**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**maintenance des systÈmes**

**Option : Systèmes éoliens**

**Session 2016**

# U 42 : Analyse des solutions technologiques

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

|  |  |
| --- | --- |
| **1** | **ANALYSE PRELIMINAIRE : Etudes des débits** |
|  | Durée conseillée : 50 min |

*Cette analyse a pour but de définir le taux de charge de l’installation chargée de la production de l’air comprimé du bâtiment Elliott. Dans l’optique de l’ouverture d’un nouveau parc, la CEP désire savoir s’il sera nécessaire d’accroitre la production en air comprimé, en prenant en compte le futur compresseur CA4.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-1** | Documents à consulter : **DT1** | Répondre sur **feuille de copie** |

Déterminer le débit total en m3/h que les compresseurs du bâtiment Elliott sont capables de fournir.

1 pts

Qtotal = 2 x 4000 + 2100 + 2 x 1500 = 13100 m3/h

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-2** | Documents à consulter : **DT2** | Répondre sur **feuille de copie** |

Le réseau d’alimentation en air comprimé serpente à travers les deux parcs sur plus de 9 km. Pour permettre le maintien d’une pression constante de 7 bars, la CEP doit fournir par sécurité une capacité 20% supérieur en débit, au besoin demandé.

Relever le mois de l’année pour lequel on atteint le pic maximal de demande en air comprimé.

Calculer alors le débit maximal en m3/h, que doit fournir la CEP, puis conclure sur la capacité du bâtiment Elliott à répondre à cette demande.

3 pts

Le pic apparait au mois de juillet

Q juillet = 6100 m3/h → 6100 x 1.2 = 7320 m3/h

La CEP a une capacité deux fois supérieur au besoin maxi (du mois de juillet)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-3** | Documents à consulter : **DT1**, **DT2** | Répondre sur **feuille de copie** |

Le bâtiment Eliott est doté de cinq compresseurs. La fourniture en air comprimé est effectuée en continu, de jour comme de nuit. D’après l’organisation de sélectivité automatique des compresseurs, mise en place par la CEP, indiquer la désignation des compresseurs en fonctionnement sur le mois où la consommation est la plus importante (20% de capacité incluse), puis donner une explication, d’un point de vue maintenance, sur le nombre de compresseurs de la CEP.

4 pts

Q juillet = 7320 m3/h, cela nous situe dans la tranche 7100-7700.

D’après l’organisation de la sélectivité, 3 compresseurs sont utilisés : 1 C70, le C45 et 1 Nirvana.

Au maximum, la CEP prévoit le fonctionnement de 4 compresseurs. Il reste toujours un compresseur non utilisé sur lequel pourront être effectué les actions de maintenance préventive.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-4** | Documents à consulter : **DP1**, **DP2** | Répondre sur **feuille de copie** |

Donner une explication sur l’utilité d’une production en continu et donc en dehors des heures d’ouvertures des parcs d’attractions pour le service de maintenance.

2 pts

Les techniciens de maintenance doivent intervenir sur les attractions en dehors des heures d’ouvertures en gardant la possibilité de faire fonctionner les automatismes.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-5** | Documents à consulter : **DT1**, **DT2** | Répondre sur **feuille de copie** |

La société, qui gère les parcs d’attractions et la CEP, a toujours eu l’intention de développer ses activités. Elle pense d’ores et déjà à l’ouverture d’un troisième parc d’attractions.

Compte tenu de la charge supplémentaire de 20% du point de vue sécuritaire et de la sélection des compresseurs, au maximum quatre sur cinq en fonctionnement (un nirvana non utilisé), calculer la capacité disponible par la CEP, pour le parc. Effectuer vos calculs sur le mois où la consommation est la plus importante.

3 pts

Qtotal = 2 x 4000 + 2100 + 1500 = 11600 m3/h

Qsécuritaire = 11600 x 0.8 = 9280 m3/h

Qdisponible = 9280 - 6100 = 3180 m3/h

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-6** | Documents à consulter : **DP1**, **DP2** | Répondre sur **feuille de copie** |

En considérant un besoin estimé de 3000 m3/h pour le troisième parc, conclure sur la capacité du bâtiment Elliott d’assurer la production en air comprimé en toute sécurité.

