

Moteurs à flux axial

Le premier générateur du naturaliste anglais Michael Faraday (1791 - 1867) était un générateur à disque dans lequel un disque métallique tournait dans un aimant en forme de U. Le champ magnétique du stator circulait axialement à travers le rotor, c'est-à-dire parallèlement à l'axe du rotor. L'entreprise anglaise Yasa, mais aussi le motoriste aéronautique Rolls-Royce ainsi que l'entreprise belge Magnax BV développent des moteurs à flux axial pour le trafic routier ainsi que pour l'aviation et le transport maritime. Yasa Ltd a été fondée en 2009 et rachetée par Mercedes-Benz en 2021.

Construction

Dans les moteurs à flux radial, le champ magnétique circule perpendiculairement à l'axe du rotor et sur toute la circonférence. Afin d'obtenir la densité de champ requise pour le couple souhaité, une certaine longueur axiale est requise. Pour que le champ magnétique circule axialement dans un moteur à flux axial, les électro-aimants doivent également être parallèles à l'axe du rotor (Fig. 2). Plus leur distance par rapport à l'axe du rotor est grande, plus le bras de levier et donc le couple sont importants pour une même force.

A côté des bobines se trouvent deux rotors à disques sur lesquels sont collés des aimants permanents. Plus l'entrefer entre les bobines du stator et les aimants du rotor est petit, plus la force magnétique effective est grande. Les bobines sont montées sur le stator afin que les courants élevés ne puissent pas être transmis aux pièces en rotation.

Le refroidissement n'est aisé ni au stator ni au rotor. Les rotors sont refroidis par huile. Il y a des canaux d'eau dans le carter qui peuvent dissiper la chaleur.

Fonctionnement

Le fonctionnement du moteur à flux axial est très similaire à celui des machines synchrones à excitation permanente (PSM). Dans toutes les machines triphasées, un courant alternatif triphasé circule dans les bobines du stator. Pour cette raison, il y a trois bobines. Les phases et donc les forces des pôles alternent toujours à intervalles de 120°.

Si la connexion gauche de la Fig. 2 est positive, le pôle nord de la bobine se trouve du côté gauche selon la règle de la main droite. Cela signifie qu'un pôle

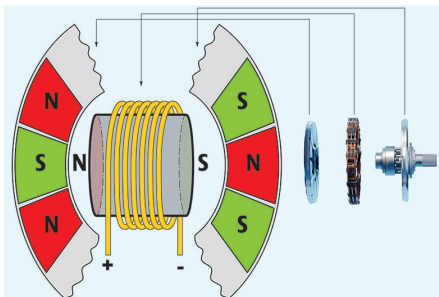


Fig 2 : Fonctionnalité schématique. Les pièces de stator et de rotor de la figure 4 illustrent les pièces réelles.

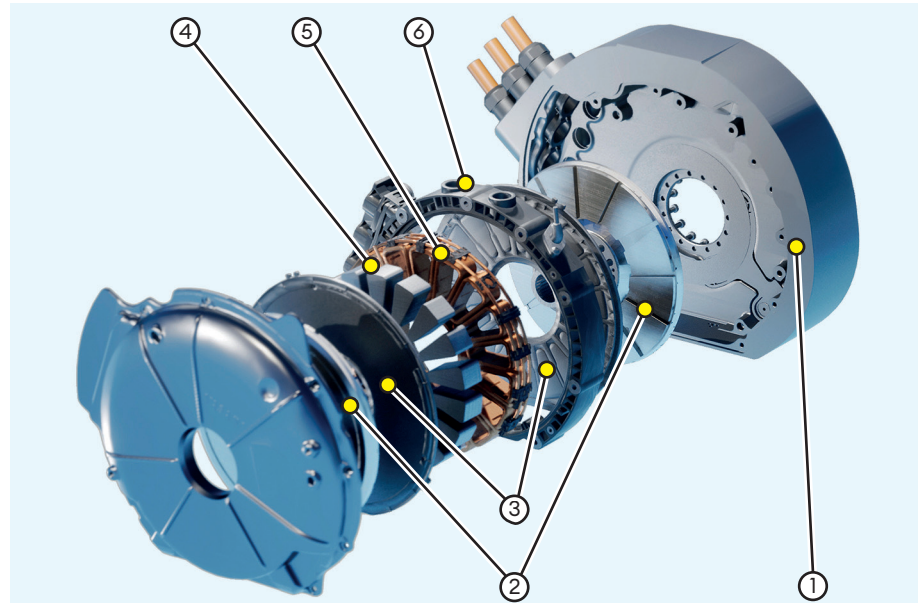


Fig. 1 : Structure du moteur à flux axial selon Mercedes-Benz et Yasa. 1 Boîtier avec connexions triphasées - 2 Disques de rotor avec aimants permanents - 3 Couvercles de stator - 4 Noyaux en fer doux - 5 Enroulements de stator - 6 Boîtiers de stator

