

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

**Analyse et conception des solutions possibles
de la gestion et/ou de la distribution
d'énergie électrique d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-2)**

Durée : 3 heures

Coefficient : 2,5

Questionnaire

Ce dossier contient les documents Q 1/6 à Q 6/6

Barème sur 50 points

Etude 1	Barème sur 17 pts	Etude 2	Barème sur 22 pts	Etude 3	Barème sur 11 pts
----------------	------------------------------	----------------	------------------------------	----------------	------------------------------

RESTRUCTURATION DE L'ATELIER KIRI DE LA FROMAGERIE BEL

Les études 1 à 3 sont indépendantes

ETUDE 1 : Contrôle de la ligne d'alimentation et de la protection des personnes.

La restructuration de l'atelier KIRI oblige à des modifications de la distribution de l'énergie électrique. Les responsables du service de maintenance souhaitent optimiser ces changements en conservant le maximum de matériel existant.

La ligne de production du KIRI dans laquelle s'intègre la ligne de conditionnement prendra place dans un ancien secteur de l'atelier inoccupé actuellement.

L'installation est alimentée à partir d'un transformateur HTA / BTA privé 630 kVA, 20 kV / 410V triphasé.

La ligne de conditionnement KIRI sera alimentée par l'intermédiaire d'un câble C5 de longueur 85 mètres muni de trois conducteurs et d'un conducteur PE séparé.

Le schéma partiel de la distribution en énergie électrique de l'atelier KIRI est donné sur le document DT1. Le câble C5 est un câble multiconducteurs (4 x 10 mm²), âme en cuivre, isolant PVC. Il est installé en caniveau avec trois autres circuits et la température ambiante ne dépasse pas 30°C.

1.1 Contrôle de la protection des personnes contre les défauts d'isolement.

Documents du dossier technique à consulter : DT1, DT5, DT10 Répondre sur feuille de copie.

Le schéma des liaisons à la terre utilisé est le type TNC depuis le transformateur jusqu'aux armoires électriques, puis de type TNS depuis les armoires électriques jusqu'aux récepteurs.

Q1-1 Donner les significations des termes TNC et TNS.

Q1-2 Préciser quels types d'appareils interviennent dans la protection contre les contacts indirects dans ce schéma des liaisons à la terre (TN). **Justifier** cette réponse.

Q1-3 Quelles sont les **conditions** que doivent respecter les dispositifs de protection permettant d'assurer la protection des personnes et des matériels ?

Q1-4 Vérifier que la protection des personnes est assurée contre les défauts d'isollements en calculant la longueur maximale du câble C5 (contacts indirects), si non **proposer** des solutions pour qu'elle le soit.

1.2 Contrôle de la ligne d'alimentation.

Documents du dossier technique à consulter : **DT1, DT5 à DT10**
Répondre sur feuille de copie et sur le document réponse **DR1/4 (Question Q1-5)**.

Le raccordement de la ligne de conditionnement KIRI à une installation électrique existante nécessite un contrôle :

- du calibre des protections de la ligne
- de la section des conducteurs

Pour le calcul du courant assigné, on prendra en compte uniquement les récepteurs (ci-dessous) de la ligne de conditionnement KIRI (machine MBK):

Moteur tapis entrée MBK de 0,55 kW
Moteur tapis arrivée boîtes vides de 0,55 kW
Moteur tapis aménagement des portions KIRI de 0,37 kW
Moteur tapis de sortie de 0,55 kW
Moteur tapis d'évacuation de 0,37 kW (**x 2**)
Moteur introduction poussoir de 1,5 kW
Moteur tapis de transfert de 0,75 kW
Moteur chaîne d'évacuation de 0,37 kW
Résistances de chauffe pour les encolleurs Nordson de 1 kW (**x 3**)

Les facteurs d'utilisation **$k_u = 0,8$ pour les moteurs et $k_u = 1$ pour les résistances de chauffe.**
Le facteur de simultanéité **$k_s = 1$ en aval du disjoncteur Q114.**

Q1-5 Calculer la puissance d'utilisation (kVA) de 1^{er} niveau (les puissances des différents récepteurs qui composent cette ligne sont données ci-dessus) à l'aide des documents DT5/15 et DT6/15, (voir DR 1/4).

