

Dans les machines synchrones, un champ magnétique statique dans le rotor de la machine agit sur un champ tournant dont les bobines sont situées dans le stator. Si les trois champs magnétiques du champ tournant, décalés de 120° , se déplacent, ils entraînent avec eux les pôles correspondants du rotor dans la même rotation. Bien sûr, le rotor est un peu en retard avec des charges plus élevées. L'angle de la roue polaire ϑ (grec thêta minuscule) est utilisé ici. Le décalage ne doit pas entraîner de saut de pôles, sinon le moteur perdra son rythme et risque de s'abîmer. Par conséquent, la charge sur le moteur doit être contrôlée de manière à ce que cet effet ne se produise en aucun cas. Le régime de ces moteurs est régulé avec la fréquence du champ tournant, le couple avec l'intensité du champ tournant ou avec l'amplitude du courant triphasé.

PSM

Dans les machines synchrones à excitation permanente (PSM), le champ magnétique constant est formé par de puissants aimants permanents. Ceux-ci ont une force magnétique constante, qui doit être prise en compte dans la technologie de contrôle. La récupération est facile, seule la tension induite doit être adaptée à la tension de charge de la batterie. Le fonctionnement à vide est problématique, car le champ magnétique permanent provoque toujours une induction dans les enroulements du stator. Les PSM sont par exemple utilisés chez VW dans les modèles ID.3, dans la Porsche Taycan et dans les véhicules hybrides P2.

Machines à rotor externe

Les machines synchrones sont construites aussi bien avec des rotors internes ou externes. Les machines à rotor externe typiques (Fig. 1) sont souvent des machines à pôles saillants multipolaires. Les machines à pôles saillants ont généralement des bobines individuelles typiques comme pôles sur la circonférence du stator. Étant donné que celles-ci sont alimentées en courant alternatif triphasé, le nombre total de bobines est également divisible par trois, souvent aussi par six, car sur la circonférence opposée à une certaine bobine se trouve une deuxième bobine à sens d'enroulement inverse, qui est alimentée par la même phase. Cela crée un pôle nord d'un côté et un pôle sud de l'autre. Les bobines connectées au courant tri-

phasé doivent être installées dans le stator, car les courants importants qui circulent dans les moteurs de traction peuvent difficilement être transférés à un rotor. Cependant, si les aimants permanents puissants sont collés sur le rotor interne, ils doivent être sécurisés contre les forces centrifuges avec des sangles. Si, par contre, le rotor est en forme de tambour autour du stator, la force centrifuge pousse les aimants vers l'extérieur, c'est-à-dire contre le tambour, et ils ne nécessitent pas de fixations supplémentaires.

Machines à rotor interne

Dans de nombreuses machines à rotor interne, le rotor ressemble à un cylindre feuilleté, c'est-à-dire un cylindre constitué d'un empilement de tôles isolées électriquement. Les piles de tôles réduisent les pertes par courants de Foucault (voir article : e-machines, stator). Les aimants permanents sont intégrés dans diverses formes et positions dans ces feuilles électriques. Cela rend difficile la différenciation entre PSM, ESM ou machines asynchrones pour rotors internes. Cependant, un champ magnétique peut être détecté dans une armature PSM avec un tournevis.

ESM

Les machines synchrones à excitation électrique (ESM) sont généralement construites sous forme de rotors internes. Le rotor peut être conçu comme un rotor à pôles saillants (Fig. 3a) ou cylindrique. Dans le cas de la structure cylindrique, les bobines sont placées dans des rainures dans les tôles d'acier électrique ou - comme pour les aimants permanents - intégrée. Il est important que les bobines du rotor soient également alimentées. Étant donné que les champs magnétiques, analogues au PSM, ne doivent pas changer, les bobines doivent être alimentées en tension continue via des bagues collectrices. Les bagues collectrices sont connues du rotor à griffes de l'alternateur. Étant donné que l'intensité du champ magnétique peut également être influencée par le régime, il est possible de déterminer avec précision la transmission du courant et donc la charge sur les balais de charbon. Avec l'ESM, le champ rotatif et le champ statorique peuvent être influencés en termes de technologie de commande. De cette manière, les couples souhaités peuvent être cartographiés très précisément. Les machines synchrones à excita-

