



TRIM 3

SYSTEME DE LIMITATION DU COURANT D'APPEL

Le système **TRIM3** assure la limitation des courants d'enclenchement des transformateurs de puissance. Ce système entièrement numérique complète la gamme de protections numériques de dernière génération de la série **PROTECTA** proposée par **MICROENER**.

On trouve ces systèmes plus particulièrement dans les applications suivantes :

- **Gestion complète de la mise sous tension des transformateurs de puissance à deux ou trois enroulements**



Le courant d'enclenchement des transformateurs de puissance est la conséquence de la saturation transitoire de son circuit magnétique suite à la mise sous tension du transformateur. La variation de flux créée par cet évènement dépend de l'instant de mise sous tension du transformateur et du flux rémanent. Ces éléments peuvent donc entraîner une saturation du circuit magnétique du transformateur.

Par ailleurs, la valeur du flux rémanent dépend des conditions d'ouverture précédentes du disjoncteur alimentant le transformateur.

La saturation du circuit magnétique entraîne l'apparition de courants harmoniques et implique un courant résultant dont la valeur crête peut valoir plusieurs fois celle du courant crête « nominal ». Ces valeurs élevées provoquent des efforts électrodynamiques sur les bobinages du primaire et des surcharges thermiques qui réduisent la durée de vie du transformateur, aboutissant alors, à des défaillances internes.

Le système **TRIM3** (**TR**ansformer **In**rush current **M**inimizer), proposé par **MICROENER**, est destiné à réduire l'amplitude de ces courants d'enclenchement.

Principe de fonctionnement - Application

Le **TRIM3** limite le courant d'appel de tous types de transformateurs triphasés (ou monophasés), en appliquant l'enclenchement contrôlé. En effet, la commande d'enclenchement du disjoncteur d'alimentation du transformateur est synchronisée avec les valeurs instantanées de la tension d'alimentation. Le temps approprié de fermeture du disjoncteur est déterminé à l'aide des valeurs de tension, échantillonnées pendant la précédente d'ouverture du disjoncteur. Sur la base de ces valeurs, le flux rémanent est calculé et détermine le meilleur instant de fermeture.

L'appareil est prévu pour être associé indifféremment à des disjoncteurs tripolaires ou unipolaires.

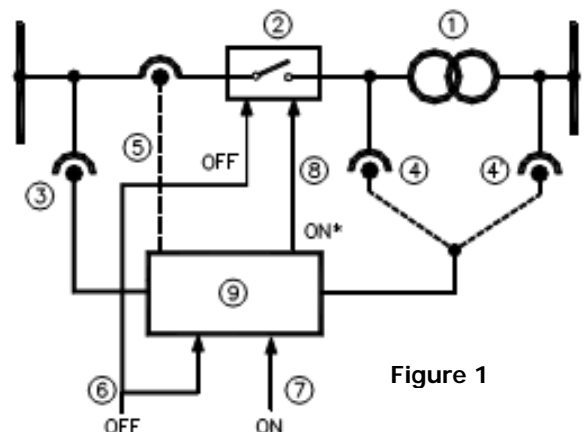


Figure 1

Le système **TRIM3**, matérialisé par le repère (9) sur la figure 1, limite le courant d'appel du transformateur (monophasé ou triphasé) (1) par l'envoi d'une commande d'enclenchement synchronisée au disjoncteur (2). L'instant de fermeture du disjoncteur est synchronisé sur le passage à zéro (depuis l'alternance positive) du signal fourni par le TP (3) monté en amont du disjoncteur. Pour déterminer l'instant approprié de fermeture du disjoncteur, les valeurs de « flux rémanents » dans le noyau magnétique du transformateur sont nécessaires. Ces flux sont déterminés par l'intégration de la tension issue des TP (4), qui peuvent être montés au primaire ou au secondaire (ou tertiaire) du transformateur. Ce réducteur mesure la tension amortie après « déconnexion » du transformateur par la commande OFF (6). Lorsque la tension mesurée sur le transformateur s'amortit à zéro, les valeurs calculées de flux résiduels sont mémorisées dans l'appareil pour la gestion de la prochaine fermeture.

