

HARMONISATION DES SCHEMAS SYNOPTIQUES SUR LES PANNEAUX DE COMMANDE DE L'APPAREILLAGE MT

Yvan L. Tits
ELECTRABEL

8, Boulevard du Régent, B-1000 Brussels (Belgium)
Tel : + 32 2 518 62 66 - Fax : + 32 2 518 68 77 - E-mail : yvan.tits@electrabel.be

RESUME

L'article a pour but de sensibiliser les distributeurs d'Electricité sur l'intérêt de l'harmonisation de schémas synoptiques clairs, au jour où de plus en plus de fabricants s'introduisent sur le marché du matériel de coupure MT et que l'attention est attirée sur l'importance de l'interface homme - machine . Il développera les étapes de la réflexion, exposera les options choisies et donnera des exemples de résultats obtenus pour les appareils de coupure MT de différents fabricants.

INTRODUCTION

Ces dernières années, dans les réseaux de distribution MT et nous pensons plus particulièrement aux cabines de distribution, l'utilisation du matériel MT sous enveloppe métallique ou isolante a pris le pas sur le matériel de coupure de type ouvert de manière décisive. Cette évolution a induit une diminution des accidents du travail, accidents souvent en rapport à des contacts directs avec des parties sous tension qui pouvait avoir lieu du fait de l'absence de verrouillage automatique techniquement non réalisable. Le risque d'erreur de manoeuvre n'a pourtant pas été totalement éliminé du fait que celui-ci a généralement pour origine une erreur humaine et vu le manque de convergence des schémas synoptiques mis en oeuvre par les différents fabricants. Des indicateurs de position combinés à un schéma synoptique remplacent la vision directe des appareils. Les conséquences des erreurs de manoeuvre potentielles ne peuvent plus se présenter que dans les installations des cabines voisines (essentiellement par mise sous tension involontaire).

Cet article fait le point sur les causes principales des accidents et incidents, les solutions qui y ont été apportées par l'évolution précitée et les choix qu'il y a lieu d'opérer au niveau de l'interface homme - machine afin de maximiser les effets positifs de cette évolution.

CAUSES PRINCIPALES DES ACCIDENTS

Constat

La plupart des accidents ou incidents dans les cabines de distribution, qu'ils causent des vieillissements prématurés du matériel, des dégâts au matériel ou, plus grave, des dommages corporels, ont 3 causes principales à savoir :

1. des contacts directs avec des pièces sous tension;
 2. l'omission du contrôle de la disponibilité (état hors tension) du matériel à l'aide d'un système fiable, avant d'opérer;
- et la cause la plus fréquente :
3. la distraction et le manque de concentration de l'opérateur.

Une quatrième cause pourrait apparaître par l'utilisation de matériel non fiable ou insuffisamment performant. Des spécifications techniques bien adaptées aux caractéristiques propres du réseau ainsi qu'un contrôle stricte du matériel proposé, permettent d'écarter celle-ci des causes principales. L'imposition de tenues aux arcs de défauts internes pour le matériel sous enveloppe, ainsi qu'une adéquation entre l'installation et le bâtiment qui la contient, minimise encore les conséquences d'une déféctuosité peu probable de l'appareil.

Conclusions du constat

Puisque, comme nous venons de le constater, les causes des accidents ou incidents sont en majeure partie dues à des erreurs humaines, le moyen le plus sûr de réduire la fréquence d'apparition de ceux-ci est de combattre ces 3 causes principales et leurs conséquences en harmonisant l'interface homme - machine, harmonisation qui facilite la réflexion préalable de l'agent d'intervention.

SOLUTIONS PROPOSEES

1. Protection contre les contacts directs

Cette première cause peuvent être en grande partie évitée par l'utilisation de matériel sous enveloppe métallique ou isolante tel qu'il est généralement installé actuellement. En effet, tant l'introduction volontaire ou non de l'agent dans une cellule sous tension que les travaux à proximité de pièces sous tension sans écran de protection, sont rendues impossibles par des verrouillages adéquats.

2. Contrôle fiable de la disponibilité

Une fois adoptée l'option du matériel sous enveloppe, la deuxième cause peut être combattue par la mise à disposition de l'agent d'un moyen de contrôle fiable de l'absence de tension compatible avec ce type de matériel. La position physique de la prise de test doit être clairement repérée afin d'éviter tout risque d'erreur d'interprétation (voir également "définition du schéma synoptique").

