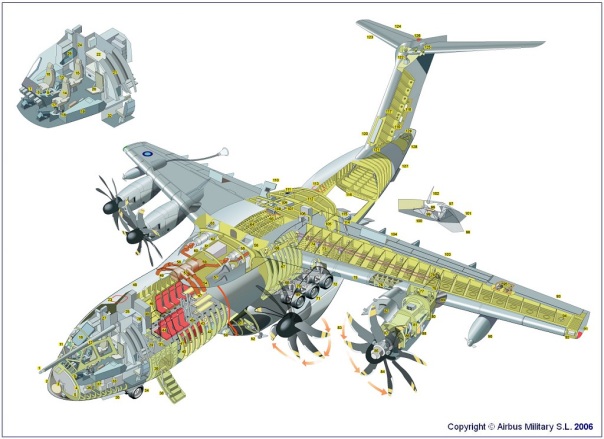
|  |
| --- |
| DOSSIER SUJET |

|  |
| --- |
| **Turbopropulseurs TP400 de l’aéronef A400M** |

**Mise en situation**

**Présentation de l’aéronef A400M et des moteurs TP400**



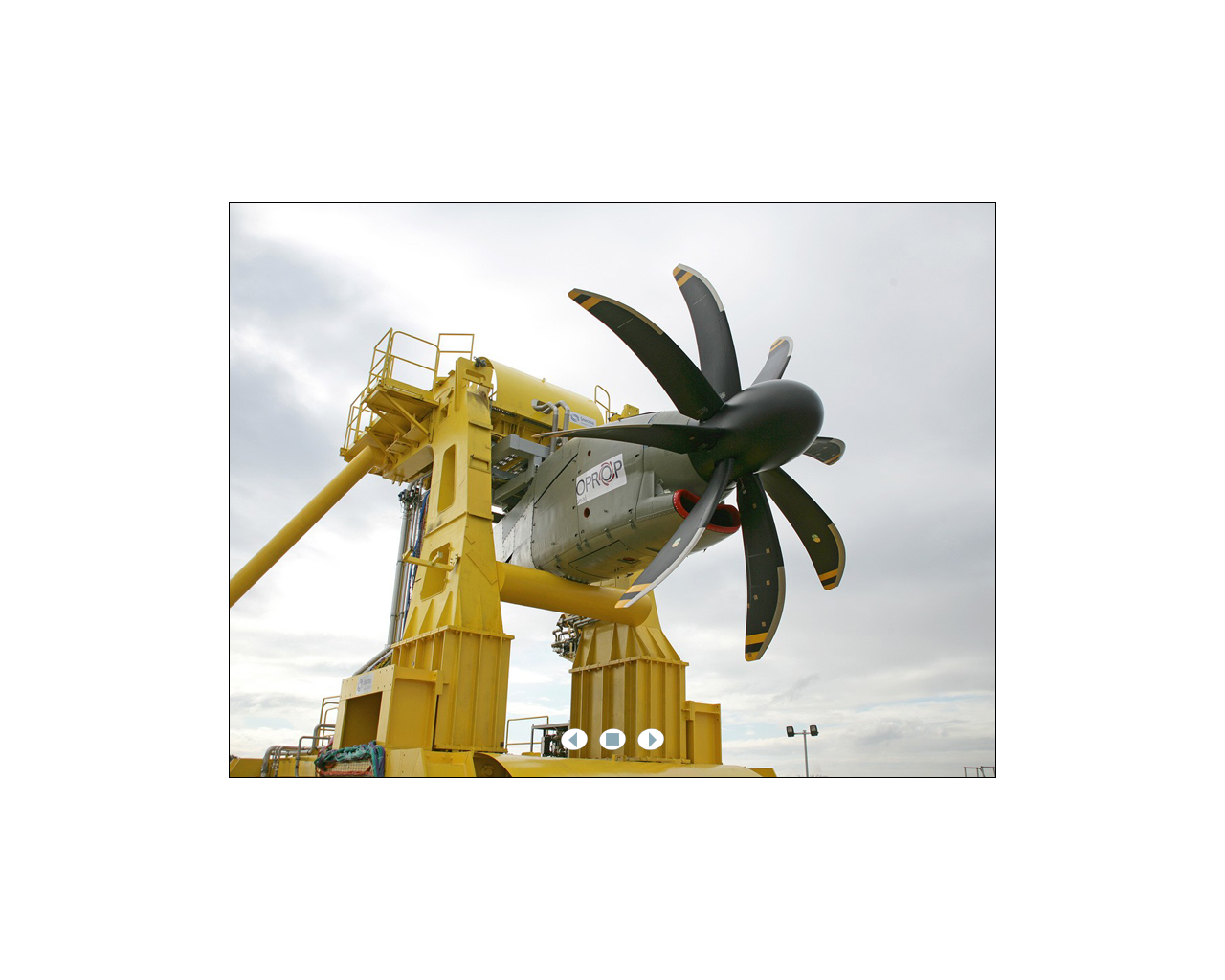
#### A400M

L’A400M est un quadrimoteur de transport polyvalent commandé notamment par l’armée de l’air française.

Cet avion est équipé de quatre moteurs TP400 qui sont des turbopropulseurs de dernière génération.

Le moteur TP400 possède un générateur de gaz multi corps à chambre de combustion annulaire.

**Présentation de la problématique**

Au cours de sa mise au point, le turbopropulseur TP400 a présenté des difficultés de démarrage en conditions de basses températures provoquant des situations de « pompage » (effet d'un compresseur sur l'autre), ayant les conséquences suivantes :

* élévation exagérée de la pression induisant des refoulements vers l’entrée d’air ;
* augmentation de la température des gaz brûlés pouvant endommager les turbines ;
* vibrations importantes pouvant conduire à la détérioration des paliers ;
* bruits anormaux et violents, émission de flammes, extinction… ;
* chute de puissance.

Un moteur étant conçu pour fonctionner sans pompage dans un domaine d'utilisation défini, il est possible de rencontrer ce phénomène en explorant les limites d’utilisation du moteur ou en cas d'anomalie.

Le phénomène de pompage peut se manifester dans les cas suivants :

* dans le circuit amont : entrée d'air obstruée, compresseur endommagé, adaptation inertielle des compresseurs ;
* dans le circuit aval : réduction de la section de sortie, chambre et/ou turbine endommagée(s).

