Régulation de vitesse de type Ward–Léonard pour moteur de traction

Ce type de régulation a été longtemps utilisé pour actionner le moteur de traction des ascenseurs de grande capacité. La mise en œuvre d'un très bon couple de traction combiné à une vitesse de rotation entièrement réglable permettait d'accélérer et de ralentir progressivement la cabine et de l'amener très lentement au niveau de l'étage.

La possibilité de déplacer très lentement la cabine, à une vitesse de 1 à 2 cm par seconde pour assurer à tout moment une mise à niveau parfaite était très appréciée des utilisateurs. De plus, les ascenseurs équipés de machine de type gearless pouvaient atteindre des vitesses nominales très importantes, de l'ordre de 4 m par seconde. Cette régulation, utilisée dans la traction des ascenseurs a pris son essor juste après la seconde guerre mondiale pour tomber en désuétude lors de l'apparition des premiers régulateurs de fréquence pour moteur triphasé à cage d'écureuil.

Principaux avantages

1. Possibilité de régler graduellement la vitesse de 0 à la vitesse nominale.
2. Accélération et décélération particulièrement progressives
3. Couple important de la machine de traction de 0 à la vitesse nominale.
4. Freinage dynamique très important.
5. Grand confort d'utilisation et déplacement particulièrement doux de la cabine d'ascenseur.
6. Mise à niveau particulièrement lente et très précise.

Principaux désavantages

1. Coût d'installation très élevé suite à la nécessité d'utiliser un groupe convertisseur pour produire le courant continu.
2. Bruit important du groupe convertisseur.
3. Consommation en énergie très importante.
4. Coût d'entretien jusqu'à 3 fois plus important que pour un ascenseur à 2 vitesses.

Avertissement :

Les explications qui suivent s'adressent à des électriciens ou à des personnes ayant quelques connaissances sur le fonctionnement et les différents couplages des moteurs à courant continu. Mon but n'est pas de vous faire un cours d'électricité appliquée mais de résumer le fonctionnement de ce régulateur de vitesse. Si vous désirez approfondir vos connaissances, je vous conseille vivement de visiter le site suivant : http://sitelec.free.fr

Composition du système de traction W-L

- Un groupe convertisseur entraîné par un moteur triphasé asynchrone à cage d'écureuil ou à rotor bobiné (M) et entraînant à vitesse constante une génératrice de courant continu (G) à excitation séparée (Gsh) et enroulement série monté en compound (GS). Ce groupe est généralement lancé avant de faire déplacer l'ascenseur et arrêté quelques minutes après la fin d'utilisation de celui-ci. Le type de moteur d'entraînement du groupe convertisseur n'ayant que peu d'importance dans l'explication qui va suivre, nous ne nous y attarderons pas.
- Un moteur à courant continu (M=) à excitation séparée (Msh) destiné à déplacer la cabine d'ascenseur.
- Une boucle de courant reliant l'induit de la génératrice (G) à l'induit du moteur de traction (M=) et traversant l'enroulement série (GS) de la génératrice.
- Une excitation indépendante pour le moteur de traction (Msh)
- Une excitation à tension variable pour la génératrice (Gsh) pilotée par des contacteurs ou éventuellement, dans les système plus perfectionnés, par un régulateur électronique.

Ce document est la propriété du site Les Ascenseurs.
Toute reproduction de celui-ci devra se faire dans son intégralité.
Les citations, extraits et copies partielles sont rigoureusement interdits

Ce qu'il faut avant toute chose comprendre :

- **A** vitesse constante, une génératrice délivre une tension d'induit proportionnelle au champ magnétique auquel sont soumis les conducteurs composants celui-ci.
- **L**e champ magnétique de la génératrice est produit par les bobinages d'induction ou inducteurs. Ceux-ci se composent de l'enroulement à excitation séparée (Gsh) et de l'enroulement série (GS). L'enroulement (Gsh) est directement destiné à produire la tension d'induit. L'enroulement série (GS) est monté en compound. Ce qui signifie que l'intensité qui circule dans la boucle renforcera le champ d'excitation total de la génératrice. Il est destiné à maintenir la tension aux bornes du moteur de traction constante quelque soit la puissance absorbée par celui-ci. S'il n'existait pas et suite à la résistance ohmique de la boucle, la vitesse du moteur ne serait plus constante car la tension aux bornes de son induit chuterait en charge.
- **A** champ magnétique constant, la vitesse d'un moteur à courant continu est proportionnelle à la tension qui alimente son induit.
- **L**e champ magnétique du moteur est produit par le bobinage d'induction ou inducteur (Msh).
- **L**e couple du moteur de traction (M=) est directement proportionnel au champ magnétique qui traverse son induit. Cependant, si on augmente le champ magnétique du moteur sa vitesse diminuera sensiblement. Par contre, si on alimente l'induit d'un moteur à courant continu en omettant d'exciter son champ magnétique, il n'aura aucun couple mais l'ascenseur partira en survitesse dans le sens de rotation le plus facile. Il est donc primordial de s'assurer de ne jamais alimenter l'induit du moteur en absence d'excitation de celui-ci.

