



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS**

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

Durée : 3 heures

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

THÈME :

AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UNE MOTORISATION

CPE4MS

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS**

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TECHNIQUE



AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UNE MOTORISATION

Ce dossier comporte 8 pages.

CPE4MS

1 – MISE EN SITUATION

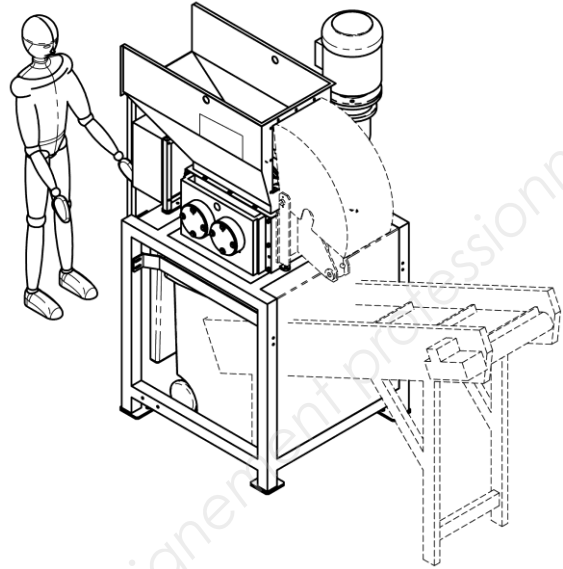
Les déchets industriels banals (D.I.B.) regroupent l'ensemble des déchets pouvant être générés par les activités courantes d'une entreprise, à l'exclusion des déchets présentant un risque particulier pour l'homme ou pour l'environnement (déchets dangereux).

Le code de l'environnement définit 4 priorités en matière de gestion des déchets :

- réduction à la source de la production ;
- proximité pour organiser et limiter le transport ;
- valorisation des déchets par réemploi, recyclage ;
- information du public sur les effets pour l'environnement ;

« ECP Group » est un fabricant européen spécialisé dans la conception et la construction de machines permettant la réduction du volume de ces D.I.B. au moyen de broyeurs, de compacteurs ou de presses, en favorisant la revalorisation, le recyclage ou le réemploi de matières.

Les avantages liés à l'utilisation de ces matériels sont nombreux et éprouvés depuis plus de 20 ans par les clients de cette entreprise implantée en Loire-Atlantique.



2 – DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

La mise en fonctionnement et l'arrêt du broyeur s'effectue via deux boutons poussoirs « marche » et « arrêt ».

L'opérateur jette les déchets dans le broyeur. Un tapis optionnel permet d'évacuer les broyats.

Dans certains cas d'utilisation intensive, il peut arriver que le broyeur se bloque à la suite d'un bourrage.

Lors d'un bourrage, le moment du couple moteur atteint sa valeur maximale C_{max} . L'opérateur doit alors arrêter le broyeur si possible avant que le disjoncteur assurant la protection du moteur du broyeur ne se déclenche.

L'opérateur doit alors changer le sens de rotation des couteaux du broyeur pendant quelques secondes, puis doit arrêter le moteur du broyeur et redémarrer dans le sens normal afin de continuer le broyage.

Lors du broyage, le moment du couple moteur C_m est égal au moment du couple résistant C_r . Le moteur délivre alors sa puissance nominale P_u .

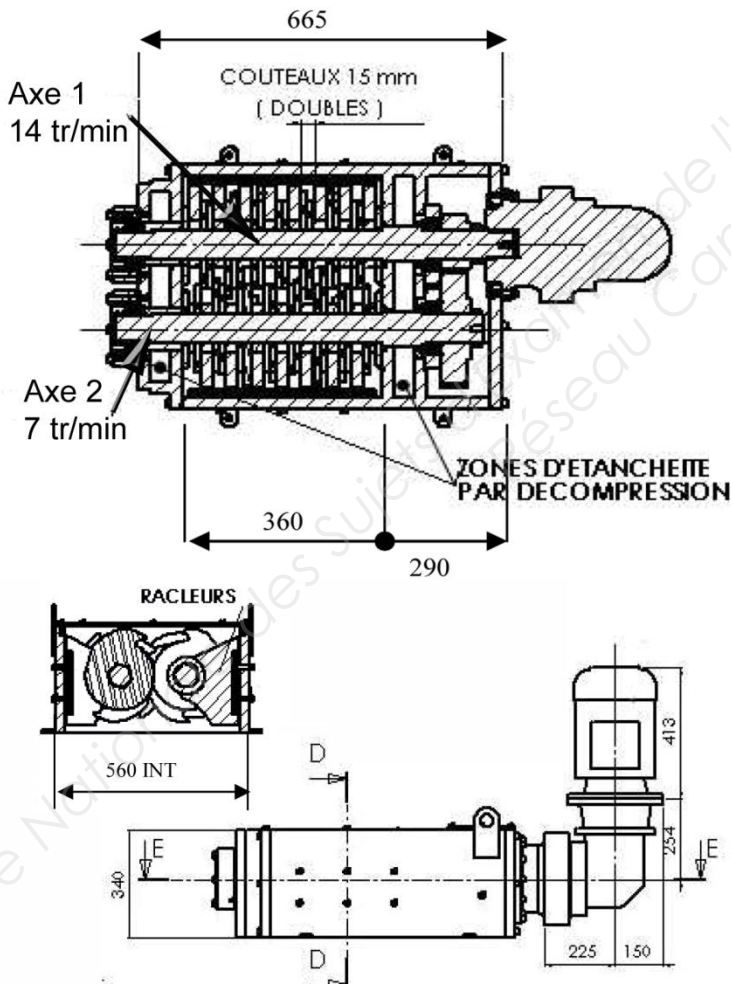
Lorsque les couteaux tournent sans broyer, ou lors du débouillage, le moment du couple moteur est égal au moment du couple résistant à vide C_{rv} . Le moteur délivre alors une puissance mécanique P_m équivalent à 1/5 de sa puissance nominale.



Le tapis optionnel d'évacuation des broyats démarre avec le broyage, mais s'arrête quelques secondes après le moteur du broyeur. Le système est sécurisé par deux arrêts d'urgence S1 et S2 et aussi par deux contacts de porte S3 et S4 arrêtant le système en cas d'ouverture d'un carter.

BDR 75/360

Caractéristiques techniques	BDR 75
Puissance moteur	7,5 kW- 400 Tri 50 Hz
Poids du bloc	850 kg
Type de couteaux	10 mm, 1 bec
Racleurs	10mm
Section de travail	360 x 560
Couple motoreducteur	4580 N.m
Vitesse des arbres	14 tr/min et 7 tr/min
Étanchéité des organes	Zone de décompression de part et d'autre de la zone de coupe
- boîte de vitesse	
- roulement	



Exemples de débits

Fûts métalliques 20 Litres	fûts/h	175
Fûts plastiques 20 Litres	fûts/h	175
Mandrins textiles	kg/h	500
Papier	kg/h	170
Boîtes de cartons	kg/h	275
Boîtes pour bouteilles de 33 cl	kg/h	250
Câble électrique aluminium	kg/h	150
Circuits imprimés	kg/h	250
Pet/pvc bouteilles	kg/h	180
Ordures ménagères plastiques	kg/h	400
Jerrycan PE 2 litres	U/h	600
Jerrycan PE 5 litres	U/h	350

Type de chargement

- Tapis
- Vis sans fin
- Releveur basculeurs de conteneur
- Manuel

Type d'évacuation du broyat

- conteneurs
- tapis
- vis sans fin
- système séparation liquide solide
- ...

