

THÉORIE AVANCÉE

Chapitre 1 - Théorie des perturbations

Amortissement libre

Analyse de la courbe d'amortissement

Paramètres de frottements

- *Perturbations d'amplitude et de période - 1ère et 2ème approximations*

Oscillations d'un système non linéaire

Défaut d'isochronisme d'un oscillateur de non-linéarité en $\sin(q)$

Défaut d'équilibre

- *Défaut d'équilibre - Perturbations de période et de marche - 1ère et 2ème approximations*

Table d'intégrales pour la théorie des perturbations

- *Table d'intégration pour la théorie des perturbations*

Chapitre 2 - Théorie de la synchronisation

Synchronisation d'un oscillateur linéaire

Synchronisation harmonique

Synchronisation d'un oscillateur linéaire

- *Cas d'un oscillateur amorti par des frottements secs et visqueux*
- *Cas d'un oscillateur entretenu par un échappement*

Synchronisation d'un oscillateur non linéaire - Equation de Duffing

- *Courbes de résonance*
- *Courbes X*
- *Oscillateur en retard sur l'excitation*
- *Oscillateur faiblement en avance sur l'excitation*
- *Oscillateur en avance critique sur l'excitation*
- *Oscillateur fortement en avance sur l'excitation*
- *Limites de décrochage de l'oscillateur*

Chapitre 3 - Théorie du spiral

Tables

Table d'intégrales pour la théorie des perturbations

- *Table d'intégration pour la théorie des perturbations*

Modules d'inertie et modules de résistance des barres élastiques

- *Modules d'inertie et modules de résistance des barres élastiques*

Contraintes en flexion des barres à forte courbure

- *Contraintes en flexion des barres à forte courbure*
- *Calcul du moment fléchissant admissible pour diverses sections*

Déformations des fils et lames élastiques en arc de cercle

Modèle encastré - libre

Formules générales (sous-programmes)

Déplacements et rotations rigides planes

- *Élément en arc de cercle - Déplacement et rotation planes*

Déformations spatiales

- *Arc de cercle encastré-libre - Forces et couples concentrés*
- *Arc de cercle encastré-libre - Matrice de souplesse*
- *Arc de cercle - Forces/Couples concentrés et forces distribuées*

Exemples numériques généraux

- *Fils en arc de cercle de section circulaire*
- *Fils en arc de cercle de section elliptique*
- *Lames en arc de cercle de section rectangulaire*

Cas particuliers

- *Fil en arc de cercle en déformations planes soumis à des forces et couples concentrés*
- *Fil en arc de cercle soumis à une force normale au plan du fil*
- *Fil en arc de cercle soumis à un couple normal à l'axe du fil*
- *Fil en arc de cercle soumis à des forces centrifuges*
- *Fil en arc de cercle dans le plan vertical soumis à son propre poids*
- *Fil en arc de cercle horizontal soumis à son propre poids*

Modèles hyperstatiques

Cas encastré - encastré

- *Fil en arc de cercle encastré en ses deux extrémités, en déformations planes dues à une force et un couple concentrés*

Anneaux fermés

- *Anneau en traction diamétrale*
- *Anneau en compression par des forces concentrées*

Déformations des ressorts hélicoïdaux

Ressorts cylindriques

Formules générales (sous-programmes)

Déformations spatiales dans le cas encastré - libre

- *Ressorts cylindriques - Forces et couples concentrés*
- *Ressorts cylindriques - Forces distribuées*

Exemples numériques généraux

- *Ressort cylindrique formé d'un fil de section circulaire*
- *Ressort cylindrique formé d'une lame de section rectangulaire*

Cas particuliers

- *Force concentrée dans l'axe du ressort - Fil de section circulaire*
- *Force radiale à l'extrémité libre - Lamé rectangulaire*
- *Force tangentielle à l'extrémité libre - Fil de section elliptique*
- *Couple concentré dans l'axe du ressort - Lamé rectangulaire*
- *Couple radial à l'extrémité libre - Fil de section circulaire*
- *Couple tangentiel à l'extrémité libre - Fil de section elliptique*
- *Force distribuée parallèle à l'axe de ressort (poids propre)*

Ressorts coniques

Formules générales (sous-programmes)

- *Ressorts coniques - Forces et couples concentrés*

Cas particuliers

- *Force concentrée dans l'axe du ressort - Fil de section circulaire*
- *Couple concentré dans l'axe du ressort - Lamé rectangulaire*

Théorie du spiral cylindrique

Spiral cylindrique sans courbes terminales

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Développement et anisochronisme en position horizontale*
- *Anisochronisme causé par un décentrage initial du spiral*

Perturbations en position verticale

- *Théorie élémentaire*
- *Poids du spiral et anisochronisme en position verticale*

