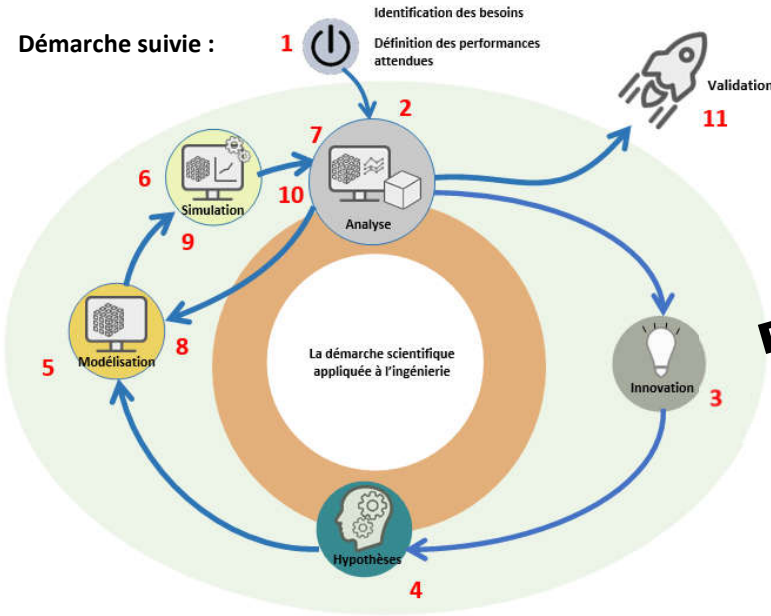


Modélisation de la chaîne de puissance du projet de nouveau Pilote Automatique de barre franche

Démarche suivie :



Domaine du VIRTUEL



Problème technique de l'activité :

Le choix de la solution constructive d'amélioration permet-il de satisfaire le nouveau cahier des charges ?
Une autre solution est-elle envisageable pour satisfaire aussi bien sinon mieux ces attentes ?



Nouveau cahier des charges

L'objectif visé par la société SIMRAD MARINE ELECTRONICS est quantifié dans l'extrait du cahier des charges encadré en rouge ci-dessous.

Exigence	Critère	Niveau	Flexibilité
Permettre à l'équipage de manœuvrer automatiquement la barre franche du bateau	Effort de poussée sur la barre	Jusqu'à : $F = 850 \text{ N}$	F1
	Course utile	$C_u = 250 \text{ mm}$	F1
	Temps pour effectuer la course à vide	Au plus 4 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 20 Kg	Au plus 4,7 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 40 Kg	Au plus 6 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 50 Kg	Au plus 8 s	F1
	Puissance moyenne absorbée	Diminution > à 15 % par rapport à l'existant	F0

Le choix de l'équipe d'ingénieur de développement focalise sur le changement de la motorisation du Pilote existant. Les prospections menées conduisent à un choix de moteur dont la référence est la suivante :

Moteur MAXON DCX 26L-12V (Voir document annexe 1)