Le pompage peut se produire également lors d'une accélération trop brutale ou, dans le cas d'un turbomoteur, lorsqu'il y a surcharge et chute de régime.

Les problèmes rencontrés se sont traduits par des retards de mise au point et ont provoqué des avaries au niveau des compresseurs et des turbines.

Pour remédier au phénomène de pompage, les paramètres d’exploitation des moteurs ont été modifiés selon les points suivants :

* la régulation électrique a dû être adaptée aux nouvelles conditions de couple et de puissance ;
* les conditions de combustion et de détente turbine ont dû être revues. De ce fait la poussée s’est trouvée modifiée ;
* le réducteur a dû être modifié afin d’optimiser les régimes de rotation de l’hélice et les couples résistants par une meilleure maîtrise de l’inertie lors du démarrage ;
* l’instrumentation a dû être revue pour permettre les essais en vol des moteurs sur des appareils de plus ancienne génération.

**Trame de l’étude**

En premier lieu il sera demandé d’identifier les systèmes présents dans l’aéronef étudié, assurant d’une part la génération électrique (partie 1) et d’autre part la propulsion (partie 2).

Ensuite la problématique du pompage est abordée dans la partie 3, et il est demandé de valider les performances théoriques du moteur après que des modifications des conditions d’exploitation des moteurs aient été appliquées pour supprimer le pompage. Les conditions de mise en rotation de l’hélice (démarrage moteur) sont ensuite vérifiées dans la partie 4.

Les nouvelles conditions d’exploitation des moteurs sont testées en conditions réelles sur un aéronef (Hercule C130) dédié spécifiquement aux tests de moteurs. Les problèmes techniques liés à l’interfaçage de la commande des moteurs sur cet aéronef font l’objet de l’étude dans la partie 5.

