

INTRODUCTION

Le pilotage et le fonctionnement de nombreux systèmes sur les aéronefs modernes ne pouvant se faire par la seule force physique des membres de l'équipage, il est indispensable de leur adjoindre un système multiplicateur d'efforts. Ce système permet également de transmettre à distance les mouvements et efforts commandés de la cabine de pilotage, en faisant appel aux principes de l'hydraulique ou pneumatique à haute pression et parfois une combinaison de deux.

La climatisation et pressurisation demande aussi un asservissement pneumatique à grand volume, il est donc important de bien comprendre le fonctionnement des divers éléments.

Ce cours permettra de comprendre les besoins des avions et hélicoptères dans ce domaine ainsi que la réalisation et le fonctionnement des systèmes permettant de satisfaire ces besoins.

OBJECTIF GÉNÉRAL

Identifier les principaux composants, leur utilité et leur mécanisme, des générations et asservissements hydrauliques et pneumatiques.

THÉORIE

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Appliquer les principes de base de l'hydraulique et de la pneumatique.

Identifier les différents types de générations et asservissements hydrauliques et pneumatiques.

Identifier les principaux composants d'une génération ou des asservissements hydrauliques et pneumatiques :

- générations hydrauliques : simple, semi-complexe et complexe ;
- générations pneumatiques : simple de secours, semi-complexe et complexe ;
- asservissements hydrauliques de commande de vol, train d'atterrissage et utilités ;
- asservissements pneumatiques de train d'atterrissage, utilités, pressurisation-climatisation et anti-givrage.

Expliquer le principe d'utilisation des principaux composants de générations et d'asservissements hydrauliques et pneumatiques.

Utiliser les principaux symboles graphiques reliés à l'hydraulique et à la pneumatique.

Interpréter des schémas et diagrammes hydrauliques et pneumatiques.

CONTENU DE COURS

- Comparaison entre le pneumatique et l'hydraulique versus les autres méthodes d'asservissement.
- Généralités sur les principes de l'hydraulique : les avantages, les inconvénients. Les unités de mesure. La loi de Pascal et ses applications.
- Sensibilisation à l'hydraulique.
- Lois régissant la pneumatique. Lois de Mariotte, Boyle et Charles.
- Construction d'un circuit de base fonctionnel.
- Les liquides et leurs caractéristiques physiques. Le choix d'une huile, les différentes huiles et les précautions à prendre pour la manipulation.

----- Examen #1-----

GÉNÉRALITÉS

- Les réservoirs : but et construction. Pressurisation des réservoirs. Les jauges de quantité.
- Le refroidissement : but et principe, les divers types et leur fonctionnement.

LA SOURCE D'ÉNERGIE

- L'entraînement des pompes.

LE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE

Direction

- Les clapets anti-retour : conception, utilisation, fonctionnement.
- Le clapet navette : but, utilisation, fonctionnement.
- Les clapets séquentiels : but, utilisation, fonctionnement.

Débit

- Les fusibles hydrauliques : position, fonctionnement, but.

Pression

- Les clapets de surpression : principe d'utilisation et conception.
- Les régulateurs de pression : rôle, fonctionnement.
- Les indicateurs de pression : but, emplacement, construction, fonctionnement.
- Les détecteurs de pression.

LE TRAVAIL

- Amortisseurs de vérins et verrouillage.
- Les vérins rotatifs : but, principe de fonctionnement, utilisation, mise en marche et arrêt.

----- Examen #2 -----

LES SYSTÈMES COMPLETS

- Systèmes principaux et systèmes de secours sur aéronefs modernes.
- Diagrammes et schémas (différence entre eux).
- Analyse d'un circuit à l'aide des symboles graphiques, dessins picturaux et maquettes.

CIRCUIT PNEUMATIQUE

Similitude et différence avec l'hydraulique.

Circuit de base.

Circuit de secours.

Circuit de puissance pneumatique.

Utilisation dans les aéronefs modernes.

----- Examen synthèse -----

LABORATOIRE

SECTION I

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Expliquer la fonction et le fonctionnement de divers composants de générations ou asservissements hydrauliques et pneumatiques.
- Appliquer des principes de base hydrauliques ou pneumatiques à l'aide de bancs d'essais.
- Expliquer le fonctionnement d'un système hydraulique à l'aide d'un schéma graphique, pictural et de composants.
- Se conformer aux mesures de sécurité appliquées à l'hydraulique et à la pneumatique.

