

Note technique

TN004

Auteur :

Florian Blazak

Chargé de projet spéciaux

Service ingénierie

La mise en parallèle de plusieurs groupes électrogènes sur une centrale d'énergie peut s'effectuer de deux manières différentes :

- par la méthode classique, communément appelée « couplage en régime »
- par une méthode avancée, appelée « couplage à l'arrêt »

Le couplage à l'arrêt est une technique utilisée par KOHLER-SDMO depuis de nombreuses années, opérationnelle sur des centaines de sites critiques tels que des hôpitaux ou des data centers.

Domaines d'applications

Le couplage à l'arrêt consiste à dissocier le démarrage du moteur diesel de l'excitation de l'alternateur.

Cette technique peut être utilisée pour quatre applications principales :

- magnétiser une boucle haute tension composée de plusieurs transformateurs élévateurs/abaisseurs et de grandes longueurs de câbles
- avoir le plus grand nombre de groupes électrogènes synchronisés entre eux en moins de 15 secondes
- démarrer une charge importante en un minimum de temps
- démarrer des charges ayant un fort courant d'appel

Séquences du couplage à l'arrêt

Pour réaliser le couplage à l'arrêt il est nécessaire d'avoir un automate avancé comme l'APM802 et les mêmes régulateurs de tensions sur tous les groupes électrogènes.

La technique du couplage à l'arrêt se déroule de la manière suivante :

- ordre de démarrage de la Centrale
- ouverture du disjoncteur Normal
- fermeture du disjoncteur Secours
- fermeture de tous les disjoncteurs de groupes électrogènes
- démarrage des moteurs diesel, l'excitation des alternateurs étant coupée
- lorsque le dernier moteur atteint un seuil prédéfini, mise en service simultanée de l'excitation des groupes
- montée en tension progressive des alternateurs pendant 2 à 3 secondes (réglable sur les nouveaux régulateurs numériques)

Si un ou plusieurs groupes électrogènes n'ont pas atteint leur vitesse nominale au bout d'une temporisation, ceux-ci sont découplés (ouverture de leur disjoncteur) et seront couplés ultérieurement par le procédé classique de couplage en régime.

Pendant la période de montée en vitesse, sans excitation, les alternateurs débitent une tension rémanente correspondant à environ 10 % de la tension nominale à vitesse nominale. A ces niveaux de tension, le couple synchronisant est trop faible pour synchroniser les alternateurs entre eux.

Lorsque la commande d'excitation est exécutée simultanément sur les groupes électrogènes, la tension monte progressivement aux bornes de chaque alternateur, venant synchroniser naturellement les groupes électrogènes entre eux.

Cette synchronisation sous tension réduite et progressive permet d'éviter l'apparition de courants de circulation importants entre les machines.

Applications justifiant le couplage à l'arrêt

1.1 Magnétisation de transformateurs

Lors de la magnétisation d'un réseau HT comprenant un nombre important de transformateurs abaisseurs, le courant de magnétisation de ces transformateurs dépend de plusieurs facteurs qui sont :

- La position de la sinusoïde de tension par rapport au passage à zéro. Le courant de magnétisation est maximal lorsque la tension passe par zéro et peut atteindre une valeur de l'ordre de 9 à 10 fois le courant nominal à pleine charge de ce transformateur.
- L'état de magnétisation rémanente des transformateurs après la disparition de la tension du réseau. Cette magnétisation rémanente peut être en opposition de phase avec le flux de la magnétisation et entraîner des courants dont la valeur peut dépasser 15 fois le courant nominal à pleine charge du transformateur.

