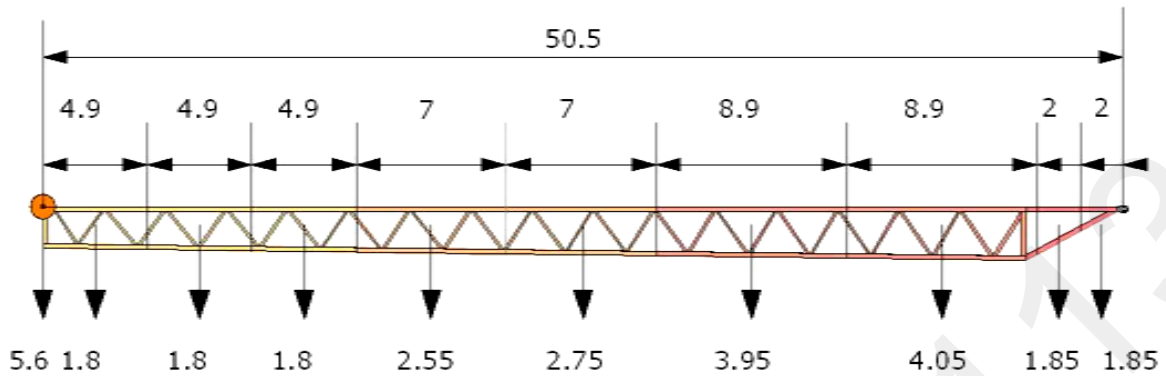


Estimation de la puissance installée d'une volée variable HMK280

Détermination des grandeurs nécessaire au calcul :



Poids de la flèche ramené à la pointe :

$$M_{fl} = 15.4t$$

		poids tronçons	inertie	li	moment	poids à la pointe
L1	50,50	5,60	14281,40	0,00	282,80	
L2	45,60	1,80	4159,45	4,90	86,49	15,40
L3	40,70	1,80	3355,06	4,91	77,66	
L4	35,80	1,80	2637,11	4,91	68,84	Lg centre de gravité
L5	28,80	2,55	2670,80	7,00	82,37	
L6	21,80	2,75	1771,48	7,01	69,56	27,78
L7	12,90	3,95	1215,11	8,88	68,57	
L8	4,00	4,05	1339,21	8,89	34,24	poids à la base
L9	2,00	1,85	29,60	2,00	5,55	
L10	2,00	1,85	2,47	2,00	1,85	12,60
		28,00	31461,69	50,50	777,93	

Moment d'inertie de la flèche par rapport au point d'articulation :

$$M_{ifj} = 31461t/m^2$$

La course du vérin pour effectuer la variation totale de portée est de 4mètres

Dimensions du vérin : Ø420/Ø340/C6900

$$S_p = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 42^2}{4} = 1385.4cm^2$$

$$S_t = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 34^2}{4} = 907.9cm^2$$

Estimation de la puissance installée d'une volée variable HMK280

$$S_a = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \times (42^2 - 34^2)}{4} = 477.5 \text{ cm}^2$$

Débit de pompe disponible : 564l/min

Vitesse de sortie du vérin en différentiel:

$$v = \frac{Q}{6 \times S} = \frac{564}{6 \times 907.9} = 0.1 \text{ m/s}$$

Temps de manœuvre :

$$t = \frac{e}{v} = \frac{4}{0.1} = 40 \text{ s}$$

Vitesse horizontale moyenne de la charge :

$$v = \frac{50 - 11}{40} = 0.975 \text{ m/s}$$

Temps du cycle estimé :

Avec un temps de rampe d'accélération et décélération de 5s: $\gamma = \frac{v}{t} = 0.02 \text{ m/s}^2$

$$e = \frac{\gamma}{2} \times t^2 + v_0 \times t + \frac{\gamma}{2} \times t^2 = \gamma \times t^2 + v_0 \times t$$

Course d'accélération et de décélération du vérin :

$$e_\gamma = \gamma \times t^2 = 0.02 \times 5^2 = 0.5 \text{ m}$$

Course du vérin à vitesse constante :

$$e_v = 4 - 0.5 = 3.5 \text{ m}$$

Temps du cycle :

$$t = 5 \times 2 + \frac{3.5}{0.1} = 45 \text{ s}$$

Plage de volée variable de 50m à 11m avec une charge de 28.5t :

Élévation de la pointe de la flèche = 32.4m

Variation de l'angle de flèche $\alpha = 1.047 \text{ rd } 60^\circ$

Vitesse angulaire moyenne :

$$\omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{1.047}{40} = 0.0261 \text{rd/s}$$

Accélération angulaire moyenne :

$$\theta = \frac{\omega}{t\alpha} = \frac{0.0261}{5} = 0.00522 \text{rd/s}^2$$

Bilan de la puissance :