DIRECTIVE EUROPÉENNE :

Cette brochure s'adresse aux utilisateurs, aux équipementiers (OEM, Original Equipment Manufacturers), aux fabricants de machines, ainsi qu'aux fabricants de moteurs et de systèmes d'entraînement.

Classes de rendement des moteurs et méthodes de mesure

Le terme « rendement » décrit le niveau d'efficacité avec lequel un moteur électrique transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. Les fabricants européens de moteurs du CEMEP (Comité Européen des constructeurs de Machines Electriques et d'électronique de Puissance) ont développé une norme de rendement énergétique pour la Commission Électrotechnique Internationale (CEI). La norme IEC 60034 établit de nouvelles classes de rendement pour les moteurs asynchrones (IE = International Efficiency) :

- IE1 : rendement standard.
- IE2 : haut rendement.
- IE3 : rendement Premium.

Dates d'entrée en application des modifications

Depuis le 16 juin 2011 : rendement minimal IE2 obligatoire pour les moteurs asynchrones en service S1 conformément à la directive européenne.

Depuis le 1er janvier 2015 : rendement minimal IE3 obligatoire pour les moteurs de puissance comprise entre 7,5 et 375 kW.

À partir du 1er janvier 2017 : rendement minimal IE3 obligatoire pour les moteurs de puissance comprise entre 0,75 à 375 kW.

Depuis le 1er janvier 2015 : la directive autorise un rendement IE2 pour les moteurs équipés d'un variateur de vitesse.

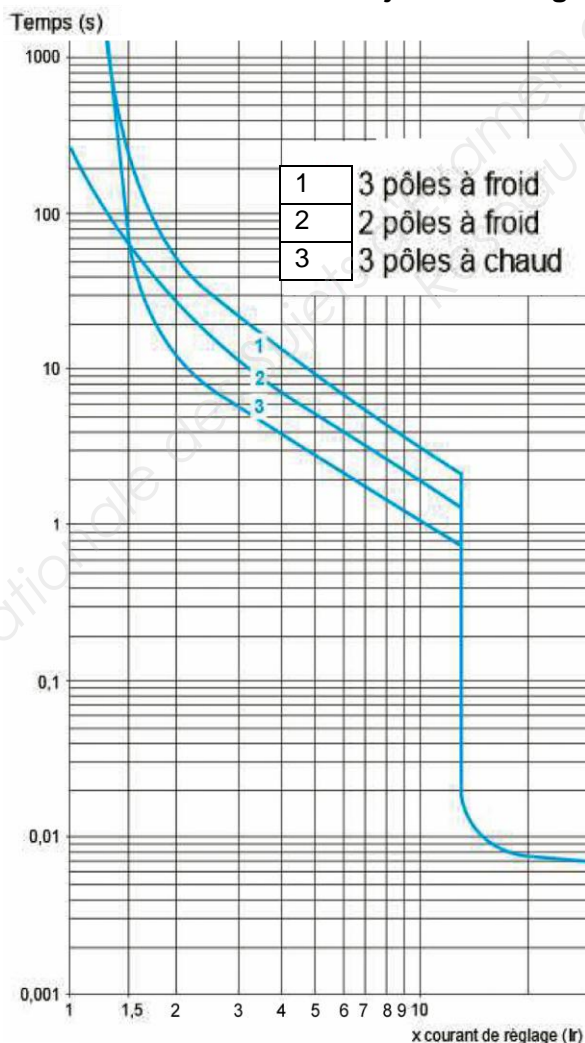
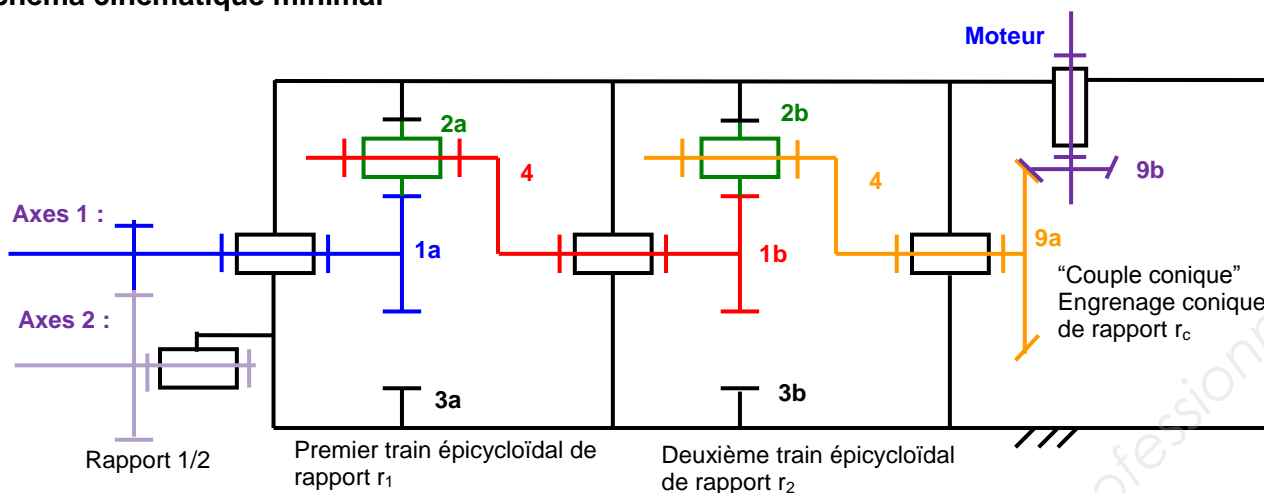
Courbe de déclenchement du disjoncteur magnétothermique associé au moteur du broyeur.

Schéma cinématique minimal



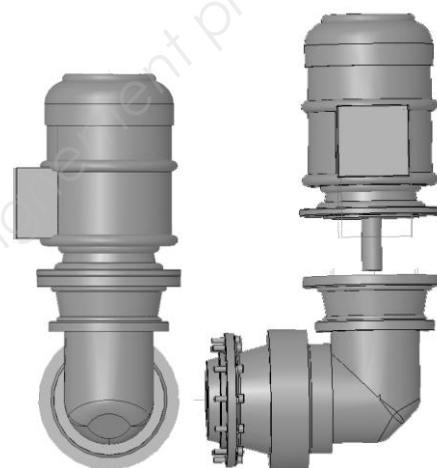
Premier train épicycloïdal $Z_{1a} = 15$, $Z_{3a} = 78$

Rapport $r_1 = Z_{1a} / (Z_{1a} + Z_{3a}) = 15 / 93$

Deuxième train épicycloïdal de rapport $Z_{1b} = 15$, $Z_{3b} = 78$

Rapport $r_2 = Z_{1b} / (Z_{1b} + Z_{3b}) = 15 / 93$

Couple conique de rapport $r_c = 1 / 2,56$



Moteurs Premium
LSES - Carter aluminium
FLSES - Carter fonte
IP55 - Triphasé - 400V - 50Hz



