

Portail automatisé

Livret de présentation pédagogique

Bac général spé-SI

Bac STI2D



UN PRODUIT TECHNOLOGIQUE REEL

Dans le secteur de l'habitat individuel ou collectif, le contrôle et l'automatisation des dispositifs d'accès sont en fort développement.

Le support didactique, dans sa nouvelle version, est bâti à partir d'un produit d'automatisme innovant et performant du fabricant NICE, référence internationale de l'automatisation de l'habitat.

ADAPTE AUX ENSEIGNEMENTS DE SCIENCES DE L'INGENIEUR EN BACCALAUREAT GENERAL ET AUX ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES EN BACCALAUREAT STI2D.

Sa conception mécanique est à la fois simple, 4 liaisons pivots dans un plan, et très robuste (couple maxi = 500Nm), avec une sécurité renforcée. Le produit présente également des spécificités techniques comme un encodeur incrémental intégré aux motoréducteurs, une communication avec les périphériques par BUS, une compatibilité avec les environnements domotiques tels que MyHome, une alimentation par kit solaire ou par le réseau 230Vac...

Grâce à une didactisation très étudiée, ce système pluritechnique offre de nombreuses potentialités pédagogiques dans les différentes voies de formation visées, tant en activités d'investigation qu'en activités de projet.



Système Etude Technique

Ce livret présente des extraits des activités pratiques ou dirigées incluses dans les dossiers d'accompagnement du système didactique "portail automatisé", afin de donner un aperçu de ses potentialités pédagogiques.

Ces activités sont des propositions que le professeur peut exploiter en tout ou partie dans la construction de sa progression pédagogique.



Compétences et connaissances visées

Thème spé SI : CARACTERISER DES ECARTS



- ANALYSER :**
- Analyser des résultats d'expérimentation et de simulation
 - Quantifier les écarts de performances entre les valeurs attendues, les valeurs mesurées
 - Rechercher et proposer des causes aux écarts de performances constatés

Thème STI2D : COMPORTEMENT MECANIQUE DES PRODUITS (I2D, ITEC)



- Mouvements des mécanismes (en lien avec la modélisation des liaisons) :**
- les trajectoires ;
 - les vitesses et accélérations ;
 - analyse/recherche de lois d'entrée-sortie de systèmes mécaniques plans issus d'objets techniques observables.

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_ECART1 Relevés et analyse comparative de grandeurs physiques (vitesses) sur une vidéo

1- Expliquer en quelques mots ce que représentent les détails 1 et 2 et l'intérêt de ces détails ?
 Lors de la phase d'ouverture, le moteur tourne dans le sens positif. A la fin de cette phase, il tourne un peu dans l'autre sens pour libérer l'effort sur la butée.
 Lors de la phase de fermeture, le moteur tourne dans le sens négatif. A la fin de cette phase, il tourne un peu dans l'autre sens pour libérer l'effort sur la butée.
 Cela permettra en cas de panne, de pouvoir déverrouiller le mécanisme pour ouvrir manuellement le vantail.

2- Comment pouvez-vous définir le comportement du mouvement du bras durant les phases d'ouverture et de fermeture ?

Remarque : les durées de montée en vitesse et de ralentissement seront négligées.

Dans l'étude de l'ouvre portail Nice en mode SET, nous pouvons dire que le mouvement du bras est un **Mouvement Circulaire Uniforme (MCU)** car la vitesse de rotation est constante (hors montée en vitesse et ralentissement).

5- Lancer le logiciel « Tracker » puis ouvrir le fichier « SET_OUV_BRAS.trk », correspondant à l'étude du mouvement du bras lors de l'ouverture du vantail.

Le fichier est prêt, pour obtenir les différentes valeurs (vitesse de rotation, vitesse linéaire d'un point, les trajectoires des différents points ...)

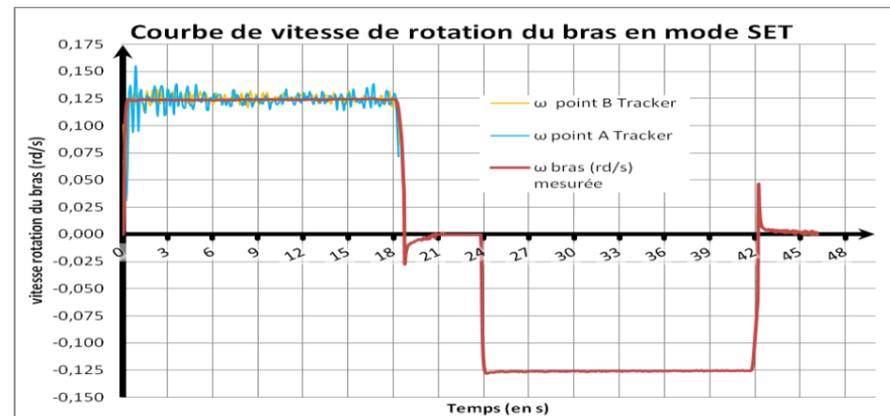
Copier les valeurs de ω du point A (à coller à partir de la case B2) et les valeurs de ω du point B (à coller à partir de la case C2). Comparer les courbes.

Les courbes sont différentes, mais la valeur moyenne des courbes obtenues avec le logiciel « Tracker » est identique à la valeur calculée à partir des mesures durant l'étude.

Nous constatons aussi que la vitesse angulaire du point A est la même que celui du point B. C'est normal car ces deux points appartiennent à la même pièce, le bras.

Pourquoi les courbes ne sont-elles pas identiques ?

Les courbes ne sont pas identiques car il y a une incertitude sur la détection du centre de rotation du bras et la position exacte des points A et B.

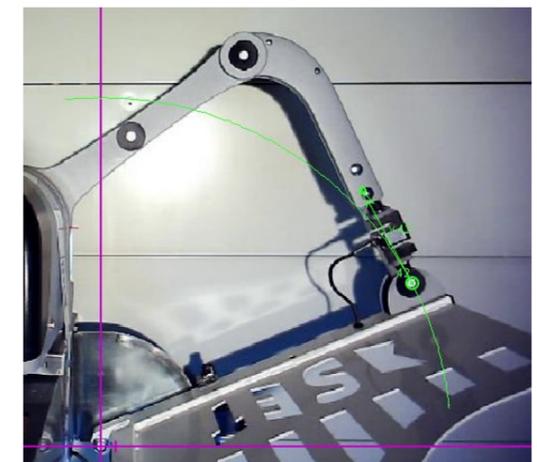
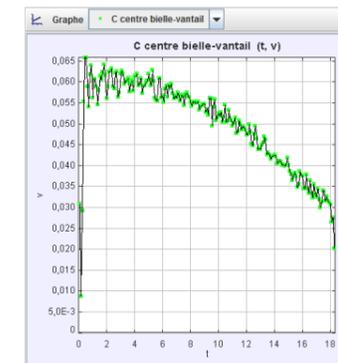
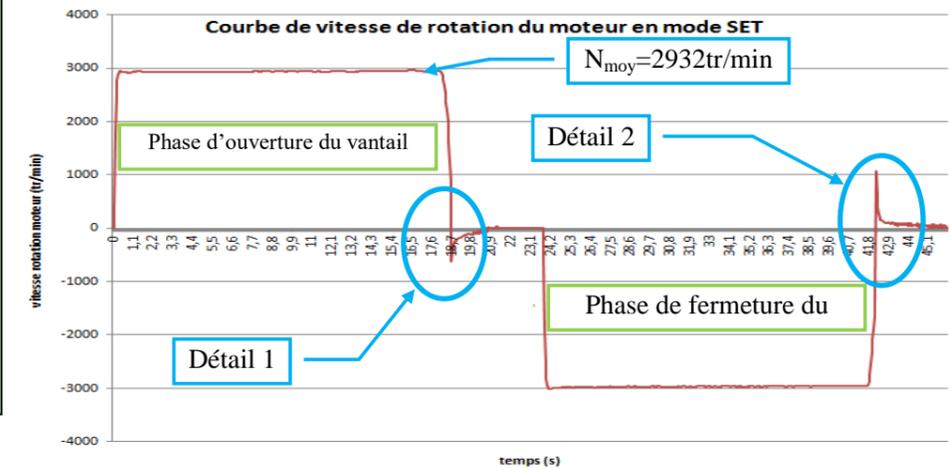
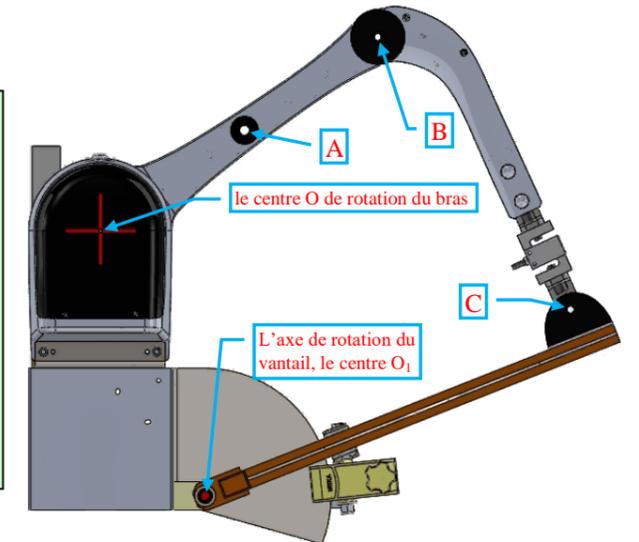


9- Afficher la courbe du vecteur vitesse du point C (centre de l'articulation bielle-vantail).

