

UN SYSTEME DE GESTION DE LA DISTRIBUTION MODERNE POUR LES COMPAGNIES D'ELECTRICITE REGIONALES

A Roberts, T Berry, W D Wilson

Schneider Electric Ltd, RU

SYNOPSIS

Ce papier décrit les caractéristiques d'un système de gestion de la distribution (Distribution Management System - DMS) moderne, destiné aux grandes entreprises d'électricité régionales. Ce type de système a pour caractéristique fondamentale son aptitude à modéliser le réseau électrique et le réseau de téléométrie associé utilisé pour la surveillance du réseau électrique.

L'objectif du système DMS est de permettre l'opération sûre et coordonnée d'un réseau de sous-transmission haute tension (132kV) et d'un réseau de distribution moyenne tension étendue (33kV, 11kV). Comparé à un système SCADA classique, le système DMS a la particularité de pouvoir contrôler l'équipement de tous les niveaux de tension avec le même système et d'une manière identique. L'équipement du réseau de sous-transmission haute tension a une proportion élevée d'appareils de téléométrie en temps réel et d'appareils de commutation télécommandés. La plus grande partie de l'équipement du réseau de distribution moyenne tension dispose d'une téléométrie très limitée et les opérateurs habillent manuellement l'état des équipements.

L'une des fonctions principales du système DMS est le remplacement du schéma en tableau mural par un ou plusieurs affichages cartographiques. Ces affichages sont associés à une grande base de données relationnelle dotée d'informations sur les équipements et les connexions. Contrairement aux systèmes d'informations géographiques classiques, les schémas sont stylisés et destinés à un accès rapide et simultané par plusieurs ingénieurs de contrôle.

Les réseaux de distribution et de sous-transmission électriques sont modélisés à l'aide d'équipements réels (disjoncteurs, commutateurs et transformateurs par exemple) dont ils sont constitués. Il existe deux aspects concernant la modélisation des équipements de réseaux électriques, à savoir : le comportement fonctionnel et la représentation visuelle sous la forme d'un symbole graphique.

Un grand réseau dispose d'un grand nombre de types fonctionnels qui rend impossible leur définition en code compilé. Le système est donc conçu avec un petit nombre de catégories d'équipement particulières comme

les commutateurs ou les transformateurs et un moyen générique pour étendre le comportement du type fonctionnel d'équipement. Cela inclut la définition des commandes qui peuvent être émises ou exécutées sur l'équipement, les habillages possibles des états internes et la manière dont les commandes ou les valeurs télémesurées modifient l'état des équipements et la topologie interne.

Chaque symbole graphique est associé à une information d'équipement détenu dans la base de données relationnelle. Le classement des symboles sert à déduire la connectivité électrique qui peut être utilisée pour des fonctions comme la mise en valeur de sections d'alimentation. Les symboles graphiques peuvent être modifiés pour s'adapter aux spécificités des usagers et pour être compatibles avec les conventions des entreprises.

Les fonctions de modélisation d'équipement et d'affichage de symboles graphiques servent également à configurer et à illustrer l'état des composants de télécontrôle comme les concentrateurs de données et les unités distantes.

Outre les fonctions SCADA classiques comme la gestion des listes d'alarme, le système prend en charge un certain nombre de fonctions de haut niveau qui font appel à un modèle de réseau. Les fonctions de base qui aident à la gestion de la distribution comprennent la mise en valeur sur le schéma des sections d'alimentation connectées. Il y a également des fonctions qui aident à la préparation des programmes de commutation et aux opérations de contrôle automatique en rapport avec des règles de sécurité définies par l'utilisateur. Une autre fonction donne une évaluation rapide des options de reconfiguration des sections d'alimentation après des interruptions. Pour une analyse plus approfondie, il existe un ensemble de fonctions d'analyse électrique pour le réseau de sous-transmission interconnecté haute tension ou pour les sections d'alimentation individuelles.

