

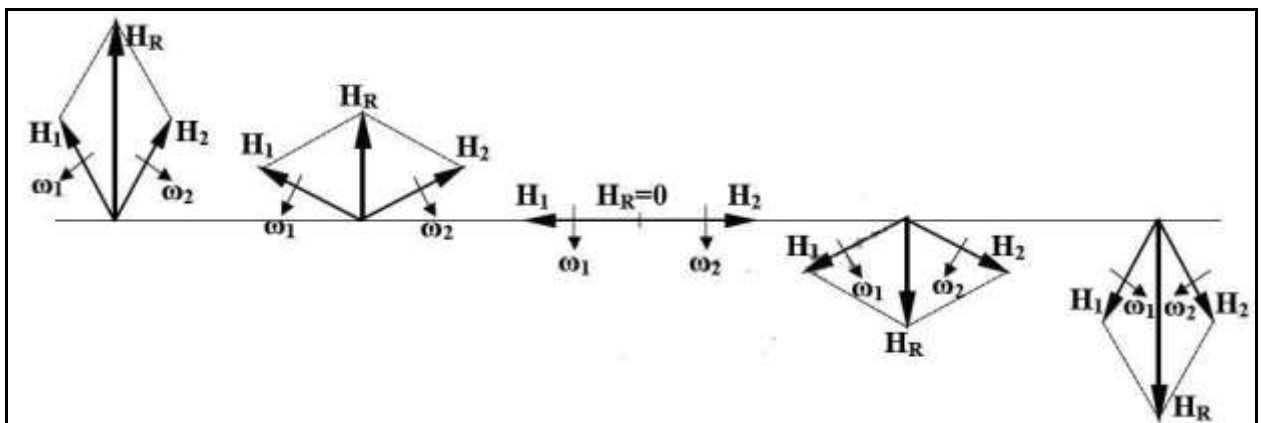
➡ 9.1 Généralités

Il existe une grande variété de moteurs monophasés adaptés à une multitude d'applications comme l'usage domestique ou petit industriel en l'absence de triphasé. Nous étudierons dans ce cahier quelques types importants, et plus particulièrement le moteur asynchrone monophasé que l'on rencontre le plus souvent.

➡ 9.2 Moteur asynchrone monophasé à lancer

Le stator à 3 bobinages du moteur asynchrone triphasé produit un champ tournant. Par contre un stator monophasé produit un champ alternatif, c'est-à-dire de *direction constante mais variant en grandeur et en sens*.

Ce champ alternatif peut se décomposer en *deux champs tournants en sens inverse l'un de l'autre*. La démonstration « à contrario » est plus simple : nous partons de 2 champs tournants en sens inverses et en les additionnant à chaque instant, la figure ci-dessous démontre qu'ils sont équivalents à un champ alternatif non tournant (fixe).

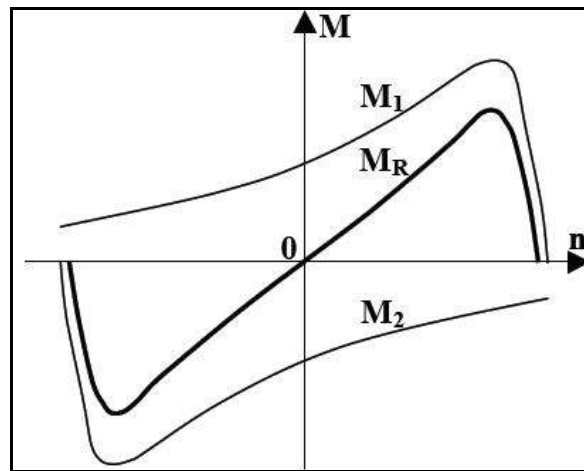


➡ Graphe du couple en fonction du glissement.

