

# Brevet de Technicien Supérieur ÉLECTROTECHNIQUE

## Epreuve d'Avant-Projet

DUREE : 8 heures 30 min.  
dont 30 min de repas à prendre sur place

COEFFICIENT : 2

### "Ensemble de fusion électrique de fonte grise aux fonderies du Poitou "

#### Constitution du sujet

- Présentation générale du support technique de l'épreuve
- Les enjeux de l'avant-projet
- Description et utilisation des moyens
- Questionnement

Barème indicatif sur 40 points

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4
Problème technique ⇨										
Nombre de points ⇨	5	4	4	6	5	4	4	4	4	4

- Documents ressources
- Cahier réponses

#### Notes aux candidats :

1- Traiter **impérativement** les problèmes techniques A1, A3, A4, A5, A6, B1, B2 et B3, traiter **au choix** le problème technique A2 ou le problème technique B4.

2- En raison de l'investissement important nécessaire à la compréhension d'un problème technique dans sa globalité, le jury accordera une bonification de points aux candidats qui traiteront de l'ensemble des questions s'y rapportant.

3- Le développement des réponses devra être rédigé sur feuille de copie en précisant le numéro de la question. Les résultats terminaux devront être inscrits sur le dossier "cahier réponses".

4- Apporter le plus grand soin à la rédaction du travail, notamment aux représentations graphiques ; il en sera tenu compte dans la notation.

# **PRESENTATION GENERALE DU SUPPORT TECHNIQUE DE L'EPREUVE**

**F**onderie du Poitou Fonte (FPF) est une entreprise installée à Ingrandes au nord de Châtelleraut dans la Vienne. Elle emploie 460 personnes et elle est spécialisée dans la conception, le développement, la production et la vente de carters cylindres en fonte grise pour l'industrie automobile. C'est une filiale du groupe TEKSID qui dispose de neuf autres sites dans le monde.

## **Activités et moyens de production**

L'entreprise utilise le procédé de fusion électrique qui favorise une meilleure homogénéité dans la qualité du métal. Le recours à des matériaux issus des circuits de recyclage contribue à sa grande compétitivité. Elle produit 80 000 tonnes de fonte par an au moyen de trois fours à induction basse fréquence (50 Hz) de 38 tonnes d'une puissance unitaire de 10,8 MW.

La fonte liquide est amenée vers le moulage (deux fours de maintien en température de 7 tonnes), le noyautage (procédé boîte froide) et la finition (meulage et grenailage spécifique du circuit d'eau, mise en peinture). La capacité de production est supérieure à 2 millions de carters par an.

Les produits fabriqués concernent toute la gamme de carters-cylindres pour automobile (4 cylindres essence 1,2 l ; 1,5 l et 2 l et 4 cylindres diesel 1,9 l) dont les masses vont de 25 à 70 kg.

L'entreprise assure aussi la conception, la réalisation de prototypes et le développement des outillages dans une filière CAO intégrée, en contact direct avec les clients et la production. La démarche qualité totale a été validée par la certification ISO TS 16949.

## **Clients et ventes**

Les quatre familles de produits ci-dessus sont destinées à quatre usines de fabrication de moteurs (CLEON, Française de mécanique, Linamar Mexique et Renault Espagne, par ordre d'importance). Le carter diesel 1,9 l représente 50% des ventes.

## **Sécurité et environnement**

L'entreprise consacre 40% de ses heures de formation à la sécurité ; en outre, tous les opérateurs de la fonderie sont équipés des protections adéquates. L'entreprise située au cœur de la campagne au nord de Châtelleraut respecte l'environnement en mettant en place des solutions pour réduire la production de déchets industriels. Par exemple, 98 % de l'acier utilisé est issu du recyclage et 100 % du zinc récupéré est recyclé puis revendu.

Les fumées issues de la production sont filtrées. Les filtres sont installés au niveau des cheminées des différents secteurs de fabrication (fours de fusion, moulage et finition) et des mesures sont effectuées pour contrôler les taux de fer et d'aluminium. Les eaux industrielles sont rejetées dans une lagune où le taux de zinc et le pH sont contrôlés régulièrement. Les déchets industriels spéciaux sont soit recyclés (zinc sable phénolé) soit éliminés (huiles, produits chimiques).

## LES ENJEUX DE L'AVANT PROJET

Afin de maintenir son rang mondial vis-à-vis de la concurrence, l'entreprise doit, d'une part augmenter ses capacités de production et, d'autre part, mettre en œuvre des procédés de fabrication conformes aux réglementations environnementales en vigueur.

Ces deux enjeux sont les axes principaux de l'avant projet. Nous verrons, dans un premier temps, les possibilités d'augmenter la capacité de production pour nous intéresser ensuite aux traitements des Déchets Industriels Spéciaux (DIS), notamment ceux issus des procédés de fusion.

L'augmentation de la capacité de production est directement liée au débit horaire de fusion. L'entreprise souhaite porter ce débit de 33 tonnes/heure à 36 tonnes/heure tout en conservant la structure existante des fours. En effet, le remplacement des unités de fusion représente un investissement lourd qui n'est pas programmé à moyen terme sachant que les unités actuelles peuvent encore être amorties et que leur durée de vie moyenne ne sera pas atteinte dans un avenir proche.

L'augmentation du débit horaire de fusion sera l'objet de la première partie. Si ce débit peut être porté à la valeur voulue, il faudra ensuite s'assurer que l'approvisionnement en matière première est compatible avec cette nouvelle performance.

L'étude de l'approvisionnement sera l'objet de la deuxième partie. La matière première est acheminée vers les trois fours de fusion via un convoyeur à bennes (hors étude) alimenté par un pont roulant de 8 tonnes.

Nous verrons les capacités d'apport en matière première ainsi que la rénovation du pont roulant. En effet, celui-ci présente de plus en plus souvent des défaillances légères dues à un équipement électromécanique vieillissant et sa maintenance est rendue difficile car certaines pièces ne sont plus fabriquées (variateurs de direction).

Enfin, nous étudierons le traitement des fumées de zinc issues des procédés de fusion dans le but d'être conforme à la certification ISO14001 relative aux Déchets Industriels Spéciaux.

