



Présentation

L'option aéronautique donne aux élèves des savoirs et savoir-faire utiles à la conception d'un aéronef. L'aéronautique est un secteur qui fait appel à une grande variété de disciplines. Dans le cadre de l'option, les élèves définissent leur propre parcours parmi les disciplines: aérodynamique, acoustique, automatique, matériaux, et mécanique des structures. La formation est conçue autour de projets. L'élève ingénieur est amené à mettre en œuvre un savoir académique intégrant des aspects tant transversaux que spécifiques. A partir de la conception simplifiée d'un avion d'affaires (projet commun), les différents projets spécifiques focalisent sur un élément (turboréacteur, voilure, fuselage...) ou sur une problématique (acoustique, matériaux, commandes...) afin d'évoluer par exemple vers un avion moins consommateur, moins polluant, ou moins bruyant.

Semestre

S09

Programme

Compétences visées par l'UE

- Formuler un problème d'ingénierie dans le secteur de l'aéronautique
- Modéliser un système complexe.
- Analyser un problème pluridisciplinaire.
- Mobiliser des savoirs et savoir-faire pour la conception détaillée d'un système.

Débouchés

Groupe SAFRAN (Safran Aircraft Engines, Safran Helicopter Engines, Safran Nacelles, ...), groupe Airbus (Airbus, Airbus Helicopters), Dassault Aviation, ONERA, CNES Toulouse, Hexcel composites...

Pré-requis

Tronc commun de l'École Centrale de Lyon, ou équivalent.

Pour le projet Propulsion: un MOS à choisir entre 1.1 et 3.5, et un MOS à choisir entre 5.4 et 7.1.

Evaluation

AE 3.1 : 15%, AE 3.2 : 25%, AE 3.3 : 60%

Site web de l'option

Informations complémentaires

Spécifiques Option Aéronautique



CONFÉRENCES

LESSON AND CONFERENCES

Responsable(s): Jérôme BOUDET, Olivier DESSOMBZ

| Cours : 20 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le cycle de conférences vise à fournir une vision élargie des différents secteurs et métiers de l'aéronautique.

Mots-clés : Aéronautique, énergie, secteur, métiers, défis.

Programme

Cycle de 10 conférences de 2 heures, assurées par des ingénieurs en activité dans différents secteurs/métiers de l'aéronautique, de l'énergie, etc.

Compétences

- Avoir une vision élargie du domaine aéronautique.
- Identifier les défis à relever dans le domaine de l'aéronautique.
- Connaître les débouchés proposés par l'option aéronautique.

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Participation



PROJET AVION

AERONAUTICS PROJECT

Responsable(s): Damien CONSTANT, Jérôme BOUDET, Olivier DESSOMBZ, Olivier

| Cours : 2 | TD : 34 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Ce projet vise à étudier le pré-dimensionnement d'un avion d'affaires, à partir d'un cahier des charges donné (nombre de passagers, rayon d'action, longueur de piste...). Il permet d'aborder l'avion dans sa globalité, au travers de modèles simplifiés, et initie à l'ingénierie de la conception basée sur des itérations multiples. Ce projet est en partenariat avec Dassault Aviation.

Mots-clés : avion d'affaires, pré-dimensionnement

Programme

Ce projet se compose de deux phases :

Phase 1 : analyser et compléter un outil de pré-dimensionnement, puis l'utiliser pour concevoir un avion en réponse à un cahier des charges imposé.

Phase 2 : approfondissement. Par exemple : réalisation d'une maquette d'aile et étude en soufflerie, amélioration des modèles de pré-dimensionnement, étude des sensibilités...

Compétences

- Identifier l'influence de paramètres caractéristiques d'un avion sur ses performances.
- Elaborer et mettre en oeuvre un processus de dimensionnement sur un problème pluridisciplinaire.
- Proposer et critiquer des modèles adaptés à une phase de pré-dimensionnement.

Travail en autonomie

Objectifs : Progresser dans le pré-dimensionnement de l'avion.

Méthodes : Chaque groupe de quatre élèves exploite les documents fournis, les logiciels mis à disposition et les compétences de l'équipe d'encadrement.

