

Tests de diagnostic des transformateurs de mesure

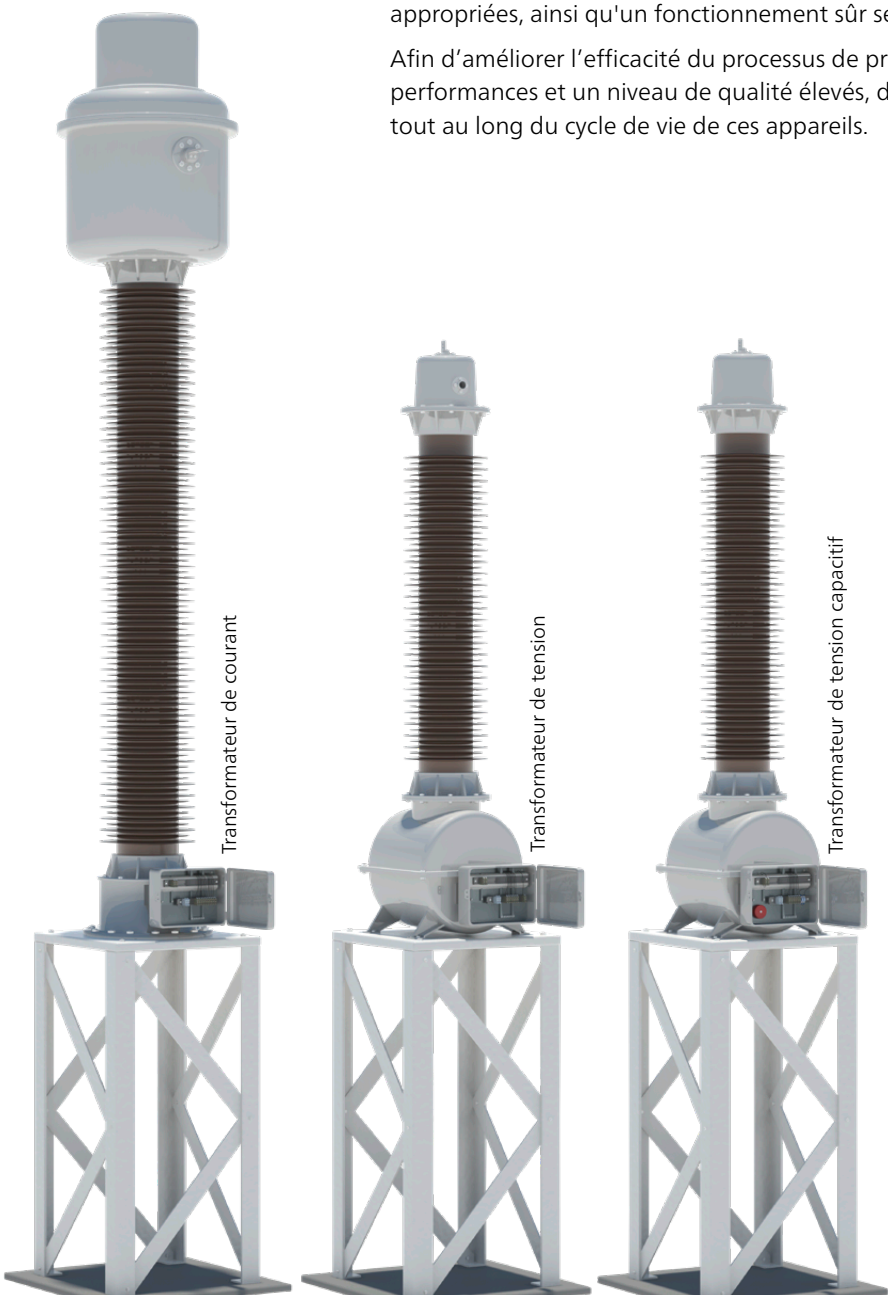


Pour un niveau de qualité et d'efficacité élevé tout au long du cycle

Assurant le lien entre les systèmes primaire et secondaire, les transformateurs de mesure (TM) sont essentiels pour une alimentation énergétique fiable et sûre.

Il est primordial de tester les transformateurs de mesure, afin de garantir un processus de production de qualité, une installation et une mise en service appropriées, ainsi qu'un fonctionnement sûr selon les spécifications.

Afin d'améliorer l'efficacité du processus de production et de garantir des performances et un niveau de qualité élevés, des mesures doivent être effectuées tout au long du cycle de vie de ces appareils.



Défaillances types

- > **Défauts de conception**
En lien avec le rapport, le circuit magnétique, l'isolation
- > **Défauts de fabrication**
Courts-circuits/circuits ouverts, défauts d'isolation
- > **Fonctionnement en dehors des spécifications**
Charge excessive ou insuffisante, courants/tensions inappropriés
- > **Influences électriques**
Surtensions par commutation, foudre, surtensions, courants de court-circuit
- > **Vieillessement et corrosion**
Humidité, acides, oxygène, contamination, fuites

Fabrication

Tests de
réception en
usine

Trans

Tests et mesures correctives

- > **Au cours du processus de production**
Pour déterminer avec exactitude l'état et les performances à différentes étapes du processus de production, afin de prévenir toute mesure inexacte ou défaillance des équipements et, par conséquent, d'augmenter l'efficacité du processus de production
- > **À l'issue de la fabrication**
Pour évaluer les performances effectives du TM par rapport aux normes applicables et obtenir des données de référence pour comparaison ultérieure
- > **Après le transport**
Pour s'assurer que le transport n'a pas provoqué de défauts mécaniques dans le TM et que celui-ci fonctionne correctement selon ses spécifications
- > **Lors de l'installation et de la mise en service**
Pour s'assurer que le TM a été correctement installé et qu'il fonctionne selon les spécifications pertinentes pour l'environnement d'exploitation
- > **Dans le cadre d'une maintenance régulière**
Pour déterminer l'état général du TM, afin de prévenir toute défaillance, interruption de service et longue coupure

Cycle de vie des transformateurs de mesure



port

Installation et
mise en service

Fonctionnement

Composants d'un transformateur de mesure et défauts détectables



Composant	Défauts détectables
Isolation	Décharges partielles
	Humidité dans l'isolant papier
	Vieillessement, humidité, contamination des liquides iso
	Défauts dans les couches capacitatives du dispositif de répartition des potentiels
Enroulements	Courts-circuits (entre les spires)
	Circuits ouverts
	Problèmes de contact
Circuit magnétique	Déformation mécanique
	Terre du circuit magnétique flottante
	Structure de serrage desserrée
	Courts-circuits magnétiques
	Prémagnétisation/magnétisme résiduel
Diviseur de tension capacitif	Claquage partiel de couches capacitatives
Bobine de compensation (TCT uniquement)	Spires en court-circuit
Circuit électromagnétique	Précision (erreur de rapport et déphasage)
	Erreur de rapport (erreur composite)
	Polarité
	Vérification des marquages
Charge	Valeur nominale erronée
	Connexion défectueuse entre le TM et l'appareil de me

■¹ : défauts entraînant des modifications de précision du TM

■² : défauts difficiles à identifier de manière claire, comparaison requise avec les données précédentes

La solution de test idéale pour vos besoins et applications individuels



CT ANALYZER

VOTANO 100

Précision (erreur de rapport et déphasage)	■	■
Rapport/Erreur de rapport	■ ¹	■ ¹
Polarité	■	■
Caractéristiques de magnétisation	■	■
Résistance d'enroulement	■	■
Charge	■	■
Analyse des décharges partielles		
Analyse de la réponse diélectrique en fréquence		
Capacité et facteur de puissance/dissipation : à 50 Hz ou 60 Hz à fréquence variable		
Résistance d'isolement		
Facteur de limitation de la précision et tension aux bornes	■	
Magnétisme résiduel	■	
Paramètres transitoires des TC	■	
Précision de phase et de rapport à large bande		

¹ Mesure du rapport de TC et TT possible

² Le CPX 200 peut tester le rapport de TC et TT ; les tests à plus forte amplitude nécessitent le HVX10

³ Pour les TC uniquement

⁴ Accessoire supplémentaire HVX10 requis

⁵ Précision limitée

⁶ Alimentation électrique supplémentaire et condensateur standard requis

⁷ Avec 200 V_{crête}

Équipement de test léger et ultra précis pour le test et l'étalonnage des transformateurs de courant



Équipement mobile et ultra précis pour le test et l'étalonnage des transformateurs de tension



Méthodes de test électrique pour les transformateurs de mesure

Tests électriques directs

Des signaux (tension/courant) sont injectés du côté primaire (HT) du TM, tandis que la valeur correspondante est mesurée du côté secondaire (BT). Les paramètres évalués sont le rapport, la précision, la polarité, etc.

Pour les tests de précision, différentes charges de test doivent être connectées au TM afin d'examiner leur influence sur le comportement de l'équipement. Cette méthode peut être utilisée pour les TM classiques et non classiques.

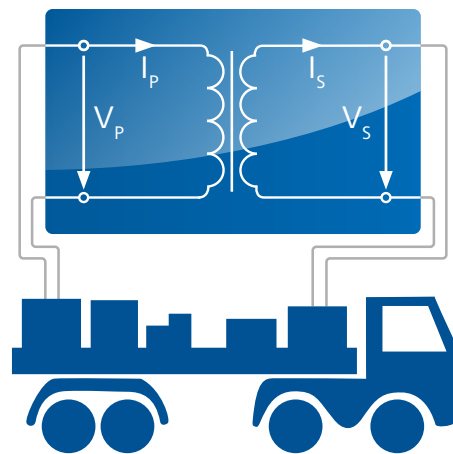
Les tests de routine des TM incluent nécessairement un test réalisé à l'aide de cette méthode, aux valeurs nominales.

Injection nominale primaire

Cette méthode utilise des signaux de test à des valeurs nominales (tension/courant). Une charge en fonctionnement doit être connectée au TM.

Cette méthode est utilisée dans les laboratoires d'étalonnage et parfois sur site, sur des équipements de test offrant un haut niveau de précision.

Il s'agit en général de systèmes volumineux, lourds et, par conséquent, peu adaptés aux tests sur site, leur utilisation impliquant des coûts et des efforts élevés.



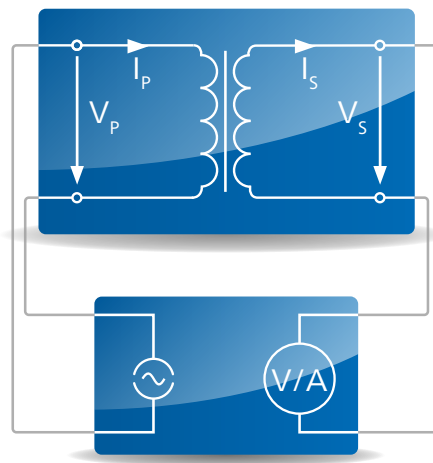
Injection nominale primaire

Injection primaire

Cette méthode utilise des signaux de test primaires (valeurs pas nécessairement nominales). Elle permet un contrôle fonctionnel des TM classiques uniquement, et ne peut pas être utilisée à des fins d'étalonnage ou de vérification de classe (non-linéarité des TM).

Pour les TM non classiques (TMNC), l'utilisation de signaux de test inférieurs peut être pertinente, selon les caractéristiques de linéarité indiquées par le fabricant.

En général, les systèmes de test sont transportables, mais d'une précision limitée. Cette méthode convient donc parfaitement aux tests de mise en service sur site.



Injection primaire

Tests électriques indirects

Le test s'effectue du côté secondaire du TM, avec des signaux de test différents des valeurs primaires. Cette méthode convient pour les TM classiques (TC, TT, TCT) uniquement.

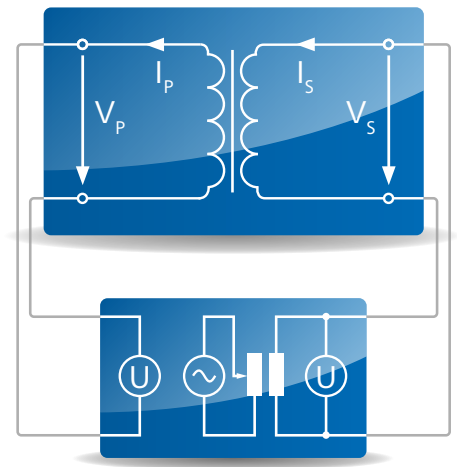
Injection de tension secondaire

Il s'agit d'une méthode de test spécifique aux TC, qui requiert d'injecter une tension du côté secondaire. La tension de test correspond alors à la tension de service aux bornes pour la charge nominale.

La courbe de magnétisation mesurée doit satisfaire aux normes internationales.

Il est possible de déterminer l'erreur composite en appliquant une tension en fonction des conditions de fonctionnement du TC. La mesure du courant de magnétisation correspondant permet d'en dériver le résultat.

Le grand avantage de cette méthode est qu'elle permet d'utiliser un équipement de test compact et léger sur site plutôt qu'un équipement d'injection primaire encombrant.



Injection de tension secondaire

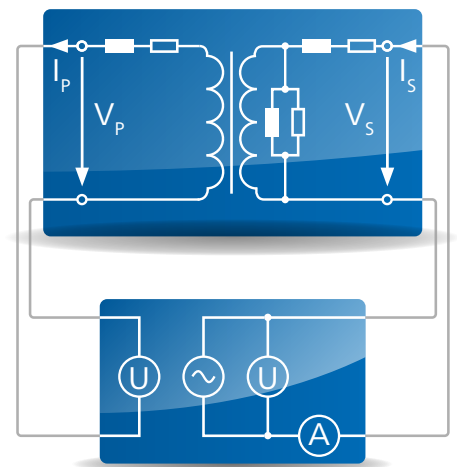
Approche basée sur la modélisation

Cette méthode utilise des signaux de test de faible valeur, permettant l'utilisation d'équipements de test compacts et légers.

Avec cette approche, les TM sont modélisés à l'aide du schéma de connexions équivalent (SCE). Les valeurs requises relatives aux TM, telles que la précision, le rapport ou la polarité, sont calculées à partir des paramètres de SCE mesurés et déterminés.

Cette méthode peut être utilisée à des fins d'étalonnage et de diagnostic, puisque les paramètres du SCE fournissent des informations précises sur l'équipement. Même l'analyse des causes premières des défauts en est facilitée.

Elle est parfaitement adaptée aux applications sur site et de laboratoire (précision et légèreté).