# **ENSEMBLE DE FUSION ELECTRIQUE DE FONTE GRISE AUX FONDERIES DU POITOU**

**FOURS A INDUCTION de 38T 10 800 kW 50Hz**

## **DESCRIPTIONS ET UTILISATIONS DES MOYENS**

# SOMMAIRE

<b>Chapitre 1 : Ensemble de fusion électrique .....</b>	<b>3</b>
Généralités .....	4
Déroulement d'un cycle de fusion.....	4
Consommation d'énergie pour mise à température du métal liquide.....	5
Installation électrique .....	6
Régulation de puissance .....	7
<b>Chapitre 2 : Préparation des charges – chargements .....</b>	<b>9</b>
Déroulement des opérations de fonderie .....	10
Caractéristiques techniques du pont roulant.....	11
Synoptique général du circuit de fonderie.....	12
Schéma détaillé du pont roulant .....	13
Nomenclature du pont roulant .....	14
Schéma détaillé du treuil de levage .....	15
<b>Chapitre 3 : Ensemble de traitement des fumées .....</b>	<b>17</b>
Généralités .....	18
Extraction des fumées.....	19
Filtration des fumées .....	20
Pilotage de l'ensemble de traitement des fumées.....	21
<b>Annexes .....</b>	<b>22</b>
Annexe 1 : Schéma d'un four .....	23
Annexe 2 : Schéma d'une bobine d'induction.....	24
Annexe 3 : Descriptif d'un régulateur d'induction.....	25
Annexe 4 : Schéma de câblage du détecteur 3SQI250 .....	26

---

## Chapitre 1 : Ensemble de fusion électrique

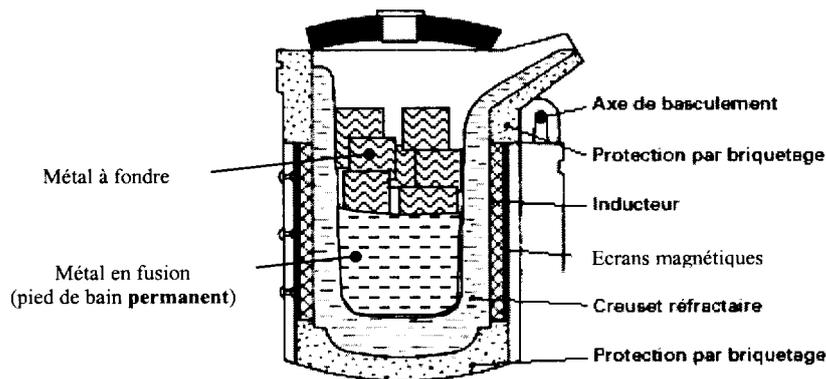
---

Ce chapitre décrit la conduite et l'alimentation en énergie électrique d'un four.

Sujet	Page
Généralités	4
Déroulement d'un cycle de fusion	4
Consommation d'énergie pour mise à température du métal liquide	5
Installation électrique	6
Régulation de puissance	7

## Généralités

Les fonderies du Poitou utilisent trois fours à inductions d'une capacité de 38 tonnes et d'une puissance de 10800 kW chacun, pour alimenter leurs lignes de moulages. Chaque four (voir annexe 1) est constitué d'un inducteur refroidi à l'eau entourant un creuset constitué d'un garnissage en matériau réfractaire et d'écrans canalisant le flux de fuite magnétique.



La bobine ou inducteur (voir annexe 2) est l'organe essentiel du four qui induit le courant dans la charge. Elle est constituée d'un enroulement de 60 spires en 3 corps en cuivre pur électrolytique **alimenté en monophasé**.

Le matériau fondu est soumis aux forces de striction générées par la présence simultanée du champ électromagnétique et des courants induits. Celles-ci entraînent la formation d'un dôme et, par conséquent, la mise en mouvement du métal liquide. Le brassage qui en résulte permet une rapide absorption des composants et présente l'avantage de favoriser l'homogénéité du bain. En revanche, il présente l'inconvénient **d'user les parois réfractaires** du creuset et donc d'en réduire la durée de vie.

## Déroulement d'un cycle de fusion

- L'opérateur affiche au pupitre de commande du four, la quantité d'énergie nécessaire pour amener la charge de métal à la température de coulée.
- La charge de 3,2 tonnes de métal à fondre est immergée dans **le pied de bain permanent du four (34,8 tonnes de métal liquide)** et la chauffe s'effectue à puissance constante (ajustable par l'opérateur en fonction du débit horaire de fusion voulu).
- Lorsque le four a consommé une quantité d'énergie égale à celle affichée par l'opérateur, la chauffe est automatiquement arrêtée.
- Le creuset est basculé pour évacuer 3,2 tonnes de métal en fusion vers les lignes de moulage.

### Consommation d'énergie pour mise à température du métal liquide

Pour amener le métal à température de coulée, il est nécessaire de connaître la quantité d'énergie à lui fournir par tonne pour élever sa température de 100 °C. Cette énergie massique de réchauffage  $W$  exprimée en kWh/t (kilowattheure par tonne) est une fonction de la forme :

$$W = \frac{a x}{b x - 1}$$

où :

