

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2009

ÉPREUVE E42

LE PONT DE COULÉE 65T DES FONDERIES DE
SAINT GOBAIN P.A.M



DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 5 parties :

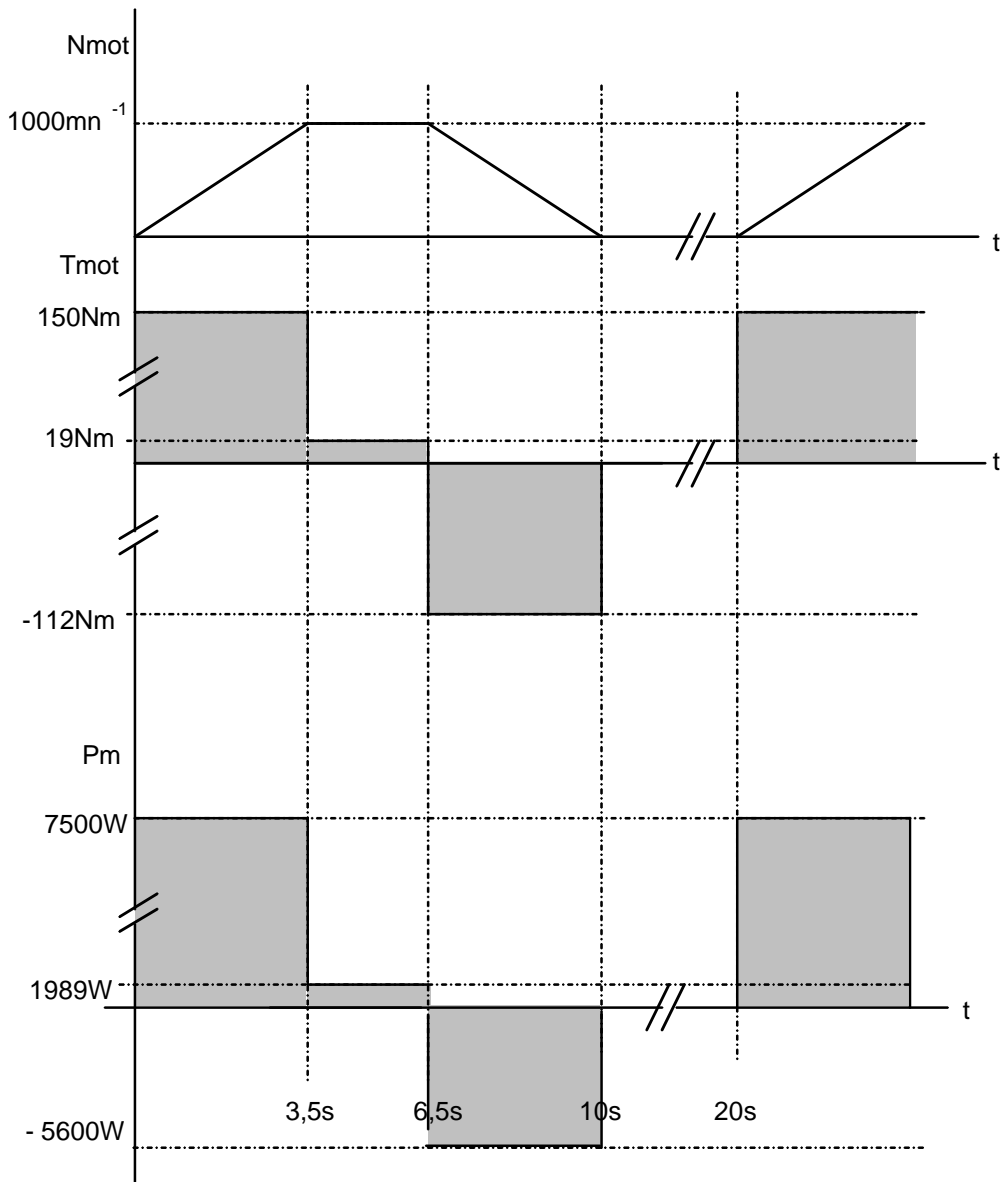
1. Partie A : Dimensionnement des moteurs de translation.
2. Partie B : Dimensionnement du variateur.
3. Partie C : Contrôle des mouvements du pont de coulée.
4. Partie D : Maintenance à distance.
5. Partie E : Amélioration de la disponibilité
6. Partie F : Conclusion.

