

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2010

EPREUVE E4.2

# SYSTEME D'ASPIRATION CENTRALISEE

## DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 4 parties :

- Partie 1 : Distribution électrique du hall 1
- Partie 2 : Choix final de la commande du système d'aspiration
- Partie 3 : Mise en œuvre de la commande du système d'aspiration
- Partie 4 : Réseau d'E/S déportées




Ces 4 parties sont indépendantes.

Il est impératif de lire au préalable la présentation générale du dossier technique.

*Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire n°99-186 du 16/11/99. L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.*

## Partie 1 : Distribution électrique du hall 1

Documents nécessaires à cette partie :

-  Dossier technique page 6
-  Dossier ressources page 13 à 17
-  Document réponses page 2

*L'alimentation de nouvelles machines d'usinage et du nouveau système d'aspiration, entraîne une modification de la distribution du hall 1.*

*Dans cette partie il s'agit d'alimenter en énergie les deux systèmes d'aspiration venant du hall 1 (réseau CELASHI et WEEKE), en respectant les contraintes normatives et la sécurité des biens et des personnes.*

*Vous allez dimensionner :*

- ✓ *le câble d'alimentation de ces deux systèmes d'aspiration,*
- ✓ *le disjoncteur de protection de cet ensemble.*

*L'usine est alimentée par un réseau triphasé 20 kV. Un poste HTA/BTA se trouve à l'entrée du hall 1. Le schéma de liaison à la terre est de type TNC.*

*Le schéma unifilaire, donné en page 6 du document technique, présente un extrait de la distribution du hall1 et ses caractéristiques électriques.*

### 1.1 Calcul de la section du câble C2

Calcul du courant d'emploi  $I_b$ .

*La puissance active en amont de l'aspiration du réseau WEEKE est de 99 kW.  
La puissance active en amont de l'aspiration du réseau CELASHI est de 121 kW.  
Le facteur de puissance est identique pour les deux réseaux et égal à 0,66.*

1.1.1 En déduire la puissance apparente au niveau disjoncteur Q6.

1.1.2 Calculer le courant  $I_b$  que devra véhiculer le câble C2.

Calcul du courant  $I_z$ .

*$I_z$  est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation (document ressource page 14). Son intensité vous permettra de déterminer la section des conducteurs.  
On prendra  $I_z = I_b$  et  $K_n = K_s = 1$*

- 1.1.3 Calculer l'z en respectant les contraintes de la norme ATEX (voir dossier technique), puis déterminer la section des conducteurs du câble C2 (on prendra  $S_{PH} = S_{PEN}$ ).




## 1.2 Choix du disjoncteur Q6.

*Le réglage du déclencheur sera choisi avec la possibilité de régler un court retard, un long retard et sans temporisation.*

- 1.2.1 Après avoir consulté et complété le document réponses page 2, calculer le courant de court circuit triphasé en aval du disjoncteur Q6.
- 1.2.2 Donner la référence complète du disjoncteur et de son déclencheur électronique Q6.

## Partie 2 : Choix final de la commande du système d'aspiration du réseau CELASHI

*Documents nécessaires à cette partie :*

-  Dossier technique page 7
-  Dossier ressources page 2 à 4
-  Document réponses page 3 (pour les questions 2.1 à 2.3, les calculs seront reportés sur votre copie).

*Dans cette partie, nous allons valider le choix de la commande du bloc d'aspiration pour le système d'aspiration du réseau CELASHI.*

*Deux solutions techniques sont possibles :*

- ✓ *Solution sans variateur : alimentation directe du moteur par un contacteur,*
- ✓ *Solution avec variateur : alimentation du moteur à vitesse variable par un variateur de vitesse.*

*La pré-étude a démontré l'intérêt de la variation de vitesse du moto ventilateur, qui répond à la démarche d'efficacité énergétique.*

*Cette solution entraîne un surcoût non négligeable. Il reviendra à la direction d'Espalux de valider la solution avec variateur de vitesse, si le retour sur investissement est inférieur à 5 ans (période de garantie du variateur).*