**Travail demandé**

**PARTIE 1 – Composants de la génération électrique**

*Le but de cette partie est d’appréhender les différents composants de la génération électrique. À partir de la documentation fournie dans le dossier DT 4/15 à DT 10/15, répondre sur feuille de copie par des phrases simples et concises aux questions suivantes.*

Étude des batteries.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.1 :** | **Indiquer** le nombre de batteries présentes sur ce type d’avion. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.2 :** | **Donner**, pour chaque batterie, son repère sur le schéma électrique et le BUS qu’elle alimente. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.3 :** | **Préciser** en quelques lignes le rôle de chaque batterie. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude des alternateurs.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.4 :** | **Donner** la signification de VFGs. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.5 :** | **Indiquer** le nombre d’alternateurs principaux présents. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.6 :** | **Donner**, pour chaque alternateur, son repère sur le schéma électrique et le BUS qu’il alimente. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.7 :** | **Préciser** en quelques lignes leur rôle. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.8 :** | **Préciser** leurs principales caractéristiques électriques (tension, nombre de phases, …). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude de l’APU.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.9 :** | **Donner** la signification de « APU ». |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.10 :** | **Indiquer** sa position physique et son repère sur avion en utilisant la vue détaillée de l’avion. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.11 :** | **Donner** son repère sur le schéma électrique et le BUS qu’il alimente. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.12 :** | **Préciser** en quelques lignes son rôle. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.13 :** | **Préciser** ses principales caractéristiques électriques (tension, nombre de phases, …). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude de la RAT.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.14 :** | **Donner** la signification de « RAT ». |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.15 :** | **Indiquer** sa position physique et son repère sur avion en utilisant la vue détaillée de l’avion. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.16 :** | **Donner** son repère sur le schéma électrique et le BUS qu’elle alimente. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.17 :** | **Préciser** en quelques lignes son rôle. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.18 :** | **Préciser** ses principales caractéristiques électriques (tension, nombre de phases, …). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude de l’alimentation électrique par groupe de parc.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.19 :** | **Indiquer** combien de prises de parc sont présentes. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.20 :** | **Préciser** leurs principales caractéristiques électriques. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude du BCRU.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.21 :** | **Donner** la signification de « BCRU ». |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.22 :** | **Préciser** quel est son rôle. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.23 :** | **Donner** le niveau des tensions d’entrée et de sortie. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.24 :** | **Représenter** le BCRU sous la forme d’un actigramme A-0 (matière d’œuvre entrante, matière d’œuvre sortante, fonction du système, nom du système). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude du TRU.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.25 :** | **Donner** la signification de « TRU ». |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.26 :** | **Préciser** quel est son rôle. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.27 :** | **Donner** le niveau des tensions d’entrée et de sortie. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.28 :** | **Représenter** schématiquement les éléments électriques qui permettent de réaliser ce convertisseur (indiquer les tensions d’entrée et de sortie). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.29 :** | **Représenter** le TRU sous la forme d’un actigramme A-0 (matière d’œuvre entrante, matière d’œuvre sortante, fonction du système, nom du système). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Étude des inverter.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.30 :** | **Indiquer** quel est le rôle de l’inverter. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.31 :** | **Donner** le niveau des tensions d’entrée et de sortie. |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.32 :** | **Représenter** l’inverter sous la forme d’un actigramme A-0 (matière d’œuvre entrante, matière d’œuvre sortante, fonction du système, nom du système). |
| DT 4/15 à DT 10/15 |

Synthèse : étude du synoptique de la génération électrique.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.33 :** | **Colorier** **en bleu**, sur le document réponse DR 1/3, les éléments fournissant le DC et **tracer en bleu** les liaisons correspondantes entre ces éléments. |
| DT 4/15 à DT 10/15  DR 1/3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.34 :** | **Colorier en vert**, sur le document réponse DR 1/3, les éléments fournissant l’AC et **tracer en vert** les liaisons correspondantes entre ces éléments. |
| DT 4/15 à DT 10/15  DR 1/3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.35 :** | **Représenter** par des flèches, sur le document réponse DR 1/3, le sens du transfert de courant entre les différents éléments en respectant le code de couleur utilisé précédemment. |
| DT 4/15 à DT 10/15  DR 1/3 |