Partie A : dimensionnement des moteurs de translation

Après étude il s'avère que les moteurs de translation peuvent être remplacés par des moteurs à cage de type LS 160L 11kW / 970 mn⁻¹.

On désire vérifier leur dimensionnement pour la production maximale de fonte.

La production maximale envisageable, en sortie des hauts fourneaux, est de **160T** de fonte brute par heure. Le cycle plus sévère imposé aux moteurs de translation du pont de coulée sera alors le suivant :



N_{mot} correspond à la fréquence de rotation du moteur.

T_{mot} correspond au couple que doit développer le moteur pendant le cycle.

P_m correspond à la puissance moyenne (mécanique) à développer par le moteur pendant le cycle.

-
- A.1** Identifier le service effectué par ces moteurs en vous reportant au dossier ressource page 2.
- A.2** Vérifier que les moteurs pressentis sont en mesure d'accélérer le pont dans le temps imparti. Se reporter au dossier ressource pages 4 et 5.
- A.3** Le pont roulant doit être capable d'effectuer sur 24 heures 1440 de ces cycles et environ 720 marches impulsionnelles.
Déterminer sa classe de démarrage ainsi que son facteur de marche et compléter les indications de service type qui devront être plaquées sur le moteur. Se reporter au dossier ressource page 3.
- A.4** Déterminer, pour chaque moteur, la puissance équivalente en service intermittent pour ce cycle. Se reporter au dossier ressource page 3.
- A.5** Comparer la puissance nominale du moteur pressenti à la puissance calculée en A4. Conclure sur l'échauffement effectif des moteurs de translation.
- A.6** Les moteurs initiaux étaient plaqués 225M. Qu'est-ce que cela implique, en terme d'adaptation, de passer à des moteurs plaqués 160L ?

Partie B : dimensionnement du variateur

B.1 Détermination du calibre du variateur

Les moteurs de translation seront alimentés par un seul et même variateur de type ATV 71.

B.1.1 En vous reportant au dossier ressource pages 6, et 7 proposer et justifier la référence de variateur qui convient à cette application.

B.1.2 Proposer les références des éléments de protection et de commande en amont du variateur (Disjoncteur Q0 et contacteur KM0). Le circuit de commande est alimenté en 110V 50Hz. Se reporter au dossier ressource pages 9.

B.1.3 Compléter le schéma du variateur en conséquence sur le document réponse **2** page 3 du dossier réponses.

On désire assurer la protection anti déraillement du pont de coulée. Cette contrainte impose l'utilisation de relais électroniques de surcouple (détection rotor bloqué) en aval du variateur. Les relais de protection seront encliquetés sur profilé DIN.

B.1.4 Proposer la référence du relais électronique de surcouple. Se reporter au dossier ressource page 10.

B.1.5 Compléter les schémas de commande et de puissance en conséquence sur les documents réponse **1 et 3** pages 2 et 4 du dossier réponse.

B.2 Dimensionnement de la résistance de freinage

Le variateur utilisé ATV71HD••N4 est équipé d'un hacheur de freinage. Il convient à présent de choisir la résistance de freinage qui permettra le ralentissement du pont de coulée dans le temps imparti.

La puissance crête à développer au cours du freinage sur chaque arbre moteur est de 11 700W. La puissance moyenne à développer au cours du freinage sur chaque arbre moteur est de 5 800W.

B2.1 En admettant un rendement de 0.865 constant pour le moteur, un rendement de 0,98 pour l'ensemble onduleur + hacheur de freinage, déterminer les puissances crêtes et moyennes que devra dissiper la résistance de freinage.

Pour le freinage, la sélection de la résistance de freinage se fait en concordance avec la puissance requise et le cycle de freinage.

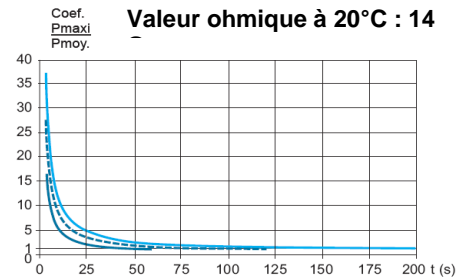
La valeur maximale de puissance que l'unité de freinage (hacheur de freinage) intégrée au variateur est capable de commuter est :

$$P_{fr} = \frac{U_{dc}^2}{R}$$

R correspond à la valeur ohmique de la résistance de freinage.