Contenu du cours (laboratoire 1)

- Présentation du plan de cours.
- Initiation au champ d'application de l'hydraulique et de la pneumatique à l'aide de la mise en fonction de :
 - bouteille N₂
 - bancs d'essai
 - la maquette du Westwind
- Identifier les mesures de sécurité appliquées à l'hydraulique et à la pneumatique.

Contenu du cours (laboratoire 2)

- Étude des variations de pression à l'intérieur d'un circuit hydraulique.
- À l'aide d'un banc d'essai, application des variations de pression. Utilisation de colonnes et calculs de pertes de pression.

Contenu du cours (laboratoire 3)

- Compréhension de fonctionnement d'un vérin, calculs de force.
- Étude du fonctionnement du vérin sous différentes charges en application hydraulique et pneumatique.
- Comparaisons de l'hydraulique versus la pneumatique.

Contenu du cours (laboratoire 4)

- Compréhension du travail d'un distributeur en rapport avec le vérin.
- Étude de l'application des clapets de contrôle de débit dans le travail d'un vérin à l'aide des bancs Ropal et Véga.

Contenu du cours (laboratoire 5)

- But et principe de fonctionnement de divers accumulateurs oléopneumatiques. Emplacement dans le circuit. Mise en service. Mise en fonction sur une maquette. Application des formules utilisées pour la pneumatique.

Contenu du cours (laboratoire 6)

- Étude des charges sur un moteur hydraulique à l'aide du banc Ropal. Calculs divers.
- Compréhension de fonctionnement de moteurs (gérotor et à palette), explications de fonctionnement.

Contenu du cours (laboratoire 7)

- Analyse d'un circuit simple hydraulique :
 - composant d'une maquette
 - dessin, compréhension des signes graphiques et picturaux
- Évaluation à l'aide du logiciel d'hydro-pneu d'un circuit complet et fonctionnel.

Contenu du cours (laboratoire 8)

- Les pompes. Les principaux types de pompes utilisées, leurs caractéristiques de débit (fixe ou variable).
- Compréhension de fonctionnement de diverses pompes hydrauliques.

Contenu du cours (laboratoire 9)

- Les servocommandes assistées et de puissance. Principe de base et utilisation, asservissements, sensation musculaire, servocommandes réversibles ou irréversibles.
- Mise en fonction d'un servomécanisme sur maquette à l'aide d'un banc d'essai.
- Étude du fonctionnement d'un servomécanisme et de son asservissement :
 - maquette WestWind
 - maquette du train de nez DC-8

Contenu du cours (laboratoire 10)

- À l'aide d'un banc d'essai, étude de l'application des clapets solénoïdes et d'une valve pilote. Mouvements séquentiels à l'aide de synchronisateurs (exemple d'application de la robotique, mouvements séquentiels des atterrisseurs).

Contenu du cours (laboratoire 11)

- Étude du fonctionnement d'un maître-cylindre et d'un frein à disque. Étude générale du freinage indépendant, assisté et de puissance sur une maquette.

SECTION II

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Localiser les composantes d'un système hydraulique fonctionnel. Analyser des schémas ou diagrammes hydrauliques.

Contenu du cours (laboratoire 12)

- Analyse et mise en fonction d'un circuit hydraulique semi-complexe (ex. : hélicoptère AS350).

Contenu du cours (laboratoire 13 & 14)

- Analyse et mise en fonction d'un circuit hydraulique complexe. (ex. : Falcon 20)

SECTION III

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Expliquer le fonctionnement des divers éléments constituant les amortisseurs oléopneumatiques.
- Appliquer des principes de base hydraulique et pneumatique sur les amortisseurs oléopneumatiques.
- Mettre en service des amortisseurs oléopneumatiques.

Contenu du cours (laboratoire 15)

- Compréhension de fonctionnement d'un amortisseur oléopneumatique à chambre unique et tube calibré.
- Démontage, compréhension de fonctionnement ainsi que remontage d'un amortisseur oléopneumatique à chambre séparée et plateau clapet.
- Mise en service d'un amortisseur oléopneumatique (aéronef au sol et sur vérins) :
 - maquette du Westwind
 - maquette train principal Challenger

MÉTHODOLOGIE

- Cours magistraux en théorie.
- En laboratoire : étude et compréhension de fonctionnement des divers éléments constitutifs d'aéronefs.
- Utilisation de bancs et maquettes hydrauliques.
- Démonstration par le professeur.

