

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

**Nom de famille :** \_\_\_\_\_ (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

**Prénom(s) :** \_\_\_\_\_

**Numéro d'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/Specialité/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.
- Numérotier 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

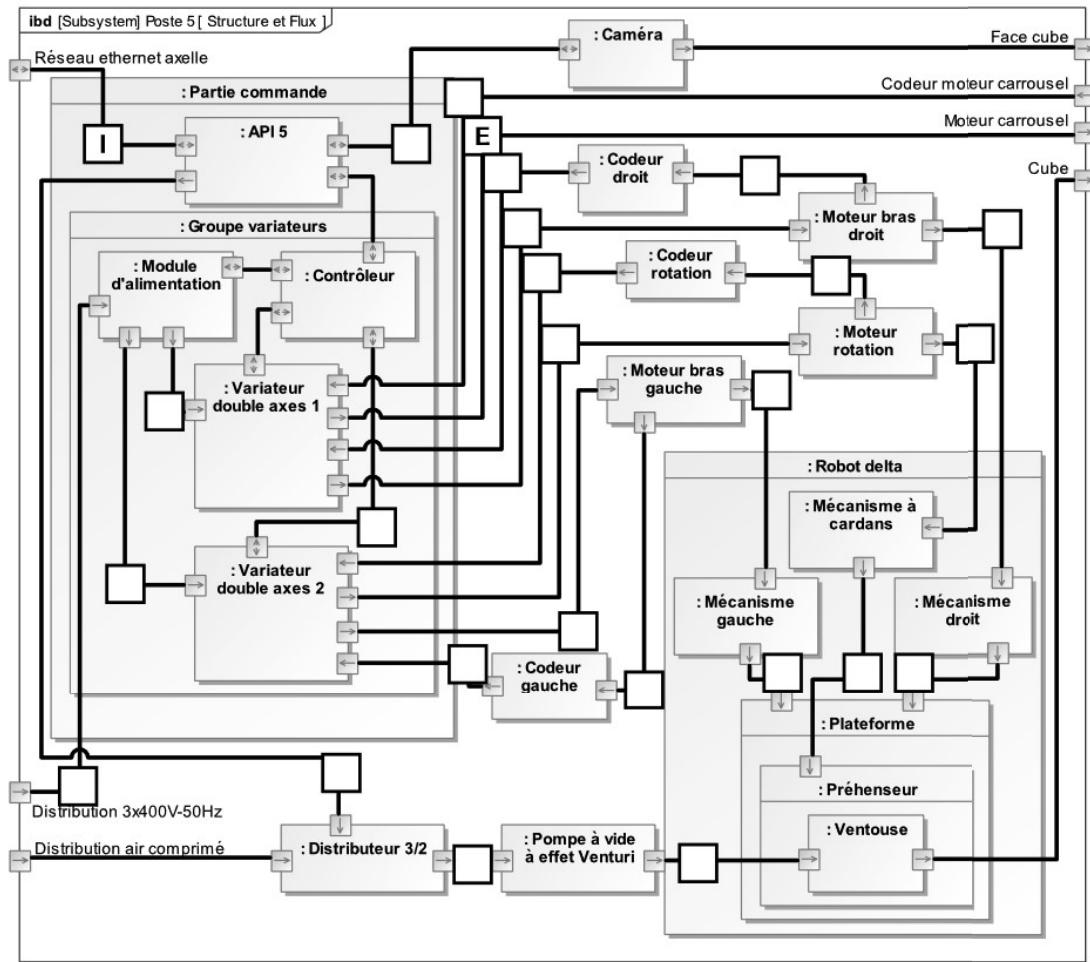
**PARTIE**

**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

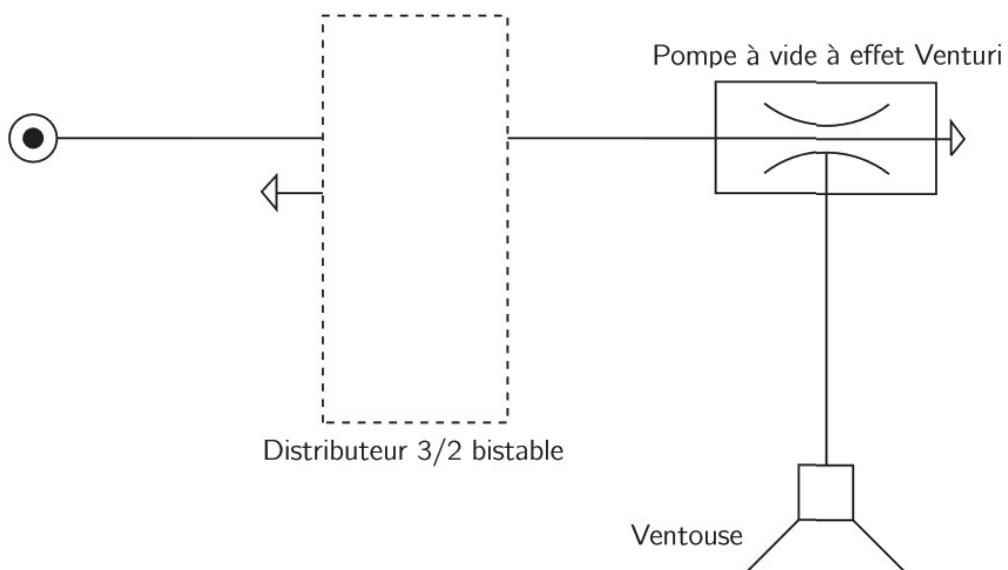
Q2-

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	2	3	4	5	6	7
	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...*

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH																								
<b>Nom de famille :</b> (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)																								
<b>Prénom(s) :</b>																								
<b>Numéro Inscription :</b>																								
(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)																								
(Remplir cette partie à l'aide de la notice)																								
<b>Concours / Examen :</b> .....												<b>Section/Spécialité/Série :</b> .....												
<b>Epreuve :</b> .....						<b>Matière :</b> .....						<b>Session :</b> .....												
<b>CONSIGNES</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>• Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>• Numérotérer chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>• Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>• N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>																						

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	$\mathcal{L}_{2/4a}$	$\mathcal{L}_{2/4b}$	$\mathcal{L}_{5/4a}$	$\mathcal{L}_{5/4b}$	$\Delta h$
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  $\theta_{ref}$  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  $\Delta_y$ , dans le mouvement du point  $D$  de  $D_i$  à  $D_f$  avec  $0 \leq k \leq 3.n$ .

- $0 \leq k \leq n$  :

$$x_k =$$

$$y_k =$$

- $n \leq$

$$x_k =$$

$$y_k =$$

- $2.n \leq$

$$x_k =$$

$$y_k =$$

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH																								
<b>Nom de famille :</b> (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)																								
