

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro
Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière :

Session :

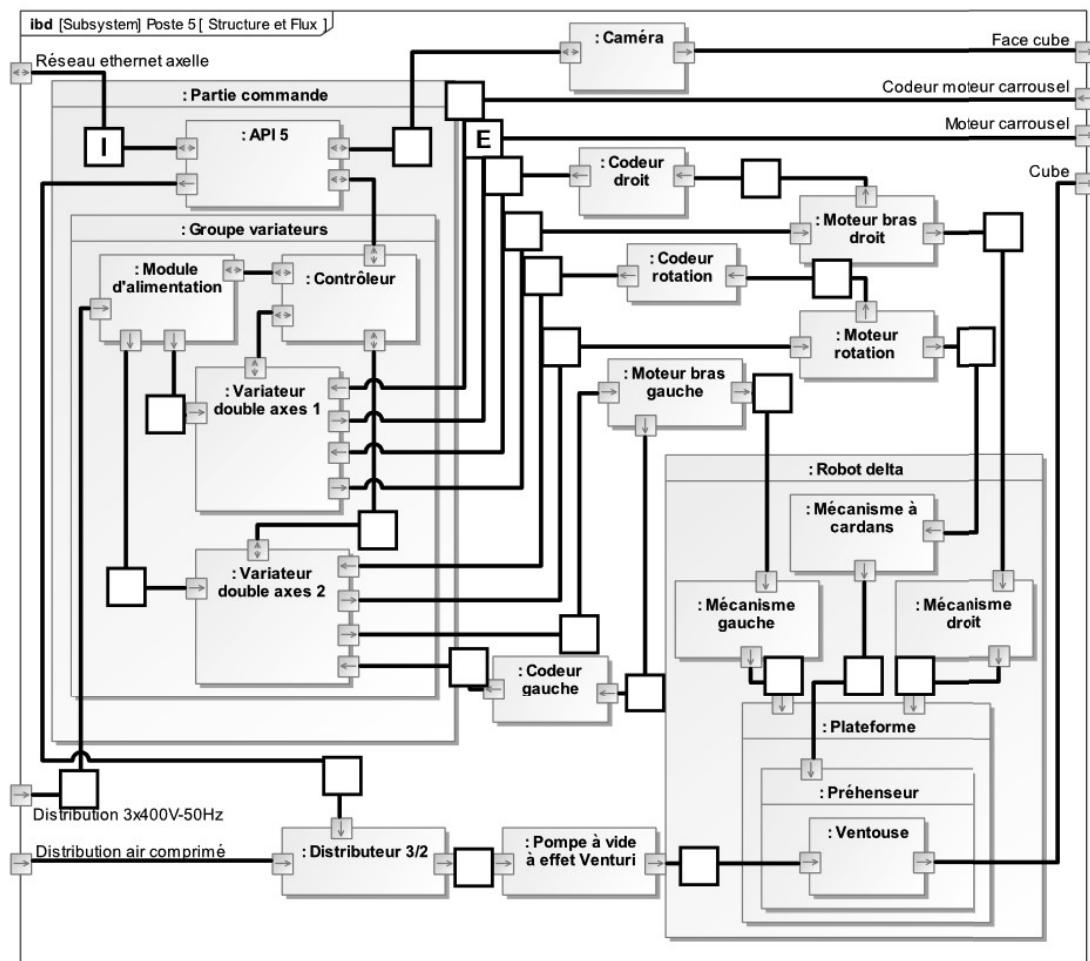
CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

PARTIE**A****Analyse du fonctionnement du Robot Delta****Q1-**

Repérer sur le diagramme de blocs internes (ibd) les flux d'énergie avec la lettre **E** et les flux d'informations avec la lettre **I**.