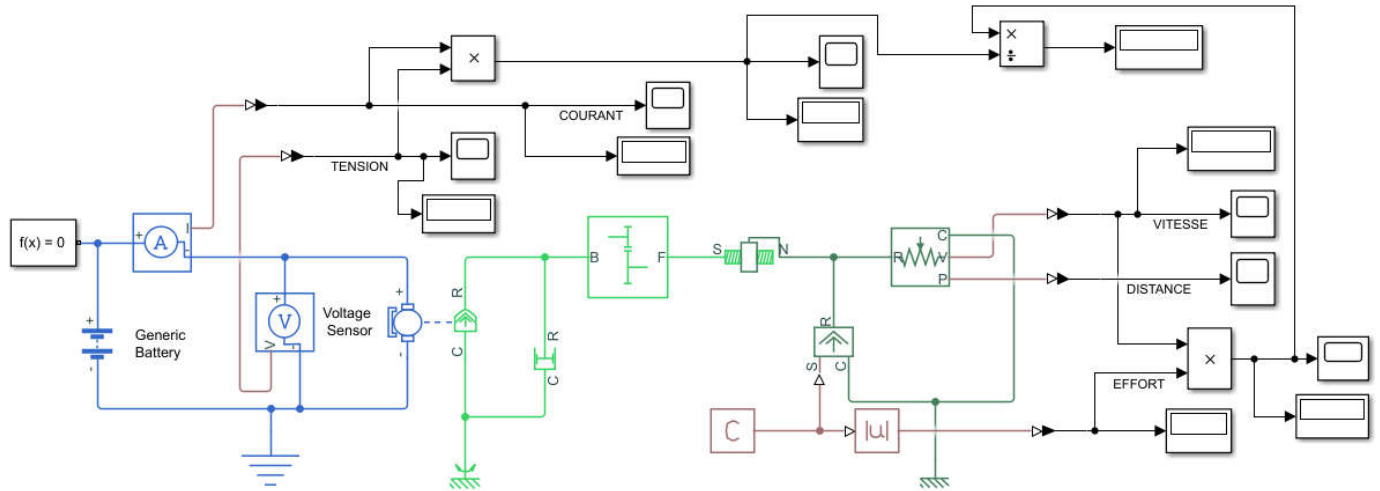


Hypothèse simplificatrice : Conformément aux activités précédentes, le critère de validation d'un modèle simulé reste inchangé. La valeur retenue reste de 5 %.



Modélisation multi-physique de la partie de la chaîne de puissance équipée du moteur MAXON

1- Ouvrir le fichier MATLAB SIMULINK " PiloteMAXON.slx ".



2- Compléter le paramétrage du moteur conformément au document constructeur MAXON (cf. annexe 1)

Settings

Electrical Torque	Mechanical
Field type:	Permanent magnet
Model parameterization:	By stall torque and no-load speed
Armature inductance:	1 mH
Stall torque:	1 mN*m
No-load speed:	1 rpm
Rated DC supply voltage:	10.7 V
Rotor damping parameterization:	By no-load current
No-load current:	1 mA
DC supply voltage when measuring no-load current:	12 V

Settings

Electrical Torque	Mechanical
Rotor inertia:	1 g*cm^2
Initial rotor speed:	0 rpm

Settings

Parameters	Variables
Damping coefficient:	1 N*m/(rad/s)

PENSER A CONSULTER LA PRESENTATION MATLAB SIMULINK en cas de difficultés !!!



SIMULATION de la chaîne de puissance du Piloté équipé du moteur MAXON

3- Lancer la simulation pour une charge de $F = 270 \text{ N}$.



ANALYSE des résultats de la simulation

- 4- Pour un effort moyen $F_{moy} = 270 \text{ N}$, compléter le tableau récapitulatif de résultats de modélisation de la chaîne de puissance du pilote automatique de bateau équipé de la motorisation d'origine et de la nouvelle.
- 5- Commenter les écarts entre les 2 versions.

Grandeur physique	Avec Moteur RS 755 SH	Avec Moteur MAXON	Commentaires sur la version Maxon par rapport à la version existante
Umoteur (V)			
Imoteur (A)			
Pa (W)			
F (N)			
V (mm/s)			
Psortie (W)			
η chaîne réduite (%)			

- 6- La réduction de puissance absorbée (en %) obtenue est-elle conforme au nouveau cahier des charges ?
Conclure quant au respect de l'objectif attendu dans le cahier des charges.
- 7- **Déterminer** la puissance électrique qui serait consommée par ce nouveau pilote (on rappelle que $P_{ChaineInfo}$ a été estimée à 2.4 W dans l'activité 2).



VALIDATION de la solution d'amélioration proposée

- 8- A l'aide du fichier EXCEL "*BilanConsommationVoilier.xlsx*", saisir les nouvelles données et **déterminer** le gain (en %) réalisé sur la part de consommation du pilote modifié dans le cas de son utilisation sur un voilier de 11m.
Conclure sur la crédibilité ou pas d'un tel changement de moteur.



CHOIX DEFINITIF du moteur MAXON et CONCLUSION

Pour approuver définitivement le choix du moteur MAXON, il convient de se poser de nouvelles questions d'importance. Notamment :

Le régime de fonctionnement du moteur est-il proche de régime nominal ? Autrement dit le moteur est-il bien dimensionné ?