<b>Prénom(s) :</b>																								
<b>Numéro Inscription :</b>																								
(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)																								
(Remplir cette partie à l'aide de la notice)																								
<b>Concours / Examen :</b> .....												<b>Section/Spécialité/Série :</b> .....												
<b>Epreuve :</b> .....						<b>Matière :</b> .....						<b>Session :</b> .....												
<b>CONSIGNES</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>• Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>• Numérotérer chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>• Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>• N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>																						

023

14-

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 ( $\mathcal{F}_{4 \rightarrow 5}$ ) 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		

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH	
<b>Nom de famille :</b> <input style="width: 100%; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text"/> <small>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>	
<b>Prénom(s) :</b> <input style="width: 100%; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text"/>	
<b>Numéro Inscription :</b> <input style="width: 100%; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text"/>	
<b>Né(e) le :</b> <input style="width: 2em; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px; margin-right: 10px;" type="text"/> / <input style="width: 2em; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px; margin-right: 10px;" type="text"/> / <input style="width: 2em; height: 1.2em; border: 1px solid black; border-radius: 2px;" type="text"/>	
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>	
<small>(Remplir cette partie à l'aide de la notice)</small>	
<b>Concours / Examen :</b> ..... <b>Section/Specialité/Série :</b> ....	
<b>Epreuve :</b> ..... <b>Matière :</b> ..... <b>Session :</b> ....	
<b>CONSIGNES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>• Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>• Numérotier chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>• Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>• N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>	

