Récupération 2

Récupérer l'énergie de freinage et recharger ainsi la batterie, cela semble agréable et fonctionne sans aucun problème dans les voitures hybrides et électriques à batterie. Cependant, maintenir le champ statorique afin de créer un champ magnétique pour l'induction semble difficile à première vue, car le courant devrait circuler de l'onduleur vers l'emachine et de l'emachine vers l'onduleur. Cependant, si l'on réfléchit bien au fonctionnement de l'emachine, cela n'est pas nécessaire.

FCEM

L'induction se produit lorsqu'un aimant se déplace dans une bobine. Cela nécessite un champ magnétique, un conducteur et un mouvement (de rotation). Lorsqu'une machine triphasée se met à tourner, la fréquence et donc le régime sont initialement faibles. Le champ magnétique s'accumule fortement et la machine produit beaucoup de couple. Pour maintenir le couple, le champ magnétique et le courant doivent rester constants. Pour ce faire, il faut augmenter la tension appliquée. La raison ? D'une part, l'auto-induction augmente avec la fréquence, d'autre part, le champ magnétique des aimants permanents (PSM) fixés côté du rotor ou du rotor à cage d'écureuil (ASM) traverse également les bobines d'excitation du stator et induit une tension. Cette tension induite est appelée FCEM, ou force contre-électromotrice. « Contre » indique que cette tension d'induction neutralise l'effet de la tension appliquée et l'affaiblit.

Plus le régime est élevé, plus la FCEM devient forte. Si la tension appliquée n'augmente plus, la zone d'affaiblissement de champ commence (Fig. 1b). La FCEM devient de plus en plus forte et affaiblit ainsi la tension efficace dans les enroulements de champ. Si celui-ci s'affaiblit, le courant diminue également et avec lui le champ magnétique et le couple. Si le régime continue d'augmenter, le moment viendra où la tension de la FCEM atteindra la valeur de la tension appliquée et le courant tombera donc à zéro. Le moteur a maintenant atteint son régime maximum. Le concepteur peut déterminer ce régime et concevoir l'emachine en conséquence. Cette plage peut également être réglée électroniquement.

Si l'emachine devait être entraînée au-delà à partir de ce moment, la FCEM continuerait à augmenter, mais la tension appliquée ne pourrait plus la suivre et il en résulterait un courant inverse ; le courant de récupération ou de charge.

Champs caractéristiques

La fig. 1b montre les quadrants un et quatre du diagramme à quatre quadrants. Ce sont les quadrants dans lesquels la machine tourne vers l'avant. Dans la moitié supérieure de l'image (1er quadrant), l'emachine fonctionne comme un moteur. Dans cette plage, le régime et le couple agissent dans la même direction (Fig. 1d) et la tension appliquée (Fig. 1e - jaune) est supérieure à la tension de la force contre-électromotrice (verte). Cela laisse une tension résultante (gris) qui maintient le couple et peut animer le véhicule. Un angle de charge positif agit dans le moteur (Fig. 1f). Bien entendu, cela augmente si la tension appliquée augmente en même temps. Etant donné que la force contre-électromotrice dépend également du régime, elle ne changera pas beaucoup et le couple peut donc augmenter de cette manière, ce qui se reflète également dans un angle de charge plus grand. De plus, le point de fonctionnement dans le premier quadrant de la plage de fonctionnement se déplacera vers le haut, plus près de la ligne de pleine charge. Si le régime augmente également, le point se déplace également vers la droite. Le courant circule selon le schéma de la fig. 1a. La tension de la batterie passe par le convertisseur DC-DC, où elle est amenée à la position prévue. La tension est à nouveau lissée dans le condensateur du circuit intermédiaire et le courant circule ensuite via l'un des IGBT positifs vers la machine et revient à travers un autre brin, via un IGBT négatif, un condensateur du circuit intermédiaire, un convertisseur DC-DC vers la batterie.

