

Les machines asynchrones (ASM) sont les e-machines triphasées les plus utilisées dans le monde et sont à un niveau de développement élevé. Comme la plupart des applications fonctionnent à une fréquence de 50 Hz, le contrôle de ces machines dans la voiture est plus complexe. Dans la plage des bas régimes, le rendement est moins bon qu'avec les machines synchrones (PSM, ESM), mais elles se rattrapent à hauts régimes. Leur structure est simple et peu coûteuse, puisqu'aucun aimant permanent ne doit être installé. De plus, ils ont un fonctionnement à vide presque sans résistance, car il n'y a pas d'induction directe lorsqu'il n'y a pas de courant.

Construction

En principe, le stator a la même structure que dans une machine synchrone. Le courant triphasé crée un champ tournant (voir article : e-machines, champ tournant), qui affecte le rotor. Le rotor est constitué de tôles laminées empilées les unes sur les autres, qui sont isolées les unes des autres pour réduire les pertes par courants de Foucault. Pour le rotor, de l'acier électrique est utilisé comme matériau, comme décrit dans l'article E-machines. Des tiges de cuivre ou d'aluminium sont insérées dans ce cylindre en fer doux, qui sont reliées entre elles des deux côtés par des anneaux de court-circuit. La section et le matériau des tiges influencent la résistance ohmique et donc les propriétés essentielles de la machine. Les barres sont généralement simplement fixées (Fig. 3), c'est-à-dire qu'elles ne sont pas exactement parallèles à l'arbre central. Cela influence le comportement au démarrage, le couple de sortie et l'acoustique du moteur. En plus de ce type de rotor, il existe également des moteurs à bagues. La résistance ohmique des enroulements individuels du rotor peut être modifiée pendant le fonctionnement via des bagues collectrices.

Fonctionnement

Etant donné que les onduleurs des véhicules électriques modifient en permanence la fréquence AC, le champ rotatif peut représenter n'importe quelle valeur de régime. Le champ tournant d'un stator bipolaire (Fig. 2a) parcourt 360° pendant une période (voir article : e-machines, champ tournant). A une fréquence de



Fig. 1 : La machine asynchrone triphasée (ASM) se compose de deux parties principales : stator et rotor. Le rotor à cage (rotor) est monté dans le boîtier avec deux roulements à rouleaux simples.

1 Hz, cela donne 60 tours par minute. A 50 Hz, le champ tournant se déplace à un régime de 3000 tr/min dans le stator. Lorsque le moteur est à l'arrêt, le rotor ne bouge pas. Pour le démarrage, la fréquence et l'amplitude du courant stator doivent être choisies avec soin. Les barreaux du rotor à cage d'écurieil sont coupés par le champ magnétique dans le stator et une tension est induite. La résistance ohmique des tiges et la tension induite entraînent la circulation d'un courant de court-circuit électrique qui crée un champ magnétique autour des tiges. Le champ magnétique réagit avec le champ magnétique du stator et une force circumférentielle (F) en résulte, qui commence à faire tourner le rotor (Fig. 2c).

Synchronisation

Lorsque le rotor tourne, son régime se rapproche du régime du champ tournant. En conséquence, l'induction devient plus faible ; la tension induite, le courant de court-circuit et le champ magnétique dans le rotor à cage d'écurieil diminuent également. Si le régime synchrone était même atteint, le régime relatif entre le champ magnétique tournant et le fil du rotor serait nulle et il n'y aurait pas d'induction. Le champ tournant et le rotor doivent fonctionner de manière asynchrone et il doit toujours y avoir un certain glissement. Cela signifie que le rotor doit toujours tourner un peu moins vite que le champ tournant.

Glissement

Le glissement est connu dans les voitures grâce à la technologie d'entraînement (ABS, ESP). La vitesse périphérique des roues est plus faible lors du freinage et plus élevée lors de l'accélération que la vitesse de conduite. Dans la machine asynchrone, le glissement (s) représente la différence de régime relative entre le champ tournant (n_d) et le régime du rotor (n) :

$$s = \frac{n_d - n}{n_d}$$

Caractéristiques

Jusqu'à un glissement d'environ 20 %, le courant du stator, du rotor et le couple de sortie augmentent plus ou moins linéairement. Alors que les courbes de courant s'aplatissent ensuite, la courbe de couple s'incurve et chute à environ 2/3 du couple maximum (couple de décrochage) jusqu'à 80 % de glissement. Ce qui est particulièrement important pour les véhicules électriques, c'est la plage linéaire de couple et de glissement avant le point de rupture jusqu'à un glissement d'un peu plus de 10 %. La courbe d'efficacité montre le pic à un glissement juste en dessous de 10 %. Si le couple maximal n'est pas requis, il y a moins de glissement, mais si le couple est élevé, il y a plus de glissement. Les corrélations de patinage des roues sont très similaires lors de l'accélération et du freinage.

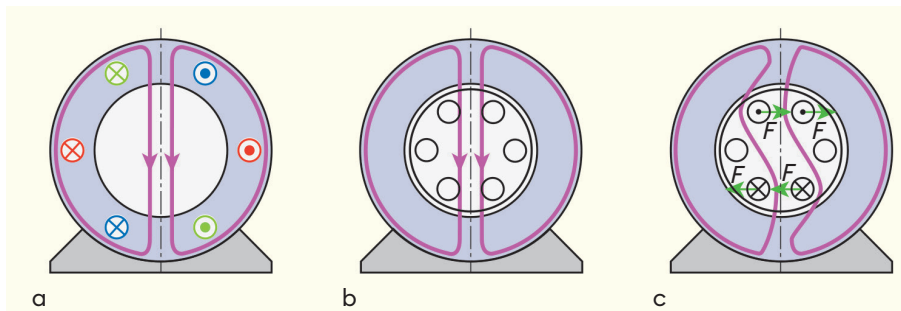


Fig. 2 : Le champ tournant dans une certaine position (a). Si le rotor à cage d'écurieil est introduit (b), l'induction se produit alors rapidement et avec elle l'effet de force ou de couple sur le rotor.

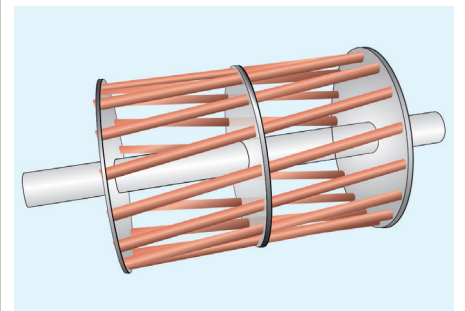


Fig. 3 : Le rotor à cage d'écurieil de la machine asynchrone, souvent comparé à une roue de hamster.