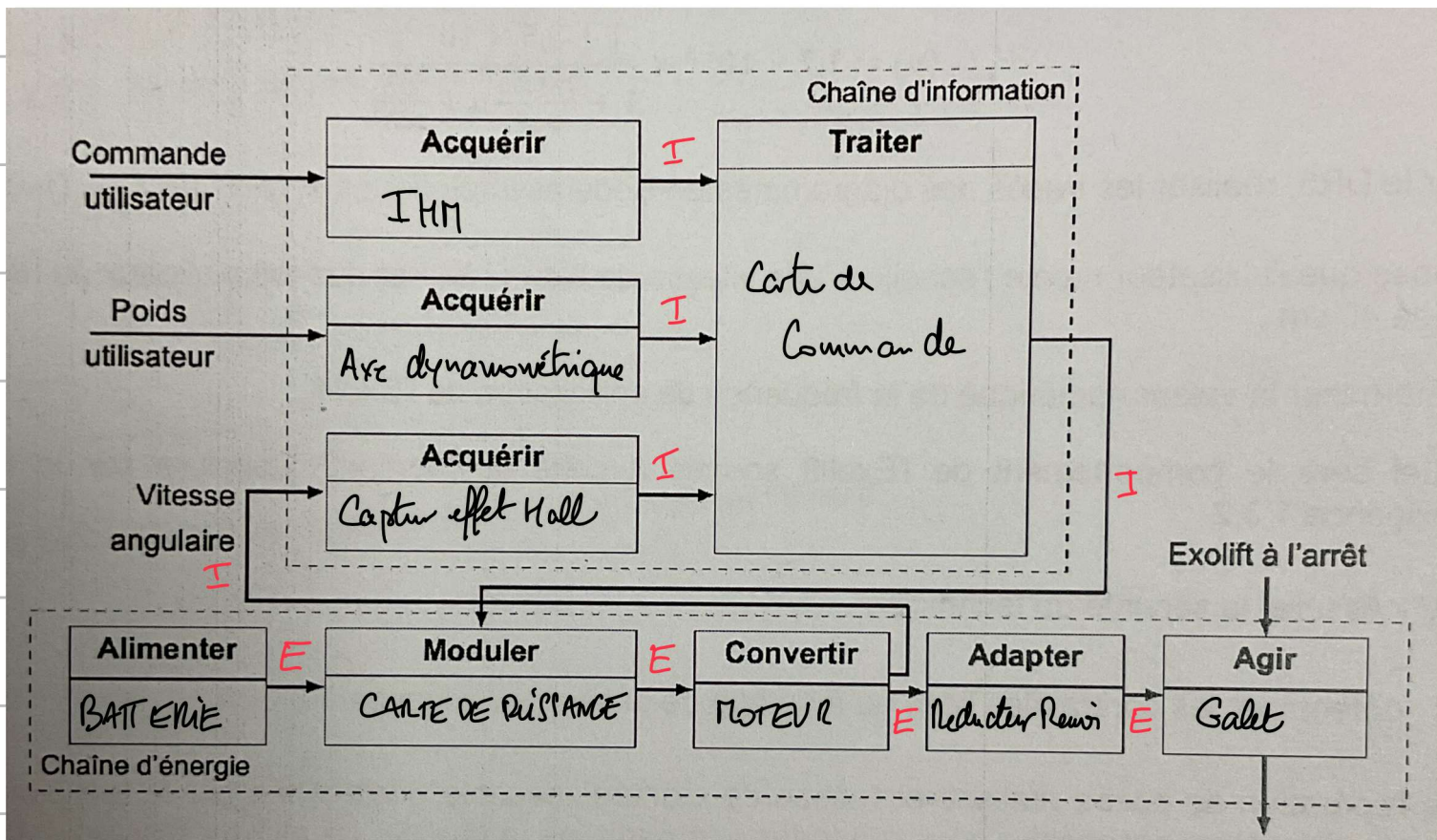


Q1:



Q2 Lorsque la personne se pend à l'Exolift $F_m = P_u$ ce qui implique que $v = 0$ (le système s'arrête).

