



airvision,

Histoires de couples

Les variateurs de fréquence sont de plus en plus utilisés pour l'entraînement des ventilateurs. Leurs avantages sont nombreux:

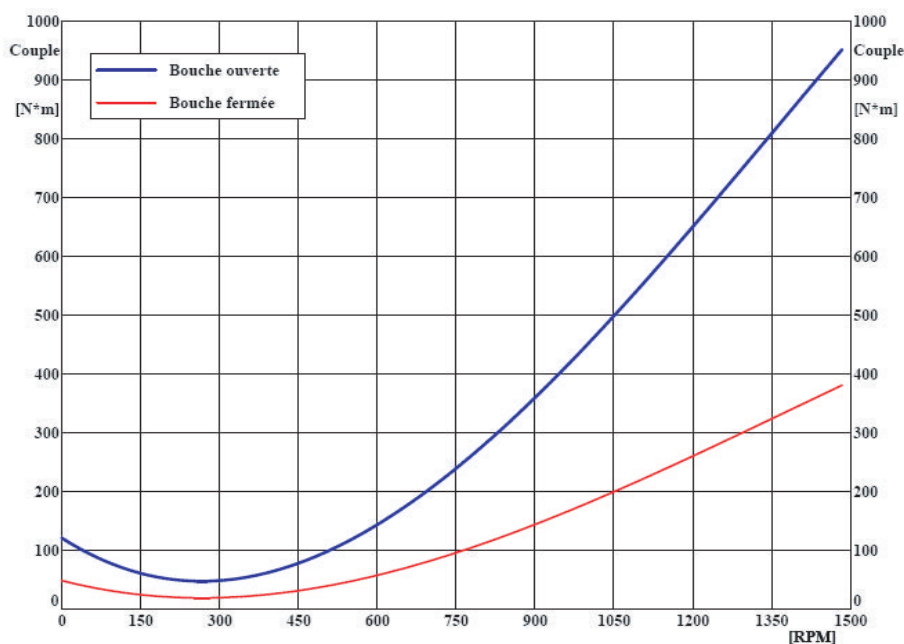
- leur coût d'investissement a considérablement diminué depuis 20 ans, et est souvent rapidement amorti.
- ils permettent de démarrer en évitant les pointes de courant des démarrages directs (5 à 7 fois I_n).
- ils procurent d'importantes économies d'énergie par rapport à l'étranglement du circuit par un registre ou un inclineur, lors des marches à allure partielle.
- Ils permettent l'ajustement de la courbe du ventilateur à n'importe quelle modification du circuit, temporaire ou permanente.
- Ils réduisent globalement le bruit de la machine entraînée, lorsqu'il est inutile que celle-ci continue à fonctionner à pleine vitesse.
- Ils allongent la durée de vie des équipements mécaniques (en particulier les paliers, mais aussi la roue lorsqu'elle véhicule des poussières abrasives)
- Dans certains cas, ils évitent le recours aux courroies de transmission et donc suppriment les coûts d'entretien relatifs au remplacement de courroies usées.

Le dimensionnement du moteur électrique d'un ventilateur à vitesse variable est classique. Il convient néanmoins de se souvenir de ce qui suit, lorsqu'on souhaite faire fonctionner un ventilateur à une vitesse supérieure à la vitesse nominale du moteur.

Rappel :

On sait que le couple résistant d'un ventilateur est une parabole, puisqu'il est proportionnel au carré de la vitesse
 $(Cr = kN^2)$,

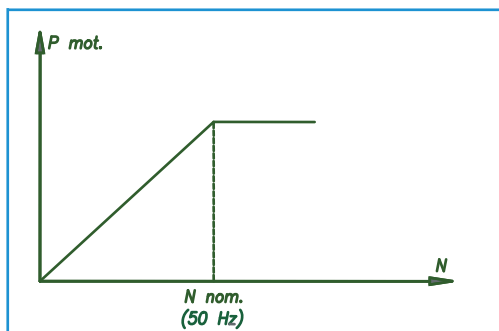
sauf aux basses vitesses ou les résistances passives doivent être prises en compte. Il faut donc s'assurer que le moteur est capable de délivrer le couple à la vitesse considérée.



Exemple de courbe du couple résistant d'un ventilateur



En fonction de la vitesse, un moteur électrique délivre une puissance directement proportionnelle à la vitesse entre $N=0$ et N correspondant à la tension du réseau, soit 50 Hz (par ex : de 0 à 1500 RPM, pour un moteur 4 pôles). Par contre, au delà de 50 Hz, la puissance délivrée reste constante (voir figure ci-dessous), et le couple variera inversement à la vitesse, selon la formule $C = P/(\pi N/30)$, avec $P = \text{cste}$.



Puissance délivrée par le moteur en fonction de la vitesse

Si le moteur a été dimensionné initialement pour procurer la puissance nécessaire à la vitesse nominale, il est inutile de s'inquiéter de savoir s'il sera capable de délivrer le couple nécessaire à vitesse partielle, car le couple moteur (constant) sera toujours supérieur à la parabole du couple résistant.

Par contre, au dessus de la vitesse nominale, il est nécessaire de faire ce contrôle pour éviter les mauvaises surprises

Prenons par exemple le cas d'un ventilateur qui doit fonctionner à diverses allures et dont on sait qu'il faudra disposer des puissances suivantes: 120 kW à 1480 RPM et 237 kW à 1966 RPM

A priori, la sélection d'un moteur de 250 kW paraît suffisante. Hélas, il n'en est rien.

En effet ! Selon la formule $P = C \times \omega = C \times (2 \pi N/60)$, on a C_r à 1966 RPM = $237000/(2 \pi \times 1966/60) = 1151 \text{ Nm}$. De son côté, le couple moteur à 1966 RPM est plus faible qu'à 1500 RPM, et diminue linéairement avec la vitesse au dessus de 50 Hz selon la formule $P = C \times \omega$ puisque $P = 250 \text{ kW}$ reste constant au-delà de la vitesse nominale du moteur (1480 RPM à 50 Hz):

C_m à 1480 RPM = $250000/(\pi \times 1480/30) = 1613 \text{ Nm}$. D'où C_m à 1966 RPM = $1613 \times 1480/1966 = 1214 \text{ Nm}$

A priori, 1214 Nm étant supérieur à 1151 Nm, le dimensionnement paraît suffisant. Il faut néanmoins tenir compte du fait que 1214 Nm serait le couple délivré, si le réseau délivrait exactement les 66 Hz correspondants à 1966 RPM. Ici, ces 66 Hz sont "fabriqués" par un variateur qui engendre des harmoniques; celles-ci provoquent des pertes qui empêchent de délivrer la totalité du couple auquel on s'attend.

Selon la courbe ci-dessous, si on veut que le moteur continue à fonctionner en échauffement B, le couple disponible sera

$C_m = 1613 \times 0.68 = 1096 \text{ Nm}$,

au lieu des 1214 Nm théoriques calculés ci-dessus, et donc insuffisant pour le programme de la machine entraînée.

On sélectionnera dès lors un moteur de puissance standardisée immédiatement supérieure, soit 315 kW.

