

Diagramme de fonctionnement E-Machines

Images : dle

Alors qu'un diagramme couple-puissance en fonction du régime des moteurs à combustion est généralement connu et que les détails qui peuvent en être lus sont compréhensibles, les diagrammes des e-machines posent des défis bien plus importants aux experts de l'industrie automobile. Cela est principalement dû au fait que les caractéristiques de la structure de la machine nous sont moins claires et que les effets du courant triphasé sont plus difficiles à comprendre.

Limites

Il existe également pour chaque e-machine des limites mécaniques et thermiques qui ne doivent pas être dépassées ou ne doivent être dépassées que brièvement afin de ne pas causer de dommages durables.

Mécaniquement, tout dépend du régime du rotor. Si le régime maximal est dépassé, le rotor risque d'éclater. Dans les machines à excitation permanente, les aimants sont généralement insérés dans le rotor. Pour ce faire, les lattes en tôle doivent être poinçonnées et des évidements doivent être réalisés pour loger les aimants. La résistance des tôles doit être conçue pour des forces centrifuges maximales.

Sur le plan thermique, il s'agit d'avantage de chaleur électrique dans les têtes de bobinage du stator. Là, les câbles sont rapprochés ou soudés dans le cas d'enroulements en épingle à cheveux. Si la résistance électrique est légèrement plus grande, d'une part la tension chute et d'autre part une chaleur supplémentaire est générée. Les capteurs de température sont également fixés à ces points, qui signalent à l'électronique de commande lorsque la température augmente trop afin qu'elle puisse réduire

la tension, ce qui entraîne des courants plus faibles et un couple moindre.

Les roulements peuvent également être endommagés si les températures sont trop élevées. C'est pour cette raison que les e-machines utilisées dans l'automobile sont surveillées de manière très précise.

Pendant, les machines sont résistantes aux surcharges pendant une courte période et les limites électriques peuvent être dépassées. Le moteur peut alors délivrer 1,5 à 2,5 fois plus de couple (sur la Fig. 2 : deux fois). Ainsi, le moteur peut être rendu plus petit et plus léger et ne doit fournir le couple de surcharge qu'à des moments précis.

Fonctionnement

La tension et le courant (= puissance électrique) sont fournis ou retirés dans les trois bobines du stator. En revanche, la puissance mécanique (= couple et vitesse) est ajoutée ou supprimée dans le rotor de la machine électrique.

Il existe un entrefer entre le stator et le rotor dans lequel s'effectue la conversion de l'énergie de la puissance électrique en puissance mécanique (ou vice versa).

Plage inférieure de régime

Si le rotor est stationnaire et qu'un courant circule dans les enroulements du stator, c'est le point de départ. En influençant la résistance et la tension à la conception, il est possible de déterminer le courant qui provoque un flux magnétique Φ dans le stator et donc un couple dans le rotor. Afin de maintenir le courant, le flux magnétique et le couple constants à mesure que le régime augmente, la tension doit être augmentée. La résistance ohmique dépend du matériau et de la section du câble et ne varie pas. Lorsque le champ magnétique dans le stator s'accumule et se décompose, une induction se produit dans ses propres enroulements. Cette tension

d'auto-induction est opposée à la tension appliquée et réduit donc la tension efficace et, via la résistance ohmique constante, également le courant. Afin de maintenir le courant constant malgré l'augmentation du régime, la tension appliquée est augmentée jusqu'à une tension définie à la conception (plage de régime de base). Dans la plage de surcharge, cette tension peut ensuite être à nouveau augmentée brièvement. Cependant, jusqu'au régime de base, la tension change proportionnellement au régime.

Zone d'affaiblissement du champ

Une fois le régime de base dépassé (Fig. 2), la tension n'augmente plus, mais le régime continue d'augmenter, c'est pourquoi l'auto-induction augmente également. Cela réduit la tension effective dans les enroulements du stator, ce qui réduit le courant, le flux magnétique et donc aussi le couple.