023

**Q20-**

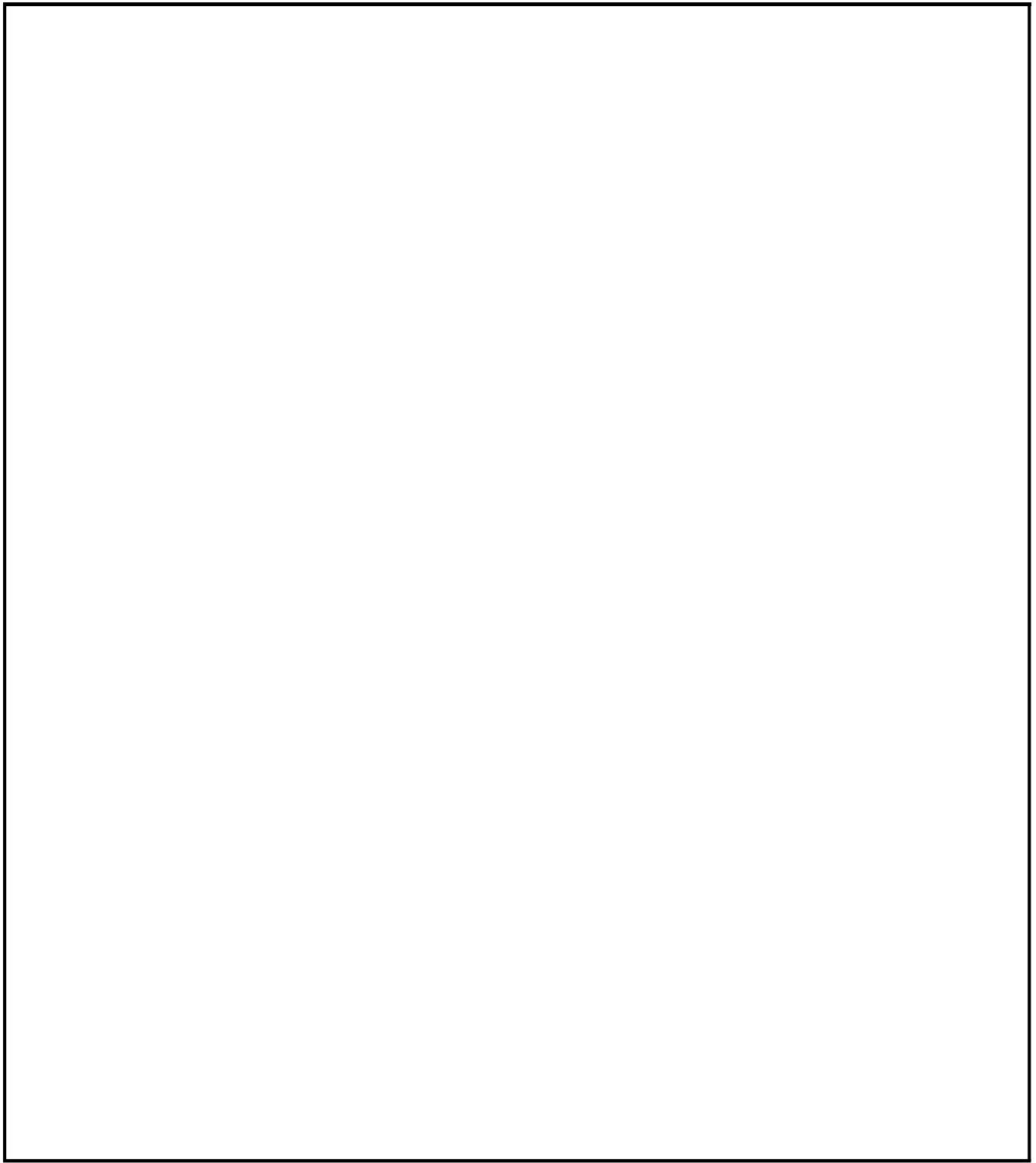
Déterminer la projection sur  $\vec{z}_0$  du moment dynamique du bras principal 2 ( $\vec{\delta}_{(A_2, 2/0)} \cdot \vec{z}_0$ ), dans son mouvement par rapport au repère galiléen  $\mathcal{R}_0$ , exprimé au point  $A_2$ .