Approche basée sur la modélisation

Précision (conformément aux normes CEI/IEEE)

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

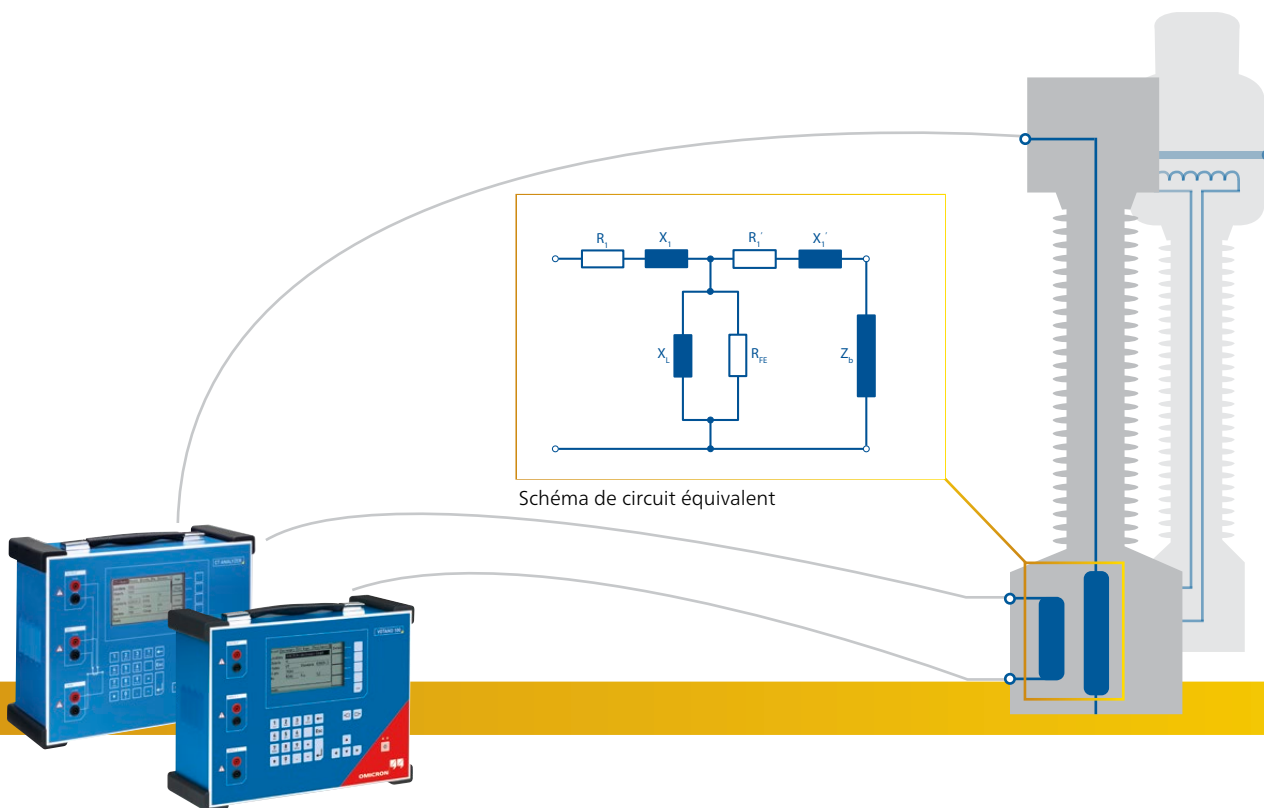
Objectif de la mesure

En évaluant l'intégrité du TM, la mesure de la précision permet de garantir une alimentation énergétique sûre, stable et économique. Le fait de connaître les performances de précision du TM testé permet d'obtenir une image exacte des tensions et des courants du système.

Les transformateurs de courant et de tension inductifs (TC et TT), ainsi que les transformateurs de tension capacitifs (TCT) peuvent développer des écarts de rapport et de phase. L'exploitation d'un TM à des charges, des tensions ou des courants différents peut modifier l'erreur de rapport et le déphasage, et entraîner un fonctionnement non conforme aux caractéristiques de précision spécifiées. Par ailleurs, les spires en court-circuit au sein des TC et les couches capacitives en court-circuit au sein des TCT passent souvent inaperçues. Cela peut mener à des erreurs de lecture, à des pertes de revenu et, dans certains cas, à un claquage électrique total. La mesure de la précision peut être réalisée au cours du processus de production, dans des laboratoires de test ou sur site.

Fonctionnement

La précision des transformateurs (rapport et phase) est déterminée à l'aide d'une approche basée sur la modélisation. Cette méthode, qui utilise des algorithmes mathématiques intégrés, exploite le schéma de connexions des équipements. L'ensemble des paramètres de circuit sont déterminés à l'aide de mesures logicielles réalisées sur site, à basse tension. On calcule ensuite la précision du transformateur à partir de ces données et de la condition de charge.



Bon à savoir...

Seule l'approche basée sur la modélisation simule et prend en compte l'influence de différentes charges et plages de fonctionnement sur la précision des transformateurs.

La mesure de la précision peut également être effectuée à l'aide de la méthode d'injection primaire avec une charge connectée. Les autres méthodes de test classiques utilisent des courants ou des tensions élevés.

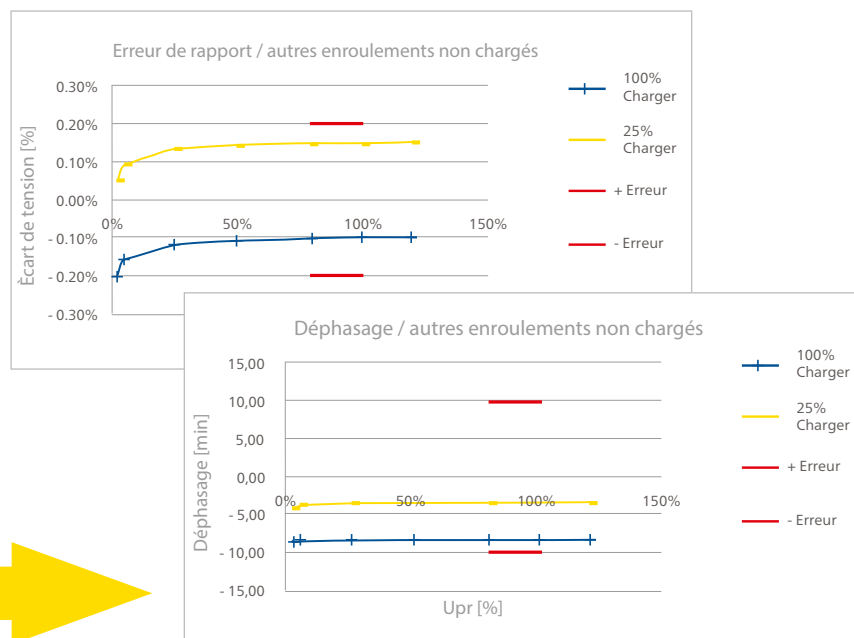
Cette approche peut également être utilisée à des fins de diagnostic approfondi, notamment pour les TCT. Outre l'erreur de rapport et le déphasage, cette mesure permet de déterminer les paramètres de circuit, dont l'examen peut permettre d'identifier la cause première d'un écart possible de précision.

Étant donné que cette méthode utilise uniquement des tensions et des courants faibles, la mesure peut être réalisée au cours du processus de production, même sans l'isolation principale.

Les paramètres de circuit mesurés peuvent être transférés dans des programmes de simulation, afin de simuler le système avec une représentation non linéaire correcte des transformateurs de courant et de tension.

Pourquoi utiliser le CT Analyzer/ VOTANO 100 ?

- > Collecte de toutes les données pertinentes pour le test et l'étalonnage sur site des transformateurs de protection et de mesure
- > Équipement léger permettant des mesures rapides sans objet de référence
- > Simulation des différents modes d'exploitation possibles après les mesures
- > Évaluation automatique des résultats avec les valeurs définies dans les normes IEEE, ANSI ou CEI sélectionnées



Erreur de rapport et déphasage d'un TM

Rapport/Erreur de rapport

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- ✓ Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

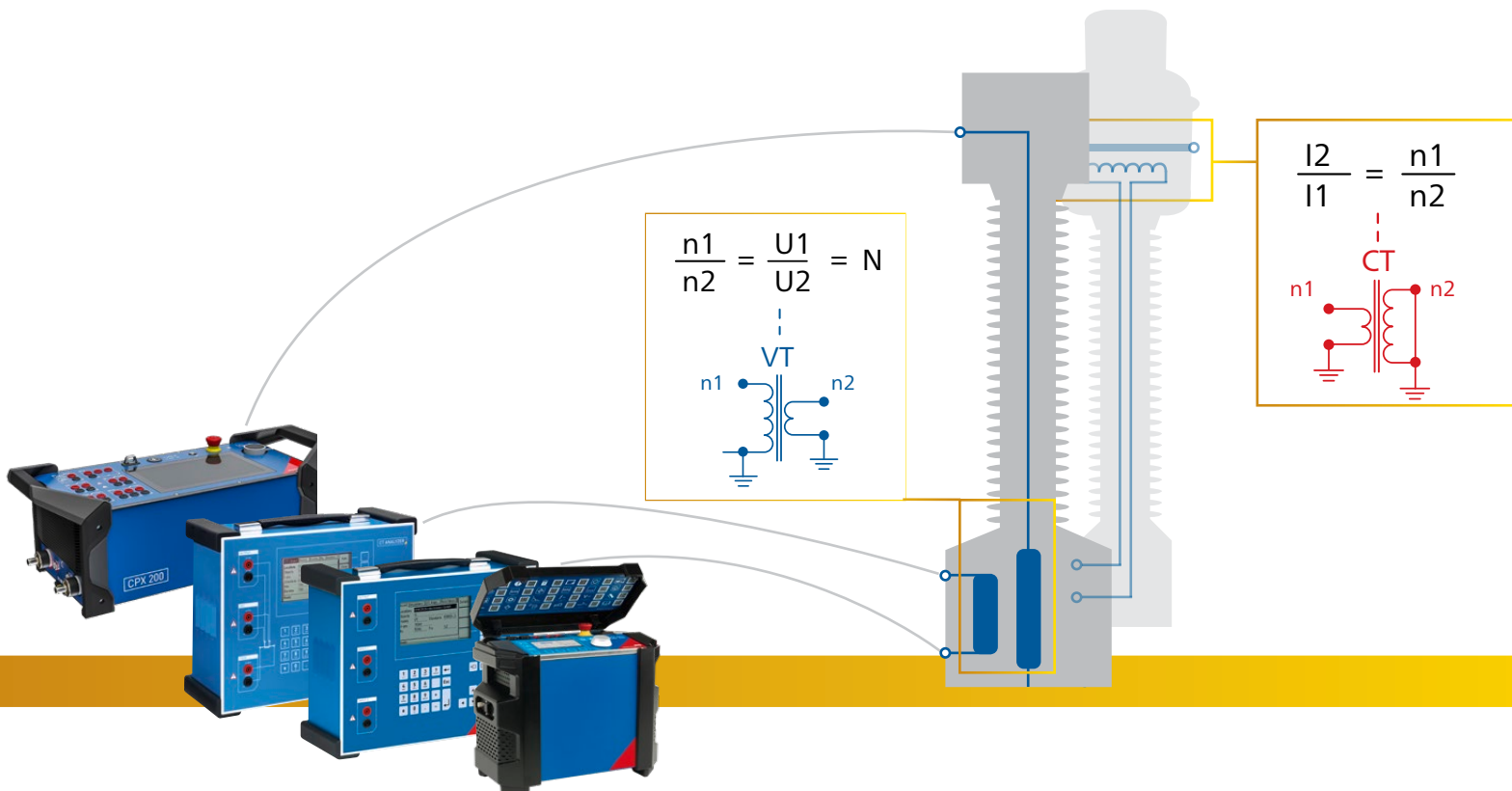
Objectif de la mesure

La mesure du rapport, ou de l'erreur de rapport, est un test fonctionnel des performances des TM intervenant lors de la phase de fabrication, des tests de réception en usine, des tests de mise en service ou des tests de performance après une panne. Le rapport mesuré est alors comparé aux spécifications de conception et aux valeurs nominales, ainsi qu'aux résultats de mesure précédents. L'erreur peut être calculée pour chaque point de test. Des écarts par rapport aux spécifications peuvent indiquer des défauts internes (par exemple, des courts-circuits ou des circuits ouverts) ou des défauts de production. Les erreurs de rapport peuvent provoquer un dysfonctionnement de la protection et une interprétation erronée de la tension ou du courant du système.

Fonctionnement

L'équipement testé doit être un TC ou un TT, avec ou sans charge connectée. En l'absence de charge, le côté secondaire doit être placé en court-circuit pour un TC, et en position ouverte pour un TT. Le signal de test peut être appliqué du côté primaire ou du côté secondaire ; la mesure est réalisée de l'autre côté.

Il est également possible de mesurer le rapport de transformation, l'erreur de rapport ou l'erreur composite à l'aide de la méthode avec application du signal du côté secondaire. La tension secondaire, le courant de magnétisation et la tension induite sont mesurés du côté primaire.



Bon à savoir...

Le contrôle du rapport est un test fonctionnel, qui n'égale généralement pas les tests de précision tels que spécifiés dans les normes CEI et IEEE.

Pour les TT capacitifs, il est judicieux de réaliser des tests distincts pour le rapport capacitif et le rapport du TT inductif intermédiaire. Cela permet de distinguer les défauts au niveau du diviseur capacitif de ceux au niveau du circuit électromagnétique.

Lorsque les résultats de mesure ne permettent pas une interprétation claire, il convient d'approfondir l'examen du TM à l'aide de l'approche basée sur la modélisation.

Le rapport des TC peut également être déterminé par injection du côté secondaire. Pour obtenir des résultats de rapport de transformation de grande précision, la chute de tension dans la résistance d'enroulement secondaire doit être prise en compte.

Une mesure de phase précise permet par ailleurs de détecter les courts-circuits magnétiques (avantage lors du processus de fabrication).

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Mesures possibles du rapport et de la précision complète
- > Détermination automatique des valeurs nominales inconnues
- > Tensions de test faibles pour des mesures en toute sécurité
- > Grande précision de mesure (0,05 %)

Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

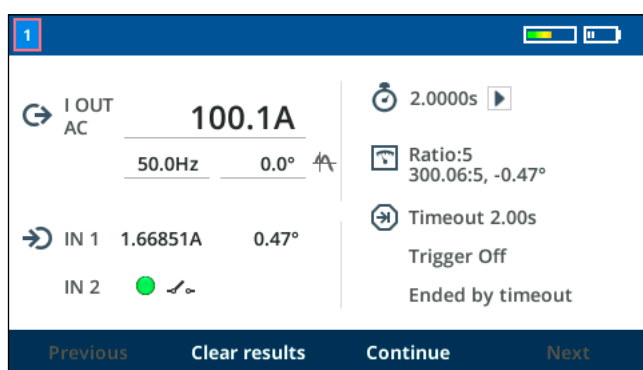
- > Mesures possibles du rapport et de la précision complète
- > Possibilité de réaliser des mesures de rapport de TCT capacitif et inductif distinctes
- > Grande précision de mesure (0,05 à 0,2 %)

Pourquoi utiliser le CPX 200 ?