Fonctionnement du régulateur Ward-Léonard

Ascenseur au repos

Le schéma ci dessus représente la position des contacts de commande de la régulation au repos. Le groupe convertisseur tourne à sa vitesse nominale, l'enroulement d'excitation du moteur (Msh) est alimenté par le transfo (TR), destiné à ramener la tension d'excitation à une valeur acceptable pour la machine et à travers le redresseur (D2), lequel transforme la tension alternative en tension continue.

L'enroulement shunt de la génératrice (Gsh) est alimenté par l'induit de celle-ci en montage suicide. Ce montage est destiné à interdire à la génératrice de monter en tension. *Explication : On observe généralement aux bornes GA et GB de la génératrice la présence de quelques volts provoqués par une aimantation résiduelle des inducteurs de celle-ci. Cependant, suite au montage en boucle traversant l'enroulement série (GS) de la génératrice, cette présence de tension provoquerait un courant dans la boucle et un accroissement de la tension provoqué par l'enroulement série (GS) traversé par ce courant. Ceci aurait pour conséquence de provoquer la rotation inopinée du moteur de traction.* Cette tension passant au travers des 2 contacts L alimente l'enroulement shunt pour provoquer un champ magnétique en opposition à l'aimantation résiduelle ce qui tend à ramener la tension entre Ga et Gb à 0 Volt.

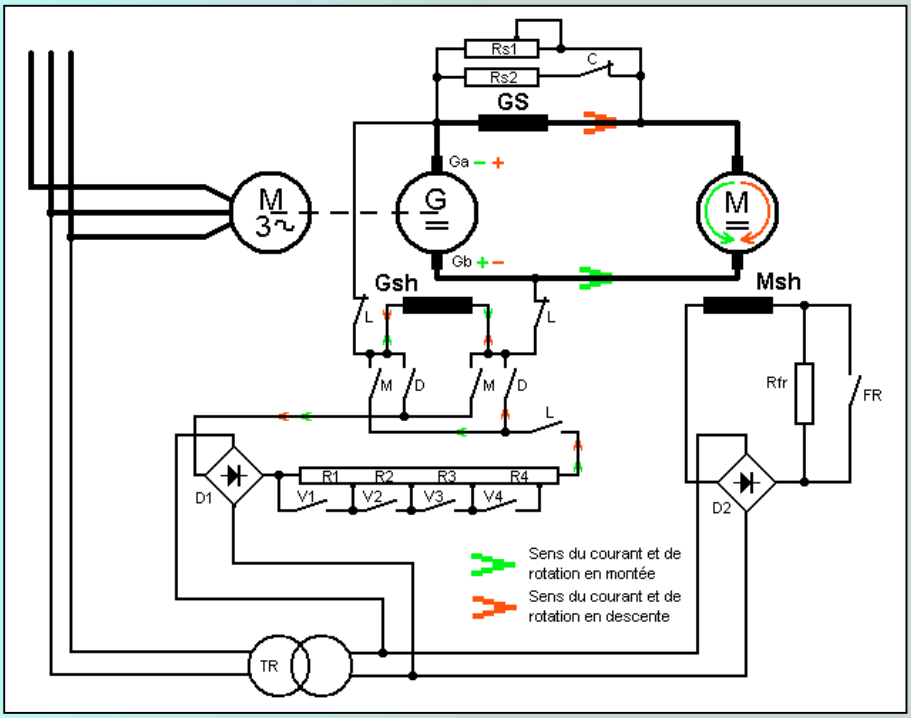

Schéma simplifié du régulateur

L'enroulement série (GS) de la génératrice est équipé de résistances (RS1 et RS2) monté en parallèle. Ces résistances sont destinées à régler précisément l'effet de l'excitation série quelque soit l'intensité qui travers la boucle de courant. Rappelons que l'enroulement série (GS) est destiné à renforcer l'excitation de la génératrice pour assurer une tension stable au moteur (M) quelque soit le courant qui travers la boucle. Si l'excitation est trop importante la vitesse s'emballerait en charge.

