Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2012, filière TSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie I : présentation du système
- Partie II : produire un mouvement de translation du conteneur
- Partie III : produire un mouvement de rotation
- Partie IV : freiner et bloquer le spreader et son conteneur

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi/2012/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI

PROJET de Sciences Industrielles pour l'ingénieur

Durée : 6 heures

N.B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont autorisées

PORTIQUE A CONTENEURS

Sujet **:**

Partie I : présentation du système (pages 2 à 5)
Partie II : produire un mouvement de translation du conteneur (pages 6 à 8)
Partie III : produire un mouvement de rotation (pages 9 à 15)
Partie IV : freiner et bloquer l'ensemble S = {spreader + conteneur} (pages 16 à 20)

Documents techniques : DT1 à DT7

Documents réponses : DR1 à DR3

A

Tournez la page S.V.P.

Partie I : Présentation du système

Contexte de l'étude

La nécessité de diminuer le coût de transport des marchandises embarquées sur les bateaux porte-conteneurs impose de limiter au maximum le temps d'immobilisation des navires à quai.

Un portique permet de transborder un ou plusieurs conteneurs d'un quai à un emplacement sur un bateau porte-conteneurs.



Photographie 1 : déchargement d'un bateau porte-conteneurs au Havre

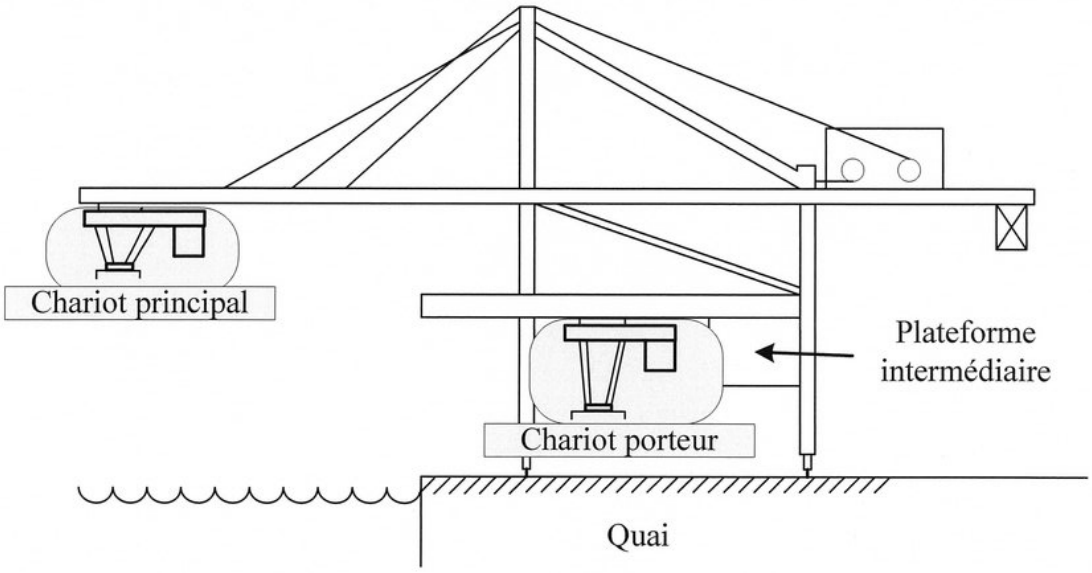
Le développement de portiques permettant de déplacer plusieurs conteneurs simultanément en un temps minimum permet des économies importantes pour les armateurs.

La société MSC a commandé la conception de trois portiques « nouvelles générations » à l'entreprise chinoise ZMPC pour ses nouvelles installations de Port 2000 au Havre.

Un portique est constitué :

- d'une structure acier qui se déplace le long de rails ancrés dans le béton du quai,
- d'un chariot porteur qui saisit un conteneur sur le quai pour le poser sur une plateforme intermédiaire arrimée à la structure,
- d'un chariot principal qui permet de déplacer un conteneur de la plate-forme intermédiaire jusqu'au bateau.

Chaque chariot est constitué d'une salle des machines et d'un spreader, bloc d'accroche des conteneurs, reliés par quatre câbles.



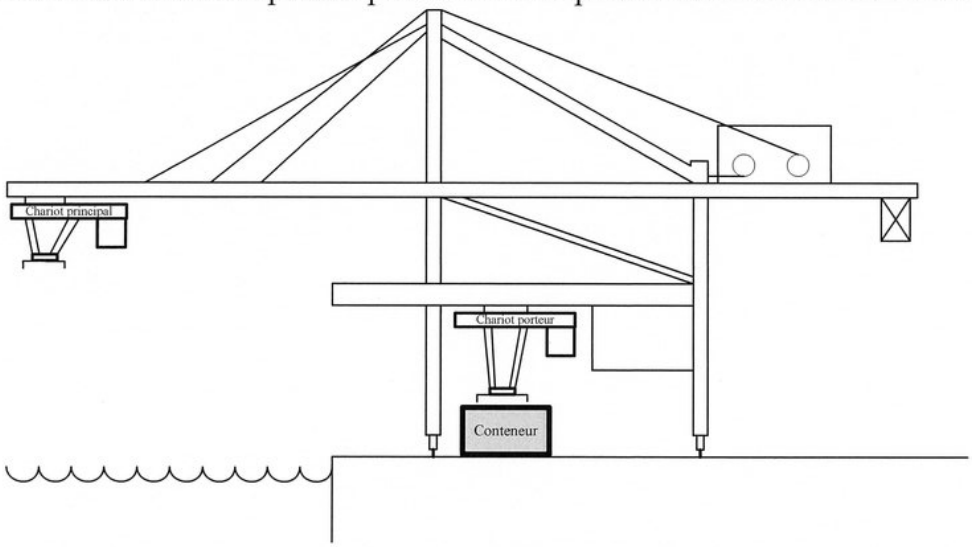




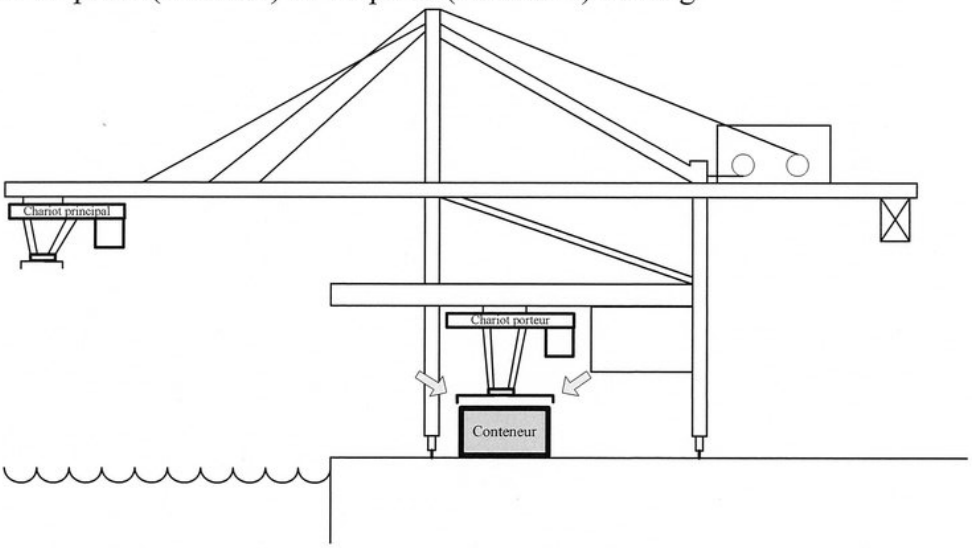
Photographies 2 et 3 : spreader du chariot principal

Transfert d'un conteneur du quai au bateau

L'opérateur situé dans le chariot porteur positionne son spreader au dessus du conteneur.

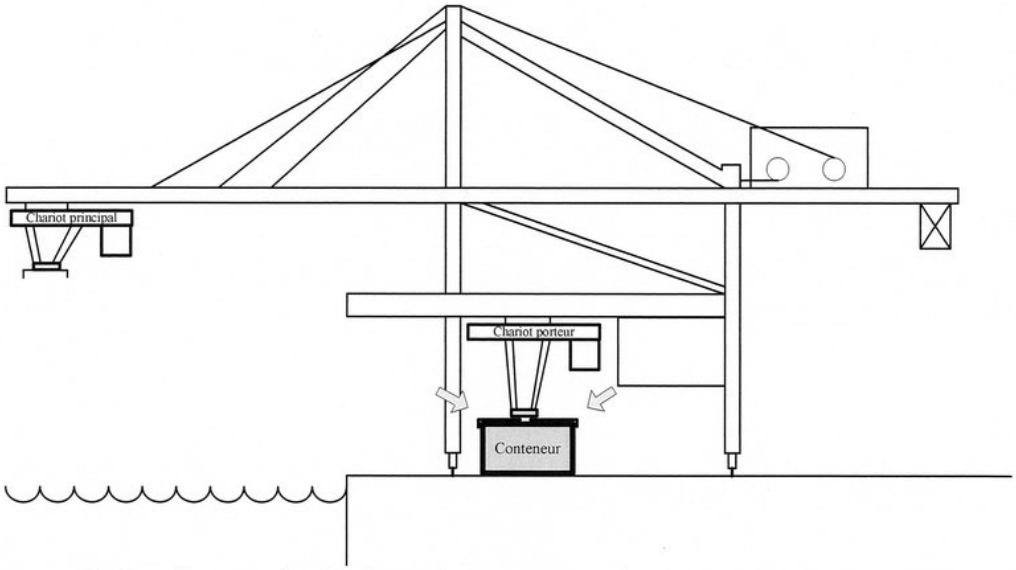


Les dimensions du spreader sont réglées à l'aide de deux vérins hydrauliques en fonction de la taille du conteneur : 20 pieds (6 mètres) ou 40 pieds (12 mètres) de long.



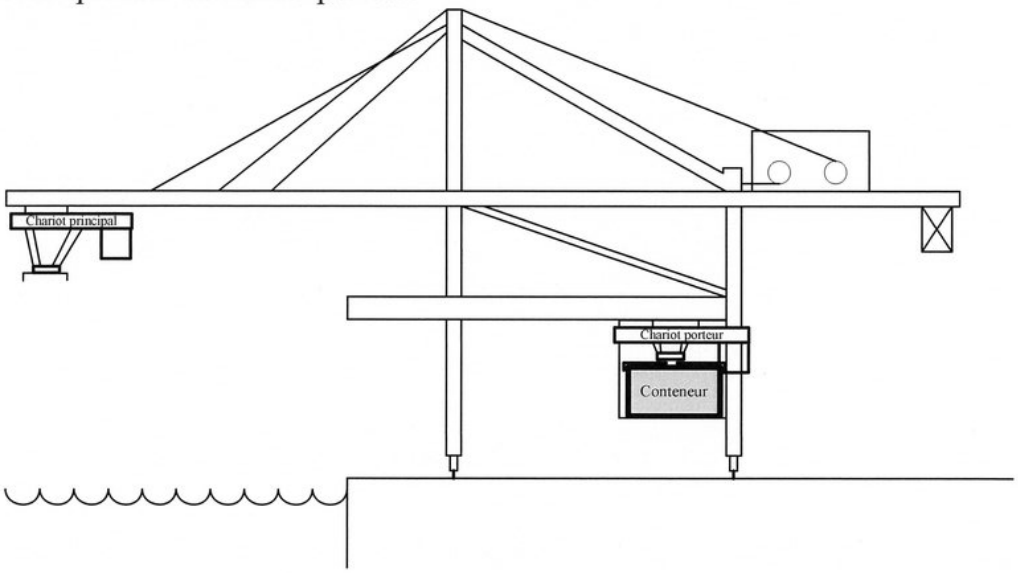
Le spreader est descendu jusqu'à ce que ses quatre coins entrent en contact avec le conteneur.

Tournez la page S.V.P.

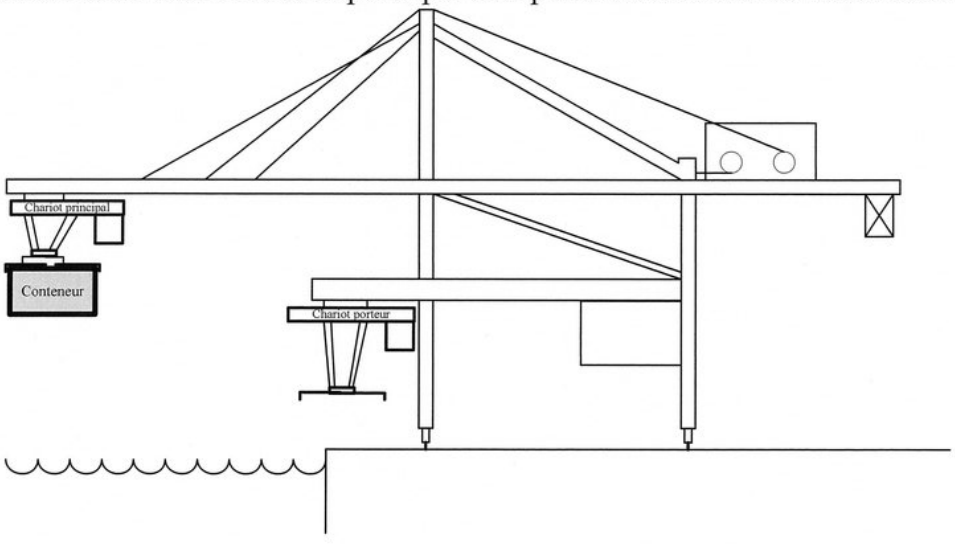


Quatre verrous hydrauliques situés dans les quatre coins du spreader le solidarisent avec le conteneur.

L'opérateur déplace l'ensemble du quai à la plateforme intermédiaire de la grue, puis désolidarise le conteneur et le spreader du chariot porteur.



Un autre opérateur situé dans le chariot principal transporte le conteneur dans le bateau.