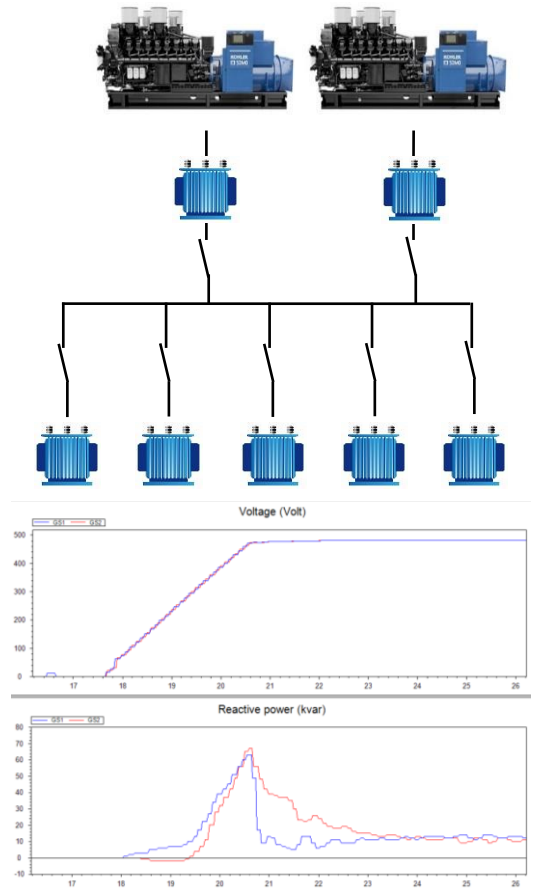
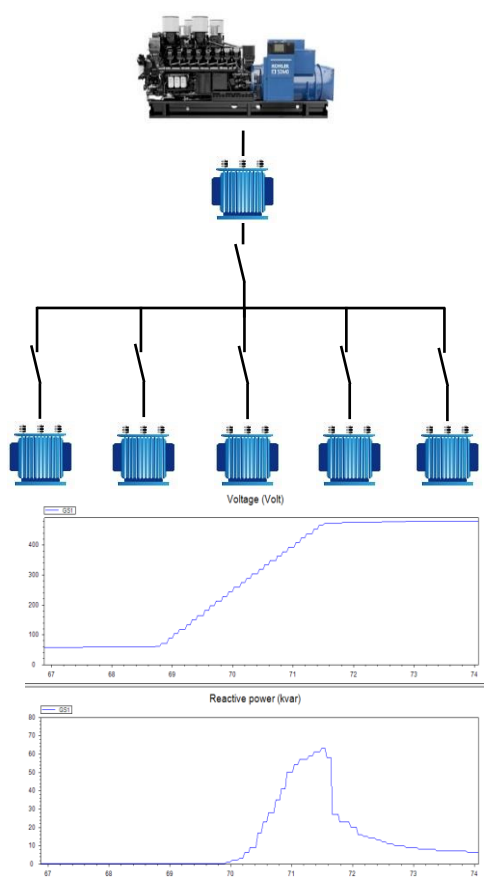
La magnétisation sous pleine tension génère des courants élevés dans les alternateurs avec de fortes chutes de tension et de fréquence.

La technique du couplage à l'arrêt permet d'éviter ces difficultés en assurant une magnétisation progressive des transformateurs pendant la montée en tension des alternateurs. Les courants circulants dans l'alternateur sont inférieurs aux valeurs nominales, ce qui réduit le stress des équipements et dispense de modifier les réglages des protections électriques.

Note :