2 pts

Le débit disponible pour le troisième parc étant de Qdisponible = 3180 m3/h, en tenant compte d’une sécurité de 20%, le bâtiment est tout à fait capable de répondre aux besoins d’un troisième parc.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.1-7** | Documents à consulter : **DT1**, **DT8** | Répondre sur **feuille de copie** |

Au début de l’année, la CEP a connu un incident sur l’un des compresseurs principaux du bâtiment Eliott, qui a été hors service suite à une panne mécanique nécessitant le changement de l’échangeur thermique.

Pour des questions financières et d’amélioration du rendement de la production, il a été décidé d’investir dans le compresseur INGERSOLL RAND C45.

En étudiant le tableau de sélection automatique des compresseurs, justifier l’utilisation à bas débit des compresseur Nirvana, puis justifier le choix du nouveau compresseur C45. Dans votre réponse, apporter un éclairage d’un point de vue maintenance.

2 pts

Un compresseur à vis est bien adapté aux variations de débit inhérent au démarrage des différentes attractions des parcs. Par contre quand la production se stabilise, les compresseurs centrifuges sont plus rentables d’un point de vue énergétique, ce qui conforte l’achat du compresseur C45.

|  |  |
| --- | --- |
| **2** | **Installation d’un nouveau compresseur** |
|  | Durée conseillée : 1 h 20 min |

*Le service maintenance à la charge de l’installation du nouveau compresseur C45 dans le local compresseur du bâtiment Eliott, suite à un incident en début d’année sur un échangeur thermique d’un des compresseurs. Pour ce type de manutention, la CEP est équipé d’un palan monté sur un rail et de plusieurs jeux d’élingues.*

*Pour des raisons de sécurité, vous devez dans un premier temps, vérifier que le palan électrique est capable de soulever la charge à vitesse lente et ensuite de sélectionner le jeu d’élingues le plus adapté à cette opération.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-1** | Documents à consulter : **DT4** | Répondre sur **DR1** |

A partir des informations de la plaque signalétique du moteur électrique du palan, calculer le couple nominal délivré par le moteur.

3 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Couple moteur | π . 71530π . N30Pu = C . ω avec ω = = ω =74,9 rad/sC = Pu / ω = 4000 / 74,9 = 53,4 N.m |
|  CMoteur = 53,4 N.m |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-2** | Documents à consulter : **DT4** | Répondre sur **DR1** |

Sachant que le réducteur admet un rapport de transmission de 57 et que son rendement est de η = 0,85, calculer le couple en sortie du réducteur, correspondant au couple du tambour du palan.

2 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Couple tambour | CMoteurCTambourr = 53,41/57soit CTambour = . 0,85 = 2587 Nm  |
|  CTambour = 2587 Nm  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-3** | Documents à consulter : **DT4** | Répondre sur **DR1** |

Calculer l’effort de levage ($\vec{F}$Levage) maxi délivré par le palan, sachant que le couple à la sortie du tambour correspond au produit de l’effort de levage par le rayon du tambour (rtambour).

2 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Effort de levage$\vec{F}$Levage | 25870,072CTambourrtambour $\vec{F}$Levage = = = 35930 N |
|  |$\vec{F}$Levage | =35930 N |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-4** |  | Répondre sur **DR1** |

La masse du compresseur centrifuge C45 est de 2318 Kg. Pour des questions de sécurité, on prévoit pour le levage un coefficient de 1,5 entre l’effort de levage ($\vec{F}$Levage) et l’effort ($\vec{P}$) résultant de la charge à soulever.

Indiquer si le palan électrique de la CEP est en mesure de soulever le nouveau compresseur en toute sécurité.

