



## Caractéristiques

- Conception compacte
- Unité parfaitement adaptée au REG216/REG316\*4
- Système qui assure la protection de la totalité de l'enroulement statorique, point neutre compris
- Surveillance permanente de la tension d'injection et du mode de mise à la terre du primaire
- Système utilisable avec deux points de mise à la terre distincts à l'intérieur de la zone de protection
- Autosurveillance permanente du signal injecté tant en amplitude qu'en fréquence
- Alimentation à partir de la batterie du poste avec une tension comprise entre 36 et 312 V
- Unité appropriée quel que soit le système d'excitation ou le mode de mise à la terre de l'alternateur
- Surveillance permanente de la résistance d'isolement et calcul de la résistance de terre
- Principe basé sur une méthode bien connue, utilisant l'injection d'un signal à basse fréquence
- Solution particulièrement bien adaptée aux rénovations des centrales
- Principe de mesure insensible aux perturbations extérieures

## Domaine d'utilisation

L'unité est utilisée pour la protection des blocs alternateurs afin de détecter les défauts à la terre dans la machine. Pour implémenter une protection masse-stator ou masse-rotor à 100% dans un REG216/316\*4 il faut prévoir une unité d'injection REX010 et un transformateur d'injection REX011. Le principe

d'injection retenu peut être utilisé quel que soit le mode d'excitation ou le mode de mise à la terre de la machine. La protection reste active indépendamment de l'état de la machine, machine à l'arrêt, en période de démarrage ou en instance d'arrêt.

## Généralités

La protection contre les défauts à la terre est basée sur l'injection d'un signal codé. La tension de déplacement qui en résulte est utilisée pour calculer la résistance de terre ( $R_f$ ).

Le signal d'injection est généré par l'unité d'injection REX010 et est envoyé sur l'alternateur par l'intermédiaire de l'unité de transformateur REX011. Pour réaliser le couplage, on utilise des résistances ( $R_E$ ,  $R_P$ ). Pour la protection masse-rotor, il faut prévoir en plus deux capacités de couplage.

Les signaux de mesure destinés à cette protection de terre sont traités par le dispositif REG216 ou REG316\*4.

L'équipement décrit protège la totalité de l'enroulement statorique. On utilise deux fonctions différentes, l'une pour la protection

à 95% et l'autre, basée sur un autre algorithme, pour la protection à 100% de l'enroulement statorique. La fonction de protection à 100% calcule la résistance d'isolement et la protection à 95% mesure la tension de déplacement du point neutre de la machine.

- La fonction à 100% protège les 35% de l'enroulement statorique vus à partir du point neutre avec  $R_{f=0}$  et  $I_{0max} = 15$  A.
- La fonction à 95% protège les 95% de l'enroulement statorique vus à partir des bornes. Il y a donc un chevauchement, c'est-à-dire une redondance entre les deux protections, comme indiqué à la Figure 1.

La sensibilité de la fonction à 100% s'accroît lorsque la résistance d'isolement augmente et le courant de défaut diminue.

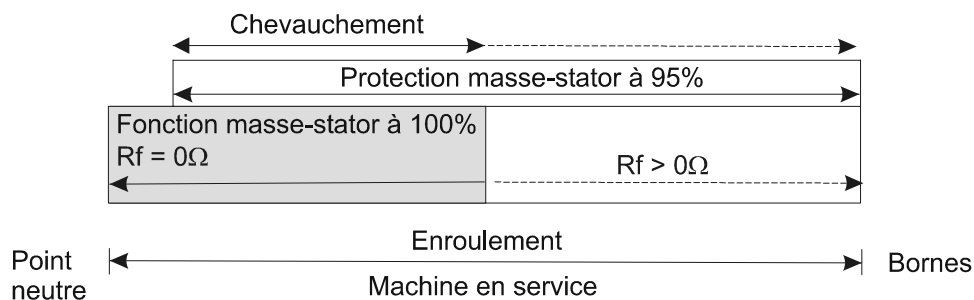


Figure 1

A l'arrêt, la totalité de l'enroulement statorique est protégé par la fonction à 100%, comme indiqué à la Figure 2. En même temps, tout l'enroulement d'excitation est protégé contre les défauts à la terre. Compte tenu de l'excellent facteur de réjection à l'égard des interférences, les appareils REX010/011 peuvent être utilisés quels que soient les types d'excitation, même s'il s'agit de systèmes d'excitation à thyristors.