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

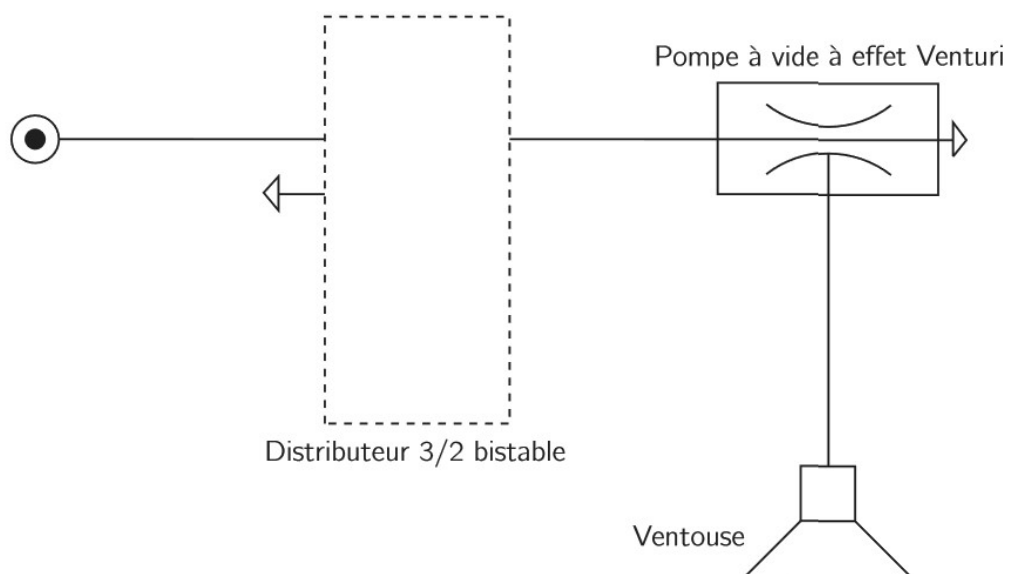
Q2-

Donner, en termes de chaînes fonctionnelles, le nom générique et la fonction des éléments listés dans le document réponse.

Élément	Nom générique	Fonction générique
API 5	Unité de traitement	Traiter
Variateur doubles axes 1		
Ventouse		
Moteur bras gauche		
Codeur gauche		
Pompe à vide à effet Venturi		
Distributeur 5/2		

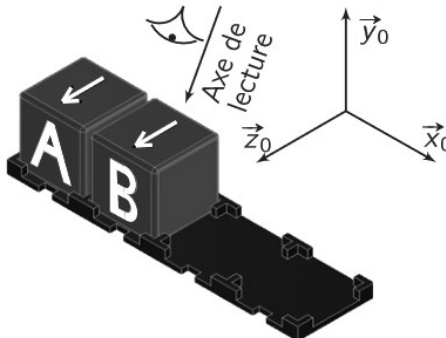
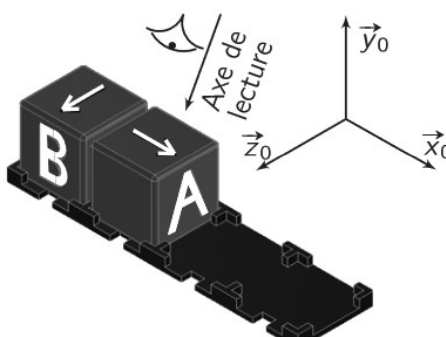
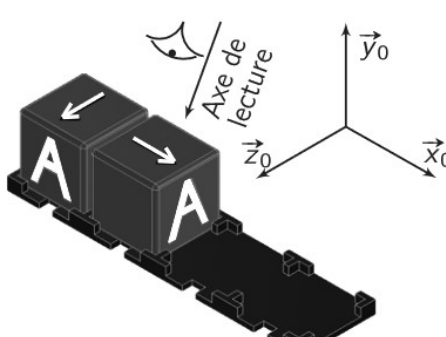
Q3-

Compléter le schéma pneumatique lié au préhenseur à ventouse.



Q4-

À l'aide du diagramme d'états (**stm**) du cycle aller, repérer dans le tableau du cahier réponse la position (emplacement 1, 2, 3 et/ou 4) et l'orientation de chaque cube en fin de cycle, **sans** apparition d'arrêt d'urgence, pour chacun des cas où la colonne de gauche donne la condition de départ.

Condition de départ	Emplacement	Cube			Orientation			
	1	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	2	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	3	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	4	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	1	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	2	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	3	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	4	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	1	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	2	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	3	∅	A	B	↙	↘	↖	↗
	4	∅	A	B	↙	↘	↖	↗

B.1 Étude mécanique de la structure 3D du Robot Delta**B.1.2 — Analyse d'une première partie du mécanisme****Q5-**

Donner le nombre de degrés de liberté entre le plateau 5 et le bâti 0. Sans calcul, donner le nom de la liaison équivalente entre le plateau 5 et le bâti 0. Cela correspond-il à la cinématique globale recherchée pour le plateau 5 ?

Q6-

Déterminer le degré d'hyperstatisme de la structure du mécanisme partiel.

