**ACTIVITE 1 : COMPRENDRE LE CYCLE DE FONCTIONNEMENT DU BROYEUR ET SES ALEAS**

Travail 1/5

Objectif : Une visite de maintenance préventive dans une entreprise cliente a mis en évidence un échauffement inapproprié du moteur dans le cas de broyage de catalogue en papiers.

Cette élévation de température récurrente risque d'impacter la durée de vie du moteur.

Vous devez remédier à ce dysfonctionnement en proposant des solutions techniques.

Après avoir lu la mise en situation :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1 :** | **Lister** au moins un avantage du broyage des déchets industriels banals. |
| DT1  Feuille de copie |

Après avoir **lu** la description du fonctionnement et **décodé** le schéma électrique ,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2 :** | **Compléter** les cadres du chronogramme du couple par les numéros correspondant aux temps de fonctionnement donnés lors d’un cycle de  broyage - débourrage du broyeur. |
| DT1  DR1 / DR2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3 :** | **Compléter** le chronogramme des contacteurs KM1, KM2 et KM3 associés au broyage, au débourrage et au tapis d’évacuation des broyats par leur état électrique en fonction du temps. |
| DT1  DR1 / DR2 |

Lors d’un bourrage, le couple moteur atteint la valeur du couple maximal Cmax , le moteur absorbe alors son courant maximal Imax qui s’élève à 6 fois l'intensité nominale In.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4 :** | **Argumenter** sur les effets d’une surcharge prolongée sur le moteur. |
| Feuille de copie |

Dans cette hypothèse,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5 :** | **Identifier** le dispositif assurant le déclenchement en l'entourant **distinctement** en rouge.  **Rappeler** son nom complet puis **préciser** le nom du déclencheur qui assure la détection de la surcharge**.** |
| DR1  Feuille de copie |

A l'aide de la plaque signalétique du moteur :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6 :** | **Calculer** l'intensité nominale In du moteur puis **calculer** l'intensité maximale Imax . |
| Feuille de copie  DR1 |  |

Le dispositif de protection est réglé à la valeur du courant nominal du moteur.

A l'aide de la courbe de déclenchement du disjoncteur,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 7 :** | **Relever** le temps de déclenchement consécutif au bourrage du broyeur pour un  fonctionnement à chaud. |
| DT3  Feuille de copie |

Ce temps de déclenchement est jugé trop long.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 8 :** | **Citer** au moins deux grandeurs physiques permettant la détection d’un bourrage, puispour chacune d’entre elles**, proposer** une solution technologique associée. |
| Feuille de copie |

**ACTIVITE 2 : METTRE EN CONFORMITE LE BROYEUR : SOLUTION 1**

Travail 2/5

Travail 2/5

Le groupe ECP doit mettre en conformité ses broyeurs avec la norme IEC 60034 relative aux moteurs asynchrones.

Cette norme impose de réduire la consommation d‘énergie des moteurs asynchrones.

Objectif : Choisir le matériel permettant cette mise en conformité.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 9 :** | **Citer** la classe de rendement du moteur actuel puis  **vérifier** si son utilisation pour les broyeurs est conforme avec cette directive européenne.  **Argumenter** votre réponse. |
| DR1, DT3  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 10 :** | **Citer** les solutions permettant la mise en conformité de ces broyeurs. |
| DT3  Feuille de copie |

Connaissant la vitesse de rotation des couteaux et en vous aidant du schéma cinématique,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 11 :** | **Calculer** la fréquence de rotation du moteur. |
| DT2, DT4  Feuille de copie |

A l'aide de la documentation sur les moteurs et des critères définis précédemment ,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 12 :** | **Choisir** le nouveau moteur assurant la mise en conformité en complétant sa référence. |
| DT4, DR2 |

**ACTIVITE 3 : SURVEILLER LES BOURRAGES PAR LA MISE EN PLACE D’UN CAPTEUR**

Afin d’automatiser la procédure de débourrage, le bureau d’étude de l’entreprise ECP préconise l’installation d’un relais de surveillance de l’intensité, type DIB71 de chez Carlo Gavazzi.

Ce relais mesure la valeur efficace vraie du courant, soit par mesure via un shunt intégré soit par un transformateur de courant. Le relais sera alimenté par le circuit de commande du broyeur.

|  |  |
| --- | --- |
| L’objectif de cette activité est : | * de choisir le capteur de courant, * de choisir le relais de surveillance adapté à notre application, * de prévoir l’implantation du relais sur le schéma de câblage. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 13 :** | **Reconnaître** le schéma de principe des capteurs de courant correspondant à la bonne définition en reportant son repère (1, 2 , 3 ou 4). |
| DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| Repère | **Définitions des capteurs de courant** |
| 1 | Le transformateur de courant : Deux bobines montées sur un circuit magnétique |
| 2 | Le « shunt » : conducteur de faible résistance |
| 3 | Le transformateur de courant à barre ou à câble : le primaire n’est pas bobiné |
| 4 | Le capteur à effet Hall : il capte le champ magnétique B créé par le courant I et produit alors une tension de Hall VH image de ce dernier. |

