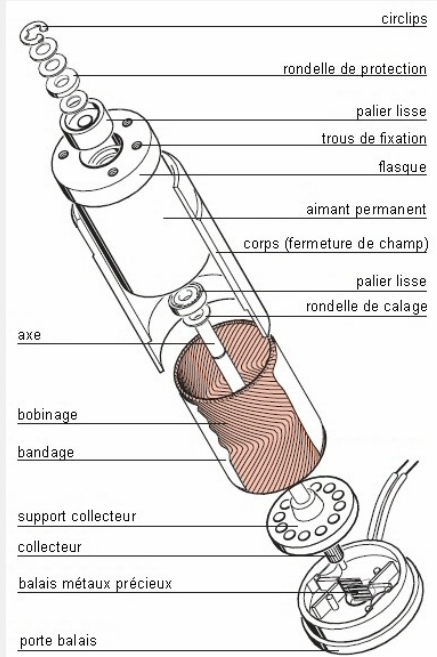


Le Moteur à Courant Continu

Le Moteur DC

TPLaime - v3.18.2 (086)



Le Moteur étudié est un

Maxon de type 118777

La caractéristique principale des moteurs Maxon est d'avoir un bobinage dans l'entrefer.

Les pertes fer sont donc quasiment nulles.



		118776	118777	118778
1	Puissance conseillée	W	90	90
2	Tension nominale	Volt	15	30
3	Vitesse à vide	tr/min	7070	7220
4	Couple de démarrage	mNm	872	949
5	Pente vitesse/couple	tr/min/mNm	8.45	7.77
6	Courant à vide	mA	245	124
7	Courant de démarrage	mA	44900	24400
8	Résistance aux bornes	Ohm	0.334	1.23
9	Vitesse limite	tr/min	8200	8200
10	Courant permanent max.	mA	4000	2740
11	Couple permanent max.	mNm	77.7	107
12	Puissance max fournie à la tens.nom.	mW	152000	175000
13	Rendement max.	%	80.6	84.1
14	Constante de couple	mNm/A	19.4	38.9
15	Constante de vitesse	$1/246 \cdot 60/2\pi = 9.038 \text{ V/(rad/s)}$ tr/min/V	491	246
16	Constante de temps mécanique	ms	5.80	5.33
17	Inertie du rotor	$65.5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$ gcm ²	65.5	65.5
18	Inductivité	mH	0.09	0.34
19	Résistance therm.carcasse/ambiant	K/W	6.20	6.20
20	Résistance therm.rotor/carcasse	K/W	2.00	2.00

À Savoir

Une case blanche doit être remplie par vous

Une case jaune est le résultat d'un calcul

Table N° : 1

Une case verte est la copie d'une case remplie ou calculée précédemment

Les variables possibles sont :
r, i, kphi, omega, di, dt, L

Equation de tension générale

$$u = R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + k\phi \cdot \omega$$

Equation de tension en régime permanent

$$u = R \cdot i + k\phi \cdot \omega$$

Variables possibles :

U_i = tension induite de mouvement
Vitesse = vitesse mécanique en tr/min
Omega = vitesse mécanique en rad/s
I = courant

Omega en fonction de la vitesse

$$\omega = \text{Vitesse} \cdot 2\pi / 60$$

U_i en fonction de kphi

$$U_i = k\phi \cdot \omega$$

Mem en fonction de kphi

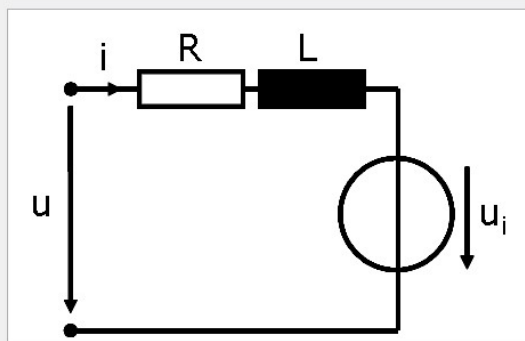
$$M_{em} = k\phi \cdot I$$

Quelle différence entre le kphi utilisé dans l'équation de tension induite et le kphi utilisé dans l'équation du couple ?

Quelle valeur du datasheet correspond à kphi ? La Constante de couple ou la constante de vitesse ?

Aucune différence

C'est les memes, mais attention aux unités.



Schéma

- ☐ R ☐ RL ☐ L, U_i
☐ L ☐ R, U_i ☒ R, L, U_i

Trouver les les valeurs de R, L, kphi et J des datasheet, pour le moteur 118777, et insérer les dans votre modèle Simulink -> Code Matlab Constantes.

