**Outils de diagnostic et de surveillance d'état appliqués à la gestion du capital.
Application aux disjoncteurs à haute tension**

J.P. Dupraz, A. Fanget, T. Jung et G.F. Montillet

AREVA T&D

COMMUNICATION DANS LES JOURNEES DU CLUB EEA

« Diagnostic en Electronique, Electrotechnique et Automatique »

17-18 Mars 2005 Lyon

Outils de diagnostic et de surveillance d'état appliqués à la gestion du capital. Application aux disjoncteurs à haute tension.

J.P. Dupraz, A. Fanget, T. Jung, et G.F. Montillet,
AREVA T&D.

Résumé : Les techniques de gestion du capital ont été améliorées de manière significative grâce au développement des systèmes numériques de contrôle de processus. Pour faire face à une compétitivité sans cesse croissante, les opérateurs et exploitants de réseaux de transport électriques sous haute tension ont besoin d'augmenter la sûreté de leurs équipements tout en réduisant les coûts de maintenance. Des systèmes de surveillance de l'état des disjoncteurs associés à des outils de diagnostic élaborés, lorsqu'ils allient fiabilité et flexibilité, apparaissent comme des solutions appropriées à ces besoins.

Ces dispositifs répondent ainsi à trois besoins fondamentaux visant à accroître la compétitivité des exploitants. Ils réduisent les coûts de maintenance en passant d'une maintenance systématique à une maintenance optimisée. Ils réduisent les coûts d'exploitation grâce à une augmentation de la sûreté de fonctionnement, et tout particulièrement de la disponibilité, ce qui sécurise l'exploitant face aux clauses de pénalités pour énergie non distribuée. Enfin, ils valorisent le capital en augmentant la durée de vie des réseaux et équipements associés.

Ce papier décrit la structure des systèmes de surveillance d'état modernes. Puis il liste les stratégies de surveillance et de diagnostic des disjoncteurs, présente quelque retour d'expérience et analyse quelques aspects de l'optimisation de capital.

Mots clés : Disjoncteurs, Gestion du Capital, Surveillance d'état, Diagnostic, Optimisation de la Maintenance.

Introduction

La notion de « gestion de capital », ou plus exactement de « gestion des actifs » est très en mode C'est une conséquence de la dérégulation des marchés de l'énergie, qui oblige les acteurs à une recherche incessante de rentabilité. L'un des moyens pour ce faire est d'utiliser les équipements au maximum de leurs possibilités lorsque le prix de marché de l'énergie est élevé. Une technique de monitoring efficace est alors nécessaire pour estimer en permanence l'état des équipements, pour identifier les problèmes et, dans certains cas, prédire les défaillances et les problèmes avant qu'ils ne deviennent critiques et afin de mieux gérer les actifs.

Les progrès de la technologie continuent à fournir des méthodes fiables et efficaces pour déterminer les besoins en maintenance. Un groupe de travail de l'IEEE Power Engineering Society a publié un guide (IEEE C37.101-2000) pour aider l'utilisateur à choisir ou non, sur la base des nombreuses options disponibles aujourd'hui, une fonction de monitoring pour des applications spécifiques de disjoncteur. Les paragraphes suivants décrivent les applications de divers systèmes de gestion de capital dans le domaine de la surveillance continue de l'état de disjoncteur de type dead tank et conventionnels.

Un bref historique des systèmes de surveillance d'ETAT DE DISJONCTEURS

Les auteurs ont connu leurs premières expériences de surveillance d'état en 1992. Il s'agissait de disjoncteur 550 kV de type FX 32D, aux USA dans le poste de Grizzly appartenant à la compagnie BPA. Plus tard, une expérimentation plus large s'est faite sur plusieurs disjoncteurs 550 kV de même type au poste de Hanmer de la compagnie Hydro-Ontario, au Canada (voir figure 1) Ces « ancêtres » étaient conçus à l'aide de plusieurs microprocesseurs 8 bits aujourd'hui complètement dépassés.

Figure 1. Disjoncteur 550 kV et son monitoring numérique installé au début des années 1990.

Avec les progrès de la technologie, ces systèmes ont donné lieu à la famille des « CBWatch ». Le premier, CBWatch 1, fut développé uniquement pour la surveillance de gaz. Puis vint le CBWatch 2, assurant la surveillance globale de tout le disjoncteur. La Figure 1 représente un disjoncteur 550 kV de type FX 32D, équipé de son système de surveillance d'état numérique, au premier plan.

