SYSTEME D'OUVERTURE DE PORTE AUTOMATIQUE DE TGV

D'après sujet Centrale-Supélec

La figure de droite montre l'interface assurant, à partir des informations délivrées par l'unité centrale de commande, la fermeture hermétique et le verrouillage d'une porte de TGV.

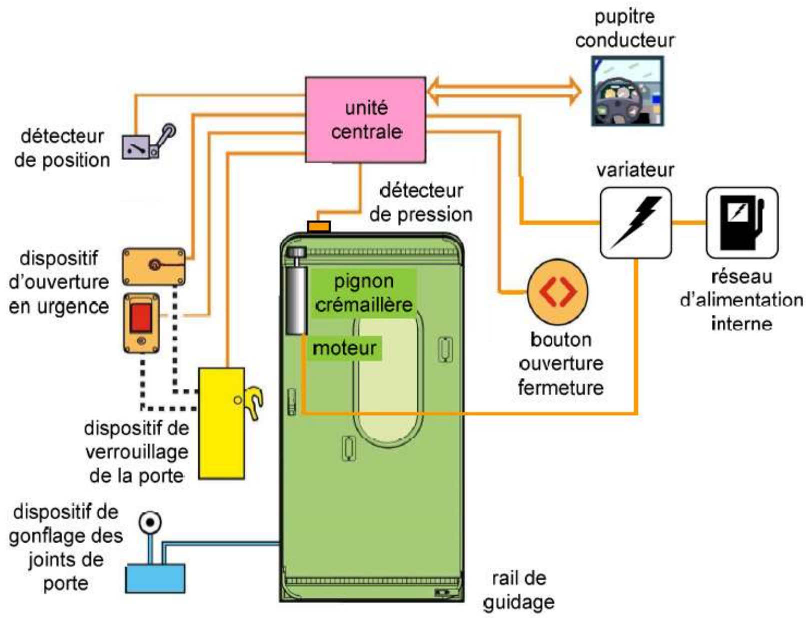
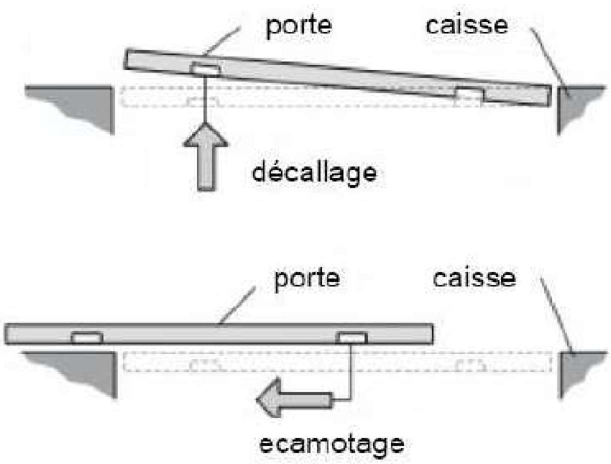


Figure 1

Afin de satisfaire les contraintes d'encombrement, l'ouverture de la porte s'effectue selon l'enchaînement temporel de trois phases distinctes décrites à partir de la position « porte fermée » pour laquelle la face extérieure de la porte est alignée avec la face extérieure de la caisse :

- une phase de décalage
- une phase de louvoiement
- une phase d'escamotage (translation de la porte parallèlement à la face extérieure du TGV)

La phase primaire (décalage) puis la phase terminale (escamotage) sont définies par les figures ci-contre.



Les performances annoncées de la part du constructeur, dans la phase d'escamotage, sont les suivantes :

Performance	Valeur
Accès suffisant du wagon	850 mm
Temps d'ouverture de la porte en phase d'escamotage	t≤4s
Vitesse d'accostage de la porte en fin de phase d'escamotage	V≤0,09m/s

Pour ouvrir la porte, on utilise un moteur, dont la rotation est transformée en translation par l'intermédiaire d'un système pignon - crémaillère.

(voir figure 1 et 2)

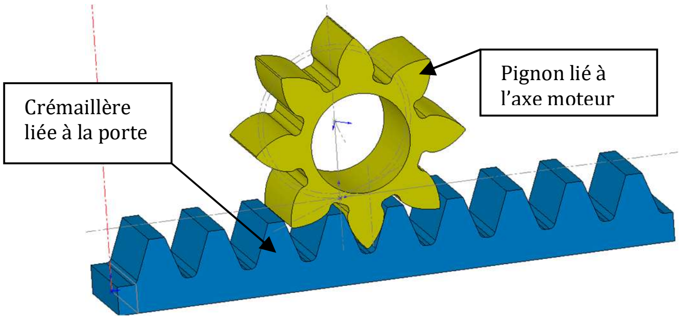


Figure 2

La translation de la porte est notée y(t). L'angle de rotation du moteur est noté $\theta_m(t)$. Le lien entre y(t) et $\theta_m(t)$ est $y(t) = R.\theta_m(t)$ où R est le rayon primitif du pignon (R=37 mm).
On fait l'hypothèse qu'à l'instant initial, correspondant au début de la translation de la porte, la porte est immobile, avec y(t=0)=0 et $\theta_m(t=0)=0$ (toutes les autres conditions initiales seront également nulles).

