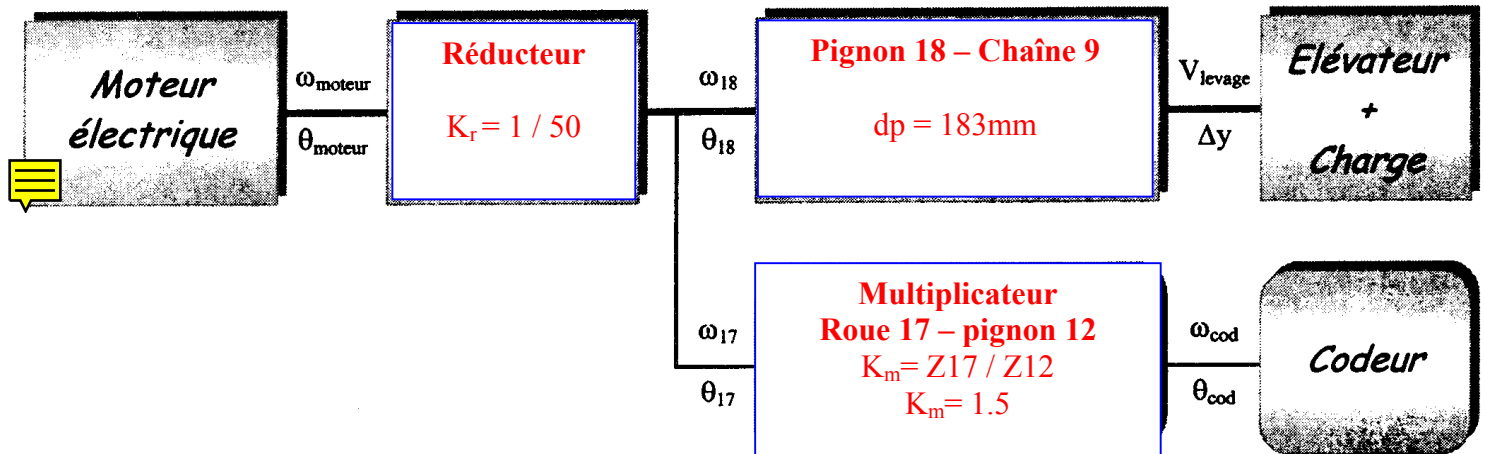


A1 – Analyse de l'existant

A1-1 : Compléter le schéma bloc de la chaîne cinématique du système de levage .



A1-2 : Caractéristiques du codeur mis en place.

Codeur SSI , 1024 pts sur 4096 tr, alim 10/30V

A1-3 : Déterminer l'angle balayé en rd par l'axe du codeur pour une impulsion .

Le codeur IVO GCM2W à une résolution de 1024 pts → voir DT 4/44

$$\theta_{\text{cod}} = 2\pi \text{ rd} / 1024$$

$$\theta_{\text{cod}} = 6.136 * 10^{-3} \text{ rd}$$

A1-4 : Déterminer l'expression littérale du déplacement Δy de l'élévateur. Faire l'application numérique

Calcul de θ_{18} en fonction θ_{cod}

$$\theta_{18} = \theta_{\text{cod}} * Z12 / Z17$$

$$\Delta y = dp / 2 * \theta_{18}$$

$$\Delta y = dp / 2 * (\theta_{\text{cod}} * Z12 / Z17)$$

$$\Delta y = (dp * \theta_{\text{cod}} * Z12) / (2 * Z17)$$

$$\text{AN : } \Delta y = (183\text{mm} * 6.136 * 10^{-3} \text{ rd} * 24 / (2 * 36)$$

$$\Delta y = 0.374\text{mm}$$

A1-5 : Comparer votre résultat avec la précision imposée par le CDCF → p11/19

La précision obtenue étant $0.374\text{mm} < 1\text{mm}$ → condition validée

A1-6 : conclusion quant aux défauts machine dues à un problème de codeur

La cause » précision » du codeur pouvant être maintenant éliminée, il ne reste plus comme cause que :

.La prise de référence machine qui est imprécise ou qui dérive dans le temps

A3 – Disponibilité du magasin

A3-1 : Estimation de la durée moyenne t_{moy} de stockage avec la motorisation actuelle.