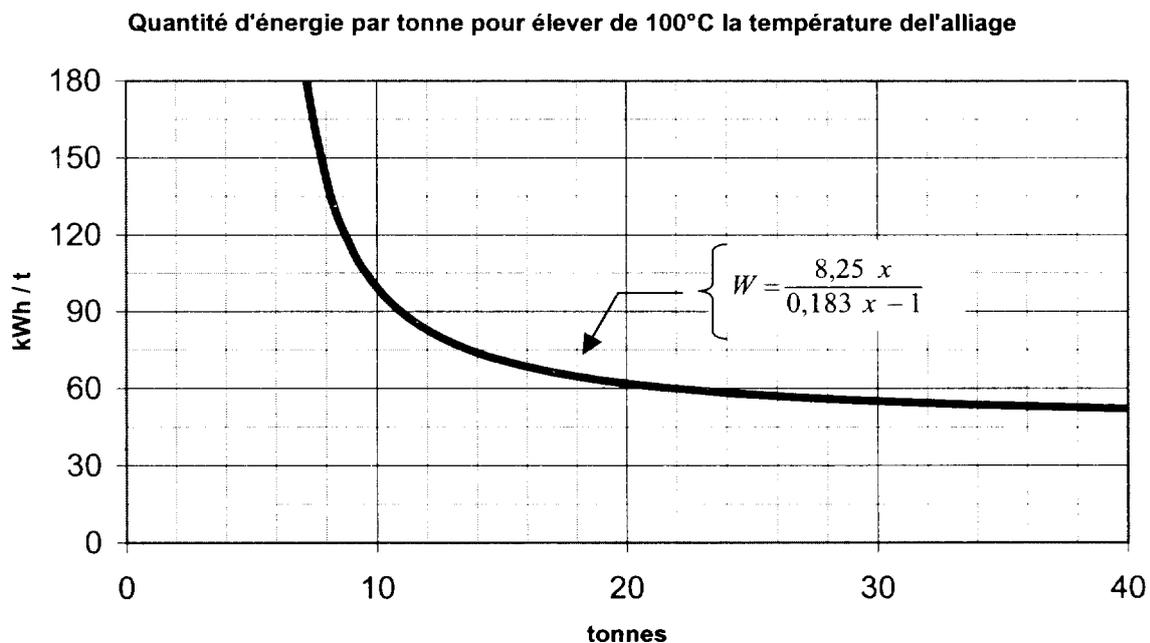
- $x$  est la quantité de métal en tonnes, contenue dans le creuset,
- $a, b$  sont des constantes qui dépendent du four.

Pour le four employé, la formule générale devient :

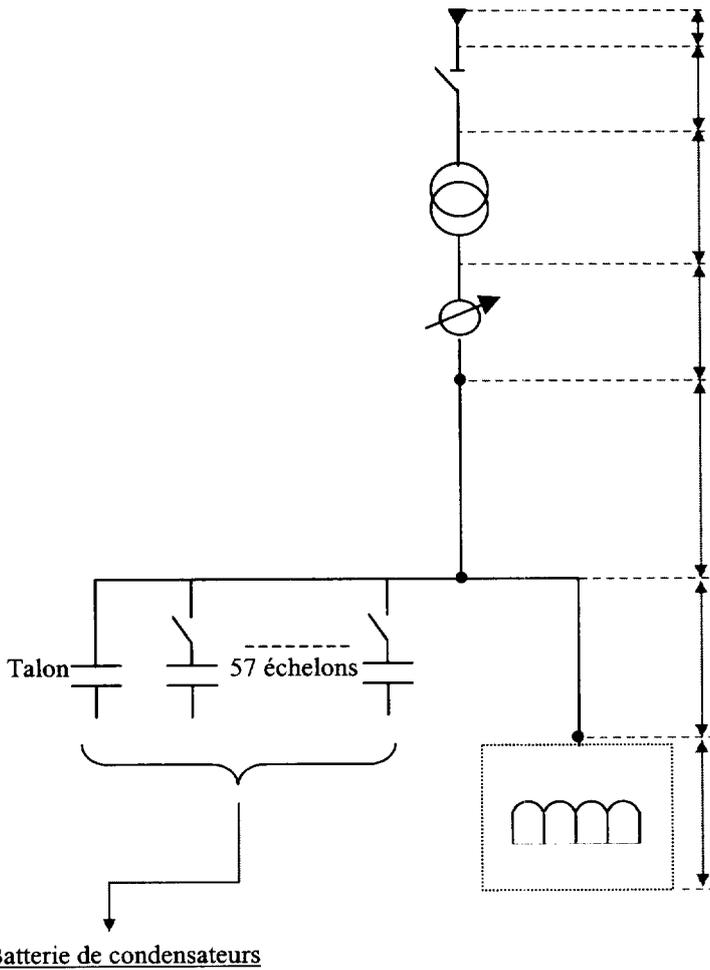
$$W = \frac{8,25 x}{0,183 x - 1}$$

*Remarque 1 :* en connaissant  $W$ , on peut ajuster avec une grande précision la température de coulée du métal à fondre. On peut éviter tout dépassement de la température en injectant la quantité d'énergie tout juste nécessaire.

*Remarque 2 :* cette courbe montre qu'il ne faut pas travailler avec un niveau trop bas de métal liquide dans le creuset et donne à l'utilisateur une bonne image du pied de bain minimal.



**Installation électrique d' un four**



Réseau 90 kV

Disjoncteur 160A

Transformateur monophasé 14020 kVA

Primaire 90 kV 156 A

Secondaire 3070 V 4566,7 A

Régulateur d'induction ± 250V

Intensité maxi 4385 A

Canalisation L1

section 2 x 6 conducteurs 1000 mm<sup>2</sup>

âme aluminium

isolant PVC

pose 6 conducteurs jointifs sur tablettes perforées

Canalisation L2

Four à induction ELPHIAC

Capacité 38 tonnes

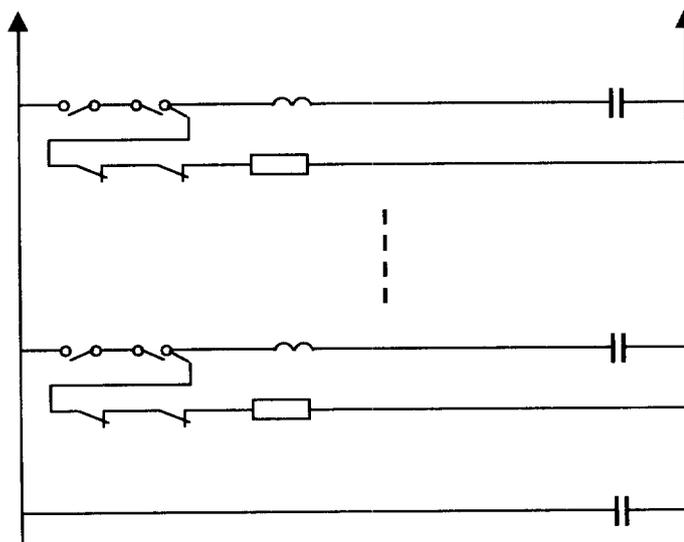
Imax 28000 A

Facteur de puissance

four neuf 0,158

four usé 0,137

Batterie de condensateurs



57<sup>ème</sup> Échelon

666,6 kVar / 2920 V

1<sup>er</sup> Échelon

666,6 kVar / 2920 V

Talon

43319 kVar / 2920 V

Chaque installation comprend :

