

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: 91 (2000)

Heft: 15

Artikel: Placement optimal de dispositifs FACTS

Autor: Gerbex, Stéphane / Oudalov, Alexandre / Cherkaoui, Rachid

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855572>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Placement optimal de dispositifs FACTS

Application de la méthode des algorithmes génétiques

Avec la déréglementation du marché de l'électricité, les Flexible AC Transmission Systems (FACTS) pourraient avoir un rôle important à jouer dans le contrôle des transits de puissance. Pour que leur efficacité soit maximale, il convient de connaître les types de dispositifs, leur emplacement dans le réseau et le nombre nécessaire. Une approche de placement optimal de FACTS de type série au moyen des algorithmes génétiques est présentée. Les résultats obtenus montrent qu'il existe un nombre limite de FACTS au-delà duquel l'efficacité du réseau ne peut plus être accrue.

Evolutions dans le secteur de l'électricité

Depuis quelques années le secteur de l'énergie électrique est en pleine restructuration. Les monopoles nationaux et régionaux cèdent leur place à un marché déréglementé. En Suisse, un projet de loi a été mis sur pied. Il prévoit une ouverture progressive du marché au terme de laquelle tous les consommateurs seront habilités à acheter leur électricité aux fournisseurs de leur choix (Third Party Access).

Des contrats pourront être conclus directement entre producteurs et consommateurs; ce qui aura pour conséquence de faire augmenter le nombre d'échanges non planifiés. Des problèmes pourront alors apparaître en relation avec les flux de puissance qui sont gouvernés par les lois de Kirchhoff. Si les échanges venaient à ne pas être contrôlés, certaines lignes situées sur des chemins particuliers pourraient se retrouver en état de surcharge: phénomène appelé *congestion* [1]. Jusqu'alors le contrôle des transits de puissances était en grande partie réalisé grâce à la réallocation des productions. Dans un environnement déréglementé, ce type de réglage n'est a priori plus possible. Parallèlement à la déréglementation, la charge électrique continue de croître au fil des années. Certes, cette augmentation s'est pratiquement stabilisée dans les pays industrialisés, mais certaines lignes électriques fonctionnent

parfois dans des régimes proches de leurs limites thermiques. Des contraintes administratives, politiques et écologiques font qu'il est de plus en plus difficile d'obtenir des autorisations pour construire de nouvelles lignes.

Dans le but d'exploiter au mieux la capacité des liaisons existantes face à cette nouvelle situation, il est intéressant pour les entreprises électriques et les exploitants de réseaux de bénéficier d'une solution permettant d'agir sur les flux de puissances. Jusqu'à quelques années en arrière, les seuls dispositifs capables de remplir cette fonction étaient des systèmes électromécaniques tels que les transformateurs déphaseurs ou les inductances et les capacités enclenchables par interrupteurs. Des problèmes de vieillissement (usure des parties mécaniques) et de vitesse (temps de commutation relativement élevé) étaient rencontrés avec ces dispositifs. Avec l'apparition des FACTS (Flexible AC Transmission Systems), liée aux progrès effectués dans la technologie des semi-conducteurs de puissance, ces inconvénients ont pu être supprimés.

Placement optimal de dispositifs FACTS

Depuis une douzaine d'années, différents types de dispositifs FACTS ont été développés. Des études et des réalisations ont montré quelles étaient les propriétés de chacun tant en régimes permanent que

transitoire [2]. Dans les réseaux maillés, leur aptitude à changer l'impédance «apparente» d'une ligne leur permet de contrôler les transits de puissances et rend possible l'utilisation de la pleine capacité thermique des lignes. Un certain nombre de FACTS, placés de manière judicieuse dans un réseau, permet ainsi d'accroître de manière significative la puissance transmissible [3].