D'après le cycle de stockage décrit à la page 10/21:

$$t_{\text{moy}} = 2 (25 + 26.5 + 10)$$

$$t_{\text{moy}} = 2 (t_c + t_l + t_d)$$

$$t_{\text{moy}} = 123\text{s}$$

$$N_{\text{cycle}} = 6400 / (4 \cdot 5 \cdot 16) \text{ car } 6400 \text{ mouvements pour } 4 \text{ translateurs durant } 5 \text{ jours pendant } 16\text{h}$$

$$N_{\text{cycle}} = 20 \text{ pour } 1\text{h et pour un translateur}$$

$$\text{taux}_{\text{moy}} = \text{temps de non fonct en s} / 3600\text{s}$$

$$\text{taux}_{\text{moy}} = (3600\text{s} - 20 \cdot 123) / 3600\text{s}$$

$$\text{taux}_{\text{moy}} = 0.317 \rightarrow 31.7 \%$$

A3-2 : Déterminer la durée t_{opt} d'un cycle de stockage avec $t_l = t_t$.

$$t_l = t_t = 16\text{s} < 26.5\text{s}$$

$$t_{\text{opt}} = 2 (25 + 16 + 10)$$

$$t_{\text{opt}} = 2 (t_c + t_l + t_d)$$

$$t_{\text{opt}} = 102\text{s}$$

A3-3 : Déterminer le taux moyen optimisé d'un cycle de stockage .

$$\text{Taux}_{\text{opt}} = \text{temps de non fonct en s} / 3600\text{s}$$

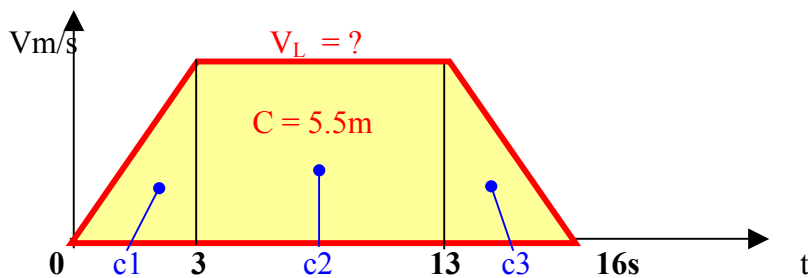
$$\text{Taux}_{\text{opt}} = (3600\text{s} - 20 \cdot 102) / 3600\text{s}$$

$$\text{Taux}_{\text{opt}} = 0.433 \rightarrow 43.3 \%$$

$$\text{Amélioration du taux} = (43.3 - 31.7) / 31.7 = 0.366 \rightarrow 36.6 \%$$

L'exigence du CDCF étant de 30 % \rightarrow entreprise satisfaite de la prise de décision

A3-4 : Déterminer le diagramme de la vitesse de levage pour la nouvelle motorisation .



A3-5 : Déterminer la vitesse de levage pour la nouvelle motorisation .

$$\text{Course } C = c1 + c2 + c3 \text{ comme } c1 = c3$$

$$\text{Course } C = 2 \cdot c1 + c2$$

$$\text{Course } C = \text{aire de 2 triangles de } 3 \cdot V_L + \text{aire d'un rectangle de } 10 \cdot V_L$$

$$\text{Course } C = 2 \cdot (3 \cdot V_L / 2) + 10 \cdot V_L$$

$$\text{Course } C = 13\text{s} \cdot V_L = 5.5\text{m}$$

$$V_L = 0.423\text{m/s} = 25.4\text{m/mn}$$

A4 – Rénovation de la motorisation du levage – choix du moteur

A4-1 : Proposition de différents types de moteur en association avec le réducteur SEW – K87

Kr doit être proche de 1/50 (voir p11/19), la rapport Kr le plus proche sera donc 1/49.16 (voir DT 13/44)

Pour ce rapport, 9 moteurs conviennent :

DT90, DV100, DV112, DV132S, DV132M, DV132ML, DV160M, DV160L, DV180.