**Q21-**

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

plus de place page suivante...

**NE RIEN Ecrire DANS CE CADRE**



A large, empty rectangular box occupies the lower two-thirds of the page. At the top of the page, there is a smaller, empty rectangular box. The text "NE RIEN Ecrire DANS CE CADRE" is centered above the smaller box.

**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,  $\Sigma$ ), 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.

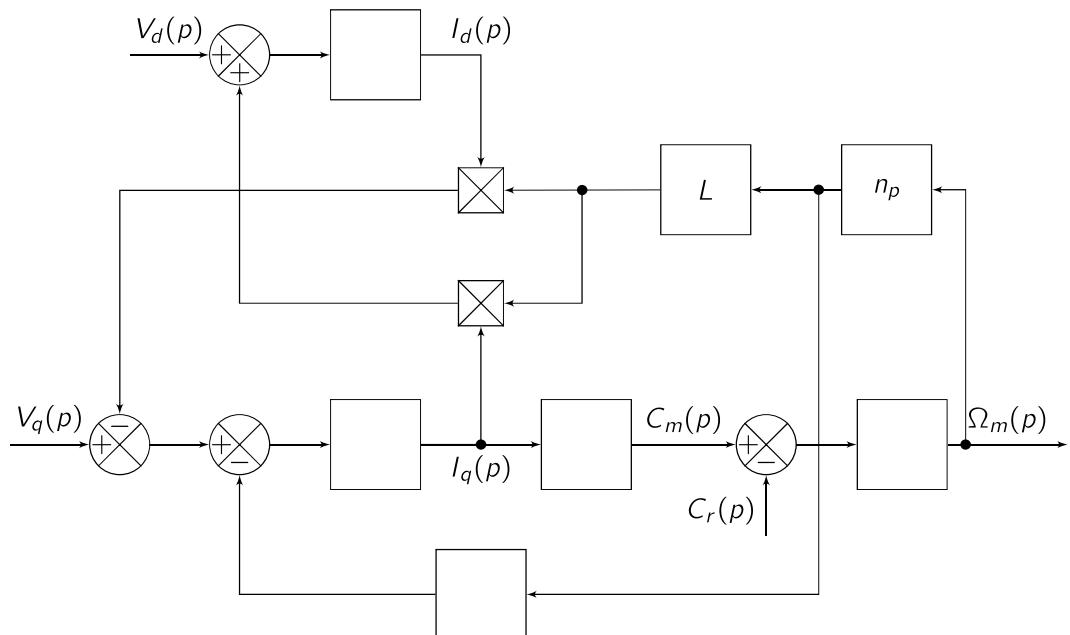
### C.1.2 — Modèle à deux phases du moteur synchrone à aimants permanents

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  $\varphi_f$ .

