/D pour l'acquisition des paramètres optiques et d'une unité centrale de traitement équipée d'interfaces pour la télégestion, le traitement des alarmes, la signalisation auxiliaire et la configuration du système (figure 1).

L'unité centrale, équipée d'un microprocesseur 8 bits, est reliée directement par un bus sériel aux unités d'acquisition des valeurs optiques et électriques. Elle exploite les valeurs permettant de caractériser la situation courante ainsi que l'historique de la liaison dont:

- l'état des capteurs optiques avec le nombre et la position des microcontraintes;
- le calcul des valeurs RMS de tensions et de courants de phase et de gaine ainsi que les puissances actives, réactives et le cos φ;
- la datation des événements, surcharges électriques, surcharges thermiques, surtensions avec indications des niveaux, des durées et des facteurs de dépassement;
- la liste des déclenchements.

Mesure de la température distribuée par fibre optique

Principe général de la mesure

Le principe de mesure de température adapté à l'observation permanente de l'apparition de points «chauds» le long d'un câble à haute tension, doit satisfaire aux exigences suivantes:

- utiliser un senseur distribué, de façon à signaler une surélévation de température à n'importe quel endroit le long du câble;
- être capable de couvrir une longueur d'au moins 2 km;
- permettre la localisation des points chauds, avec une résolution spatiale de l'ordre du mètre;
- avoir une section aussi petite que possible pour s'intégrer au câble à haute tension;
- résister à une surélévation momentanée de température dépassant 200 °C (court-circuit);
- être insensible aux perturbations électromagnétiques;
- surtout être d'un prix inférieur au coût d'un surdimensionnement du câble offrant une plage de sécurité accrue.

Mesure par fibre optique

Depuis plusieurs années, des études ont été entreprises dans les laboratoires de recherche dans le but d'exploiter les propriétés de la fibre optique pour effectuer une mesure distribuée de la température ou des contraintes mécaniques. Dans le cas de la surveillance des points chauds le long d'un câble HT, deux problèmes fondamentaux se posent:

1. Intégration de la fibre optique au câble, de façon à n'enregistrer que l'influence de la température sur la fibre optique, à l'exclusion des contraintes mécaniques.
2. Utilisation d'un principe de mesure basé sur un phénomène fiable, ne conduisant pas à l'utilisation d'un système (fibre optique et équipement) d'un coût élevé, dissuasif pour la surveillance permanente d'un grand nombre de câbles.

Déjà étudiée pour des applications en télécommunications, l'intégration de la fibre optique dans une gaine ou une armure d'un câble HT est un problème considéré comme résolu. En revanche, plusieurs principes de mesure peuvent être envisagés. On peut grossièrement les classer en deux catégories:

Senseur intrinsèque: par exemple fibre dopée dont l'atténuation dépend fortement de la température, ou effet Raman basé sur une propriété fondamentale d'une fibre utilisée en télécommunications.

Senseur extrinsèque: par exemple structure associée à la fibre créant localement des microcourbures dont l'amplitude dépend de la température, altérant les caractéristiques de transmission ou de rétrodiffusion.