Quelle est la trajectoire du point C ? Cette trajectoire est un arc de cercle de centre O_1 (le centre de rotation de la liaison pilier-vantail) et de rayon O_1C .

Que remarquez-vous sur la vitesse du point C ?

Le moteur tourne à une vitesse constante (données du sujet). Le bras tourne aussi à vitesse constante et le vantail ne tourne pas avec une vitesse constante. C'est le système bielle-manivelle qui fait cette transformation de mouvement.



Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI :
MODELISER ET RESOUDRE



Modéliser sous une forme graphique une structure :

- Schéma cinématique
- Graphe de liaisons et des actions mécaniques

Thème STI2D
TRANSMISSION DE PUISSANCE (I2D, ITEC)



- Représentation plane et spatiale des liaisons élémentaires parfaites.
- Classes d'équivalences cinématiques, graphe de liaison.
- Schéma cinématique, schéma cinématique minimal.

Thème Spé-SI :
MODELISER ET RESOUDRE



Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme

Thème STI2D (I2D, ITEC) :
COMPORTEMENT MECANIQUE DES PRODUITS



Mouvements des mécanismes (en lien avec la modélisation des liaisons) :

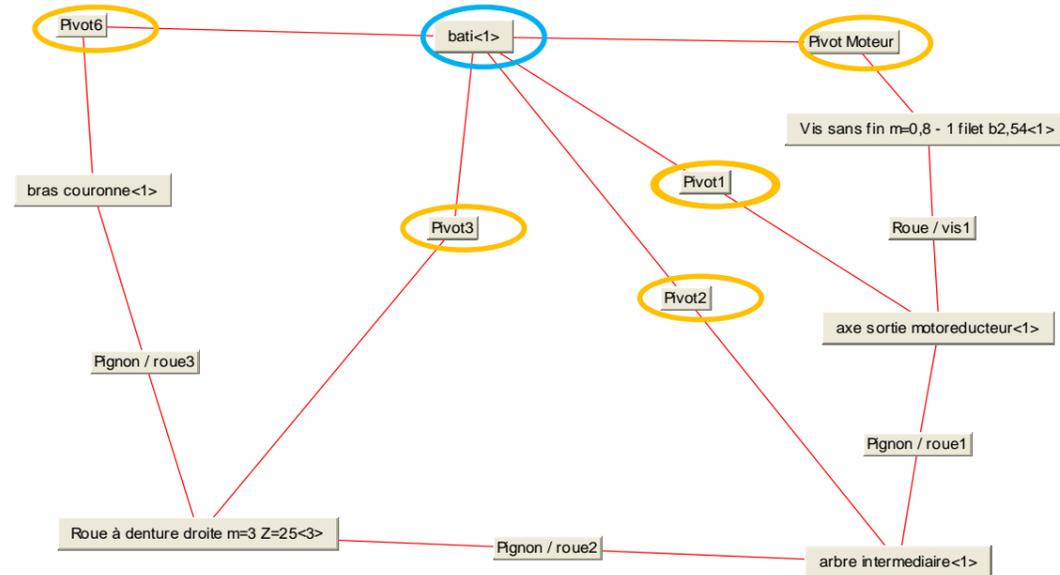
- les vitesses et accélérations ;
- analyse/recherche de lois d'entrée-sortie de systèmes mécaniques plans issus d'objets techniques observables. (Transmetteurs de mouvements)

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_REDUCT1 La transformation du mouvement en partant du moteur jusqu'au bras

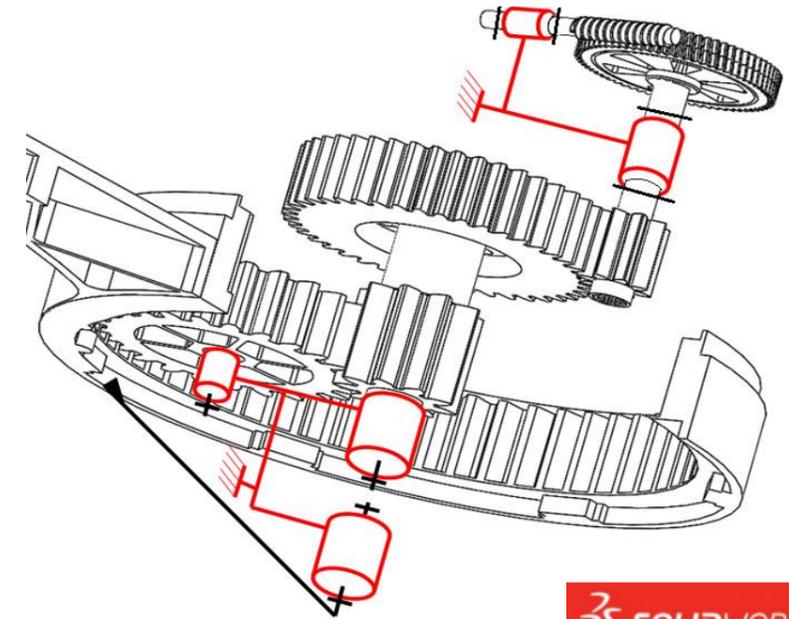
Deuxième partie : Graphe des liaisons

Quelle est la classe d'équivalence qui n'est pas représentée sur ce graphe et sur le dessin ? **le bâti**
Compléter le graphe des liaisons en ajoutant la classe d'équivalente absente et les liaisons (Q2)
Le bâti en bleu et les 5 liaisons pivot en jaune



Troisième partie : Schématisation

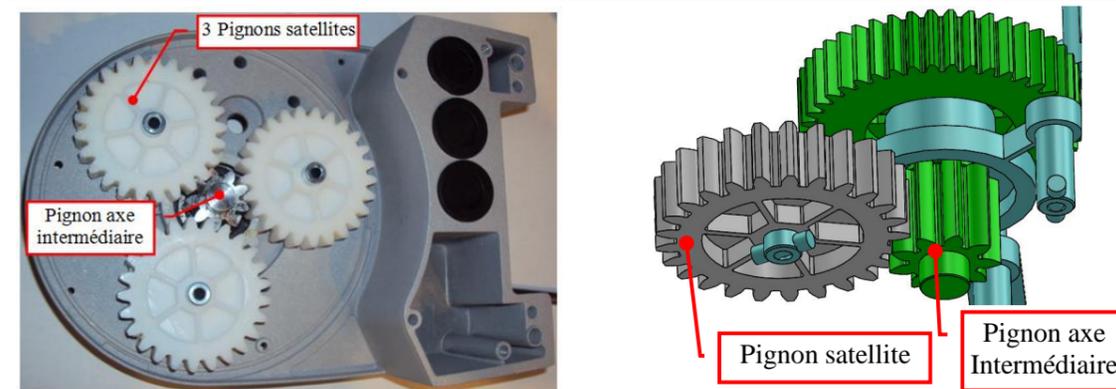
Réaliser le schéma cinématique du réducteur sur le schéma ci dessous



PORTAIL_REDUCT2 Déterminer le rapport de vitesse du réducteur de l'ouvre portail

ETUDE DE L'ENGRENAGE INTERIEUR Compter le nombre de dents des roues dentées sur la photographie ci-contre, ou reprenez ces valeurs dans la nomenclature

Que constatez-vous en regardant l'animation « l'engrenage intérieur » ? **Le constat est que les deux roues dentées tournent dans le sens opposé l'une de l'autre. Nous avons, pour cette étude, un engrenage à dentures extérieures, donc $n=1$. C'est pour cela qu'il y a un signe négatif dans la formule. Le signe négatif signifie que la rotation est inversée.**



	Nombre de dents des roues	La famille des matériaux utilisés	Le rapport des vitesses	
			Formule	Méca3D
Pignon central	9	Acier trempé	$-9/25 = -0,36$	-0,36
Pignons satellites	25	Plastique	$-1/2,7778$	

ETUDE AVEC Méca3D : Imprimer la courbe représentant ce rapport de vitesse. Compléter le tableau ci-dessus

Unité

-0.360000





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI : SYSTEMES LOGIQUES EVENEMENTIELS



- Analyser le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle d'un produit

- Analyser le comportement d'un objet à partir d'une description à événements discrets (Diagramme états-transitions)

- Mettre en oeuvre une simulation numérique

- Analyser des résultats de simulation

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_DIAG_ETATS_1

Étude du schéma structurel de commande des moteurs en vue de maîtriser les contraintes des séquences de mise en marche et d'arrêt

Première partie : Étude préliminaire

Tracer schématiquement les signaux d'entrées-sorties reliant le microcontrôleur aux composants d'acquisition d'information et commande du moteur.