Q3: Si il ralentit $F_m > 0,8 P_u \Rightarrow$ le système s'arrête $v = 0$

Si il accélère $F_m < 0,8 P_u \Rightarrow$ la vitesse augmente

Q4 :

instants	t = 0 s	t = 1 s	t = 2 s	t = 3 s	t = 4 s
leds					
Pmes	0	0	0	0	0
défaut	0	0	0	0	1
instants	t = 5 s	t = 6 s	t = 7 s	t = 8 s	t = 9 s
leds					
Pmes	0	0	0	0	0
défaut	1	1	0	0	0
instants	t = 10 s	t = 11 s	t = 12 s	t = 13 s	t = 14 s
leds					
Pmes	0	1	1	1	1
défaut	0	0	0	0	0

Q5 :

$$\varepsilon_i = u - u_i = a P_i + b - u_i$$

Q6 : $SPP = np. \text{dot}(P, P)$ Q7 $SP = np. \text{sum}(P)$

$SPv = np. \text{dot}(P, v)$ $Sv = np. \text{sum}(v)$

Q8 : $a = (N * SPv - SP * Sv) / (N * SPP - SP * SP)$

$b = (SP * SPv - Sv * SPP) / (SP * SP - N * SPP)$

Q9: plt.figure()

plt.plot(P, a * P + b)

plt.plot(P, u, 'o')

plt.show()

Q10:

i	0	1	2	3	4
u_i	-2	0	-1	2,5	3
u_i^f	-2	-1	-1	0,5	1,5

Q11: def filtre_mq(u, n):
 uf = np.zeros(len(u))
 for i in range(len(u))

 if i < (n-1):

 uf[i] = np.sum(u[:i+1]) / (i+1)

 else:

 uf[i] = np.sum(u[i-n+1:i+1]) / n

 return uf

Q12 Plus n est grand, et plus le signal est aplati, on perd les variations du signal d'origine

Si n est trop petit alors on a toujours du bruit.

$$Q13 \quad z \left(\frac{u_{i+1}^f - u_i^f}{t_{i+1} - t_i} \right) + u_i^f = u_i$$

$$z (u_{i+1}^f - u_i^f) = (u_i - u_i^f) (t_{i+1} - t_i)$$

$$z u_{i+1}^f = z u_i^f + u_i (t_{i+1} - t_i) - u_i^f (t_{i+1} - t_i)$$

$$u_{i+1}^f = u_i^f \left(1 - \frac{(t_{i+1} - t_i)}{z} \right) + u_i \frac{(t_{i+1} - t_i)}{z}$$

Q14:

def filtre_pb(u, temps, f):

$$z = 1 / (2 * np.pi * f)$$

$$uf = np.zeros(len(u))$$

$$uf[0] = u[0]$$

for k in range(len(u)-1):

$$uf[k+1] = uf[k] * (1 - (temps[i+1] - temps[i]) / z) + u[i] * (temps[i+1] - temps[i]) / z$$

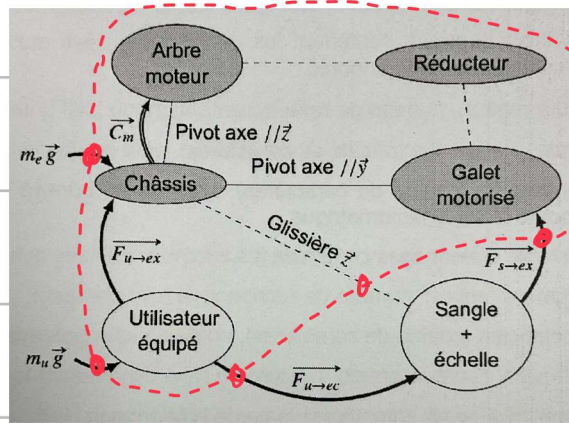
return uf

Q15: Plus f est grande plus la forme de la fonction est atténuée mais moins qu'avec la moyenne glissante.

$f = 100 \text{ Hz}$ on n'a plus de bruit.

Q16: Complexité $n * N$ pour la moyenne glissante et n pour le filtre.