L'instant idéal de fermeture du disjoncteur (tripolaire ou unipolaire) est calculé dans le but qu'après l'envoi d'une commande de fermeture, la fonction flux-temps puisse rester stable. Dans cette condition, le flux ne peut pas atteindre la valeur de saturation, et réduire ainsi au maximum l'amplitude du courant d'appel.

Si l'entrée (7) de l'appareil est active (précommande de fermeture), la sortie (8) délivre alors la commande individuelle ou commune synchronisée ON* aux pôles du disjoncteur.

La mesure des signaux de courant par le TC (5) est une option, elle n'est pas nécessaire au fonctionnement de l'algorithme principal de l'appareil. Toutefois, lors de la mise en tension du transformateur, le courant crête est affiché permettant ainsi de vérifier l'influence du **TRIM3**.

Les détails du principe de fonctionnement sont décrits dans le document (en langue anglaise) intitulé « *Numerical transformer inrush current minimizer, Principle of the operation* ». Ce document est disponible sur demande auprès de notre service commercial.

Fonctionnement et utilisation

L'appareil détermine le temps de fermeture idéal avec une grande précision (la milliseconde). La commande de fermeture du disjoncteur est initialisée en prenant également en considération le temps de fonctionnement de celui-ci, afin de le vérifier avec le temps calculé. Si l'écart entre ces deux temps (calculé et fonctionnement du DJ) est trop élevé, alors l'efficacité du **TRIM3** est faible. Afin d'optimiser son apport, il est nécessaire que l'écart entre les deux temps de fermeture se situe dans la fourchette de ± 2 ms.

Si l'appareil est utilisé avec un disjoncteur triphasé à commandes tripolaires. L'efficacité du **TRIM3** est élevée. Pratiquement aucun effet transitoire n'est généré ; l'état stable peut être trouvé sans transitoires importants. Dans ce cas, pratiquement aucun courant d'appel n'est généré.

Si l'appareil est utilisé avec un disjoncteur triphasé à commande unipolaire et dont mécaniquement chaque pôle est retardé l'un par rapport à l'autre, le courant d'appel est réduit à une valeur inférieure à la valeur crête du courant nominal du transformateur. Un retard mécanique devrait être défini en millisecondes lors du paramétrage de l'appareil (par exemple 5-0-5 ms, 0-6.66-3.33 ms ou 0-0-0 ms).

Le courant d'enclenchement des transformateurs varie avec leur couplage. C'est la raison pour laquelle, l'algorithme du **TRIM3** détermine automatiquement le temps optimal de fermeture du disjoncteur en fonction du couplage du transformateur.

Paramètre	Désignation	Réglage	Réglage par Défaut
Trim_Oper_EPar_	Choix du mode de fonctionnement	Off, On, ByPass, Off	Off
Trim_VGroup_EPar_	Couplage du transformateur (vu du primaire ou côté interrompu)	Yd1,Yd5,Yd7,Yd11,Yy0,Yy6,Dy1,Dy5,Dy7,Dy11,Dd0,Dd6	Yd11
Trim_LagType_EPar_	Type de décalage ou retard*	SinglePole, Lag-0-0-0 Lag-3-0-3, Lag-5-0-5	SinglePole
Trim_SecSide_EPar_	Emplacement des TP qui mesure la tension transfo.	Primary, Secondary *	Primary

* le transformateur est supposé activé du côté primaire

Mesures analogiques

Le système **TRIM3** est équipé des unités de mesure suivantes:

Signaux d'entrée	Explication
VsL1, VsL2, VsL3	Tension en amont du disjoncteur
VtrL1, VtrL2, VtrL3	Tension en amont du transformateur
IL1, IL2, IL3	Courant traversant le transformateur

La tension en amont du disjoncteur est supposée être la « source » d'alimentation du transformateur. Le passage à zéro, en valeur positive, de la tension de la phase L1 est pris comme référence de temps pour déterminer l'instant de fermeture du disjoncteur.

La tension en amont du transformateur est mesurée par un TP connecté en permanence au transformateur de puissance, même lorsque le disjoncteur d'alimentation de celui-ci est en position ouvert. Ce TP doit être installé au plus proche du transformateur soit côté primaire soit côté secondaire. En fonction du couplage du transformateur, l'algorithme du **TRIM3** détermine les tensions des enroulements.