Expression fonctionnelle du besoin

FS1 : permettre à l'opérateur de déplacer un conteneur
FS2 : s'adapter aux dimensions du bateau
FS3 : se déplacer le long du quai
FS4 : résister à l'environnement extérieur
FS5 : utiliser l'alimentation électrique

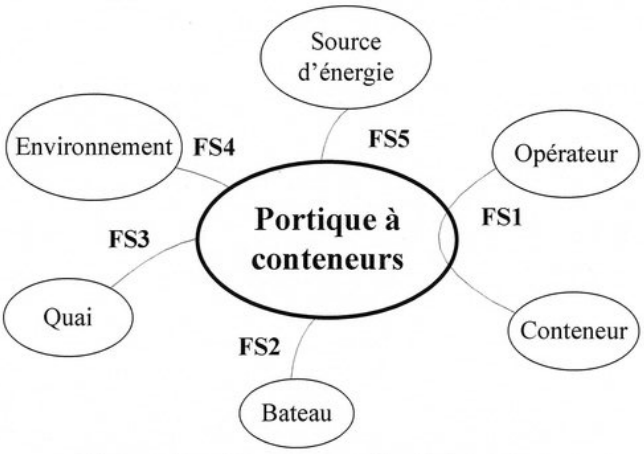


Figure 1 : diagramme des interacteurs

Fonction FS1	**Critères**	**Niveaux**
FT1 : saisir le conteneur	Dimensions des conteneurs transportés	2 conteneurs de 20 pieds ou 1 conteneur de 40 pieds
	Masse maximale des conteneurs transportés	71,4 tonnes
FT2 : empêcher le blocage du conteneur	Effort maxi dans un câble	230 000 N
FT3 : déplacer le conteneur verticalement	Vitesse de treuillage	80 m/min
FT31 : distribuer l'énergie électrique		
FT32 : produire un mouvement de rotation		
FT33 : adapter l'énergie		
FT34 : produire un mouvement de translation		
FT4 : freiner et bloquer l'ensemble S = {spreader + conteneur}	Type de frein	Couple de freinage de 15 000 N.m minimum

La chaîne d'énergie du système de levage est présentée **figure 2.**

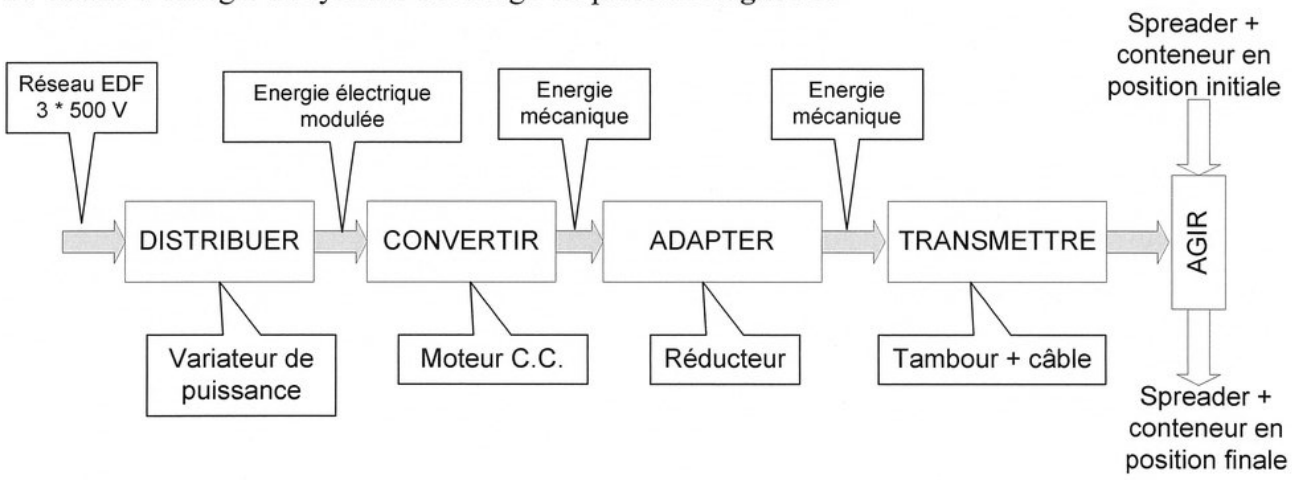


Figure 2 : chaîne d'énergie

Tournez la page S.V.P.

Partie II : étude de la fonction FT34 : produire un mouvement de translation

L'objectif de cette partie est de déterminer la vitesse angulaire du moteur qui permet de respecter la vitesse de treuillage définie dans le cahier des charges ainsi que de concevoir la liaison entre une poulie et le spreader.

La conversion de la puissance électrique est réalisée par deux moteurs électriques accouplés chacun à un réducteur à engrenages. Les arbres d'entrée de chaque réducteur sont liés par une liaison complète démontable. Les arbres de sortie des réducteurs sont liés chacun à un tambour sur lequel s'enroulent deux câbles. Le mécanisme est schématisé sur la **figure 3** et la **figure 4**.

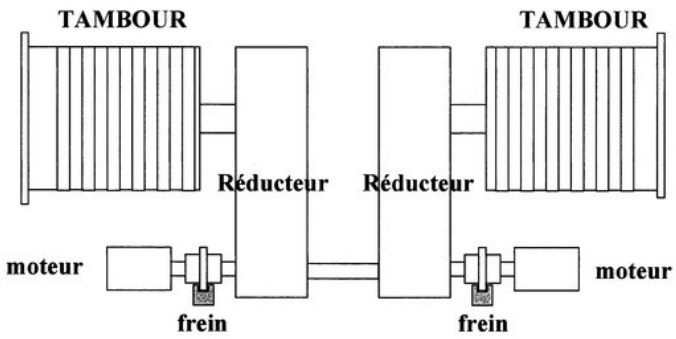


Figure 3 : cinématique du mécanisme

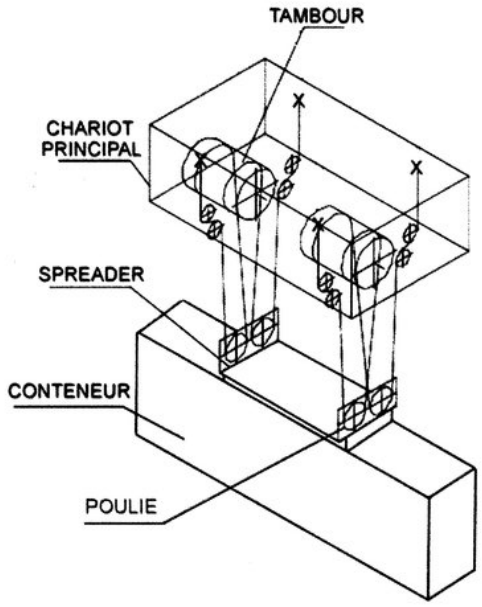


Figure 4 : mouflage des câbles

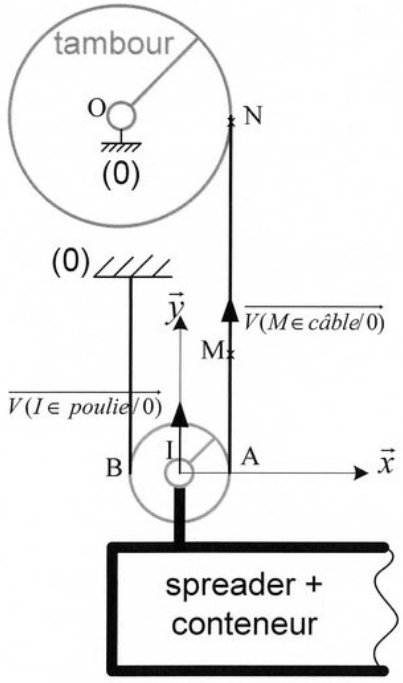
Détermination de la vitesse angulaire du moteur
Hypothèse : le chariot principal est à l'arrêt.

Données (voir **figure 5** page 7/20)	
Vitesse nominale de l'ensemble S = {spreader + conteneur}	$V_S = 80$ m/min
Diamètre d'un tambour	$D_T = 1{,}67$ m
Rayon d'une poulie	$R = 0{,}4$ m
Rapport de réduction d'un réducteur	$r = 1/21{,}6$

Notations (voir **figure 5**)	
Vitesse de l'ensemble S = {spreader + conteneur}	V_S
Vitesse angulaire d'une poulie par rapport au chariot principal noté (0)	ω_p
Vitesse angulaire du moteur par rapport à (0)	ω_m
Vitesse angulaire du tambour par rapport à (0)	ω_T
Norme de la vitesse d'un point M du câble par rapport à (0)	$V_c = \left\|\overrightarrow{V(M \in cable/0)}\right\|$
Norme de la vitesse du centre I de la poulie par rapport à (0)	$V_p = \left\|\overrightarrow{V(I \in poulie/0)}\right\|$

Tableau 1 : notations et données

La translation verticale du conteneur est réalisée à l'aide de 4 câbles enroulés sur deux tambours (voir **figure 3** et **figure 4**).
L'extrémité de chaque câble est encastrée avec le chariot principal.
La poulie est en liaison pivot d'axe $(I,\vec{z})$ avec l'ensemble S = {spreader + conteneur} qui se translate verticalement (voir **figure 5**).



Hypothèses :

- *on suppose qu'il y a roulement sans glissement du câble sur la poulie,*
- *on suppose que les brins des câbles sont verticaux,*
- *le câble est supposé inextensible.*

Figure 5 : cinématique d'une poulie

Q.1. Exprimer la relation cinématique vectorielle de non glissement du câble sur la poulie au point B. Par composition des vitesses, exprimer $\overrightarrow{V(B\in câble/0)}$ en fonction de $\overrightarrow{V(B\in poulie/0)}$. Sachant que l'extrémité du câble est encastrée avec le chariot principal (0) , donner l'expression de V_p en fonction de R et ω_p .
La relation cinématique de non glissement du câble sur la poulie au point A permet d'obtenir l'expression : $V_c = V_p + R.\omega_p$.
En déduire l'expression de la vitesse V_S de l'ensemble S = {spreader + conteneur} en fonction de V_c, vitesse du câble.

Q.2. Le tambour étant lié à l'arbre de sortie du réducteur et le rotor du moteur à l'arbre d'entrée du réducteur, déterminer l'expression de la vitesse ω_m du moteur en fonction de V_s, r et D_T. Faire l'application numérique.

Conception de la liaison pivot poulie/spreader

L'ensemble {spreader + conteneur} est retenu par 4 câbles. Chaque câble s'enroule sur une poulie qui supporte donc une charge égale au quart du poids total de l'ensemble.

Données	
Masse du spreader seul	6 tonnes
Masse maximum des conteneurs soulevés	71,4 tonnes
Vitesse de rotation de base d'une poulie	32 tours/min

Tableau 2 : données

Tournez la page S.V.P.

La solution technique, associée à la liaison pivot entre la poulie et le spreader, retenue par le concepteur, consiste en l'utilisation de deux roulements à rouleaux cylindriques FAG NJ228 de dimensions $\phi 140 \times \phi 250 \times 42$ (voir **figure 6**).

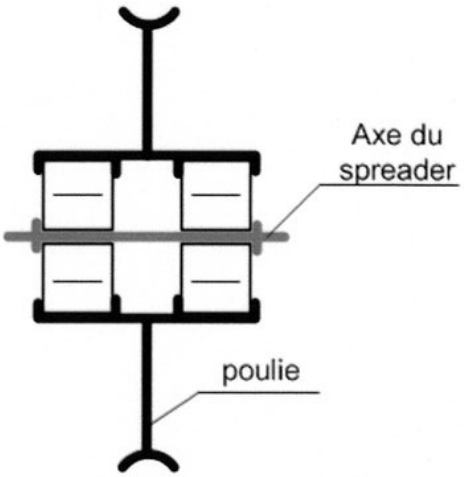


Figure 6 : architecture de la liaison pivot

Les tolérances proposées sont $\phi 250$ M7 pour le logement du roulement et $\phi 140$ g6 pour la portée du roulement sur l'arbre. La **figure 7** présente les tolérances des bagues intérieures et extérieures des roulements normalisés (classe 0) ainsi que les tolérances du logement et de l'arbre.

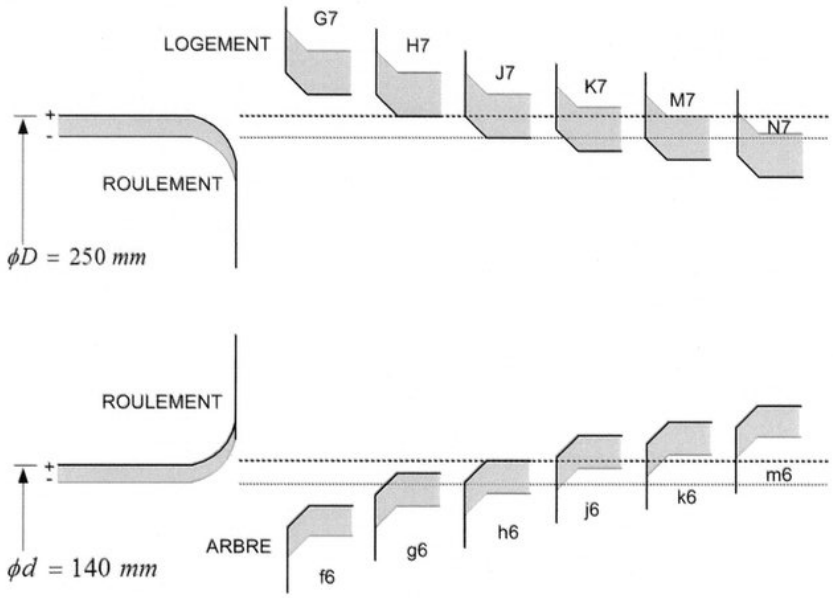


Figure 7 : tolérances des roulements normalisés

Q.3. Conclure sur la nature des ajustements de la bague extérieure du roulement avec le logement et de la bague intérieure du roulement avec l'arbre. Justifier le choix de ces ajustements.

Q.4. Dessiner en ½ vue B-B sur le **document réponse DR1**, à main levée, les éléments réalisant la liaison pivot (roulements, joints éventuels, vis de fixations, entretoises…). Indiquer sur votre dessin les tolérances étudiées.