Le placement optimal de n_F dispositifs FACTS est un problème combinatoire qui peut être résolu par différentes méthodes. Les méthodes dites heuristiques consistent à balayer l'espace des solutions possibles de manière intelligente, de sorte à éviter le passage par des solutions inutiles. En comparaison des méthodes d'optimisation analytiques, elles présentent l'avantage de pouvoir résoudre des problèmes difficilement exprimables sous forme mathématique. Bien que ne garantissant pas dans tous les cas l'obtention d'un optimum global, elles fournissent généralement des résultats d'une

Adresse des Auteurs

Stéphane Gerbex, Alexandre Oudalov
Dr Rachid Cherkaoui, Prof. Alain J. Germond
Laboratoire de Réseaux d'Énergie Électrique
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
1015 Lausanne, stephane.gerbex@epfl.ch

qualité acceptable, pour des temps de calculs réalistes. Comme exemples de méthodes heuristiques, on citera les algorithmes génétiques, la méthode tabou ou encore le recuit simulé [4].

Un des paramètres importants de l'optimisation est le type de FACTS que l'on souhaite placer. Celui-ci est choisi en fonction des buts que l'on cherche à atteindre. Dans cette optique, on notera encore que les optimisations faites dans le cadre de ce projet le sont uniquement en régime stationnaire.

Choix des dispositifs FACTS

Dans un réseau électrique, les transits de puissances sont dictés par les lois de Kirchhoff. Pour les réseaux de transport ($U \geq 110$ kV), la valeur de la résistance de la ligne est en général faible devant celle de la réactance; la conductance transversale peut, la plupart du temps, être négligée. Sous ces hypothèses, la puissance

active transmise par une ligne entre deux nœuds est donnée par:

$$P_{12} = \frac{U_1 U_2}{X_L} \sin \theta_{12} \quad (1)$$

où U_1 et U_2 sont les tensions aux nœuds 1 et 2, X_L est la réactance de la ligne et θ_{12} est l'angle entre U_1 et U_2 . Comme le montre la relation (1), il y a trois moyens d'agir sur la valeur de la puissance P_{12} . De manière générale, les tensions U_1 et U_2 peuvent être contrôlées par des dispositifs shunt tels que le SVC (Static Var Compensator) ou le Statcom (Static Synchronous Compensator). Les dispositifs série comme le TCSC (Thyristor Controlled Series Capacitor) ou le SSSC (Static Synchronous Series Compensator) permettent d'agir sur la réactance de la ligne X_L . Le TCPST (Thyristor-Controlled Phase Shifting Transformer) peut faire varier le déphasage θ_{12} . Enfin, l'UPFC (Unified Power Flow Controller) est capable d'agir sur les trois paramètres précités. En régime de fonctionnement normal, les tensions U_1 et U_2 ont des valeurs proches de 1 p.u. L'effet de la variation des tensions aux nœuds sur les transits de puissance active est donc faible devant celui obtenu en modifiant la réactance X_L ou le déphasage θ_{12} . Le développement présenté dans cet article est basé sur le contrôle des flux de puissance active en agissant sur la réactance de la ligne. Les dispositifs FACTS utilisés sont des dispositifs de type série et plus précisément des TCSC.

Le schéma de base d'un TCSC est formé d'une inductance commandée par une valve à thyristors en parallèle avec un condensateur (fig. 1). La valeur de la réactance du TCSC est contrôlée en commandant l'angle d'allumage des thyristors.

Modélisation du TCSC

Selon sa commande, la réactance du TCSC peut être de nature capacitive ou inductive. Bien qu'une combinaison des deux puisse être avantageuse dans un réseau électrique, nous nous restreignons à utiliser seulement la compensation capacitive, de manière à réduire la réactance apparente des lignes. De plus, comme on l'a déjà mentionné, le placement optimal des dispositifs FACTS est réalisé pour le régime stationnaire uniquement. La modélisation des TCSC est donc réalisée spécifiquement pour ce régime de fonctionnement.

Le TCSC est modélisé par une capacité série variable qui peut prendre un

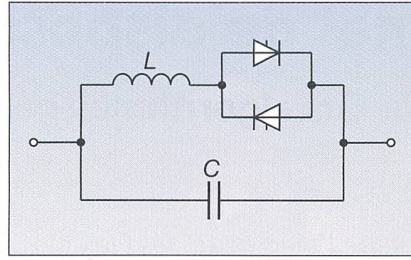


Fig. 1 Schéma de base d'un TCSC

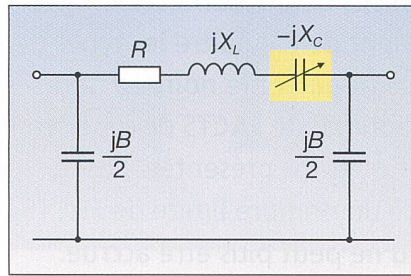


Fig. 2 Schéma d'une ligne munie d'un TCSC

nombre discret de valeurs, fonction de la réactance de la ligne sur laquelle il est placé. Pour ne pas surcompenser la ligne, la valeur maximale de la capacité est fixée à $0,8 \cdot X_L$. Les FACTS peuvent également prendre la valeur zéro.

