



Les Infos CESSA

Chers clients, chers partenaires, chers amis,

J'ai rejoint le team CESSA il y a environ 2 ans après un peu plus de 20 années passées dans la même entreprise, enfin presque la même, vu le nombre de noms d'entreprises et de logos différents qui sont apparus sur mes nombreuses cartes de visite. Avant mon changement d'employeur, j'avais le sentiment d'avoir une expérience relativement grande ainsi que de bonnes compétences dans le domaine des postes électriques THT et, grâce à la diversité de nos mandats, j'ai eu l'occasion d'acquérir des connaissances complémentaires dans nombreux autres aspects de notre domaine de prédilection - dans la protection des réseaux MT, la protection des centrales électriques, la communication IEC 61850, les mesures de terre et autres – soit un univers très vaste qu'en fin de compte je ne connaissais que partiellement.

Vous pouvez découvrir ci-dessous les "chariots-simulateurs" qui nous ont occupés pendant de nombreuses journées de travail depuis le début de l'année 2020. Nous avons réalisé ces équipements (ingénierie, montage & câblage ainsi que programmation) pour une entreprise hollandaise qui doit rénover 130 postes HT sur une durée d'une dizaine d'années. Le but est de diminuer le temps de consignation des différents champs à rénover en pré-testant chacun de leur côté les équipements primaires et les armoires de contrôle-commande et protection avant de les installer ensemble sur site.

Le choix des caractéristiques d'un TI ou d'un TP est souvent méconnu... Le tableau dans « Le Saviez-vous ? » va certainement pouvoir vous aider à appréhender ce domaine très particulier.

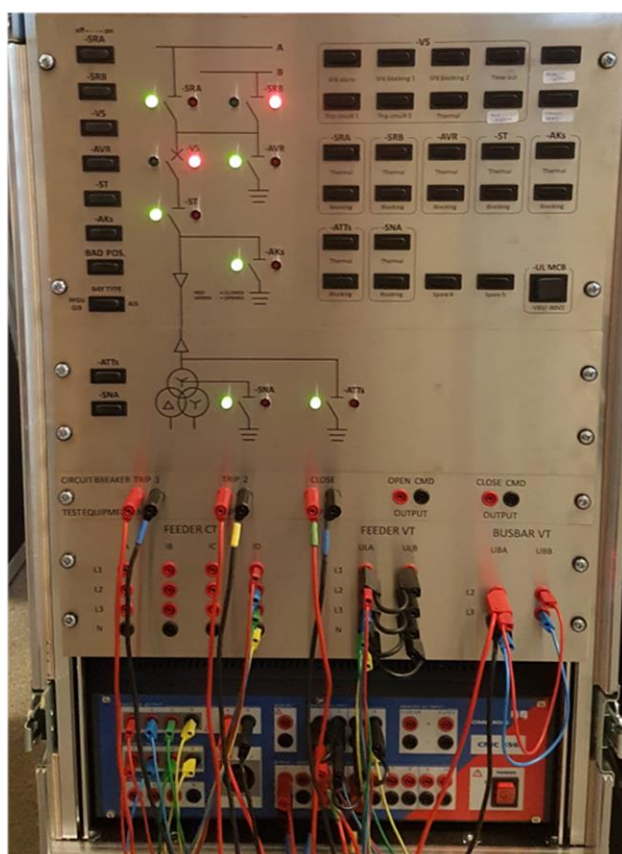
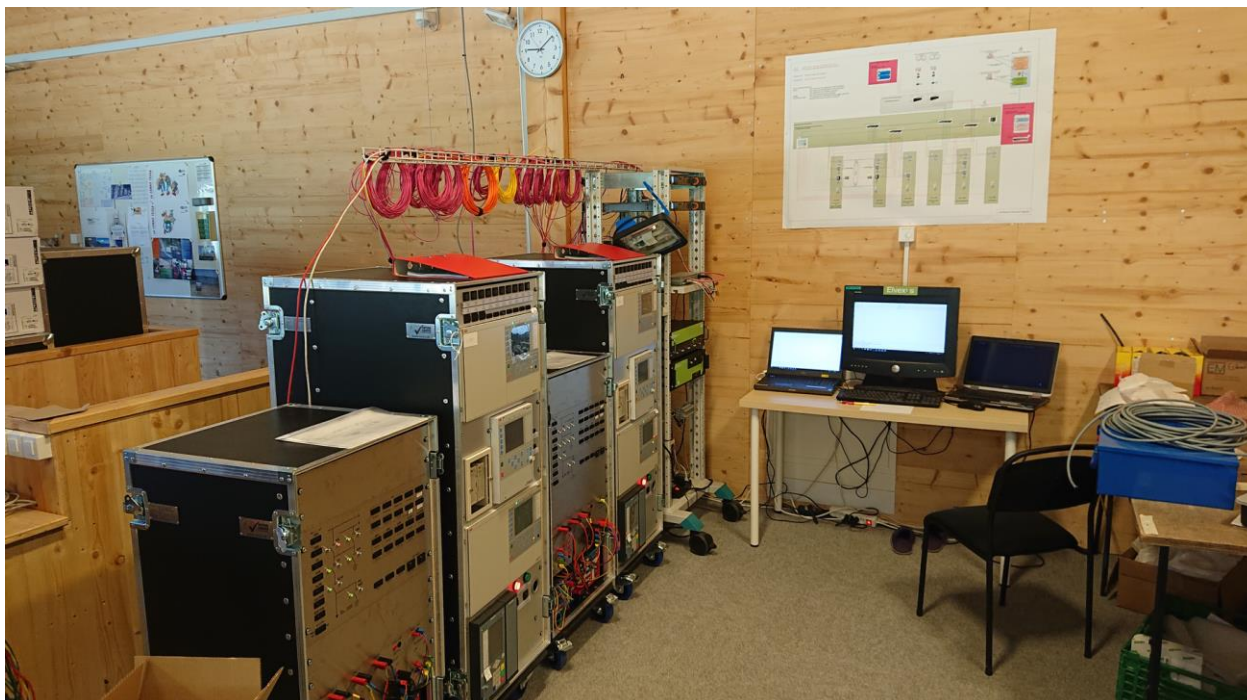
Si la protection du réseau électrique vous concerne, lisez également l'article qui traite les principes généraux de protection.

