



MICROENER

**Manuel d'utilisation
Protection Différentielle Ligne ou Câble
DTIVA/Di**

FDE n° 20NLT0091700 rév. A

Gestion des modifications

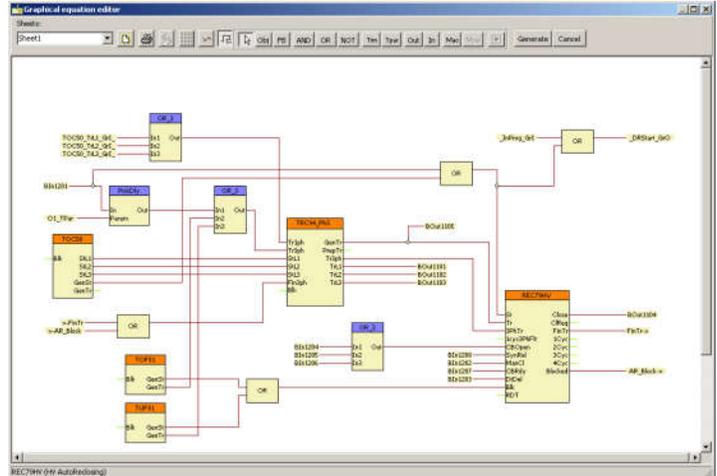
Version	Date	Modification	Créé par	Approuvé par
	19. 10. 2011		Petri	
	15. 05. 2012	CB1Pol, DisConn, MXU	Kazai, Ferencsik	
V1.0	14.04.2013	Modified: 1.1.3 Hardware description Added: 2 External connection	Tóth	
V1.1	25.11.2014	Added: Three-phase directional overcurrent protection Residual directional overcurrent protection Extended the configuration description with the optional functions: Line differential with transformer Restricted earth fault protection	Tóth	
Z2	17.01.2020	Création version française	NLT	LA
A	24.01.2020	Diffusion version française	NLT	LA

SOMMAIRE

PRESENTATION GENERALE	4
Interface homme machine	7
Présentations des relais de la gamme Protecta	8
Ecran tactile	9
Serveur WEB intégré	10
Logiciel EUROCAP	13
CONFIGURATION USINE DE L'APPAREIL	15
Synoptique fonctionnel	16
Mesures	17
Configuration matérielle	17
Modules matériels utilisés	18
BLOCS FONCTIONNELS.....	19
Fonction unité ampèremétrique (CT4).....	20
Fonction unité voltétrique (VT4)	22
Fonction maximum de courant instantané (IOC50)	25
Fonction maximum de courant temporisé (TOC51 bas, haut)	26
Fonction maximum de courant phases à élément directionnel (TOC67).....	29
Fonction maximum de courant résiduel (IOC50N)	31
Fonction maximum de courant résiduel temporisé (TOC51N bas, haut).....	32
Fonction maximum de courant résiduel à élément directionnel (TOC67N)	35
Fonction protection différentielle de ligne / câble (DIF87L)	37
Fonction protection différentielle avec transformateur (DIF87LTR)	39
Fonction protection terre restreinte (DIF87N)	42
Fonction détection des courants d'enclenchements (INR68).....	44
Fonction maximum de composante inverse de courant (TOC46).....	46
Fonction image thermique (TTR49L).....	48
Fonction maximum de tension à temps constant (TOV59)	51
Fonction minimum de tension à temps constant (TUV27)	52
Fonction maximum de tension résiduelle (TOV59N)	53
Fonction réenclencheur automatique (REC79MV)	54
Fonction déséquilibre de courant (VCB60).....	57
Fonction défaillance disjoncteur (BRF50).....	58
Fonction logique de déclenchement (TRC94)	59
Fonction ligne morte (DLD).....	60
Fonction contrôle et commande du disjoncteur (CB1Pol)	61
Fonction contrôle et commande du sectionneur (DisConn).....	63
Fonction mesure au fil de l'eau (MXU).....	65
SCHEMAS DE RACCORDEMENT DU RELAIS	71

Le logiciel de configuration

EUROCAP est le logiciel de configuration commun à tous les relais de la gamme PROTECTA. Il fonctionne sur PC et sous environnement WINDOWS. Il donne accès à la modification de la configuration sortie de production des appareils. Ce logiciel permet la création d'équations logiques et la personnalisation complète de la protection. La mise en place de différents mots de passe définit les autorisations d'accès et les droits de modification.



La synchronisation

Toutes les protections de la gamme PROTECTA peuvent avoir leur horloge temps réel interne synchronisée par l'une des sources suivantes :

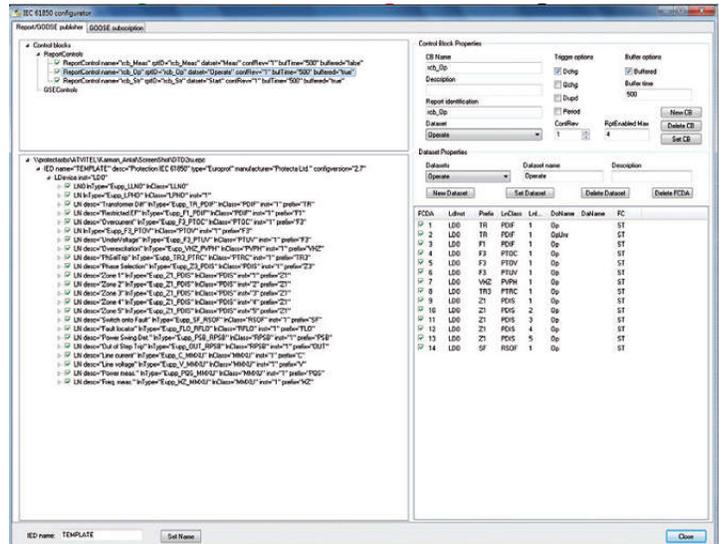
- Serveur NTP (version standard)
- Protocole maître légal
- Impulsions (sur demande)
- IRIG-B1000 ou IRIG-BI-2X (sur demande)

La communication selon l'IEC 61850 (option)

Tous les appareils de la gamme PROTECTA peuvent être utilisés dans les applications nécessitant des échanges d'information selon la norme IEC 61850 sans passerelle (natives IEC 61850). Le noyau équipant les protections de la gamme assure une interopérabilité entre elles et avec les appareils d'autres constructeurs. Une interface conviviale donne accès à la mise en place d'une communication verticale et horizontale. Selon l'équipement de l'appareil, la mise en place de bus redondant est possible.

Autres protocoles disponibles :

- Sur liaison série : IEC 60870-101/103 ; ABB-SPA ; DNP3 ; MODBUS RTU
- Sur réseau IP : IEC 60870-5-104 ; MODBUS TCP (standard); DNP3
- Réseaux légaux utilisant les protocoles via une connexion 100Base-FX et 10/100-TX (RJ45)



L'auto-contrôle

Le programme d'auto-contrôle accroît la fiabilité des appareils ainsi que leur intégration dans le système global de protection. Celui-ci assure :

- La vérification de la configuration et la compatibilité des versions au démarrage
- La supervision des circuits intensité et tension
- La surveillance du circuit de déclenchement
- La gestion complète des erreurs et des alarmes
- La surveillance des niveaux de tension dans l'appareil
- La surveillance des échauffements dans l'appareil

Les boîtiers

Les versions racks des relais de la gamme **PROTECTA** se présentent sous la forme de boîtiers **42TE** (1/2 rack 19") ou **84TE** (rack 19").



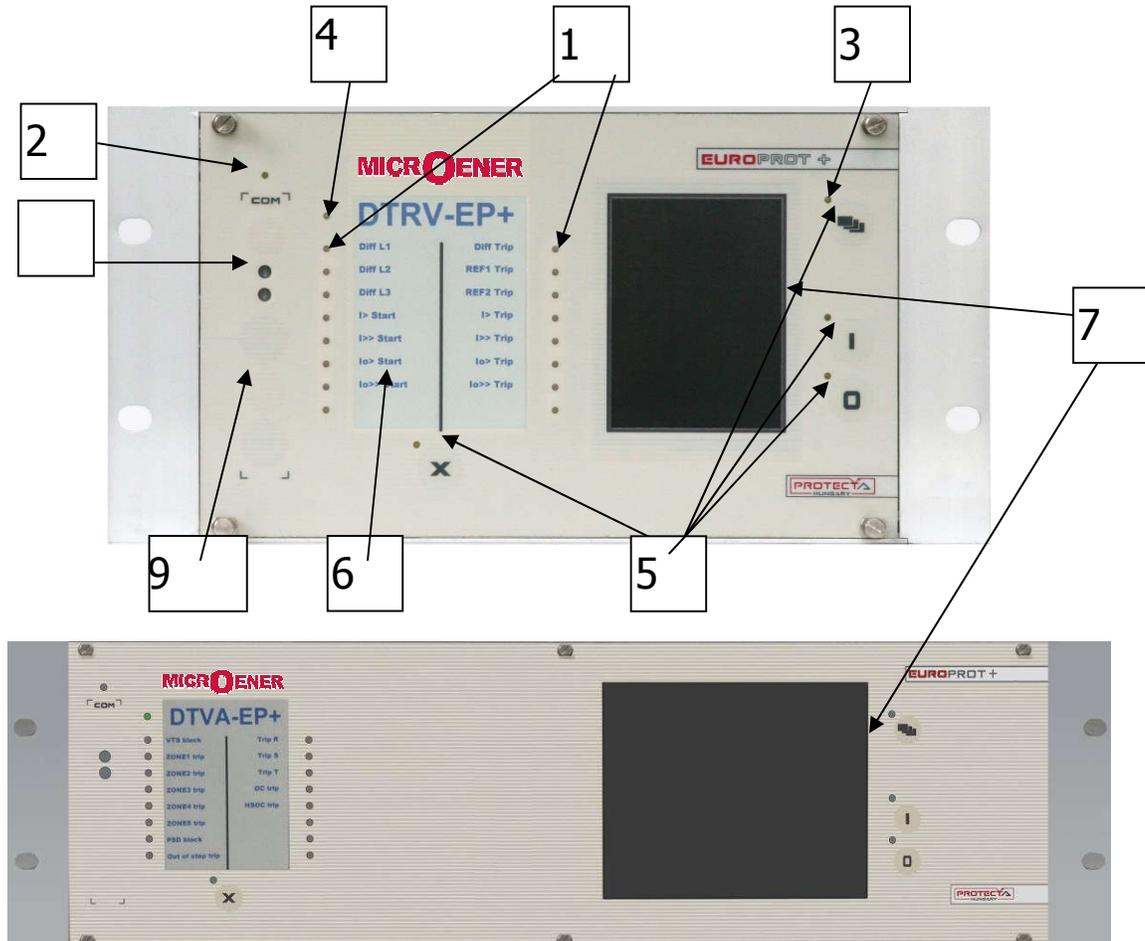
La version encastrée des relais de la gamme **PROTECTA** se présente sous la forme d'un boîtier industriel standard type **S24**



Interface homme machine

Les appareils de la gamme **PROTECTA** sont exploitables des deux manières suivantes:

- > A partir de la carte IHM qui constitue la face avant de l'appareil,
- > A partir du serveur web intégré accessible par le bus de communication, par l'interface EOB (option) ou par le connecteur Ethernet RJ-45 (en standard).



Repère	Description
1	LED utilisateurs tricolores
2	LED jaunes indiquant l'activité de la communication EOB
3	LED jaunes indiquant les actions tactiles
4	Vert: fonctionnement normal de l'appareil ; Jaune: appareil en statut d'avertissement ; Rouge: appareil en statut d'alerte
5	Quatre touches tactiles (On, Off, Page, RAZ LED)
6	Décrit la fonctionnalité utilisateur de la LED
7	Affichage TFT 320*240 pixels avec interface tactile - Affichage 3.5" ou 5.7" (option)
8	Réservé à l'usine
9	Ethernet Over Board : l'interface de communication réalise une connexion Ethernet isolée et sans connexion à l'aide d'un dispositif magnétique. Le dispositif EOB dispose d'un connecteur de type RJ45 supportant une connexion Ethernet 10Base-T sur l'ordinateur de l'utilisateur.

Présentations des relais de la gamme Protecta

IHM	Afficheur	Port	Taille du rack	Illustration
HMI+3501	3,5" TFT	EOB	42 TE	
			84 TE	
HMI+3502	3,5" TFT	RJ-45	42 TE	
			84 TE	
HMI+5001	5,7" TFT	EOB	42 TE	
HMI+5002	5,7" TFT	RJ-45	42 TE	
HMI+5701	5,7" TFT	EOB	84 TE	
HMI+5702	5,7" TFT	RJ-45	84 TE	
HMI+2401	3,5" TFT	EOB	24 TE	

Ecran tactile

Le fonctionnement de l'écran LCD ainsi que l'utilisation des « Bouton de changement d'écran » et les « Boutons de fonctionnement » sont indiqués ci-dessous.

Ecran tactile – Principale zone de contrôle où l'utilisateur active les fonctions et valeurs d'entrées en touchant l'écran.

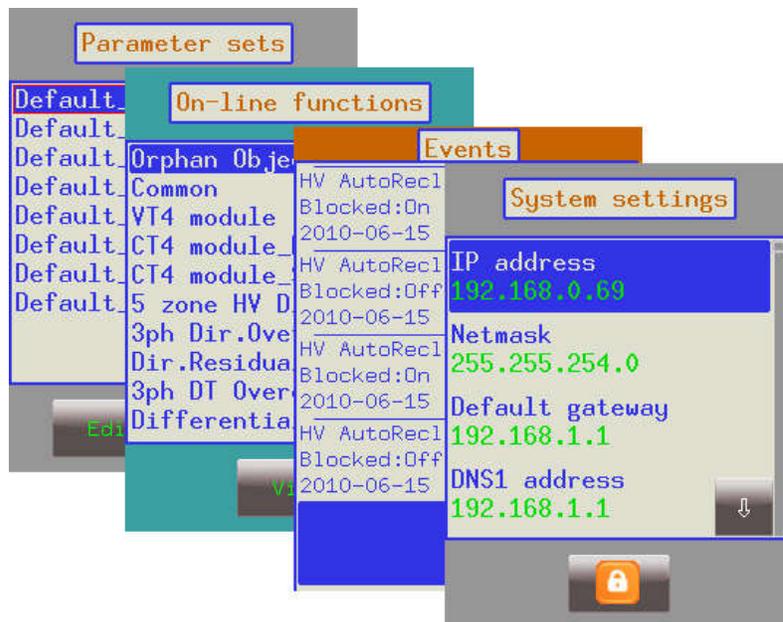
Bouton de changement d'écran – Ce bouton permet de naviguer à travers les différentes pages d'exploitation de la protection. Les écrans disponibles et l'ordre dans lequel ils apparaissent par défaut sont :

- > écran principal,
- > paramètres, en ligne,
- > évènements,
- > réglages du système,

Enfin, des écrans customisés peuvent être ajoutés par l'utilisateur à l'aide du logiciel EUROCAP (voir la documentation correspondante).

Boutons de fonctionnement – Ces boutons sont utilisés pour définir/valider certaines fonctions dans des fenêtres. Par exemple, l'utilisateur peut régler ces boutons pour ouvrir/fermer un disjoncteur ou augmenter/diminuer la position des prises du régulateur en charge d'un transformateur.

Icône de verrouillage – Dans les modèles de base, la configuration usine de l'appareil exclut la mise en place d'un mot de passe. En touchant cette icône, l'image change, permettant toutes sortes d'opérations. Si ce type de protection n'est pas suffisant, la mise en place d'un mot de passe est possible. Celui-ci peut être installé grâce à l'interface WEB. Dans ce cas, l'icône ne change que si le mot de passe correct est saisi.

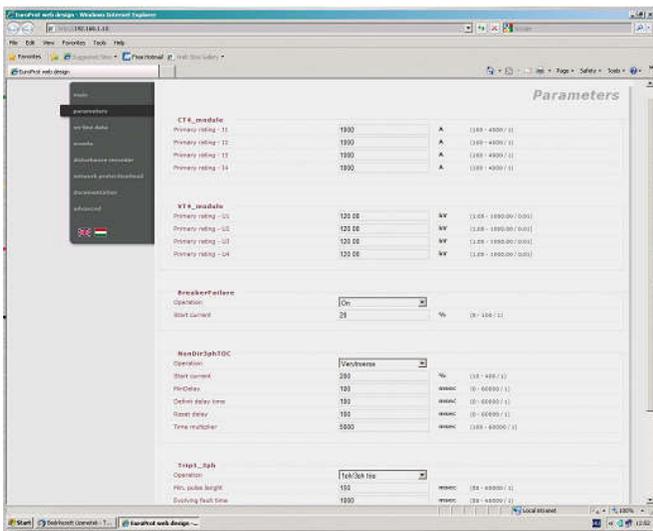


Serveur WEB intégré

Un navigateur web compatible et une connexion Ethernet sont nécessaires afin d'accéder en local ou à distance à l'interface de l'appareil. Cette solution facilite l'accès aux paramétrages de l'appareil avec un PC, un PDA ou un Smart Phone.

Les principales utilisations de cet outil sont les suivantes :

- Le paramétrage de la protection.
- La gestion des tables de réglages (si prévues)
- La lecture en temps réel des mesures et de l'état de la protection
- L'affichage des fichiers de perturbation
- L'affichage du manuel d'utilisation
- Le diagnostic
- La mise à niveau à distance ou locale du firmware
- Les modifications des paramètres de l'utilisateur
- La visualisation de la liste d'évènements
- La gestion des mots de passe
- Le passage de commandes
- La réalisation de tâches administratives



Sans la protection le paramétrage du relais est possible avec le logiciel de configuration EUROCAP.

Pour afficher correctement les données à l'écran, il est recommandé de disposer au minimum d'une résolution d'écran de 1024x768 pixels. Les navigateurs web suivants peuvent être utilisés:

- Microsoft Internet Explorer 7.0 ou supérieure.
- Mozilla Firefox 1.5 ou supérieure.
- Apple Safari 2.0.4 ou supérieure
- Google Chrome 1.0 ou supérieure
- Opera 9.25 ou supérieure

Javascript doit également être activé sur votre navigateur.

Pour accéder aux paramètres de la protection, il suffit de taper l'adresse IP de l'appareil dans la barre de navigation (L'adresse IP se lit sur le principal écran du LCD local) et de suivre les procédures habituelles de la navigation Web.

Plusieurs manières d'accéder au serveur web sont possibles :

- A l'avant de l'appareil:
 - Interface EOB: peut être relié à la face avant par un connecteur magnétique spécifique, le boîtier de connecteur se termine par une fiche RJ45 8/8. Il s'agit d'une interface duplex complète 10Base-T.
- A l'arrière de l'unité CPU:
 - 100Base-FX Ethernet: type ST, 1300nm/MM, pour 50µm/125µm ou fibre 62.5µm/125µm
 - 10/100 Base-TX Ethernet: RJ45-8/8

Le switch intégré à 5 ports Ethernet permet à la protection d'être connectée à un réseau IP/Ethernet. Les ports Ethernet suivants sont disponibles :

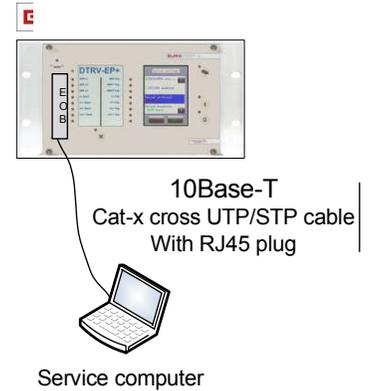
- Station BUS (100Base-FX Ethernet)
- Station BUS redondante (100Base-FX Ethernet)
- Process BUS (100Base-FX Ethernet)
- Interface utilisateur EOB (Ethernet over Board) ou RJ45 Ethernet
- Connecteur de port 10/100Base-Tx par RJ-45 en option

Autres moyens de communication

- Interfaces RS422/RS485
- Interfaces pour fibre plastique ou de verre
- Contrôleur de communication Process-bus sur carte COM+

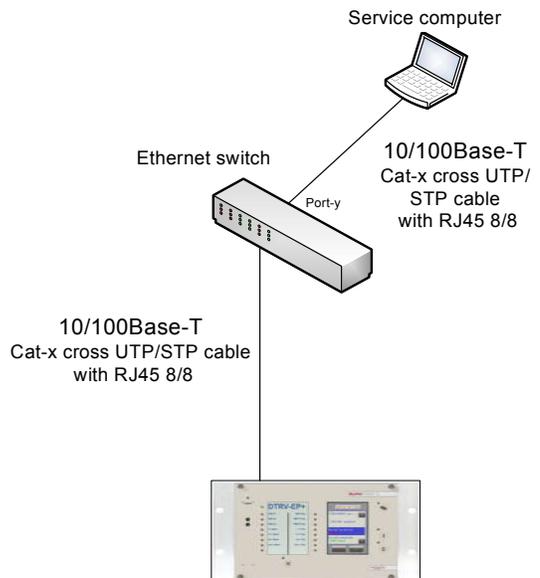
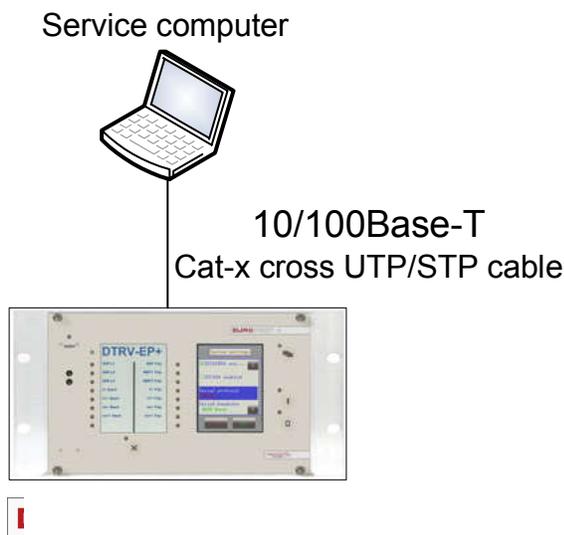
Utilisation de la connexion EOB

Relier le connecteur magnétique EOB à la face avant de l'appareil. Les aimants assurent la position correcte de l'adaptateur. Connecter l'autre extrémité du câble à la prise RJ-45 d'un ordinateur : Le connecteur RJ-45 du câble peut également être branché à un switch Ethernet. Dans ce cas, tous les IED du réseau ayant des fonctionnalités clients (par exemple, un ordinateur) ont accès à l'appareil.