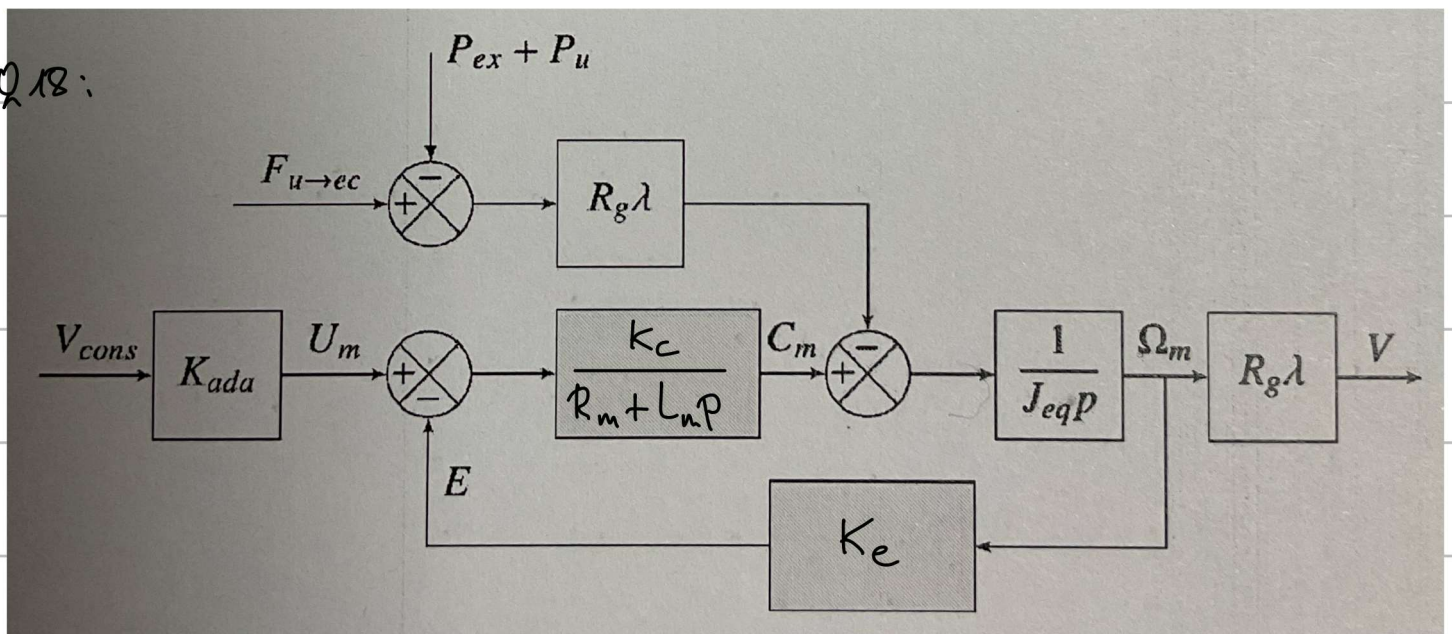
Q17: On isole l'Exolift + utilisateur



$m_u \vec{g}$, $\vec{F}_{s \rightarrow ex}$, $-\vec{F}_{u \rightarrow ec}$, $m_e \vec{g}$, torseur des actions transmises par la glissière. On applique le th de la résultante dynamique en projection sur $\vec{z}$:

$$(m_u + m_e) \frac{d^2 z(t)}{dt^2} = -(m_u + m_e)g + F_{u \rightarrow ec} + F_{s \rightarrow ex}$$

Q18:



$$Q19: E_c(\text{galet}/o) = \frac{1}{2} J_g \omega_r^2$$

$$E_c(\text{arbre moteur}/o) = \frac{1}{2} J_m \omega_m^2 \quad E_c = \frac{1}{2} (J_m + \lambda^2 (J_g + J_r)) \omega_m^2$$

$$E_c(\text{réducteur}/o) = \frac{1}{2} J_r \omega_r^2$$

$$J_e = J_m + \lambda^2 (J_g + J_r)$$

Q20: Puissances extérieures à l'ensemble {arbre, réducteur, galet}

→ puissance moteur $C_m \omega_m$

→ puissance de l'effort de la sangle $F_{S \rightarrow EX} \cdot v(t)$

puissance intérieure $- C_r \omega_m$

Q21
$$\frac{d}{dt} E_c = P_{int} + P_{ext} \Rightarrow \frac{1}{2} J_e \times \omega_m \times \dot{\omega}_m = -C_r \omega_m + C_m \omega_m + F_{S \rightarrow EX} v(t)$$

$$v(t) = R_g \omega_r = R_g \lambda \omega_m \quad \omega_m = \frac{v(t)}{R_g \lambda}$$

