

L'ESSENTIEL

> Les moteurs électriques triphasés, utilisés dans l'industrie depuis le XIX^e siècle, sont robustes et ont un bon rendement.

> Pour les adapter aux voitures électriques, il a fallu augmenter leur puissance, à poids égal.

> Pour ce faire, les ingénieurs ont joué sur plusieurs

tableaux : vitesse de rotation plus élevée, refroidissement plus efficace, aimants plus puissants, meilleurs systèmes d'électronique et de commande par ordinateur.

> Les prototypes et les moteurs de compétition surpassent déjà les meilleurs moteurs à explosion. Reste le défi de la production en série.

L'AUTEUR



MARTIN DOPPELBAUER
professeur à l'Institut
électrotechnique
de l'université
de Karlsruhe,
en Allemagne

De meilleurs moteurs pour voitures électriques

L'essor des véhicules électriques dépend aussi du développement de leurs moteurs. Lesquels ont connu beaucoup de progrès récents, grâce notamment à de nouveaux matériaux magnétiques. Et ce n'est pas fini : les moteurs de demain seront encore plus performants et légers.

Des machines électriques, qui exploitent le champ magnétique créé par un courant, existent depuis presque deux cents ans, même si le premier système dépassant le stade du démonstrateur n'a été construit qu'en 1834 à Königsberg (Kaliningrad) par l'ingénieur Moritz von Jacobi. Après tant de temps, que peut-il rester à améliorer ?

En fait, bien des progrès ont été réalisés ces vingt dernières années. Ils sont dus à des matériaux magnétiques modernes à base de terres rares, qui donnent des aimants puissants, ainsi qu'à de meilleurs composants électroniques et à des calculateurs puissants, qui ont rendu



possible le contrôle des moteurs avec une vitesse et une précision inédites.

Comme dans le cas des moteurs à explosion, il existe des variantes très différentes de moteurs électriques. Elles sont toutes fondées sur des mises en œuvre particulières des forces magnétiques (voir l'encadré page suivante), mais on distingue deux grands principes: d'une part les moteurs à courant continu et champ magnétique fixe, d'autre part les moteurs triphasés à champ magnétique tournant.

MOTEURS À COURANT CONTINU

Dans les moteurs à courant continu, des balais injectent dans un collecteur rotatif un courant qui alimente des bobinages faisant partie d'une pièce tournante, le rotor. Par construction, la polarité des champs magnétiques induits par le courant dans ces bobines s'inverse une fois par tour, de telle façon qu'elle soit toujours opposée à celle du champ des bobines du stator, l'élément fixe entourant le rotor. Un couple en résulte, qui fait tourner le rotor.

On produit des moteurs à courant continu par millions, notamment parce que l'on peut facilement contrôler leur vitesse de rotation à

l'aide d'une tension électrique. Une voiture de luxe peut ainsi en contenir une centaine, pour régler les sièges, lever les vitres, actionner les essuie-glaces et diverses pompes, ventilateurs et autres compresseurs. Les moteurs à courant continu ne sont cependant adaptés qu'aux faibles puissances: pour les puissances élevées, la structure compliquée du rotor, avec son collecteur et ses balais, les rend onéreux et implique des frottements qui limitent leur durée de vie.

C'est pourquoi les moteurs des voitures électriques sont des moteurs triphasés. Dans un moteur triphasé typique, le stator comporte trois bobines orientées à 120 degrés les unes des autres, et alimentées en courant alternatif avec des phases décalées de 120 degrés. L'ensemble induit un champ magnétique tournant. Il en résulte une variation du flux du champ magnétique à travers les bobines du rotor. Ces dernières se positionnent de façon à s'y opposer (loi de Lenz). Comme la direction du flux magnétique induit par les bobines du stator tourne sans cesse autour de l'axe du rotor, ce dernier tourne aussi.

Depuis l'avènement de contrôles par ordinateur toujours plus efficaces et d'électroniques >

Pour améliorer les moteurs électriques, les ingénieurs simulent en détail les comportements des champs magnétiques, des circuits électroniques et des matériaux.