B.1.3 — Analyse de la structure complète**Q7-**

Sans calcul, donner le nombre de degrés de liberté entre le plateau 5 et la bâti 0. Caractériser le mouvement du plateau 5 par rapport au bâti 0.

plus de place page suivante. . .

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur **CHAQUE** feuille officielle, la zone d'identification en **MAJUSCULES**.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque **PAGE** (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

Q8-

Déterminer le degré d'hyperstatisme de cette nouvelle structure.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Q9-

Proposer un jeu de liaisons entre les solides 2, 4a, 4b et 5 permettant de réduire le degré d'hyperstatisme tout en conservant la même cinématique globale (mêmes degrés de mobilités utiles **et** internes). Indiquer la réduction du degré d'hyperstatisme.

Liaisons	$\mathcal{L}_{2/4a}$	$\mathcal{L}_{2/4b}$	$\mathcal{L}_{5/4a}$	$\mathcal{L}_{5/4b}$	Δh
Solution initiale	pivot	pivot	pivot	pivot	-0
Proposition					

B.2 Étude cinématique de la structure 2D du Robot Delta

Q10-

Donner les expressions de $x(t)$ et $y(t)$ en fonction de $\theta_{10}(t)$, $\theta_{30}(t)$ et de paramètres géométriques constants.

Q11-

A partir des expressions de $x(t)$ et $y(t)$, déterminer l'expression de θ_{ref} en fonction de a , b , c et d puis l'expression de h_0 en fonction de a , b , c et d .

Q12-

A partir des expressions de $x(t)$ et $y(t)$, déterminer une relation liant uniquement $x(t)$, $y(t)$, $\theta_{10}(t)$ et des paramètres géométriques constants.

plus de place page suivante...

Q13-

Déterminer les expressions de x_k et y_k en fonction de k , n , r_p , h_0 , e et Δ_y , dans le mouvement du point D de D_i à D_f avec $0 \leq k \leq 3.n$.

• $0 \leq k \leq n$:

$$x_k =$$

$$y_k =$$

• $n \leq$

$$x_k =$$

$$y_k =$$

• $2.n \leq$

$$x_k =$$

$$y_k =$$

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro
Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

Q14-

Écrire une fonction dichotomie(f, xg, xd, eps=10**-8) pour laquelle f est une fonction dont on cherche le zéro entre xg et xd avec eps la tolérance pour un critère d'arrêt de l'algorithme sur les antécédents.

```

1 def dichotomie(f, xg, xd, eps = 10**-8):
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

```

Remarque : il n'est pas nécessaire d'utiliser toutes les lignes. . .

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

B.3 Étude dynamique de la structure 2D du Robot Delta

B.3.2 — Hypothèses sur les masses et inerties

Q15-

Donner les hypothèses qui peuvent conduire à considérer comme nuls les produits d'inerties I_{yx} et I_{yz} des opérateurs d'inertie des bras principaux 1 et 2 donnés **Tableau 4**.

B.3.3 — Étude des sollicitations dynamiques en rotation des bras principaux

Q16-

Déterminer au point D , l'expression du torseur dynamique du plateau 5 dans son mouvement par rapport au repère \mathcal{R}_0 .

plus de place page suivante...



Q17- En isolant le système approprié, justifier que le torseur modélisant les actions mécaniques de la bielle 6 sur le plateau 5 ($\mathcal{F}_{6 \rightarrow 5}$) est un glisseur d'axe (E, \vec{x}_3) .

Q18-

En isolant le système approprié et en remarquant que le mécanisme est plan, justifier que le torseur modélisant les actions mécaniques du bras secondaire 4 sur le plateau 5 ($\mathcal{T}_{4 \rightarrow 5}$) est un glisseur d'axe (C_2, \vec{x}_4) .

Q19-

En se limitant exclusivement à l'utilisation du théorème de la résultante dynamique ou du théorème du moment dynamique, déterminer la stratégie permettant d'obtenir :

- une équation scalaire (eq-1) permettant de déterminer F_{45} en fonction de l'action de la pesanteur sur le plateau 5 et de paramètres cinématiques (sans F_{35} et F_{65}) ;
- deux équations scalaires (eq-2) et (eq-3) liant F_{35} et F_{65} en fonction de l'action de la pesanteur sur le plateau 5 et de paramètres cinématiques (sans F_{45}).

