MESURE DES CARACTÉRISTIQUES D'UN ROTOR DE DRONE

Projet ROTOR-DRONE – Ref : PRJN4-2016

Présentation du problème :

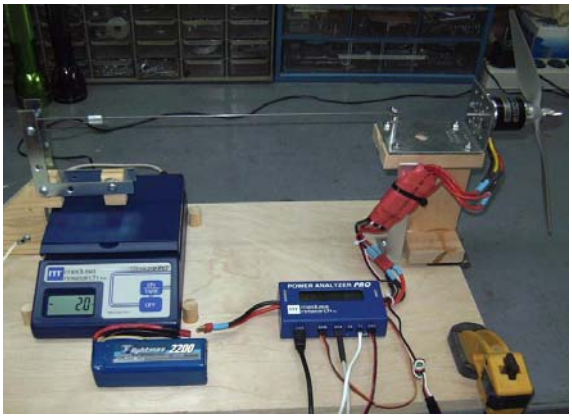
Un des principaux problèmes sur un drone électrique à hélices actuel est d'optimiser le temps de vol. La limite provient du stockage de l'énergie électrique contenue dans des batteries (LiPo).
Ces batteries ayant un poids non négligeable, il faudra toujours trouver le bon compromis poids/temps de vol. Le surdimensionnement n'est pas une solution.
Les éléments intervenant sur la chaine de puissance créant la force de poussée d'un rotor sont :

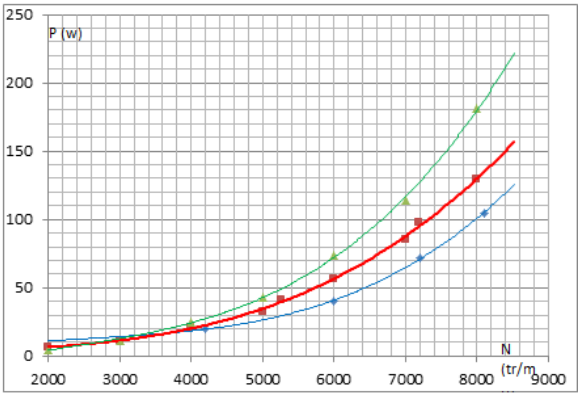
- La batterie LiPo (tension nominale, capacité…)
- Le moteur brushless associé à son variateur (type, vitesse de rotation maximale, …)
- L'hélice (dimensions géométriques, matériau…)

Un deuxième critère à prendre en compte est le bruit provoqué par le drone (survol d'animaux, scènes de cinéma ou reportages …)

Problématique :

Effectuer des tests sur un rotor de drone permettant d'identifier les variations de puissance, effort et vitesse de rotation en fonction des éléments mécaniques constitutifs du rotor.
Comparer les valeurs et courbes de mesure trouvées aux valeurs données par les modèles théoriques (Abbott, Boucher…)
Proposer une solution mécanique idéale (batterie/moteur brushless/hélice) pour un quadrirotor de type D (poids total en charge inférieur ou égal à 2 kg).
Pour une poussée donnée, rechercher le couple moteur /hélice le plus silencieux.





Matériel et logiciels utilisés :

Eléments mécaniques et électroniques pour montage de la platine de mesure :

- Platine de mesure d'effort (mesure de l'effort de poussée)
- Tachymètre à affichage digital (mesure de la vitesse de rotation)
- Wattmètre - multimètre (mesure de la puissance électrique consommée, intensité et tension)
- Testeur de servomoteur avec potentiomètre pour faire varier la vitesse de rotation (affichage de la valeur PWM 800 à 2200 µs)
- Sonomètre (mesure du bruit engendré par le rotor)