Pour les postes à isolation gazeuse est assurée par le système BWatch 3, capable de superviser un grand nombre de compartiments. Plus de 300 systèmes sont installés dans le monde.

Pour les disjoncteurs dead tank, la surveillance est, depuis maintenant près de 10 ans, confiée au CBWatch 1 ou au CBWatch 2, comme illustré à la Figure 2.

Le dernier-né de la gamme est le SICU4 (pour « Switchgear Intelligent Control Unit »), qui ajoute à la fonction de surveillance d'état la commande numérique du disjoncteur. Ceci permet de nouvelles possibilités d'intégration dans les postes, comme par exemple une télécommande numérique des ordres de manœuvre.

La raison de ces succès est l'importance attachée à l'accès à distance aux données et aux paramètres du disjoncteur. Il est en effet important d'être informé le plus tôt possible de l'occurrence d'un problème, comme l'illustre la figure 3, extraite du rapport technique TR 62 063 de la CEI.

Les disjoncteurs sont des « systèmes dormants » qui manœuvrent rarement. Cependant, en dehors de ses périodes de maintenance, le disjoncteur doit à tout instant être capable d'exécuter un ordre d'ouverture, ce qui se traduit par un haut niveau de « disponibilité instantanée ». Grâce à la surveillance continue, les pannes sont détectées au moment où elles se produisent. La télécommunication immédiate

de cette information permet d'effectuer une réparation en minimisant son impact sur la continuité de service.

L'une des conséquences de la dérégulation est que les pénalités pour interruption de service ont tendance à croître, qu'elles s'exercent entre opérateurs ou entre opérateurs et agences de régulation. C'est pourquoi, en vue de réduire ou même éviter les interruptions de service, l'accès en temps réel aux informations telles que la

date et le lieu d'occurrence et la nature des défaillances, ainsi que l'état des lignes et équipements de secours, revêt une importance capitale.

Les outils d'aide au diagnostic sont des compléments logiques et naturels à la surveillance d'état. Il est en effet nécessaire et difficile de gérer la connaissance et la compétence technique des équipes de maintenance lorsque ses membres partent en retraite ou quittent l'entreprise. Comme par ailleurs la taille de ces équipes a tendance à se réduire, des compétences techniques disparaissent, tout spécialement dans les anciennes technologies.

Les exploitants peuvent recourir à des outils de diagnostic sophistiqués pour conserver la connaissance technique nécessaire sur les produits devant être en service pour deux ou trois décennies.

Figure 2. Disjoncteur dead tank 245 kV équipé de son système de surveillance d'état, au poste de Belleville, Canada

et de gestion des actifs est la communication.

Stratégies de surveillance et de diagnostic des disjoncteurs

L'intérêt des systèmes de surveillance d'état des disjoncteurs n'est plus guère discuté. Un groupe de travail de l'IEEE « Power Engineering Society » a publié, sous la référence IEEE C37.10.1-2001, un guide destiné à aider l'utilisateur à choisir un système de surveillance d'état financièrement justifiable.

Figure 3. Détection des défaillances et conséquences sur la disponibilité

Des mesures détaillées et des fichiers de diagnostic disponibles instantanément accélèrent l'analyse par les experts des causes de défaillance

Du fait que les formats d'enregistrement des données sont maintenant normalisés, les exploitants ont la possibilité de générer des bases de données consistantes. Ils peuvent ainsi capitaliser leurs expériences en vue d'optimiser l'utilisation de leurs actifs.

C'est pourquoi ce rapport insiste tant sur le fait que la plus importante fonction d'un système de surveillance d'état

Les tableaux proposés réfèrent à des missions et obligations spécifiques de protection pour lesquelles le disjoncteur est spécifié, sur la base des nombreuses options disponibles aujourd'hui [2]

Ce guide répond à la question : « Les disjoncteurs stratégiques doivent ils tous être équipés de systèmes de surveillance d'état, et dans l'affirmative, de quel type ? »

Un second document utile pour de telles questions est le rapport spécial n°165 de la CIGRE, intitulé « Life Management of Circuit Breakers » et rédigé par le groupe de travail 13-08 [3]

Ce document donne de très intéressantes informations en ce qui concerne les décisions à prendre lors de la fin de vie des disjoncteurs. Citons, parmi les recommandations, la suivante :

« Du fait des faibles coûts d'investissement et d'exploitation des nouveaux équipements, des extensions de durées de vie au-delà de 40 ans sont exceptionnelles. L'obsolescence de la technologie, le manque de pièces détachées, d'outils et de savoir-faire, et leur relativement faible disponibilité contribuent aussi à choisir le remplacement des très anciens équipements plutôt que leur remise à niveau »

Figure 5. Système CBWatch-2 dans son armoire.