Partie III : étude de la fonction FT32 : produire un mouvement de rotation

Objectif : calculer les caractéristiques du moteur, le choisir dans la gamme proposée puis trouver un convertisseur adapté.

Dimensionnement d'un moteur

Hypothèses :

- *le chariot principal est à l'arrêt,*
- *le câble et les poulies sont supposés de masse négligeable,*
- *l'accélération de la pesanteur vaut g = 9,81 m/s²,*
- *toutes les liaisons sont supposées parfaites, hormis celles internes au réducteur,*
- *toute l'étude est menée dans la configuration où les deux moteurs sont en fonctionnement.*

Données générales	
Masse du spreader seul	M_S = 6 tonnes
Masse maximum des conteneurs soulevés	M_C = 71,4 tonnes
Diamètre des tambours	D_T = 1,67 m
Vitesse nominale de l'ensemble S = {spreader + conteneur}	V_S = 80 m/min

Données moteur (par moteur)	
Vitesse angulaire nominale sous charge par rapport au chariot principal	ω_m = 68,8 rad/s
Rapport de réduction d'un réducteur	r = 1/21,6
Rendement mécanique d'un réducteur	η = 0,9

Tableau 3 : données constructeur

L'inertie équivalente, ramenée à l'arbre moteur, du système {rotor + accouplement + frein + tambour + ½ spreader + ½ conteneur} entraîné par un seul moteur vaut J_{equ} = 52,98 kg.m².

Le stator exerce un couple C_m sur le rotor.

Q.5. On étudie la phase de montée de l'ensemble S = {spreader + conteneur}. Déterminer les expressions analytiques des différentes puissances extérieures et des puissances intérieures du système {rotor + accouplement + frein + tambour + ½ spreader + ½ conteneur} en fonction de M_S, M_C, g, V_S, C_m, ω_m et η.

La vitesse angulaire du moteur et la vitesse nominale de translation de l'ensemble S sont liées par la relation $\omega_m = 51{,}6.V_S$.

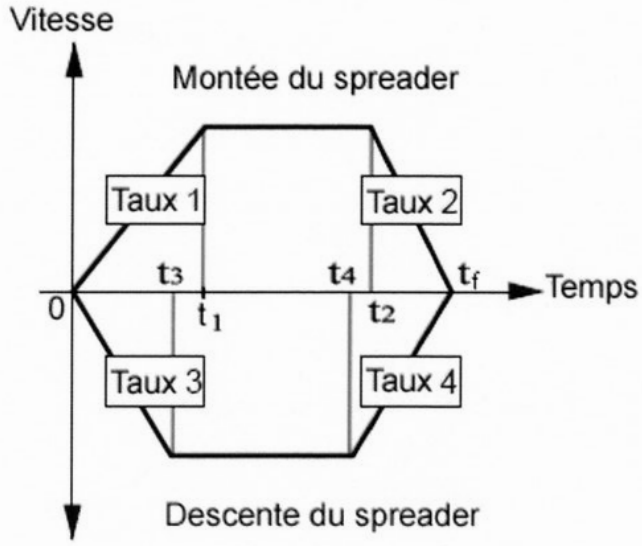
Q.6. Exprimer l'énergie cinétique du système {rotor + accouplement + frein + tambour + ½ spreader + ½ conteneur} ramenée à l'arbre moteur en fonction de J_{equ} et V_S.

Etablir la relation qui lie le couple d'un moteur C_m à l'accélération de l'ensemble S, $\frac{dV_s}{dt}$ en fonction de η, J_{equ}, M_S, M_C, g.

Q.7. Calculer la valeur du couple et de la puissance nominale sous charge maximale que doit fournir le moteur en régime établi.

Tournez la page S.V.P.

Le profil des vitesses de montée et de descente du spreader retenu est décrit **figure 8**.



Montée du spreader sous charge	
accélération	$t_1 = 1,67$ s
décélération	$t_f - t_2 = 0,89$ s
Descente du spreader sous charge	
accélération	$t_3 = 0,89$ s
décélération	$t_f - t_4 = 1,67$ s

Figure 8 : profil des vitesses

Q.8. Pourquoi le moteur doit-il développer la puissance instantanée maximale à t_1 ?

La durée de l'accélération du spreader sous charge est de 1,67 s pour atteindre la vitesse nominale lors de la phase de montée.

Q.9. Calculer le couple fourni par un moteur lors de cette phase d'accélération ainsi que la puissance instantanée maximale fournie par ce même moteur.

Electrotechnique de levage du spreader :

Le schéma de puissance du système de levage retenu est présenté dans le **document technique DT1**.

Q.10. A l'aide de ce document, donner le type de moteur utilisé pour le levage. Justifier.

Q.11. Toujours à l'aide de cette documentation, caractériser l'alimentation en tension des variateurs : nature (continue, alternative monophasée ou triphasée) et valeur (préciser s'il s'agit d'une grandeur moyenne, efficace ou maximale).

Dans la suite de l'énoncé, cette tension d'alimentation sera notée U_{vN} conformément aux documentations techniques DT2 et DT3.

Des simulations de motorisation ont permis d'établir les valeurs présentées dans le **tableau 4** ci-après.

Inertie équivalente à l'ensemble {tambour + réducteur + frein + accouplement + rotor} ramenée au moteur	(par moteur)	$J_e = 38,5$ kg.m^2
Charge	Masse du spreader seul	$M_S = 6$ tonnes
	Masse maxi des conteneurs	$M_C = 71,4$ tonnes
	Charge nominale totale	77,43 tonnes

Mouvement de la charge		**Vitesse correspondante du moteur**
Montée lente	1,33 m/s	657 tours/min
Montée rapide	3 m/s	1478 tours/min
Descente lente	- 1,33 m/s	- 657 tours/min
Descente rapide	- 3 m/s	- 1478 tours/min
Accélération en montée	0,8 m/s²	
Décélération en montée	- 1,5 m/s²	
Accélération en descente	1,5 m/s²	
Décélération en descente	- 0,8 m/s²	

Simulation par moteur	Simulation sous charge nominale : 77,43 tonnes en vitesse lente					
	Montée à 1,33 m/s			Descente à 1,33 m/s		
	P(kW)	I(A)	T(Nm)	P(kW)	I(A)	T(Nm)
Accélération	717 114 %	1549 114 %	10427 114 %	- 165 - 26 %	356 26 %	2397 26 %
Constante	562 89 %	1214 89 %	8175 89 %	- 456 - 72 %	984 72 %	6622 72 %
Décélération	288 46 %	622 46 %	4187 46 %	- 602 - 96 %	1299 96 %	8747 96 %

Tableau 4 : simulation constructeur sous charge nominale (les pourcentages sont relatifs aux valeurs nominales du moteur choisi pour la simulation).

Avec P, I et T les notations utilisées dans la documentation technique DT3 soit :
- P : la puissance utile moteur,
- I : le courant dans l'induit du moteur,
- T : le couple mécanique moteur.

Le type de variateur utilisé impose au moteur une tension nominale U_N supérieure à 1,1 fois la valeur efficace de la tension d'alimentation U_{vN} de ce variateur.

Q.12. A partir des **tableaux 3 et 4** et de la remarque ci-dessus, calculer les grandeurs suivantes :
- P_N : la puissance nominale du moteur choisi pour la simulation,
- T_N : le couple nominal du moteur choisi pour la simulation,
- U_N minimale,
- n : la vitesse de base, nominale pour cette motorisation (en tours/min).

Avec l'aide de la **documentation technique DT3**, en déduire le moteur ayant les caractéristiques les plus proches de celui choisi pour la simulation en donnant :
- sa référence à compléter : 3BSM003050U_ (choisir parmi B,C,E,F,G ou H sans tenir compte de la dernière lettre),
- sa tension d'alimentation U_N,
- sa puissance nominale P,
- sa vitesse nominale de base n.

Q.13. On rappelle, sur la **figure 9** (page suivante), le modèle électrique de l'induit du moteur valable quelque soit t. Indiquer les relations reliant les grandeurs électriques (e(t), i(t)) et mécaniques (T(t), Ω(t)) de ce moteur.

Tournez la page S.V.P.

Donner la relation électrique de ce moteur dont le schéma équivalent est le suivant :

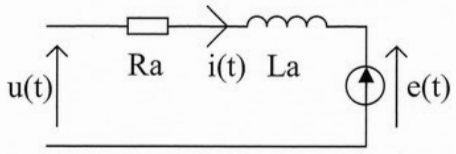


Figure 9 : modèle électrique du moteur

Q.14. Le graphique suivant a été obtenu à partir des relevés des simulations du **tableau 4** ci-avant et du comportement du système. Il représente le fonctionnement du moteur à pleine charge. Les conventions suivantes (abrégées du **tableau 4**) sont utilisées :

- Moteur : M.
- Vitesse constante : V.
- Descente : L.
- Décélération : D.
- Générateur : G.
- Montée : H.
- Accélération : A.

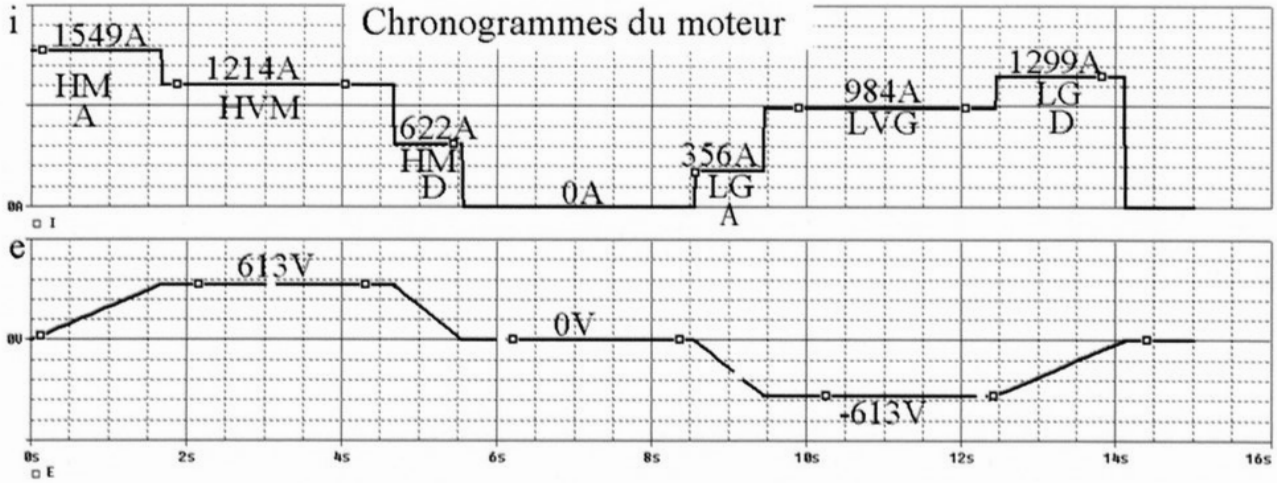


Figure 10 : relevés moteur à pleine charge.

A l'aide de ce graphique, est-t-il nécessaire d'utiliser un convertisseur quatre quadrants ? Justifier votre réponse.

A partir du modèle de la **figure 9** et des relevés de la **figure 10**, calculer la valeur de la tension appliquée aux bornes de l'induit du moteur pendant la phase de montée à vitesse constante.

On prendra $R_a = 31\ m\Omega$ et $L_a = 62\ mH$.

Nous allons analyser le cas où la charge est à son minimum de 6 tonnes (spreader seul) à l'aide des simulations de motorisation présentées dans le **tableau 5** ci-dessous.

Simulation par moteur	Simulation spreader seul : 6 tonnes en vitesse rapide					
	Montée à 3 m/s			Descente à 3 m/s		
	P(kW)	I (A)	T(Nm)	P(kW)	I (A)	T(Nm)
Accélération	352 56 %	759 56 %	2271 25 %	396 63 %	- 855 - 63 %	A déterminer
Constante	98 16 %	212 16 %	633 7 %	- 79 - 13 %	171 13 %	513 6 %
Décélération	- 375 - 59 %	- 809 - 59 %	- 2421 - 26 %	- 331 - 53 %	715 53 %	2141 23 %

Tableau 5 : simulation constructeur pour le spreader seul (les pourcentages sont relatifs aux valeurs nominales du moteur choisi pour la simulation).

Q.15. Afin de déterminer dans quel quadrant fonctionne la machine lors de la phase d'accélération à la descente avec le spreader seul, on propose de s'appuyer sur le système équivalent à l'ensemble {tambour + réducteur + frein + accouplement + rotor}.
Ce système équivalent possède une inertie équivalente $J_e = 38{,}5$ kg.m².
Un couple moteur C_m et un couple résistant équivalent C_{Requ} s'exercent sur cet ensemble. On note ω_m la vitesse angulaire de l'arbre, γ l'accélération du spreader à la descente et $g = 9{,}81$ m/s² l'accélération de la pesanteur.