- > Grande précision de mesure (0,1 %) jusqu'à 1 kA CA et 10 kV CA
- > Prise en charge du test triphasé de TC à l'aide de CPXpert
- > Seul équipement de test permettant à la fois une injection primaire (méthode directe) et une injection secondaire (méthode indirecte)

Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Combinaison des tests de rapport de TC/TT avec les tests de continuité du circuit, les contrôles de polarité et les mesures de charge



Résultats de mesure de rapport de TC

Polarité

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

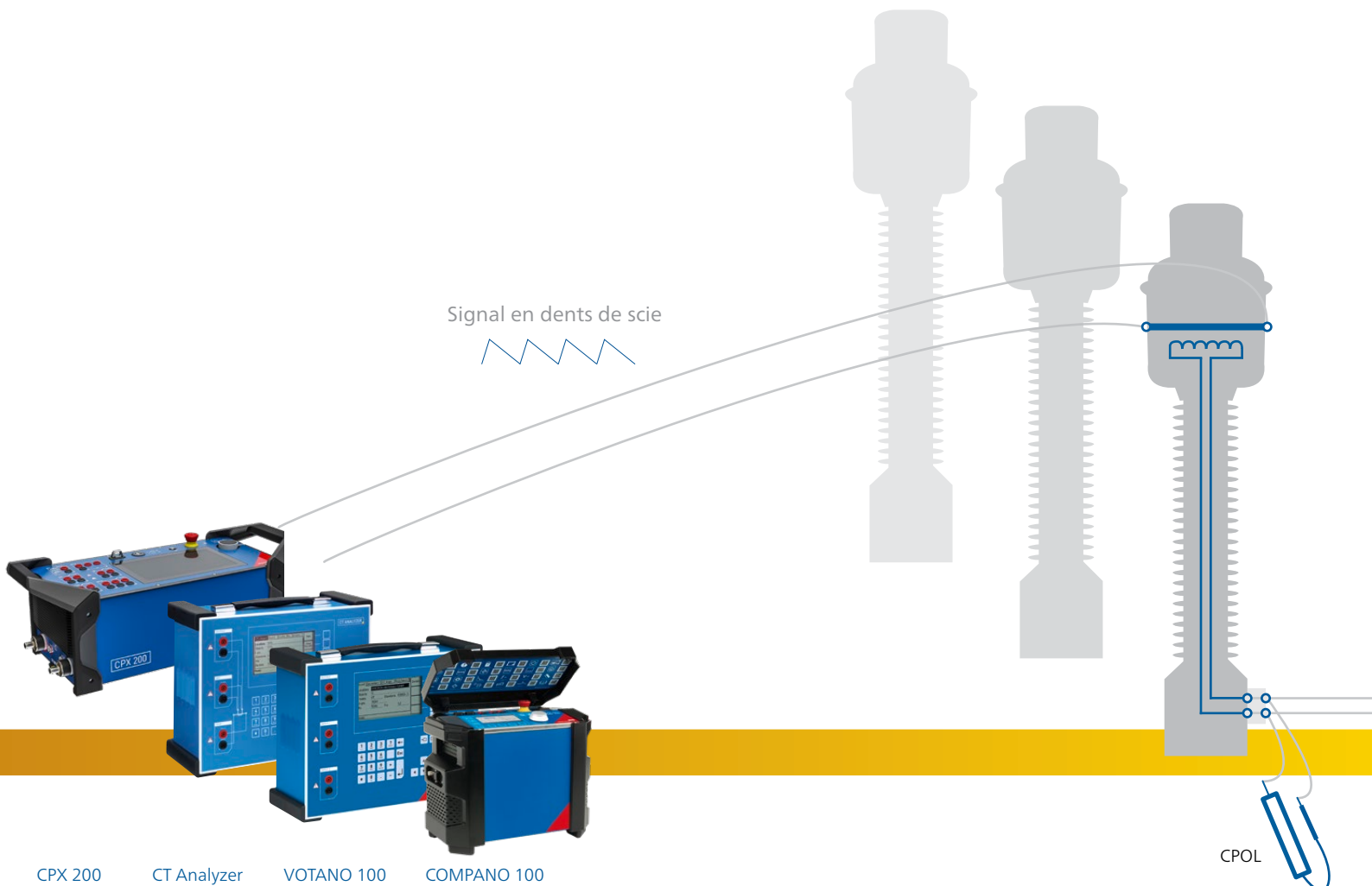
Ce contrôle permet de s'assurer que la polarité entre les enroulements primaire et secondaire d'un TM et, par conséquent, la direction du flux d'énergie sont correctes. Cela permet de prévenir toute défaillance des équipements de protection connectés. La protection sélective à distance ne peut en effet être garantie que si la polarité est correcte. Cette mesure permet également de vérifier que les équipements secondaires sont correctement raccordés au TM, avec la polarité appropriée.

Fonctionnement

Il existe deux méthodes.

La première méthode consiste à injecter un signal en dents de scie dans le système. Il peut s'agir d'un signal de courant ou de tension. Un contrôleur de polarité (CPOL) teste alors la polarité du signal injecté dans le circuit et indique clairement si elle est correcte ou non. Cela permet de contrôler le TM ainsi que les câbles connectés.

La deuxième méthode requiert d'appliquer une tension sinusoïdale au TM, de mesurer le signal de l'autre côté et de comparer les vecteurs de tension/courant des deux côtés.



Bon à savoir...

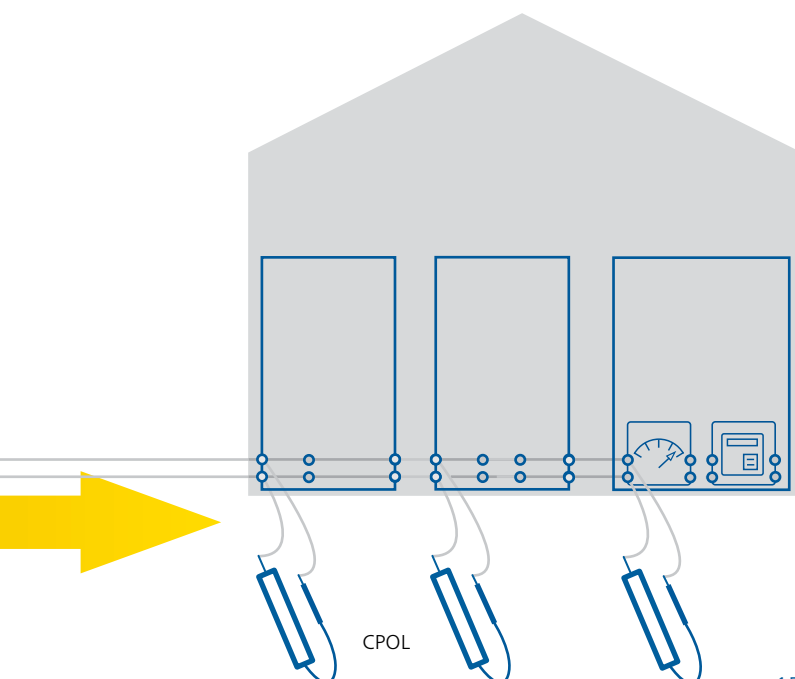
Les essais de mise en service doivent inclure un contrôle de la polarité, afin de garantir le bon fonctionnement et le raccordement approprié des équipements.

Pour les TC au sein d'équipements énergétiques, cette mesure permet de s'assurer qu'ils ont été correctement installés et connectés.

Dans le passé, la polarité était souvent contrôlée à l'aide de batteries et de multimètres standard. Mais cela entraînait la saturation du circuit magnétique et, par conséquent, un dysfonctionnement de la protection, ce qui est totalement impossible avec un signal CA ou en dents de scie.

Pour les TT, les courts-circuits provoquent une défaillance, ce type de transformateurs n'étant pas prévu pour fonctionner dans de telles conditions.

Il en va de même pour les TC et les circuits ouverts.



Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Détermination de la polarité de TC par comparaison des vecteurs de tension sinusoïdale
- > Détermination des principaux paramètres, tels que le rapport et le déphasage
- > Utilisation conjointe d'un signal de test asymétrique sans CC avec l'équipement CPOL

Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

- > Contrôle de la polarité de TT sans CPOL mais à l'aide d'une tension sinusoïdale
- > Mesure simultanée du rapport et de la polarité
- > Équipement de test dédié aux TT

Pourquoi utiliser le CPX 200 ?

- > Contrôle de la polarité d'une chaîne de processus complète (TC, TT, câbles connectés et direction des relais)
- > Mesure simultanée du rapport et de la polarité
- > Utilisation conjointe d'un signal de test asymétrique sans CC avec l'équipement CPOL

Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Contrôle de la polarité d'une chaîne de processus complète (TC, TT, câbles connectés et direction des relais)
- > Utilisation conjointe d'un signal de test asymétrique sans CC avec l'équipement CPOL

Caractéristiques de magnétisation

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

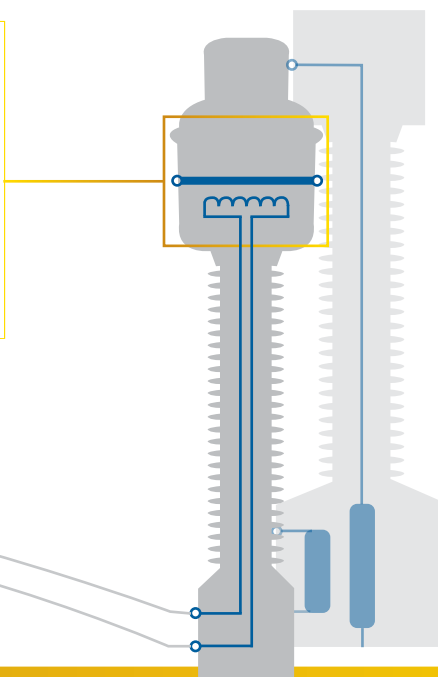
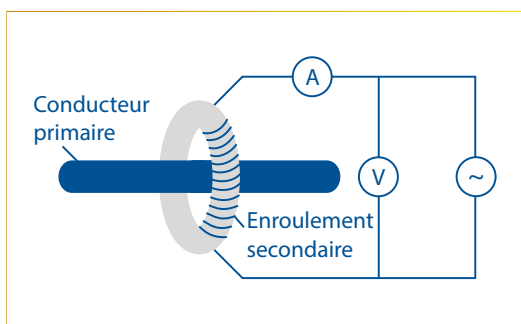
Objectif de la mesure

Le courant de magnétisation impacte l'erreur et, par conséquent, les performances des TM. La tension du point de coude est primordiale pour le bon fonctionnement de l'équipement de protection connecté. Pour les TC de mesure, la courbe de magnétisation peut être utilisée pour analyser le facteur de sécurité de l'instrument (FS). Les TC de protection, tels que définis par les normes CEI et IEEE, peuvent être configurés en tenant compte des caractéristiques de magnétisation. Enfin, il est possible d'utiliser la courbe de magnétisation des TT à des fins d'analyse de ferrorésonance, de simulation de réseau ou encore d'identification des spires en court-circuit ou des défauts de circuit magnétique.

Fonctionnement

La mesure de magnétisation est réalisée de manière « indirecte », puisqu'on applique une tension du côté secondaire pour mesurer le courant de magnétisation. Ce test peut être effectué à la fréquence nominale ou à une fréquence variable, afin d'en réduire la durée et de permettre la mesure de tensions de point de coude de plusieurs kV avec des tensions appliquées faibles.

Pour les TC, on calcule ensuite les points de coude à partir des spécifications formulées dans les normes CEI et IEEE.



CPX 200

CT Analyzer

VOTANO 100

Bon à savoir...

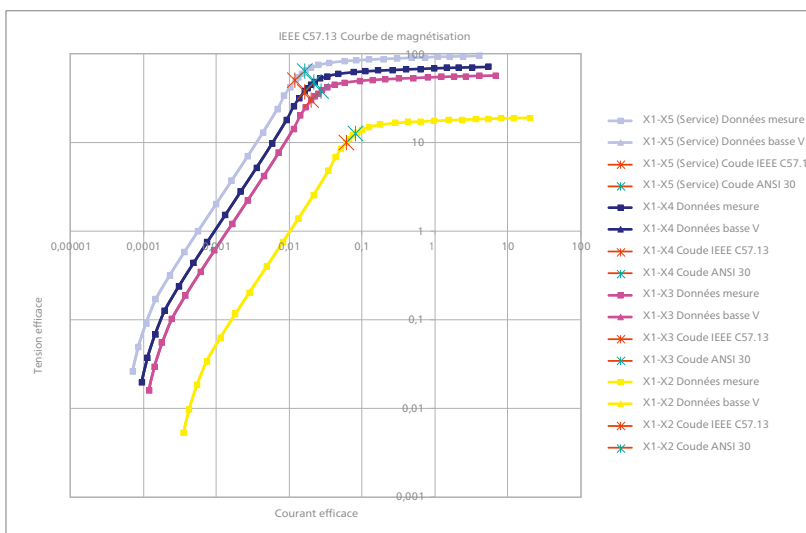
Toutes les méthodes de test fournissent des résultats similaires, alors même que les méthodologies diffèrent.

L'approche à fréquence variable présente un sérieux avantage, puisqu'elle permet l'utilisation de tensions de test inférieures, des temps de test réduits ainsi que la mesure des TC présentant des coudes comparativement élevés allant jusqu'à 40 kV.

Il est très important de démagnétiser les TM avant et après le test, afin de s'assurer qu'aucun magnétisme résiduel ne puisse en affecter les performances.

Pourquoi utiliser le CT Analyzer/ VOTANO 100 ou le CPX 200 ?

- > Test de magnétisation avec signaux faibles et sûrs
- > Intégration de la mesure de magnétisation dans la procédure de mesure complète des TC/TT
- > Possibilité de mesurer des coudes élevés de TC jusqu'à 40 kV avec la méthode à fréquence variable
- > Excellente immunité vis-à-vis des interférences et perturbations provenant des lignes électriques sous tension à proximité
- > Comparaison entre phases pour une analyse détaillée



Courbes de magnétisation d'un TC à plusieurs rapports

Résistance d'enroulement

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

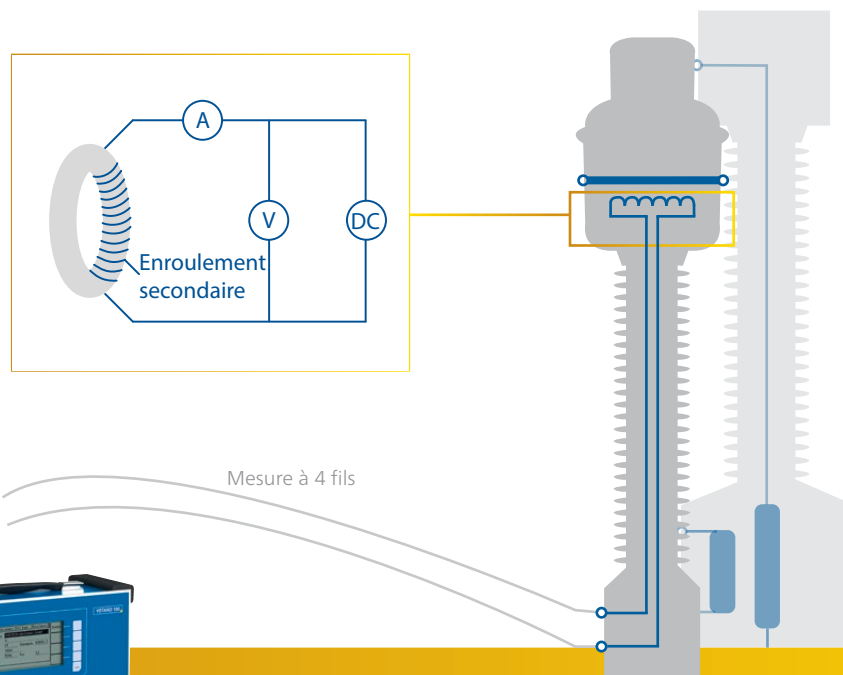
Cette mesure permet de détecter les éventuels problèmes de contact et défauts électriques au niveau des enroulements. Le niveau d'induction des TC dépend de la résistance d'enroulement secondaire. L'induction est en effet déterminée en fonction de la chute de tension dans la résistance d'enroulement secondaire et de la charge. Lorsque la résistance d'enroulement secondaire diffère de la valeur nominale en raison de défauts de fabrication, de connexion ou de fonctionnement, l'induction peut être trop élevée, provoquant une surchauffe ou des restrictions opérationnelles.

