

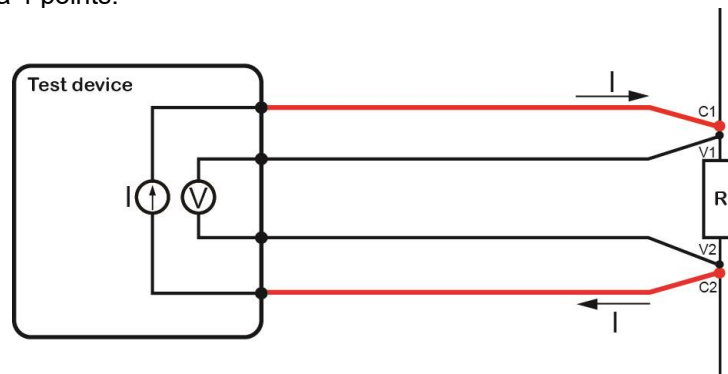
Note d'applications

Contrôle de faible résistance utilisant les séries GGT et RMO-EH (applications diverses)

DV Power produit une gamme complète de micro-ohmmètres et d'accessoires couvrant la plupart des applications de mesure. Cette note d'applications donne un aperçu de la mesure de faible résistance en termes de :

- Test d'intégrité/ de continuité des systèmes de mise à la terre
- Système de protection contre la foudre dans les sous-stations
- Système de protection contre la foudre pour les éoliennes/mise à la terre des fondations
- Continuité (liaison) des conducteurs de protection dans de nombreuses applications différentes
- Joints de rails, lignes, véhicules et joints de voies ferrées
- Systèmes électriques embarqués des avions
- Tous types de connexions et de joints (soudés, sertis, boulonnés, soudés ou attachés)
- Liaison des pipelines de pétrole et de gaz

De telles applications nécessitent généralement l'utilisation de longues sondes de test (des dizaines de mètres) et des mesures de résistance de contact inférieures à $0,1 \Omega$. Par conséquent, il est avantageux de suivre la procédure Kelvin à quatre fils pour mesurer avec précision les valeurs de basse résistance tout en éliminant la résistance des sondes de test. Les sondes combinées de courant et de tension des GGT et RMO-EH sont spécialement conçues pour répondre au principe de la mesure KELVIN à 4 points.



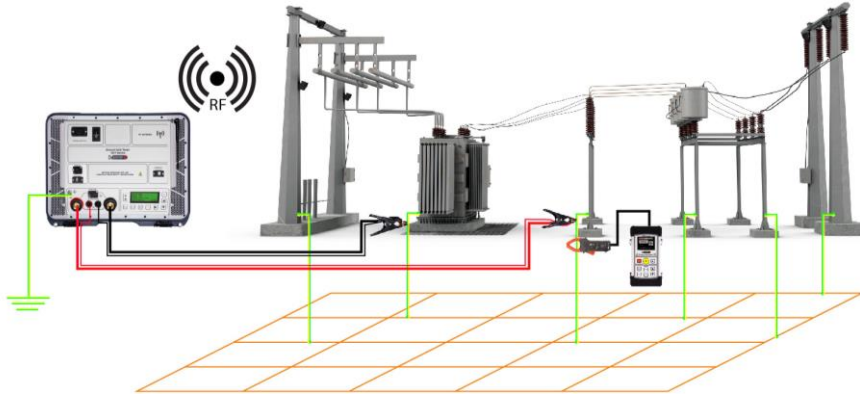
(Figure 1 : Principe de mesure de faible résistance à 4 fils GGT et RMO-EH)

Deux fils (C1 et C2) transportent le courant, connus comme les fils de source ou de courant, et passent le courant à travers l'objet en test. Les deux autres fils (V1 et V2), connus comme les fils de détection ou potentiels, sont utilisés pour mesurer la chute de tension à travers l'objet testé.

Nos dispositifs de test pour de telles applications sont conçus pour surmonter différents types d'erreurs possibles qui pourraient exister en raison des résistances de contact et de charge, et des influences externes comme la température, les courants induits, le bruit, etc. Une attention particulière doit être portée lors de la sélection du courant de test car il ne doit pas dépasser le courant nominal de l'équipement testé (par exemple, les tests de liaison de protection des équipements basse tension).

