



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : BESSEYRE Benjamin

Sujet : Limite de Betz - Optimisation du rendement d'un capteur éolien

Présentation/introduction : L'énergie éolienne s'impose aujourd'hui comme l'une des plus fiables alternatives pour lutter contre le réchauffement climatique et la pénurie des énergies fossiles, comme en attestent notamment le développement fulgurant des champs éoliens durant la dernière décennie et les progrès technologiques réalisés dans ce domaine. Il convient alors de s'attarder sur le fonctionnement d'un capteur éolien, formidable convertisseur d'énergie écologique, pour pouvoir améliorer ses caractéristiques et éventuellement développer la nouvelle option en cours d'étude, à savoir l'expansion des parcs éoliens off-shore. En effet, les capteurs actuels n'atteignent pas encore le niveau de puissance maximal en théorie récupérable pour une installation idéale, limite mise en avant par Albert Betz à la fin des années 1910. Ces perspectives d'amélioration des aménagements et l'actuelle volonté de préserver l'environnement laissent présager un avenir prospère à l'exploitation de l'énergie éolienne.

Objectif : L'objectif de ce projet est de concevoir un modèle à échelle réduite d'un système éolien réel servant à alimenter une lampe, pour mieux mettre en évidence les facteurs théoriques influençant le rendement d'un capteur éolien énoncés par l'étude de M. Betz, notamment la surface des pales du rotor. Cette étude porte donc sur les solutions technologiques mises en oeuvre pour optimiser le rendement d'un capteur éolien. La réalisation pratique permet ainsi de dégager les problèmes auxquels sont confrontés les ingénieurs dans l'optique d'une conception d'un système réel, et de mieux cerner les résultats théoriques.

Démarche/Travail réalisé : Après avoir recueilli diverses informations sur le sujet éolien par le biais de recherches menées sur internet et dans les ouvrages présentés ci-dessous, je me suis tout de suite orienté vers la réalisation d'un modèle à échelle réduite d'un prototype réel propre à la démarche d'ingénieur. Mais face à la complexité du système global et à la limitation des moyens mis à ma disposition, j'ai été contraint de séparer mon étude en plusieurs parties indépendantes. Ainsi, j'ai tout d'abord effectué quelques observations et pris plusieurs photographies du site éolien de Fécamp (76) pour réaliser une maquette numérique d'éolienne à l'aide du logiciel de DAO Solidworks, améliorée sur les précieux conseils de M. RAPIN. J'ai eu la possibilité de matérialiser plusieurs profils de ce modèle sur prototypeuse rapide (imprimante 3D) au lycée Guy de Maupassant de Fécamp dans l'optique de réaliser des mesures de couple en fonction de différents paramètres influençant la surface des pales. Je me suis ensuite intéressé à la partie électrique de ce projet, grâce notamment à l'aide généreuse de M. GUERIN. J'ai donc eu la chance d'aborder le fonctionnement d'un système réel complexe sous différents points de vue et de constater ainsi la pluridisciplinarité des prototypes éoliens qui nous environnent.

Sources/Bibliographie :

Ouvrages :

- Eoliennes et aérogénérateurs - Guide de l'énergie éolienne par Guy CUNTY, éditions Edisud (167 pages)
- Eoliennes, quels impacts environnementaux? par Pascal GERMAIN, éditions de l'UCO (231 pages)

Documents :

- Extraits du cours de M. Marc RAPIN, ingénieur à l'ONERA
- Dossier écrit rédigé par le syndicat des énergies renouvelables - France éolienne énergie

Ressources internet :

- http://eolienne.f4jr.org/eolienne_etude_theorique ("Wiki-éolienne")
- <http://www.energiepropre.net/eofonction.htm>
- <http://pagesperso-orange.fr/badkiller.alex/>

Contacts :

- M. François GUERIN, Enseignant chercheur au groupe GREAH de l'université du Havre (76)
- M. Marc RAPIN, Ingénieur d'études en aéroélasticité à l'ONERA de Châtillon (92)



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : BEURIER Mikaël

Sujet : *La résistance au roulement*

1) Sujet et lien avec le thème « surface » :

Lorsque deux surfaces en contact bougent l'une par rapport à l'autre, il existe des résistances passives : frottement, résistance au pivotement et résistance au roulement.

Ce TIPE a pour but de comprendre ce dernier phénomène qui est responsable d'environ 20 à 30 % de la consommation en essence d'une voiture. Le point abordé est plus précisément l'influence, s'il y en a, que possède la pression de gonflage des pneus sur cette force.

2) Démarche :

Mon travail est passé par plusieurs étapes. Tout d'abord, il m'a fallu comprendre l'origine et les effets de la force de résistance au roulement. Ceci fait, j'ai fabriqué un appareil qui, expérimentalement, permet de déterminer cette résistance à partir d'observations et de calculs traités à l'ordinateur : le diabololo. Cet appareil est constitué de 2 roues coaxiales et d'une masse excentrée par rapport à l'axe des roues, le tout étant fixe. J'ai analysé le mouvement du diabololo pour différentes pressions grâce à un logiciel de traitement de vidéo : AviStep. En parallèle, j'ai tenté d'obtenir une valeur de cette force pour les différentes pressions en faisant une simulation numérique du diabololo sous SolidWorks et MotionWorks. Enfin, j'ai tenté de déterminer une équation permettant de relier la résistance au roulement au mouvement du diabololo.

3) Problèmes rencontrés :

Premier problème : les définitions que j'ai trouvé de la résistance au roulement sont variées et plus ou moins claires et exploitables. J'ai donc décidé de garder la définition donnée par la norme ISO 8767.

Deuxième problème : la modélisation du diabololo sur SolidWorks n'a pas pu aboutir car le modèle que j'ai réalisé n'ont pas permis au logiciel de traiter les calculs.

4) Bibliographie :

Ouvrages :

-Brossard J.-P., Dynamique du véhicule : modélisation des systèmes complexes, 2006 : 715 p. ISBN 2-88074-644-2

-Michelin, Tout sur le pneu + supports numériques, 2006 : 111 p. ISBN 2-06-100521-7

Ressources internet :

-Le diabololo, <http://timupsinsa.ifrance.com/essais/diabololo.htm>



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : BUECHLER Pierre

Sujet : le contact roue/ rail

Etude des contraintes exercées par un train sur un rail.

