

Dynamique des machines

Plan du cours

Introduction

Rappel sur les machines en régime permanent

Machine généralisée

Machine à courant continu

Machine asynchrone

Machine synchrone

Exemples d'application

Introduction

I.1 Existence et classification des problèmes

Existence

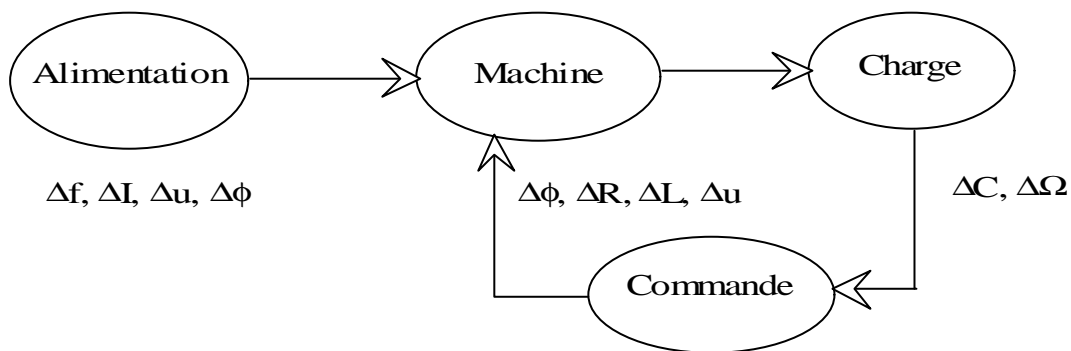
Les régimes transitoires existent et sont importants parce que :

- il faut toujours passer par un régime transitoire pour atteindre un régime permanent.

Exemple : démarrage de moteur, arrêt, variation d'excitation.

- malgré les précautions, il apparaît des accidents et défauts sur le réseau d'alimentation (ex : coupure EDF, foudre, court-circuit), la charge (ex : rupture de charge, délestage, rupture d'accouplement) ou sur la commande des systèmes.
- le mode opératoire peut imposer des variations brutales de régime de fonctionnement (ex : inversion du sens de rotation, régime pulsé)
- alimentation statique \Rightarrow transitoire permanent

Généralement toute variation rapide de l'un des paramètres du système complet entraîne un transitoire qu'il faut savoir supporter ou maîtriser ou à défaut prévoir.



Méthodes de prévision

On simule ou modélise le système réel par :

- un modèle réduit,
- un modèle analogique
- un modèle mathématique

dont le comportement est régi par les mêmes équations que le système réel.

Les équations peuvent être :

- mécaniques,
- électriques,
- magnétiques ,
- thermiques.

Elles sont différentielles. Elles font intervenir des termes tels que $L \frac{di}{dt}$,

$$i \frac{dL}{dt} = i \frac{dL}{dq} \frac{dq}{dt} \text{ ou } \frac{dw}{dt}$$

c'est à dire :

- des termes quadratiques ωi ou i^2 (couple)
- des coefficients variables $L(i)$ (saturation ...)

Donc en général ces équations ne sont pas linéaires à coefficients constants. Elles ne possèdent donc, en général, pas de solutions analytiques

On peut cependant distinguer deux grandes catégories de problèmes selon que la vitesse de rotation, si elle intervient, est constante ou pas :

- 1) si N est constante (c'est le cas de tous les régimes transitoires électriques beaucoup plus rapides que les mécaniques) ,
 - l'équation mécanique n'intervient pas,
 - les équations électriques perdent les termes en ωi ,
 - si les coefficients L sont constants (pas de saturation), on a les solutions classiques des systèmes linéaires
 - si les coefficients L varient avec i (saturation), on a un système non linéaire.
- 2) Si N est variable, système non linéaire, pas de solution analytique. On peut éventuellement le linéariser autour d'un point de fonctionnement.

Méthode de résolution des systèmes non linéaires

1) Les prototypes

Cher, à éviter. Mais on ne peut que rarement s'en passer. Prototype à échelle 1 ou réduite.

2) Modèle analogique

Résolution des équations différentielles par analogie électronique. Faible puissance, faible coût d'exploitation mais investissement élevé et vite limité par le nombre d'intégrateurs.

3) Modèle réduit (surtout pour étudier le couplage machine/réseau)

Les éléments du modèle sont du même type que les éléments réels et leurs paramètres respectifs sont dans un rapport fixe (ou même constantes de temps) et décrits par les mêmes systèmes d'équations. Mais expérimentation facilitée, puissance réduite, coût faible. Exemple : Micro-alternateur, réseau EDF THT

4) Modèles digitaux

Les plus répandus actuellement avec les ordinateurs puissants et pas cher.. Intégration du système d'équations différentielles par des méthodes numériques : (ex Runge Kutta d'ordre 4 ...).

Mais à cause de la lourdeur de ces méthodes et de l'intérêt analytique qui visualise l'effet des différents paramètres sur l'évolution du système, on essaie des méthodes analytiques approchées chaque fois que possible. Dans de nombreux cas, cela est possible. En effet un régime transitoire s'effectue autour d'un point de fonctionnement en régime permanent. Il faut alors une petite perturbation autour d'un point d'équilibre d'où la méthode des petites perturbations. On linéarise les équations différentielles et on admet une petite perturbation (créneau ou sinusoïde) autour du point d'équilibre. Chaque variable X est remplacée par $X + \Delta X$. On retranche le régime permanent. On ne garde que les termes en ΔX . On obtient un système linéaire en ΔX . Cela nous ramène au cas précédent. Cette méthode est très utilisée pour étudier la stabilité des systèmes (voir cours automatique).

Résumé des méthodes d'études.

	Type de problème	Méthode d'étude
N = cste	régime permanent des machines à courant continu	nombres réels
	régime permanent des machines à courant alternatif	nombres complexes
	régimes transitoires électriques	Transformée de Laplace
N ≠ cste	petites perturbations en échelon	Transformée de Laplace
	petites oscillations	Nombres complexes
	grandes oscillations ou échelons (démarrage etc ...)	Modèles analogiques ou numériques