- dans le poste de 90 kV
  - le sectionneur 90 kV
  - le transformateur 90kV/3kV avec un régleur tension en 5 prises (1000 à 3000V) réglable hors charge
  - le régulateur d'induction réglable en charge
  
- dans la salle des condensateurs
  - deux modules batterie de résonance avec les contacteurs de réglage
  - un module : contacteur de ligne (non représenté sur le schéma précédent),
    - châssis relayage de commande de climatiseurs
    - châssis relayage de commande couplage
    - châssis relayage de commande contacteur de ligne,
    - châssis relayage de commande résonance.
  
- les fours

Pour fournir à l'inducteur la puissance réactive demandée, on intercale entre le transformateur et l'inducteur un système formant, avec ce dernier, un circuit oscillant. L'inducteur apparaissant comme une inductance  $L$ , il convient de lui associer une capacité  $C$  qui sert à adapter l'impédance du four.

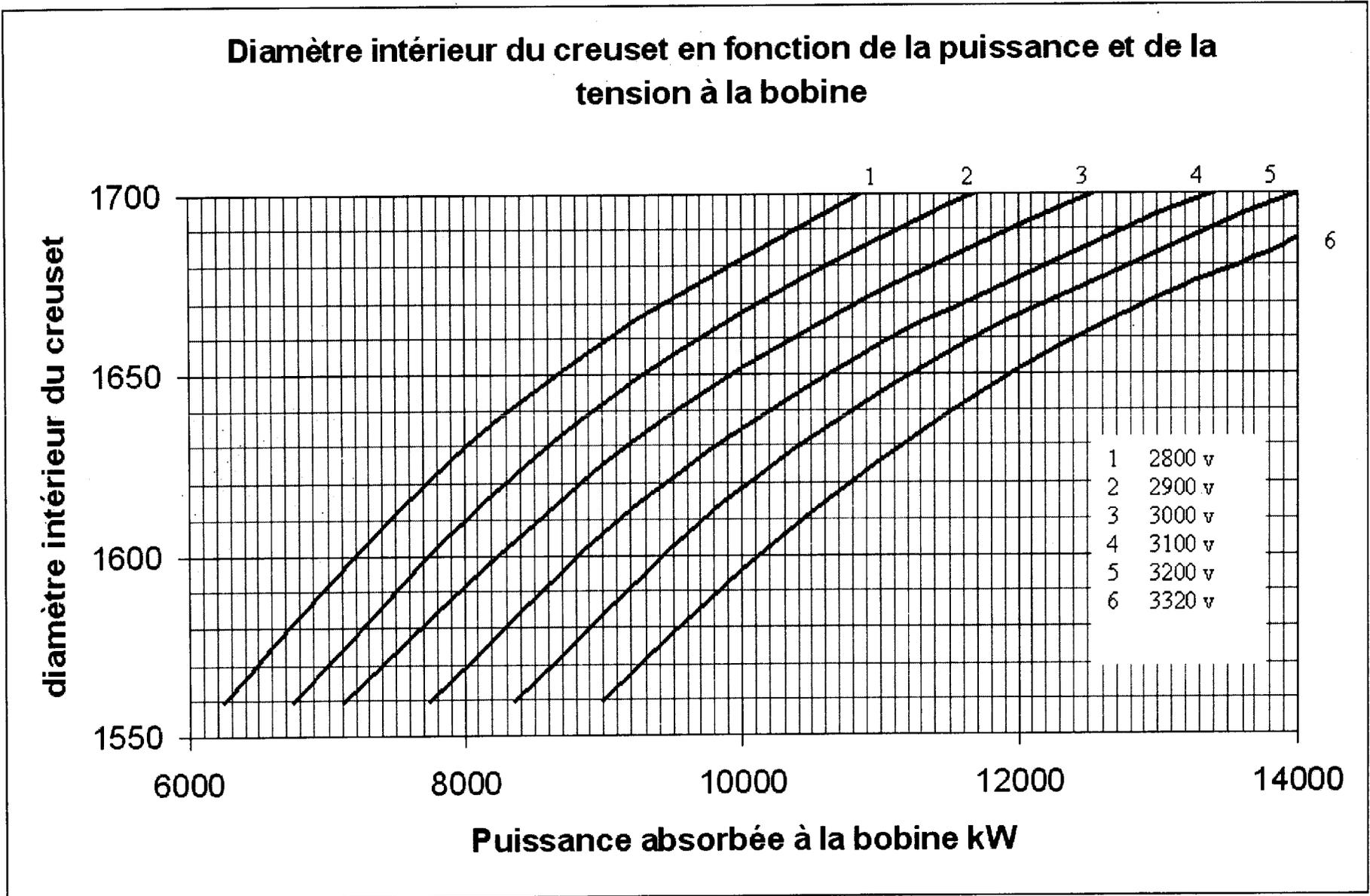
La capacité  $C$  est constituée :

- d'une part, d'un ensemble de condensateurs fixes ( le talon),
- d'autre part , d'un ensemble de condensateurs commutables

### Régulation de puissance

Le régulateur d'induction (voir annexe 3) ajuste la tension aux bornes de l'inducteur afin d'annuler l'écart existant entre la puissance absorbée par le four et la puissance de consigne fixée par le conducteur du four. **Par conséquent la puissance électrique absorbée par le four est constante et égale à la consigne fixée par le conducteur du four.**

Le graphique de la page suivante montre la relation existant entre l'usure du creuset, la tension d'alimentation et la puissance absorbée par un four.