Le rail doit supporter d'importantes contraintes lors du passage d'un train. Ces contraintes peuvent éventuellement entraîner la rupture d'un rail et provoquer un déraillement du train. Pour empêcher cela et ainsi voyager en toute sécurité, il est donc nécessaire de connaître l'intensité et la répartition de ces contraintes au sein du rail.

Démarche:

Dans un premier temps nous nous sommes intéressés au contact roue/rail uniquement. La théorie de hertz nous a permis de modéliser la surface de contact. Nous avons ensuite réalisé quelques analyses numériques grâce à l'outil cosmoswork (de solidworks, puis nous sommes passés à l'observation pratique grâce à des techniques de photoélasticimétrie. Ainsi, nous avons pu observer le champ des contraintes à l'intérieur d'un morceau de gelée, milieu biréfringent que nous utilisons pour modéliser une section de rail. Cette expérience a été réalisée avec et sans défaut (fissures et fentes taillées dans la gelée), pour témoigner de l'influence de ces derniers sur le champ des contraintes.

Le plan que je vais adopter est alors le suivant:

introduction du problème

I)Théorie

1)torseur et contraintes principales

2)déformations réversibles/irréversibles

II)Étude numérique et tracé du champ des contraintes

III) Étude expérimentale

1)modèle et procédés adoptés

2)résultats, comparaison avec l'analyse numérique

conclusion

l'étude du champ des contraintes au niveau du rail permet de mettre en évidence les zones les plus contraintes et donc celles se détériorant le plus rapidement.

Il faudrait alors ajouter à cette étude une évaluation de la durée de vie d'un rail, autrement dit une étude en fatigue.

En effet le passage répété d'un train cause l'apparition de fissures, écailles et déformations ondulatoires de la surface du rail. C'est défauts fragilisent le rail. Il serait donc nécessaire de connaître leur vitesse d'apparition et de les traiter (meulage, remplacement d'une partie du rail...).

Bibliographie:

Encyclopédie d'analyse des contraintes Jean avril

Physique des milieux continus Daniel Calecki

Sites:

Rapports de dérailages :

<http://www.tsb-bst.gc.ca/fra/rapports-reports/rail>

http://spiral.univ-lyon1.fr/files_m/M3921/Files/317281_2819.pdf

http://mms2.ensmp.fr/ef_paris/projet/f_accueil_projet.php

<http://drgoulu.com/2007/04/03/les-roues-du-tgv/>



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : CAUSSÉ Jean-Pascal

Sujet : Étude d'un système compliant.

Étude d'un système compliant

I : Introduction

Dans les chaînes de montage, lors de l'assemblage de pièces, des automates effectuent des mouvements simples préprogrammés. Mais pour des assemblages nécessitant une très haute précision, l'industriel sera obligé soit de se procurer des robots très onéreux, soit d'apporter une certaine souplesse au mouvement du bras robotisé, donnant ainsi une marge d'erreur à celui-ci. En effet, la simple insertion d'un goujon cylindrique dans un trou de diamètre très légèrement supérieur crée une hyperstaticité pouvant mener au blocage de la pièce. D'où l'intérêt de la compliance, qui est la capacité que possède un bras articulé à avoir un comportement souple. Quelles sont alors les solutions techniques mises en oeuvre pour la réalisation de cette flexibilité passive ?

II : Démarche

Pour cela, nous avons voulu effectuer une modélisation 3D sur le logiciel Solidworks d'un système compliant, cependant lors du passage à Motionworks, nous avons eu un problème de démembrement du modèle, nous forçant donc à restreindre notre étude à une modélisation en 2D. Ce système étant, à l'origine, composé de 3 étages liés par deux liaisons : une liaison équivalente à une appui-plan en série avec une liaison équivalente à une rotule. Suite au passage en 2D, nous avons été confrontés à un problème de raideur élastique dans les liaisons entre les étages et les valeurs qu'il fallait choisir afin que la simulation soit réalisable. Puis il y eut le problème de la liaison à choisir pour modéliser les forces de contact entre les surfaces du goujon et du bâti car il fallait également que les solides ne pénètrent pas l'un dans l'autre. Tous ces problèmes résolus, nous pensions donc pouvoir effectuer correctement des simulations mais un tout dernier problème se posa et il fut impossible à résoudre, en effet l'ordinateur prenait beaucoup de temps pour chaque simulation.

Parallèlement j'ai réalisé une maquette de ce système. Pour cela j'ai dû choisir entre différents matériaux pour la construction du modèle. Le système est constitué d'un premier étage sur lequel est placé le goujon et trois tiges liées au deuxième étage par des liaisons rotules, et concourantes en un point situé quelques centimètres au-delà du bout du goujon afin de créer une liaison équivalente à une liaison rotule. Enfin, le troisième étage est lié au deuxième par trois tiges parallèles permettant une translation selon un plan perpendiculaire aux trois tiges. Cette maquette achevée nous l'avons ensuite adaptée au robot ERICC3 dans le but de tester l'efficacité du système. Cependant les problèmes rencontrés avec le modèle 3D sous Solidworks et l'adaptation du prototype sur le bras robot nous ont empêché de comparer effectivement la théorie à la pratique.

III : Conclusion

Ce TIPE m'aura permis de travailler de façon autonome, de collecter des données sur le projet et de mettre en application les théories apprises en cours. J'ai de plus appris à manipuler de façon plus efficace le logiciel Solidworks notamment pour effectuer des simulations. Enfin, la construction du prototype a été l'occasion de tester différentes solutions techniques afin de répondre au problème posé et de trouver le montage le plus adapté.

IV : Plan

Introduction

I - Nécessité de la compliance: Blocage, coincement

II - Prototype d'un poignet compliant

III - Modélisation Solidworks

Conclusion

V : Sources

COIFFET P. : "La robotique : principes et applications".