Sélection du sens de rotation du moteur : le moteur étant considéré comme récepteur, surligner et flécher de deux couleurs sur le schéma ci-dessus le parcours du courant moteur (du +24V au 0V) lorsque le relais KOUV est enclenché puis KFERM (le transistor étant passant).

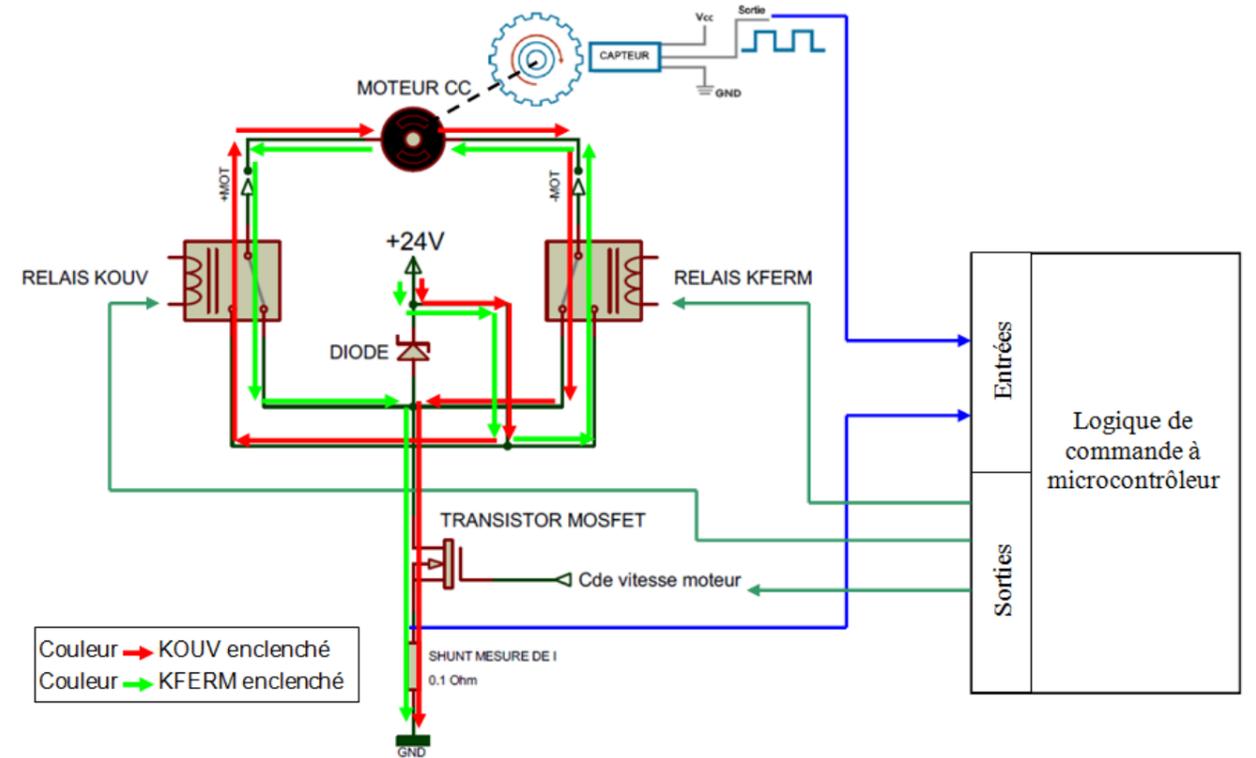
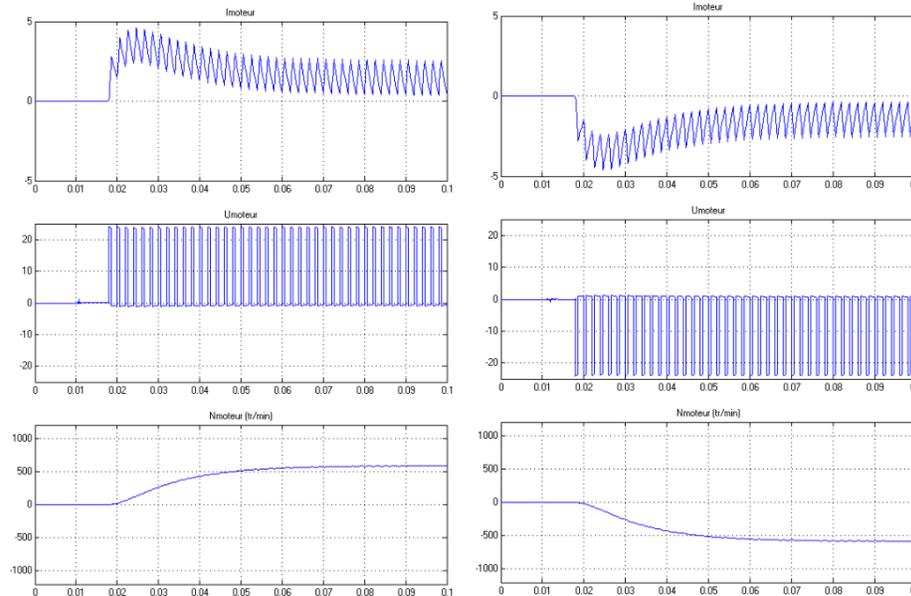
Deuxième partie : Etude en simulation des séquences de mise en marche et d'arrêt à respecter

1- Séquence de mise en marche :

Lancer la simulation. Enregistrer une copie des oscillogrammes. Analyser les résultats par rapport aux signaux attendus.

Cde OUV puis PWM : on observe que le moteur démarre avec une surintensité normale, la vitesse se stabilise après environ 0,05s. Les 3 signaux (courant, tension, vitesse sont positifs). Le courant présente des "dents de scie" à la fréquence de la PWM mais, bien que la tension moteur soit en créneaux, la vitesse est "continue".

Cde FERM puis PWM : les signaux ont exactement la même forme que précédemment mais sont tous 3 négatifs. Ce sont bien les relais qui permettent de fixer le sens de rotation du moteur.



Séquence d'arrêt :

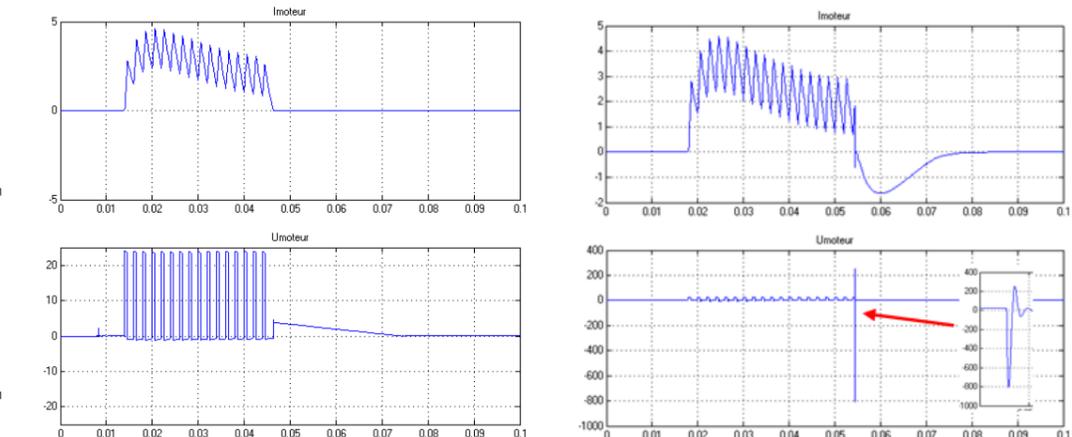
2- Lancer une séquence de mise en marche (ouverture) comme au 1 puis arrêter en mettant d'abord le commutateur PWM à 0 puis Cde OUV à 0. Enregistrer une copie des oscillogrammes.