**PARTIE 2 – Structure des moteurs**

*Le but de cette partie est d’identifier les différents composants et structures du moteur.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.1 :** | À partir de la coupe du moteur fournie ci-dessous par le constructeur, **proposer** sur votre copie d’examen un schéma de structure des différents corps HP et IP en respectant les nombres d’étages aux compresseurs et aux turbines.  Il est demandé de respecter la schématique suivante propre aux turbomachines.  Turbine HP  Turbine BP  Compresseurs HP  Compresseurs BP ou IP  Exemple de schématisation conseillée :  Votre schéma devra faire apparaître clairement ces différentes sections, dont les indices caractériseront ultérieurement les températures, pressions et volumes de la masse d’air s’écoulant dans la machine. Paramètres qui seront soit donnés, soit à calculer. Coupe Générateur de gaz TP400 : On donne :  S1 🡪 section entrée compresseur IP  S2 🡪 section entrée compresseur HP  S3 🡪 section entrée chambre combustion  S4 🡪 section entrée turbine HP  S5 🡪 section entrée turbines IP  S6 🡪 section sortie turbines IP |
| DT 12/15  S1  S2  S3  S4  S5  S6 |

**PARTIE 3 – Résolution du phénomène de pompage**

*Le but de cette partie est d’analyser le pompage et de résoudre les problèmes thermodynamiques associés.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.1 :** | Les difficultés de démarrage du moteur ont été résolues par notamment une augmentation de la puissance calorifique aux régimes de rotation caractéristiques de cette phase.  À partir du croquis ci-dessous, **expliquer** clairement le phénomène de pompage pouvant survenir au compresseur HP. |
| Numériser0005DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.2 :** | **Répertorier** les trois dispositifs de correction du pompage pouvant être installés sur ce type de compresseur. **Expliquer** leur fonctionnement (ne pas négliger l’usage de croquis). |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

Détermination des paramètres du flux dans les différentes sections du moteur.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.3 :** | **Tracer** qualitativement le diagramme enthalpique PV du cycle complet (flux primaire seulement).  **Calculer** le débit massique qui transite dans le flux chaud.  Pour cela on donne :  S1 = 0,75 m2 [Section d’entrée du compresseur]  v1 = 64 m/s [vitesse de l’air à l’entrée du compresseur]  **Nous prendrons une masse volumique correspondant à un point fixe en conditions ISA.** |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.4 :** | **Calculer** la température T2 à la sortie du compresseur IP, sachant que le taux de compression de l’ensemble IP est τIP = 7. **Expliciter** les calculs.  Remarque :    **Préciser** sur le diagramme PV de la question précédente ce que représente le travail équivalent à la compression IP.  **Calculer** ce travail. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.5 :** | Si la température T3 est de 520 K, **déterminer** le taux de compression de l’ensemble HP que l’on notera .  **Calculer** ensuite le taux de compression global. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.6 :** | Si le débit de carburant lors du démarrage est caractérisé par un dosage (kéro/air) de 1/42, alors **calculer** la température T4 des gaz en fin de combustion en ne considérant que l’apport calorifique du carburant (Rappel :  chaleur massique de l’air 1000 J/kg/K).  **Calculer** la pression P4 et le volume V4 correspondant à l’expansion des gaz après combustion.  On rappelle que ces paramètres influenceront les conditions de pompage.  **Préciser** les hypothèses de calcul relatives aux conditions thermodynamiques. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.7 :** | Si le taux de détente en turbine équivaut à 80% du taux de compression global des étages compresseurs (le reste de la détente s’effectuant dans la tuyère), alors **déterminer** la température T6.  On considèrera pour cela que :  P6 / P4 = 0,8 x (P1 / P3)  **Indiquer** si cette température est importante pour la surveillance moteur par le FADEC ; **justifier** votre réponse. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