Type	Puissance nominale		Vitesse nominale		Moment nominal		Facteur de puissance		Rendement CEI 60034	
	P_N kW	N_N min^{-1}	N_N min^{-1}	M_N N.m	$\cos \varphi$ 4/4	η 4/4				
LSES 100 LG	3	2931	2931	9,8	0,89	87,1				
LSES 112 MU	4	2935	2935	13	0,89	88,1				
LSES 132 SU	5,5	2925	2925	18	0,91	89,2				
LSES 132 SM	7,5	2940	2940	24,4	0,86	90,1				
LSES 132 M	9	2940	2940	29,2	0,84	90,7				
LSES 160 MP	11	2940	2940	35,7	0,90	91,2				

Type	Puissance nominale		Vitesse nominale		Moment nominal		Facteur de puissance		Rendement CEI 60034	
	P_N kW	N_N min^{-1}	N_N min^{-1}	M_N N.m	$\cos \varphi$ 4/4	η 4/4				
LSES 100 LG	3	1460	1460	19,6	0,81	87,8				
LSES 132 SU	4	1467	1467	26	0,82	88,6				
LSES 132 SM	5,5	1463	1463	35,9	0,82	89,6				
LSES 132 MU	7,5	1465	1465	48,9	0,82	90,4				
LSES 160 MR	9	1465	1465	58,7	0,84	91,0				
LSES 160 M	11	1464	1464	71,8	0,84	91,4				

Relais de surveillance - 1-Phase CA/CC

Mesure efficace vraie maxi ou mini de courant

Type DIB71

CARLO GAVAZZI



- Relais de surveillance et de mesure efficace vraie de dépassement du courant en plus ou en moins
- Mesure du courant via un shunt interne
- DIP switch de sélection de la gamme de mesure
- Gammes de mesure de 0,1 mA à 5 A CA/CC
- Réglage du courant en échelle relative
- Réglage de l'hystérésis en échelle relative
- Réglage de temporisation (0,1 à 30 s)
- Programmation de la fonction mémoire ou inhibition au seuil programmé
- Relais de sortie 5 A, 1 inverseur avec choix de la sortie normalement activée ou normalement désactivée
- Montage sur rail DIN selon DIN/EN 50 022
- Boîtier pour montage sur rail DIN 35,5 mm

Description du Produit

Le DIB71 est un relais de surveillance précis pour la mesure efficace vraie du dépassement en plus ou en moins de courant CA/CC (sélection par DIP switch). Mesure directe ou par transformateur de courant. Possibilité de maintenir le relais en position active grâce à la fonction intégrée de verrouillage. La fonction interdiction

permet d'empêcher le fonctionnement du relais le cas échéant (maintenance, transition). Les LED signalent l'état de l'alarme et du relais de sortie. Un shunt intégré permet de surveiller des charges jusqu'à 5 A CA/CC. Boîtier de largeur 35,5 mm pour montage en tableau (face avant et arrière).

Réf. à commander **DIB 71 C B23 5A**

Boîtier	_____
Fonction	_____
Type	_____
Référence produit	_____
Sortie	_____
Alimentation	_____
Gamme de mesure	_____

Tableau de sélection

Montage	Sortie	Gamme de mesure	Aliment.: 24/48 VCA	Aliment.: 115/230 VCA
Rail DIN	1 inverseur	0,1 à 5 mA CA/CC	DIB 71 C B48 5mA	DIB 71 C B23 5mA
Rail DIN	1 inverseur	1 à 50 mA CA/CC	DIB 71 C B48 50mA	DIB 71 C B23 50mA
Rail DIN	1 inverseur	10 à 500 mA CA/CC	DIB 71 C B48 500mA	DIB 71 C B23 500mA
Rail DIN	1 inverseur	0,1 à 5 A CA/CC	DIB 71 C B48 5A	DIB 71 C B23 5A

Caractéristiques d'entrée

Entrée	Bornes Y1, Y2	
Niveau du courant		
Gammes de mesure		
..500mA: 10 à 100 mA CA/CC	1 Ω	700 mA
20 à 200 mA CA/CC	1 Ω	700 mA
50 à 500 mA CA/CC	1 Ω	700 mA
Courant maxi pendant 1 s		1,4 A
Gammes de mesure (cont.)	Résistance interne	Cour. maxi
5A: 0,1 à 1 A CA/CC	0,03 Ω	6 A
0,2 à 2 A CA/CC	0,03 Ω	6 A
0,5 à 5 A CA/CC	0,03 Ω	6 A
Courant maxi pendant 1 s		15 A

Mode de fonctionnement

Le DIB71 surveille les dépassements de courant CA et CC en plus ou en moins via un shunt interne.

mesurée à une valeur stable hors alarme (voir réglage de l'hystérésis).

Exemple 1

(bornes Z1, Y1 raccordées – fonction verrou activée).

Le relais se verrouille en position travail lorsque la valeur mesurée dépasse le (ou est inférieure au) point de consigne pendant une période supérieure à la temporisation définie. Si le courant chute à une valeur inférieure au point de consigne ou au contraire, le dépasse (voir réglage de l'hystérésis), le relais repasse en position repos lors d'une interruption de l'interconnexion des bornes Z1, Y1 ou également, lors d'une coupure de l'alimentation.

Exemple 2 (Standard CT)

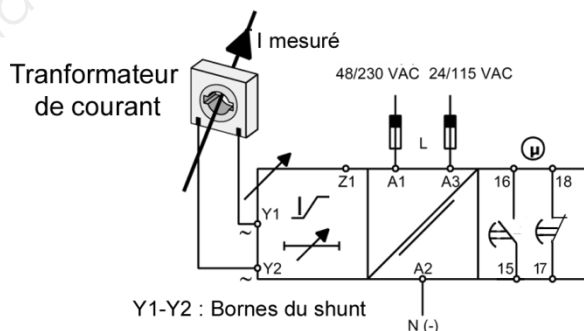
(bornes Z1, Y1 non raccordées – fonction verrou désactivée).

Lorsque la valeur mesurée dépasse le (ou est inférieure au) point de consigne pendant une période supérieure à la temporisation définie (voir réglage de l'hystérésis), lors d'une coupure de l'alimentation.

Nota

Lorsque le contact d'interdiction est ouvert et si le signal est déjà positionné en alarme, une nouvelle réactivation du relais nécessite l'écoulement préalable de la temporisation.

Schémas de câblage



Réglage de fonction/gamme/niveau et temporisation

Positionner les DIP switch 1 et 2 comme indiqué dans la figure.

Sélectionner la fonction voulue à l'aide des DIP switch 3 à 6 comme indiqué dans la figure. Pour accéder aux DIP switch, ouvrir le capot comme indiqué dans la figure.

Sélection du niveau et de la temporisation:

Bouton du haut
Réglage de l'hystérésis en échelle relative: 0 à 30% de la valeur définie.

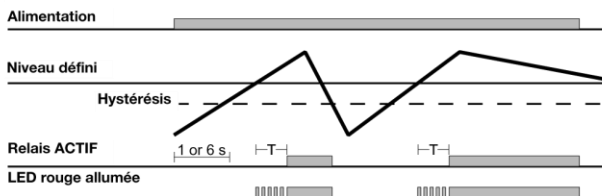
Bouton central:
Réglage du niveau de courant en échelle relative: 10 à 110% en échelle totale.

Bouton du bas:
Réglage de la temporisation sur le temps d'alarme en échelle absolue (0,1 à 30 s).