Le système DMS peut également surveiller les sous-systèmes de commutation automatique. Ces sous-systèmes coordonnent généralement un certain nombre de commutateurs de section d'alimentation de manière à ce que le courant puisse être automatiquement rétabli pour un groupe d'usagers à la suite d'une coupure

permanente. Ces modes de fonctionnement nécessitent la coordination autonome de l'appareillage de commutation, des équipements de protection et des communications.

Le système DMS est mis en oeuvre en utilisant des serveurs distribués avec les utilisateurs en de multiples sites connectés par un réseau grande distance. Il fait un usage intensif de l'architecture Common Object Request Broker Architecture (CORBA) pour parvenir à une souplesse et une évolutivité architecturales. En plus de l'assistance d'une équipe d'ingénieurs de contrôle utilisant le système en temps réel, il est possible d'ajouter des machines pour prendre en charge des sessions d'étude pour la planification opérationnelle.

De par sa conception, le système est évolutif et on peut y ajouter des interfaces pour prendre en charge la signalisation des pannes par exemple comme l'exige un organisme de régulation.

UN SYSTEME DE GESTION DE LA DISTRIBUTION MODERNE POUR LES COMPAGNIES D'ELECTRICITE REGIONALES

A Roberts, T Berry, W D Wilson

Schneider Electric Ltd, RU

INTRODUCTION

Ce papier décrit les caractéristiques d'un système de gestion de la distribution (Distribution Management System - DMS) moderne, destiné aux grandes entreprises d'électricité régionales. Ce type de système a pour caractéristique fondamentale son aptitude à modéliser le réseau électrique et le réseau de téléométrie associé utilisé pour la surveillance du réseau électrique.

Un système DMS est essentiellement destiné à l'exploitation du réseau et à la planification opérationnelle. Ces termes ont été définis par un groupe de travail du CIREN (1) et adoptés par un projet de normes CEI (2) comme suit:

Les fonctions d'exploitation de réseau sont "les fonctions qui permettent le contrôle et la supervision des installations d'un réseau de distribution"; elles incluent le contrôle, la surveillance, la gestion des pannes et les statistiques d'exploitation.

Les fonctions de planification opérationnelle sont: "les fonctions destinées à définir, préparer et optimiser la suite des opérations nécessaires à l'exécution des travaux de maintenance sur le système"; elles incluent la simulation de réseau et la programmation des actions de commutateur.

En ce qui concerne l'exploitation du réseau, le système de gestion de la distribution a pour principal objectif de permettre l'envoi sûr et rapide d'une équipe de terrain pour maintenir et réparer le réseau. Le marché compétitif actuel renforce l'importance pour les services d'électricité et d'eau de surveiller et d'améliorer les niveaux de satisfaction de la clientèle tout en optimisant l'exploitation du réseau et les coûts opérationnels de son contrôle.

Glossaire

CORBA Common Object Request Broker Architecture
DMS Distribution Management System
(Système de gestion de la distribution)

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition
(Système de surveillance, de contrôle et d'acquisition des données)

Mots clés

Exploitation de réseau, gestion de réseau, système de gestion de la distribution.

LE RESEAU

Le système DMS a été livré à SEEBOARD, l'une des 12 compagnies d'électricité régionales d'Angleterre et du Pays de Galles. Voici quelques-unes des particularités du réseau de distribution SEEBOARD:

- Un réseau haute tension (132kV) qui est un réseau maillé de sous-transmission relié au super réseau 400kV britannique;
- Un réseau de distribution primaire moyenne tension (33kV) constitué principalement de circuits doubles;
- Un réseau de distribution moyenne tension (11kV) constitué de 20 000 km de circuits radiaux interconnectés et approvisionnant environ 2 000 000 d'utilisateurs.

