

CATAPULTE

On se propose d'étudier un banc d'essai dynamique (ou catapulte) destiné à l'analyse du comportement aux chocs de structures ou de mannequins. L'essai est réalisé en projetant l'élément à tester sur un mur.

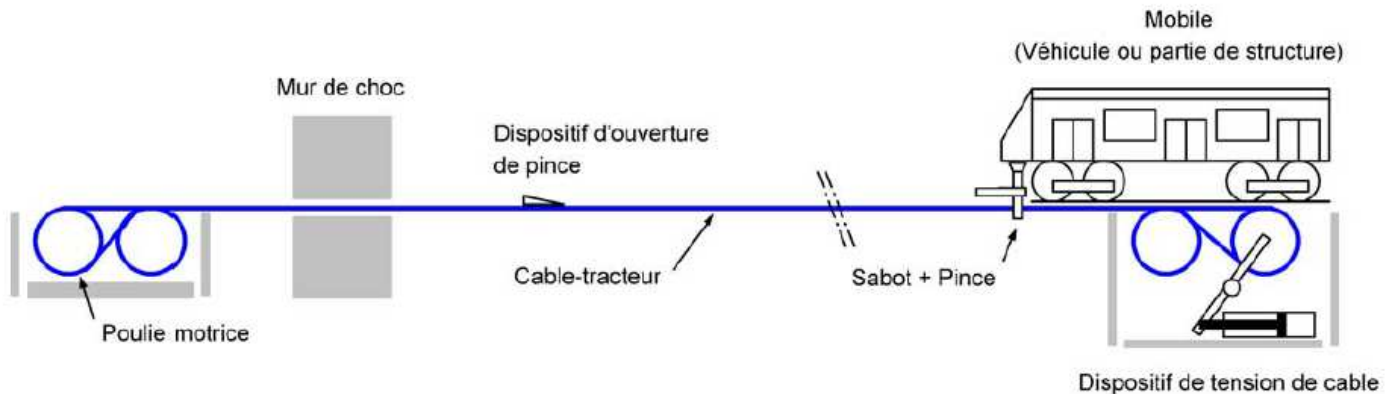
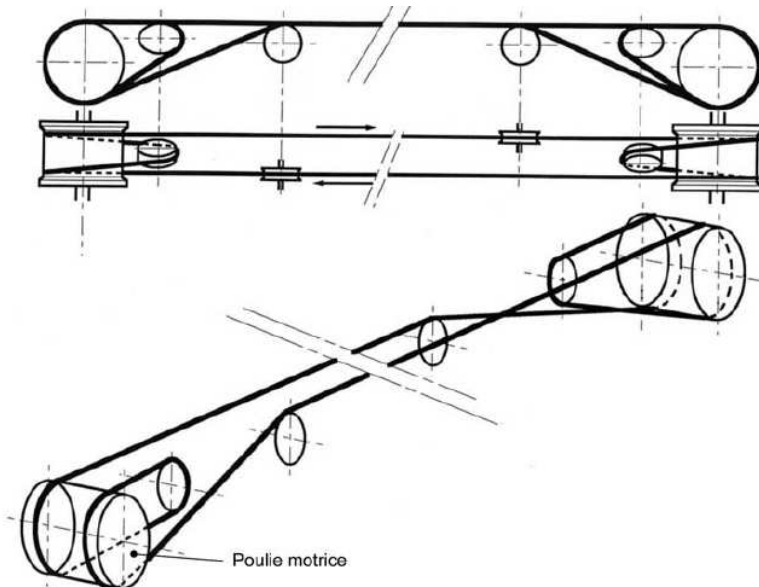


Figure 1 – Présentation générale du banc d'essai dynamique

La structure à tester est fixée sur un chariot sur pneus ou sur rails. Le chariot est lui-même tracté par un sabot. Ce sabot, guidé par un rail, est rendu temporairement solidaire d'un câble-tracteur grâce à une pince. Le câble-tracteur est sans fin, il est enroulé sur un ensemble de poulies dont une est motorisée (Figure 2).



La chaîne d'acquisition est solidaire du chariot. Elle est constituée d'un convertisseur analogique / numérique et d'un dispositif de mémorisation des données. Elle comporte 48 voies d'acquisition 12 bits / 10 kHz.

La motorisation de l'ensemble est assurée par un moteur à courant continu d'une puissance de 250 kW alimenté par un convertisseur statique, un dispositif d'asservissement intégré au variateur gère la mise en mouvement de l'ensemble.



Poulie motrice en situation

La gestion du tir est réalisée avec un logiciel de supervision en liaison avec un automate. Les informations de consignes destinées à l'ensemble variateur/convertisseur statique sont délivrées par l'automate.