(eq-i)	Isolement	Théorème dynamique (rayer la mention inutile)	(Point d'application)	Projection
1		résultante/ moment		
2		résultante/ moment		
3		résultante /moment		

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/Spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

Q20-

Déterminer la projection sur \vec{Z}_0 du moment dynamique du bras principal 2 ($\vec{\delta}_{(A_2, 2/0)} \cdot \vec{Z}_0$), dans son mouvement par rapport au repère galiléen \mathcal{R}_0 , exprimé au point A_2 .

Q21-

Déterminer l'expression de C_{r2} en fonction de F_{45} , $\ddot{\theta}_{20}$, θ_{40} , θ_{20} , de l'action de la pesanteur et de paramètres géométriques constants.

plus de place page suivante. . .

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

C.1 Modélisation de la chaîne d'énergie**C.1.1 — Recherche de l'inertie équivalente****Q22-**

Déterminer l'expression littérale de J_{eq} , l'inertie équivalente sur l'arbre moteur 1, de l'ensemble décrit ci-dessus (qu'on notera, si besoin, Σ), en mouvement dans le repère galiléen lié au bâti.

Q23-

Déterminer la masse maximale de la charge m_c qu'il est possible de maintenir avec une dépression de 0,7 bar.

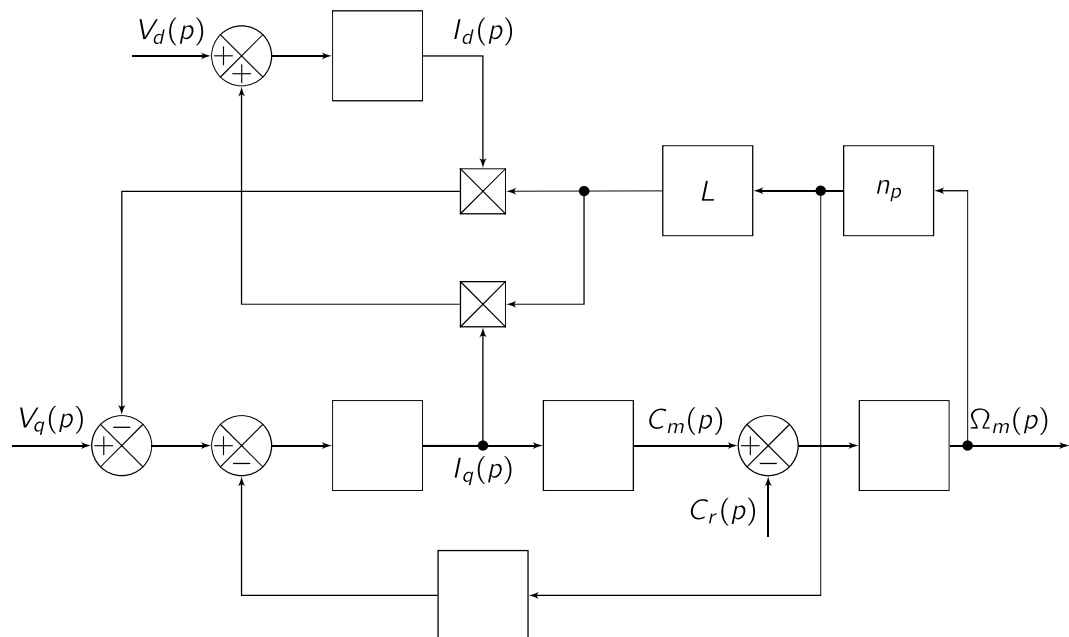
Q24-

La plateau 5 ayant une masse $m_5 = 500$ g, déterminer l'ordre de grandeur de J_{eq} avec un chiffre significatif.

C.1.2 — Modèle à deux phases du moteur synchrone à aimants permanents

Q25- Donner les expressions de $v_d(t)$ et $v_q(t)$ en fonction de $i_d(t)$, $i_q(t)$ et $\omega_m(t)$ ainsi que des paramètres R , L et φ_f .

Q26- Avec les notations précédentes et en se plaçant dans les conditions d'Heaviside, déterminer les transformées de Laplace des équations (C.5) à (C.6) et compléter le schéma bloc du cahier réponses.



Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription : Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : Section/S spécialité/Série :

Epreuve : Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

C.1.3 — Validation du modèle

Q27- Déterminer numériquement la valeur du courant $i_{q\infty}$ en régime permanent.

Q28- A partir des équations obtenues précédemment, en appliquant la stratégie de commande du moteur, déterminer, en fonction de R , L , n_p , ω_{max} , φ_f et $i_{q\infty}$, les expressions de $v_{d\infty}$ et $v_{q\infty}$ correspondant aux tensions v_d et v_q en régime permanent.

plus de place page suivante. . .

