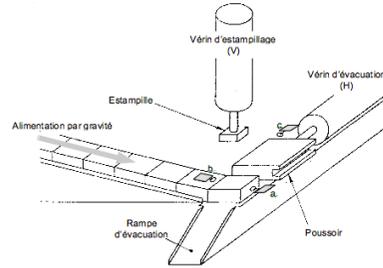
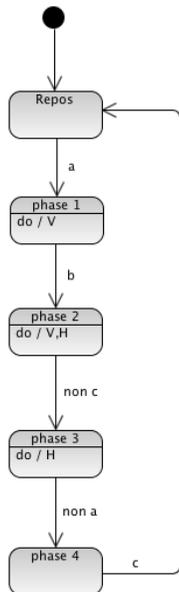




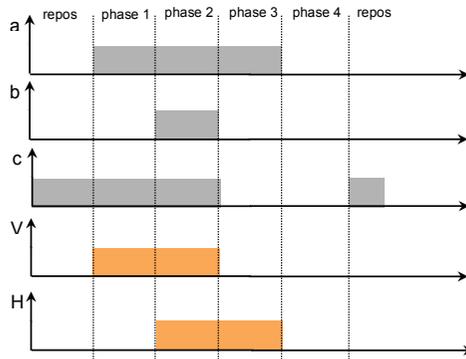
EXERCICE  
POSTE D'ESTAMPILLAGE



1) Diagramme d'états



2) Chronogramme

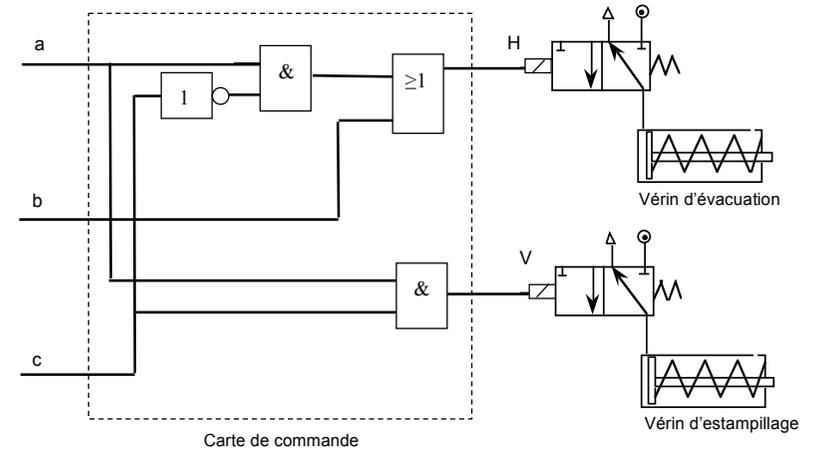


3) Table de vérité

a	b	c	V	H
0	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0

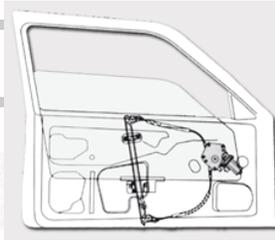
On vérifie sans difficulté que :  
 $V = a.c$   
 $H = b + a.\bar{c}$

4) Logigramme



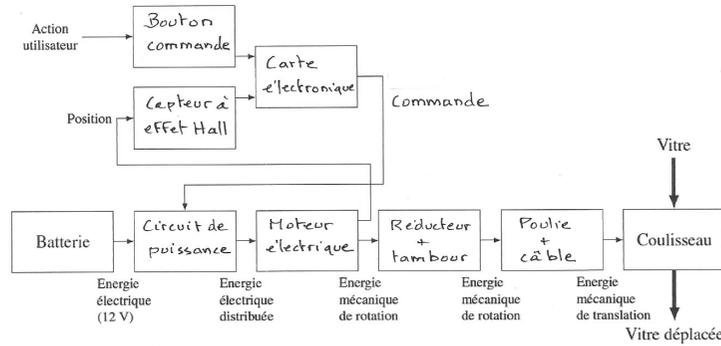
# PROBLÈME 1

## Lève vitre automatique de véhicule automobile



### I - Architecture du lève-vitre

Q1



DR 1 - Chaînes fonctionnelles du lève-vitre électrique

Q2  $v = r \omega_m = \frac{D}{2} \times \frac{1}{53} \omega_m$  Ainsi  $r = \frac{41,5}{2} \times \frac{1}{53}$   
 rayon de la poulie      rapport de réduction  
 $r = 0,39 \text{ mm/rad}$