HERMES, 1992, 352p. ISBN 2-8660-129-7

NEVINS J. & WHITNEY D. : "Les robots industriels"

Diffusion Belin, Histoires de machines, bibliothèque *Pour la Science*, 180p. ISBN 2-902918-16-X



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : CHI Laurent

Sujet : Etude d'un système compliant

I/Introduction

Dans les chaînes de montage, lors de l'assemblage de pièces, des surfaces sont mises en contact par des automates effectuant des mouvements simples pré-programmés. Mais pour des assemblages nécessitant une très haute précision, l'industriel sera obligé soit de se procurer des robots très chers, car les manipulations seront difficiles à effectuer si le jeu est faible ce qui créerait un blocage, soit d'apporter une certaine souplesse au mouvement du bras, donnant ainsi une marge d'erreur à celui-ci. D'où l'intérêt de la compliance, qui est la capacité que possède un bras articulé à avoir un comportement souple.

Quelles sont alors les solutions techniques mises en oeuvre pour la réalisation de cette flexibilité passive?

Nous avons cherché à valider une solution constructive à ce problème au travers d'une modélisation sur un logiciel et d'un prototype que nous avons créé de nous même.

II/Démarche

Pour cela, j'ai voulu effectuer une modélisation 3D sur le logiciel Solidworks d'un système compliant, cependant lors du passage à Motionworks, j'ai eu un problème de démembrement du modèle, me forçant donc à restreindre mon étude à une modélisation en 2D, ce système étant, à l'origine composé de 3 étages liés par une liaison équivalente à une appui-plan en série avec une liaison équivalente à une rotule. Suite au passage en 2D, j'ai été confronté à un problème de raideur élastique dans les liaisons entre les étages et les valeurs qu'il fallait choisir afin que la simulation soit réaliste. Puis il y eut le problème de la liaison à choisir pour modéliser les forces de contact entre les surfaces du goujon et du bâti car il fallait également que les solides ne pénètrent pas l'un dans l'autre. Tous ces problèmes résolus, je pensais donc pouvoir effectuer correctement des simulations mais un tout dernier problème se posa et il fut impossible à résoudre, en effet l'ordinateur prenait beaucoup de temps pour chaque simulation.

Parallèlement, nous avons réalisé une maquette de ce système, pour cela nous avons dû choisir entre différents matériaux pour la construction du modèle. Il fallait ensuite calculer l'angle de perçage des trous dans l'étage du milieu du système, constitué d'un premier étage sur lequel est placé le goujon et trois tiges, concourantes en un point situé quelques centimètres au-delà du bout du goujon afin de créer une liaison équivalente à une liaison rotule, liée au deuxième étage par des liaisons rotules et enfin le troisième étage est lié au deuxième par trois tiges parallèles permettant une translation selon un plan perpendiculaire aux trois tiges. Cette maquette achevée nous l'avons ensuite adaptée au robot ERICC3 dans le but de comparer les résultats obtenus avec la maquette et le modèle sur Solidworks. Cependant les problèmes rencontrés avec le modèle 3D sous Solidworks nous ont empêché de comparer effectivement la théorie à la pratique.

III/Conclusion

Ce TIPE m'aura permis de travailler de façon autonome, de collecter des données sur le projet

et de mettre en application les théories apprises en cours. J'ai de plus appris à manipuler de façon plus efficace le logiciel Solidworks notamment pour effectuer des simulations. Enfin, la construction du prototype a été l'occasion de tester différentes solutions techniques afin de répondre au problème posé et de trouver le montage le plus adapté.

IV/Plan

Introduction

A/Nécessité de la compliance: blocage, coincement

B/Modélisation Solidworks

C/Prototype d'un poignet compliant

Conclusion

V/Sources

« La robotique : principes et applications » de Philippe Coiffet Hermès, Paris, FRANCE (1992)

« Les robots industriels » de James Nevins et Daniel Whitney, Histoires de machines, bibliothèque

Pour la Science p180 Diffusion Belin ISBN 2-902918-16-X



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : COUDERC Pierre

Sujet : Influence de la température sur le dosage

Introduction

Dans un premier temps, je me suis rendu chez le fournisseur de robot doseur Fisnar France. Les robots doseurs sont constitués d'un système de dosage et d'un robot permettant le déplacement du système de dosage. Le système de dosage est constitué d'une seringue contenant le fluide à doser et celle-ci est alimentée en pression par un distributeur et un compresseur. Le fournisseur m'a alors parlé de l'influence que pouvait avoir la température sur le dosage, en effet les fluides qui nécessitent l'usage de ces robots sont généralement visqueux, comme la colle et la peinture, or la viscosité est dépendante de la température. La température pourrait alors avoir une influence sur le fonctionnement du système de dosage. J'ai alors décidé d'étudier cette dépendance et de chercher ensuite un moyen permettant de limiter cette influence, voir un système indépendant de la température.

Travail réalisé

Tout d'abord, j'ai voulu confirmer l'existence de cette influence de façon théorique. Je me suis rendu compte que la viscosité dépendait de la température selon une loi exponentielle. Puis, via les équations de la mécanique des fluides, que le débit dépendait de la viscosité. Ceci m'a alors permis de conclure que le débit dépend donc de la température.

J'ai alors décidé de mêler la pratique à la théorie en simulant le système de dosage grâce au matériel que notre contact a pu nous fournir ainsi que du miel dont la viscosité est proche des colles que les industriels utilisent généralement. L'expérience confirma alors la théorie.

Une fois que cette influence fut mise en avant, j'ai alors réfléchi à un moyen de limiter voire supprimer cette dépendance. J'ai remarqué que le système était régulé en pression et que cela ne permettait pas la régulation du débit en fonction de la température. Il faut donc remplacer ce principe de génération de débit par un moteur permettant un asservissement en vitesse du piston et donc un asservissement du débit, ce qui permettrait de supprimer l'influence de la température sur le débit et donc sur le dosage. Une simulation informatique m'a permis de valider la faisabilité de cette solution.