*Cette magnétisation concerne la **puissance réactive**.*

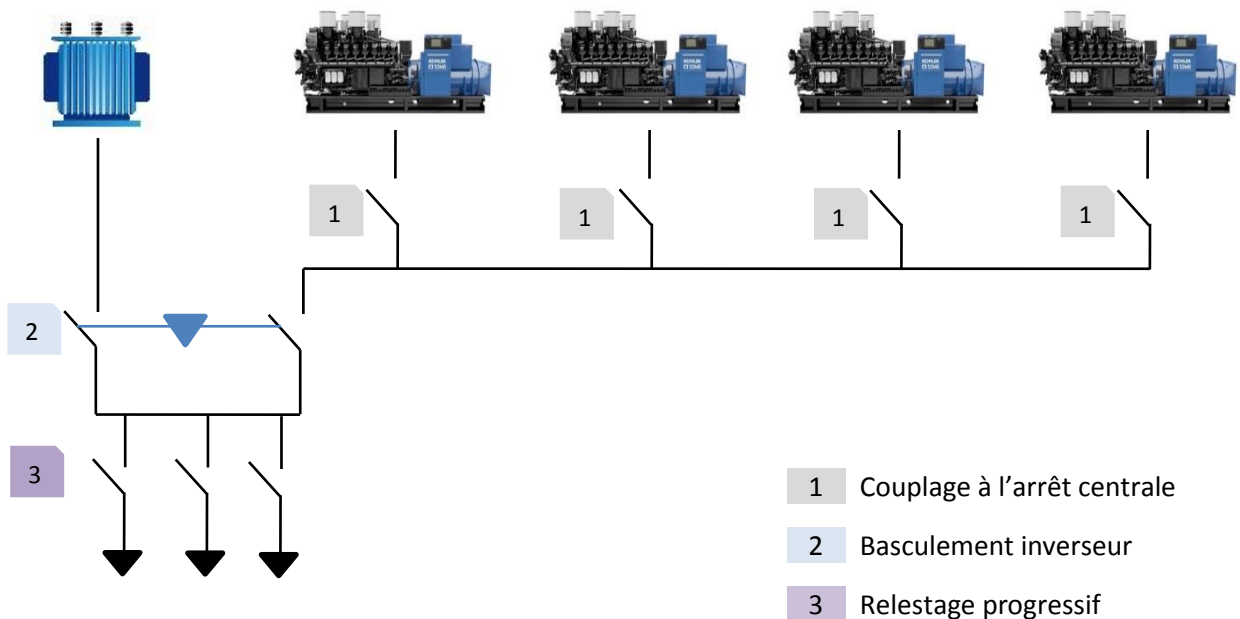
*Concernant la **puissance active**, il est possible de laisser connectées les charges sur la centrale (cf. 1.3 « Démarrer une forte puissance en un minimum de temps ») ou de les relester progressivement*



1.2 Synchroniser le maximum de groupes en moins de 15 secondes

Pour certaines applications, il est nécessaire d'avoir rapidement la tension disponible sur le jeu de barre.

En général, la centrale n'alimente pas directement la charge : des inverseurs basculent lorsque la tension centrale est disponible ou lorsque toute la centrale est démarrée.



Pour des centrales importantes, le couplage en régime de la centrale peut être trop long. En effet la technique classique de couplage régime induit des temps de mise à disposition des moyens de production qu'il est difficile de réduire.

En considérant par exemple 10 groupes à mettre en parallèle :

- temps de démarrage des groupes après l'ordre de marche : 10 secondes
- temps de synchronisation entre chaque groupe : 1 à 3 secondes

Pour coupler successivement 9 groupes au premier il faut donc un temps moyen de 25 secondes.

Ce temps peut être légèrement réduit si la synchronisation de tous les groupes s'effectue simultanément, à conditions qu'aucune charge ne soit appliquée sur la centrale lors de la synchronisation.

En utilisant la technique du couplage à l'arrêt, l'ensemble de la centrale de production est disponible en environ 10 à 12 secondes car il n'est pas nécessaire de synchroniser les groupes un par un.

Avec ce fonctionnement la tension sera disponible rapidement sur le jeu de barre. Toutefois, la centrale recevra un impact de charge au moment du basculement faisant chuter de façon plus ou moins élevée, la fréquence et la tension s'il n'y a pas de délestage prévu. Grâce à leur conformité à la classe d'application G3, les groupes électrogènes KOHLER-SDMO absorbent très rapidement cet impact.

Note :

Sur une centrale en couplage à l'arrêt, la technique du couplage en régime, groupe par groupe est toujours disponible et permet de mettre en œuvre une gestion wattmétrique pour ajuster le nombre de groupes en service à la puissance demandée sur le site.