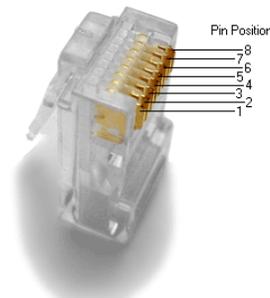
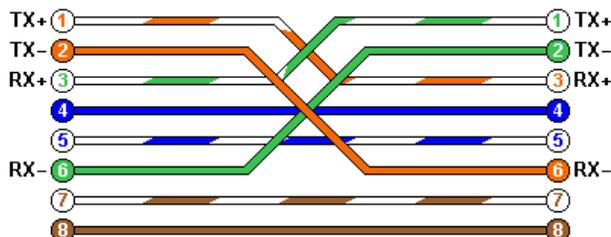
Utilisation de la connexion RJ-45

La version CPU 0001 (voir ci-dessus) dispose également d'une fiche RJ-45. L'emploi d'un câble croisé UTP avec connecteur RJ-45 aux deux extrémités permet à l'appareil d'être directement relié à un ordinateur. Le connecteur RJ-45 du câble peut également être relié à un switch Ethernet. Dans ce cas, tous les IED du réseau ayant des fonctionnalités clients (par exemple, un ordinateur) ont accès à l'appareil. Pour information, le schéma du câble croisé UTP est donné ci-après.



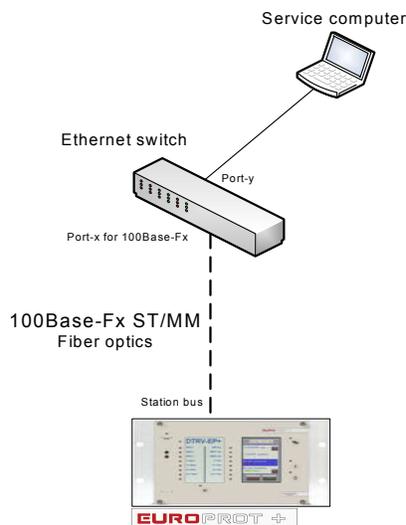
Câblage de la connexion RJ45

Cross-cable pinout



Utilisation de la connexion par fibre optique de type ST

Le connecteur fibre optique de type ST de l'Ethernet 100Base-FX permet le branchement à un switch Ethernet avec une entrée identique de fibre optique. L'utilisation de cette connexion permet à tous les IED du réseau ayant des fonctionnalités clients (par exemple, un ordinateur) d'avoir accès à l'appareil

**Paramètres nécessaires à la connexion Ethernet**

Les protections de la gamme **PROTECTA** ne peuvent être exploitées qu'à partir des protocoles Ethernet. C'est pourquoi il est important de régler le réseau avant d'accéder à l'appareil.

Réglage IP:

L'appareil fonctionne sur un adressage fixe IPv4. Les adresses IP dynamiques ne sont pas supportées actuellement. Il est suggéré d'utiliser la gamme d'adresses privées définie dans la RFC1918.

Pour se connecter sur un dispositif unique, brancher le câble EOB sur votre ordinateur ou utiliser le connecteur RJ-45 situé à l'arrière de l'appareil, (dans ce cas, utiliser un câble croisé UTP). L'ordinateur doit être paramétré pour utiliser des adresses IP fixes. Les adresses doivent se situer dans la même gamme de réseau.

Pour connecter l'appareil au réseau de l'entreprise, contacter l'administrateur système pour avoir l'adresse IP disponible, l'adresse de passerelle, les adresses masques réseau, de serveurs DNS et NTP.

Réglage des navigateurs WEB:

Veillez vous assurer que votre navigateur n'utilise pas de serveur proxy en accédant à l'appareil. Contacter votre administrateur pour ajouter une exception si un serveur proxy est présent sur votre réseau.

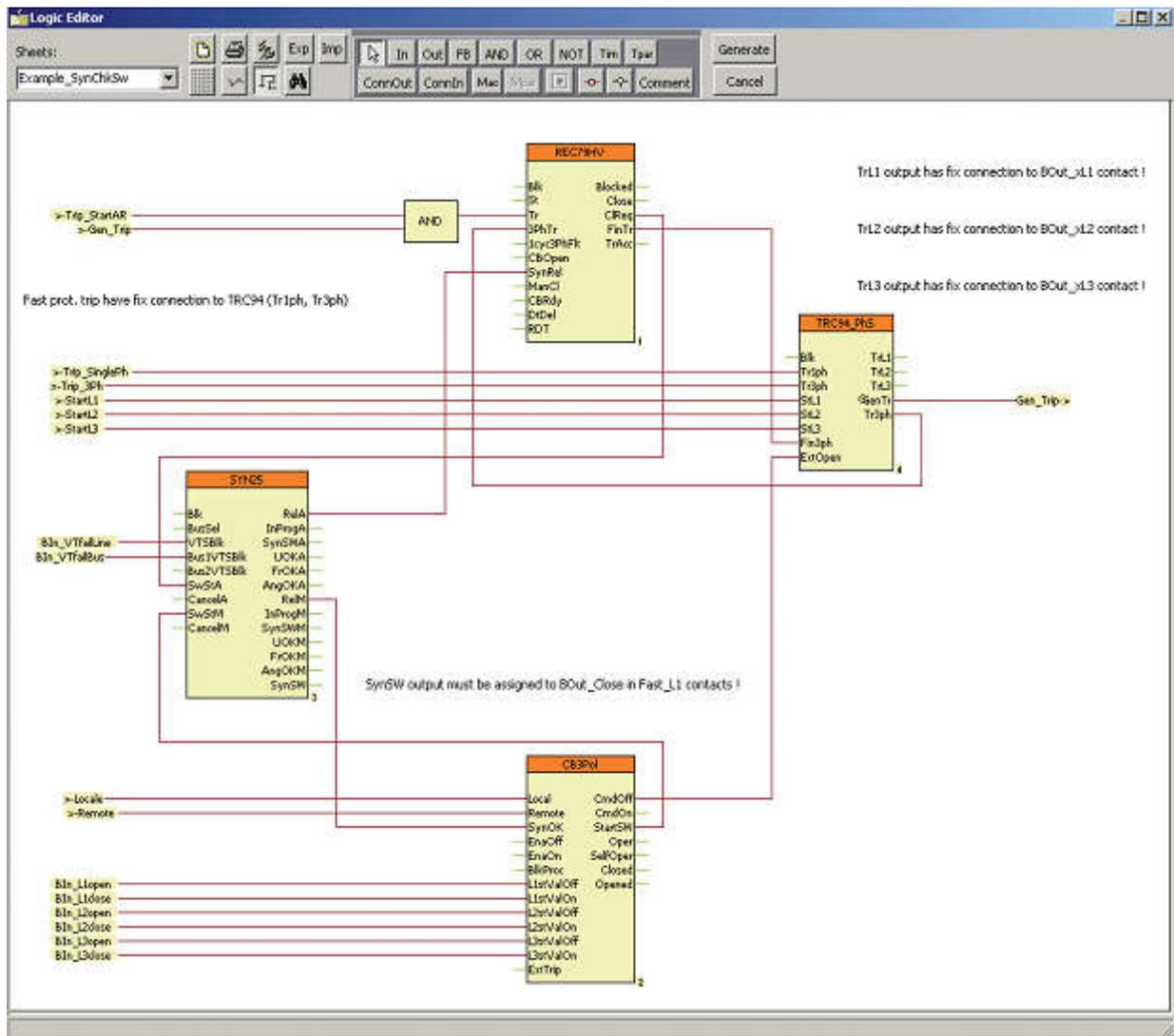
Logiciel EUROCAP

EUROCAP permet la configuration de la protection dans son ensemble. La puissance de ce logiciel permet de définir différentes validations aux modules de conception et de configuration de l'appareil. Les deux premiers niveaux sont facilement accessibles à l'utilisateur ou l'exploitant. Le second nécessite néanmoins une bonne connaissance du logiciel et des appareils (formation sur demande – voir catalogue Formation).

EUROCAP Niveau 1

Ce premier niveau permet l'accès aux fonctions de base, permettant à l'exploitant d'utiliser les outils de paramétrage comme avec le Serveur Web. Il peut, par exemple, sans être connecté à l'appareil, définir tout le paramétrage de celui-ci en prévision de son téléchargement sur site. Il pourra également lors de la connexion récupérer les paramètres de l'appareil en vue d'une analyse a posteriori. Bien que ce niveau d'accès ne permette pas à l'utilisateur de modifier ou de créer les paramètres de configuration sans les droits d'accès, il pourra néanmoins les consulter lors du fonctionnement de l'appareil ou lors de sa mise en service.

L'éditeur graphique d'équations est accessible à l'exploitant ou au metteur en service.



EUROCAP Niveau 2

Ce niveau est destiné aux utilisateurs maîtrisant bien la personnalisation et la communication de l'appareil. En plus des caractéristiques disponibles dans le niveau 1, l'utilisateur peut accéder aux fonctions supplémentaires suivantes :

- **Editeur graphique** : Il facilite la création d'équations personnalisées de logique Booléenne (&, OU ; NAND ; bascules RS), celles-ci pouvant être sauvegardées et réutilisées à volonté.
- **Editeur de l'afficheur** : Il est nécessaire pour personnaliser l'afficheur de la protection. Il permet la conception du schéma unifilaire sur lequel apparaîtra la position des organes de coupure, les mesures, les compteurs, les alarmes. L'utilisateur peut définir plusieurs pages. Le nombre n'est pas limité par le système. Une image Bitmaps peut être importée de la base de données intégrée dans le relais ou créée par l'utilisateur.
- **Le générateur IEC61 850** : Il permet la configuration des appareils de l'application selon les modèles définis dans la norme IEC61 850-7-4. Avec cet outil l'utilisateur peut modifier les données de sortie d'usine, le contrôle-commande ou en créer des nouveaux.
- **Les Blocs GSE** : Si un fichier SCD système est disponible, il peut être utilisé pour la mise à jour de la configuration IEC 61850 en place. Les entrées GOOSE peuvent aussi être importées du fichier SCD ou à partir d'un fichier de configuration provenant d'une autre protection de la Gamme.

The screenshot displays the Microener software interface with several windows open:

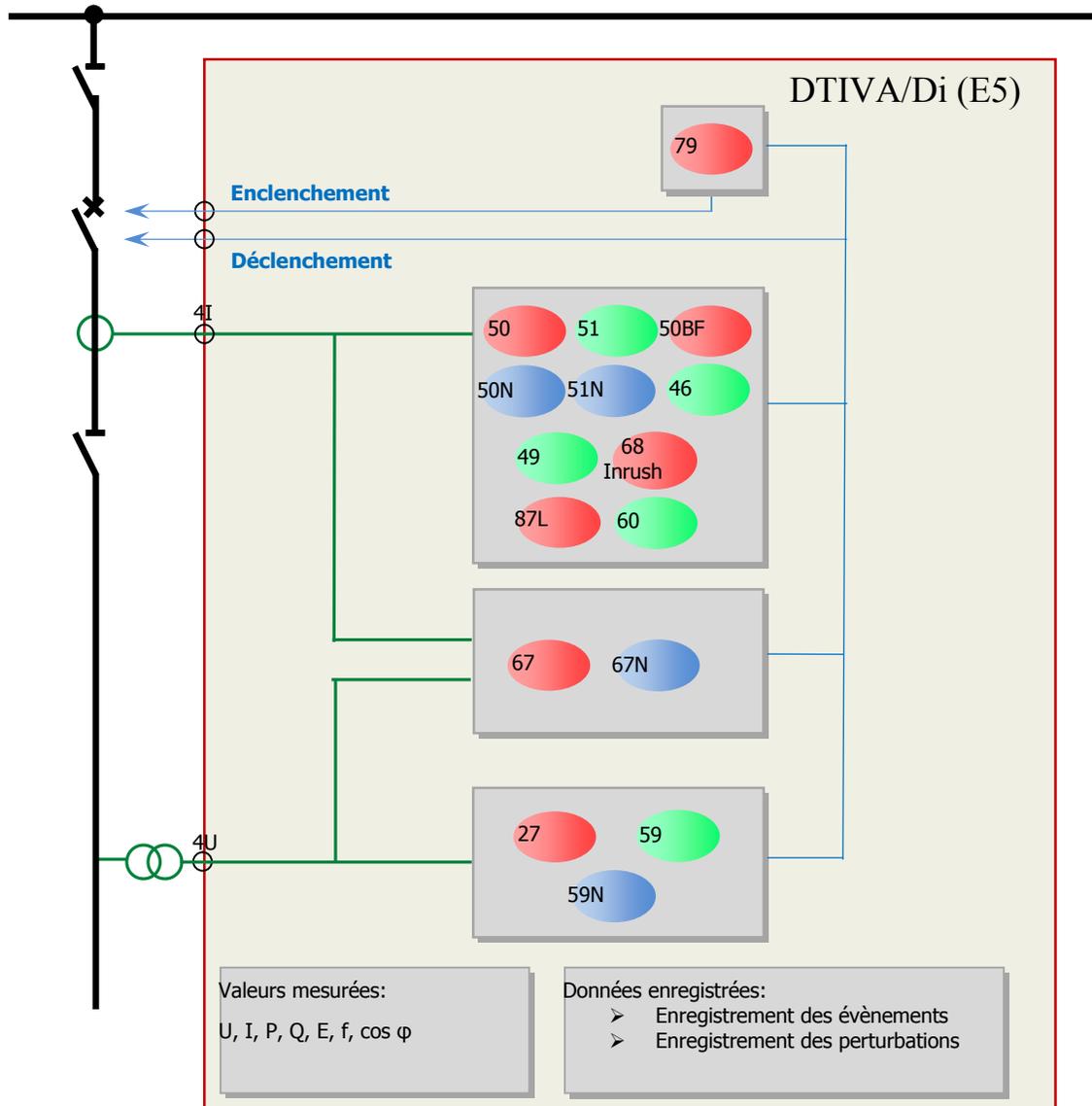
- External GOOSE references**: A table listing various GOOSE messages and their parameters.
- Control Block Properties**: A configuration window for a specific control block, showing various options and a table of parameters.
- Object list**: A list of objects in the diagram, including SImage1, B1, Msz, SysChr1, DImage2, DImage4, L/R, DImage3, Rectangle1, DLabel1, Measurand1, Measurand2, and Measurand3.
- Diagram**: A single-line diagram showing a circuit with components labeled Q1, Q2, Q0, T1, Q3, and Q8. It includes a 'CB Ready' status indicator and current measurements (I L1=000A, I L2=000A, I L3=000A).
- SImage1 properties**: A window showing the properties of the selected image object, including its name, dimensions (Width: 240, Height: 320), and the file path (feeder_epp.bmp).

CONFIGURATION USINE DE L'APPAREIL

Les relais de protection **DTIVA/Di** sont équipés d'unités ampèremétrique et voltmétrique triphasées qui mesurent, à travers des réducteurs, l'intensité et la tension qui circulent sur les 3 phases d'un réseau HTA ou HTB et d'unités ampèremétrique et voltmétrique homopolaires qui, selon le cas, et en ce qui concerne l'unité ampèremétrique est raccordée aux réducteurs placés sur les phases ou à un tore homopolaire dédié pour la mesure des courants circulant à la terre. En ce qui concerne l'unité voltmétrique homopolaire, elle se raccorde sur un jeu de 3 TP couplés en triangle ouvert. Les relais de la gamme Protecta ont la particularité d'avoir une configuration fonctionnelle « évolutive » selon le besoin de l'application. Néanmoins, il existe, pour tous les relais de la gamme une configuration sortie usine. Ce document décrit la configuration type **E5** de la protection **DTIVA/Di**.

Fonctions de protection	IEC	ANSI	DTIVA/Di - E5
Surintensité phase instantanée	I >>>	50	X
Surintensité phase temporisée	I >, I >>	51	X
Surintensité phase directionnelle temporisée	I Dir > >, I Dir >>	67	X
Surintensité terre instantanée	Io >>>	50N	X
Surintensité terre temporisée	Io >, Io >>	51N	X
Surintensité terre directionnelle temporisée	Io Dir > >, Io Dir >>	67N	X
Protection différentielle de ligne	3I _{dL} >	87L	X
Protection différentielle ligne avec transformateur	3I _{dL} >	87LTR	*op.
Protection terre restreinte	REF	87N	*op.
Détection des courants d'enclenchement et blocage	I _{2h} >	68	X
Protection à maximum de courant inverse	I ₂ >	46	X
Protection thermique	T >	49	X
Protection maximum de tension à temps constant	U >, U >>	59	X
Protection minimum de tension à temps constant	U <, U <<	27	X
Protection à maximum de tension résiduelle	U _o >, U _o >>	59N	X
Réenclencheur	0 - > 1	79	X
Protection contre les déséquilibres en courant		60	X
Défaillance disjoncteur	CBFP	50BF	X

* Protection différentielle de ligne avec transformateur dans la zone protégée (les fonctions optionnelles peuvent être sélectionnées ensemble).



Mesures

Basées sur les entrées matérielles, les mesures listées dans le tableau suivant sont disponibles.

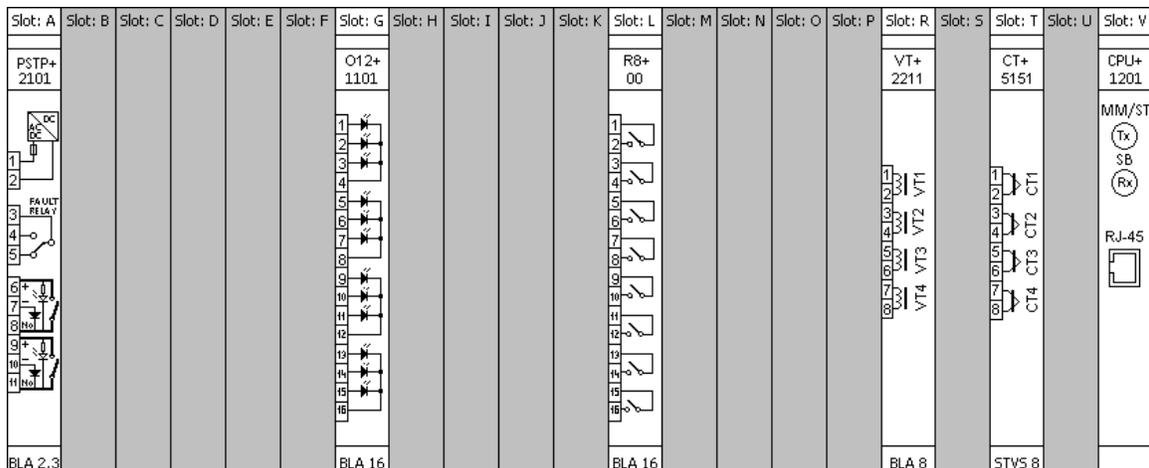
Mesures	DTIVA/Di - E5
Courant (I1, I2, I3, Io)	X
Tension (U1, U2, U3, U12, U23, U31, Uo, Useq) et fréquence	X
Puissance (P, Q, S, pf) et énergie (E+, E-, Eq+, Eq-)	X
Usure disjoncteur	X
Surveillance du circuit de déclenchement (TCS)	X

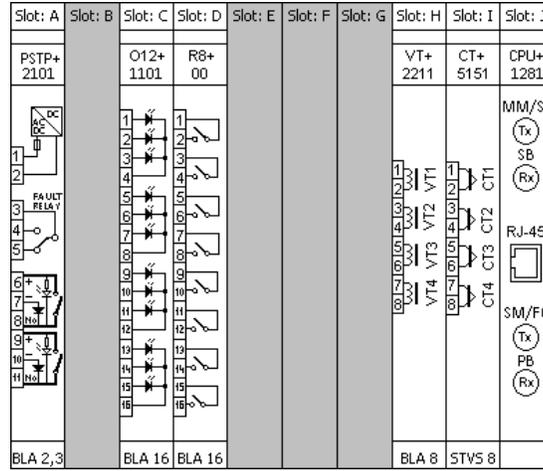
Configuration matérielle

Le nombre minimum d'entrées et de sorties est listé dans le tableau suivant

Configuration matérielle	ANSI	DTIVA/Di - E5
Montage		Op.
Type de boîtier		
Entrées courants (l'entrée 4 peut être plus sensible)		4
Entrées tensions		4
Entrées logiques		12
Sorties logiques		8
Circuits de déclenchement rapide		2
Surveillance température (RTDs) *	38 / 49T	Op.

La disposition du module de base de la configuration E5-Feeder est représentée ci-dessous :





Modules matériels utilisés

Les modules utilisés sont listés dans le tableau ci-dessous.

Les spécifications techniques du relais et des modules sont décrites dans le document "**Description matérielle**".

Identifiant du module	Explication
PSTP+ 2101	Bloc d'alimentation
O12+ 1101	Entrées logiques
R8+ 00	Sorties logiques
VT+ 2211	Module d'entrées Tensions
CT + 5151	Module d'entrées Courants
CPU+ 1281	Unité de calcul et de communication

BLOCS FONCTIONNELS

Le firmware du relais est constitué de blocs fonctionnels. Ceux-ci sont, comme évoqué dans les pages précédentes, chargés dans le relais selon le besoin de l'application. Ils font partie intégrante du firmware. La modification du fonctionnement, la hiérarchisation ou l'imbrication et les interactions de ces blocs fonctionnels sont possibles à l'aide du logiciel EUROCAP (niveau 2). Les blocs fonctions assurés par la protection **DTIVA/Di-E5** sont indiqués ci-dessous (dans sa version standard). Ceux-ci sont décrits en détail dans des documents séparés.