Au nom de toute l'équipe CESSA, je vous souhaite, ainsi qu'à vos collègues et vos familles, d'excellentes Fêtes de fin d'année.

Pierre Gabriel

4ème édition de notre newsletter - décembre 2021

Banc de test préparé avec des chariots mobiles pour remplacer tant les équipements HT que les armoires de protection, afin de faciliter les tests préalables de chacune des parties d'un poste.



Un champ à haute tension ne prend pas tellement de place, lorsqu'il s'agit d'un simulateur...

Le saviez-vous ?

Transformateur de courant ou d'intensité (TI)				
Informations générales				
Catégorie	Dimensionnement	Caractéristiques constructives	Type	Applications
Mesure	Les TI pour la mesure sont construits pour qu'ils transmettent une image secondaire fidèle au signal primaire jusqu'à 120% du courant nominal. Au-delà, le TI sature et protège donc les équipements de mesure connectés. Pour ces TI, aucun surdimensionnement n'est nécessaire.			Applications de mesure normales. La précision est garantie à partir d'une charge de 5% de la charge nominale
				Applications de mesure spéciales. La précision est garantie à partir d'une charge de 1% de la charge nominale
Protection	Les TI pour la protection doivent être capables de transmettre un courant secondaire possédant une image la plus fidèle possible du courant primaire, et ce également pendant un court-circuit. Le TI ne devrait donc pas saturer pour le courant de court-circuit maximum, y.c. avec sa composante a périodique, ce qui implique un surdimensionnement du TI. Cependant, les fabricants d'IEDs recourent de nos jours à des algorithmes qui autorisent "un peu" de saturation, ce qui permet de réduire le surdimensionnement du TI. A noter que le surdimensionnement nécessaire dépend du type d'IED et de la fonction de protection.	TI sans entrefer, rémanence > 80%	P ou TPX	TI pour les applications de protection courantes
		TI sans entrefer, à faible réactance de fuite, rémanence > 80%	PX ou TPS (classe X)	TI utilisés par exemple pour la protection différentielle à haute impédance, pour laquelle tous les secondaires sont connectés en parallèle
		TI avec entrefer, à faible rémanence < 10%	PR ou TPY	TI utilisés par exemple dans le cas de ligne aérienne, où la fonction de réenclenchement est activée
		TI avec un grand entrefer, rémanence ≈ 0%	PR ou TPZ	TI notamment utilisés pour les alternateurs de grande puissance, notamment pour la protection différentielle
Transformateur de tension ou de potentiel (TP)				
Informations générales				
Catégorie	Dimensionnement	Caractéristiques constructives	Type	Applications
Mesure	Le dimensionnement s'effectue en fonction de la charge connectée.			Applications de mesure normales. La précision est garantie pour une tension comprise entre 80 et 120% de tension primaire nominale (Upn) et une charge comprise entre 25 et 100% (cos Phi 0.8) de la charge secondaire (Rb)
Protection	Le dimensionnement s'effectue en fonction de la charge connectée.			Applications liées à la protection. La précision est garantie pour des tensions de 5% et de facteur de charge de la tension primaire nominale (Upn) et une charge comprise entre 25 et 100% (cos Phi 0.8) de la charge secondaire (Rb)