La notation "e" fontionne par exemple : 5.67e-4

Résistance
1.23 [Ohm]

Inductance
0.34e-3 [H]

kphi
38.9e-3 [Nm/A]
[Vs/rad]

Inertie
6.55e-6 [kg*m^2]

Vérifier que les valeurs entrées sont correctes en comparant les valeurs du datasheet pour :

- * Le courant max permanent
- * La vitesse à vide
- * ...

Remplir la suite pour les mesures en charge.

Variables possibles : U, I, R, kphi, Omega, Pel, Pj, Pmec

$$P_{el} = U \cdot I$$

$$P_{mec} = k\phi \cdot I \cdot \omega = U_i \cdot I$$

$$P_j = R \cdot I^2$$

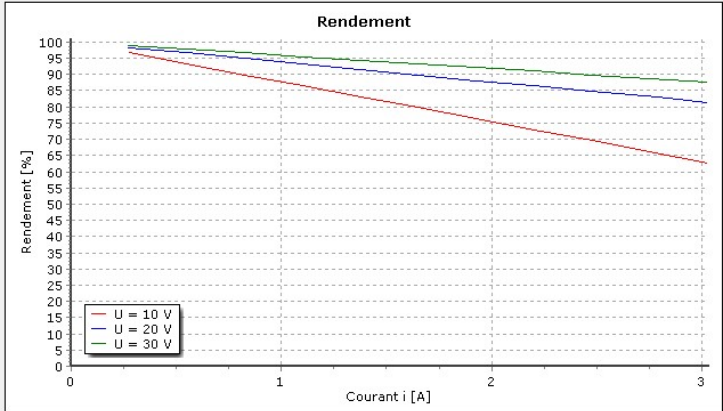
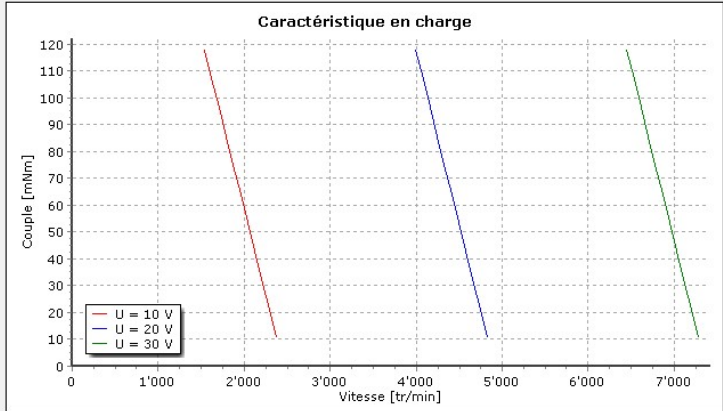
$$\text{Rend.} = 100 \cdot P_{mec} / P_{el} [\%]$$

Etendre votre modèle pour mesurer, en plus de la vitesse et du courant, les équations ci-dessus, à savoir : Pel, Pmec, Pj et le rendement.

Conseil : pour la variation du couple extérieure, ajoutez la possibilité de l'entrer en pourcentage du couple nominal.