Mouvement circulaire : $M = J \times \theta$ et $P = M \times \omega$

Mouvement linéaire : $F = m \times \beta$ et $P = F \times V$

Puissance d'accélération de la flèche :

$$P_{afl} = M_{ifl} \times \theta \times \omega = 31462 \times 0.00522 \times 0.0261 = 4.28 \text{Kw}$$

Puissance en palier de la flèche :

$$P = F \times V \quad P_{vfl} = 15.4 \times g \times \frac{32.4}{40} = +122.37 \text{Kw}$$

Avec le vent de face

Variation de 81 à 21 de l'angle α :

Surface de la flèche : $S = l \times L$ $S = 90 \text{m}^2$

Coefficient de traînée $C = 1.2$

Pression aérodynamique $P = 324 \text{N/m}^2$

Force aérodynamique :

$$F_w = S \times P \times C \times \sin \alpha$$

$$F_{max} = 90 \times 1.2 \times 0.324 \times \sin 81 = 34.56 \text{KN}$$

$$F_{min} = 90 \times 1.2 \times 0.324 \times \sin 21 = 12.54 \text{KN}$$

Puissance vent de face :

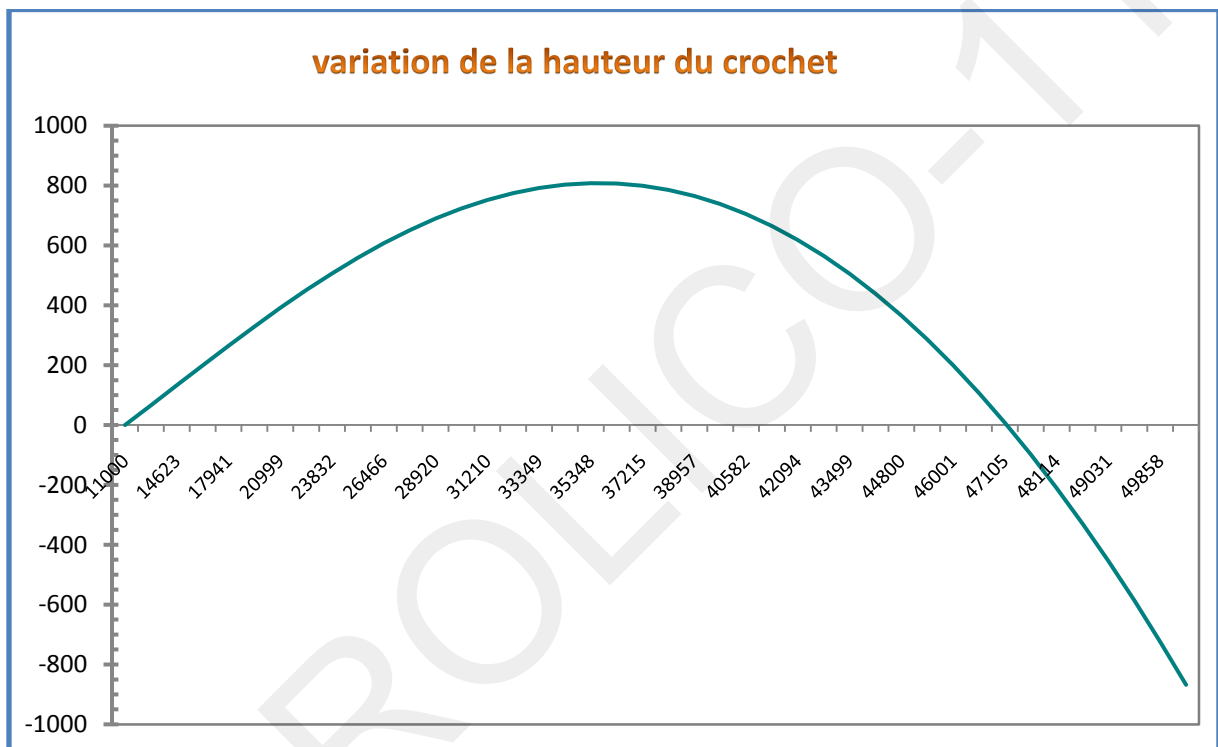
$$C = F_w \times R = L \times l \times P \times C \times \sin \alpha \times \frac{L}{2} \times \sin \alpha$$

Estimation de la puissance installée d'une volée variable HMK280

$$C = l \times P \times C \times \frac{L^2}{2} \times \sin^2 \alpha$$

$$P_{wmax} = C \times \omega = 34.56 \times \frac{50.5}{2} \times \sin 81 \times 0.0261 = 22.49 \text{Kw}$$

$$P_{wmin} = C \times \omega = 12.54 \times \frac{50.5}{2} \times \sin 21 \times 0.0261 = 2.96 \text{Kw}$$



En raison du déplacement non horizontal de la charge :

Puissance levée de charge :

$$P_{ch} = F \times V = 28.5 \times g \times \frac{0.800}{\left(\frac{31}{0.975}\right)} = 7 \text{Kw}$$

Soit au total : $122.37 + 22.49 + 7 = 152 \text{Kw}$

Il est évident que la puissance installée sera supérieure en fonction du type de circuit choisis du rendement des composants hydrauliques et des pertes de charge dans le réseau d'alimentation.

Estimation de la puissance installée d'une volée variable HMK280

Les conditions sélectionnées sont les plus défavorables c'est-à-dire :

Variation de la portée maximum de 50m à la portée minimum de 11m avec une charge de 28.5t et vent arrière.

Un calcul rapide indique qu'avec un équilibrage par contre poids de 35t procurerai une économie d'environ 100Kw sur la puissance installée.

Elévation du contre poids =11.7m

Vitesse linéaire du contre poids :

$$v = \frac{e}{t} = \frac{11.7}{40} = 0.2925m/s$$

Accélération du contre poids:

$$\beta = \frac{v}{ta} = \frac{0.2925}{5} = 0.0585m/s^2$$

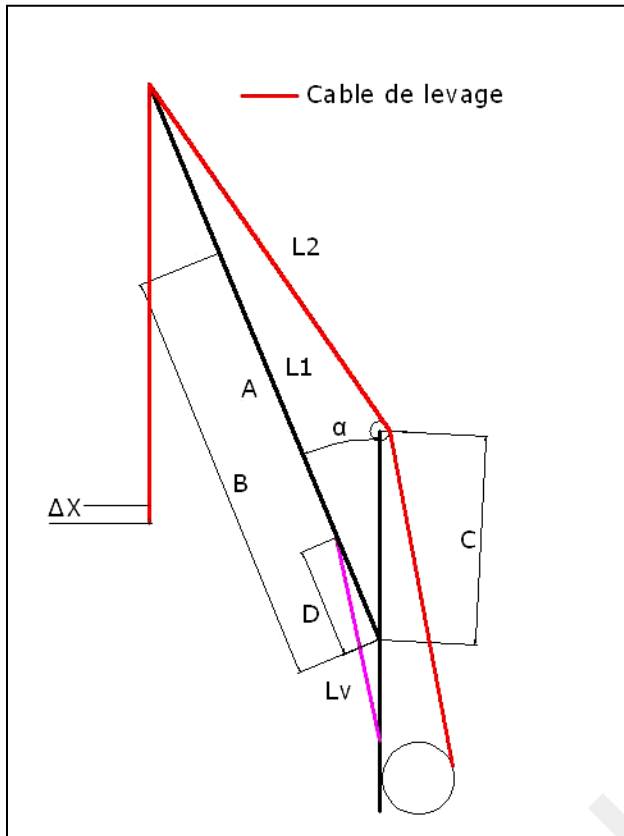
Puissance d'accélération du contre poids :

$$P_{acp} = m \times \beta \times v = 35 \times 0.0585 \times 0.2925 = 0.599Kw$$

Puissance en palier du contre poids:

$$P = F \times V \quad P_{vc} = 35 \times g \times 0.2925 = -100.43Kw$$

Il est intéressant de calculer la fréquence propre du vérin afin de contrôler le temps minimum d'accélération Car il n'y a qu'une seule constante de ressort coté section piston lorsque le vérin est raccordé en différentiel.



Calcul de la fréquence propre du vérin :

Ce système de cheminement du câble de levage constitue la compensation de hauteur de la charge. Il n'y a pas lieu de tenir compte dans les calculs des mouvements de la charge.

$$Mr = \frac{Jf}{Blv^2}$$

Le calcul de la fréquence propre d'un vérin est donné :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{Ct}{Mr}} \quad d'où \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \times \omega_0$$

Dans la formule Ct représente la constante de ressort total soit $C1 + C2$

Pour un vérin à section différentielle elle est donnée par :

$$C1 = \frac{Sp^2 \times \beta}{Sp \times hp + Vc} \quad et \quad C2 = \frac{Sa^2 \times \beta}{Sa \times ha + Vc}$$

$Sp \times hp$ représente le volume de la chambre du piston et $Sa \times ha$ le volume de la section annulaire.