---

## Chapitre 2 : Préparation des charges - chargements

---

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Déroulement des opérations de fonderie	10
Caractéristiques techniques du pont roulant	11
Synoptique général du circuit de fonderie	12
Schéma détaillé du pont roulant	13
Nomenclature du pont roulant	14
Schéma détaillé du treuil de levage	15

## Déroulement des opérations de fonderie

Un wagon permet l'approvisionnement en matière première et amène les packs de tôle en provenance de l'extérieur de l'usine, ou bien les rebuts en provenance des opérations de fonderie précédentes. Le pont roulant situé au dessus permet de transférer les matériaux du wagon vers les réserves de stockage d'une part, puis de celles-ci vers les cinq vibrants. Ce sont des bacs disposés en hauteur et animés d'un mouvement vibratoire qui permet de faire tomber progressivement les matériaux dans les bennes de transfert. Elles sont suspendues à un rail et sont amenées par celui-ci à un ascenseur qui va les mettre en position supérieure de manière à pouvoir passer au dessus des fours et déverser leur contenu. La fonte une fois liquide est alors transférée vers la coulée de manière à réaliser les pièces à mouler. La benne vide continue son circuit vers un descenseur qui la remet au niveau inférieur de façon à recevoir un nouveau chargement sous un vibrant et le cycle recommence.

### Fonctionnement du pont roulant

Le pont roulant se déplace en permanence au dessus de la zone d'approvisionnement qu'il couvre parfaitement en combinant le déplacement du chariot **B** (mouvement de direction) et le déplacement du pont **A** (mouvement de translation). L'électro-aimant **1** permet de « saisir » la charge à transporter.

Le mouvement de translation du pont **A** est obtenu grâce à l'action combinée de deux moteurs **18** situés à chaque extrémité de celui-ci . Le mouvement de rotation est transmis par un accouplement **19** à un réducteur **17** qui actionne en sortie un galet moteur **21** roulant sur un rail et permettant ainsi le déplacement du pont (sens longitudinal) sur les rails **23**. Un frein à disque **20** est disposé sur l'arbre moteur. Chaque galet moteur est accompagné d'un galet porteur **22**.

Le mouvement de direction du chariot **B** est obtenu de la même manière (Le moteur **14** agit sur le réducteur **11** par l'intermédiaire de l'accouplement **10**, ce qui entraîne les galets moteurs **13** sur les rails **16**, les galets **15** étant simplement porteurs). Le déplacement se fait dans le sens transversal. Un frein à disque **12** est disposé sur l'arbre moteur.

Le levage est obtenu grâce à un moteur **4** actionnant un réducteur **6** au moyen d'un accouplement **5**. Le mouvement de rotation est transmis au tambour **9** qui enroule simultanément les deux brins du câble **3** (les deux extrémités sont fixées sur le tambour). Ces deux brins soutiennent les deux poulies **2** du moufle grâce à la poulie folle **8** fixée en haut sur le bâti. Ceci revient à faire soulever la charge par quatre brins de câble en tout. L'électro-aimant est suspendu au moufle par un crochet et des élingues. Un frein à disque **7** est disposé sur l'arbre moteur comme dans les deux motorisations précédentes.

Une cabine de commande **C** est accrochée sous le pont et se déplace le long de celui-ci au moyen d'un rail, grâce à une motorisation indépendante des précédentes. Les trois mouvements du pont (translation, direction, levage) sont commandés à partir de cette cabine par le technicien qui s'y trouve. Par raison de sécurité, il la positionne toujours suffisamment éloignée du palan de façon à ne pas être heurté par la charge ou l'électro-aimant. Cela lui permet aussi d'avoir une vue d'ensemble de l'opération de transfert à réaliser (du wagon vers les réserves ou des réserves vers les vibrants).

**Caractéristiques techniques du pont roulant****Système de levage (1 moteur et 1 réducteur)**

- Capacité de levage : 8 tonnes
- Force d'attraction de l'électro-aimant : 37500 N
- Vitesse maximale de levage 0,375 m/s
- Course maximale de levage  $h = 10$  m
- Masse de l'électro-aimant 4750 kg
- Masse des chaînes  $m_c = 150$  kg
- Masse du mouflage  $m_f = 100$  kg
- Diamètre d'enroulement du tambour 600 mm
- Inertie du tambour  $I_T = 40$  kg.m<sup>2</sup>
- Longueur du tambour  $L = 1,33$  m
- Réduction du réducteur  $r = 1/63$
- Rendement du réducteur  $\eta_r = 0,8$
- Rendement du treuil (tambour + mouflage)  $\eta_t = 0,9$
- Inertie du frein  $I_f = 0,08$  kg m<sup>2</sup>
- Inertie de l'accouplement  $I_a = 0,005$  kg m<sup>2</sup>
- Inertie du réducteur ramené sur l'axe moteur  $I_r = 0,04$  kg m<sup>2</sup>
- Diamètre des poulies du moufle  $D_i = 600$  mm

**Mouvement de direction du chariot (1 moteur et 1 réducteur)**

- Masse maximale à transférer  $m = 8$  tonnes
- Vitesse maximale de déplacement 60m/min
- Course maximale 24,2 m
- Réducteur réduction 1/20
- Temps de mise en régime  $t = 3$ s
- Diamètre primitif du galet moteur  $D = 250$  mm

**Mouvement de translation du pont (2 moteurs et 2 réducteurs)**

- Vitesse maximale de déplacement 90 m/min
- Course maximale 60 m
- Réducteur réduction 1/25
- Temps de mise en régime  $t = 3$ s
- Diamètre primitif du galet moteur  $D = 315$  mm

