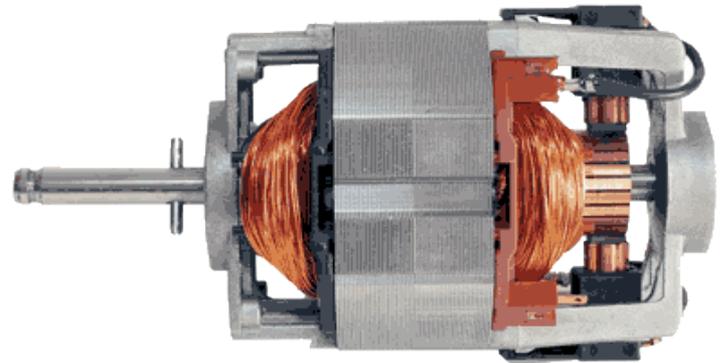


MOTEURS SPÉCIAUX



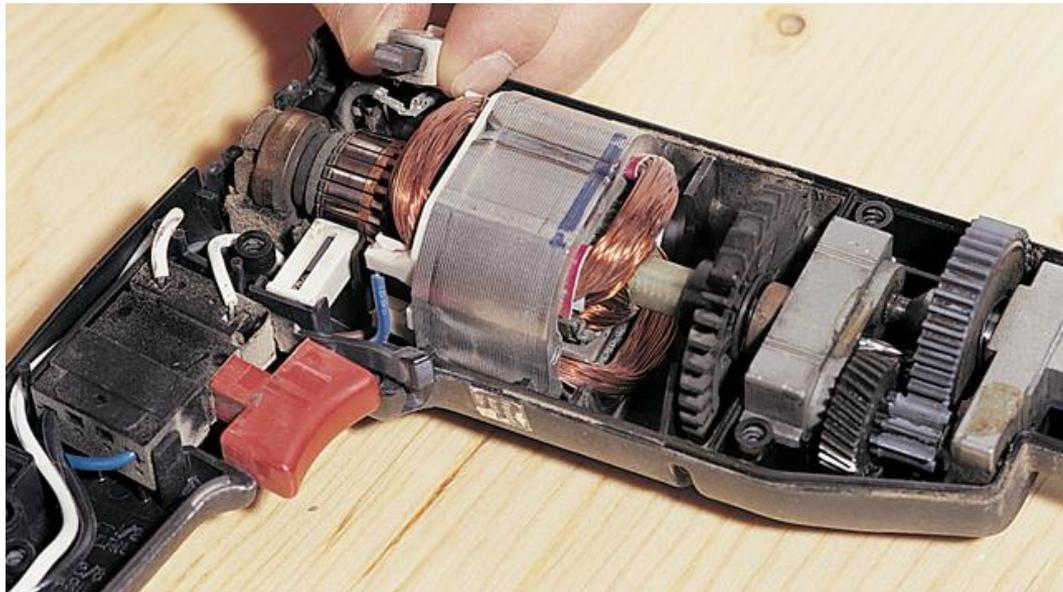
OBJECTIFS

- Savoir déterminer les principales caractéristiques des systèmes triphasés
- Comprendre le principe de fonctionnement et l'utilisation du moteur universel
- Comprendre le principe de fonctionnement et l'utilisation du moteur asynchrone monophasé,
- Comprendre le principe de fonctionnement et l'utilisation du moteur pas à pas, du servomoteur et du moteur brushless.

Prérequis:

- ELT 1
- Électricité 2

MOTEURS UNIVERSELS

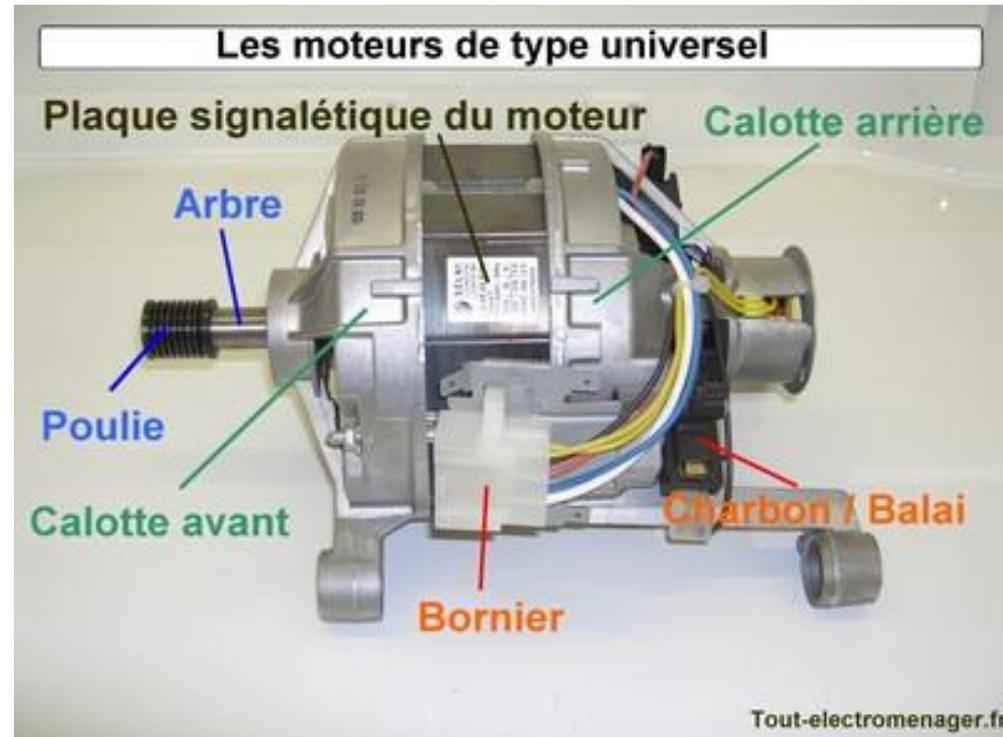




www.LearnEngineering.org

Définition

- Les moteurs universels sont des **moteurs série à collecteur et tôles feuilletées exécutés**
- pour une tension unique en courant **continu ou alternatif** à fréquence industrielle.
- Ils se présentent en général sans habillage, ils sont du type “ à incorporer “.



Caractéristiques mécaniques

- **Ensemble stator**

- circuit magnétique feuilleté
- bobinage en fils émaillés

- **Ensemble rotor**

- arbre en acier mi-dur
- paquet de tôles feuilletées
- bobinage en fil émaillé renforcé
- collecteur
- ventilateur

- **Ensemble de commutation**

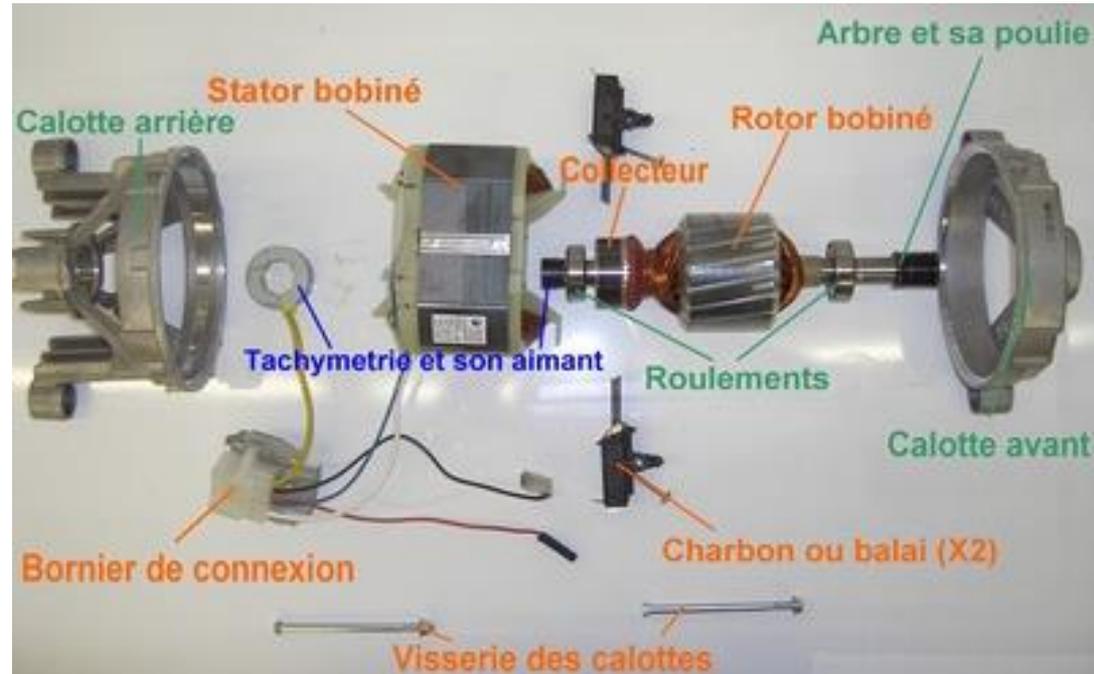
- porte balais
- charbon
- ressort de pression

- **Ensemble flasques paliers**

- à paliers lisses (coussinets autolubrifiants)
- à roulements à billes

- **Antiparasitage**

- condensateur formant avec l'inducteur un filtre



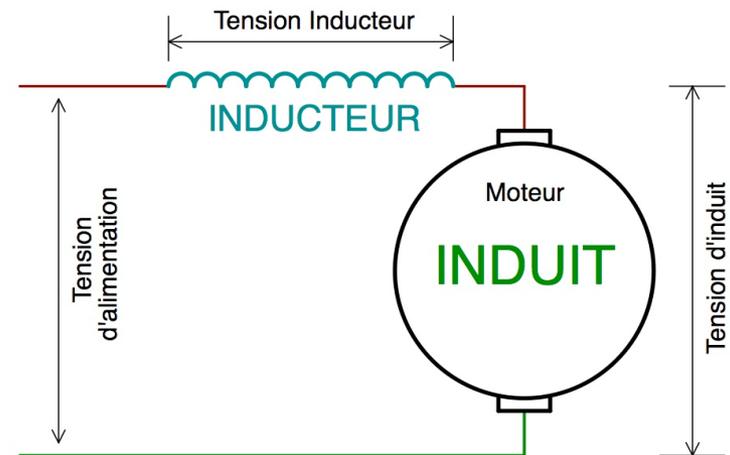
Caractéristiques électriques

Performances

- grande vitesse de rotation, (3500 à 16000 tr/min)
- puissance réduite (1000 W Maxi)
- réservé aux outils à usage intermittent (usure des balais limitée dans le temps)

Inversion du sens de rotation

Il faut changer le sens du courant dans un seul circuit, l'inducteur par exemple.

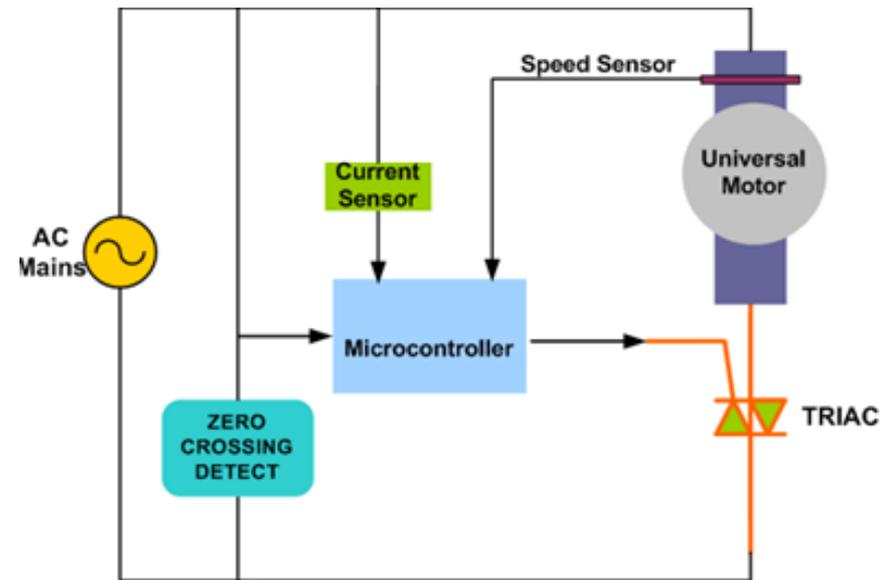


Commande des moteurs universels

- La commande de vitesse des moteurs universels utilise généralement deux méthodes:

I. Commande d'angle de phase (gradateur)

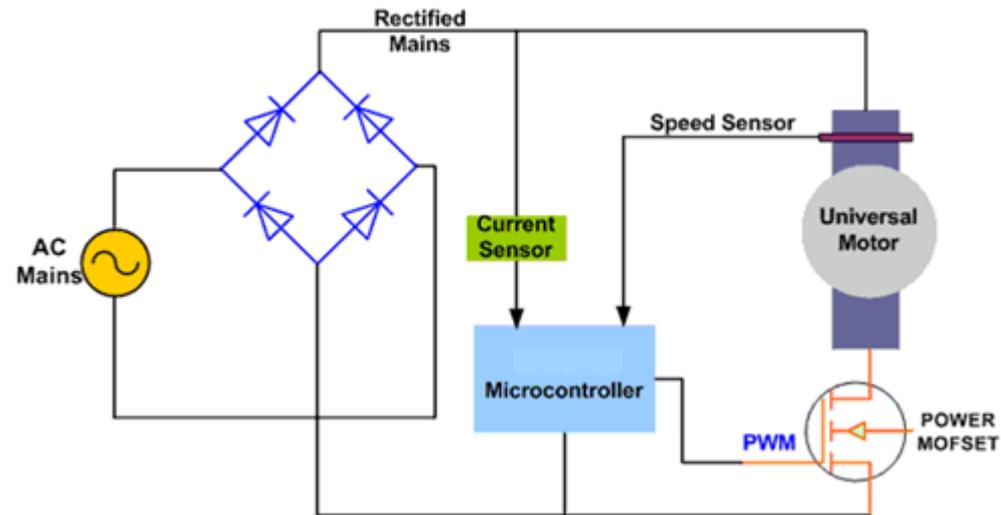
C'est la méthode la plus simple pour commander la vitesse d'un moteur universel. Cela est obtenu en faisant varier l'angle d'amorçage du TRIAC. La commande de l'angle de phase est une solution très rentable, mais pas très efficace.



La figure ci-contre montre le mécanisme de contrôle de l'angle de phase du gradateur généralement utilisé pour la commande de la vitesse. Un déphasage des impulsions de la gâchette du TRIAC permet de faire varier la tension efficace vue par le moteur et donc la vitesse du moteur.

II. Commande d'un hacheur par MLI (PWM)

La commande MLI est une solution plus avancée pour commander la vitesse d'un moteur universel. Dans cette méthode, la tension secteur alternative redressée est commutée à une fréquence élevée par un dispositif d'électronique de puissance MOFSET ou IGBT afin de générer une tension variant dans le temps pour le moteur.



La fréquence de commutation est généralement comprise entre 10 et 20 KHz afin d'éliminer le bruit acoustique. Cette méthode de contrôle moteur universel permet d'obtenir un meilleur contrôle du courant, un meilleur comportement EMI et par conséquent une efficacité accrue.

Avantages des moteurs universels

- Le moteur universel fonctionne aussi bien avec du continu qu'avec de l'alternatif (il fonctionne mieux sur du continu).
- Il n'a pas besoin de courant triphasé ou d'un montage déphaseur.
- Le moteur a un meilleur facteur de puissance qu'un moteur asynchrone.
- Le moteur a une puissance plus élevée par unité de poids ou de volume: le moteur peut donc être plus petit pour une puissance donnée.
- Le couple est maximal à basse vitesse (ce qui est souvent recherché) et le moteur tourne à vitesse très élevée.
- Le couple décroît assez linéairement avec la vitesse de rotation, ce qui est très intéressant pour de nombreuses applications.

Inconvénients des moteurs universels

- Le point faible de ce type de moteur est **les charbons**. Tout le courant doit passer par les charbons, qui appuient fortement sur le collecteur et doivent être remplacés toutes les 500 heures environ. On peut réduire les parasites de commutation grâce à l'utilisation de petits condensateurs et de selfs sur les câbles des charbons.
- **L'appel de courant est très important** lors de la mise en route, souvent plus important que l'appel de courant d'un moteur asynchrone de même puissance. Un système de limitation n'est normalement pas prévu parce que les moteurs ne sont utilisés que pour de basses puissances.
- Le moteur produit également un couple variable qui dépend de la position actuelle du rotor et de la fréquence du réseau. Ce moteur produit donc **plus de vibrations et de bruit** qu'un moteur asynchrone.
- ces moteurs ont également un **moins bon rendement** que les moteurs asynchrones (cage d'écureuil) et synchrones.
- Ce type de moteur n'est plus fabriqué: pour les puissances plus élevées on préfère actuellement les moteurs asynchrones à cage d'écureuil.

Utilisation des moteurs universels

- On l'utilise dans les appareils ménagers, du moulin à café à la foreuse, mais également dans les machines à laver où il peut tourner lentement dans les deux sens (lavage) mais également à haute vitesse (essorage).
- Ce moteur est également utilisé avec un stator composé d'un **aimant permanent** pour les petites puissances (alimentation en continu uniquement): commande de porte de garage, commandes mécaniques (ouverture/fermeture de volets), jouets alimentés par piles ou accus, et ceci grâce à sa simplicité de mise en œuvre: il suffit de rabaisser la tension et de la rectifier, le sens de rotation du moteur est déterminé par la polarité. Il est plus difficile de changer le sens de rotation d'un petit moteur asynchrone.

MOTEUR ASYNCHRONE MONOPHASÉ



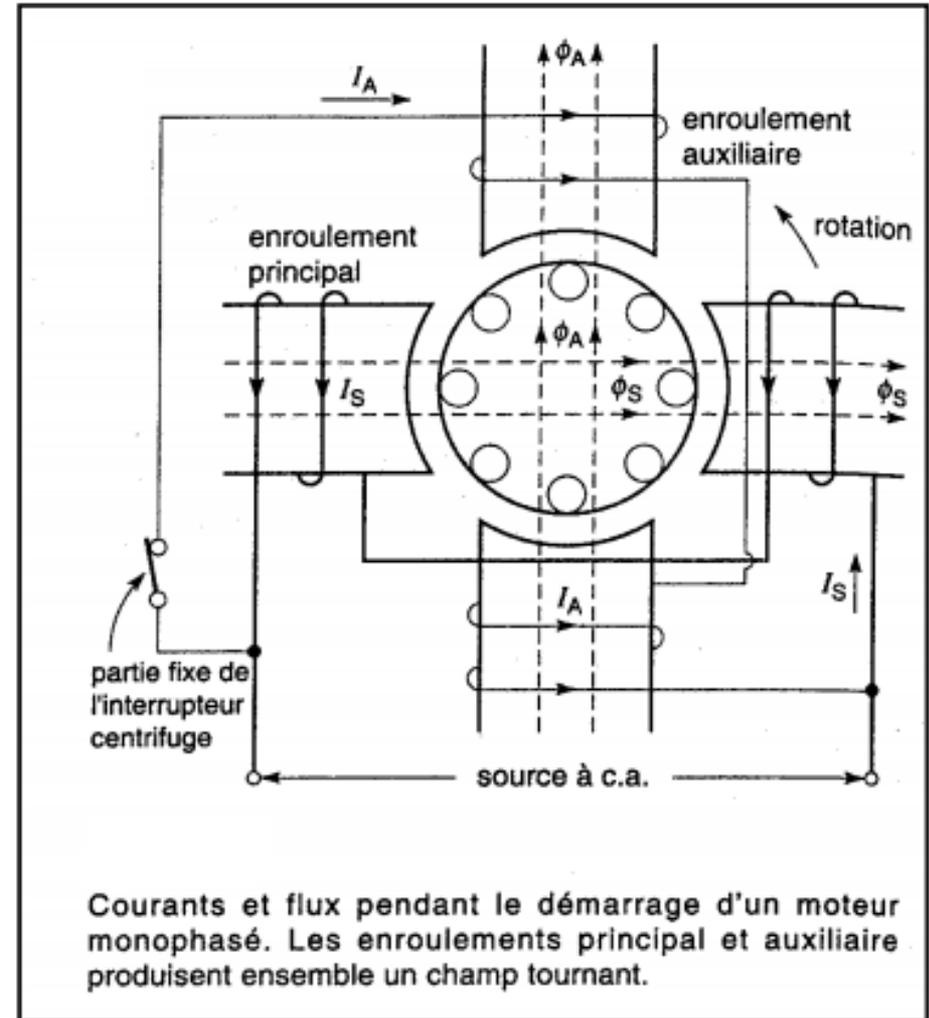


www.LearnEngineering.org

Définition

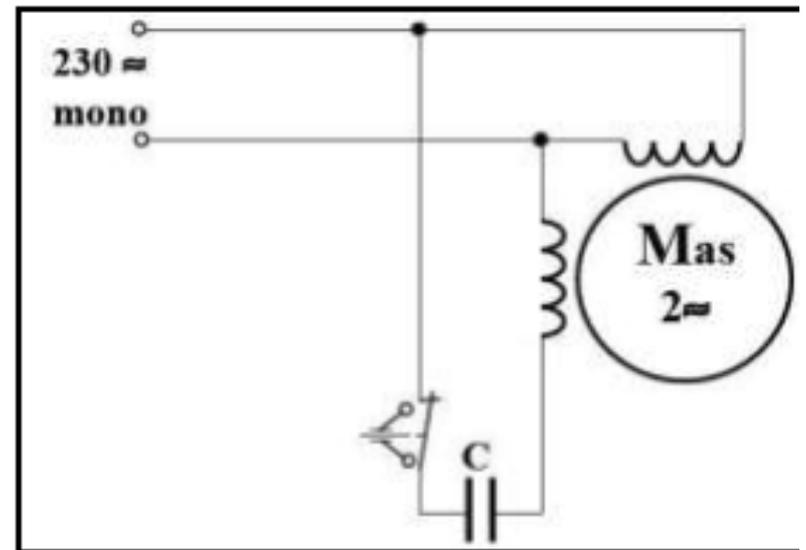
- Le moteur asynchrone monophasé se compose essentiellement d'un rotor à cage d'écureuil semblable à celui des moteurs triphasés, et d'un stator. Le stator porte un enroulement principal bobiné de façon à former des pôles dont le nombre détermine la vitesse de la machine. Il porte aussi un enroulement auxiliaire qui fonctionne seulement durant la brève période de démarrage. L'enroulement auxiliaire a le même nombre de pôles que l'enroulement principal et est disposé à 90° de ce dernier.

- L'enroulement principal produit un flux ϕ_s et l'enroulement auxiliaire, un flux ϕ_a . Si ces deux flux sont déphasés l'un par rapport à l'autre, il en résulte un champ tournant. On obtient un champ tournant parfait quand ϕ_s et ϕ_a sont **égaux et déphasés de 90°** .
- Dans ces conditions, le couple de démarrage atteint sa valeur maximale et le moteur fonctionne en moteur diphasé.



Moteur à phase auxiliaire et condensateur de démarrage

- Le courant est déphasé par un condensateur de démarrage, ce qui renforce l'un des champs tournants et déforce l'autre. Le champ résultant donne un couple au démarrage. Dès que le moteur atteint sa vitesse, un **interrupteur centrifuge** débranche la phase auxiliaire car le condensateur n'est pas prévu pour un régime permanent.

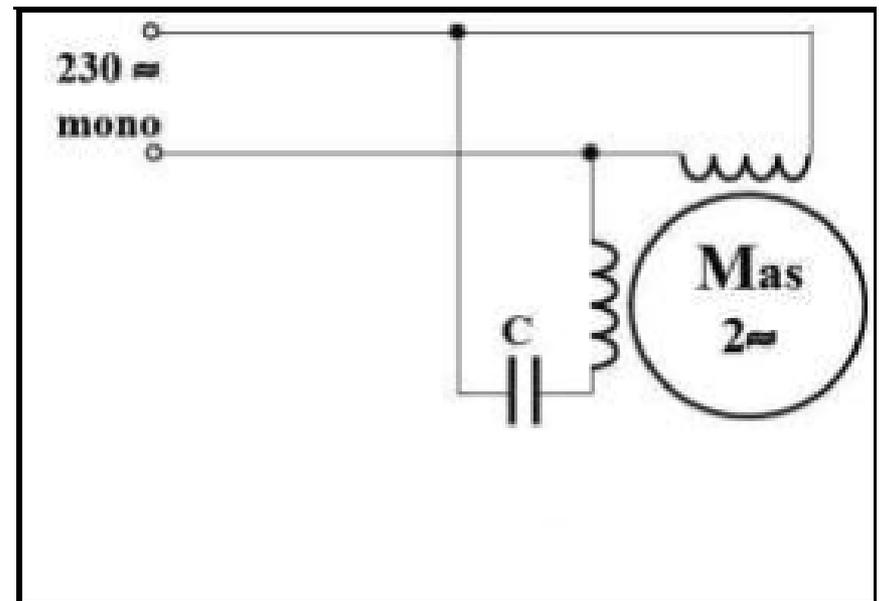


Moteur à phase auxiliaire et condensateur permanent

Puisque la phase auxiliaire améliore toujours le couple et le $\cos\phi$, nous pouvons envisager de la laisser insérée en permanence. Dans ce cas le couple de démarrage est généralement faible.

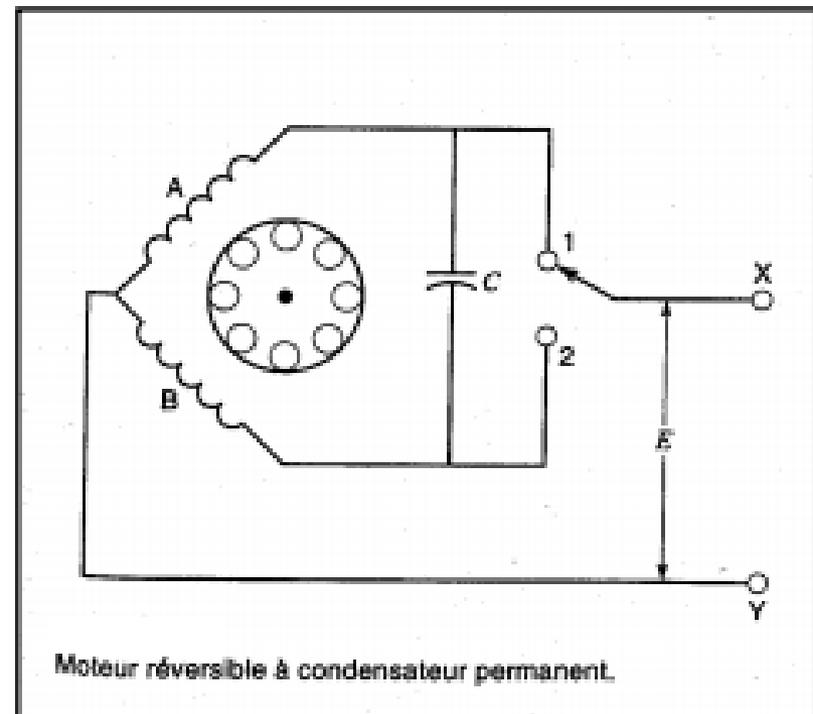
Il existe cependant des moteurs possédant deux condensateurs (permanent et démarrage).

Le condensateur de démarrage possède une grande capacitance et assure ainsi un gros couple de démarrage. Dès que le moteur atteint 75 % de sa vitesse synchrone, ce condensateur est débranché.



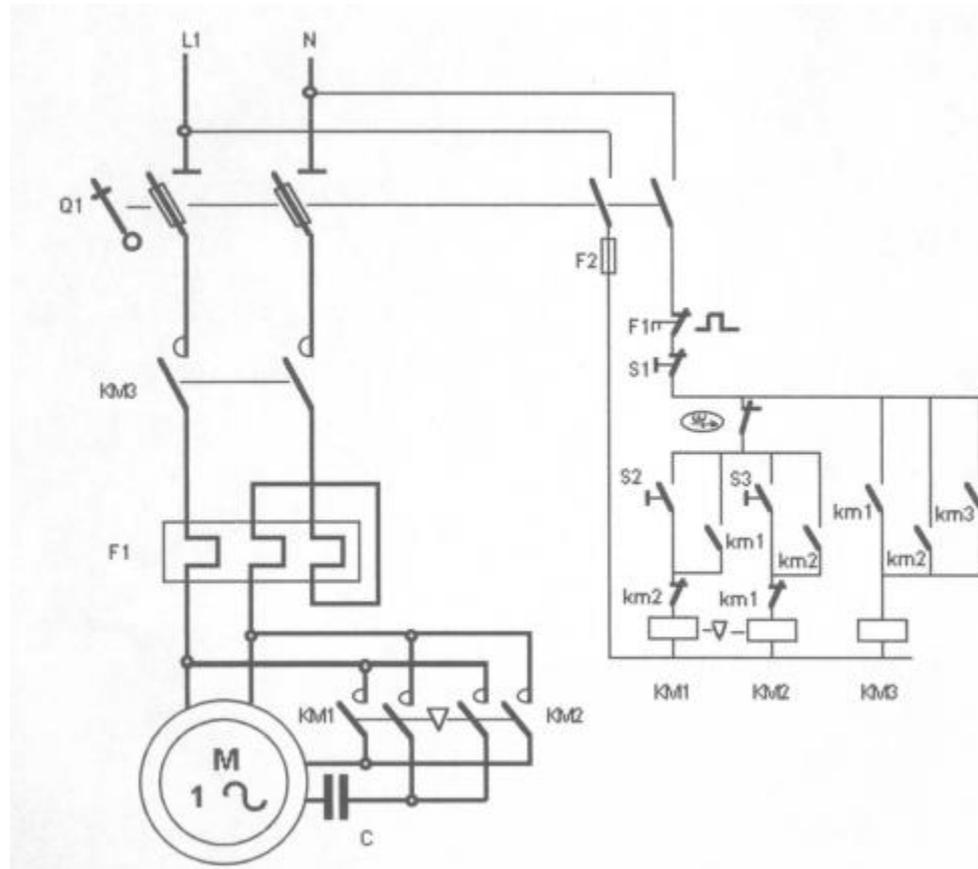
Inversion du sens de marche

- Dans le cas du moteur à condensateur permanent, on peut inverser le sens de rotation parce que les deux enroulements sont toujours en service. Ainsi, un simple commutateur à 2 pôles permet de changer la rotation. Dans ce type de moteur, les deux enroulements sont identiques.
- Lorsque le commutateur est en position 1 la tension de la ligne apparaît aux bornes de l'enroulement A et le condensateur est en série avec l'enroulement B.
- Dès que le commutateur bascule en position 2, le moteur ralentit, arrête, puis retourne à pleine vitesse dans le sens opposé.



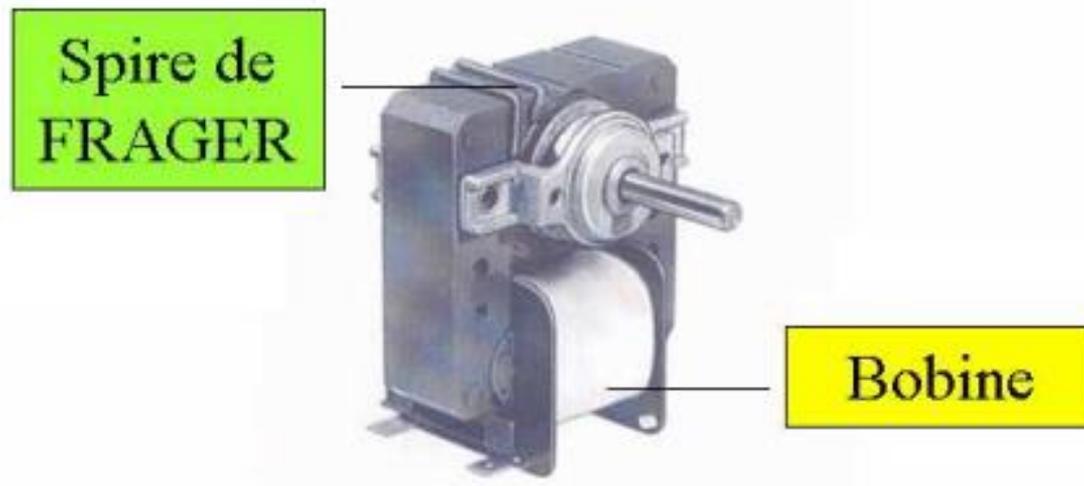
Exercice:

Décrire le fonctionnement d'inversion de sens de marche du moteur asynchrone monophasé suivant

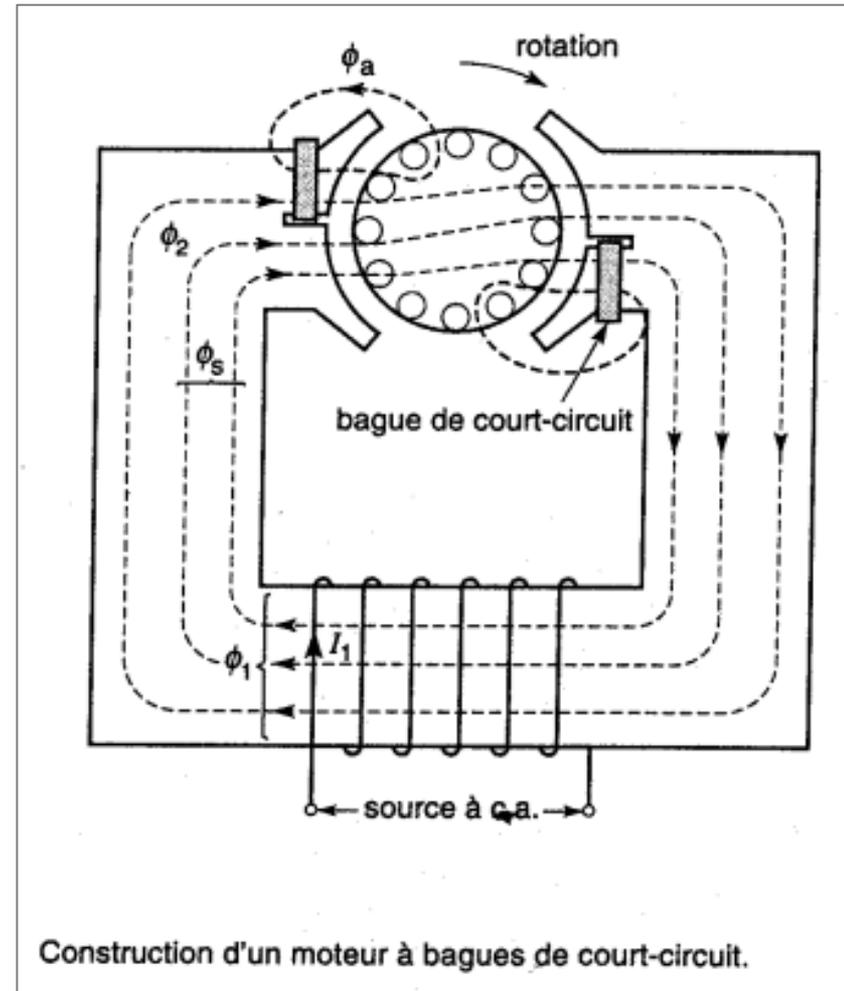


Moteur à bagues de court-circuit (*Shaded-pole motor*)

Le moteur à bagues de court-circuit est très répandu dans les puissances inférieures à 50 W car il ne contient **pas de phase auxiliaire** conventionnelle. Dans ce petit moteur monophasé à cage, l'enroulement auxiliaire est constitué **d'une seule spire de cuivre en court-circuit en forme de bague (spire de Frager)** disposée autour d'une portion de chaque pôle saillant.

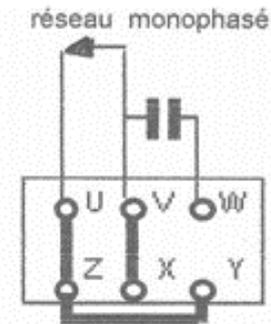
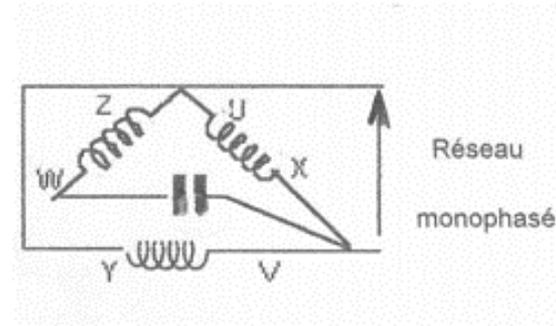
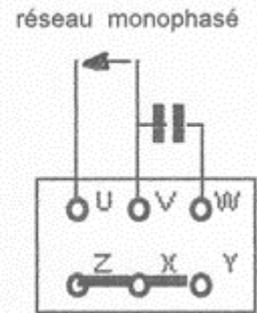
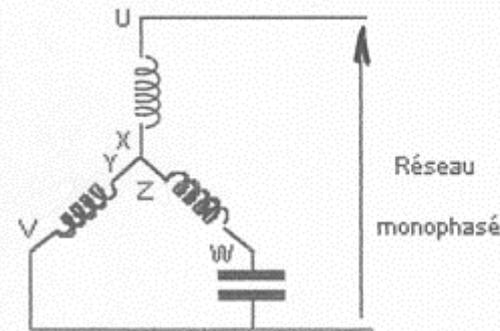


- Cette spire entoure une partie ϕ_2 du champ alternatif ϕ_1 créé par l'enroulement principal, de sorte qu'un courant alternatif est induit dans la bague. Ce courant produit un flux ϕ_a qui est déphasé en arrière des flux ϕ_2 et ϕ_s . Ce déphasage des flux ϕ_a et ϕ_s produit un champ tournant suffisant pour assurer le démarrage.
- Même si le couple de démarrage, le rendement et le $\cos \phi$ sont faibles, la simplicité du bobinage et l'absence d'interrupteur centrifuge donnent à ce type de moteur un avantage marqué.
- Le sens de rotation de ce moteur ne peut être changé; il est imposé par la position des bagues.



Moteur asynchrone TRIPHASÉ alimenté en MONOPHASÉ

- On ne peut utiliser ce procédé que sur des moteurs dont la puissance est inférieure à **1,5 kW** deux phases sont montées en série ou en parallèle selon le couplage réalisé en triphasé. La troisième est mise en série avec un condensateur, elle fait office de phase auxiliaire de démarrage.
- Pour changer le sens de rotation, il suffit de changer de phase auxiliaire. Pour un moteur donné, la puissance sur l'arbre dans un fonctionnement en monophasé est égale à 75% de la puissance sur l'arbre en triphasé.



LES SERVOMOTEURS



Définition

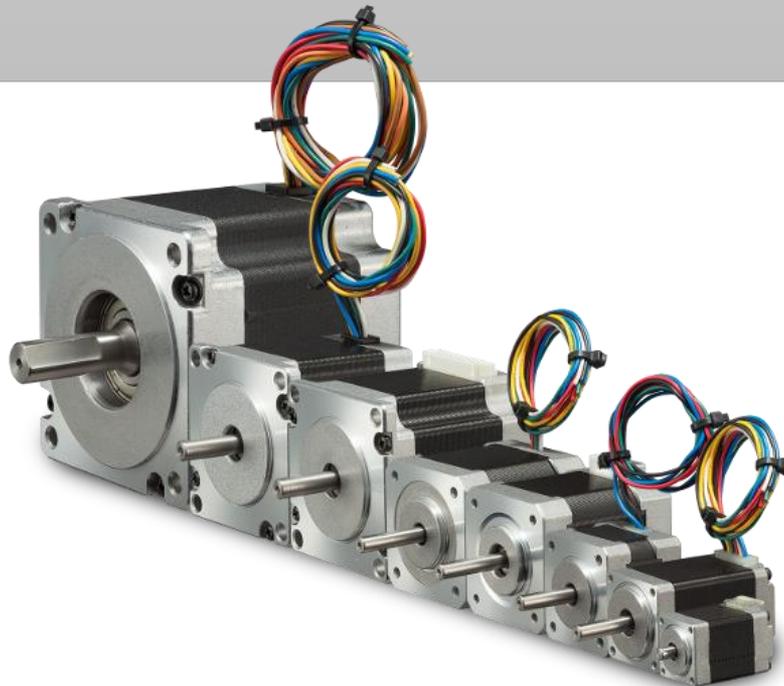
- Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir. La position est : dans le cas d'un moteur rotatif, une valeur d'angle et, dans le cas d'un moteur linéaire une distance. On utilise des moteurs électriques (continu, asynchrone, brushless) aussi bien que des moteurs hydrauliques. Le démarrage et la conservation de la position prédéterminée sont commandés par un système de réglage.
- Pour un ajustement précis de la position, le moteur et son réglage sont équipés d'un système de mesure qui détermine la position courante (p. ex. l'angle de rotation parcouru relatif à une position de départ) du moteur. Cette mesure est effectuée sur un réglage rotatif, p. ex. un résolveur, un réglage incrémental ou un réglage absolu (réalisable p. ex. par un potentiomètre).

Introduction



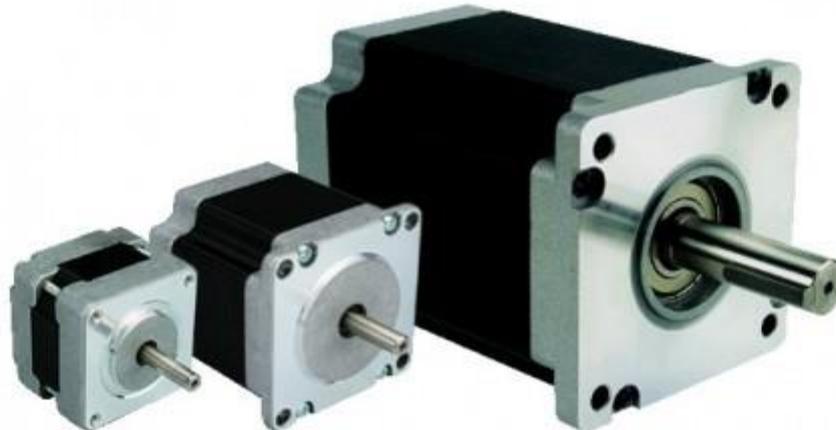
- Un moteur électrique à courant alternatif ou continu est jumelé à un train d'engrenages démultipliant qui entraîne un axe avec une grande force de torsion. Généralement, la rotation de cet axe est restreinte à seulement 180 degrés par un mécanisme interne. Des composants électroniques détectent la position réelle de l'axe et contrôlent la rotation du moteur électrique tant que la position de l'axe ne se conforme pas à celle requise par la commande externe.
- Il existe une vaste gamme de servomoteurs : des gros modèles industriels de plusieurs kilogrammes à courant alternatif, avec des boîtiers et carters d'engrenages en métal, jusqu'aux minuscules servomoteurs en plastique de quelques grammes à courant continu que l'on retrouve en modélisme dans les avions, les bateaux, les voitures et les hélicoptères modèles réduits.

MOTEUR PAS-À-PAS



Définition

- Le moteur pas à pas est un moteur qui tourne en fonction des impulsions électriques reçues dans ses bobinages. L'angle de rotation minimal entre deux modifications des impulsions électriques s'appelle un pas. On caractérise un moteur par le nombre de pas par tour (c'est à dire pour 360°). Les valeurs courantes sont 48, 100 ou 200 pas par tour.





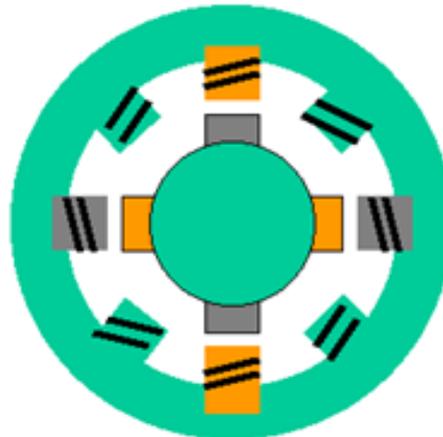
TECHNICAL SUPPORT FROM
BRIAN KHAIRULLAH

YouTube / LearnEngineering

Les types de moteurs PAP

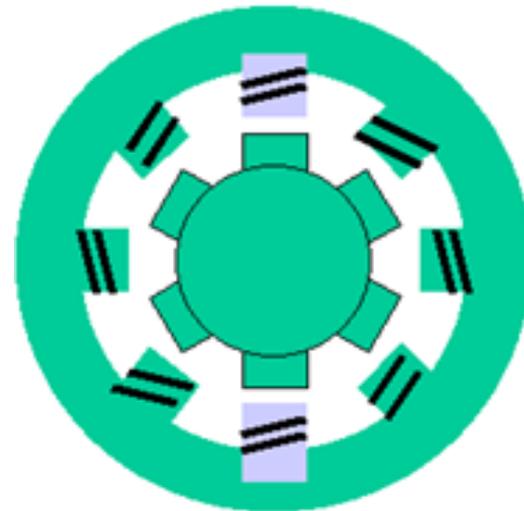
Il existe 3 technologies :

- Moteur à aimant permanent , Moteur à réluctance variable et Moteur hybrides combinant l'aimant et la réluctance variable
- **Principe du moteur à aimant permanent**
- Un aimant permanent est solidaire de l'axe du moteur (rotor). Des bobines excitatrices sont placées sur la paroi du moteur (stator) et sont alimentées chronologiquement. Le rotor s'oriente suivant le champ magnétique créé par les bobines.

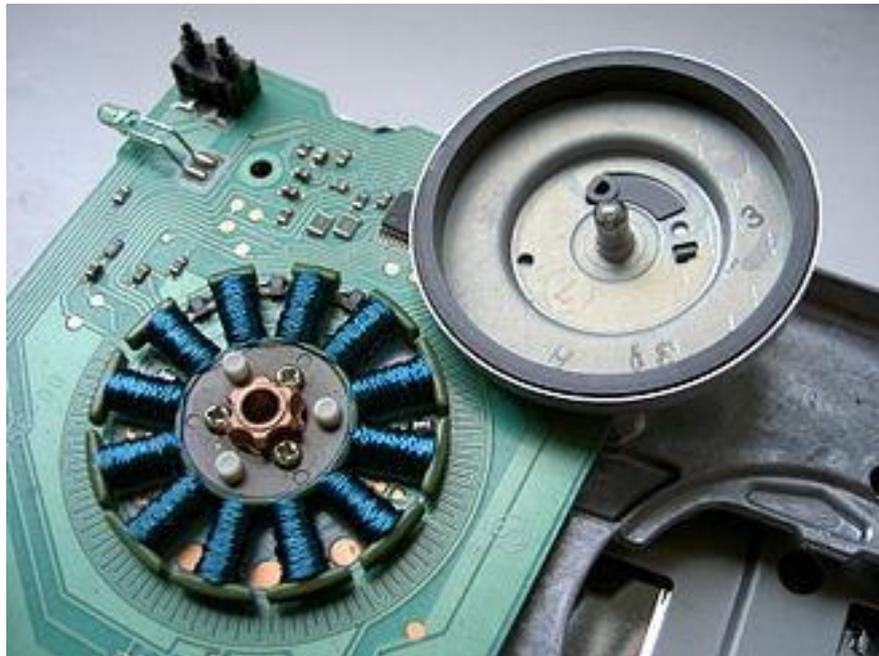


- **Principe du moteur à réluctance variable**

- Il s'agit d'un moteur qui comporte un rotor à encoches se positionnant dans la direction de la plus faible réluctance. Ce rotor, en fer doux, comporte moins de dents qu'il n'y a de pôles au stator.
- Le fonctionnement du moteur est assuré par un pilotage du type unipolaire et l'avance du rotor est obtenue en excitant tour à tour une paire de pôles du stator.



MOTEUR DC SANS BALAIS BRUSHLESS



Définition

Le rotor est à aimants permanents. Le stator est bobiné, et les bobines sont alimentées par une électronique et non plus mécaniquement à l'aide d'un collecteur comme dans les "moteurs continus classiques"

Dans ces moteurs les rotors sont en général creux seule leur circonférence est tapissée d'aimants:

- refroidissement par circulation de l'air plus facile.
 - amélioration de l'inertie.
 - réduction du poids.
 - Les forces développées dans le moteur, sont dues à l'attraction mutuelle:
 - des pôles réels du rotor (aimants permanents)
 - des pôles fictifs du stator (champs magnétiques tournants)
- Le rotor peut donc tourner à la même vitesse que le champ tournant du stator, le moteur est dit synchrone.



www.LearnEngineering.org

Avantages des moteurs sans balais

- Pas de contact glissant, cela permet un fonctionnement à grande vitesse 6000 tr/min
- Contrôle électronique du couple, le couple maximum peut être développé sur toute la plage de vitesse de 1 à 5000.
- Utilisation d'aimants performants qui autorisent la construction de rotors creux,
- bonne ventilation
- couple élevé
- faible inertie du rotor
- facteur de puissance important
- Le courant ne circule que dans le stator, possibilité de bien refroidir, carcasse radiateur.
- Possibilité d'un couple à vitesse nulle (maintien).

BIBLIOGRAPHIE

- <http://server.idemdito.org/electro/elec/universel.htm>
- Renesas Electronics Corporation, Research, development, design, manufacture, sale, and servicing of semiconductor products.
- <https://www.youtube.com/user/LearnEngineeringTeam>
- <http://www.tout-electromenager.fr/>