La schématisation retenue est alors la suivante :

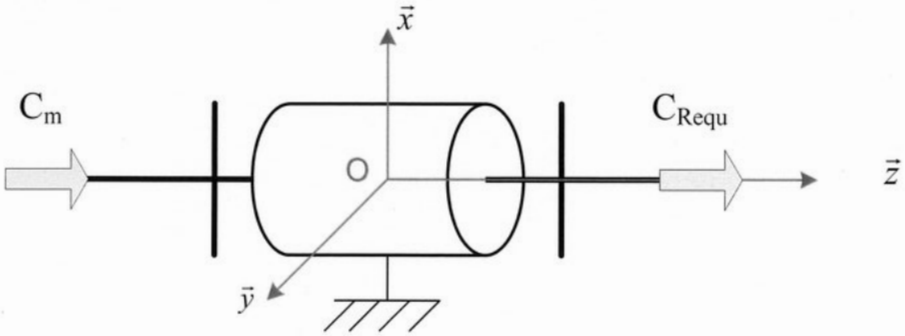
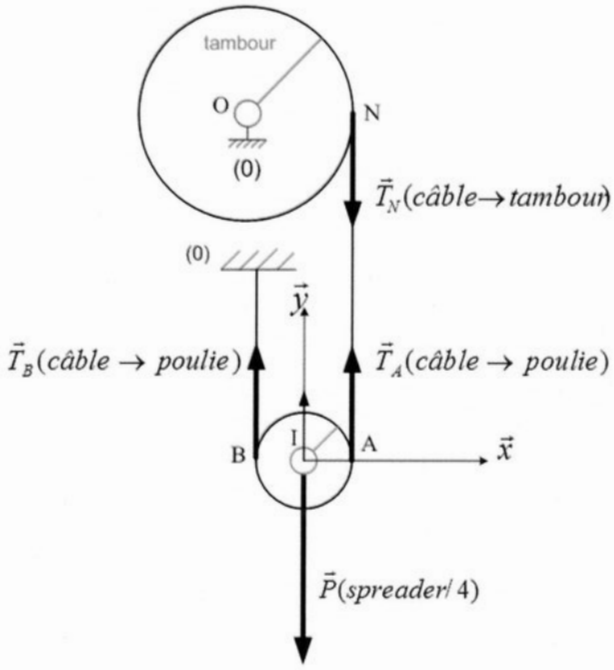


Figure 11 : modèle équivalent

- Donner l'équation qui relie C_m , C_{Requ}, J_e et $\dfrac{d\omega_m}{dt}$.

Le modèle cinématique du mouflage a été présenté **figure 4** (page 6/20) et **figure 5** (page 7/20)**.** On rappelle que le système comporte deux tambours distincts, quatre câbles ainsi que quatre poulies. Chaque poulie supporte donc le quart du poids du spreader.
On retient le modèle de la **figure 12** pour la détermination de l'effort transmis par un câble.



Hypothèses :

- *on suppose la masse et l'inertie de la poulie négligeables,*
- *on suppose que les brins des câbles, de masses négligeables, sont verticaux,*
- *le câble est supposé inextensible.*

Données	
Masse du spreader	$M_S = 6$ tonnes
Accélération du spreader à la descente	$\gamma = -1{,}5$ m/s²
Rayon d'une poulie	$R = 0{,}4$ m
Diamètre d'un tambour	$D_T = 1{,}67$ m
Accélération de la pesanteur	$g = 9{,}81$ m/s²

Figure 12 : modèle d'actions mécaniques

- A l'aide de la **figure 12**, en isolant la poulie, montrer que $\left|\vec{T}_B(câble \rightarrow poulie)\right| = \left|\vec{T}_A(câble \rightarrow poulie)\right|$.

Tournez la page S.V.P.

- En isolant l'ensemble {poulie + ¼ spreader}, déterminer l'action mécanique $\left|\vec{T}_A(câble \rightarrow poulie)\right|$ en fonction de M_S, γ et g. En déduire l'action mécanique $\left|\vec{T}_N(câble \rightarrow tambour)\right|$ en fonction de M_S, γ et g.
- Donner l'expression du moment en O exercé par le câble (NA) sur le tambour $\vec{M}_0(câble \rightarrow tambour)$ en fonction de M_S, D_T, γ et g. Sachant que deux câbles provenant de deux poulies différentes s'enroulent sur le même tambour, déterminer l'expression du moment en O exercé par les câbles sur le tambour $\vec{M}_0(câbles \rightarrow tambour)$ en fonction de M_S , D_T , γ et g. Faire l'application numérique dans le cas de l'accélération à la descente du spreader.

Le rapport de transmission du réducteur situé entre le moteur et le tambour vaut $r = \frac{1}{21,6}$. Le rendement de ce réducteur est $\eta = 0,9$.

- Déterminer la valeur algébrique du couple résistant équivalent C_{Requ} s'exerçant sur l'arbre équivalent.

On rappelle la relation cinématique entre V_S , vitesse du spreader et ω_m vitesse angulaire du moteur : $\omega_m = 51,6.V_S$.

- Calculer la valeur algébrique de l'accélération angulaire $\frac{d\omega_m}{dt}$ lors de l'accélération à la descente du spreader seul.
- En déduire la valeur algébrique du couple moteur C_m durant cette phase.
- Dans le cas de l'accélération à la descente avec le spreader seul, précisez dans quel quadrant fonctionne la machine. Est-elle génératrice ou motrice ?
- Justifier alors l'utilisation d'un convertisseur 4 quadrants.

Q.16. Avec cette nouvelle donnée et les **documents techniques DT4** et **DT5**, choisir le variateur de vitesse adapté à notre application sachant que le cas le plus contraignant est la phase d'accélération sous charge nominale. Pour cette question, on prendra $U_{vN} = 500$ V.

Afin d'étudier l'impact, en terme de compatibilité électromagnétique, du variateur associé à sa charge, nous simplifions l'étude en les assimilant à un pont redresseur à diodes (PD3) chargé par une source de courant :

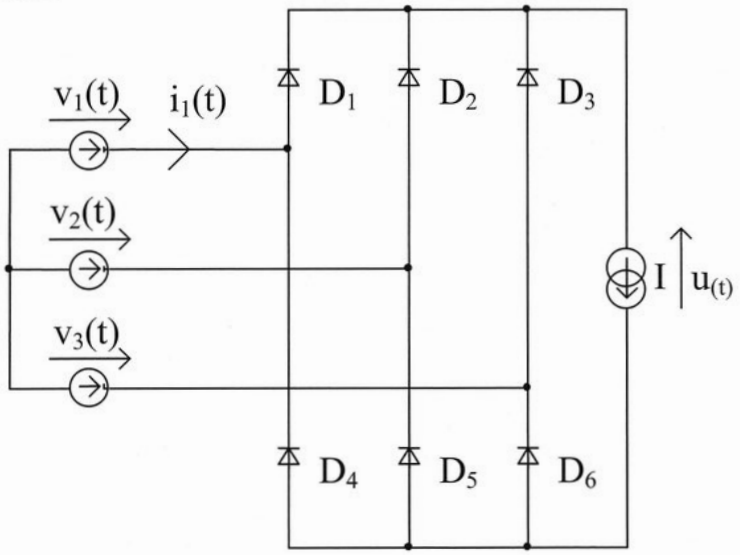


Figure 13 : montage simulant le variateur et sa charge

Q.17. Soit le spectre suivant, image de la décomposition en série de Fourier de $i_1(t)$ pour un courant I de 1A dans l'induit du moteur.
Donner les amplitudes du fondamental et des harmoniques pour le spectre de $i_1(t)$ lorsque le spreader monte à vitesse constante sous charge nominale, le moteur absorbant alors un courant I de 1214 A.

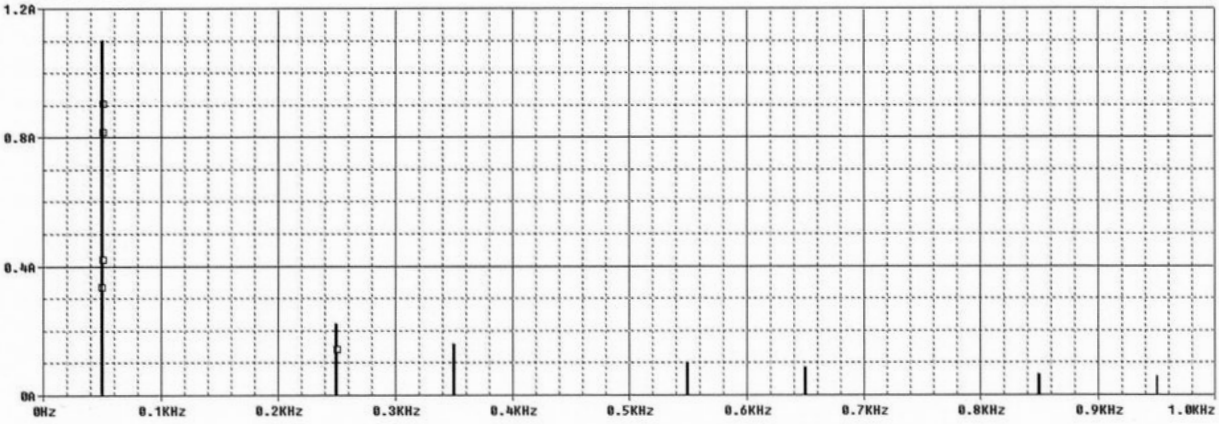


Figure 14 : décomposition en série de Fourier de $i_1(t)$

Présenter les résultats sous la forme suivante :

Rang de l'harmonique							
Fréquence (en Hz)							
Amplitude (en A)							
Valeur efficace (en A)							

Q.18. A partir de vos réponses à la question précédente, calculer la valeur efficace I_{effrms} de $i_1(t)$ (signal complet : moyenne + fondamental + harmonique). L'expression théorique de la valeur efficace d'un signal s'obtient par la formule : $I_{effrms} = \sqrt{\sum_{n=0}^{\infty} I_n^2}$.

Q.19. De même, en déduire le taux de distorsion *THD* selon la norme CEI : $THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$.

D'après la norme CEI, les taux individuels d'harmoniques en courant rejetés ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes :

Rangs		$H_n = \frac{I_n}{I_{effrms}}$ en %
Pairs	Impairs	
2		2
	3	4
4		1
≥4		0,5
	5	5
	7	5
	9	2
	11	3
	13	3
	≥13	2

Tableau 6 : norme pour les utilisateurs CEI 1000-2-4

Q.20. Pour la première harmonique existante, calculer son taux individuel d'harmonique. Conclure. Proposer si nécessaire une solution palliative (sans calculs) avec des composants passifs, pour la première harmonique.

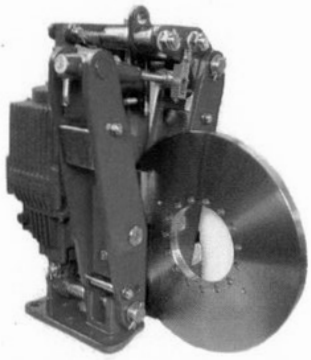
Tournez la page S.V.P.

Partie IV : étude de la fonction FT4 : freiner et bloquer l'ensemble S = {spreader + conteneur}

L'objectif de cette partie est d'étudier le freinage électrique par récupération d'énergie ainsi que le frein mécanique utilisé lors d'un arrêt de sécurité.

Deux modes d'arrêt du spreader sont possibles : l'arrêt en rampe et l'arrêt de sécurité.
L'arrêt en rampe est la méthode d'arrêt normale dans laquelle la vitesse du spreader est réduite automatiquement en fonction de la temporisation de la rampe définie **figure 8** (page 10/20)**.** Ce type d'arrêt est utilisé par exemple lorsque le conducteur relâche le manipulateur ou lors de l'approche d'un interrupteur de fin de course. Ce freinage est un freinage électrique.
L'arrêt de sécurité s'effectue en cas de déclenchement d'un interrupteur de position situé en bout de course par exemple. Lorsque le circuit d'arrêt de sécurité est actionné, les circuits de commande du convertisseur d'entrainement et l'alimentation de son frein servo-commandé sont coupés, entraînant l'arrêt immédiat du convertisseur d'entrainement et un freinage mécanique.

Freinage mécanique



Le frein de service retenu par le concepteur est le frein Bubenzer SB28-Ed 301/10bb associé à un disque de diamètre 800 mm. Les caractéristiques des freins SB28 sont présentées sur le **document technique DT6**. Ce frein a la particularité d'associer une unité hydraulique à un frein à disque formant ainsi un ensemble autonome électrique.

Hypothèses :

- *l'action de la pesanteur est négligée,*
- *les liaisons autres que les liaisons appuis plans sont supposées parfaites.*

Le schéma cinématique de ce frein lorsque le disque de frein est en mouvement est présenté **figure 15**. L'effort de serrage $\vec{F}$ est exercé verticalement par des rondelles coniques lorsque l'alimentation électrique du frein est coupée.

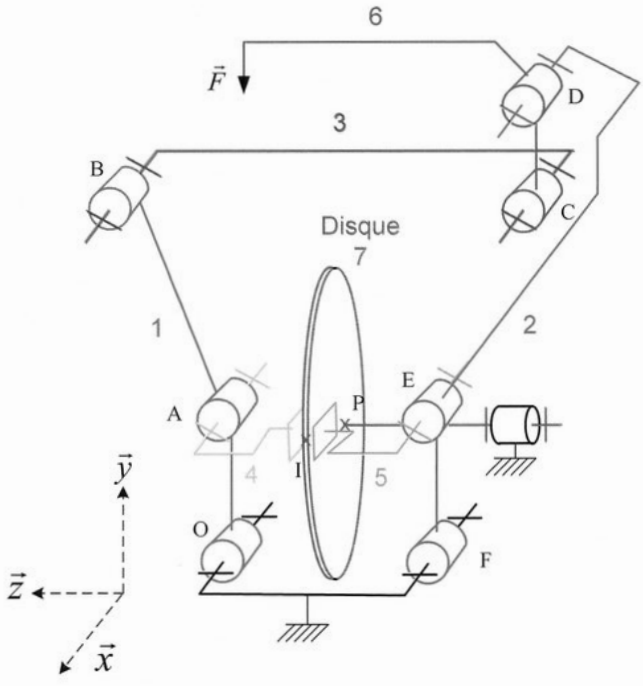


Figure 15 : schéma cinématique du frein

Q.21. Quelle est la valeur du couple de freinage C_{fr} annoncée par le constructeur de ce frein ?

Le torseur des actions mécaniques exercées par la plaquette 4 sur le disque de frein 7 au point I et dans la base $(\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ est de la forme $\{T(4\rightarrow 7)\} = \begin{Bmatrix} 0 & L_{47} \\ -Y_{47} & M_{47} \\ -Z_{47} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$. On pose $\overrightarrow{PI} = \frac{d_1}{2}\vec{x}$.

Q.22. Exprimer la composante tangentielle de frottement Y_{47} en fonction du couple de frottement C_{fr} et d_1, lors de la phase de freinage.
En déduire l'intensité de l'effort normal Z_{47} exercé par la plaquette 4 sur le disque de frein 7 en fonction de C_{fr} , d_1 et f, toujours lors de la phase de freinage. Faire l'application numérique avec les données du **document technique DT6.**

La surface de contact de la plaquette 4 à pour dimension 100 mm x 250 mm.
Le matériau utilisé possède une pression de matage (pression maximale admissible) de 4 MPa.