Figure 4. Capteur de déplacement et vue de son signal de sortie et du courant primaire tels qu'enregistrés par CBWatch-2.

lesquelles les disjoncteurs n'étaient pas surveillés auparavant [8] Le développement de systèmes de surveillance dédiés à des disjoncteurs de technologie obsolète, mais toujours en service, est un risque aussi bien économique que technique, du fait de la complexité de la tâche et de la grande incertitude quant au retour sur investissement.

Exemples de systèmes de surveillance d'état pour disjoncteurs

Architecture générale.

La première génération de systèmes de monitoring ne pouvait que partiellement satisfaire aux besoins évoqués ci dessus, ce qui explique pourquoi le marché est resté très limité pendant des années. De tels systèmes, en effet, produisaient un flux considérable de données, sans analyse ni diagnostic, et ne transmettaient l'information que d'un point à un autre, souvent selon des protocoles propriétaires, ce qui restreignait considérablement l'accès aux données.

Aujourd'hui la technologie offre des solutions adaptées, comme par exemple le capteur de déplacement illustré par la figure 4, ainsi que des moyens d'analyser les performances.

La surveillance de la réserve d'énergie de tout type de disjoncteur est maintenant possible via des mesures adaptées : temps de réarmement des ressorts, courant consommé par le moteur, position du

ressort à la fin d'un réarmement, pression hydraulique et temps de regonflage de la pompe, rendement de la pompe, etc. les contacts principaux sont aussi surveillés : usure électrique, analyse des temps d'arc et des courants coupés.

La surveillance porte aussi sur les circuits auxiliaires : continuité des circuits de commande, y compris bobines, tension d'alimentation, températures en différents points.

Auto surveillance de système électronique.

Elle est assurée par des « chiens de garde » logiciels et matériels. La surveillance des capteurs s'effectue en vérifiant la cohérence des niveaux électriques et celle des résultats de mesure. De façon similaire, les liens de communication sont auto surveillés.

Performances

Le module autonome de surveillance illustré par la figure 5 est installé au pied du disjoncteur où il effectue les mesures et un premier traitement des informations. Des traitements et des analyses plus approfondies sont effectués à distance, comme indique à la figure 6, dans un serveur qui peut être partagé avec d'autres équipements de surveillance dédiés à des transformateurs de puissance, d'autres disjoncteurs et des sectionneurs. En cas de défaillance, les données ne sont pas perdues, puisqu'elles sont stockées dans le module local de surveillance du disjoncteur et dans le ou les disques durs du ou des serveurs.

Les informations sont affichées de façon synthétique, car les opérateurs ne doivent pas perdre de temps à les analyser. Ils doivent avoir une vue d'ensemble de l'état de tous les disjoncteurs du poste d'un simple coup d'œil.

Des indicateurs visuels doivent leur dire rapidement s'il est nécessaire de rentrer dans les détails d'un problème potentiel ou simplement parcourir rapidement l'affichage jusqu'au poste suivant.

Tous les événements enregistrés sont mémorisés et instantanément affichés sur demande, comme illustré par la figure 7 et la figure 8.

Pour effectuer des analyses plus détaillées, l'utilisateur peut accéder à des enregistrements historiques, et en afficher les différents résultats de mesure sur le même écran en vue de rechercher des corrélations, ou bien simplement les télécharger en vue d'une analyse statistique complète. La plupart des systèmes de

Figure 7. Page HTML page avec codage JavaScript liée à l'opération d'ouverture d'un disjoncteur

Figure 6. Architecture d'un système de surveillance de disjoncteur avec des capacités de diagnostic

surveillance d'état comparent des valeurs mesurées à des limites fixées en vue de détecter l'éventuelle occurrence de conditions anormales.

Ces limites, en général, correspondent aux critères d'acceptance du disjoncteur lors des essais de routine effectués soit en usine soit sur site. Typiquement, le même jeu de valeurs limites s'applique pour tous les disjoncteurs individuels d'un type particulier.