Cette condition est remplie si l'on impose au fabricant l'installation d'un interface du type "VDS" (Voltage Detecting System) conforme à l'une des options de la norme CEI 61243-5, en définissant bien la plage de tension dans laquelle le système doit fonctionner, compatible avec les appareils détecteurs correspondants (p.ex. 10,0 à 16,0 kV pour couvrir toutes les tensions comprises entre ces valeurs).

L'appareil détecteur mis à disposition de l'agent, et dont le bon fonctionnement sera vérifié régulièrement, sera conforme à cette même norme suivant la même option (haute ou basse impédance).

Ce choix permet en outre de respecter les règles de sécurité prescrites par la norme EN 50110-1, et donc de vérifier l'absence de tension de manière fiable avant de mettre à la terre, ce qui évite également de consommer inutilement de la durée de vie du sectionneur de terre prévu pour 1, 2 ou 5 fermetures sur court-circuit suivant la classe de l'appareil.

3. Harmonisation de l'interface homme-machine

Pour le matériel de type ouvert, la distraction de l'agent pouvait conduire à des conséquences physiques dans la cabine même, sur l'agent auteur de l'erreur.

Dans le cas du matériel sous enveloppe, l'opérateur étant bien protégé, la fausse manoeuvre n'a pour effet dans la cabine elle-même, qu'un vieillissement prématuré de l'appareillage (p.ex. du à une fermeture sur court-circuit). Les conséquences d'une fausse manoeuvre sur des agents travaillant dans une cabine voisine ou sur le tronçon de réseau entre cabines restent existantes.

Lorsque l'agent est en présence d'installations dont l'interface à sa disposition peut différer de manière importante selon le fabricant, et qu'il ne manoeuvre pas tous les jours, sa distraction est plus facilement susceptible de provoquer une erreur de manoeuvre. La diversité des installations dans le réseau est rendue inévitable par la libéralisation des marchés qui empêche les sociétés distributrice d'électricité de se limiter dans le choix du matériel. Cette situation a conduit inévitablement à un nombre croissant de présentations différentes des tableaux de commandes locaux.

Recherche de la solution : les grandes différences constatées entre les schémas synoptiques des tableaux de commandes des appareils des différents fabricants nous ont conduits à effectuer une démarche afin de clarifier et d'harmoniser la situation. La participation des acteurs

concernés (technologues, responsables sécurité et agents de manoeuvres), ainsi que la collaboration d'un bureau d'ergonomie spécialisé ont été sollicités, afin de déterminer le type de schéma optimal. Plusieurs réunions dans nos centres de formation disposant des différents types d'appareils utilisés dans le réseau belge, ainsi que des visites dans des cabines à grand nombre de cellules, ont permis au groupe ainsi formé de se rendre compte de la difficulté que peut éprouver l'exploitant confronté à une multitude de présentations différentes de schémas synoptiques.

Ces réunions ont permis de dégager les points positifs des schémas synoptiques existants et ont abouti à une structure type de schéma synoptique, faisant l'unanimité chez les exploitants de réseaux, et permettant une interprétation univoque et commune à tous les appareils du réseau de distribution MT. Cette approche ne remet donc pas en cause la qualité des schémas synoptiques pris individuellement, mais bien la diversité parmi ceux-ci.

DEFINITION DU SCHEMA TYPE

Conditions préalables

Le principe doit être adaptable à la plupart des appareils existants, afin de ne pas devoir attendre une nouvelle génération d'appareillage et de ne pas grever les coûts du matériel.

Les grands principes doivent être traduisibles en prescriptions techniques à imposer aux fabricants offrant des appareils sur le marché belge. Une date limite de mise en application doit être imposée.

Les autres distributeurs belges ont été dès le départ associés à la démarche, permettant ainsi une harmonisation des fournitures destinées au marché belge, ce qui facilite la tâche des fabricants.

Schémas synoptiques - prescriptions techniques

Domaine d'application : les règles générales s'appliquent au matériel de coupure sous enveloppe métallique ou isolante qui ne permet pas une vision claire et directe des appareils de coupure qu'il contient et un contrôle direct et non ambigu de leur position (ouverte, fermée, à la terre, de test...).

Les points concernant les organes de commande de 11 à 14 sont néanmoins applicables pour tous les appareils sous enveloppe.

Schéma synoptique : la représentation du schéma synoptique doit être simple et logique, de manière à permettre une interprétation univoque, claire et directe. Le texte apparaissant sur la surface support du schéma synoptique est limité au strict minimum (voir point 9 : direction, nature et section des câbles).