Le TCSC est directement intégré dans le schéma équivalent de la ligne. Il est inséré en série avec la résistance et la réactance de la ligne (fig. 2).

De cette manière, la réactance de la ligne est artificiellement modifiée. Sa valeur apparente vaut:

$$X_{Lapp} = X_L - X_C = (1-k) X_L \quad (2)$$

où $k = X_C/X_L$ est le degré de compensation et $0 \leq k \leq 0,8$.

Algorithmes génétiques

Parmi les méthodes heuristiques citées précédemment, nous travaillons avec les algorithmes génétiques (AG). Les AG sont inspirés des mécanismes de la sélection naturelle. La solution optimale est recherchée à partir d'une population de solutions possibles, également appelées individus, en utilisant des processus aléatoires [5]. La recherche de la meilleure solution est effectuée en créant une nouvelle génération de solutions par application successive, à la population courante, de trois opérateurs: reproduction, croisement et mutation. La reproduction est un processus dépendant d'une fonction objectif dont le rôle est de déterminer la qualité des solutions. Ces opérations sont répétées jusqu'à ce qu'un critère d'arrêt soit atteint. Le codage des individus est

un paramètre important de la méthode. Ceux-ci sont représentés sous formes de chaînes de caractères (gènes) d'un alphabet prédéterminé.

Dans ce qui suit, on décrit le fonctionnement des AG au travers leur application au problème de recherche d'emplacements optimaux de dispositifs FACTS dans un réseau électrique. Pour déterminer la configuration optimale, il faut prendre en compte non seulement la position des TCSC, mais également leur valeur.

Codage des individus

Afin d'intégrer les deux paramètres dans l'optimisation, les individus de la population sont codés sous forme de deux chaînes de longueur n_b , où n_b représente le nombre de branches du réseau. Chaque caractère d'une chaîne se rapporte à une branche.

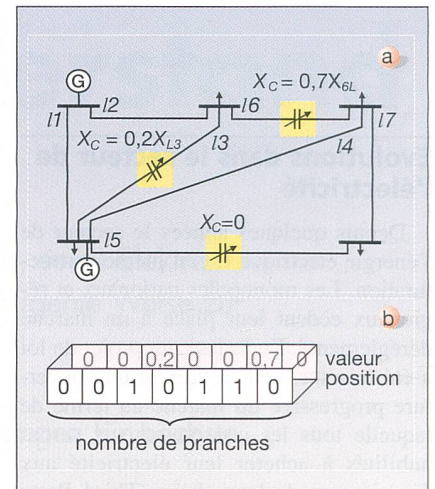


Fig. 3 Exemple de configuration de FACTS: a) réseau, b) individu correspondant

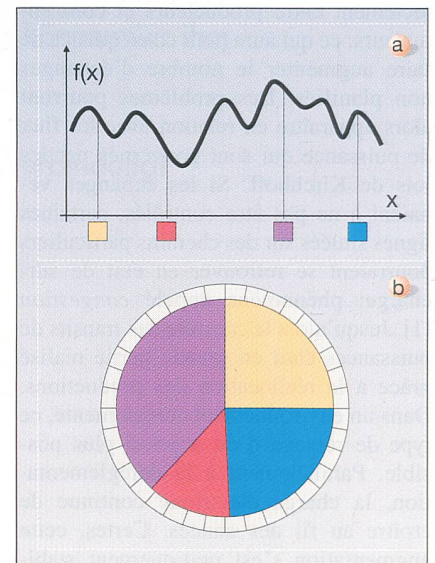


Fig. 4 a) Fonction objectif d'une population de 4 individus, b) roulette biaisée correspondante

