

Objectifs généraux de l'étude :

- Etudier l'anémomètre et la girouette. Justifier, choisir les capteurs et actionneurs intervenant dans les régulations associées à la direction et à la vitesse du vent.
- Etudier le raccordement des différents éléments

B1 ETUDE FONCTIONNELLE

B1.1 Contrôle de l'orientation de la nacelle :

Quelle raison essentielle justifie l'asservissement de la position de la nacelle à la direction du vent ?

- ✓ Le maintien de la puissance nominale de l'éolienne.
- ✓ La suppression des phénomènes vibratoires
- ✓ La garantie de la sécurité du système

B1.2 Gestion de l'angle d'inclinaison des pales de l'aérogénérateur:

Quelle raison principale justifie le contrôle de la portance des pales par un dispositif de régulation ?

- ✓ Le maintien de la puissance nominale de l'éolienne
- ✓ La suppression des vibrations
- ✓ La garantie de la sécurité du système

B1.3 Mesure de la vitesse du vent.

Quelle raison principale justifie la mesure permanente de la vitesse du vent ?

- ✓ Le maintien de la puissance nominale de l'éolienne
- ✓ La suppression des vibrations
- ✓ La garantie de la sécurité du système



B2 ETUDE DE L'ANEMOMETRE

L'anémomètre est constitué d'un « capteur à godets » qui entraîne en rotation un codeur incrémental. A partir des impulsions générées par ce dispositif, l'unité centrale détermine la vitesse instantanée du vent toutes les 3 secondes et la vitesse moyenne toutes les minutes. Ce sont ces valeurs qui sont ensuite comparées aux « valeurs de consigne ».

Caractéristiques techniques :

- Capteur à roue à godet multidirectionnel
- Précision : meilleure que 2%
- Linéarité : meilleure que 1%
- Gamme de vitesses mesurées : 0 m.s^{-1} à 55 m.s^{-1}
- Vitesse max. supportée 65 m.s^{-1}
- Résolution : 10 impulsions par tours
- Alimentation 12 – 24V DC

B2.1 Exploitation de la documentation constructeur

Le constructeur fournit les courbes de qualification de l'anémomètre (voir DT B9).

- ✓ **CITER** trois caractéristiques techniques directement vérifiables sur les courbes.
- ✓ **JUSTIFIER** vos réponses.
- ✓ **DETERMINER** la vitesse du vent lorsque l'anémomètre tourne à 3000 tr.min^{-1} .

B2.2 Elaboration de la loi de réponse du capteur

On se propose d'exprimer la relation qui, programmée au niveau du calculateur, permettra de déterminer la vitesse effective du vent à partir du comptage des impulsions délivrées par le capteur.

- ✓ **INDIQUER**, à partir des données fournies par le constructeur (voir DT B9), la relation entre la vitesse du vent V_r et la vitesse de rotation n de l'anémomètre.
- ✓ En **DEDUIRE** la relation entre la vitesse du vent V_r et le nombre d'impulsions N_c délivrées en une minute par le codeur.
- ✓ **CALCULER** la vitesse du vent si le codeur génère 12 500 impulsions en une minute.
- ✓ **VERIFIER** graphiquement votre résultat. **CONCLURE**.

B3 ETUDE DE LA GIROUETTE

La girouette est constituée d'une dérive qui, en s'alignant sur la direction du vent, entraîne en rotation un codeur absolu : ce dernier fournit un code binaire, image de l'angle que fait la dérive avec une position de référence (axe de la nacelle pour un angle égal à 0°).

Pour tout décalage supérieur à $\pm 2^\circ$, la nacelle est réalignée.

Caractéristiques techniques de l'information délivrée:

- Précision de la girouette : meilleure que $1,5^\circ$,
- Niveau de sortie compatible avec les entrées automate (24 Vcc)
- Codeur **E6CP-AG5C**

B3.1 Choix du codeur :

- ✓ **JUSTIFIER** le choix du codeur retenu par l'analyse des critères « tension » et « résolution » (voir DT B1).

B3.2 Conversion GRAY-BINAIRE

Le code choisi pour émettre la valeur binaire est le code GRAY et le constructeur propose une structure de décodage GRAY / BINAIRE naturel.

- ✓ A partir du schéma logique du circuit de conversion GRAY-BINAIRE représenté sur le DT B3, **DONNER** l'équation logique de la sortie 2^4 .
- ✓ En **DEDUIRE** l'équation générale d'une sortie binaire de rang n.