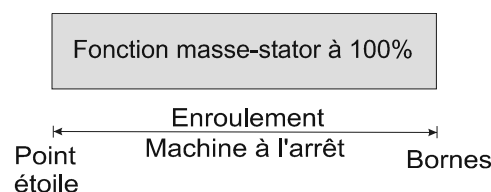


Figure 2

## Matériel

Le dispositif de protection comprend les unités suivantes (figures 4-8):

- REG216/316\*4: Protection numérique d'alternateur
- REX010: Unité d'injection
- REX011: Unité avec le transformateur d'injection et le contacteur auxiliaire.

De plus, les composants supplémentaires suivants sont nécessaires:

- Résistances de mise à la terre de la machine ( $R_{ES}$ ,  $R_{PS}$ ) et du circuit d'excitation ( $R_{ER}$ ,  $R_{PR}$ )
- Condensateurs de couplage dans le circuit d'excitation du rotor
- Transformateurs de tension.

L'unité d'injection (REX010) associée au transformateur d'injection (REX011) génère trois signaux ( $U_{is}$ ,  $U_{ir}$ ,  $U_i$ ) codés; ces signaux sont à onde carrée avec une fréquence

de  $f_N/4$ . Ils sont injectés dans l'objet à protéger par l'intermédiaire des éléments de couplage. Les trois ondes carrées ont des amplitudes différentes:  $U_{is}$  (signal d'injection pour le stator),  $U_{ir}$  (signal d'injection pour le rotor) et  $U_i$  (signal de référence pour REG216/316\*4). L'unité d'injection REX010 est connectée à la batterie du poste et la tension d'injection est générée, soit à partir de la batterie, soit à partir d'un convertisseur interne CC/CC.

Le codage est réalisé en alternant l'émission du signal carré avec des temps de repos comme repris à la Figure 3.

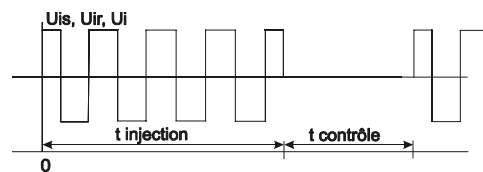


Figure 3

Le dispositif REG216/316\*4 évalue la tension injectée et la compare à la tension de référence pendant la période de transmission.

Pendant la période de repos la détection et l'estimation des interférences sont actives ce qui permet d'assurer une réponse correcte de la part de la protection. Le transformateur d'injection REX011 est équipé d'un contacteur de type P8. Si le courant de défaut dépasse 5 A, le contacteur ouvre le circuit d'entrée vers le circuit d'injection afin de protéger celui-ci contre toute surtension due à l'apparition d'un défaut à la terre près des bornes de la machine. La fonction à 95% est toujours active et détecte tous les types de défauts à la terre.

Les résistances  $R_{ES}$ ,  $R_{PS}$  sont utilisées pour mettre le point neutre de la machine à la terre par l'intermédiaire d'une impédance de valeur élevée, pour coupler le signal d'injection à  $R_{PS}$  et pour coupler le signal de mesure à  $R_{ES}$ . Un arrangement semblable est utilisé pour la protection masse-rotor: le couplage y est réalisé à l'aide des résistances  $R_{ER}$  et  $R_{PR}$  mais deux condensateurs supplémentaires  $C_1$  et  $C_2$  sont néanmoins nécessaires.

Il existe trois variantes de raccordement pour la protection statorique et deux pour la protection rotorique.

## Logiciel

Les trois fonctions de protection suivantes sont disponibles dans la bibliothèque du REG216/316\*4:

- protection masse-stator à 100%
- protection masse-rotor
- protection masse-stator à 95% par fonction à maximum de tension  $U_{>}$ .

Pendant les périodes de transmission, les algorithmes de filtrage digitaux calculent la résistance de terre instantanée à partir des paires de signaux d'entrée  $U_{is}$ ,  $U_i$  et  $U_{ir}$ ,  $U_i$ .

Pendant les périodes de repos, les signaux filtrés  $U_{is}$  et  $U_{ir}$  sont examinés pour détecter la présence éventuelle d'interférences en provenance de l'objet à protéger ou du réseau électrique connecté à la machine. Cet examen permet de valider les calculs effectués précédemment afin de déterminer la valeur de la résistance d'isolement.

Le signal de référence  $U_i$  est surveillé en permanence, en amplitude et en fréquence. Cela permet de garantir que le signal d'injection est correct et qu'il travaille avec la fréquence correcte.

La mise à la terre dans la machine est contrôlée en évaluant la composante capacitive du courant de terre pendant les périodes de transmission.