La majorité des sous-stations 132kV et 33kV (environ 350) est dotée d'équipement de télé-surveillance et de télécommande relié au système de télécommande SCADA. La plus grande partie des équipements du réseau de distribution moyenne tension (11kV) a un plus petit pourcentage de système téléométrique. Les opérations sur ce réseau de distribution sont effectuées manuellement par les ingénieurs de terrain agissant sous la supervision des ingénieurs de contrôle. Les ingénieurs de contrôle avaient l'habitude d'utiliser un grand tableau mural qui pouvait être habillé manuellement pour indiquer l'état des équipements, signalé par les équipes de terrain. Pour tous les niveaux de tension, les opérations sont coordonnées en utilisant des programmes de commutation et des documents de sécurité. La figure 1 illustre le réseau de communication SCADA et l'étendue géographique de la zone couverte par SEEBOARD.



Figure 1. Réseau de communication SCADA de SEEBOARD

OBJECTIFS DE GESTION

Jusque récemment, les systèmes informatiques pour la gestion de la distribution constituaient des 'îlots d'automatisation'. On achetait et on installait différents systèmes pour la télécommande (SCADA), l'analyse de réseau, les données d'installation et d'équipement et l'assistance du bureau d'étude. En outre, pour permettre la gestion de taille et de la complexité des réseaux de distribution, il est devenu courant de séparer les fonctions exploitation et planification du réseau par niveaux de tension et par zones géographiques.

Hormis le souhait de remplacer et de mettre à niveau les systèmes SCADA existants, les objectifs de gestion d'un système DMS moderne sont les suivants:

- Introduction d'un système intégré, incorporant à la fois les réseaux de sous-transmission haute tension et les section d'alimentation moyenne tension. Cela permet d'optimiser les opérations nécessitant la coordination des équipes de terrain travaillant aux différents niveaux de tension.
- Intégration des schémas de réseau électrique, des données d'installation et des données du réseau de télémétrie quel que soit le niveau de tension ou le mode de contrôle (distant ou manuel). L'intégration a pour but de réduire la surcharge due à la saisie des données dans de multiples bases de données ainsi que les problèmes d'incohérence éventuelle entre ces données.
- Intégration des outils d'analyse électrique pour la planification et les études d'optimisation.
- Fourniture d'interfaces aux systèmes de gestion des pannes, d'informations clientèle, de gestion des équipements et des cartes.

- Collecte des données de compte rendu rapport à des fins de régulation.

EXIGENCES DES UTILISATEURS

Pour aider les ingénieurs de contrôle à effectuer leurs tâches d'une manière sûre et efficace, le système DMS doit proposer les fonctions suivantes:

- Un moyen de présenter des informations à jour sur l'état actuel du réseau, en particulier sur les parties du réseau mises hors tension.
- Assistance à l'exécution des opérations de commutation complexes d'une manière sûre et sécurisée.
- Possibilité de traiter simultanément plusieurs travaux, de surveiller et de contrôler le travail de plusieurs équipes de terrain opérant l'équipement de réseau.
- Possibilité de planifier le travail à exécuter à l'avenir sur le réseau.
- Liaison avec les services d'information clientèle.
- Outils d'analyse pour l'optimisation de l'exploitation sûre et sécurisée du réseau tout en minimisant les pertes d'énergie.

ARCHITECTURE LOGIQUE

Le système DMS consiste en un certain nombre de composants fonctionnels partageant une infrastructure commune. Ces composants sont évolutifs et peuvent être augmentés pour s'adapter à l'évolution de l'environnement de gestion. La conception permet d'adopter différentes stratégies organisationnelles au moindre coût, quel que soit le moment où les décisions de gestion sont prises.

La possibilité d'exécuter les mêmes composants opérationnels dans différents contextes tels que le travail en temps réel, l'étude pi la maintenance des données est un principe directeur clé. Les composants et les contextes peuvent être configurés pour être exécutés sur diverses combinaisons stations de travail physiques / serveurs.