Répéter la même séquence de mise en marche puis mettre Cde OUV à 0 puis PWM à 0. Enregistrer une copie des oscillogrammes. Effectuer une analyse comparative des résultats et conclure.

PWM à 0 puis Cde OUV à 0 : on n'observe pas de phénomène particulier.

Cde OUV à 0 puis PWM à 0 : on observe une très forte onde de surtension aux bornes du moteur (+200V - 800V) susceptible de l'endommager mais aussi, et surtout, de détruire de transistor.

Conclusion : il est absolument nécessaire à la mise à l'arrêt de respecter la séquence PWM à 0, attente de quelques ms puis Cde relais à 0. A noter que dans ce cas le relais commutera également à vide, assurant une moindre usure des contacts.





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI : SYSTEMES LOGIQUES EVENEMENTIELS



- Analyser le comportement d'un objet à partir d'une description à événements discrets (Diagramme états-transitions)

- Mettre en oeuvre une simulation numérique à partir d'un modèle multi-physique pour qualifier et quantifier les performances d'un objet réel

- Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet

- Analyser des résultats de simulation

Thème STI2D (I2D) : DESCRIPTION ET SIMULATION COMPORTEMENTALE DE L'INFORMATION

Diagramme d'états



Exemples d'activités pédagogiques proposées

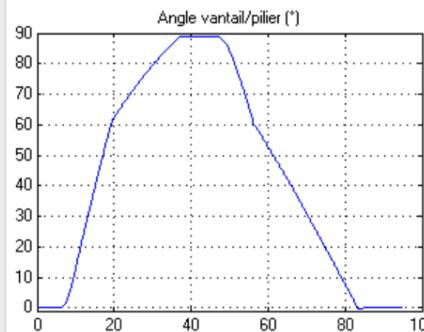
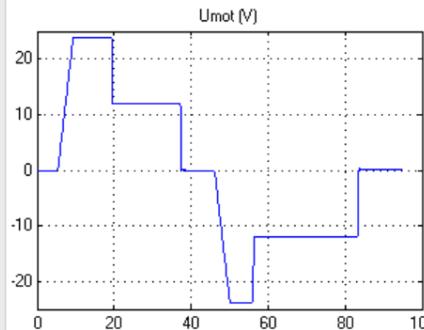
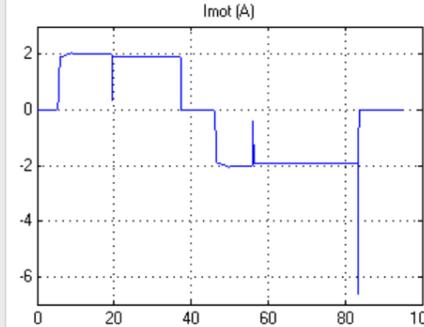
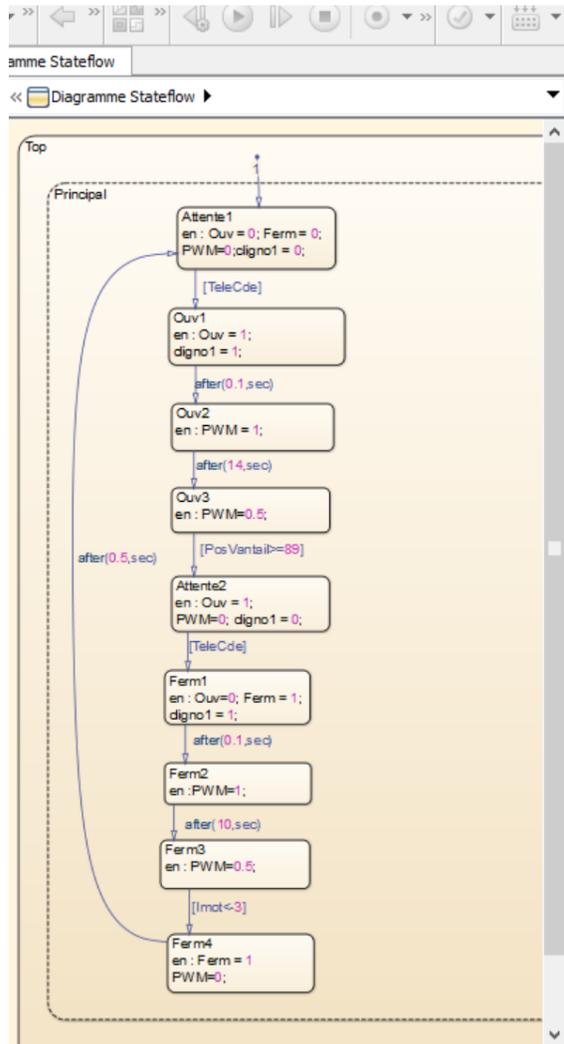
PORTAIL_DIAG_ETATS_2

Réalisation du diagramme d'états et essais/mise au point en simulation

Deuxième partie : Etude en simulation du diagramme d'états de base

Compléter le diagramme stateflow afin d'obtenir le fonctionnement décrit en 1^{ère} partie et en respectant les séquences de démarrage et d'arrêt du moteur. Attention : il faut une temporisation de 0,5s entre la coupure de la PWM et le déclenchement du contacteur de sélection de sens.

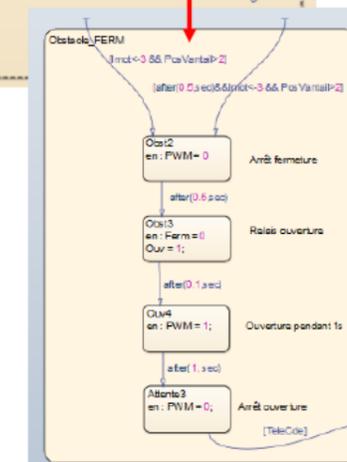
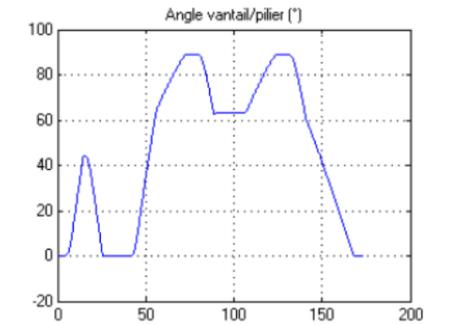
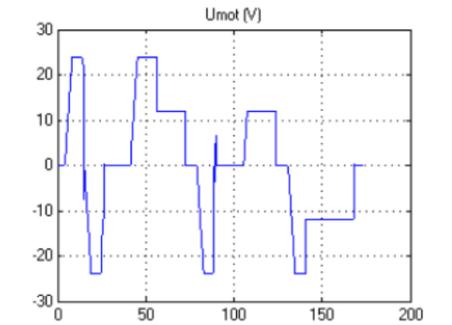
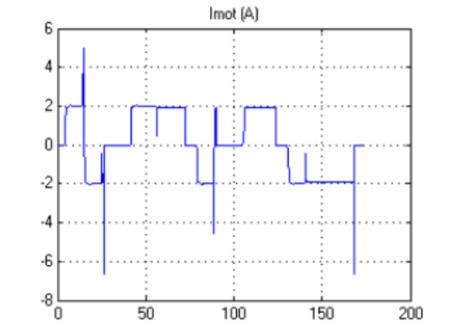
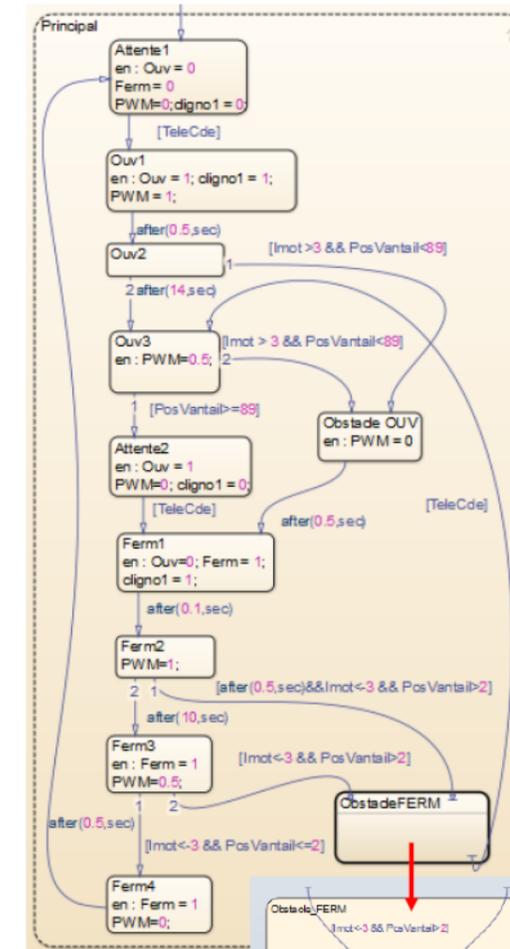
Vérifier par l'observation de l'animation du diagramme stateflow, de la vidéo "Mechanics Explorer" et des oscillogrammes que l'on obtient bien le fonctionnement souhaité. Si ce n'est pas le cas retoucher le diagramme jusqu'à l'obtention du bon fonctionnement.