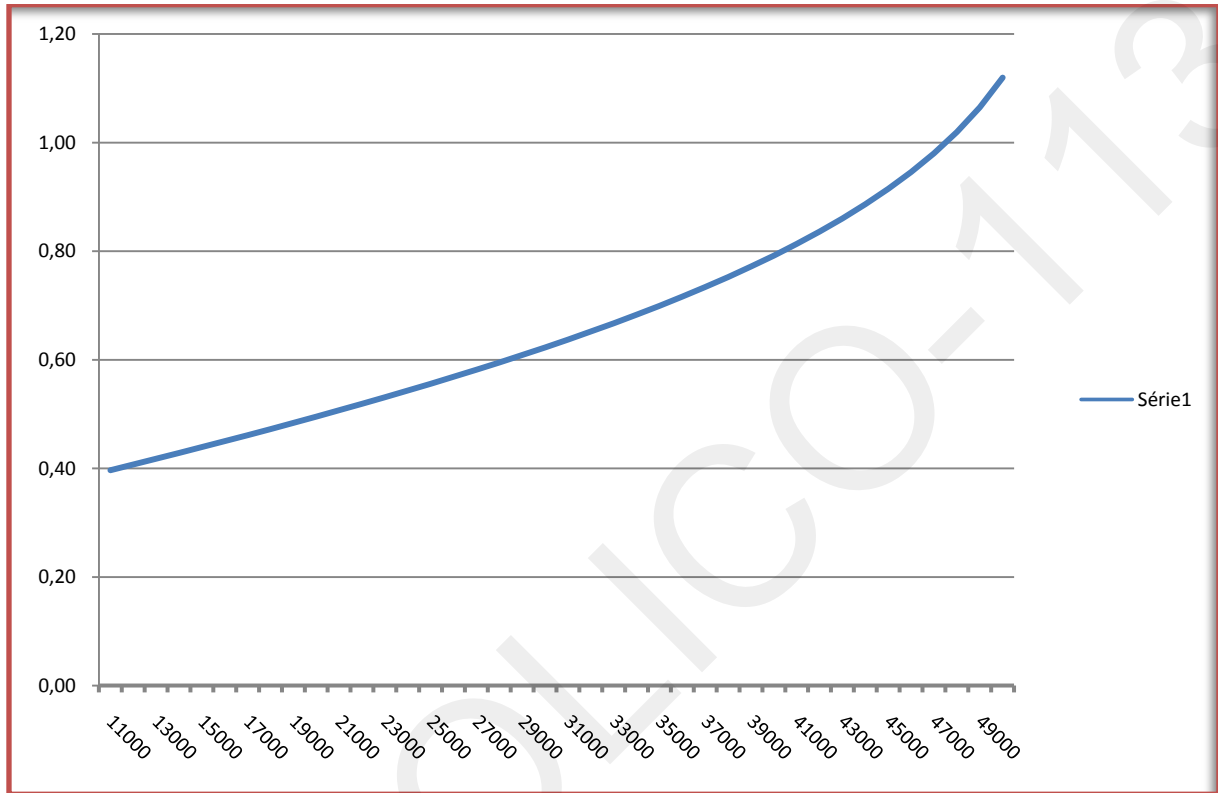
La constante de ressort totale est la somme des deux $Ct = C1 + C2$

$$Ct = \frac{Sp^2 \times \beta}{Vp + Vc} + \frac{Sa^2 \times \beta}{Va + Vc}$$

Dans notre cas la valeur de la fréquence propre du vérin est liée à la fois par la position qui détermine le volume des chambres et la masse réduite agissant à l'extrémité et aux sections actives du vérin.

Estimation de la puissance installée d'une volée variable HMK280

Le graphe ci-dessous traduit la variation de la fréquence propre du vérin double effet simple tige qui travaille en différentiel en fonction de la course et de la masse réduite attelée.



Les temps d'accélération et de décélération sont calculés en fonction de la fréquence propre minimum.

On sait que le temps de réponse t_r d'un système est le temps au bout duquel il atteint 95% de sa réponse définitive

Dans un système du 1^{er} ordre $t_r = 3\tau$ où τ est la constante de temps du système, c'est-à-dire le temps au bout duquel la réponse 63% du régime définitif.

On considère que le travail peut s'effectuer sans risque à un régime 3 fois moins rapide que le régime critique.

Arbitrairement on calculera la fréquence de travail comme suit :

$$f_t = \frac{f_0}{3} \text{ comme } \omega_0 = 2\pi f_0 \text{ on a } \omega t = \frac{\omega_0}{3}$$

$$\tau = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{\omega t}$$

Ne sachant pas de quel ordre le système se trouve, on fixe arbitrairement à 5τ .

Le temps minimum d'accélération. On s'éloigne ainsi de la partie initiale de la réponse, et par conséquent des éventuelles oscillations.

$$t_a = 5\tau = \frac{5}{\omega t} = \frac{15}{\omega 0} = \frac{15}{2\pi f 0} = \frac{7.5}{\pi f 0} = \frac{2.4}{f 0}$$

Le temps minimum d'accélération estimé sera :

$$t_a = \frac{2.4}{0.4} = 6s$$

La rampe d'accélération et de décélération seront adaptée pendant les essais.

« Si des erreurs se sont introduites dans le document merci de les signaler »