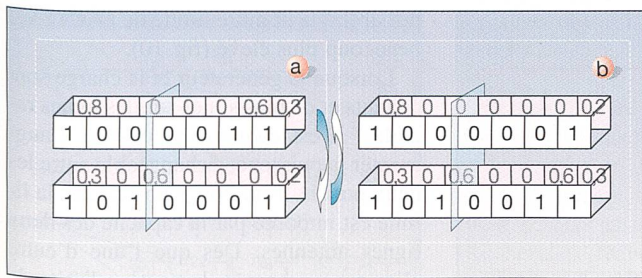


Fig. 5 Croisement de deux individus: a) avant, b) après

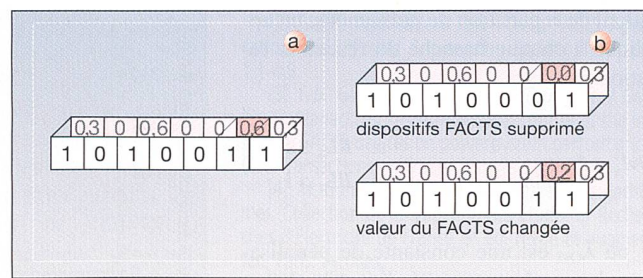


Fig. 6 Mutation au sein d'un individu: a) avant, b) après

La première chaîne représente les emplacements des TCSC. Ses caractères peuvent prendre les valeurs 0 ou 1; 1 si un TCSC est présent sur la ligne en question et 0 lorsqu'il n'y en a pas. La seconde chaîne est liée aux valeurs des FACTS. Les caractères la constituant peuvent prendre des valeurs discrètes comprises entre 0 et $0,8 X_L$, où X_L est la réactance de la ligne. Par l'emploi de deux chaînes, il est possible de différencier une ligne munie d'un TCSC dont la valeur est 0 d'une ligne n'en possédant pas.

On notera également que les branches correspondant à des transformateurs ne peuvent pas être munies de FACTS. Dans ce cas, les valeurs des caractères sont forcées à 0 pour les deux chaînes.

La fig. 3 donne un exemple de configuration de 3 TCSC sur un réseau à 5 nœuds ainsi que l'individu lui correspondant, selon le codage décrit ci-avant. Les dispositifs FACTS sont placés sur les lignes 3, 5 et 6 avec des valeurs respectives de $0,2 X_{L3}$, 0 et $0,7 X_{L6}$.

Population initiale

Pour un réseau donné, la population initiale est générée à partir des paramètres suivants:

- n_F , nombre de dispositifs FACTS à placer de manière optimale dans le réseau
- n_i , nombre d'individus de la population
- n_v , nombre de valeurs discrètes pouvant être prises par un TCSC

La création d'un individu se fait en tirant aléatoirement n_F branches du réseau et en affectant la valeur 1 aux caractères correspondant de la première chaîne. Pour chaque FACTS, une valeur est tirée aléatoirement parmi les n_v possibles et est mise dans la seconde chaîne. L'opération est répétée jusqu'à ce que la population compte n_i individus.

Reproduction, croisement et mutation

Pour créer une nouvelle génération, on calcule la valeur de la fonction objectif de

chaque individu de la population courante. Cette fonction est conçue de manière à pénaliser les configurations conduisant à avoir des surcharges sur les lignes. Parfois appelée fonction fitness, elle doit correspondre à la transcription mathématique de l'optimisation que l'on souhaite réaliser. Le choix d'une mauvaise fonction objectif pourrait avoir comme effet d'inhiber la reproduction de certains individus intéressants et ainsi altérer l'optimisation.

Après le calcul de la fonction objectif les opérateurs de reproduction, croisement et de mutation sont appliqués successivement à des paires d'individus.

On tire aléatoirement sur une roulette biaisée deux individus de la population courante que l'on reproduit. Chaque individu a une probabilité d'être reproduit proportionnelle à la valeur de sa fonction objectif (fig. 4). Le croisement est ensuite appliqué avec une probabilité p_c . Lorsque les deux individus doivent être croisés, une position est tirée aléatoirement. A partir de cette dernière les deux chaînes des individus sont échangées. La figure 5 illustre le croisement de deux individus à partir du troisième caractère. La mutation peut avoir lieu avec une probabilité p_m (généralement très petite). Lorsqu'il y a mutation, plusieurs cas de figure sont possibles. Si un TCSC est présent, il peut être supprimé ou sa valeur peut être changée avec la même probabilité. Dans le cas où il n'y a pas de FACTS on en rajoute un et sa valeur est tirée aléatoirement. La figure 6 illustre un cas de mutation du sixième caractère.