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

$$v_{d\infty} =$$

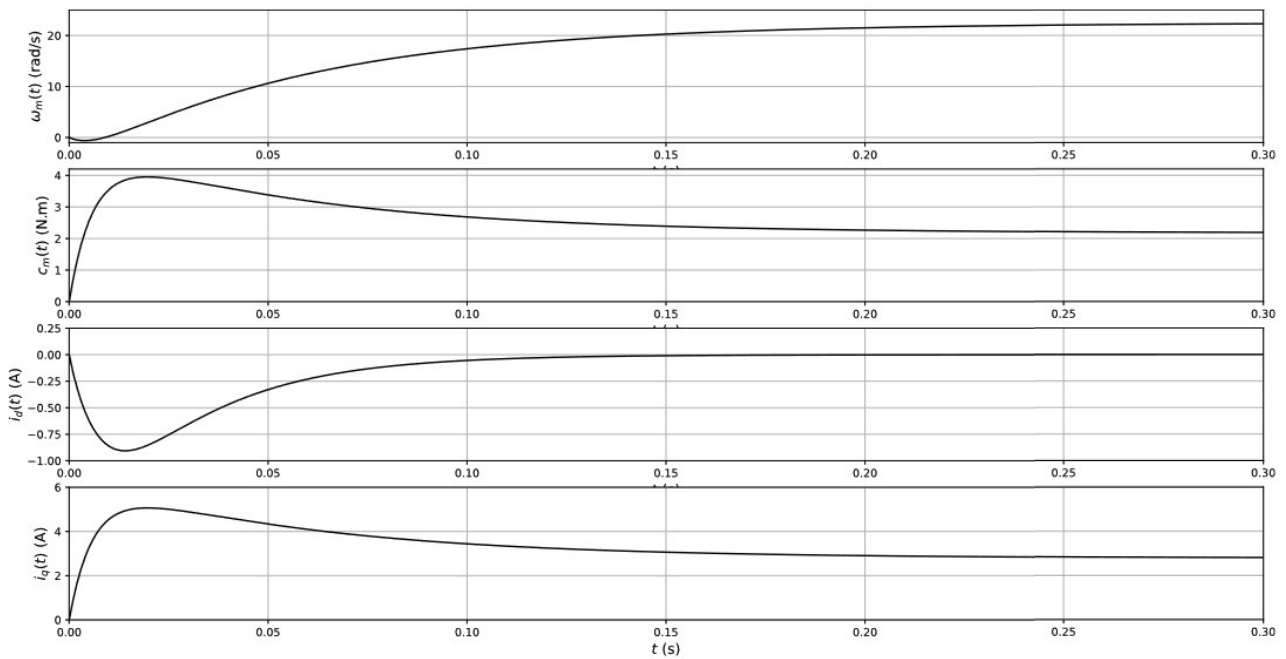
$$v_{q\infty} =$$

Q29-

Déterminer les valeurs numériques de $v_{d\infty}$ et $v_{q\infty}$. En déduire V_{∞} , la valeur de $|\underline{V}(t)|$ en régime permanent.

Q30-

A partir des résultats précédents et de la simulation numérique donnée dans le cahier réponse, indiquer, en détaillant la réponse, si le modèle peut être validé.



C.2 Modélisation du comportement de la commande

C.2.1 — Découplage de la commande

Q31-

Donner les expressions des variables $v'_d(t)$ et $v'_q(t)$ en fonction de $i_d(t)$, $i_q(t)$ et des paramètres R , L .

Q32-

Montrer que l'on peut mettre les fonctions de transfert H_d et H_q , définies par $H_d(p) = \frac{I_d(p)}{V_d'(p)}$ et $H_q(p) = \frac{I_q(p)}{V_q'(p)}$ sous la forme : $H_d(p) = H_q(p) = \frac{K}{1 + T \cdot p}$.
Donner les expressions de K et T en fonction de R et L .

C.2.2 — Régulation de courant

Q33-

Justifier en quoi un correcteur proportionnel ne peut convenir.