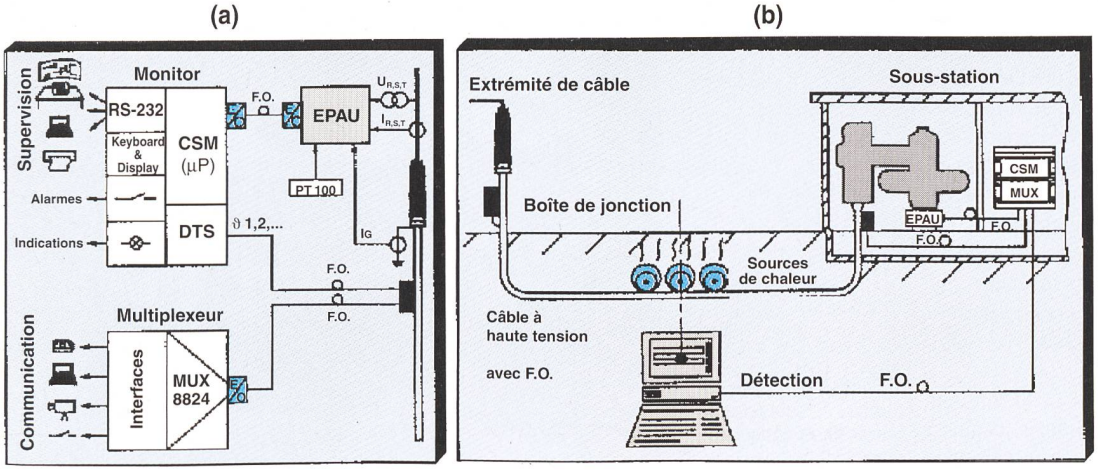


Figure 1 Supervision du câble à haute tension

a Système de communication et d'acquisition
b Liaison par câble HT (60 kV)
DTS Capteur de température distribuée
EPAU Unité d'acquisition des paramètres électriques
CSM Système d'acquisition de données
MUX Multiplexeur

Seuil	Température au conducteur	Température à l'écran (réglage de seuils ± 3 °C)
Signalisation	75 °C	61 °C
Alarme	90 °C	73 °C
Déclenchement	110 °C	88 °C

Tableau I Niveaux de seuils pour les températures

Dans l'un et l'autre cas, il est en principe économiquement avantageux de préférer un senseur utilisant une fibre multimode ou monomode standard.

Techniques de détection

Sur la base de ces critères, une évaluation des caractéristiques et des performances de chacune des catégories a été effectuée.

Effet Raman

Cet effet est bien décrit dans la littérature [1], et deux produits offerts sur le marché ont été examinés. Utilisant une fibre multimode standard 50/125, ce principe satisfait toutes les exigences techniques de l'application envisagée, puisqu'avec une précision de ± 2 °C et de ± 1 m, il effectue en quelques minutes le relevé de température sur une distance de 2 km.

Malheureusement, le prix élevé et un système optoélectronique lourd pour une utilisation industrielle sont des handicaps importants pour envisager des installations permanentes sur plusieurs tronçons de câbles d'un réseau.

Senseur à seuil par microcourbures

Une solution astucieuse de détecteur de seuil de température à fibre optique, destinée en premier lieu à la détection d'incendie, a été étudiée pour son adaptation à la surveillance des câbles. En effet, il est aisé de placer à l'intérieur du câble un ou plusieurs senseurs ayant chacun un seuil de température différent, et de brancher cycliquement un réflectomètre sur chacune des fibres.

Le senseur utilisé consiste en une fibre multimode standard ligaturée longitudinalement à un tube en matière synthétique au moyen d'une fibre aramide. L'intérieur du tube est rempli avec une cire dont le volume croît au passage par la température de liquéfaction. Ainsi, des microcourbures sont induites dans la fibre, et l'atténuation spécifique atteint localement une valeur dépassant 40 dB/km. De plus, le comportement est réversible. Cette structure sensible est protégée à l'intérieur d'un tube en polyamide d'un type similaire à celui servant à grouper les fibres en faisceau dans un câble de télécommunication.

Un réflectomètre OTDR (OTDR: Optical Time Domain Reflectometer) adapté à la détection du passage des seuils de température a été développé, et il a été utilisé pour l'expérience décrite ci-après. Après avoir mémorisé le profil de température de référence après la mise en service du câble, le système signale le ou les secteurs du câble où un dépassement de température est localisé. Ce principe est bien adapté à l'application envisagée.