Sur notre site internet, [au lien suivant](#), vous trouvez toutes nos anciennes lettres d'information ainsi qu'un tableau détaillé sur les TI et TP, avec les données des plaquettes signalétiques et les limites d'erreurs selon les normes.

Protection du réseau électrique

Partie I - Principes généraux de protection

1. Principes généraux de protection de réseau

Une installation électrique à haute tension, prévue pour le transport et la distribution de l'énergie est toujours dimensionnée pour un courant déterminé, à une tension d'exploitation fixée.

Toutes les installations doivent être protégées contre les perturbations accidentelles non prévisibles du fonctionnement (asymétries, surcharges), contre les perturbations liées à l'environnement (surtensions atmosphériques), contre les courts-circuits, etc.

Il s'agit de protéger tant les personnes (utilisateurs ou personnes se trouvant à proximité des installations) que les choses (équipements de consommation ou matériel composant le réseau) en cas de perturbation.

1.1. Caractéristiques principales des perturbations

Les perturbations de réseau ou défauts peuvent être de différentes natures et les moyens de détection doivent être adaptés en conséquence.

1.1.1. Apparition des défauts

Les défauts apparaissent généralement spontanément pendant le service, en exploitation normale, et génèrent une perturbation du service.

Il existe également certains défauts, souvent liés à la mise à la terre d'équipement, qui ne se révèlent qu'à l'occasion d'une manœuvre ou d'une modification de l'utilisation du réseau et créent une perturbation à ce moment.

1.1.2. Durée des défauts

On peut classer les défauts en deux catégories principales :

Fugitifs	Défauts qui disparaissent lors de la coupure de l'alimentation et qui ne réapparaissent pas ensuite. Il s'agit principalement de défauts sur les lignes aériennes
Permanents	Défauts qui subsistent après la coupure de l'alimentation et empêchent la remise en service des installations. Les défauts concernant les câbles et les transformateurs sont le plus souvent permanents

- *Tableau 1* *Durée de défauts*

1.1.3. Types de défauts

Les défauts peuvent être de différentes natures et les moyens de détection doivent être adaptés en conséquence. La plupart des défauts sont dits électriques, puisqu'ils sont liés aux installations sous haute tension, mais certains défauts de matériel peuvent empêcher l'exploitation sans pour autant générer de défaut électrique.

Le tableau ci-après donne quelques défauts électriques et leurs grandeurs représentatives :

Genre et types de défauts	Grandeurs représentatives	Symbole IEC
Court-circuit triphasé	Courant de phase	I
	Courant différentiel	ΔI
	Différence d'angle de phases	$\Delta\varphi$
	Tension de phase	U
	Minimum d'impédance	$Z_{<}$
	Puissance directionnelle	P_{\rightarrow}
Court-circuit asymétrique	<i>Idem triphasé, avec complément ci-dessous</i>	-