Étude du fluage sur les pales de turbine.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.8 :** | Une des détériorations des étages turbine vient du fluage des pales de ces étages.  **Expliquer** ce qu’est le fluage élastique et plastique et en quoi ces phénomènes affectent le potentiel du moteur.  Talon  Profil de la pale  Pied de sapin  **Expliquer** le rôle des systèmes de contrôle de jeu carter/turbine de type HPTCC ou LPTCC (Hight and Low pressure control clearance). |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.9:** | Le fluage produit un allongement de la pale qui est modélisée par une poutre encastrée sur un disque tournant et soumise à de la traction due aux effets des forces fictives centrifuges.  On donne ci-dessous le modèle d’une pale de turbine, encastrée au point A sur un disque, tournant autour d’un axe (O,) à une vitesse angulaire ω :  O  A  R = c + b  *x*  c  λ  Gλ  *dx*  Après l’étude dynamique d’une pale, il en résulte que l’évolution de la composante normale N du torseur des efforts de cohésion dans une section courante d’abscisse λ est de la forme suivante :    Avec :  ρ :  masse volumique du matériau (acier réfractaire) constituant la pale (7850 kg/m3).  S :  section droite constante de la pale (e x a = 400 mm2).  R :  rayon extérieur de la pale (270 mm).  c :  rayon intérieur de la pale (239 mm).  ω :  vitesse angulaire du corps HP (1676 rad/s).  Eà froid : module d’élasticité longitudinal, à froid, du matériau constituant la pale (200000 MPa).  Eà chaud : module d’élasticité longitudinal, à chaud, du matériau constituant la pale (100000 MPa).  Expression de l’allongement total de la pale étudiée (noté :  u) en condition froide **ou** chaude :    **Calculer** l’allongement d’une pale en condition froide et l’allongement d’une pale en condition chaude.  Nous noterons ces allongements :  uà froid et uà chaud .  **Préciser** quelle condition de fonctionnement donne l’allongement le plus important ; **justifier** votre réponse. |
| DT 11/15 à DT 15/15  b  c  e  a |

Choix de matériau des pales de turbine.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.10 :** | **Déterminer** la contrainte normale de traction, engendrée par les effets centrifuges, en pied de pale et **choisir** un matériau parmi les exemples donnés ci-dessous.  Pour cela nous considèrerons :   * Section de pied de pale :  160 mm2 * Norme de l’effort de traction dans chaque pale :  110700 N * Acier type 1 :  Re = 350 MPa * Acier type 2 :  Re = 700 MPa * Acier type 3 :  Re = 1200 MPa * Coefficient de sécurité minimum :  smini = 1,2 |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

Vérification du bon fonctionnement de la turbomachine aux nouvelles températures.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.11 :** | Afin de contrôler le fluage lors du démarrage, le constructeur a procédé à une diminution du dosage carburant maintenant égal à 1/45. Cela a conduit à un taux de compression diminué, limitant ainsi les performances mais rendant la machine moins sensible au pompage.  **Préciser et justifier** simplement, sans faire de calcul, si les nouvelles températures T4 et T6 augmentent ou diminuent. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.12 :** | **Préciser** ce qu’est la poussée résiduelle d’un turbopropulseur.  **Indiquer** si celle-ci augmente ou diminue en fonction de l’évolution de la température T6. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

**PARTIE 4 – Étude de la phase de démarrage du moteur**

*Le but de cette partie est d’étudier l’adaptateur de vitesse situé entre l’arbre entraîné par la turbine basse pression IP et l’hélice.*