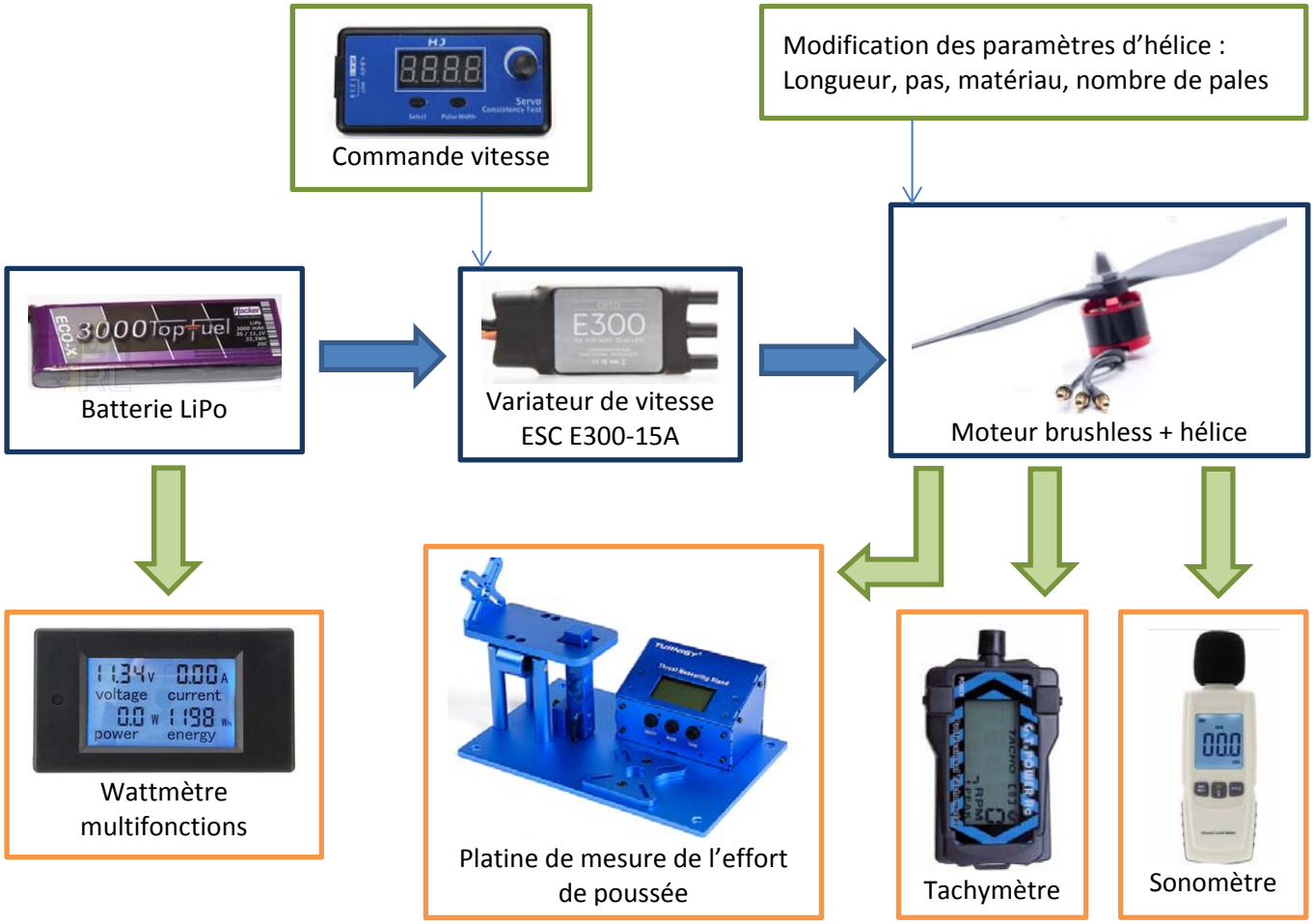
Eléments de rotor de drone

- Batterie 3S / 4S
- Variateur de vitesse ESC 15A (DJI 300)
- Moteur brushless DJI 2212 920 KV ou autre
- Série d'hélices de longueur, pas, matériaux et nombre de pales variables

Logiciels et modèles numériques :