Schéma de fonctionnement

Dépassement de courant en plus - relais normalement désexcité



Gamme de mesure			
SW1	ON	ON	OFF
SW2	OFF	ON	ON
5MA	1 mA	2 mA	5 mA
50MA	10 mA	20 mA	50 mA
500MA	100 mA	200 mA	500 mA
5A	1 A	2 A	5 A

Mode de fonctionnement du relais	
ON:	normalement désexcité
OFF:	normalement excité

Temps de mise sous tension	
ON:	6 s ± 0.5 s
OFF:	1 s ± 0.5 s

Contact d'entrée	
ON:	activation de la fonction verrou
OFF:	interdiction de la fonction verrou

Fonction surveillance	
ON:	dépassement de courant en plus
OFF:	dépassement de courant en moins

Accessoires Transformateur de courant CA, monophasé Type TADK, TADK 2

CARLO GAVAZZI



- Transformateur de courant primaire bobiné
- Pour de faibles courants primaires (TADK)
- Pour montage sur rail DIN et panneau
- TADK : classe 0,5, courants de 1 à 40 A
- TADK 2 : classe 0,5, courants de 1 à 250 A

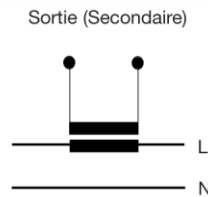


Tableau des gammes

Courant primaire nominal	Dimension Barres (mm)
1 A	25 x 5
5 A	25 x 5
10 A	25 x 5
15 A	25 x 5
25 A	25 x 5
40 A	25 x 5
50 A	25 x 5
60 A	25 x 5
80 A	25 x 5
100 A	25 x 5
150 A	25 x 5

Description du produit

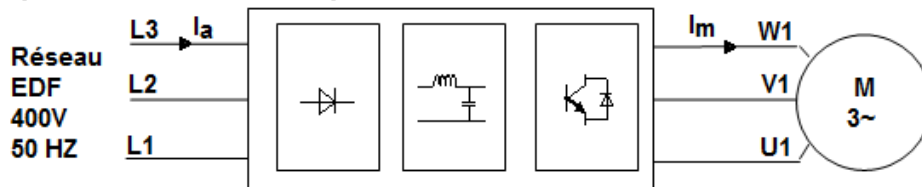
Transformateur de courant et panneau. Courants nominaux primaires de 1 A à 250 A. Transformateur de courant primaire bobiné avec possibilité de montage sur rail DIN

Référence

TADK 40A 5A

Modèle _____
 Courant primaire _____
 Courant secondaire _____

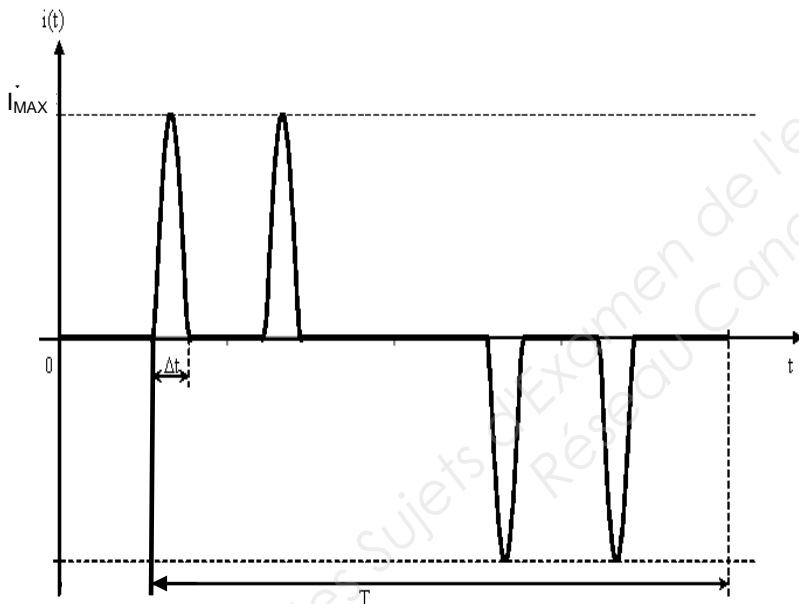
Schéma de principe du variateur de fréquence :



Documentation de choix du variateur de vitesse :

380/480 V AC ±10 %				200/240 V AC ±10 %			
Désignation	Surcharge réduite			Désignation	Surcharge réduite		
	Courant permanent maximum (A)	Puissance à l'arbre moteur (kW)	Puissance à l'arbre moteur (HP)		Courant permanent maximum (A)	Puissance à l'arbre moteur (kW)	Puissance à l'arbre moteur (HP)
M600-034 00025 A	3,4	1,1	1,5	M600-032 00050 A	6,6	1,1	1,5
M600-034 00031 A	4,5	1,5	2	M600-032 00066 A	8	1,5	2
M600-034 00045 A	6,2	2,2	3	M600-032 00080 A	11	2,2	3
M600-034 00062 A	7,7	3	5	M600-032 00106 A	12,7	3	3
M600-034 00078 A	10,4	4	5	M600-042 00137 A	18	4	5
M600-034 00100 A	12,3	5,5	7,5	M600-042 00185 A	24	5,5	7,5
M600-044 00150 A	18,5	7,5	10	M600-052 00250 A	30	7,5	10
M600-044 00172 A	24	11	15	M600-062 00330 A	50	11	15
M600-054 00270 A	30	15	20	M600-062 00440 A	58	15	20
M600-054 00300 A	30	15	20	M600-072 00610 A	75	18,5	25

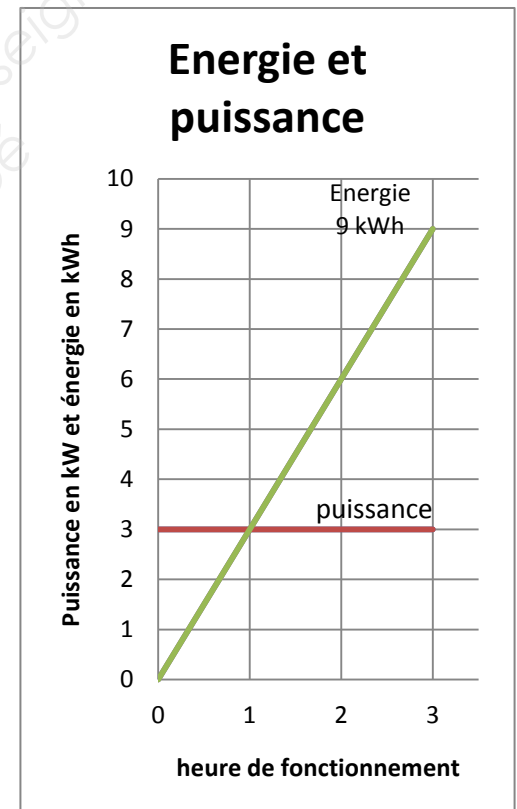
Calcul de la valeur efficace du courant relevé :



Expression littérale liant la valeur Efficace I

$$\text{et la valeur Maximale } I_{\text{MAX}} : I = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{\Delta t}{T}} \cdot I_{\text{MAX}}$$

Graphe Energie puissance :



Caractéristiques à classer pour comparer les 2 solutions :

- 1- Simple à installer et à régler.
- 2- Accroît la durée de vie du matériel en contrôlant l'intensité absorbée par le moteur.
- 3- Courant de démarrage important (6 à 8 fois In).
- 4- Courant surveillé et limité à 1,5 fois In.
- 5- Peut nécessiter un système de refroidissement.
- 6- Dégrade le rendement global de l'installation à charge nominale.
- 7- Coût d'achat plus élevé.
- 8- Autorise la programmation de séquence.
- 9- Démarrage progressif possible par réglage de l'accélération.