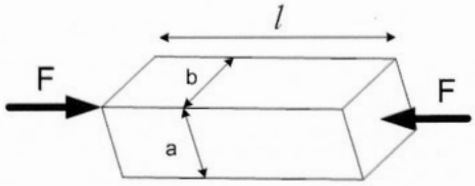
Q.23. Calculer la pression de contact s'exerçant sur la plaquette. Y a-t-il risque de matage du matériau ?

Mesure de l'effort dans la pièce (3) à l'aide de jauges de déformation

Les freins de service BUBENZER sont équipés d'une électronique de contrôle. Elle surveille le bon état du système de freinage en relevant, entre autres, la température, les forces de freinage et l'usure des garnitures des plaquettes de frein. Nous allons plus particulièrement nous intéresser à la chaîne de mesure relative aux capteurs de force transmis par la pièce (3). Celle-ci comporte un pont de jauges de contraintes, une carte électronique GSV-11.
Les schémas d'étude sont des versions simplifiées des cartes électroniques.

Données et hypothèses de travail :

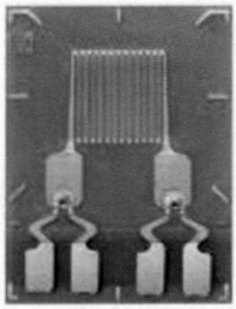
- on considère une jauge comme un barreau de section rectangulaire a × b, de longueur l et de résistivité ρ subissant une déformation suivant l'axe de *l*, suite à l'application d'un effort F. Cet effort provoque une variation relative de la longueur : $+\Delta l$ pour un allongement (fibre tendue, en extension) et $-\Delta l$ pour un raccourcissement (fibre en compression),



- loi de Poisson pour une barre de section rectangulaire subissant un effort suivant *l* : $\frac{da}{a} = \frac{db}{b} = -\nu \times \frac{dl}{l}$ où ν est le coefficient de Poisson du matériau constituant la jauge (ν = 0,3 pour le métal de notre jauge),
- loi de Bridgman : $\frac{d\rho}{\rho} = C \times \frac{dV}{V}$ où C est la constante de Bridgman pour le matériau résistif (*C* = 1 pour le métal de notre jauge) et *V* le volume de la jauge,
- la déformation relative maximale de ce barreau est $\frac{l}{dl} = 1000$,
- le facteur de jauge est noté K (Gauge factor),

Tournez la page S.V.P.

Constitution de la jauge de contraintes



Une jauge est constituée d'un ruban résistif déposé sur un isolant collé sur une pièce. La jauge suit les déformations de la pièce en modifiant ses caractéristiques dimensionnelles et donc électriques.

Q.24. Calculer la valeur approchée de $K = (1+2\times\nu)+C\times(1-2\times\nu)$ pour les jauges métalliques, puis la variation relative de la résistance de la jauge $\frac{dR}{R} = K\times\frac{dl}{l}$. En déduire la variation de résistance dR maximum d'une jauge de 120 Ω.

Q.25. Comparer avec les données constructeurs. En s'appuyant sur le **tableau 7** ci-après, préciser le type de matériau utilisé pour cette jauge.

Alliage	Composition	K
Constantan	45 % Ni, 55 % Cu	2,0 à 2,1
Karma	74 % Ni, 20 % Cr, 3 % Cu, 3 % Fe	2,1 à 2,2
Isoélastic	52 % Fe, 36 % Ni, 8 % Cr, 4 % (Mn,Mo)	3,2 à 3,6
Platine Tungstène	92 % Pt, 8 % W	4,0 à 4,6
Semi-conducteur	Silicium monocristal	50 à 200

Tableau 7 : valeurs du facteur de jauge de différents alliages

Etude du pont de Wheatstone :

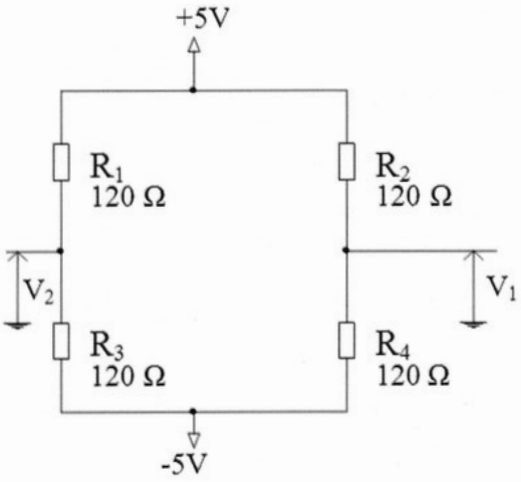


Figure 16 : pont de Wheatstone

Les quatre composants peuvent être des résistances de 120 Ω, ou des jauges d'une valeur de 120 Ω.
Les tensions d'alimentation sont
$+V_{cc} = +5$ V et $-V_{cc} = -5$ V.
Pour notre étude, nous considérons que :
- l'impédance de sortie du générateur d'alimentation V_{cc} est nulle,
- le courant consommé par les lignes de mesure raccordées à V_1 et V_2 est négligeable.

Q.26. Donner la formule littérale de $V_{out} = V_2 - V_1$ en fonction de R_1, R_2, R_3, R_4 et $+/-V_{cc}$.

Analyse du comportement du pont suivant le placement des jauges

Q.27. Compléter le tableau du **document réponse DR2** en indiquant si nécessaire :
- l'expression littérale de la variation de la tension ΔV_{out} due à la variation ΔR de la ou des jauge(s) considérée(s),
- l'expression littérale simplifiée de ΔV_{out} en supposant $\Delta R/R_0 << 1$,
- la sensibilité obtenue en calculant $\Delta V_{out}/V_{cc}$.

Finalement, vous cocherez dans la colonne « choix », le placement qui vous parait le plus judicieux.

Q.28. En déduire la valeur de ΔV_{out} pour la variation optimale de déformation de(s) la jauge(s).

Etude du circuit de mesure

Pour cette étude, nous utiliserons des extraits simplifiés du circuit qui mesure le signal du pont de jauges de contraintes.

Q.29. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur intégré U1A décrit **figure 17** ?

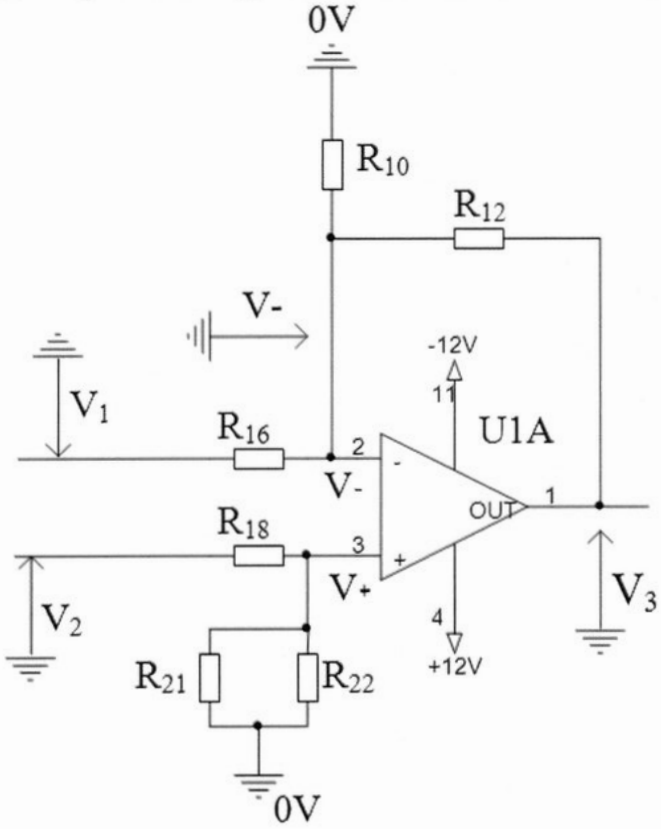


Figure 17 : Montage de U1A

R_{12} = R_{22} = 100 kΩ et R_{10} = R_{21} = R_{16} = R_{18} =10 kΩ

Q.30. Sans calcul, justifier l'hypothèse que notre chaîne de mesure n'a pas d'influence sur le pont de Wheatstone. L'impédance équivalente de Thévenin de ce pont de Wheatstone vu de V_1 ou V_2 vaut 60 Ohms.

Q.31. Donner la forme littérale de la fonction de transfert du montage de la **figure 17**. Pour simplifier les calculs de la tension à la borne 2 de U1A, nous vous proposons d'utiliser le théorème de Milleman : $V- = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \frac{E_i}{R_i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}}$, avec E_i le générateur de la branche i même s'il à une valeur de 0 V et R_i la résistance série de la branche i.

Q.32. Indiquer le rôle de ce montage et calculer la forme algébrique de la fonction de transfert.

Q.33. Nous considèrerons le montage constitué autour de l'amplificateur linéaire intégré U1B de la **figure 18**. A partir des trois résultats de simulations des **figures 19, 20 et 21**, déduire le rôle des potentiomètres R_7 et R_{15}. Conclure sur la méthode de réglage de cette chaîne de traitement.

Tournez la page S.V.P.

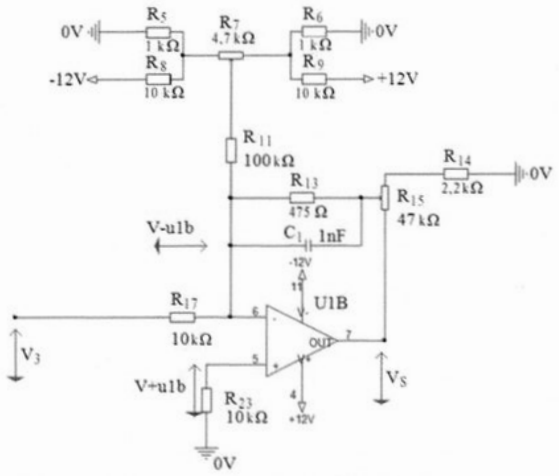


Figure 18 : montage de U1B

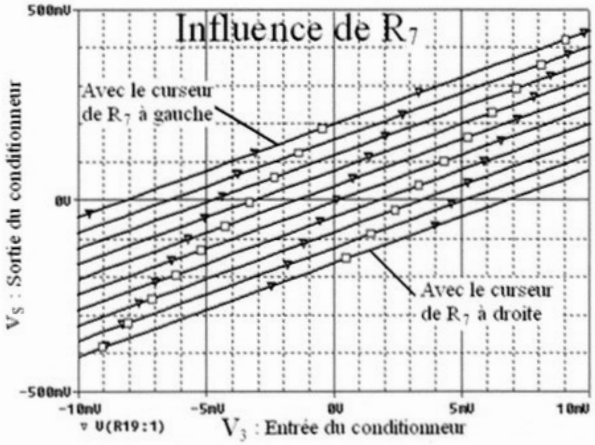


Figure 19 : influence de R_7 avec R_{15} fixe

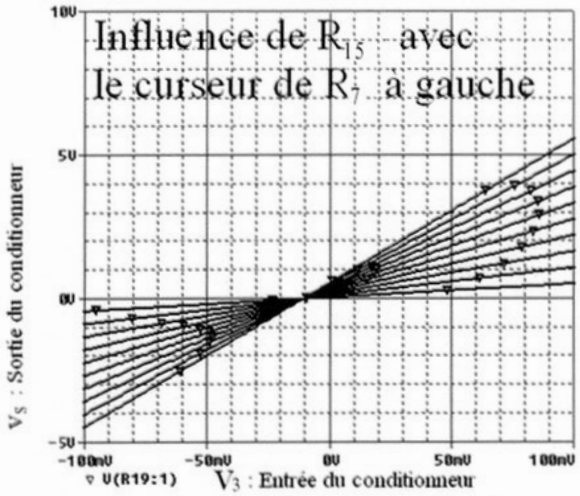


Figure 20 : influence de R_{15} avec R_7 fixe

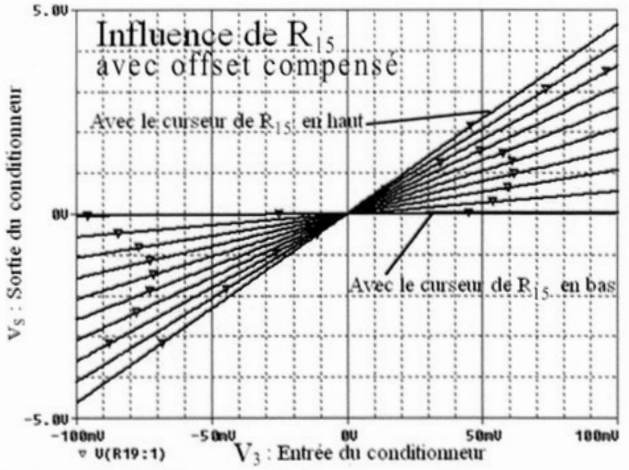


Figure 21 : influence de R_{15} avec offset compensé



Afin d'améliorer les performances de la chaîne de mesure, on propose l'utilisation du conditionneur CPJ - CPJ2S. Celui-ci transmet un signal en 4/20 mA. Il filtre le signal du capteur. Nous prendrons en référence un capteur d'axe dynamométrique M16 de 4 tonnes avec une sensibilité de 1 mV/V. La valeur de la charge maximale à mesurer est estimée à 25 000 N. Le capteur est alimenté en 10 V. On consultera les **documents techniques DT7 et DT7 suite.**

Q.34. A l'aide des informations précédentes, indiquer la tension d'alimentation du capteur, sa charge nominale et sa sensibilité (signal de sortie). Pour justifier votre réglage, calculer la sensibilité Sg à l'aide du paragraphe 4.5 du **document technique DT7 suite.** Positionner un cavalier sur la carte du **document réponse DR3** afin de sélectionner cette sensibilité.