1.3 Démarrer une forte puissance en un minimum de temps

La méthode classique qui consiste à appliquer une charge lorsque la centrale est stabilisée engendre une chute de fréquence et/ou tension et un temps de rétablissement important pouvant perturber certains équipements.

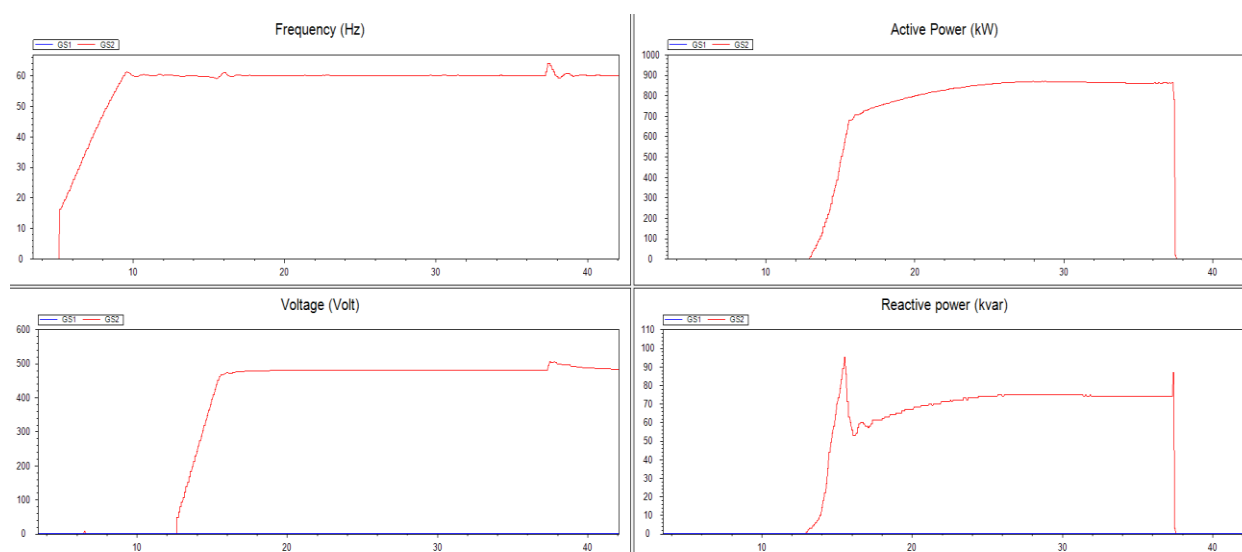
Avec le couplage à l'arrêt, la majorité des groupes électrogènes peuvent reprendre la totalité de la puissance en moins de 15 secondes.

La puissance monte progressivement avec la tension, limitant ainsi la chute de fréquence.

Combinés ensemble, les avantages du couplage à l'arrêt permettent de :

- ▶ magnétiser de nombreux transformateurs
- ▶ avoir tous les groupes électrogènes disponibles rapidement
- ▶ reprendre immédiatement des charges élevées sur la centrale en une seule fois

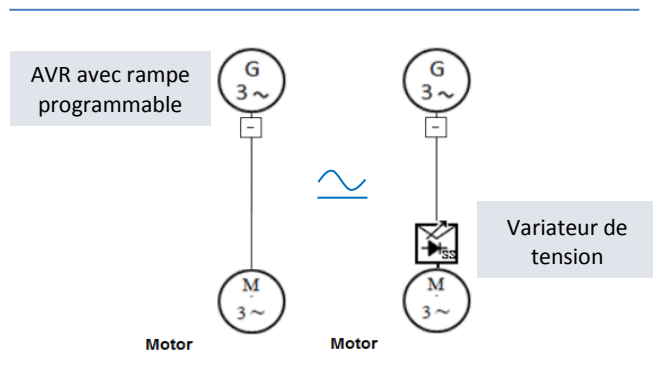
Exemple d'un KD900-UF alimentant une charge de 900 kW en montage bloc :



1.4 Démarrer des charges ayant un fort courant d'appel

Le couplage à l'arrêt peut être utilisé pour démarrer en direct une charge ayant un très fort courant d'appel comme un moteur asynchrone (6 à 7 fois le courant nominal).