Synoptique général du circuit de fonderie

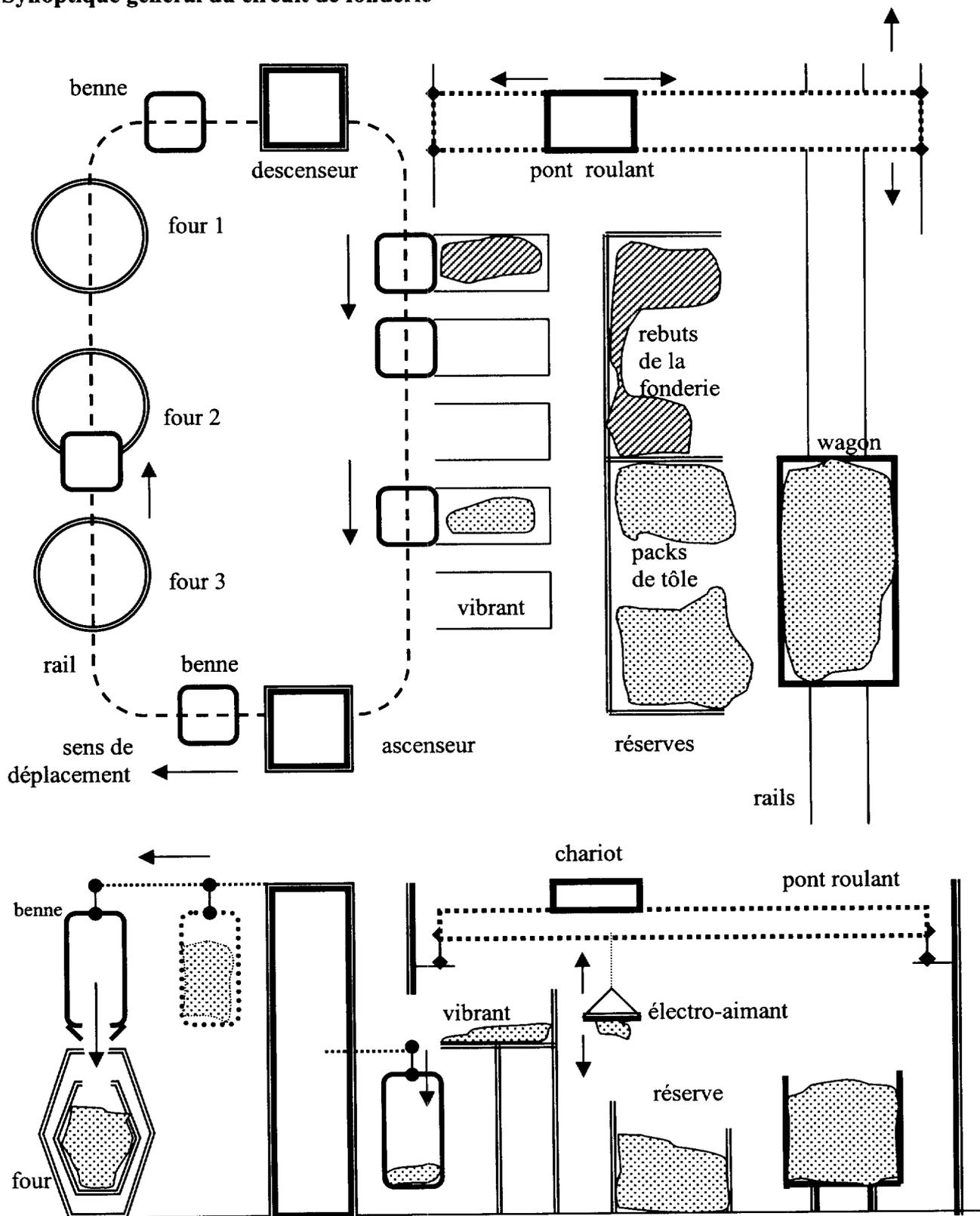
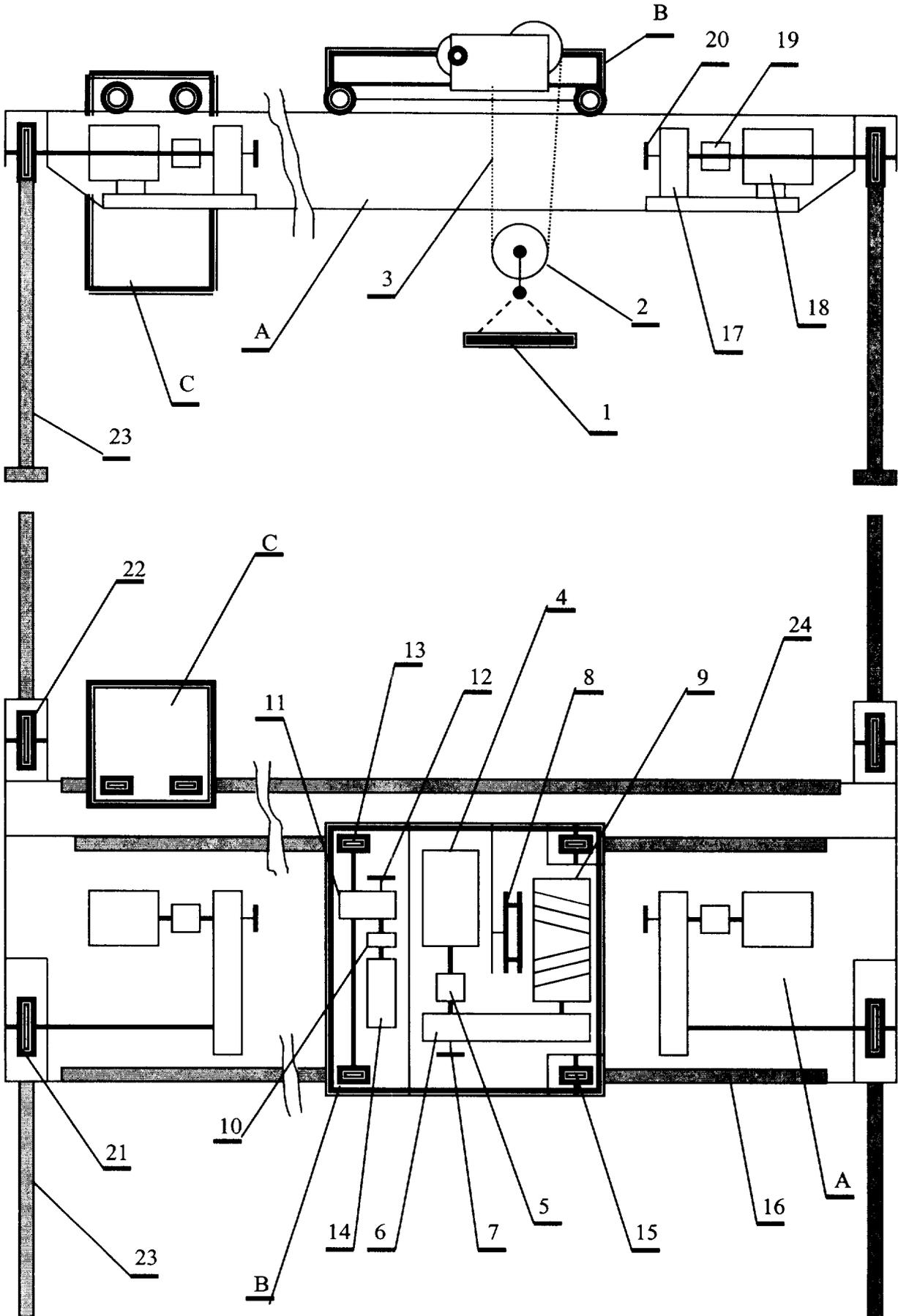