*Cette partie sera menée en 3 étapes :*

- ✓ *étude énergétique (préalable obligatoire à l'étape suivante),*
- ✓ *étude économique,*
- ✓ *étude environnementale, indispensable dans une démarche d'efficacité énergétique.*

Dans la suite de cette partie, les conditions de fonctionnement seront les suivantes :

- On ne considérera que le système d'aspiration raccordé sur les machines du réseau CELASHI.
- On étudiera le cas où toutes les machines fonctionnent simultanément. Dans ce cas, l'énergie consommée par le bloc d'aspiration pour la solution sans variateur est de 421 775 kWh/an.
- Le système d'aspiration fonctionne 4200 h par an (2100 h en heures pleines et 2100 h en heures creuses).
- Le variateur préalablement retenu est le SK 120T 110 kW de marque Leroy Somer.

Lorsque toutes les machines du réseau CELASHI fonctionnent simultanément, il est possible de diminuer la vitesse de rotation du moteur d'aspiration, tout en maintenant une bonne aspiration des particules dans les gaines. Ceci permet une diminution de la puissance au niveau du moteur.

La pré-étude a déterminé que, pour la solution avec variateur de vitesse, la puissance obtenue en amont du groupe moto-variateur serait de 86 kW.

2.1 *Étude énergétique. Cette partie nous permettra de comparer les énergies consommées pour chacune des solutions (vitesse d'aspiration fixe ou variable).*

Calculer l'énergie consommée (en kWh/an), par le bloc d'aspiration et sa commande, pour la solution avec variateur, dans les conditions de fonctionnement décrites ci-dessus. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

2.2 *Étude économique (cette partie nous permettra de comparer les coûts finaux pour chaque solution et d'en déduire le retour sur investissement)*

L'étude économique comprendra :

*le coût de l'énergie consommée par le système d'aspiration sur une année,  
le coût du matériel,  
le coût de la main d'œuvre pour la mise en place de l'installation,  
les aides financières liées aux économies d'énergies,  
le calcul du retour sur investissement.*

*L'usine étant titulaire d'un contrat d'électricité tarif vert avec EDF, le coût en heure pleine est de 0,02814 €/kWh HT et en heure creuse de 0,01843 €/kWh HT.*

*Le coût de l'énergie est de 9820 €/an HT, pour la solution sans variateur.*

2.2.1 Calculer le coût de l'énergie (en €/an), pour la solution avec variateur. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

*Les matériels retenus pour le chiffrage sont donnés dans le dossier technique page 7.*

2.2.2 Calculer le coût du matériel HT pour la solution sans variateur. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

2.2.3 Calculer le coût du matériel HT pour la solution avec variateur. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

*L'installation et les essais du matériel sont faits par un technicien de l'usine. La main d'œuvre est de 50 €/heure HT.*

2.2.4 Calculer le coût de la main d'œuvre HT pour la solution sans variateur. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

2.2.5 Calculer le coût de la main d'œuvre HT pour la solution avec variateur. Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

*Une aide financière récupérable par l'entreprise Espalux, pour la seule solution avec variateur, sera attribuée par EDF dans le cadre des certificats d'économie d'énergie (voir dossier ressources page 3 et 4). Le prix du kWh cumac, au moment de la transaction, est de 0,1 c€/kWh cumac.*

2.2.6 Calculer le montant de l'aide financière HT (en €). Reporter le résultat dans le tableau du document réponses page 3.

2.2.7 En déduire le temps de retour sur investissement (en mois), de la solution avec variateur comparée à la solution sans variateur. Vous détaillerez votre démarche (calcul ou graphique). En déduire la solution technique à retenir.

2.3 Étude environnementale (*Cette partie nous permettra de comparer les contraintes environnementales du point de vue émission de gaz à effet de serre (GES), pour chaque solution.*)

*L'obtention d'une aide financière, sur des projets donnant lieu à des économies d'énergie, impose à Espalux, de calculer et de fournir à EDF la quantité de GES non rejetée dans l'atmosphère.*

*Nous allons donc calculer la quantité de GES émise, pour les solutions avec variateur et sans variateur.*

*La valeur annuelle moyenne du contenu en GES de la production EDF pour 2008 est de 43 kilogrammes équivalents CO<sub>2</sub> par kWh.*




2.3.1 Calculer la quantité de GES émise pour la solution sans variateur (en tonne équivalent CO<sub>2</sub> par an). Reporter le résultat dans le tableau du document réponses.