ce qui donne $J_e \cancel{\omega_m} \dot{\omega}_m = (C_m - C_r) \cancel{\omega_m} + F_{S \rightarrow EX} \cdot \frac{v(t)}{\omega_m}$

$$\frac{J_e}{R_g \lambda} \frac{dv(t)}{dt} = (C_m - C_r) + F_{S \rightarrow EX} R_g \lambda$$

on néglige C_r , ce qui donne :

$$J_e \dot{\omega}_m = C_m + R_g \lambda F_{S \rightarrow EX} \quad (1)$$

Q22 :

$$(m_u + m_e) \frac{dv(t)}{dt} = -(m_u + m_e)g + F_{u \rightarrow Ec} + F_{S \rightarrow EX} \quad (2)$$

(2) donne $F_{S \rightarrow EX} = (m_u + m_e) \frac{dv}{dt} + P_u + P_{ex} - F_{u \rightarrow Ec}$

(1) dans (2) donne $\frac{J_e \dot{\omega}_m - C_m}{R_g \lambda} = (R_g \lambda)(m_u + m_e) \dot{\omega}_m + P_u + P_{ex} - F_{u \rightarrow Ec}$

on a alors $\dot{\omega}_m (J_e - (R_g \lambda)^2 (m_u + m_e)) = C_m - R_g \lambda (F_{u \rightarrow Ec} - (P_u + P_{ex}))$

Le schéma bloc donne:

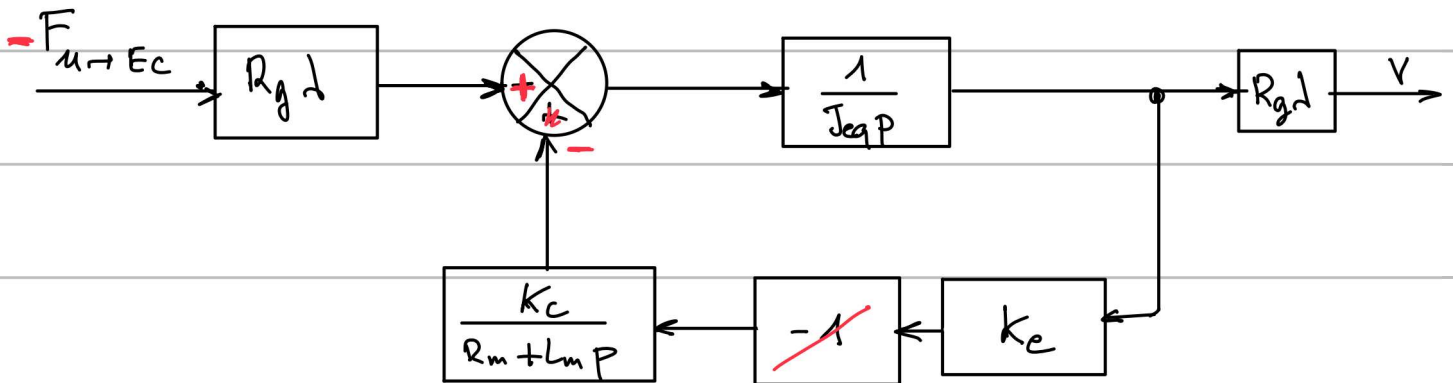
$$\Omega_m = \frac{1}{J_{eq} p} (C_m - R_g d (F_{u \rightarrow Ec} - (P_a + P_u)))$$

dans le domaine temporel, cela donne:

$$J_{eq} \dot{\omega}_m = C_m - R_g d (F_{u \rightarrow Ec} - (P_a + P_u))$$

Par identification $J_{eq} = J_e - (R_g d)^2 (m_m + m_c)$

Q23: Si $P_a + P_u = 0$ et $V_{cons} = 0$

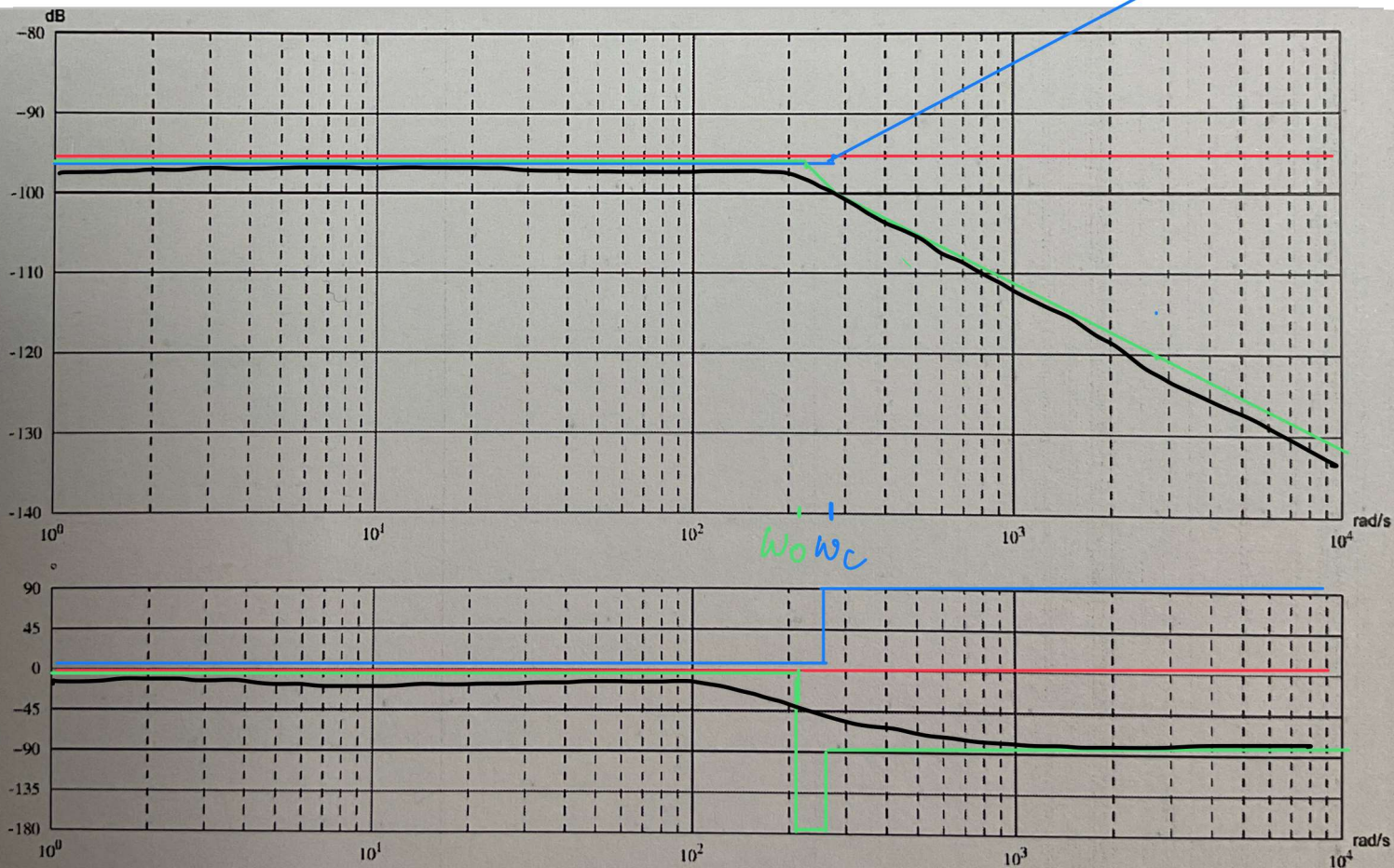


Alors:
$$\frac{V}{-F_{u \rightarrow Ec}} = (R_g d)^2 \times \frac{1/J_{eq} p}{1 + \frac{K_e K_c}{R_m + L_m p} \times \frac{1}{J_{eq} p}}$$

$$= (R_g d)^2 \times \frac{R_m + L_m p}{J_{eq} p (R_m + L_m p) + K_e K_c}$$

$$\frac{-V}{F_{u \rightarrow Ec}} = (R_g d)^2 \times \frac{R_m \left(1 + \frac{L_m}{R_m} p\right)}{K_c K_e \left(1 + \frac{J_{eq} R_m}{K_c K_e} p + \frac{J_{eq} L_m}{K_c K_e} p^2\right)}$$

Q28.



