**SUJET 1ère PARTIE**

**Démarche Qualité**

DURÉE CONSEILLÉE : 0h40

*L’entreprise* Vitréplast *est lancée depuis de nombreuses années dans une démarche qualité visant à réduire ses coûts énergétiques, ses coûts de production et la réduction de sa non-qualité.*

*Plusieurs outils de la qualité sont mis en place dans l’entreprise, le tout reposant sur la méthode du 5S. Sur ses équipements de production, Vitréplast utilise la TPM (Total Productive Maintenance) pour faire la traque aux pertes de production.*

*De nouveaux marchés décrochés par l’entreprise indiquent une montée en puissance de la production de bagues RFID.*

*L’entreprise possède depuis 3 ans, deux cellules de production PID. Le service de production a mis en place une surveillance afin de faire un bilan de leur TRS sur une année.*

*Ce bilan servira au responsable de production afin de faire un choix sur de nouveaux investissements.*

**1.1-Analyse de la production**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT1** | Réponses sur : **DR1** |

**Q1.1.1** Calculer sur le document DR1 sur les 3 derniers mois de l’analyse de production :

* Temps requis
* Temps brut de fonctionnement
* Production théorique
* Temps net de fonctionnement

**Q1.1.2** Calculer les différents taux :

* Taux brut de fonctionnement
* Taux net de fonctionnement
* Taux de qualité

**Q1.1.3** Calculer le Taux de Rendement Synthétique.

**Q1.1.4** Que pouvez-vous conclure sur la valeur du TRS, indiquez le ou les éléments le ou les plus pénalisant(s). Proposez des pistes d’amélioration

**SUJET 2ème PARTIE**

**Modification du système de préhension**

DURÉE CONSEILLÉE : 1h20

*Afin d’honorer une nouvelle commande, L’équipe de maintenance doit modifier le système de préhension situé au bout du robot de déchargement des bagues RFID. En effet, la cellule doit pouvoir produire des bagues RFID associées à une petite pancarte* ***(DT3).***

*Il est décidé dans un premier temps de substituer aux pinces expansibles, une ventouse pour saisir la pièce.*

*A travers cette étude, on souhaite valider la solution afin de vérifier que la ventouse associée à un venturi puisse résister aux déplacements du robot.*

**2.1-Analyse cinématique du robot**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT2** | Réponses sur : **DR2** |

**2.1.1** D’après le schéma cinématique donné dans le document **DT2** :

* Donner le nom de la liaison entre S1 et S0 ainsi que les degrés de liberté associés de la liaison.
* Donner le nom de la liaison entre S2 et S3 ainsi que les degrés de liberté associés de la liaison.

*Il est nécessaire pour notre étude de déterminer la vitesse de déplacement de la ventouse* par rapport au repère R0( )

*Le vecteur vitesse de rotation du solide S1 par rapport à R0  sera noté*

**2.1.2** Déterminer le vecteur vitesse de rotation du solide S2 par rapport à R0.

**2.1.3** Déterminer le vecteur en fonction de h1, h2, h3, l et r suivant les axes : ,

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT2** | Réponses sur : **COPIE** |

*Lors de la rotation des bras S1 et S2, le solide S3 reste fixe par rapport à S2. En effet, après avoir saisi le bloc « RFID + pancarte », le bras S3 remonte suivant puis S1 et S2 effectue leur mouvement.*

**2.1.4** Déterminer le vecteur vitesse du point G appartenant à S3 par rapport au repère R0( ) en fonction de , , l et r, lors des mouvements de rotation de S1 et S2 sous la forme :

..

*Le calcul du vecteur accélération exprimé suivant le repère : (0, , ) nous donne :*

*= 4.9*

**2.1.5** Déterminer la norme de ce vecteur accélération

**2.2-Caractérisation du système de préhension**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT3** | Réponses sur : **DR2 et DR3** |

*Le responsable de maintenance souhaite utiliser un système de ventouse standard utilisé dans l’entreprise.*

*Il en possède plusieurs modèles et plusieurs diamètres. Pour cette étude, il veut installer une ventouse COVAL VSAG de Ø 15mm en caoutchouc naturel.*

***On considère le système (badge + pancarte).***

***Indépendamment des résultats précédents, on considérera que l’accélération du point G sera portée par*** .

*Hypothèses :*

*Pour simplifier l’étude, on prendra une* ***accélération linéaire du système*** *de 6 m.s -².*

*Le badge RFID et la pancarte ont une masse m de 20 g située au point G.*

*L’accélération de pesanteur g= 9.81 m.s -²*

*Le coefficient d’adhérence entre la ventouse et le badge est de f = tan φ = 0.5*

*On se placera à la limite du glissement.*

En rédigeant le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au système (badge + pancarte), on obtient :

* : le poids du système (badge + pancarte).
* : la force de préhension de la ventouse.
* et : composantes Normale et Tangentielle de résultante des forces élémentaires de frottement de la ventouse sur la pièce.
* φ: angle du coefficient d’adhérence.