Bibliographie

D.P. Raymer., *AIRCRAFT DESIGN: A CONCEPTUAL APPROACH*, AIAA, 2012

L. Jenkinson, J. Marchman. *AIRCRAFT DESIGN PROJECTS.*, Elsevier, 2003

J.D. Anderson. *AIRCRAFT PERFORMANCE AND DESIGN*, McGraw-Hill, 1999

Contrôle des connaissances

Évaluation des rendus intermédiaires et finaux du projet qui peuvent prendre différentes formes : notes de calcul, résultats de dimensionnement, exposé.



PROJET SPÉCIFIQUE

SPECIFIC PROJECT

Responsable(s): **Jérôme BOUDET, Olivier DESSOMBZ**

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Mots-clés :

Programme

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances



Présentation

Le projet a pour objet d'évaluer les nuisances vibratoires et acoustiques liées à l'avion, en distinguant les nuisances produites par l'aéronef aux abords des aéroports, c'est-à-dire le bruit externe, et les nuisances subies par l'aéronef en termes de bruit interne ou de tenue mécanique.

Un des objectifs de ce projet est d'obtenir un dimensionnement intégrant plusieurs contraintes liées à l'environnement et / ou à la sécurité, sans négliger pour autant la performance et la robustesse de l'aéronef.

Semestre

S09

Programme

Compétences visées par l'UE

Débouchés

Pré-requis

Evaluation

Participation, compte-rendu écrit et soutenance

Site web de l'option

Informations complémentaires

Les études proposées, qui seront définies en accord avec la sensibilité des élèves, feront appel à une forte interdisciplinarité afin de bien mettre en lumière l'origine des nuisances, et d'examiner des solutions de dimensionnement réalistes. On mentionne ci-dessous quelques sujets de projet qui ont été réalisés ces



ACOUSTIQUE ET VIBRATIONS

AERONAUTICS

Responsable(s): **Olivier DESSOMBZ, Sebastien BESSET, Vincent CLAIR**

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le projet a pour objet d'évaluer les nuisances vibratoires et acoustiques liées à l'avion, en distinguant les nuisances produites par l'aéronef aux abords des aéroports, c'est-à-dire le bruit externe, et les nuisances subies par l'aéronef en termes de bruit interne ou de tenue mécanique.

Un des objectifs de ce projet est d'obtenir un dimensionnement intégrant plusieurs contraintes liées à l'environnement et / ou à la sécurité, sans négliger pour autant la performance et la robustesse de l'aéronef.

Mots-clés :

Programme

Les études proposées, qui seront définies en accord avec la sensibilité des élèves, feront appel à une forte interdisciplinarité afin de bien mettre en lumière l'origine des nuisances, et d'examiner des solutions de dimensionnement réalistes. On mentionne ci-dessous quelques sujets de projet qui ont été réalisés ces dernières années :

Études d'impact au voisinage des aéroports pour le décollage et l'atterrissage.

Optimisation du trafic et des trajectoires pour réduire la trace au sol des nuisances sonores.

Estimation des niveaux de bruit et de vibrations induits par l'écoulement en vol de croisière pour le bruit interne.

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Participation, compte-rendu écrit et soutenance



Présentation

Le développement des vols aérospatiaux a entraîné le développement de méthodes de commande puissantes adaptées aux contraintes fortes de ce domaine : multi-actionneurs multi-capteurs avec des exigences de performance importantes. Ces méthodes ont été très rapidement déployées dans l'aéronautique militaire (réactivité) avant de diffuser massivement dans l'aéronautique civile. Avec le renforcement de la concurrence, il est crucial de gérer au mieux l'énergie afin de limiter les coûts de revient tout en assurant le confort et la sécurité des passagers, ce qui rend indispensable les systèmes de commande. L'objectif de ce projet est de former aux méthodes de conception et de validation (robustesse) des systèmes de commande performants, incontournables dans l'industrie aéronautique.