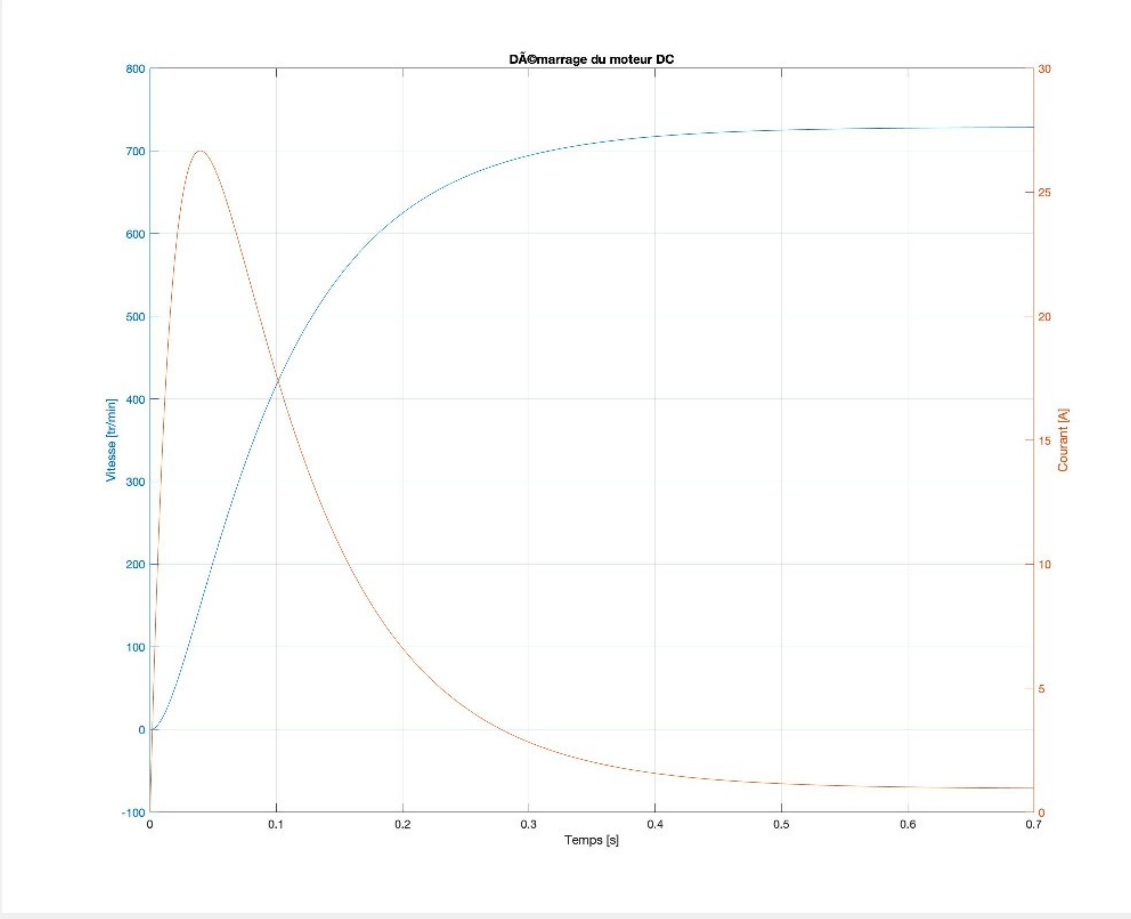
Faites varier la charge de 0 à 110% du couple nominal (avec des pas de 10%, donc 11 mesures). Choisissez un temps de simulation assez long qui garanti que vos mesures soient en régime permanent. Faites 1-2 mesures et vérifier avec un assistant qu'il n'y a pas d'erreur avant de continuer.

Mesures à 30V							Mesures à 20V							Mesures à 10V						
T	N	I	Pel	Pj	Pmec	Rend.	T	N	I	Pel	Pj	Pmec	Rend.	T	N	I	Pel	Pj	Pmec	Rend.
[mNm]	[t/min]	[A]	[W]	[W]	[W]	[%]	[mNm]	[t/min]	[A]	[W]	[W]	[W]	[%]	[mNm]	[t/min]	[A]	[W]	[W]	[W]	[%]
10.7	7282	0.2709	8.127	0.09026	8.03596	98.8798	10.7	4827	0.2717	5.434	0.09079	5.34250	98.3162	10.7	2372	0.2747	2.747	0.09281	2.65430	96.6257
21.4	7198	0.5464	16.392	0.36722	16.0214	97.7392	21.4	4744	0.5468	10.936	0.36775	10.5669	96.6257	21.4	2289	0.5497	5.497	0.37166	5.12565	93.2446
32.1	7115	0.822	24.66	0.83109	23.8245	96.6121	32.1	4661	0.8214	16.428	0.82987	15.5959	94.9352	32.1	2206	0.8248	8.248	0.83676	7.41194	89.8635
42.8	7032	1.098	32.94	1.48289	31.4528	95.4851	42.8	4578	1.096	21.92	1.47749	20.4392	93.2446	42.8	2123	1.1	11	1.4883	9.51307	86.4824
53.5	6949	1.374	41.22	2.32208	38.8944	94.3581	53.5	4494	1.372	27.44	2.31533	25.1168	91.5337	53.5	2040	1.375	13.75	2.32546	11.4264	83.1014
64.2	6866	1.649	49.47	3.34461	46.1214	93.2310	64.2	4411	1.648	32.96	3.34056	29.6123	89.8432	64.2	1957	1.65	16.5	3.34867	13.1538	79.7203
74.9	6783	1.924	57.72	4.55318	53.1624	92.1040	74.9	4328	1.923	38.46	4.54845	33.9035	88.1526	74.9	1873	1.925	19.25	4.55791	14.6874	76.2984
85.6	6700	2.199	65.97	5.94778	60.0175	90.9770	85.6	4245	2.198	43.96	5.94238	38.0087	86.4621	85.6	1790	2.2	22	5.9532	16.0418	72.9174
96.3	6617	2.474	74.22	7.52843	66.6866	89.8500	96.3	4162	2.473	49.46	7.52234	41.9280	84.7715	96.3	1707	2.475	24.75	7.53451	17.2102	69.5363
107	6534	2.749	82.47	9.29511	73.1698	88.7229	107	4079	2.784	55.68	9.53330	46.2595	83.0810	107	1624	2.75	27.5	9.30187	18.1926	66.1552
117.7	6451	3.024	90.72	11.2478	79.4670	87.5959	117.7	3996	3.023	60.46	11.2403	49.2086	81.3904	117.7	1541	3.025	30.25	11.2552	18.9891	62.7741



