

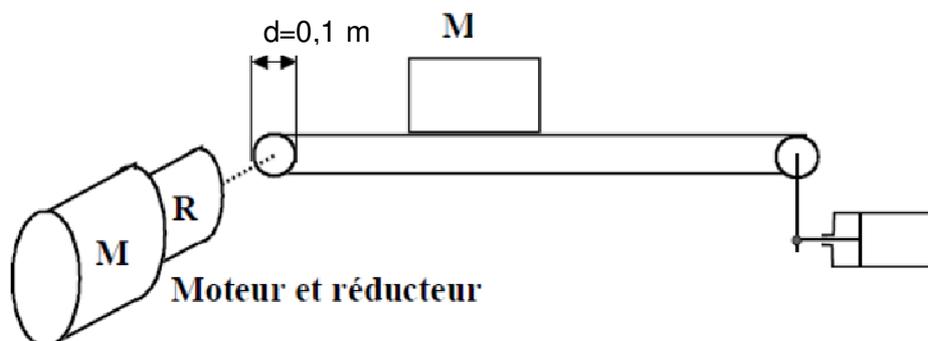
<b>td</b>	<b>td C 2.0</b>	<b>TS11 (Période 2)</b>
	<b>Loi de commande des machines à courant continu</b>	<b>1h</b>
	<b>Cycle 6 : Convertir</b>	<b>2 semaines</b>

- MODELISER** Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.  
**MODELISER** Modéliser la commande d'un ensemble asservi constitué du modulateur d'énergie, de la machine électrique et de sa charge.  
**CONCEVOIR** Choisir la technologie des composants de la chaîne de puissance.  
**RESOUDRE** Déterminer la loi de mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus.

## Choix d'un servomoteur

### Cahier des charges :

Une machine transfert est chargée de déplacer une masse de  $M$  entre différents postes. La longueur totale de déplacement ( $L=4$  m), associée à la précision demandée pour le positionnement, a conduit à choisir un entraînement par courroie crantée. Un tendeur pneumatique à rattrapage automatique permet de maintenir une tension constante pour la courroie.



### On impose les contraintes suivantes :

- Vitesse maximale  $V_{\max}=2,5$  m/s
- Accélération et décélération constantes et égales à  $a_{\max}=2,5$  m/s<sup>2</sup>
- Temps d'arrêt au poste :  $t_a=12,6$  s

## 1 Diagramme de vitesse

Le cycle de fonctionnement comprend une phase d'accélération, une phase à vitesse constante et une phase de décélération.

- 1) Tracer l'évolution de la vitesse en fonction du temps (pas à la bonne échelle temporelle mais en plaçant les grandeurs définies dans la présentation).
- 2) Calculer la durée de l'accélération  $t_{acc}$  temps, puis le temps  $t_u$  pendant lequel la pièce se déplace à vitesse constante et en déduire le temps du cycle  $t_c$ .

## 2 Diagramme de couple

Force de frottement  $F_f= 375$  N (on la considère indépendante de la vitesse).

Moment d'inertie ramené à l'arbre moteur:  $J_m = 2,5 \cdot 10^{-2}$  kg.m<sup>2</sup>.

Le moteur est associé à un réducteur de rapport  $r=5$ .

- 3) Calculer la vitesse  $\omega_m$  du moteur lorsque la masse se déplace à  $V_{\max}$ .
- 4) On considérera le réducteur sans pertes. Tracer l'évolution du couple  $C_m$  au cours du cycle de fonctionnement.

### 3 Couple thermique équivalent et vitesse moyenne

Il faut maintenant vérifier les limites d'échauffement du moteur en régime permanent. Le principe consiste à calculer un couple continu thermiquement équivalent aux différents couples constituant le cycle de travail. Ce couple produit les mêmes échauffements que les différents couples du cycle.