Déroulement d'un essai :

- préparation (caméras rapides, capteurs d'effort et d'accélération, positionnement du ou des mannequin(s),...),
- accélération du mobile (chariot+élément à tester) grâce au sabot,
- régulation de la vitesse du mobile lorsque la vitesse d'essai est atteinte,
- décrochage du sabot (la pince s'ouvre, le sabot n'est plus solidaire du câble-tracteur),
- course libre du sabot et du mobile,
- arrêt du sabot sur un absorbeur de choc, le mobile continue sa course seul,
- course libre du mobile sur 5m,
- percussion du mur par l'élément à tester,
- récupération des enregistrements de la chaîne d'acquisition embarquée (transmission par bus de terrain),
- dépouillement des données par ordinateur.

CATAPULTE

Caractéristiques générales :

- Le système doit être robuste et sécurisé pour éviter tous les incidents au démarrage et au moment du choc. La tolérance demandée en vitesse est de +/- 1 km/h.
- La masse totale à entraîner est de $M = 2345$ kg (2000 kg pour le chariot, 30 kg pour le sabot et 315 kg pour le câble-tracteur).
- La vitesse du mobile par rapport au bâti est de 5 à 60 km/h.
- Pour éviter le déclenchement intempestif des éléments de sécurité active du véhicule à tester et aussi éviter d'éventuels déplacements d'un mannequin embarqué, l'accélération de lancement est limitée par le cahier des charges à 5 m/s^2 .
- La course totale de lancement est de 55 m, le mur de choc étant 5 m plus loin.
- Le premier tiers de la course est réservé à la phase d'accélération du mobile. Le mobile doit donc atteindre sa vitesse de tir stabilisée à la fin de ce premier tiers. La vitesse de tir est ensuite régulée sur la durée restante de la course de lancement.
- Le cahier des charges stipule que la catapulte doit pouvoir réaliser des essais de choc mettant en œuvre une énergie de choc limitée à 278 kJ avec un véhicule lancé à 60 km/h.

Etude du moteur à courant continu :

Le moteur choisi est le ID250S de Vascat avec une tension nominale de 440V et le bobinage n° 34. Le résumé des caractéristiques de ce moteur est fourni en annexe. On néglige les pertes mécaniques et fer de la machine. Pour atteindre la vitesse stabilisée $VM = 60 \text{ km/h}$ sur les 50 premiers mètres de la course, les calculs mécaniques ont permis de déterminer que le couple électromagnétique du moteur doit être de 1718 Nm. Le diamètre de la poulie est 1010mm.

Q1 - A l'aide de la documentation technique et des valeurs nominales, déterminer la valeur de la constante de couple K de la machine.

Q2 - En déduire le courant I pour obtenir un couple de 1718Nm.

Q3 - Calculer alors la vitesse de rotation stabilisée en tr/min de l'arbre moteur en prise directe avec la poulie motrice.

Q4 - Déterminer la valeur de la tension d'induit nécessaire.

Q4 - En déduire la puissance mécanique fournie à la charge et calculer le rendement du moteur.

Q5 - Comparer aux valeurs nominales du moteur et conclure.

Etude du convertisseur statique :

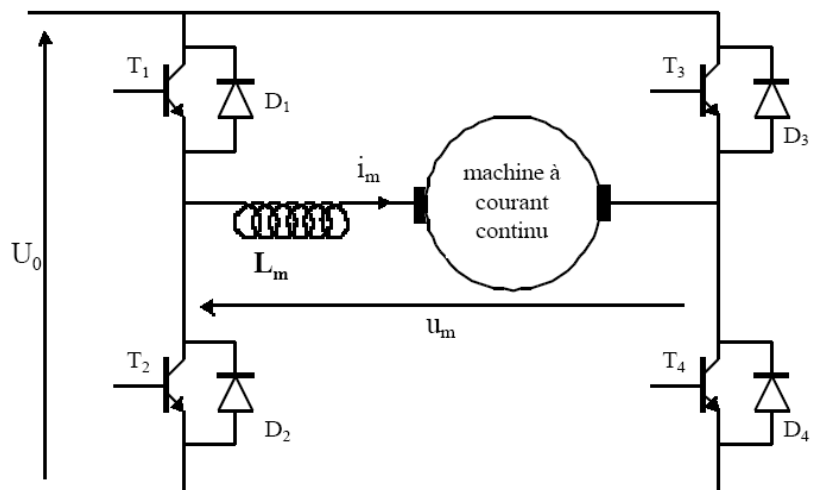
Q6 - D'après le fonctionnement souhaité, sachant qu'il faut accélérer et décélérer le câble tracteur, dans combien de quadrants doit-on fonctionner ?

Une seconde solution envisagée est l'utilisation d'un hacheur pont en H à partir d'une source continue 500V obtenue après redressement et filtrage.

