

1976 – Volume 1 – Number 1

The Canadian Nuclear Power Program

By Dr. J. S. Foster, *president of Atomic Energy of Canada Limited.*

Pages: 3-14

Nuclear-electric generating stations, predominantly the 2000 MWe Pickering station near Toronto, currently produce 5 per cent of Canada's electric energy. By the year 2000 nuclear plants will probably supply more than 40 per cent of the country's electricity.

The CANDU system, featuring pressure tube reactors, heavy water moderator and natural uranium fuel, is the preferred type and will remain so for many years to come. Envisaged is the evolutionary development of the CANDU fuel cycle to embrace the use of thorium and thereby extend nuclear fuel resources by a matter of centuries.

The history of the Canadian nuclear power program, its present status and future outlook are reviewed, as are the safety and environmental aspects of nuclear power.

A l'heure actuelle, 5% de l'électricité consommée au Canada provient de centrales nucléaires parmi lesquelles prédomine Pickering, implantée près de Toronto, dont la capacité atteint 2 millions de mégawatts électriques. Il est probable qu'en l'an 2000 plus de 40% de l'électricité consommée au Canada proviendra de centrales nucléaires.

La filière CANDU, caractérisée par les tubes de force qui traversent les cuves de ses réacteurs, par l'eau lourde qu'elle emploie comme modérateur et par l'uranium naturel dont elle se sert comme combustible, est celle que l'on préfère au Canada et cette préférence restera en vigueur durant de nombreuses années à venir. Le développement évolutif du cycle de combustible CANDU que l'on envisage actuellement comprendra l'emploi du thorium, ce qui nous permettra de faire durer pendant des siècles nos réserves de combustibles nucléaires.

Méthodes de calcul des courants de courts-circuits pour les réseaux à très haute tension

Par D. Crevier, *assistant à la recherche pour L'institut de Recherche de l'Hydro-Québec*, Y. Robichaud, *assistant à la recherche pour L'institut de Recherche de l'Hydro-Québec*, et L. G. Dannenbaum, *directeur du service d'information et des systèmes de conception de l'Hydro-Québec.*

Pages: 15-19

Un réseau équivalent au réseau à très haute tension de l'Hydro-Québec a été simulé afin d'évaluer l'erreur introduite dans le calcul des courants de courts-circuits lorsque l'on néglige les éléments shunt charges, compensation shunt et capacité des lignes à la terre.

Pour considérer les éléments shunt dans les calculs il est nécessaire d'inclure dans les données des études de courts-circuits, en plus des valeurs des éléments shunt eux-mêmes, les angles et modules des tensions initiales telles que calculées par une étude d'écoulement de puissance.

Le fait de négliger les éléments shunt dans des réseaux constitués de lignes avec conducteurs en faisceau peut conduire à des erreurs importantes (jusqu'à 40%) dans les valeurs calculées des courants de courts-circuits. Il ne semble pas possible de prédire à l'avance la grandeur ou le sens des erreurs. Une modification aux programmes existants est proposée pour éliminer ces erreurs.

An equivalent to the EHV, Hydro-Quebec Network has been simulated so as to estimate the error introduced in short circuit calculations by the neglect of shunt elements: loads, shunt compensation and line charging.

In order to take shunt elements into account, it is necessary to include in the short Circuit study, in addition

to shunt elements themselves, the initial voltage bus angles and magnitudes such as computed by a load flow study.

Neglecting shunt elements in bundled conductor networks can result in large errors (up to 40%) in the computed short circuit currents. It does not seem possible to predict the direction or magnitudes of the errors a priori. A procedure is proposed to eliminate these errors.

The SP-1: A Case History

By Or. D. A. Chisolm, *president of Bell Northern Research*

Pages: 19-27

The SP-1, a new family of computer-controlled telephone switching systems, represents a unique technological initiative for Canada. Besides the creation of a new item of telecommunications equipment, the project marks the emergence of a powerful design force in Bell-Northern Research, and of an aggressive manufacturing organization in Northern Electric Company.

The article traces the development of the main types of switching equipment which have been used in the industry, up to the present day. It then shows how evolving Canadian competence in telecommunications R&D has removed the previous reliance on design information and manufacturing know how from the Bell System in the U.S.A. After outlining the SP-1 project and the various machines in the family, the article goes on to discuss the philosophy applied to both software and hardware, and concludes by surveying briefly the performance of the machines in service.

Le S-P1, nouvelle gamme de systèmes de commutation téléphonique contrôlés par ordinateur représente une initiative technologique unique au Canada. Non seulement le projet représente la création d'un nouvel équipement de télécommunications, mais il signale aussi l'avènement d'une nouvelle force puissante de conception dans la recherche de Bell-Northern, et d'une organisation offensive de fabrication pour la Northern Electric Company.