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/Spécialité/Série :														
Epreuve :													Matière :							Session :							
<b>CONSIGNES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>Numérotérer chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>																										

023

### C.1.3 – Validation du modèle

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

**Q28-** A partir des équations obtenues précédemment, en appliquant la stratégie de commande du moteur, déterminer, en fonction de  $R$ ,  $L$ ,  $n_p$ ,  $\omega_{mmax}$ ,  $\varphi_f$  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

$$v_{d\infty} =$$

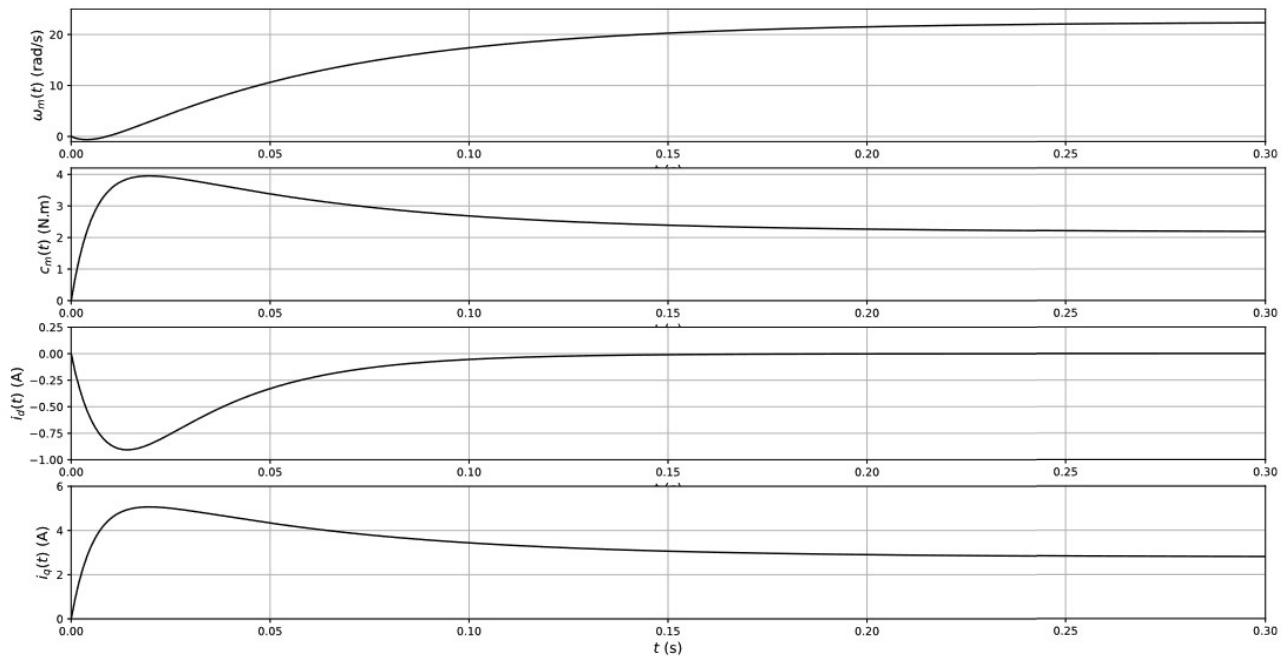
$$v_{q\infty} =$$

**Q29-**

Déterminer les valeurs numériques de  $v_{d\infty}$  et  $v_{q\infty}$ . En déduire  $V_\infty$ , 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.

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH																										
<b>Nom de famille :</b> (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)																										
<b>Prénom(s) :</b>																										
<b>Numéro Inscription :</b>																			<b>Né(e) le :</b>		/		/			
(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)																										
(Remplir cette partie à l'aide de la notice)																										
<b>Concours / Examen :</b> .....												<b>Section/Spécialité/Série :</b> .....														
<b>Epreuve :</b> .....												<b>Matière :</b> .....											<b>Session :</b> .....			
<b>CONSIGNES</b>												<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>• Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>• Numérotérer chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>• Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>• N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>														