	Courant et tension inverses	I ₂ ,U ₂
	Courant et tension homopolaires	I ₀ ,U ₀
	Puissance inverse et homopolaire directionnelles	P _{2→} ,P _{0→}
Court-circuit monophasé	<i>Idem asymétrique, sans la composante inverse</i>	-
Surcharge symétrique	Courant de phase	I
	Température	Θ
Surcharge asymétrique, dissymétrie, Interruption de phases	Courant inverse	I ₂
Déficit de puissance active	Fréquence	f
	Variation de fréquence	df/dt
Excédent de puissance active	Fréquence	f

Tableau 2 Types de défauts et grandeurs représentatives

1.2. Caractéristiques principales du système de protection

Les caractéristiques principales nécessaires aux équipements de protection, afin de tendre à garantir la continuité de service et la stabilité de fonctionnement du réseau, sont :

Rapidité	Garantie d'un temps d'action minimal, dans le but de diminuer les éventuels risques pour les personnes et les dégâts au matériel protégé et d'éviter toute aggravation du défaut
Sélectivité	Action ciblée, car la protection doit déclencher exclusivement l'ouvrage en défaut avec le minimum d'effet perturbant pour le reste du réseau. Un sur-fonctionnement peut avoir des effets aussi graves pour le réseau qu'un non-fonctionnement
Disponibilité	Probabilité de fonctionnement sans défaillance, en tout temps

Tableau 3 Caractéristiques de la protection

1.3. Définition du système de protection

En prenant les relais de protection en référence, le système de protection est formé de :

Circuits d'entrée analogiques	Equipements de mesure des grandeurs électriques du réseau (transformateurs de courant TI, transformateurs de tension TP). Pour plus de détails, voir « Le saviez-vous ».
Circuits d'entrée binaires	Equipements annexes de contrôle, de commande (commutateurs, etc.)
Relais de protection	Equipements qui analysent les grandeurs, calculent les limites et donnent les ordres
Circuits de sorties et d'action	Equipements qui sont chargés de la transmission et de l'exécution des ordres (relais de déclenchement et disjoncteurs)

Tableau 4 Eléments composant le système de protection

Notes :

- L'ensemble de la chaîne d'action doit être examiné pour juger de la qualité de la protection de chaque élément et du réseau.
- Les circuits de sorties binaires (signalisations) sont importants pour la compréhension des fonctionnements, mais s'ils ne sont pas essentiels au fonctionnement automatique.

1.4. Catégories de fonctions de protection

Les fonctions de protection sont divisées en plusieurs catégories :

Fonction de protection principale	P	Elle mesure directement l'objet à protéger. Elle est en principe la première à réagir et peut parfois être doublée en fonction de l'importance de l'objet à protéger ($I\Delta$, $Z<$, $I>$)
Fonction de protection de réserve	R	Elle fonctionne lorsque le défaut n'a pas pu être éliminé dans le temps de fonctionnement prévu de la protection principale. Elle peut être locale par une autre fonction ($I>$) ou se situer dans un poste adjacent ($Z<$ zone 2 ou 3, $I>$)
Fonction de protection complémentaire	C	Elle élimine les défauts particuliers que les protections principales ou de réserve ont de la peine à éliminer, comme par exemple un défaut très résistif ($3I0 \rightarrow$), une surcharge (ITH) ou autre ($U>$, $U<$).
Equipements auxiliaires	A	Ils sont prévus pour compléter les protections. Il s'agit des fonctions de téléprotection, du réenclencheur automatique, des perturbographes et enregistreurs d'événements

Tableau 5 Catégories de fonctions de protection

1.5. Fonctions de protection

Ci-dessous, quelques fonctions de protection sont listées, avec leurs caractéristiques essentielles :

Code ANSI	Désignation	Circuits analogiques	
		TI	TP
19	Démarrage moteur	OUI	-
21	Distance ou minimum d'impédance	OUI	OUI
24	Surexcitation	-	OUI
25	Synchrocheck	-	OUI
26	Contrôle de température	(OUI)	-
27	Minimum de tension	-	OUI
32 / 32P	Puissance directionnelle / retour de puissance	OUI	OUI
40	Perte d'excitation	OUI	OUI
46	Surveillance des courants polyphasés / Charge non symétrique	OUI	-
47	Surveillance des tensions polyphasées	-	OUI
48DP	Discordance de pôles	-	-
49	Surcharge	OUI	-
50	Maximum de courant instantané	OUI	-
50BF	Défaillance de disjoncteur	OUI	-
50C	Protection cuve	OUI	-
50G	Maximum de courant instantané à la terre	OUI	-
50N	Maximum de courant instantané dans le point neutre	OUI	-
51	Maximum de courant temporisé	OUI	-
51G	Maximum de courant temporisé à la terre	OUI	-
51N	Maximum de courant temporisé dans le point neutre	OUI	-