Les opérateurs de croisement et de mutation tels qu'ils sont appliqués peuvent faire changer le nombre de FACTS d'un individu. Le but de l'optimisation étant de rechercher la meilleure configuration pour un nombre de dispositifs donné, un test sur le nombre de FACTS d'un individu est effectué. Si ce nombre est différent du nombre initial à placer de manière optimale, l'individu n'est pas conservé pour la nouvelle génération. Les opérations de reproduction, croisement et mutation sont répétées jusqu'à ce que la nou-

velle génération possède le même nombre d'individus que la population initiale.

Stratégies d'optimisation

Contextes

Le but de l'optimisation est de déterminer, pour un nombre de FACTS donné, la puissance maximale pouvant être desservie par le réseau sans que celui-ci n'ait de ligne surchargée. Plusieurs façons d'accroître la charge sont testées.

Dans un premier temps une augmentation uniforme est réalisée. Partant d'un état de charge initial, toutes les puissances actives et réactives des charges sont augmentées dans la même proportion; les consignes de production des générateurs le sont également. Les pertes actives supplémentaires dans le réseau sont prises en charge par le nœud bilan.

La seconde stratégie est liée au contexte de la déréglementation. Dans ce cas, on simule des échanges entre un producteur et un consommateur. A partir du même état de charge initial que précédemment, on cherche à déterminer la puissance maximale pouvant être échangée entre les deux nœuds. Les échanges sont simulés en augmentant les puissances actives de la charge et du générateur de la même valeur. Le facteur de puissance de la charge est gardé constant. Les pertes supplémentaires dans les lignes restent fournies par le nœud bilan.

Dans les deux contextes, l'optimisation est répétée pour plusieurs nombres de FACTS. Lorsque le nombre de TCSC est augmenté, les résultats des optimisations précédentes ne sont pas conservés.

Fonction objectif

Comme on l'a déjà mentionné, la fonction objectif est conçue de manière à pénaliser les configurations de FACTS conduisant à avoir des lignes surchargées. Les coûts d'installation et de maintenance des FACTS ne sont pas pris en compte; seule leur influence sur le réseau est considérée. Après avoir effectué un

calcul de répartition de puissances, on applique à chaque branche du réseau la relation:

$$Ov_{li} = \begin{cases} 1 & \text{si } BL_{li} \leq 1 \\ \exp[\lambda_{Ov}(1 - BL_{li})] & \text{si } BL_{li} > 1 \end{cases} \quad (3)$$

où λ_{Ov} est une constante de pénalisation des surcharges et BL_{li} l'état de charge de la ligne li . Lorsqu'une ligne li est surchargée ($BL_{li} > 1$), la valeur de la fonction Ov_{li} décroît exponentiellement avec la surcharge.

Pour une configuration de TCSC donnée, la fonction objectif est donnée par le produit des fonctions Ov_{li} , valeur que l'on va chercher à maximiser.

Simulations

Réseau test

Des simulations ont été effectuées sur le réseau test 30 nœuds de la fig. 7. Celui-ci est composé de 6 générateurs, 41 lignes et 21 charges. La charge initiale active est de 181 MW. Le nœud 1 est le nœud bilan. Les générateurs sont modélisés comme des nœuds PV et les charges comme des nœuds PQ. Pour les lignes, on utilise le modèle classique en π des lignes courtes.