Les performances en vitesse de translation du vérin sont-elles respectueuses du cahier des charges ?



- 9- **Apporter les modifications** nécessaires au modèle multiphysique précédent afin de pouvoir observer l'évolution du rendement moteur en fonction de l'évolution de la charge $\eta_{moteur} = f(F)$ dans les conditions d'utilisation Umoteur = 10.7 V.

Conseil - Décomposer ce travail en 2 temps :

- a- Mettre en œuvre les blocs Simscape et Simulink nécessaires au relevé de la puissance en sortie du moteur puis du rendement moteur pour une charge fixe de référence ($F_{moy} = 270 \text{ N}$)
- b- Mettre en œuvre les bloc Simscape et Simulink nécessaires pour une variation linéaire de la charge (de 0 à 1000 N pour exemple) afin de pouvoir observer $\eta_{moteur} = f(F)$

CONSULTER LE FICHIER D'AIDE DE LA MODELISATION ACAUSALE D'UN MCC SI BESOIN



10- Observer l'évolution de η moteur = f (F)



11- Le régime de fonctionnement du moteur est-il proche de régime nominal ?
Autrement dit le moteur est-il bien dimensionné ?

Les performances en vitesse de translation du vérin sont-elles respectueuses du cahier des charges ?

12- Quel est l'intérêt d'avoir une vitesse de translation plus rapide sur le plan de la consommation énergétique du bateau ?

13- **Vérifier** la tenue en vitesse de translation de la tige.

Exigence	Critère	Niveau	Flexibilité
Permettre à l'équipage de manœuvrer automatiquement la barre franche du bateau	Effort de poussée sur la barre	Jusqu'à : $F = 850$ N	F1
	Course utile	$C_u = 250$ mm	F1
	Temps pour effectuer la course à vide	Au plus 4 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 20 Kg	Au plus 4,7 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 40 Kg	Au plus 6 s	F1
	Temps pour effectuer la course à 50 Kg	Au plus 8 s	F1
	Puissance moyenne absorbée	Diminution > à 15 % par rapport à l'existant	F0

Effort (N)	Vtge simulée (mm/s)	Temps de course (s)	Temps théorique (s)	Respect CdC
A vide				
# 200 N				
# 400 N				
# 500 N				

14- Cette contrainte serait-elle respectée avec le nouveau moteur ?



AUTRE SOLUTION D'AMELIORATION

15- **Avez-vous** une autre proposition à faire ?

Simuler, analyser les écarts, **caractériser** les performances de cette proposition puis **conclure**.

Annexe 1 – Document constructeur du Moteur MAXON DCX 26L-12V

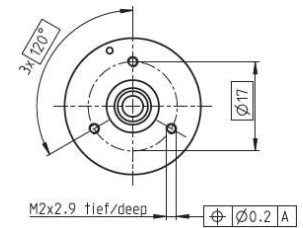
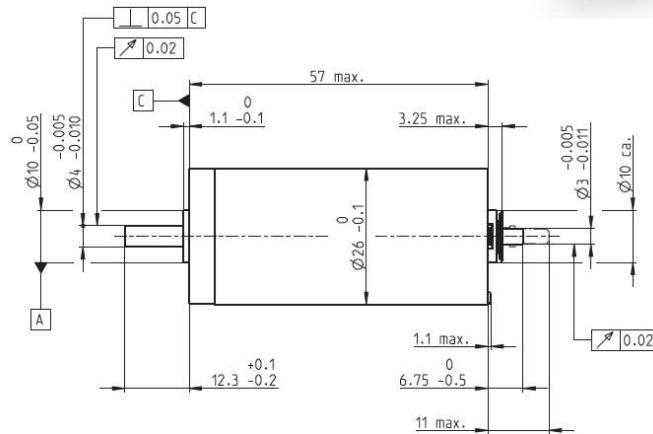
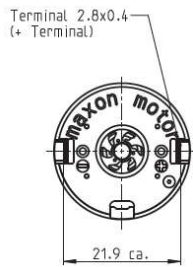
DCX 26 L Precious Metal Brushes
DC motor Ø26 mm

