

SPECIFICATION TECHNIQUE

**Protection numérique de distance multifonctions pour
les lignes THT et HT**

ST N° T03-P03

Edition Mai 2014

SOMMAIRE

1 -DOMAINE D'APPLICATION.....	3
2 – NORMES DE REFERENCE	3
3 -DONNEES GENERALES.....	4
3.1 -Réducteurs de mesure	
3.2 -Fréquence	
3.3 -Régime normal de mise à la terre des neutres	
3.4 -Intensités maximales admissibles, report de charge	
3.5 -courant maximal de court-circuit	
3.6 -courant minimal de court-circuit	
4 -APPLICATION FONCTIONNELLE.....	5
4.1 -détection des défauts et sécurités	
4.2 -mise en route (démarrage)	
4.3 -sélection des phases en défaut	
4.4 -détermination de la direction du défaut	
4.5 –zones	
4.6 -téléaction	
5-LOGIQUE D'ALIMENTATION FAIBLE (WEAK-INFEED).....	9
6 -LOGIQUE D'INVERSION DE COURANT.....	9
7 -LOGIQUE EN CAS DE DEFAILLANCE DE LA TRANSMISSION.....	10
8 - CIRCUITS PARTICULIERS.....	10
8.1 -Cas d'anomalie des grandeurs de mesure U et I	
8.2 -Cas de pompage	
8.3 -Cas d'enclenchement sur défaut	
9 -TEMPS D' ACTIONS.....	11
9.1 -Temps de fonctionnement	
9.2 -Temps de retour au repos	
10 -INTERFACE HOMME MACHINE.....	11
11 -INTERFACE DE COMMUNICATION.....	12
12 -AUTOCONTROLE.....	12
13 -LOCALISATION DU LIEU DE DEFAUTS.....	13
14 -ENREGISTREUR OSCILLOPERTURBOGRAPHE.....	13
15 -ENREGISTREUR D'EVENTEMENTS.....	13
16 - CARACTERISTIQUES DES GRANDEURS ET DES CIRCUITS.....	14
16.1 - Alimentation auxiliaire	
16.2 -Entrées de courant	
16.3 -Entrées de tension	
16.4 -Entrées numériques	
16.5 -Sorties de déclenchement	
16.6 -Sorties de signalisation	
16.7 -Signalisations optiques	
17 -EXIGENCE D'ISOLEMENT FACE A PERTURBATIONS.....	16
17.1 -Essais diélectriques	
17.2 -Perturbations électriques	
17.3 -Humidité et marge de température ambiance	
18 -PRESENTATION.....	17
18.1 -Boîtier et bornes	
18.2 -Marquage	
19 -DOCUMENTS TECHNIQUES.....	18
20 -ESSAIS.....	18
21 -ANNEXE : FICHE TECHNIQUE DES CARACTERISTIQUES.....	19

1 -DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification technique s'applique aux protections numériques de distance multifonctions pour les lignes THT et HT. Ces protections sont prévues d'être installées sur le réseau de l'ONEE-BRANCHE ELECTRICITÉ dans les tranches basses tension des lignes aériennes, câbles et transformateurs de puissance du réseau THT.

La spécification technique définit les conditions auxquelles doivent satisfaire ces protections, en ce qui concerne la conception, la fabrication, les caractéristiques nominales et les essais de qualification et de réception à réaliser dans le but d'établir leur conformité aux exigences demandées par l'Office National d'Electricité-Branche Electricité.

Ces équipements, à stades de temporisation doivent assurer, de façon sélective et rapide l'élimination des défauts survenant sur des lignes THT et HT aériennes ou mixtes, longues ou courtes, des lignes à deux ternes, des lignes fortement chargées ou faiblement alimentées à une extrémité.

Tous les types de courts circuits doivent être détectés, qu'il s'agisse de défauts monophasés, biphasés isolés ou à la terre, triphasés isolés ou à la terre, triphasés proches, de défauts évolutifs ou de défaut fortement résistifs.

Les réglages tiennent compte de la sélection de phases et de l'adaptation aux rapports impédance de source / impédance de ligne. Il sera associé:

- à un dispositif de réenclenchement mono -triphase avec contrôle de synchronisme.
- aux systèmes de télétransmission.
- la commande des disjoncteurs

2 – NORMES DE REFERENCE

Les protections doivent répondre aux dispositions de la présente Spécification Technique et à toutes les prescriptions qui n'y sont pas contraires, prévues dans les normes de référence, à savoir :

CEI 60 044 -1	: Transformateurs de mesure -Partie 1 Transformateurs de courant
CEI 60 044 -2	: Transformateurs inductifs de tension
CEI 60 044-5	: Transformateurs condensateurs de tension
CEI 60 255-5	: Relais électriques -partie 5 : Coordination de l'isolement des relais de mesure et des dispositifs de protection; prescriptions et essais.
CEI 60 870-5-103	: Matériels et systèmes de téléconduite – Partie 5-103: Protocoles de transmission – Norme d'accompagnement pour l'interface de communication d'information des équipements de protection
CEI 61850	: Réseau et système de communication des postes.
CEI 60 255-22-1	: Relais électriques -première partie : Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1MHZ
CEI 60 255-22-2	: Relais électriques - partie 22 : Essais d'influence concernant les relais de mesure et dispositifs de protection -section 2 : Essais de décharges électrostatiques
CEI 61 000-4-2	: Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-2 Techniques d'essai et de mesure; Essai d'immunité aux décharges électrostatiques
CEI 61 000-4-3	: Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure; Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.
CEI 61 000-4-4	: Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-4 : Techniques d'essai et de mesure; Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.

CEI 61 000-4-8 : Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-8 : Techniques d'essai et de mesure; Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau.