Schéma détaillé du pont roulant



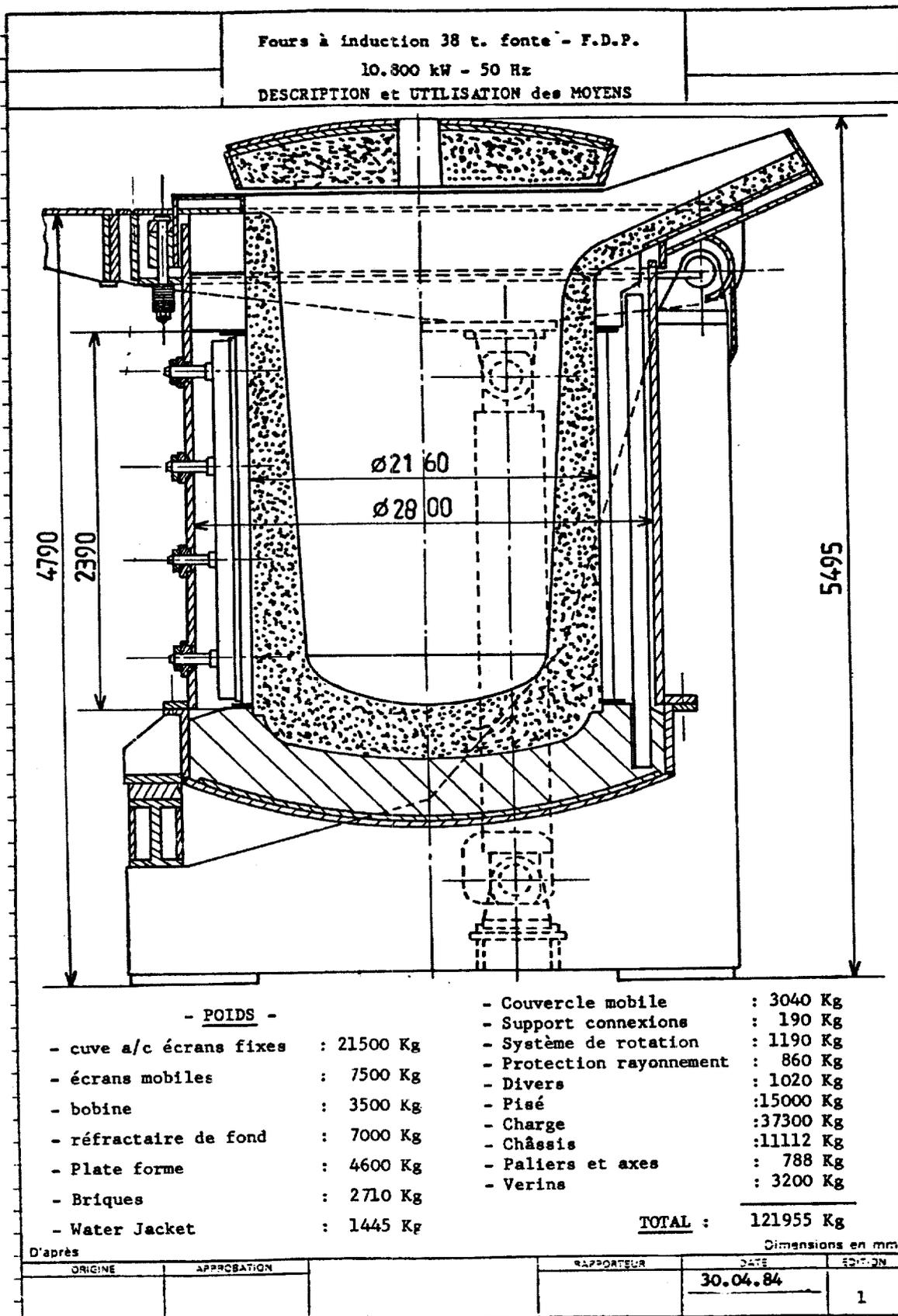
---

## Annexes

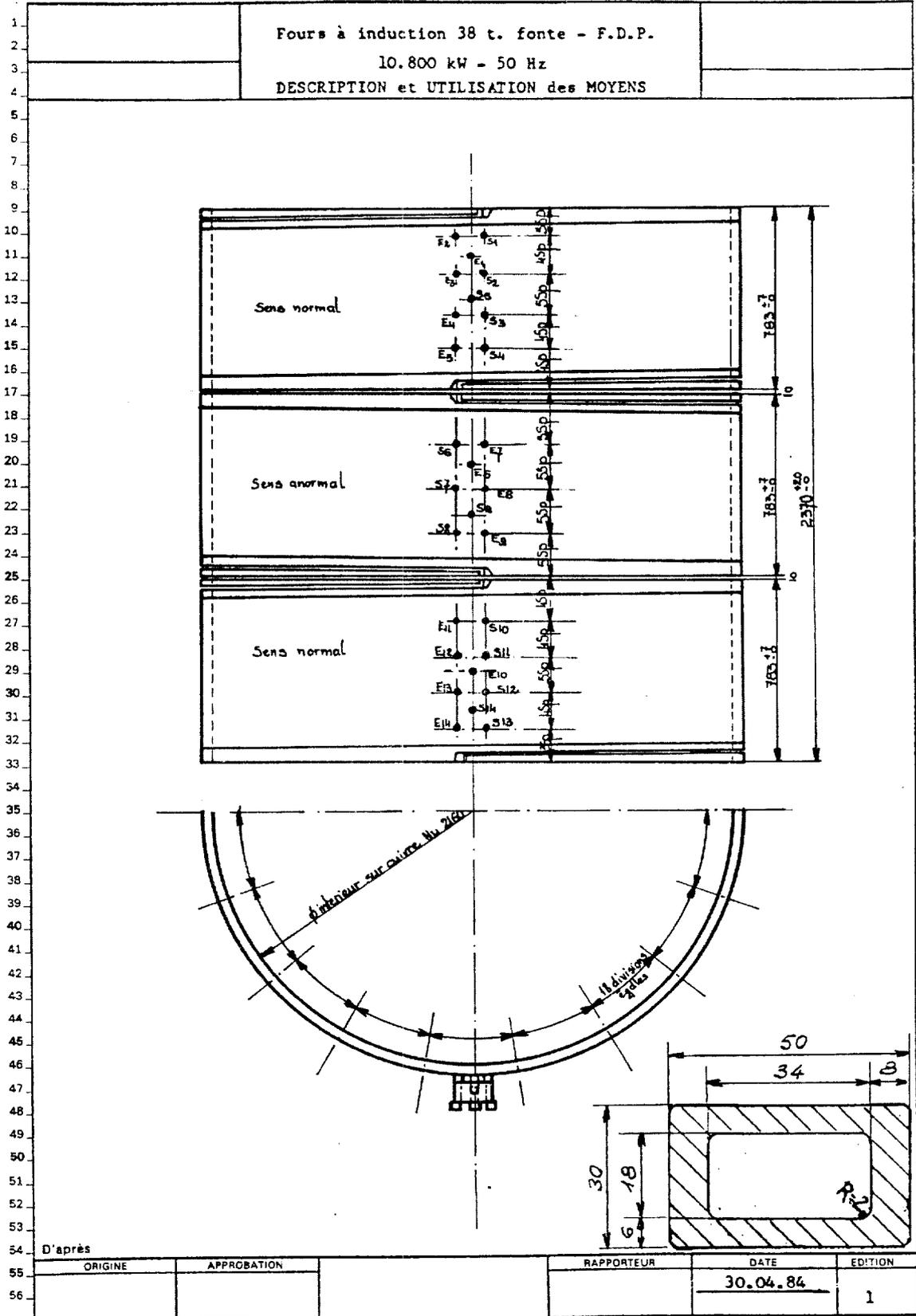
---

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Annexe 1 : Schéma d'un four	23
Annexe 2 : Schéma d'une bobine d'induction	24
Annexe 3 : Descriptif d'un régulateur d'induction	25