Nom du bloc fonction	Fonction	Document
CT4	Unité ampèremétrique	<i>Current input function block description</i>
VT4	Unité voltmétrique	<i>Voltage input function block description</i>
IOC50	Max de I instantané	<i>Three-phase instantaneous overcurrent protection function block description</i>
TOC51_low TOC51_high	Max de I temporisé	<i>Three-phase overcurrent protection function block description</i>
TOC67_low TOC67_high	Max de I directionnel	<i>Directional three-phase overcurrent protection function block description</i>
IOC50N	Max de I terre instantané	<i>Residual instantaneous overcurrent protection function block description</i>
TOC51N_low TOC51N_high	Max de I terre temporisé	<i>Residual overcurrent protection function block description</i>
TOC67N_low TOC67N_high	Max de I terre directionnel	<i>Directional residual overcurrent protection function block description</i>
DIF87L	Différentielle de ligne	<i>Line differential protection function block description</i>
* DIF87LTR	Différentielle de ligne avec transformateur	<i>Line differential protection with transformer in the protected zone function block description</i>
* DIF87N	Protection terre restreinte	<i>Restricted earth-fault protection function block description</i>
INR68	Courant d'appel	<i>Inrush detection and blocking protection function block description</i>
TOC46	Max de I inverse	<i>Negative sequence overcurrent protection function block description</i>
TTR49L	Image thermique	<i>Line thermal protection function block description</i>
TOV59_high TOV59_low	Max de U	<i>Definite time overvoltage protection function block description</i>
TUV27_high TUV27_low	Min de U	<i>Definite time undervoltage protection function block description</i>
TOV59N_high TOV59N_low	Max de U terre	<i>Definite time zero sequence overvoltage protection function block description</i>
REC79MV	Réenclencheur automatique	<i>Automatic reclosing function for medium voltage networks, function block description</i>
VCB60	Courant de déséquilibre	<i>Current unbalance function block description</i>
BRF50	Défaillance disjoncteur	<i>Breaker failure protection function block description</i>
TRC94	Logique de déclenchement	<i>Trip logic function block description</i>
DLD	Détection ligne morte	<i>Dead line detection protection function block description</i>
CB1Pol	Contrôle du disjoncteur	<i>Circuit breaker control function block description</i>
DisConn	Contrôle du sectionneur	<i>Disconnecter control function block description</i>
MXU	Mesure au fil de l'eau	<i>Line measurement function block description</i>

* fonctions optionnelles (peuvent être sélectionnées ensemble)

Fonction unité ampèremétrique (CT4)

Lorsque la configuration usine prévoit la présence d'une unité ampèremétrique triphasée/terre, les blocs fonctionnels utilisant la mesure d'un courant sont automatiquement associés aux voies intensités et assignés aux unités ampèremétriques correspondantes.

Une carte unités ampèremétriques est équipée de quatre transformateurs de courant d'adaptation. Généralement, les trois premières entrées constituent l'unité ampèremétrique « phases » qui reçoit l'image des courants circulant sur chacune des phases (IL1, IL2, IL3). La quatrième, quant à elle, constitue l'unité « terre » (homopolaire) elle reçoit l'image du courant résiduel circulant dans le point de mise à la terre du neutre du réseau (à travers un tore homopolaire ou un montage « sommateur » des trois TC phases).

Le rôle du bloc fonctionnel « entrées intensités » est de :

- régler les paramètres associés aux entrées courants,
- fournir des valeurs d'échantillons pour la perturbographie,
- réaliser les calculs de base
 - Décomposition en série de Fourier (module et angle),
 - Valeur efficace vraie RMS;
- fournir les valeurs d'intensité pré-calculées aux modules suivants du programme,
- donner les valeurs de base calculées pour affichage en façade,

Le bloc fonctionnel « entrées intensités » reçoit les échantillons des signaux analogiques discrétisés par le programme d'échantillonnage. L'adaptation de ces signaux dépend des caractéristiques de l'appareil (calibre nominal « phase » CT4_Ch13Nom_EPar_ et calibre nominal « terre » CT4_Ch4Nom_EPar_). Les options à choisir sont 1A ou 5A (sur demande 0.2A ou 1A). Ce paramétrage a une incidence sur le format des échantillons et leur précision (Un faible courant est traité avec une résolution plus fine si 1A est choisi).

Par ailleurs, la phase des courants présents sur l'unité phases peut être inversée à l'aide du paramètre CT4_Ch13Dir_EPar_ (Bornes homologues I1-3). La phase de l'entrée « terre » peut également être inversée à l'aide du paramètre CT4_Ch4Dir_EPar_.

La connaissance de la valeur efficace vraie (RMS) de ces 4 courants résulte de l'application des règles du traitement du signal et de la transformée de Fourier appliquées à chaque échantillon. Les modules et arguments (angle) ainsi obtenus sont ensuite utilisés par les blocs fonctionnels de protection et sont utilisés par d'autres calculs, la perturbographie et l'affichage en temps réel des courants en face avant du relais.

Le bloc fonctionnel « entrées intensités » permet également d'indiquer au relais les valeurs des courants nominaux des réducteurs de mesure montés côté « puissance ».

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Précision du courant	20 – 2000% of In	±1% of In

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Défaut																																													
Calibre nominal de l'unité ampèremétrique « phases ».																																																
CT4_Ch13Nom_EPar_	Rated Secondary I1-3	1A, 5A	1A																																													
Calibre nominal de l'unité ampèremétrique « homopolaire ».																																																
CT4_Ch4Nom_EPar_	Rated Secondary I4	1A, 5A (0.2A or 1A)	1A																																													
Sens de câblage des TC de l'unité « phases » (S2 coté ligne/jdB)																																																
CT4_Ch13Dir_EPar_	Starpoint I1-3	Line, Bus	Line																																													
Sens de détection « aval » de l'unité homopolaire																																																
CT4_Ch4Dir_EPar_	Direction I4	Normal, Inverted	Normal																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 20%;">Unité</th> <th style="width: 20%;">Min</th> <th style="width: 20%;">Max</th> <th style="width: 20%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">Courant primaire nominal voie 1</td> </tr> <tr> <td>CT4_PriI1_FPar_</td> <td>Rated Primary I1</td> <td>A</td> <td>100</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Courant primaire nominal voie 2</td> </tr> <tr> <td>CT4_PriI2_FPar_</td> <td>Rated Primary I2</td> <td>A</td> <td>100</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Courant primaire nominal voie 3</td> </tr> <tr> <td>CT4_PriI3_FPar_</td> <td>Rated Primary I3</td> <td>A</td> <td>100</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Courant primaire nominal voie 4</td> </tr> <tr> <td>CT4_PriI4_FPar_</td> <td>Rated Primary I4</td> <td>A</td> <td>100</td> <td>4000</td> </tr> </tbody> </table>					Unité	Min	Max		Courant primaire nominal voie 1					CT4_PriI1_FPar_	Rated Primary I1	A	100	4000	Courant primaire nominal voie 2					CT4_PriI2_FPar_	Rated Primary I2	A	100	4000	Courant primaire nominal voie 3					CT4_PriI3_FPar_	Rated Primary I3	A	100	4000	Courant primaire nominal voie 4					CT4_PriI4_FPar_	Rated Primary I4	A	100	4000
	Unité	Min	Max																																													
Courant primaire nominal voie 1																																																
CT4_PriI1_FPar_	Rated Primary I1	A	100	4000																																												
Courant primaire nominal voie 2																																																
CT4_PriI2_FPar_	Rated Primary I2	A	100	4000																																												
Courant primaire nominal voie 3																																																
CT4_PriI3_FPar_	Rated Primary I3	A	100	4000																																												
Courant primaire nominal voie 4																																																
CT4_PriI4_FPar_	Rated Primary I4	A	100	4000																																												

NOTE: Le courant nominal primaire n'est pas nécessaire pour le bloc fonctionnel intensité lui-même.

Mesures

Valeur mesurée	Unité	Commentaire
Current Ch - I1	A (secondaire)	Valeur efficace du courant sur la voie 1
Angle Ch - I1	Degré	Phase du courant de l'entrée IL1
Current Ch - I2	A (secondaire)	Valeur efficace du courant sur la voie 2
Angle Ch - I2	Degré	Phase du courant de l'entrée IL2
Current Ch - I3	A (secondaire)	Valeur efficace du courant sur la voie 3
Angle Ch - I3	Degré	Phase du courant de l'entrée IL3
Current Ch - I4	A (secondaire)	Valeur efficace du courant sur la voie 4
Angle Ch - I4	Degré	Phase du courant de l'entrée IL4

NOTE1: L'étalonnage de l'appareil est fait pour que lorsqu'un signal sinusoïdal pur de 1A RMS est injecté à la fréquence nominale, la valeur affichée est 1A (la valeur affichée ne dépend pas des paramètres de réglages).

NOTE2 : La position du vecteur référence de vecteur dépend de la configuration de l'appareil. Si ce dernier est équipé d'une carte d'unité voltométrique, alors le vecteur de référence (origine des phases) est la tension appliquée sur la première entrée tension de l'unité de mesure correspondante. Si l'appareil n'est pas équipé d'une unité voltométrique, alors le vecteur de référence (origine des phases) est le courant appliqué sur la première entrée courant de l'unité de mesure correspondante.

La figure ci-contre montre un exemple de l'affichage des grandeurs analogiques sur l'appareil établies à partir du bloc fonctionnel selon les descriptifs ci-dessus.

[-] CT4 module		
Current Ch - I1	0.84	A
Angle Ch - I1	-9	deg
Current Ch - I2	0.84	A
Angle Ch - I2	-129	deg
Current Ch - I3	0.85	A
Angle Ch - I3	111	deg
Current Ch - I4	0.00	A
Angle Ch - I4	0	deg

Fonction unité voltmétrique (VT4)

Lorsque la configuration usine prévoit la présence d'une unité voltmétrique triphasée/terre, les blocs fonctionnels utilisant la mesure d'une tension sont automatiquement associés aux voies tensions et assignés aux unités voltmétriques correspondantes.

Un module matériel transformateur de tension est équipé de quatre transformateurs de tension intermédiaire. Habituellement, les trois premières entrées tension reçoivent les tensions triphasées (UL1, UL2, UL3), la quatrième entrée est réservée pour la mesure de la tension résiduelle ou pour une tension de bornes opposées du disjoncteur dans le cas de synchro-couplage. Toutes les entrées possèdent un paramètre commun pour sélection de la tension assignée: 100V ou 200V.

En complément, un facteur de correction est disponible si la tension secondaire nominale du transformateur de tension (exemple: 110 V) ne correspond pas avec la tension nominale du relais de protection.

Le rôle du bloc de fonction d'entrées tensions est de :

- régler les paramètres associés aux entrées tensions,
- fournir des valeurs d'échantillons pour la perturbographie,
- réaliser les calculs de base
 - Décomposition en série de Fourier (module et angle),
 - Valeur efficace vraie RMS;
- fournir les valeurs de tensions pré-calculées aux modules suivants du programme,
- donner les valeurs de base calculées pour affichage en façade,

Fonctionnement de l'algorithme d'entrée tensions

Le bloc fonctionnel « unité voltmétrique » reçoit des valeurs échantillonnées des tensions depuis le programme interne. La mise à l'échelle dépend du paramètre de réglage. Voir le paramètre VT4_Type_EPar_ (Range). Les options à choisir sont 100V ou 200V. Ce paramètre influence le format du nombre interne et, naturellement, la précision. (Une faible tension est traitée avec une précision plus fine si la tension 100V est sélectionnée.)

La connexion du premier des trois enroulements secondaires du transformateur de tension doit être défini comme l'exact reflet de ce qui est câblé sur l'installation. Le paramètre associé est VT4_Ch13Nom_EPar_ (Connection U1-3). La sélection peut être: Ph-N, Ph-Ph ou Ph-N isolé)

L'option Ph-N est appliqué dans les réseaux à neutre mis à la terre où la tension mesurée n'est jamais supérieure à 1.5 Un. Dans ce cas, la tension primaire assignée du transformateur de tension doit être la tension assignée PHASE-NEUTRE.

L'option Ph-N isolé est appliquée dans les réseaux à neutre compensé ou isolé où la tension de phase mesurée peut être supérieure à 1.5 Un même en fonctionnement normal. Dans ce cas, la tension primaire assignée du transformateur de tension doit être la tension assignée PHASE-PHASE.

Si la tension composée est connectée sur l'entrée tension du relais de protection, alors l'option Ph-Ph doit être sélectionnée. Ici, la tension primaire assignée du transformateur de tension doit être la valeur de la tension assignée PHASE-PHASE. Cette option doit être retenue si la fonction "protection de distance" est alimentée par ces TP.

La quatrième entrée est réservée pour la tension résiduelle ou pour la tension aux bornes opposées du disjoncteur dans le cas d'un synchro-couplage. En conséquence, la tension connectée doit être identifiée par le paramètre VT4_Ch4Nom_EPar_ (Connection U4). Ici, la tension phase-neutre ou phase-phase peut être sélectionnée: Ph-N, Ph-Ph.

Cette sélection s'applique à chacun des canaux UL1, UL2 and UL3.

Si besoin, les entrées tensions peuvent être inversées en réglant le paramètre VT4_Ch13Dir_EPar_ (Borne Homologue U1-3). La quatrième entrée tension peut également être inversée en réglant le paramètre VT4_Ch4Dir_EPar_ (Borne Homologue U4).

Cette inversion peut être nécessaire dans le cas de fonctions de protection particulière comme la protection de distance, protection différentielle ou toute autre fonction avec prise en considération de la directionnalité ou pour vérification de la position des vecteurs tensions.

En complément, un facteur de correction est disponible si la tension secondaire assignée du transformateur de tension (exemple: 110 V) ne correspond pas avec la tension assignée du relais de protection. Le paramètre concerné est VT4_CorrFact_IPar_ (VT correction). Par exemple: Si la tension secondaire du transformateur principale est de 110V, alors il est nécessaire de sélectionner Type 100 pour le paramètre "Range" et la valeur requise doit être paramétrée à 110%.

Ces valeurs échantillonnées sont disponibles pour d'autres calculs et pour la perturbographie.

Le calcul de base exécuté donne les composantes de la transformée de Fourier (module et angle) ainsi que la valeur efficace vraie RMS. Ces résultats sont utilisés dans les blocs de fonctions de protection et sont disponibles pour l'affichage en face avant du relais.

Le bloc de fonction fourni également les paramètres pour le réglage des tensions primaires nominales des transformateurs de tensions principaux. Ces fonctions blocs n'ont pas besoin de paramètres de seuil. Ces valeurs sont utilisées pour l'affichage des mesures primaires, des puissances primaires calculées, etc.

Concernant la tension assignée, se reporter aux instructions relatives au paramétrage de la connexion du premier des trois enroulements secondaire du transformateur de tension.

Caractéristiques techniques

Données techniques	Précision
Précision	30% ... 130%
	< 0,5 %

Paramètres de réglages

Paramètre	Variable	Réglage	Défaut
Calibre nominale de l'unité voltmétrique			
VT4_Type_EPar_	Range	Type 100, Type 200	Type 100
Critère de mesure sur l'unité voltmétrique « phases » (Secondaire TP principal)			
VT4_Ch13Nom_EPar_	Connection U1-3	Ph-N, Ph-Ph, Ph-N-Isolated	Ph-N
Critère de mesure sur l'unité voltmétrique homopolaire			
VT4_Ch4Nom_EPar_	Connection U4	Ph-N, Ph-Ph	Ph-Ph
Sens de mesure des trois tensions « phases »			
VT4_Ch13Dir_EPar_	Direction U1-3	Normal, Inverted	Normal
Sens de mesure de la tension homopolaire			
VT4_Ch4Dir_EPar_	Direction U4	Normal, Inverted	Normal
		Unité Min Max Pas	
Correction de la tension			
VT4_CorrFact_IPar_	VT correction	% 100 115 1	100
Tension primaire nominale voie 1			
VT4_PriU1_FPar	Rated Primary U1	kV 1 1000 1	100
Tension primaire nominale voie 2			
VT4_PriU2_FPar	Rated Primary U2	kV 1 1000 1	100
Tension primaire nominale voie 3			
VT4_PriU3_FPar	Rated Primary U3	kV 1 1000 1	100
Tension primaire nominale voie 4			
VT4_PriU4_FPar	Rated Primary U4	kV 1 1000 1	100

NOTE: La tension nominale primaire des entrées n'est pas nécessaire pour le bloc fonctionnel tension lui-même.

Mesures

Valeur mesurée	Dim.	Explication
Voltage Ch - U1	V(secondaire)	Composante de la transformée de Fourier de la tension UL1
Angle Ch - U1	dégrés	Position du vecteur correspond à la tension de l'entrée UL1
Voltage Ch - U2	V(secondaire)	Composante de la transformée de Fourier de la tension UL2
Angle Ch - U2	dégrés	Position du vecteur correspond à la tension de l'entrée UL2
Voltage Ch - U3	V(secondaire)	Composante de la transformée de Fourier de la tension UL3
Angle Ch - U3	dégrés	Position du vecteur correspond à la tension de l'entrée UL3
Voltage Ch - U4	V(secondaire)	Composante de la transformée de Fourier de la tension UL4
Angle Ch - U4	dégrés	Position du vecteur correspond à la tension de l'entrée UL4

NOTE1: La mise à l'échelle des composantes de la Transformée de Fourier est telle que si un signal sinusoïdal pur de 57V RMS est injecté à la fréquence nominale, la valeur affichée est 57V (la valeur affichée ne dépend pas des paramètres de réglages "Secondaire assigné").

NOTE2: Le vecteur de référence (vecteur avec un angle de 0 degré) est le vecteur calculé pour la tension appliquée sur la première entrée tension du module d'entrée tension.

La figure ci-contre montre un exemple de l'affichage des grandeurs analogiques sur l'appareil établies à partir du bloc fonctionnel selon les descriptifs ci-dessus.

[-] VT4 module		
Voltage Ch - U1	56.75	V
Angle Ch - U1	0	deg
Voltage Ch - U2	51.46	V
Angle Ch - U2	-112	deg
Voltage Ch - U3	60.54	V
Angle Ch - U3	128	deg
Voltage Ch - U4	0.00	V
Angle Ch - U4	0	deg

Fonction maximum de courant instantané (IOC50)

La fonction « maximum de courant instantané » fonctionne dès le franchissement du seuil correspondant réglé sur l'appareil par l'un des 3 courants circulant sur l'entrée de l'unité ampèremétrique « phases ».

Le seuil de fonctionnement est un paramètre programmable dont la valeur peut être doublée, selon la programmation de l'appareil, en l'associant à une entrée logique de l'appareil définie en ce sens par l'utilisateur.

La détection du franchissement du seuil utilise comme critère de fonctionnement la valeur **crête** du signal mesuré ou sa valeur **efficace vraie** (RMS). La composante fondamentale de la valeur efficace vraie est déterminée à partir d'un algorithme de calcul indépendant du bloc [IOC50].

Le choix du critère de détection a trois valeurs possibles : Inhibé, Valeur crête ou Valeur RMS.

- Le critère de détection basé sur la valeur **RMS** donne une meilleure précision sur le seuil de fonctionnement. Toutefois, le temps de mesure nécessaire à l'élaboration de cette valeur RMS est supérieur à une période du signal du réseau.
- Le critère de détection basé sur la valeur **crête**, permet de « travailler » avec des TC saturés et par conséquent la détection d'harmoniques, mais au détriment de la précision du seuil de fonctionnement et au risque de déclenchements intempestifs. Par ailleurs, de par le critère de détection, le temps de mesure de l'unité dans ces conditions est plus rapide (demi-période).

De par sa nature le bloc fonction [IOC50] génère un ordre de fonctionnement instantané si la valeur mesurée sur l'une des trois phases est supérieure au seuil de réglage.

Le bloc fonction [IOC50] génère un ordre de déclenchement général et des déclenchements séparés correspondant à la phase en défaut.

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction de protection à maximum d'intensité instantané est disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques	Précision
Critère de détection utilisant la valeur crête	
Caractéristiques de fonctionnement	Instantané
Ecart de retour	0.85
Temps de fonctionnement à 2*I ₅	<15 ms
Temps de retour *	< 40 ms
Insensibilité à la composante asymétrique	90 %
Critère de détection utilisant la valeur RMS	
Caractéristiques de fonctionnement	Instantané
Ecart de retour	0.85
Temps de fonctionnement à 2*I ₅	<25 ms
Temps de retour*	< 60 ms
Insensibilité à la composante asymétrique	15 %

*Mesure à partir des contacts

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Par défaut
Critère de détection			
IOC50_Oper_EPar_	Operation	Off, Valeur crête, Valeur efficace	Valeur crête
Seuil de fonctionnement			
		<i>Unité</i>	<i>Min</i>
		<i>Max</i>	<i>Pas</i>
IOC50_StCurr_IPar_	Start Current	%	20
		20	3000
		1	200

Fonction maximum de courant temporisé (TOC51 bas, haut)

La fonction « maximum de courant temporisé » démarre dès le franchissement du seuil correspondant par l'un des courants circulant sur l'une des entrées de l'unité ampèremétrique « phases ». Elle émet un signal de fonctionnement à échéance de sa temporisation si le seuil a été franchi durant toute la durée de celle-ci.

La caractéristique de fonctionnement de cette temporisation peut être à temps constant ou à temps dépendant selon les standards IEC et IEEE (norme IEC 60255-151, Edition 1.0 d'août 2009).

Dans le cas d'une caractéristique de fonctionnement à temps constant (ou indépendant) le fonctionnement du bloc [TOC51] suit une temporisation fixe dès le franchissement du seuil I_s réglé sur l'appareil par l'un des courants « phases », quelle que soit l'amplitude de la surintensité.

Dans le cas d'une caractéristique de fonctionnement à temps dépendant, les propriétés du bloc [TOC51] entraînent que dès le franchissement du seuil I_s réglé sur l'appareil par l'un des courants « phases », il adapte la valeur de sa temporisation à l'amplitude de la surintensité (déclenchement d'autant plus rapide que la surintensité est grande).

Les courbes de fonctionnements à temps dépendant associées à la fonction « protection à maximum de courant temporisé » sont définies par la formule suivante (Norme : IEC 61255-4)

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G}{G_s}\right)^\alpha - 1} + c \right] \text{ quand } G > G_s$$

où
t(G)(seconds)
k, c
α
G
G_s
TMS

temps de fonctionnement théorique pour une valeur de G constante,
constantes fonctions du type de courbe sélectionnée (en secondes),
coefficient fonction du type de courbe choisie (sans unité),
valeur d'intensité mesurée, basée sur la valeur efficace vraie (IL1 Four, IL2 Four, IL3 Four)
valeur de réglage de la courbe (Seuil de fonctionnement de la protection),
coefficient multiplicateur de temps (sans unité).