Les textes applicables sont ceux des éditions les plus récentes des normes précitées.

3 -DONNEES GENERALES

3.1 -Réducteurs de mesure

Les protections de distance numériques ne doivent imposer aucune exigence spéciale aux transformateurs de courant et de tension. Elles doivent être prévues pour un fonctionnement correct sur ces transformateurs dont les caractéristiques sont les suivantes:

Désignation	Caractéristiques	
TCT ou TT		
Fréquence	50	HZ
Tension simple nominale primaire	THT ou HT/ $\sqrt{3}$	kV
Tension simple nominale secondaire	100/ $\sqrt{3}$	V
Classe de précision	3P	
Puissance de précision	50	VA
Capacité	3000 à 4000	pF

TC protection		
Courant nominal primaire	1000 ; 1500 ; 2000 ; 3000	A
Courant nominal secondaire	1 ou 5	A
Puissance de précision	10	VA
Classe de précision	5 P20	-

3.2 - Fréquence

La fréquence du réseau est de 50 Hz. Elle peut, en exploitation perturbée du réseau, varier dans le domaine 47-52 Hz, très exceptionnellement dans les domaines 45-47 Hz et 52-55 Hz.

3.3 -Régime normal de mise à la terre des neutres

Les neutres du réseau THT sont mis directement à la terre de façon à respecter pour l'ensemble des nœuds du réseau la relation: $1 < Z_o/Z_d < 3$

Dans cette inégalité, Z_d et Z_o sont les impédances directe et homopolaire en tout point du réseau. Pour certains nœuds le rapport Z_o/Z_d peut être < 1 .

3.4 -Intensités maximales admissibles, report de charge

L'amplitude maximale du courant de charge et la valeur minimale de la tension d'exploitation ainsi que les relations de phase entre ces deux grandeurs permettent de tracer dans le plan R-X une courbe fermée délimitant deux zones:

- une zone extérieure qui correspond aux conditions d'exploitation normales ou en surcharge du réseau et pour laquelle la protection ne doit pas donner d'ordre de déclenchement intempestif,
- une zone intérieure dans laquelle doit s'inscrire la caractéristique de mise en route de la protection :

$$Z_m = 0,85 V_n / I_{Max} \text{ avec: } V_n = THT / \sqrt{3} \text{ kV}$$

I_{Max} défini ci-après:

Le courant de charge maximal I_{Max} peut être déterminé en fonction du courant maximal admissible en permanence I_{Map} .

Ce courant I_{Max} , est obtenu lorsque le courant sur la ligne considérée étant égal à I_{Map} et se produit le déclenchement d'une autre ligne, avec report de charge.

En pratique, le report de charge est maximal lorsque la liaison entre deux postes étant assurée seulement par deux lignes en parallèle, l'une des deux lignes est déclenchée.

Le report de charge R_c , égal à 2 lorsque les deux lignes considérées sont très courtes, diminue lorsque la longueur des lignes augmente; il est en outre fonction du schéma d'exploitation.

Le réglage des protections devant être indépendant du réseau, on est conduit à donner à R_c des valeurs qui, tout en assurant une marge de sécurité, ne dépendent que de la longueur des lignes.

3.5 -courant maximal de court-circuit

La valeur maximale de courant de défaut pour les réseaux THT 40 KA.

3.6 -courant minimal de court-circuit

La limite inférieure des courants de court-circuit est fonction des schémas de réseau, des longueurs de lignes, des résistances de défaut ainsi que des dispositions éventuellement prises pour limiter les courants de défaut.

Pour un défaut triphasé au poste, le courant minimal de court-circuit est pris égal à 100 A (impédance directe maximale de la source $Z_d = 1300$ ohms THT).

La valeur minimale du courant pour les défauts à la terre, en cas de défaut très résistant, est la limite de sensibilité en résistance du défaut admissible du fait des reports de charge à tolérer qui constitue la limite de la protection.

4 -APPLICATION FONCTIONNELLE

La fonction principale de la protection de distance numérique de ligne est d'éliminer très rapidement et d'une façon sélective les défauts sur des lignes du réseau THT.

La rapidité d'élimination des défauts est une exigence importante pour maintenir la stabilité du réseau.

L'équipement est de type numérique à chaînes de mesure non commutées (mesures indépendantes de toutes les boucles monophasées et polyphasées de démarrage et de zone).

Le traitement est entièrement numérique depuis l'acquisition des grandeurs de mesure à partir des transformateurs d'entrée jusqu'à l'émission d'ordres de déclenchement via des sorties binaires adaptées.

L'équipement doit en outre satisfaire entre autres:

- Le découplage galvanique total et faiblement capacitif des convertisseurs A/N et N/A.
- La suppression de bruits au moyen de filtres dont la largeur de bande et la rapidité de traitement sont adaptés et optimisés,
- La scrutation permanente des grandeurs à mesurer, des valeurs de seuils et des séquences,
- L'élaboration des signaux de commande, de signalisation et des schémas de téléactions,
- La mémorisation des grandeurs et signalisations pour analyse par l'exploitant,

Cet équipement doit présenter, en particulier, les principales caractéristiques suivantes:

4.1 -Détection des défauts et sécurités

- La protection doit être sensible à tous les défauts polyphasés situés:
 - sur la ligne ou câble à protéger,
 - à proximité immédiate "amont"(côté poste) ou "aval" (côté ligne) du point de mesure,
- Le démarrage et les zones de mesure doivent rester sélectifs même en cas de courants de courts circuits faibles (voisins des courants de charge)
- La protection doit être insensible aux reports de charge.
- La protection ne doit donner ni ordre, ni information intempestive dans les cas suivants:
 - Cycle de réenclenchement sur la ligne protégée ou sur une autre ligne du réseau,
 - Ouverture du disjoncteur à l'autre extrémité,
 - Oscillations des générateurs et marche hors synchronisme.
 - Régimes transitoires dus à l'apparition ou à l'élimination d'un défaut sur d'autres ouvrages.
 - Oscillations libres d'ouvrages lors de leur mise hors tension,
 - Manœuvres de l'appareillage sur l'ouvrage à protéger ou sur l'ouvrage adjacent, en particulier mise sous tension de lignes, câbles ou transformateurs,
 - Manœuvre sur ligne parallèle ou report de charge,
 - Perte d'une ou plusieurs grandeurs de mesure de tension en entrée de la protection (anomalies de la filerie de raccordement de l'équipement aux réducteurs de tension, fusion des fusibles par exemple),
 - Etablissement, diminution ou interruption momentanée de la tension de la source auxiliaire.

4.2 -Mise en route (démarrage)

Le système de mise en route est à minimum d'impédance et a pour tâche de reconnaître la présence d'un défaut (en amont ou en aval) dans le réseau et de mettre en œuvre les mesures nécessaires à l'élimination sélective de ce défaut. Il permet entre autres:

- le traitement indépendant de toutes les boucles,
- le calcul permanent des grandeurs significatives,
- l'identification et le calcul de l'impédance de la boucle affectée par un défaut,
- le lancement des temporisations,
- l'initialisation des fonctions additionnelles

La caractéristique du système de mise en route à minimum d'impédance, dans un diagramme en coordonnées R -X, doit permettre d'assurer au mieux l'élimination sélective des défauts résistants dans la limite des surcharges admissibles.

La partie aval et la partie amont sont réglables indépendamment l'une de l'autre et servent aussi à éliminer en secours les défauts "amont" et "aval".

Le réglage de la temporisation est effectué dans une marge comprise entre 0 et 5 secondes par pas de 10 ms.

4.3 - Sélection des phases en défaut

Cette fonction a pour but de déterminer la forme du défaut ainsi que les phases atteintes en vue de l'élaboration de l'ordre de déclenchement et des signalisations convenables.

La sélection de phase doit rester correcte et non influencée par le courant de transit :

- en cas de défaut monophasé,
- en cas d'évolution du défaut vers d'autres phases :
 - avant émission de l'ordre de déclenchement vers le disjoncteur,
 - après émission de l'ordre de déclenchement vers le disjoncteur et ce, avant ou après son ouverture.

4.4 -Détermination de la direction du défaut

La fonction relative au caractère directionnel de la protection doit permettre de définir avec certitude la direction " aval" ou "amont" du défaut quelle que soit son évolution par rapport au point de mesure et doit rester active pendant toute la durée du défaut.

La protection ne doit présenter aucune zone morte en cas de défaut proche du point d'installation et même pour un défaut triphasé franc se produisant aux bornes primaires des réducteurs de tension, cas dans lequel les tensions s'annulent totalement (aux erreurs de mesure près).

Cette situation impose pratiquement :

- pour les défauts triphasés, l'existence d'un circuit de mémoire temporaire de la valeur des tensions qui existaient avant le défaut.
- pour les défauts déséquilibrés, l'utilisation d'un système auquel est appliquée une tension mettant en jeu au moins la tension d'une phase "saine".

4.5 -ZONES

La mesure de distance en zone présente en particulier, les principales caractéristiques suivantes:

En plus de la zone de mise en route, une mesure en distance scindée en trois zones "aval" et une zone amont (voir 4.5.e) ajustables et traitées indépendamment les unes des autres, auxquelles sont associés quatre stades de fonctionnement temporisés.

Les deux premières zones de mesure en aval (côté ligne) permettront le réenclenchement monophasé ou triphasé en association avec un réenclencheur automatique.

Le facteur de compensation homopolaire (magnitude et angle) (K_n) devrait pouvoir se régler, indépendamment pour chaque zone ou avoir au moins deux valeurs (une pour la zone 1 et une autre pour les autres zones). $K_n = (Z_o - Z_i) / 3 Z_i$

4.5.1 -zone 1 "aval"

La mesure est réglée à 80 % de la longueur de la ligne.

Le temps de fonctionnement "instantané" de la protection doit être au plus égal à 40 ms à l'intérieur du domaine d'utilisation.

Le réglage de la temporisation est effectué dans une marge de 0 à 0,5sec. par pas de 10 ms.

4.5.2 -zone 2 "aval"

La mesure est réglée à 120% de la longueur de la ligne.

Cette zone permet de couvrir les incertitudes des TC et de la protection pour des défauts très proches des jeux de barres des postes opposés.

Le réglage de la temporisation est effectué dans une marge de 0 à 5 sec. par pas de 10 ms.

4.5.3 -zone 3 "aval"

La mesure est réglée de manière à couvrir la totalité de la longueur de la ligne adjacente dans le prolongement de la ligne protégée.

Elle permet une élimination en secours des défauts extérieurs (côté aval) à la ligne protégée.

Le réglage de la temporisation est effectué dans une marge de 0 à 5 sec. par pas de 10 ms.

4.5.4 -zone amont (pour téléverrouillage)

Le principe adopté sera celui de la technique optée par le constructeur :

-Soit par une zone directionnelle amont spécifique ajustable indépendamment des autres zones.

-Soit par le caractère directionnel amont pouvant être effectué par la mise en route.

Les paramètres de la fonction devront être adaptés pour satisfaire les exigences d'utilisation en liaison avec les schémas de téléverrouillage.

Le réglage de la temporisation est effectué dans une marge de 0 et 0,5 sec. par pas de 5 ms.