$$H_{\text{put}}(p) = 1,7 \times 10^{-5} \times \frac{1 + 3,5 \times 10^{-3} p}{1 + \frac{2 \times 0,65}{218} p + \frac{p^2}{218^2}}$$

$$\tau = 3,5 \times 10^{-3} \Rightarrow \frac{1}{2} = \omega_c = \frac{1}{3,5 \times 10^{-3}} = 285 \text{ rad/s}$$

$$\omega_0 = 218 \text{ rad/s}$$

Q29: La fréquence de $F_{u \rightarrow c} = \frac{0,4}{0,4} = 1 \text{ Hz}$

or $\omega = 2\pi f = 6,28 \times 1 = 6,28 \text{ rad/s}$ on est très loin de

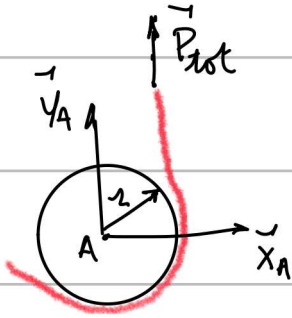
Q30 la résonance autour de 218 rad/s cdc OK

Q31: on isole le galet + sangle B.A.M.E

posds (sangle + galet) néglige

action du pivot en A

$\vec{P}_{\text{tot}}$ et $\vec{P}_{s \rightarrow \text{galet}}$

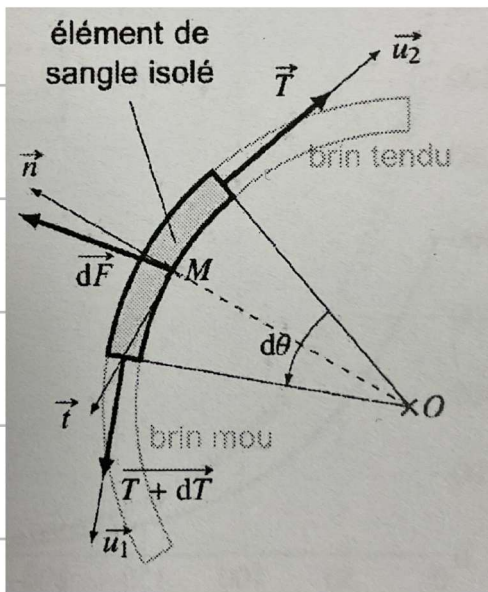


Si on applique le THD en A, on obtient

$$\int_{\text{galet}} \times \frac{d\omega_{\text{galet}}}{dt} = P_{\text{tot}} \times r - P_{s \rightarrow \text{galet}} \times r$$

$$\Rightarrow P_{s \rightarrow \text{galet}} = P_{\text{tot}}$$

Q32:



On a $d\vec{F} = dF_n \vec{n} + dF_t \vec{t}$

$$d\vec{M}_{O, d\vec{F}} = \vec{OM} \wedge d\vec{F} = R_g \vec{n} \wedge (dF_n \vec{n} + dF_t \vec{t})$$

$$d\vec{M}_{O, d\vec{F}} = R_g dF_t \vec{y}$$

Q33 limite de l'adhérence $\Rightarrow dF_t = f dF_n$

$$\vec{V}_{\text{nes}/G} = \vec{V}_{\text{nes}/S} - \vec{V}_{\text{nes}/G} = \vec{M}_O \wedge \vec{\omega}_S - \vec{M}_O \wedge \vec{\omega}_G$$

$$= -R_g \vec{n} \wedge \omega_S \vec{y} + R_g \vec{n} \wedge \omega_G \vec{y}$$

$$= R_g \omega_S \vec{t} - R_g \omega_G \vec{t}$$

$$\vec{V}_{\text{nes}/G} = R_g (\omega_S - \omega_G) \vec{t}$$

$d\vec{F}$ est orienté en opposition à la vitesse de glissement.