4 pts

|  |  |
| --- | --- |
| $\vec{F}$Levage  $\vec{P}$ |  |$\vec{P}$| =2318 . 9,81 = 22740 N avec le coefficient de sécurité cet effort passe à : 22740 . 1,5 = 34110 N |$\vec{F}$Levage | =35930 N  |
| ConclusionMalgré le coefficient de sécurité, l’effort de levage reste supérieur à la valeur de l’effort de la charge du compresseur. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-5** | Documents à consulter : **DT5**, **DR2** | Répondre sur **DR2** |

La manutention du compresseur s’effectuera avec le palan et une élingue à 4 brins. Le service de maintenance de la CEP dispose de trois élingues à 4 brins.

Une élingue de 16 mm de diamètre de longueur 1 m et deux élingues de 12 mm de diamètres avec des longueurs de 1,5 m et 2 m.

Compte tenu de la géométrie, en forme de pyramide de l’élingage du compresseur, déterminer l’angle d’ouverture pour les trois élingues du service de maintenance.

4,5 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Manutention | Longueur = S.A. |
| AH = AC / 2 et AC = √(AB² + BC²) = √(1500² + 1500²) = 2121,3 mmAH = 2121,3 / 2 ≈ 1060 mm 🡺 on peut déjà voir que la première élingue est trop petite.Angle ASH = sin-1 (Longueur de l’élingue / AH)Angle ASH = sin-1 (AH / Longueur de l’élingue) = sin-1 (1060 / 1500) = 44,96°Angle ASH = sin-1 (AH / Longueur de l’élingue) = sin-1 (1060 / 2000) = 32° |
| Angle d’ouverture = angle du triangle ASC |
| Elingue | 1 m | 1,5 m | 2 m |
| Angle d’ouverture |  | 2 x 45° = 90° | 2 x 32° ≈ 60° |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-6** | Documents à consulter : **DT5**, **DR2** | Répondre sur **feuille de copie** |

A partir du coefficient majorateur, obtenu à partir de l’angle d’ouverture, et de la charge maximale d’utilisation (**CMU**), choisir laquelle des trois élingues est la plus appropriée à soulever la charge du compresseur en toute sécurité.

4 pts

La question Q 4-5, permet d’éliminer l’élingue la plus petite.

D’après le DT7, la CMU des élingues est de 3150 Kg.

La masse du compresseur (2318 kg) est à corriger par le coefficient majorateur en fonction de l’angle de l’élingage.

∅ 12 mm, longueur 1,5 m : angle 90° soit 2318 . 1,42 ≈ 3292 Kg pour l’élingue

∅ 12 mm, longueur 2 m : angle 60° soit 2318 . 1,16 ≈ 2689 Kg pour l’élingue

Avec une résistance de 3150 Kg seule l’élingue de 2 m convient pour cette intervention.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-7** | Documents à consulter : **DT4** | Répondre sur **feuille de copie** |

Détermination de la vitesse de levage : Sachant que le réducteur admet un rapport de transmission de 57 et que son rendement est de η = 0,85, calculer la fréquence de rotation en sortie du réducteur, correspondant à Ntambour.

3 pts

Ntambour

NMoteur

r =

715

1/57

soit NTambour = . 0,85 = 10,66 tr/mn

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-8** |  | Répondre sur **feuille de copie** |

Indiquer les effets du réducteur sur les paramètres de vitesse et de couple.

1 pt

Un réducteur a pour effet d’augmenter le couple fourni par le moteur, mais en réduisant la vitesse.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.2-9** | Documents à consulter : **DT4** | Répondre sur **feuille de copie** |

Pour des questions de sécurité, on tient à contrôler, que la vitesse linéaire de levage ne dépasse pas 6 m/mn. Calculer la vitesse linéaire de levage. Conclure sur l’aptitude du palan à soulever la charge en toute sécurité.