L'article expose le développement des principaux types d'équipement de commutation utilisés jusqu'à maintenant dans l'industrie. Il explique comment l'évolution de la compétence canadienne dans le domaine de la recherche sur les télécommunications s'est attirée la confiance dans la conception et la fabrication, auparavant privilèges de l'organisation Bell aux États-Unis. Après avoir mis l'accent sur le projet S-P1 et les différentes machines de la gamme, l'article se prolonge en un débat sur la politique de conception en matière de programme et mécanique, avec pour conclusion un bref compte-rendu des performances des machines en service.

Fast FSK Signals And Their Demodulation

By Dr. Rudi de Buda, *senior engineer — mathematical analysis for Canadian General Electric Co. Ltd. Communications Systems, and professor in electrical engineering, McMaster University.*

Pages: 28-34

The Fast FSK is a particular kind of FSK (Frequency Shift Keying) which is useful for the transmission of digital data over an r.f. channel which is limited in both bandwidth and power.

This paper describes the performance of the Fast FSK, and outlines the practical circuits which demodulate it.

Le "Fast FSK" est une forme particulière de "FSK" (Frequency Shift Keying) très utile pour la transmission de données digitales à travers un canal r.f. dont la largeur de bande et la puissance est limitée.

Ce document décrit les performances du "Fast FSK" et mentionne les circuits pratiques servant à le démoduler.

Practical Application of Eigenvalue Techniques in the Analysis of Power System Dynamic Stability Problems

By P. L. Dandeno, *manager of analytical planning department in System Planning Division of Ontario Hydro*, and P. Kundur, *professional engineer in System Planning Division of Ontario Hydro*.
Pages: 35-46

A digital computer program for the analysis of small signal dynamic stability of power systems is described. The program uses the state space approach and determines the stability by computing the eigenvalues of the coefficient matrix of the linearized systems. Results of some of the investigations carried out using the program are presented. The examples considered demonstrate how the program has been used as a useful analytical tool by an electric utility for solving a variety of stability problems.

Description d'un programme informatique numérique pour l'analyse de la stabilité dynamique des signaux faibles des systèmes d'alimentation. Le programme utilise la méthode état-espace et détermine la stabilité en calculant les valeurs propres de la matrice coefficient des systèmes linéarisés. Présentation des résultats de certaines recherches effectuées avec ce programme. Les exemples considérés démontrent le rôle analytique du programme utilisé par un service public d'électricité pour résoudre différents problèmes de stabilité.

A Perspective on the Canadian Satellite Program

J. Almond, *with Telesat Canada*, Dr. C. A. Franklin, *with Communications Research Centre (formerly Defense Research Telecommunications Establishment) Ottawa*, and Or. E. S. Warren, *with communications Research Centre*.
Pages: 47-60

During a period of 17 years Canada's space program has evolved from the Alouette I scientific satellite to the more complex observatory-type ISIS scientific satellites and subsequently to the ANIK commercial system and the Communications Technology Satellite (CTS). Many new and diverse engineering problems have been solved both in the space and ground segments of these systems. This paper provides a history of the program and an assessment of the current level of Canadian capability in satellite-related engineering.

Depuis les 17 dernières années, le programme d'études spatiales du Canada a progressé du satellite scientifique Alouette I aux satellites plus complexes ISIS, réels observatoires autonomes, et par suite au système commercial Anik et au satellite technologique de communications (STC). Pour résoudre les nombreux problèmes que se posaient à la fois dans les parties spatiale et terrestre des systèmes on a dû élaborer des techniques nouvelles dans des domaines variés. Cet article présente l'historique du programme et une estimation du niveau actuel des compétences canadiennes en matière de satellite et des domaines connexes.

1976 – Volume 1 – Number 2

Les Téléconférences A L'Université Du Quebec

Par G. Bertrand, *directeur de l'exploitation, vice-présidence aux communications, Université du Québec*, et J. Daniel, *directeur des programmes, Téléuniversité, Université du Québec*.
Pages: 3-8

Depuis trois ans les téléconférences jouent un rôle croissant dans l'administration de l'Université du Québec. Cet article décrit l'évolution du système de téléconférence employé sur les plans technique et organisationnel et fait état des études effectuées afin de cerner les paramètres psychologiques et administratifs du système. Il indique des perspectives futures pour la téléconférence. Enfin, mention est faite d'un projet récent dans lequel l'ordinateur a été utilisé pour permettre la communication entre des étudiants dans différentes villes de la province.

Over the last three years teleconferencing has played a growing role in the administration of the University of Quebec. This article describes the development of this teleconferencing system from both technical and organisational standpoints and summarizes the studies which have been conducted on the psychological and

administrative effects of using the system. It includes a short discussion on the future modes of teleconferencing. Also included is a brief description of a more recent project in which the computer is used to allow communication between students taking the same course in different cities in the province.