Test d'intégrité des réseaux de mise à la terre

Le test d'intégrité et de continuité des réseaux de mise à la terre est décrit dans la norme IEEE 80 et est l'une des méthodes et techniques de test les plus efficaces pour mesurer les caractéristiques électriques des systèmes de mise à la terre. Il est également connu sous le nom de méthode de test à haute intensité, dont le but est de vérifier la continuité des conducteurs et connecteurs de mise à la terre enterrés, des tiges de mise à la terre et des connexions de liaison en injectant un courant de test élevé (jusqu'à 300 A). L'intégrité des systèmes de mise à la terre est essentielle pour leur efficacité en tant que mécanisme clé de fiabilité et de sécurité des équipements installés et des installations électriques.



(Figure 2 : Test d'intégrité des réseaux de mise à la terre utilisant une source de courant continu haute intensité (série GGT))

Le GGT est un appareil puissant qui fournit des courants jusqu'à 300 A et donne des valeurs de résistance mesurées avec une grande précision (généralement inférieures à 10 mΩ). La haute tension de sortie permet de tester avec de longs câbles et de mesurer une large gamme de valeurs de résistance. Pour simplifier la procédure de test, un module GGT-M supplémentaire a été développé. Il permet le contrôle à distance de l'appareil de test, le suivi des résultats mesurés et augmente la sécurité du personnel. Étant donné que la sous-station contient des dizaines de points de mise à la terre, les fonctionnalités qui permettent de gagner du temps et de simplifier le travail sont cruciales.

Vérification de l'intégrité des réseaux de mise à la terre



(Figure 3 : Test d'intégrité des réseaux de mise à la terre utilisant la série RMO-EH)

Pour les sous-stations électriques et d'autres installations où la disponibilité de l'alimentation est limitée ou lorsque l'ensemble de test portable léger et facile à utiliser est requis, notre appareil RMO-EH alimenté par batterie est idéal pour vérifier l'état des systèmes de mise à la terre. Il fournit un courant de test maximum de 10 A, et les câbles de test peuvent atteindre jusqu'à 200 m (sur des bobines). Le poids du RMO-EH est inférieur à 1 kg. Les séries GGT et RMO-EH fournissent des mesures de continuité précises dans les systèmes de mise à la terre en service, surmontant le bruit de fond, les courants parasites, etc., et permettant de tester plusieurs fois plus rapidement qu'avec les méthodes conventionnelles.

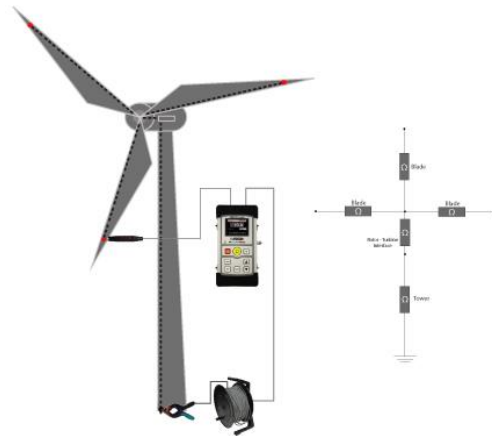
Test des systèmes de protection des éoliennes contre la foudre

En raison de l'augmentation de la hauteur des éoliennes et de leur emplacement exposé, le risque de foudre directe et les dommages correspondants deviennent considérables. La partie la plus vulnérable de l'éolienne est la pale. Pour protéger les éoliennes, différents systèmes de protection contre la foudre sont installés. Ils doivent avoir un chemin de faible résistance vers la terre.

Cela commence par les récepteurs placés sur les pales et continue avec des conducteurs internes qui mènent le chemin vers la terre.

Pour s'assurer que le système de protection contre la foudre fonctionnera lorsque cela sera nécessaire, le chemin de résistance des récepteurs des pales vers la terre doit être mesuré à intervalles réguliers.

Le RMO-EH est la solution parfaite pour la mesure de basse résistance des conducteurs de protection contre la foudre des éoliennes. Il est léger, alimenté par batterie, supporté par de longues sondes de test, et peut facilement être soulevé avec la grue au point de test désiré. Un courant de test de 1 A ou plus est recommandé pour ce test.



(Figure 4 : Mesure de la résistance du système de protection des éoliennes contre la foudre)

Test de mise à la terre des fondations des éoliennes

Avant le coulage du béton et les travaux de câblage des parcs éoliens, la continuité des conducteurs de mise à la terre doit être vérifiée. Habituellement, il s'agit de conducteurs en cuivre de 50 mm², interconnectés entre les bornes de terminaison internes et les électrodes de mise à la terre extérieures. Les valeurs de résistance des connexions sont généralement inférieures à 5 mΩ. Pour une telle application, nous recommandons notre série GGT.



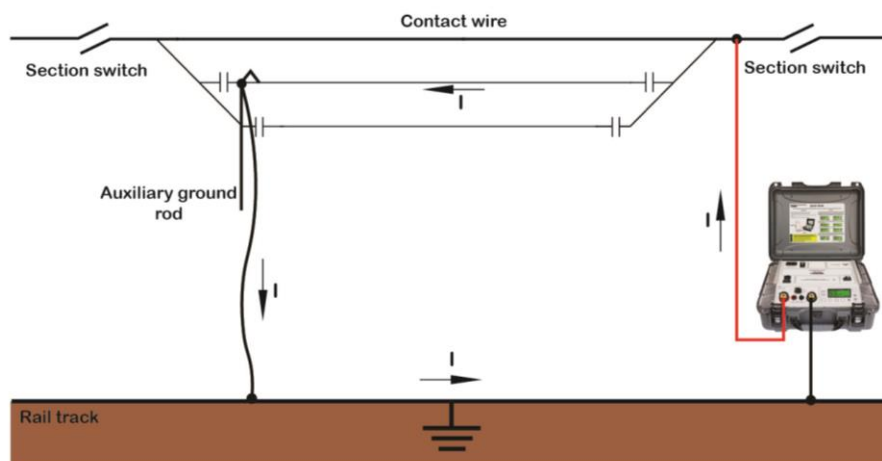
(Figure 5 : Test de la mise à la terre des fondations des éoliennes avec la série GGT)

Test des lignes et des joints de rails

Le système d'alimentation des trains électriques se compose d'une alimentation électrique reliée au moteur électrique du train par le fil de contact. Pour permettre au courant de circuler, les rails sont utilisés comme chemin de retour. Les trains doivent toujours avoir accès à l'alimentation électrique pour fonctionner. De plus, la voie sera mise à la terre et reliée de manière croisée pour empêcher la tension de monter à un niveau dangereux. Pour s'assurer que le système d'alimentation des trains électriques sera constamment opérationnel et pour réduire le risque de défaillance imprévue, les tests de routine suivants doivent être effectués périodiquement :

- Mesure de la résistance de continuité de la caténaire
- Mesure de l'efficacité des joints de rails et de la résistance de mise à la terre
- Mesure de la résistance des véhicules ferroviaires

La mesure de la résistance de continuité de la caténaire peut être effectuée pour chaque section de manière à ce qu'une extrémité de la section soit mise à la terre en utilisant la tige de mise à la terre auxiliaire et, de l'autre côté, un micro-ohmmètre (comme le GGT ou le RMO-EH) soit connecté. De cette manière, le circuit électrique sera établi et la résistance de contact simplement calculée en utilisant le rapport de la chute de tension mesurée et du courant de test injecté. La résistance du rail en service sera également incluse. Les mauvaises conditions des joints de conducteurs peuvent entraîner une surchauffe et doivent donc être détectées et corrigées à temps.



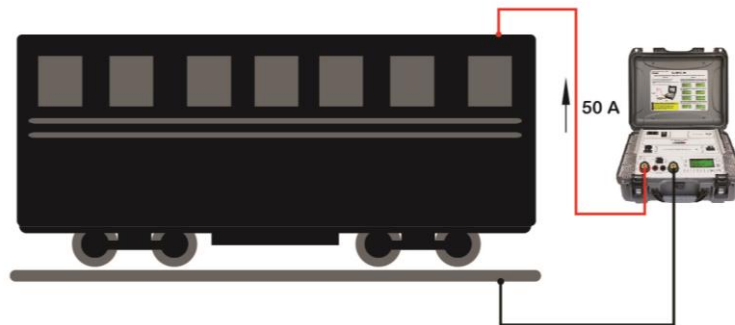
(Figure 6 : Test de continuité du réseau de contact ferroviaire – schéma principal)

Selon la norme IEC 62128-2, la résistance longitudinale des rails en service doit être faible. Les joints de rails et les traversées doivent être soudés ou reliés par des joints de rail de faible résistance afin que la résistance longitudinale des rails n'augmente pas de plus de 5 %. Les expériences montrent que l'échantillon de rail de 1 m de long a une résistance de plusieurs dizaines de $\mu\Omega$.

La mise en relation de rail à rail doit être fournie à des intervalles appropriés pour assurer la continuité du chemin de retour du courant de traction et la répartition correcte des courants de retour de traction afin que les tensions de contact ne dépassent pas les niveaux admissibles, tant en conditions de fonctionnement que de défaut.

Mesure de la résistance de la carrosserie des véhicules ferroviaires

Conformément à la norme IEC 61991, la résistance entre la carrosserie du véhicule et les rails ne doit pas dépasser 50 mΩ pour les locomotives et les trains de passagers et 150 mΩ pour les wagons. Cela vise à prévenir les tensions dangereuses et éviter des blessures graves. Les valeurs de résistance doivent être mesurées avec un courant constant de 50 A, où la tension appliquée ne doit pas dépasser 50 V. La mesure doit être effectuée avec une interface roue/rail propre. Pour cette application, l'appareil GGT est recommandé.



(Figure 7 : Mesure de la résistance de la carrosserie des véhicules ferroviaires)

Test de liaison des réseaux de mise à la terre ferroviaires

Les liaisons des réseaux de mise à la terre ferroviaires doivent être inspectées lors de la phase de construction pour éviter une éventuelle augmentation de la résistance à un niveau inacceptable. Le test de continuité avec les micro-ohmmètres GGT ou RMO-EH indiquera si certains des nombreux joints ont de légères faiblesses. Dans ce cas, les mauvaises connexions qui ne seraient pas visibles à l'œil nu seront détectées. Une faible résistance de liaison à la terre aide à protéger la signalisation et les autres équipements basse tension des dommages causés par les éclairs.

Test de liaison des systèmes électriques embarqués des avions

Les constructeurs d'avions ont des procédures strictes pour mesurer la résistance de liaison pendant les étapes de production et de maintenance. La liaison électrique empêche l'accumulation d'électricité statique qui peut interférer avec les équipements radio et de navigation et évite les décharges statiques dangereuses dans les réservoirs de carburant et les tuyaux des avions. Elle fournit également une protection contre la foudre en permettant au courant de passer à travers la cellule de l'avion avec un minimum d'arc.

Selon la norme EN 3371:2019, il existe différents tests de liaison qui doivent être effectués et qui seront mentionnés ci-dessous. Les appareils de test utilisés pour mesurer cette résistance de liaison doivent être précis, fiables et capables de mesurer avec de longues sondes.

Tests de liaison primaire

Il est suggéré de tester les parties conductrices de la structure de l'avion, les parties de liaison et les conducteurs, à travers lesquels une énergie considérable peut être déchargée (courants de charge de la foudre). Les structures sont généralement utilisées comme chemin de retour pour la somme des courants de l'installation électrique embarquée. Sous un courant de 300 A (test de structure principale), il est habituel de mesurer une résistance de 0,2 mΩ à 2 mΩ entre deux points distants de 30 m.





Les mesures de liaison primaire doivent être effectuées sur la structure assemblée avant l'installation des différents systèmes. Le courant de test et la durée des tests doivent être définis par le personnel responsable. Les valeurs de résistance acceptables entre le point de référence et les différents points sous test, pour les différentes parties de la structure, sont mentionnées dans la norme EN 3371:2019.

Tests de liaison secondaire

Les chemins de retour des courants principaux vers la structure de l'avion doivent être testés avec un courant de 150 A appliqué pendant un minimum de 1 minute avant d'enregistrer les valeurs de résistance. Ces valeurs ne doivent pas dépasser 1 mΩ ou 0,05 mΩ, selon la catégorie mesurée.

Les chemins de retour des courants non principaux vers la structure de l'avion doivent être testés avec des courants de test dans une plage de 1 A à 10 A - pas plus élevés que le courant nominal de l'objet testé. Les valeurs de résistance mesurées des conducteurs connectés aux pièces en alliage léger ne doivent pas dépasser 0,05 mΩ, ou 1 mΩ lorsqu'elles sont connectées à une pièce en acier inoxydable.

Principales caractéristiques des GGT et RMO-EH

GGT + GGT-M	RMO-EH
GGT Series – courant de test jusqu'à 300 A:	RMO-EH Series – courant de test jusqu'à 10 A:
Permet d'analyser: <ul style="list-style-type: none"> • Chutes de tension, courant de test (amplitudes) • Valeurs de résistance de contact • Direction du flux de courant 	Permet d'analyser: <ul style="list-style-type: none"> • Chutes de tension, courant de test (amplitudes) • Valeurs de résistance de contact
Temps de mesure : illimité (10 min à 300 A)	Temps de mesure : jusqu'à 3 s
	
➤ Appareil GGT et module GGT-M pour contrôle à distance	➤ Appareil portable alimenté par batterie (RMO-EH)
	
➤ Surveillance de la direction du flux de courant (Activé en utilisant le GGT-M et une pince de courant supplémentaire)	➤ Câbles de test : jusqu'à 200m (sur bobine) avec sondes duplex (avec bouton de déclenchement ou avec pinces)
➤ Câbles de courant et de détection, pinces	➤ Bobine de câble (30 m, 60 m, 100 m, ou 200 m)