- 10- Vitesse limitée à une valeur proche de la vitesse de synchronisme.
- 11- Limite les contraintes mécaniques importantes au démarrage.
- 12- Impose des contraintes mécaniques importantes au démarrage.
- 13- Possibilité d'une mise en veille et d'un mode de réveil.
- 14- Génère des harmoniques.
- 15- Autorise un réglage fin de la vitesse du moteur.

Devis :

Nous vous prions de trouver ci-après un devis :

- Un moteur asynchrone triphasé de 7,5 kW conforme aux préconisations IE2 associé au variateur de vitesse SK10T

Moteur : Prix net hors taxes = 842,00 €

Variateur : Prix net hors taxes = 632,00 €

- Un moteur asynchrone triphasé de 7,5kW conforme aux préconisations IE3

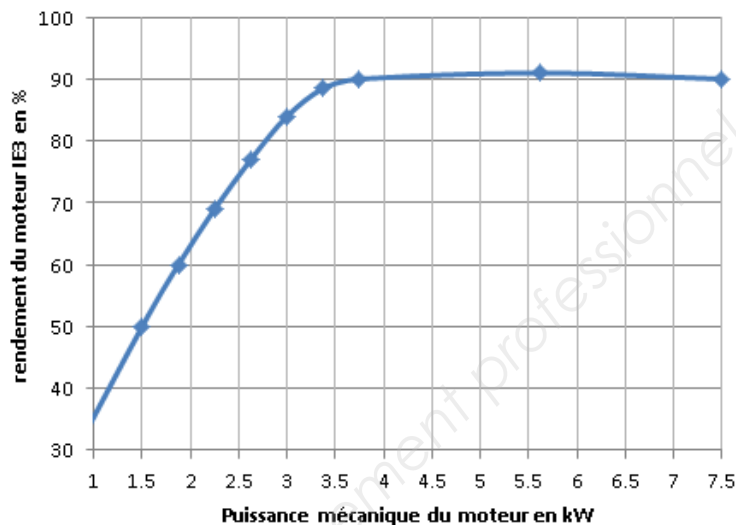
Prix net hors taxes = 971,00 €

Il existe également des moteurs « nouvelles technologies » dans le cadre des économies d'énergie type IE4 que nous pouvons proposer. Aujourd'hui on ne parle plus obligatoirement de coût direct du moteur mais d'une solution et d'un retour sur investissement.

Nous restons à votre disposition pour en rediscuter si vous le souhaitez.

Cordialement.

PS : Le cout TTC est à majorer de la TVA de 20%

Courbe de rendement du moteur en fonction de la puissance mécanique délivrée :**rendement IE3****Veille technologique :****Pour booster le rendement d'un moteur, rien ne doit être laissé au hasard.**

L'optimisation du design des paliers ainsi que la qualité des roulements permettent de réduire les pertes par frottement.

L'augmentation du cuivre et des sections des bobines permettent la diminution des pertes statoriques par effet joule.

La qualité des matériaux et les sections utilisées dans les anneaux de court circuitage et les barres permettent de réduire les pertes rotoriques.

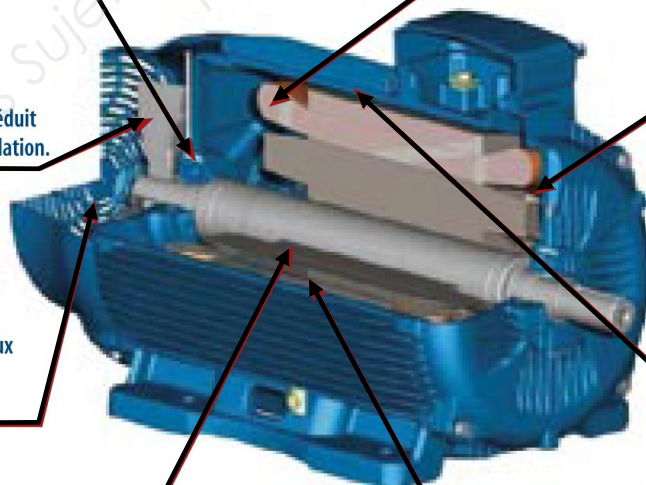
Un ventilateur efficace réduit les pertes dues à la ventilation.

Une augmentation du flux d'air réduit les pertes mécaniques.

L'utilisation de tôles magnétiques de haute qualité réduit les pertes en fer et notamment celles dues au cycle d'hystérésis.

Un stator de grande longueur permet de diminuer les densités de champ magnétique, améliorant la capacité de refroidissement du moteur. Réduction des pertes magnétiques en charge.

Un bon dimensionnement des encoches permet de diminuer les pertes magnétiques et l'utilisation de spires de plus grand diamètre.



**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS**

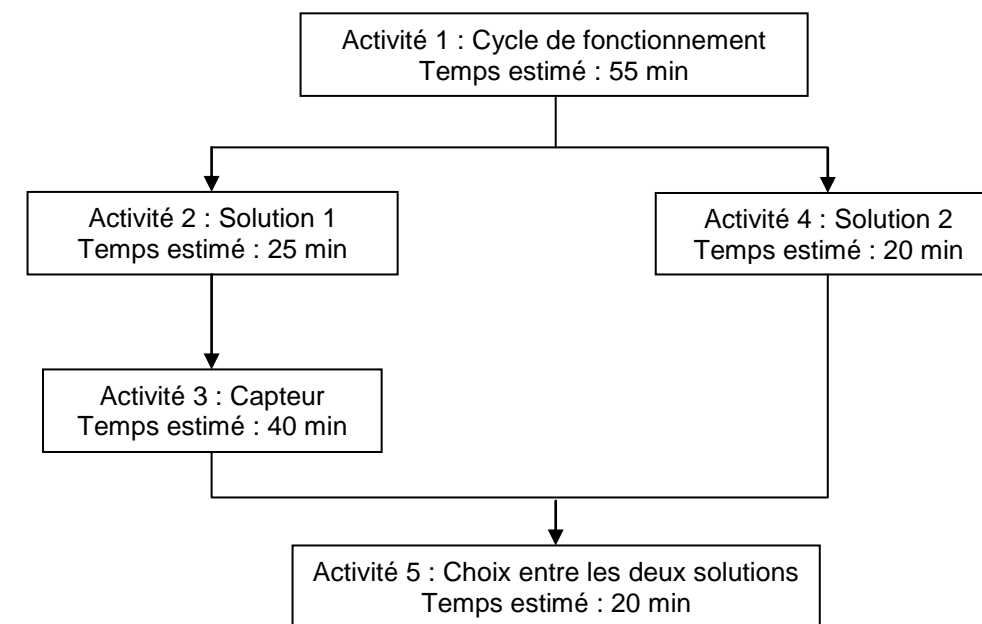
SESSION 2015

**ÉPREUVE E4
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TRAVAIL

Lecture du sujet : 20 min

Déroulement du sujet :



AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UNE MOTORISATION

Ce dossier comporte 5 pages.