La précision et le facteur limite de précision (ALF) des TC dépendent également de la résistance d'enroulement secondaire. Plus elle est élevée, plus l'ALF est faible. Des spires en court-circuit modifient la résistance d'enroulement et compromettent le fonctionnement des TM (en particulier des TT). De même, des enroulements secondaires de TC en circuit ouvert représentent un danger, puisque cela peut entraîner des tensions élevées ou une surchauffe et, par conséquent, une défaillance des équipements.

Fonctionnement

Une tension ou un courant DC est appliqué au niveau de l'enroulement secondaire. Pour les contrôles d'intégrité, cette mesure peut également s'avérer intéressante pour l'enroulement primaire des TC primaires enroulés.

Après la saturation du circuit magnétique, une valeur stable pour le courant mesuré est atteinte. La résistance d'enroulement est alors calculée comme le rapport de la tension appliquée et du courant mesuré.



CPX 200 CT Analyzer VOTANO 100

Bon à savoir...

Cette mesure permet de s'assurer de l'installation appropriée des TC intégrés au sein de gros appareillages, tels que les transformateurs de puissance ou les disjoncteurs.

Certaines normes considèrent la résistance d'enroulement comme une valeur nominale du TC.

Les mesures CC impliquent une saturation du circuit magnétique ; il est donc essentiel de procéder à sa démagnétisation après toute mesure de résistance d'enroulement CC.

La magnétisation CC ne permet pas d'atteindre une valeur de résistance stable. Il convient donc de définir un écart admissible $R_{\text{écart}}$. Pour être exploitable, la valeur mesurée doit rester dans cet écart admissible pendant un certain temps (voir le graphique ci-après).

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

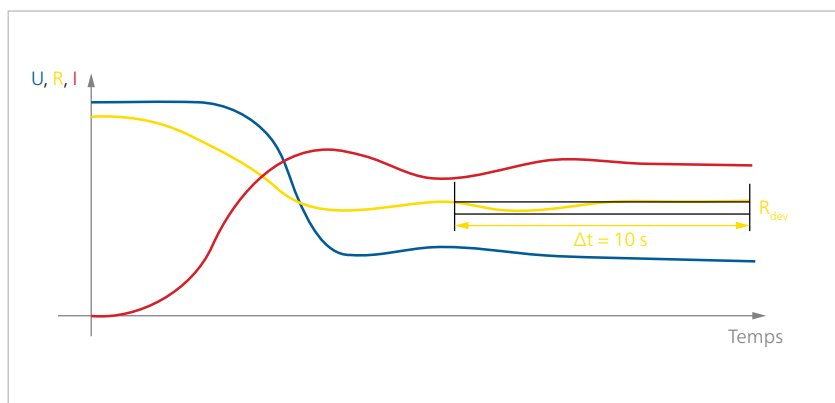
- > Possibilité d'intégrer la mesure dans un processus de test de TC complet incluant la précision, la magnétisation, l'ALF, etc.
- > Grande précision, généralement de 0,05 % + 1 mΩ avec une résolution de 1 mΩ
- > Après le test de TC complet, le circuit magnétique du TC est démagnétisé

Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

- > Avec l'amplificateur de tension VBO2 avec boîtier de commutation, possibilité de réaliser le test depuis une zone sécurisée sans avoir recours à des câbles longs et donc, sans impact sur la mesure
- > Processus de test intégré pour les TT
- > Après le test de TT complet, le circuit magnétique du TT est démagnétisé

Pourquoi utiliser le CPX 200 ?

- > Démagnétisation intégrée
- > Excellente immunité vis-à-vis du bruit extérieur
- > Mesures de haute précision (0,05 %)
- > Même configuration que pour les tests de magnétisation et de rapport avec tension, aucun recâblage nécessaire



Résistance d'enroulement en fonction du temps

Charge

Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- ✓ Charge
- Qualité d'énergie

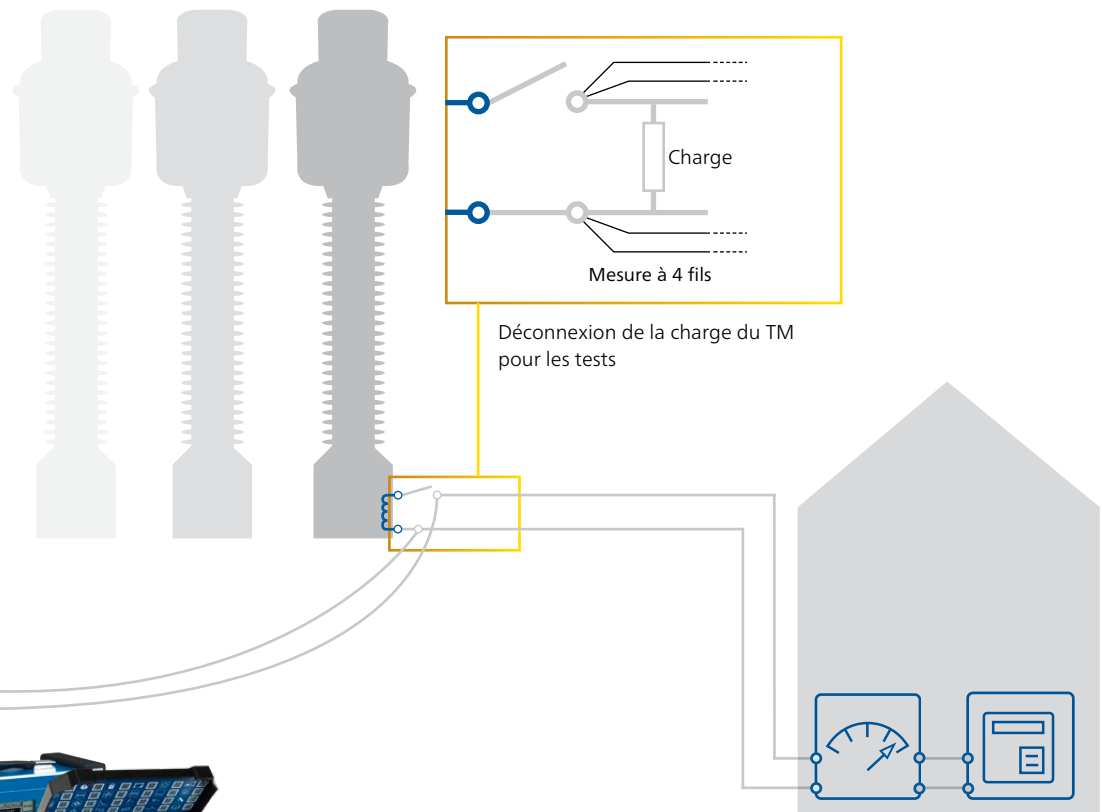
Objectif de la mesure

Étant donné que la charge connectée a un impact significatif sur les performances d'un TM, le bon fonctionnement de l'équipement requiert de connaître la charge en fonctionnement exacte. Cette mesure permet de déterminer l'influence des câbles et autres connexions sur l'impédance de charge. Puisque la charge définit et/ou affecte la précision des TM, les valeurs de charge doivent impérativement être connues, et la charge spécifiée ne doit en aucun cas être dépassée, que ce soit positivement ou négativement.

La mesure de la charge permet également d'identifier les connexions erronées et les défauts de connexion, afin de prévenir tout fonctionnement d'un TC en circuit ouvert ou d'un TT en court-circuit.

Fonctionnement

La charge est connectée à l'équipement de mesure, et non au TM. La charge est ensuite déterminée à l'aide d'une mesure d'impédance complexe (avec amplitude et phase). Elle est exprimée en VA et en tant qu'impédance. Les caractéristiques assignées VA se rapportent toujours à la tension ou au courant nominal(e) secondaire.



CPX 200 CT Analyzer VOTANO 100 COMPANO 100

Bon à savoir...

En cas de changement du point de fonctionnement, la charge peut affecter l'ALF des TC de protection, qui arrivent alors à saturation trop tôt. Dans le cas des TC de mesure, la protection des instruments de mesure connectés assurée par la saturation du circuit magnétique peut être compromise en cas de connexion d'une charge de polarité ou de valeur inappropriée.

Pour les TT, ce sont les courants de charge et de magnétisation qui déterminent l'erreur. L'influence du courant de magnétisation étant généralement moindre et pouvant être compensée lors de la fabrication, le courant de charge est dominant. La charge opérationnelle est donc très importante.

Le TM peut être endommagé si la connexion présente des courts-circuits (TT) ou des circuits ouverts (TC).

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ou le VOTANO 100 ?

- > Possibilité d'intégrer la mesure de la charge dans un processus de test de TM complet (avec tous les paramètres standard pertinents)
- > Recalcul/simulation possible de la précision de TM pour différentes charges et différents courants/tensions primaires
- > Possibilité de charger à tout moment des données de mesure existantes dans l'équipement de mesure

Pourquoi utiliser le CPX 200 ?

- > Prise en charge du test de charge pour les tests autonomes et combinés
- > Mesures de haute précision (0,05 %)

Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Combinaison des contrôles de câblage avec les mesures de charge
- > Idéal pour les tests sur site grâce à sa conception légère et son fonctionnement sur batterie

Puissance			Erreur du rapport de tension en % à % de la tension nominale				
VA	cos Phi	Charge en %	2%	5%	80%	100%	120%
15	0.8	100	0.088%	0.123%	0.177%	0.177%	0.176%
		25	0.033%	0.362%	0.415%	0.417%	0.415%
15	0.8	100	4.825	4.287	3.180	3.186	3.245
		25	2.802	2.263	1.155	1.161	1.220
15	0.8	100	-0.57%	-0.54%	-0.482%	-0.481	-0.483%
		25	-0.33%	-0.30%	-0.246%	-0.245	-0.246%
15	0.8	100	2.320	1.7825	0.678	0.683	0.737
		25	0.302	-0.235	-1.340	-1.335	-1.300

Influence de la charge sur la précision des TT

Puissance			Erreur de rapport de courant en % à % du courant nominal							
VA	cos Phi	Charge en %	1%	5%	10%	20%	50%	100%	120%	200%
15	0.8	100	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
		25	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
7,5	0.8	100	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
		25	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
3,75	1	100	0,005	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
		25	0,005	0,001	0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,001	0,001
0	1	100	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004
		25	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004

Influence de la charge sur la précision des TC

Analyse des décharges partielles

Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

Les décharges partielles (DP) peuvent endommager l'isolation des TM. Elles peuvent être causées par des points chauds localisés, des surfaces aiguisées ou une pénétration d'eau, ou encore par des vides ou des poches d'air pour les TM à isolation imprégnée de résine. Des défauts de conception peuvent également entraîner l'apparition d'un champ magnétique localisé puissant et, par conséquent, d'une activité de DP. Ce qui peut, à terme, mener à des défaillances et à des arrêts coûteux.

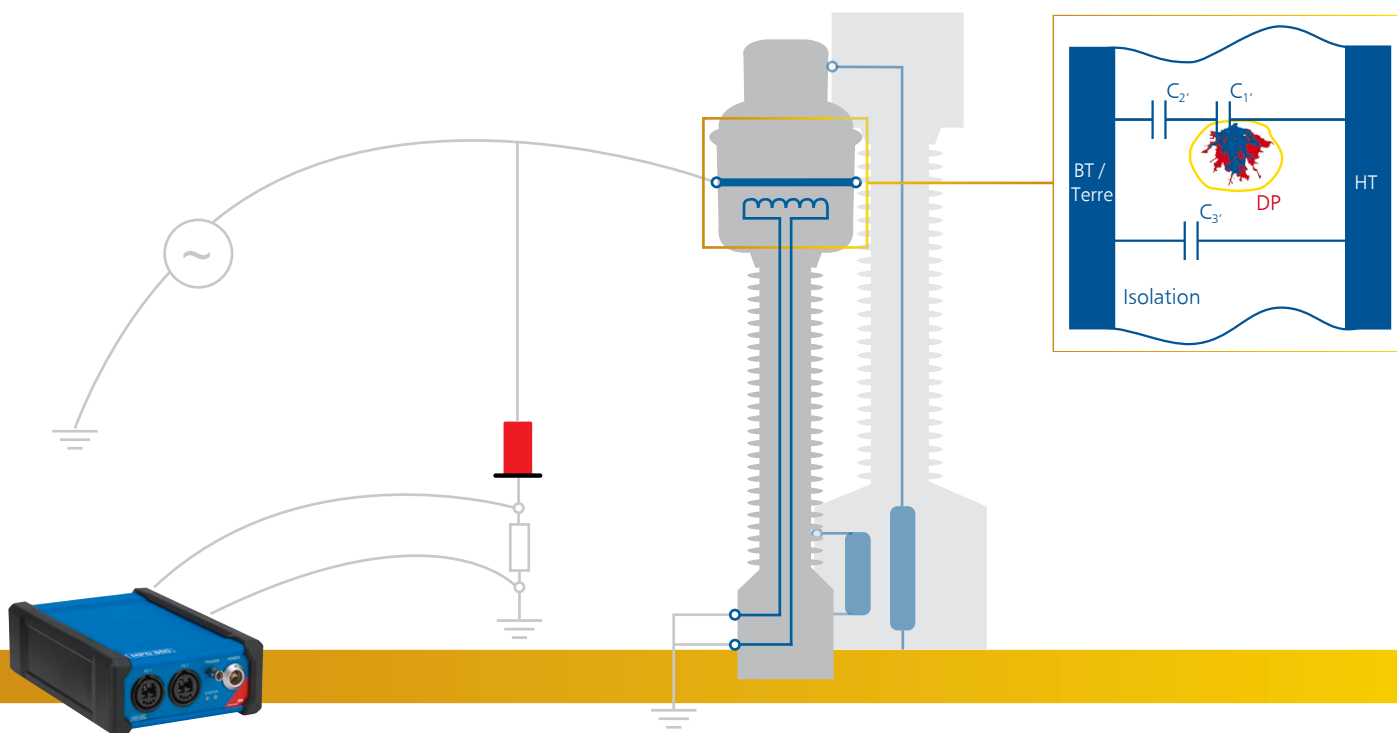
On peut également observer des DP lorsque le matériau d'isolation entre différents potentiels de tension est usagé, contaminé ou défectueux.

La mesure des DP est une méthode fiable et non intrusive permettant de diagnostiquer l'état du système d'isolation d'un TM. Elle peut être utilisée en laboratoire à des fins de diagnostic (pour les tests de réception en usine) ou sur site pour la détection des défauts critiques et l'évaluation des risques.

Fonctionnement

Dans le cadre de la mesure et de l'analyse de l'activité de DP dans les TM, les différents tests et montages de test sont déterminés par le type du transformateur et la norme par rapport à laquelle les mesures sont effectuées. En fonction du type de TM, le système d'analyse des DP doit être raccordé à un condensateur de couplage externe ou à la mise à la terre de l'équipement.

Les mesures de DP sont généralement exprimées en pC. Des techniques perfectionnées de suppression du bruit sont couramment appliquées dans les environnements exposés à de fortes interférences pour limiter les données non pertinentes.



MPD 800

Bon à savoir...

Une décharge partielle est une décharge électrique localisée qui ne franchit que partiellement un système d'isolation électrique solide ou liquide sous l'effet d'un champ à haute tension.