Réseau électrique	Télémétrie	Gestion de distribution
Modèle d'équipement		Modèle de document Model
Infrastructure		

Figure 2. Architecture logique

L'architecture logique du système DMS est illustrée à la figure 2. Il y a trois niveaux conceptuels de fonctionnalité.

Le plus bas niveau est l'infrastructure de support de plateforme, qui inclut toutes les fonctions nécessaires au soutien d'un système en fonctionnement, fonctions qui ne sont pas nécessairement visibles pour l'utilisateur. C'est une base de données relationnelle disponible dans le commerce qui assure le stockage permanent, une copie des données en temps réel étant détenue en mémoire.

Le niveau suivant est le logiciel générique concernant deux types de modèles: l'un pour les équipements et l'autre pour les documents. Le modèle d'équipement est la représentation logicielle des équipements physiques aussi bien du réseau électrique que du réseau téléométrique. Le modèle de document offre des fonctions génériques de création et de manipulation de documents électroniques.

Le plus haut niveau fournit des fonctions particulières aux entreprises de service d'eau et d'électricité. On peut les classer grossièrement en fonctions réseaux électriques, fonctions téléométriques et fonctions de gestion de distribution.

COMPOSANTS FONCTIONNELS

Infrastructure

L'infrastructure du système comporte des services comme le contrôle d'accès, les processus de démarrage et d'arrêt et le passage entre les contextes.

Un service de messagerie distribuée procure à chaque processus logiciel la possibilité de communiquer des mises à jour à toutes les applications intéressées dans un environnement informatique distribué. Ces mises à jour peuvent se rapporter à un événement se produisant à l'intérieur du réseau électrique, à un programme de commutation appelé par un ingénieur de contrôle ou à la modification de l'affichage du réseau.

Modèle d'équipement générique

Une différence importante entre ce système DMS et les systèmes SCADA classiques est que le système DMS modélise des objets réels et non pas simplement des points de mesure. C'est non seulement très utile lorsqu'on traite d'un grand nombre d'équipements mais c'est indispensable si l'on veut modéliser le comportement du réseau. Le réseau de distribution d'électricité est donc modélisé à l'aide d'équipements électriques réels, par exemple de disjoncteurs, commutateurs et transformateurs.

La modélisation des équipements du réseau électrique a deux aspects: le comportement fonctionnel et la représentation visuelle sous la forme d'un symbole graphique. Chaque symbole graphique est associé à un équipement et les informations de connexion sont détenues dans la base de données relationnelle.

L'analyse initiale des types d'équipement requis utilisait des méthodes orientées objet. Les réseaux ont généralement un grand nombre de types fonctionnels qui rend impossible leur définition en code compilé. Le système est donc défini avec un petit nombre de catégories d'équipements particuliers, comme les commutateurs ou les transformateurs, une manière générique d'étendre le comportement des types fonctionnels d'équipement ainsi que la bibliothèque des symboles graphiques représentant les équipements.

Les symboles graphiques aussi bien que le comportement des types d'équipement de base sont complètement définissables par l'utilisateur pour s'adapter aux exigences particulières des usagers et pour assurer la compatibilité avec les conventions des entreprises. Cela inclut la définition de commandes pouvant être émises ou exécutées sur ce type d'équipement (telles que Ouvrir, Fermer, Terre) les habillages possibles des états d'équipement (Ouvert, à la Terre), et la manière dont les commandes ou les valeurs télémétrées modifient l'état des équipements et la topologie interne.

Le modèle d'équipement générique permet également aux objets téléométriques, comme les concentrateurs de données et les terminaux distants (RTU) d'être modélisés de la même manière et d'apparaître sous forme de symboles graphiques.

Schéma du réseau

L'une des caractéristiques principales du système DMS est le fait que le schéma sur tableau mural est remplacé par un accès simultané rapide destiné à de multiples utilisateurs. Dans le cas du système SEEBOARD, il y a trois affichages cartographiques correspondant aux réseaux 132kV, 33kV et 11kV. C'est une solution qui contraste avec l'approche classique consistant à sélectionner les schémas en ligne de sites individuels à partir d'un menu ou d'un schéma synoptique.