U_{dc} correspond à la tension maximale du bus DC (seuil de fonctionnement du hacheur de freinage) : typiquement 785V pour un ATV71HD••N4.

VW3 A7 804 (P permanente = 22,4 kW)



La validation du choix se fera en vérifiant que :

- la résistance est capable de dissiper les puissances moyenne et crête de freinage,
- Que l'unité de freinage est capable de commuter la puissance crête de freinage.

B.2.2 La résistance proposée avec le variateur est référencée VW3 A7 804. La valeur minimale de la résistance que l'on peut connecter à l'unité de freinage est de 13,3Ω.

Vérifier Que la résistance convient pour l'application,

B.2.3 Vérifier que l'unité de freinage est en mesure de commuter la puissance crête de freinage imposée par le cycle de fonctionnement du pont de coulée.

B3 Paramétrage du variateur

B.3.1 Le variateur de vitesse choisi propose plusieurs modes de contrôle moteur, proposer les modes de contrôle qui permettent le pilotage simultané des moteurs de translation. Se reporter au dossier ressource page 6 et 8.

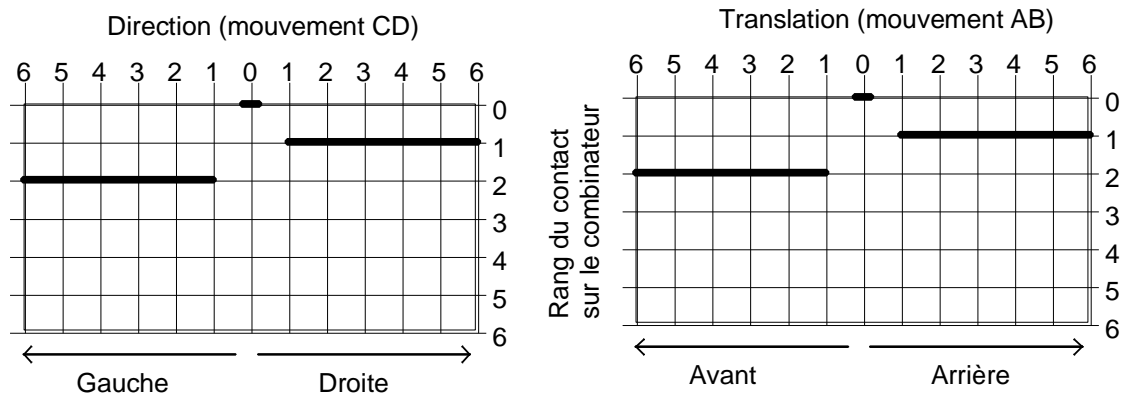
B.3.2 On désire un contrôle optimal du couple (application du couple aux plus basses fréquences) sur les moteurs afin d'éviter les éventuels effets de patinage. Proposer le mode de contrôle le mieux adapté.

Partie C : Contrôle des mouvements du pont de coulée.

C.1 Choix du combinateur de translation / direction.

Situé à la gauche du pontier, il permet de commander les mouvements de translation et de direction. Celui-ci doit pouvoir piloter le variateur afin de lui donner les sens de rotation et consignes de vitesse. Le choix se fera dans la gamme des combineteurs lourds XKMA.

Le schéma des mouvements est le suivant :



La poignée sera de longueur standard et comportera un contact « Homme mort ». Elle sera positionnée à la gauche du pontier. Les contacts seront standards, à double coupure.

La manœuvre non crantée sur les mouvements de direction et translation se fera avec rappel au zéro.

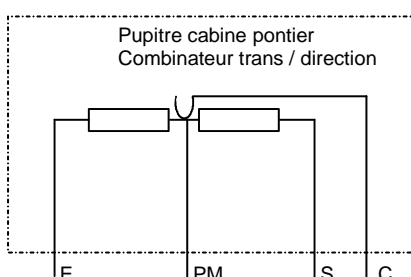
On utilisera les tambours 1 et 2.