Mots clefs : Automatique, Commande multi-actionneurs multi-capteurs (multivariable), Mécanique du vol, Robustesse

Semestre

S09

Programme

Compétences visées par l'UE

- Savoir formaliser le cahier des charges d'un système de commande
- Savoir concevoir un algorithme de commande multivariable répondant à un cahier des charges complet
- Savoir analyser la robustesse d'un système de commande
- Savoir appliquer les compétences ci-dessus sur un avion de transport civil

Débouchés

Pré-requis

Evaluation

Participation, compte-rendu écrit et soutenance

Site web de l'option

Informations complémentaires

Il est possible de décomposer le travail à réaliser en trois phases :

Une première étape d'étude bibliographique dans laquelle il s'agira de se familiariser à quelques notions de dynamique de vol, comprendre le modèle de mouvement latéral, formaliser le cahier de charges pour la



GUIDAGE ET PILOTAGE

AERONAUTICS

Responsable(s): Anton KORNIENKO, Laurent BAKO, Olivier DESSOMBZ, Paolo MASSIONI

| Cours : 10 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 10 | Projet : 54 | Langue du cours : MI

Objectifs de la formation

Le développement des vols inhabités (aérospatial) a entraîné le développement de méthodes de commande puissantes adaptées aux contraintes fortes de ce domaine : multi-actionneurs multi-capteurs avec des exigences de performance importantes. Ces méthodes ont été très rapidement déployées dans l'aéronautique militaire (réactivité) avant de diffuser massivement dans l'aéronautique civile. Avec le renforcement de la concurrence, il est crucial de gérer au mieux l'énergie afin de limiter les coûts de revient tout en assurant le confort et la sécurité des passagers, ce qui rend indispensable les systèmes de commande. L'objectif de ce projet est de former aux méthodes de conception et de validation (robustesse) des systèmes de commande

Mots-clés : Automatique, Commande multi-actionneurs multi-capteurs (multivariable), Mécanique du vol, Robustesse

Programme

Il est possible de décomposer le travail à réaliser en trois phases :

Une première étape d'étude bibliographique dans laquelle il s'agira de se familiariser à quelques notions de dynamique de vol, comprendre le modèle de mouvement latéral, formaliser le cahier de charges pour la conception des lois de commande. Un cours de mécanique du vol d'une dizaine d'heures sera dispensé dans cette étape.

Une deuxième étape de conception proprement dite des correcteurs. En fonction du cahier des charges, les élèves sont amenés à choisir parmi un ensemble de méthodes multivariables (placement de pôles, H-infini, LQG, ...), une méthode adéquate pour le calcul du correcteur.

Compétences

- Savoir formaliser le cahier des charges d'un système de commande
- Savoir concevoir un algorithme de commande multivariable répondant à un cahier des charges complet
- Savoir analyser la robustesse d'un système de commande
- Savoir appliquer les compétences ci-dessus sur un avion de transport civil

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Daniel Alazard, Pierre Apkarian, Christelle Cumer, Gilles Ferreres, Michel Gauvrit, *ROBUSTESSE ET COMMANDE OPTIMALE*, Cépaduès éditions, 1999
A. E. Bryson *CONTROL OF AIRCRAFT AND SPACECRAFT*, Princeton University Press., 1994
S. Skogestad and I. Postlethwaite *MULTIVARIABLE FEEDBACK CONTROL: ANALYSIS AND DESIGN*, Wiley- BlackWell, 2005

Contrôle des connaissances

Participation, compte-rendu écrit et soutenance



Présentation

L'objectif du projet est d'évaluer les performances du couple « matériau et procédé » dans le cas d'un matériau composite. Il comprend toutes les étapes de l'élaboration (moulage au sac, RTM...) à la caractérisation finale du matériau (effet des paramètres du procédé, propriété mécanique sous sollicitation monotone ou cyclique, analyse de l'endommagement...). La caractérisation mécanique peut se faire sur des géométries simples, mais aussi dans des configurations s'approchant des applications finales du matériau. Ce projet a une forte connotation expérimentale, mais l'utilisation d'outils numérique n'est pas exclue (calculs par éléments finis, analytiques...) pour améliorer la compréhension des phénomènes mis en jeu.

