

**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL****LE GÉNIE  
EN PREMIÈRE CLASSE**

## **AER8500 : Informatique embarquée de l'avionique**

Cours offert par le Département de génie électrique

Hiver 2023 Mini-projet

### But :

Le but du mini-projet est de faire la synthèse de deux protocoles de communication très répandus dans le domaine de l'avionique et étudiés durant la session à savoir : l'ARINC 429 et l'AFDX

### Énoncé :

Le mini-projet portera sur la conception d'une fonction avionique régulant la variation de l'altitude d'un avion, en fonction du taux de montée et de l'angle d'attaque. Les lignes suivantes décrivent de façon formelle le projet : Le panneau usager disposera de trois entrées pour l'altitude désirée, pour le taux de montée et pour l'angle d'attaque. Le panneau disposera également de trois écrans pour afficher l'état actuel du système. [L'état du système est composé des valeurs actuelles de l'altitude, de la vitesse et de la puissance du moteur]. Le panneau usager disposera d'un autre écran pour afficher les différents états de la boîte avionique. Trois états sont affichables : l'avion au sol (GROUND), le changement d'altitude (CHANGEMENT\_ALT) et l'état stationnaire (VOL\_CROISIÈRE). Lorsque l'avion est au sol, l'altitude du système est nulle. Pour quitter cet état, il faut fournir une altitude désirée, la fonction se charge de fournir un taux de montée et un angle d'attaque si les deux entrées sont nulles. L'autre alternative pour quitter l'état « AU SOL » est de fournir un taux de montée et un angle d'attaque tous non nuls. Lorsque l'avion change d'altitude, l'état du système est CHANGEMENT\_ALT. L'état du système passe à vol de croisière si l'altitude désirée est atteinte ou si l'avion atteint l'altitude maximale qui est de 40000 pieds. Le système sera évalué par rapport à la réactivité du système. Par exemple, lorsque le système est en changement d'altitude, si l'utilisateur change l'altitude désirée le système doit pouvoir y répondre. Le changement du taux de montée peut accélérer le changement d'altitude. Il va de soit l'altitude peut croître ou décroître selon les différentes entrées fournies. Le cas de chute libre devra être traité en considérant que l'angle de décrochage est de +15 degrés. Pour implémenter une solution robuste, le développeur pourra ajouter des états internes dans sa solution.

## Contraintes :

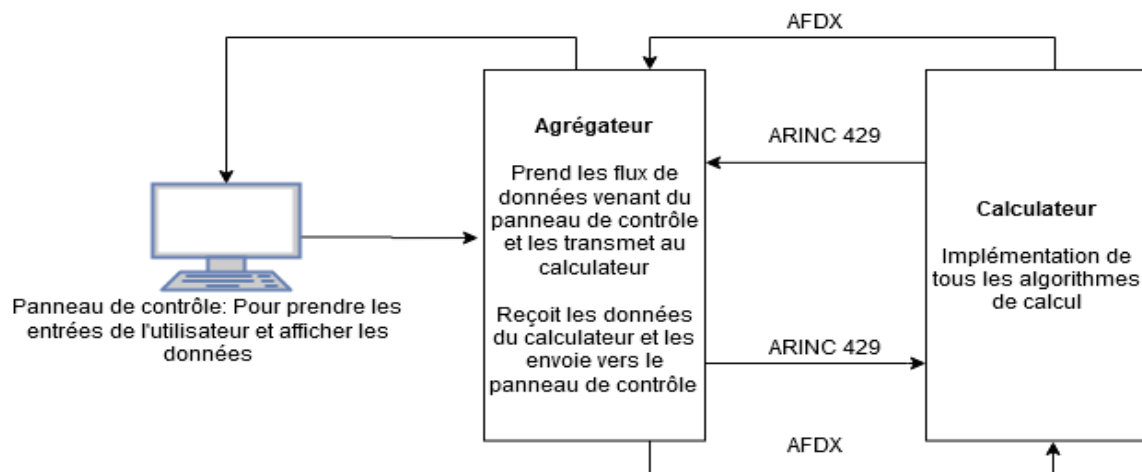
- L'algorithme est implémenté dans un **calculateur** (fonction calculateur) et le panneau de contrôle est déployé à l'aide d'un **agrégateur** (fonction agrégateur)
- La puissance du moteur sera fournie par de l'agrégateur au calculateur. L'algorithme déterminera l'angle d'attaque nécessaire pour une montée ou une descente du véhicule.
- L'altitude est un mot binaire sur le label 001. L'altitude est en pieds. La résolution est 1 pied. L'altitude maximale est de 40000 pieds. Le mot est encodé sur les bits [13:28].
- Le label 001 est également utilisé pour encoder l'état de la fonctionnalité avionique. L'état est encodé sur les bits [11:12]. La valeur 0 est envoyée pour l'état AU\_SOL. La valeur 1 est envoyée pour l'état CHANGEMENT\_ALTITUDE. La valeur 2 est envoyée pour l'état VOL\_CROISIERE.
- Le taux de montée est un mot BCD de 4 chiffres sur le label 002. La vitesse est mètres/minute. La résolution est de 0.1 mètre par minute. La vitesse maximale est de 800 m/min. La valeur nominale de la vitesse dépend de l'angle d'attaque et de l'altitude suivant la formule précisée dans la formule de la vitesse.
- L'angle d'attaque est encodé en BCD de 3 chiffres sur le label 003. L'angle varie entre +/-16 degrés avec une résolution de 0.1 degré.
- La chaîne de caractères représentant l'état du système est également envoyée à travers l'AFDX.
- L'AFDX sera utilisé également pour assurer la redondance des données.