Ce document est la propriété du site Les Ascenseurs.
Toute reproduction de celui-ci devra se faire dans son intégralité.
Les citations, extraits et copies partielles sont rigoureusement interdits

Fonctionnement du régulateur Ward-Léonard (suite)

Départ en montée

Les contacteurs L et M s'enclenche : L'enroulement d'excitation de la génératrice (Gsh) est alimenté par le transfo (TR) et le redresseur (D1) au travers des résistances R1 à R4 et des contacts L et M. La génératrice produit une tension positive par la borne Gb, laquelle traverse le moteur (M) et revient vers la borne Ga en traversant partiellement l'enroulement série (GS). Par ailleurs, pendant l'accélération, le contact FR se ferme assurant une surexcitation du moteur (M) et un renforcement du couple de celui-ci pour permettre son accélération. Le moteur (M) se met en rotation.

Accélération en montée

Graduellement, les contact s V1 à V4 vont s'enclencher, éliminant les résistance R1 à R4. Ceci aura pour effet d'augmenter la tension aux bornes de l'enroulement d'excitation (Gsh) et d'augmenter proportionnellement la tension produite par la génératrice. Le courant dans la boucle augmente et le moteur accélère sa vitesse de rotation. Lorsque la vitesse nominale est presque atteinte, le contact FR retombe, ce qui a pour effet de pousser le moteur (M) à sa vitesse nominale.

Existence d'une auto régulation de la vitesse

Si par suite d'un accroissement de charge, le moteur venait à ralentir, sa force contre électromotrice diminuerait ce qui aurait pour effet d'augmenter le courant de la boucle traversant l'enroulement série (GS) de la génératrice. Cette augmentation de courant provoquera un supplément de champ magnétique dans l'induit de la génératrice et une augmentation de la tension produite à ses bornes Gb et Ga. Cette augmentation de tension se répercutera aux bornes du moteur, lequel retrouvera sa vitesse nominale.

Inversement, un emballement du moteur provoquera une augmentation de sa force contre électromotrice, une diminution du courant de boucle et une réduction de la tension produite par la génératrice. La tension disponible aux bornes du moteur sera rabaissée et celui-ci ralentira sa vitesse de rotation.

Ralentissement et arrêt de l'ascenseur

En premier lieu, le contact FR se ferme pour garantir un couple de ralentissement maximal et provoque un début de ralentissement de la vitesse. Ensuite, les contacts V4 à V1 s'ouvrent progressivement rétablissant les résistance R4 à R1 dans le circuit de l'excitation de la génératrice (Gsh) La tension de celle-ci diminue graduellement, réduisant la tension au bornes du moteur (M) qui ralenti sa rotation jusqu'à la vitesse d'approche finale. Lorsque l'ascenseur atteint le niveau, les contacteurs M et L retombent, la génératrice ne produit plus de tension et le moteur arrête sa rotation.

Départ en descente

Les contacteurs L et D s'enclenchent. Tout se passe pareil au déplacement en montée sauf que le courant traversant l'enroulement d'excitation de la génératrice circule cette fois dans l'autre sens. Ceci à pour effet de produire une tension positive sur la borne Ga de la génératrice et un courant de boucle dans le sens contraire. Les bornes de l'induit moteur reçoivent cette fois une tension inverse ce qui provoque la rotation du moteur dans le sens opposé.

Repiquage de l'ascenseur vers le niveau

Lorsque l'on charge la cabine, l'allongement des câbles de traction fait que le plancher de la cabine se retrouve légèrement plus bas que le niveau du palier. Il est donc nécessaire de repiquer l'ascenseur vers le niveau. Ce repiquage nécessite d'assurer un fort couple à la machine avec cependant une vitesse très lente. Pour ce faire le contact C monté en parallèle sur l'enroulement série (GS) de la génératrice s'ouvre juste avant l'enclenchement des contacteurs L et M. L'ouverture de ce contact empêche le courant de boucle de circuler à travers la résistance RS2. L'intensité circulant à travers l'excitation série (GS) sera à ce moment plus importante que normalement et aura pour effet de surexciter le champ magnétique de la génératrice. Laquelle produira plus de tension que nécessaire pour assurer au moteur un couple suffisant pour ramener la cabine chargée vers le niveau.

Ce document est la propriété du site Les Ascenseurs.
Toute reproduction de celui-ci devra se faire dans son intégralité.
Les citations, extraits et copies partielles sont rigoureusement interdits