1. Le schéma synoptique figure sur le panneau frontal des cellules, sur une partie non démontable sans outil.
2. Le jeu de barre principal est représenté par une ligne horizontale non interrompue sur le panneau frontal des cellules. Celle-ci se trouve sur la partie supérieure du schéma synoptique.
3. Pour chaque cellule, une ligne verticale (jeu de barres dérivé) est dérivée de la ligne représentant le jeu de barre principal. Sur ces lignes sont intégrés les indicateurs de positions des appareils de coupure. Suivant la disposition physique de l'appareillage de coupure à l'intérieur de l'enveloppe, il n'est pas toujours possible de faire passer une ligne verticale unique par les indicateurs de position concernés. Le schéma sera néanmoins réalisé de la manière la plus simple et la plus claire possible.
4. Les indicateurs de position des appareils de coupure représentent la position physique de l'appareil. Ils rendent le trait du schéma synoptique continu (position fermée de l'appareil) ou interrompu (position ouverte de l'appareil).
5. Le contraste entre les traits du schéma synoptique et la couleur de fond doit être élevé. La différence de pouvoir réfléchissant (en pourcentage du rayonnement lumineux incident) entre les traits du schéma et la couleur de fond, doit être de minimum 65%. (A titre informatif, cette différence est atteinte pour des tons blancs ou Aluminium par rapport à des tons noir, bleu foncé, pourpre, gris ardoise, brun foncé...).
6. La couleur utilisée pour les traits du schéma synoptique et pour les indicateurs de position des appareils est exclusivement réservée à ceux-ci. Des nuances de couleurs proches de celles-ci ne peuvent pas être utilisées sur la surface support du schéma (les cellules ne peuvent pas être séparées par des traits dans ces mêmes nuances de couleur). Les couleurs rouge, verte ou jaune ne peuvent pas être utilisées pour le schéma unifilaire.
7. L'épaisseur minimale des traits du schéma synoptique est de 3 mm. Cette épaisseur est identique pour tous les traits représentant des circuits de puissance.
8. Toutes lignes n'ayant pas de signification pour le schéma synoptique et tous textes inutiles sur la surface-support de ce schéma sont évités afin de ne pas nuire à sa lisibilité.
9. Les interfaces de détecteurs de présence de tension sont représentées sur le schéma par le symbole d'une prise capacitive. Ce symbole est répété près de cette interface, si celui-ci ne se trouve pas à proximité immédiate (de préférence à l'aplomb de l'endroit où se trouve le détecteur).
10. Lorsque la cellule est destinée au raccordement d'un câble, le symbole utilisé pour la représentation de la boîte terminale est un triangle plein sur pointe de même teinte que le trait du circuit de puissance MT. Dans ce cas, un emplacement libre de toute inscription est disponible à proximité immédiate (de préférence en-dessous) du symbole de la boîte terminale du câble de raccordement. Cette zone libre (même teinte que le fond du synoptique) présente les dimensions minimales de 40 mm de haut et de 150 mm de large. Elle est destinée à recevoir le repérage univoque des direction, nature et section du câble.
11. Elle est positionnée sur une partie qui n'est pas démontable sans outil.
12. Les organes de commande doivent être repérés grâce à leur intégration dans des plages de couleur (stries vert/jaune pour les appareils de mise à la terre et rouge pour les interrupteurs, sectionneurs et disjoncteurs) appelées ci-après "plage de commande". Ces plages de commande sont situées le plus près possible des indicateurs de positions des appareils commandés. Si la relation entre l'organe de commande et l'indicateur de position intégré au schéma n'apparaît pas de manière évidente, la plage de commande est reliée par un trait pointillé à l'indicateur de position concerné.
Il est à noter que le choix de ces couleurs tient compte de la signification de celles-ci dans la normalisation internationale.
13. Ces plages de commande contiennent également un pavé représentant le symbole de l'appareil commandé (suivant la norme CEI 617) en noir sur fond blanc ou blanc sur fond noir. Ces pavés ne sont pas encadrés de lignes (afin d'éviter les surcharges qui nuiraient à la clarté).
14. La disposition de ces plages de commande au sein du synoptique sera telle, qu'il ne sera pas possible de confondre les commandes et indications y figurant avec celles des cellules voisines. A cette fin, pour le matériel ne faisant pas partie de l'appareillage de type bloc (au sens de la norme NBN EN 298), les séparations de cellules seront le cas échéant renforcées par un trait large continu, de couleur différente de celles utilisées pour le schéma synoptique.
15. En cas de commande motorisée, celle-ci est signalée par une plage de commande (identique à celle de la commande manuelle) comprenant également le symbole de l'appareil commandé, le symbole de la motorisation (suivant CEI 617), ainsi qu'un repère identifiant l'appareil commandé, répété au niveau de l'indicateur de position de l'appareil sur le schéma synoptique pour éviter toute confusion possible. Le symbole de la motorisation doit également être indiquée sur le schéma synoptique.