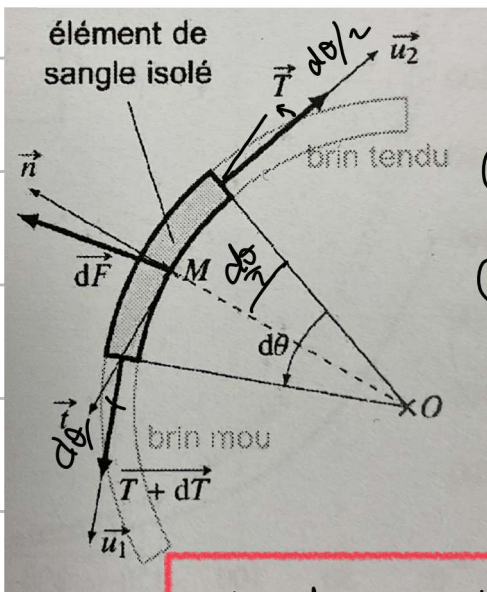
Q34: $dF_t = f dF_n$

Q35: On isole le secteur de sangle B.A.T.E.

on néglige sa masse donc son poids et son inertie;

$\vec{dF}$; $\vec{T} + d\vec{T}$; $\vec{T}$

On applique le PFD au secteur de sangle:



(1) TRD sur $\vec{e}$ donne $dm_s a_t = (T + dT) \cos \frac{d\theta}{2} + dF_t - T \cos \frac{d\theta}{2}$

(2) TRD sur $\vec{n}$ donne $dm_s a_n = dF_n - T \sin \frac{d\theta}{2} - (T + dT) \sin \frac{d\theta}{2}$

(3) TRD sur $\vec{y}$ $dF_t R_g + (T + dT) R_g - T R_g = dJ_s \ddot{\theta}$

Comme on néglige masse et inertie, on obtient

(2) donne $dF_n = T \sin \frac{d\theta}{2} + (T + dT) \sin \frac{d\theta}{2}$

(3) donne $dF_t = -dT$

Q36 En faisant un D.L. au 1^{er} ordre on obtient

$dF_t = -dT$

$dF_n = T \frac{d\theta}{2} + T \frac{d\theta}{2} = T d\theta$

Q37 Comme $dF_t = f dF_n$ alors $-dT = f T d\theta$

d'où $\frac{dT}{T} = -f d\theta$

$\int_{\theta_{min}}^{\theta} \frac{dT}{T} = -f \int_{\theta_{min}}^{\theta} d\theta$

$$\ln\left(\frac{T(\theta)}{T(\theta_{\min})}\right) = -f(\theta - \theta_{\min})$$

$$T(\theta) = P_{\text{tot}} e^{-f(\theta - \theta_{\min})}$$

Q 38 :

$$d\vec{M}_{O, \vec{F}_t} = R_g d\vec{F}_t \vec{y} = -R_g dT \vec{y} \Rightarrow \vec{M}_{O, \vec{F}_t} = - \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} R_g dT \vec{y}$$

$$dT = -T f d\theta \quad \text{d'où} \quad \vec{M}_{O, \vec{F}_t} = R_g f \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} T d\theta \vec{y}$$

$$\vec{M}_{O, \vec{F}_t} = R_g f P_{\text{tot}} \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} e^{-f(\theta - \theta_{\min})} d\theta \vec{y} = R_g f P_{\text{tot}} \left[-\frac{1}{f} e^{-f(\theta - \theta_{\min})} \right]_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} \vec{y}$$

$$= -R_g P_{\text{tot}} (e^{-f(\theta_{\max} - \theta_{\min})} - 1) \vec{y}$$

$$\vec{M}_{O, \vec{F}_t} = R_g P_{\text{tot}} (1 - e^{-f(\theta_{\max} - \theta_{\min})}) \vec{y}$$

$$\vec{M}_{O, \vec{F}_t} = C_t \vec{y} = R_g P_{\text{tot}} (1 - e^{-f\alpha}) \vec{y}$$

Q 39 : On a $\alpha = 232^\circ$ (choisit par le constructeur), suivant le poids de l'utilisateur, on a un effort dans le bras non compris entre 20 et 38 N, il faut équilibrer cet effort avec une main au moins égale à 40 N.

Q40: l'effort dans le bras mou et donc de

$$(4 + 0,07 \times 2) g = 40 \text{ N}$$

Q41: L'Exelift doit supporter $(B_0 + 12) = 142 \text{ kg}$ ce qui

$$\text{Correspond à } 142 \times 9,89 = 1393 \text{ N} \approx 1400 \text{ N}$$

On voit sur le graphique 17 droit que pour un effort de

40 N on a $\alpha = 228^\circ < 232^\circ$, donc tout va bien.

Q42 le réducteur roue / us sans fin, permet de bloquer le système s'il y a une panne moteur.