- Modèles Simulink Matlab (comportement du rotor, décharge batterie LiPo)
- Résultats numériques sous forme de fichier Excel (formule de Abbott et formule de Boucher)

Schéma de principe :



Travail demandé :

- Réalisation de la partie mécanique du banc de mesure de manière libre ou à partir des plans proposés.
- Montage et câblage des différents composants électroniques.
- Réalisation de séries de mesures en faisant varier les paramètres suivants :
    - Vitesse de rotation, de 0 à vitesse maxi
    - Type d'hélice (voir ci-dessous)
    - Type de batteries 3S et 4S
    - Type de moteurs (en option)

- Tracé des courbes puissance/vitesse de rotation/poussée.
- Comparaison des résultats avec les modèles théoriques.
- Choix d'un rotor idéal pour un quadrirotor de série D (2kg).

Séries de mesures à réaliser :

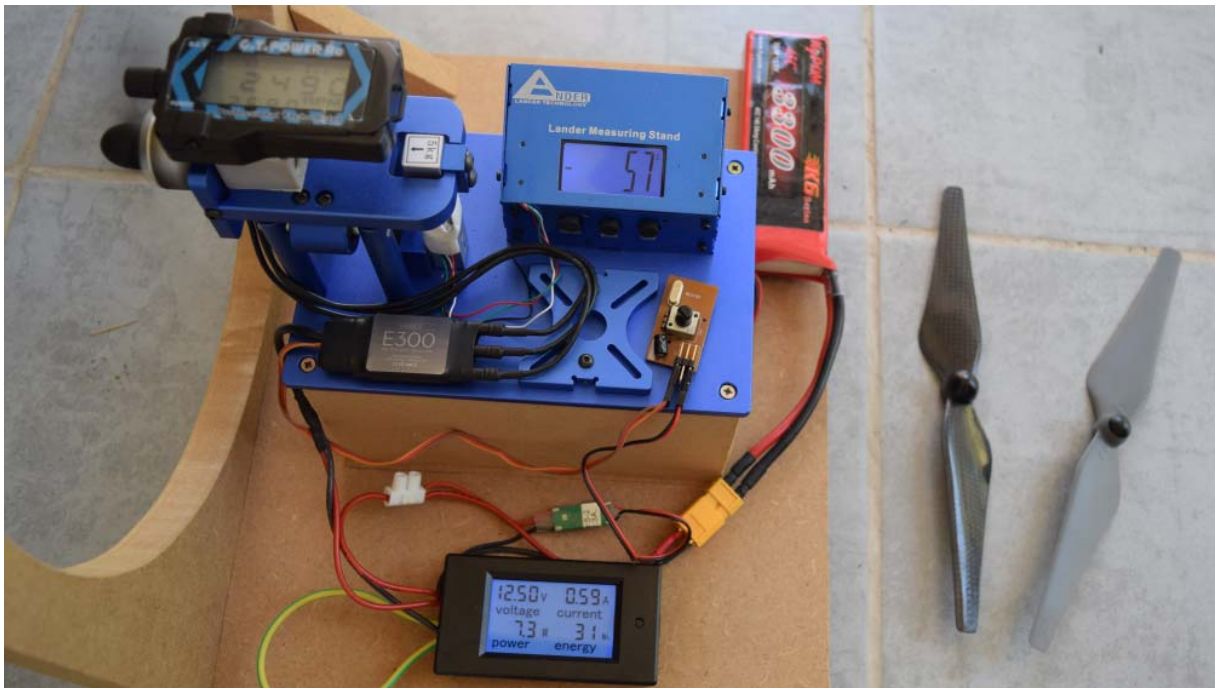
- Comparaison hélices de pas différents pour un même matériau, et même longueur.
- Comparaison hélices de matériaux différents pour un même pas, et même longueur.
- Comparaison hélices de longueurs différentes pour un même matériau, et même pas.
- Comparaison des résultats pour une même hélice avec une batterie 3S et une batterie 4S
- Comparaison hélices à 2 et 3 pales avec les mêmes autres paramètres.