Cette méthode, quoique bien acceptée pour les disjoncteurs de conception récente, peut être difficile à appliquer aux disjoncteurs installés depuis de nombreuses années et près de leur fin de vie, de 25 à 30 ans. Dans le cas de ces disjoncteurs, lorsqu'une extension de durée d'utilisation est décidée, un système de surveillance d'état beaucoup plus fin doit être utilisé pour garder un œil très vigilant sur toute dérive potentielle.

Dans ce cas, le système enregistre quelques opérations sur site, puis, sur la base de déviations permises par l'utilisateur, calcule les limites permises.

Ce type de paramétrage, appelé usuellement la « prise d'empreintes digitales », permet un réglage rapide des paramètres limites, et s'avère très utile pour les applications de remise en état de tout type de disjoncteur.

Experience en service

Les systèmes décrits dans ce document sont utilisés dans le monde entier, et des retours d'information sont maintenant [5] et leur raccordement au réseau Internet, avec d'autres équipements du poste, comme illustré à la figure 6, est un avantage majeur.

Distribution de l'information

La distribution de l'information à tous les départements concernés d'un opérateur de réseau est devenue chose relativement aisée. Autrefois, l'utilisateur devait, pour

accéder à l'information, utiliser des liaisons point-à-point avec des protocoles généralement propriétaires. Il en résultait une lenteur dans les échanges d'information et une lourdeur de mise en œuvre qui, comme nous l'avons dit en introduction, n'était pas étrangère au peu de succès commercial des systèmes de monitoring dans le passé. Aujourd'hui l'information parvient à l'utilisateur, grâce à la disponibilité, au niveau de l'appareillage, de bus de terrain tels que Modbus, Interbus S et Profibus, pour ne citer qu'eux, devenus des standards « de fait ». Par ailleurs, les communications via Ethernet

Figure 8. Visualisation des événements enregistrés.

TCP/IP se sont généralisées et peuvent être réalisées à pratiquement tous les niveaux du poste, de l'appareillage au poste de conduite. L'inter-opérabilité des équipements délivrés par les fournisseurs majeurs d'appareillage à haute tension est en train de devenir une réalité. Tous les outils nécessaires à la diffusion des informations de surveillance d'état sont disponibles. Le protocole HTML est à

l'évidence la solution pour la visualisation rapide et aisée des données, et le protocole FTP la solution simple pour les téléchargements. Comme ces outils sont disponibles de façon native dans les ordinateurs de type PC, les coûts d'intégration et de réglage des systèmes de surveillance d'état s'en trouvent réduits.

La maintenance des Interfaces Homme Machine (IHM) et des logiciels de diagnostic est devenue transparente aux exploitants. En particulier, d'importantes économies sont possibles du fait qu'il n'est plus nécessaire d'installer des logiciels IHM dédiés, qui impliquaient des révisions régulières et coûteuses du fait de l'évolution constante des systèmes d'exploitation des ordinateurs. L'accès à toutes les fonctions des systèmes de surveillance d'état est effectué aujourd'hui au moyen d'ordinateurs de type PC standards et de leurs navigateurs WEB.

Lorsque des analyses plus poussées sont nécessaires, les données peuvent être téléchargées via le protocole FTP dans un format ASCII, qui peut être lu par n'importe quel logiciel de statistique ou de mathématiques, et bien sur, par un simple tableur.

Lorsque la sécurité ou la confidentialité l'imposent, il suffit d'utiliser les divers verrouillages, par mot de passe par exemple, inclus de façon native dans la technologie Internet. Ceci s'applique, par exemple, aux fichiers de configuration des systèmes de monitoring, qui ne doivent évidemment pas être accessibles à tout le monde.

Un point clé des outils basés sur des codes Java est leur inhérente simplicité et la convivialité de leur interface. Leur utilisation est très facile, ce qui par la même réduit de façon significative les coûts d'apprentissage associé à tout nouvel outil logiciel.

Les expériences acquises avec les systèmes installés et les défaillances du passé peuvent enrichir rapidement le système car le développement de nouvelles pages et l'affichage de nouvelles vues est un procédé très simple.

Une fois que la nouvelle version du système est ainsi prête, son téléchargement immédiat via Internet sur les serveurs installés est un moyen de réduire les coûts traditionnellement associés à la gestion des mises à jour des logiciels.