Un circuit de test est installé afin que la capacité de court-circuit soit rechargée à partir du condensateur de couplage. Ce courant peut être alors mesuré et corrélé au niveau de décharge.

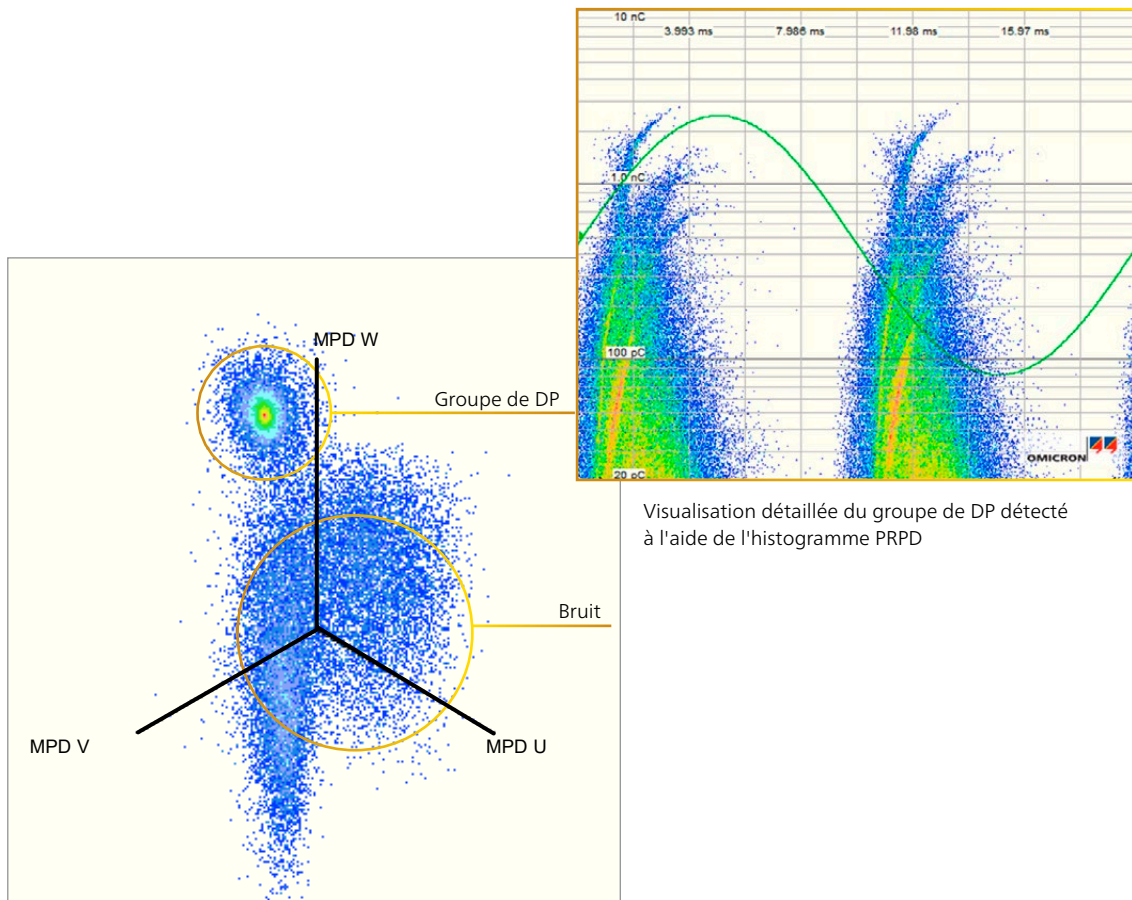
Grâce à l'interprétation des modèles, il est possible de séparer les DP internes et externes, ainsi que les décharges de surface et les potentiels flottants.

L'évaluation multi-spectrale (3CFRD) peut quant à elle être utilisée pour séparer les différentes sources de DP via l'analyse des réponses en fréquence obtenues avec un canal de mesure unique.

Enfin, l'utilisation d'un pont de mesure équilibré (MBB1) permet de réaliser des tests de DP monophasés, pour les montages de test CA et CC, en laboratoire ou sur site. Cela peut se révéler particulièrement utile dans les environnements à fortes interférences.

Pourquoi utiliser le MPD 800 ?

- > Mesures de DP conformes aux normes CEI sur les transformateurs de mesure
- > Isolation galvanique via des câbles à fibre optique pour un fonctionnement sûr
- > Capacités d'atténuation et de mesure de DP multicanal synchrone.
- > Enregistrement et relecture de datasets de DP pour analyse ultérieure
- > Méthodes de suppression active du bruit et d'atténuation pour une précision optimale malgré un niveau élevé d'interférences
- > Logiciel personnalisable qui permet aux utilisateurs de ne sélectionner que les outils d'analyse de DP dont ils ont besoin



Visualisation détaillée du groupe de DP détecté à l'aide de l'histogramme PRPD

Diagramme 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram) de séparation des sources de DP et du bruit

Analyse de la réponse diélectrique en fréquence

Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

L'analyse de la réponse diélectrique en fréquence, également appelée « analyse de la réponse diélectrique », est utilisée pour les TM inductifs isolés avec du papier imprégné d'huile à des fins d'évaluation de la teneur en humidité de l'isolation cellulosique, et permet donc d'en déterminer l'état.

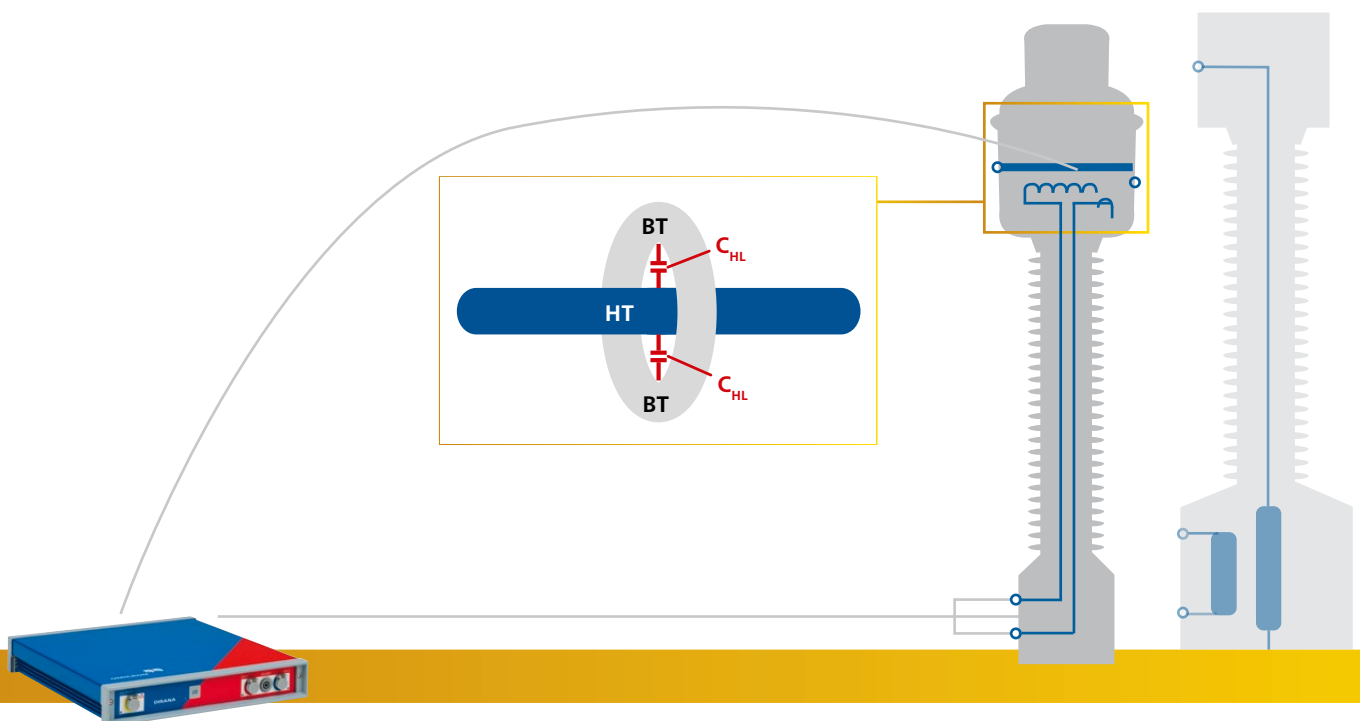
La présence d'humidité dans l'isolation de ce type de TM peut s'expliquer par un séchage insuffisant lors de la phase de fabrication ou être due à des fuites. Ce phénomène entraîne une baisse de la résistance à la rupture et une augmentation des pertes.

Pour les TM isolés par papier huilé, une teneur en humidité élevée dans l'isolation peut mener à des défaillances susceptibles de provoquer la destruction totale des équipements. Il s'agit donc d'un facteur important pour l'évaluation de l'état des TM.

Fonctionnement

L'isolation principale des TC est directement accessible à des fins de mesure. Pour les TT, un accès direct à l'intégralité de l'isolation principale est difficile, car elle est constituée des isolations des différentes spires de l'enroulement primaire. Il est toutefois possible de mesurer la réponse diélectrique entre les enroulements primaire et secondaire, ainsi qu'entre l'enroulement primaire et la terre.

Le facteur de dissipation/puissance de cette isolation est mesuré sur une plage de fréquences très étendue. La courbe qui en résulte contient des informations sur l'état de l'isolation.



Bon à savoir...

Il n'existe pas d'autres manières non invasives d'évaluer la teneur en humidité d'un TM avec une précision comparable.

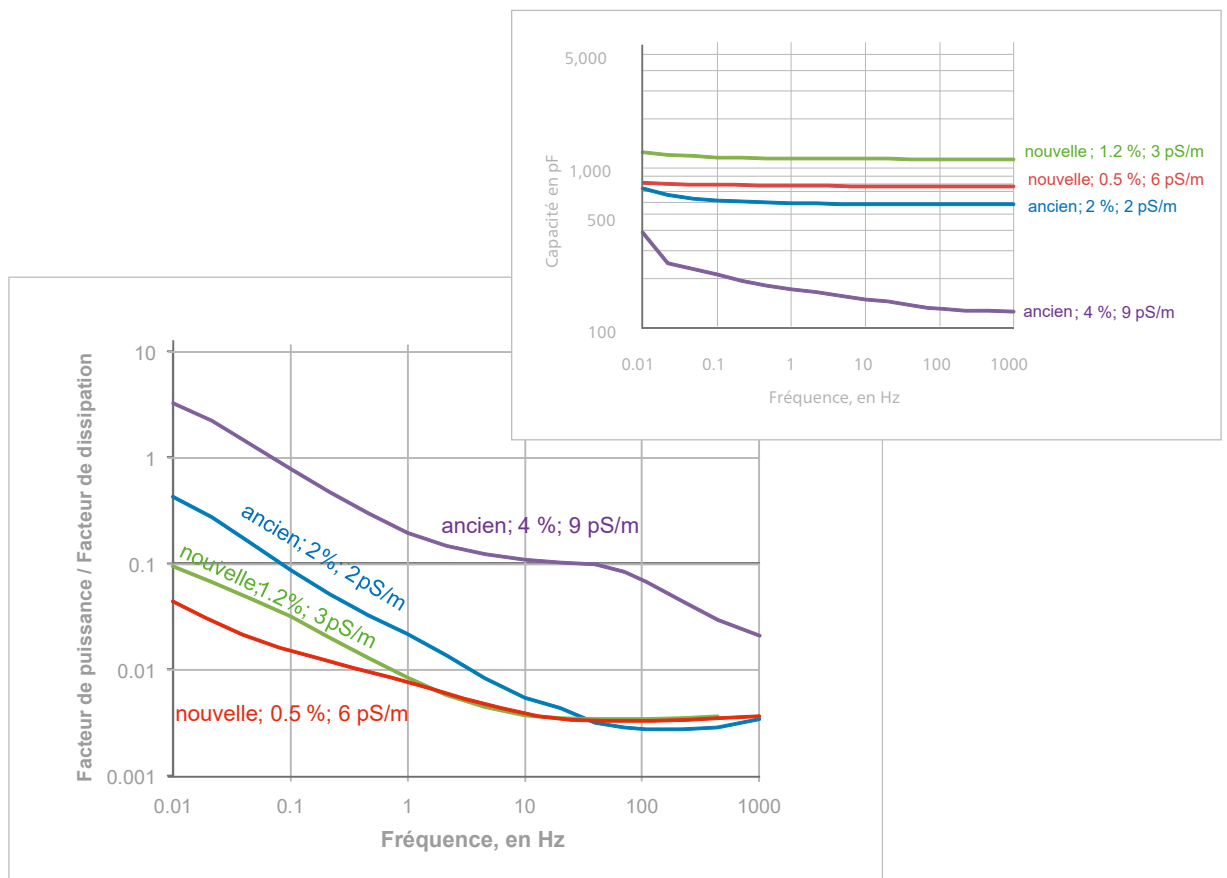
La teneur en humidité est déterminée directement dans la cellulose et non déduite de l'humidité présente dans l'huile. La méthode est ainsi applicable à toutes les températures et il n'est pas nécessaire d'attendre que l'équilibre entre l'humidité du papier et de l'huile soit atteint.

Afin d'améliorer la fiabilité des résultats, il est toujours judicieux de réaliser plusieurs mesures pour chaque équipement et de mesurer autant d'équipements « frères » que possible, à des fins de comparaison (résultats de référence).

Il est également possible de mesurer la capacité en fonction de la fréquence pour déterminer le vieillissement de l'isolation. La valeur tend en effet à rester stable pour les TM récents, tandis qu'elle diminue au fur et à mesure que la fréquence augmente pour les TM plus anciens.

Pourquoi utiliser le DIRANA ?