MOYENS DIDACTIQUES

- Acétates, vidéos.
- Cahier de laboratoire, cahier de schémas théoriques.
- Bancs d'essais hydrauliques et pneumatiques.
- Utilisation d'un logiciel de simulation hydraulique-pneumatique.

ÉVALUATION

Théorie

- Il y aura trois (3) examens en théorie au cours de la session (15% - 15%) et un examen jumelé au travail de session (20%).
- Le total des points accumulés en théorie représentera 50% de la note finale.
- Ces examens sont à choix multiples et/ou à développement.

Laboratoire

L'élève sera évalué par un mini-test en début de laboratoire et/ou une évaluation de la manipulation et compréhension des activités sur bancs d'essai et/ou des questions utilisant le logiciel de simulation hydro-pneu. Les critères d'évaluation pour la manipulation en laboratoire sur les bancs d'essai sont :

- la préparation au lab. (lecture, questions et utilisation du logiciel hydro-pneu);
- manipulation et suivi des procédures;
- sécurité (port des équipements et précautions);
- travail d'équipe.

Il y aura 10 points cumulatifs pour chacun des laboratoires effectués. Le total sera ramené à 50% de la note finale. Une durée de 15 minutes est prévue pour les mini-tests et la correction de la semaine précédente.

IMPORTANT :

- *Tout élève absent en laboratoire, sans justification valable, aura la note "0" pour ce laboratoire.*
- *L'élève aura droit à l'utilisation de son cahier de laboratoire personnel. (Pas de photocopie acceptée)*

| OBJECTIFS : Analyser la composition des systèmes et intégrer le vocabulaire technique à son langage. | | | | |
|---|------------|--|---|------------|
| Objets d'évaluation | % | Aspects observables | Critères d'évaluation | % |
| Décrire les systèmes. | | L'énumération des divers éléments qui composent le système. | Description complète. | |
| Localiser les composants. | | La disposition les uns par rapport aux autres. La disposition dans les diverses parties de l'aéronef. | Positionnement de façon judicieuse pour un fonctionnement correct. Positionnement aux bons emplacements suivant le type d'aéronef. | |
| Expliquer le rôle des composants. | | L'explication du rôle de chacun suivant la partie du système. | Identification du rôle exact de chacun suivant son emplacement dans le système. | |
| Décrire les composants. | | La description de façon détaillée. | Énumération des pièces principales qui le composent. | |
| Expliquer les lois de la physique et effectuer certaines applications mathématiques de celles-ci. | | L'identification des phénomènes physiques en présence. L'explication de leur relation avec un composant ou l'ensemble du système. | Reconnaissance du principe de physique. Lien entre le principe et son application. | |
| Intégrer le vocabulaire technique à son langage. | | L'utilisation du vocabulaire technique dans les réponses aux questions d'examen. | Exactitude du vocabulaire. Syntaxe et orthographe correctes. | |
| | 100 | | | 100 |

MÉDIAGRAPHIE

IL EST RECOMMANDÉ AUX ÉLÈVES DE SE PROCURER LES VOLUMES AYANT UN ASTÉRISQUE, EN PLUS DES DIVERS CAHIERS REQUIS EN THÉORIE ET LABORATOIRE.

Théorie :

Féminier, Didier, Cellules et Systèmes d'Aéronefs, III, André Blancher, Outremont, Modulo, c 1982. (D 629.13431 F 329 C)

McNickle, L.S., L'Hydraulique simplifiée, Trad. par J. Faisandier, Paris, Dunod, 1970. (D 621.2 M 169 s F)

Rémy, François & J. Smits, L'Énergie des Fluides, Tome I, Hydraulique, Longueuil, Éd. Julienne, c 1970. (620.106 R 392 e)

Rémy, François & J. Smits, L'Énergie des Fluides, Tome II, Hydraulique, Longueuil, Éd. Julienne, c 1970. (620.106 R 392 e 1980)

Crane, Dale, Aircraft Hydraulic Systems, Basin, Wyo., Aviation Maintenance Foundation, 1975. (Aviation technician training course) (D 629.8043 C 891 a)

Merrill, Samuel W., Fluid Power for Aircraft : Modern Hydraulic Technology, 4th ed., Preston, Ida., Intermountain Air Press, 1974. (D 621.2 M 571 f 1974)