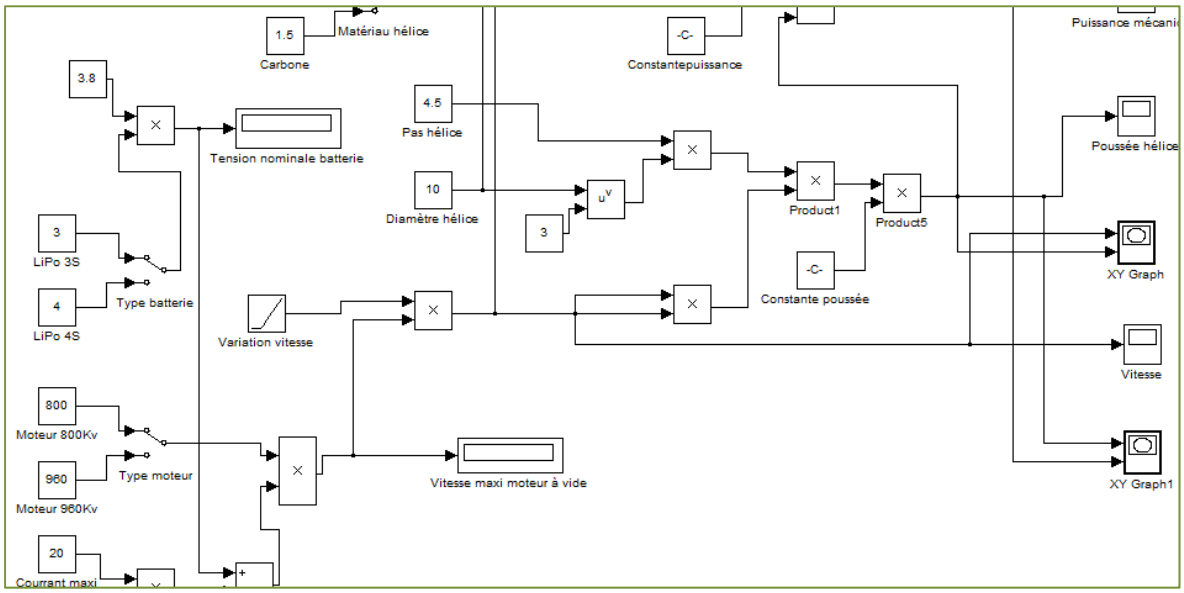
Courbes à tracer :

- Puissance en fonction de la vitesse.
- Poussée en fonction de la vitesse.
- Poussée en fonction de la puissance.
- Poussée/puissance (efficience) en fonction de la vitesse.

Mesures optionnelles :

- Comparaisons des résultats avec moteurs 920 KV et 800 KV.
- Comparaison du bruit des hélices.





Documentations et liens utiles :

Calcul de la poussée d'une hélice – formules de Abbott et Boucher

https://aero.modelisme.com/spip.php?article65
http://aerotrash.over-blog.com/article-les-helices-pour-les-nuls-88886705.html
http://aerotrash.over-blog.com/2015/01/calcul-de-la-poussee-d-une-helice.html

Moteurs brushless – puissance et KV

http://www.fpv-passion.fr/tout-vous-saurez-tout-sur-les-brushless/
http://le-blog-modelisme-rc-de-hal.over-blog.com/article-theorie-du-moteur-electrique-brushless-44939559.html

Programmes sources sur ce thème :

Mesure de la force de poussée ESC DJI avec une balance manuelle :

http://robotic-controls.com/learn/projects/dji-esc-and-brushless-motor

http://www.itsqv.com/QVW/index.php?title=Prop_Comparison_-_10%22_Multirotor

Systèmes de mesure professionnels :

http://www.topmodel.fr/de/product-detail-14949-scale-bench-for-motors-0-10kg-thrust

https://www.rcbenchmark.com/