La mesure du courant traversant le transformateur n'est pas utilisée par l'algorithme principal de fonctionnement. Il est toutefois enregistré afin de vérifier l'efficacité du système.

Dans certaines applications, les tensions nominales du transformateur ne correspondent pas exactement à la tension nominale des TP. Dans ces cas, des facteurs de correction permettent, lors de la programmation de l'appareil, de rattraper l'écart entre ces deux paramètres.

Le tableau ci-dessous indique les dynamique de mesure du **TRIM3**.

Fonction	Dynamique de mesure	Précision
Dynamique de mesure de l'unité ampèremétrique	20 – 2000% de I_n	$\pm 1\%$ de I_n
Dynamique de mesure de l'unité voltmétrique	2-110 % de U_n	$\pm 1\%$ de U_n
Fonctionnement pour un contrôle unipolaire	± 2 ms temps du Disj.	Icrête < 0.5x I_{n_peak}
Fonctionnement pour Contrôle tripolaire	± 2 ms temps du Disj.	Icrête < I_{n_peak}

Mesures numériques

Le système **TRIM3** effectue et indique les mesures suivantes:

Valeur mesurée	Désignation	Commentaire
Trim_CBTime_OLM_	Last CBClose	Temps de fonctionnement du disjoncteur mesuré lors de la dernière commande d'enclenchement*
Trim_LastInr_OLM_	Last Inrush	Crête de courant maximum mesuré lors la dernière commande d'enclenchement**
Trim_UTA_OLM_	US Winding A	Tension d'enroulement calculée sur la phase A, sur la base de la tension composée du côté « alimentation »
Trim_UTB_OLM_	US Winding B	Tension d'enroulement calculée sur la phase B, sur la base de la tension composée du côté « alimentation »
Trim_UTC_OLM_	US Winding C	Tension d'enroulement calculée sur la phase C, sur la base de la tension composée du côté « alimentation »
Trim_UFA_OLM_	UT Winding A	Tension d'enroulement calculée sur la phase A, sur la base de la tension composée du côté « transformateur »
Trim_UFB_OLM_	UT Winding B	Tension d'enroulement calculée sur la phase B, sur la base de la tension composée du côté « transformateur »
Trim_UFC_OLM_	UT Winding C	Tension d'enroulement calculée sur la phase C, sur la base de la tension composée du côté « transformateur »

* Le temps mesuré inclut également le temps de fonctionnement du contact dans l'appareil et le temps transitoire du disjoncteur. En cas de réglage correct, cette valeur doit correspondre au réglage du paramètre « CB TravTime ».

** La valeur est en %, liée à la valeur crête nominale du CT.

Entrées logiques

Le **TRIM3** est équipé d'entrées logiques configurables. Leur fonctionnement est défini par l'exploitant à l'aide de l'éditeur graphique du logiciel EUROCAP. Ces entrées servent d'interface entre les algorithmes de l'appareil et l'organe de coupure à commander.

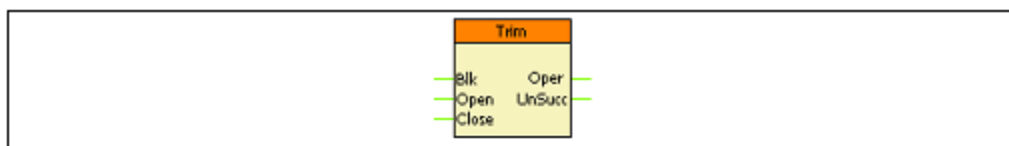
Lorsque le **TRIM3** reçoit une précommande d'enclenchement du transformateur, si le paramètre de fonctionnement est « On », alors il transmet l'ordre de fermeture au disjoncteur en appliquant le retard déterminé par ses calculs. Si le paramètre de fonctionnement est « By pass » (inactif), l'ordre de fermeture est transmis sans tenir compte du retard calculé par l'appareil. Si le paramètre de fonctionnement est « Off », l'ordre de fermeture du disjoncteur n'est alors pas transmis à ce dernier.

Le fonctionnement de l'appareil peut être bloqué si le mode « Block » est actif. Dans cette condition, aucune commande d'enclenchement n'est transmise au disjoncteur.

La liste et la signification des entrées logiques est indiquée ci-dessous.

Paramètre	Etat	Commentaire
Trim_Blk_GrO_	Block	Bloque le fonctionnement de l'appareil
Trim_Open_GrO_	Open	vrai si le disjoncteur reçoit une commande d'ouverture
Trim_Close_GrO_	Close	Demande d'enclenchement du disjoncteur. L'appareil contrôle le temps de passage de la commande au disjoncteur

Présentation du bloc fonctions sous l'éditeur graphique



Sorties

Le **TRIM3** est équipé des sorties suivantes :

Paramètre	Désignation	Commentaire
Trim_CloseL1_GrI_	Fermeture L1	Commande de fermeture du pôle L1 du disjoncteur
Trim_CloseL2_GrI_	Fermeture L2	Commande de fermeture du pôle L2 du disjoncteur
Trim_CloseL3_GrI_	Fermeture L3	Commande de fermeture du pôle L3 du disjoncteur
Trim_Oper_GrI_	Operate	Sortie fonctionnement en cours
Trim_UnSucc_GrI_	Unsuccesful	Sortie enclenchement non réussi

Instructions de Mise en Service

La procédure de mise en service du **TRIM3** est simple. Celle-ci est facilitée par des instructions en ligne fournies par l'appareil.

L'appareil affiche l'amplitude et le déphasage des tensions composées qu'il mesure. Il est alors simple de vérifier que la succession des phases et leurs raccordements sont corrects.

Il est nécessaire de vérifier le bon réglage des paramètres en fonction de l'application. A ce stade, la valeur du paramètre « CB TravTime » n'est pas définie, conservez-la comme valeur par défaut pour la première utilisation.

Parmi les informations en ligne délivrées par l'appareil, on trouve les « tensions des enroulements ». Lorsque le transformateur est en exploitation, les tensions du côté de l'alimentation (amont du disjoncteur) et du côté du transformateur (amont du transformateur) doivent être identiques. Dans le cas contraire, régler les facteurs de correction « PrimSideCorr » et/ou « SecSideCorr » pour obtenir des valeurs de tension approchantes.

La première mise sous tension du transformateur le **TRIM3** n'est pas contrôlée par l'appareil, mais le programme mesure le temps de fonctionnement du disjoncteur (« CB TravTime »). Ce temps de fonctionnement est également un paramètre d'entrée qui doit être réglé correctement en fonction de la valeur mesurée et affichée. (Remarque : en plus du temps de déplacement de pôle du disjoncteur, le temps mesuré inclut également le temps de fonctionnement de l'algorithme principal lui-même.).

A l'ouverture du disjoncteur (OFF), l'appareil détermine les valeurs de flux rémanent, et les commandes suivantes de fermeture (ON) seront synchronisées de telle sorte qu'aucune valeur crête élevée de courant d'enclenchement ne soit perceptible.

La fonction « enregistrement d'évènements » intégrée à l'appareil mémorise le temps de fonctionnement mesuré du disjoncteur. Par ailleurs, la moyenne des informations stockées pourra servir de base à l'ajustement des paramètres.

L'enregistreur d'évènements mémorise également les valeurs crêtes de courant mesurées. La valeur est en%, liée à la valeur crête nominale du TC.

La fonction oscillographie du **TRIM3** permet l'analyse détaillée des mises sous tension du transformateur et des phénomènes de coupure.

Les paramètres à renseigner lors de la mise en service sont les suivants :

Paramètre	Désignation	Unité	Min	Max	Pas	Reg. par Défaut
Trim ULimit IPar	U limit - Valeur de tension pour laquelle le transformateur est considéré comme hors service	%	5	30	1	10
Trim_PrimCorr_IPar_	PrimSideCorr - Facteur de correction de la mesure de tension (côté alimentation) Untr_pr/UnVT	%	85	115	1	100
Trim_SecCorr_IPar_	SecSideCorr - Facteur de correction de la mesure de tension (côté du transformateur) Untr_sec/UnVT	%	85	115	1	100
Trim_TravTime_TPar_	CB TravTime - Temps de fonctionnement du disjoncteur à l'enclenchement	msec	30	500	1	80