Q3 Le déplacement doit être de 45 cm, soit 450 mm  
 Le nombre de tours du moteur est alors  $N = \frac{450}{0,39} \times \frac{1}{2\pi}$   
 soit  $N = 183,6 \text{ tr}$

Q4 En négligeant les phases d'accélération et de décélération, c'est-à-dire en supposant la vitesse constante il faut  
 $\frac{183,6}{6000} = 0,0459 \text{ min}$  soit  $2,75 \text{ s}$

L'exigence de 5s est donc très largement satisfaite

### II - Modélisation multiphysique du système

### II-2 Modélisation des efforts de frottement

Q10  $|\vec{F}_{\text{joint inf} \rightarrow \text{vitre}} \cdot \vec{g}| = 25 \times 0,776 \times 0,5 \times 2 = 19,4 \text{ N}$   
 car le joint pince des deux côtés (cf figure 10)  
 effort normal  
 facteur de frottement

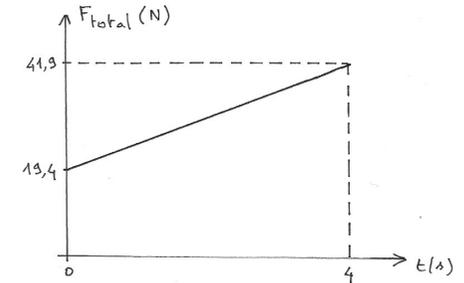
Q11  $|\vec{F}_{\text{joints latéraux}} \rightarrow \text{vitre} \cdot \vec{g}| = 2 \times 25 \times \xi \times 0,5 \times 2 = 50 \xi$   
 avec  $\xi = v t = \frac{0,45}{4} t \text{ (m/s)}$   
 gauche et droite      hauteur variable  $\in [0; 0,45 \text{ m}]$   
 les joints pincement des 2 côtés

D'où  $|\vec{F}_{\text{joints latéraux}} \rightarrow \text{vitre} \cdot \vec{g}| = 5,625 t \text{ (N/s)}$

L'effort total est donc :

$F_{\text{total}} = 19,4 + 5,625 t$

D'où le graphique ci. contre (lorsque la vitre est en montée)

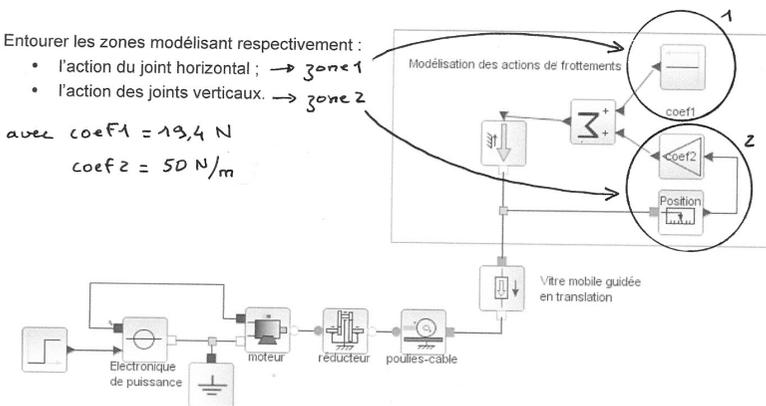


Q12

Entourer les zones modélisant respectivement :

- l'action du joint horizontal ; → zone 1
- l'action des joints verticaux. → zone 2

avec  $\text{coef}1 = 19,4 \text{ N}$   
 $\text{coef}2 = 50 \text{ N/m}$



DR 3 - Schéma-blocs à compléter

### III - Commande tout ou rien

#### III-1 Mesure de la position de la vitre

- Q16 Deux capteurs placés en quadrature permettent :
- d'améliorer la résolution d'un facteur 2
  - de détecter le sens de rotation
- Q17 Le capteur détecte donc  $\frac{1}{8}$  e de tour sur le moteur, soit d'après Q2 un déplacement  $\Delta z = \frac{1}{8} \times 0,33 \times 2\pi$
- soit  $\Delta z = 0,3 \text{ mm}$
- $\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$   
 tour                      mm/rad                      rad/tour
- Q18 Un effort de SON érase la plaque de  $\frac{50}{20} = 2,5 \text{ mm}$ .
- Alors  $\frac{2,5}{0,3} = 8,33$  impulsions, soit 8 ou 9 avant être comptés lors de l'effacement.