### Protection masse-stator à 100%

La fonction masse-stator à 100% comporte un niveau d'alarme et un niveau de déclenchement avec les sorties de signalisation et les sorties de déclenchement correspondantes.

Il est possible de compenser l'existence d'une seconde mise à la terre du point neutre à l'intérieur de la zone protégée en surveillant la position du disjoncteur de l'alternateur.

Cette fonction est capable de mesurer la valeur actuelle de  $R_{ES}$  et de mesurer le rapport de transformation du transformateur de tension, même lorsque la machine est à l'arrêt. Ceci permet d'optimiser la protection avec les paramètres actuels de la machine à protéger.

## Logiciel (suite)

Les niveaux d'alarme et de déclenchement peuvent être introduits dans l'appareil et peuvent être lus en k $\Omega$ .

Réglages:

Niveau d'alarme	100 $\Omega$ à 20 k $\Omega$
Retard	0,2 s à 60 s
Niveau de déclenchement	100 $\Omega$ à 20 k $\Omega$
Retard	0,2 s à 60 s
R <sub>ES</sub>	250 $\Omega$ à 5 k $\Omega$
Nombre de points neutres	2
R <sub>ES</sub> du deuxième point neutre	900 $\Omega$ à 30 k $\Omega$
Rapport de retour	110% (avec réglages <10 k $\Omega$ ) 120% (avec réglages >10 k $\Omega$ )
Précision	100 $\Omega$ à 10 k $\Omega$ : < $\pm$ 10% 0 à 100 $\Omega$ , 10 k $\Omega$ à 20 k $\Omega$ : < $\pm$ 20%

Temps de fonctionnement 1,5 s

Paramètres de la machine et du système:

- courant de terre max. I<sub>0</sub> <20 A  
(valeur recommandée: I<sub>0</sub>  $\leq$  5 A)
- capacité masse-stator 0,5  $\mu$ F à 6  $\mu$ F
- résistance masse-stator R<sub>PS</sub> 75  $\Omega$  à 500  $\Omega$
- résistance masse-stator R<sub>ES</sub> 250  $\Omega$  à 5 k $\Omega$   
( $\geq$ 4,5\*R<sub>PS</sub>)
- R<sub>PS</sub> // R<sub>ES</sub> >70  $\Omega$

Les résistances de terre R<sub>ES</sub> et R<sub>PS</sub> ainsi que le rapport de transformation du transformateur de tension doivent être calculés conformément aux indications reprises dans les instructions de fonctionnement.

Pour obtenir des détails supplémentaires concernant le réglage des différentes fonctions, consulter la fiche technique REG216/316\*4.

### Protection masse-rotor

La fonction masse-rotor comporte un niveau d'alarme et un niveau de déclenchement avec les sorties de signalisation et les sorties de déclenchement correspondantes.

La fonction peut mesurer la valeur de la capacité de couplage actuelle, même lorsque la machine est à l'arrêt. Cette mesure permet de procéder à des réglages optimaux, adaptés à la machine à protéger.

Les niveaux d'alarme et de déclenchement peuvent être introduits dans l'appareil et peuvent être lus en k $\Omega$ .

Réglages:

Niveau d'alarme	100 $\Omega$ à 25 k $\Omega$
Retard	0,2 s à 60 s
Niveau de déclenchement	100 $\Omega$ à 25 k $\Omega$
Retard	0,2 s à 60 s
R <sub>Er</sub>	900 $\Omega$ à 5 k $\Omega$
Capacité de couplage	2 $\mu$ F à 10 $\mu$ F
Rapport de retour	110% (avec réglages <10 k $\Omega$ ) 120% (avec réglages >10 k $\Omega$ )
Précision	100 $\Omega$ à 10 k $\Omega$ : < $\pm$ 10% 0 à 100 $\Omega$ , 10 k $\Omega$ à 25 k $\Omega$ : < $\pm$ 20%

Temps de fonctionnement 1,5 s

Paramètres de la machine et du système:

- capacité masse-rotor 200 nF à 1  $\mu$ F
- résistance masse-rotor R<sub>Pr</sub> 100  $\Omega$  à 500  $\Omega$
- résistance masse-rotor R<sub>Er</sub> 900  $\Omega$  à 5 k $\Omega$
- capacité de couplage 4  $\mu$  à 10  $\mu$ F
- constante de temps T = R<sub>Er</sub> x C  
= 3 à 10 ms

Les résistances de terre R<sub>Er</sub> et R<sub>Pr</sub> doivent être calculées conformément aux indications reprises dans le manuel de mise en service.