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

Q34-

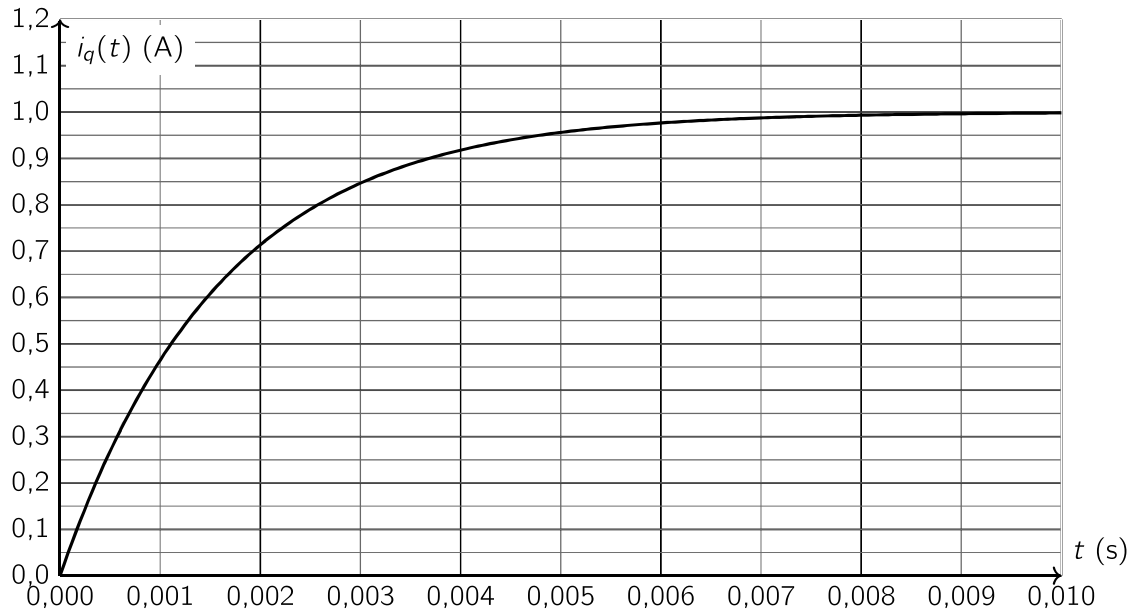
Quelle doit être la valeur de T_i si on souhaite compenser le pôle dominant ? Déterminer la valeur de K_p pour répondre à l'exigence de rapidité.

Q35-

A partir de la réponse temporelle donnée dans le cahier réponse, déterminer si le réglage du correcteur permet de valider le cahier des charges.

plus de place page suivante. . .

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE



C.2.3 — Régulation de vitesse

Q36-

En justifiant la réponse, déterminer ce qui peut amener à approximer $B_c(p)$ à un bloc unitaire ($B_c(p) = 1$).

Q37-

Pour garantir les critères de précision, en justifiant la réponse, déterminer la classe minimale à imposer au correcteur C_V .

Q38-

Justifier que si le frottement visqueux f_v est nul ($f_v = 0$) alors la régulation de vitesse est instable et que s'il ne l'est pas ($f_v > 0$), la régulation de vitesse est stable.

Q39-

Déterminer l'expression de K_V pour obtenir une marge de phase conforme à celle préconisée par le cahier des charges.

plus de place page suivante...

Q40-

Déterminer l'expression de K_V pour rendre le système le plus rapide sans dépassement et en déduire le temps de réponse à 5% approximatif avec ce réglage de K_V . Conclure quant au cahier des charges.

plus de place page suivante. . .