Résultats observés

Dans le cas d'une augmentation uniforme de la charge, on constate qu'il est possible d'accroître sensiblement (environ 30%) la puissance transmissible par le réseau en y plaçant des TCSC de manière optimale (fig. 8). On remarque également qu'au-delà d'un nombre limite de dispositifs (6 dans cet exemple), il n'est plus possible d'augmenter la capacité du réseau en y ajoutant des FACTS supplémentaires. Quant aux emplacements des dispositifs, ceux-ci viennent se positionner de manière à réduire la charge dans les lignes surchargées en forçant la puissance à circuler par d'autres chemins. Les TCSC sont également placés de manière

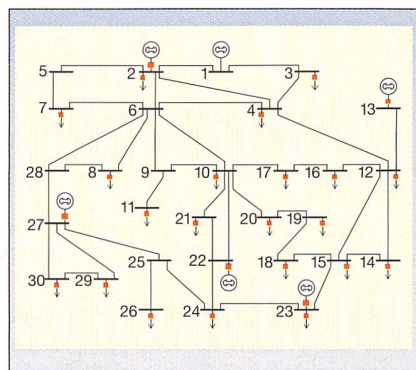


Fig. 7 Réseau test

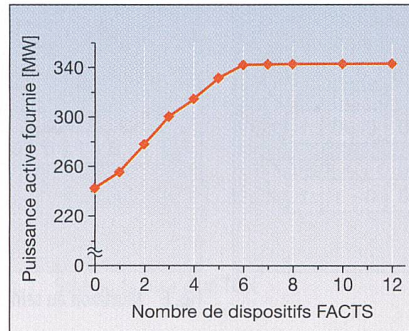


Fig. 8 Puissance active transmissible par le réseau en fonction du nombre de FACTS

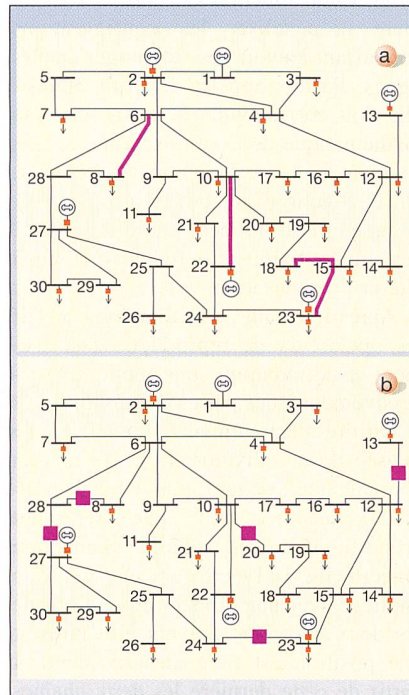


Fig. 9 Répartition de la puissance dans le réseau a) sans FACTS, b) avec 5 TCSC

à supporter la tension aux nœuds afin de réduire la circulation de puissance réactive dans certaines lignes.

La figure 9 illustre un cas de charge où 4 lignes sont surchargées (en gras) et pour lequel le placement de 5 dispositifs FACTS permet un retour du réseau dans un état sain (sans surcharge).

Dans le contexte de la déréglementation deux situations, se différenciant par la position des générateurs et des charges, ont été simulées. Les nœuds entre lesquels on cherche à maximiser l'échange apparaissent en gras sur les figures 10 et 11.

Dans le cas où le générateur et la charge sont proches l'un de l'autre, les résultats montrent qu'il est possible d'accroître la puissance échangée entre cette paire producteur-consommateur. Cependant, de par le grand nombre de chemins

possibles, le nombre limite de FACTS est beaucoup plus élevé (fig. 10).

Lorsque le générateur et la charge sont distants et de plus situés sur des lignes radiales, il est également possible d'augmenter la puissance échangeable entre les deux nœuds. Toutefois, dans ce cas, la limite est imposée par la capacité des deux lignes antennes. Dès que l'une d'entre elles est surchargée, le nombre limite de FACTS série est atteint (fig. 11).

Conclusions

La méthode des AG a été appliquée au placement de FACTS dans un réseau électrique. Les dispositifs utilisés sont de type série: il s'agit de TCSC. Des simulations ont été effectuées sur un réseau test dans deux contextes: i) accroissement uniforme de la charge, ii) maximisation des échanges entre une paire producteur-consommateur. L'objectif recherché était de garder le réseau sans ligne surchargée.

Les résultats ont montré que, selon ce critère, il était possible d'accroître la puissance transmissible par le réseau. Un nombre limite de FACTS au-delà duquel l'efficacité du réseau ne peut plus être augmentée a pu être mis en évidence.