Nota : Dans la colonne "Puissance absorbée en kVA", il s'agit de la puissance apparente en kVA (Voir DT5).

Q1-6 Calculer le courant d'emploi IB qui circulera dans le câble C5 après l'installation de la ligne de conditionnement KIRI.

Q1-7 Vérifier la valeur du courant assigné IN correspondant au calibre du disjoncteur Q114 et **donner** si besoin un moyen d'adapter cette protection.
Il est constitué d'un disjoncteur compact NS100N et d'un déclencheur magnétothermique TM40D (Ir = 40 A, Im = 500 A).

Q1-8 Vérifier la section du câble C5 et **donner** si besoin sa nouvelle valeur.
Important : Pour cette vérification, utiliser le calibre du disjoncteur précédent (In = 40 A). Les différentes étapes pour cette vérification sont la détermination :

- Du calibre du disjoncteur
- De la lettre de sélection
- Du coefficient K
- Du courant admissible dans le câble
- De la section des conducteurs

ETUDE 2 : Etude de la motorisation du tapis d'aménagement des portions de KIRI.

La restructuration de l'atelier KIRI oblige à des modifications mécaniques du tapis d'aménagement qui est situé entre la couleuse de KIRI et la ligne de conditionnement. Les responsables du service maintenance souhaitent optimiser ces changements en conservant le maximum de matériel existant.

Ce tapis d'aménagement, situé juste après la couleuse de KIRI, était constitué de plusieurs tapis disposés les uns derrière les autres et d'une longueur totale de 100 mètres.

Suite à la restructuration de l'atelier KIRI, la distance entre les deux machines n'est plus que de 20 mètres.

Pour des raisons de réduction des coûts, il a été décidé de conserver un des moto-réducteurs 2000 existants et de remplacer les tapis par un seul dont la longueur totale est de 20 mètres et la vitesse linéaire d'environ $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$.

Les études mécaniques ont permis de définir les caractéristiques suivantes :

- Couple résistant maxi ramené au tambour d'entraînement : $C_{rmt} = 350 \text{ N}\cdot\text{m}$
- Vitesse linéaire du tapis : $\approx 10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$
- Diamètre du tambour d'entraînement : $0,180 \text{ m}$

Les caractéristiques techniques du moto-réducteur sont les suivantes :

- Moto-réducteur de type compabloc 2000
- Fixation à bride, position verticale, arbre moteur vers le haut, montage de "type intégré".
- Référence complète : **Cb 2203 BS V3 80 MI 4P, LS71L, 0,37 kW**
- Rendement du réducteur type compabloc : **95%**.

2.1 Contrôle de l'association moto-réducteur, tapis d'aménagement.

Documents du dossier technique à consulter : DT2 à DT4, DT11 à DT12 Répondre sur feuille de copie.
--

Dans cette étude, on demande de contrôler si cette association entre le moto-réducteur existant et le nouveau tapis d'aménagement est possible. Dans un premier temps, choisir le moto-réducteur qui conviendrait (Q2-1 → Q2-5)

Q2-1 Calculer la fréquence de rotation N_{sr} en sortie de réducteur en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$, en **déduire** un rapport de réduction r (noté indice de réduction "r" dans le DT12).

Q2-2 Calculer la fréquence de rotation N_{sm} en sortie du moteur en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ (entrée réducteur) pour une vitesse linéaire du tapis de $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$

Q2-3 Calculer le couple nécessaire C_{sm} sur l'arbre de sortie du moteur en $\text{N}\cdot\text{m}$ (entrée réducteur).

Q2-4 Calculer la puissance utile du moteur en kW .

Q2-5 Donner la référence complète du moto-réducteur (forme de fixation → **BS** et position de montage → **V3**). **Justifier** cette réponse.