Realistic Control Considerations for Electromagnetically Levitated Urban Transit Vehicles

By J. R. Biling, *research officer of Transit Systems, Systems Research and Development Branch of Ontario Ministry of Transportation & Communications.*

Pages: 9-16

This paper discusses realistic control considerations of suspension dynamics and vehicle/guideway interaction for electromagnetically-levitated urban transit vehicles in the context of revenue applications. The emphasis is on safety, reliability and maintainability rather than performance. An example urban transit system is described and the following considerations of dynamics and control are examined: stability, magnet force requirements, magnet airgap requirements, vehicle ride, and component failures. It is shown that it is a formidable problem to ensure suspension stability under all conditions; that operation on curves is a critical magnet and control system design case; that operation of the magnets in the non-linear regime is unavoidable and that component failures will be a major problem. However good vehicle ride is to be expected. It is concluded that magnetic levitation suspension technology requires substantial development effort before it can be considered suitable for revenue operation.

Cet article porte sur le contrôle réaliste de la dynamique de la suspension et de l'interaction véhicule/railguide des véhicules de transport urbain électromagnétiques en termes d'utilisation pratique. La sécurité, la fiabilité et la facilité d'entretien sont les considérations principales, plutôt que le rendement. Description d'un système de transport urbain exemplaire et examen et considération dynamiques et de contrôle suivants: stabilité, puissance magnétique, entrefer magnétique, roulement du véhicule et défaillance des composants. Problème formidable soulevé par la stabilité de la suspension dans toutes les conditions; problème critique de conception magnétique et de contrôle posé par l'utilisation dans les courbes; inévitabilité de l'utilisation des composants magnétiques en régime non linéaire et problème majeur des défaillances des composants. Toutefois, bon roulement de véhicule. Conclusion: la technologie de la suspension par lévitation magnétique nécessite des mises au point importantes avant de pouvoir être considérées comme pratiquement viables.

The Fletcher-Powell Approach for Large Power System Optimization

By Or. R. Billinton, *professor in Power System Research Group of University of Saskatchewan*, and Or. S. S. Sachdeva, *Power Systems Operations Division of Ontario Hydro.*

Pages: 17-23

The application of non-linear programming techniques to optimal power system planning and operation problems has been demonstrated in the recent literature. The Fletcher-Powell technique appears to be more efficient with regard to the computer time requirement compared to the other available approaches. The technique, however, fails to provide convergence for optimization studies of large power systems. This paper presents a decomposition approach for the extension of the Fletcher-Powell technique to large power system studies. The application of the technique has been demonstrated by a sample system study. The suggested decomposition approach also requires less computer memory and time and provides a better stability of convergence than the earlier techniques.

L'application des techniques de programmation non linéaire à la planification des systèmes d'alimentation optimum et au problème de fonctionnement a été démontrée dans les documents récents. La technique Fletcher-Powell semble être plus efficace en ce qui concerne les besoins en temps d'ordinateur par rapport aux autres techniques existantes. Pourtant, cette technique n'assure aucune convergence pour les études d'optimisation des grands systèmes d'alimentation. Cet article présente une étude de décomposition pour l'extension de la technique Fletcher-Powell à l'étude des grands systèmes d'alimentation. L'application de cette technique est démontrée par l'étude d'un système échantillon. L'étude de décomposition suggérée ne nécessite pas autant de mémoire et de temps d'ordinateur et offre une meilleure stabilité de convergence.

que les techniques plus anciennes.

Telecommunication Services into Power Station Environment

By D. J. Panayotou, *engineering design electrical co-ordination and protection with Bell Canada.*

Pages: 24-30

To maintain the integrity of communication services and to protect the associated equipment, facilities and personnel, unique engineering considerations must be given to reducing unwanted potentials which might otherwise exist on a communication line in a power station environment. These potentials could be introduced on the network from Ground Potential Rise which can be caused by power fault conditions, induction, and lightning. Consequently, the electrical protection aspect becomes accentuated where reliable service is to be provided.

Good reduction of Ground Potential Rise has been achieved by use of either Neutralizing or Isolating Transformers, or a combination of both. Neutralizing Transformers are connected in series with the communication line. Any potential difference impressed on the primary of the Neutralizing Transformer will induce on the secondaries, voltages in the opposite direction, and in this way, any potential rise appearing on the communication line is prevented; whereas the Isolating Transformer is in parallel with the line and isolates Ground Potential Rise. The main disadvantages in the use of Neutralizing Transformers for electrical protection lie with cost, bulk, and core saturation; while DC continuity is not available through Isolating Transformers.