Le débattement du levier doit pouvoir se faire dans toutes les directions pour pouvoir combiner les deux mouvements à la fois.

Chaque mouvement recevra un potentiomètre de 4.7kΩ en taille 15.

C.1.1 En vous aidant du document ressource page 11 à 12, compléter le bon de commande du combinateur page 5 du dossier réponses.

C.1.2 Compléter le schéma de câblage de l'entrée de consigne de vitesse du variateur de translation avec la représentation du potentiomètre ci-dessous. (Document réponse 2 Page 3 du dossier réponses).



Le potentiomètre positionné sur le mouvement de translation doit appliquer une consigne unipolaire quelle que soit la position du levier du combinateur.

Com : 0V
 +10 : 10V (interne au variateur)
 Ai1 : entrée de consigne de vitesse

C.2 Sécurité anti- collision.

Sur le même chemin de roulement évoluent deux ponts de coulée. Chacun d'eux est équipé d'un télémètre.

On désire assurer une sécurité à deux niveaux :

- Niveau 1 : la distance entre les ponts est comprise entre 8 et 4m, la vitesse des moteurs de translation est limitée à 1/3 de la vitesse maximale du pont soit 20m/mn.
- Niveau 2 : la distance entre les ponts est inférieure à 4 m, le pont doit s'arrêter.

Le pontier a à sa disposition un bouton poussoir permettant de shunter l'information d'arrêt en provenance du télémètre pour pouvoir sortir en petite vitesse de la zone de sécurité de niveau 2.

C.2.1 Compléter le schéma de commande avec le contact du télémètre permettant de limiter la vitesse au 1/3 de la vitesse maximale du pont. Le variateur a été configuré pour commuter de la consigne potentiométrique à une consigne interne (vitesse mini de sécurité niveau 1) lorsque l'on applique sur l'entrée LI3 une tension de +24V. (Document réponse **2** page 3 du dossier réponses)

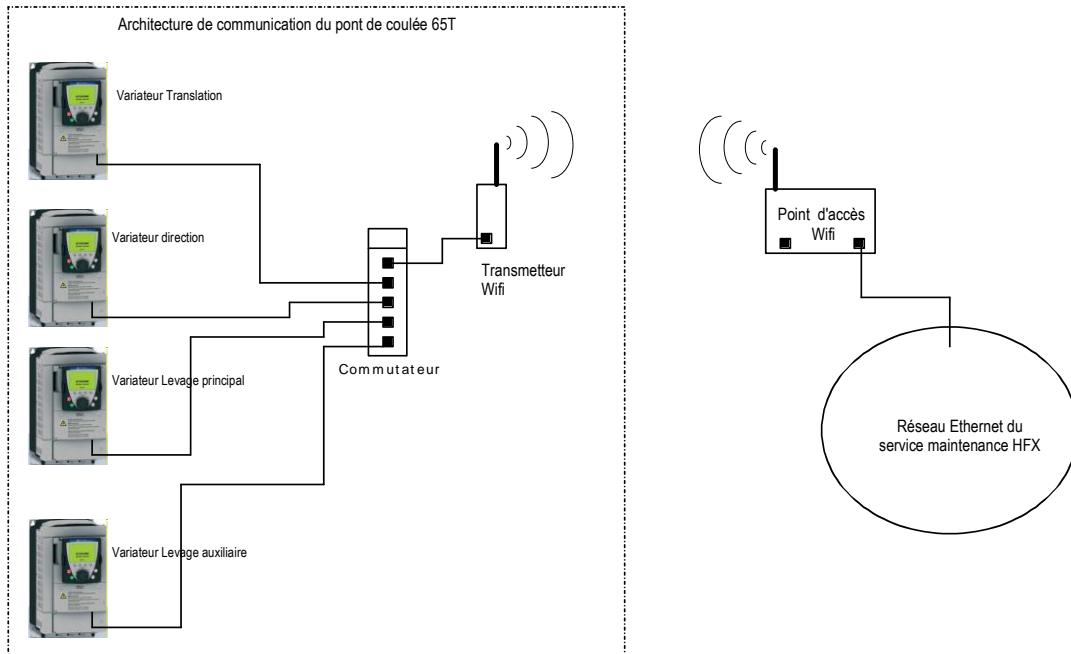
C.2.2 Compléter le schéma de commande avec le contact du télémètre permettant l'arrêt complet du pont lorsque le pont se situe en zone de sécurité de niveau 2. (Document réponse **3** page 4 du dossier réponses)