D'autres fonctions objectifs, comme la minimisation des pertes dans le réseau, ont également été étudiées mais n'apparaissent pas dans cet article [6].

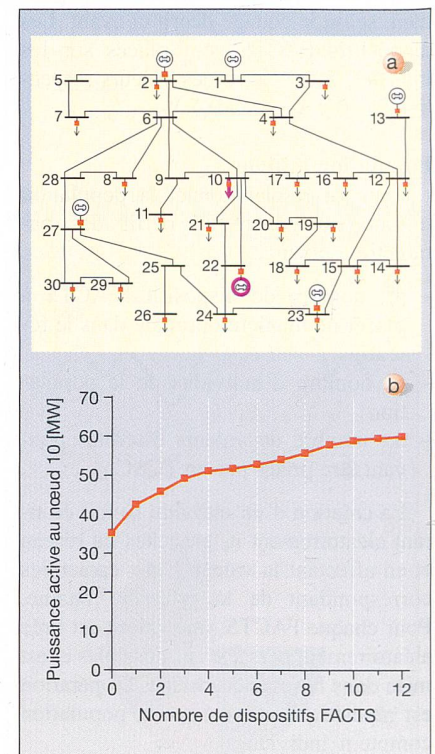


Fig. 10 Simulation d'échange entre producteur et consommateur proches: a) localisation sur le réseau; b) puissance active échangeable entre deux nœuds en fonction du nombre de FACTS

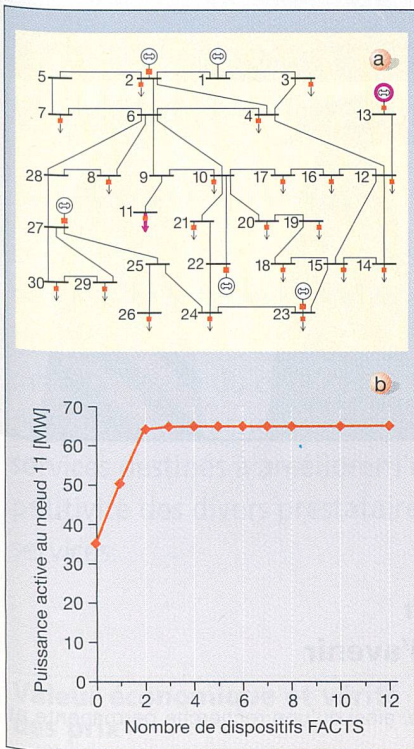


Fig. 11 Simulation d'échange entre producteur et consommateur distants et situés sur des lignes radiales: a) localisation sur le réseau, b) puissance active échangeable entre ces deux nœuds en fonction du nombre de FACTS

Actuellement, les recherches se poursuivent dans plusieurs directions. Des optimisations sont en effet réalisées: i) avec d'autres méthodes d'optimisation, ii) d'autres types de FACTS, iii) différentes

fonctions objectives et iv) sur de nouveaux réseaux.

*

Ce travail a été financé par les institutions suivantes soutenues par l'industrie et les compagnies électriques suisses: PSEL (Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft) et RDP-CREE (Recherche, Développement, Prospective, Chambre Romande de l'Energie Electrique).

Références

[1] B.R. Barkovich, D.V. Hawk: Charting a new course in California. IEEE Spectrum, July 1996.

[2] FACTS Application Task Force: FACTS Applications. IEEE Power Engineering Society, 1996, pp. 1.1-4.9.

[3] F.D. Galiana, K. Almeida, M. Toussaint, J. Griffin, D. Atanackovic: Assessment and control of the impact of FACTS devices on power system performance. IEEE Transactions on Power Systems 11(1996)4.