Câbles haute tension avec capteurs optiques intégrés

Intégration de capteurs de température dans un câble

L'énergie thermique produite dans un conducteur isolé est transmise au milieu ambiant en traversant les différentes résistivités thermiques des composants du câble. L'échauffement dépend en outre de la présence d'autres sources de chaleur dans l'environnement immédiat. Deux solutions s'offrent logiquement au câblier: soit l'intégration du capteur directement dans le conducteur, soit l'intégration du capteur dans l'écran métallique. Une étude thermique numérique, basée sur les recommandations CEI 287, tenant compte des pertes électriques en régime quasi permanent, des coefficients de résistivité thermique et du mode de pose des câbles, a montré qu'à partir de la température de l'écran, les niveaux thermiques au conducteur pouvaient être déterminés avec une approximation suffisante. Pour les niveaux de seuils, les températures selon le tableau I ont été admises pour une pose en nappe sous 1 m de terre.

La solution de la mesure de température au niveau des écrans a été retenue suite à certains avantages pratiques:

- une meilleure sensibilité pour détecter les influences de sources extérieures ou d'éventuels défauts dans la mise à terre des gaines;
- pas d'exposition directe aux chocs thermiques (≥ 200 °C) dus aux courants de court-circuit circulant dans les conducteurs;
- pas d'interférence entre le capteur et le processus de réticulation à température élevée de l'isolant;
- simplification de la conception et du montage des accessoires étant donné que la fibre ne traverse aucun champ de gradients électriques.

Construction du câble

Trois câbles à haute tension ont été équipés avec des fibres à seuil ayant des diamètres extérieurs compris entre 2,2 et 3 mm (figure 2):

- un câble XLPE 400 kV, 2000 mm², avec gaine composite étanche et fibres intégrées entre les méplats de cuivre;
- un câble XLPE 110 kV, 500 mm², avec gaine composite étanche et fibres intégrées dans une couche de bourrage en fils de polyéthylène;
- un câble XLPE 60 kV, 120 mm², avec gaine composite étanche et fibres intégrées dans l'écran de fils de cuivre ronds.

Les fibres optiques à seuil, utilisant l'effet des microcourbures, doivent être particulièrement bien protégées contre toutes les contraintes thermiques et mécaniques pouvant subvenir lors de la production. Des procédés d'assemblage adaptés ont dû être mis au point pour intégrer ces fibres en pas hélicoïdal dans les écrans métalliques, dont notamment le contrôle des forces de freinage sur les cages de la ligne d'assemblage. Grâce à la surlongueur des fibres dans les tubes synthétiques de protection, du pas de câblage adapté ainsi que des coussins de dilatation posés de part et d'autre des capteurs, les effets de dilatation thermique du câble ont pu être absorbés sans mettre les fibres optiques sous contrainte. Ces coussins de dilatation réduisent par ailleurs l'échauffement des fibres durant la pose de la gaine de protection en PE avec une réduction du gradient thermique de plus de 100 °C durant la phase d'extrusion.

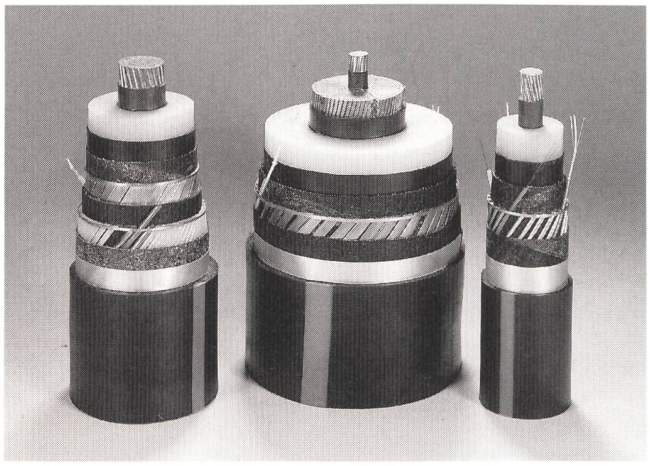


Figure 2 Exemples de câbles à haute tension avec fibres optiques incorporées

Essais spéciaux

En plus des essais électriques de routine, différents essais spéciaux ont été effectués sur des échantillons ainsi que sur les longueurs produites.