4 pts

π . 10,66

30

Vlinéaire de levage = rTambour . ω = 0,072 . = 0,08 m/s

Vitesse maxi autorisé = 6 m/mn soit 6/60 = 0,1 m/s. la vitesse du palan de 0,08 m/s permet de soulever le compresseur en toute sécurité.

|  |  |
| --- | --- |
| **3** | **Modification des installations électriques** |
|  | Durée conseillée : 1 h 05 min |

*Après avoir installé le compresseur INGERSOLL RAND C45, il est nécessaire de vérifier que les installations sont compatibles avec ce changement de compresseur et de revoir les réglages de certains composants.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-1** | Documents à consulter : **DT1** | Répondre sur **DR3** |

L’installation électrique est prévue pour alimenter tous les équipements du local compresseur. Une prévision d’extension avait été prévue initialement.

Déterminer la puissance totale installée pour le local compresseur.

3 pts

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Puissance consommée (kW)** |  |  |  |
| Compresseurs | 223 |  |  |  |
| Sécheurs | 6 |  |  |  |
| Surpresseur | 21 |  | Total Pconsommée | 305 |
| Tour (TR13) | 50 |  | Extension prévue | 40 |
| Eclairage + PC | 5 |  | Total Puissance | 345 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-2** | Documents à consulter : **DR3** | Répondre sur **DR3** |

La protection électrique générale du local compresseur est réalisée avec un disjoncteur magnétothermique réglable de calibre 630 A. Déterminer le courant d’emploi IB (selon la norme NFC 15-100). [P = U.I.√3.cos ϕ].

3 pts

|  |  |
| --- | --- |
| **Puissance consommée (kW)** | 345000 W |
|  Alimentation | 400 V triphasé | Cos ϕ | 0,93 |
|  |
| Courant d’emploi IB |   345000  IB = = 535 A 400 x √3 x 0,93 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-3** | Documents à consulter : **DR1** | Répondre sur **feuille de copie** |

Avec l’ancien compresseur dont la puissance était inférieure au C45, le réglage du dispositif de protection était effectué à I0 = 520 A.

Indiquer, en fonction de la valeur du courant d’emploi IB, si ce réglage convient avec le nouveau compresseur C45. Sinon, proposer une nouvelle valeur de réglage (utiliser des plages de 10 A).

2 pts

Non le réglage ne convient plus car IB = 535 A et il faut que I0>IB.

On peut régler le disjoncteur à I0 = 540 A

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-4** |  | Répondre sur **feuille de copie** |

Le moteur du compresseur est protégé par un disjoncteur magnétothermique. Détailler son rôle en précisant les types de surintensités détectés par chacune des deux protections (magnétique et thermique).

2 pts

Un disjoncteur magnétothermique est un appareil de connexion électrique qui protège contre les surcharges (principe thermique) et les courts-circuits (principe magnétique).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-5** | Documents à consulter : **DT1** | Répondre sur **feuille de copie** |

Calculer le courant de ligne absorbée par le moteur du compresseur C45. Le facteur de puissance de ce compresseur est de 0,9 et il est alimenté par le réseau triphasé 400 V.

2 pts

37000

400 x √3 x 0,9

 I = = 59,34 A

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-6** | Documents à consulter : **DT1**, **DT4** | Répondre sur **feuille de copie** |

Le disjoncteur magnétothermique a comme référence GV7RS80. A partir du courant de ligne calculé précédemment, indiquer si sa plage de réglage lui permet de protéger le moteur du compresseur. Vérifier également s’il est adapté à la puissance du compresseur.

2 pts

Le disjoncteur magnétothermique GV7RS80 a une plage de réglage de 48 à 80 A. Il convient parfaitement pour protéger le moteur de ce compresseur, de même pour la puissance de 37 Kw.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-7** | Documents à consulter : **DR3** | Répondre sur **DR3** |

Il arrive que ce type de compresseur ait une surcharge de 5%, déterminer si le disjoncteur magnétothermique risque de se déclencher lors de ce type de surcharge. Tracer vos relevés en rouge sur la courbe de déclenchement.

3 pts



|  |
| --- |
| Temps de déclenchement |
| Pas de déclenchement !à froidà chaud |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-8** | Documents à consulter : **DT3** | Répondre sur **feuille de copie** |

Sur le schéma de la supervision de l’air comprimé au niveau du "départ réseau" se situent plusieurs informations : T = 24,9 °C, Q = 4315 m3/h.