	Réf. IEC	Courbe	k	c	α
1	A	IEC Inv	0,14	0	0,02
2	B	IEC VeryInv	13,5	0	1
3	C	IEC ExtInv	80	0	2
4		IEC LongInv	120	0	1
5		ANSI Inv	0,0086	0,0185	0,02
6	D	ANSI ModInv	0,0515	0,1140	0,02
7	E	ANSI VeryInv	19,61	0,491	2
8	F	ANSI ExtInv	28,2	0,1217	2
9		ANSI LongInv	0,086	0,185	0,02
10		ANSI LongVeryInv	28,55	0,712	2
11		ANSI LongExtInv	64,07	0,250	2

La fin de la plage de réglage de la courbe à temps dépendant (G_D) est :

$$G_D = 20 * G_s$$

Au delà de cette valeur, le temps de fonctionnement théorique est défini par la relation suivante :

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G_D}{G_s}\right)^\alpha - 1} + c \right] \text{ quand } G > G_D = 20 * G_s$$

Ceci implique que le temps de fonctionnement, au-delà de 20 fois le seuil, est toujours le même.

Par ailleurs, un retard minimum (IDTM) peut être défini par un paramètre spécifique. Cette temporisation est activée si cette dernière est supérieure au temps $t(G)$ défini par la formule ci-dessus.

Cette particularité permet de s'assurer du temps de fonctionnement de la protection à partir d'une certaine valeur de courant de défaut (surintensité).

Temps de retombée :

- pour les courbes IEC, le retour à l'état de veille de la protection est obtenu après une temporisation définie par : TOC51_Reset_TPar_ (Reset delay)
- pour les courbes ANSI, le temps de retombée est défini par la relation suivante :

$$t_r(G) = TMS \left[\frac{k_r}{1 - \left(\frac{G}{G_S}\right)^\alpha} \right] \text{ quand } G < G_S$$

où

$t_r(G)$ (seconds)

k_r

α

G

G_S

TMS

temps de retombée théorique pour une valeur G constante,
constante fonction du type de courbe sélectionnée (en secondes),
coefficient fonction du type de courbe sélectionnée (sans unité),
valeur d'intensité mesurée, basée sur la décomposition en série de Fourier,
Valeur de réglage de la courbe (Courant de démarrage de la protection),
Coefficient multiplicateur de temps (sans unité).

	Ref. IEC	Courbe	k_r	α
1	A	IEC Inv	Retour à l'état de veille après une temporisation fixe, définie TOC51_Reset_TPar_ "Reset delay"	
2	B	IEC VeryInv		
3	C	IEC ExtInv		
4		IEC LongInv		
5		ANSI Inv	0,46	2
6	D	ANSI ModInv	4,85	2
7	E	ANSI VeryInv	21,6	2
8	F	ANSI ExtInv	29,1	2
9		ANSI LongInv	4,6	2
10		ANSI LongVeryInv	13,46	2
11		ANSI LongExtInv	30	2

Les informations logiques disponibles de la fonction « protection à maximum de courant » sont :

- > Un signal individuel pour chacune des phases en défaut
- > Un signal de démarrage général
- > Une commande de déclenchement général

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction « protection à maximum d'intensité temporisé » est également disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Fonctionnement	$20 \leq G_s \leq 1000$	< 2 %
Temps de fonctionnement		±5% or ±15 ms, le plus grand des deux
Ecart de retour	0,95	
Temps de retour * Caractéristique à temps dépendant. Caractéristique à temps indépendant.	Environ 60 ms	< 2% or ±35 ms, le plus grand des deux
Insensibilité à composante apériodique		< 2 %
Temps de détection	< 40 ms	
Temps de retombée Caractéristique à temps dépendant. Caractéristique à temps indépendant.	30 ms 50 ms	
Influence de la variation du courant sur le temps de fonctionnement (IEC 60255-151)		< 4 %

* Mesuré au niveau des contacts.

Paramètres de réglage

Paramètre	Désignation	Réglage				Par défaut
Caractéristique de fonctionnement						
TOC51_Oper_EPar_	Operation	Off, DefinitTime, IEC Inv, IEC VeryInv, IEC ExtInv, IEC LongInv, ANSI Inv, ANSI ModInv, ANSI VeryInv, ANSI ExtInv, ANSI LongInv, ANSI LongVeryInv, ANSI LongExtInv				Definite Time
		Unité	Min	Max	Pas	
Seuil de fonctionnement						
TOC51_StCurr_IPar_	Start Current	%	20	1000	1	200
Coefficient multiplicateur de temps (TMS)						
TOC51_Multip_FPar_	Time Multiplier	sec	0.05	999	0.01	1.0
Temporisation de fonctionnement minimal (temps dépendant)						
TOC51_MinDel_TPar_	Min Time Delay *	msec	0	60000	1	100
Temporisation de fonctionnement (temps constant)						
TOC51_DefDel_TPar_	Definite Time Delay **	msec	0	60000	1	100
Temps de retour à l'état de veille (temps dépendant)						
TOC51_Reset_TPar_	Reset Time*	msec	0	60000	1	100

*Applicable pour une courbe à temps dépendant

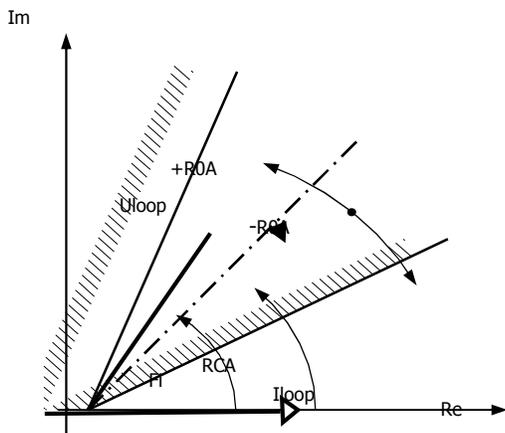
**Applicable pour une courbe à temps constant

Fonction maximum de courant phases à élément directionnel (TOC67)

La fonction maximum de courant à élément directionnel convient parfaitement aux réseaux bouclés dans lesquels le sens d'écoulement de l'énergie doit être pris en considération.

La fonction utilise les valeurs efficaces vraies (RMS) obtenues à partir de la transformée de Fourier des trois intensités circulant sur les phases et l'ensemble des tensions simples et composées.

Basée sur la mesure des six mesures de tensions et de courants (L1L2, L2L3, L3L1, L1N, L2N, L3N), la fonction sélectionne la boucle dont l'impédance calculée est la plus faible. A partir de ce principe, l'élément directionnel émet un signal logique « 1 » si les tensions et courants considérés sont suffisants pour une prise en considération, et si la différence d'angle entre les deux vecteurs est comprise dans la plage de réglage.



La fonction est activée lors du paramétrage de l'appareil. Un signal d'état issu du bloc fonctionnel VTS (Supervision des Transformateurs de Tensions) peut par ailleurs désactiver le fonctionnement de l'élément directionnel.

Pour fonctionner ce bloc fonctionnel doit mesurer une tension supérieure à 5% de la tension assignée et le courant doit également être mesurable.

Si la tension est en dessous de 5% de la tension assignée, alors l'algorithme de calcul remplace la tension la plus petite par une valeur de tension image stockée en mémoire.

L'élément directionnel détermine l'angle entre la tension et le courant de la boucle de mesure sélectionnée. Le signal de référence est l'intensité en accord avec la figure ci-contre.

Le bloc fonctionnel maximum de courant « phases » temporisé (TOC51) est décrit dans un document séparé. Une entrée logique dédiée active le fonctionnement ce bloc si l'élément directionnel émet un signal logique VRAI indiquant que l'angle est dans la

plage de réglage défini lors du paramétrage de l'appareil.

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Précision de fonctionnement		< 2 %
Précision temps de fonctionnement	Si le TMS est >0.1	±5% ou ±15 ms, Valeur la plus grande des deux
Précision minimale sur le temps		±35 ms
Ecart de retour	0,95	
Temps de retour	Approx 100 ms	
Insensibilité à l'apériodique	2 %	
Temps de démarrage	<100 ms	
Profondeur de mémoire		
50 Hz	70 ms	
60 Hz	60 ms	
Précision de l'angle		<3°

Paramètres de réglages

Paramètre	Variable	Plage de sélection				Défaut
Critère de détection						
TOC67_Dir_EPar_	Direction	NonDir, Forward, Backward				Forward
Sélection de la courbe de fonctionnement du module TOC51						
TOC67_Oper_EPar_	Operation	Off, DefiniteTime, IEC Inv, IEC VeryInv, IEC ExtInv, IEC LongInv, ANSI Inv, ANSI ModInv, ANSI VeryInv, ANSI ExtInv, ANSI LongInv, ANSI LongVeryInv, ANSI LongExtInv				DefiniteTime
		Unité	Min	Max	Pas	
Angle de fonctionnement (voir Figure)						
TOC67_ROA_IPar_	Operating Angle	deg	30	80	1	60
Angle Caractéristique (voir Figure)						
TOC67_RCA_IPar_	Characteristic Angle	deg	40	90	1	60
Seuil intensité (module OC)						
TOC67_StCurr_IPar_	Start Current	%	20	1000	1	50
Coefficient multiplicateur de la courbe à temps dépendant (module OC)						
TOC67_Multip_FPar_	Time Multiplier	sec	0.05	999	-2	1.0
Temporisation minimale pour les courbes à temps dépendant (OC module):						
TOC67_MinDel_TPar_	Min. Time	msec	50	60000	1	100
Temporisation courbe à temps constant (OC module):						
TOC67_DefDel_TPar_	Definite Time	msec	0	60000	1	100
Temporisation de retour de la courbe à temps dépendant (OC module):						
TOC67_Reset_TPar_	Reset Time	msec	0	60000	1	100

Fonction maximum de courant résiduel (IOC50N)

La fonction « maximum de courant résiduel instantané » fonctionne dès le franchissement du seuil correspondant réglé sur l'appareil par le courant résiduel (3Io) circulant sur l'entrée de l'unité ampèremétrique « homopolaire ».

La détection du franchissement du seuil utilise comme critère de fonctionnement la valeur **crête** du signal mesuré ou sa valeur **efficace vraie** (RMS). La composante fondamentale de la valeur efficace vraie est déterminée à partir d'un algorithme de calcul indépendant du bloc [IOC50N].

Le choix du critère de détection a trois valeurs possibles : Inhibé, Valeur crête ou Valeur RMS.

- Le critère de détection basé sur la valeur **RMS** donne une meilleure précision sur le seuil de fonctionnement. Toutefois, le temps de mesure nécessaire à l'élaboration de cette valeur RMS est supérieur à une période du signal du réseau.
- Le critère de détection basé sur la valeur **crête**, permet de « travailler » avec des TC saturés et par conséquent la détection d'harmoniques, mais au détriment de la précision du seuil de fonctionnement et au risque de déclenchements intempestifs. Par ailleurs, de par le critère de détection, le temps de mesure de l'unité dans ces conditions est plus rapide (demi-période).

De par sa nature le bloc fonction [IOC50N] génère un ordre de fonctionnement instantané si la valeur mesurée 3Io est supérieure au seuil de réglage.

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction de protection à maximum d'intensité instantané est disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Critère de détection utilisant la valeur crête		
Caractéristique de fonctionnement ($I > 0.1 I_n$)	Instantané	<6%
Ecart de retour	0.85	
Temps de fonctionnement à $2 * I_s$	<15 ms	
Temps de retour *	< 35 ms	
Insensibilité à la composante asymétrique	85 %	
Critère de détection utilisant la valeur RMS		
Caractéristique de fonctionnement ($I > 0.1 I_n$)	Instantané	<3%
Ecart de retour	0.85	
Temps de fonctionnement à $2 * I_s$	<25 ms	
Temps de retour *	< 60 ms	
Dépassement sur transitoires	15 %	

*Mesuré sur les contacts

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Par défaut
Critère de détection			
IOC50N_Oper_EPar_	Operation	Off, Valeur crête, Valeur efficace	Valeur crête
Seuil de fonctionnement			
		<i>Unité</i>	<i>Min</i>
		<i>Max</i>	<i>Pas</i>
IOC50N_StCurr_IPar_	Start Current	%	10
		400	1
			200

Fonction maximum de courant résiduel temporisé (TOC51N bas, haut)

La fonction « maximum de courant résiduel temporisé » démarre dès le franchissement du seuil correspondant par le courant résiduel (3Io) circulant sur l'entrée de l'unité ampèremétrique « homopolaire ». Elle émet un signal de fonctionnement à échéance de sa temporisation si le seuil a été franchi durant toute la durée de celle-ci.

La caractéristique de fonctionnement de cette temporisation peut être à temps constant ou à temps dépendant selon les standards IEC et IEEE (norme IEC 60255-151, Edition 1.0 d'août 2009).

Dans le cas d'une caractéristique de fonctionnement à temps constant (ou indépendant) le fonctionnement du bloc [TOC51N] suit une temporisation fixe dès le franchissement du seuil Ios réglé sur l'appareil par le courant résiduel, quelle que soit l'amplitude de la surintensité.

Dans le cas d'une caractéristique de fonctionnement à temps dépendant, les propriétés du bloc [TOC51N] entraînent que dès le franchissement du seuil Ios réglé sur l'appareil par le courant résiduel, il adapte la valeur de sa temporisation à l'amplitude de la surintensité (déclenchement d'autant plus rapide que la surintensité est grande).

Les courbes de fonctionnements à temps dépendant associées à la fonction « protection à maximum de courant résiduel temporisé » sont définies par la formule suivante (Norme : IEC 61255-4)

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{\alpha} - 1} + c \right] \text{ quand } G > G_S$$

où
t(G)(seconds)
k, c
α
G
G_S
TMS

temps de fonctionnement théorique pour une valeur de G constante,
constantes fonctions du type de courbe sélectionnée (en secondes),
coefficient fonction du type de courbe choisie (sans unité),
valeur d'intensité mesurée, basée sur la valeur efficace vraie (IL1 Four, IL2 Four, IL3 Four)
valeur de réglage de la courbe (Seuil de fonctionnement de la protection),
coefficient multiplicateur de temps (sans unité).

	Réf. IEC	Courbe	k	c	α
1	A	IEC Inv	0,14	0	0,02
2	B	IEC VeryInv	13,5	0	1
3	C	IEC ExtInv	80	0	2
4		IEC LongInv	120	0	1
5		ANSI Inv	0,0086	0,0185	0,02
6	D	ANSI ModInv	0,0515	0,1140	0,02
7	E	ANSI VeryInv	19,61	0,491	2
8	F	ANSI ExtInv	28,2	0,1217	2
9		ANSI LongInv	0,086	0,185	0,02
10		ANSI LongVeryInv	28,55	0,712	2
11		ANSI LongExtInv	64,07	0,250	2

La fin de la plage de réglage de la courbe à temps dépendant (G_D) est :

$$G_D = 20 * G_S$$

Au delà de cette valeur, le temps de fonctionnement théorique est défini par la relation suivante :

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G_D}{G_S}\right)^{\alpha} - 1} + c \right] \text{ quand } G > G_D = 20 * G_S$$

Ceci implique que le temps de fonctionnement, au-delà de 20 fois le seuil, est toujours le même

Par ailleurs, un retard minimum (IDTM) peut être défini par un paramètre spécifique. Cette temporisation est activée si cette dernière est supérieure au temps $t(G)$ défini par la formule ci-dessus.

Cette particularité permet de s'assurer du temps fonctionnement de la protection à partir d'une certaine valeur de courant de défaut (surintensité).

Temps de retombée :

- pour les courbes IEC, le retour à l'état de veille de la protection est obtenu après une temporisation définie par : TOC51N_Reset_TPar_ (Reset delay)
- pour les courbes ANSI, le temps de retombée est défini par la relation suivante :

$$t_r(G) = TMS \left[\frac{k_r}{1 - \left(\frac{G}{G_S}\right)^\alpha} \right] \text{ quand } G < G_S$$

où

$t_r(G)$ (seconds)

k_r

α

G

G_S

TMS

temps de retombée théorique pour une valeur G constante,
constante fonction du type de courbe sélectionnée (en secondes),
coefficient fonction du type de courbe sélectionnée (sans unité),
valeur d'intensité mesurée, basée sur la décomposition en série de Fourier,
Valeur de réglage de la courbe (Courant de démarrage de la protection),
Coefficient multiplicateur de temps (sans unité).

	Ref. IEC	Courbe	k_r	α
1	A	IEC Inv	Retour à l'état de veille après une temporisation fixe, définie TOC51N_Reset_TPar_ "Reset delay"	
2	B	IEC VeryInv		
3	C	IEC ExtInv		
4		IEC LongInv		
5		ANSI Inv	0,46	2
6	D	ANSI ModInv	4,85	2
7	E	ANSI VeryInv	21,6	2
8	F	ANSI ExtInv	29,1	2
9		ANSI LongInv	4,6	2
10		ANSI LongVeryInv	13,46	2
11		ANSI LongExtInv	30	2

Les informations logiques disponibles de la fonction « protection à maximum de courant » sont :

- > Un signal de démarrage général
- > Une commande de déclenchement général

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction « protection à maximum d'intensité temporisé » est également disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques	Valeur	Précision
Fonctionnement	$20 \leq G_s \leq 1000$	< 2 %
Temps de fonctionnement		$\pm 5\%$ or ± 15 ms, le plus grand des deux
Ecart de retour	0,95	
Temps de retour * Caractéristique à temps dépendant. Caractéristique à temps indépendant.	Environ 60 ms	< 2% or ± 35 ms, le plus grand des deux
Insensibilité à composante apériodique		< 2 %
Temps de détection	< 40 ms	
Temps de retombée Caractéristique à temps dépendant. Caractéristique à temps indépendant.	30 ms 50 ms	
Influence de la variation du courant sur le temps de fonctionnement (IEC 60255-151)		< 4 %

* Mesuré pour une version $I_n = 200\text{mA}$

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglages				Par défaut
Caractéristique de fonctionnement						
TOC51N_Oper_EPar_	Operation	Off, DefinitTime, IEC Inv, IEC VeryInv, IEC ExtInv, IEC LongInv, ANSI Inv, ANSI ModInv, ANSI VeryInv, ANSI ExtInv, ANSI LongInv, ANSI LongVeryInv, ANSI LongExtInv				Definite Time
		Unité	Min	Max	Pas	
Seuil de fonctionnement						
TOC51N_StCurr_IPar_	Start Current (1)	%	5	200	1	50
TOC51N_StCurr_IPar_	Start Current(2)	%	10	1000	1	50
Coefficient multiplicateur de temps (TMS)						
TOC51N_Multip_FPar_	Time Multiplier	sec	0.05	999	0.01	1.0
Temporisation de fonctionnement minimal (temps dépendant)						
TOC51N_MinDel_TPar_	Min Time Delay *	msec	0	60000	1	100
Temporisation de fonctionnement (temps constant)						
TOC51N_DefDel_TPar_	Definite Time Delay **	msec	0	60000	1	100
Temps de retour à l'état de veille (temps dépendant)						
TOC51N_Reset_TPar_	Reset Time*	msec	0	60000	1	100

(1) $I_n = 1\text{A}$ ou 5A

(2) $I_n = 200\text{mA}$ ou 1A

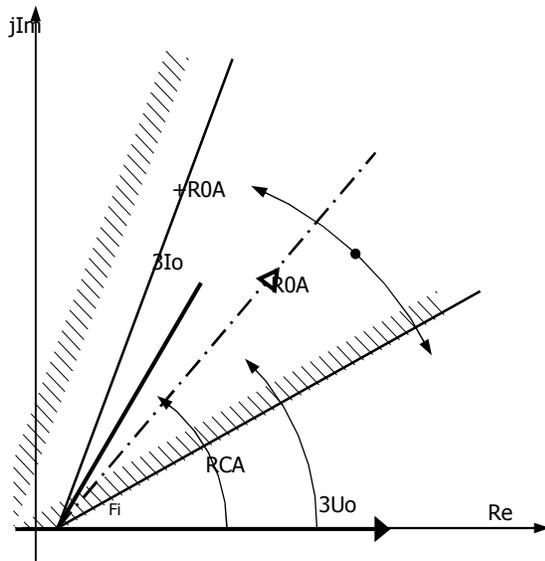
*Applicable pour une courbe à temps dépendant

**Applicable pour une courbe à temps constant

Fonction maximum de courant résiduel à élément directionnel (TOC67N)

La principale application de la fonction maximum de courant résiduel directionnel est pour la détection des défauts à la terre.

Les entrées de la fonction sont les composantes fondamentales RMS obtenues à partir de la Transformée de Fourier des courant ($I_N = 3I_o$) et tension ($U_N = 3U_o$) résiduels.



L'élément directionnel émet un signal logique « 1 » si les composantes résiduelles de la tension $U_N = 3U_o$ et de courant $I_N = 3I_o$ sont au dessus des valeurs nécessaires pour une détermination correcte de la directionnalité et l'angle entre ces vecteurs est compris dans la plage de réglage. La fonction émet un ordre de démarrage au bloc fonctionnel maximum de courant résiduel (TOC51N). Celui-ci est décrit au paragraphe correspondant. Le signal de référence est la tension résiduelle en accord avec la figure ci-contre.