Plan

Lors de mon exposé oral j'aborderai les points suivants :

1) Influence de la température

a) Aspect théorique

b) Aspect expérimental

2) Suppression de cette influence

a) Aspect théorique de la solution à notre problème

b) Modélisation de la solution

Conclusion

L'influence de la température de le dosage peut donc être supprimée mais elle oblige une modification importante des doseurs, obligeant notamment le changement de type d'énergie nécessaire au fonctionnement du doseur.

Contacts:

Fisnar France : <http://www.fisnar.fr>



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : DURIEUX Xavier

Sujet : *Mesure de la fatigue d'un matériau par auto-échauffement*

Introduction

La manière la plus classique pour déterminer les propriétés dues à la fatigue à grand nombre de cycles d'un matériau est par l'intermédiaire d'une série d'essais cycliques sur des éprouvettes. On soumet à chaque éprouvette un chargement périodique en contrainte et on enregistre le nombre de cycles qui conduit (si elle a lieu) à la rupture de l'échantillon. On réalise ce test de nombreuses fois pour obtenir la limite d'endurance. Cette méthode est donc très coûteuse en temps. Depuis quelques années une méthode empirique est apparue, basée sur un essai d'auto-échauffement. L'aspect pratique de cette méthode est qu'elle nécessite de tester uniquement une éprouvette afin d'obtenir la limite d'endurance et la courbe de fatigue associée au matériau analysé. Les industriels cherchant la qualité de leurs produits emploient donc l'auto-échauffement pour tester plus régulièrement leurs matériaux de bases avant de l'usiner, les entreprises de prothèses de hanche utilisent donc ce procédé pour avoir une qualité supérieure de leurs produits.

Démarche

Je suis tout d'abord entré en contact avec M.Puget, enseignant chercheur à l'ENSIETA en mécanique, il m'a expliqué le principe de l'auto-échauffement et m'a familiarisé avec les phénomènes de fatigue des matériaux par le biais de documents et explications. Ensuite, j'ai réalisé avec l'aide de M.Puget et M.Doudard un essai d'auto-échauffement sur une éprouvette en acier provenant du pont de Lambezellec datant de 1893 dans les laboratoires de l'ENSIETA. L'expérience s'est déroulée en trois parties, la première étant le travail expérimental de traction pour repérer le module d'Young de l'éprouvette, ensuite l'essai d'auto-échauffement et enfin l'analyse des données afin d'identifier la limite d'endurance.

Conclusion

Cette étude m'a permis de prendre conscience de l'importance de la fatigue pour les industriels, l'éprouvette testée a permis de montrer que le choix de cet acier était judicieux car il avait bien répondu au vieillissement, à la corrosion et à tous les efforts qu'il a pu subir. De plus le choix de l'auto-échauffement nous a permis d'obtenir facilement la limite d'endurance de cet acier après plus d'un siècle d'utilisation.

Documentation

Internet

-<http://www.techniques-ingenieur.fr/book/m4170/essais-de-fatigue-partie-i.html>

Ouvrages

-ETUDE DU COMPORTEMENT DES MATERIAUX ET DES STRUCTURES 2001

Université de Poitiers p375-382

-Hétérogénéité Structurale, Intrinsèque et Multiaxialité en Fatigue à Grand Nombre de Cycles et

Essais d'Auto-échauffement de Martin Poncelet

-Identification of the scatter in high cycle fatigue from temperature measurements de Cédric Doudard



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : FINET Sylvain

Sujet : *Etude du contact roue-rail*

Etude du contact roue-rail

Presentation: Afin de garantir un niveau de sécurité élevé et de réduire le coût d'entretien des voies ferrées, les entreprises ferroviaires se doivent de connaître le comportement du rail au passage d'un train. L'objectif de ce TIPE est donc, par l'étude des contraintes qui vont s'exercer dans le rail, de **dégager des stratégies de conception, d'installation et d'entretien du rail** qui permettront d'allonger la durée de vie du matériel ferroviaire et de prévenir un dérailage aux conséquences parfois catastrophiques.

Démarche: Après avoir modélisé le problème au niveau de la **surface de contact entre la roue et le rail** grâce à la théorie de Hertz et acquis les connaissances de base de la théorie de la mécanique des milieux continus, nous avons utilisé un logiciel utilisant la méthode des éléments finis afin d'établir le champ des contraintes dans le rail. Se posait alors le problème de **confronter la simulation numérique à l'expérience**. La mesure sur des modèles réels étant difficile à envisager, nous décidâmes d'établir le champ des contraintes par **photoélasticimétrie**. Mais, nous n'avons pu obtenir de contact pour mener cette expérience en laboratoire. Heureusement, nous avons lu dans un livre sur le sujet que, le matériau biréfringent utilisé en photoélasticimétrie (que nous n'avons pu nous procurer, son coût dépassant la centaine d'euros) pouvait être remplacé par de la gelée. Ainsi, nous avons mené l'expérience dans notre lycée. Tous ces résultats, confrontés avec des photographies trouvées sur Internet de rails rompus ayant causé des dérailages, nous ont permis de mettre en évidence des stratégies de conception, d'installation et d'entretien du rail.

Conclusion

Ce TIPE m'a permis de découvrir et d'acquérir les bases de la mécanique des milieux continus, science occupant une place importante dans le domaine de l'ingénierie.

Par ailleurs, il m'a permis d'adopter la démarche de l'ingénieur d'aujourd'hui, qui ayant à sa disposition d'outils de calculs de plus en plus puissants, doit néanmoins confronter, pour les valider, les simulations numériques avec les faits expérimentaux.

Plan

I. Analyse du problème

II. Accès au champ des contraintes par la méthode des éléments finis

III. Accès au champ des contraintes par photoélasticimétrie et validation de la simulation numérique.

IV. Stratégies quant à la conception, la mise en place et l'entretien du rail.

Bibliographie

Encyclopédie d'analyse des contraintes, Jean Avril, Micromesures, 1984

Physique des milieux continus, Daniel Calecki, Hermann editeurs, 2007

Internet

-rapports de dérailages du bureau de la sécurité des transports du Canada www.tsb.gc.ca/fra

-belph80001.free.fr/TechFer/Dyn/Adher.htm (théorie de Hertz et contact roue-rail).