- > Détermination fiable de la teneur en humidité des TM
- > Temps de mesure extrêmement courts grâce à la combinaison de méthodes de mesure (FDS et PDC)
- > Plage de fréquence étendue (10 μ Hz à 5 kHz)



Réponse diélectrique et rapport capacitif de TM présentant un vieillissement et un état général différents

Capacité et facteur de dissipation

Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- ✓ Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

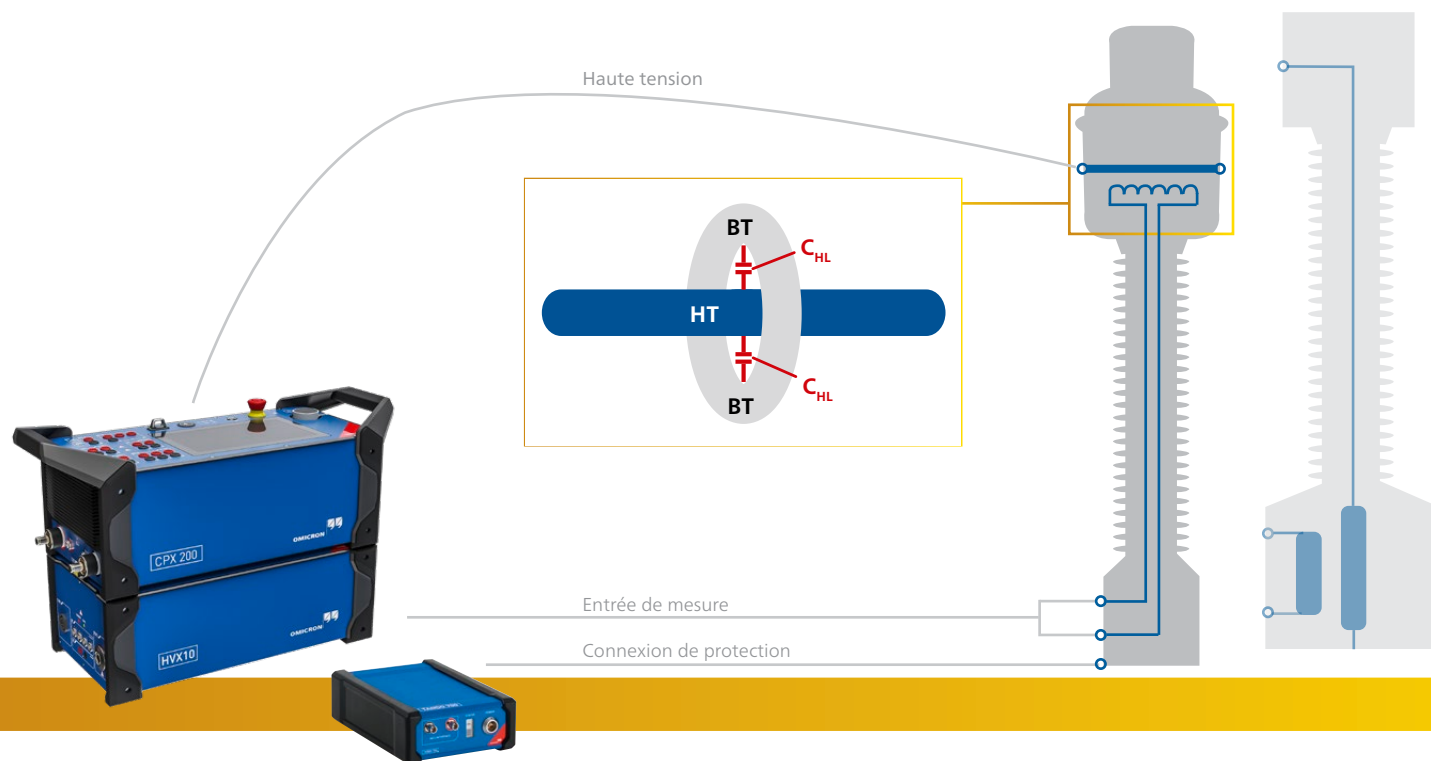
Objectif de la mesure

La mesure du facteur de puissance/dissipation (FP/FD) permet d'évaluer l'état du système d'isolation des TM, afin d'assurer un fonctionnement fiable.

La pénétration d'eau entraîne une augmentation des pertes diélectriques, qui peuvent être quantifiées à l'aide de mesures du FP/FD. Réalisée sur l'empilage capacitif d'un TCT, cette mesure permet de révéler d'éventuelles couches capacitives en court-circuit. L'une des principales causes de dysfonctionnement des TM est la défaillance de l'isolation.

Fonctionnement

Les mesures sont réalisées sur l'isolation principale du TM, entre les conducteurs primaire et secondaire. Pour les TC, les enroulements sont mis en court-circuit, et la tension de test est appliquée à l'un des enroulements pendant que le courant circulant dans l'isolation est mesuré sur l'enroulement opposé. Pour les TT, un accès direct à l'intégralité de l'isolation principale est difficile. Cependant, la mesure peut être effectuée entre les enroulements primaire et secondaire, ainsi qu'entre l'enroulement primaire et la terre.



CPX 200 + HVX10

TANDO 700
(source de tension requise)

Bon à savoir...

Pour évaluer les résultats de mesure, il est conseillé de comparer les valeurs à des résultats précédents, aux résultats obtenus pour des équipements « frères », ainsi qu'aux valeurs de référence mentionnées dans les normes pertinentes pour l'équipement testé.

Une augmentation de la capacité de plus de 10 % par rapport aux résultats précédents doit être considérée comme dangereuse. Cela indique qu'une partie de l'isolation est en court-circuit, et que la contrainte diélectrique s'exerçant sur l'isolation restante est trop élevée.

Les mesures de FP/FD standard à 50 ou 60 Hz permettent uniquement de détecter les effets de l'humidité et du vieillissement à un stade avancé. En effectuant les mesures sur une plage de fréquence plus étendue, il est possible de détecter ces effets plus tôt, ce qui permet de bénéficier d'un temps de réaction plus long pour planifier des actions correctives.

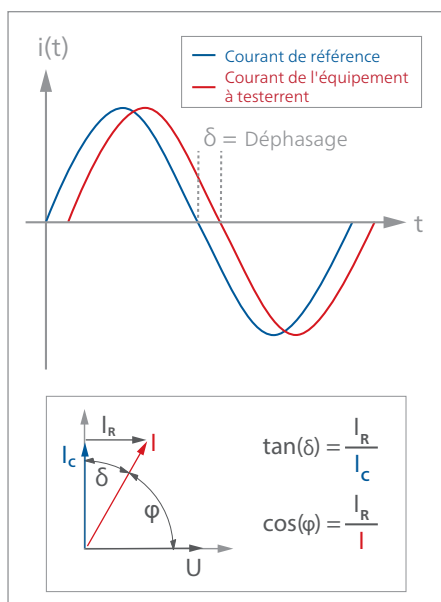
Si un FP/FD élevé est détecté, l'analyse de la réponse diélectrique peut être utilisée comme méthode de diagnostic supplémentaire. Cette mesure diélectrique de la bande large permettra en effet de déterminer si le FP/FD élevé est dû à l'humidité.

Pourquoi utiliser le CPX 200 + le HVX10 ?

- > Mesures de haute précision
- > Large plage de fréquence de test (1 à 600 Hz)
- > Même configuration que pour les tests de résistance d'isolement, aucun recâblage nécessaire
- > Poids total inférieur à 30 kg/66 lbs

Pourquoi utiliser le TANDO 700 ?

- > Équipement dédié aux tests HT en laboratoire, par ex. pour les tests de routine, de type ou de matériaux de plusieurs appareillages



Déphasage dû aux pertes diélectriques

Résistance d'isolement

Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

La mesure de la résistance d'isolement permet d'identifier les faiblesses potentielles de l'isolation des TM pouvant résulter de la pénétration d'humidité, du vieillissement ou de forces mécaniques sur l'appareillage. Les dommages de l'isolation peuvent engendrer des claquages électriques, une défaillance de l'équipement et des temps d'arrêt coûteux.

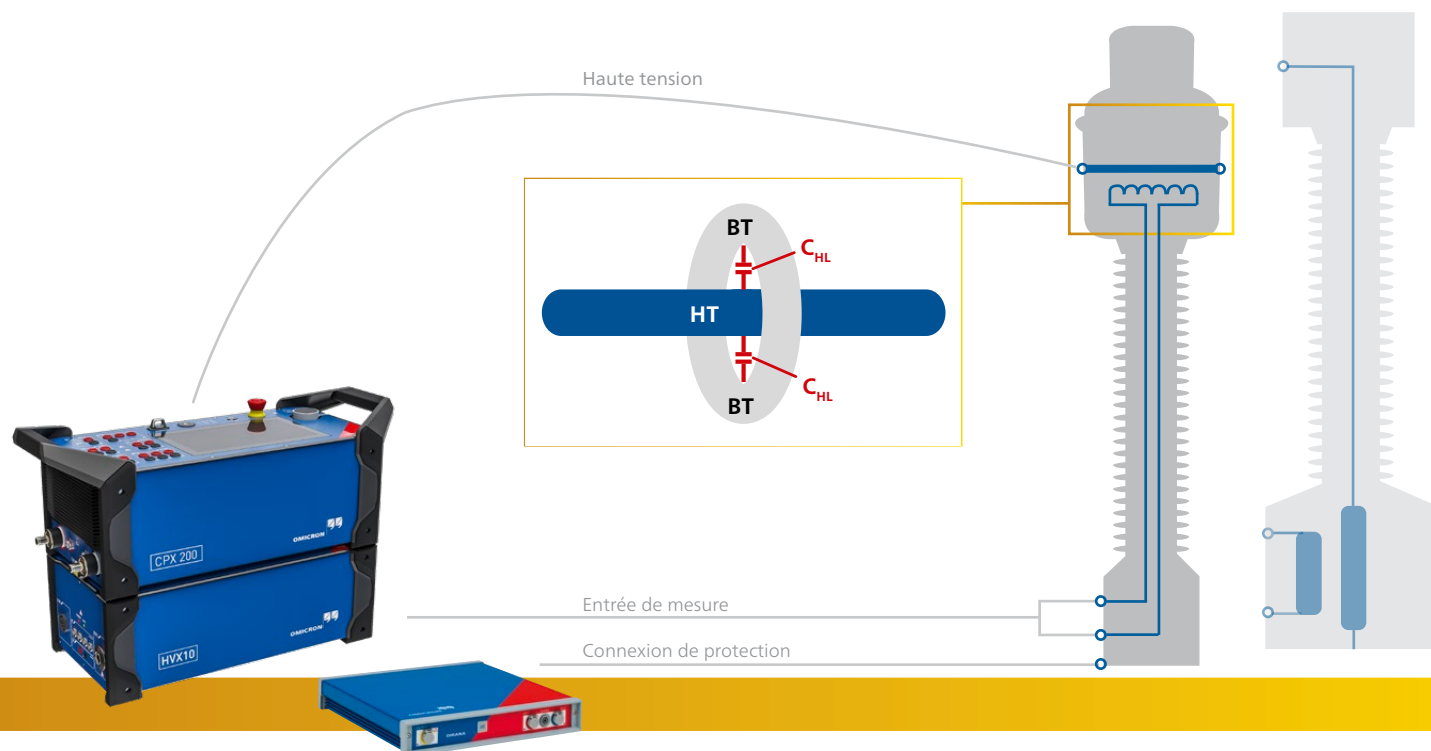
En mesurant régulièrement la résistance d'isolement, les points faibles peuvent être détectés de manière précoce, ce qui aide à prévenir les défaillances majeures, à réduire les pannes inattendues et à prolonger la durée de vie de l'équipement.

Fonctionnement

La résistance d'isolement est évaluée en appliquant une tension CC de 500 à 1 000 V pendant 60 secondes entre les enroulements et la terre, ainsi qu'entre les différents enroulements.

Pour les TC, les bornes primaires et secondaires sont mises en court-circuit, et l'enroulement secondaire est mis à la terre. Une tension de test CC est appliquée à l'enroulement primaire, en utilisant la même configuration que pour les tests de facteur de dissipation/puissance et de capacité.

Les TT sont testés par injection secondaire, avec le neutre primaire mis à la terre. Avec le HVX10, la résistance d'isolement peut être mesurée entre l'enroulement secondaire injecté et jusqu'à quatre enroulements secondaires supplémentaires, ainsi qu'entre l'enroulement secondaire injecté et l'enroulement primaire mis à la terre, le tout avec une seule configuration.



Bon à savoir...

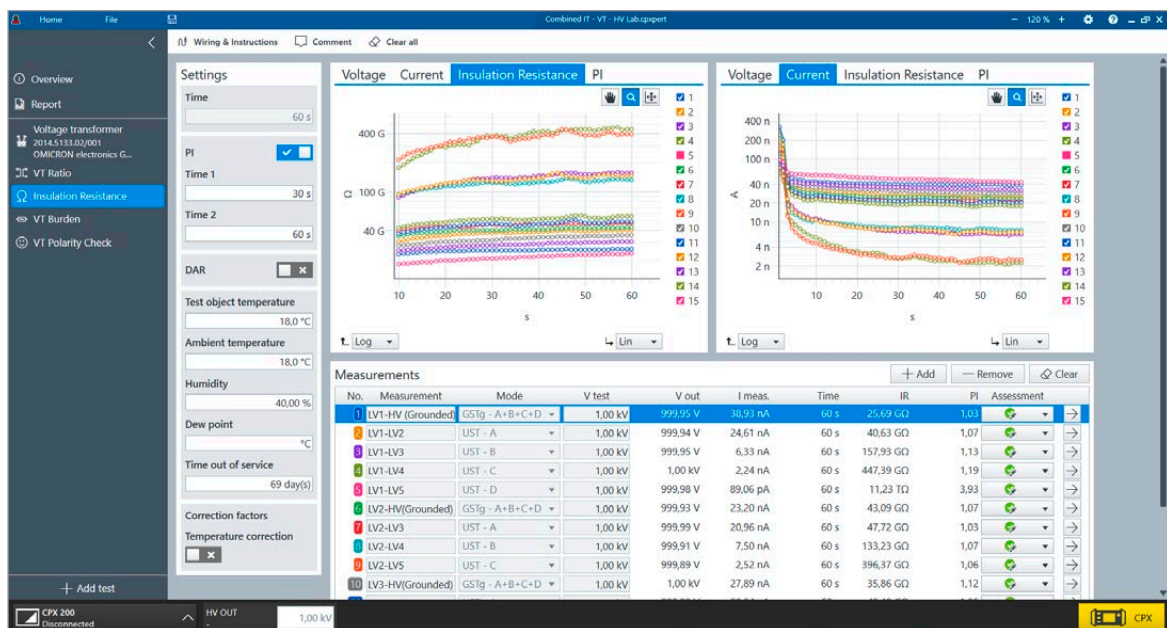
Certains transformateurs de mesure sont dotés d'une électrode de blindage qui améliore la précision de la résistance d'isolement en réduisant les capacités parasites et les courants de fuite en surface. Si cette électrode est présente, le test direct entre les enroulements primaire et secondaire n'est pas possible. Au lieu de cela, les mesures sont réalisées entre les enroulements et l'électrode de blindage.

Si l'électrode de blindage ne peut pas être déconnectée, appliquer la tension de test à un enroulement non mis à la terre et mesurer entre cet enroulement et l'électrode de blindage mise à la terre. S'assurer que la tension ne dépasse pas la valeur maximale spécifiée du transformateur pour empêcher les dommages.

Si l'électrode de blindage des TC peut être déconnectée, appliquer la tension de test (dans les limites spécifiées) à un enroulement primaire déconnecté de la terre. Réaliser la mesure entre l'enroulement primaire et l'électrode de blindage non mise à la terre.

Pourquoi utiliser le CPX 200 + le HVX10 ?

- > Câblage identique à celui des mesures de la capacité et du facteur de puissance/dissipation
- > Enregistrement des courbes pour une analyse détaillée
- > Calcul automatique de l'IP et du RAD
- > Durée de mesure configurable (par ex. 60 s, 600 s)
- > Mesure de jusqu'à quatre traversées sans recâblage



Tests de la résistance d'isolement sur les TM à l'aide du logiciel CPXpert

Facteur limite de précision (ALF) et tension aux bornes (V_b)

Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- ✓ Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

La précision des TC varie selon les conditions de fonctionnement en raison de la non-linéarité du circuit magnétique. Lorsque l'inductance du circuit magnétique diminue à la suite de la saturation, l'erreur augmente. Par conséquent, la précision change dans des conditions de surintensité. L'ALF (CEI) et la tension aux bornes (IEEE) indiquent si un TC de protection peut mesurer des courants de défaut avec une précision suffisante compte tenu de la charge spécifiée/connectée.