Q.35. En vous appuyant sur les **documents techniques DT7 et DT7 suite**, compléter le schéma structurel de la carte sur le **document réponse DR3**, en représentant le pont de Wheatstone et les bornes utilisées pour transmettre l'information à l'automate.
Remarques concernant le paragraphe 4.1 du **document DT7** :

- les sorties Ex^+ /Ex^- du conditionneur permettent l'alimentation d'un capteur extérieur
- les entrées Sig+/Sig- du conditionneur récupèrent le signal issu du capteur.

Fin de l'énoncé

IMPRIMERIE NATIONALE – 12 1254 – D'après documents fournis

Document technique

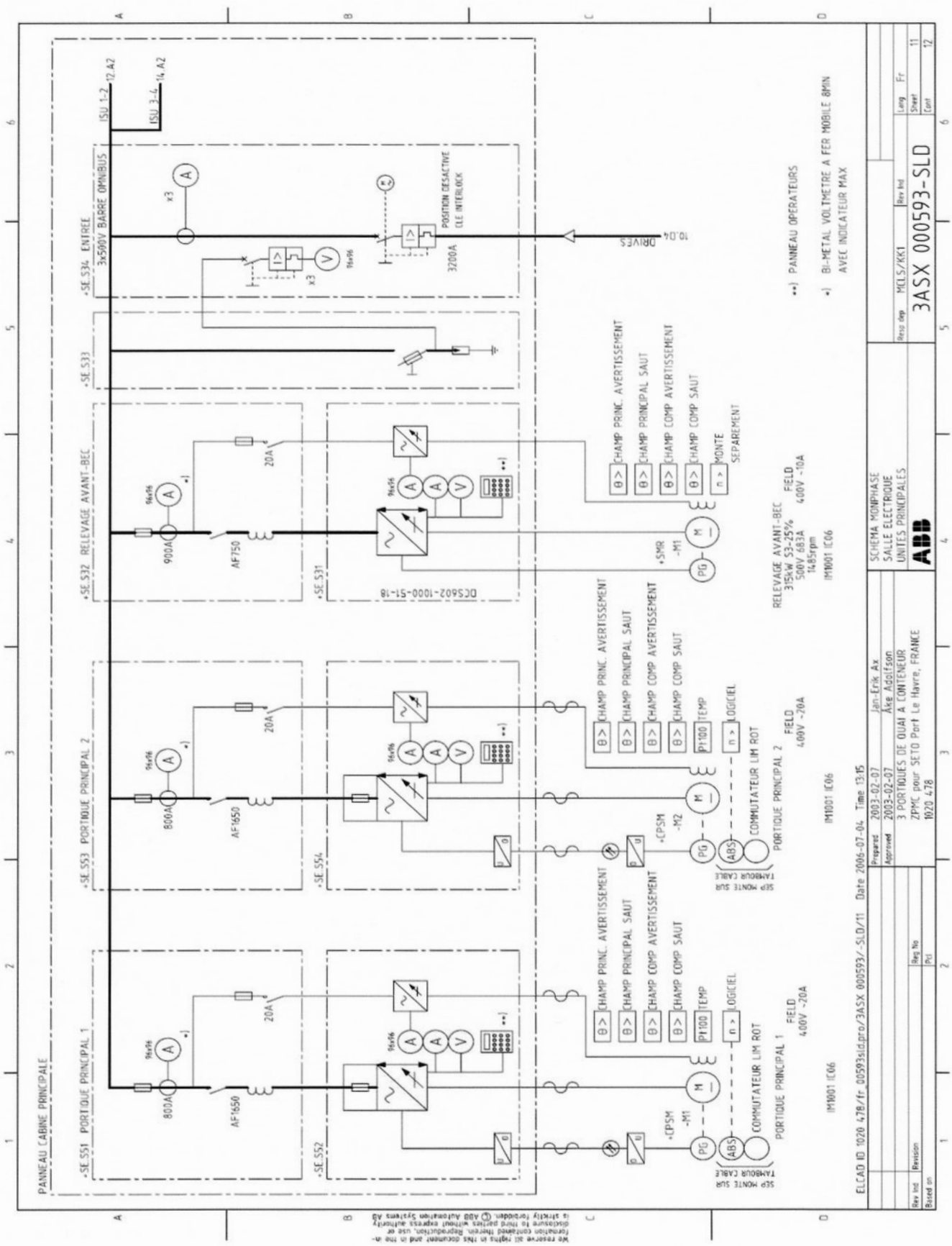
PORTIQUE A CONTENEURS

DOCUMENTS TECHNIQUES

Documents techniques **: DT1 à DT7**

DT1 : schéma de puissance du système de levage
DT2 : symboles utilisés pour les moteurs DMI 315Z
DT3 : documentation constructeur DMI 315Z
DT4 : tableau de sélection de la classe de tension du variateur DCS 600 pour MCC
DT5 : tableau de sélection du variateur DCS 600 pour MCC
DT6 : frein Bubenzer SB28
DT7 et DT7 suite : paramétrage du conditionneur de signal analogique CPJ

DT1 : schéma de puissance du système de levage



DT2 : symboles utilisés pour les moteurs DMI 315Z

Technical data and dimensions

Caractéristiques et dimensions

Technische Daten und Maße

Conversion factors / Unités de mesure / Umrechnungsfaktoren

1 kg	= 2,20 lb	1 m³/h	= 0,59 cu ft/min (CFM)
1 kgm²	= 23,73 lb ft²	1 Pa	= 1 N/m² = 0,1 mm H_2O
1 kW	= 1,34 HP		= 1,45 x 10^{-4} lbf/sq.in (PSI)
1 Nm	= 0,7375 lbf. ft	1 atm	= 1,0 x 10^5 Pa
1 m³/s	= 35,31 cu. ft/s		

Symbols used in data tables / Symboles utilisés dans les tableaux de données / In Datentabellen verwendete Symbole

I_N	Nominal (rated) armature current	Courant d'induit nominal (assigné)	Nominaler (Nenn-) Ankerstrom
I_{max}/I_N	Maximum overload in current	Surcharge maximale de courant	Maximales Ankerstrom
J	Moment of inertia	Moment d'inertie	Trägheitsmoment
L_a	Armature inductance, theoretically at 0 Hz	Inductance d'induit, théoriquement à 0 Hz	Läuferinduktivität, theoretisch bei 0 Hz
n	Catalogue base speed (without trimming)	Vitesse de base catalogue (sans trimming)	Katalog Grunddrehzahl (ohne Trimmen)
n_{trim}	Trimmed base speed (constant field weakening). Above n_{trim} only field weakening is allowed for speed regulation.	Vitesse de base ajustée par trimming (affaiblissement de champ constant).Seule la désexcitation est autorisée,pourla régulation de vitesse.	Vom Werk eingestellte Grunddrehzahl (konstante Feldschwächung). Eine höhere Feldschwächdrehzahl ist nur durch eine Orehzahlregelung zulässig.
n_0	Minimum speed at constant torque	Vitesse minimale à couple constant	Minimale Drehzahl bei konstantem Drehmoment
n_2	Electrical speed limit at rated load, continuous drive [1]	Limite de vitesse électrique à charge nominale, entraînement continu [1]	Elektrische Drehzahlbegrenzung bei Nennlast, kontinuierlicher Betrieb [1]
n_3	Electrical speed limit at rated load, interrupted drive [1]	Limite de vitesse électrique à charge nominale, entraînement interrompu[1]	Elektrische Drehzahlbegrenzung bei Nennlast, unterbrochener Betrieb [1]
n_4	Electrical speed limit at rated load, Short cycle drive [1]	Limite de vitesse électrique à charge nominale Entraînement cycle court [1]	Elektrische Drehzahlbegrenzung bei Nennlast. Kurzzeitbetrieb [1]
n_{re}	Real maximum speed in operation	Vitese maximale réelle en service	Tatsächliche maximale Drehzahl im Betrieb
n_{max}	Mechanical speed limit	Limite de vitesse mécanique	Mechanische Drehzahlgrenze
P	Mechanical power	Puissance mécanique	Mechanische Leistung
P_f	Excitation power	Puissance d'excitation	Erregerleistung
p_Δ	Static air pressure drop	Chute de pression, air statique	Druckfall
R_a	Armature resistance at 130 °C (115 °C for class F utilization)	Résistance d'induit à 130 °C (115 °C pour utilisation classe F)	Läuferwiderstand bei 130 °C (115 °C für Ausnutzung Isolierstoffklasse F)
T	Torque	Couple	Drehmoment
T_{max}/T	Maximum overload in torque	Surcharge maximum de couple	Maximales Drehmoment
U_N	Nominal (rated) armature DC-voltage related to U_{vN}	Tension c.c. d'induit nominale (assignée) par rapport à U_{vN}	Nominale (Nenn-) Ankerspannung relativ zu U_{vN}
U_{Nmax}	Maximum armature voltage	Tension d'induit maximale	Maximale Ankerspannung
U_{fN}	Rated DC-voltage of field exciter according to table on page 68	Tension c.c. assignée d'excitation de champ selon le tableau de page 68	Nenn-Gleichstromspannung des Felderregers gemäß Tabelle auf seite 68
U_{vN}	AC supply voltage at rated load [2]	Tension d'alimentation c.a. à charge nominale [2]	Wechselstrom-Versorgungsspannung bei Nennlast [2]
V_{diss}	Volume of cooling air (for heat dissipation)	Volume d'air de refroidissement (pour la dissipation de la chaleur)	Erforderliche Kühlluftmenge (zur Wärmeableitung)
W	Weight	Poids	Gewicht
η	Efficiency according to IEC	Rendement selon CEI	Wirkungsgrad

[1] Detailed explanation see the chapter "Electrical design", page 33.
Explications détaillées, voir le chapitre "Conception électrique", page 33.
Genauere Erklärung siehe Kapitel "Elektrische Ausführung", seite 33.

[2] May be different for armature and field circuits
Peut être différente pour les circuits d'induit et de champ
Kann für Anker- und Feldkreise unterschiedlich sein

Tournez la page S.V.P.

DT3 : documentation constructeur DMI 315Z

8940-10937 Nm
DMI 315Z

Technical data

Caractéristiques techniques

Technische Daten

General data
Caractéristiques générales
Generelle Daten

I_{max}/I_N = 200 %
T_{max}/T = 195 %
J = 27,0 kgm²
n_0 = 10 min⁻¹
U_{fN} = 110-440 V
P_f = 9000 W
V_{disa} = 1,20 m³/s
p_Δ = 3450 Pa
W = 3150 kg

U_N (V) [$U_N > 1,1 \times U_{vN}$ 1)]										n_{max} (min⁻¹)	2050	2400	2400		Cat. No.
400	420	440	470	520	550	620	750	815		P	I_N	T	η	n_2	n_3	n_4		No de catalogue
n (min⁻¹)										(kW)	(A)	(Nm)	(%)	(min⁻¹)	(min⁻¹)	(min⁻¹)		Bestellnummer
152										162	550	10184	71,6	481	625	721		
	162									173	550	10225	72,8	481	625	721	R_a = 175,3 mΩ	3BSM003050- ···
		171								184	550	10261	74,0	481	625	721	L_a = 3,70 mH	··· = UBG 2)
			186							200	550	10309	75,5	481	625	721	U_{fN}/U_{vN} = F	··· = UBH 3)
				209						228	550	10373	77,7	481	625	721		··· = UBJ 4)
					224					244	550	10404	78,8	481	625	721		
						257				282	550	10463	81,0	481	625	721		
							319			352	550	10539	84,0	481	625	721		
								350		387	550	10565	85,1	481	625	721		
193										212	675	10485	76,5	503	654	754		
	204									225	675	10515	77,5	503	654	754	R_a = 116 mΩ	3BSM003050- ···
		216								238	675	10542	78,4	503	654	754	L_a = 2,40 mH	··· = UCG 2)
			233							258	675	10577	79,7	503	654	754	U_{fN}/U_{vN} = F	··· = UCH 3)
				262						292	675	10625	81,5	503	654	754		··· = UCJ 4)
					279					312	675	10649	82,4	503	654	754		
						320				358	675	10694	84,2	503	654	754		
(UN_{max}=731V)							384			432	675	10743	86,3	503	654	754		
334										377	1100	10780	84,5	963	1252	1445		
	353									399	1100	10795	85,1	963	1252	1445	R_a = 44,4 mΩ	3BSM003050- ···
		372								421	1100	10809	85,7	963	1252	1445	L_a = 0,93 mH	··· = UEG 2)
			400							452	1096	10791	86,6	966	1256	1450	U_{fN}/U_{vN} = V	··· = UEH 3)
				447						500	1083	10689	87,8	978	1271	1467		··· = UEJ 4)
					475					528	1075	10621	88,3	985	1281	1478		
						541				592	1055	10444	89,5	1004	1305	1506		
							663			699	1014	10060	91,1	1045	1359	1568		
								725		747	991	9843	91,7	1069	1389	1603		
415										474	1350	10902	86,7	1007	1309	1510		
	438									500	1350	10914	87,3	1007	1309	1510	R_a = 30,2 mΩ	3BSM003050- ···
		461								527	1350	10924	87,8	1007	1309	1510	L_a = 0,63 mH	··· = UFG 2)
			495							567	1350	10937	88,4	1007	1309	1510	U_{fN}/U_{vN} = V	··· = UFH 3)
				552						626	1334	10825	89,4	1019	1325	1528		··· = UFJ 4)
					587					659	1320	10724	89,9	1029	1338	1544		
						667				731	1287	10469	90,9	1056	1373	1584		
(UN_{max}=731V)							795			834	1229	10012	92,1	1106	1437	1658		
514										549	1524	10197	89,1	802	1043	1203		
	542									579	1524	10204	89,5	802	1043	1203	R_a = 20,3 mΩ	3BSM003050- ···
		569								609	1524	10211	89,9	802	1043	1203	L_a = 0,39 mH	··· = UGG 2)
			610							653	1524	10218	90,4	802	1043	1203	U_{fN}/U_{vN} = V	··· = UGH 3)
				679						728	1524	10228	91,1	802	1043	1203		··· = UGJ 4)
					721					771	1521	10215	91,5	803	1044	1205		
						818				844	1466	9851	92,3	834	1084	1250		
(UN_{max}=651V)							862			861	1419	9536	92,6	862	1120	1292		
597										559	1524	8940	90,6	922	1198	1383		
	628									588	1524	8944	90,9	922	1198	1383	R_a = 15,8 mΩ	3BSM003050- ···
		660								618	1524	8946	91,2	922	1198	1383	L_a = 0,32 mH	··· = UHG 2)
			707							663	1524	8949	91,6	922	1198	1383	U_{fN}/U_{vN} = V	··· = UHH 3)
				786						737	1524	8953	92,2	922	1198	1383		··· = UHJ 4)
					833					781	1524	8954	92,5	922	1198	1383		
(UN_{max}=608V)						923				866	1524	8954	92,9	923	1198	1383		

1) Formule de la valeur minimum requise pour Un.
2) Fabriqué pour $(n_{re}/n) \leq 1,6$
3) Fabriqué pour $1,6 < (n_{re}/n) \leq 2,2$
4) Fabriqué pour $2,2 < (n_{re}/n) \leq 3$

DT4 : tableau de sélection de la classe de tension du variateur DCS 600 pour MCC.