La sortie bloc fonctionnel [TOC67N] vaut 1 si l'angle F_i entre la tension résiduelle et la courant résiduel est dans la plage de réglage défini dans l'appareil par un paramètre

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Précision de fonctionnement		< ±2 %
Précision sur le temps de fonctionnement		±5% or ±15 ms, Valeur la plus élevée
Précision minimale sur le temps		±35 ms
Ecart de retour	0,95	
Temps de retombée	Approx 50 ms	±35 ms
Insensibilité à l'apériodique	<2 %	
Temps de démarrage	25 – 30 ms	
Précision de l'angle		
$I_o \leq 0.1 I_n$		< ±10°
$0.1 I_n < I_o \leq 0.4 I_n$		< ±5°
$0.4 I_n < I_o$		< ±2°
Angle de retombée		
Avant et Arrière	10°	
Autres sélections	5°	

Paramètres de réglages

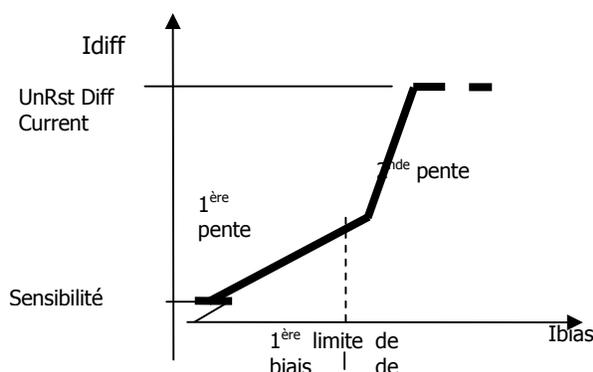
Paramètre	Variable	Réglage	Défaut
Critère de fonctionnement			
TOC67N_Dir_EPar_	Direction	NonDir,Forward-Angle,Backward-Angle,Forward-I*cos(fi),Backward-I*cos(fi),Forward-I*sin(fi),Backward-I*sin(fi),Forward-I*sin(fi+45),Backward-I*sin(fi+45)	Forward-Angle
NonDir,	Fonctionnement indépendant de la direction du courant résiduel TOC51N		
Forward-Angle	Voir <i>Figure</i> , la définition du RCA (Angle Caractéristique) et ROA (Angle de fonctionnement) est requise		
Backward-Angle	RCAactual=RCAset+180°, la définition du RCA (Angle Caractéristique) et ROA (Angle de fonctionnement) est requise		
Forward-I*cos(fi)	RCA=0°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA et ROA ne sont pas utilisées		
Backward-I*cos(fi)	RCA=180°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA, ROA ne sont pas utilisées		
Forward-I*sin(fi)	RCA=90°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA, ROA ne sont pas utilisées		
Backward-I*sin(fi)	RCA=-90°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA, ROA ne sont pas utilisées		
Forward-I*sin(fi+45)	RCA=45°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA, ROA ne sont pas utilisées		
Backward-I*sin(fi+45)	RCA=-135°fix, ROA=85°fix, les valeurs de réglages RCA,ROA ne sont pas utilisées		
Courbe de fonctionnement			
TOC67N_Oper_EPar_	Operation	Off,DefiniteTime,IEC Inv,IEC VeryInv,IEC ExtInv,IEC LongInv,ANSI Inv,ANSI ModInv,ANSI VeryInv,ANSI ExtInv,ANSI LongInv,ANSI LongVeryInv,ANSI LongExtInv	DefiniteTime
		Unité Min Max Pas	
Seuil de tension homopolaire de mise en route de la directionnalité			
TOC67N_UoMin_IPar_	URes Min	%	1 10 1 2
Seuil de courant homopolaire de mise en route de la directionnalité			
TOC67N_IoMin_IPar_	IRes Min	%	1 50 1 5
Angle de fonctionnement (Voir <i>Figure</i>)			
TOC67N_ROA_IPar_	Operating Angle	deg	30 80 1 60
Angle Caractéristique (Voir <i>Figure</i>)			
TOC67N_RCA_IPar_	Characteristic Angle	deg	-180 180 1 60
Seuil de démarrage (TOC51N module)			
TOC67N_StCurr_IPar_	Start Current	%	5 200 1 50
Coefficient multiplicateur de temps dépendant (TMS - TOC51N module)			
TOC67N_Multip_FPar_	Time Multiplier	sec	0.05 999 0.01 1.0
Temporisation minimale pour les courbes à temps dépendant (TOC 51N module):			
TOC67N_MinDel_TPar_	Min Time Delay	msec	50 60000 1 100
Temporisation courbe à temps constant (TOC 51N module):			
TOC67N_DefDel_TPar_	Definite Time Delay	msec	0 60000 1 100
Temps de retombée des courbes à temps dépendant (TOC 51N module):			
TOC67N_Reset_TPar_	Reset Time	msec	0 60000 1 100

Fonction protection différentielle de ligne / câble (DIF87L)

La fonction de protection différentielle de ligne/câble assure la protection principale d'une liaison à deux extrémités. Cette fonction n'est pas applicable sur les liaisons nécessitant une compensation de décalage vectoriel. Par conséquent, les transformateurs doivent donc être exclus de la section protégée.

Le principe de fonctionnement est basé sur une comparaison des harmoniques obtenus par transformée de Fourier synchronisée entre les deux extrémités de ligne. Les équipements à chaque extrémité de la liaison échantillonnent les courants circulant sur les phases et calculent les composantes harmoniques. Ces grandeurs sont échangées entre les appareils synchronisés via le canal de communication reliant les deux protections.

La caractéristique de fonctionnement différentiel est polarisée (biais) et comporte deux pentes (points de rupture). Par ailleurs, le relais est équipé d'une unité à maximum de courant non polarisé qui est appliqué au courant différentiel calculé lorsque celui-ci dépasse une certaine limite (UnRst diff current).



Ces relais de protection de la Gamme PROTECTA communiquent via une ou plusieurs fibres optiques. Généralement, des fibres monomodes sont nécessaires pour les grandes distances, mais pour des distances courtes (inférieures à 2 km), une fibre multimode est suffisante. La protection différentielle de ligne/câble peut être utilisée jusqu'à 120 km. (Le facteur limitant est l'amortissement de la fibre optique: jusqu'à 30 dB sont autorisés pour éviter les perturbations de fonctionnement.). De par le module CPU équipant le relais, les deux appareils sont interconnectés via le process-bus.

Pour le bon fonctionnement de la fonction protection différentielle ligne/câble, les paramètres du process-bus doivent être définis. Ces paramètres se trouvent dans l'onglet «Paramètres» de l'interface utilisateur distante de l'appareil. La figure ci-dessous montre la section dédiée aux les paramètres du process-bus. Sélectionnez les paramètres suivant notre [Cahier Technique n°14 : « Communication applicable aux protections différentielles »](#) (en anglais - disponible sur notre site Internet).

1Dir. communication module

Tx VLAN	1	(1 - 4096 / 1)
Rx VLAN	1	(1 - 4096 / 1)
Priority	2	(0 - 7 / 1)
Multicast Address	1	(1 - 65535 / 1)

Caractéristiques techniques

Données techniques	Valeur	Précision
Caractéristique de fonctionnement	2 points de cassure et décision sans retenue	
Ecart de retour	0,95	
Précision (Ibias > 2xIn)		< 2%
Temps de fonctionnement (Ibias > 0,3xIn)	Env. 35 ms	
Temps de réinitialisation	Env. 60 ms	

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Sélection				Par défaut
Paramètre pour activer la fonction de protection différentielle de ligne :						
DIFF87L_Oper_EPar_	Operation	Off, On				Off
Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Par défaut
Paramètres de la courbe caractéristique en pourcentage :						
Sensibilité de base :						
DIFF87L_f1_IPar_	Base Sensitivity	%	10	50	1	30
Pente de la deuxième section des caractéristiques:						
DIFF87L_f21_IPar_	1st Slope	%	10	50	1	30
Pente de la troisième section des caractéristiques :						
DIFF87L_f2_IPar_	2nd Slope	%	50	100	1	70
Limite de biais de la première pente:						
DIFF87L_f2Brk_IPar_	1st Slope Bias Limit	%	100	400	1	200
Niveau de courant de protection différentielle de ligne non restreint :						
DIFF87L_HS_IPar_	UnRst Diff Current	%	500	1500	1	800
Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Par défaut
DIFF87L_LocalRatio_FPar_	Local Ratio	-	0.10	2.00	0.01	1.00
DIFF87L_RemoteRatio_FPar_	Remote Ratio	-	0.10	2.00	0.01	1.00

La fonction de protection différentielle de ligne / câble n'a pas de temporisation.

Fonction protection différentielle avec transformateur (DIF87LTR)

La fonction protection différentielle transformateur est la protection de base des transformateurs de puissance. Le bloc protection DIF87LTR est destiné à la protection différentielle des liaisons intégrant un transformateur à deux enroulements.

La fonction de protection différentielle de ligne/câble assure la protection principale d'une liaison à deux extrémités en considérant un décalage vectoriel entre les deux extrémités.

Le principe de fonctionnement est basé sur une comparaison des harmoniques obtenus par transformée de Fourier synchronisée entre les deux extrémités de ligne. Les équipements à chaque extrémité de la liaison échantillonnent les courants circulant sur les phases et calculent les composantes harmoniques. Ces grandeurs sont échangées entre les appareils synchronisés via le canal de communication reliant les deux protections.

La caractéristique de fonctionnement différentiel est polarisée (biais) et comporte deux pentes (points de rupture). Par ailleurs, le relais est équipé d'une unité à maximum de courant non polarisé est appliqué au courant différentiel calculé.

La caractéristique de fonctionnement différentiel est polarisée (biais) et comporte deux pentes (points de rupture). Par ailleurs, le relais est équipé d'une unité à maximum de courant non polarisé est appliqué au courant différentiel calculé.

Ces relais de protection de la Gamme PROTECTA communiquent via une ou plusieurs fibres optiques. Généralement, des fibres monomodes sont nécessaires pour les grandes distances, mais pour des distances courtes (inférieures à 2 km), une fibre multimode est suffisante. La protection différentielle de ligne/câble peut être utilisée jusqu'à 120 km. (Le facteur limitant est l'amortissement de la fibre optique: jusqu'à 30 dB sont autorisés pour éviter les perturbations de fonctionnement.) De par le module CPU équipant le relais, les deux appareils sont interconnectés via le process-bus.

Pour le bon fonctionnement de la fonction protection différentielle ligne/câble, les paramètres du process-bus doivent être définis. Ces paramètres se trouvent dans l'onglet «Paramètres» de l'interface utilisateur distante de l'appareil. La figure ci-dessous montre la section dédiée aux les paramètres du process-bus. Sélectionnez les paramètres suivant notre [Cahier Technique n°14 : « Communication applicable aux protections différentielles »](#) (en anglais - disponible sur notre site Internet).

1Dir. communication module		
Tx VLAN	1	(1 - 4096 / 1)
Rx VLAN	1	(1 - 4096 / 1)
Priority	2	(0 - 7 / 1)
Multicast Address	1	(1 - 65535 / 1)

Lors de la mise sous tension d'un transformateur de puissance, il peut apparaître un courant différentiel virtuel important dû à l'amplitude du courant d'appel dissymétrique. Dans ce cas la présence d'harmonique de rang 2 dans le courant différentiel est utilisée pour inhiber la fonction différentielle évitant ainsi un déclenchement intempestif de la protection lors de l'enclenchement du transformateur.

Un courant différentiel virtuel de forte amplitude peut également apparaître en cas de surinduction (surtension) du transformateur de puissance causée par la saturation de son circuit magnétique. Dans ce cas la présence d'harmonique de rang 5 est utilisée pour éviter le fonctionnement intempestif de la protection différentielle.

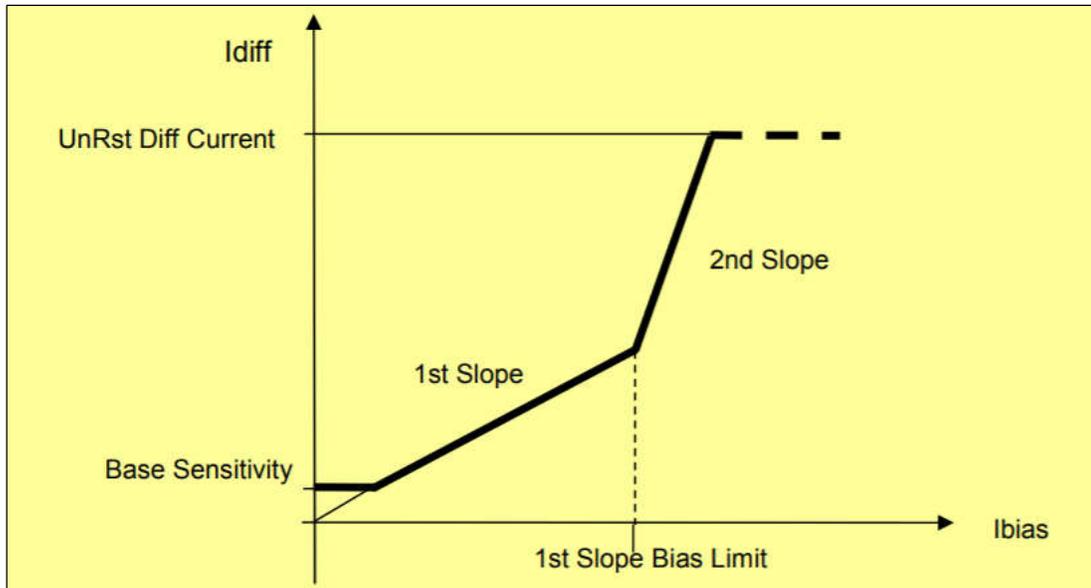
L'analyse des harmoniques est réalisée à partir de la décomposition en série de Fourier du courant différentiel sur les trois phases. Les résultats de cette transformée sont ensuite utilisés par l'unité différentielle et par les unités de filtrages des harmoniques des rangs 2 et 5.

Les algorithmes comparent les « sorties » des filtres aux consignes entrées dans la protection. Si l'harmonique du rang considéré est relativement important par rapport au signal fondamental, un signal de retenue est généré instantanément et une temporisation est initialisée dans le même temps. Si la durée de l'état actif est au moins de 25ms, alors la remise à zéro du signal de retenue est retardée de 15ms supplémentaires.

Un module de décision logique détermine si le courant différentiel de chacune des phases est au-dessus de la courbe de fonctionnement de la protection différentielle. Il compare l'amplitude des courants différentiels à celui des courants de retenue afin d'évaluer le seuil différentiel de fonctionnement de la protection. Le calcul est basé sur la somme des amplitudes des courants déphasés.

La courbe de fonctionnement du bloc fonction différentiel est constituée de 4 segments. La première représente la sensibilité de base du bloc, la seconde est utilisée pour compenser l'écart du rapport de transformation dû à la présence d'un régulateur en charge. La troisième permet la prise en considération de la saturation éventuelle des TC. La quatrième conduit à un fonctionnement de la protection quel que soit le courant mesuré par la protection. La pente du troisième segment est constante et vaut 2.

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction « protection différentielle » est également disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.



Valeur mesurée	Dim.	Explication
I Diff L1	p.u.	Courant différentiel en ligne L1
I Diff L2	p.u.	Courant différentiel en ligne L1
I Diff L3	p.u.	Courant différentiel en ligne L1
I Bias	p.u.	Courant de retenue

Remarque: Les valeurs harmoniques de base évaluées des courants de phase d'entrée mesurés aident à la mise en service de la fonction de protection différentielle de ligne. La quantité de référence des valeurs unitaires est le courant nominal de l'entrée de courant.

Caractéristiques techniques

Données techniques	Valeur	Précision
Caractéristique de fonctionnement	2 points de cassure et décision sans retenue	
Ecart de retour	0,95	
Précision		< 2%
Temps de fonctionnement, sans retenue	Env. 20 ms	
Temps de retour, sans retenue	Env. 25 ms	
Temps de fonctionnement, avec retenue	Env. 30 ms	
Temps de retour, avec retenue	Env. 25 ms	

Paramètres de réglage

Paramètre	Désignation	Sélection	Par défaut
Paramètre pour activer la fonction de protection différentielle de ligne :			
DIFF87L_Oper_EPar_	Operation	Off, On	Off
Paramètre pour sélectionner le groupe de connexion des bobines du transformateur en relation primaire-secondaire:			
DIF87L_VGrSec_EPar_	VGroup	Dy1,Dy5,Dy7,Dy11,Dd0,Dd6,Dz0,Dz2,Dz4,Dz6,Dz8,Dz10,Yy0,Yy6,Yd1,Yd5,Yd7,Yd11,Yz1,Yz5,Yz7,Yz11	Dd0

REMARQUE IMPORTANTE : le groupe de vecteurs doit être défini pour le transformateur tel qu'il est vu depuis l'emplacement de la protection.

Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Par défaut
Paramètres pour la compensation du rapport de spires du transformateur et celui des transformateurs de courant:						
DIF87L_TRPr_IPar_	TR local	%*	20	200	1	100
DIF87L_TRSec_IPar_	TR remote	%*	20	200	1	100
Paramètres de la courbe caractéristique en pourcentage:						
Sensibilité de base:						
DIFF87L_f1_IPar_	Base Sensitivity	%***	10	50	1	30
Pente de la seconde section des caractéristiques :						
DIFF87L_f21_IPar_	1st Slope	%**	10	50	1	30
Pente de la troisième section des caractéristiques :						
DIFF87L_f2_IPar_	2nd Slope	%**	50	100	1	70
Limite de biais de la première pente:						
DIFF87L_f2Brk_IPar_	1st Slope Bias Limit	%***	100	400	1	200
Niveau de courant de protection différentielle de ligne non restreint :						
DIFF87L_HS_IPar_	UnRst Diff Current	%	500	1500	1	800
Paramètre de la deuxième retenue harmonique:						
DIF87L_2HRat_IPar_	2nd Harm Ration	%****	5	50	1	15
Paramètre de la cinquième retenue harmonique:						
DIF87L_5HRat_IPar_	5th Harm Ratio	%****	5	50	1	25

* % lié au courant nominal d'entrée

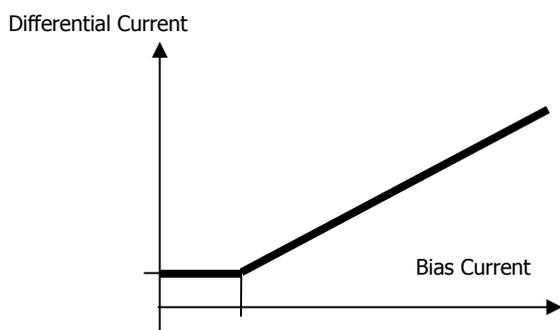
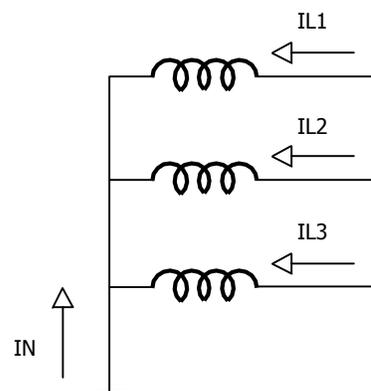
** % lié au courant compensé en amplitude

*** % lié au courant compensé en amplitude

**** % lié à l'harmonique de base du courant de ligne locale

Fonction protection terre restreinte (DIF87N)

La fonction protection terre restreinte est à la base une protection différentielle à basse impédance travaillant à partir de la composante homopolaire du courant. Elle peut être utilisée pour la protection contre les défauts monophasés se produisant du côté du transformateur de puissance dont le neutre est mis à la terre (voir figure ci-contre). La fonction compare le courant mesuré dans le neutre au courant résiduel calculé à partir des courants circulant sur chacune des phases (IL1, IL2, IL3). Elle émet une commande de déclenchement si la différence entre les deux courants est supérieure au seuil de réglage.



Le bloc fonction évalue en permanence la valeur du courant différentiel qu'il compare au seuil de réglage en considérant l'amplitude de courant qui circule sur chacune des phases, selon une caractéristique à pourcentage (voir ci-contre). Cette courbe de fonctionnement tient compte d'un courant de retenu (Biais) qui est la valeur maximale entre le courant circulant sur chacune des trois phases et le courant dans le neutre

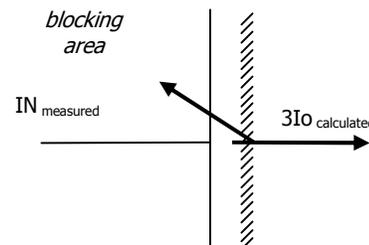
$$\text{Courant Dif.} = IL1\text{Four} + IL2\text{Four} + IL3\text{Four} + IN\text{Four}$$

$$\text{Courant de Pol.} = \text{MAX}(IL1\text{Four}, IL2\text{Four}, IL3\text{Four}, IN\text{Four})$$

Avec : Four = Fourier

Par ailleurs, le bloc protection terre restreinte, compare la direction du courant résiduel circulant dans la connexion de point neutre à celui calculé à partir des courants sur les phases. Dans le cas où la composante homopolaire est faible alors que les courants sur les phases sont élevés, cette caractéristique améliore la stabilité de la protection.

Le principe utilisé par la protection est le suivant : Si l'angle entre le courant résiduel calculé (3Io) et celui mesuré (IN) est supérieur à +/-90° alors la fonction protection terre restreinte peut être bloquée. Pour cela la direction est définie selon le dessin ci-contre.



Une variable logique permet la validation ou non de la vérification de la directionnalité sur le bloc fonction protection terre restreinte. Si cette variable est mise à « 1 » alors le bloc fonction émettra un ordre de déclenchement si le courant différentiel calculé est au-dessus du seuil selon la caractéristique à pourcentage et dans le déphasage entre le courant circulant sur la connexion du point neutre et le courant résiduel calculé par la protection à partir des courants sur les phases.