4.6 –TELEACTION

La logique de déclenchement doit offrir des fonctions qui peuvent être activées ou bloquées par l'exploitant et permettre tous les modes de téléaction habituels, en particulier les modes suivants :

PUTT	Permissive Underreaching Transfer Tripping	Télédéclenchement indirect
CA	Carrier Accélération	Allongement de zone avec signal de libération
BLUN	Underreaching Blocking	Allongement de zone avec signal de blocage
POTT	Permissive Overreaching Transfer Tripping	Comparaison direct. avec signal de libération
BLOV	Overreaching Blocking	Comparaison direct. Avec signal de blocage

4.6.1 -Mode PUTT : télédéclenchement indirect.

Pour ce mode, les réglages de la zone 1 couvrent 80% de la ligne. La mesure, l'émission et le déclenchement sont effectués par la zone 1 dans le système de mesure de la protection émettrice.

Le déclenchement du côté opposé est effectué sur mise en route ou minimum de tension, dès la réception d'un signal HF.

Ce mode peut être choisi directionnel ou non pour la mise en route.

4.6.2 -Mode CA : Allongement de zone avec signal de libération:

Pour ce mode, la réception libère l'allongement. Les réglages de la zone 1 couvrent 80% de la ligne.

L'allongement consiste à faire une commutation de zone afin d'effectuer, dès la réception d'un signal de libération, la mesure directement et instantanément par la zone 2.

4.6.3 -Mode BLUN : Allongement de zone avec signal de blocage.

Pour ce mode, la réception bloque l'allongement. Les réglages de la zone 1 couvrent 80% de la ligne.

L'allongement consiste à faire une commutation de zone afin d'effectuer, dès la mise en route et après un temps d'attente d'une éventuelle réception d'un signal de blocage, la mesure directement et instantanément par la zone 2.

4.6.4 -Mode POTT : Comparaison directionnelle avec signal de libération.

Pour ce mode, les réglages de la zone 1 couvrent toute la ligne. La mesure et l'émission sont effectuées par la zone 1 dans le système de mesure, mais le déclenchement n'est pris en compte qu'à la réception d'un signal de libération.

4.6.5 -Mode BLOV : Comparaison directionnelle avec signal de blocage.

Pour ce mode, les réglages de la zone 1 couvrent toute la ligne. La mesure et l'émission "blocage" sont effectuées par la zone AMONT dans le système de mesure. Le déclenchement n'est pris en compte qu'en l'absence d'une réception d'un signal de blocage.

Certains de ces modes peuvent être sélectionnés seuls ou éventuellement opérer avec les logiques supplémentaires suivantes :

- Logique en cas de faible alimentation à un bout de la ligne (Weak-Infeed).
- Logique en cas d'inversion du sens du courant.
- Logique en cas de défaillance de la transmission.

5 -LOGIQUE D'ALIMENTATION FAIBLE (WEAK-INFEED)

Les relais disposent d'une logique nécessaire pour éliminer d'une façon sélective tout défaut dans la ligne, même en cas de faible puissance de court-circuit dans l'autre extrémité de la ligne.

Le principe consiste à renvoyer un signal de réception, quand le disjoncteur est ouvert ou lorsqu'il y a une faible alimentation qui ne permettent pas à la protection d'effectuer une mesure de façon à permettre à la protection installée de l'autre côté de la ligne de déclencher.

Cette fonction devra pouvoir être activée ou inhibée selon les besoins de l'utilisateur.

6 -LOGIQUE D'INVERSION DE COURANT

Dans le cas de deux lignes en parallèle, un défaut sur une des lignes peut occasionner le déclenchement **non** simultané des disjoncteurs extrêmes.

Lorsqu'un défaut survient sur une ligne (1), et que ce défaut n'est pas éliminé en même temps des deux côtés, il y a dans la ligne parallèle (2) inversion du sens du courant alimentant le défaut. Dans cette ligne (2), l'une des protections pouvait recevoir un ordre HF, et avec l'inversion instantanée du sens de la mesure, elle peut provoquer un déclenchement intempestif pour autant que l'ordre HF n'a pas encore disparu (temps de retour des relais).

La logique d'inversion de courant devra permettre d'éviter tout déclenchement intempestif de la ligne saine lors de l'inversion de courant produite dans cette ligne.

7 -LOGIQUE EN CAS DE DEFAILLANCE DE LA TRANSMISSION

Cette logique permet dans les systèmes à comparaison directionnelle de simuler une réception lors d'un défaut accompagné d'une défaillance de la transmission.

8 - CIRCUITS PARTICULIERS

8.1 - Cas d'anomalie des grandeurs de mesure U et I

Pour pallier les conséquences de la coupure d'un ou plusieurs circuits de tension ou de courant, il est nécessaire de prévoir l'inhibition de toute possibilité de dysfonctionnement ou d'émission d'ordre de déclenchement. Dans ce cas, la protection doit comporter des dispositions appropriées, telles que :

- circuit d'entrée spécialisée pour absence de tension triphasée issue des TT (ouverture triphasée de la platine à fusible ou éventuellement du disjoncteur BT).
- logique intégrée de blocage et d'alarme élaborée par un système de surveillance des circuits de tensions déséquilibrées.
- logique intégrée de blocage et d'alarme élaborée par un système de surveillance des circuits de courants déséquilibrés

8.2 - Cas de pompage

La protection doit être munie d'un dispositif de verrouillage dit "antipompage" destiné à éviter tout déclenchement intempestif de celle-ci et qui pourrait résulter, en cas de rupture de synchronisme, de la variation cyclique correspondante (battements) des impédances vues par les éléments de mesure de mise en route et ce, quelles que soient les trajectoires dans le plan R, X de ces impédances.