System connection voltage U_{VN}	DC voltage (recommended) $U_{dmax\ 2\text{-}Q}$	$U_{dmax\ 4\text{-}Q}$	Ideal DC voltage without load U_{d0}	Recommended DCS 500B Voltage class y=
230	265	240	310	4
380	440	395	510	4
400	465	415	540	4
415	480	430	560	4
440	510	455	590	5
460	530	480	620	5
480	555	500	640	5
500	580	520	670	5
525	610	545	700	6
575	670	600	770	6
600	700	625	810	6
660	765	685	890	7
690	800	720	930	7
790	915	820	1060	8
1000	1160	1040	1350	9
1190	1380	1235	1590	1

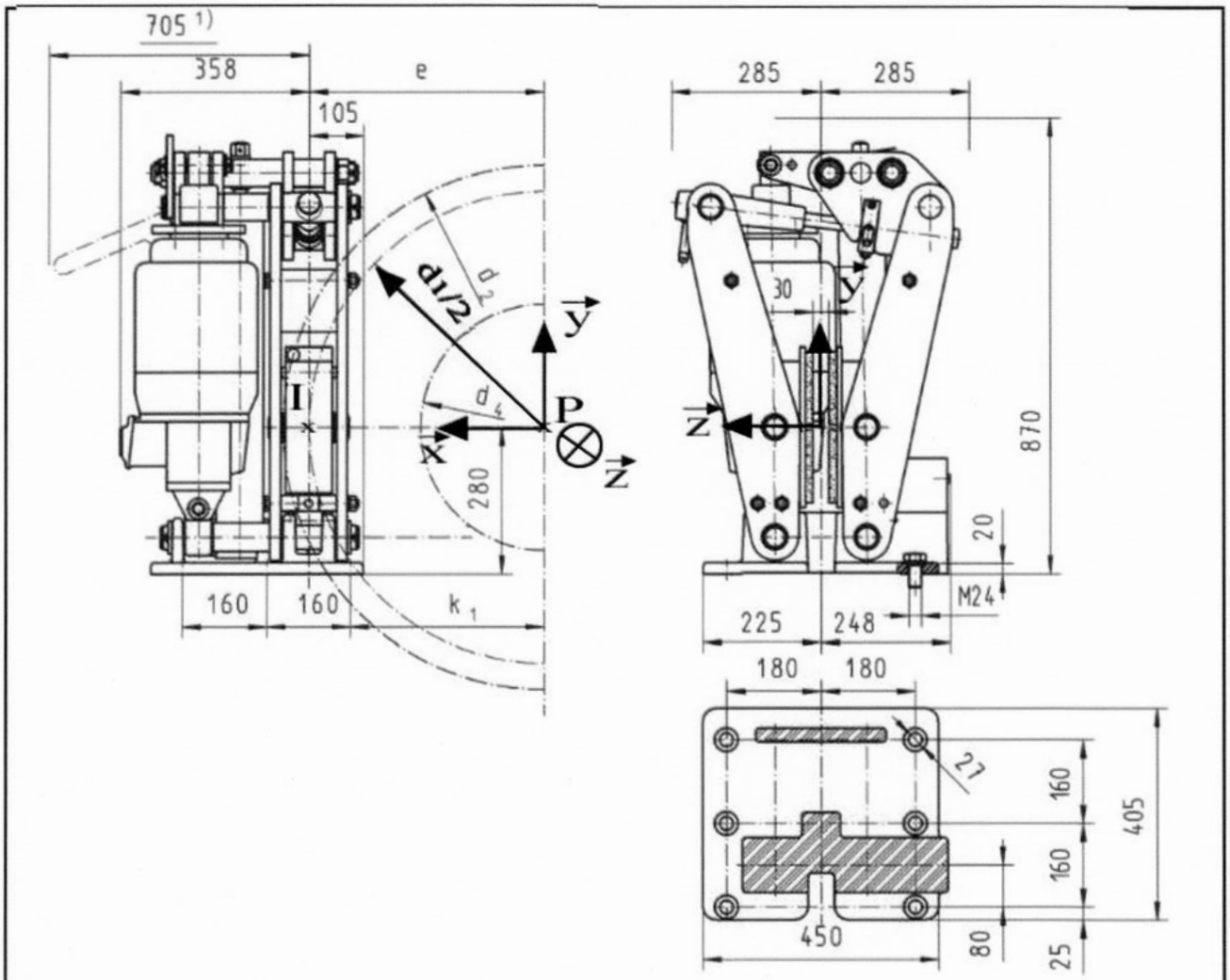
Tournez la page S.V.P.

DT5 : tableau de sélection du variateur DCS 600 pour MCC.

Converter type ➔			y →		y=4 (400 V)		y=5 (500 V)		y=6 (600 V)		y=7 (690 V)	
↓ x=1 → 2-Q	I_{DC} [A]		I_{AC} [A]		P [kW]		P [kW]		P [kW]		P [kW]	
x=2 → 4-Q	4Q	2Q	4Q	2Q	4Q	2Q	4Q	2Q	4Q	2Q	4Q	2Q
DCS60x-0025-y1	25	25	20	20	10	12	13	15				
DCS60x-0050-y1	50	50	41	41	21	23	26	29				
DCS60x-0050-61	50	50	41	41					31	35		
DCS60x-0075-y1	75	75	61	61	31	35	39	44				
DCS60x-0100-y1	100	100	82	82	42	47	52	58				
DCS60x-0110-61	110	100	90	82					69	70		
DCS60x-0140-y1	140	125	114	102	58	58	73	73				
DCS60x-0200-y1	200	180	163	147	83	84	104	104				
DCS60x-0250-y1	250	225	204	184	104	105	130	131				
DCS60x-0270-61	270	245	220	200					169	172		
DCS60x-0350-y1	350	315	286	257	145	146	182	183				
DCS60x-0450-y1	450	405	367	330	187	188	234	235	281	284		
DCS60x-0520-y1	520	470	424	384	216	219	270	273				
DCS60x-0680-y1	680	610	555	500	282	284	354	354				
DCS60x-0820-y1	820	740	670	605	340	344	426	429				
DCS60x-1000-y1	1000	900	820	738	415	418	520	522				
DCS60x-0903-y1	900	900	734	734					563	630	648	720
DCS60x-1203-y1	1200	1200	979	979	498	558	624	696				
DCS60x-1503-y1	1500	1500	1224	1224	623	698	780	870	938	1050	1080	1200
DCS60x-2003-y1	2000	2000	1632	1632	830	930	1040	1160		1400		1600
DCF60x-0025-y1	25	25	20	20	10	12	13	15				
DCF60x-0050-y1	50	50	41	41	21	23	26	29				
DCF60x-0075-y1	75	75	61	61	31	35	39	44				
DCF60x-0100-y1	100	100	82	82	42	47	52	58				
DCF60x-0200-y1	200	180	163	147	83	84	104	104				
DCF60x-0350-y1	350	315	286	257	145	146	182	183				
DCF60x-0450-y1	450	405	367	330	187	188	234	235				
DCF60x-0520-y1	520	470	424	384	216	219	270	273				

Converter type ➔	y →		y=4 (400 V)	y=5 (500 V)	y=6 (600 V)	y=7 (690 V)	y=8 (790 V)	y=9 (1000V)	y=1 (1190V)
	I_{DC} [A]	I_{AC} [A]	P [kW]	P [kW]	P [kW]	P [kW]	P [kW]	P [kW]	P [kW] ①
2-Q converters									
DCS601-1903-y1	1900	1550					1740		
DCS601-2053-y1	2050	1673		1190	1430	1640			
DCS601-2503-y1	2500	2040	1160	1450	1750	2000	2300		
DCS601-3003-y1	3000	2448	1395	1740	2090	2400	2750		
DCS601-2053-y1	2050	1673						2390	
DCS601-2603-y1	2600	2121						3030	*on request*
DCS601-3303-y1	3300	2693	1540	1925	2310	2660	3040	3850	*on request*
DCS601-4003-y1	4000	3264	1870	2330	2800	3220	3690	4670	*on request*
DCS601-4803-y1	4800	3917			3360	3860	4420		
DCS601-5203-y1	5200	4243	2430	3030					
4-Q converters									
DCS602-1903-y1	1900	1550					1560		
DCS602-2053-y1	2050	1673		1070	1280	1470			
DCS602-2503-y1	2500	2040	1040	1300	1560	1800	2060		
DCS602-3003-y1	3000	2448	1250	1560	1880	2150	2470		
DCS602-2053-y1	2050	1673						2390	
DCS602-2603-y1	2600	2121						3030	*on request*
DCS602-3303-y1	3300	2693	1375	1720	2060	2370	2720	3440	*on request*
DCS602-4003-y1	4000	3264	1670	2080	2500	2875	3290	4170	*on request*
DCS602-4803-y1	4800	3917			3000	3450	3950		
DCS602-5203-y1	5200	4243	2170	2710					

DT6 : frein Bubenzer SB28

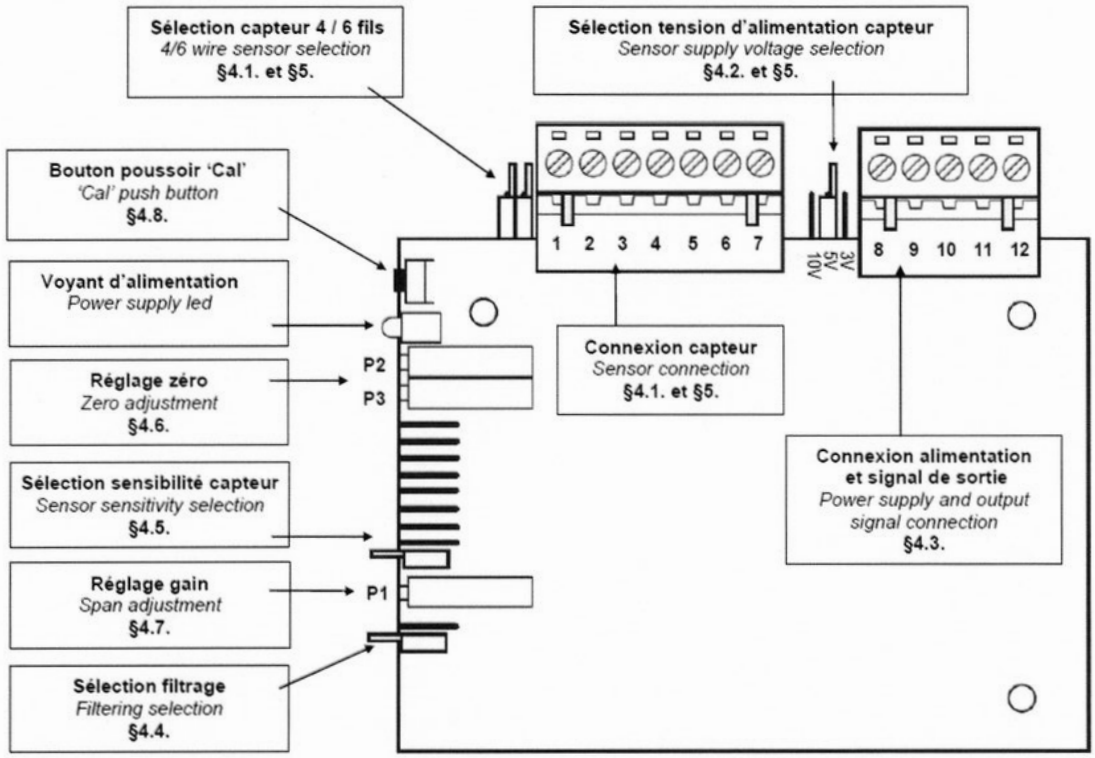


Poids : 220 kg		Coefficient de frottement f = 0,4			Ed 121/6	Ed 201/6	Ed 301/6	Ed 301/10bb
Ø disque	Ø friction	Dimensions en mm			Couple de freinage (Nm) C_{fr}			
d_2	d_1	d_4	e	k_1				
450	350	200	175	95	2700			
500	400	250	200	120	3100			
560	460	310	230	150	3550	5750		
630	530	380	265	185	4100	6600	9700	
710	610	460	305	225	4700	7600	11200	15250
800	700	550	350	270	5400	8800	12800	17500
900	800	650	400	320			14700	20000
1000	900	750	450	370			16500	22500

Tournez la page S.V.P.

DT7 : paramétrage du conditionneur de signal analogique CPJ

§4. Position des raccordements et organes de réglage – *Wiring and setting devices positionning*



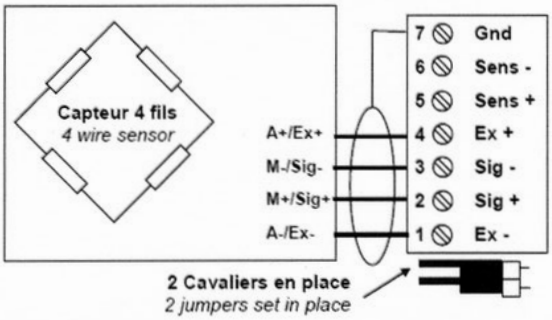
§4.1. Raccordements des capteurs – *Sensors connection*

Le CPJ peut conditionner jusqu'à 4 capteurs 350Ω connectés en parallèle à l'aide d'un boîtier de raccordement ALCJB.