Les conditions d'activation/désactivation/blocage/directionnalité sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Caractéristique de fonctionnement	2 pentes	
Ecart de retour	0,95	
Précision de fonctionnement		<2%
Temps de fonctionnement	Environ 20 ms	
Temps de retour	Environ 25 ms	

Paramètres de réglage

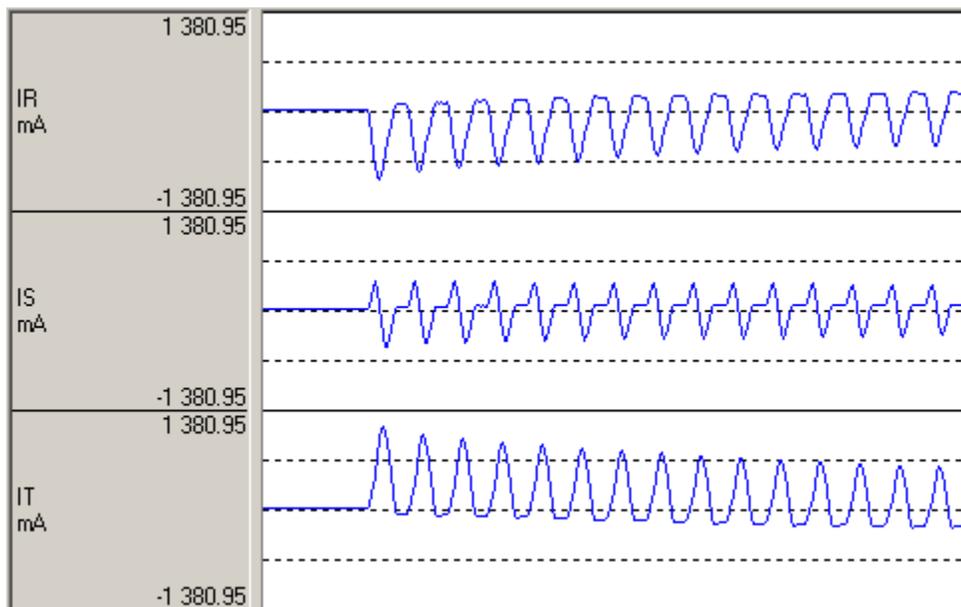
Paramètre	Désignation	Réglage				Default
Activation de la fonction						
DIF87N_Oper_EPar_	Operation	Off, On				On
Activation de la directionnalité						
DIF87N_DirCheck_BPar_	Directional check					True
		Unit	Min	Max	Step	
Compensation des courants						
DIF87N_TRPri_IPar_	Io Primary Match	%	20	500	1	100
DIF87N_TRNeut_IPar_	Neutral Match	%	100	1000	1	500
Seuil différentiel de base						
DIF87N_f1_IPar_	Base Sensitivity	%	10	50	1	30
Pente de la caractéristique de fonctionnement						
DIF87N_f2_IPar_	Slope	%	50	100	1	70
Point de démarrage de la pente						
DIF87N_f2Brk_IPar_	Base Sens Bias Limit	%	100	200	1	125

Fonction détection des courants d'enclenchements (INR68)

Lorsqu'une charge inductive possédant un circuit magnétique (transformateur, réactance, etc.) est mise sous tension, un appel de courant peut être créée. Ceci est du à la saturation asymétrique transitoire du circuit magnétique, assimilé à une charge non-linéaire dans le réseau électrique.

Le circuit magnétique est généralement dimensionné pour garantir une valeur du flux magnétique en dessous de son point de saturation, ainsi les pointes d'enclenchement diminuent lentement.

Celles-ci dépendent également d'autres facteurs aléatoires comme l'instant (angle de phase) de mise sous tension de la charge inductive. Dépendant de la courbe de magnétisation du circuit magnétique, les courants d'appel pointes peuvent atteindre des amplitudes bien supérieures à la valeur crête du courant nominal. La figure ci-dessous présente la forme caractéristique du courant d'enclenchement (d'appel) d'un transformateur triphasé.



En conséquence, les relais à maximum de courant, différentiels ou de distance peuvent démarrer et de par la durée du phénomène générer des ordres de déclenchement intempestifs.

La fonction de détection des courants d'enclenchements permet de faire la distinction entre les surintensités créées par les surcharges ou courts-circuits, et les forts courants lors des enclenchements de charges inductives.

Le principe de fonctionnement de la fonction « détection des courants d'enclenchement » repose sur l'analyse de forme spécifique des courants d'enclenchements. La forme caractéristique d'un courant d'enclenchement est d'avoir une valeur moyenne non nulle sur une ou deux phases comme on peut le constater sur le graphique ci-dessus. Aussi la décomposition en série de Fourier de ces signaux fait ressortir la présence d'harmoniques de rang paire (Rang 2, Rang 4, etc.) caractéristique du courant d'enclenchement d'une charge inductive. La composante de rang 2 étant la plus prédominante à la différence des courants de surcharge ou de court-circuit dans lesquels elle est beaucoup moins présente.

La fonction « détection des courants d'enclenchement » effectue la décomposition en série de Fourier du signal présent sur les entrées ampèremétriques de l'unité « phases ». Un filtre numérique isole l'harmonique de rang 2 sur chacune des 3 phases et le signal fondamental et si le rapport entre l'harmonique de rang 2 et la composante fondamentale est supérieure à la valeur réglée Z^{rd} Harm Ratio réglée sur l'appareil, un signal de détection de courant d'appel est émis.

Ce signal de sortie est actif seulement si la « composante harmonique de base » est au dessus d'une valeur définie par le paramètre *IPh Base Sens* (seuil de mise en route). Ceci afin d'éviter un fonctionnement intempestif dans le cas de mesure de courants de faibles niveaux mais pouvant engendrer des erreurs de mesure importantes.

Cette fonction travaille à partir du courant de chacune des trois phases traitées de manière indépendante l'une de l'autre. Un signal « détection général de courant d'appel » (general inrush detection) est émis si un courant d'enclenchement est détecté sur l'une des trois phases.

La fonction peut être désactivée par une entrée logique associée. Ce signal est le résultat d'une équation logique créé par l'utilisateur avec EUROCAP.

L'utilisation du signal logique de « détection d'enclenchement » peut être utilisé pour bloquer d'autres fonctions du relais de protections et ainsi éviter un déclenchement intempestif.

Certaines fonctions protections utilisent ce signal automatiquement, mais la mise à disposition de la fonction « détection des courants d'enclenchement » à travers un bloc fonctionnel est intéressante d'autres utilisations laissées à l'initiative de l'exploitant.

Caratéristiques techniques

Donnée technique	Plage de réglage	Précision
Fonctionnement	20 ... 2000% of In	±1% of In

Paramètres de réglage

Paramètre	Désignation	Réglage				Par Défaut
Activation de la fonction						
INR2_Op_EPar_	Operation	Off,On				On
		Unité	Min	Max	Pas	
Pourcentage de l'harmonique de rang 2 / composante fondamentale						
INR2_2HRat_IPar_	2nd Harm Ratio	%	5	50	1	15
Seuil de mise en route						
INR2_MinCurr_IPar_	IPh Base Sens	%	20	100	1	30

Fonction maximum de composante inverse de courant (TOC46)

La fonction « maximum de composante inverse de courant » fonctionne dès le franchissement du seuil correspondant réglé sur l'appareil par la composante inverse du courant déterminé à partir des courants circulant sur l'unité ampèremétrique « phases ». Elle émet un signal de fonctionnement à échéance de sa temporisation si le seuil a été franchi par la valeur efficace (RMS) de la composante inverse, durant toute la durée de celle-ci.

La caractéristique de fonctionnement de cette temporisation peut être à temps constant ou à temps dépendant selon les standards IEC et IEEE (norme IEC 60255-151, Edition 1.0 d'Août 2009).

Dans le cas d'une caractéristique de fonctionnement à temps constant (ou indépendant) le fonctionnement du bloc [TOC46] suit une temporisation fixe dès le franchissement du seuil réglé sur l'appareil par la composante inverse du courant, quelle que soit l'amplitude de cette composante.

Les courbes de fonctionnements à temps dépendant associées à la fonction « protection à maximum de courant résiduel temporisé » sont définies par la formule suivante :

$$t(G) = TMS \left[\frac{k}{\left(\frac{G}{G_s}\right)^\alpha - 1} + c \right] \text{ avec } G > G_s$$

où
t(G)(seconds)

k, c

α

G

G_s

TMS

temps de fonctionnement théorique pour une valeur de G constante,
constantes fonctions du type de courbe sélectionnée (en secondes),
coefficient fonction du type de courbe sélectionnée (sans unité),
valeur mesurée, composante fondamentale de la composante inverse du courant(INFour),
valeur de réglage de la courbe,
coefficient multiplicateur de temps (sans dimension).

	IEC ref	Courbes	k _r	c	α
1	A	IEC Inv	0,14	0	0,02
2	B	IEC VeryInv	13,5	0	1
3	C	IEC ExtInv	80	0	2
4		IEC LongInv	120	0	1
5		ANSI Inv	0,0086	0,0185	0,02
6	D	ANSI ModInv	0,0515	0,1140	0,02
7	E	ANSI VeryInv	19,61	0,491	2
8	F	ANSI ExtInv	28,2	0,1217	2
9		ANSI LongInv	0,086	0,185	0,02
10		ANSI LongVeryInv	28,55	0,712	2
11		ANSI LongExtInv	64,07	0,250	2

La fin de la plage de réglage de la courbe à temps dépendant (G_D) est :

$$G_D = 20 * G_s$$

Au déla de cette valeur, le temps de fonctionnement théorique est défini. La courbe à temps inverse est aussi combinée à une temporisation minimale, la valeur de celle-ci est paramétrée par l'utilisateur TOC46_MinDel_TPar_ (Min. Time Delay). Ceci implique que le temps de fonctionnement, au-delà de 20 fois le seuil, est toujours le même.

Les informations logiques disponibles de la fonction « protection à maximum de composante inverse de courant » sont :

- > Un signal de démarrage (franchissement du seuil)
- > Une commande de déclenchement

Une entrée logique permettant le blocage de la fonction « protection à maximum de composante inverse de courant » est également disponible. Les conditions d'activation/désactivation/blocage sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique sous EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Fonctionnement	$10 \leq G_s [\%] \leq 200$	< 2 %
Temps de fonctionnement		$\pm 5\%$ or ± 15 ms, le plus grand des deux
Ecart de retour	0,95	
Temps de retour *		< 2 % or ± 35 ms, le plus grand des deux
Caractéristique à temps dépendant.		
Caractéristique à temps indépendant.	Environ 60 ms	
Insensibilité à la composante apériodique		< 2 %
Temps de détection à 2*Gs	< 40 ms	
Temps de retombée		
Caractéristique à temps dépendant.	25 ms	
Caractéristique à temps indépendant.	45 ms	
Influence de la variation du courant d'entrée sur le temps de fonctionnement (IEC 60255-151)		< 4 %

*Mesuré au niveau du contact

Paramètres de réglage

Paramètre	Désignation	Réglage				Défaut
Caractéristique de fonctionnement						
TOC46_Oper_EPar_	Operation	Off, DefinitTime, IEC Inv, IEC VeryInv, IEC ExtInv, IEC LongInv, ANSI Inv, ANSI ModInv, ANSI VeryInv, ANSI ExtInv, ANSI LongInv, ANSI LongVeryInv, ANSI LongExtInv				Definit Time
		Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Seuil de fonctionnement						
TOC46_StCurr_IPar_	Start Current	%	5	200	1	50
Temporisation minimale de fonctionnement (temps dépendant)						
TOC46_MinDel_TPar_	Min Time Delay*	msec	0	60000	1	100
Temporisation de fonctionnement (temps constant)						
TOC46_DefDel_TPar_	Definite Time Delay**	msec	0	60000	1	100
Temps de retour à l'état de veille (temps dépendant)						
TOC46_Reset_TPar_	Reset Time*	msec	0	60000	1	100
Coefficient multiplicateur de temps (TMS)						
TOC46_Multip_TPar_	Time Multiplier*	msec	100	60000	1	100

*Applicable pour une courbe à temps dépendant

**Applicable pour une courbe à temps constant

Fonction image thermique (TTR49L)

La protection image thermique travaille à partir des courants présents sur les entrées de l'unité « phases ». Les valeurs RMS sont calculées et la température est estimée à partir de la plus forte des trois intensités.

Le calcul de la température est basé sur la résolution d'une équation différentielle thermique. Cette méthode permet d'estimer l'« élévation de température » au dessus de la température ambiante. Par conséquent, la température évaluée est la somme de la température calculée "élévation de température" et de la température ambiante.

Si la température calculée (somme de "élévation de température" et de la température ambiante) est supérieure aux seuils, des signaux d'alarme, de déclenchement et de blocage de nouvel enclenchement sont générés.

Pour un réglage optimal, les valeurs suivantes doivent être mesurées et définies comme paramètres :

- le courant de charge, qui est le courant permanent appliqué pour la mesure,
- la température nominale, qui est la température en régime stable au courant nominal de la charge,
- la température de base, qui est la température ambiante au moment de la mesure
- la constante de temps, qui correspond aux constantes de temps d'échauffement/refroidissement .

A la mise sous tension du relais de protection, le programme permet la définition d'une température de démarrage en tant que température initiale de la valeur calculée. Le paramètre Startup Term est la température initiale supérieure à la température de l'environnement par rapport à la température nominale supérieure à la température de l'environnement.

La température ambiante peut être mesurée à l'aide d'une sonde générant un signal électrique proportionnel à la température. En l'absence de système de mesure de température, la température de l'environnement peut être définie par le paramètre dédié TTR49L_Amb_IPar_ (Température Ambiante). La sélection entre une valeur paramétrée et une valeur mesurée directement est réalisé en paramétrant l'équation logique Booléenne.

L'inconvénient des éléments métalliques (ligne protégée) exposés aux rayons du soleil est qu'ils sont situés en hauteur, par rapport à la température ambiante, ceci sans courant d'échauffement, de plus, ils sont principalement refroidis par le vent et le coefficient de transfert de chaleur est fortement dépendant des effets du vent. Comme les lignes aériennes sont implantées dans des endroits géographiques différents sur des dizaines de kilomètres, les effets des rayons du soleil et du vent ne peuvent être pris en considération de manière sûre. La meilleure approximation est de mesurer la température d'un élément de la ligne sans transit de courant mais exposée de manière identique aux conditions environnementales de la ligne protégée.

L'utilisation d'une protection par image thermique de ligne est une solution appropriée par rapport à une protection de surcharge classique car la protection thermique mémorise l'état de charge précédent de la ligne et les réglages de la protection thermique ne nécessitent pas une grande marge de sécurité entre l'intensité autorisée et le courant thermique autorisé de la ligne. Dans le cas de larges zones de charge et de larges zones de température, cela permet une meilleure surveillance de la température et par conséquence une meilleure capacité de transport de la ligne.

L'équation différentielle de température est la suivante:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{1}{T} \left(\frac{I^2(t)R}{hA} - \Theta \right), \text{ avec pour constante de temps à l'échauffement : } T = \frac{cm}{hA}$$

Dans l'équation différentielle:

I(t) (RMS) courant d'échauffement, valeur efficace changeant à plusieurs reprises;
 R résistance de la ligne;
 c capacité thermique du conducteur;
 m masse du conducteur;
 θ élévation de température au dessus de la température ambiante;
 h coefficient de transfert de chaleur à la surface du conducteur;
 A surface du conducteur;
 t temps.

La solution de l'équation différentielle thermique pour un courant constant est une température fonction du temps (la dérivée mathématique de cette équation est définie dans un document spécifique).

$$\Theta(t) = \frac{I^2 R}{hA} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \Theta_o e^{-\frac{t}{T}}$$

où

Θ_o est la température de départ.

Rappelons le calcul de la température mesurée :

$$\text{Temperature}(t) = \Theta(t) + \text{Temp_ambient}$$

où

Temp_ambient est la température ambiante.

Dans un document séparé, il est signifié que des paramètres mesurables plus facilement peuvent être utilisés en lieu et place de ceux mentionnés ci-dessus. Ainsi, la solution générale de cette équation est :

$$H(t) = \frac{\Theta(t)}{\Theta_n} = \frac{I^2}{I_n^2} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \frac{\Theta_o}{\Theta_n} e^{-\frac{t}{T}}$$

où:

$H(t)$ est le "niveau thermique" de l'objet protégé, il s'agit d'un rapport de la température de référence Θ_n . (C'est une valeur sans dimension mais elle peut être exprimée sous forme de pourcentage.)

Θ_n est la température de référence supérieure à la température de l'environnement, qui peut être mesurée en régime établi et dans le cas d'un courant constant de référence I_n .

I_n est le courant de référence (peut être considéré comme le courant nominal de l'élément). Si la circulation du courant est permanente, alors la température de référence peut être mesurée en régime établi.

$$\frac{\Theta_o}{\Theta_n}$$

est un paramètre de la température de départ ramené à la température de référence

Le module "RMS calculations modul" calcule les valeurs efficaces des courants triphasés individuellement. La fréquence d'échantillonnage du calcul est de 1kHz, toutefois, théoriquement, les composantes de fréquence en dessous de 500 Hz sont prises en considération dans les valeurs RMS. Ce module ne fait pas partie de la fonction image thermique, il appartient à la phase préliminaire.

Le module "Max selection module" sélectionne la valeur maximale des courants triphasés.

Le module "Thermal replica" résout l'équation différentielle de 1^{er} ordre en utilisant une simple méthode pas à pas et compare la température calculée aux valeurs programmées. La sonde de température, valeur proportionnelle à la température ambiante peut être raccordée à une entrée (ce signal est optionnel, et défini par les paramètres de réglages).

La fonction peut être désactivée par un paramètre, ou génère une impulsion de déclenchement si la température calculée dépasse un seuil, ou génère un signal de déclenchement si la valeur calculée dépasse le seuil donné par un paramètre mais l'acquiescement n'est alors possible que si la température redescend en dessous d'une valeur "Unlock temperature".

La fonction de protection par image thermique ligne possède deux entrées logiques. Leurs conditions est définie par l'utilisateur à partir de l'éditeur d'équation logique. Une de ces entrées peut bloquer la fonction image thermique de la protection, l'autre peut réinitialiser la température cumulée et programmer la valeur de la température définie pour les procédures de tests d'échauffement suivants.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Précision
Temps de fonctionnement a $I > 1.2 \cdot I_{trip}$	<3 % or ± 20 ms

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage				Défaut
Mode de fonctionnement						
TTR49L_Oper_EPar_	Operation	Off, Pulsed, Locked				Pulsed
Seuil d'alarme						
		Unité	Min	Max	Pas	
TTR49L_Alm_IPar_	Alarm Temperature	deg	60	200	1	80
Seuil de fonctionnement						
TTR49L_Trip_IPar_	Trip Temperature	deg	60	200	1	100
Température nominale						
TTR49L_Max_IPar_	Rated Temperature	deg	60	200	1	100
Température de base						
TTR49L_Ref_IPar_	Base Temperature	deg	0	40	1	25
Température d'acquiescement						
TTR49L_Unl_IPar_	Unlock Temperature	deg	20	200	1	60
Température ambiante						
TTR49L_Amb_IPar_	Ambient Temperature	deg	0	40	1	25
Température initiale						
TTR49L_Str_IPar	Startup Term	%	0	60	1	0
Courant nominal de charge						
TTR49L_Inom_IPar_	Rated Load Current	%	20	150	1	100
Constante de temps						
TTR49L_pT_IPar_	Time Constant	min	1	999	1	10
Présence d'une sonde de température						
TTR49L_Sens_BPar_	Temperature Sensor	No, Yes				No

Les définitions des paramètres énumérés ci-dessus sont:

- Off la fonction est désactivée; aucun signal de sortie n'est généré;
Pulsed la fonction génère une impulsion de déclenchement si la température calculée dépasse le seuil de déclenchement
Locked la fonction génère un signal de déclenchement si la température calculée dépasse le seuil de déclenchement. Ce signal est acquitté si la température redescend en dessous de la valeur "Unlock temperature".

Fonction maximum de tension à temps constant (TOV59)

La fonction maximum de tension à temps constant mesure les valeurs efficaces vraies (RMS) des tensions présentes sur les entrées de l'unité voltométrique « phases ».

La fonction émet un signal de démarrage individuel pour chacune des trois phases. Un signal général de démarrage est également émis si une des trois tensions mesurées est au-dessus du seuil paramétré dans l'appareil. Un ordre de déclenchement est émis seulement si le seuil est franchi durant toute la temporisation.

La fonction maximum de tension intègre une entrée logique qui inhibe son fonctionnement. Les conditions d'inhibition de la fonction sont définies par l'utilisateur, à l'aide de l'éditeur d'équation logique EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Précision du seuil de fonctionnement		< ± 0,5 %
Précision de la tension d'inhibition		< ± 1,5 %
Temps de retombée		
U< → Un	60 ms	
U< → 0	50 ms	
Précision du temps de fonctionnement		< ± 20 ms
Temps minimal de fonctionnement	50 ms	

Paramètres de réglages

Paramètre	Variable	Réglage				Défaut
Mise en service de de la fonction maximum de tension						
TOV59_Oper_EPar_	Operation	Off, On				On
		Unité	Min	Max	Pas	
Seuil de fonctionnement						
TOV59_StVol_IPar_	Start Voltage	%	30	130	1	63
Signalisation de démarrage						
TOV59_StOnly_BPar_	Start Signal Only					FALSE
Temporisation de fonctionnement						
TOV59_Delay_TPar_	Time Delay	ms	0	60000	1	100

Fonction minimum de tension à temps constant (TUV27)

La fonction minimum de tension à temps constant mesure les valeurs efficaces vraies (RMS) des tensions présentées sur les entrées de l'unité voltmétrique « phases ».

La fonction émet un signal de démarrage individuel pour chacune des trois phases. Un signal général de démarrage est également émis si la tension mesurée est au-dessous du seuil paramétré dans l'appareil et au dessus d'un seuil d'inhibition également réglé dans l'appareil. Un ordre de déclenchement est émis seulement si les conditions sont remplies durant toute la temporisation.

Le critère de détection peut être monophasé, biphasé ou triphasé

La fonction minimum de tension intègre une entrée logique qui inhibe son fonctionnement. Les conditions d'inhibition de la fonction sont définies par l'utilisateur, à l'aide de l'éditeur d'équation logique EUROCAP.

Données techniques

Données techniques		Précision
Précision du seuil de fonctionnement		< ± 0,5 %
Précision de la tension d'inhibition		< ± 1,5 %
Temps de retombée		
U> → Un	50 ms	
U> → 0	40 ms	
Précision du temps de fonctionnement		< ± 20 ms
Temps minimal de fonctionnement	50 ms	

Paramètres de réglages

Paramètre	Variable	Réglage				Défaut
Critère de détection						
TUV27_Oper_EPar_	Operation	Off, 1 out of 3, 2 out of 3, All				1 out of 3
		Unité	Min	Max	Pas	
Seuil de fonctionnement						
TUV27_StVol_IPar_	Start Voltage	%	30	130	1	52
Seuil d'inhibition						
TUV27_BlkVol_IPar_	Block Voltage	%	0	20	1	10
Signalisation de démarrage						
TUV27_StOnly_BPar_	Start Signal Only					FALSE
Temporisation de fonctionnement						
TUV27_Delay_TPar_	Time Delay	ms	0	60000	1	100

Fonction maximum de tension résiduelle (TOV59N)

La fonction maximum de tension résiduelle fonctionne selon une caractéristique à temps constant, en utilisant les valeurs RMS du fondamental de la Transformée de Fourier de la tension résiduelle ($U_N=3U_0$).

