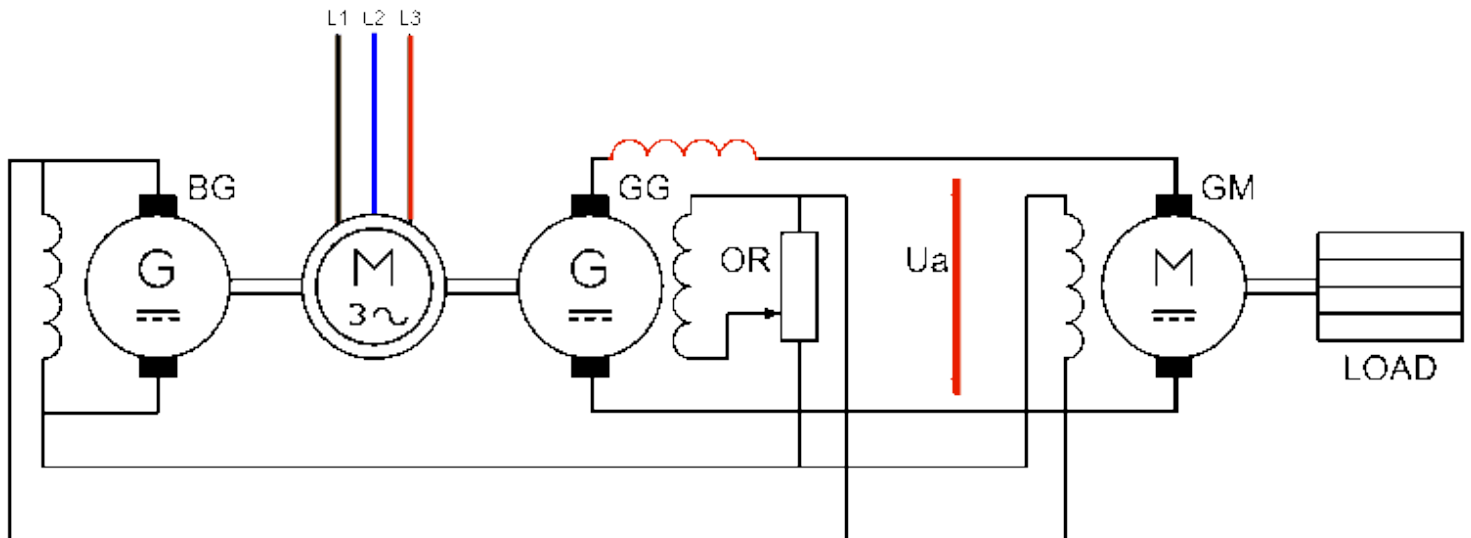


## Groupe électrique Ward Leonard - Marine Zeebrugge



Le groupe Ward Leonard est un moteur qui entraîne une génératrice. L'énergie que cette génératrice fournit est utilisée pour commander à nouveau un moteur. Le but du groupe est d'obtenir un réglage très précis de la vitesse de rotation du moteur, un réglage qui jusque dans les années 1970 n'était possible qu'avec un tel montage. Le moteur primaire peut être un moteur diesel ou une turbine à vapeur, mais il est également possible d'utiliser un moteur qui est alimenté par le réseau électrique. Dans l'exemple ci-dessus il s'agit d'un moteur triphasé qui peut retourner de l'énergie au réseau quand le groupe freine la charge. Le moteur fonctionne alors en alternateur.

Le moteur commande deux dynamos :

- une dynamo d'excitation **BG** qui fournit l'excitation de toutes les machines à courant continu
- une dynamo de régulation ou dynamo de puissance **GG** qui fournit le courant d'induit au moteur à courant continu **GM**.

L'excitation de la dynamo de régulation se fait avec un rhéostat **OR** qui permet également d'inverser la polarité du champ. La tension **Ua** produite par la dynamo d'excitation est le courant d'induit du moteur à courant continu.

La dynamo de puissance a souvent une excitation série supplémentaire (indiquée en rouge sur le schéma) ce qui lui donne une caractéristique compound. Quand la vitesse du moteur diminue, la force contre-électromotrice diminue. Le courant dans le moteur et dans l'inducteur série augmentent. L'excitation de la dynamo augmente, et donc aussi la tension de sortie. Le moteur qui reçoit une tension d'alimentation plus élevée va tourner plus vite et ainsi annuler la diminution de vitesse.

Pourquoi utiliser une construction si complexe? N'est-il pas possible de régler simplement le courant du moteur?

C'est possible avec un transformateur variable ou avec un rhéostat. Mais il n'existe pas de rhéostats ou de transformateurs variables de très grande puissance. Le moteur d'extraction des puits des charbonnages a une puissance de plus de 1MW. Une telle puissance est bien nécessaire car la machine remonte en une fois plus de 10 tonnes de charbon à une vitesse supérieure à 70km/h.

Grâce à la faible résistance interne de la dynamo, un contrôle plus précis du moteur est possible. Un rhéostat avec sa résistance interne relativement élevée ne permet qu'un contrôle lâche de la vitesse de rotation, qui est également influencée par la charge.