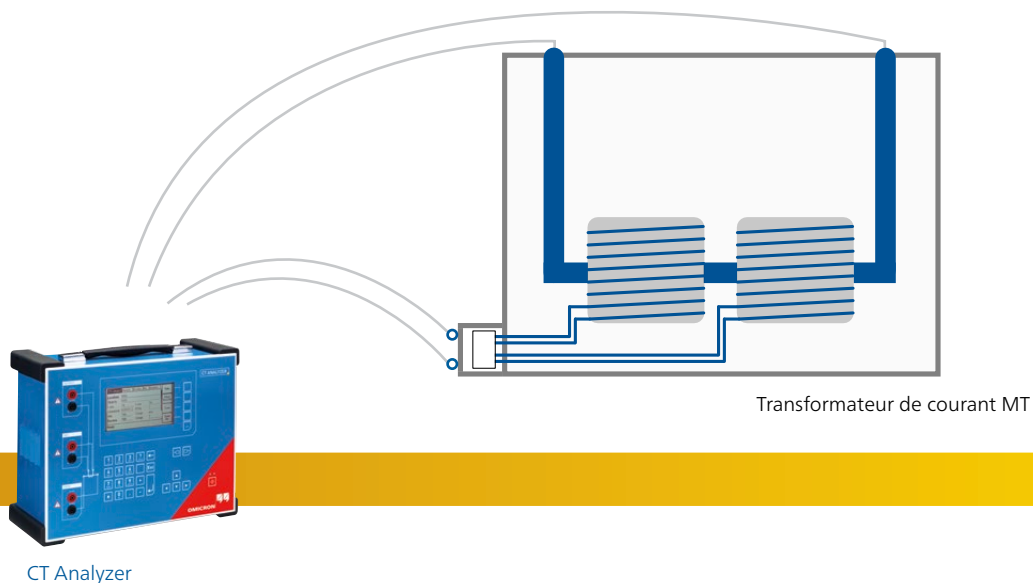
L'ALF se définit comme le rapport entre le courant de fonctionnement et le courant nominal, avec une précision dans les limites définies. La tension aux bornes, notée V_b , correspond à la tension dans la charge standard à 20 fois le courant nominal, sans dépasser une erreur composite de 10 %.

Fonctionnement

La résistance d'enroulement, la charge et la courbe de magnétisation sont mesurées directement, grâce à la méthode indirecte, telle que définie dans les normes CEI. L'ALF peut ensuite être dérivé à partir des résultats obtenus, en se basant sur le schéma de connexions équivalent simplifié.

Pour vérifier si un TC de classe C (IEEE) satisfait aux exigences en termes de tension aux bornes (par exemple, 400 V), il suffit de calculer la correction de rapport ou l'erreur composite à partir de la courbe de magnétisation et de la charge à 20 fois le courant secondaire nominal. Si l'erreur est inférieure à 10 %, le TC est satisfaisant.

Dans le cas de la méthode directe, un courant sinusoïdal est appliqué du côté primaire du TC, équivalent au courant primaire limite de précision. Le côté secondaire est quant à lui connecté à la charge nominale, afin de déterminer la précision.



Bon à savoir...

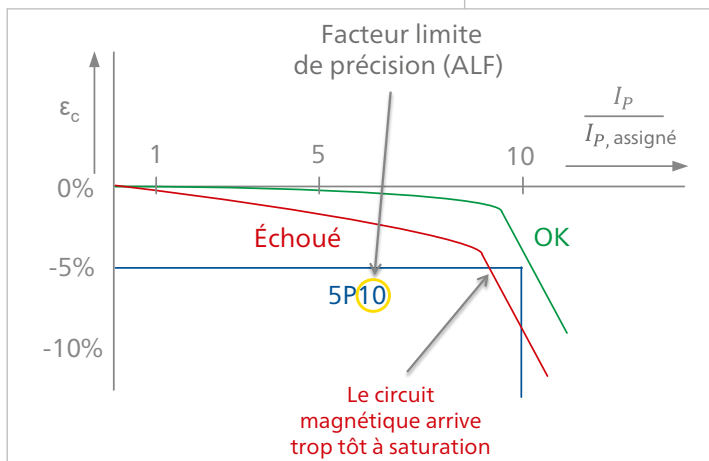
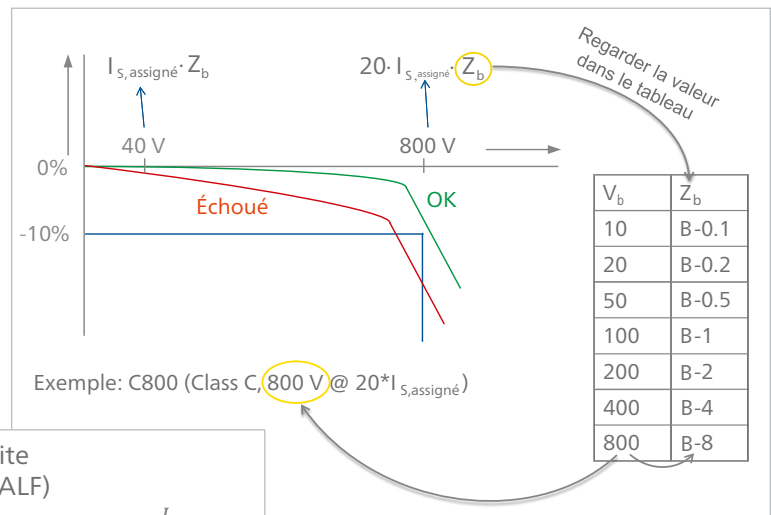
Le paramètre IPL correspond au courant primaire limite nominal pour un transformateur de mesure, et au courant limite de précision pour un transformateur de protection. Le rapport entre le courant primaire limite nominal I_{PL} et le courant primaire nominal I_{PR} est appelé « facteur de limitation de la précision » (ALF) pour les TC de protection, et « facteur de sécurité de l'instrument » (FS) pour les TC de mesure.

Les TC de protection et de mesure présentent des exigences différentes. Les TC de mesure fonctionnent dans la plage linéaire et doivent saturer à des courants élevés pour protéger les équipements connectés. En revanche, les TC de mesure fonctionnent correctement au courant nominal et à des courants élevés avec une saturation supérieure.

Afin de valider une tension aux bornes V_b inconnue, il convient de déterminer la tension au sein de la charge pour une erreur exacte de 10 %. Si cette tension est, par exemple, de 480 V, le TC est classé C 400.

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Possibilité de dériver l'ALF à l'aide de la méthode directe (normes CEI 60044-1 et CEI 61869-2)
- > Mesure intégrée au processus de test de TC complet à basse tension
- > Détermination possible de l'ALF direct et indirect
- > Validation de la tension aux bornes en cas de valeur inconnue
- > Évaluation globale des TC possible, pour des performances conformes aux normes



Erreurs de TC liées au courant primaire :
explication des exigences d'ALF et de tension aux bornes

Magnétisme résiduel

Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

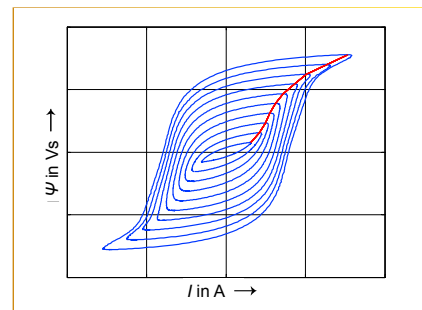
Cette mesure permet de détecter tout magnétisme résiduel dans le circuit magnétique provoqué par des courants de défaut, des composantes CC de commutation, des mesures CC ou la foudre.

Dans un TC, la présence d'un magnétisme résiduel peut provoquer une modification du point de fonctionnement, entraînant à son tour un dysfonctionnement des relais de protection ou, plus généralement, une interprétation erronée des courants du système.

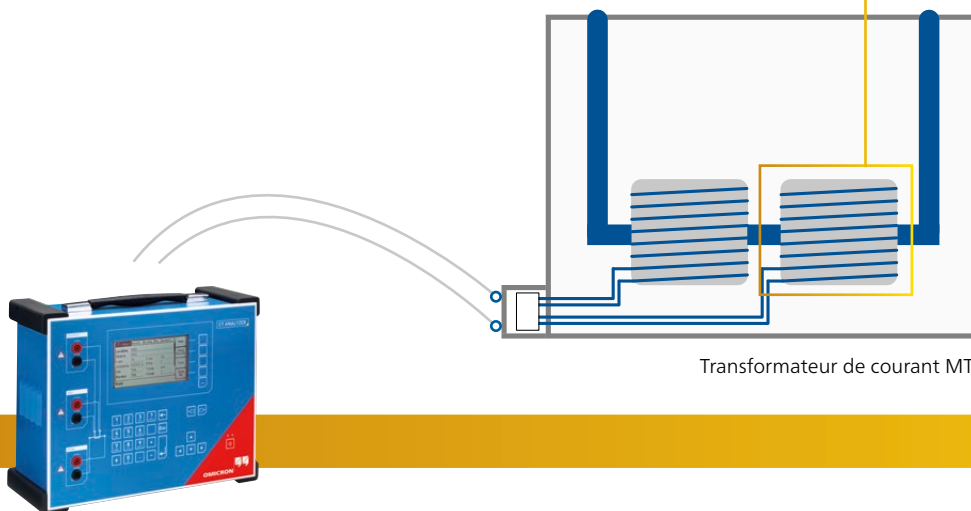
Il convient de procéder à la mesure et à l'analyse de la rémanence et du magnétisme résiduel avant toute mise en service d'un TC, afin d'en contrôler le bon fonctionnement, après un événement et une exposition à des composantes CC, ou après une mesure de résistance d'enroulement CC.

Fonctionnement

L'outil logiciel détermine le magnétisme résiduel dans le circuit magnétique du TC. Une tension alternative CC est appliquée à la borne secondaire, afin de déterminer le flux de saturation. Le flux rémanent est ensuite calculé à partir des différences entre les caractéristiques de magnétisation initiales et celles dérivées après quelques cycles de tension alternative CC, une fois le système de nouveau symétrique. Le circuit magnétique doit être démagnétisé après la mesure.



Courbe d'hystérésis correspondant au circuit magnétique du TC



Transformateur de courant MT

CT Analyzer

Bon à savoir...

En cas de défaillance du système, l'équipement de protection connecté au TM désactive les sections du réseau électrique en dérangement de façon à empêcher que la panne ne cause des dommages plus graves.

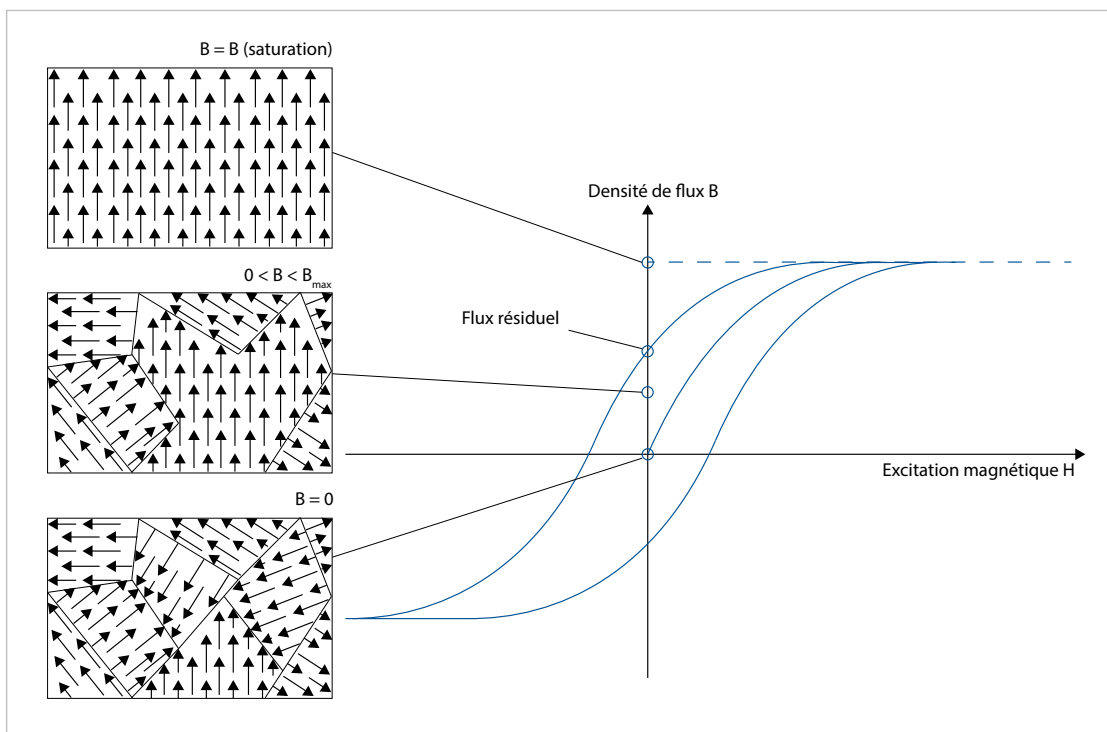
Cependant, le déclenchement non sélectif de ces systèmes de protection lorsqu'il n'y a pas de dysfonctionnement dans les zones respectives (déclenchement intempestif) interrompt les opérations ayant lieu sur le réseau principal et nuit à la disponibilité et à la sélectivité.

Il est important de savoir si un flux résiduel est présent dans le circuit magnétique d'un TC, dans la mesure où cela réduit l'oscillation de flux disponible dans une direction et rend plus difficile d'éviter la saturation en cas de défaut.

Afin de prévenir tout impact négatif dû à un magnétisme résiduel, il est possible d'utiliser un circuit magnétique surdimensionné ou d'introduire des entrefers. Avec cette dernière solution, la courbe d'hystérésis est aplanie, la saturation du circuit magnétique débute à des intensités de champ magnétique supérieures, et la rémanence peut être réduite. Plus les entrefers sont importants, plus la rémanence est faible. Plutôt que d'avoir un air gap unique, il est conseillé de répartir plusieurs entrefers tout autour du circuit magnétique.