2.3.2 Calculer la quantité de GES émise pour la solution avec variateur (en tonne équivalent CO<sub>2</sub> par an). Reporter le résultat dans le tableau du document réponses.

2.3.3 En déduire la réduction des émissions de GES annuelle.

### **Partie 3 : Mise en œuvre de la commande du système d'aspiration, pour le réseau CELASHI**

*Documents nécessaires à cette partie :*

-  Dossier technique page 8
-  Dossier ressources page 5 à 12
-  Document réponses page 3 à 4

*Afin d'éviter le colmatage dans les gaines d'aspiration, la vitesse des particules dans ces dernières ne doit pas descendre au dessous d'un seuil fixé par l'expérience.*

*Pour répondre à cette contrainte d'exploitation, on choisit de faire varier la vitesse de rotation du système d'aspiration afin de maintenir constante la différence de pression entre la pression au niveau des machines outils (pression atmosphérique) et la pression dans la gaine centrale, au plus près du cyclofiltre (voir synoptique dossier technique).*

*Le moteur asynchrone choisi pour le système d'aspiration du réseau CELASHI est de type M2 BAT 315 SMA.*

*Un pré-choix du variateur a été effectué ; il s'agit du Leroy Somer SK120T.*

*Ce variateur sera alimenté à partir du réseau triphasé 400V. Il sera piloté, via le bornier, par un module logique.*

*La régulation de pression différentielle se fera par le PID intégré au variateur de vitesse. La consigne de pression sera donnée par la sortie analogique 0-10V du module logique. La mesure de pression différentielle se fera par un capteur transmetteur de type CP100.*

*Le module logique ne fait pas partie de cette étude.*

*L'objectif de cette partie est de justifier le choix de l'équipement et de le paramétrer.*

*Cette application de ventilation n'entraînera que des surcharges faibles au niveau moto-variateur.*

- 3.1 À partir du document ressources page 5, justifier le choix du variateur Leroy Somer de référence SK120T.

*La protection du variateur sera réalisée par fusible de type gG, il n'est pas nécessaire d'avoir d'information visuelle de l'état de fusion des cartouches fusibles.*

- 3.2 À partir du document ressources page 5, effectuer le choix des fusibles et donner leur référence.

*Le capteur de pression sera choisi pour une échelle de mesure de -500 à +1000 mmH<sub>2</sub>O. La mesure se fera de 0 à 1000 mmH<sub>2</sub>O. Il sera choisi avec afficheur afin de faciliter les réglages éventuels.*

*Le capteur de pression de type passif sera raccordé à l'alimentation 24 V continu du module logique.*

*Le capteur étant distant du variateur, la transmission de l'information entre ces 2 équipements se fera par une boucle de courant 4-20 mA.*

### 3.3 Choix et configuration du capteur de pression différentielle.

3.3.1 À partir du dossier technique page 8, justifier l'emplacement du capteur de pression et le raccordement de ses 2 entrées pression.

3.3.2 À partir du dossier ressources page 6, donner la référence complète du capteur de pression.

3.3.3 Réaliser la configuration de cet appareil par switch : type de sortie analogique, réglage de l'unité de mesure, réglage de l'étendue de mesure et du type d'étendue de mesure. Compléter le document réponse page 3.

### 3.4 Paramétrage du variateur

*Travail sur les fonctions développées :*

*Le régulateur PID du variateur utilisera la vitesse pré-réglée n°2 pour agir sur la vitesse de rotation.*

3.4.1 Paramétrage références fréquences : à partir du synoptique du menu 1 (document ressources pages 10 et 11), donner la valeur à mettre dans les paramètres 1.45, 1.46, 1.47 et justifier.

3.4.2 Paramétrage références PID : à partir du synoptique du menu 14 (document ressources page 10 et 12), définir le paramètre auquel la sortie PID 14.16 doit être affecté.