La dynamo de régulation amplifie la puissance d'excitation par un facteur 100 (dynamo typique). Si par contre on utilise un amplidyne on obtient un facteur d'amplification de 10.000. Il est donc possible de commander un moteur de 1MW avec seulement une puissance de 100W, et pour cela on peut utiliser un rhéostat.

Tout comme une chaîne hifi qui a besoin de puissance électrique pour amplifier le signal du microphone, l'amplidyne ou le groupe Ward Leonard a besoin d'une source d'énergie externe pour fonctionner. Cette énergie est apportée par une turbine à vapeur, un moteur diesel ou un moteur triphasé. Les nombreux "perpetuum mobile" qu'on trouve sur youtube sont des fakes, une combinaison moteur-générateur ne peut pas continuer à tourner indéfiniment (en faisant brûler en plus une lampe à incandescence).

Les photos sont prises à l'ancien charbonnage de Winterslag. La - photo 1 - nous montre une construction typique avec l'alternateur au milieu et les deux dynamos de chaque côté. Une dynamo produit le courant d'excitation de toutes les machines à courant continu, tandis que l'autre produit le courant d'induit du moteur à courant continu. L'alternateur tourne à 750 tours/minute.

La première dynamo a une excitation compound (dessinée comme étant shunt) - photo 2 -, la seconde dynamo a une excitation indépendante - photo 3 -.



photo 1



photo 2



photo 3

La dernière plaque - photo 4 - est celle du moteur d'extraction qui tourne à une vitesse de 46 tours/minute (entraînement direct de la poulie Koepe qui tire les câbles des cages). La tension est naturellement celle de l'inducteur, l'induit recevant une tension variable.



photo 4

Les deux photos suivantes – photo 5 et photo 6 - sont des détails du collecteur et des charbons d'une des dynamos (les balais sont similaires, puisque les deux dynamos doivent fournir un courant pratiquement identique).

*Photo 5*



*photo 6*



Puis nous avons les anneaux du moteur triphasé – photos 7 -. Il s'agit d'un moteur triphasé synchrone et les contacts apportent le courant à la roue polaire. Le stator est connecté au réseau triphasé. Quand les cages doivent être freinées, le moteur renvoie de l'énergie au réseau: la dynamo de régulation peut en effet fonctionner comme moteur.

Quand le groupe Ward Leonard est mis à l'arrêt pour l'entretien, on utilise un groupe auxiliaire (voir photo 8 ci-dessous). Cela permet de commander les cages, mais à une vitesse moindre. Le groupe Ward Leonard doit en effet fonctionner continuellement, que les cages soient en mouvement ou non, et de ce fait les charbons doivent régulièrement être remplacés, une caractéristique de toutes les dynamos et moteurs à courant continu.



*photo 7*



*photo 8*

Et finalement nous avons 2 photos du moteur d'extraction – photo 9 et 10 - et des bobinages. Tout comme une dynamo qui a des bobinages de compensation pour neutraliser la réaction d'induit, le moteur a également de tels bobinages. Le courant dans l'induit produit en effet un déplacement du champ magnétique qui rend le moteur moins efficace.

*photo 9*



*photo 10*



La réaction d'induit qui doit être neutralisée dépend du courant d'induit. Pour cela les bobinages de compensation sont parcourus par le courant d'induit. Ce sont des pôles relativement fins qui ont des bobinages très épais.

Schneider était partiellement propriétaire du charbonnage de Winterslag. C'était une entreprise française comparable à Krupp en Allemagne.

Le montage Ward Leonard était fréquemment utilisé dans l'industrie, par exemple dans la sidérurgie pour régler la vitesse des cages de laminage (train à bande). Certaines cages font des aller-retour et un groupe Ward Leonard permet un réglage précis de la vitesse dans l'un et l'autre sens. Les trains à propulsion diesel utilisaient souvent un tel groupe pour envoyer la puissance aux roues.

Les pods électriques des navires (et maintenant nous sommes de retour à la Marine) étaient commandés par une machine Ward Leonard pour transmettre la puissance du moteur (turbine à vapeur ou moteur diesel) aux moteurs d'hélice. Ce montage permet un réglage de la vitesse des hélices, tandis que le moteur tourne à vitesse constante, ce qui permet un rendement plus élevé du moteur.

Un groupe Ward Leonard a naturellement aussi des inconvénients, principalement les pertes assez importantes: il y a une double conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique et puis à nouveau en énergie cinétique, et ceci avec des machines à courant continu dont le rendement n'est pas fameux. Il y a des pertes mécaniques (frottement des balais) et des pertes électriques (résistance de ces mêmes balais). Pour réduire les pertes, on faisait travailler la dynamo à la tension la plus élevée possible. En comparaison d'un module électronique, un groupe Ward Leonard est très volumineux et nécessite un entretien régulier.

Une fois que des variateurs électroniques de vitesse fiables ont été lancés sur le marché, on a remplacé les groupes Ward Leonard par de tels modules, et les moteurs à courant continu par des moteurs à courant alternatif. Le moteur alternatif est commandé directement en tension et fréquence par le module. On utilise principalement des moteurs asynchrones (à cage d'écureuil) qui ne nécessitent pratiquement pas d'entretien.