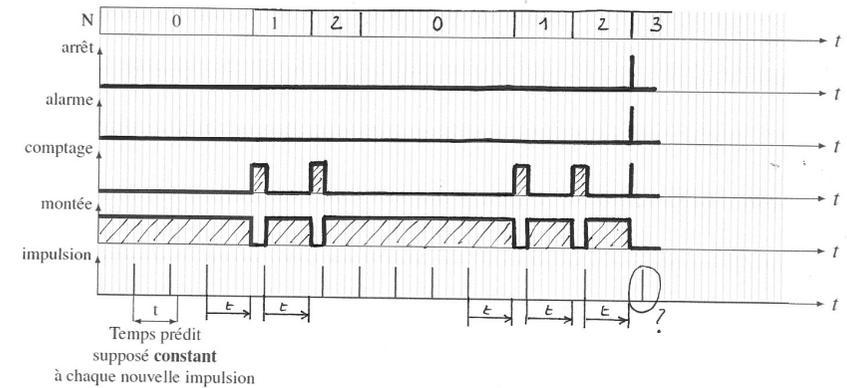
#### III-2 Analyse de la qualité de la mesure de vitesse

- Q19 A  $300 \text{ rad/s}$ , toutes les  $10 \text{ ms}$  le moteur tourne de  $300 \times 10^{-2} = 3 \text{ rad}$ .  
Cela fournit alors  $\frac{3}{2\pi} \times 2 = 3,82$  impulsions  
D'où  $N_{\text{moy}} = 3,82$  impulsions. Soit donc en pratique 3 ou 4.
- Q20 . 3 impulsions en  $10 \text{ ms}$  correspond à une vitesse du moteur  
 $\omega_{\text{moy}} = \frac{3}{8} \times \frac{1}{10^{-2}} \times 2\pi = 235,6 \text{ rad/s} = 2250 \text{ tr/min}$
- . 4 impulsions correspondent à  $\omega_{\text{max}} = 314,2 \text{ rad/s} = 3000 \text{ tr/min}$
- Q21 L'incertitude sur la mesure de vitesse est donc de  $750 \text{ tr/min}$ !  
(soit  $78,5 \text{ rad/s}$ )

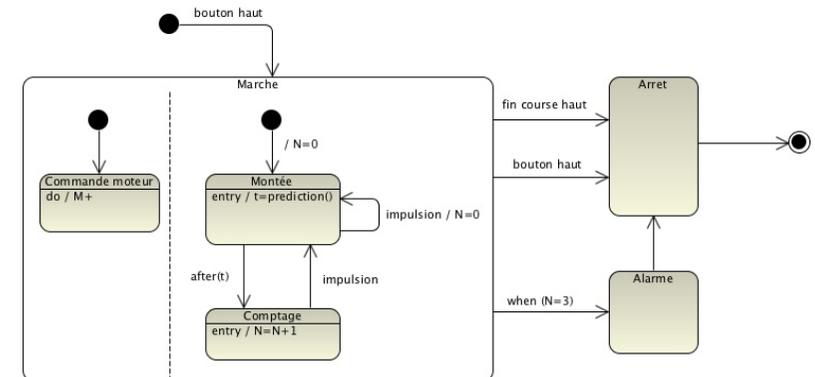
Il faut donc détecter une chute de vitesse assez conséquente avant de pouvoir conclure qu'il s'agit d'un obstacle. La méthode semble donc peu pertinente.

### III-3 Mise en place de l'algorithme de commande

Q23



DR 4 - Chronogramme à compléter



## PROBLÈME 2 Robot TROOPER



D'après corrigé fourni par l'UPSTI, légèrement modifié

<http://www.upstii.fr/>

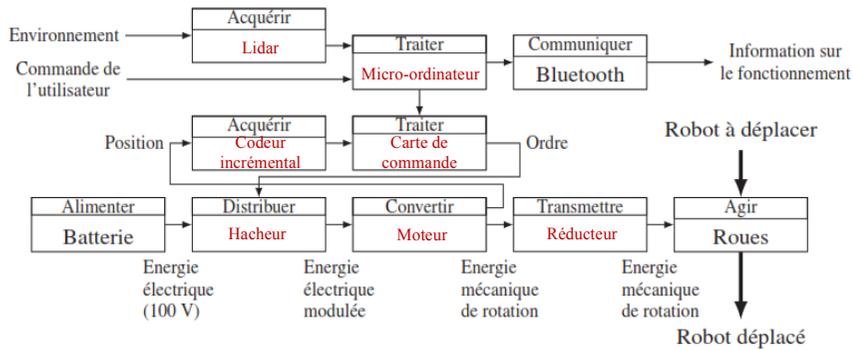
### Q1

Pour déplacer les 4 rangées, il faut 4 déplacements de la zone 1 vers la zone 2 (distance  $L = 10\text{m}$ ) et 3 déplacements de la zone 2 vers la zone 1 (distance  $L + \ell = 10,5\text{m}$ )

$$\text{La durée } T_m \text{ correspond donc à } T_m = 8T_p + \frac{7L+3\ell}{V} \quad \text{soit } V = \frac{7L+3\ell}{T_m-8T_p}$$