### 3.5 Raccordement du variateur

*Sorties du module logique:*

<i>-sortie analogique 0-10V: consigne pression (OA1)</i>	→ QW2.0
<i>-sorties TOR:</i>	
<i>mise sous tension variateur (O_var)</i>	→ Q1.0
<i>déverrouillage variateur (O_DEV)</i>	→ Q1.1
<i>marche avant (O_MAV)</i>	→ Q1.2
<i>validation PID (O_VAL)</i>	→ Q1.3

*Le module logique n'est pas représenté sur le schéma, seules apparaîtront les entrées/sorties ci-dessus.*




*Le circuit de commande de KM1 ne sera pas représenté.*

Compléter le schéma de raccordement, sur le document réponse page 4 :

- Puissance du variateur,
- Commande du variateur,
- Liaison variateur-capteur de pression.

## Partie 4 : Réseau d'E/S distribuées

*Documents nécessaires à cette partie :*

-  Dossier technique page 9 à 11
-  Dossier ressources page 18 à 25
-  Document réponses page 5 et 6

*Le pilotage des registres sur chaque machine est géré par un automate. Le nombre d'entrées/sorties et la distance de ces dernières par rapport à l'emplacement géographique de l'automate, imposent la mise en œuvre d'un réseau de terrain d'entrées/sorties distribuées.*

*Dans cette partie, nous allons donc faire le choix de la configuration automate, des éléments constitutifs du réseau de communication, et la rédaction d'une partie du programme automate.*

*Cette étude portera sur le réseau WEEKE, comprenant 13 machines.*

### 4.1 Choix des constituants de l'automatisme

- 4.1.1 À partir du schéma d'implantation en page 10 du dossier technique, justifier le nombre de modules utilisés pour la gestion des treize machines.
- 4.1.2 Rechercher la référence de la carte de communication qui sera associée à l'automate.
- 4.1.3 Rechercher la référence des modules distribués qui seront associés à l'automate.
- 4.1.4 Calculer la longueur totale du réseau qui sera mis en œuvre, en prenant une marge de 20 %, pour tenir compte des nécessités du câblage (contours, parcours verticaux, etc.). En déduire le débit maximum possible, en arrondissant la longueur à la valeur supérieure, dans le tableau page 11 du dossier technique.

### 4.2 Configuration des modules d'entrées/sorties distribuées

- 4.2.1 Configurer les roues codeuses « adresse réseau de l'îlot » des modules, sur le document réponses page 5.
- 4.2.2 Configurer les roues codeuses « vitesse du réseau » des modules, afin d'obtenir le débit maximum, sur le document réponses page 5.

4.2.3 Compléter le schéma de raccordement des entrées/sorties du module 0 (document réponses page 5) pour les entrées 0,1, 2 et les sorties 0,1, 2, 3 en tenant compte des informations suivantes :

- la détection du fonctionnement des machines se fera grâce à un contact du contacteur principal de chacune d'elle,
- la détection des positions ouverture et fermeture des registres est obtenue grâce à des interrupteurs à lames souples (ILS) 2 fils montés sur le corps du vérin.
- les alimentations des électrovannes d'ouverture et fermeture des registres sont de type 24V continu. De faibles puissances, elles peuvent être directement raccordées aux sorties.

4.3 Programmation de l'automatisme : gestion d'un « time out »

*Une tâche de contrôle doit être programmée afin de détecter un dysfonctionnement qui pourrait apparaître au niveau des registres, dans le cas d'une ouverture où fermeture incomplète du registre (voir document technique).*

*Le principe consiste à contrôler l'apparition du compte rendu d'ouverture ou fermeture émis par les capteurs de position (registre ouvert ou fermé) dix secondes après l'émission de l'ordre.*

*Dans le cas où le défaut est détecté, un bit est mis à 1 et le message « Time out registre N°x » apparaît sur le pupitre. La partie affichage du message dans le pupitre n'est pas traitée.*

Compléter le document réponses page 6, afin de gérer le contrôle du registre de la machine N°12 (module N°1).