

L'importance de la démagnétisation du circuit magnétique d'un transformateur

Sridhar Shenoy, OMICRON Energy Solution Private Limited, Inde

Introduction – pourquoi est-il important de démagnétiser le circuit magnétique d'un transformateur ?

Le « flux rémanent » est le flux magnétique restant dans un matériau ferromagnétique après le retrait d'un champ magnétique externe. Dans un transformateur, les enroulements sont disposés autour du circuit magnétique afin de fournir un chemin au flux lors du processus d'induction. La mesure de résistance d'enroulement est un test électrique très courant réalisé sur les transformateurs, au cours duquel le courant continu force les moments du dipôle magnétique dans le noyau à s'aligner dans une même direction, laissant le noyau magnétisé.

Dès qu'un transformateur de puissance ou de distribution est isolé du système électrique, il est possible que le circuit magnétique retienne un certain niveau de magnétisme (appelé flux rémanent) en raison du déphasage. Après avoir réalisé une mesure de la résistance d'enroulement (pour laquelle le circuit magnétique doit être saturé), le circuit magnétique du transformateur retient généralement de hauts niveaux de flux rémanent. C'est également l'une des principales raisons pour lesquelles les tests de résistance d'enroulement ne sont effectués qu'une fois tous les autres tests en courant et tension alternatifs exécutés.

1. Les effets du flux rémanent

Le flux rémanent peut générer des courants d'appel extrêmement élevés qui engendrent une charge inutile sur le transformateur. La remise sous tension d'un transformateur provoque un courant d'appel qui peut largement dépasser le courant nominal. Si un flux rémanent est toujours présent dans le circuit magnétique du transformateur, le premier courant de crête peut même atteindre le niveau du courant de court-circuit. Ces courants élevés peuvent provoquer divers effets indésirables tels qu'une déformation mécanique dans les enroulements, le déclenchement de fausses alarmes dans les équipements de protection, un niveau de tension accru sur l'isolation, etc. Si le circuit magnétique approche du point de saturation, l'inductance du transformateur est considérablement réduite. Le courant est alors uniquement limité par la résistance d'enroulement du côté haute tension et par l'impédance de la ligne de transmission qui y est connectée.

Certains essais individuels de série, tels que les tests de courant de magnétisation, d'équilibre magnétique (également appelé test d'équilibre du circuit magnétique) ou l'analyse de la réponse au balayage en fréquence (SFRA), sont couramment réalisés pour évaluer l'état des transformateurs sur site. Le résultat de ces tests peut être influencé par les effets du flux rémanent, compromettant ainsi l'exactitude de l'évaluation et de l'analyse.

Il est donc recommandé de démagnétiser le transformateur avant de le remettre sous tension ou de réaliser des mesures de diagnostic.

2. Procédé de démagnétisation

La démagnétisation peut être réalisée en appliquant une tension assignée à la fréquence nominale ou une tension réduite à une fréquence réduite. En usine, les fabricants peuvent appliquer une tension nominale aux transformateurs à la fréquence nominale. En réduisant graduellement la tension, le circuit magnétique est progressivement démagnétisé (figure 1). Utiliser une tension et des signaux de fréquence réduits est souvent le seul moyen de démagnétiser les circuits magnétiques des transformateurs sur site.

Le TESTRANO 600 et le CPC 100 d'OMICRON peuvent facilement démagnétiser les circuits magnétiques des transformateurs, en seulement quelques minutes. Ils sont même efficaces sur les transformateurs de puissance de grande taille. Par exemple, un transformateur triphasé 250 MVA de 400 kV a pu être démagnétisé en 4 minutes.

Les transformateurs monophasés et triphasés peuvent être démagnétisés de la même manière. Le TESTRANO 600 injecte un signal dans la colonne centrale du transformateur afin d'atteindre un plus haut niveau de flux magnétique (le flux est distribué de façon symétrique aux deux colonnes extérieures). L'amplitude est ensuite progressivement réduite pour approcher de zéro.

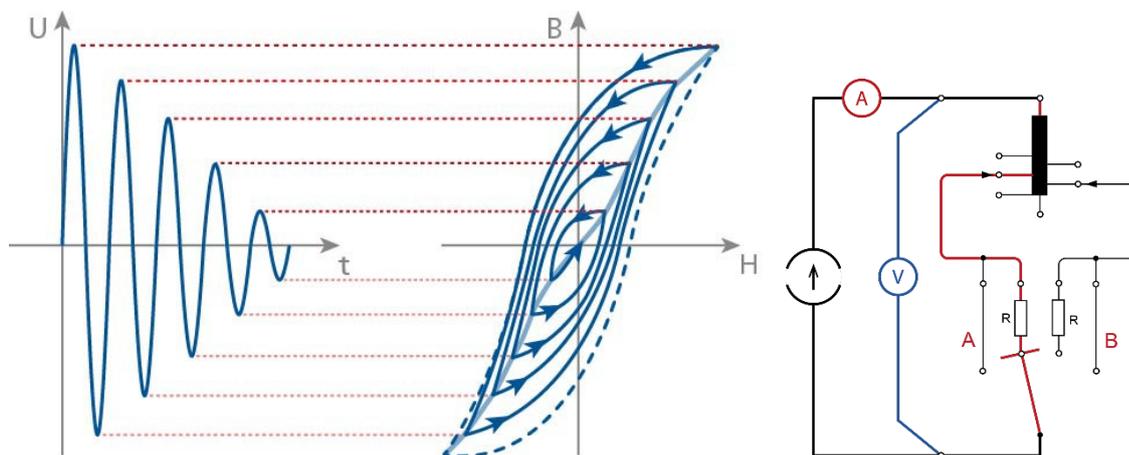


Figure 1 : Démagnétisation du circuit magnétique du transformateur avec un signal sinusoïdal

Le câblage du TESTRANO 600 au transformateur est identique pour les tests de rapport de transformation, de résistance d'enroulement et de démagnétisation. Voir la configuration de connexion type ci-dessous.