 : Calculer la fréquence de rotation du moteur pour la vitesse de levage de 25m/mn (p19/19)

Relation : $V = \pi \cdot d \cdot N$ bien adaptée au calcul

Ici , $V_L = \pi \cdot dp18 \cdot N18$ avec $N18 = N_{\text{mot}} \cdot Kr$

$$V_L = \pi \cdot dp18 \cdot N_{\text{mot}} \cdot Kr$$

$$N_{\text{mot}} = V_L / (\pi \cdot d_{p18} \cdot K_r)$$

$$N_{\text{mot}} = 25 \text{ m/mn} / (\pi * 0.183 \text{ m} * 1/49.16)$$

$$\mathbf{N_{\text{mot}} = 2138 \text{ tr/mn}}$$

A4-3 : Calculer l'accélération linéaire **a** de la charge en phase de démarrage en montée.

Relation : $V = a \cdot t$

Ici, $V_L = a \cdot t_d$

$$a = V_L / t_d$$

$$a = (25 / 60) \text{ m/s} / 3 \text{ s}$$

$$\mathbf{a = 0.1389 \text{ m/s}^2}$$

A4-4 : Calculer l'effort **Ft** exercé par une chaîne double 9 en phase de démarrage en montée.

Principe fondamental de la dynamique de translation en projection sur l'axe y (voir schéma p12/21)

$$2 \cdot F_t - (m_c + m_{\text{lev}}) \cdot g = (m_c + m_{\text{lev}}) \cdot a$$

$$2 \cdot F_t = (m_c + m_{\text{lev}}) \cdot (a + g)$$

$$2 \cdot F_t = (650 + 1000) \text{ kg} \cdot (0.1389 + 9.81) \text{ m/s}^2$$

$$\mathbf{F_t = 8\,208 \text{ N}}$$

A4-5 : Calculer le couple utile maxi **Cp** à appliquer à la sortie du réducteur en tenant compte du rendement du mécanisme de levage.

Principe fondamental de la dynamique de rotation en projection sur l'axe z (voir schéma p12/21)

$$C_{p\text{th}} - (2 \cdot F_t \cdot d_p / 2) = 0 \rightarrow \text{avec } J_{s2} \text{ négligé et } \eta = 1$$

$$C_{p\text{th}} = (2 \cdot 8208 \text{ N} \cdot 0.183 \text{ m} / 2)$$

$$C_{p \text{ réel}} = (2 \cdot 8208 \text{ N} \cdot 0.183 \text{ m} / 2) / 0.9 \rightarrow \text{avec } \eta_{\text{lev}} = 0.9$$

$$\mathbf{C_{p \text{ réel}} = 1\,669 \text{ N.m}}$$

A4-6 : Calculer le couple **Cmaxi** à appliquer à l'entrée du réducteur en tenant compte du rendement du réducteur K87

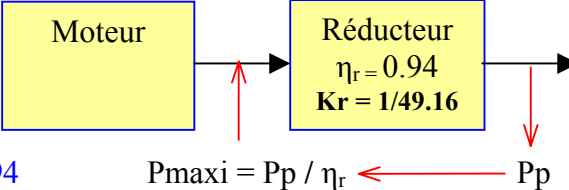
$$P_{\text{maxi}} = P_p / 0.94 \rightarrow \text{avec } \eta_r = 0.94$$

$$C_{\text{maxi}} \cdot \omega_m = (C_p \cdot \omega_{18}) / 0.94$$

$$C_{\text{maxi}} = (C_p \cdot \omega_{18} / \omega_m) / 0.94$$

$$C_{\text{maxi}} = (C_p \cdot K_r) / 0.94$$

$$C_{\text{maxi}} = (1\,669 \text{ N.m} \cdot 1 / 49.16) / 0.94$$

$$\mathbf{C_{\text{maxi}} = 36.12 \text{ N.m}}$$


A4-7 : Calculer en régime établi ($V_L = \text{cst}$) la puissance **Pm** à appliquer à la charge ($m_c + m_{\text{lev}}$).