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Mesure précise des facteurs de rémanence et du magnétisme résiduel
- > Détermination du facteur de rémanence K_r et du flux résiduel au cours d'un seul cycle de test automatisé
- > Démagnétisation du circuit magnétique après la mesure en vue de garantir l'absence de tout magnétisme résiduel
- > Résultats en quelques secondes



Courbe de magnétisation/d'hystérésis correspondant aux processus de magnétisation interne du circuit magnétique

Paramètres transitoires des TC

Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge
- Qualité d'énergie

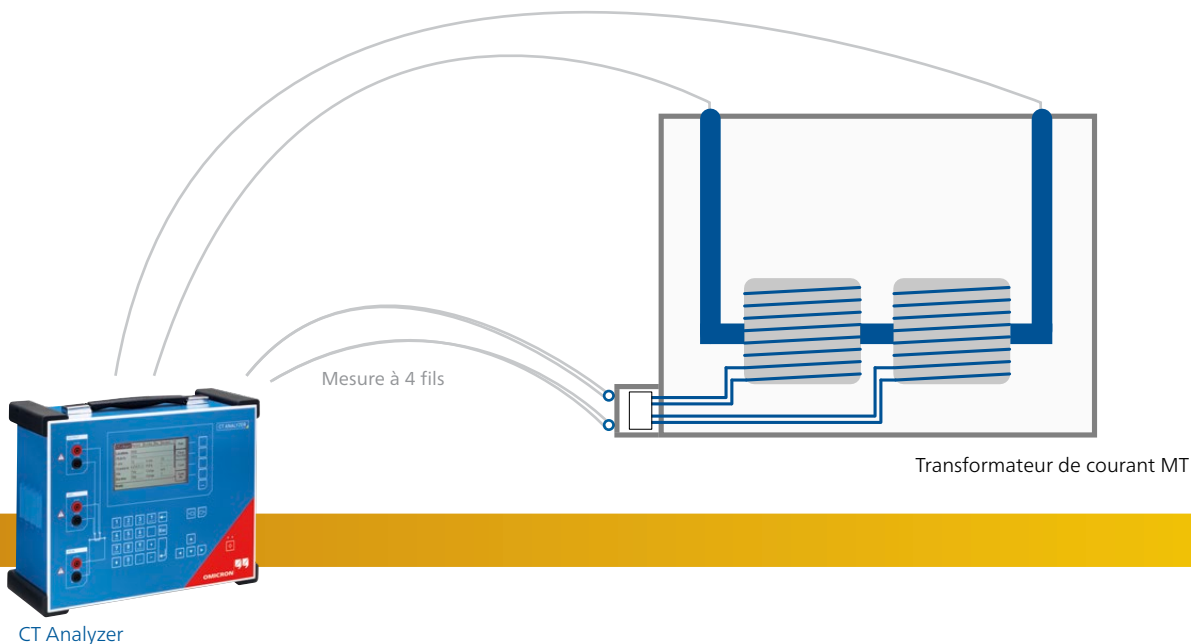
Objectif de la mesure

Les TC fonctionnent dans des conditions de courant alternatif symétrique mais sont également exposés à des composantes de courant continu en raison des influences opérationnelles, environnementales ou liées à la maintenance. Les événements transitoires, comme les courts-circuits ou les commutations, peuvent exposer les TC à une composante CC qui diminue de façon exponentielle. Cela provoque une magnétisation asymétrique et, par conséquent, un magnétisme résiduel dans le circuit magnétique. Ces deux phénomènes peuvent engendrer des dysfonctionnements au niveau des équipements de protection.

Les TC de protection doivent être « surdimensionnés » pour pouvoir garantir une interprétation correcte du système dans des conditions nominales et de défaut, même en cas d'exposition à des composantes CC. Les composantes CC magnétisent le circuit magnétique des TC et peuvent entraîner leur saturation (selon la conception et le matériau utilisé), provoquant alors un fonctionnement asymétrique. Il convient de définir différents paramètres pour désensibiliser le comportement dans ces conditions. Les principaux paramètres transitoires sont : K_{td} , t_{al} , K_{tr} , K_x , K_{ssc}

Fonctionnement

Les paramètres transitoires des TC sont obtenus en mesurant les paramètres de circuit équivalent, à partir des valeurs d'entrée et de la charge secondaire appliquée.



Bon à savoir...

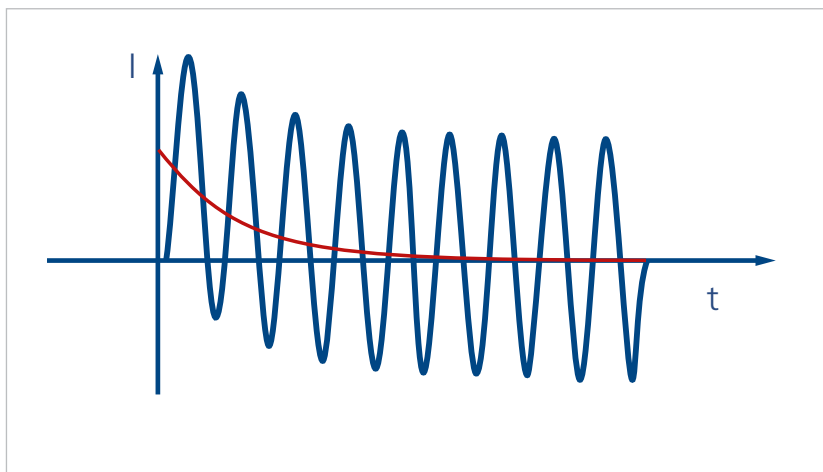
La norme CEI définit différentes classes pour les TC de protection. Les classes TPX, TPY et TPZ présentent des exigences spécifiques en termes de performances transitoires. Le bon fonctionnement de ces TC ne doit en effet pas être perturbé par les éventuelles composantes CC, et ce pendant différents cycles de service.

Ces critères peuvent être satisfaits à l'aide d'un circuit magnétique surdimensionné, fabriqué dans un matériau présentant une induction de rémanence faible, ou par l'introduction d'entrefer. Cette dernière solution résulte en un comportement linéaire. Les composantes CC ne pouvant alors pas être complètement transformées, elles n'affectent pas les TC.

Il existe une mesure permettant de déterminer le flux résiduel dans le circuit magnétique d'un TC (voir « flux résiduel »). Le circuit magnétique doit être démagnétisé après toute mesure de TC, notamment après la mesure de la résistance d'enroulement CC.

Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Connaissance des capacités d'un TC en cas de défaut transitoire au début de la production
- > Détermination de la compatibilité d'un TC pour un réseau avec des courants de défaut attendus spécifiques
- > Détermination de la compatibilité d'un TC pour un cycle de service défini
- > Connaissance des paramètres transitoires pour la définition des fonctions appropriées de protection des relais



Courant de court-circuit avec composante CC décroissante (ligne rouge)

Précision de phase et de rapport à large bande

Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge
- ✓ Qualité d'énergie

Objectif de la mesure

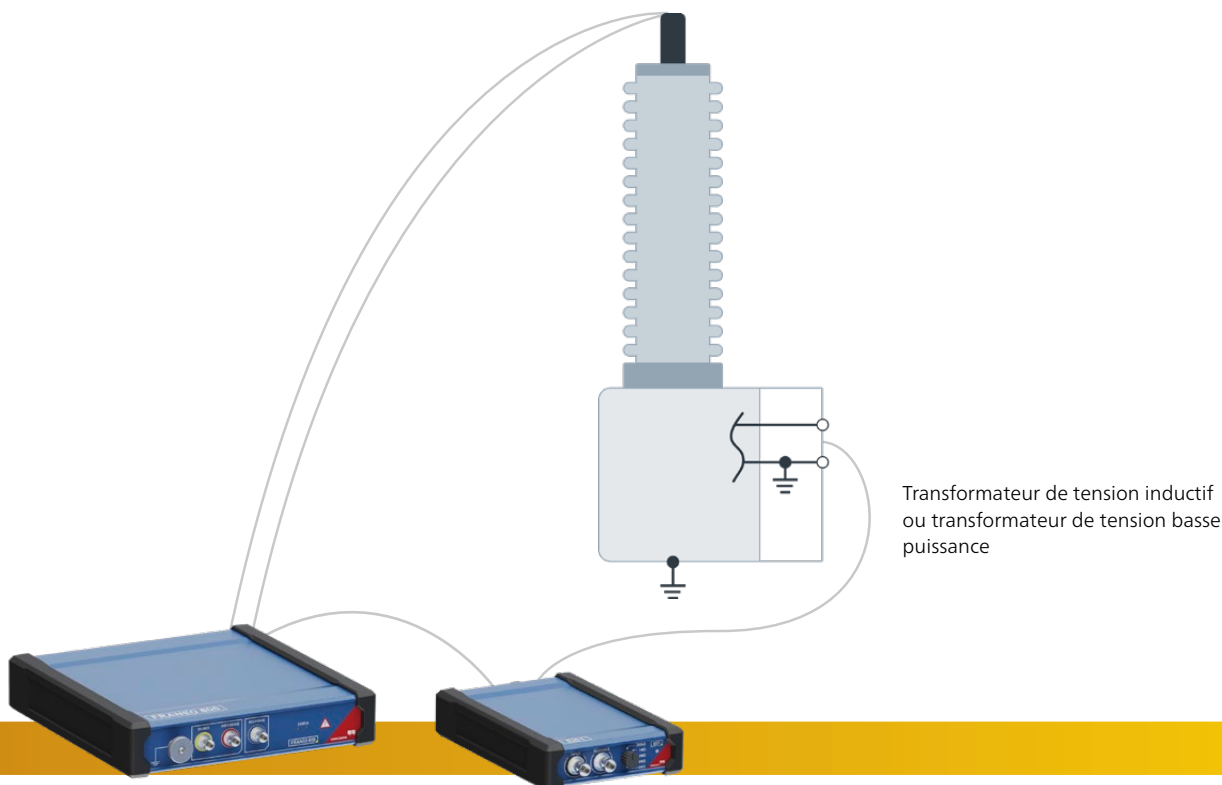
Les transformateurs de mesure sont chargés d'abaisser les tensions et courants élevés à des niveaux mesurables. Leur précision influence directement la fiabilité de la chaîne de mesure de la qualité d'énergie. La qualité d'énergie est cruciale pour la fiabilité du système, car elle indique dans quelle mesure la tension et le courant correspondent à des formes d'onde idéales. Une mauvaise qualité d'énergie peut entraîner des défaillances des équipements, des pertes d'énergie et des temps d'arrêt.

Les évaluations classiques de précision se concentrent sur le comportement en fréquence fondamentale, mais de nombreuses perturbations liées à la qualité d'énergie surviennent à des fréquences plus élevées dans la plage des harmoniques. La mesure de la précision de phase et de rapport à large bande sur toute la plage de fréquence permet de maximiser la disponibilité des appareillages et la fiabilité du réseau.

Fonctionnement

Un système de test haute précision est nécessaire pour injecter une plage de fréquence étendue (jusqu'à 500 kHz) et analyser la sortie avec une incertitude de mesure minimale. En plus de la source de tension de test haute fréquence, le système comprend un convertisseur d'impédance adapté à la charge nominale de l'équipement à tester.

Il mesure avec précision les erreurs d'amplitude et de phase sur l'ensemble de la plage de fréquence, fournissant une évaluation complète des performances d'un transformateur de mesure dans des conditions réalistes du réseau.



Bon à savoir...

La norme CEI 61869-1 Édition 2.0 définit les classes de précision large bande pour les transformateurs de mesure destinés aux applications de qualité d'énergie. Ces classes couvrent la transformation des signaux sinusoïdaux à haute fréquence, ainsi que des harmoniques de courant et de tension déformés.

Le logiciel permet aux utilisateurs de visualiser et de comparer les résultats de test avec les limites spécifiées des classes de précision pertinentes.

Les mesures de précision large bande sont généralement effectuées dans des environnements de laboratoire ou dans des installations de test spécialisées. Elles sont réalisées pendant la phase de conception des transformateurs de mesure, les tests de type, les tests de mise en service, ainsi que les scénarios de vérification sur site.

Pourquoi utiliser le FRANEO 800 + EIC1 ?

- > Mesure de la précision de phase et de rapport large bande des transformateurs de mesure pour les applications de qualité d'énergie
- > Procédure de test simple d'utilisation dans un logiciel dédié
- > Adapter l'impédance de charge avec l'accessoire convertisseur d'impédance électronique EIC1



Notre logiciel PQLyzer offre une assistance optimale pour mesurer les caractéristiques de transfert des transformateurs de mesure, à l'aide de paramètres de balayage configurables, de schémas de câblage et de rapports pour une utilisation simple.

Comment nous créons de la valeur pour nos clients ...

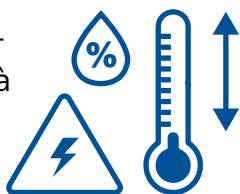
Qualité

Misez sur les normes de sécurité les plus exigeantes



Une fiabilité supérieure avec jusqu'à

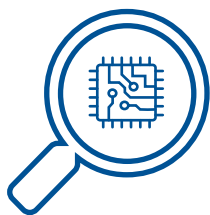
72



heures de tests thermiques avant livraison

100%

des composants de l'équipement de test sont entièrement testés



ISO 9001
TÜV & EMAS
ISO 14001
OHSAS 18001



Conformité aux normes internationales

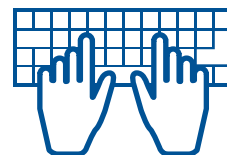
Innovation



... une gamme de produits adaptée à mes besoins

Plus de

200



développeurs améliorent sans cesse nos solutions

Plus de

15%



de notre chiffre d'affaires annuel est réinvesti dans la recherche et le développement

Economisez jusqu'à

80%

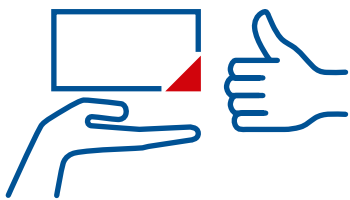


du temps de test grâce aux modèles et à l'automatisation

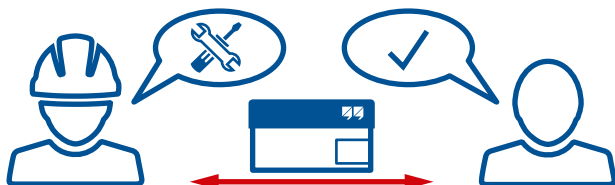
Assistance

24/7

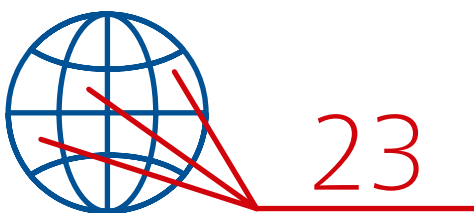
Assistance technique professionnelle disponible à tout moment



Équipements de prêt pour réduire les temps d'indisponibilité



Réparation et étalonnage simples et rentables



agences dans le monde pour un contact et une assistance proches de vous

Connaissances

Plus de

300

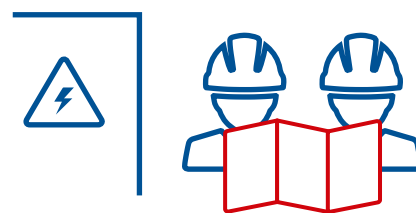


formations théoriques et de nombreuses formations pratiques chaque année

Rencontres d'utilisateurs, et conférences régulièrement organisées par OMICRON



à des milliers d'articles techniques et notes d'application



Vaste expérience en termes de conseil, de test et de diagnostic

OMICRON est une société internationale qui travaille avec passion sur des idées visant à rendre les réseaux d'énergie électrique sûrs et fiables. Nos solutions novatrices sont conçues pour relever les défis actuels et futurs de notre industrie. Nous allons toujours plus loin pour donner plus de moyens à nos clients : nous réagissons à leurs besoins, fournissons une assistance locale remarquable et partageons notre expertise.

Au sein du groupe OMICRON, nous étudions et développons des technologies innovantes pour tous les domaines des réseaux d'énergie électrique. Les clients du monde entier font confiance à la précision, à la rapidité et à la qualité de nos solutions fiables et conviviales de tests électriques pour les équipements moyenne et haute tension, tests de protection, tests de postes numériques et cybersécurité.

Fondée en 1984, OMICRON s'appuie sur des décennies d'expertise approfondie dans le domaine de l'ingénierie de l'alimentation électrique. Une équipe dévouée de plus de 1 300 employés fournit des solutions avec une assistance 24 h/24 et 7 j/7 sur 23 sites dans le monde et travaille pour des clients dans plus de 170 pays.



Emotions are energy. Our energy moves.

Bougez avec nous ! Scannez le QR code pour découvrir nos événements, nos formations et nos produits. Restez connecté en nous suivant sur les réseaux sociaux.