Démarrage à vide Démarrage en charge

Effectuez un démarrage à vide (Text = 0) sous tension nominale (U=30V). Choisissez un temps de simulation adéquat (ni trop long ni trop court) pour afficher le démarrage). Mesurez la vitesse et le courant. Importer la figure. La procédure est expliquée ci-dessous.



Réfléchissez sur les points suivants :

- * Forme de la montée du courant lors des premiers instants ?
- * et pourquoi décroît-il après ?

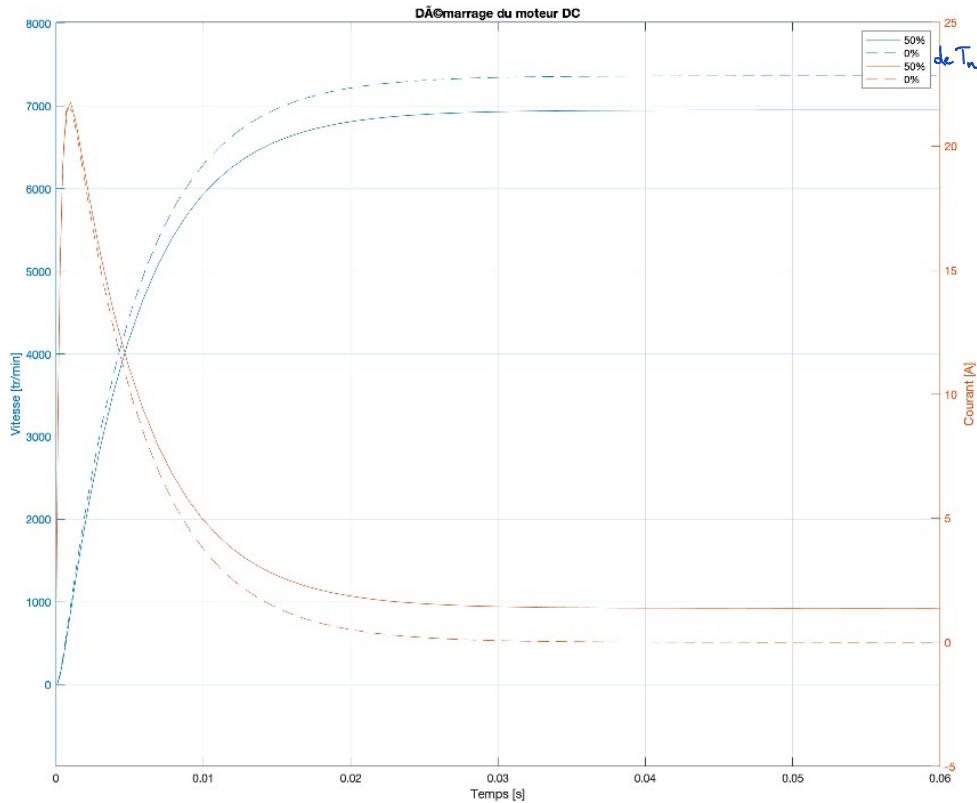
Commentaire/Explication

Video demo cf. fig suivante

Dans le cas idéal U_i tend vers U et I vers 0.

Petit retard entre vitesse et courant, en partie du au système mais aussi le temps de réaction des capteurs.

Effectuez un démarrage en charge à 50% du couple nominal ($T_{ext} = 0.5 T_n$) sous tension nominale ($U=30V$). Choisissez un temps de simulation adéquat (ni trop long ni trop court) pour afficher le démarrage. Mesurez la vitesse et le courant. Importer la figure (procédure ci-dessous). Comparer avec le démarrage à vide.



Comparer les 2 démarrages et analysez :

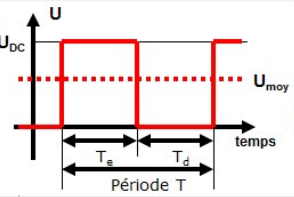
- * différence entre les 2 courants ?
- * différence entre les vitesses atteintes ?
- * ...

Commentaire/Explication

Le régime transitoire est très similaire dans les deux cas.