Répartition de la puissance mécanique.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.1 :** | **Calculer**, à partir des données fournies, pour un turbopropulseur en régime permanent, les puissances suivantes exprimées en Watt :  Pélec, Phydrau, Pe. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.2 :**  DT 11/15 à DT 15/15 | **Calculer**, d’après les données fournies, le rapport de transmission d’entrée/sortie de l’adaptateur de vitesse situé entre l’arbre entraîné par la turbine basse pression du turbopropulseur et l’hélice.  Nous noterons ce rapport de transmission : |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.3 :**  DT 11/15 à DT 15/15 | **Déterminer**, en fonction du résultat obtenu à la question précédente, la nature de cet adaptateur de vitesse ainsi que le sens de rotation de l’hélice en fonction du sens de rotation de l’arbre d’entrée. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.4 :**  DT 11/15 à DT 15/15 | **Calculer** la puissance nominale, exprimée en Watt, disponible sur l’hélice sachant que chaque étage de l’adaptateur de vitesse est affecté d’un rendement de 95% et que la puissance nominale d’entrée de l’adaptateur de vitesse entraînant l’hélice (notée :  Pe) est estimée à 9500 ch.  Nous noterons cette puissance :  Ps |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.5 :**  DT 11/15 à DT 15/15 | **Calculer** la vitesse angulaire à laquelle doit tourner l’arbre entraîné par la turbine basse pression du turbopropulseur (notée :  ω2) afin que l’hélice tourne à sa fréquence de rotation nominale Nhélice = 842 tr/min, correspondant à son point de fonctionnement. Pour cette question nous prendrons comme loi d’entrée/sortie de l’adaptateur de vitesse la relation suivante :  ωs = 0,114 x ωe. |

Étude de la mise en rotation de l’hélice lors de la phase de démarrage du moteur.

**Données et hypothèses :**

* La fréquence de rotation nominale de la turbine basse pression du turbopropulseur a pour valeur :

N2 = 7390 tr/min

* Le modèle retenu de l’hélice est donné sur le document **DT 14**.
* La liaison pivot d’axe (B,) est parfaite.
* Le moyeu de l’hélice est considéré comme étant un disque homogène en acier plein dont les caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Diamètre :  dmoyeu = 500 mm.

Épaisseur :  emoyeu = 200 mm.

* L’hélice est parfaitement équilibrée et son centre de gravité Ghélice est confondu avec le point O.
* À la fin de la phase de démarrage, le régime culmine à 70 % du nominal (IDLE)

sachant que :



* Lors de la phase de démarrage du moteur les pales de l’hélice sont calées avec un pas nul (transparence). Nous considèrerons alors que la seule action mécanique agissant sur l’hélice, pendant sa mise en rotation, est le couple  supposé constant et se projetant positivement sur l’axe (O,) avec la norme suivante :



|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.6 :**  DT 11/15 à DT 15/15 | **Calculer**, d’après les données fournies, la masse du moyeu de l’hélice.  Nous noterons cette masse :  mmoyeu |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.7 :** | **Écrire** le théorème du moment dynamique appliqué à l’hélice, lors de la phase de démarrage du moteur et calculer la valeur de l’accélération angulaire de l’hélice.  Sachant que nous avons :    Nous noterons cette accélération : |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.8 :** | **Calculer**, à partir de l’accélération déterminée précédemment, le temps au bout duquel l’hélice atteint sa fréquence de rotation correspondant à la fin de la phase de démarrage du moteur. Nous noterons ce temps :  tDémarrage  **Spécifier**, en justifiant la réponse, si ce temps de démarrage est satisfaisant. |
| DT 11/15 à DT 15/15 |

**PARTIE 5 – Éssais en vol**

*Le but de cette partie est d’étudier l’interfaçage du nouveau turbopropulseur TP400 sur l’avion de test Hercules C130, ce qui a également retardé le programme A400M suite à des incompatibilités d’instruments de bord.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.1 :** | **Indiquer** quels peuvent être les problèmes d’interfaçage du point de vue avionique entre l’A400M et l’Hercules C130. |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.2 :** | La photographie proposée sur le document réponse DR 2/3 représente le cockpit de l’A400M.  **Entourer** sur la photographie la zone concernant les indicateurs relatifs aux moteurs.  **Donner**, sur le document réponse DR 2/3, le nom usuel du système d’affichage associé. |
| DR 2/3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.3 :** | En plus de l’indication de fréquence de rotation, **citer** les autres afficheurs de surveillance typiques d’un turbopropulseur.  Quand l'aiguille de l'indicateur de vitesse de rotation se situe sur l'arc de couleur rouge, s’agit-il de la vitesse maximale atteinte ou d’une plage de vitesse à éviter ? |
|  |

Le transfert et codage des données entre le FADEC et les différents calculateurs embarqués se fait par la norme AFDX qui est principalement un sous-ensemble de l’ARINC 664, développé par Rockwell Collins pour Airbus. Ce bus entre dans le concept de l’ « avionique nouvelle » qui a été utilisé en premier dans l’Airbus A380 et qui dorénavant est également utilisé sur l’A400M.