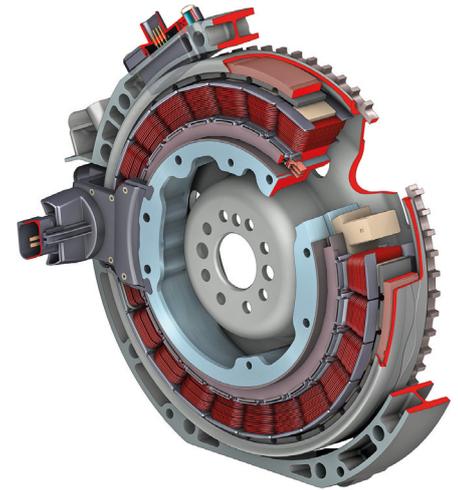


Fig. 1 : Machine synchrone à rotor externe à excitation permanente multipolaire typique pour un hybride P2.

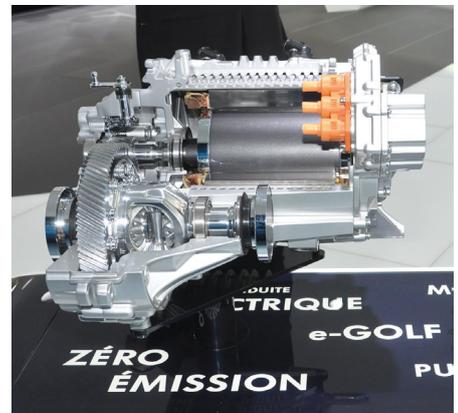


Fig. 2 : De nombreux moteurs de traction à entraînement final comportent des aimants enterrés et ressemblent aux machines à pôles non saillants.

tion électrique équipent par exemple Renault Zoe ou Kangoo E-Tech.

Types de rotors

Selon la conception du rotor, les machines synchrones utilisent non seulement le couple synchrone de la force de Lorentz, mais également un couple de réluctance (voir article : e-machines, force magnétique). En incluant la force de réluctance, il est possible de mieux utiliser le régime supérieur et la plage de charge des moteurs.

La Fig. 3 montre des exemples de rotors internes à quatre pôles. Cependant, six à huit pôles sont courants dans les machines de traction.

Dans le cas de la machine synchrone à excitation permanente avec une certaine composante de réluctance, les poches magnétiques intégrées agissent comme des entrefers agrandis et influencent ainsi la résistance magnétique. Dès que le champ magnétique est activement influencé, la réluctance change également. Les machines synchrones multipolaires fonctionnent avec une faible composante de réluctance afin que la précision du couple puisse être maintenue dans les hybrides parallèles, qui sont couplés au moteur à combustion.

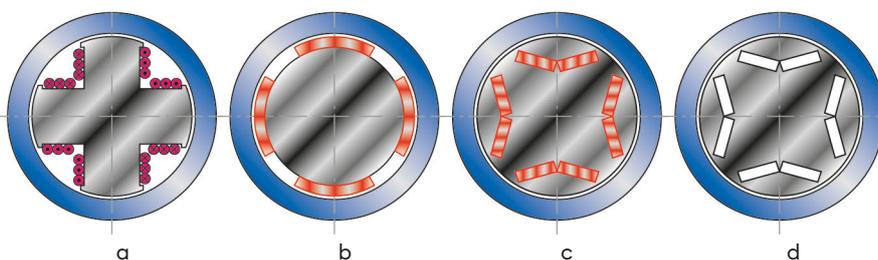


Fig. 3 : Différents types de rotors : a Moteur synchrone à excitation électrique - b Moteur synchrone à excitation permanente sans réluctance - c Moteur synchrone à excitation permanente avec réluctance - d Machine synchrone à réluctance.