En plus des fonctions de panoramique et de zoom, on peut sélectionner rapidement une zone intéressante du schéma à l'aide de la fonction de recherche textuelle. Quand l'utilisateur effectue un gros plan, des informations plus détaillées apparaissent sur le schéma de réseau. Contrairement aux systèmes d'informations géographiques classiques, les schémas ont un aspect stylisé adapté à la

manière dont les ingénieurs de contrôle exploitent le réseau.



Figure 3. Schéma type d'un réseau de distribution

Il y a deux modes d'exploitation des affichages graphiques, le mode 'édition' et le mode 'affichage'. En mode 'édition', les symboles peuvent être créés ou déplacés sur un schéma. Quand une session d'édition est terminée, la connexion logique entre les équipements est calculée en s'appuyant sur les endroits où les symboles se touchent. Les modifications apportées au schéma sont mémorisées sous la forme de correctifs. Un ingénieur de contrôle applique ces correctifs aux schémas de réseaux en temps réel au moment voulu. Le système appliquera simultanément les modifications aux données de connexion et de paramétrage.

En mode 'affichage', l'écran est automatiquement généré en fonction des modifications apportées à l'habillage des équipements dont les symboles sont visibles.

Le terme 'habillage' simule l'action de placer un autocollant ou une fiche sur un schéma mural physique pour représenter un état particulier. Dans le système DMS, les habillages qui représentent certains états internes d'un équipement sont utilisés pour commander les modifications apportées à la couleur ou à la forme des symboles. Pour habiller le schéma, un utilisateur émet une commande sur l'équipement. Le système traite la commande en fonction du comportement défini dans le type fonctionnel d'équipement. Les modifications résultant des habillages de l'équipement sont reflétées sur tous les écrans des stations de travail représentant les symboles correspondant à cet équipement.

Modèle de document générique

Le modèle de document générique est plus simple que le modèle d'équipement. Les fonctions génériques incluent la création d'un document avec un code de référence unique; le partage de documents parmi plusieurs lecteurs, le verrouillage de documents pour la mise à jour par un seul utilisateur; et la fourniture d'un historique de contrôle.

On peut aussi placer les symboles graphiques des documents directement sur le schéma pour indiquer l'existence de documents de sécurité, qui peuvent se rapporter à de nombreux équipements. La prise en charge d'une forme d'annotations complètement générique est assurée, ce qui permet d'associer du texte en format libre à des équipements ou à un emplacement sur le schéma.

Fonctions de gestion - Réseau électrique

Les fonctions de base du réseau électrique comprennent la possibilité d'émettre des commandes et de traiter la topologie du réseau. Ces fonctions utilisent les données de base sur le type fonctionnel d'équipement, décrites ci-dessus. Le processeur de la topologie du réseau regroupe les équipements en sections d'alimentation et en îlots séparés par des commutateurs ouverts. Le schéma de réseau illustre automatiquement les sections d'alimentation dans différentes couleurs en fonction de leur état sous tension ou mis à la terre. En outre, les utilisateurs peuvent demander de mettre en valeur sur le schéma des sections d'alimentation particulières. C'est un point tout à fait intéressant lorsqu'il s'agit d'identifier un ensemble de points ouverts à fermer pour reconnecter une section d'alimentation après l'isolement d'une panne.

Le système DMS calcule la capacité libre d'une section d'alimentation sélectionnée ainsi que la chute de tension prévue en cas de fermeture d'un commutateur ouvert sur une section hors tension. Cela procure aux ingénieurs de contrôle un moyen rapide de choisir entre différents points ouverts lors de la restauration d'un réseau.