Le format des messages est le suivant :

PA

SFD

DA

SA

L/T

DATA

FCS

Avec :

**PA :** préambule de 56 bits qui permettent à la station réceptrice de détecter et de synchroniser le signal.

**SFD :** délimiteur de début de trame d’1 octet.

**FCS :** vérification de la trame par un CRC (Cyclic Redundancy Check) de 4 octets.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.4 :** | **Indiquer** sur votre feuille de copie la nature et la fonction des autres parties du code données ci-dessous :  DA  SA  L/T  DATA |
|  |

Analogie avec un codage existant

La norme ARINC 664 est issue du concept ETHERNET. L'Ethernet est basé sur un principe de dialogue sans connexion et donc sans fiabilité. Les trames sont envoyées par l'adaptateur sans aucune procédure de type « handshake » avec l'adaptateur destinataire. Le service sans connexion d'Ethernet est également non-fiable, ce qui signifie qu'aucun acquittement, positif ou négatif, n'est émis lorsqu'une trame passe le contrôle CRC avec succès ou lorsque celle-ci échoue. Cette absence de fiabilité constitue sans doute la clé de la simplicité et des coûts modérés des systèmes Ethernet.

### Adresses destination et source :

Ce champ est codé sur 6 octets et représente l'adresse MAC (Medium Access Control) de l'adaptateur destinataire. Dans le cadre d'un broadcast, l'adresse utilisée est FF-FF-FF-FF-FF-FF.

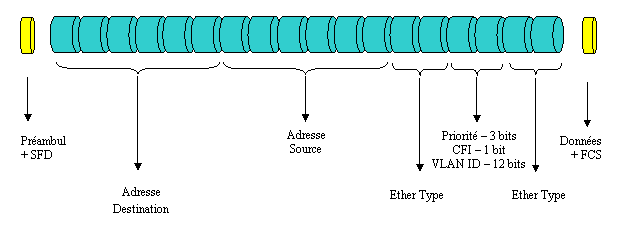
### Ether Type :

Ce champ est codé sur 2 octets et indique le type de protocole inséré dans le champ donné.

Voici un extrait des différentes correspondances :

|  |  |
| --- | --- |
| 0x6000 - DEC | 0x8019 - Domain |
| 0x0609 - DEC | 0x8035 - RARP |
| 0x0600 - XNS | 0x809B - AppleTalk |
| 0x0800 - IPv4 | 0x8100 - 802.1Q |
| 0x0806 - ARP | 0x86DD - IPv6 |

La représentation d’une trame type est donnée ci-dessous:



|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.5 :**  DR 3/3 | On donne un extrait d’une trame AFDX dont le codage est donné en hexadécimal :  **08200C001085220D7208000008004500041254BA20418006001CC2A1B247C2B59102**  NOTA : Les parties PA et SFD ont été enlevées.  Sur le document réponse DR 3/3, **entourer et indiquer** les parties DA, SA et **justifier** que le type de protocole utilisé est l’IPV4. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.6 :**  DR 3/3 | Sur le document réponse DR 3/3, **compléter** le tableau et **indiquer** les deux différences principales entre le protocole AFDX et l’ARINC 429. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.7 :** | **Indiquer** l’équivalent de la fonction FCS de l’AFDX sur ARINC 429. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.8 :**  DR 3/3 | Sur le document réponse DR 3/3, pour la trame ARINC 429 donnée, **indiquer** en les entourant les parties correspondantes à la parité, la Data, le statut, l’étiquette et l’identifiant de source. |