Perturbations causées par l'inertie du spiral

- *Perturbations causées par l'inertie du spiral*

Spiral cylindrique avec courbes terminales en arc de cercle

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Développement et anisochronisme en position horizontale*
- *Conditions de Keelhoff*
- *Approximations de Haag de la perturbation de marche*

Perturbations en position verticale

- *Poids du spiral et anisochronisme en position verticale*

Influence d'une retouche des courbes terminales

- *Déformations des courbes terminales - anisochronisme en position H et V*

Perturbations causées par l'inertie du spiral

- *Perturbations causées par l'inertie du spiral*

Spiral cylindrique avec deux courbes terminales en arcs de cercle

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Développement et anisochronisme en position horizontale*
- *Conditions de Keelhoff*
- *Approximations de Haag de la perturbation de marche*

Perturbations en position verticale

- *Poids du spiral et anisochronisme en position verticale*

Spiral cylindrique avec courbes terminales formées de deux arcs de cercle et une droite

Déformations et perturbations en position horizontale

- Développement et anisochronisme en position horizontale
- Conditions de Keelhoff
- Approximations de Haag de la perturbation de marche

Perturbations en position verticale

- Poids du spiral et anisochronisme en position verticale

Comparaison des courbes terminales par les conditions de Keelhoff

- Calcul des centres de masse d'ordre 2
-

Théorie du spiral plat

Spiral plat sans courbes terminales

Forme géométrique du spiral

- Comparaison entre spirale d'Archimède et développante de cercle

Déformations et perturbations en position horizontale

- Spiral de forme quelconque - Exemple de la spirale d'Archimède
- Déformée élastique du spiral plat en position horizontale
- Anisochronisme en position horizontale
- Effet d'un décentrage initial du spiral sur le défaut d'isochronisme

Perturbations en position verticale

Perturbations dues au poids concentré du spiral

- Poids du spiral et anisochronisme en position verticale

Perturbations dues à l'affaissement gravitationnel du spiral

- Déformation et anisochronisme causés par l'affaissement du spiral en position verticale

Perturbations dues à l'inertie du spiral

- Perturbations causées par l'inertie du spiral (virole normale)
- Perturbations causées par l'inertie du spiral (virole très petite)

Spiral plat avec une courbe terminale concentrique à l'axe de balancier

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Déformée élastique du spiral en position horizontale*
- *Anisochronisme en position horizontale*

Spiral plat avec des courbes terminales externe et interne

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Déformée élastique du spiral en position horizontale*
- *Anisochronisme en position horizontale*
- *Conditions de Keelhoff*
- *Approximations de Haag de la perturbation de marche*

Perturbations en position verticale

Perturbations dues au poids concentré du spiral

- *Poids du spiral et anisochronisme en position verticale*

Influence d'une retouche des courbes terminales

- *Déformations des courbes terminales - anisochronisme en position H et V*

Perturbations dues à l'inertie du spiral

- *Perturbations causées par l'inertie d'un spiral muni de courbes terminales*

Spiral plat avec une seule courbe terminale externe

Déformations et perturbations en position horizontale

- *Déformée élastique du spiral en position horizontale*
- *Anisochronisme en position horizontale*
- *Approximations de Haag et angle d'enroulement optimum*

Perturbations en position verticale

Perturbations dues au poids concentré du spiral

- *Poids du spiral et anisochronisme en position verticale*

Influence d'une retouche de la courbe terminale

- *Déformations de la courbe terminale externe - anisochronisme en position H et V*

Théorie des goupilles de raquette

Cas d'une courbe terminale en arc de cercle

Théorie élémentaire

- *Théorie élémentaire des goupilles de raquette*

Théorie avancée

- *Cas d'une absence de glissement entre spiral et goupille*
- *Cas d'un glissement entre spiral et goupille*
- *Cas d'une goupille flexible*
- *Test des ordres de grandeur*

Chapitre 4 - Echappement à ancre

Entretien par échappement

Théorie de l'échappement à ancre suisse à repos équidistants

Théorie élémentaire

Défaut d'isochronisme

- *Echappement à ancre suisse à repos • équidistants - Théorie élémentaire*

Théorie avancée

Dégagement d'entrée

- *Rapports de transmission*
- *Dynamique - première approximation*
- *Dynamique - deuxième approximation*
- *Défaut d'isochronisme*
- *Perturbation d'amplitude*

Impulsion d'entrée

- *Rapports de transmission roue - ancre*
- *Vitesses tangentielles roue - ancre*
- *Rapports de transmission ancre - balancier*
- *Dynamique - première approximation*
- *Dynamique - deuxième approximation*
- *Défaut d'isochronisme*
- *Perturbation d'amplitude*

Chute d'entrée

- *Percussions en fin de chute*

Fonctions d'entrée

- *Défaut d'isochronisme*
- *Bilan énergétique et rendement*