Pour une analyse et une planification opérationnelle plus poussée, il existe un ensemble d'outils d'analyse électrique qui fournissent des analyses du flux de charge et des courts-circuits soit pour le réseau de sous-transmission interconnecté à haute tension soit pour les sections d'alimentation individuelles. Ces outils permettent d'éviter les surcharges potentielles du réseau ou de l'appareillage de commutation pendant les interruptions prévues ou imprévues. La configuration du réseau peut être optimisée pour réduire les pertes d'énergie du réseau. D'après le cadre réglementaire britannique actuel, les pertes d'énergie ont un aspect moins important et l'accent est désormais porté sur la conception de réseau en vue d'une fiabilité accrue.

Fonctions de gestion – Télémétrie et contrôle

Les fonctions de télémétrie à l'échelon de la gestion comprennent les fonctions classiques du système SCADA telles que les listes d'alarmes et l'archivage des mesures analogiques. Le système est suffisamment souple pour affecter les zones de responsabilité aux ingénieurs de contrôle et optimiser ainsi la charge de travail, par exemple la nuit ou pendant des tempêtes.

Les éléments télémétriques sont intégrés dans les modèles d'équipement électrique de telle sorte que le système DMS est utilisé de la même manière que l'équipement soit opéré manuellement ou par télécommande.

L'exécution de toutes les commandes utilise un cycle proposition-instruction-confirimation.

Proposition: la commande est traitée dans un premier temps et des contrôles de sécurité sont effectués. Cela peut conduire à l'interdiction de la commande par le système. Certains avertissements, par exemple la mise hors alimentation d'usagers, donnent à l'opérateur la possibilité d'annuler la commande ou de poursuivre. Les contrôles de sécurité préliminaires comprennent les suivants: s'assurer que l'équipement n'est pas déjà en cours d'instruction; vérifier que les protections et le contrôle de la commande sont couplés; et divers contrôles de sécurité basés sur les règles d'électricité comme par exemple ne pas autoriser l'application d'une terre par un fusible.

Instruction: la commande est marquée comme étant en cours. Un ingénieur de terrain est envoyé pour effectuer l'action manuellement ou la commande est vérifiée et exécutée par le système SCADA.

Confirmation: pour les contrôles télémétrés, le système détecte automatiquement si le contrôle a été émis et l'état final correct atteint au bout d'un intervalle de temporisation. Pour les commandes envoyées manuellement, l'ingénieur de terrain signale l'achèvement et l'ingénieur de contrôle émet la confirmation. A ce stade, toutes les modifications de topologie associée sont traitées.

En plus des fonctions de surveillance et de contrôle standard, les systèmes de gestion de distribution modernes servent également à superviser les sous-systèmes de commutation automatique. Ces sous-systèmes coordonnent généralement un certain nombre de commutateurs de sections d'alimentation de telle sorte que l'alimentation puisse être automatiquement restituée à un groupe d'usagers à la suite d'une panne permanente. Ces modes de fonctionnement nécessitent une coordination autonome

des appareils de commutation, des équipements de protection et des communications.

Un tel mode de fonctionnement est à l'étude pour un ensemble de circuits 33kV entre trois sous-stations du sud de l'Angleterre. La sous-station centrale est configurée avec un commutateur ouvert normal. Des appareils de commutation supplémentaires ont été installés aux deux autres sites pour assurer une isolation rapide de la panne. Les unités distantes dans ces sites communiquent via RNIS avec le contrôleur centralisé du mode de commutation automatique et avec le système DMS. Le contrôleur décide si oui ou non il faut fermer le commutateur ouvert normal pour effectuer une transition. La philosophie de contrôle adoptée consiste à permettre le fonctionnement de la commutation automatique uniquement si tous les équipements concernés sont dans la configuration normale d'alimentation. Sur le schéma DMS, un symbole indique si le mode de commutation automatique est activé ou non, s'il a été déclenché ou non et si le résultat est bon ou mauvais. Des alarmes peuvent être déclenchées en cas d'anomalie.