C.2.3 Ajouter le bouton poussoir (S3T) permettant le dégagement du pont de la zone de sécurité de niveau 2. (Document réponse **3** page 4 du dossier réponses)

Partie D : maintenance à distance

A terme le pont de coulée devrait être équipé de 4 variateurs vitesse. Chaque ATV 71 peut être équipé d'une carte de communication permettant le diagnostic, le paramétrage et la surveillance par le biais d'un serveur web embarqué et accessible par navigateur internet depuis le réseau Ethernet de l'usine.

L'architecture de communication proposée est la suivante :



D.1 Proposer la référence de la carte de communication du variateur permettant ce type d'échange de données.

Se reporter au document ressource pages 14 et 15.

Le secteur maintenance possède un point d'accès WIFI sur son réseau interne. La communication avec le variateur ne peut être assurée que par communication sans fil.

D.2 En utilisant le document ressource page 13, proposer le choix du transmetteur WIFI à associer à la carte de communication du variateur. Justifier.

D.3 Donner et justifier la référence du commutateur ainsi que les câbles de liaison variateur-commutateur à connecter RJ 45 (longueur 5m). Se reporter au dossier ressource page 16.

On désire à présent paramétrer la carte de communication du variateur de translation. L'administrateur du réseau informatique a réservé au sein du serveur DHCP du secteur maintenance l'adresse IP 182.16.2.40 au variateur.

Le réseau est de classe B et a donc comme masque de sous réseau 255.255.0.0.

L'adresse du routeur (gateway) pour les adresses distantes est 182.16.0.1.

D.4 Lister et renseigner les paramètres de la carte communication du variateur à paramétrer. Se reporter au dossier ressource page 17.

Partie E : amélioration de la disponibilité

Il s'avère qu'en cas de défaillance du transformateur de la sous station « mélangeur 5 », l'alimentation électrique des ponts de coulée n'est plus assurée.

On se propose dans ce cas d'alimenter le TGBT de la sous station « mélangeur 5 » par le TGBT de la sous station « tranche T5 non prioritaire » depuis le disjoncteur Q2A via un inverseur de source.

E.1 Proposer le schéma de cette solution sur le document réponse 5 page 6 du dossier réponse.

Après bilan de puissance des départs en aval du transformateur de la sous station « mélangeur 5 » il s'avère que le courant d'emploi du jeu de barre principal est de 1550A.

E.2 Effectuer et justifier le choix du disjoncteur Q2A. Se référer au document ressource page 18.

Le disjoncteur choisi est associé en standard à une unité de déclenchement électronique MP17.

E.3 Déterminer le réglage de I_r , appelé aussi protection long retard. Se référer au document ressource page 19.

E.4 Déterminer la valeur du courant de court-circuit en bout de câble de liaison en aval de Q2A. Se référer au document ressource page 20.

E.5 Déterminer la valeur I_i seuil de réglage du déclenchement instantané. Se référer au document ressource page 19.

La protection court-retard doit être réglée à $I_m = 6I_r$ et T_m à 0,4s pour assurer la sélectivité avec les départs en aval du « TGBT mélangeur 5 ».

E.6 Le câble a une contrainte thermique admissible de $13.59 \cdot 10^8 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$. Est-il en mesure de supporter le réglage du court retard ?

Partie F : Conclusion

A chaque arrêt annuel, dans le cadre de la maintenance préventive, le service HFX procède au remplacement d'une des 4 séquences de commande du pont de coulée.

Cette opération coûte en moyenne 25 000€.

Si la solution étudiée précédemment est validée en termes de fiabilité et de fonctionnement et que celle-ci est généralisée à l'ensemble des mouvements du pont, l'investissement serait d'environ 100 000 €.

On planifie un remplacement des variateurs tous les dix ans.

F.1 Au bout de combien de temps le remplacement des variateurs serait-elle une solution rentable ?

F.2 Au-delà de la maintenance préventive qui serait beaucoup moins lourde en termes de financement, sur quel autre plan fait-on des économies ?