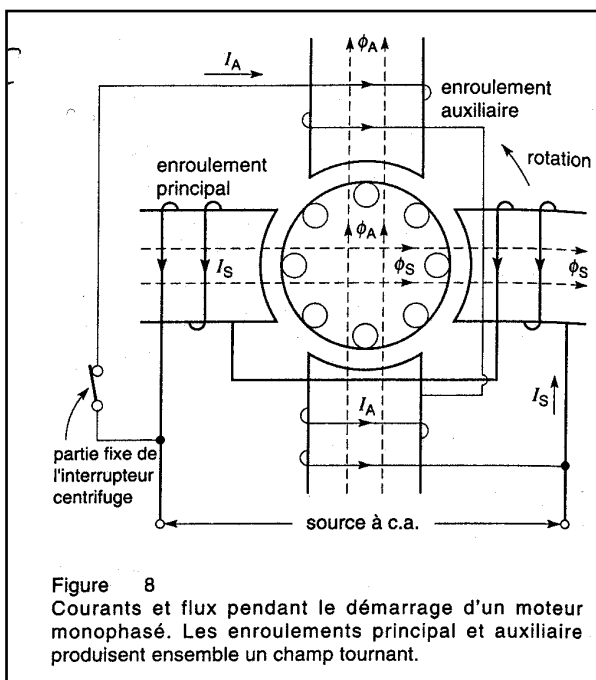
Nous connaissons l'allure $M = f(g)$ d'un rotor soumis à un champ tournant (moteur triphasé). Ici, nous avons 2 champs tournants et donc 2 caractéristiques: $M_1 = f(n)$ et $M_2 = f(n)$ qui est la même image mais inversée (Couple et vitesse négatifs). Composons graphiquement ces 2 caractéristiques pour obtenir l'allure donnée par le champ alternatif fixe. *Le couple résultant est nul à vitesse nulle* c'est à dire au démarrage. Le moteur ne peut démarrer seul.

Par contre, si nous lançons le moteur dans un sens ou dans l'autre, on trouve un couple moteur qui permet le démarrage dans ce sens.

Toutefois ce couple reste inférieur à celui qu'aurait développé un moteur triphasé. Il faut donc lancer ce moteur suffisamment vite pour obtenir un couple moteur supérieur au couple résistant de la machine entraînée. Si le moteur ne démarre pas et qu'il est mal protégé, il risque de brûler. *Ce type de moteur n'est plus utilisé*



➡ 9.3 Moteur asynchrone monophasé à phase auxiliaire



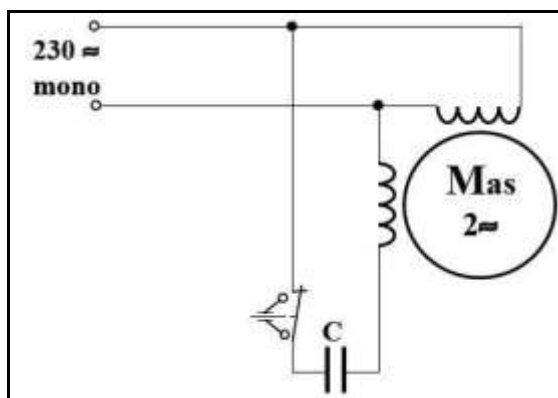
Le moteur asynchrone monophasé se compose essentiellement d'un rotor à cage d'écureuil semblable à celui des moteurs triphasés, et d'un stator. Le stator porte un enroulement *principal* bobiné de façon à former des pôles dont le nombre détermine la vitesse de la machine. Il porte aussi un enroulement *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*. Cependant, comme on le verra plus loin, le déphasage est généralement inférieur à la valeur idéale de 90° .

Différentes techniques existent pour déphaser les flux, la plus utilisée aujourd'hui

consiste en la mise en série d'un condensateur avec l'enroulement auxiliaire. Le moteur agit comme un véritable moteur diphasé seulement lorsqu'il fonctionne à pleine charge. Dans ces circonstances, les flux I_a et I_s créés par les deux enroulements sont égaux et déphasés de 90° . Par conséquent, pour ce type de moteur, la vibration qui caractérise les moteurs monophasés est éliminée lorsqu'il fonctionne à pleine charge. Cependant, la vibration réapparaît aux faibles charges. Notons aussi que la vitesse synchrone d'un moteur monophasé obéit à la même loi qu'un moteur triphasé.