Si le conducteur réduit la charge ou si le véhicule se trouve sur une pente, la vitesse ou le régime moteur augmente avec la même charge. Cela signifie que la flèche jaune devient plus courte ou reste la même, mais que la flèche verte devient plus grande et que les deux tensions s'annulent soudainement à un point de fonctionnement. Cela signifie que le courant ne circule plus dans les enroulements du stator et qu'aucun champ magnétique ni couple n'est formé. Le régime est toujours là, mais le couple est nul et dans le schéma du moteur, les enroulements du stator sont hors tension. Bien entendu, les lignes de champ du rotor existent toujours. Ils coupent les enroulements du stator et induisent la force contre-électromotrice.

Si le gradient devient plus raide, la tension appliquée devient plus petite tandis que la force contre-électromotrice reste la même. Dans le stator, le courant circule dans le sens opposé (les points et les croix des lignes sont inversés – Fig. 1d) et le couple agit désormais contre le sens de rotation. Le véhicule décélère et l'énergie électrique est récupérée ou régénérée.

Etant donné que le courant de récupération de retour ne peut pas refluer à travers les IGBT, il circule via les diodes de roue libre, qui sont également conçues pour cette raison comme diodes de redressement.

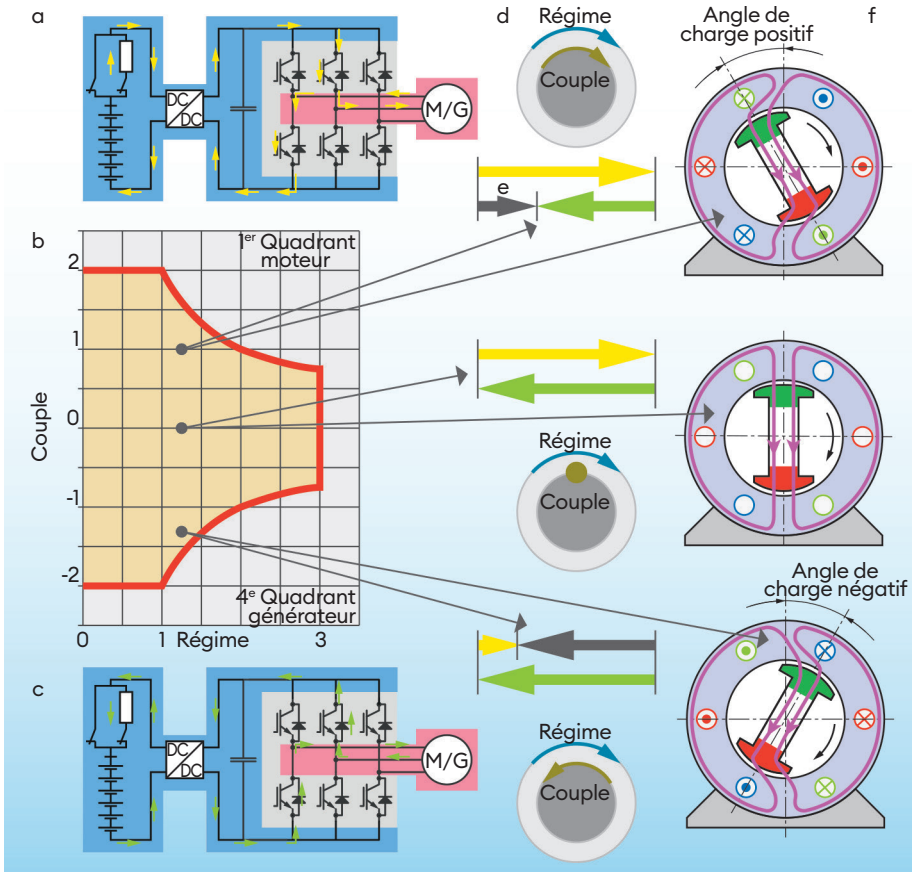

Fig. 1 : Quelques facteurs qui interagissent dans la cartographie de fonctionnement des emachines : a et c Circuits électroniques de puissance incluant les emachines - b 1er et 4e quadrants du diagramme à quatre quadrants - d Cercles régime-couple - e Flèches de tension / tension appliquée : jaune / FEM : vert / tension résultante : gris - f Emachines avec angles de charge

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