**2.2.1** Compléter le document réponse **DR2** en plaçant sur le schéma les données ci-dessous **(ne pas le faire à l’échelle)**:

* : le poids du badge et de la pancarte en vert.
* : la force de préhension de la ventouse en rouge.
* et : composantes Normale et Tangentielle de résultante des forces élémentaires de frottement de la ventouse sur la pièce en bleu.
* φ: angle du coefficient d’adhérence

**2.2.2** Exprimer le Principe Fondamental de la Dynamique appliqué au système isolé (badge + pancarte).

**2.2.3** En déduire l’expression de la résultante dynamique suivant .

**2.2.4** En déduire l’expression de la résultante dynamique suivant .

**2.2.5** Déterminer l’expression de en fonction de m, g, f, .

**Les questions suivantes peuvent être traitées indépendamment des questions précédentes**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT3 guide du vide FESTO** | Réponses sur : **COPIE** |

**2.2.6** Calculer la valeur de .

**2.2.7** Calculer la dépression nécessaire pour saisir la pièce.

**2.3-Modification des circuits pneumatiques**

*Bien que la solution soit validée, il est décidé pour assurer la sûreté de fonctionnement, d’associer le système de préhension par pinces aux ventouses. Ainsi chaque (badge + pancarte) est saisi par des pinces et par une ventouse.*

*La préhension se fera* ***toujours 4 par 4****.*

*La solution mise en place se trouve sur le* ***DT4- DT7***

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT4, DT5** | Réponses sur : **DR3** |

**2.3.1** Indiquer tous les numéros des composants permettant l’aspiration de la pièce, de **P1** du **DT4** jusqu’à la **ventouse** du **DT5**.

*L’entreprise s’étant lancée dans une traque aux gaspillages d’énergie, Le responsable maintenance lance une campagne de changement de matériels.*

*Il choisit d’installer des « mini-pompes à vide » LEMAX qui par leur principe de fonctionnement, promettent de fortes économies d’énergie*

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT5, DT6, DT7** | Réponses sur : **DR3** |

**2.3.2** Indiquer les numéros des composants remplacés par ce système.

**2.3.3** Donner la référence complète pour composer l’îlot de pilotage des ventouses.

**SUJET 3ème PARTIE**

**Modification de l’installation hydraulique**

DURÉE CONSEILLÉE : 40 min

*Le conducteur de la ligne de production signale au service maintenance un fonctionnement inhabituel sur le cycle d’injection de la presse* ***(DT8)****. La vitesse du ponton est plus lente, les mouvements sont irréguliers.* *Les vérins assurant les mouvements du ponton sont référencés 2.9 et 2.10 sur le document* ***DR5.***

**3.1-Analyse du système**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT8** | Réponses sur : **DR5 et sur COPIE** |

**Q3.1.1** Sur le document **DR5** repasser en ROUGE le circuit permettant d’alimenter les vérins *2.9 et 2.10* afin qu’ils puissent reculer.

**Q3.1.2** Sur le document **DR5** repasser en VERT le circuit permettant d’évacuer l’huile des vérins *2.9 et 2.10* afin qu’ils puissent reculer.

**Q3.1.3** Sur **copie**, nommer les éléments de la chaine hydraulique alimentant les vérins *2.9 et 2.10*. Du réservoir au vérin.

*Le service maintenance profite d’une campagne de maintenance préventive pour contrôler les différents composants. Aucune fuite n’est constatée, les composants vérifiés sont en bon état et ne nécessitent pas leur changement.*

*Une analyse d’huile a été effectuée par le fournisseur d’huile. Cette analyse relève une dégradation importante du fluide qui nécessite une vidange complète du système.*

*Le constructeur préconise en fonctionnement normal, c'est-à-dire sous une température maximum de 45°C, un programme de vidange tous les 8 ans.*

*Suite aux opérations de maintenance, il est demandé au conducteur de ligne d’effectuer un relevé de températures régulier au cours du fonctionnement du système. Il apparait des pointes de températures de 55°C jusqu’à 60°C.*

**Q3.1.4** Sur **copie**, quelles incidences ont ces élévations de température sur le fonctionnement de l’installation ? Justifier votre réponse.