Q2-6 Comparer la référence du moto-réducteur déterminé précédemment à celle du moto-réducteur existant. **Conclure** sur l'adéquation moto-réducteur, tapis d'aménagement.

2.2 Mise en œuvre de la nouvelle motorisation

Documents du dossier technique à consulter : **DT2 à DT4, DT11 à DT14**

Répondre sur feuille de copie et sur le document réponse **DR2/4 (Question Q2-10)** et sur le document réponse **DR3/4 (Question Q2-11)**.

Suite aux différents calculs effectués par le service de maintenance, la solution suivante a été retenue pour la motorisation :

- Moto-réducteur Compabloc équipé d'un moteur asynchrone triphasé : **Référence LS80L et de puissance 0,75 kW.**

Le service de maintenance désire mettre en place un variateur électronique en lieu et place du démarrage actuel. En effet, la vitesse de défilement du tapis d'aménagement n'est pas asservie au nombre de portions de KIRI produites en amont, le tapis fonctionne en permanence à pleine vitesse ($\approx 10 \text{ m.min}^{-1}$).

Cette nouvelle fonctionnalité sur le tapis devrait permettre de réguler l'arrivée du KIRI sur la conditionneuse MBK et de réduire les temps d'arrêts machines (problèmes d'asservissements entre la production du KIRI et son conditionnement en barquettes).

On demande dans cette étude de procéder au choix des différents constituants et d'élaborer les différents schémas permettant l'implantation du variateur dans l'équipement existant.

L'alimentation du circuit de commande s'effectuera à partir du transformateur T10 (voir DT4).

La mise sous tension sera signalée par un voyant H1.

La mise en énergie du variateur de vitesse équipant le moto-réducteur de tapis, se fera par l'intermédiaire d'un bouton de mise sous tension S5.

Les conditions de mise hors énergie seront assurées par :

- Un bouton poussoir d'arrêt normal S4
- Un bouton poussoir d'arrêt d'urgence à clé S1 situé en amont du tapis
- Un bouton poussoir d'arrêt d'urgence à clé S2 situé en aval du tapis
- Un bouton poussoir d'arrêt d'urgence à clé S3 situé sur le tapis
- Le déclenchement du relais de défaut ALTIVAR (R1A - R1C)

La signalisation du défaut ALTIVAR (R1B - R1C) par un voyant H2.

La commande du tapis dans le sens avant sera issue de la sortie logique (**%Q1,0**) de l'automate programmable.

La consigne de vitesse sera élaborée par la combinaison des deux sorties logiques (**%Q1,1** et **%Q1,2**) de l'automate programmable. Ces informations seront connectées aux entrées configurables du variateur de vitesse.

➤ Réglage du variateur

- sens de marche (LI1, LI2), commande 2 fils
- 4 vitesses présélectionnées (LI3, LI4) : 5 Hz, 20 Hz, 35 Hz, 50 Hz
- All consigne vitesse 0 + 10 V
- LI1 : sens avant, LI2 : sens arrière
- vitesse 1 = consigne sur All (LI3 = 0, LI4 = 0),
- vitesse 2 = SP2 (LI3 = 1, LI4 = 0),
- vitesse 3 = SP3 (LI3 = 0, LI4 = 1),
- vitesse 4 = HSP (LI3 = 1, LI4 = 1).

Q2-7 Donner la référence du variateur de vitesse approprié à la motorisation choisie. **Préciser** les critères de choix retenus.

Q2-8 Choisir le contacteur de ligne du variateur KM205 et le disjoncteur moteur Q205. **Préciser** les critères de choix retenus (voir DR2/4).

Q2-9 Le circuit de puissance du moteur **nécessite-t-il** la présence d'une protection thermique. **Justifier** cette réponse.

Q2-10 Compléter le schéma de puissance du moto-réducteur de tapis (voir DR2/4).

Q2-11 Compléter le schéma de commande du moto-réducteur de tapis (voir DR3/4).