Essais optiques

Pour contrôler la qualité des fibres durant les étapes de production, des mesures d'atténuation avec des réflectomètres OTDR ont été systématiquement réalisées à 850 nm et 1300 nm. Les valeurs admissibles fixées pour les essais sont max. 5 dB/km à 850 nm et max. 1 dB/km à 1300 nm.

Essais d'enroulement

Des essais d'enroulement puis de déroulement des câbles ont été effectués pour tester les variations de l'atténuation dans les fibres.

Essais thermiques

Des essais d'échauffement sur des échantillons de 10 m de câbles rectilignes, tenus par des fers, ont permis de mesurer l'allongement des gaines ainsi que leurs influences sur les fibres suite aux effets combinés de la dilatation radiale et longitudinale du câble. Les valeurs d'allongement au niveau de l'écran durant le premier cycle thermique n'ont pas dépassé 0,06% avec tout de même une résultante d'allongement à 0,9% sur les fibres, ceci sans atténuation grâce à la surlongueur. Des essais d'échauffement supplémentaires, avec une enceinte de vulcanisation, équipée pour des cycles thermiques, sont effectués sur chaque longueur produite pour contrôler le fonctionnement de l'ensemble capteur de température distribuée.

Essais d'étanchéité

Une longueur de câble a été soumise à un essai d'étanchéité selon la norme française EDF HN 33-S-23 pour contrôler la bienfacture de la gaine avec fibres optiques intégrées.

Essais sur site d'un câble 60 kV

Site d'accueil du projet

Dans le but de tester en longue durée les performances des capteurs ainsi que du système superviseur, un câble monopolaire XLPE 60 kV de 300 m a été installé au sol en remplacement d'une phase aérienne. Le tronçon en câble équipé du système de supervision a été introduit sur l'une des lignes principales du réseau à haute tension assurant l'alimentation de la ville de Fribourg et de ses environs (env. 70 000 habitants). Par ce choix, l'installation-pilote est directement réalisée en grandeur réelle et placée dans des conditions d'exploitation relativement sévères puisque le poste choisi de Hauterive est l'un des plus importants en étendue et en puissance de l'ensemble des postes 65 kV de la compagnie EEF. Les fonctions de traitement et de visualisation (PC et Software) sont installées à proximité du poste à haute tension tandis que les informations importantes telles que franchissements de seuils de référence, seuil d'alarme, seuil de déclenchement sont transmises au centre de conduite régional (CCH: Centre de Conduite de Hauterive).

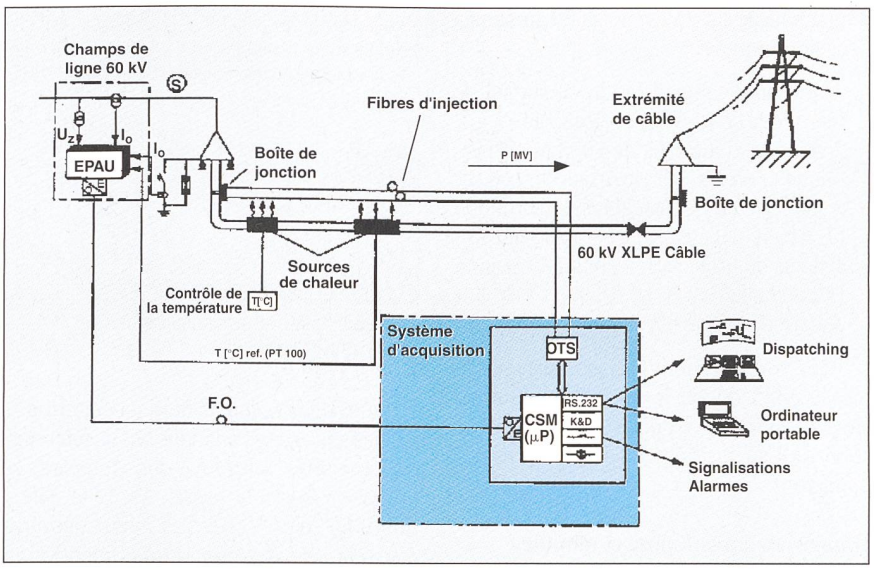


Figure 3 Installation d'essai sur le site

EPAU Unité d'acquisition des paramètres électriques *CSM* Système d'acquisition de données