sud sur le disque du rotor gauche est attiré. D'autre part, la bobine a un pôle sud, qui attire un pôle nord sur le rotor droit. Si la phase entre dans la plage négative, la polarité de la bobine s'inverse également et le pôle nord est du côté droit. Etant donné que le stator comporte plusieurs bobines sur la circonférence et que plusieurs aimants permanents sont collés à la circonférence des plaques du rotor en polarité alternée, les rotors tournent à une vitesse proportionnelle à la fréquence du courant alternatif. Les 12 aimants permanents sont répartis en segments sur les surfaces du rotor et ont une superficie plus grande que les 18 bobines et noyaux en fer doux du stator, qui sont également répartis en segments. Cela signifie que les surfaces du rotor et du stator sont entièrement occupées et peuvent générer des forces importantes grâce à leurs champs magnétiques.

Caractéristiques

Deux propriétés importantes sont illustrées dans les Fig. 3 et 4. Les moteurs à flux axial sont plus courts que les moteurs à flux radial. Les constructeurs parlent d'une réduction de longueur de plus de 60 %. Le nouveau type de moteur devrait également se contenter d'un tiers de la masse. Il est évident que les deux plaques de rotor du moteur à flux axial pèsent beaucoup

moins que le long rotor cylindrique du moteur à flux radial, qui est composé d'acier massif et d'aimants permanents. Cela permet d'économiser beaucoup de masse. C'est pareil avec le stator. Les petites bobines des moteurs à flux axial sont plus légères que les enroulements de stator à grand volume des moteurs à flux radial. Bien que certaines choses puissent être améliorées grâce à la technologie en épingle à cheveux, cela ne compense pas le désavantage de la masse.

Le carter et les canaux de refroidissement sont également plus petits dans le moteur à flux axial, ce qui rend l'ensemble nettement plus léger.

Couple et puissance

Comme la surface magnétique du stator peut être utilisée des deux côtés, les fabricants de moteurs à flux axial parlent même de deux fois plus de couple ou de trois fois la densité de puissance. Tous ces avantages, ainsi qu'une grande quantité de cuivre économisée, devraient en réalité se traduire par un succès commercial retentissant. A l'heure actuelle, l'unité est utilisée entre autres par Mercedes-Benz (AMG), Ferrari, Jaguar et Königsegg, mais il ne semble pas qu'elle soit encore produite en très grande quantité. Toutefois, cette étape doit être couronnée de succès pour que la percée du marché se produise.

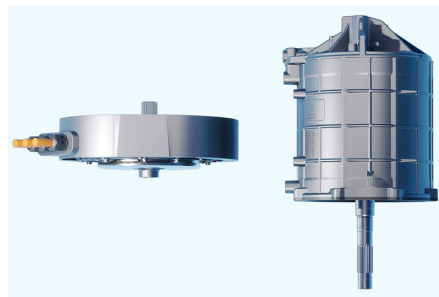


Fig. 3 : Comparaison des tailles entre la machine à flux axial très court (à gauche) et la machine à flux radial (à droite).

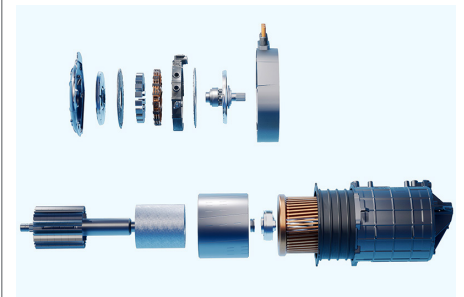


Fig. 4 : Comparaison des composants. En dessus se trouve la petite et légère machine à flux axial, en dessous se trouve la machine à flux radial.