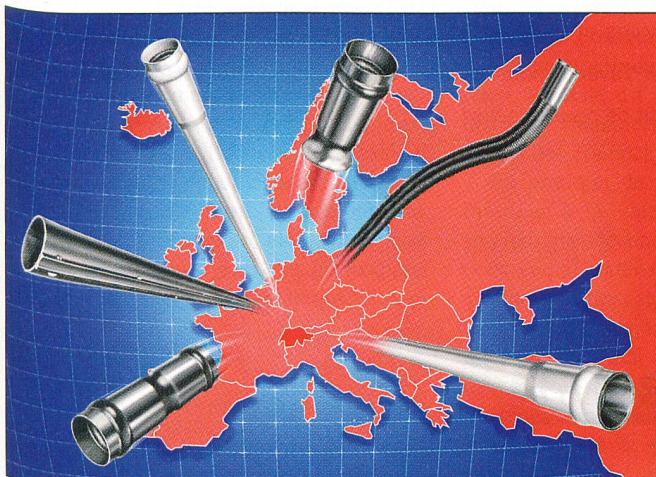
[4] M. Gondran, M. Minoux: Graphes et algorithmes. Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, 3^e éd. revue et augmentée, Paris: Eyrolles, 1995.

[5] D.E. Goldberg: Genetic algorithms in search optimization & machine learning. Addison-Wesley 1989.

[6] S. Gerbex, R. Cherkaoui, A.J. Germond: Optimal location of FACTS devices in a power system using Genetic Algorithms. 13th Power Systems Computation Conference, Trondheim, June 28-July 2nd, 1999.

Optimale Platzierung von FACTS mit genetischen Algorithmen

Im liberalisierten Strommarkt erlangt die Steuerung der Energieflüsse im Übertragungsnetz zunehmende Bedeutung. Mit Flexible AC Transmission Systems (FACTS) können die Leitungsimpedanzen und damit die Lastflüsse in gewissen Grenzen variiert werden. Eine möglichst effiziente Steuerung setzt voraus, dass sowohl der genaue Typ als auch die Platzierung der FACTS bestimmt werden. Dieser Beitrag erläutert, wie der Einsatz von seriell betriebenen Systemen mit Hilfe genetischer Algorithmen optimiert werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die Leistungsfähigkeit eines Netzes durch den Einbau zusätzlicher FACTS gesteigert werden kann; es existiert eine obere Grenze, ab der keine weitere Verbesserung mehr möglich ist.



In Sachen Kabelschutz
immer eine Rohrlänge voraus...



Wir arbeiten mit einem zertifizierten QS-System
Stufe SN EN ISO 9001



SYMALIT AG - 5600 LENZBURG 1
Telefon 062 885 83 80
Fax 062 885 83 84
www.symalit.ch
e-mail: etb@symalit.ch



Convincing cabling solutions

Laquelle vous va le mieux?



R&M STARsystem Votre choix pour l'avenir

Un savoir-faire considérable, ainsi qu'une recherche permanente et intensive ont fait de R&M un fournisseur de pointe sur le marché mondial des télécommunications. Le système de câblage R&M

STARsystem est destiné à une clientèle exigeante qui doit maîtriser un grand flux de données utiles dans la durée

et qui tient beaucoup à garantir la future sécurité de son infrastructure IT. Pièce maîtresse de notre

système de câblage, notre nouveau module de raccordement bleu R&M freenet Cat. 6 est

aussi une nouveauté mondiale. Reposant des standards absolument nouveaux, il offre nettement

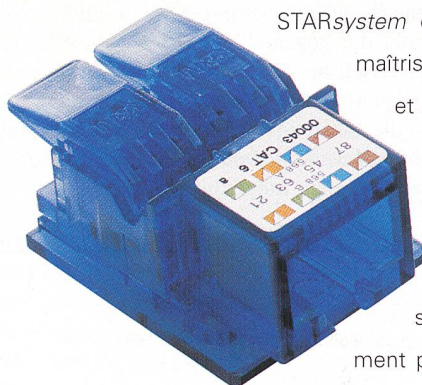
plus de largeur de bande, et donc une meilleure performance. Avec R&M STARsystem, vous optez résolument

pour l'avenir, car les futurs standards de raccordement y sont adaptables sans problème. Nous vous offrons qui plus est des

produits de haute qualité, une installation simple et rapide, un programme de garantie échelonné, ainsi qu'une offre complète de

services et de prestations. Il ne vous reste plus qu'à vous décider pour l'avenir, nous assumerons le reste. Intéressé? Alors il vous

suffit de nous appeler!



R&M freenet

The LAN solution

Reichle & De-Massari AG
Binzstrasse 31
CH-8622 Wetzikon
Tél +41 1931 97 77
Fax +41 1931 93 29
www.rdm.ch



Info 01 931 97 77