Troisième partie : Etude en simulation du diagramme d'états avec gestion d'obstacles

- Vérifier sur le système réel l'effet d'un obstacle lors de l'ouverture sur le comportement du système. Compléter le diagramme stateflow (sous-système "Obstacle OUV") afin d'obtenir le fonctionnement correspondant.

- Un obstacle lors de la fermeture provoque l'ouverture pendant 1s puis arrêt (dégagement d'obstacle). Ensuite un appui sur la télécommande provoque l'ouverture en petite vitesse (Nmax/2) jusqu'à la pleine ouverture. Compléter le diagramme stateflow afin d'obtenir le fonctionnement correspondant.





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI :
SYSTEMES LOGIQUES EVENEMENTIELS



- Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet
- Conduire des essais en toute sécurité
- Quantifier les écarts de performances entre les valeurs mesurées et les valeurs obtenues par simulation

Thème STI2D (I2D) :
DESCRIPTION ET SIMULATION COMPORTEMENTALE DE L'INFORMATION



Diagramme d'états

EXPERIMENTATIONS ET ESSAIS

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_DIAG_ETATS_3

Réalisation du modèle avec diagramme d'états destiné à la carte à microcontrôleur et implantation/essais/mise au point du programme sur le système

Première partie : Étude préliminaire

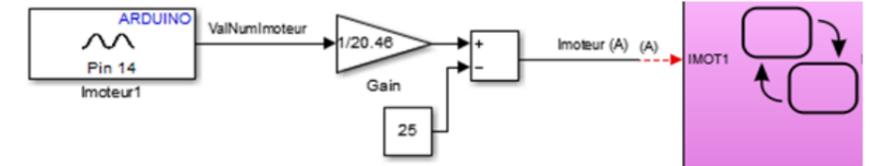
1. Circuit de mesure du courant moteur :

Établir la relation tension Entrée micro = f(courant moteur)

Compléter le schéma-blocs du modèle simulink afin d'avoir la variable Imoteur en A

$$U_{\text{entrée micro}} = (\text{gain adaptation} \times U_{\text{shunt}}) + 2,5 \Rightarrow U_{\text{entrée micro}} = 0,1 \times \text{Imoteur} + 2,5$$

$$\text{Imoteur (exprimé en A)} = (\text{ValNumImoteur} / 20,46) - 25 \quad \text{ou} \quad (\text{ValNumImoteur} - 512) \times (1 / 20,46)$$



2. Mesure du signal codeur de position : Le codeur est placé sur l'arbre de sortie du moteur et il fournit 4 impulsions par tour. Calculer le nombre de points correspondant à un déplacement de 87° du vantail (cf. graphe angle sortie réducteur = f(angle vantail))

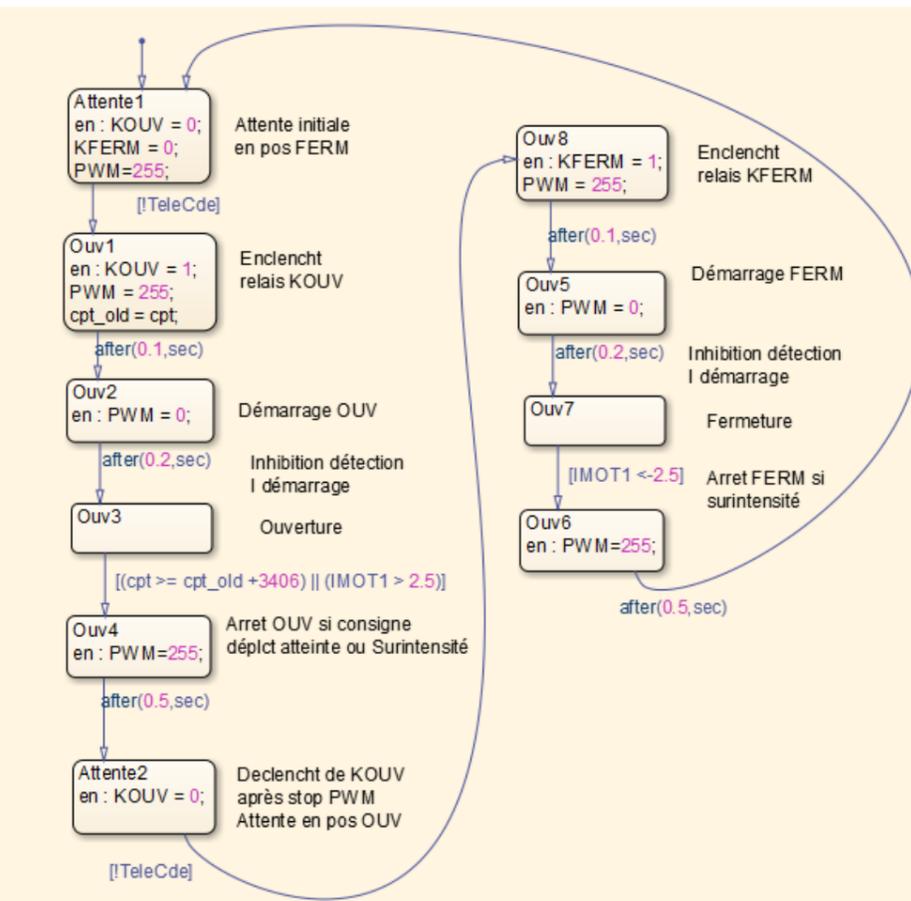
Un angle de 87° du vantail correspond à 124° de la sortie réducteur soit $124/360 = 0,3444$ tour. Le rapport de réduction vaut $1/2472,5$ donc le moteur effectue $2472,5 \times 0,3444 = 851,6$ tours. Avec 4 impulsions par tour on obtient $851,6 \times 4 = 3406$ impulsions

Deuxième partie : Réalisation et implantation du diagramme d'états

Compléter le diagramme d'états stateflow

Implanter le code dans la carte à microprocesseur et effectuer les essais

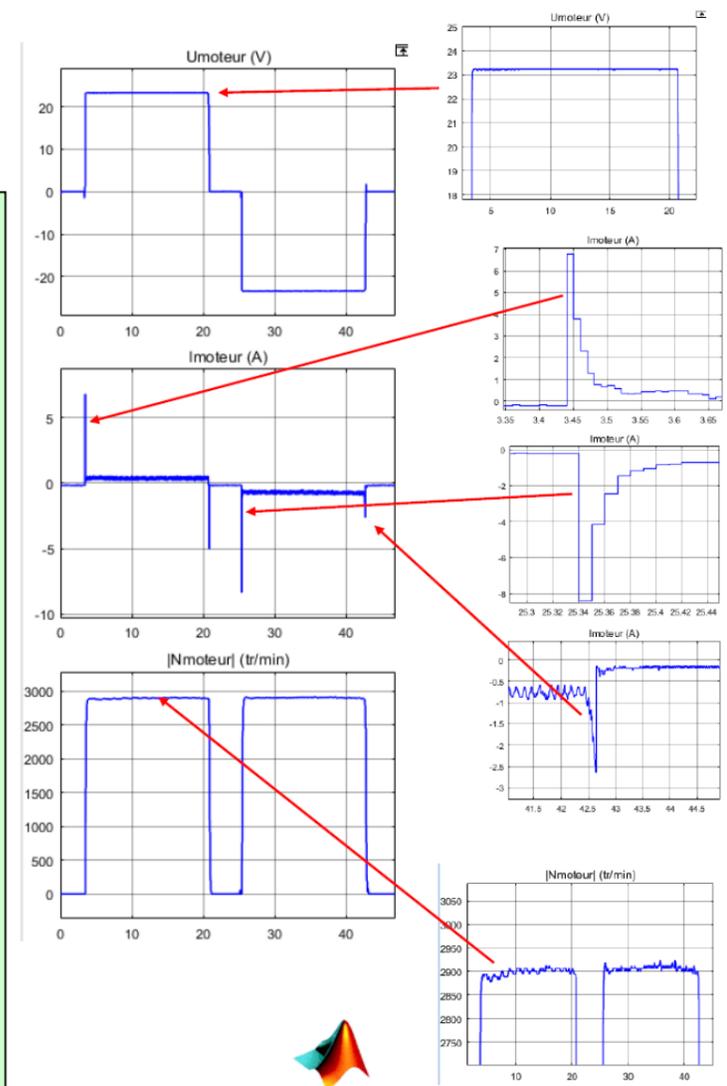
Observez les signaux relevés et analysez leur conformité par rapport aux valeurs attendues : notez en particulier les valeurs des surintensités et leur durée