La protection ne doit pas être verrouillée en cas d'apparition de défauts pendant un pompage en 1ère ou en 2ème zone. La présence du courant de neutre inhibera cette fonction

- Le blocage est inhibé dès :
 - La stabilisation du réseau.
 - L'apparition d'un courant homopolaire suite à un défaut à la terre.
 - Ecart de plus de 25% de l'impédance de boucle ph-ph, cas d'un défaut biphasé isolé.
 - La fin d'une temporisation réglable.
- La fonction antipompage en cas d'oscillations permet le blocage de toutes les zones
- La mise hors service de cette fonction devra être possible.

8.3 - Cas d'enclenchement sur défaut

La protection doit comporter un circuit permettant, dès la réception d'une information extérieure caractérisant l'émission d'un ordre d'enclenchement ("critère d'enclenchement"), de préparer une chaîne de déclenchement rapide ne faisant intervenir que les éléments de mesure de mise en route (temps de déclenchement au plus égal au temps normal de fonctionnement en stade 1).

Le fonctionnement de ce dispositif doit couvrir notamment le cas d'un enclenchement sur défaut triphasé franc situé aux bornes primaires des réducteurs de tension alimentant la protection, cas pour lequel les circuits de mémoire de tension préexistants ne peuvent pas intervenir, la tension étant nulle à ce niveau.

Il est bien entendu que ce dispositif ne doit pas fonctionner sur les régimes transitoires de mise sous tension des lignes.

9 -TEMPS D' ACTIONS

9.1 -Temps de fonctionnement

Est donné ci-après, le temps de fonctionnement des circuits de protection dans les conditions de référence :

- *Schéma avec ou sans "accélération de stade"*: Emission de l'ordre de déclenchement < 30ms pour un défaut situé en première zone. A cet effet, la courbe isochrone de fonctionnement (temps fonction de l'impédance de source et l'impédance du tronçon en défaut) doit être jointe avec les documents de l'appareil.

- *Schéma "à verrouillage"* : La protection devra être équipée d'une unité de mesure amont permettant d'assurer la rapidité d'émission de l'ordre de téléverrouillage. Le temps de fonctionnement de la protection, pour les défauts affectant la ligne équipée de téléverrouillage, doit être précisé dans les documents. Le temps de la zone 1 devra être ajustable de façon à permettre une bonne adaptation du temps d'attente.

9.2 -Temps de retour au repos

Le temps de retour au repos des circuits de la protection doit être, dans les conditions de référence, inférieur ou égale à 30 ms.

A noter que les réglages de temporisation de 2ème et 3ème stades seront effectués en prenant un intervalle sélectif minimal de 150 ms : (fonctionnement du disjoncteur (70 ms) + retour (30 ms) + sécurité (50 ms).

10-INTERFACE HOMME MACHINE

Le programme d'interface "Homme-Machine" doit être fourni obligatoirement en langue française avec les documents nécessaires à son installation et son exploitation. L'installation, et la copie de celui-ci ne doivent être conditionnées par aucune clé ou jetons électroniques. Son utilisation doit être prévue sur environnement Windows.

Le dialogue opérateur (paramétrage, réglage, lecture des données, transfert de fichiers etc..) est effectué localement, via un micro-ordinateur ou un PC portable, à partir d'un poste central et éventuellement par clavier et afficheur situés sur la face avant de l'appareil.

Le logiciel nécessaire de communication homme-machine doit être fourni

L'utilisateur doit être assisté par des menus clairs, simples et n'exigeant pas des connaissances informatiques particulières. Le travail en direct ou en différé doit être possible.

Le dialogue "Homme-Machine" doit entre autres permettre :

- Quatre listes indépendantes de réglages minimum.
- Le choix et la copie des fonctions.
- La lecture, la modification des réglages.
- La configuration des entrées/sorties binaires. Celles-ci devront pouvoir être configurables et en nombre suffisant pour s'adapter aux plans type ONEE-branche Electricité.
- La lecture des grandeurs de service: tensions, courants, puissances, fréquence, $\cos\varphi$ etc.

- La lecture des événements horodatés en temps réel (comptes rendus de défauts, informations issues du diagnostic interne etc...)
- L'aide à la mise en service: contrôle du sens de surveillance (Orientation de relais directionnels), choix selon que le neutre des TC est côté barres ou ligne.
- La lecture de la perturbographie (avec logiciel support fourni)
- Le transfert de fichiers vers ou à partir de l'appareil.
- L'utilisation d'un mot de passe
- Eventuellement l'utilisation de logiques additionnelles.
- La lecture de la localisation de défauts
- Utilisation sur réseau sous le standard CEI 60870–5–103 ou CEI61850 selon le besoin exprimé au niveau du cahier des charges.

Il doit effectuer :

- Le contrôle de compatibilité de version logicielle lorsqu'il s'agit de transfert de fichiers réalisés en différé.
- Le contrôle de plausibilité quant aux valeurs introduites.
- Une prise en compte rapide du fichier modifié après validation par mot de passe.

L'équipement doit être insensible quant à toute transmission de virus informatique pouvant endommager ou modifier les mémoires de travail, ou se substituer au mot de passe de la protection.

L'appareil reste une entité entièrement autonome qui remplit sa fonction sans perturbation du bon fonctionnement ni émission d'ordre de déclenchement intempestif même si le dialogue est établi avec l'utilisateur. Toute modification au menu ne doit être prise en compte qu'après validation de l'opérateur.

11-INTERFACE DE COMMUNICATION

Le dialogue en local s'effectue via une interface de communication RS 232 située sur la face avant de l'appareil pour micro-ordinateur ou PC portable standards.

Le dialogue à distance s'effectue via une autre interface de communication.