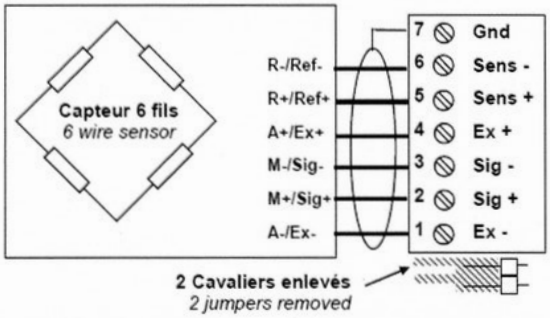
The CPJ is able to manage up to 4 load cells (350Ω) connected in parallel through an ALCJB junction box.

- **Connexion capteur –** *Sensor connection*

Capteur 4 fils. Les 2 cavaliers restent en place.
4 wire sensor. The two jumpers stay in place.



Capteur 6 fils. Les 2 cavaliers sont enlevés.
6 wire sensor. The two jumpers are removed.



§4.2. Tension d'alimentation capteur – *sensor supply voltage*

Positionner le cavalier à l'emplacement correspondant à la tension choisie : 3VDC, 5VDC ou 10VDC.

Set the jumper in position corresponding to the selected voltage : 3VDC, 5VDC or 10VDC.

Les capteurs sont généralement alimentés en 5V (par défaut).

The load cells are generally supplied in 5V (default value).

La tension 3V est utile pour certains capteurs particuliers, la tension 10V est recommandée pour les capteurs ayant une faible sensibilité (ou signal de sortie).

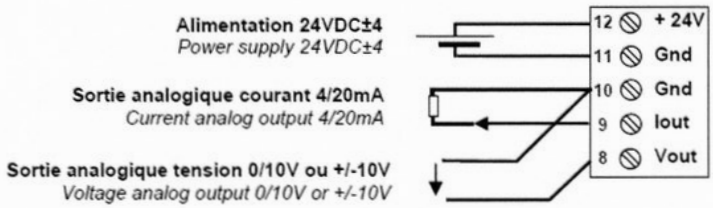
3V voltage is useful for some particular sensors, 10V is recommended for low sensitivity (or low output signal) sensors.

Attention :
- **Pour une alimentation 10VDC, seulement 2 capteurs 350 Ω peuvent être raccordés.**
- **Pour des capteurs utilisés en zone ATEX et protégés par des barrières zener, ne pas utiliser la tension 10V.**

Warning :
- *With 10VDC supply voltage, only 2 load cells (350 Ω) can be connected.*
- *For load cells used in ATEX area and protected by Zener barriers, do not use 10V supply voltage.*

DT7 suite : paramétrage du conditionneur de signal analogique CPJ

§4.3. Alimentation et sorties analogiques – *Power supply and analog outputs*



Les sorties analogiques courant 4/20mA et tension 0/10V peuvent être utilisées simultanément. Les bornes 'Gnd' sont interconnectées sur le circuit.

4/20mA current analog output and 0/10V voltage analog output can be used simultaneously. The 'Gnd' points are internally connected in the circuit board.

§4.4. Filtrage du signal capteur – *Sensor signal filtering*

Le filtre est du type Passe-bas du 2ème ordre avec une fréquence de coupure à 10Hz, cavalier en position Filtré (Par défaut).
Le filtre permet généralement d'éliminer les perturbations générées par des vibrations de la structure...
Si un temps de réponse rapide est nécessaire passer le cavalier en position Non filtré.

*The filter is a second order low-pass type with **10Hz** cutting frequency. The filter is generally used to eliminate problems caused by vibrations of the installation.*
*If a quick response time is necessary, it is recommended to disable the filter. **This jumper is required for normal operation even when filtering is not used.***

- **Sélectionner le filtrage** – *Enable filtering*



§4.5. Sélection sensibilité capteur – *Sensor sensitivity selection*

Pour obtenir un signal correct sur la sortie analogique (0/10V ou 4/20mA), positionner le cavalier de configuration selon le tableau suivant :

Nota : La sensibilité du capteur est indiquée dans la fiche de contrôle jointe au capteur.

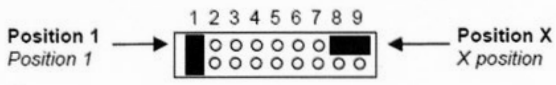
To get the correct signal on the analog output (0/10V or 4/20mA), set the sensor sensitivity jumper according to the following table:

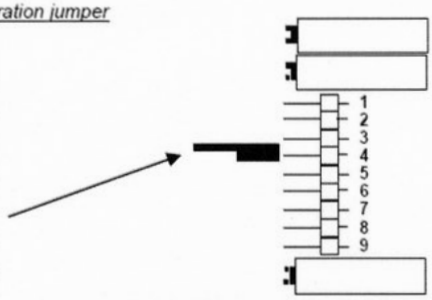
Nota : The load cell sensitivity is indicated on the quality control sheet attached with the load cell.

- **Position du cavalier de configuration** – *Positioning of configuration jumper*

Sensibilité capteur (mV/V) *Sensor sensitivity (mV/V)*			**Position cavalier** *Jumper position*
Alimentation capteur 3V *Sensor power supply 3V*	**Alimentation capteur 10V** *Sensor power supply 10V*	**Alimentation capteur 5V** *Sensor power supply 5V*	
0.50 → 0.66	0.15 → 0.20	**0.30 → 0.40**	**X**
0.66 → 0.93	0.20 → 0.28	**0.40 → 0.56**	**1**
0.93 → 1.30	0.28 → 0.39	**0.56 → 0.78**	**2**
1.30 → 1.80	0.39 → 0.54	**0.78 → 1.08**	**3**
1.80 → 2.50	0.54 → 0.75	**1.08 → 1.50**	**4**
2.50 → 3.40	0.75 → 1.02	**1.50 → 2.05**	**5**
3.40 → 4.65	1.02 → 1.40	**2.05 → 2.80**	**6**
4.65 → 6.50	1.40 → 1.95	**2.80 → 3.90**	**7**
6.50 → 8.80	1.95 → 2.65	**3.90 → 5.30**	**8**
8.80 → 12.50	2.65 → 3.75	**5.30 → 7.50**	**9**

Pour la position X, mettre le cavalier entre 8 et 9.
For X position, put the jumper between 8 and 9.





Exemple - *Example*

- **Capteur 500kg avec sensibilité 2mV/V.**
  Alimentation capteur : 5V
  Load cell with 500kg capacity and 2mV/V sensitivity.
  Load cell supply voltage : 5V
- **Charge maximale à mesurer : 300kg pour 10V**
  Maximum load to be measured : 300kg for 10V
- **Sensibilité pour une charge de 300kg = (300kg/500kg) x 2mV/V = 1.2mV/V**
  Sensitivity for a 300kg load = (300kg/500kg) x 2mV/V = 1.2mV/V
- **On placera le cavalier en position 4.**
  The jumper will be set in position number 4

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen ou Concours : **Concours Communs Polytechniques** Série* :

Spécialité/option : **FILIERE TSI** Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve : **SII**

NOM :

(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

Né(e) le

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Examen ou Concours : **Concours Communs Polytechniques** Série* :

Spécialité/option : **FILIERE TSI**

Repère de l'épreuve : **SII**

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

Note : /20

Appréciation du correcteur :*

NB : pour des raisons techniques, le document DR1 se trouve au verso de cette page

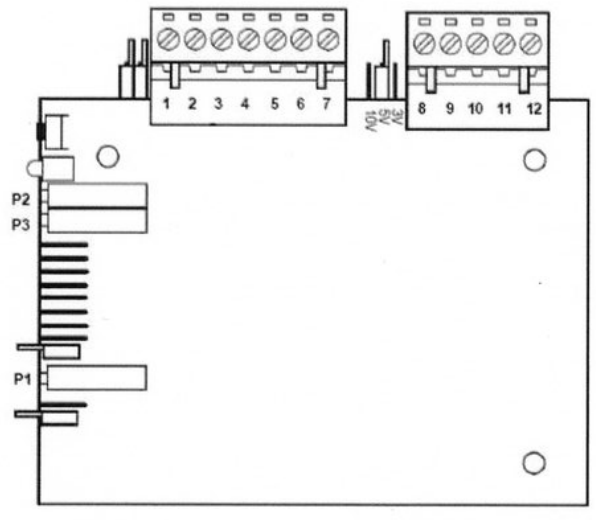
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Document réponse DR2 (question Q.27 page 18/20)

Placement	Forme littérale complète de ΔV_{out} avec R_0 et ΔR	Forme littérale simplifiée	choix	Sensibilité $\frac{\Delta V_{out}}{V_{cc}}$
Résistances fixes : $R_2 = R_3 = R_4 = R_0$ Jauge 1 : $R_1 = R_0 + \Delta R$	Ne pas compléter cette case	$\Delta V_{out} = \frac{-\Delta R}{2R_0 + \Delta R}.V_{CC}$		
Résistances fixes : $R_2 = R_4 = R_0$ Jauge 1 : $R_1 = R_0 + \Delta R$ Jauge 3 : $R_3 = R_0 - \Delta R$				
Résistances fixes : $R_3 = R_4 = R_0$ Jauge 1 : $R_1 = R_0 + \Delta R$ Jauge 2 : $R_2 = R_0 - \Delta R$	Ne pas compléter cette case	$\Delta V_{out} = \frac{-4.\frac{\Delta R}{R_0}}{4 - \left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)^2}.V_{CC}$		
Jauges 1 et 4 : $R_1 = R_4 = R_0 + \Delta R$ Jauges 2 et 3 : $R_2 = R_3 = R_0 - \Delta R$	Ne pas compléter cette case	$\Delta V_{out} = \frac{-\Delta R}{R_0}.2.V_{CC}$		

Document réponse DR3 (question Q.34 page 20/20)

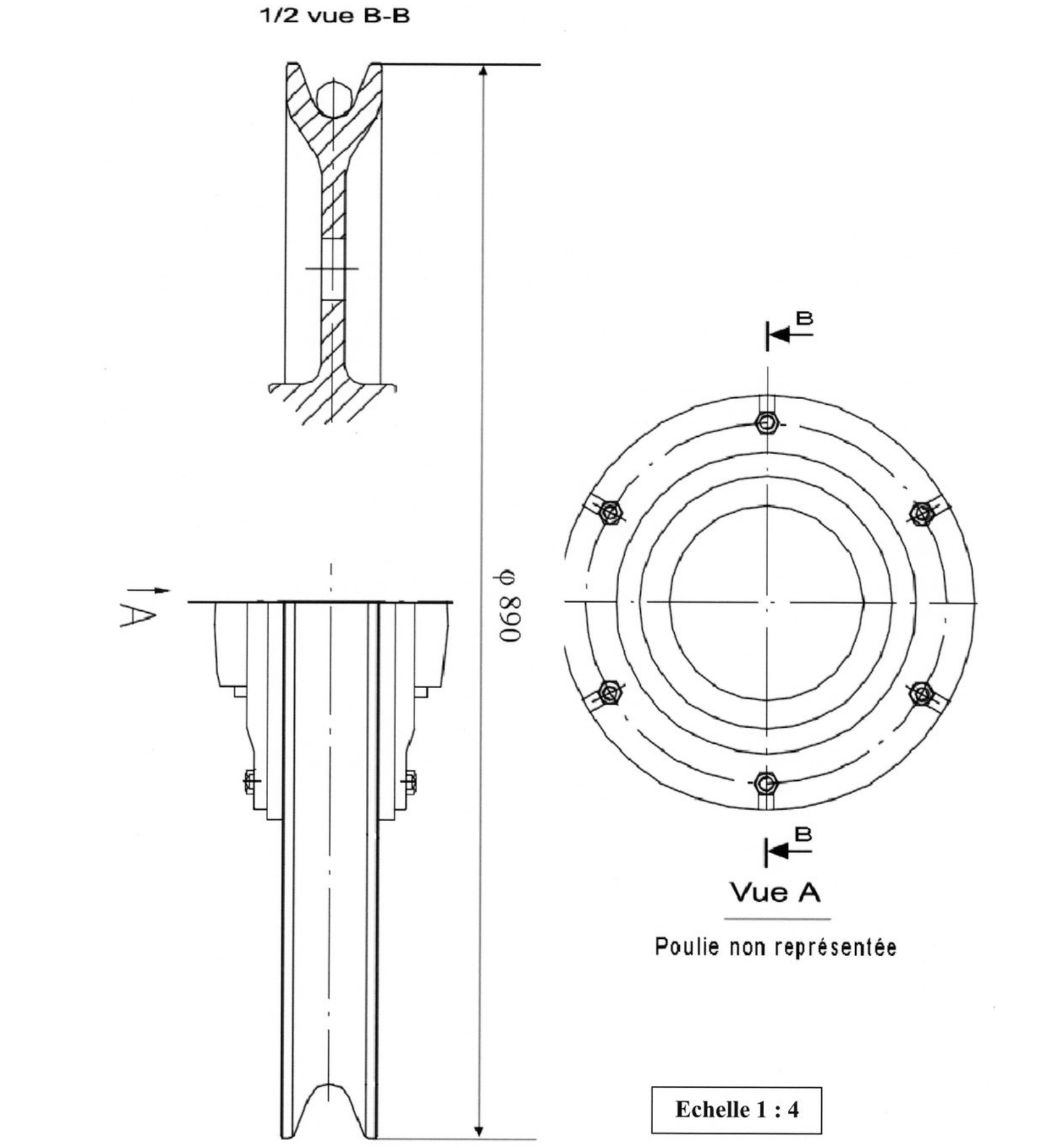
Câblage de la carte en dessinant le pont et les différentes liaisons nécessaires.



Cavaliers à positionner

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE



Document réponse DR1 (question Q.4 page 8/20)

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Séries de Fourier

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi