



## Tests électriques conventionnels sur les enroulements de stator

Ce document vise à fournir une vue d'ensemble des méthodes de test les plus courantes, de ce qu'elles détectent et de leurs limites. La plupart des ingénieurs d'essai du monde entier procèdent couramment à ces tests, mentionnés dans les normes internationales. Ce document traitera des quatre méthodes de test suivantes :

- > Mesure de la résistance d'isolement CC
- > Mesure de l'indice de polarisation (PI)
- > Test de tenue en haute tension
- > Mesure de la résistance d'enroulement

### Mesure de la résistance d'isolement CC

La résistance d'isolement CC est mesurée pour obtenir une vue d'ensemble approximative de l'état de l'isolation. Ce test simple permet de détecter de graves problèmes d'isolation. Il permet de plus d'estimer l'état de la surface d'enroulement en comparant les données avec celles des mesures précédemment effectuées.

La résistance d'isolement correspond au quotient de la tension continue appliquée sur l'isolation divisée par le courant total obtenu à un moment donné :

$$R : U_{\text{test}} / I_{T(\text{total.})}$$

Le courant total obtenu (IT) peut être modélisé par la somme des quatre courants différents suivants :

- > Fuite en surface (IL)
- > Capacité géométrique (IC)
- > Conductance (IG)
- > Absorption (IA)

### Indice de polarisation (PI)

L'indice de polarisation (PI), qui découle de la mesure de la résistance d'isolement, est une valeur simple donnant une idée grossière de l'état de l'isolation. Il est défini comme le rapport de la valeur de résistance à 10 min sur la valeur de résistance à 1 min.

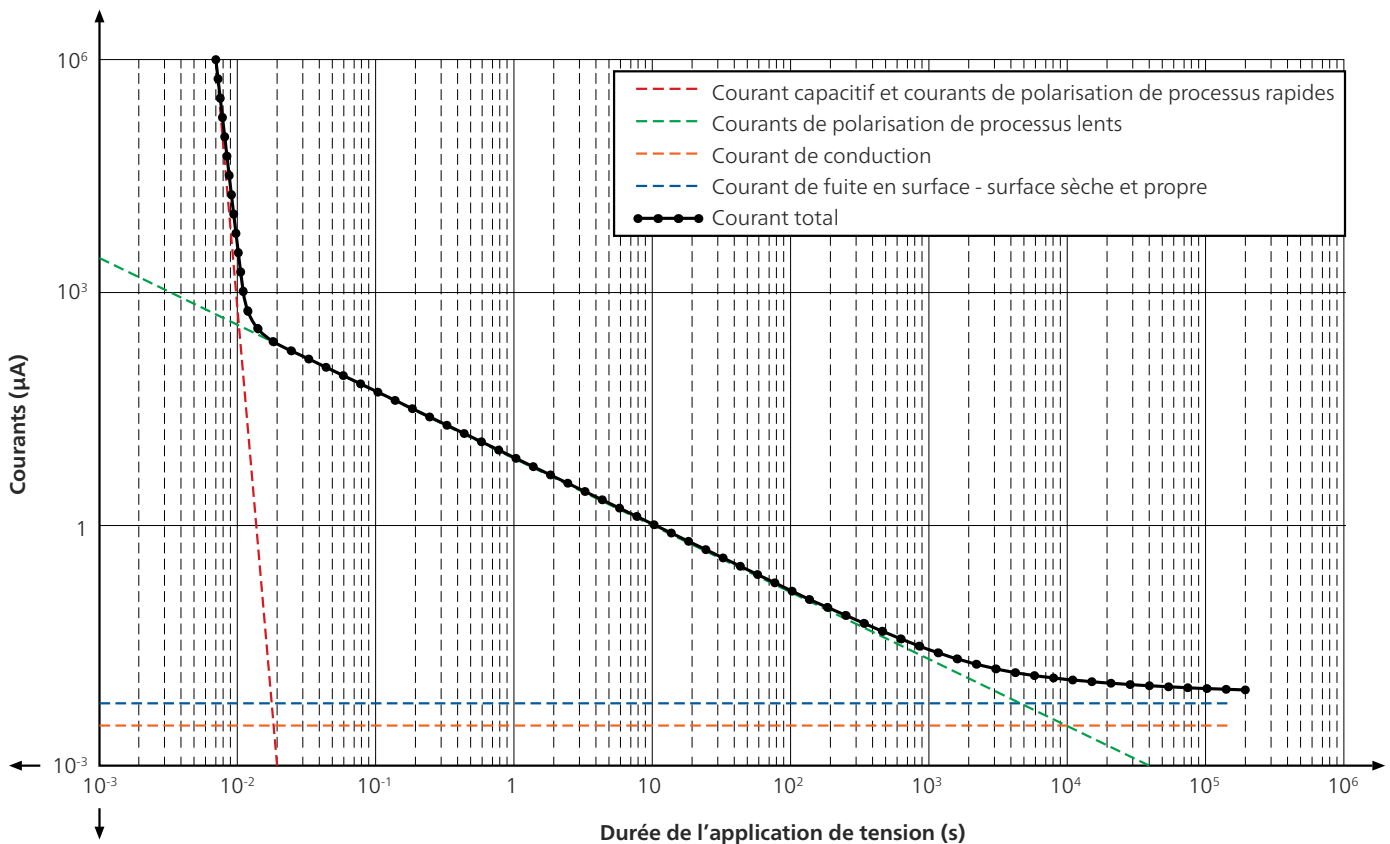


Figure 1 : Courant relatif en fonction de la durée de l'application de tension. Comportement typique d'un enroulement sec et propre à base de résine synthétique (échelles logarithmiques); source : CEI 60034-27-4:2018

### Avantages de la mesure de la résistance d'isolement CC :

- > Montage simple
- > Possibilité de détecter des défauts de grande envergure

### Inconvénients de la mesure de la résistance d'isolement CC :

- > Longue durée de test
- > Mesure CC : répartition de tension différente de celle pendant le fonctionnement
- > Aucun défaut individuel ne peut être détecté

Il existe des valeurs limites de PI recommandées selon la classe thermique du système d'isolation. Elles n'invalident pas le devoir de responsabilité consistant à connaître le système d'isolation et son comportement habituel. Comme avec chaque test, la comparaison entre phases (si possible) ou la comparaison des résultats de mesure au fil du temps sont les deux méthodes les plus efficaces pour déterminer l'état de l'isolation.

### Test de tenue en tension (CA)

Le test de tenue en tension est un test CA avec un critère simple de réussite ou d'échec. Le test est effectué avec une haute tension CA, généralement plus élevée que la tension assignée, durant un certain temps. Si l'appareil testé arrive à tenir la tension durant cette période, le test est réussi.

Le but du test est de déclencher les potentiels points faibles dans les mêmes conditions électriques que lors d'une utilisation normale (tension CA). Ces points faibles ne sont pas toujours détectables avec d'autres tests. Si les tests entraînent un claquage, la section d'enroulement doit ensuite être réparée avant d'être remise en exploitation.

Même si ce test peut potentiellement causer des dommages, il s'agit d'une méthode très efficace pour identifier les points faibles. L'énergie durant le test étant comparativement plus faible que celle en exploitation, les dommages causés lors du test sont purement locaux. Puisque le test est effectué lors des opérations de maintenance, les temps d'arrêt supplémentaires dus au déclenchement d'un défaut peuvent être évités.

#### Mesure de la résistance de contact/d'enroulement CC

Une mesure de la résistance d'enroulement CC est réalisée en usine ou pendant la mise en service d'une machine pour rechercher les pertes calculées et la présence d'un problème de soudage ou de contact. Les tests de résistance d'enroulement sont également effectués lors des mesures de routine.

#### Avantages du test de tenue en tension (CA) :

- > Évaluation simple (critère oui/non)
- > Répartition de tension dans l'isolation identique à celle pendant le fonctionnement
- > Détection des « points invisibles »

#### Inconvénients du test de tenue en tension (CA) :

- > Test potentiellement destructif
- > Effort de montage modéré

Il s'agit d'un outil efficace pour détecter les problèmes de contact sur les enroulements, les connecteurs de pôles ou les enroulements de pôles. Les problèmes de contact dus à de mauvais contacts à braser sont par exemple une éventualité, surtout sur les machines plus anciennes.

Un courant CC est injecté entre l'enroulement de stator et on mesure la chute de tension. En raison de l'inductivité élevée de l'enroulement de stator, le courant doit être enregistré une fois stabilisé. La résistance d'enroulement est calculée selon la formule  $R_M = U_{\text{Test}} / I_{\text{Test}}$ . En raison de la faible résistivité des enroulements (plage des  $\mu\Omega$ ), le montage de mesure à 4 fils illustré à la figure 2 doit être appliqué. Sinon, la résistance de contact faussera la mesure.

La valeur de résistance doit être corrigée (conformément à la norme CEI/IEEE applicable) en fonction de la température afin de pouvoir comparer les mesures.

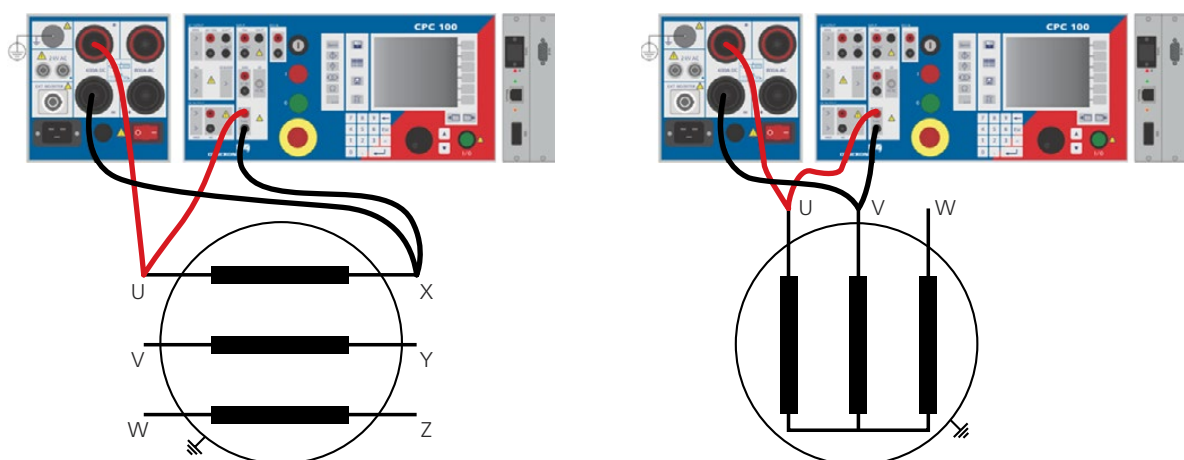


Figure 2 : Mesure de la résistance d'enroulement CC à quatre fils sur un enroulement de stator avec connexion en étoile ouverte (gauche) et en étoile fermée (droite).