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

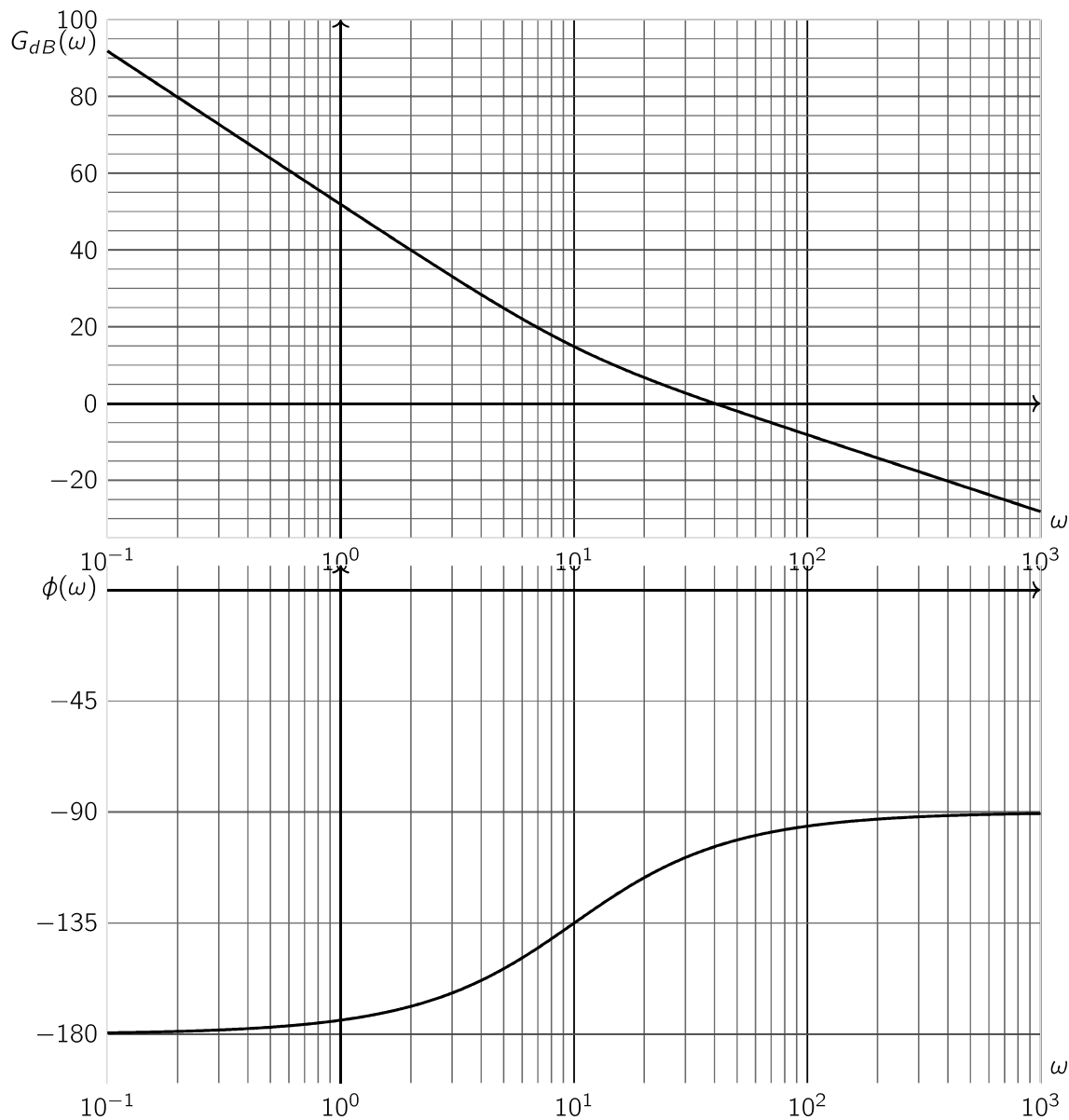
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Q41-

Déterminer les conditions sur K_v et T_v pour que le système soit stable en boucle fermée.