18/29 W 52.3 mNm 5900 rpm



NEW

maxon X drives



M 3:4

Motor Data

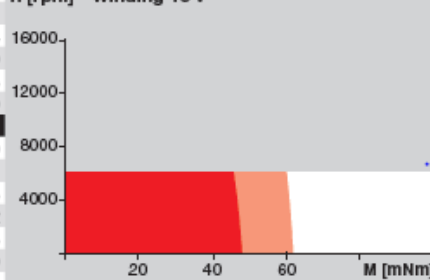
1	Nominal voltage	V	9	12	18	24	36	48
2	No load speed	rpm	5530	5330	5530	5330	5430	5320
3	No load current	mA	80.5	56.8	40.2	28.4	19.5	14.2
4	Nominal speed	rpm	5060	4690	4770	4600	4680	4570
5	Nominal torque (max. continuous torque)	mNm	32.9	46.1	49.8	52.3	50.8	50.3
6	Nominal current (max. continuous current)	A	2.20	2.20	1.64	1.25	0.822	0.599
7	Stall torque	mNm	384	384	362	384	370	355
8	Stall current	A	24.8	17.9	11.7	8.95	5.86	4.14
9	Max. efficiency	%	89	89	89	89	89	89
10	Terminal resistance	Ω	0.363	0.671	1.54	2.68	6.15	11.6
11	Terminal inductance	mH	0.067	0.129	0.268	0.514	1.11	2.06
12	Torque constant	mNm/A	15.5	21.4	31.0	42.9	63.2	85.8
13	Speed constant	rpm/V	616	445	308	223	151	111
14	Speed/torque gradient	rpm/mNm	14.4	13.9	15.3	13.9	14.7	15.0
15	Mechanical time constant	ms	3.23	3.13	3.11	3.09	3.10	3.11
16	Rotor inertia	gcm ²	21.3	21.4	19.4	21.2	20.1	19.7

Thermal data

17	Thermal resistance housing-ambient	K/W	10.2
18	Thermal resistance winding-housing	K/W	3.01
19	Thermal time constant winding	s	24
20	Thermal time constant motor	s	620
21	Ambient temperature	°C	-30...+85
22	Max. winding temperature	°C	100

Operating Range

n [rpm] Winding 18 V



■ Continuous operation
■ Continuous operation with reduced thermal resistance R_{th} 50%
■ Intermittent operation

Mechanical data ball bearings

23	Max. speed	rpm	5900
24	Axial play	mm	0...0.1
	Preload	N	5.5
25	Radial play	mm	0.02
26	Max. axial load (dynamic)	N	5.5
27	Max. force for press fits (static) (static, shaft supported)	N	40
28	Max. radial load [mm from flange]	N	20.5 [5]

Mechanical data sleeve bearings

23	Max. speed	rpm	5900
24	Axial play	mm	0...0.2
	Preload	N	0
25	Radial play	mm	0.02
26	Max. axial load (dynamic)	N	0.1
27	Max. force for press fits (static) (static, shaft supported)	N	80
28	Max. radial load [mm from flange]	N	5.5 [5]

Other specifications

29	Number of pole pairs		1
30	Number of commutator segments		11
31	Weight of motor	g	170
32	Typical noise level	dBA	48

maxon Modular System

maxon gear	Stages	maxon sensor	maxon motor control
93_GPX 26	1-2	102_ENX 10 QUAD	378_ESCON 36/2 DC
95_GPX 32	3	103_ENX 16 EASY	379_ESCON 50/5
		104_ENX 16 EASY Absolute	379_ESCON Module 50/5
		367_ENC 30 HEDL 5540	386_EPOS2 24/2 (DC/EC)
			379_ESCON Module 50/5
			386_EPOS2 Module 36/2
			387_EPOS2 24/5
			387_EPOS2 50/5
			390_EPOS2 P 24/5
			393_EPOS3 70/10 EtherCAT
			396_MAXPOS 50/5

Configuration

Bearing: Ball bearings preloaded/sleeve bearings
Commutation: Precious metal brushes with CLL/graphite brushes
Flange front/back: Standard flange/configurable flange/no flange
Shaft front/back: Length/diameter/flat face
Electric connection: Terminals or cable/alignment of connection/cable length/connector type