Cette application est particulière puisqu'elle nécessite d'alimenter uniquement la charge en question sous peine de devoir arrêter toutes les autres charges connectées si l'on souhaitait redémarrer ultérieurement le moteur.



Le couplage à l'arrêt sera similaire à un démarrage avec un démarreur (variateur de tension) avec une fréquence fixe (fréquence du groupe électrogène) et une rampe de montée en tension faite par le régulateur de tension.

L'impact en courant sur le groupe électrogène est beaucoup plus faible que pour un démarrage direct à tension établie.

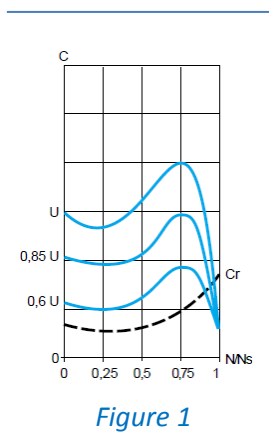


Figure 1

La figure 1 montre les caractéristiques couple/vitesse d'une machine asynchrone en fonction de sa tension d'alimentation

Pour des charges mécaniques entraînées ayant un couple résistant parabolique (ventilateurs, pompes), le couple fourni par le moteur à tension nominale est très élevé par rapport au couple nécessaire pour entraîner cette charge. L'impact en courant est donc très important.

Une alimentation à tension réduite diminue le couple moteur et donc le courant absorbé au démarrage. Cette technique permet d'éviter un surdimensionnement de l'alternateur pour supporter le pic de courant au démarrage de la machine asynchrone.

Applications où le couplage à l'arrêt est optionnel

L'option de couplage à l'arrêt est parfois mise en œuvre sur des sites où elle ne s'avère pas nécessaire. C'est souvent le cas lorsque les types de charges ou le séquençement exact de démarrage ne sont pas encore définis au début du projet.

Exemples de centrales où le couplage à l'arrêt peut être optionnel :

- Centrale BT avec inverseur : si le temps de basculement de l'inverseur n'est pas une priorité, l'option de couplage à l'arrêt n'est pas nécessaire car le temps sera suffisant pour coupler la centrale en régime à vide avant le basculement de l'inverseur, grâce à la rapidité de synchronisation de nos modules de régulation.
- Centrales de production (quel que soit le nombre de groupes électrogènes). Pour bon nombre de centrales de production, les groupes électrogènes sont démarrés un par un avec augmentation progressive de la charge.

Il n'y a pas de contrainte de temps de démarrage pour les centrales de production : le couplage à l'arrêt est n'est donc pas nécessaire.

Extension de centrale et couplage à l'arrêt

Lors d'extensions de centrale, il est impératif que tous les régulateurs de tension soient identiques pour pouvoir faire du couplage à l'arrêt.

En effet, des régulateurs différents auront des pentes d'excitation différentes qui engendreront des échanges de puissances réactives entre les machines, pouvant aller jusqu'au déclenchement des protections électriques.

Pour coupler à l'arrêt des alternateurs de puissance et de marques différentes, l'idéal est d'avoir le même régulateur numérique afin de paramétrer la même rampe sur tous les groupes électrogènes. Le même régulateur permettra d'obtenir plus facilement des rampes homogènes.

Si on souhaite coupler des machines avec des régulateurs numériques de marques différentes, il est nécessaire de réaliser des essais pour voir s'il est possible d'obtenir des rampes identiques.

Si ces solutions ne sont pas envisageables, les machines devront être couplées en régime.

Copyright 2018