Pour une charge plus grande on tire plus de courant mais on tourne moins vite. L'offset de courant est causé par la charge.

Montée exponentielle style RL, comme la Bluebox

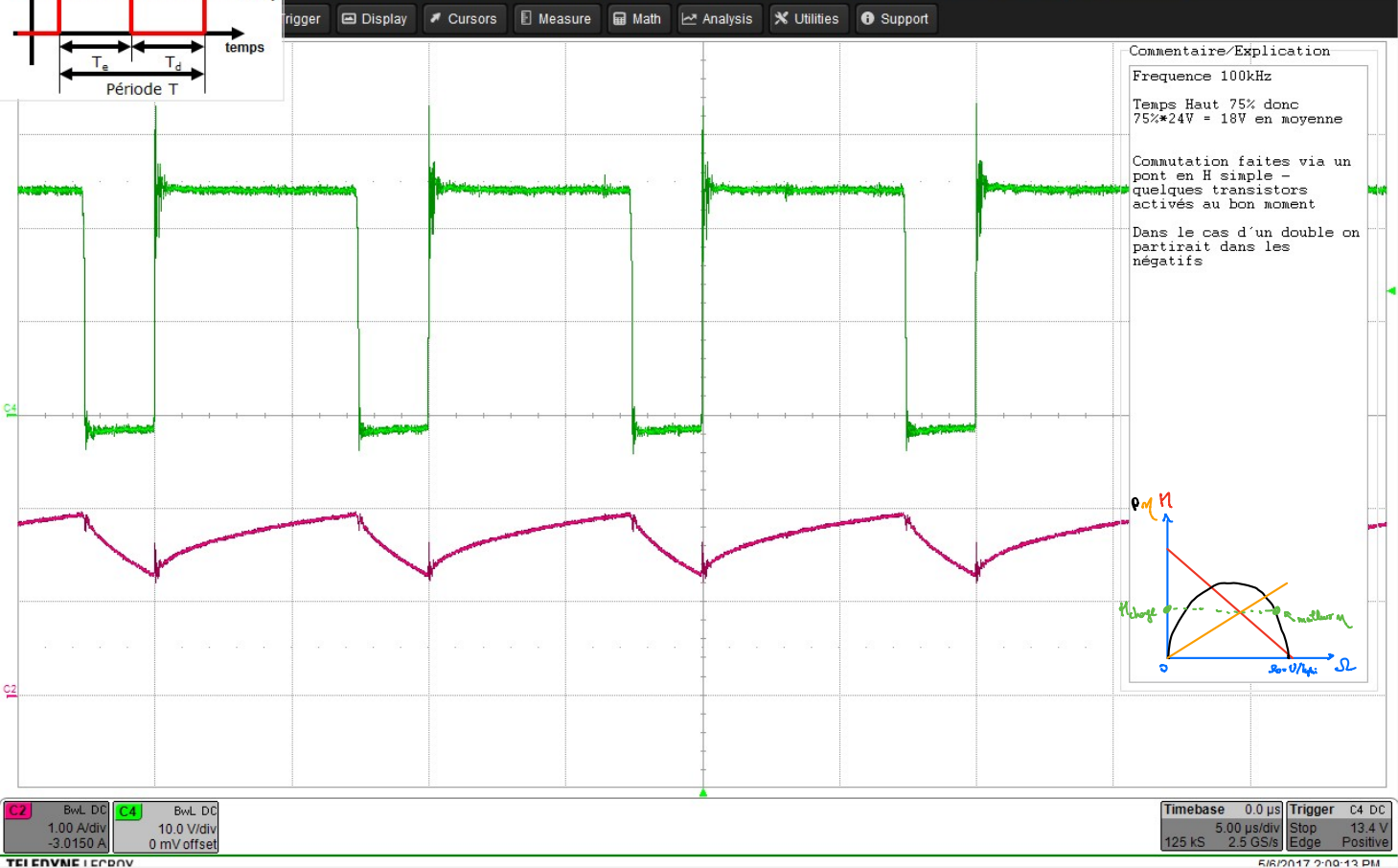


Modifier votre modèle Simulink (bloc Pulse Generator) pour alimenter le moteur avec un PWM et tester.

Charger la copie d'oscilloscope de l'acquisition de u et i en moteur.

Quelle est la fréquence de ce PWM ?

Quelle est la tension "vue" par le moteur sachant que la tension du circuit DC est de 24V ?



Commentaire/Explication

Fréquence 100kHz

Temps Haut 75% donc $75\% \cdot 24V = 18V$ en moyenne

Commutation faites via un pont en H simple – quelques transistors activés au bon moment

Dans le cas d'un double on partait dans les négatifs