Les liaisons nécessaires pour le dialogue entre le micro-ordinateur ou PC portable sont fournies avec la protection. Elles doivent être prévues pour fonctionner correctement dans les milieux électriquement perturbés selon les normes CEI 1000-4-2; CEI 1000-4-3 et CEI 1000-4-8.

La protection devra admettre, la synchronisation par système GPS à travers un port de communication approprié.

12-AUTOCONTROLE

Pour accroître la fiabilité et la disponibilité des appareils numériques, ceux-ci devront intégrer un système d'autocontrôle et de diagnostic interne permanent ne nécessitant aucun arrêt ou dégradation de leurs fonctions.

Le système doit surveiller toutes les fonctions matérielles et logicielles les plus importantes. En particulier, le contrôle doit s'étendre des entrées logiques et analogiques jusqu'aux relais de sorties, il doit inclure entre autres, les mémoires, les circuits extérieurs issus des transformateurs de courant et de tension, le convertisseur de la tension auxiliaire, les liaisons séries, l'état des cartes etc...

Toute perturbation du bon fonctionnement d'un appareil est suivie par:

- Une tentative de réinitialisation et de redémarrage du processeur si la panne de celui-ci n'est pas importante.
- Le verrouillage éventuel de la protection selon l'évaluation de la panne afin d'éviter toute action intempestive de la protection.
- L'enregistrement des messages d'anomalies et la restitution d'une information d'alarme sur un contact de sortie.

13-LOCALISATION DU LIEU DE DEFAUT

La fonction est capable de donner avec certitude le lieu du défaut qui a causé le déclenchement. Ainsi la protection devra être capable de fournir la distance du défaut en Km ou % de la longueur du circuit protégé avec une précision de: $\leq 3\%$ et éventuellement les données suivantes :

- Historique de l'incident enregistré (avec une résolution de 10 ms).
- Valeurs primaires (déphasage et valeur efficace de tensions et de courants) avant le défaut.
- Valeurs primaires (déphasage et valeur efficace de tensions et de courants) pendant le défaut.
- Phases affectées par le défaut.
- La localisation et mémorisation des 5 derniers défauts.

14-ENREGISTREUR OSCILLOPERTURBOGRAPHE

L'enregistreur numérique de perturbations est destiné à enregistrer et à restituer sur le même tracé graphique les 4 courants et les 4 tensions alternatives ainsi que des signaux logiques et éventuellement les taux d'harmoniques des courants et des tensions.

L'enregistreur numérique de perturbations doit permettre également la visualisation des grandeurs calculées.

La capacité de mémoire des données permet un enregistrement d'au moins 3 secondes dont les 100 premières ms sont réservées pour des informations sur les grandeurs électriques prises avant le défaut.

La mémoire est active soit à l'émission de l'ordre de déclenchement, soit à l'initialisation du démarrage, soit par une action prise au niveau des entrées binaires.

L'archivage des informations dans une mémoire de masse via un réseau de communication doit être possible.

Tous les enregistrements nécessaires à une analyse doivent être prévus, et en particulier

- Les 3 courants de phases R, S, T et le courant homopolaire
- Les 3 tensions de phases R, S, T et la tension homopolaire
- Les différents tops de déclenchement
- Le top de réception et le top de l'émission HF
- Le top enclenchement sur défaut
- L'ouvrage concerné, la date et l'heure.

15-ENREGISTREUR D'ÉVÉNEMENTS

L'enregistreur d'événements pourra enregistrer au moins 200 événements avec une résolution de 1ms. L'archivage dans une mémoire de masse via un réseau de communication doit être possible.

Lorsque la mémoire de l'enregistreur est saturée, les anciens événements sont effacés pour permettre l'enregistrement des nouveaux.

Chaque enregistrement indiquera la date, l'heure, la minute, la seconde et les centièmes et les millièmes de secondes.

Toutes les informations nécessaires à une analyse doivent être enregistrées, et en particulier

- Démarrage des phases R, S, T
- Directions « Aval » et « Amont »
- Déclenchement des phases R, S, T
- Réception et émission HF
- Informations de zones
- Informations sur les oscillations de puissance
- Enclenchement sur défaut
- Anomalie des grandeurs de mesure
- anomalies internes
- Localisation en km ou en % de la longueur de la ligne
- L'ouvrage concerné, la date et l'heure.
- Etc.

16- CARACTERISTIQUES DES GRANDEURS ET DES CIRCUITS

16.1 -Alimentation auxiliaire

La tension nominale continue auxiliaire externe sera de 48 ou 127Vcc (valeur qui sera précisée au niveau du cahier des charges).

La tolérance de la tension doit varier entre +15% et -20%.

La composante alternative présente peut atteindre un maximum de 12%, selon les indications de la Norme CEI 60 255-11.

Composante alternative = $100 \times (U_{\text{crête}} - U_{\text{vallée}}) / U_{\text{moyenne}}$

Les relais devront être prêts pour un fonctionnement correct dans la marge indiquée, et protégés contre l'inversion de polarités.

L'équipement devra répondre à la Norme CEI 60 255-11 pour la partie relative aux interruptions de tension auxiliaire d'alimentation. Il devra tolérer des interruptions entre 2 et 100ms.

En cas de perte d'alimentation auxiliaire la protection doit garder, au moins, les données relatives aux réglages, date et heure et perturbographie.

16. 2 -Entrées de courant

- Le courant nominal sera de 1 A ou 5 A (valeur qui sera précisée au niveau du cahier des charges).
- La consommation maximale admissible sera de 0,2 VA à courant nominal.
- Le domaine nominal de fréquence : $47 \text{ Hz} < F < 52 \text{ Hz}$;
- Valeur limite thermique de service continu $4 I_n$
- Valeur limite thermique de courte durée $20 I_n$ pendant 5s.