Enfin, l'intégration au système d'information de l'utilisateur est directe : Le fournisseur du système de surveillance d'état délivre des bases de données de type SQL, auxquelles il est facile d'accéder via le protocole ODBC, lui aussi universellement utilisé.

L'expérience Brésilienne [6] [7]

Furnas, important exploitant Brésilien, a considéré la surveillance d'état en temps réel de ses équipements comme un moyen de réduire aussi bien les interruptions de service planifiées et imprévues. C'est pourquoi il a introduit un système de surveillance continue de l'état des équipements de ses postes haute tension dont une caractéristique majeure est d'être

Figure 9 Poste de Agua Vermelha, Brésil. Armoire de contrôle du disjoncteur, équipée d'un CBWatch-2, lui-même raccordé à l' Intranet dédié à la surveillance générale des postes de Furnas

contrôlé via son réseau Intranet. En cohérence avec cet objectif, il a invité notre compagnie à lui fournir un équipement complet assurant la surveillance d'état des disjoncteurs, la surveillance d'état des transformateurs de puissance et les serveurs Internet associés. Il s'est agit en l'occurrence de fédérer deux sous systèmes, le MS 2000, dédié aux transformateurs de puissance et basé d'office sur un serveur web, et le CBWatch 2, dédié à la surveillance complète des disjoncteurs.

La première installation a été faite au poste de Samambaia en 1999, et depuis lors, 4 autres postes ont été instrumentés : Agua Vermelha, Mascarenhas de Moraes, Ibiuna et Bateias.

conclusion

La technologie Internet a procuré aux systèmes de gestion d'actif, et en particulier aux systèmes de surveillance d'état des disjoncteurs, un élan très important, du fait du besoin croissant d'un accès rapide aux informations relatives à l'état des équipements primaires.

D'autres étapes sont en cours pour diffuser encore plus largement l'information tout en raccourcissant les temps d'accès. De tels outils sont maintenant disponibles et fournissent aux exploitants ;

- Une connaissance globale et en temps réel de l'ensemble de leur réseau de transport
- Un système expert complet pour le diagnostic et la prévention des pannes.
- Un inventaire global de leur parc d'équipements installés au travers du monde
- Des liens directs avec les constructeurs pour la fourniture de pièces détachées et pour le contact avec ses services de maintenance

Nous avons vu que ces outils permettent l'intégration de toute l'information au sein d'un seul système avec la même interface pour tous les utilisateurs. Ils constituent le support idéal pour aider les exploitants qui ont besoin d'accroître de façon continue la performance et la disponibilité de leurs réseaux

Reference

- C. Sweetser, W.J.(Bill) Bergman, G.F. Montillet, A. Mannarino, E.J. O'Donnell, R. William Long, J. Nelson, R. Gavazza, and R. Jackson, "Strategies for Selecting Monitoring of Circuit Breakers" *Transactions on Power Delivery* July 2002, Volume 17, Number 3, pp. 742-746
- IEEE Guide for Selection of Monitoring of Circuit Breakers, IEEE Standard C37.10.1-2000, Mar. 2001.
- CIGRE special report n° 165, "Life Management of Circuit Breakers", issued by the Working group 13-08, August 2000, CIGRE, Paris, France.
- J.P Dupraz , T.Jung et al. "Digital Control and condition Monitoring: integration and application" *CIGRE, Paris Session 1998*, paper 13-109, Paris, France
- J.P.Dupraz, P.Kirchesch et al."Electronic control of circuit breakers" *CIGRE, Paris Session 2000*, paper 13-206, Paris, France.
- T. Jung, J. Altwegg , J-P Dupraz, "Novos dispositivos eletrônicos em antigas subestações: problemas e soluções" *SNPTEE XVI , CAMPINAS, 2001*, paper GSE 023.
- T. Jung, J-P Dupraz "Monitoramento de disjuntores a SF6 tipo FX" Coloquio tecnico "Manutencao e Monitoramento de Disjuntor ", *BR-CE13, Rio de Janeiro* , 2002.
- R. Jeanjean, M. Landry, D. Demissy "Electronic System for Controlling and Monitoring the Mechanical and Electrical Integrity of HCV Circuit Breakers", *IEEE Winter Meeting 1991*.
- E.Thuries, G.Ebersohl, J.P.Dupraz, O. Chetay. J.P. Moncorge: "Introduction of Digital Electronics in Switchgear Auxiliary circuits and Improvement of Reliability", *CIGRE 1994 Session Paper 23/13-09*. Paris, France.
- E.Thuries, H. Lefort, G.Ebersohl, J.P.Dupraz, C. Baudart, O.Chetay, T.Jung, J.P. Moncorge. *Digital Control and Condition Monitoring: Integration and Application* CIGRE 1998 Paper 13/109
- 1998 IEEE Winter Meeting New York, N.Y. Panel Session. *Turning Data Into Knowledge at the Substation: The value and Implications of On-Line Condition Monitoring of Substation Power Equipment*, Substations Committee
- J. White, J.P. Dupraz, G.F. Montillet, "Strategy for Applying A Digital SF₆ Monitoring Device To High Voltage Circuit Breakers" *2003 IEEE Power Engineering Society General Meeting Proceeding*, June 13-17, 2003 Toronto, Canada.

J.P. Dupraz, A. Shiemann, G.F. Montillet, "Design Objective of New Control and Monitoring of High Voltage Circuit Breakers", *2001 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting Proceeding*, January 28-February 1, 2001, Columbus, Ohio.

J.A. Dewulf, T. Jung, J.P. Dupraz, G.F. Montillet, "A Development and Application of Circuit Breakers Diagnostic and Monitoring", *2003 IEEE PES T&D Conference & Exposition*, September 2003, Dallas, Texas.

Biographies

Jean Pierre Dupraz was born in Chambéry, France on June 18, 1952. He graduated from "Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et Applications" (ENSEA Paris) in 1975 in Electronic Engineering and in 1978 obtained a DESS in management from IAE-Paris. After working three years on several projects dedicated to disabilities, (electronic wheel chair, electronic hand prosthesis,...) he joined ALSTOM in 1978, working on several projects including electronic and optical instrument transformers. In 1988, he joined ALSTOM Switchgear Research Center (ARC) in Villeurbanne, now AREVA T&D, where he is the head of electronic research. He obtained several important patents in the field of switchgear monitoring and electronic current and voltage measurement. He is a member of IEEE, High-Voltage Subcommittee, of several IEC working groups (TC 17WG 20, TC 38WG23 and TC 57WG12).

Since 1998, he is a Senior Member of the French Société des Electriciens et Electroniciens. Author of many technical papers, he teaches courses on EMC. Within AREVA T&D he is now a Senior Expert.

Georges F. Montillet was born in Nice, France on December 8, 1944. He graduated from the Polytechnic Institute of Grenoble (MS) in 1968 in Power Electrical Engineering and in 1974 obtained a MBA in Finance/Operational Research from NYU-Stern School of Business in New York. He is working today toward a Ph.D. in Electrical Engineering. He joined Cogenel, now ALSTOM, New York, in 1971 after working on several projects in France, Algeria and New York.

He was Executive Vice President of GEC ALSTHOM T&D in the USA, then Deputy General Manager of the ALSTOM US High Voltage Switchgear and is now AREVA T&D Vice President

Marketing for the Products /High Voltage Switchgear group. He is a member of IEEE since 1970, Senior Members since 2003, and a member of the High Voltage Switchgear Committee, Computer Committee and various Subcommittees, one of which is High Voltage Circuit Breakers. He is the Chair of PC37.06 working group. He is also a member of CIGRE and SEE.

Alain Fanget was born in Cours, France on June 24, 1970. He graduated from ICPI (Lyon, France) in 1993 in the fields of signal processing, electronics and software. After several years as R&D engineer, developing signal processing systems for the military domain, he joined ALSTOM Switchgear Research Center and now AREVA T&D in 2000. He works in J.P. Dupraz team and until now, he was involved in electronic current & voltage transformers and recently in monitoring systems.

Thierry Jung was born in Sarreguemines , France on April 29, 1969. He graduated from the Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieur de Caen (ENSI Caen) in 1993 in Opto-electronic and Micro-electronic Engineering. In 1995 he obtained a DESS in management from IAE-Strasbourg. He joined Alstom Research Center in 1996 now AREVA T&D Research Center. Since 2000 he was responsible for development , application and industrialization of electronics dedicated to Air -insulated High Voltage Switchgear . He joined the production department in 2002. He is member of IEC and Cigré working groups .