A titre d'exemple, un schéma synoptique appliquant les règles édictées ci-dessus est repris ci-après.

réalisations qui seraient le résultat d'une mauvaise interprétation des spécifications.

Les fabricants ont été invités à soumettre leurs projets de schémas synoptiques à Electrabel afin d'éviter des

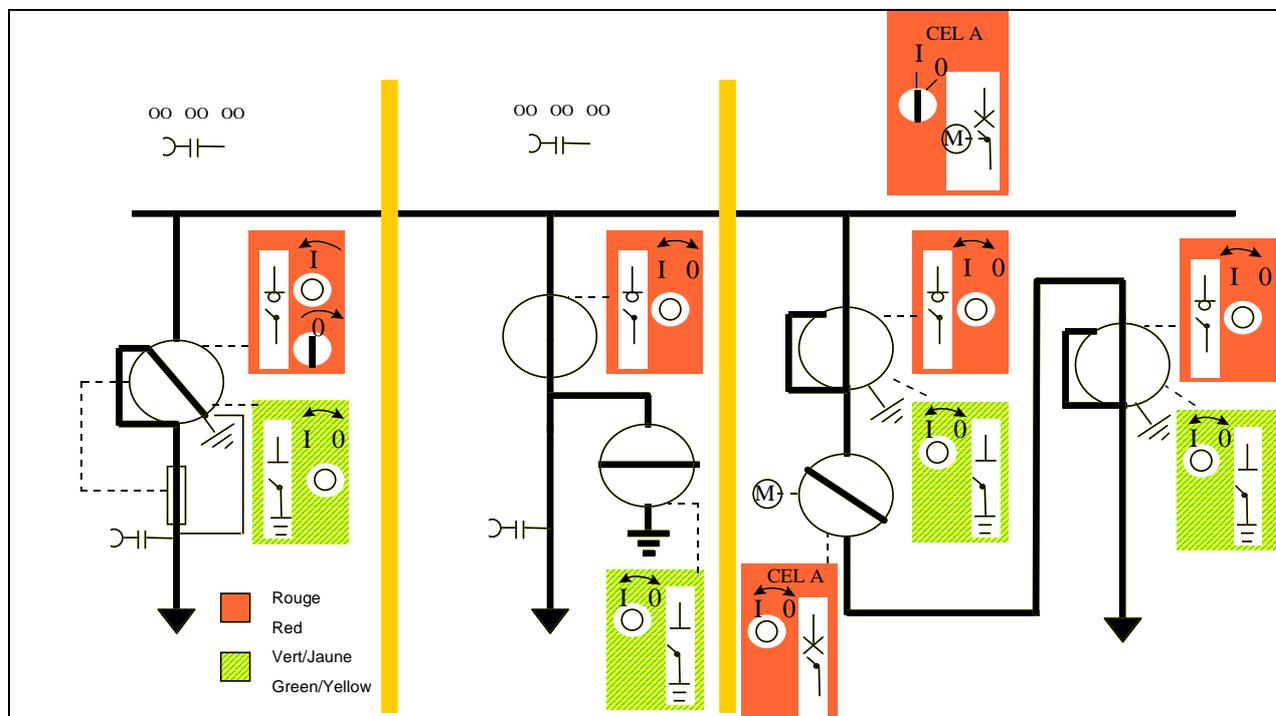


FIGURE 1 - Exemple de schéma synoptique

CONCLUSION

Nous pensons que le respect de ces prescriptions est susceptible d'apporter une amélioration de la sécurité à tous ceux qui voudront s'en inspirer, et pourrait permettre une certaine harmonisation de la présentation du matériel de coupure à un niveau européen, réduisant ainsi le prix de revient du matériel.

Le marché belge étant très ouvert, les principaux fabricants de renommée internationale ont déjà réalisé les démarches nécessaires à l'adaptation de leur matériel à ces prescriptions.