AN :  $V = 0,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

### Q2



### Q3

On veut vérifier que la vitesse maximale de  $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  puisse être atteinte :

$$V_{max} = \omega_m \cdot k_r \cdot r = 3000 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1}{40} \cdot 0,15 = 1,18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

L'exigence 1.5.2 est donc vérifiée avec ce moteur

### Q15

$$\vec{V}(A' \in g/0) = \vec{V}(O \in g/0) + \vec{A'O} \wedge \vec{\Omega}(g/0) = \vec{V}(O \in 1/0) + \vec{A'O} \wedge (\vec{\Omega}(g/1) + \vec{\Omega}(1/0))$$

$$\vec{V}(A' \in g/0) = V\vec{y}_1 + (r\vec{z} + e\vec{x}_1) \wedge (\omega_g\vec{x}_1 + \dot{\theta}\vec{z})$$

$$\vec{V}(A' \in g/0) = (V + r\omega_g - e\dot{\theta})\vec{y}_1$$

De même  $\vec{V}(B' \in d/0) = (V + r\omega_d + e\dot{\theta})\vec{y}_1$

### Q16

Le roulement sans glissement en  $A'$  et en  $B'$  implique que  $\vec{V}(A' \in g/0) = \vec{0}$  et  $\vec{V}(B' \in d/0) = \vec{0}$

$$\text{On a alors } \begin{cases} V + r\omega_g - e\dot{\theta} = 0 & (a) \\ V + r\omega_d + e\dot{\theta} = 0 & (b) \end{cases}$$

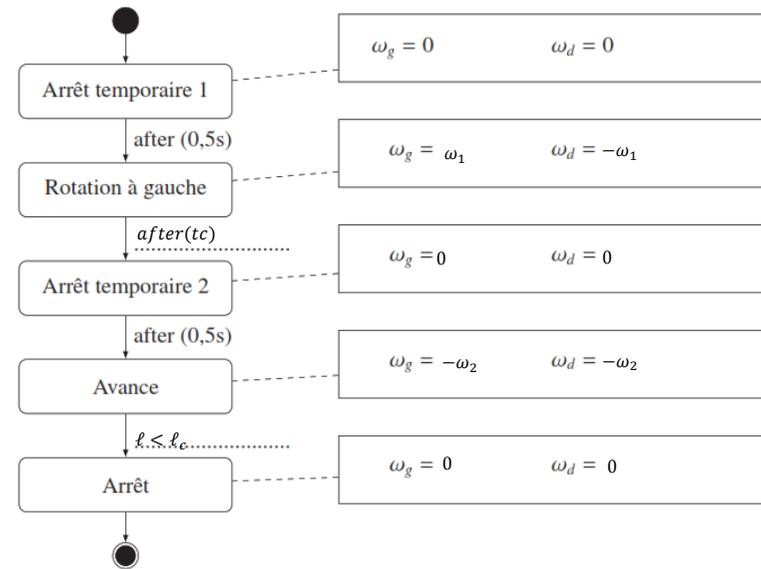
$$(a)+(b) \rightarrow V = -\frac{r}{2}(\omega_g + \omega_d) \quad \text{soit } C_2 = \frac{r}{2}$$

$$(a)-(b) \rightarrow \dot{\theta} = \frac{r}{2e}(\omega_g - \omega_d) \quad \text{soit } C_1 = \frac{r}{2e}$$

### Q17

Mouvement	V	$\dot{\theta}$	$\omega_g$	$\omega_d$
Avant	$V_c$	0	$-\frac{V_c}{2C_2}$	$-\frac{V_c}{2C_2}$
Arrière	$-V_c$	0	$\frac{V_c}{2C_2}$	$\frac{V_c}{2C_2}$
Gauche	0	$\omega_c$	$\frac{\omega_c}{2C_1}$	$-\frac{\omega_c}{2C_1}$
Droite	0	$-\omega_c$	$\frac{\omega_c}{-2C_1}$	$\frac{\omega_c}{2C_1}$

### Q18



**Q23**

On isole le pot, soumis aux actions mécaniques suivantes :