Remarque :

*on notera **Bit_B 2ⁿ** le bit de poids 2^n du nombre codé binaire et **Bit_G 2ⁿ** le bit de poids 2^n du nombre codé gray ;
on traitera la conversion avec $V_{in}=0$.*

- ✓ **DETERMINER** le nombre binaire correspondant au code gray : 00010110

B3.3 Raccordement du capteur :

Le capteur est relié à l'UC par une liaison série et la transmission s'effectue par l'intermédiaire d'une platine RS485 raccordée à l'embase du codeur

- ✓ **COMPLETER**, à l'aide du document technique DT B2, le plan de câblage du codeur à l'embase. **INDIQUER** la couleur des fils du capteur dans la zone encadrée prévue à cet effet

B4. ETUDE DU DISPOSITIF ANTI-VRILLAGE.

Lors d'un fonctionnement normal de l'éolienne, la nacelle, en s'alignant sur la direction du vent, peut potentiellement être amenée à effectuer plusieurs tours sur elle même.

Pour éviter le phénomène de vrillage des câbles dans la tour de l'éolienne et le sectionnement qui en résulterait, deux capteurs inductifs de proximité détectent les mouvements de la nacelle. Ces détecteurs permettent au système de contrôler le nombre de tours (noté CPT), réalisés par la nacelle lors du fonctionnement.

A partir de cette information, au delà de 3 tours maximum en fonctionnement normal ou systématiquement lors toute « mise en marche » de l'éolienne, la nacelle est automatiquement repositionnée à « CPT = 0 ».

Caractéristiques des capteurs :

- Capteurs 3 fils pré-câblés non blindés
- Alimentation en 24 Vcc ;
- Distance de détection 10 mm ;
- Type NPN et contact NO : sortie à collecteur ouvert.
- Les capteurs sont raccordés en parallèle

A partir des informations données ci-dessus et des documents techniques DT B4 à DT B6 :

B4.1 DONNER la référence des capteurs inductifs OMRON adaptés à l'utilisation.

B4.2 INDIQUER les caractéristiques dimensionnelles minimales que devra avoir la pièce en acier doux qui servira à la détection de la rotation.

B5 RACCORDEMENT DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS

- Les moteurs de rotation de la nacelle sont commandés simultanément par le même contacteur. Deux contacteurs permettent de fonctionner dans les deux sens de rotation.
- Les moteurs sont protégés par relais thermique et les sécurités électriques habituelles sont câblées.
- En cas de non fonctionnement du dispositif de repositionnement automatique à CPT = 0, une protection spécifique câblée est réalisée par un détecteur 5 tours : cette commande interdit tout mouvement de la nacelle lorsqu'elle a été activée (intervention opérateur nécessaire)

Tableau d'adressage partiel des interfaces E/S de l'UC.

Nom	Repère	Nature	Raccordement E/S
Détecteur de proximité	Sct1 Sct2	inductifs	ID06
Anémomètre	Sv	Codeur incrémental	ID16
Contacteur Droit nacelle	K100		OD05
Contacteur Gauche nacelle	K101		OD06

En fonction des données ci-dessus et de la documentation technique :

B5.1 COMPLETER le schéma de branchement du codeur incrémental de l'anémomètre et des capteurs inductifs.

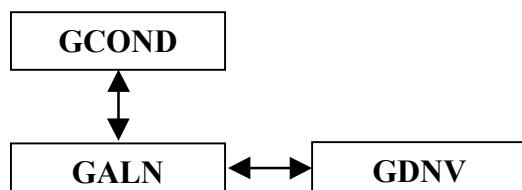
B5.2 COMPLETER le schéma de puissance des moteurs de rotation de la nacelle.

B5.3 REALISER le schéma de commande correspondant à la mise en rotation de la nacelle.

B6. GRAFCET DE REGULATION DE L'ORIENTATION DE LA NACELLE.

Ces GRAFCET ne concernent que la gestion des mouvements d'alignement de l'axe de la nacelle avec la direction du vent.

La structure hiérarchique mise en place est la suivante :



Les GRAFCET dialoguent par synchronisations d'étapes.

Les sécurités qui concernent les modes d'arrêt d'urgence ne sont pas abordées à ce niveau de hiérarchie.

Les sécurités de fonctionnement normal (anti-vrillage 3 tours) sont gérées.

B6.1 COMPLETER les réceptivités qui assurent la synchronisation des GRAFCET entre eux.

B6.2 Dans le GRAFCET « GDNV », **INDIQUER** combien de fois la boucle 2022-2023 est parcourue. **JUSTIFIER** votre réponse.