CPE4MS

ACTIVITÉ 1 : COMPRENDRE LE CYCLE DE FONCTIONNEMENT DU BROYEUR ET SES ALÉAS

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 - débouillage du broyeur.
DT1 DR1 / DR2	

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

Lors d'un bourrage, le moment du couple moteur atteint la valeur du moment du couple maximal C_{max} , le moteur absorbe alors son courant maximal I_{max} qui s'élève à 6 fois l'intensité nominale I_n .

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. Rappeler son nom complet puis préciser le nom du déclencheur qui assure la détection de la surcharge.
DR1 Feuille de copie	

À l'aide de la plaque signalétique du moteur :

Question 6 :	Calculer la valeur nominale I_n de l'intensité du moteur puis calculer sa valeur maximale I_{max} .
DR1 Feuille de copie	

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

À 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, puis pour chacune d'entre elles, proposer une solution technologique associée.
Feuille de copie	

ACTIVITÉ 2 : METTRE EN CONFORMITÉ LE BROEUR : SOLUTION 1

Le groupe ECP doit mettre en conformité ses broyeurs avec la norme européenne 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 la 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 à l'aide du schéma cinématique :

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

À 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	

ACTIVITÉ 3 : SURVEILLER LES BOURRAGES PAR LA MISE EN PLACE D'UN CAPTEUR

Afin d'automatiser la procédure de débouillage, 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 l'application,
- d'établir le schéma de câblage relatif au relais.

Question 13 :	Associer le schéma de principe de chaque capteur de courant 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 V_H image de ce dernier.

À 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	

Question 15 :	Proposer une solution permettant de mesurer l'intensité de 85 A du courant de démarrage du moteur.
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	

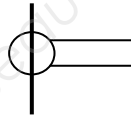
En vous assurant de la compatibilité du relais avec le schéma de commande :

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 <u>cadre 1</u> puis, dans le <u>cadre 2</u> , le capteur de courant, 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	

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

La société ECP Group désire écouler son stock de moteurs IE2. Afin de se conformer à cette directive, le bureau d'étude décide d'équiper certains broyeurs 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 et il perturbe aussi les usagers de ce réseau. On souhaite vérifier la possibilité de le certifier conforme à la directive NF EN61000-3 concernant la qualité de l'énergie.

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

À l'aide des représentations temporelles et harmoniques des courants :

Question 22 :	Identifier les allures des courants aval I_m et amont I_a en reportant clairement leur repère sur les représentations temporelles et harmoniques correspondantes.
DR3	

Question 23 :	Calculer la vitesse de synchronisme du moteur au moment du relevé.
Feuille de copie	

Question 24 :	Calculer la valeur efficace du courant amont I_a du variateur.
DT7, Feuille de copie	

Question 25 :	Calculer la valeur efficace du courant aval I_m du variateur.
DT7, Feuille de copie	

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. Estimer graphiquement le taux de distorsion harmonique de l'harmonique de rang 5. Argumenter la réponse.
DR3 Feuille de copie	

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

ACTIVITÉ 5 : DÉVELOPPEMENT DURABLE : CHOISIR LA MEILLEURE SOLUTION

Le chef de projet responsable de la conception du nouveau broyeur 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 demande une étude énergétique portant sur les dix années à venir.

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

Question 28 :	Lister les trois 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 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. Calculer la différence de consommation entre les 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 dix années à venir. Le cout du kW.h est fixé à 0,08 € HT.
DT8 Feuille de copie	

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS**

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER RÉPONSE

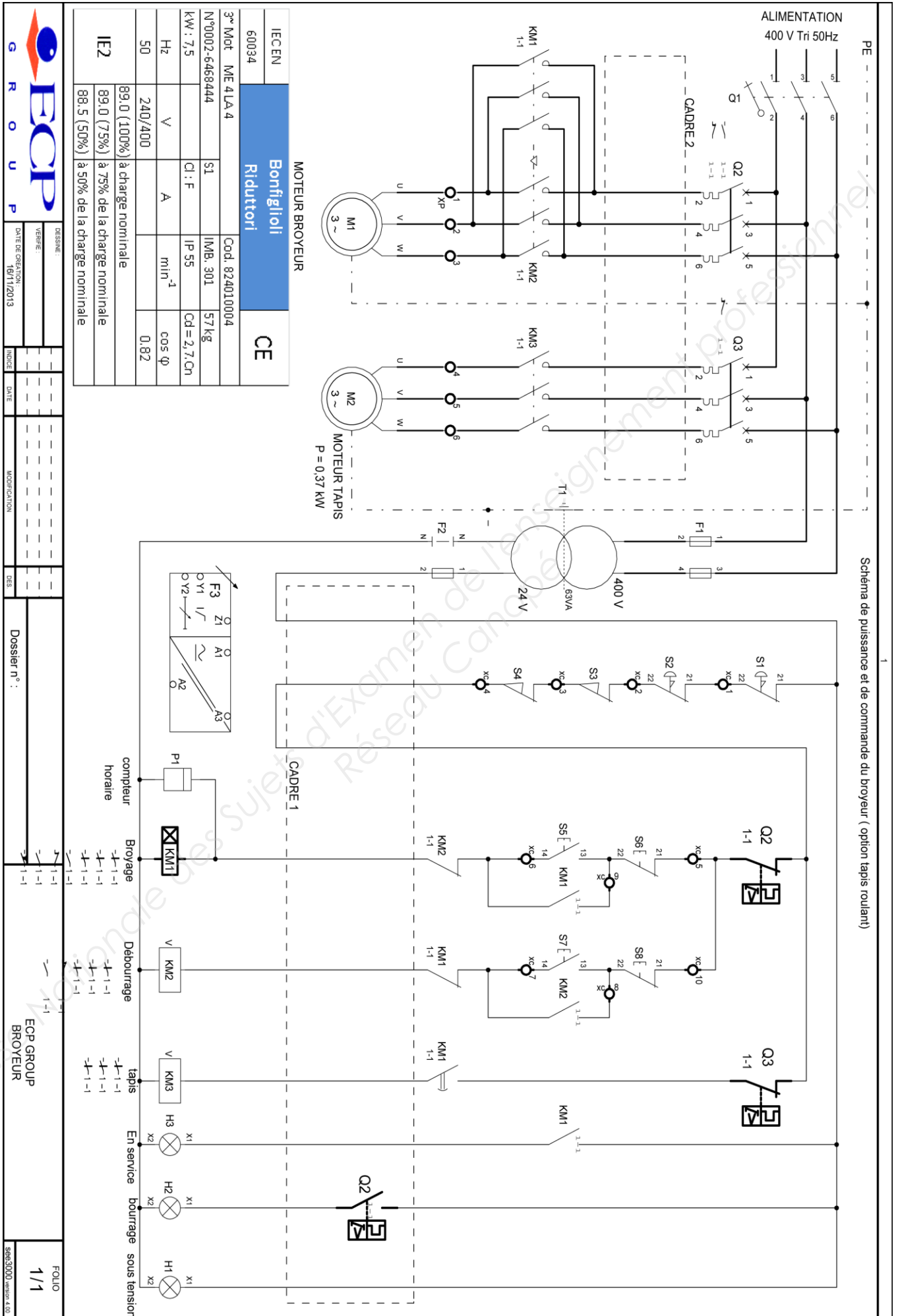


AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UNE MOTORISATION

Ce dossier comporte 4 pages.