16.3 -Entrées de tension

- Les entrées de tension peuvent être obtenues à partir des enroulements du transformateur de tension avec une valeur nominale au secondaire de $100 / \sqrt{3}$.
- La consommation maximale est de 1VA à la tension nominale.
- Le domaine nominal de fréquence : $47 \text{ Hz} < F < 52 \text{ Hz}$;
- Valeur limite thermique de service continu $1,5 V_n$
- Valeur limite thermique de courte durée $1,9 V_n$ pendant 5 s

16.4 -Entrées numériques

L'équipement doit au moins être muni des entrées numériques programmables suivantes :

- Réception de l'ordre de téléaction en 48V cc
- Présence HF en 48V cc
- Critère enclenchement manuel
- Verrouillage externe
- Banalisation triphasée
- Changement du tableau de réglage
- Perte de tensions de mesure
- Inhibition de la fonction distance.

La tension nominale, la consommation, la valeur de réponse et le temps de réponse de ces entrées doivent répondre aux conditions suivantes :

Tension : Useuil: $> 25 \text{ V}$ pour entrée 48 Vcc
et $> 60 \text{ V}$ pour entrée 127 Vcc
Consommation à tension nominale : $0,5\text{W} \pm 10\%$ (à 48V) ;
 $0,8\text{W} \pm 10\%$ (à 127V)

Les signaux de durée inférieure à 15ms ne doivent pas être pris en compte. Seuls ceux supérieurs à 20ms seront considérés.

16.5 - Sorties de déclenchement

En complément aux spécifications générales, les valeurs maximales de courant de court-circuit susceptibles de parcourir les circuits à courant continu de l'équipement de protection sont de l'ordre de 250 A -30ms et de 30 A -0,5sec

L'équipement aura au moins 8 sorties numériques programmables de déclenchement capables de supporter les courants absorbés par les bobines des disjoncteurs (contacts normalement ouverts et hors potentiel). Ces sorties pourront être appliquées à n'importe quelle information avec la possibilité d'associer deux ou plusieurs événements à une sortie physique, grâce à de fonctions logiques

16.6 - Sorties de signalisation

En complément aux spécifications générales, les valeurs maximales de courant de court-circuit susceptibles de parcourir les circuits à courant continu de l'équipement de protection sont de l'ordre de 100 A -30 ms.

L'équipement aura au moins 28 sorties numériques programmables (contact normalement ouvert, hors potentiel). Ces sorties pourront être appliquées à n'importe quelle information, avec la possibilité d'associer deux ou plusieurs événements à une sortie physique, grâce à des fonctions logiques.

Une sortie non programmable indépendante des autres sorties sera dédiée exclusivement à l'information «Protection hors service».

16.7 - Signalisations optiques

La protection doit avoir, ou moins, 8 indicateurs optiques afin de signaler :

- L'existence de tension d'alimentation auxiliaire.
- Le démarrage des phases.
- Les sorties d'ordre de déclenchement.
- La situation de verrouillage

17-EXIGENCE D'ISOLEMENT FACE A PERTURBATIONS

17.1 -Essais diélectriques

Selon la norme CEI 60 255-5, les circuits sont classés comme suit :

Entrées U et I : classe A

Circuits à courant continu : classe C1

Classe d'essai	U mesure de Résistance d'isolement V	Essai Diélectrique		Essai à l'onde de choc 1,2/50 µs		Susceptibilité aux parasites	
		à 50 HZ		M.C. KV	M.D KV	M.C. KV	M.D. KV
		Mde. Com KV	Mde.Diff. KV				
A	500	2	1	5	5	2,5	1
C1	500	2	1	5	3	2,5	1
	Résistance d'isolement					100 MΩ	

17.2 -Perturbations électriques

Les circuits à basse tension des postes sont le siège de perturbations transitoires à basse fréquence (entre 50 Hz et une dizaine de kHz) et à haute fréquence (entre 100 kHz et quelques dizaine de MHz).

Les phénomènes à basse fréquence semblent peu contraignants pour les équipements. Par contre, il est nécessaire de prendre vis-à-vis des phénomènes à haute fréquence des précautions pour garantir le bon fonctionnement de ces équipements.

Ces perturbations à haute fréquence sont engendrées principalement par la manœuvre des appareils THH, les défauts affectant le réseau ainsi que la coupure d'éléments inductifs sur les circuits à basse tension. Elles se présentent sous la forme d'ondes oscillatoires amorties. Elles se transmettent soit par élément commun, par couplage capacitif ou inductif, soit par rayonnement électromagnétique.

17.3 -Humidité et marge de température ambiante

Humidité relative	Température de fonctionnement	Température de stockage
95% à 20°C	– 10°C + 50°C	– 20°C + 70°C

18-PRESENTATION

18.1 - Boîtier et bornes

L'équipement de protection doit être monté dans un boîtier dont le degré de protection est au moins IP-51 suivant la norme CEI 60 529 et doit être prévu pour montage :

- En rack 19' placé dans une armoire.
- coffret, pour fixation par des tiges filetées placées à l'arrière de la protection.

Son raccordement avec les circuits extérieurs se fera sur un connecteur accessible. Celui-ci peut être à prises avant ou, à prises arrière moyennant un système amovible.

Les bornes devront être correctement identifiées par des repères ineffaçables et devront admettre des conducteurs de cuivre semi rigide de 4mm² pour les bornes de courant et 2,5mm² pour les autres bornes.

Une borne de mise à la terre devra être prévue. Si l'utilisation de cette borne est spécifique à un constructeur, celui-ci doit indiquer les dispositions à prendre pour son raccordement.