ETUDE 3 : ETUDE DES RESISTANCES DE CHAUFFE DES ENCOLLEURS.

Les encolleurs NORDSON sont utilisés pour faire fondre et pour pomper des matières thermofusibles. Cette matière servira au collage de la barquette, du fourreau et au verrouillage de la boîte. Le chauffage des matières thermofusibles est obtenu par 3 résistances chauffantes par encollleur, la puissance nominale de chaque encollleur est de 1 kW (voir DT3 et DT4).

Dans le fonctionnement actuel des 3 encolleurs NORDSON, deux régimes de chauffe sont obtenus par changement de couplage du réseau de trois résistances identiques.

- **Couplage étoile** : Préchauffage des matières thermofusibles (phase de mise en route, environ une heure avant le début de la production).
- **Couplage triangle** : Chauffage des matières thermofusibles (phase de fonctionnement de la ligne de conditionnement KIRI).

*Le service de maintenance a été sollicité pour effectuer une **modification du système existant en vue de réaliser un asservissement plus précis de la puissance de chauffe.***

*La solution retenue est une variation de la puissance moyenne de chauffe en utilisant **un seul gradateur à train d'ondes pour la commande des trois encolleurs (DT15).***

La commande des deux températures de chauffe désirées sera réalisée par un opérateur, par action sur un commutateur à deux positions S10.

- S10 → Position 0 → Préchauffage (30 % de $P_{max} = 1 \text{ kW}$)
- S10 → Position 1 → Chauffage (80 % de $P_{max} = 1 \text{ kW}$)

L'opérateur pourra modifier la puissance moyenne de préchauffage par l'intermédiaire d'un potentiomètre de réglage R2 (consigne en tension 0 – 10V).

La puissance de chauffage sera fixée à 80 % de la puissance nominale de chaque encollleur, par l'intermédiaire d'une résistance fixe R1. Une résistance R3 fixera une tension de consigne de 0 à 10 V (Bornes 27-29 du gradateur) à partir d'une tension de +15 V (Bornes 26-27 du gradateur).

Mise en œuvre d'un modulateur d'énergie de type gradateur à train d'ondes

Documents du dossier technique à consulter : DT2 à DT4, DT15

Répondre sur feuille de copie et sur le document réponse DR4/4 (Question Q3-5).

Q3-1 Préciser, parmi les quatre propositions suivantes, à quel type de convertisseur appartient ce modulateur d'énergie.

- Convertisseur alternatif – alternatif.
- Convertisseur alternatif – continu.
- Convertisseur continu – continu.
- Convertisseur continu – alternatif

Q3-2 Calculer les deux puissances nécessaires au fonctionnement d'un encolleur pour les deux allures de chauffe :

- Préchauffage (30 % de P_{max})
- Chauffage (80 % de P_{max})

Q3-3 Calculer les deux valeurs de tension de consigne à appliquer au modulateur d'énergie pour obtenir ces deux puissances (sachant que la puissance commandée est proportionnelle à la tension de consigne).

Q3-4 Calculer la valeur de la résistance R1 qui permettra de fixer la puissance de chauffage à 80 % de la puissance nominale.

Le préchauffage, à 30 % de la puissance nominale, se fera par l'intermédiaire d'un potentiomètre de réglage R2. Une résistance fixe R3 de 680Ω - 0,5 W fixera une tension de consigne de 0 à 10 V à partir d'une tension de +15 V.

Q3-5 Compléter le schéma de puissance du modulateur d'énergie avec les deux relais de protection électromagnétique à maximum de courant F102 et F103 (les résistances sont couplées en étoile).

Compléter le schéma du circuit de validation du fonctionnement, en rajoutant le contact de fusion des fusibles F101 et les deux contacts des relais de protection électromagnétique F102 et F103.

Compléter le schéma du circuit permettant d'obtenir deux puissances de chauffe (l'une fixe, l'autre réglable) avec les résistances R1 et R3, le potentiomètre R2 et le commutateur S10 (chauffage / préchauffage).