CPE4MS

SCHEMA DE CABLAGE DU BROYEUR AVEC L'OPTION TAPIS D'ÉVACUATION :



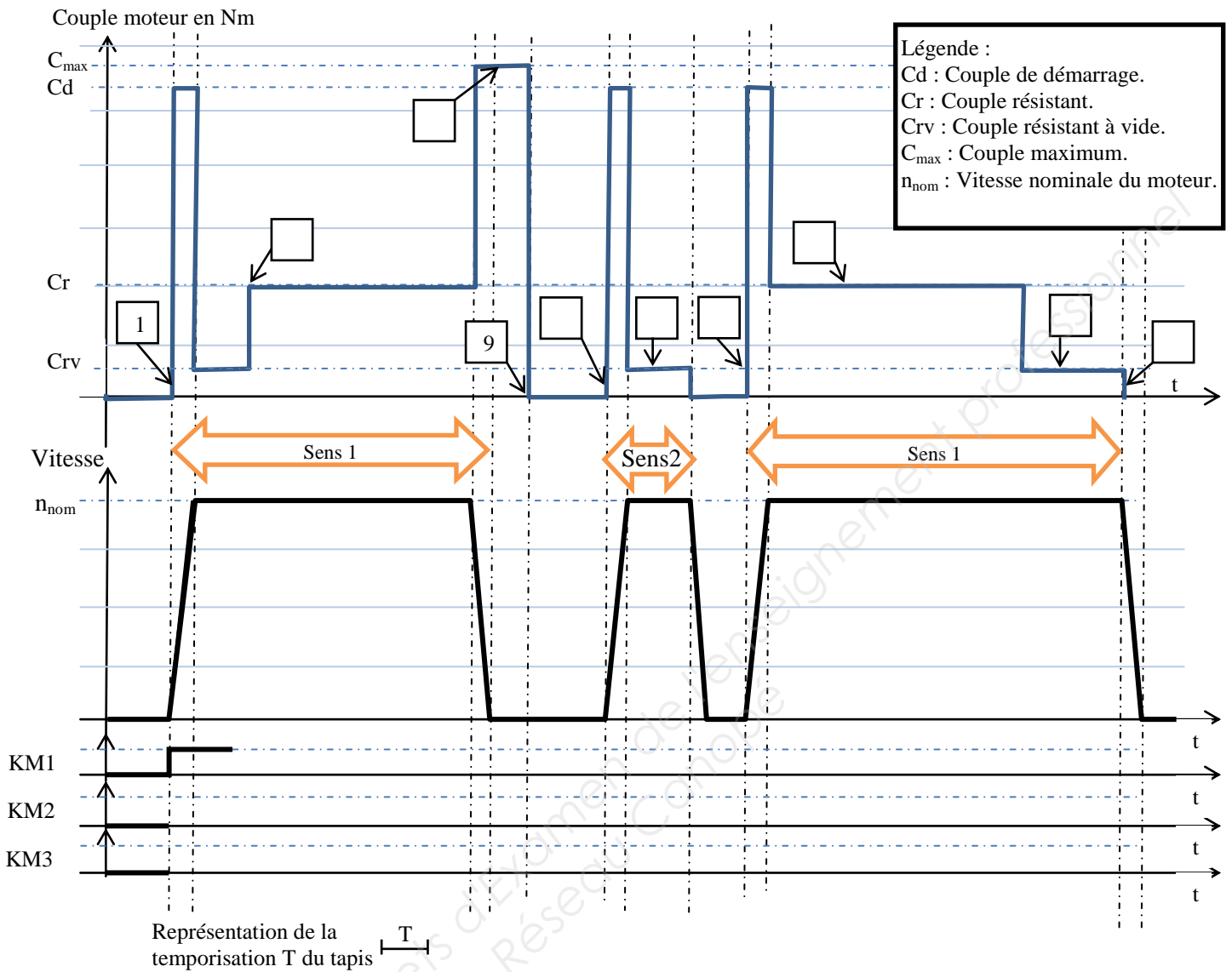
IECEN	60034	3 ^e Mot	ME 4LA 4	Cod. 824010004
		N°0002-6468444	S1	IMB. 301
		KW : 7,5	Cl : F	IP 55
		Hz	V	mir ⁻¹
		50	240/400	cos φ
				0,82
IE2	89,0 (100%)	à charge nominale		
	89,0 (75%)	à 75% de la charge nominale		
	88,5 (50%)	à 50% de la charge nominale		



DESIGNER	VERIFIER	DATE DE CREATION	INDICE	DATE
		16/11/2013		
MODIFICATION	DES	Dossier n° :		

INDICE	DATE	DES	Dossier n° :

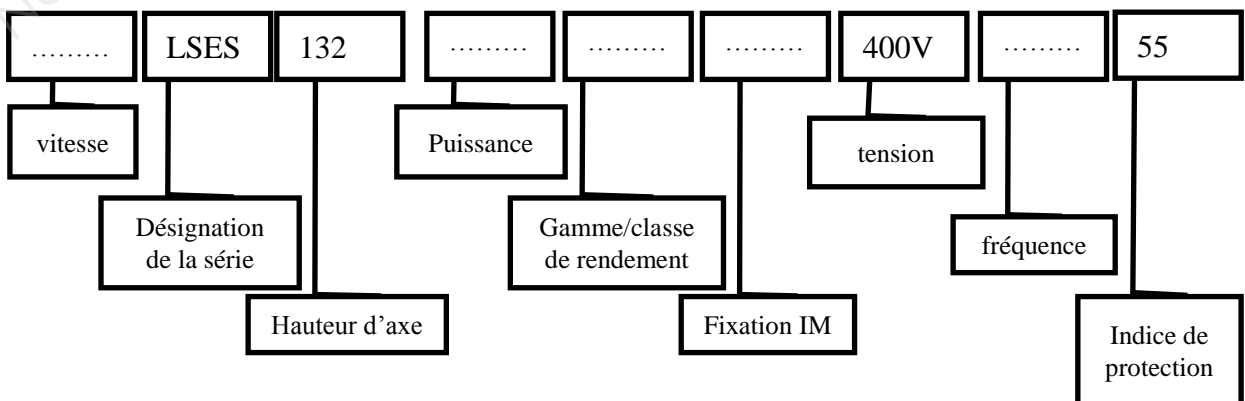
Q2 : Chronogramme de fonctionnement du moteur du broyeur et du tapis :



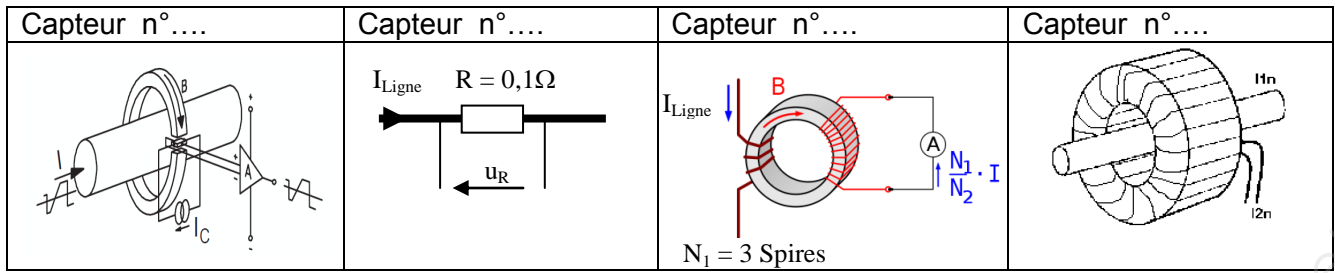
Temps de fonctionnement d'un cycle de broyage - débouillage à insérer dans les cadres :

1- Démarrage du broyeur.	6- Débouillage.
2- Bourrage.	7- Démarrage du broyeur pour débouillage.
3- Insertion des cartons pour broyage.	8- Démarrage du broyeur pour broyage.
4- Rotation des couteaux sens 1 (fonctionnement à vide).	9- Arrêt du broyeur par l'opérateur pour bourrage.
5- Arrêt final du broyeur.	10- Broyage des cartons.