$$P_m = M \cdot g \cdot V$$

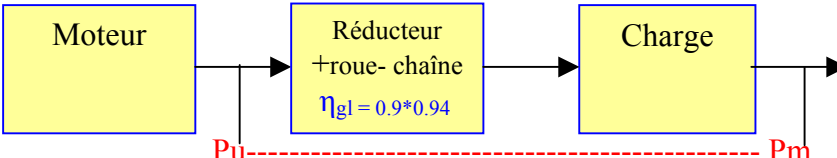
$$P_m = (1000 + 650) \text{ kg} \cdot 9.81 \cdot (25 / 60) \text{ m/s}$$

$$\mathbf{P_m = 6\,744 \text{ W}}$$

A4-8 : Calculer en régime établi ($V_L = \text{cst}$) la puissance **Pu** que doit fournir le moteur.

$$P_u = P_m / (\eta_r \cdot \eta_{\text{lev}})$$

$$P_u = 6\,744 \text{ W} / (0.9 \cdot 0.94)$$

$$\mathbf{P_u = 7\,972 \text{ W}}$$


A4-9 : Calculer en régime établi ($V_L = \text{cst}$) le couple résistant de la charge ramené sur l'arbre du moteur .

$$C_{\text{res}} = P_u / \omega_m$$

$$C_{\text{res}} = 7\,972\text{W} / (\pi * 2138 / 30)\text{rd/s}$$

$$C_{\text{res}} = \mathbf{35.6\text{N.m}}$$

A4-10 : Choix provisoire du moteur frein .

$$C_{\text{res}} = 35.6\text{N.m}$$

$$N_{\text{mot}} = 2138\text{tr/mn}$$

$$\mathbf{\text{Ref moteur : DV160M2 (2\,900tr/mn, 36.2N.m , } J_{\text{mot}} = 0.0448\text{kg.m}^2 \text{)}}$$

A4-11 : Calcul des accélération angulaires pour les différentes phases

Phases	1	2	3	4	5	6	7
$\frac{d\omega_{\text{moteur}}}{dt} \text{ (rad/s}^2\text{)}$	76.79	0	-76.79	0	-76.79	0	76.79

$$\text{Phase 1} \rightarrow \mathbf{MIV} \rightarrow d\omega_m / dt = (\pi * 2200 / 30)\text{rd/s} / 3\text{s} = 76.79\text{rd/s}^2$$

$$\text{Phase 2} \rightarrow \mathbf{Munif} \rightarrow d\omega_m / dt = 0$$

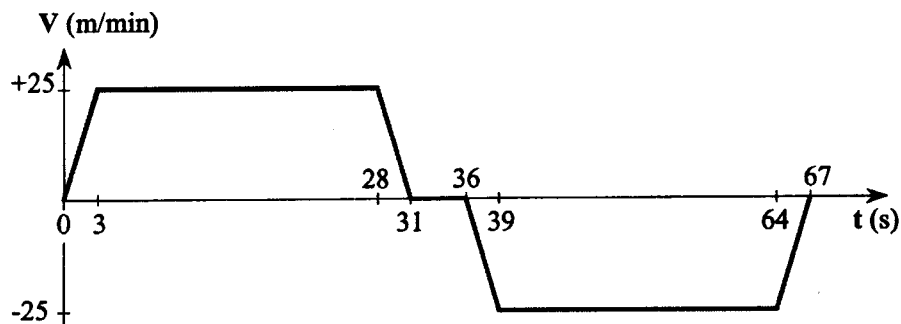
$$\text{Phase 3} \rightarrow \mathbf{Freinage} \rightarrow d\omega_m / dt = (-\pi * 2200 / 30)\text{rd/s} / 3\text{s}$$

$$\text{Phase 4} \rightarrow \mathbf{V = 0} \rightarrow d\omega_m / dt = 0$$

$$\text{Phase 5} \rightarrow \mathbf{MIV} \rightarrow d\omega_m / dt = (-\pi * 2200 / 30)\text{rd/s} / 3\text{s}$$

$$\text{Phase 6} \rightarrow \mathbf{Munif} \rightarrow d\omega_m / dt = 0$$

$$\text{Phase 7} \rightarrow \mathbf{Freinage} \rightarrow d\omega_m / dt = (\pi * 2200 / 30)\text{rd/s} / 3\text{s}$$