Pour obtenir des détails supplémentaires concernant le réglage des différentes fonctions, consulter la fiche technique REG216/316\*4.

## Caractéristiques techniques

### Unité d'injection REX010

L'unité d'injection REX010 prend place dans un boîtier REG316\*4: les dimensions du boîtier et les caractéristiques générales du REG316\*4 sont donc valables.

Domaine de la tension d'alimentation	36 à 312 V CC (voir tableau ci-dessous)
Consommation	<180 VA
Entrées sur optocoupleur	18 à 312 V CC (voir tableau ci-dessous)
Bornes de raccordement	HDFK (type Phœnix) 4 mm <sup>2</sup>
Commande et signalisation: voyant vert allumé voyant rouge allumé voyant jaune allumé interrupteur enclenché (ENABLE) interrupteur déclenché (DISABLE) touche de rappel entrée sur optocoupleur	appareil en état de marche surcharge pas d'injection injection en service injection hors service rappel après interruption de l'injection interruption de l'injection, rappel après interruption de l'injection

### Transformateur d'injection REX011

Type de transformateur auxiliaire	WU30Z
Tension primaire	2 x 110 V
Tension secondaire REX011 REX011-1 REX011-2	110 V / 50 V, bornes UK5 (Phœnix) 5 mm <sup>2</sup> 4 x 0,86 V / 50 V, bornes UHV50 (Phœnix) 50 mm <sup>2</sup> 4 x 6,4 V / 50 V, bornes UHV50 (Phœnix) 50 mm <sup>2</sup>
Contacteur auxiliaire	P8nax (8 contacts de fermeture)
Essai diélectrique	2,5 kV en mode commun
Dimensions REX011 REX011-1, -2	Montage en saillie, 180 x 290 mm et 245 mm de hauteur Montage en saillie, 180 x 290 mm et 275 mm de hauteur

## Schémas

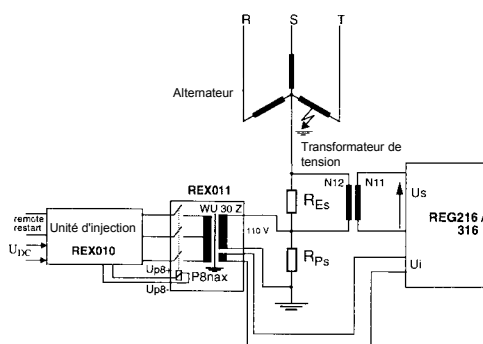


Figure 4 Protection masse-stator, point étoile.

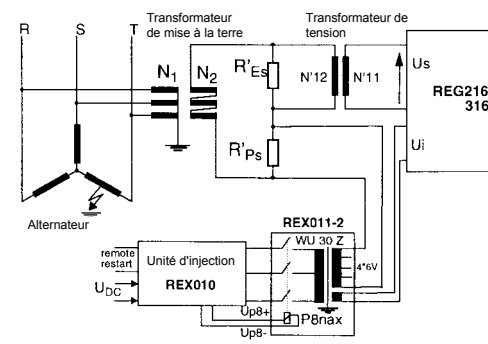
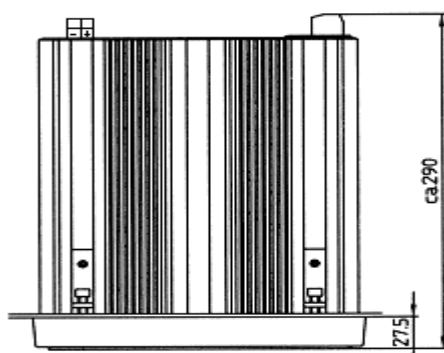


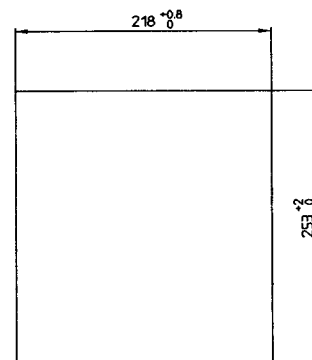
Figure 5 Protection masse-stator avec transformateur de mise à la terre aux bornes de la machine