## Formule du taux de montée :

Le taux de montée est déterminé par les affirmations suivantes :

- Envol de croisière, le taux est nul.
- En changement d'altitude, la vitesse varie de 100 m/min pour 10 % de puissance moteur
- À l'approche de l'altitude désirée atteinte, la vitesse doit commencer à se décroître pour s'annuler à l'altitude désirée. Le comportement est laissé au soin du développeur pour garantir une transition douce.

## Diagramme d'interaction :



## Consignes :

1. À la séance du 20 Février 2023, fournir un document de 2 pages maximum qui présente le plan de développement, la liste des signaux, un diagramme interactif propre à l'équipe, le choix du langage de programmation utilisé et la justification de ce choix. (Pondération 5%)
2. Les séances subséquentes seront réservées pour des questions ou des clarifications au besoin.
3. La dernière séance sera réservée pour la présentation de mini-projet dont l'évaluation suivra un barème bien défini. (Pondération 25%) Les livrables seront :
  - a. Une démo de l'application
  - b. Un rapport final de mini projet

## Barème

### Fonctionnement :

- |   |       |
|---|-------|
| • 0.5 pt par phrase de la déclaration formelle            | 4     |
| • 0.5 pt par contrainte respectée                         | 2.5   |
| • Pénalité par contrainte non respectée                   | -0.25 |
| • Formule du taux de montée                               | 1     |
| • Tests de robustesse et de validation de l'entrée        | 2.5   |
| ○ Réaction par rapport aux variations de l'altitude       |       |
| ○ Cas limite non spécifiés formellement                   |       |
| ○ Message d'erreur pour les entrées invalides ou ignorées |       |
| ○ Interface testant la validité des intervalles demandés  |       |
| • Évaluation des ressources utilisées                     | 1     |
| • AFDX et Redondance (Bonus)                              | 1     |
| • Questions de compréhension générale à chaque étudiant   | 1     |

### Rapport :

- |   |     |
|---|-----|
| • Divisions du mini-projet en tâches    | 1.5 |
| • Assignment des tâches                 | 1   |
| • Algorithme de la fonction avionique   | 3.5 |
| • Identification des tâches critiques   | 1   |
| • Plan de contingence prévu             | 1   |
| • Critiques du travail pratique (Bonus) | 0.5 |

Pages maximum du rapport: 4

## Phrases formelles :

1. Le panneau disposera également de trois écrans pour afficher l'état actuel du système.
2. [L'état du système est composé des valeurs internes de l'altitude, du taux de montée et de la puissance du moteur].
3. Le panneau disposera d'un autre écran pour afficher les différents modes de la boîte avionique.
4. Au moins les trois modes suivants doivent être disponibles :
  - a. L'état initial (AU\_SOL)
  - b. Le changement d'altitude (CHANGEMENT\_ALT) et
  - c. L'état stationnaire (VOL\_CROISIÈRE).
5. Lorsque le vol de croisière (VOL\_CROISIÈRE) est atteint, le taux de montée est nul, une puissance du moteur et une altitude constante.
6. Le changement d'altitude (CHANGEMENT\_ALT) intervient lorsque l'utilisateur entre une nouvelle altitude.
7. En changement d'altitude, la fonction doit prendre en compte la dernière entrée d'altitude.
8. Des messages d'erreur doivent être affichées lorsque les valeurs entrées ou affichées ne sont pas valides.

## Contraintes:

- L'altitude est un mot binaire sur le label 001. L'altitude est en pieds. La résolution est 1 pied. -L'altitude maximale est de 40000 pieds. Le mot est encodé sur les bits [13:28].
- Le label 001 est également utilisé pour encoder l'état de la fonctionnalité avionique.
- L'état est encodé sur les bits [11:12]. La valeur 0 est envoyée pour l'état AU\_SOL. La valeur 1 est envoyée pour l'état CHANGEMENT\_ALTITUDE. La valeur 2 est envoyée pour l'état VOL\_CROISIÈRE.
- Le taux de montée est un mot BCD de 4 chiffres sur le label 002. Elle est mètres/minute. La résolution est de 0.1 mètre par minute. Sa valeur maximale est de 800 m/min. La démonstration de la valeur maximale se fera avec un passage de l'altitude de 0 à 40000 pieds.