51V	Maximum de courant temporisé (minimum de tension)	OUI	OUI
59	Maximum de tension	-	OUI
59GN	Terre stator	-	OUI
60	Contrôle de tension (différentielle)	-	OUI
64R	Terre rotor	OUI	OUI
67N	Directionnelle de terre sensible	OUI	OUI
74	Surveillance des circuits de déclenchement	-	-
78	Glissement de pôles	OUI	OUI
79	Réenclencheur	-	-
81	Fréquence	-	OUI
85/04	Téledéclenchement non conditionnel	-	-
85/21	Téléprotection liée à la distance	-	-
85/67	Téléprotection liée à la directionnelle de terre	-	-
87	Différentielle	OUI	-
87B	Différentielle de barre	OUI	-
87G	Différentielle de générateur / groupe	OUI	-
87GT	Différentielle de générateur & transformateur (ou 87B différentielle de bloc)	OUI	-
87L	Différentielle de ligne	OUI	-
87T	Différentielle de transformateur	OUI	-
99	Perturbographe	OUI	OUI

Tableau 6 Types de fonctions

2. Structure du réseau et éléments à protéger

Le réseau électrique est subdivisé en différents éléments, généralement protégés par des systèmes séparés. En règle générale, les systèmes de protection de ces éléments de réseau se recouvrent les uns avec les autres, de manière à éviter toute zone non-protégée.

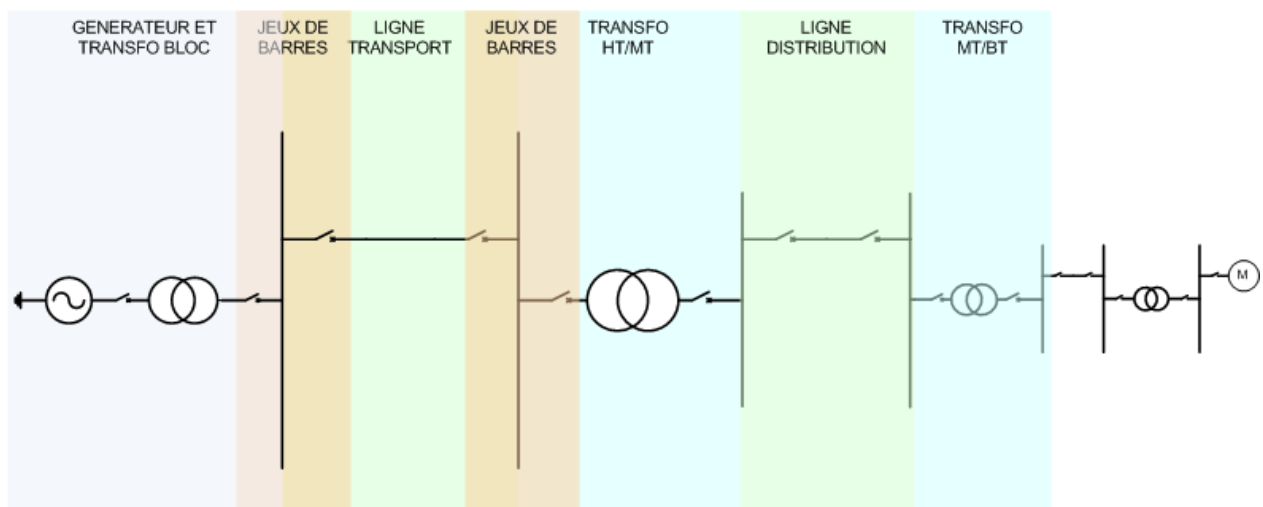


Figure 1 Réseau électrique et ses éléments

Le choix du système de protection dépend de différents paramètres, mais principalement du coût et de l'importance de l'élément de réseau à protéger. En effet, plus l'élément de réseau est important/couteux, plus son système de protection sera étoffé, de manière à couvrir les défaillances pouvant survenir, soit au niveau du hardware ou dans les mesures des grandeurs électriques et leur traitement.