Semestre

S09

Programme

Compétences visées par l'UE

- savoir se comporter face à un problème complexe dans lequel plusieurs facteurs interviennent
- connaissance des méthodes de caractérisation dans le domaine des matériaux composites

Débouchés

Pré-requis

matériaux; mécanique des matériaux ; matériaux composites

Evaluation

Participation, compte-rendu écrit et soutenance

Site web de l'option

Informations complémentaires



MATÉRIAUX ET STRUCTURES

AERONAUTICS

Responsable(s): **Olivier DESSOMBZ**

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

Le projet s'intéressera à un système particulier pour en réaliser une étude approfondie en partant du cahier des charges fonctionnel. Par exemple : Assemblage de fuselage d'avion (Mécanique des Structures + Matériaux). Amortissement de panneaux sandwich pour plancher d'avion (Mécanique des Structures + Matériaux). Assemblage par collage de composites de l'aéronautique : contrôle non destructif et caractérisation (Matériaux).

Mots-clés :

Programme

Compétences

Travail en autonomie

Objectifs :

Méthodes :

Bibliographie

Contrôle des connaissances

Participation, compte-rendu écrit et soutenance



Présentation

Le projet consiste en la conception d'un réacteur d'avion, du point de vue de l'aérodynamique et de la mécanique des structures (statique et dynamique). La pluridisciplinarité de la conception s'appuie sur une organisation des élèves en mode projet.

Mots-clés : turboréacteur, compresseur, turbine, aérodynamique, thermodynamique, mécanique des structures, dynamique d'ensemble

Semestre

S09

Programme

Compétences visées par l'UE

- Formuler un problème d'ingénierie
- Rassembler des savoirs et savoir-faire pour la conception détaillée d'un système

Débouchés

Pré-requis

Evaluation

Participation, compte-rendu écrit et soutenance

Site web de l'option

Informations complémentaires

Pour commencer, des calculs de cycles thermodynamiques permettent de définir l'architecture globale du réacteur afin de fournir la poussée déterminée lors du projet avion. Une analyse unidimensionnelle conduit ensuite à la définition du nombre de composants constituant ce moteur.



PROPULSION

AERONAUTICS

Responsable(s): Jérôme BOUDET, Laurent BLANC, Olivier DESSOMBZ

| Cours : 0.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 0.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : AN

Objectifs de la formation

Le projet consiste en la conception d'un réacteur d'avion, du point de vue de l'aérodynamique et de la mécanique des structures (statique et dynamique). La pluridisciplinarité de la conception s'appuie sur une organisation des élèves en mode projet.

Mots-clés : turboréacteur, compresseur, turbine, aérodynamique, thermodynamique, mécanique des structures, dynamique d'ensemble

Programme

Pour commencer, des calculs de cycles thermodynamiques permettent de définir l'architecture globale du réacteur afin de fournir la poussée déterminée lors du projet avion. Une analyse unidimensionnelle permet ensuite de définir le nombre de sous-composants nécessaires.

Des 'zooms' sur des composants particuliers sont enfin réalisés afin d'aborder des exemples concrets et approfondis d'expertise. Par exemple:

- Conception détaillée d'étages de compresseur, à partir de simulations mécaniques et aérodynamiques 3D. Atteinte d'un compromis entre l'aérodynamique et la mécanique.
- Analyse de la dynamique d'ensemble (arbre, disques, liaisons...).

Compétences

- Formuler un problème d'ingénierie.
- Rassembler des savoirs et savoir-faire pour la conception détaillée d'un système.

Travail en autonomie

Objectifs : Avancement de la conception.

Méthodes : Simulations avec différents niveaux de fidélité.

Bibliographie

N.A. Cumpsty, *COMPRESSOR AERODYNAMICS*, Krieger Pub, 2004

B. Lakshminarayana *FLUID DYNAMICS AND HEAT TRANSFER OF TURBOMACHINERY*, John Wiley and Sons, Inc., 1996

F. F. Ehrich *HANDBOOK OF ROTORDYNAMICS*, 2004

Contrôle des connaissances

Participation, compte-rendu écrit et soutenance.