**Q3.1.5** Sur le document **DR5** encadrer l’élément assurant le refroidissement de l’huile actuellement.

**3.2-Amélioration du système hydraulique**

*Pour palier le souci d’élévation de température, Il a été décidé d’installer un échangeur thermique huile/eau associé à une pompe hydraulique et à un filtre à huile.*

*Cette pompe tournera en permanence afin d’aspirer l’huile du réservoir, vers l’échangeur afin d’assurer le refroidissement du fluide.*

*On étudie uniquement la partie des circuits d’huile du système de refroidissement.*

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT8, DT9** | Réponses sur : **DR4, DR5** |

**Q3.2.1** Sur le document **DR5,** compléter le circuit hydraulique afin de répondre aux exigences précédentes.

*Données techniques :*

*Le volume d’huile dans le réservoir est de 120 litres et le débit moyen de la presse est de 28 l.min -1.*

*On souhaite abaisser la température de l’huile de 15°C.*

*L’huile hydraulique utilisée est de l’huile ISO VG46 DIN 51519.*

**Q3.2.2** Calculer la puissance moyenne à dissiper sous forme de chaleur dans l’échangeur pour un abaissement de température de 15°C de l’huile.

**Q3.2.3** D’après le document **DT9**, déterminer les facteurs de correction de température et de viscosité.

**Q3.2.4** Calculer la puissance moyenne corrigée par les deux facteurs précédents.

**Q3.2.5** Choisir l’échangeur adapté pour un débit d’eau circulant dans l’échangeur de 15 l.min -1.

**Q3.2.6** Déterminer le débit d’huile circulant dans l’échangeur.

*Afin d’avoir l’installation la plus simple, le service maintenance choisit d’associer un moteur asynchrone à cette future pompe.*

*Fréquence de rotation du moteur 1500 tr.min-1.*

**Q3.2.7** Calculer la cylindrée de la pompe.

**Q3.2.8** Choisir la référence de la pompe.

**SUJET 4èmePARTIE**

**Réduction des coûts énergétiques électriques**

DURÉE CONSEILLÉE : 1h20

*Suite à une étude de production, il a été décidé d’investir sur deux nouvelles cellules qui viendront s’ajouter aux cellules de production existantes.*

*Les nouvelles cellules acquises sont issues d’un millésime plus récent. Néanmoins, La* ***zone traitement (DP2)*** *est rigoureusement identique pour les 2 millésimes. La* ***zone de Moulage (DP2)****, plus particulièrement les presses à injecter, sont de technologies différentes.*

*Les presses les plus anciennes sont des presses hydrauliques classiques.*

*Les presses récentes sont dites hybrides, en associant d’une part l’énergie hydraulique et l’énergie électrique et d’autre part en gérant économiquement l’énergie de la pompe principale. Le but de cette nouvelle installation est de réduire la consommation de 3 kW.*

*Devant les performances du système hybride, le responsable étudie l’opportunité d’un changement de moteur de la pompe principale sur une des presses existantes afin de réduire la consommation électrique.*

*Les objectifs de l’étude à mener sont :*

* *Etudier le remplacement du moteur actuel de la presse hydraulique par un moteur IE3 à très haut rendement.*
* *Améliorer le facteur de puissance de l’installation afin de réduire les coûts d’utilisation du système.*
* *Compléter les schémas et choisir les différents paramètres de l’installation moteur et variateur.*

*Données techniques:*

* *Puissance moteur pour groupe hydraulique principal : 22kW Norme IE1, vitesse 1500 tr.min -1, alimenté sous 400 V, 50 Hz.*
* *Fonctionnement de la presse 2\*8 h, 7/7 jours, 350 jours/an.*
* *Cout de l’énergie active 0.08 €.kWh-1 et l’énergie réactive en dépassement 0.07 €.kvarh-1.*
* *Tarification A5 : l’énergie réactive en dépassement ne peut être facturée uniquement pendant les 5 mois d’hiver et 8 h/jour.*

*Un analyseur de réseau est connecté sur l’installation afin d’y réaliser des relevés.*

**4.1-Gain énergétique par le remplacement du moteur**

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT10, DT11** | Réponses sur : **DR6** |

**Q4.1.1** Le document **DT10** correspond au relevé d’énergie active pendant le fonctionnement de la presse. En déduire la puissance active moyenne.

**Q4.1.2** Calculer le coût annuel de consommation d’énergie active sur l’installation actuelle.

**Q4.1.3** D’après le document **DT10**, donner le rendement minimum d’un moteur IE1 selon l’installation de l’entreprise.