La valeur indiquée par l'encodeur en fin d'ouverture vaut 3433 alors que la consigne vaut 3406. Ceci est normal compte tenu du fait que l'on a affaire à un système à événements donc on coupe à la consigne et le portail continue un peu sa course. En fait le dépassement est très faible puisque 3407 représentent 87° donc le dépassement vaut $(3433 - 3406) * 87 / 3406 = 0,7^\circ$

Les signaux obtenus sont conformes aux valeurs attendues :

- Umoteur = +23,2V à l'ouverture et -23,2V à la fermeture ce qui correspond sensiblement à la pleine tension (24V) – chutes de tension dans la connectique.
- Nmoteur ≈ 2900 tr/min ce qui correspond bien à presque la vitesse à vide du moteur (3000 tr/min)
- Imoteur : on observe bien une surintensité au démarrage dans chaque sens, d'une amplitude d'environ 8A et d'une durée d'environ 30ms d'où la nécessité d'inhiber la détection de surintensité pendant le démarrage. Le déclenchement en fin de fermeture s'effectue bien lorsque Imoteur < -2,5A





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI :
CHAINE D'ENERGIE D'UN SYSTEME



Contexte : **Énergétique : puissance, rendement**

- Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure

- Conduire des essais en toute sécurité

- Analyser des résultats d'expérimentation en vue, notamment, de quantifier les écarts de performances entre les valeurs attendues et les valeurs mesurées

Thème STI2D (I2D) :
CHAINES DE PUISSANCE



- Typologie des chaînes de puissance

- Conversion/modulation de puissance

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_CHAINE-W1 : Relevés sur le système des grandeurs physiques permettant d'établir le bilan énergétique

Deuxième partie : Fonctionnement en tout-ou-rien commandé par la carte SET

1. Acquisition des grandeurs électriques et mécaniques :

Sur un cycle complet d'ouverture-fermeture, effectuer les relevés de $U_{alim}(t)$, $U_{moteur}(t)$, $N_{moteur}(t)$ cad vitesse moteur, $I_{alim}(t)$, $I_{moteur}(t)$, $F_{bielle}(t)$ cad effort bielle.

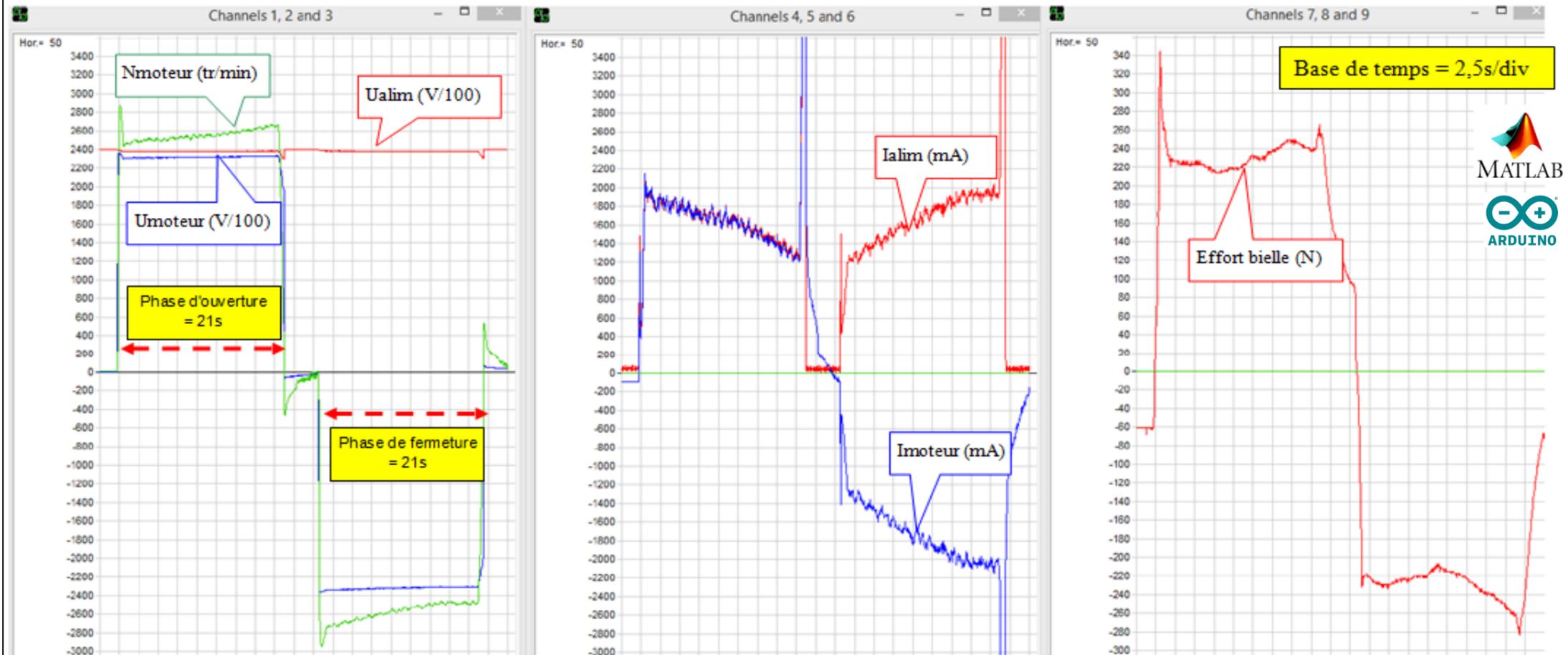
2. Analyse des relevés :

- Commenter l'allure de chaque relevé par rapport aux valeurs attendues (donner quelques prévisions quantitatives concernant certaines grandeurs à partir des informations du dossier techniques du moteur et les données générales du fabricant)
- Mesurer d'après les graphes la durée de déplacement lors de chaque phase et comparer avec la donnée technique du fabricant.

Les relevés sont conformes aux valeurs attendues :

- La tension d'alimentation = 24V
- La tension moteur à l'ouverture = +23V et à la fermeture = -23V (chute de tension de 1V dans le shunt et le transistor) → valeur ≈ à la tension nominale moteur
- Le courant d'alimentation est tjrs positif et le courant moteur est positif à l'ouverture puis négatif à la fermeture comme attendu. Les valeurs des courants varient en absolu entre 2,2 et 1,4A. Ces valeurs sont cohérentes avec le courant nominal moteur qui vaut 3A sachant que le couple vantail est nominal (on en déduit que le moteur fonctionne au-dessous de son point nominal)
- L'effort bielle varie entre 210 et 250 N. Cette valeur est cohérente puisqu'avec le bras de levier = 0,58m et $C_{vantail} = 120N$ on a effort bielle mini = 207N
- Les durées d'ouverture et de fermeture sont de 21s. Le fabricant de l'opérateur électromécanique donne 2 tr/min au point nominal, soit 720° en 60s donc 12°/s. Sachant que la manivelle parcourt 130° quand le vantail fait ¼ de tr cela correspond à une durée = $130/12 = 10,83s$. L'écart est très important (rapport ≈ 2) et il faut en conclure que la donnée du fabricant est erronée.