Si l'équipement est de type débouchable, il devra être prévu un blocage qui empêche une fausse insertion. Un système de mise en court-circuit automatique devra être prévu afin qu'aucune ouverture des circuits de courant ne doit être possible après extraction.

18.2 -Marquage

La plaques signalétique de la protection doit être indiquée en français et porter au moins, les caractéristiques ci-après indiquées, complétées par les valeurs:

- Marque, type et numéro de série ;
- Date de fabrication ;
- Tension assignée ;
- Courant nominal ;
- Fréquence nominale ;
- La fonction de protection
- La tension auxiliaire d'alimentation

En face avant de la protection seront portées les indications concernant :

- Les signalisations optiques
- L'afficheur écran
- Le clavier éventuellement
- Le bouton d'acquiescement
- Le port série pour PC

19-DOCUMENTS TECHNIQUES

Le fabricant devra fournir les documents suivants en langue française:

- Description générale comprenant :
 - Principe de fonctionnement
 - courbes caractéristiques
 - Algorithme de traitement du signal et le nombre d'échantillons par cycle.
 - schémas du principe
 - schéma de raccordements
 - Caractéristiques techniques
 - Dimensions et poids de la protection
- Guide d'utilisation et d'installation
- Guide de maintenance de réglage et de mise en service.
- Exemples de réglage et de configuration.
- Liste de référence.
- Performances
- Exceptions à la norme.
- Certificat d'essais de type
- Certificat d'utilisation sur sites THT
- Les logiciels de configuration, de paramétrage, de perturbographie etc..
- La liste des pièces de rechange de première nécessité

20 -ESSAIS

Le constructeur peut fournir, une certification d'essais déjà réalisés sur un équipement de même type. Les résultats des essais rédigés en langue française, comprendront :

- Fonctionnement général (vérification des caractéristiques fonctionnelles, mesure des différents seuils, des temporisations etc.).
- Essais diélectriques et immunité électromagnétique
- Microcoupures de la tension auxiliaire.
- Temps minimal d'ordre de déclenchement.
- Influence de la composante asymétrique dans les courts-circuits.
- Influence de la valeur de la tension auxiliaire.
- Influence de la température ambiante.
- Influence de la fréquence
- Pouvoir de fermeture et d'ouverture des contacts.
- Application de courant maximal et tension maximale précisées.

ANNEXE
FICHE TECHNIQUE DES CARACTERISTIQUES

Description	Unité	Sollicité
Constructeur		Oui
Désignation de type		Oui
Mode de montage		Rack
Date 1 ^{ère} mise en exploitation (21)	an	>2ans
U auxiliaire 125V cc -20%;+10%	V	
Consommation sur aux	W	≤ 50W
Courant nominal	A	1 ou 5A selon la commande
Consommation sur circuit I	VA	≤ 0,5
Tension nominale de mesure	V	100/√3
Consommation sur U	VA	≤ 0,5
Organes de démarrage à minimum d'impédance		oui
Nombre de boucles de mesure		≥ 6
Forme de la caractéristique		-----
Réglage la résistance de charge		oui
Réglage de l'angle de charge	C°	- 90...+ 90
Courant de fonctionnement minimum	In	0.2In
domaines de réglage du détecteur défaut-terre et du courant de terre		0.2 ...2In
Autres critères		
Zones de mesure		4 + 1amont
Mesure simultanées des boucles		Z1, Z2 ou AZ et zone amont
Forme de la caractéristique		X, R/X pour déf.-terre
réglages séparés par zone		oui
Sensibilité directionnelle illimitée, mémoire en cas de défauts triphasés proches		oui
Action mémoire		action pendant ≥100 ms
Action après extinction de mémoire		décl.
Impédance de mesure - par pas de	Ω/ph	0,02 minimum 10%
Impédance de mise en route - par pas de	Ω/ph	0,02 minimum 10%
Facteur de terre angle ko	C°	0...8 par pas de 0,1 -180°+ 90°
réglage des temporisations	sec	0.....10sec (pas de 0,01)
Réglage par rapport à la zone des surcharges		oui
Précision -conditions à spécifier		
- erreur d'amplitude	%	± 5%
- erreur de phase	%	± 2%
erreurs supplémentaires à préciser	%	≤ 10%

Description	Unité	Sollicité
Temps de déclenchement, contacteurs de décl compris: - minimum - typiques (SIR=30; 80% de la limite de zone)	ms	25
	ms	35
Temps de retour typique (y compris les contacteurs de déclenchement)	ms	<30
Surveillance des circuits de tension: - intégrée - principe de fonctionnement		Intégré U ₀ I ₀ et U ₂ I ₂
Schémas de téléaction		
- schémas de base PUTT; POTT; verrouillage; AZ - Logique d'alim. faible à une extrémité - logiques pour lignes parallèles		U< et logique intégrée intégrée
Enclenchement manuel sur défaut		Intégré basé sur U< et logiques
Circuits de déclenchement: - monophasé et triphasé		intégrée
Blocage sur anti-pompage principe Réglage		Intégré
- courbe isochrones		Fournir avec SIR 1 et 30
Logique en cas de défaillance de la transmission		Oui
Logique en cas d'inversion de courant		Oui
Nbres d'optocoupleurs		≥12
- tension auxil –125 V cc		8
- tension auxil – 48V cc		4
Listes de réglages		≥4
Nbres de sorties déclenchements		8
Nbres de sorties signalisations		24 paramétrables
Localisateur de défaut - précision	%	≤3%
Mémoire – derniers défauts		≥5
Perturbographe - derniers défauts	sec	≥5
Consignateur d'états – événements		200 derniers événements
Programme de dialogue H-M		En Français