EXEMPLES DE REALISATION

Voici quelques exemples de réalisations ou adaptations obtenues par une étroite collaboration entre Electrabel et les différents fabricants actifs sur le marché belge :

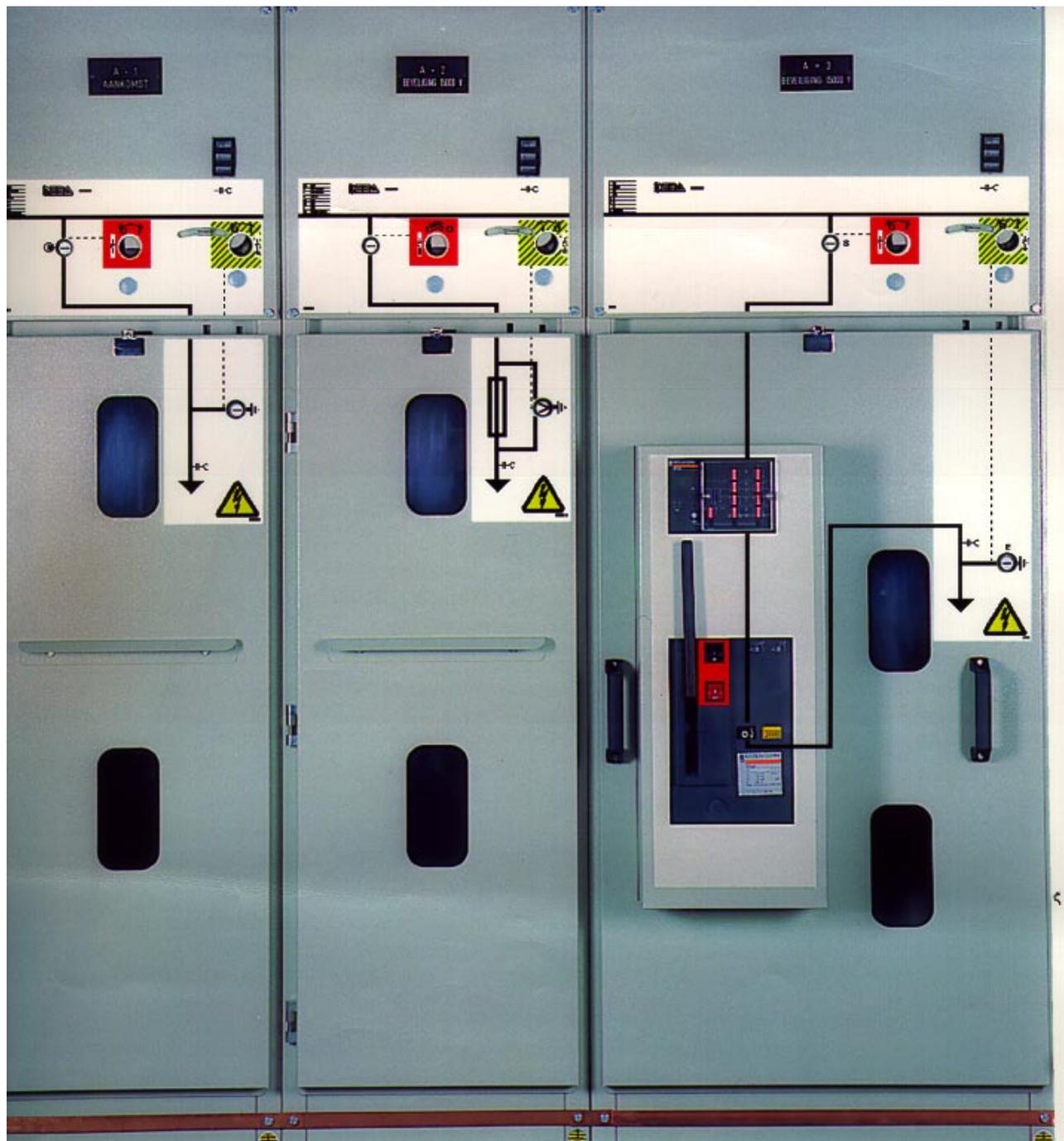


FIGURE 2 - Application de schéma synoptique



FIGURE 3 - Application de schéma synoptique

REFERENCES

- [1] CEI 60073 : CEI, Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme - machine, le marquage et l'identification. Principes de codage pour les dispositifs indicateurs et les organes de commande (1996).
- [2] CEI 60417-1 et -2 : CEI, Symboles graphiques utilisables sur le matériel - Partie 1 : Vue d'ensemble et application, - Partie 2 : Dessins originaux. (1998)
- [3] CEI 60617-1 à 13 : CEI, Symboles graphiques pour schémas - Parties 1 à 13. (1985 à 1997)
- [4] CEI 60298 : CEI, Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV (1990).