023

**Q34-**

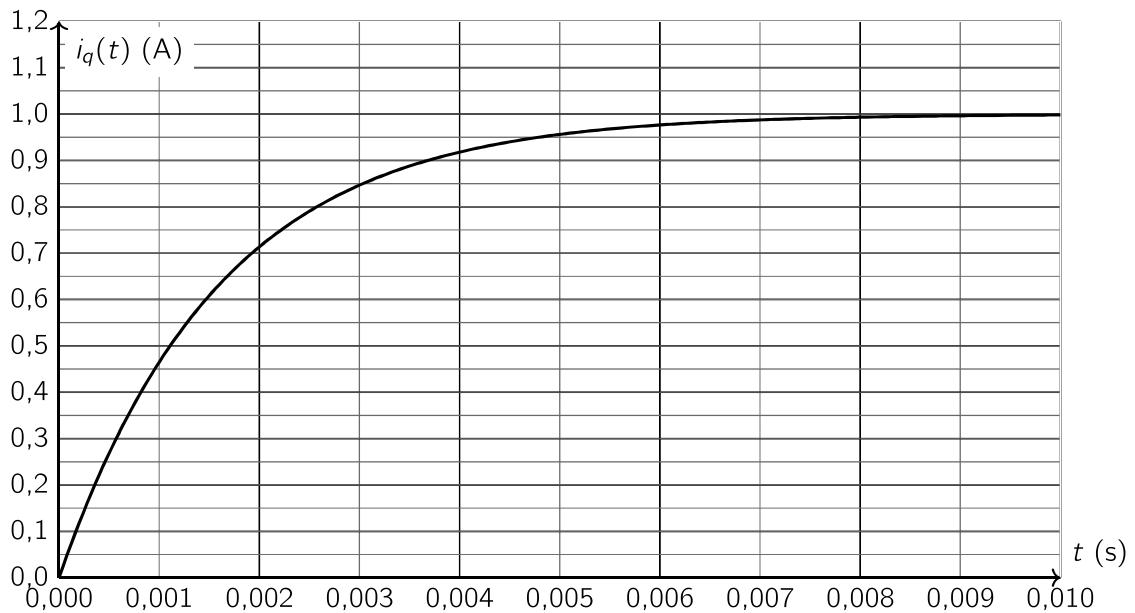
Quelle doit être la valeur de  $T_i$  si on souhaite compenser le pôle dominant ? Déterminer la valeur de  $K_p$  pour répondre à l'exigence de rapidité.

**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/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.
- Numérotter 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