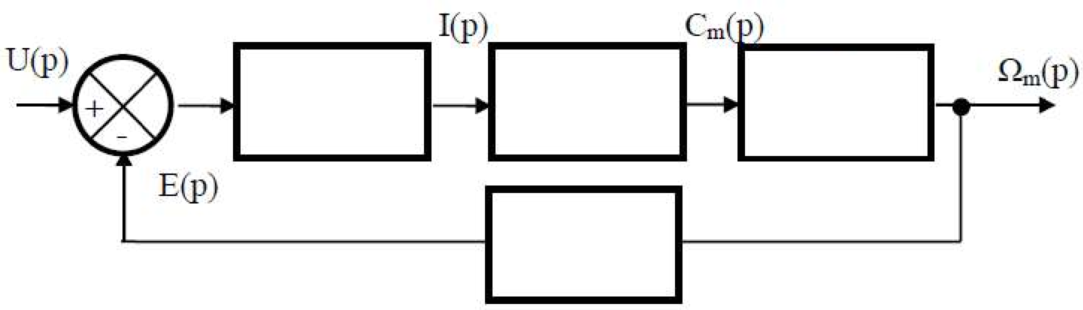
Le moteur à courant continu qui commande l'ouverture de la porte est géré par les équations suivantes :

$u(t) = e(t) + R.i(t)$	$e(t) = k_e.\omega_m(t)$	$C_m(t) = J.\dfrac{d\omega_m(t)}{dt}$	$C_m(t) = k_m.i(t)$

- $u(t)$: Tension d'entrée aux bornes du moteur (V)
- $e(t)$: Force contre électromotrice (V)
- $i(t)$: Intensité (A)
- $\omega_m(t)$: Vitesse de rotation du moteur $(rad.s^{-1})$
- $c_m(t)$: Couple moteur $(N.m)$
- J : Inertie équivalente en rotation de l'arbre moteur $(Kg.m^2)$
- R : Résistance électrique du moteur
- k_e : Constante de force contre-électromotrice
- k_m : Constante de couple

Q.1) Ecrire dans le domaine de Laplace les quatre équations différentielles temporelles. Justifier pourquoi on prend les conditions initiales nulles.

Q.2) Reproduire <u>à main levée</u> le schéma bloc du moteur ayant pour entrée $U(p)$ et sortie $\Omega_m(p)$ ci-dessous et noter les quatre fonctions de transfert manquantes.



Q.3) Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte ***FTBO(p)***.

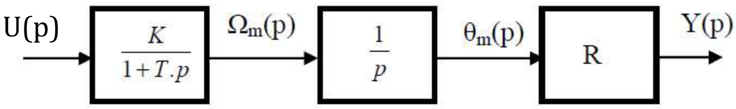
Q.4) Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée ***FTBF(p)*** et la mettre sous forme canonique. Préciser les expressions du gain statique ***K*** et de la constante de temps ***T***.

L'application numérique fournit : $\dfrac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \dfrac{1,2}{1+0,16.p}$

Q.5) Préciser les unités de ***K*** et de ***T***.

Q.6) <u>Calculer</u>, en valeurs littérales, l'expression temporelle $\omega_m(t)$ lorsque le moteur est soumis à un échelon de tension d'amplitude u_0 tel que : ***u(t)= u_0.f(t)*** avec ***u_0 = 2 V*** et ***f(t)*** la fonction d'Heaviside.
Faire l'application numérique.
Tracer l'allure de la courbe réponse obtenue en précisant les caractéristiques graphiques en relation avec ***K*** et ***T***.
Préciser le temps de réponse à ***5%***.

Le schéma bloc du système peut se mettre sous la forme suivante :



Q.7) Justifier les deux fonctions de transfert entre $\Omega_m(p)$ et $Y(p)$.

Q.8) Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \dfrac{Y(p)}{U(p)}$

Q.9) Déterminer, en valeurs littérales, l'expression analytique de ***y(t)*** lorsque le moteur est soumis à un échelon de tension d'amplitude ***u_0 = 5 V***
Faire l'application numérique.

Q.10) Déterminer la valeur numérique du déplacement de la porte au bout de ***4 s*** (avec ***u_0=5V***), et conclure quant à la capacité du système à satisfaire le critère d'accès au wagon du cahier des charges.

Q.11) Déterminer la vitesse de la porte à la fin de la translation. Conclure quant à la capacité du système à satisfaire le critère de vitesse finale de translation de la porte du cahier des charges.