Action de pesanteur  $P = -mg\vec{z}$

$$\{T_{main1 \rightarrow pot}\} = \left\{ \begin{matrix} N_1\vec{x} + T_1\vec{z} \\ \vec{0} \\ I_1 \end{matrix} \right\} \quad \{T_{main2 \rightarrow pot}\} = \left\{ \begin{matrix} -N_2\vec{x} + T_2\vec{z} \\ \vec{0} \\ I_2 \end{matrix} \right\}$$

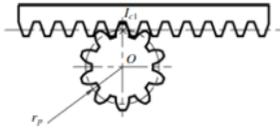
On applique alors le théorème de la résultante statique au pot en équilibre, en projection sur  $\vec{x}$  et  $\vec{z}$  :

$$\begin{cases} N_1 - N_2 = 0 \\ T_1 + T_2 - mg = 0 \end{cases}$$

On se place à la limite du glissement :  $T_1 = f_p N_1$  et  $T_2 = f_p N_2$ . On obtient alors  $N_1 = N_2 = \frac{mg}{2f_p} = 167N$

**Q24**

On isole le pignon, soumis au couple  $C_0$ , et à l'action des 2 crémaillères en  $I_{c1}$  ( $-F_{c1}\vec{x}$ ) et  $I_{c2}$  ( $F_{c2}\vec{x} = F_{c1}\vec{x}$ )



Le théorème du moment statique appliqué au pignon en son centre, en projection sur  $\vec{y}$  donne  $C_0 = 2r_p F_{c1}$

On isole ensuite l'ensemble  $\Sigma_1 = \{\text{crémaillère 1 + biellette 1 + noyau cannelé 1 + main 1}\}$ , soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes : action du pignon sur la crémaillère  $F_{c1}\vec{x}$ , l'action du pot sur la main en  $I_1$ , et les actions du châssis aux différentes liaisons (aucune action sur  $\vec{x}$ )

Le théorème de la résultante statique en projection sur  $\vec{x}$  donne alors  $F_{c1} - N_1 = 0$

On en déduit  $C_0 = 2r_p F_{c1} = 2r_p N_1$  soit  $C_0 = r_p \frac{mg}{f_p}$

On identifie alors  $r_0 = \frac{r_p}{f_p}$

AN :  $C_0 = 10,6 \text{ Nm} < 12 \text{ Nm}$  le moteur retenu est donc satisfaisant

**Q25**

La situation la plus défavorable est celle de la figure 14 (bras à l'horizontale chargé) avec 1 pot sur le plateau, à l'avant et aucun pot dans le magasin sur le robot.

**Q26**

On isole l'ensemble robot + pot, soumis aux actions de pesanteur, et de contact avec le sol

Pour ne pas faire intervenir les actions en D, on applique le théorème du moment statique en D, en projection sur  $\vec{x}$  :

$$-bN_c + (b-a)\frac{Mg}{2} - c\frac{mg}{2} = 0 \quad \text{d'où : } N_c = \frac{(b-a)Mg - cmg}{2b} = 0$$

**Q27**

Le basculement intervient lorsque  $N_c = 0$  On obtient alors  $m = \frac{b-a}{c} M$

AN :  $m = 22,5 \text{ kg}$  l'exigence 1.5.3 est donc validée

**Q29**

Seule la roue avant étant motrice, on a  $T_C = 0$ .

La relation (5) donne alors  $T_D = \frac{M}{2} \gamma$

**Q30**

AN :  $T_D = 33 \text{ N}$

D'autre part, les équations (6) et (7) permettent d'écrire :

$$N_C = (b-a)\frac{M}{2b}g + h\frac{M}{2b}\gamma \quad \text{soit} \quad N_D = \frac{M}{2}g - (b-a)\frac{M}{2b}g - h\frac{M}{2b}\gamma = \frac{M}{2b} \cdot (a \cdot g - h \cdot \gamma)$$

AN :  $N_D = 178 \text{ N}$ . On calcule alors  $\frac{T_D}{N_D} = 0,18 < f$  il y a donc adhérence (roulement sans glissement)

**Q31**

A la limite du glissement,  $T_D = \frac{M}{2} \gamma_{max} = f N_D$  Soit  $\gamma_{max} = \frac{2f N_D}{M}$  AN :  $\gamma_{max} = 2,97 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Dans ces conditions, la durée de la phase d'accélération pour atteindre  $V_{max} = 1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (exigence 1.5.2) vaut :

$$t_{acc} = \frac{V_{max}}{\gamma_{max}} = 0,37 \text{ s}$$

(quasi instantané !)

**Q32 et Q33**

Voir ci-contre.