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : GOIRAND Bastien

Sujet : *Modélisation et étude énergétique des phénomènes de crash.*

INTRODUCTION :

En France, le gouvernement s'est vu obligé de recourir à des mesures répressives afin de prévenir les accidents de la route. Cependant, quelques années après l'introduction des radars automatiques, les chiffres sont à nouveau en hausse. Il m'a alors semblé intéressant d'étudier les surfaces façonnées par les constructeurs pour assurer la sécurité des usagers de la route, principal élément de la sécurité dite passive et premier bouclier de l'automobiliste. J'ai alors formulé la problématique suivante : quelle loi peut-on établir sur l'accélération lors d'un crash?

DÉMARCHE :

Dans un premier temps, j'ai étudié le déroulement global du crash et les phénomènes physiques mis en jeu.

Après cette première phase de compréhension, je me suis lancé à la recherche de données plus spécifiques et j'ai établi un premier contact avec une chercheuse du Coria afin d'établir un modèle théorique et de délimiter le cadre de mon étude. En effet le phénomène présentait de nombreuses difficultés : dynamique, présence de non-linéarités, géométrie complexe... Je me suis alors heurté à un dilemme : choisir un modèle relativement simpliste et donc difficile à confirmer par l'expérience ou opter pour une modélisation complexe mais qui semblait difficilement exploitable par un élève de spé. J'ai donc tenté de trouver un juste milieu et la découverte d'un document sur le site de l'université de Liège m'y a aidé : la loi qui y était présentée étant linéaire par morceaux et étant de plus validée par l'expérience.

J'ai donc décidé de confronter cette loi à ma propre série d'expériences. Il a alors fallu adapter l'expérimentation à mes moyens (je ne disposais pas d'une voiture à crasher à 48 km/h sur un mur). Après avoir envisagé puis rejeté plusieurs solutions techniques, j'ai mis au point mon protocole expérimental : le crash d'une canette sur un mur au moyen d'un pendule.

J'ai alors recontacté le Coria qui m'a donné accès au matériel nécessaire (notamment une caméra ultra-rapide). J'ai donc filmé les crash et grâce au logiciel de traitement « Image J » j'ai pu établir mes données expérimentales. J'ai ensuite formulé mes hypothèses, effectué mes calculs et applications numériques et j'ai pu tirer mes conclusions.

CONCLUSION :

De manière macroscopique, le système a bien manifesté le comportement attendu. En revanche dans le détail, seulement une partie du mouvement de l'objet crashé correspond parfaitement à la théorie. Cet écart avec la théorie peut avoir plusieurs origines, la plus importante étant le protocole expérimental établi qui modélise la partie déformable de la voiture par une canette. Cependant, la loi semble tout de même assez fiable et permet de bien comprendre les phénomènes mis en jeu.

PLAN :

I]Le modèle adopté : linéaire par morceaux :

- 1)Présentation du modèle théorique
- 2)Adaptation du modèle à l'étude et mise en pratique
- 3)Les résultats obtenus, traitement des résultats

II] Analyse des résultats :

- 1)Comparaison qualitative avec le modèle théorique, analyse des résultats obtenus
- 2)Conclusion sur la validité du modèle qualitative, quantitative
- 3)Critiques du modèle

BIBLIOGRAPHIE:

Sites :

- <http://www.si.ens-cachan.fr>
- [http://www.ingveh.ulg.ac.be/fr/cours/Notes_de_cours_Meca_0004/PCV Chap12.pdf](http://www.ingveh.ulg.ac.be/fr/cours/Notes_de_cours_Meca_0004/PCV%20Chap12.pdf)
- Un modèle simplifié de crash, publié dans le Bulletin de l'Union des physiciens, par Olivier Vallée.

Documents écrits :

- Bulletin technique Renault, hors série 1989
- (pour la science n°380 juillet 2009)

Contacts : Françoise Baillot et Christine Richard (chercheuses au Coria), Toufik Boushaki(post-doctorant), l'atelier du Coria



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : GOLLI Armand

Sujet : Une problématique industrielle : la détection d'une surface.

Fiche synoptique

Une problématique industrielle : Détecter une surface

Introduction

Dans tout système ou processus industriel il est nécessaire d'en contrôler l'état par la mesure de grandeurs physiques. La partie commande ou l'utilisateur accède à ces grandeurs par une série de capteurs et de détecteurs. C'est ce rôle central de la détection qui m'a poussé à étudier ce procédé et je me suis intéressé à la détection d'objets par des moyens optiques.

Objectif

Dans l'étude de la détection d'objets mon objectif est de réaliser la modélisation théorique d'un système de détection optique. Puis de voir à quelles conditions ce modèle est valable pour l'application choisie.

Démarche

J'ai recherché une application industrielle afin de pouvoir illustrer mon propos. J'ai pris contact avec la TCAR, société qui gère les transports en commun de l'agglomération rouennaise pour recueillir des informations sur les systèmes optiques mis en jeu dans la sécurité des usagers lors de l'ouverture et la fermeture des portes de bus.

Après plusieurs tentatives pour obtenir un rendez-vous ou ne serai-ce que avoir de la documentation j'ai préféré abandonner cette voie.

J'ai alors choisi de regarder les détecteurs qui sont utilisés en péri-informatique. Justement sur les imprimantes un élément a attiré mon attention : c'est la façon dont le pilote de la machine arrive à prendre conscience que le cache protégeant les cartouches d'encre est soit ouvert, soit fermé. J'ai pu constater que deux solutions majeures coexistent. On peut utiliser un détecteur mécanique d'effort : cela consiste à placer une languette en position relevée qui se trouve abaissée à la fermeture du couvercle. La deuxième solution revient à placer sur le couvercle une languette rigide sur le couvercle et on installe alors en vis à vis sur le bâti un système de détection optique en configuration fourche.