Fonctions de gestion - Gestion de la distribution

Le système inclut un certain nombre de fonctions de haut niveau faisant appel à un modèle de réseau complet.

On peut produire des programmes de commutation pour les travaux de maintenance planifiée. Il s'agit d'un document qui répertorie les opérations sur les équipements de commutation ainsi que sur tous les contrôles de sécurité associés comme l'application de terres et de notices de sécurité, de verrouillage et d'avertissement. Le système tient un registre des points d'isolement et des points de terre.

Les ingénieurs de contrôle peuvent préparer les programmes de commutation à l'avance en utilisant une copie d'étude des données du réseau dans laquelle toutes les opérations d'équipement proposées peuvent être contrôlées par rapport aux règles de sécurité. Pour certains types de travaux de maintenance, le système peut générer automatiquement la séquence des étapes, par exemple pour isoler une canalisation de distribution principale pour sa maintenance. Les programmes de commutation planifiée peuvent également être produits dans le cadre de la planification d'urgence, par exemple pour exécuter un délestage.

Un processus automatisé informe l'ingénieur de contrôle de l'étendue des interruptions éventuelles, permettant d'anticiper la restauration de l'alimentation avant les appels des usagers. Le système fournit des informations d'état et de topologie en temps réel qui complètent les fonctions

d'appels externes en cas de problème. Les informations comme les minutes d'usager perdues sont consignées pour être rapportées aux organismes de régulation.

ARCHITECTURE DU SYSTEME

Le système est mis en oeuvre en utilisant des serveurs distribués avec des utilisateurs en plusieurs sites reliés par des réseaux grande distance. L'une des innovations de ce système est l'utilisation intensive de l'architecture Common Object Request Broker Architecture (CORBA). CORBA "permet aux applications de communiquer entre elles quel que soit leur emplacement et la personne qui les a conçues... c'est le support qui établit les relations client-serveur entre... les applications se trouvant sur des machines différentes dans des environnements distribués hétérogènes" (3).

Dans le système DMS, chaque composant applicatif fournit et/ou utilise un certain nombre d'interfaces logiques faisant appel aux protocoles CORBA. L'infrastructure du système utilise CORBA pour définir l'emplacement physique de chaque composant. Le réel avantage de CORBA signifie se traduit qu'il faut utiliser des serveurs physiques discrets et des stations de travail uniquement dans les cas suivants: a) pour fournir une antémémoire locale lorsque la bande passante WAN est restreinte; b) pour accroître les performances; et c) pour fournir une interface utilisateur aux individus. Les composants peuvent résider sur une machine physique (un seul utilisateur) ou être distribués sur plusieurs machines. On obtient une forte disponibilité en utilisant des composants redondants et un agent d'emplacement. Les problèmes d'évolutivité sont plus faciles à résoudre par la redistribution des composants sur une base matérielle plus vaste. Les composants à utilisation intensive de l'unité de traitement, comme l'estimateur d'état, peuvent résider sur leur propre machine dédiée. Les applications d'étude peuvent être exécutées soit localement sur la station de travail de l'utilisateur soit sur un serveur d'application central partagé par plusieurs stations de travail. On peut créer un test entièrement fonctionnel ou un système de formation sans duplication de chacun des éléments matériels.

REMERCIEMENTS

Les figures illustrant les schémas de réseau sont reproduites avec l'aimable permission de SEEBOARD plc.

REFERENCES

1. Groupe de travail ad hoc du CIRED, 1995, "Distribution Automation: functions and data" (Automatisation de la distribution: fonctions et données), CIRED 95, Session 4
2. CEI, 2000, Comité de projet CEI 61968 - System Interfaces for Distribution Management – Part 1: Interface Architecture and General Requirements (Interfaces des systèmes pour la gestion de la distribution – partie 1: architecture des interfaces et exigences générales).
3. Object Management Group, 1994, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification", Révision 2.0 <http://www.omg.org>