A la lecture de la documentation constructeur du relais de surveillance,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 14 :** | **Identifier** la valeur maximale du courant qui traversera le shunt associé au  relais de surveillance. |
| DT5  Feuille de copie |

Travail 3/5

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 15 :** | **Proposer** une solution permettant de mesurer le courant de démarrage  du moteur de 85A. |
| DT5 DT6  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 16 :** | **Choisir** la référence du composant à associer au relais permettant la mesure du courant maximal absorbé par le moteur du broyeur. |
| DT6, DR3 |

En vous assurant de la compatibilité du relais avec le schéma de commande ,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 17 :** | **Choisir** le relais de surveillance en citant sa référence. |
| DT5, DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 18 :** | **Sélectionner** la position des trois premiers « switch » ( ON ou OFF ), répondant à la configuration souhaitée. Le relais devra être normalement désexcité. |
| DT6, DR3 |

En cas d’arrêt du moteur du broyeur, le tapis d’évacuation fonctionne encore pendant 3 secondes. En cas de bourrage, le voyant H2 informe l’opérateur de cet état.

Le circuit est équilibré, on contrôlera une seule phase du moteur.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 19 :** | **Dessiner** le ou les contact(s) associé(s) du relais de surveillance dans le cadre 1  **puis** le capteur de courant dans le cadre 2, dont le symbole graphique est donné  ci-dessous. |
| DT5, DR1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 20 :** | **Identifier** la gamme de réglage de la temporisation d’alarme.  **Rappeler** le temps de déclenchement du dispositif de protection lors d’un bourrage, puis **estimer** une valeur cohérente de la temporisation sur le temps d’alarme. |
| DT6  Feuille de copie |

**ACTIVITE 4 : METTRE EN CONFORMITE LE BROYEUR : SOLUTION 2**

Depuis le mois de janvier 2015, la directive européenne propose une solution alternative pour améliorer l’efficacité énergétique des équipements industriels.

La société ECP désire écouler les stocks de moteurs IE2. Afin de se conformer à cette directive, le bureau d’étude décide d’équiper certain broyeur d’un variateur de vitesse.

En vous aidant de la documentation,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 21 :** | **Choisir** le modèle de variateur à installer. |
| DT7:  Feuille de copie |

Ce variateur n’étant pas parfait, il dégrade la qualité de l’énergie au niveau de l’installation électrique dont il dépend, mais il perturbe aussi les usagers de ce réseau. Vous allez vérifier la possibilité de le certifier conforme à la directive NF EN61000-3 concernant la qualité de l’énergie.

Travail 4/5

Les allures des courants en amont et en aval de cet équipement ont été relevées et sont reportées dans les documents réponses.

A l’aide des représentations temporelles et harmoniques des courants,

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 22 :** | **Identifier** les allures des courants aval **Im** et amont **Ia** en reportant clairement leur repère sur les représentations temporelle **et** harmonique correspondantes. |
| DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 23 :** | **Calculer** la fréquence de synchronisme du moteur au moment du relevé.  Vous choisirez un nombre de paires de pôles égal à 1 **ou** à 2. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 24 :** | **Calculer** la valeur efficace du courant amont Ia du variateur. |
| DT7  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 25 :** | **Calculer** la valeur efficace du courant aval Im du variateur. |
| DT7  Feuille de copie |

Les préconisations de la norme NF EN 61000-3 préconise un taux maximum global de distorsion harmonique en courant de 10%, soit pour l’harmonique de rang 5 un taux de 5%.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 26 :** | **Vérifier** si le broyeur peut être certifié conforme à la norme NF EN 61000-3.  Vous estimerez graphiquement le taux de distorsion harmonique de  l’harmonique de rang 5.  **Argumenter** votre réponse. |
| Feuille de copie  DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 27 :** | **Classer** les avantages et les inconvénients listés dans le document technique en comparant la solution 1 à la solution 2. |
| DT7, DR4 |

**ACTIVITE 5 : CHOISIR LA SOLUTION LA PLUS DURABLE**

Travail 5/5

Le chef de projet responsable de la conception du nouveau broyeur vous demande de rédiger une note permettant le choix de la solution de mise en conformité.

Objectif : Dans le cadre de la réduction de la consommation d’énergie des moteurs, on vous demande une étude énergétique sur les 10 années à venir.

Le temps de fonctionnement du moteur du broyeur est en moyenne de 1200 h par **an**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 28 :** | **Lister** les 3 améliorations d’ordre mécanique permettant l’amélioration du rendement des moteurs asynchrones triphasés. |
| DT8  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 29 :** | **Relever** le rendement du moteur de la solution 1 lors d’un fonctionnement  « à vide ». |
| DT1 , DT8  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 30 :** | **Calculer** le coût de la consommation énergétique annuelle du moteur de la solution 1. |
| DR4, DT7  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 31 :** | **Argumenter** sur la solution la plus durable en termes de consommation d’énergie.  Vous calculerez la différence de consommation des deux solutions. |
| .DR4  Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 32 :** | **Argumenter** sur la solution la plus durable en prenant en compte l’achat des équipements et la consommation d’énergie sur les 10 années à venir.  Le cout du kWh sera fixé à 0,08 € HT . |
| DT8  Feuille de copie |