Q12 : Référence du nouveau moteur :



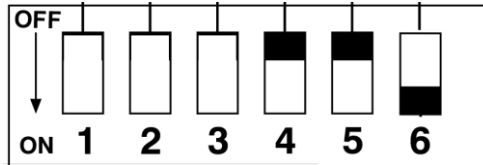
Q13 : Les capteurs de courant :



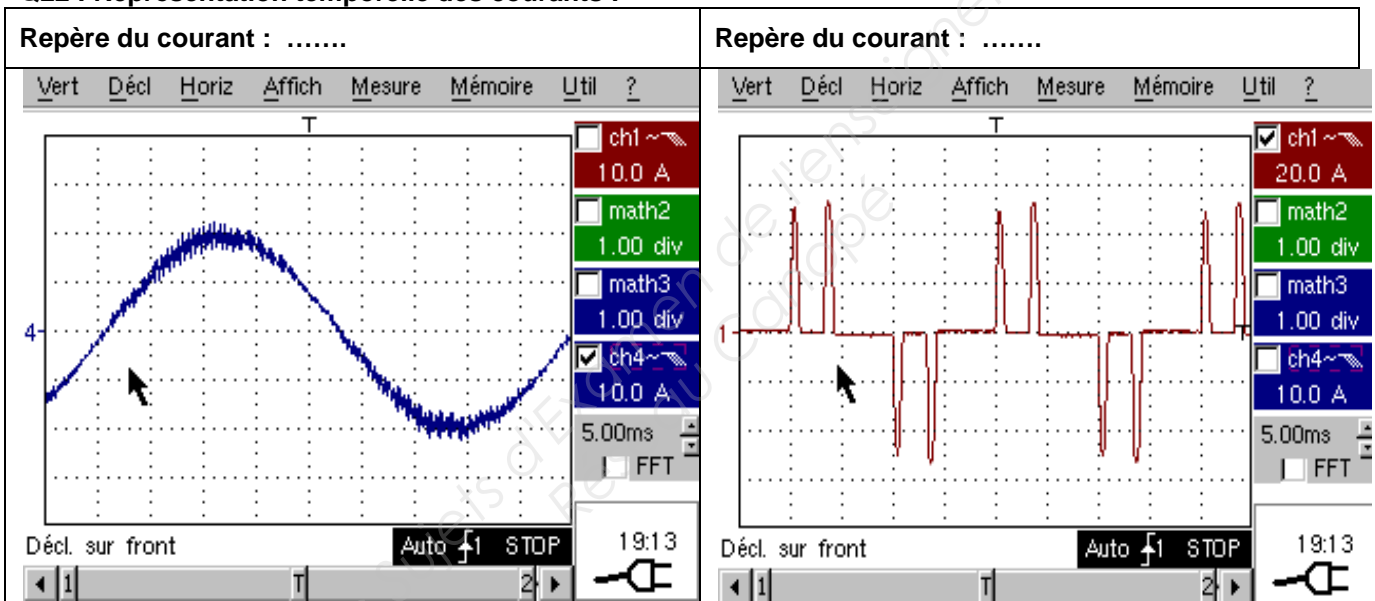
Q16 : Référence accessoire : _____ 5 A

Q17 : Référence du relais : _____ 5 A

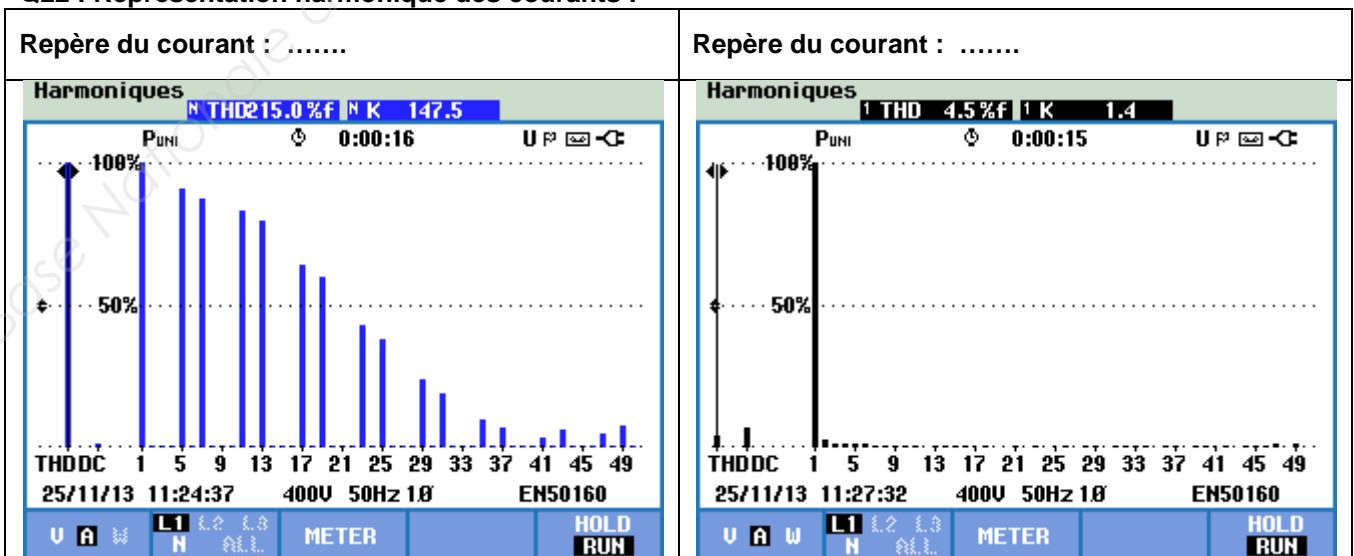
Q18 : Position des switch :



Q22 : Représentation temporelle des courants :



Q22 : Représentation harmonique des courants :



Q27 : Comparaison des solutions possibles de mise en conformité :

Installation de la SOLUTION 1		Installation de la SOLUTION 2	
Moteur IE3		Moteur IE2 associé à un variateur	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients

Q30 : Tableau de comparaison des 2 solutions :

		Solution 1	Solution 2	unité
A VIDE	Puissance mécanique à vide	1,500	1,500	kW
	Rendement du moteur		0,500	
	Rendement variateur	Sans objet	0,960	
	Puissance absorbée		3,125	kW
	Temps à vide	240	240	h
	Energie consommée à vide		750	kWh
EN CHARGE	Puissance mécanique en charge	7,50	7,50	kW
	Rendement du moteur	0,904	0,890	
	Rendement variateur	Sans objet	0,960	
	Puissance absorbée	8,296	8,778	kW
	Temps en charge	960	960	h
	Energie consommée en charge	7965	8427	kWh
ÉNERGIE TOTALE CONSOMMÉE par an			9177	kWh
Différence annuelle				kWh