Q42-

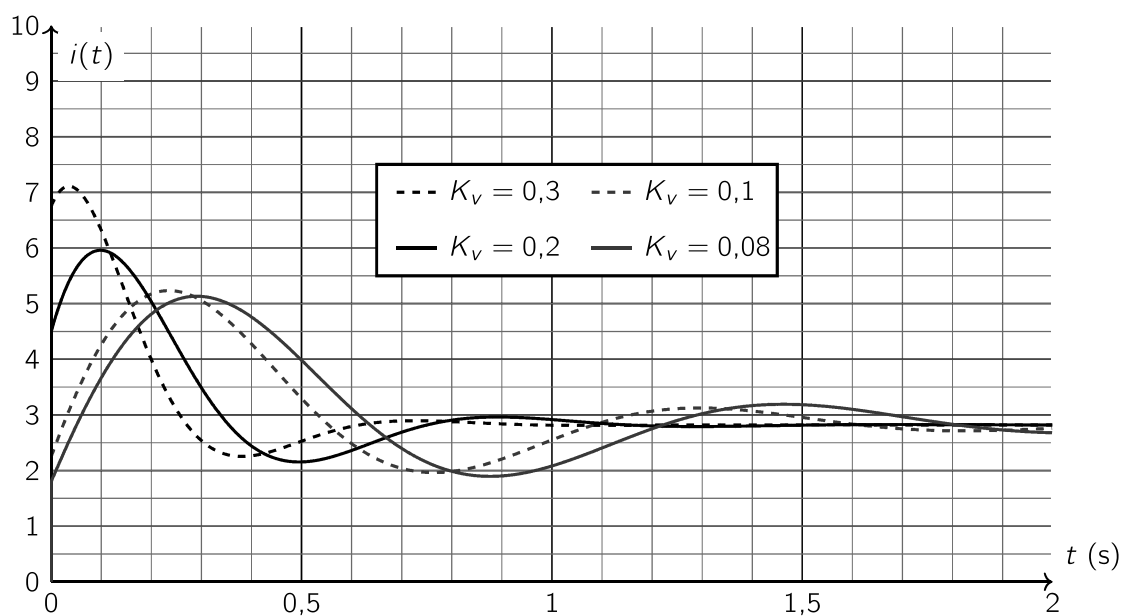
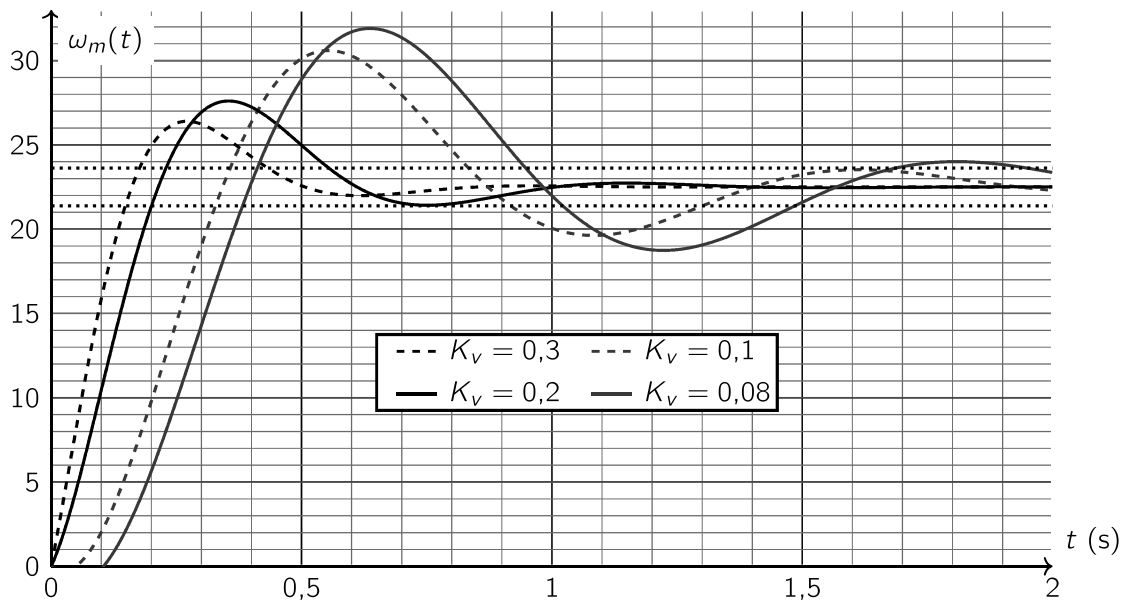
A partir des diagrammes de Bode donnés pour $K_v = 1 \text{ A}\cdot\text{rad}^{-1}\cdot\text{s}$ et $T_v = 0,1 \text{ s}$, déterminer approximativement la valeur minimale (en dB) à imposer à K_v , sans modifier T_v , pour que la marge de gain et la marge de phase vérifient le cahier des charges de cet asservissement de vitesse.



Q43-

Grâce aux simulations données dans le cahier réponse, déterminer la valeur de K_v permettant de respecter le cahier des charges (pour $T_v = 0,1$ s). Donner la valeur correspondante du pic de courant.

Remarque : K_v est exprimé en $\text{A} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$



Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :

Section/S spécialité/Série :

Epreuve :

Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

023

Q44-

Déterminer l'expression du temps t_{95} pour atteindre 95% de la vitesse maximale du moteur $\omega_{mmax} = 22,5$ rad/s lorsqu'il y a saturation de courant avec $i_q(t) = I_{max}.u(t)$ et un couple résistant $C_r(t) = C_{rmax}.u(t)$ où $C_{rmax} = 2,2$ N.m. Déterminer alors la valeur de I_{max} permettant de respecter le cahier des charges.

plus de place page suivante. . .

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Q45-

Conclure quant au cahier des charges.

Page offerte pour refaire une question. A n'utiliser qu'en cas d'extrême nécessité.

Page offerte pour refaire une question. A n'utiliser qu'en cas d'extrême nécessité.