Vue de face

Fig. 11 REX010



Découpe dans le panneau

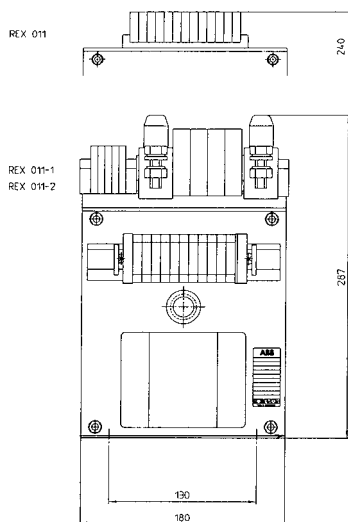
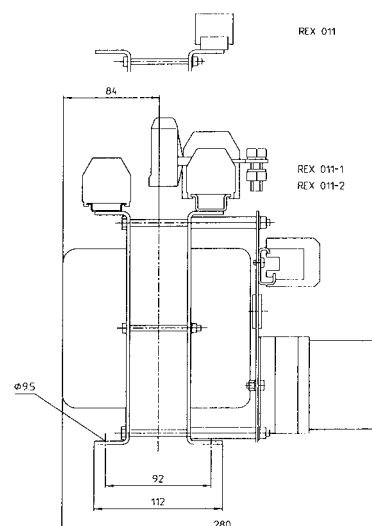


Fig. 12 Dimensions REX011, -1, -2



## Indications à fournir à la commande

### Codes de commande pour REX010/REX011

#### REX011 Unité du transformateur d'injection

REX011		HESG 323888 M1	Mise à la terre du point étoile avec des résistances	Fig. 4
REX011-1	$R'_{ps} > 8 \text{ m}\Omega$	HESG 323888 M11	Mise à la terre de l'étoile avec un transformateur de mise à la terre	Fig. 6
REX011-1	$R'_{ps} > 32 \text{ m}\Omega$	HESG 323888 M12	Mise à la terre de l'étoile avec un transformateur de mise à la terre	Fig. 6
REX011-1	$R'_{ps} > 128 \text{ m}\Omega$	HESG 323888 M13	Mise à la terre de l'étoile avec un transformateur de mise à la terre	Fig. 6
REX011-2	$R'_{ps} > 0,45 \Omega$	HESG 323888 M21	Transformateur de mise à la terre aux bornes de la machine	Fig. 5
REX011-2	$R'_{ps} > 1,8 \Omega$	HESG 323888 M22	Transformateur de mise à la terre aux bornes de la machine	Fig. 5
REX011-2	$R'_{ps} > 7,2 \Omega$	HESG 323888 M23	Transformateur de mise à la terre aux bornes de la machine	Fig. 5

Si  $R'_{ps}$  n'est pas encore connu à la commande, il faut spécifier M11 ou M21. Des adaptations peuvent être réalisées ultérieurement afin d'obtenir alors la version nécessaire.

Indications à fournir à  
la commande (suite)

**Unité d'injection REX010**

Fonction	Valeur	Code
Tension de la batterie	36 à 312 V DC	U0
Fréquence	50 Hz 60 Hz	F5 F6
Tension d'optocoupleur	82 à 312 V DC 36 à 75 V DC 18 à 36 V DC	I3 I4 I5

Numéro de commande HESG324426M0001 + Code  
REX010 existe en deux versions selon la tension de batterie disponible.

**Exemple de commande**

Alternateur avec transformateur de mise à la terre au point neutre ( $R'_{ps} > 32 \text{ m}\Omega$ ), fréquence du système 50 Hz, tension de batterie 110 V CC, même valeur de tension pour les optocoupleurs.

Description de la commande:

1 REX010 - HESG324426M0001  
Code U0 / F5 / I3  
1 REX011 - HESG323888M12

Les résistances de mise à la terre associées ainsi que les condensateurs de couplage  $2 \times 2 \mu\text{F}$  (Leclanche MIH 800-2) pour la protection masse-rotor peuvent être commandés par l'intermédiaire de ABB Suisse SA.

Le système de protection associé REG216/316\*4 doit être commandé séparément selon les indications de la fiche technique correspondante.

**Références**

REG316*4	Fiche technique	1MRK502004-Bfr
REG316*4	Instructions de fonctionnement (imprimée)	1MRB520049-Ufr
REG316*4	Operating Instructions (CD)	1MRB260030M0001
REG216	Fiche technique	1MRB520004-Bfr
REG216	Operating Instructions (imprimée)	1MDU02005-EN
REG216	Operating Instructions (CD)	1MRB260030M0001

**ABB Suisse SA**

Utility Automation Systems  
Brown-Boveri-Strasse 6  
CH-5400 Baden/Suisse  
Téléphone +41 58 585 77 44  
Téléfax +41 58 585 55 77  
E-mail: [substation.automation@ch.abb.com](mailto:substation.automation@ch.abb.com)

[www.abb.com/substationautomation](http://www.abb.com/substationautomation)