L'installation sur site comprend un câble haute tension de 60 kV équipé de 6 fibres optiques intégrées dans 4 tubes thermoplastiques:

- 2 tubes avec 2×1 fibre à seuil de 55 °C et de 66 °C FGN 62,5/125;
- 2 tubes avec 2×2 fibres multimodes FGN 50/125.

Les quatre fibres multimodes sont prévues pour les besoins de transmission d'informations ainsi que les essais avec d'autres méthodes de détection. Le circuit optique de détection de la température est constitué des deux fibres 62,5/125 en série raccordées par l'intermédiaire d'une fibre d'injection de 120 m, à un réflectomètre rapide ayant un temps de réponse inférieur à 20 secondes.

La carte d'acquisition des paramètres électriques enregistre les surtensions et les surcharges de courant ainsi que les températures provenant de sondes Pt 100. L'acquisition des grandeurs électriques (tension et courant) sur le câble haute tension est réalisée à l'aide d'un transformateur de courant équipé d'une prise capacitive pour la mesure de la tension. De tels transformateurs de courant sont disponibles sur le marché. Les éléments condensateurs de l'enroulement primaire du transformateur de courant peuvent être utilisés comme diviseur de tension capacitif. A cet effet, une borne est ramenée par une petite traversée sur la cuve du transformateur. L'intérêt de l'utilisation de cette prise capacitive pour la mesure de la tension réside dans la large bande passante utilisable pour la mesure qui va de 50 Hz jusqu'à plus de 1 MHz. Cette bande passante est nécessaire si l'on veut réaliser des mesures de surtensions causées par exemple par la foudre. Cette mesure de tension ne serait pas réalisable avec un transformateur de tension inductif dont la bande passante est de quelques centaines de Hertz seulement. Pour la mesure du courant, nous avons besoin d'une bande passante tout à fait normale (50 Hz), vu que la mesure du courant sert essentiellement à la supervision des phénomènes thermiques du câble.

La mesure du courant et celle de la tension du câble sont opérées à l'aide d'un seul appareil (transformateur de courant) ce qui est intéressant du point de vue financier (figure 3). Dans le cas d'un champ de ligne situé à l'intérieur d'un bâtiment, la préférence est marquée actuellement pour l'utilisation d'un transformateur de courant de type tore pour la mesure de courant, un diviseur capacitif pour la mesure des surtensions et un transformateur de tension normal pour la mesure des tensions d'exploitation.

Ensuite, on raccorde par des liaisons les plus courtes possibles le secondaire de ces éléments de mesure sur l'unité d'acquisition des paramètres électriques. Toutes les informations sont gérées par l'unité centrale du superviseur équipé d'un processeur PC. Pour le contrôle de la liaison,

8 fonctions de surveillance ont été intégrées dans le prototype:

- 2 niveaux de signalisation de surcharge thermique (T = 66 °C) et électrique (I_{nom});
- 2 niveaux d'alarmes de surcharge thermique (T=82 °C) et électrique (I_{max}/8 h);
- 2 niveaux de déclenchement thermique (T = 95 °C) et électrique (I_{max}/60 min);
- 1 relais de protection à courant maximal (redondance);
- 1 alarme panne de système.

Pour la télégestion, un raccordement au réseau X.25 reliant le poste électrique au siège de la société de distribution facilite le suivi de l'acquisition et du traitement des données.