Mon exposé va commencer par élaborer le cahier des charges d'un détecteur pour cette application. ce cahier des charges permet de préférer un détecteur optique. J'ai de plus remarqué que dans les anciennes souris équipées de boules, le mouvement de la souris était lu grâce à la rotation de roues dentées. Comme le mécanisme qui lit le parcours de la roue est un système optique en tout point identique à celui qui se trouve dans une imprimante j'ai pu manipuler une souris d'ordinateur au lieu d'avoir à démonter les composants d'un imprimante.

J'ai donc établi le cahier des charges à partir des données que j'ai pu récupérer sur le détecteur de souris. Enfin j'ai pu détailler le phénomène physique qui a lieu dans le récepteur permettant de transformer la lumière en courant.

Conclusion

Mon étude de la détection optique m'a donc permis de modéliser l'exemple particulier du détecteur d'ouverture d'un couvercle d'imprimante. Ce modèle est cependant imprécis car le détecteur de la souris est constitué de deux dispositifs de détection incorporés en un. Il y a donc peu d'affinité avec le dispositif de l'imprimante.

Bibliographie

braunnor.free.fr/cours/cap_pos.pdf
enm.meteo.fr/IMG/pdf/ITMinterne2009-PHYSIQUE.pdf
educnet.education.fr/rnchimie/phys/baillet/06/tp_photod.pdf
pagesperso-orange.fr/world.duj/HTML/DOC/detpassir.pdf
vaucanson.org/phys_app/pub%20fichiers/tp18%20bts%B5%20detect%20obsc/index.html
phytem.ens-cachan.fr
Capteurs : principes et utilisations aux éditions CASTEILLA



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : LACAISSÉ Dorian

Sujet : *L'atomisation et son rôle dans l'industrie.*

MAITRISE D'UN ARROSAGE

1) Présentation de l'étude

A) Motivations

J'ai eu la chance de rencontrer un chercheur, M. Grout, qui est spécialisé dans le domaine des écoulements en phase dispersé. Il faut savoir que l'atomisation est un processus par lequel un fluide est transformé en spray. Or l'étude des sprays est déterminante dans beaucoup de secteurs industriels (automobile, pharmaceutique, parfumerie). J'ai donc trouvé intéressant de m'intéresser à une application qu'il maîtrise. Aussi, M. Grout pouvait ainsi me donner des documents difficiles à se procurer et des informations essentielles à mon étude. De plus il m'a expliqué la bonne démarche à suivre pour une étude: celle d'un chercheur et d'un ingénieur. Cela m'a aidé à être cohérent dans mon entreprise.

B) Problématique et objectif

Le processus d'atomisation et donc les sprays qui en résultent dépendent des caractéristiques de l'écoulement liquide dans la section de sortie de l'injecteur. Ces caractéristiques définissent les conditions initiales du processus d'atomisation. Les paramètres qui influencent les caractéristiques de l'écoulement de sortie sont de trois origines:

- les paramètres liés à l'injecteur
- les paramètres liés au fluide
- les paramètres liés aux conditions d'injections

Pour mon TIPE, j'ai voulu me placer dans un contexte industriel : un industriel propose de concevoir des injecteurs pour une rampe d'arrosage. Il voudrait savoir si l'arrosage est toujours possible avec les différents liquides présents sur le marché (l'idée est que l'agriculteur n'aie pas à changer de buses dès qu'il change de liquide). Pour son étude, il doit prendre en compte le fait que l'agriculteur doit toujours se retrouver avec une surface arrosée continue et homogène quelque soit le liquide utilisé.

Pour être en rapport avec le thème de l'année, je me suis concentré sur la problématique et l'objectif suivant :

-problématique: comment varie ma surface arrosée à injecteur donné en fonction des caractéristiques de mon liquide.

-objectif: étudier l'influence des caractéristiques du liquide sur la surface arrosée en sortie de l'injecteur.

2) Démarche et travail expérimental

A) Démarche

Après m'être renseigné sur des diverses applications industrielles possibles j'ai tenté de créer une problématique industrielle virtuelle. J'ai ensuite rencontré un agriculteur possédant une rampe d'arrosage de culture. Grâce à ça, j'ai pu peaufiner ma problématique et la rendre réelle. J'ai alors élaboré mon protocole expérimental.

B) Travail expérimental

J'ai d'abord imaginé comment faire varier les caractéristiques d'un liquide. Puis j'ai fabriqué mes différents liquides. Ensuite, grâce à deux expériences, j'ai classé les différents liquides en fonction de leur viscosité et de leur tension superficielle. Au laboratoire de mon lycée, j'ai ensuite monté mon système me permettant d'injecter les liquides à une pression donnée. Puis j'ai photographié les angles formés par chaque spray et je les ai ensuite mesuré à l'aide d'un logiciel de traitement d'image.

2) Documents et contact

A) Sources

-Document: Dumouchel C. , Atomisation et sprays, cours réalisé lors la 10 ème école de Combustion, 5-10 octobre 2006, Anglet, France. 58 p.

-Site internet: Tension superficielle, site disponible sur: [http://membres.multimania.fr/montagreg/montages/M 02 TENSION SUPERFICIELLE.pdf](http://membres.multimania.fr/montagreg/montages/M%20TENSION%20SUPERFICIELLE.pdf)

B) Contact

-M.Grout: chercheur au centre de recherche de Rouen, le CORIA. (COMplexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie).



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : LEPROU Boris

Sujet : *Influence de la température sur les dosages*

Influence de la température sur les dosages

Problème et solution

INTRODUCTION

M'intéressant au fonctionnement des robots j'ai pu établir un contact avec un vendeur de robots doseurs industriels. Celui-ci m'a alors fait part d'un problème que rencontre ses clients, à savoir un changement majeur du débit de dosage sous l'influence de la température. En effet les fluides utilisés sont des fluides visqueux comme de la colle industrielle ou de la peinture à appliquer sur une surface donnée. Or ces fluides sont très sensibles aux changements de température. Une modification de leur débit (ce qui équivaut à une modification de température) va ainsi modifier leur étalement sur la surface. Je vais donc à la fois étudier l'influence de la température sur le débit et d'autre part chercher une solution afin de la réduire.