Commande par carte SET ouverture-fermeture vantail





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI : CHAÎNE D'ÉNERGIE D'UN SYSTÈME



Contexte : Énergétique : puissance, rendement bilan d'énergie, conservation d'énergie

- Déterminer les grandeurs flux (courant) et effort (tension) dans un circuit électrique

- Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance

Thème STI2D (I2D) : CHAINES DE PUISSANCE

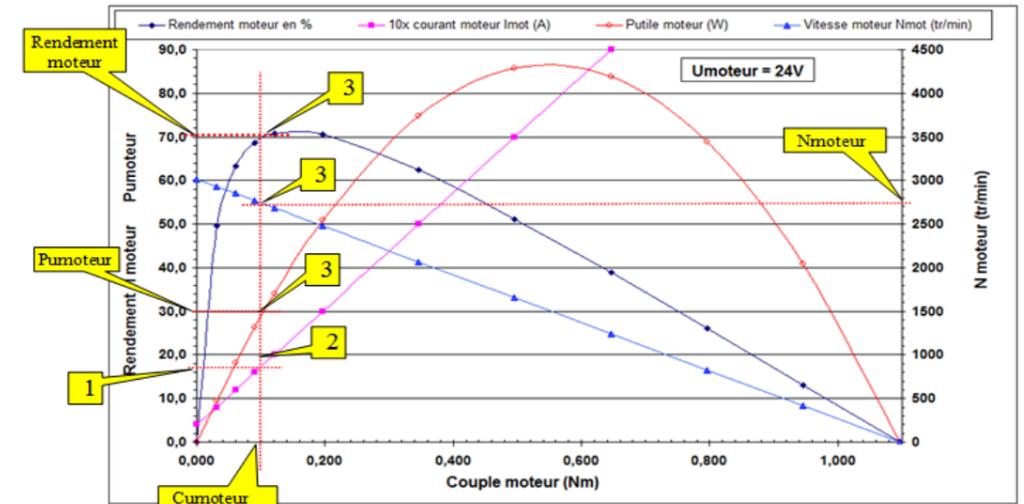
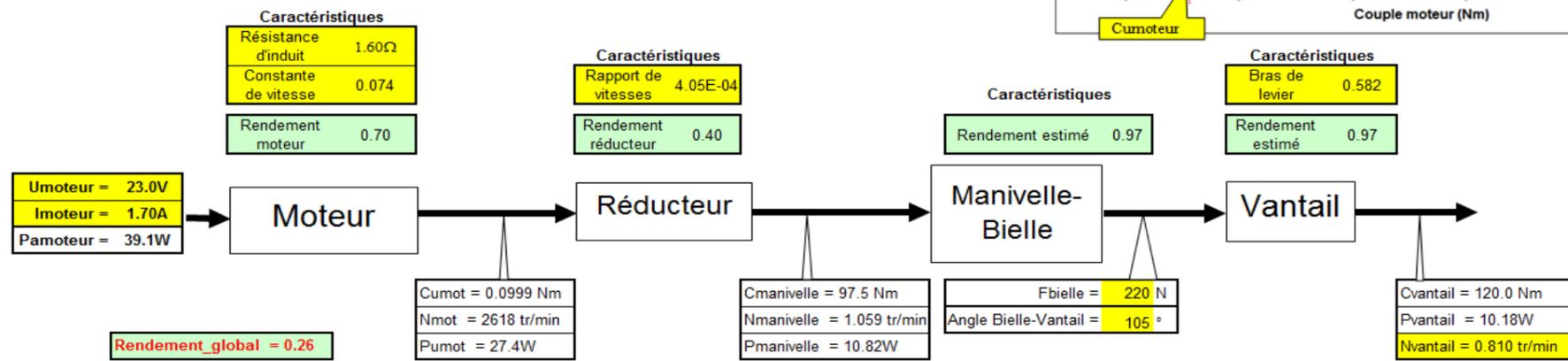


- Bilan énergétique d'un produit, rendement, performance énergétique

Exemples d'activités pédagogiques proposées

PORTAIL_CHAÎNE-W2 : Détermination du rendement global de la chaîne d'énergie et de différents constituants à partir des relevés du TP précédent

$P_{moteur} = U_{moteur} \cdot I_{moteur} = 23 \cdot 1,7 = 39,1W$
 $P_{umoteur} = \text{Rendement moteur} \cdot P_{moteur} = 0,7 \cdot 39,1 = 27,4W$
 $P_{vantail} = C_{vantail} \cdot \Omega_{vantail} = 120 \cdot 0,0848 = 10,18W$
 $P_{manivelle} = P_{vantail} / (\text{rendement manivelle-bielle} \cdot \text{rendement vantail}) = 10,18 / (0,97 \cdot 0,97) = 10,82W$
 $C_{manivelle} = P_{manivelle} / \Omega_{manivelle} = 10,82 / (1,052 \cdot \pi / 30) = 97,5Nm$
 Rendement réducteur = $P_{manivelle} / P_{umoteur} = 10,82 / 27,4 = 0,4$
Rendement global = $P_{vantail} / P_{moteur} = 10,18 / 39,1 = 0,26$



Thème Spé-SI : CHAÎNE D'ÉNERGIE D'UN SYSTÈME



Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multi-physique traduisant la transmission de puissance

Valider les modèles établis pour décrire le comportement d'un objet

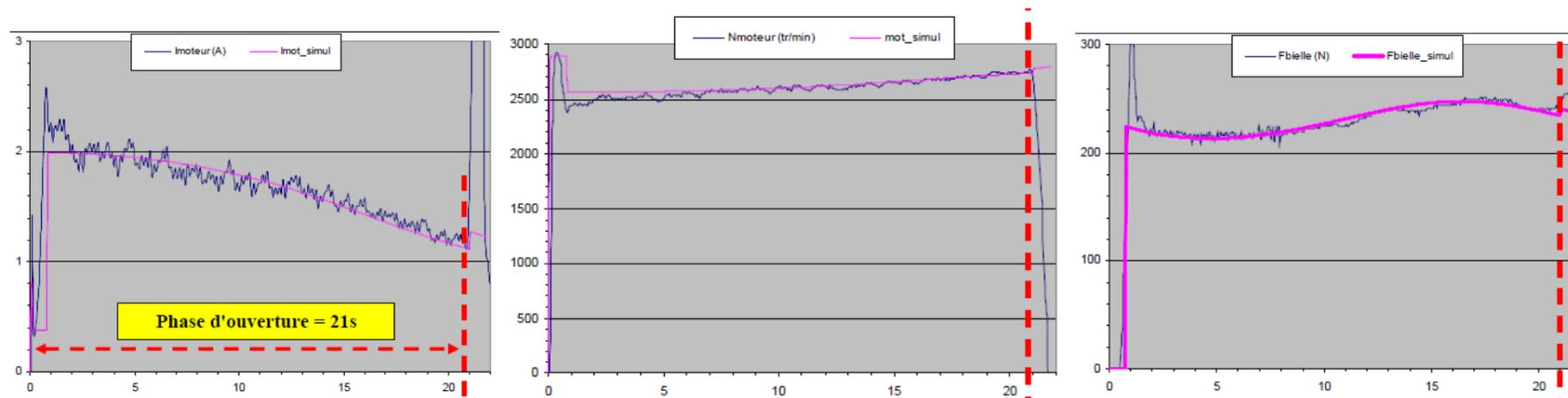
Thème STI2D (I2D) : CHAINES DE PUISSANCE



Modélisation et simulation - Interprétation des résultats d'une simulation

PORTAIL_CHAÎNE-W3 : Validation d'un modèle multiphysique par comparaison avec le réel avec limites de validité

Deuxième partie : Validation du modèle On donne ci-contre le relevé du courant $I_{moteur}(t)$, de la vitesse $N_{moteur}(t)$ et de l'effort $F_{bielle}(t)$ lors d'un cycle de l'ouverture du portail (relevés effectués lors du TP précédent) avec U_{moteur} constante (+23V). Lancer la simulation Simulink du fichier modèle fourni et reporter, en superposition sur les relevés réels ci-contre, les grandeurs simulées correspondantes du modèle. Analyser les écarts entre le comportement du système réel et le modèle Matlab-Simulink puis conclure sur la validité du modèle.



On constate que les grandeurs simulées se superposent avec une assez bonne précision (de l'ordre de quelques % d'écart maxi) sur les grandeurs mesurées jusqu'à l'arrivée en butée. Le modèle est donc validé.

Le comportement en butée n'est pas simulé, d'autre part les oscillations de différentes grandeurs mesurées, concernant le courant essentiellement, n'apparaissent pas en simulation (limites de validité du modèle). La durée d'ouverture en simulation correspond très bien à la valeur réelle (21s)





Compétences et connaissances visées

Thème Spé-SI :
CHAINE D'ENERGIE D'UN SYSTEME



Modéliser et résoudre

Contexte énergétique :
- bilan d'énergie, conservation d'énergie.

Thème STI2D (I2D) :
CHAINES DE PUISSANCE



Comportement énergétique des produits :
- Bilan énergétique d'un produit, rendement, performance énergétique.