Quels matériels appartenant à la chaîne d’information permettent de fournir à la supervision ces valeurs ?

Indiquer également la nature des signaux (TOR ou analogique) émis par ces matériels à l’unité de traitement de la partie commande.

3 pts

Pour la température, on peut utiliser une sonde de température de type PT100.

Pour le débit, on peut utiliser un débitmètre.

Pour ces informations de la fonction acquérir, il faut des capteurs analogiques.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.3-9** | Documents à consulter : **DT2**, **DT3** | Répondre sur **feuille de copie** |

L’image de la supervision nous fournit un visuel à un instant t. Indiquer les compresseurs en fonctionnement à cet instant, puis préciser la plage de débit en fonction du tableau de sélection automatique des compresseurs.

2 pts

Les compresseurs en fonctionnement sont le CA4, IRN1 et IRN2.

On se situe sur la plage entre 3600 et 5100 m3/h. ce qui correspond bien à la valeur de 4315 m3/h relevée en sortie.

|  |  |
| --- | --- |
| **4** | **Communication** |
|  | Durée conseillée : 45 min |

*Les données du local d’air comprimé sont exploitées sur une supervision. Elle sont d’abord prélevées sur la partie opérative puis transmise à un automate programmable TSX 37 10.*

*La CEP a créé un sous réseau en étoile, mettant en relation via un switch les équipements du local compresseur. Pour permettre la communication, ils utilisent un coupleur WEB ETZ associé à l'A.P.I. Vous devez configurer les différents adressages du nouveau compresseur.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-1** | Documents à consulter : **DT6** | Répondre sur **DR4** |

Déterminer l’adresse IP par défaut, à partir de l’adresse MAC du module ETZ.

3 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Adresse MACDu module ETZ |  **00 80 F4 02 D1 8E** |
| Adresse IP correspondante |  **085 . 016 . 209 . 142** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-2** | Documents à consulter : **DT6**, **DT7** | Répondre sur **DR4** |

Indiquer les caractéristiques du module TSX ETZ.

2,5 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Compatibilité avec un réseau en étoile |  OUI NON**X** |
| Tension d’alimentation | 24 VCC  |
| Gamme de vitesses de transmission | 10 / 100 Mbit/s |
| Longueur entre le hub et l’équipement terminal | 100 m maxi |
| Nombre max ide stations | 64 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-3** | Documents à consulter : **DT6** | Répondre sur **DR4** |

Afin de se connecter à l’ETZ, définir le masque de sous réseau. Il doit avoir une adresse IP compatible avec le réseau de la CEP : 255 . 255 . 255 . 240

2 pts

|  |  |
| --- | --- |
| Masque de sous réseau (décimal) | 255 . 255 . 255 . 240  |
| Masque de sous réseau (binaire) |  **11111111 11111111 11111111 11110000** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-4** | Documents à consulter : **DT6** | Répondre sur **feuille de copie** |

Déduire du masque de sous réseau (binaire) le nombre d’adresses possibles (hôtes). Montrer tous vos calculs.

2 pts

Les hôtes correspondent aux nombres de zéro. Il y a donc 24 = 16 adresses possibles.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-5** | Documents à consulter : **DT2**, **DT6** | Répondre sur **feuille de copie** |

Sachant que ni la première adresse IP (196.168.1.0), ni la dernière n’est utilisée, indiquer si il y a suffisamment d’hôtes pour accueillir toutes les machines du local compresseur inscrites dans le listing.

2 pts

Il y a 16 adresses possibles – 2 = 14 adresses disponibles, ce qui correspond parfaitement au listing proposé.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q.4-6** | Documents à consulter : **DT1**, **DT2**, **DT6** | Répondre sur **feuille de copie** |

Sachant que le compresseur CA1 est affectée sur l’adresse IP (196.168.1.8) et afin de tester sa communication, noter l’adresse IP du nouveau compresseur C45

2 pts

Le compresseur C45 correspond à la machine CA4 et dans le listing il est affecté à l’adresse 11. Son adresse IP sera : 196.168.1.11