TRAVAIL RÉALISÉ

Afin de mettre en lumière l'influence de la température sur le dosage j'ai commencé par relier le débit du dosage à la viscosité grâce aux équations de la mécanique des fluides. De plus je savais que la viscosité d'un fluide était relié à la température (tout le monde a déjà expérimenté un fluide sous plusieurs températures et a ainsi pu se rendre compte de son influence). Donc il existe un lien le débit et la température. Grâce à mes recherches, sur internet en particulier, j'ai pu obtenir un loi formelle reliant la température à la viscosité et donc au débit.

Par la suite, une expérience avec un fluide visqueux plus ou moins chauffé, placé dans une seringue de dosage, m'a permis de valider la théorie exprimée précédemment.

Après avoir mis en lumière l'influence de la température sur le débit, nous avons réfléchi à un moyen de se soustraire à cette influence. Nous savons, grâce à la mécanique des fluides que le débit est dû à la différence de pression entre l'amont et l'aval de la seringue, qui va créer une force qui va venir pousser le fluide. Si une force constante est appliquée alors le débit va varier avec la température. Une solution serait donc que l'opérateur modifie la différence de pression pour obtenir toujours le même débit. C'est ce qui se passe actuellement selon le vendeur de robots. Une autre solution serait de supprimer la différence de pression et d'utiliser l'incompressibilité du fluide. En effet un asservissement de la position d'un piston dans la seringue, couplé à l'incompressibilité du fluide va faire que nous allons pouvoir contrôler le volume et la vitesse du fluide éjecté et donc son débit. Ensuite pour valider ma théorie j'ai fait une modélisation ainsi qu'une simulation informatique de cet asservissement.

PLAN

Lors de mon exposé oral j'aborderai donc les points suivants :

1)Influence de la température

a)Aspect théorique

b)Aspect expérimental

2)Modification du système pour réduire l'influence en température

a)Aspect théorique de la solution à notre problème

b)Modélisation et simulation informatique de la solution

CONCLUSION

L'influence de la température sur les dosages peut donc être éliminée. Au lieu d'une intervention manuelle d'un opérateur, je propose ici un système asservi qui ne nécessite que peu d'intervention extérieure. Le problème est que ceci reste très théorique et qu'une utilisation ne pourrait voir le jour qu'après une modification fondamentale du robot due à la transformation du type d'énergie utilisée.

CONTACTS ET SUPPORTS

- Le vendeur de robots industriels Fisnar France : <http://www.fisnar.fr>
- Cours de mécanique de fluides visqueux
- Cours d'asservissement
- Logiciel Did'acsyde
- http://en.wikipedia.org/wiki/Temperature_dependence_of_liquid_viscosity



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : RABAUD Edouard

Sujet : Atomisation et applications dans l'industrie

Objectifs :

L'atomisation des fluides est un processus présent dans de nombreuses applications industrielles. Dans l'industrie agricole, il permet l'aspersion de différents liquides aux propriétés physiques variables (eau, engrais, pesticides) sur des surfaces plus ou moins grandes. Dans ce travail, mon objectif a été d'étudier l'influence des propriétés physiques des liquides sur l'angle du spray, et plus particulièrement la viscosité et la tension de surface.

Démarche :

J'ai commencé par me documenter sur le processus d'atomisation et les sprays. Les informations que j'ai pu rassembler ont ensuite été complétées lors de ma visite au CORIA de Rouen, et ma rencontre avec Sebastien GROUT, chercheur. Une fois la théorie acquise, je me suis lancé dans l'élaboration de plusieurs expériences, en réalisant tout d'abord un panel de liquides couvrant une gamme de viscosité et de tension de surface significative. La principale difficulté était alors de me procurer un injecteur simple d'utilisation et adapté à mon type de mesures. A l'aide d'une bombonne servant de réservoir, mise sous pression par un compresseur, et de mon injecteur, j'ai atomisé mes différents fluides et pris le cône du spray en sortie d'injecteur en photo. L'analyse des résultats portait dès lors principalement sur une comparaison avec les valeurs de viscosité et de tension de surface obtenues au CORIA avec des outils de mesure plus précis, et la mesure de l'angle du spray en sortie d'injecteur à l'aide d'un logiciel de traitement d'image.

Sources :

- Atomisation et sprays, par Christophe DUMOUCHEL
- Atomisation et sprays, Notes de cours par Jean COUSIN
- Sebastien GROUT, chercheur au CORIA (Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie) de Rouen



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : RICHEZ Aurélien

Sujet : *modélisation d'un robot omnidirectionnel*

La plupart des machines que nous utilisons ont une liberté de mouvement très limitée sur une surface plane. Elle ne peuvent généralement pas se déplacer latéralement par exemple. Un robot holonome ou omnidirectionnel présente l'avantage de disposer de trois degrés de liberté indépendants. Il est en conséquence beaucoup plus mobile sur une surface qu'un robot classique.

L'objectif de ce TIPE est d'étudier les problèmes liés aux solutions existantes pour créer un robot omnidirectionnel à roues. J'ai cherché à modéliser la plate forme du robot par ordinateur afin de voir si les inconvénients de la structure de roue choisie sont réellement importants ou non.

Recherche :

La première étape a consisté à comprendre comment on peut créer une roue « omnidirectionnelle ». Je suis parti d'un document expliquant le fonctionnement d'un robot à 3 roues et me suis renseigné sur les différents types de roues existantes. J'ai choisi de me concentrer sur une roue en particulier que j'ai choisi pour sa relative simplicité et car elle représente bien les défauts d'une roue omnidirectionnelle, notamment un « saut de roue », c'est à dire que le point de contact entre la roue et le sol change brutalement au cours de la rotation.

Calcul des équations de mouvement :

J'ai fait l'hypothèse du roulement sans glissement et appliqué la loi de composition des vitesses aux trois centre des roues en contact avec le sol. Cela permet de trouver un système de trois équations (une par roue) qui donne la vitesse de rotation de chaque roue en fonction de la vitesse du centre du robot et de sa vitesse de rotation. La résolution de ce système permet également de prouver l'omnidirectionnalité du robot. J'ai ensuite écrit une feuille de calcul sur le programme Maple qui donne les vitesses de rotation des roues en fonction du mouvement voulu permettre d'accélérer les calculs lors d'une modélisation ultérieure.