The new method presented here employs a "Relay Isolating Transformer" which has the same principle of operation as the Isolating Transformer, but, in addition, provides equivalent DC continuity through a relaying arrangement.

Relay Isolating Transformers will maintain undistorted communication service into power Stations during power fault conditions.

The economical aspects are discussed; and a comparison is made between the costs of protection using the Neutralizing Transformer vs the costs of protection using the Relay Isolating Transformer.

Pour préserver l'intégrité des systèmes de communication et pour protéger l'équipement connexe, les installations et le personnel, des considérations de conception spéciale doivent être respectées pour réduire les potentiels indésirables qui pourraient exister sur une ligne de communication dans le milieu d'une station de génération. Ces potentiels pourraient être introduits dans le réseau par des élévations de tension de masse causées par des défaillances électriques, par l'induction et par les éclairs. Par conséquent, le problème de la protection électrique est encore accentué lorsqu'on désire assurer un service fiable.

Une réduction appréciable des élévations de tension de masse a été obtenue par l'utilisation de transformateurs de neutralisation ou d'isolation, ou des deux combinés. Les transformateurs de neutralisation sont branchés en série sur la ligne de communication. Toute différence de potentiel appliquée au primaire du transformateur de neutralisation induira les tensions secondaires dans des sens opposés, empêchant de cette manière toute augmentation de tension sur la ligne de communication; par contraste, le transformateur d'isolation se branche en parallèle avec la ligne et isole les élévations de tension de masse. L'inconvénient principal des transformateurs de neutralisation pour la protection électrique est son coût, son encombrement et la saturation de son noyau; d'autre part, la continuité CC n'existe pas avec les transformateurs d'isolation.

La nouvelle méthode présentée ici utilise un "transformateur d'isolation relais" fonctionnant selon les mêmes principes que le transformateur d'isolation, mais assurant en plus une continuité CC équivalente par l'intermédiaire de relais.

Les transformateurs d'isolation à relais assurent des communications sans distorsion dans les stations de génération, pendant les pannes de courant.

Un Outil Pour La Prévision A Court-Terme

Par R. Kalocsai, *professionnel de recherche, Service de méthodes quantitatives, Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Montréal*, et K. Srinivasan, *chargé de recherche, ingénierie des Systèmes, institut de Recherche de l'Hydro-Québec, Varennes, Québec*.

Pages: 31-41

Le présent article est la synthèse de différentes études menées à l'IREQ sur le problème de la prévision à court-terme de variables stochastiques. Ces études ont donné lieu à des applications relatives à la prévision de charge du réseau de l'Hydro-Québec et nous donnons ici quelques uns des résultats obtenus.

A brief expose of the studies performed at IREQ on the problem of short-term forecasting of stochastic variables is presented. The method developed has been applied for hourly load forecasting of the Hydro-Quebec system. Some of the results of this application are also included.

Superconducting Cables and Future Power Transmission Techniques

By D. L. Atherton, *professor of physics at Queen's University*, and G. H. Chapman, PhD student at McMaster University.

Pages: 37-41

This paper summarises the inherent advantages and difficulties of the various power transmission techniques being developed to meet future demand. It is concluded that the use of EHV dc will continue to expand, that gas dielectric cables will soon supersede HPOF cables and that in the future superconducting cables will be used for multi-GVA links.

Cet article présente en résumé les avantages et difficultés inhérents des différentes techniques de transmission électrique mises au point pour répondre aux besoins à venir. Conclusion: l'utilisation de courant cc à très haute tension continuera de se répandre, les câbles diélectriques gazeux remplaceront bientôt les câbles haute tension à l'huile et, à l'avenir, les câbles super conducteurs serviront de liens multi-GVA.

Generating Unit Hardware Digital Governor

By Dr. A. S. A. Farag, *senior engineer with Catalytic Incorporated*, Dr. G. S. Hope, *professor of electrical engineering at University of Calgary*, and Dr. O. P. Malik, *professor of electrical engineering at University of Calgary*.

Pages: 42-51

This paper describes the design and construction of a prototype hardware-oriented digital governor for a generating unit. Experimental results on a laboratory power system model are presented. Test performance of the digital governor shows that such a device is feasible and offers some distinct advantages.

Cet article porte sur la conception et la construction d'un régulateur numérique prototype de type composant pour un générateur. Présentation des résultats expérimentaux sur modèle à système d'alimentation de laboratoire. Fiabilité et avantages distinctifs du régulateur numérique prouvés par les résultats des essais.

Optimal Operation of Multi-Chain Hydro-Thermal Power Systems

By Dr. G. S. Christensen, *professor of electrical engineering at University of Alberta*, and Or. M. E. El-Hawary, *assistant professor of engineering at Memorial University of Newfoundland*.

Pages: 52-62

This paper considers the problem of optimal operation of hydro-thermal electric power systems. A system with a general configuration of multi-chains of reservoirs hydro subsystem is treated. Optimal operation strategies developed using the minimum norm problem formulation of functional analytic optimization are given. The computational aspects of actually implementing the strategies are discussed. In particular a general modified contraction mapping algorithm is treated. Computational experiments with a number of algorithms are reported for a sample system. Convergence characteristics of each algorithm are discussed.

Cet article porte sur les problèmes d'utilisation optimale des systèmes d'alimentation électrique hydrothermique. Traitement d'un système de configuration générale de chaînes multiples de sous-systèmes hydro à réservoir. Stratégie d'utilisation optimale mise au point à l'aide de la formule des normes minimales d'optimisation analytique fonctionnelle. Discussion des aspects de calculs présentés par la mise en exécution réelle des stratégies. Traitement particulier d'un algorithme général modifié de relevé de contraction. Expérience de calculs avec plusieurs algorithmes pour un système échantillon. Discussion des caractéristiques de convergence de chaque algorithme.

1976 – Volume 1 – Number 3

Surface wave reflectors and resonators

By G. W. Farneli, *Department of Electrical Engineering, McGill University.* *

Pages: 3-13

The high-Q capability of acoustic surface-wave resonators in the hundred-megahertz frequency range along with their convenience of design and fabrication make such resonators attractive components for applications in oscillators and narrowband filters. The use of a transmission line model for the periodic array forming the reflector for the surface wave, along with a perturbation simplification, gives closed-form formulas which indicate the significance of the different parameters to be specified at fabrication. Besides the reflectors and the resonators themselves, consideration is given to the electrical coupling to the surface waves by means of interdigital transducers either external to the resonator or within the standing wave pattern inside the resonator.

La capacité de surtension élevée des résonateurs acoustiques à onde de sol dans la gamme de fréquence de 100 mégahertz, ainsi que leur conception et fabrication pratiques en font des composants intéressants pour les oscillateurs et les filtres à bande étroite. L'utilisation d'un modèle à ligne de transmission pour l'assemblage périodique formant le réflecteur pour l'onde de sol, et la simplification des interférences procurent des formules fermées indiquant la signification des différents paramètres à observer lors de la fabrication. En plus des réflecteurs et des résonateurs, le couplage électrique aux ondes de sol est assuré par des transducteurs internumériques soit extérieurs au résonateur, soit à l'intérieur du résonateur, dans les limites de la courbe d'ondes stationnaires.

A numerical method for calculating Green's Functions

By M. Shepherd, *Department of Computer Science, York University*, R. Skinner, *Department of Physics, University of Saskatchewan*, and A. D. Booth, *Office of the President, Lakehead University*

Pages: 14-17

A new method is presented for the numerical computation of the Green's function associated with a linear boundary value problem. The interpretation of the Green's function as the set of probabilities of a random walk from the interior points to the boundary points allows one to extend the method to complicated domains consisting of simple overlapping subregions, to take into account variations in the boundaries, and to simplify calculations at boundaries like an iron-air interface.

An example illustrating the strength and accuracy for calculating Green's functions is described in detail in "The numerical solution of boundary value problems over an infinite domain", Canadian Electrical Journal, Volume 1, Number 3, pp. 18-20, July 1976.

Présentation d'une nouvelle méthode de calcul numérique de la fonction de Green, associée à un problème de valeur des limites linéaires. L'interprétation de la fonction de Green comme l'ensemble de probabilités d'un cheminement au hasard depuis les points internes jusqu'aux points-limites permet d'étendre la méthode aux domaines complexes des sous ensembles à simple chevauchement, de tenir compte des variations des limites et de simplifier les calculs aux limites, comme les points de contact fer-air. Description en détail d'un exemple de calcul de la fonction de Green, illustrant bien la précision et l'efficacité de la méthode, dans "The Numerical solution of boundary value problems over an infinite

domain", *Revue canadienne de génie électrique*, Volume 1, Numéro 3, pp. 18-20, Juillet 1976.

The numerical solution of boundary value problems over an infinite domain

By M. Shepherd, *Department of Computer Science, York University* R. Skinner, *Department of Physics, University of Saskatchewan*, and A. D. Booth, *Office of the President, Lakehead University*.

Pages: 18-20

A method is presented for the numerical solution of boundary value problems over infinite domains. An example that illustrates also the strength and accuracy of a numerical procedure² for calculating Green's functions is described in detail. The method for calculating Green's functions is outlined in "A Numerical Method for Calculating Green's Functions", *Canadian Electrical Engineering Journal*, Volume 1, Number 3, pp. 14-17, July 1976.

Présentation d'une méthode de résolution numérique des problèmes de valeur des limites dans des domaines infinis. Description en détail d'une procédure numérique² de calcul de la fonction de Green, illustrant bien la précision et l'efficacité de cette méthode. Présentation de la méthode de la fonction de Green dans "A numerical method for calculating Green's Functions", *Revue canadienne de génie électrique*, Volume 1, Numéro 3, pp. 14-17, Juillet 1976.

Fuel cells: prospects of their applications for electric utilities

By Dr. A. Théorêt, *Materials Science Department, Hydro-Québec Institute of Research, Varennes, Québec*.

Pages: 21-26

The most active development of commercial fuel cells was undertaken in 1967 by United Technologies for a consortium of 32 gas or mixed gas-electricity companies known as TARGET. The first phase of the TARGET program resulted in 1971 in the development of an early experimental 12.5 kW hydrocarbon-air fuel cell (Powercel PC-11). From January to December 1973, Hydro-Québec tested, under the actual operating conditions of an electrical network, six of these PC-11 power plants for a nominal output of 75 kW. The reason Hydro-Québec came to study fuel cells was to seek a more economical way of generating electricity in remote areas of the province. A description is given of the components and operation of the PC-11 fuel cell and of the installation used to conduct the tests. Practical problems encountered and some of the results obtained during the testing program are outlined. On the other hand, in 1974, United Technologies announced the beginning of another fuel cell program for Electric Utilities. The objective of this new program is to develop a 26 MW fuel cell generator for dispersed power generation. Finally, the application of fuel cell with regards to storage of electricity is briefly discussed.

En 1967, United Technologies entreprenait dans le cadre du programme TARGET le plus important programme de développement commercial de piles à combustible. La première phase de ce programme a résulté dans la fabrication, en 1971, de la première pile à combustible expérimentale hydrocarbure-air d'une puissance de 12.5 kW connue sous le nom de Powercel PC-11. Durant l'année 1973, l'Hydro-Québec a poursuivi des essais sur un module de piles de 75 kW afin d'évaluer leur intérêt comme système de conversion d'énergie dans les conditions réelles d'exploitation d'un réseau électrique. La raison principale qui avait incité l'Hydro-Québec à entreprendre ces essais était la recherche d'une solution plus économique pour produire de l'électricité dans les régions isolées de la province. Le fonctionnement de la pile à combustible PC-11 est expliqué et les installations utilisées pour les essais sont décrites. De plus, un aperçu des problèmes rencontrés et des principaux résultats obtenus sont discutés. D'autre part, il est fait mention des applications éventuelles des piles à combustible comme génératrice dispersée d'énergie et également comme élément d'un nouveau concept de stockage d'énergie électrique.

Circle diagram of induction machines from practical test results

By B. Szabados, *Department of Electrical Engineering, University of New Brunswick*, and A. Banihaschemi, *Graduate Student, Department of Electrical Engineering, University of New Brunswick*.

Pages: 27-31

An easy method of calculating the coordinates of the centre of the circle of admittance for an induction machine is presented. The formulae derived are very simple and obtainable from direct laboratory tests.

The performances predicted by this circle diagram are compared to the IEEE test procedure and prove the circle diagram at least as good as a computer model.

Présentation d'une méthode facile de calcul des coordonnées du centre d'admittance d'une machine à induction. Les formules qui en découlent sont très simples et s'obtiennent à partir de tests directs en laboratoire.

Comparaison des résultats donnés par ce diagramme circulaire par rapport à la procédure expérimentale de l'IEEE et prouve que le diagramme circulaire est au moins aussi bon qu'un modèle par ordinateur.

The energy situation in Canada

By D. Cass-Beggs, *Former Chairman, B.C. Hydro and Power Authority.*

Pages: 33-38

This is an invited paper in which the author reviews the current energy scene in Canada and projects this into the next century. He examines alternative methods of power generation and equates this to the increased use of electrical power as a source of energy. This is exemplified by a proposal for the electrification of Canada's railways. A definition of power motive force - the motivation of a society for increased amounts of power - is proposed.

L'auteur invité à écrire cet article passe en revue la situation actuelle dans le domaine de l'énergie au Canada et fait des projections pour les années 2000. Il présente différentes techniques de génération de l'énergie et les met en parallèle avec l'utilisation grandissante de l'électricité comme source d'énergie. A titre d'exemple, il propose l'électrification des chemins de fer canadiens. Il propose également une définition du concept de "power motive force", qui correspond à la motivation dont une société fait preuve pour accroître l'énergie à sa disposition.

1976 – Volume 1 – Number 4

Communications – a Canadian technological achievement

By W. F. Light, *President, Northern Telecom Ltd.*

Pages: 3-7

The Canadian telecommunications/telephone system is internationally acknowledged as one of the finest in the world and yet Canadians take it for granted. The system has been created without government support and largely on the technological innovations that have come from Bell-Northern Research Limited, Canada's largest privately owned industrial research organization. BNR accounts each year for more than 10 percent of all the industrial research done in Canada. This technological superiority has permitted Northern Telecom to establish a secure Canadian market and to become one of the world's leading multinational telecommunications equipment manufacturers. However, problems such as higher wages and lower productivity in Canada than in competing nations; lack of a national R&D and science and technology strategy; and excessive amounts of national income consumed by governments, endanger continued growth and the future of the Canadian telecommunications systems and industry.

Le réseau de téléphonie et de télécommunications du Canada est universellement reconnu comme l'un des meilleurs qui soit et pourtant les Canadiens tiennent pour acquis l'excellence des services qu'il leur assure. Créé sans appui financier de l'Etat, ce réseau est en majeure partie le résultat d'innovations techniques mises au point chez Recherches Bell-Northern, le plus important organisme privé de recherche industrielle du Canada. Bon an mal an, RBN peut revendiquer plus de dix pour cent de tous les travaux de recherche effectués au pays. Cette primauté dans le domaine de la technologie a permis à Northern Telecom de s'implanter solidement au plan national et de devenir l'un des grands constructeurs mondiaux de matériel de télécommunications. Certains problèmes, toutefois, tels que la hausse des salaires et la baisse de la productivité plus marquées au Canada que dans d'autres pays industrialisés, l'absence d'une stratégie nationale en matière de R. & D. et de développement scientifique et technologique, ainsi que la part

excessive du revenu national qu'accaparent les diverses instances de gouvernement, compromettent dans notre pays l'essor continu et l'avenir de l'industrie et des réseaux de télécommunications.

Digital technique for impedance protection of transmission lines

By O. P. Malik, G. S. Hope and M. E. Rasmy, *Department of Electrical Engineering, The University of Calgary*

Pages: 8-12

A digital scheme for impedance protection of transmission lines is presented in this paper. The scheme is based on the vector representation of fundamental components of voltage and current waveforms. The 60 Hz impedance is calculated using 16 samples per cycle over a time window of one cycle. The one cycle window and high sampling rate have the advantage of less than 3/4 cycle fault detection as well as high dc and harmonic rejection. An algorithm, its implementation and real-time test-results on a laboratory model for various faults are included. Theoretical analysis is also provided to illustrate the behaviour of the digital impedance algorithm.

Cet article présente un plan numérique pour la protection de l'impédance des lignes de transmission. Ce plan est basé sur la représentation vectorielle des composants fondamentaux des ondes de tension et de courant. L'impédance de 60 Hz est calculée à l'aide de 16 échantillons par cycle sur une lucarne de temps d'un cycle. La lucarne d'un cycle et le taux d'échantillonnage élevé présentent l'avantage d'offrir une détection d'erreur de moins de 3/4 de cycle, ainsi qu'une forte réjection harmonique et cc. L'article comporte un algorithme, sa mise en oeuvre et les résultats d'essai en temps réel sur des modèles de laboratoire. Présentation d'une analyse théorique illustrant le comportement de l'algorithme d'impédance numérique.

Gestion optimale d'un complexe hydro thermique à l'aide du calcul hiérarchisé et de la méthode du gradient réduit généralisé

Par A. Titli*, *Laboratoire d'automatique et d'Analyse des Systèmes du C.N.R.S., Toulouse, France*, et J. P. Godard**, *Ingénieur à la C.E.R.C.I., Paris*.

Pages: 13-18

Les techniques de calcul hiérarchisé sont utilisées pour déterminer l'exploitation optimale à court terme d'un complexe hydro-thermique composé de trois centrales hydrauliques en cascade et d'une centrale thermique. Les sous-problèmes indépendants définis au niveau inférieur sont résolus par la méthode du gradient réduit généralisé et une tâche de coordination au niveau supérieur conduit de façon itérative à la solution optimale. Une telle approche permet de contourner les difficultés liées à la dimension du problème global, formulé ici dans un contexte déterministe.

The multilevel optimization techniques are used in order to determine the short range optimal scheduling of a complex hydrothermal system, in a deterministic context. In the lower level each independent sub-problem is resolved by a generalized reduced gradient method. This association (multilevel techniques and generalized reduced gradient) gives a powerful approach for large scale problems.

On digital/analog transmission systems

By Or. K. Feher, *Department of Electrical Engineering, Concordia University, and RCA Limited, and M. Morris, Technical Development, RCA Limited, Montreal.*

Pages: 19-23

Narrowband and Wideband data hybrid transmission techniques are presented and dedicated digital radio systems are reviewed. It is shown that 1.544 Mbit/s (2.023 Mbit/s) Data Above FDM Voice/Video (DAV/DAVID) is the most economical approach. Field evaluation results of: (a) 1.544 Mbit/s above 960 (and under 840) FDM channels on a Canadian National/Canadian Pacific 8 hop RCA-MM-600 6GHz microwave systems (b) 1.544 Mbit/s above 960 FDM channels on the ANIK Satellite (c) 1.544 Mbit/s above 960 FDM channels on an 8 hop TD-2 microwave system (d) 1.544 Mbit/s above 2700 FDM channels or above the combined 1200 FDM and video signals on a 102 km Philips cable system — prove the

practical applications of the theories and expectations which were previously presented by the authors.

Présentation de techniques de transmission hybride de données par bande étroite et bande large et examen de systèmes radios numériques spécialisés. Il apparaît que les données de 1.544 Mbit/s (2023 Mbit/s) au-dessus des canaux MRF voix/ vidéo (DAV/DAVID) constituent la technique la plus économique. Les évaluations sur place donnent les résultats suivants:

(a) 1.544 Mbit/s au-dessus de canaux MRF de 960 (et au dessous de 840) sur un système hertzien Canadien National/ Canadien Pacifique à 8 bonds RCA-MM-600 6GHz (b) 1.544 Mbit/s au-dessus de canaux MRF de 960 sur le satellite ANIK (c) 1.544 Mbit/s au-dessus de canaux MRF de 960 sur un système hertzien TD-2 à 8 bonds (d) 1.544 Mbit/s au-dessus de canaux MRF de 2700 ou au-dessus de signaux combinés MRF 1200 et vidéo sur un système de câble Philips de 102 km —cette évaluation apporte la preuve des applications pratiques des théories et prévisions présentées précédemment par les auteurs.

Occupational hazards and other problems related to the use of sulphur hexafluoride in metalclad substations

By Dr. A. Théorêt, and Or. R. Gilbert, *Materials Science Department, Hydro-Québec Institute of Research, Varennes, Québec.*

Pages: 23-28

This paper is both a review and a detailed analysis of present knowledge of the possible risks of asphyxiation and intoxication inherent in the operation of SF₆ substations and maintenance of electrical switchgear. The first part of the study, the danger of asphyxiation in SF₆ substations, is based on the physical properties of this gas with regard to flow and diffusion. The diffusion of SF₆ into air as a function of time was calculated and the curves obtained provide a clear illustration of the tendency of this heavy gas to stagnate in low areas and the consequent risks of asphyxiation faced by personnel in such places. In a second part, the problem of the decomposition of SF₆ in electrical switchgear leading to the formation of several irritant or toxic products is discussed together with the undesirable influence that certain contaminants, such as humidity, have on promoting decomposition. Several examples of the types of incident that can occur with SF₆-insulated equipment are described and discussed.

Cet article est à la fois un examen et une analyse détaillée des connaissances actuelles sur les risques possibles d'asphyxie et d'intoxication dus au fonctionnement de sousstations SF₆, et à l'entretien d'équipement de commutation électrique. La première partie de cette étude, portant sur les dangers d'asphyxie dans les sousstations SF₆, est basée sur les propriétés physiques de ce gaz en ce qui concerne le débit et la diffusion. La diffusion de SF₆ dans l'air comme fonction de temps a été calculée, et les courbes obtenues indiquent clairement que ce gaz lourd a tendance à stagner dans les endroits bas, ce qui amène des risques d'asphyxie pour le personnel qui se trouve dans ces endroits. La seconde partie porte sur le problème de décomposition de SF₆ dans l'équipement de commutation électrique, décomposition amenant la formation de différents produits irritants ou toxiques; cette partie porte aussi sur l'influence indésirable de certains contaminants, comme l'humidité, sur cette décomposition. Présentation et discussion de plusieurs exemples des différents types d'accidents pouvant survenir avec l'équipement isolé SF₆.

Computer based measurement of analogue communication channels

By G. R. Lang, *ESE Limited, Rexdale, Ontario*, B. A. Black, *Department of Electrical Engineering, University of Toronto*, D. P. Taylor, *Department of Electrical Engineering, McMaster University* and P.H. Wittke, *Department of Electrical Engineering, Queen's University.*

Pages: 29-35

A high resolution, digitally instrumented technique for measuring the analogue properties of communication channels is described. Some test results obtained from connections on the Canadian general switched telephone network are presented to illustrate the method.

Description d'une méthode à instruments numériques et à haute résolution pour la mesure des propriétés analogues des canaux de communication. Présentation de certains résultats d'essai obtenus de branchements sur le réseau téléphonique à commutation général du Canada pour illustrer la méthode.