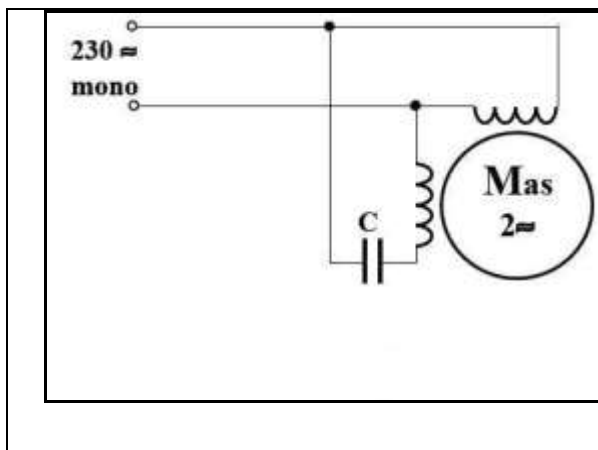
➡ 9.4 Moteur à phase auxiliaire et condensateur de démarrage



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.

➡ 9.5 Moteur à phase auxiliaire et condensateur permanent



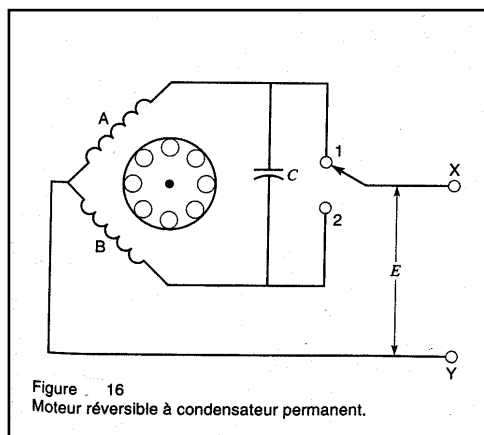
Puisque la phase auxiliaire améliore toujours le couple et le $\cos\phi$, nous pouvons envisager de la laisser insérée en permanence. Dans ce cas le couple de démarrage est généralement faible.

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

L'inversion de sens de marche est obtenue en permutant les connexions principales ou auxiliaires si elles sont sorties.

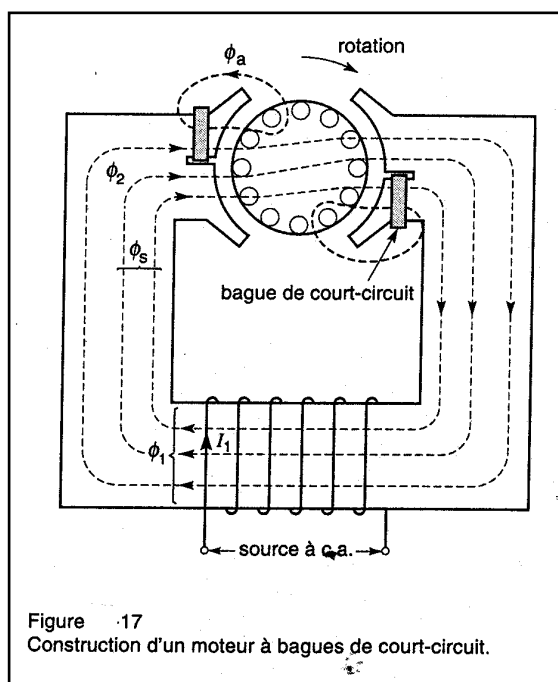
Cependant, si le moteur contient un interrupteur centrifuge, on ne peut pas changer la rotation lorsque le moteur est en marche. Si l'on intervertit les bornes de l'enroulement principal, le moteur continuera à tourner dans le même sens.



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.

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

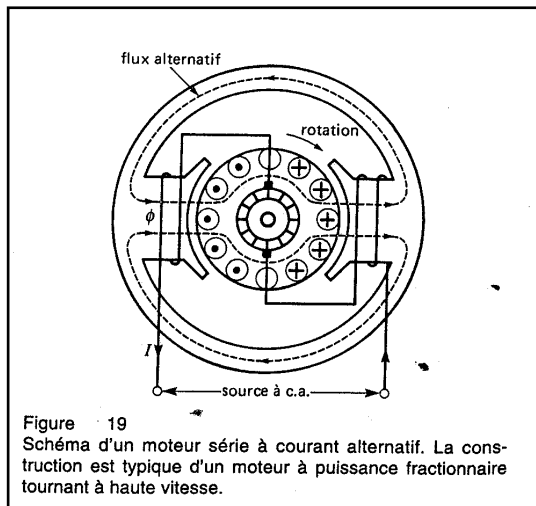
Ce moteur est aussi appelé moteur à spires de Fraëger