Modélisation :

J'ai souhaité modéliser le robot grâce à l'informatique afin de pouvoir étudier l'influence des défauts des roues sur la trajectoire du robot, notamment du « saut de roue » qui peut faire dévier le robot. J'ai d'abord créé les roues et la plateforme du robot avec solidworks et modélisé les liaisons sous motionworks. Ce programme est déjà utilisé en Travaux Pratiques mais la conception du robot a nécessité d'approfondir ma maîtrise du logiciel notamment pour les liaisons entre les solides car le contact entre le sol et les roues est assez spécifique étant donné que chaque roue n'est pas constamment en contact avec le sol. Il est donc impossible d'utiliser les liaisons normalisées parfaites classiques. Une fois le robot modélisé, j'ai pu simuler les mouvements basiques faisables par un robot omnidirectionnel. Je me suis heurté à des problèmes de précision du calcul : une précision trop basse entraîne souvent l'échec de la simulation, et les résultats peuvent être sensiblement différents selon la précision choisie. Il a donc fallu faire un compromis entre une précision haute et un temps de calcul raisonnable.

La modélisation m'a permis de voir l'influence du saut de roue. Il apparaît que les translations sont peu affectées mais les rotations sont plus modifiées par ce défaut. Outre le fait de voir le

comportement du robot, cela m'a permis de voir les limites d'une telle modélisation.

Bibliographie :

Cyril NOVALES, Yves PARMANTIER, Gérard POISSON : Modélisation cinématique d'un robot mobile omnidirectionnel à roues sphériques, XVème Congrès Français de Mécanique.

Rapport de projet de fin d'étude de Marc Antoine Richer-Comisso Mathieu Béliveau : Conception, contrôle et réalisation d'un robot omnidirectionnel. Disponible sur http://robofoot.polymtl.ca/publications/PFE_comisso-beliveau.pdf

site internet :

Association robotique INRIA/CNRS, <http://crap.gforge.inria.fr>



FICHE SYNOPTIQUE

Candidat : ROBART Benoît

Sujet : *Crash test: Modélisation, test du modèle, et analyse des résultats.*

Introduction, objectifs

Aujourd'hui, la sécurité des passagers lors d'un accident est devenue un argument de vente, et l'Union européenne impose régulièrement de nouvelles normes en matière de sécurité automobile. Il est devenu important pour le constructeur de concevoir des carrosseries qui se déforment « bien » lors d'un choc. Pour cela, les ingénieurs ont recours à des crash tests.

J'ai cherché à reproduire un crash test à mon échelle, et à interpréter les résultats obtenus avec mon niveau de connaissances.

Démarche

Pour rendre compte de ce qui se passe lors d'un crash, j'ai tout d'abord cherché un modèle qui serait un compromis entre complexité et domaine de validité. J'ai opté pour une loi de décélération linéaire par morceaux en m'inspirant d'un cours de mécanique de l'Université de Liège.

Une fois le modèle choisi, je me suis concentré sur l'établissement d'un protocole expérimental qui me permettrait de valider ou de réfuter le modèle, d'en donner les limites. Pour l'objet à crasher, j'ai choisi la canette. J'ai ensuite réfléchi à un système permettant à la fois de crasher des canettes en toute sécurité, et de mettre en place une caméra pour filmer la déformation. J'ai d'abord pensé à une masse guidée sur un rail, qui s'est vite révélée difficile à mettre en place. J'ai finalement un système de pendule qui a été utilisé. La canette était fixée perpendiculairement à une barre alourdie par une masse, le tout était monté sur une tige qui permettait au pendule de fonctionner. J'ai pris contact avec la faculté de Rouen, qui a accepté de me prêter une caméra ultra rapide et le matériel nécessaire pour la durée de l'expérience.

Douze crashes ont été filmés. Il a fallu ensuite exploiter les vidéos. J'ai alors utilisé en parallèle le logiciel Image J et un tableur, et j'ai reporté les coordonnées d'un point préalablement marqué sur la canette dans le tableur, image par image. J'ai ainsi obtenu l'écrasement de la canette, sa vitesse et son accélération au cours du temps (l'utilisation d'une mire a permis de convertir les pixels de la vidéo en millimètres). J'ai donc pu comparer les résultats obtenus expérimentalement avec ce à quoi on s'attendait avec le modèle théorique.

Plan

I) Présentation du modèle: Linéaire par morceaux.

II) Protocole expérimental, manipulations.

III) Interprétation des résultats, limites du modèle.

Conclusion

L'utilisation d'une canette pour le crash test ne m'a pas permis de vérifier le modèle avec autant de succès que pour la voiture de l'article. Je n'ai pas pu approximer la déformation à une caractéristique linéaire dès le début. Cependant, à partir d'un moment, la déformation devient linéaire par morceaux. Ce qui était valable pour la structure complexe qu'est la voiture ne l'est pas forcément pour une structure simple comme la canette.

Ce TIPE m'a permis de construire une réflexion personnelle tout au long de l'année autour d'une problématique que je m'étais fixée, il m'a permis de prendre des initiatives et m'a apporté une expérience de travail.

Sources

Contacts:

Enseignants-chercheurs de la Faculté de Rouen: Françoise Baillot, Christine Richard, Toufik Boushaki.

L'atelier de la faculté.

Documents utilisés:

http://www.ingveh.ulg.ac.be/fr/cours/Notes_de_cours_Meca_0004/pcv2009.pdf, partie V: c'est le modèle proposé par ce site que j'ai voulu vérifier.

Un modèle simplifié de crash, publié dans Bulletin de l'Union des physiciens, par Olivier Vallée, avec qui j'ai cherché à entrer en contact. Ce document présente un modèle de crash test que je n'ai pas retenu.

Dossier de l'ENS Cachan: Identification de lois de comportement pour le Crash Test automobile.

(<http://www.si.ens-cachan.fr>)

Bulletin technique Renault, hors série 1989.

Pour la science n°380 juillet 2009