La fonction émet un signal de démarrage si la tension résiduelle est au dessus de la valeur réglée dans l'appareil. Elle émet un ordre de déclenchement si le seuil est franchi durant toute la temporisation associée à la fonction.

La fonction minimum de tension intègre une entrée logique qui inhibe son fonctionnement. Les conditions d'inhibition de la fonction sont définies par l'utilisateur, à l'aide de l'éditeur d'équation logique EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Précision sur le seuil	2 – 8 %	< ± 2 %
	8 – 60 %	< ± 1.5 %
Temps de retombée U> → Un U> → 0	60 ms	
	50 ms	
Temps de fonctionnement	50 ms	< ± 20 ms

Paramètres de réglages

Paramètre	Variable	Réglage				Défaut
Mise en service de la fonction						
TOV59N_Oper_EPar_	Operation	Off, On				On
		Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Seuil de fonctionnement						
TOV59N_StVol_IPar_	Start Voltage	%	2	60	1	30
Signalisation de démarrage						
TOV59N_StOnly_BPar_	Start Signal Only					FALSE
Temporisation de fonctionnement						
TOV59N_Delay_TPar_	Time Delay	ms	0	60000	1	100

Fonction réenclencheur automatique (REC79MV)

La fonction de ré-enclencheur automatique réalise jusqu'à quatre cycles de réenclenchement sur les réseaux à moyenne tension. Le temps mort (ouverture/fermeture) peut être défini individuellement pour chaque réenclenchement et séparément pour les défauts à la terre et polyphasés. Tous les cycles de réenclenchement sont triphasés.

Les cycles peuvent être générés par une quelconque des fonctions de protection ou des signaux externes provenant d'entrées logiques.

La fonction de réenclenchement automatique est lancée dès lors qu'à la suite d'un défaut, la fonction de protection génère un ordre de déclenchement et que la fonction est remise à zéro à la suite du passage à zéro de l'intensité ou par la position d'ouverture des contacts auxiliaires du disjoncteur. En accord avec les réglages, chacune de ces deux conditions démarre le comptage du temps mort, à la fin duquel, la fonction réenclencheur génère un ordre de fermeture automatiquement. Si le défaut persiste ou réapparaît, pendant le temps de récupération la fonction de protection détecte à nouveau un dépassement de seuil et le cycle suivant est lancé. Si le défaut persiste toujours à la fin du dernier cycle, la fonction de réenclenchement automatique génère un signal de déclenchement définitif. Si aucun dépassement de seuil n'est détecté pendant le temps de récupération, alors la fonction de réenclenchement automatique est réinitialisée et l'apparition d'un nouveau défaut démarrera la procédure de réenclenchement sur le premier cycle.

Au moment de l'émission d'un ordre de fermeture, le disjoncteur doit être prêt pour cette opération qui est signalée par l'entrée logique "CB Ready". La valeur de réglage prédéfini "CB Supervision time" donne le temps d'attente de la fonction réenclenchement automatique à la fin du temps mort. Si ce signal n'est pas reçu dans ce temps défini, alors la fonction de réenclenchement automatique est terminée.

Fonction du paramétrage des entrées logiques, le bloc de fonction de réenclenchement automatique peut accélérer les commandes d'ouverture de chaque cycle de réenclenchement. Cette fonction nécessite la réalisation d'équations logiques pour générer l'accélération des ordres de déclenchement.

La durée de l'ordre de fermeture dépend d'un paramètre prédéfini "Close command time". Cependant, la commande de fermeture est arrêtée si une des fonctions de protection donne un ordre de déclenchement.

La fonction de réenclenchement automatique peut contrôler jusqu'à quatre cycles de réenclenchement. Dépendants de paramètres prédéfinis "EarthFaults Rec, Cycle" et "PhaseFaults Rec, Cycle", il existe différents modes de fonctionnement, les deux pour les défauts terre et polyphasés :

Disabled	Aucun réenclenchement sélectionné,
1. Enabled	Un seul cycle de réenclenchement automatique activé,
1.2. Enabled	Deux cycles de réenclenchement automatique activés,
1.2.3. Enabled	Trois cycles de réenclenchement automatique activés,
1.2.3.4. Enabled	Tous les cycles de réenclenchement automatique activés.

La fonction peut être commutée Off / On par le paramètre "Operation".

L'utilisateur peut également bloquer la fonction de réenclenchement automatique par l'éditeur d'équation logique. La variable binaire qui doit être programmée est "Block"

Dépendant du paramètre prédéfini "Reclosing started by", la fonction de réenclenchement automatique peut aussi bien être démarrée par la retombée de l'ordre de déclenchement que par un signal indiquant la position d'ouverture du disjoncteur.

Si la retombée de l'ordre de déclenchement est sélectionnée pour démarrer la fonction réenclencheur, alors les conditions sont définies par l'utilisateur en utilisant l'éditeur d'équation logique.

La variable binaire qui doit être programmée est "AutoReclosing Start"

Si la position d'ouverture du disjoncteur est choisie pour démarrer la fonction réenclencheur, alors en complément de la programmation de l'ordre "AutoReclosing Start", les conditions pour la détection de l'état ouvert du disjoncteur sont définies par l'utilisateur par l'utilisation de l'éditeur d'équation logique.

Pour les quatre cycles de réenclenchement, les temps morts peuvent être définis pour les défauts polyphasés et terre. Le compteur de temps mort de chaque cycle de réenclenchement est lancé par un signal de départ mais le démarrage peut être retardé.

Le réenclenchement est possible si les conditions requises par le "synchro-check" sont correctes. Les conditions sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique. La fonction de réenclenchement automatique attend un signal pendant une temporisation préprogrammée. Elle est définie par l'utilisateur. Si le signal "SYNC Release" n'est pas reçu durant cette temporisation, alors le "synchronous switch" est lancé. Si aucun couplage synchrone n'est possible, alors la fonction de réenclenchement automatique est réinitialisée.

Dans le cas d'une commande manuelle de fermeture qui est dépendante de l'entrée logique "Manual Close" en utilisant l'éditeur d'équation logique, un paramètre prédéfini décide pendant combien de temps le réenclencheur automatique devrait être désactivé après la fermeture manuelle.

La fonction de réenclenchement automatique peut être bloquée par une entrée logique. Les conditions sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équations logiques.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Précision
Temps de fonctionnement	±1% ou ±30 ms

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Défaut
Activation de la fonction réenclencheur automatique			
REC79_Op_EPar_	Operation	Off, On	On
Nombre de cycles de réenclenchement suite à un défaut terre			
REC79_EFCycEn_EPar_	EarthFaultRecCycle	Disabled, 1. Enabled, 1.2. Enabled, 1.2.3. Enabled, 1.2.3.4. Enabled	1. Enabled
Nombre de cycles de réenclenchement suite à un défaut polyphasé			
REC79_PhFCycEn_EPar_	PhaseFaultRecCycle	Disabled, 1. Enabled, 1.2. Enabled, 1.2.3. Enabled, 1.2.3.4. Enabled	1. Enabled
Critère d'initialisation du temps mort (retombée signal déclenchement ou position ouverte du disjoncteur)			
REC79_St_EPar_	Reclosing Started by	Trip reset, CB open	Trip reset
		Unité Min Max Pas	
Temps mort pour le 1^{er} cycle de réenclenchement suite à un défaut polyphasé			
REC79_PhDT1_TPar_	1. Dead Time Ph	msec 0 100000	10 500
Temps mort pour le 2^e cycle de réenclenchement suite à un défaut polyphasé			
REC79_PhDT2_TPar_	2. Dead Time Ph	msec 10 100000	10 600
Temps mort pour le 3^e cycle de réenclenchement suite à un défaut polyphasé			
REC79_PhDT3_TPar_	3. Dead Time Ph	msec 10 100000	10 700
Temps mort pour le 4^e cycle de réenclenchement suite à un défaut polyphasé			
REC79_PhDT4_TPar_	4. Dead Time Ph	msec 10 100000	10 800
Temps mort pour le 1^{er} cycle de réenclenchement en cas de défaut terre			
REC79_EFDT1_TPar_	1. Dead Time EF	msec 0 100000	10 1000
Temps mort pour le 2^e cycle de réenclenchement en cas de défaut terre			
REC79_EF DT2_TPar_	2. Dead Time EF	msec 10 100000	10 2000
Temps mort pour le 3^e cycle de réenclenchement en cas de défaut terre			
REC79_EF DT3_TPar_	3. Dead Time EF	msec 10 100000	10 3000
Temps mort pour le 4^e cycle de réenclenchement en cas de défaut terre			
REC79_EF DT4_TPar_	4. Dead Time EF	msec 10 100000	10 4000
Temps de récupération			
REC79_Rec_TPar_	Reclaim Time	msec 100 100000	10 2000
Durée de la commande de fermeture			
REC79_Close_TPar_	Close Command Time	msec 10 10000	10 100
Temps d'attente avant blocage de la fonction réenclencheur			
REC79_DynBlk_TPar_	Dynamic Blocking Time	msec 10 100000	10 1500
Temps de blocage après commande de fermeture manuelle			
REC79_MC_TPar_	Block after Man Close	msec 0 100000	10 1000
Temps d'attente entre le fonctionnement de la protection et le déclenchement			
REC79_Act_TPar_	Action Time	msec 0 20000	10 1000
Temps de limitation d'attente du démarrage de la fonction			
REC79_MaxSt_TPar_	Start Signal Max Time	msec 0 10000	10 1000
Retard de lancement du compteur de temps mort			
REC79_DtDel_TPar_	DeadTime Max Delay	msec 0 100000	10 3000
Temps d'attente réception du signal de position du disjoncteur			
REC79_CBTO_TPar_	CB Supervision Time	msec 10 100000	10 1000
Durée de la commande de fermeture par synchronisation automatique			
REC79_SYN1_TPar_	SynCheck Max Time	msec 500 100000	10 10000
Durée de la commande de fermeture par synchronisation manuelle			
REC79_SYN2_TPar_	SynSW Max Time	msec 500 100000	10 10000

Paramètre	Désignation	Défaut	Commentaire
REC79_CBState_BPar_	CB State Monitoring	0	Valide la surveillance de l'état du disjoncteur
REC79_Acc1_BPar_	Accelerate 1.Trip	0	Accélération du démarrage du 1 ^{er} cycle
REC79_Acc2_BPar_	Accelerate 2.Trip	0	Accélération du démarrage du 2 ^e cycle
REC79_Acc3_BPar_	Accelerate 3.Trip	0	Accélération du démarrage du 3 ^e cycle
REC79_Acc4_BPar_	Accelerate 4.Trip	0	Accélération du démarrage du 4 ^e cycle
REC79_Acc5_BPar_	Accelerate FinTrip	0	Accélération du déclenchement définitif

Fonction déséquilibre de courant (VCB60)

La fonction déséquilibre de courant détecte une asymétrie des courants phases. La méthode utilisée consiste faire la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale des courants circulant sur l'unité ampèremétrique « phases » (valeurs efficaces de la composante fondamentale). Si la différence entre ces deux valeurs est supérieure à une limite fixée, la fonction émet un signal de démarrage. Néanmoins ce signal n'est généré que si le maximum des intensités est compris entre 10% et 150% du courant nominal.

L'estimation de la valeur efficace à partir de la transformée de Fourier est faite pour chacune des phases. Si la différence entre les valeurs maximale et minimale est telle que définie ci-dessus alors le paramètre (Start Current Diff) passe à l'état « 1 ». Le module de logique combinatoire combine l'état des signaux et vérifie la cohérence de l'ensemble des informations et émet un signal de déclenchement. Celui-ci est « transformé » en ordre de déclenchement après une temporisation dans le mesure ou la logique combinatoire du bloc fonction l'autorise.

La fonction peut être désactivée par lors de la programmation de l'appareil ou inhibée à partir d' une entrée logique définie par utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Seuil de fonctionnement à In		< 2 %
Ecart de retour	0.95	
Temps de fonctionnement	70 ms	

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage				Défaut
Activation de la fonction						
VCB60_Oper_EPar_	Operation	Off, On				On
Sélection pour l'ordre de déclenchement						
VCB60_StOnly_BPar_	Start Signal Only	0 pour générer un ordre de déclenchement				0
Différence de courant (phases)						
VCB60_StCurr_IPar_	Start Current Diff	Unité	Min	Max	Pas	
		%	10	90	1	50
Temporisation de fonctionnement						
VCB60_Del_TPar_	Time Delay	msec	100	60000	100	1000

Fonction défaillance disjoncteur (BRF50)

Après l'émission d'un ordre de déclenchement par une fonction de protection, il est attendu que le disjoncteur s'ouvre et que le courant de défaut chute en dessous d'un niveau prédéfini. Si ce n'est pas le cas, alors un ordre de déclenchement complémentaire doit être généré aux disjoncteurs de secours pour éliminer le défaut.

La fonction défaillance disjoncteur peut assurer cette tâche.

Le signal d'activation de la protection défaillance disjoncteur est habituellement l'ordre de déclenchement d'une quelconque fonction de protection relative au disjoncteur concerné. L'utilisateur peut à partir de l'éditeur d'équation logique EUROCAP définir le signal de démarrage, ou si un fonctionnement individuel pour chacune des phases est nécessaire, le signal de démarrage est alors « monophasé ».

Deux temporisations dédiées sont lancées simultanément à l'apparition du signal de démarrage de la fonction défaillance disjoncteur. La première est associée à l'émission d'un ordre de déclenchement de secours, la seconde à la ré-émission de l'ordre initial de déclenchement (ordre pouvant être émis individuellement en cas de déclenchement séparé des phases). Durant l'écoulement de ces deux temporisations, la fonction selon la programmation de l'appareil, surveille les courants, l'état fermé du disjoncteur ou les deux.

Si la fonction défaillance disjoncteur surveille :

- les courants, alors les valeurs des limites de courant doivent être programmées. Les entrées logiques indiquant l'état des pôles du disjoncteur ne sont, dans ce cas, pas prises en considération.
- la position du disjoncteur, alors les entrées logiques indiquant la position des pôles du disjoncteur doivent être programmées selon le besoin à l'aide de l'éditeur d'équation logique. Les limites de courant ne sont pas utilisées.

Si le critère est à la fois le courant et la position du disjoncteur, les limites de courant et les informations relatives à la position du disjoncteur doivent être renseigné dans l'appareil. Le retour à l'état de veille de la fonction défaillance disjoncteur n'aura lieu alors que lorsque tous les éléments relatifs à sa mise en route auront disparu ou auront été remis à zéro.

Si à la fin de la temporisation de secours, les courants ne sont pas descendus sous le seuil programmé (de la fonction 50BF) et/ou que le disjoncteur est toujours en position fermé, alors un ordre de déclenchement de secours est généré.

Si l'utilisateur souhaite qu'un ordre nouvel ordre de déclenchement doit être à nouveau émis au disjoncteur initialement défaillant, alors le paramètre d'activation « Retrip » doit être défini sur "On". Dans ce cas, à la fin de la temporisation associée un nouvel ordre d'ouverture sera émis (éventuellement sur la phase concernée).

La fonction de protection défaillance disjoncteur peut être inhibée lors de sa programmation ou à partir d'une entrée logique. Les conditions étant programmées par l'utilisateur avec l'éditeur d'équation logique dans le logiciel EUROCAP.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Mesure de courant		<2 %
Temps de re-déclenchement	approx. 15 ms	
Précision du temps de fonctionnement BF		± 5 ms
Temps de retombée	20 ms	

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage				Défaut
Sélection du mode de fonctionnement						
BRF50_Oper_EPar_	Operation	Off, Current, Contact, Current/Contact				Current
Activation de l'émission d'un 2nd ordre de déclenchement						
BRF50_ReTr_EPar_	Retrip	Off, On				On
		Unité	Min	Max	Pas	
Seuil courant phase (indiquant une défaillance du disjoncteur)						
BRF50_StCurrPh_IPar_	Start Ph Current	%	20	200	1	30
Seuil courant résiduel (indiquant une défaillance du disjoncteur)						
BRF50_StCurrN_IPar_	Start Res Current	%	10	200	1	20
Temporisation avant envoi d'un 2nd ordre de déclenchement						
BRF50_TrDel_TPar_	Retrip Time Delay	msec	0	10000	1	200
Temporisation avant envoi ordre de déclenchement de secours						
BRF50_BUDEL_TPar_	Backup Time Delay	msec	60	10000	1	300
Durée de l'impulsion de l'ordre de déclenchement						
BRF50_Pul_	Pulse Duration	msec	0	60000	1	100

Fonction logique de déclenchement (TRC94)

Cette logique de déclenchement fonctionne selon les fonctionnalités requises par la norme IEC 61850 pour le "Trip logic logical node". Ce logique de déclenchement est applicable uniquement aux déclenchements triphasés, la sélection de la phase n'étant pas applicable.

La logique de déclenchement reçoit les ordres de déclenchement des différents blocs fonctionnels de l'appareil et les associe aux signaux présents sur les entrées logiques qui en fonction du paramétrage aboutiront les sorties du relais protection.

Les conditions de déclenchement sont programmées par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation logique présent dans EUROCAP. L'intérêt de cette logique de déclenchement est de définir une durée minimale d'impulsion même si les fonctions de protection détectent un défaut de courte durée.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Valeur	Précision
Durée émission ordre de blocage	Setting value	<3 ms

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage				Défaut
Mode de fonctionnement						
TRC94_Oper_EPar_	Operation	Off, On				On
		Unité	Min	Max	Pas	
Durée minimale de l'impulsion						
TRC94_TrPu_TPar_	Min Pulse Duration	msec	50	60000	1	150

Fonction ligne morte (DLD)

La fonction "Détection de ligne morte" génère un signal indiquant l'état sous/hors tension de la ligne sur laquelle la protection est raccordée. Des signaux complémentaires sont générés pour indiquer si les tensions et courants sont au dessus de limites prédéfinies.

Détection de l'état "ligne morte": Les tensions de la ligne ET des courants de la ligne sont en dessous des seuils de détection sur l'appareil.

Détection de l'état "ligne sous tension": Les tensions de la ligne sont supérieures aux valeurs de tensions réglées.

Caractéristiques techniques

Fonction	Valeur	Précision
Seuils de fonctionnement		1%
Temporisations de fonctionnement	<20ms	
Ecart de retour	0.95	

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Seuils de détection (tension/courant)						
DLD_ULev_IPar_	Min. Operate Voltage	%	10	100	1	60
DLD_ILev_IPar_	Min. Operate Current	%	2	100	1	10

Fonction contrôle et commande du disjoncteur (CB1Pol)

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du disjoncteur » est destiné à gérer et à contrôler le disjoncteur associé à la protection et à la mise en place d'écrans dynamiques sur l'afficheur graphique de l'appareil.

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du disjoncteur » reçoit soit les commandes à distance depuis le système de supervision (SCADA) soit les commandes locales depuis l'interface graphique (LCD) du relais. Il vérifie les éventuelles interdictions/interverrouillages et transmet selon ceux-ci la commande au disjoncteur. En retour, il analyse les états des signaux issus du disjoncteur et mettra à jour l'afficheur LCD local et transmettra les informations de position au SCADA.

Fonctions principales du bloc fonctionnel :

- Activation – désactivation du mode de fonctionnement Local (Affichage LCD) et à distance (SCADA).
- Intégration des signalisations des commandes du bloc fonctionnel « synchrocheck » au fonctionnement du bloc [CB1Pol].
- Définition des interverrouillages avec les entrées "EnaOff" (autorisation de déclenchement) et "EnaOn" (autorisation d'enclenchement) accessibles dans l'éditeur d'équation graphique dans EUROCAP.
- Paramétrage des conditions d'inhibition temporaire du fonctionnement du bloc [CB1Pol] à l'aide de l'éditeur d'équation graphique.
- Compatibilité avec la norme IEC 61-850 pour les modèles de contrôle du disjoncteur.
- Réalisation de toutes les tâches temporisées :
 - Temps maximum pour l'exécution d'une commande
 - Durée de l'impulsion
 - Filtrage des états intermédiaires du disjoncteur
 - Vérification du synchrocheck
 - Contrôle des étapes individuelles d'une commande manuelle
- Emission d'un ordre de fermeture ou d'ouverture au disjoncteur (Pour être associées aux commandes d'ouverture des blocs fonctionnels de protection et à l'ordre de fermeture du réenclencheur, celles-ci donnent directement les ordres au disjoncteur). La combinaison est réalisée de manière graphique à l'aide de l'éditeur d'équation.
- Compteur de manœuvres
- Journal des événements

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du disjoncteur » est pourvu d'entrées logiques. Les conditions de fonctionnement sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation graphique. Les signaux de contrôle du disjoncteur sont accessibles dans la liste d'états des entrées logiques.

Caractéristiques techniques

Donnée technique	Précision
Incertitude sur le temps de fonctionnement	±5% ou ±15 ms, le plus grand des deux

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Défaut
Mode de contrôle du disjoncteur (en accord avec l'IEC 61850)			
CB1Pol_ctlMod_EPar_	ControlModel*	Direct normal, Direct enhanced, SBO enhanced	Direct normal
Commentaire			
CB1Pol_DisOverR_BPar_	Forced check	<i>Si vrai, alors la fonction "check" (contrôle) ne peut être négligée par l'attribut "check" définie dans l'IEC 61-850</i>	

*Mode de contrôle

- Direct normal: Emission d'une simple commande simple
- Direct enhanced: Emission d'une commande avec contrôle de l'état et contrôle de la commande
- SBO enhanced: Sélection avant émission avec contrôle de l'état et contrôle de la commande

Paramètres de réglages (suite)

Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Temps avant signalisation de l'échec de fonctionnement						
CB1Pol_TimOut_TPar_	Max.Operating time	msec	10	1000	1	200
Durée des impulsions "On" ou "Off"						
CB1Pol_Pulse_TPar_	Pulse length	msec	50	500	1	100
Temps d'attente avant report de la position intermédiaire						
CB1Pol_MidPos_TPar_	Max.Intermediate time	msec	20	30000	1	100
Temps d'attente de l'état stable de synchronisation. A échéance de cette temporisation la procédure de synchroswitch initialisée (voir la description du bloc fonctionnel dans document séparé)..						
CB1Pol_SynTimOut_TPar_	Max.SynChk time	msec	10	5000	1	1000
Temps d'attente de l'impulsion de synchroswitch (voir la description du bloc fonctionnel dans document séparé). Après ce temps, la fonction est initialisée, aucun basculement possible.						
CB1Pol_SynSWTimOut_TPar_	Max.SynSW time*	msec	0	60000	1	0
Temps d'attente entre la sélection d'un objet et le passage d'une commande. A échéance du Timeout, aucune commande n'est envoyée.						
CB1Pol_SBOTimeout_TPar_	SBO Timeout	msec	1000	20000	1	5000

* Si le paramètre est défini à 0 alors la sortie "StartSW" est désactivée

Variables d'états internes et « canal » de commande

Pour générer un schéma actif sur l'affichage LCD, il existe des variables d'états internes indiquant l'état du disjoncteur. Différents symboles graphiques peuvent être attribués à ces valeurs (voir chapitre 3.2 du document « EuroCAP configuration tool »).