On commande alors les interrupteurs T1 et T4 de 0 à αT , puis les interrupteurs T2 et T3 de αT à T .

$$U_0 = 500V$$

Les interrupteurs (transistors bipolaires et diodes) sont supposés parfaits.



CATAPULTE

Q7 - On se place en fonctionnement moteur (Quadrant 1) comme précédemment. Dessiner l'allure de $U_m(t)$ en considérant que la valeur moyenne de I est celle de la Q2.

Q8 - Préciser pendant chaque phase de fonctionnement quels sont les interrupteurs réellement passants.


Q9 - Calculer la valeur du rapport cyclique à régler pour un déplacement à 60 km/h.

Q10 – Exprimer puis calculer dans ce cas l'ondulation de courant en fonction de l'inductance globale $L_t=L+L_m$.

Q11 – Déterminer L_m pour avoir une ondulation de courant maximale de 5% de I_{moy} .

CATAPULTE

Annexes – Document 8 (1/2) Résumé des caractéristiques du moteur

	MOTOR ID 250 S <i>- Technical Datasheet -</i>	DT-ID250S 07 1/2 02/05/2007

Ventilador / Fan		Rodamientos / Bearings		Delantero / Drive End		6320 C3		Trasero / Non Drive End		6316 C3				
Tension / Voltage	230/400 V	460 V	Moment d'inertie du rotor / Rotor Inertia				J = 2.96 Kg m ²		Masse du moteur / Motor Weight			1100 Kg		
Freq. / Frequency	50 Hz	60 Hz	Degré de protection / Protection Degree		IP 23 S		Montage / Mounting		IM B3 / B35		Refroidissement / Cooling		IC06	
Puissance / Power	5.5 KW	6.3 KW	Niveau de bruit / Noise Level		< 89 dB		Vitesse max / Max. Mechanical Speed		2500 tr/mn		Couple max / Max. Torque		1,6 Tn	
Vitesse / Speed	2860 rpm	3460 rpm	Classe d'isolation / Insulation Class		F		Protection Thermique / Thermal Protection		PTC 140 °C		Ambiance / Ambient		< 40 °C < 1000 m	
Flux d'air / Air flow	3000 m3/h		Pression / Pressure		1600 Pa		Balais / BRUSHES		Dimensions		(10+10)x32x45			
Degré d'équilibrage / Balancing degree		N		Classe d'isolation / Insulation Class		F		Protection Thermique / Thermal Protection		PTC 140 °C		Ambiance / Ambient		< 40 °C < 1000 m
Bobinage d'excitation / FIELD WINDINGS		V		340		195		Balais / BRUSHES		Dimensions		(10+10)x32x45		
		A		7,00										

BOBINADOS DE INDUCIDO / ARMATURE WINDINGS													
Bobinage / Winding	KW	Autres tensions / 300 V	340 V	tr/mn / 400 V	440 V	460 V	In (A)	Tn (Nm)	Rendimiento / Efficiency %	Resist. Total / 115°C Ohm	L mH	Nbre de Balais / Nr. of Brushes	
31	238,7 272,2 322,5 357,0 372,7	1140	1300	1540	1705	1780	861,0 861,0 861,0 861,0 860,0	1999 1999 1999 1999 1999	92,4% 93,0% 93,6% 94,2% 94,2%	0,019	0,60	20	
32	224,7 255,3 303,3 336,0 351,3	1030	1170	1390	1540	1610	813,0 813,0 813,0 813,0 812,0	2083 2083 2083 2083 2083	92,1% 92,3% 93,3% 93,9% 94,0%	0,021	0,70	20	
33	203,3 231,7 275,4 306,0 319,1	930	1060	1260	1400	1460	745,0 745,0 745,0 745,0 744,0	2087 2087 2087 2087 2087	90,9% 91,5% 92,4% 93,3% 93,2%	0,026	0,82	20	
34	164,5 188,6 225,9 250,0 261,0	750	860	1030	1140	1190	612,0 612,0 612,0 612,0 611,0	2094 2094 2094 2094 2094	89,6% 90,6% 92,3% 92,8% 92,9%	0,038	1,21	16	
35	129,1 148,8 177,3 197,0 205,8	590	680	810	900	940	489,0 489,0 489,0 489,0 488,0	2090 2090 2090 2090 2090	88,0% 89,5% 90,6% 91,6% 91,7%	0,058	1,90	12	
36	101,0 118,2 141,9 158,0 165,5	470	550	660	735	770	398,0 398,0 398,0 398,0 397,0	2053 2053 2053 2053 2053	84,6% 87,4% 89,1% 90,2% 90,6%	0,094	2,97	12	
37	73,0 85,9 103,1 116,0 120,3	340	400	480	540	560	300,0 300,0 300,0 300,0 299,0	2051 2051 2051 2051 2051	81,2% 84,2% 85,9% 87,9% 87,5%	0,163	5,39	8	