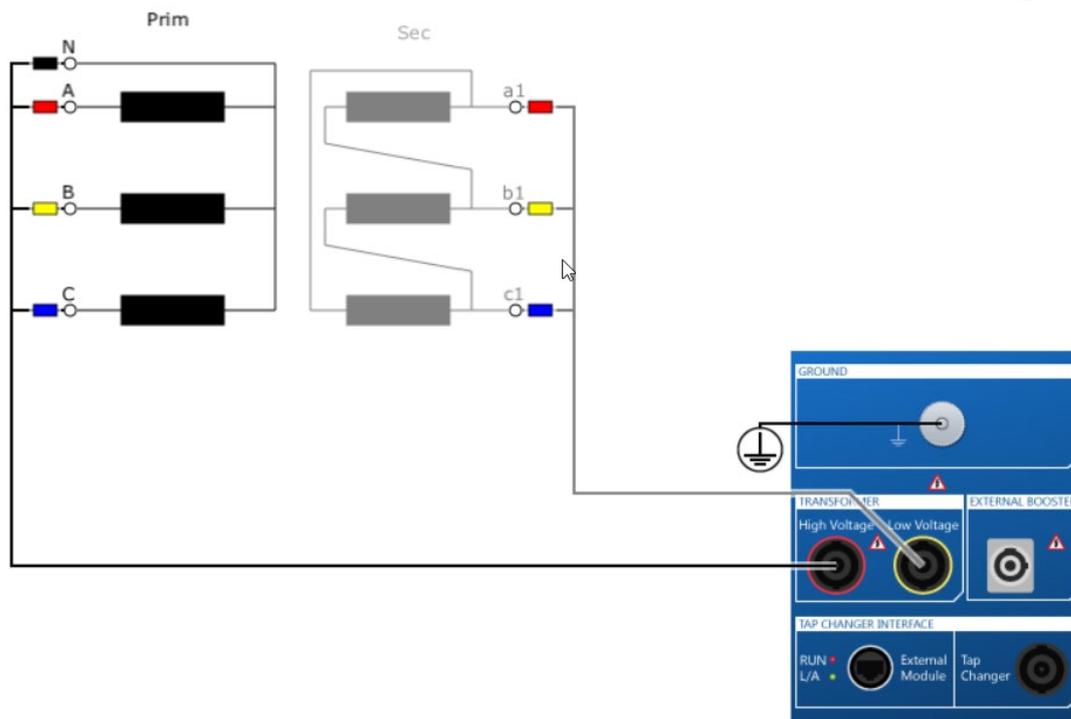


Figure 2 : Configuration de connexion type pour un transformateur étoile-triangle à l'aide du TESTRANO 600

L'équipement de test requiert généralement quelques minutes pour démagnétiser le circuit magnétique du transformateur. La valeur initiale du flux rémanent et la rémanence sont affichées une fois la démagnétisation terminée.

Résumé

Certains tests de diagnostic tels que les mesures SFRA et de courant de magnétisation peuvent être perturbés si le circuit magnétique n'est pas complètement démagnétisé. C'est pourquoi la pratique générale consiste à réaliser ces tests au début, et le test de résistance d'enroulement à la fin.

Cependant, le flux rémanent qui subsiste généralement dans le circuit magnétique après une mesure de résistance d'enroulement CC peut générer des courants d'appel extrêmement élevés, qui peuvent à leur tour provoquer le déclenchement intempestif de relais de protection.

C'est pourquoi il est primordial de démagnétiser le circuit magnétique avant de remettre le transformateur sous tension après que tous les tests ont été effectués.

Références :

- [1] « Reliable Demagnetization of Transformer Cores » (Markus Putter, Michael Radler et Boris Unterrer, OMICRON electronics GmbH)

Auteurs



Sridhar Shenoy travaille chez OMICRON India depuis presque 15 ans en qualité d'ingénieur applications. Il possède plus de 24 ans d'expérience en tests sur site d'équipements électriques haute tension et est spécialisé dans le diagnostic des transformateurs de puissance.

Il est également le spécialiste en applications OMICRON pour les applications de test et de diagnostic des transformateurs de puissance dans la région de l'Asie du Sud. Il a dispensé plusieurs cours de formation personnalisés en Asie du Sud et au Moyen-Orient.

OMICRON est une société internationale qui développe et commercialise des solutions innovantes de test et de diagnostic pour l'industrie électrique. Les produits OMICRON offrent aux utilisateurs une fiabilité extrême dans l'évaluation de leurs équipements primaires et secondaires. Des services de conseil, de mise en service, de test, de diagnostic et de formation complètent la gamme des produits proposés.

Dans plus de 160 pays, ses clients lui font confiance pour leur fournir des technologies d'excellente qualité, toujours à la pointe de l'innovation. Présents sur tous les continents, les centres d'assistance proposent une vaste base de connaissances et une assistance clientèle incomparable. Tous ces atouts alliés à notre solide réseau de partenaires commerciaux placent notre entreprise au tout premier rang dans le secteur de l'énergie électrique.

Pour un complément d'informations, une documentation supplémentaire et les coordonnées précises de nos agences dans le monde entier, veuillez consulter notre site Internet.

www.omicronenergy.com