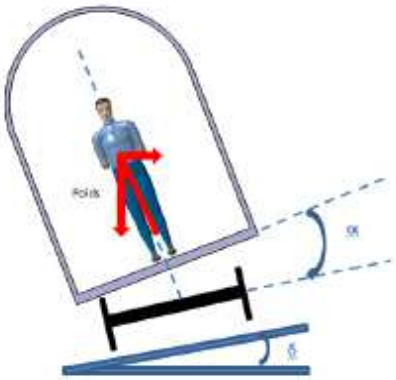
TRAIN PENDULAIRE

Il est aujourd'hui possible de réduire les temps de parcours en train grâce à la grande vitesse. En courbe, le passager est soumis à une accélération transversale (accélération centripète) qui au-delà d'une certaine valeur devient gênante, inconfortable. Pour compenser cette accélération transversale, la voie est posée avec un dévers dans les portions de courbe, c'est-à-dire que le plan des rails est incliné par rapport au plan horizontal (le rail extérieur est plus haut que le rail intérieur). Une alternative moins coûteuse que le TGV est possible avec le train pendulaire.



Train en courbe de rayon R
Vitesse V2 > V1
Accélération transversale totalement compensée par le dévers de voie et la pendulation

La pendulation est un moyen efficace pour l'amélioration du confort des passagers et la réduction sensible des temps de parcours (de 15 à 25%) et ce, en circulation sur voie classique, donc avec un minimum d'impact sur les infrastructures. Elle autorise, par inclinaison de la caisse autour de son axe longitudinal (angle d'inclinaison qui s'ajoute à l'angle de dévers) la diminution de l'accélération transversale ressentie par les passagers et permet ainsi un passage en courbe à une vitesse plus importante qu'un train classique pour le même niveau de confort.
Le mécanisme de pendulation étant situé au-dessous des suspensions secondaires, le comportement des suspensions reste inchangé par rapport à un bogie conventionnel. L'entrainement du système est obtenu par une MCC.

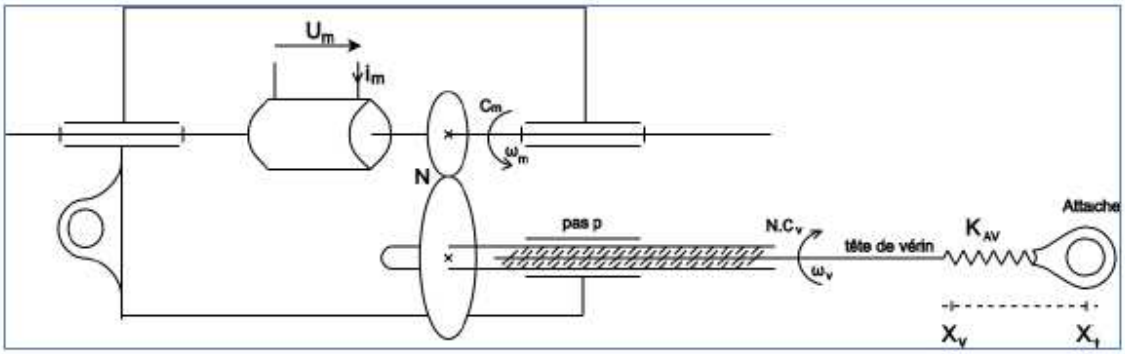


Figure 15 : moteur J_m, f_m *Vis J_v, f_v*

Cm est le couple exercé par le moteur (sur son arbre).
Cv est le couple exercé par la charge **ramené à l'arbre moteur**.
Um et **Im** sont respectivement la tension et l'intensité du courant alimentant le moteur à courant continu MCC, dont la force électromotrice sera notée **E** et la résistance d'induit **R**. L'inductance d'induit et le couple de pertes seront négligés.

1) Exprimer h le pas de vis en m/rd, sachant que **p** = 10 mm est le pas de la vis.

Par ailleurs, on donne les grandeurs suivantes :
K = 1,9 Vs/rd (ou Nm/A) constante de couple et de fem du moteur « MCC »
N = 3,04 rapport de réduction : **ωm/ωV**
fv = 0,182 Nms/rd coefficient de frottements fluides du pas de vis
fm = 0,01 Nms/rd coefficient de frottements fluides du moteur

TRAIN PENDULAIRE

2) Donner à vitesse constante, la relation liant le couple moteur **Cm** à l'effort de l'actionneur **FV.** On écrira pour cela que Pm = Pv+pertes frottements. On rappelle qu'au maximum **FV** = 80 kN quand la vitesse de déplacement en sortie est de 0,1 m/s. Calculer le **Cm** nécessaire.

3) En déduire l'expression puis la valeur du courant moteur **Im** maximal.

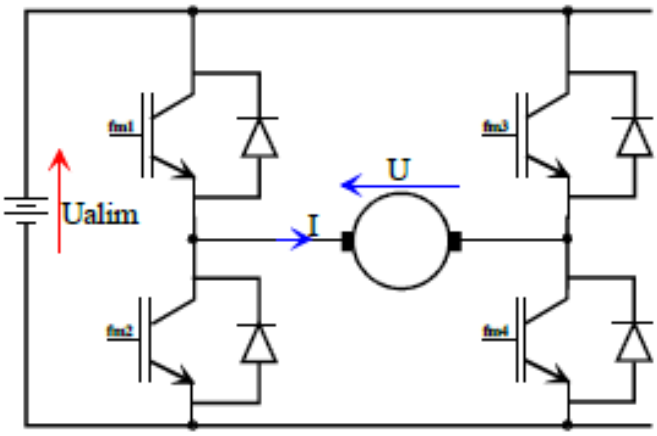
4) Écrire les 3 équations liant **Um**, **Im**, **E**, **ω** et **Cm** qui caractérisent le fonctionnement de la machine à courant continu (en convention récepteur). On rappelle que l'inductance d'induit est négligeable.
On prendra pour la suite une résistance d'induit du moteur **R**=0,8 Ω.

5) Calculer la tension maximale (l'actionneur pousse alors la caisse en hauteur, à la vitesse maximale de 0,1 m/s et en fournissant un effort de poussée **FV** de 80 kN)

6) Calculer la tension minimale (l'actionneur retient alors la caisse en descente, à la même vitesse maximale de 0,1 m/s et toujours avec un effort **FV** de 80 kN)

7) Exprimer et calculer le rendement du moteur dans le cas de la question 5.

8) La structure de l'alimentation du moteur est la suivante avec Ualim source de tension de 500V réversible en courant.



8.1) En supposant que les interrupteurs 1 et 4 sont commandés de 0 à αT et les interrupteurs 2 et 3 le reste de la période : dessiner U(t) et I(t).

8.2) Déterminer la valeur de α pour obtenir la tension U maximale (cf Q5).

8.3) Calculer alors l'ondulation Δi sachant que la fréquence est de 8kHz et que L=20mH (on négligera R dans ce cas).

8.4) Exprimer Δi en % du courant fourni et conclure.