

Machines asynchrones 2 E-Machines

Images : Audi, dle

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

Sponsors : **Derendinger** TECHNOMAG

Ces dernières années, Audi s'est appuyé à la fois sur les moteurs synchrones à aimants permanents (PSM) et sur les moteurs asynchrones (ASM), il a ainsi acquis de l'expérience avec les deux types de machines. Dans le Q5 e-tron, un PSM a été installé sur l'essieu arrière et un ASM sur l'essieu avant. Dans le système modulaire PPE (Premium Platform Electric) développé conjointement avec Porsche, différents PSM sont également prévus pour l'essieu arrière, mais PSM ou ASM pour l'essieu avant. La décision est principalement basée sur la capacité de couple plus élevée. Les machines asynchrones sont donc plus grandes et nécessitent également des courants de démarrage nettement plus élevés. Elles sont très bien adaptées à la mobilité : lorsqu'elles ne sont pas activées, ces machines tournent presque sans friction car elles ne possèdent pas d'aimants permanents qui induisent une tension dans les enroulements du stator.

Stator

La carcasse du stator est constituée de tôles électriques lamellées de 0,35 mm d'épaisseur, isolées les unes des autres par une couche de vernis. Plus la feuille est épaisse, meilleure est la conductivité magnétique (perméabilité). Plus la conductivité est bonne, plus l'induction dans les tôles d'acier électrique est importante et donc les courants de Foucault qui en réduisent l'efficacité. Pour cette raison, il est très important que le meilleur compromis possible entre conductivité et pertes par courants de Foucault soit trouvé avec l'épaisseur de la tôle. Les enroulements du stator de cette machine ne sont pas assemblés selon la méthode en épingle à cheveux, mais sont enroulés avec du fil rond. Des capteurs de température redondants sont situés dans les têtes de bobinage. Les brins de bobinage ne peuvent plus y transmettre la température à la carcasse en fer, c'est pourquoi les températures les plus élevées se produisent à ces endroits. Plus l'entrefer entre le stator et le rotor est petit, plus la transmission du champ magnétique est efficace.

Rotor

Sur l'arbre du rotor sont situés : la roue dentée pour la transmission du couple, deux roulements rigides à billes, le rotor résolveur, qui appartient au capteur de position, et les deux composants principaux

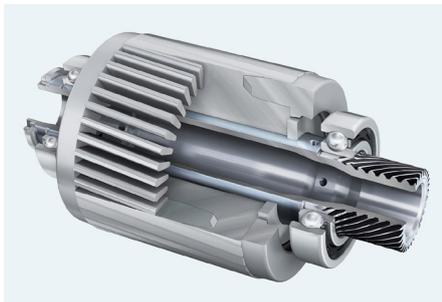


Fig. 2 : Le rotor à cage d'écurieil est en aluminium et moulé sous pression.

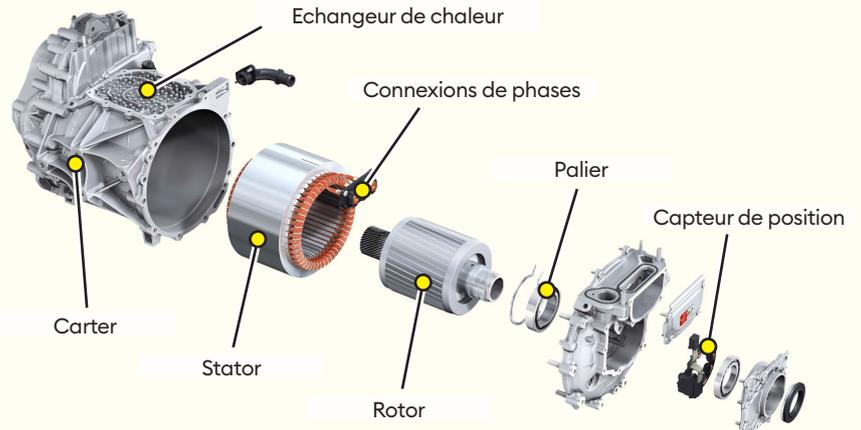


Fig. 1 : La machine asynchrone triphasée (ASM) pour le train avant de l'Audi Q5 mais aussi pour la VW ID4.

(Fig. 2) : le rotor à cage d'écurieil, qui est réalisé en aluminium moulé sous pression et les lamelles du noyau qui conduisent le champ magnétique de manière optimale. Les machines étant conçues pour des régimes allant jusqu'à 13 500 tr/min, des éléments d'équilibrage doivent également être présents.

Le rotor à cage d'écurieil est généralement en cuivre ou en aluminium. Il est important que la résistance électrique de chaque barre soit précisément adaptée aux données de puissance de la machine. Un certain champ magnétique et un certain régime différentiel entre le champ tournant et les barres du rotor induisent une tension définie. Si la résistance de la barre est trop élevée, la tension sera principalement convertie en chaleur, mais si elle est trop faible, trop de courant circulera, ce qui créera un fort champ magnétique et génèrera ainsi la rotation du moteur. Les tiges en aluminium sont reliées entre elles des deux côtés par des anneaux de court-circuit. Théoriquement, cela se traduit par un nombre illimité de boucles de bobine, qui créent un champ magnétique à travers le flux de courant et font tourner le rotor.

La puissance mécanique est acheminée vers le différentiel et la transmission finale via une boîte de vitesses mono-étagée à 1 vitesse avec engrenages cylindriques hélicoïdaux et un rapport de transmission de 9,953 : 1.

Le niveau d'huile dans le carter du moteur-réducteur connecté ne doit en aucun cas être trop élevé afin d'éviter que le

rotor n'éclabousse l'huile. Sinon, l'huile remplirait le petit entrefer entre le rotor et le stator, obstruant le flux magnétique et ralentissant le rotor.

Courbe de puissance

La courbe de couple et de puissance en fonction du régime ressemble à celle des machines synchrones. Dans la plage de bas régime (ici jusqu'à près 5 000 tr/min), le couple peut être maintenu constant en augmentant la tension, et dans la plage de défluxage, le couple diminue alors proportionnellement à l'augmentation du régime, de sorte que la puissance reste constante. Tout comme les moteurs à combustion, les e-machines peuvent être conçues et construites pour être plus ou moins puissantes. Les formes des courbes restent similaires, seule la hauteur de la déviation de la courbe change.

Mesure du régime

Pour que la machine asynchrone puisse être mise en marche sans que le conducteur s'en aperçoive, mais aussi pour qu'elle puisse récupérer correctement, un capteur de régime et de position doit communiquer la position exacte du rotor à l'unité de commande afin que celle-ci puisse alimenter le champ tournant avec la fréquence correcte et ainsi régler le glissement correspondant. Comme indiqué dans l'article e-machines, les machines asynchrones 1, le glissement et le couple se comportent plus ou moins parallèlement les uns aux autres, du moins dans la plage de régime inférieure.

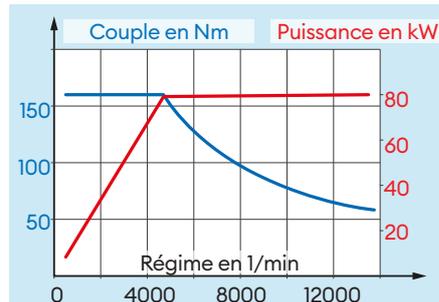


Fig. 3 : Courbe typique de couple et de puissance en fonction du régime.



Fig. 4 : Partie statorique du capteur résolveur, qui détermine la position exacte du rotor.