**Q4.1.4** Calculer la puissance utile moyenne développée par le moteur, d’après la puissance active moyenne.

**Q4.1.5** D’après le document **DT11**, donner le rendement d’un moteur IE3 selon l’installation de l’entreprise pour un facteur de charge de 100%.

**Q4.1.6** Pour une puissance utile identique déterminer à Q4.1.4, calculer la puissance active d’un moteur IE3.

**Q4.1.7** Calculer le coût annuel de consommation d’énergie active avec un moteur IE3.

**Q4.1.8** Calculer le retour d’investissement avec un moteur IE3 pour un coût d’achat et d’installation de 2500 €.

*Les résultats précédents étant en deçà des attentes du responsable maintenance, une nouvelle proposition est faite en réunion de service.*

**4.2-Amélioration du facteur de puissance**

*A travers cette étude, le responsable maintenance souhaite réduire la facture d’énergie réactive en utilisant une méthode simplifiée de compensation d’énergie réactive.*

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT11 et DT12** | Réponses sur : **DR7** |

**Q4.2.1** A partir du relevé du Facteur de Déplacement (DPF) ou cos φ, en déduire le facteur de déplacement moyen mesuré.

**Indépendamment des résultats précédents, vous utiliserez les valeur Pa moy= 15 kW ; cos φ = 0.7 .**

**Q4.2.2** Compléter sur **DR6** le triangle de puissance en plaçant :

* La puissance active P
* La puissance réactive Q
* La puissance apparente S

**Q4.2.3** Déterminer la puissance de la batterie de condensateur à installer pour obtenir un cos φ = 0.93.

**Q4.2.4** Déterminer le coût de l’énergie réactive consommée en dépassement, suivant la tarification A5, soit pendant les 5 mois d’hiver, pendant 8 heures par jour et avec 30 jours par mois.

**Q4.2.5** Le prix d’une batterie de condensateurs de 9 kvar avec disjoncteur intégré et installation est de 940 €. Déterminer le temps d’amortissement en utilisant cette méthode. A exprimer en mois.

*Le responsable maintenance se pose la question sur l’intérêt d’une compensation globale de toute son installation électrique ou sur des compensations individuelles de systèmes.*

**Q4.2.6** Indiquer un intérêt et un inconvénient de la compensation individuelle.

**4.3-Mise en place d’un moteur synchrone et de son variateur**

*Les différents débits nécessaires sur la presse sont obtenus par l’intermédiaire d’une servo-valve hydraulique asservie par l’automate de la presse. Le moteur fonctionne en permanence pour alimenter la pompe.*

*Le schéma du moteur actuel se trouve sur le* ***DT13.***

*Un prestataire de service propose de remplacer le moteur actuel par un moteur synchrone* ***(ref 1500 LSHRM ; 35 kW)*** *associé à un variateur Powerdrive* ***FX 50T.***

|  |  |
| --- | --- |
| Documents à consulter : **DT13 à DT19** | Réponses sur : **DR7, DR8 et DR9** |

**Q4.3.1** A partir de **DT14** relevé de puissance instantanée, que peut-on dire de la charge actuelle du moteur ?

**Q4.3.2** Quelle est la puissance du moteur que Le variateur Powerdrive FX50T permet de piloter? Quel est le courant de sortie permanent ?

**Q4.3.3** Quel type de surcharge peut subir le variateur ? Indiquer sa valeur.

**Q4.3.4** Le prestataire de service propose un moteur de **35 kW** alors que la puissance de pointe vue sur **DT14** est de 47 kW. Justifier ce choix.

**Q4.3.5** A quelle valeur devra-t-on régler le disjoncteur moteur ?

**Q4.3.6** Sur le document **DR9**, compléter le schéma de puissance par rapport à l’ancien schéma ?

**Q4.3.7** Sur le document **DR9**, placer l’ordre de marche du variateur issu du contacteur K000 et préciser quel paramètre devra être réglé.

**Q4.3.8** Justifier le câblage des bornes 1COMRL1 et 2RL1.

**Q4.3.9** Compléter le schéma **DR9**, on utilisera la sortie 4/20 mA de l’automate de la presse qui pilotait la servo-valve hydraulique pour piloter le variateur de vitesse.

**Q4.3.10** Préciser le rôle des bornes STO-1 et STO-2.

*Le prestataire de service, après une simulation en fonction du comportement de la machine, nous indique que la consommation sera de 38315 kW/an, le cout d’investissement sera de 15000 € et les subventions de 2500 €.*

**Q4.3.11**.Cet investissement est-il intéressant ? Justifier la réponse.