Dimensionnement, pose et montage du câble

Pour le dimensionnement de la phase câblée, une étude de charge a été effectuée sur la base de la statistique des puissances moyennes mensuelles mesurées sur le départ (entre 11,73 et 16,59 MW). Tenant compte d'un ensoleillement moyen de 1000 W/m^2 pour un câble posé directement sur le sol et un coefficient d'absorption de 0,4, une section de 120 mm^2 a été choisie afin de travailler à un niveau thermique adapté à une plage de puissance comprise entre 10 et 20 MW et un seuil d'alarme réglé à 66 °C sur l'écran, ce qui correspond à une température théorique d'environ 68 à 70 °C au conducteur. Avec la circulation d'un courant de gaine de l'ordre de 90 à 100 A en cas de mise à la terre des deux extrémités, un échauffement à la périphérie de l'isolation du câble peut être simulé.

Le tronçon d'essai a été équipé en outre d'un manchon chauffant, raccordé à un boîtier de contrôle pour simuler des points chauds très localisés. De même, une jonction 60 kV, rubanée et vulcanisée, équipée de fibre à seuil a été introduite dans le câble.

Lors de la pose, un suivi des contraintes mécaniques par la détection des microcourbures sur le réflectogramme a été effectué. L'utilisation secondaire de cet effet ouvre de nouvelles perspectives dans le contrôle de la qualité de pose et de montage de câbles HT. En effet, une bride trop serrée peut, par exemple, être immédiatement localisée sur la caractéristique de rétrodiffusion de la fibre.

Mesures sur site

Le signal d'alarme sur le réflectogramme a la forme d'un seuil avec une rampe d'atténuation de quelques décibels à environ 40 dB/km. Il est affiché par un programme de traitement qui divise le tronçon surveillé en un certain nombre de secteurs de 40 m. La localisation de la rampe est obtenue par un calcul des réflexions des ondes de lumière rétrodiffusées.

Temps de réponse	10 sec
Affaiblissement sur le seuil	50 dB/km
Tenue en température (capteurs)	110 °C/8 h
Résolution spatiale	min. 1 m / max. 100 m
Résolution de séparation (entre deux points chauds)	min. 3,5 m
Résolution en température	± 1 °C
Longueur surveillée	2 km
Capacité de traitement	10 points chauds simultanés

Tableau II Caractéristiques du capteur de température distribuée

Le système capteur de température distribuée enregistre une courbe de référence qui doit être relevée à une température initiale si possible basse. Après la détection d'un seuil, l'effet des microcourbures disparaît en dessous d'une température inférieure au seuil et le système est réinitialisé.

Lors de la pose du câble 60 kV, un affaiblissement moyen de 3 dB/km à 850 nm a été mesuré sur les deux fibres à seuil. L'échauffement dû à l'ensoleillement (mois de juillet) a provoqué une augmentation maximale d'environ 0,03 dB par secteur, ce qui correspond à environ 0,5 dB sur les 692 m de fibres dans le câble. Ces paramètres doivent être relevés pour une bonne programmation des rampes de détection afin d'éviter des signalisations erronées.

La comparaison des seuils de températures, tenant compte de l'inertie du câble, avec les sondes de référence (Pt 100) a montré une bonne concordance aussi bien sur le site que lors des essais en laboratoire. Avec le réflectomètre à notre disposition, à ce stade du développement, seuls les dix premiers secteurs sont actuellement surveillés. L'évaluation porte sur les spécifications selon le tableau II, établies dans le cahier de charge.

Conclusions

L'utilisation d'un capteur à effet de seuil constitue une approche originale dans le domaine de la protection de ligne. Elle offre l'avantage d'une technique intégrant une fibre optique conventionnelle, insensible aux perturbations électromagnétiques, et un système de mesures par réflectométrie simple et peu coûteux. Toutefois, la structure développant les microcontraintes doit encore être améliorée et son fonctionnement, à long terme et sans vieillissement prématuré, prouvé.

Le concept de ce superviseur offre à l'exploitant une meilleure garantie de fonctionnement en service sans défaillance, avec une possibilité de suivi de l'historique des contraintes sur la liaison câblée, d'où une appréciation qualitative des paramètres de vieillissement utilisés dans les diagnostics. Sur la base de ces premiers essais et des résultats encourageants, le développement du système de surveillance des câbles à haute tension sera poursuivi.

