|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur CC - approfondissement | CoursC8-2 |



1. Contexte :

L’étude suivante ne porte que sur le moteur à courant continu à aimant permanent

1. Caractéristique électromécanique à tension constante :

### Vitesse en fonction de I

Pente faible si R petit

Io

In

I

Ω

U = Cte

U/K≈ Ω0

U = E+RI

Ω  si la charge à entraîner 

E = K.Ω

Alors :

Ω0 = U/K est la vitesse à vide si I0 ≈ 0A

(Si I0 ≠ 0, alors U = K.Ω0 +R.I0)

### Couple en fonction de I Couple en fonction de Ω

Cem = K.I Cu = Cem – Cp

Cu = K.(I – I0) = Cem - Cp Cem = K.I

I = (U – E)/R

E = K. Ω

Pente élevée si R petit

Ω

Cem, Cu

Cun

U = Cte

Ω0

Cu

Cem

Cem

Cu

Io

In

I

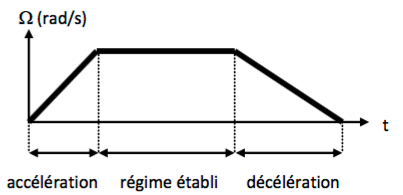
Cem, Cu

Cun

Cp

(Cun : Couple utile nominal)

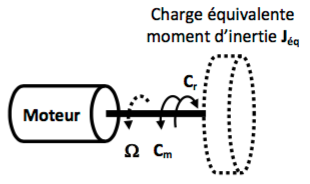
U = Cte

1. Les régimes de fonctionnement :

La plupart des mouvements, contrôlés par des moteurs, suivent le cycle simple constitué par l'enchaînement de trois phases élémentaires :

- une phase transitoire d'accélération lors du démarrage ;  
- une phase de régime établi ou permanent lorsque la vitesse est stabilisée ;

- une phase transitoire de décélération lors du ralentissement pendant l'arrêt.

Soit :

Cr : le couple résistif de l'équipement entraîné par le moteur

Cm : le couple moteur (Cu), Cm = Cem - Cp

Equation de la dynamique :

|  |  |
| --- | --- |
| **Régime établi** | |
| Le régime est établi lorsque la vitesse est constante :  L'équation de la dynamique se réduit à : Cm – Cr = 0 ou **Cm = Cr**  Il y a équilibre dynamique, ce qui correspond à l'égalité entre couple moteur et couple résistant. | Ω >0  Cm  Cr |
| **Régime transitoire et accélération** | |
| Lors des phases de montée en vitesse, on a :  L'équation de la dynamique se réduit : Cm – Cr = J.dΩ/dt  Cm – Cr > 0 ou **Cm > Cr**  On appelle Ca = Cm – Cr = J.dΩ/dt le couple accélérateur, ou couple d'inertie, nécessaire pour vaincre l'inertie s'opposant à la variation positive de vitesse. | Ω >0  Cm  Cr  dΩ/dt >0 |
| **Régime transitoire et déccélération** | |
| Lors des phases de déccélération, on a :  Trois cas peuvent se présenter :   1. **Décélération naturelle**   Le moteur n'est plus alimenté :Cm = 0  L'équation de la dynamique se réduit : **– Cr = J.dΩ/dt**     1. **Décélération lente**   Le moteur développe un couple mécanique "moteur" pour éviter un arrêt prématuré.  L'équation de la dynamique se réduit :  Cm – Cr = J.dΩ/dt  Cm – Cr < 0 ou **Cm < Cr**   1. **Décélération rapide**   Le moteur développe un couple mécanique "résistant", renfoçent celui produit par la machine.  L'équation de la dynamique se réduit :  **- Cm – Cr = J.dΩ/dt**  On appelle Cf = Cm + Cr  le couple de freinage pour vaincre l'inertie s'opposant à la variation positive de vitesse. | Ω >0  Cr  dΩ/dt < 0 |
| Ω >0  Cm  Cr  dΩ/dt < 0 |
| Ω >0  Cm  Cr  dΩ/dt < 0 |

### Régime établi et point de fonctionnement

On détermine le point de fonctionnement M en régime établi du groupe moteur/charge entraînée en représentant sur un même diagramme les caractéristiques mécaniques du moteur Cm = f(Ω) et de la charge Cr = f(Ω) qu'il entraîne.

Caractéristique de la charge entrainée

Ω

Cu

Cun

U = Cte

Ω0

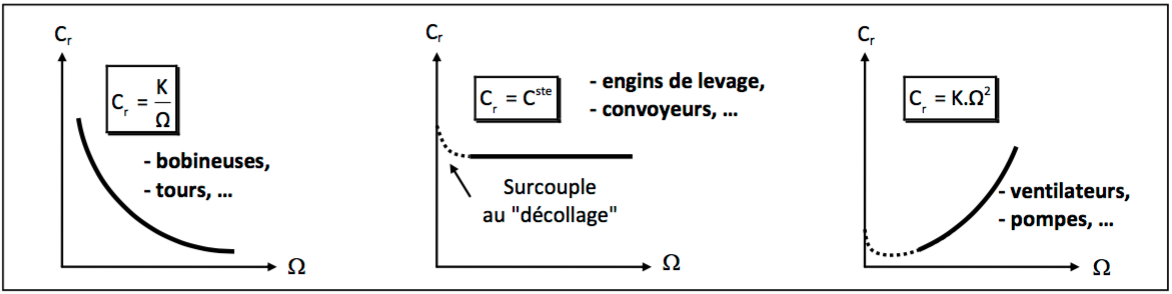
M : Point de fonctionnement du moteur

Ω

Cm – Cr = J.dΩ/dt = 0

**Cm = Cr**

La caractéristique mécanique Cr = f(Ω) définit les besoins de la charge entrainée. Il existe essentiellement trois familles de caractéristique :



### Régime transitoire

### Régime transitoire électrique

Ce régime transitoire est décrit par l'équation différentielle :

Avec : E = K.Ω

On a :

### Régime transitoire mécanique

Sans négliger le couple de pertes, l'équation de la dynamique s'écrit :

Pour évaluer le couple de pertes Cp, on fait un essai à vide. Cr et Cu sont nuls. Le couple de pertes est la somme :

* d'un couple de frottement sec Cfs contant, ce terme est en général négligé
* d'un couple de frottement visqueux proportionnel à la vitesse , avec un coefficient " f " appelé "constante de frottement visqueux"

On peut alors mettre la relation précédente sous la forme (valable à vide seulement) :

### Cas particulier du démarrage

La vitesse est nulle, donc E aussi, d'où Id = U/R important car R faible. La conséquance est une pointe de courant.

Alors :

Avec Cud élevé, ce qui est un avantage pour démarrer.

Le moteur peut supporter cette intensité ou il est nécessaire de mettre en place des dispositifs pour ne pas l'endommager. Une rampe de démarrage progressive est un exemple.

1. Variation de la vitesse de rotation à régime établi :

Pour faire varier la vitesse Ω d'un moteur à aimant permanent, on ne peut agir que sur une grandeur : la tension U de l'induit.

En supposant la charge constante, le terme R.I ne change pas, donc E varie, donc la vitesse de rotation varie aussi. La puissance varie mais le couple reste constant. On dit que l'on fait de la variation de vitesse à couple constant.

Cu = Cr = Cte alors Cp = Cte

Cr

Ω

**Cu**

Cun

U = U1

Ω10

Ω1

U = U2<U1

Ω2

Ω20

Puisque : Cem = K.I = Cte

on a: I = Cte

on obtient Ω = f(U) sous la forme :