(Ceci s'apparente à une valeur efficace). Les couples étant constants pendant toute la durée d'une phase, il peut se calculer par la formule :

$$C_{th} = \sqrt{\frac{\sum_1^4 C_i^2 * t_i}{T}}$$

Ce couple prend en compte les échauffements par effet joule (le couple est proportionnel au courant).

Il faut aussi calculer la vitesse moyenne sur un cycle. Cette vitesse correspond à une vitesse constante produisant sur un cycle les mêmes pertes fer et mécanique.

Le point constitué par ( $N_{moy}$ ,  $C_{th}$ ) doit se trouver dans la zone d'utilisation permanente.

- 5) Calculer le couple thermique équivalent et la vitesse moyenne.

### 4 Choix des moteurs

- 6) Choisir un moteur à courant continu à l'aide des documents constructeurs donnés ci-dessous.

- 7) Relever la constante de temps thermique du moteur DC. Est-elle grande devant la période du cycle  $t_c$  ? Que pourrait-on dire du calcul du couple thermique équivalent si ce n'était pas le cas ?

#### Technical Specifications

ALL CHARACTERISTICS MEASURED AT 40°C AMBIENT TEMPERATURE EXCEPT TERMINAL RESISTANCE (25°C)	SYMBOLS	UNITS	MS-2	MS-4	MS-6	MS-8	MS-12	MS-22
RATED SPEED	n	rpm	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
RATED VOLTAGE ±5%	U	V	29.4	67	67.8	89.7	106.7	181
RATED CURRENT	I	A	6.5	7.8	10.7	10.7	14	16
RATED OUTPUT POWER (1)	P	W	190.3	397	575	805	1,240	2,573
EFFICIENCY	$\eta$	%	74	76	80	84	83	89
RATED TORQUE	T	Nm	0.6	1.26	1.83	2.56	3.95	8.19
MAXIMUM TORQUE (2)	T <sub>max</sub>	Nm	3.6	7.58	11	15.38	23.7	49.14
MAXIMUM SPEED (3)	n <sub>max</sub>	rpm	7,000	6,000	6,000	5,000	4,500	4,000
EMF CONSTANT ±5%	K <sub>e</sub>	V/1000 rpm	10.4	18	19	26.3	30.85	55.6
TORQUE CONSTANT ±5%	K <sub>t</sub>	Nm/A	0.099	0.172	0.181	0.251	0.295	0.53
FRICTION TORQUE	T <sub>f</sub>	Nm	0.03	0.05	0.05	0.06	0.09	0.09
DAMPING CONSTANT	K <sub>D</sub>	Nm/1000 rpm	0.003	0.009	0.018	0.021	0.02	0.05
TERMINAL RESISTANCE (25°C)	R	$\Omega$	1	1.25	0.75	0.82	0.75	0.67
ARMATURE INDUCTANCE	L	$\mu$ H	<102	<190	<120	<150	<200	<250
INERTIA	J	kg m <sup>2</sup> 10 <sup>-3</sup>	0.15	0.37	0.40	0.82	1.7	5.1
MECHANICAL TIME CONSTANT	T <sub>M</sub>	ms	14.36	15	9	10.17	14	11.6
TRANSIENT POWER	P <sub>S</sub>	kW/s	89	155	300	288	330	473
THERMAL TIME CONSTANT ROTOR TO HOUSING	T <sub>AC</sub>	s	170	180	190	200	300	360
THERMAL TIME CONSTANT (1) HOUSING TO AMBIENT	T <sub>CA</sub>	s	1,700	1,750	1,800	2,000	2,700	3,000
THERMAL RESISTANCE ROTOR TO HOUSING	R <sub>AC</sub>	°C/W	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2
THERMAL RESISTANCE (1) HOUSING TO AMBIENT	R <sub>CA</sub>	°C/W	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2
RADIAL LOAD (at mid-length of shaft)	F <sub>R</sub>	N	200	200	300	300	500	600
AXIAL LOAD	F <sub>A</sub>	N	150	200	200	200	250	400
MASS (Only motors. No options)	M	kg						28