Références

[1] *R. Bautz* and *B. Carlström:* Innovation in cable system monitoring with a heat sensitive fibre optique sensor. Cigré 1992, Paris.

[2] *G. R. Jones:* Distributed Fibre Optic Sensor. ERA Report 88-055GR, ERA Technology, 1989.

Faseroptische Messung des Temperaturprofils in Kabeln

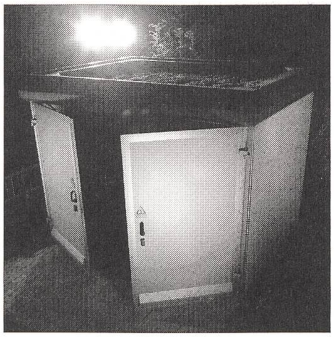
Entwicklung und Test eines Systems für die Vor-Ort-Überwachung von Hochspannungskabeln

Während Mittelspannungsnetze heute schon weitgehend verkabelt sind, bestehen Hochspannungsnetze wegen höherer Anforderungen an die Betriebssicherheit noch grösstenteils aus Freileitungen. Zunehmende Schwierigkeiten, Bewilligungen für neue Freileitungen zu erhalten, führen auch in Hochspannungsnetzen zu einem wachsenden Bedarf für Kabelstrecken. Wegen der hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit von HS-Kabelstrecken, aber auch wegen der hohen Kosten unterirdischer Leitungen ist es notwendig, aber auch sinnvoll, für ihre dauernde Überwachung einen angemessenen Aufwand zu treiben. Im Hinblick auf die möglichen Fehler, welche in HS-Kabelstrecken auftreten können, sind diese insbesondere vor thermischer Überlastung zu schützen.

Im vorliegenden Artikel wird ein neues System vorgestellt, welches erlaubt, das Temperaturprofil in verlegten Kabeln dauernd zu überwachen und eine eventuelle lokale Überhitzung mit genügender Genauigkeit zu orten. Als Temperaturfühler dienen bei diesem System in die Kabel eingebaute Glasfasern, deren Temperatur photometrisch durch Reflexionsmessungen bestimmt werden kann (Bilder 1–3). Durch den Einsatz solcher Überwachungssysteme wird es durchaus denkbar, auch Hochspannungsleitungen für Spannungen bis mindestens 150 kV als Kabelstrecken zu realisieren.

Netzstationen

GEBEN SIE IHRE SCHALTANLAGE IN SICHERHEITS-VERWAHRUNG



Schaltanlagen, Störlichtbögen, Kühlflüssigkeiten und andere Dinge, die Sie gern verläßlich hinter Schloß und Riegel sehen möchten, sollten Sie dem Spezialisten anvertrauen: Mit Raumzellen von Betonbau setzen immer mehr Energieversorger auf fugenlose Sicherheit. Stationskörper nach System Betonbau werden im Glockengußverfahren hergestellt, Fugen bei Kabelkeller bzw. Ölauffangwanne entfallen. Mit soliden Zugangs- und Schließsystemen, patentierter Druckentlastung und perfekter Anpassung an die Bauumgebung machen Sie Ihre Station zum anwohnerfreundlichen Vorzeigebauwerk.

Eines unserer Werke ist in Ihrer Region. Fragen Sie uns: Betonbau GmbH, Postfach 1161, 68743 Waghäusel, Tel. (0 72 54) 9 80-401, Fax (0 72 54) 9 80-419.

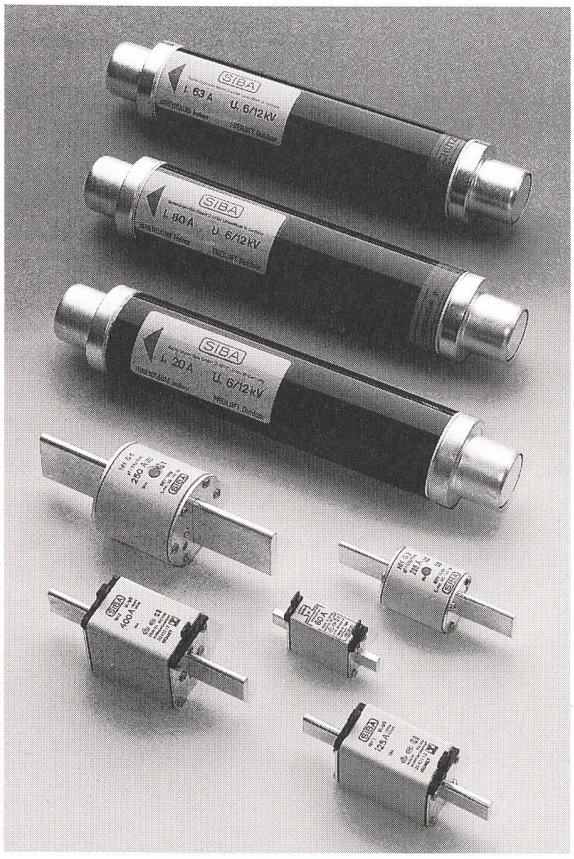
BETONBAU GMBH

Qualität aus einem Guß.

NANTSCHEFF & LORENZ

SIBA

Kennen Sie die?



Hoch- und Niederspannungs-Sicherungen SIBA, das komplette Programm mit QS-Zertifikat nach ISO 9001.

Neu: *Hochspannungssicherungen standardmässig mit Temperaturbegrenzung. Ihr Vorteil: nur ein Sicherungstyp für alle Anlagen.*

Verlangen Sie detaillierte Unterlagen über das gesamte Programm bei der Generalvertretung für die Schweiz:

ESTEC Elektrotechnik AG

ESTEC Elektrotechnik AG, Industrieareal Arova, 8247 Flurlingen
Telefon 053 29 24 29, Telefax 053 29 35 92

Metalor Industrie

METALOR développe et fabrique des produits semi-finis à base de métaux précieux et de leurs alliages pour diverses applications dans les industries électrique, électronique, microélectronique, automobile, spatiale, médicale, pour ne citer que les plus importantes.

Ces produits, sous forme de fils, fils gainés, bandes, tubes, poudres, ont fait l'objet de recherches métallurgiques poussées afin de satisfaire aux exigences les plus sévères dans des dispositifs variés comme des fusibles, mesures de température, sondes de détection, contacts glissants, pièces en platine pour stimulateurs cardiaques, fermetures centrales de portières, accélérateurs de voitures, appareils auditifs, cibles pour sputtering, pâtes conductrices pour couches épaisses et MLCC.

Metalor.
Dès notre premier contact, vous verrez qu'entre nous le courant passe.

Metalor
METAUX PRECIEUX SA METALOR
AV. DU VIGNOBLE CH - 2009 NEUCHATEL TEL. 038 206 111 FAX 038 206 606

Fribos

STAHL

Im Explosionsschutz kennen wir uns aus

Explosionsgeschützte

- Leuchten
- Installationsgeräte
- Befehlsgeräte
- Meldegeräte
- Steuerungen
- MSR-Geräte
- Feldmultiplexer

Fribos AG, Muttenzerstrasse 125
CH-4133 Pratteln 2, Telefon 061 821 41 41, Fax 061 821 41 53

Leistungsbezug begrenzen

LOA 400

Die intelligente, wirtschaftliche Leistungsoptimierungsanlage

- 3 oder 7 Lastgruppen
- Schaltfolgesteuerung
- Schaltzeitensteuerung
- Prioritätssteuerung
- Trendrechner
- 800 h Datensicherheit
- Programmierung, menuegeführter Dialog

Partner für Elektro-Energie-Optimierung · erfahren · kompetent · individuell beratend seit 1965

detron ag Zürcherstrasse 25, CH4332 Stein
Tel. 064-63 16 73 Fax 064-63 22 10