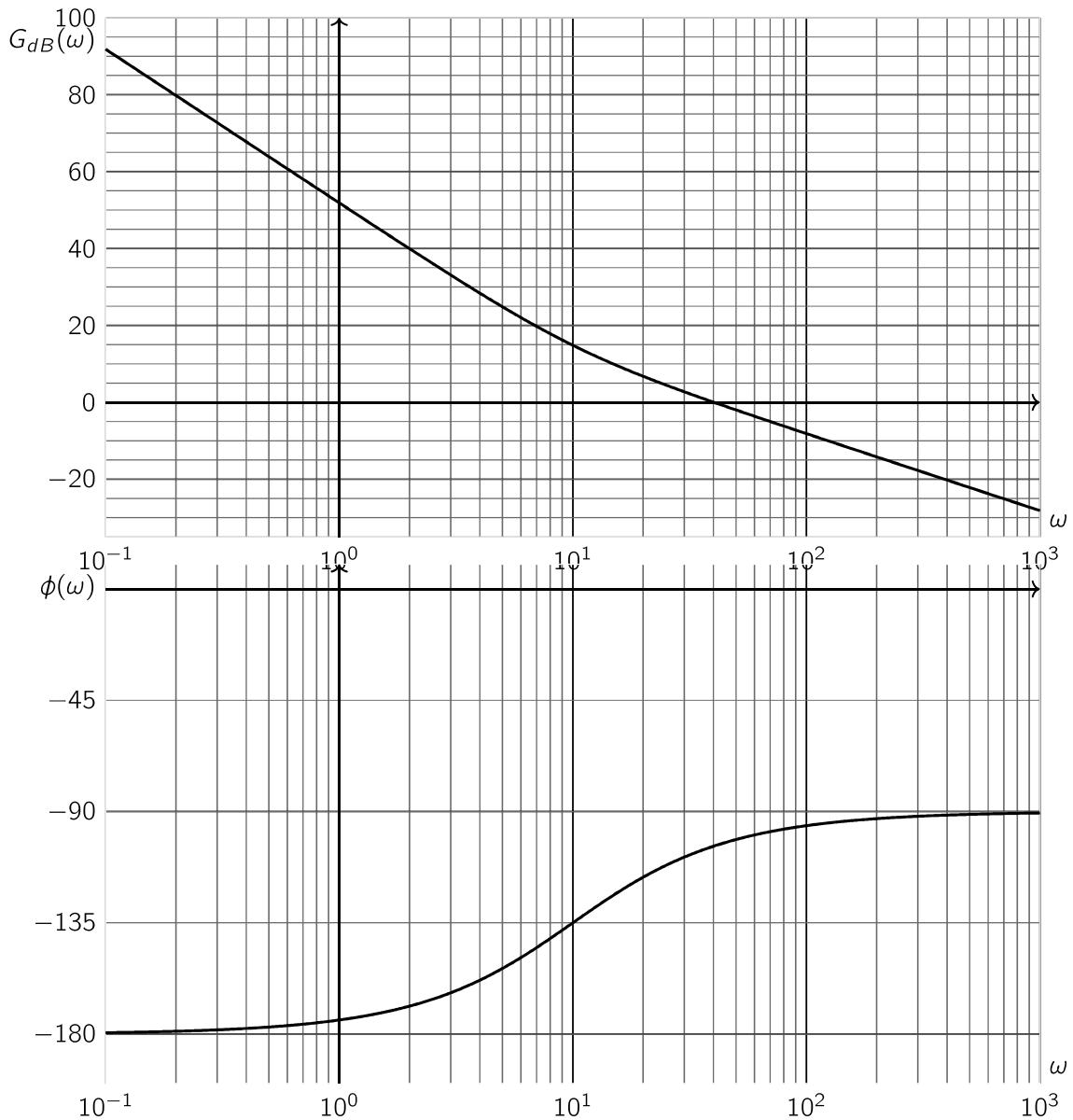
**NE RIEN Ecrire DANS CE CADRE**

**Q41-**

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

**Q42-**

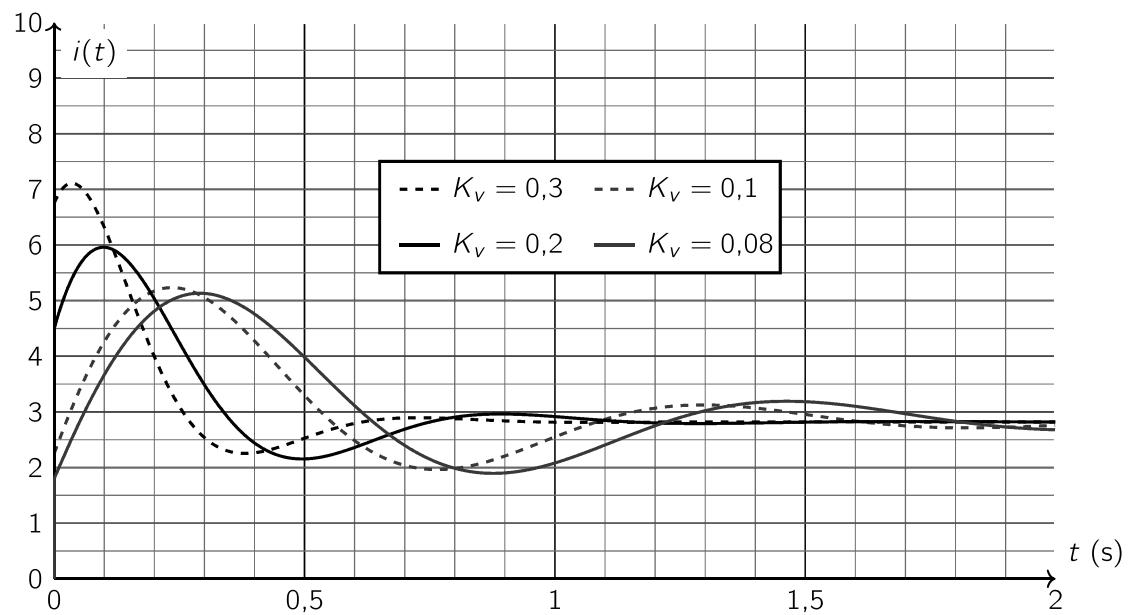
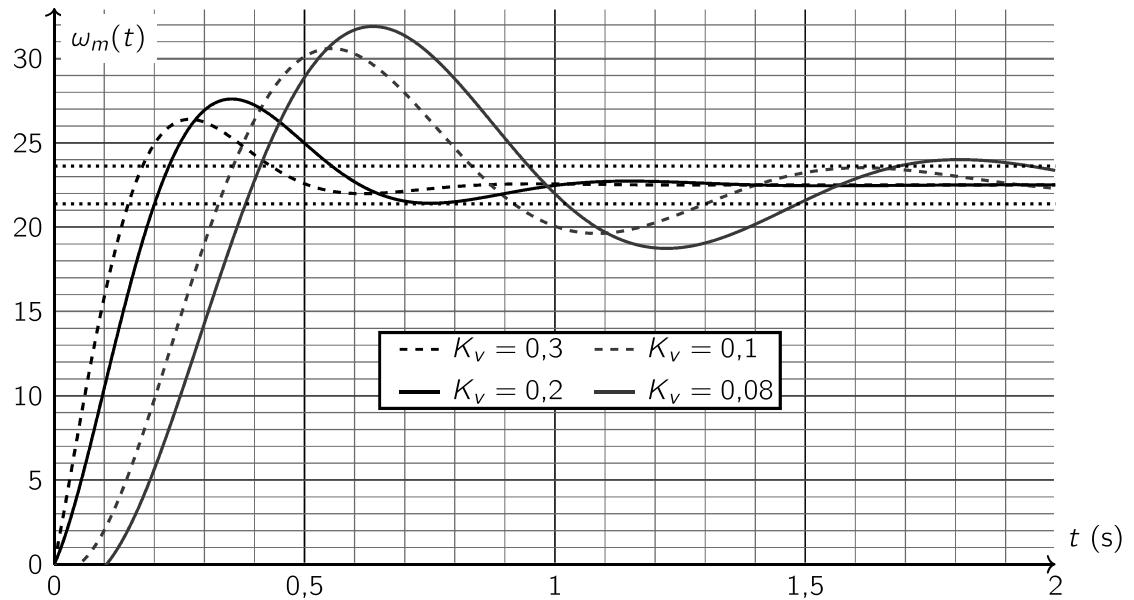
A partir des diagrammes de Bode donnés pour  $K_v = 1 \text{ A} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$  et  $T_v = 0,1 \text{ s}$ , déterminer approximativement la valeur minimale (en dB) à imposer à  $K_v$ , sans modifier  $T_v$ , pour que la marge de gain et la marge de phase vérifient le cahier des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



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/Spécialité/Série :														
Epreuve :													Matière :							Session :							
<b>CONSIGNES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.</li> <li>Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.</li> <li>Numérotérer chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.</li> <li>Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.</li> <li>N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.</li> </ul>																										

023

**Q44-**

Déterminer l'expression du temps  $t_{95}$  pour atteindre 95% de la vitesse maximale du moteur  $\omega_{max} = 22,5$  rad/s lorsqu'il y a saturation de courant avec  $i_q(t) = I_{max} \cdot u(t)$  et un couple résistant  $C_r(t) = C_{rmax} \cdot u(t)$  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.