Si le couple diminue dans la même mesure que le régime augmente (de manière inversement proportionnelle), la puissance reste constante dans la plage de défluxage.

Diagramme à quatre quadrants

Si l'axe des x (abscisse) et l'axe des y (ordonnée) d'un diagramme sont extrapolés au-delà de la ligne zéro, trois nouveaux champs de diagramme (quadrants) s'ouvrent. Les quatre quadrants sont numérotés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, le premier quadrant étant en haut à droite.

Pour la e-machine, les quatre quadrants signifient qu'elle peut avancer et reculer, mais qu'elle peut également fonctionner comme générateur des deux côtés. Le diagramme de la Fig. 2 est idéalisé, donc toutes les courbes des quadrants sont congruentes. Toutefois, en raison de la conception de la machine, cela ne se produira pratiquement pas.

Partenaires : © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch

DERENDINGER

Sponsor :

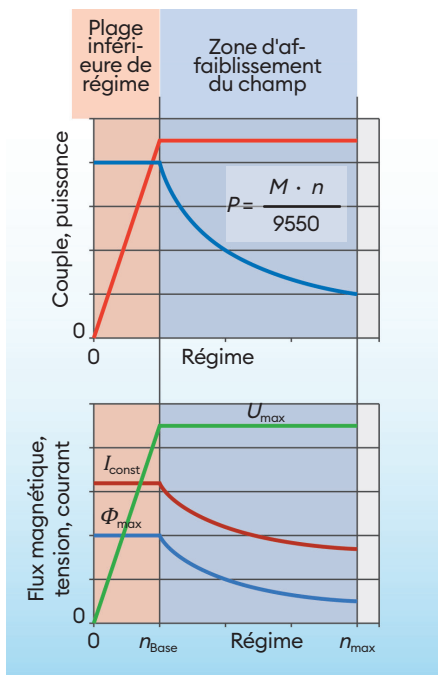


Fig. 1 : Diagramme puissance/couple idéalisé des e-machines triphasées avec les variables physiques.

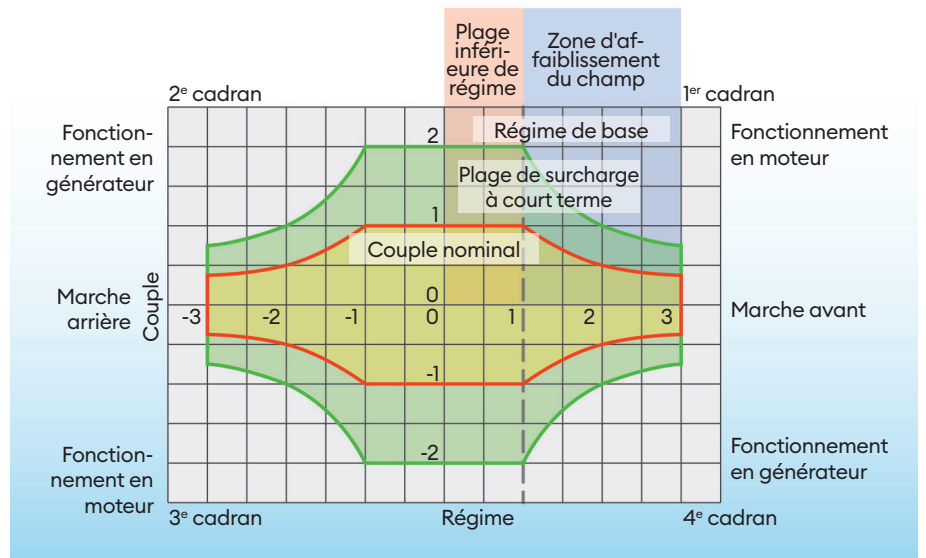


Fig. 2 : Diagramme puissance/couple idéalisé des e-machines triphasées dans les quatre quadrants du diagramme. Les courbes de couple sont identiques dans tous les quadrants et les plages de surcharge sont les mêmes dans tous les quadrants.