A4-12 : Calcul des énergies cinétiques pour les conditions nominales de fonctionnement.

$$E_{\text{Cm}} = \frac{1}{2} (M * V_L^2)$$

$$E_{\text{Cm}} = \frac{1}{2} * 1650\text{kg} * (25/60\text{m/s})^2$$

$$E_{\text{Cm}} = \mathbf{143.23\text{J}}$$

$$E_{\text{ce}} = \frac{1}{2} (J_r + J_m) * \omega_m^2$$

$$E_{\text{ce}} = \frac{1}{2} (0.01 + 0.0448) * (\pi * 2200 / 30)^2$$

$$E_{\text{ce}} = \mathbf{1\,454.3\text{J}}$$

A4-13 : A partir de l'énergie cinétique totale, calculer le moment d'inertie équivalent ramené sur l'arbre moteur .

$$E_c \text{ totale} = \frac{1}{2} (J_t) * \omega_m^2 = E_{Cm} + E_{ce}$$

$$(143.23J + 1454.3J) = \frac{1}{2} (J_t) * (\pi * 2200 / 30)^2$$

$$J_t = 2 * (143.23J + 1454.3J) / (\pi * 2200 / 30)^2$$

$$J_t = 0.0602 \text{kg.m}^2$$

A4-14 : En appliquant le PFD sur l'arbre moteur , déterminer le couple moteur maxi pour les 7 phases

$$C_{\text{moteur}} = C_{\text{res}} + J_t * (d\omega_m / dt)$$

Phase 1 → MIV → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m} + 0.0602 * 76.79 \text{rd/s}^2 = 39.62 \text{N.m}$
 Phase 2 → Munif → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m}$
 Phase 3 → Freinage → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m} - 0.0602 * 76.79 \text{rd/s}^2 = 30.38 \text{N.m}$
 Phase 4 → V = 0 → $C_{\text{mot}} = 0 \rightarrow \text{action du frein à MC}$
 Phase 5 → MIV → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m} - 0.0602 * 76.79 \text{rd/s}^2 = 30.38 \text{N.m}$
 Phase 6 → Munif → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m}$
 Phase 7 → Freinage → $C_{\text{mot}} = 35 \text{N.m} + 0.0602 * 76.79 \text{rd/s}^2 = 39.62 \text{N.m}$

Phases	1	2	3	4	5	6	7
$\frac{d\omega_{\text{moteur}}}{dt} \text{ (rad/s}^2\text{)}$	76.79	0	-76.79	0	-76.79	0	76.79
$C_{\text{res}} \text{ (Nm)}$	35	35	35	frein	35	35	35
$C_{\text{moteur}} \text{ (Nm)}$	39.62	35	30.38	0	30.38	35	39.62

A4-15 : Vérifier maintenant si en terme de couple maxi et de couple moyen thermique le moteur convient.

Données :

$$C_{\text{maxi}} = 39.62 \text{N.m}$$

$$C_{\text{moyen th}} = [2 * (39.62^2 * 3 + 35^2 * 25) / 62s]^{1/2}$$

$$C_{\text{moyen th}} = 33.76 \text{N.m}$$

Caractéristiques du moteur DV160M2:

$$M_N = 36.2 \text{N.m}$$

$$M_A = 2.7 M_N = 97.74 \text{N.m}$$

Conclusion:

Le moteur développe un couple maxi de 97.74N.m > couple maxi demandé de 39.62N.m → OK

Le moteur développe un couple nominal de 36.2N.m > couple th de 33.74N.m → OK

Le moteur convient donc à l'application