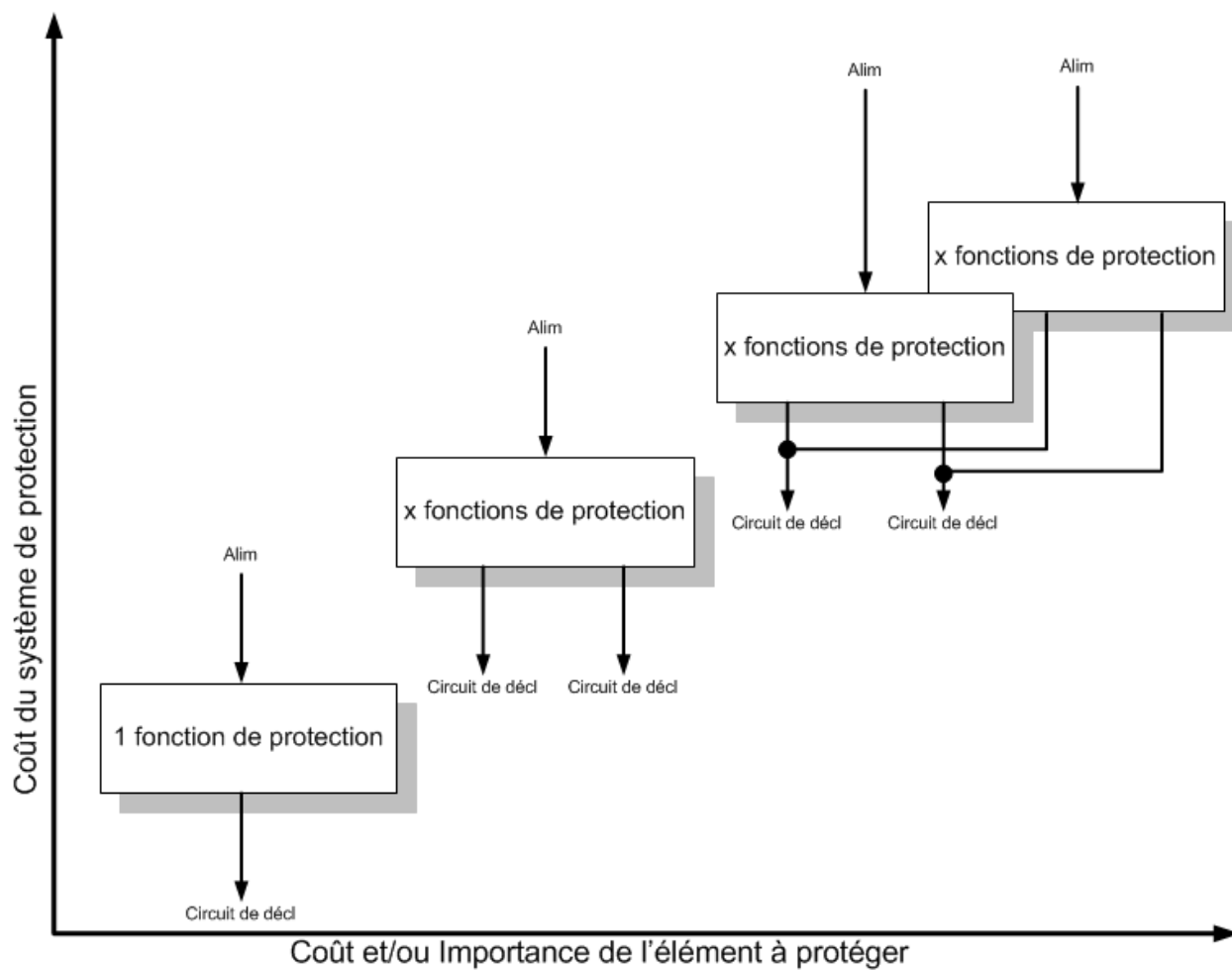


Figure 2 Caractéristique du système de protection en fonction des coûts de l'élément à protéger