Variable d'état	Désignation	Commentaire
CB1Pol_stVal_Ist_	Etat	0: Intermédiaire 1: Off 2: On 3: Inconnu
Variable de commande		
CB1Pol_Oper_Con_	Fonctionnement	On/Off

En utilisant ce « canal », les boutons poussoirs en façade du relais de protection peuvent être associés à la fermeture ou l'ouverture du disjoncteur.

Fonction contrôle et commande du sectionneur (DisConn)

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du sectionneur » est destiné à gérer et à contrôler le sectionneur d'aiguillage ou de couplage associés à la protection et à la mise en place d'écrans dynamiques sur l'afficheur graphique de l'appareil.

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du sectionneur » reçoit soit les commandes à distance depuis le système de supervision (SCADA) soit les commandes locales depuis l'interface graphique (LCD) du relais. Il vérifie les éventuelles interdictions/interverrouillages et transmet selon ceux-ci la commande au sectionneur. En retour, il analyse les états des signaux issus du disjoncteur et mettra à jour l'afficheur LCD local et transmettra les informations de position au SCADA.

Fonctions principales du bloc fonctionnel :

- Activation – désactivation du mode de fonctionnement Local (Affichage LCD) et à distance (SCADA).
- Définition des interverrouillages avec les entrées "EnaOff" (autorisation de déclenchement) et "EnaOn" (autorisation d'enclenchement) accessibles dans l'éditeur d'équation graphique dans EUROCAP.
- Paramétrage des conditions d'inhibition temporaire du fonctionnement du bloc [DisConn] à l'aide de l'éditeur d'équation graphique.
- Compatibilité avec la norme IEC 61-850 pour les modèles de contrôle du disjoncteur.
- Réalisation de toutes les tâches temporisées :
 - Temps maximum pour l'exécution d'une commande
 - Durée de l'impulsion
 - Filtrage des états intermédiaires du disjoncteur
 - Contrôle des étapes individuelles d'une commande manuelle
- Emission d'un ordre de fermeture ou d'ouverture au sectionneur
- Compteur de manœuvres
- Journal des événements

Le bloc fonctionnel « contrôle et commande du sectionneur » est pourvu d'entrées logiques. Les conditions de fonctionnement sont définies par l'utilisateur à l'aide de l'éditeur d'équation graphique. Les signaux de contrôle du sectionneur sont accessibles dans la liste d'états des entrées logiques.

Caractéristiques techniques

Fonction	Précision
Incertitude sur le temps de fonctionnement	±5% ou ±15 ms, le plus grand des deux

Paramètres de réglages

Paramètre	Désignation	Réglage	Défaut
Mode de contrôle du sectionneur (en accord avec l'IEC 61850)			
DisConn_ctlMod_EPar_	ControlModel*	Direct normal, Direct enhanced, SBO enhanced	Direct normal
Type d'appareillage			
DisConn_SwTyp_EPar_	Type of Switch	N/A, Load break, Disconnector, Earthing Switch, HS Earthing Switch	Disconnector
Commentaire			
DisConn_DisOverR_BPar_	Forced check	<i>Si vrai, alors la fonction "check" (contrôle) ne peut être négligée par l'attribut "check" définie dans l'IEC 61-850</i>	

*Mode de contrôle

- Direct normal: Emission d'une simple commande simple
- Direct enhanced: Emission d'une commande avec contrôle de l'état et contrôle de la commande
- SBO enhanced: Sélection avant émission avec contrôle de l'état et contrôle de la commande

Paramètres de réglages (suite)

Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Temps avant signalisation de l'échec de fonctionnement						
DisConn_TimOut_TPar_	Max.Operating time	msec	10	20000	1	1000
Durée des impulsions "On" ou "Off"						
DisConn_Pulse_TPar_	Pulse length	msec	50	30000	1	100
Temps d'attente avant report de la position intermédiaire						
DisConn_MidPos_TPar_	Max.Intermediate time	msec	20	30000	1	100
Temps d'attente entre la sélection d'un objet et le passage d'une commande. A échéance du Timeout, aucune commande n'est envoyée.						
DisConn_SBOTimeout_TPar_	SBO Timeout	msec	1000	20000	1	5000

Variables d'états internes et canal de commande

Pour générer un schéma actif sur l'affichage LCD, il existe des variables d'états internes indiquant l'état du sectionneur. Différents symboles graphiques peuvent être attribués à ces valeurs (voir chapitre 3.2 du document "EuroCAP configuration tool").

Variable d'état	Désignation	Commentaire
DisConn_l_stVal_Ist_	Etat	0: Intermédiaire 1: Off 2: On 3: Inconnu
Variable de commande		
DisConn_Oper_Con_	Fonctionnement	On Off

En utilisant ce « canal », les boutons poussoirs en façade du relais de protection peuvent être associés à la fermeture ou l'ouverture du sectionneur.

Fonction mesure au fil de l'eau (MXU)

Les valeurs d'entrées du relais de la gamme Protecta sont les signaux secondaires des transformateurs de tensions et de courants.

Ces signaux sont pré-traités par les blocs de fonctions "Unité voltmétrique" et "Unité ampèremétrique". Ces blocs de fonction sont décrits dans des documents séparés. Les valeurs pré-traitées incluent les valeurs efficaces et phase des composantes harmoniques de la Transformée de Fourier. En complément, c'est dans ces blocs de fonctions que les paramètres concernant les rapports de transformation des transformateurs de tension et de courant sont paramétrés.

Basée sur les valeurs pré-traitées et sur caractéristiques des transformateurs de mesure, le bloc de fonction "Line measurement" calcule - dépendant de la configuration matérielle et logicielle - les valeurs primaires RMS des tensions et des courants et par calculs complémentaires les puissances actives et réactives, composantes symétriques des tensions et courant. Ces valeurs sont disponibles comme données primaires et peut être visualisées sur l'afficheur LDC du relais ou sur l'interface utilisateur de connexion à distance des ordinateurs connectés et sont disponibles pour le système SCADA utilisant le protocole de communication associé.

Il est usuel que les systèmes SCADA échantillonnent les mesures et les valeurs calculées à une fréquence régulière et en complément, ils reçoivent des valeurs changées et sont archivés dès l'instant où un changement significatif est détecté dans le système primaire. Le bloc de fonction "Mesure au fil de l'eau" est en mesure de stocker les événements pour le système SCADA.

Les **entrées** de la fonction de mesure de ligne sont:

- Les composantes de la Transformée de Fourier et les valeurs efficaces vraies des tensions et courants,
- La mesure de fréquence,
- Les paramètres.

Les **sorties** de la fonction de mesure de ligne sont

- Affichage des valeurs mesurées,
- Stockage d'événements pour le système SCADA.

NOTE: Les valeurs affichées et mise à l'échelle sont fonctions des paramètres de réglages pour "Entrées Transformateurs de Tensions" et pour "Entrées Transformateurs de Courants".

Valeurs mesurées

Les **valeurs mesurées** de la fonction de mesure de ligne dépendent de la configuration matérielle. Par exemple, le tableau suivant montre la liste des valeurs mesurées disponibles dans le cas d'un réseau à neutre mis à la terre.

Valeur mesurée	Explication
MXU_P_OLM_	Puissance active – P
MXU_Q_OLM_	Puissance réactive – Q
MXU_S_OLM_	Puissance apparente – S
MXU_I1_OLM_	Intensité L1
MXU_I2_OLM_	Intensité L2
MXU_I3_OLM_	Intensité L3
MXU_U1_OLM_	Tension L1
MXU_U2_OLM_	Tension L2
MXU_U3_OLM_	Tension L3
MXU_U12_OLM_	Tension L12
MXU_U23_OLM_	Tension L23
MXU_U31_OLM_	Tension L31
MXU_f_OLM_	Fréquence

Un autre exemple est présenté à la figure 8, où les valeurs mesurées disponibles sont présentés en temps réel, dans le cas d'un réseau à neutre compensé.

[-] Line measurement		
Active Power - P	17967.19	kW
Reactive Power - Q	10414.57	kVAr
Current L1	97	A
Current L2	97	A
Current L3	97	A
Voltage L12	120.0	kV
Voltage L23	120.0	kV
Voltage L31	120.0	kV
Residual Voltage	0.0	kV
Frequency	50.00	Hz

Les données disponibles sont décrites dans les documents de description de la configuration.

Transmettre les valeurs mesurées et les évènements

Pour la transmission de données, des informations complémentaires sont nécessaires, lesquelles sont définies dans les paramètres de réglages. Par exemple, dans le cas d'un réseau à neutre mis à la terre, les informations suivantes sont disponibles:

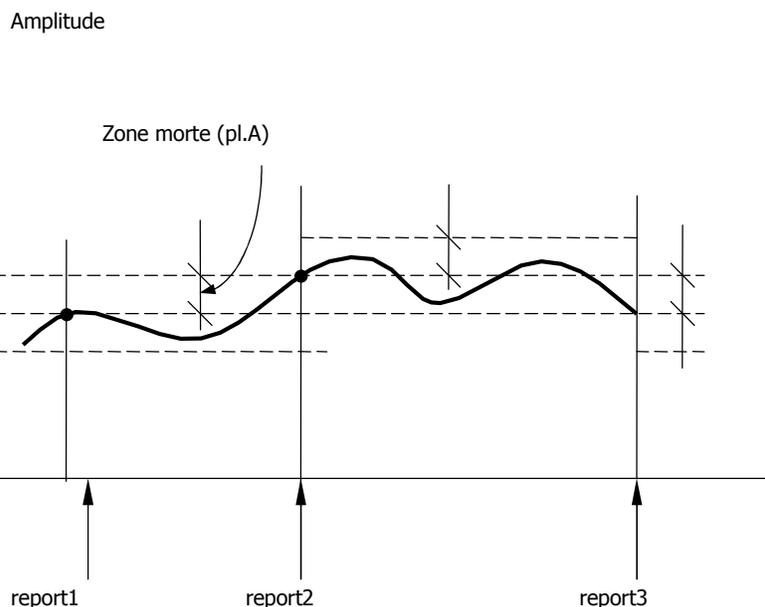
Nom du paramètre	Intitulé	Plage de sélection	Défaut
Critère de mesure de puissance active			
MXU_PRepMode_EPar_	Operation ActivePower	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude
Critère de mesure de puissance réactive			
MXU_QRepMode_EPar_	Operation ActivePower	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude
Critère de mesure de puissance apparente			
MXU_SRepMode_EPar_	Operation ApparPower	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude
Critère de mesure de l'intensité			
MXU_IRepMode_EPar_	Operation Current	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude
Critère de mesure de la tension			
MXU_URepMode_EPar_	Operation Voltage	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude
Critère de mesure de la fréquence			
MXU_fRepMode_EPar_	Operation Frequency	Off, Amplitude,Integrated	Amplitude

La sélection du type d'affichage des valeurs mesurées est expliquée dans les figures suivantes.

Diffusion de l'information en mode "Amplitude"

Si le mode "Amplitude" est sélectionné pour la diffusion d'informations, une diffusion est générée si la valeur mesurée sort de la zone morte autour de la précédente valeur diffusée. Par exemple, la figure ci-après montre que le courant devient plus grand que la valeur diffusée au "Report 1" PLUS la valeur de la bande morte entraînant ainsi le résultat "Report 2".

Pour ce mode de fonctionnement, les paramètres de la zone morte sont indiqués dans le tableau suivant. La dynamique des paramètres indiquée dans le tableau est nécessaire pour évaluer les mesures hors plages.

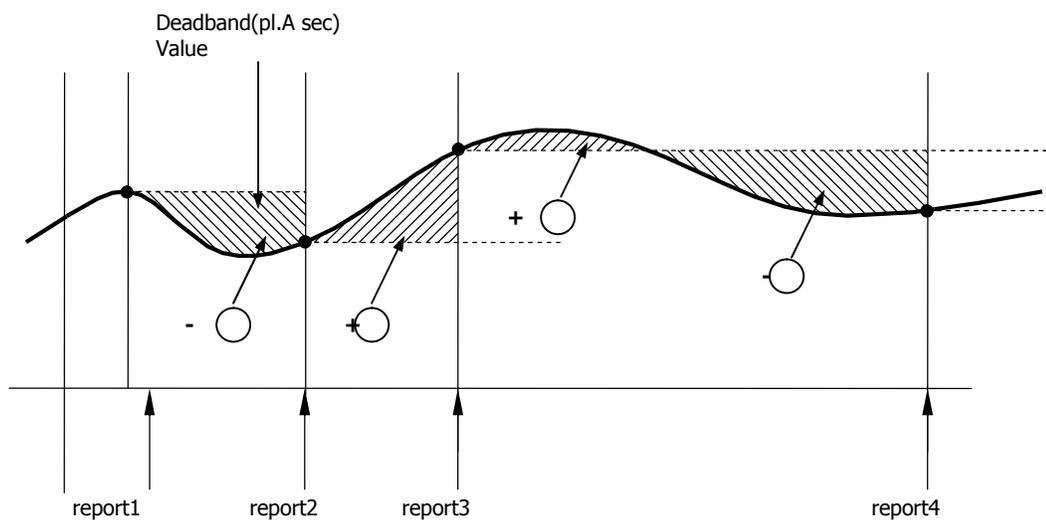


Paramètre	Variable	Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Valeur de bande morte pour la puissance active						
MXU_PDeadB_FPar_	Deadband value - P	MW	0.1	100000	0.01	10
Valeur de plage de la puissance active						
MXU_PRange_FPar_	Range value - P	MW	1	100000	0.01	500
Valeur de bande morte pour la puissance réactive						
MXU_QDeadB_FPar_	Deadband value - Q	MVAr	0.1	100000	0.01	10
Valeur de plage de la puissance réactive						
MXU_QRange_FPar_	Range value - Q	MVAr	1	100000	0.01	500
Valeur de bande morte pour la puissance apparente						
MXU_SDeadB_FPar_	Deadband value - S	MVA	0.1	100000	0.01	10
Valeur de plage de la puissance apparente						
MXU_SRange_FPar_	Range value - S	MVA	1	100000	0.01	500
Valeur de la bande morte pour l'intensité						
MXU_IDeadB_FPar_	Deadband value - I	A	1	2000	1	10
Valeur de la plage d'intensité						
MXU_IRange_FPar_	Range value - I	A	1	5000	1	500
Valeur de la bande morte pour la tension phase-neutre						
MXU_UPhDeadB_FPar_	Deadband value – U ph-N	kV	0.1	100	0.01	1
Valeur de plage de la tension phase-neutre						
MXU_UPhRange_FPar_	Range value – U ph-N	kV	1	1000	0.1	231
Valeur de la bande morte pour la tension phase-phase						
MXU_UPPDeadB_FPar_	Deadband value – U ph-ph	kV	0.1	100	0.01	1
Valeur de plage de la tension phase-phase						
MXU_UPPRange_FPar_	Range value – U ph-ph	kV	1	1000	0.1	400
Valeur de la bande morte pour la fréquence						
MXU_fDeadB_FPar_	Deadband value - f	Hz	0.01	1	0.01	0.02
Valeur de la plage de la fréquence						
MXU_fRange_FPar_	Range value - f	Hz	0.05	10	0.01	5

Diffusion de l'information en mode "Intégral"

Si le mode "Integral" est sélectionné, un rapport est généré si le temps d'intégration de la valeur mesurée depuis le précédent rapport devient plus grand dans la direction positive ou négative alors la zone morte*1sec. Sur l'exemple graphique suivant montre que l'intégration du courant dans le temps devient plus important que la zone morte multipliée par 1sec, ceci entraîne le report 2.

Integrated



Archivage périodique des valeurs

L'archivage périodique des valeurs est généré indépendamment des variations de valeurs lorsque le temps d'échantillonnage est terminé. Les paramètres requis sont définis dans le tableau 130.

Paramètre	Variable	Unité	Min	Max	Pas	Défaut
Temps d'acquisition de la puissance active						
MXU_PIntPer_IPar_	Report period P	sec	0	3600	1	0
Temps d'acquisition de la puissance réactive						
MXU_QIntPer_IPar_	Report period Q	sec	0	3600	1	0
Temps d'acquisition de la puissance apparente						
MXU_SIntPer_IPar_	Report period S	sec	0	3600	1	0
Temps d'acquisition de la tension						
MXU_UIntPer_IPar_	Report period U	sec	0	3600	1	0
Temps d'acquisition de l'intensité						
MXU_IIntPer_IPar_	Report period I	sec	0	3600	1	0
Temps d'acquisition de la fréquence						
MXU_fIntPer_IPar_	Report period f	sec	0	3600	1	0

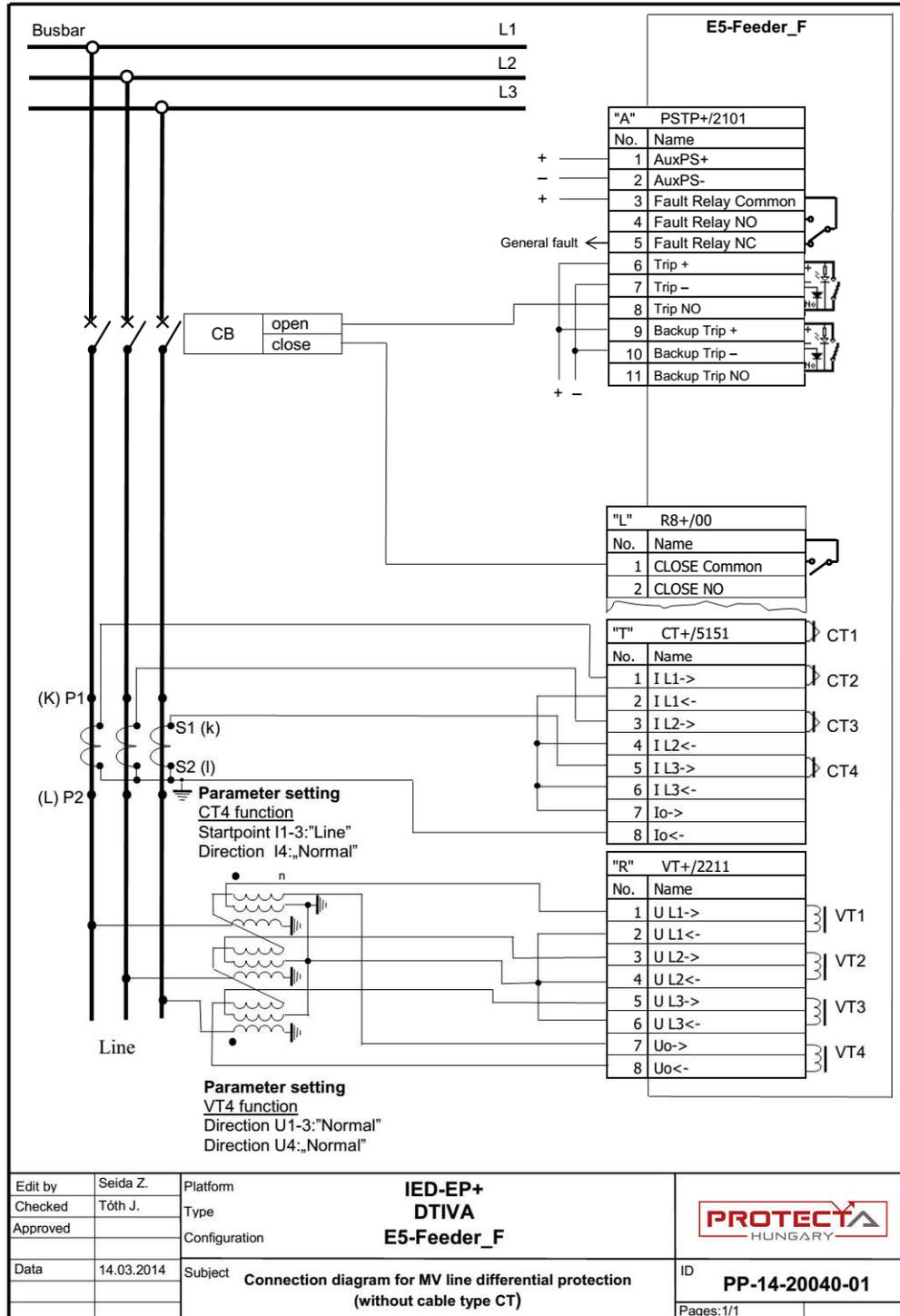
Si le temps d'acquisition est défini à 0, alors aucun archivage de valeur n'est réalisé.

Tous les reports de valeurs peuvent être désactivés pour une mesure particulière si le mode de report est défini sur "Off".

Caractéristiques techniques

Données techniques		Précision
Mesure de courant		
	Avec modules CT/5151 oi CT/5102	
	0,2 In – 0,5 In	±2%, ±1 digit
	0,5 In – 20 In	±1%, ±1 digit
	Avec module CT/1500	
	0,03 In – 2 In	±0,5%, ±1 digit
Mesure de tension	5 – 150% of Un	±0.5% of Un, ±1 digit
Mesure de puissance	I>5% In	±3%, ±1 digit
Mesure de fréquence	U>3.5%Un 45Hz – 55Hz	2mHz

SCHEMAS DE RACCORDEMENT DU RELAIS



Edit by	Seida Z.	Platform	IED-EP+
Checked	Tóth J.	Type	DTIVA
Approved		Configuration	E5-Feeder_F
Data	14.03.2014	Subject	Connection diagram for MV line differential protection (without cable type CT)



ID	PP-14-20040-01
Pages:	1/1