Exemples d'activités pédagogiques proposées

TP_PORTAIL_CHAINE-W4 : Exploitation du modèle multiphysiques validé pour effectuer des bilans énergétiques

Deuxième partie : Étude de l'autonomie énergétique du système

On rappelle que :
Puissance électrique instantanée $p(t) = u(t) \cdot i(t)$
Puissance mécanique instantanée $p(t) = C(t) \cdot \Omega(t)$
Énergie = « intégrale » de $p(t)$

Conditions fixées pour l'étude : $U_{moteur} = 23V$ et $C_{vantail} = 120Nm$

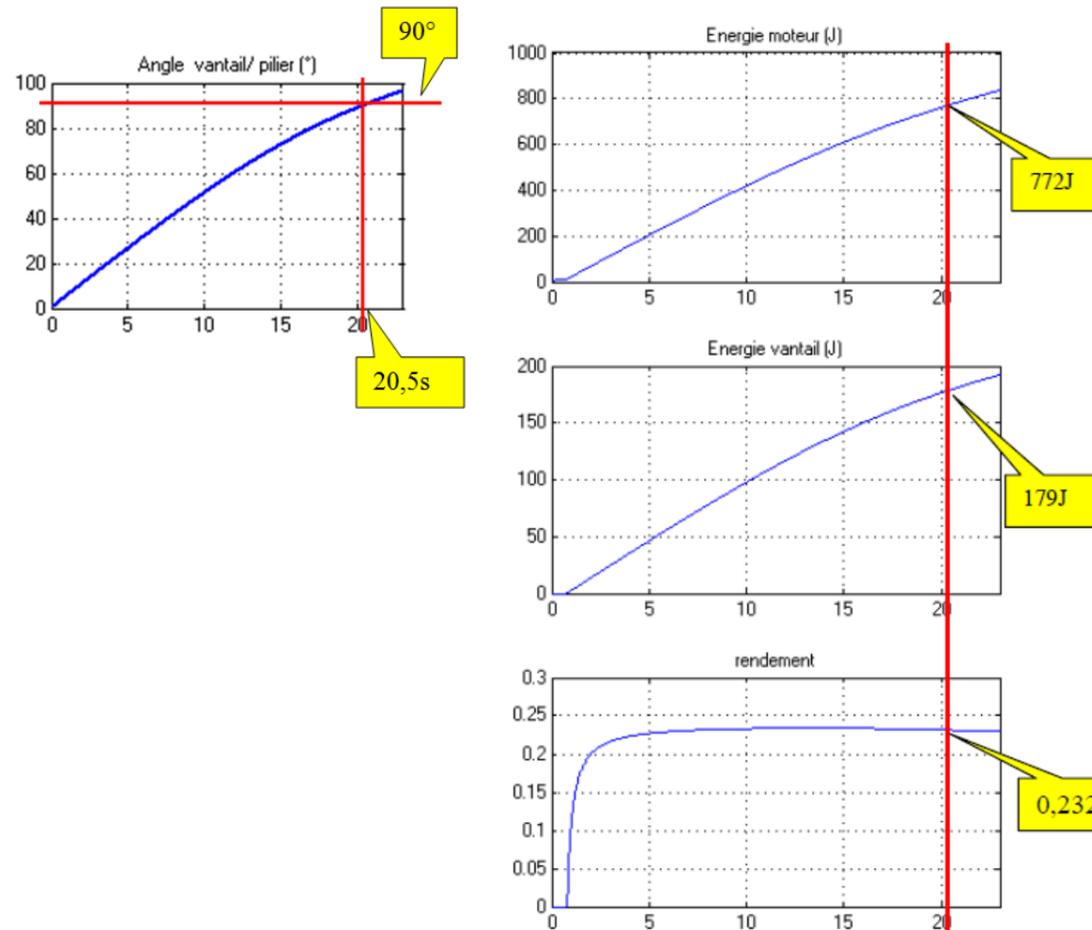
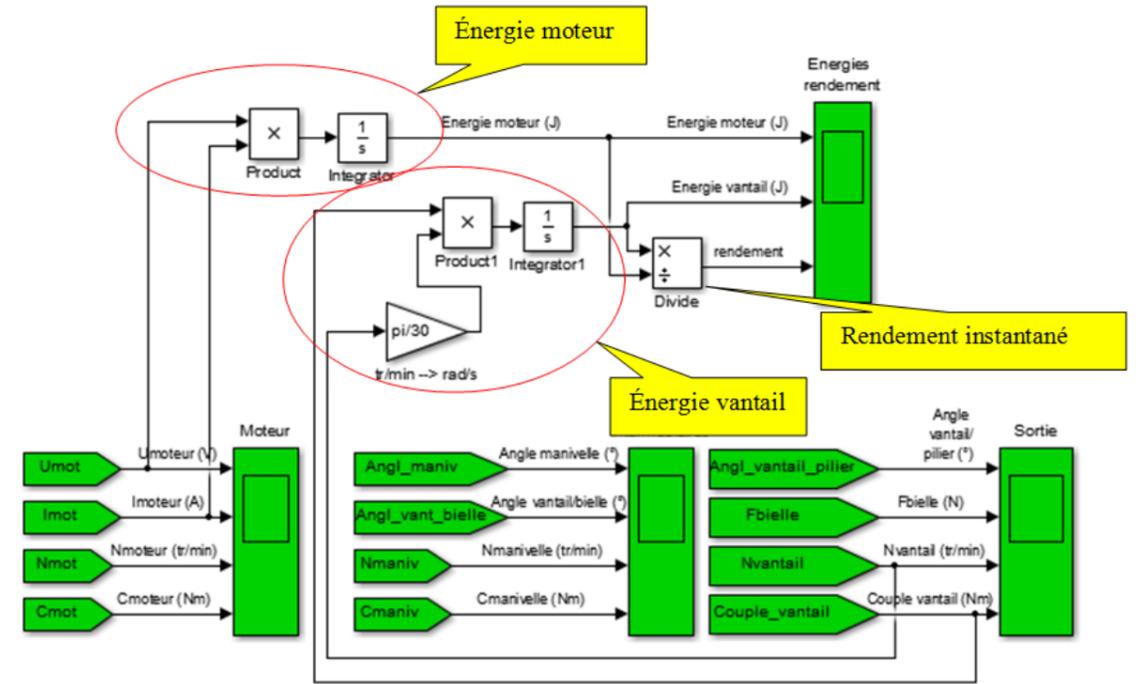
- Identifier les variables à utiliser et les éléments à rajouter sur les schémas blocs du système pour visualiser l'énergie(t) absorbée par le moteur et celle fournie au vantail ainsi que le rendement énergétique instantané.
- Pour chacune des énergies identifier les grandeurs d'effort et les grandeurs de flux
- Ouvrir le fichier Matlab-simulink fourni puis adapter les schémas blocs

Temps d'ouverture = 20,5s (angle vantail = 90°)

$W_{moteur} = 772J$ $W_{vantail} = 179J$

Rendement = $179/772 = 0,232$ soit 23,2%

Lors du TP OP_W2 on a établi que le rendement vaut 24,6%. La différence est en partie liée au fait que le bilan énergétique prend en compte tout le cycle, en particulier la phase de démarrage où le rendement est faible, alors que dans le TP OP_W2 le rendement est calculé par le bilan des puissances à un instant donné du cycle.



Préciser les caractéristiques techniques de la batterie d'accumulateurs de secours. En déduire l'énergie disponible, sachant que l'on ne doit pas dépasser 80% de décharge afin de ne pas dégrader la batterie.

$U_{nominale} = 24V$ $Q_{nominale} = 1,2Ah$ $W_{batterie\ dispo} = 24 \cdot 1,2 \cdot 3600 \cdot 0,8 = 99533J$

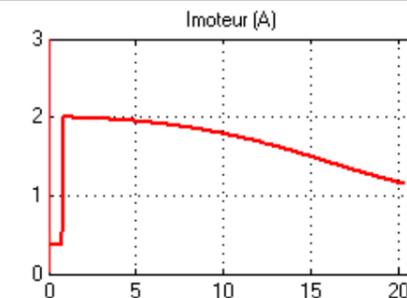
Déterminer l'énergie fournie par la batterie de secours pendant un cycle d'ouverture-fermeture des 2 vantaux. Calculer le nombre de cycles possibles dans ce mode secours. Comparer avec la donnée technique du fabricant concernant la batterie de secours et conclure.

Énergie fournie par la batterie pour un cycle $W_{1cycle} = W_{moteur} \cdot 4 = 772 \cdot 4 = 3088J$ (2 moteurs effectuant 1 aller/retour)

Nombre de cycles possibles = $W_{batt\ dispo} / W_{1cycle} = 99533 / 3088 = 32$ cycles

Le fabricant indique 10 manœuvres sous 4A. En simulation on trouve 32 manœuvres sous 1,5A en moyenne (voir oscillogramme), ce qui correspond à environ 12 manœuvres sous 4A. La donnée du fabricant est donc cohérente et donne une petite marge de sécurité.

Il est à noter que pour une utilisation en habitat collectif ou en tertiaire cette autonomie ne peut s'avérer insuffisante.



www.setdidact.com