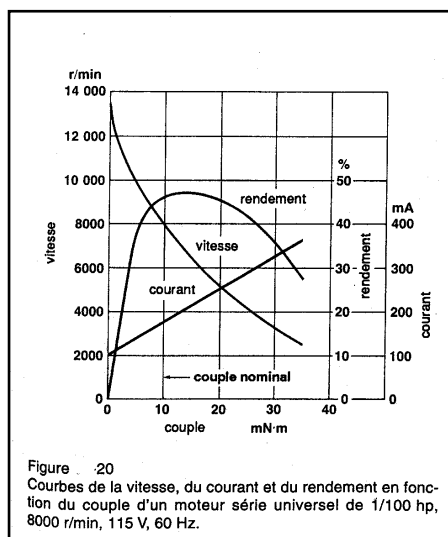
Le moteur à bagues de court-circuit est très répandu dans les puissances inférieures à 50 W car il ne contient pas de phase auxiliaire conventionnelle. Dans ce petit moteur monophasé à cage, l'enroulement auxiliaire est constitué d'une seule spire de cuivre en court-circuit en forme de bague disposée 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 $\cos \varphi$ 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.

➡ 9.7 Moteur série ou universel



Le moteur série monophasé est du type à collecteur. À l'exception du circuit magnétique qui est entièrement lamellé pour réduire les pertes par courants de Foucault, il est identique au moteur série à courant continu. Il peut fonctionner indifféremment en courant alternatif ou en courant continu; c'est pourquoi on lui donne souvent le nom de *moteur universel*. Quand une tension alternative est appliquée aux bornes du moteur série, le même courant circule dans l'induit et dans les pôles du moteur. Le courant d'induit de même que le flux produit par les pôles changent donc de sens périodiquement et *simultanément*. Par conséquent, le couple produit dans le rotor agit toujours dans le même sens. Ce moteur ne produit pas de champ tournant; son principe de fonctionnement est le même que celui du moteur série à courant continu et il possède les mêmes caractéristiques de base.

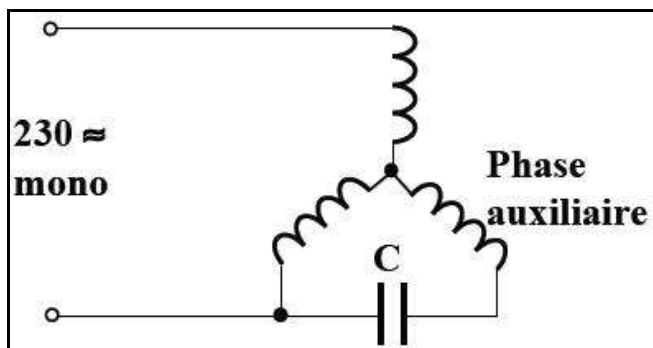


Le principal avantage des moteurs série à puissance fractionnaire réside dans leur vitesse élevée. Ils conviennent donc à l'entraînement des aspirateurs domestiques et aux petites machines-outils. À vide, ces moteurs atteignent des vitesses de l'ordre de 10 000 à 15 000 r/min; la vitesse chute en flèche lorsque le moteur est chargé.

À cause de sa vitesse élevée et, par conséquent, son faible couple, ce type de moteur est moins volumineux et moins lourd que les autres types de moteurs monophasés de même puissance. Cet avantage est exploité dans les outils portatifs où le poids et l'encombrement sont particulièrement importants.

Ici le graphique de la vitesse, du courant et du rendement d'un moteur série de faible puissance.

➡ 9.8 Moteur asynchrone triphasé alimenté en monophasé



Au départ, il s'agit d'un moteur triphasé, deux des enroulements sont pris comme principaux, le troisième servant de phase auxiliaire.

Les déphasages géométriques (120°) ne correspondent pas tout à fait aux déphasages électriques, mais le fonctionnement en est satisfaisant.

Par contre, ils peuvent être remis sans frais en triphasé lorsque le client disposera de cette tension.