Annexe 4 : Schéma de câblage du détecteur inductif de proximité 3SQI250	26

## ANNEXE 1 - SCHEMA D'UN FOUR

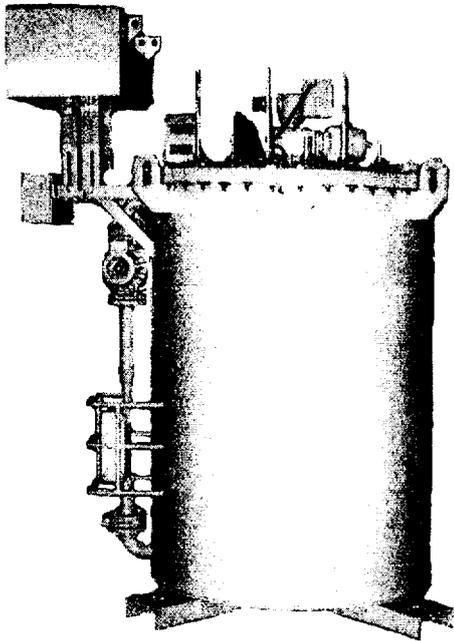


ANNEXE 2 - SCHEMA D'UNE BOBINE D'INDUCTION



Reproduction interdite

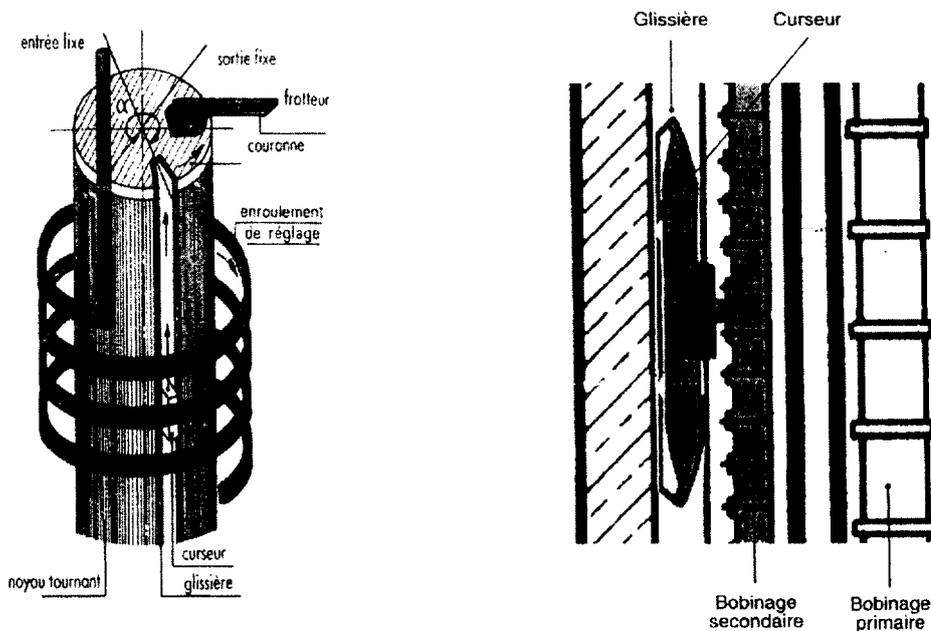
## ANNEXE 3 - DESCRIPTIF D'UN REGULATEUR D'INDUCTION



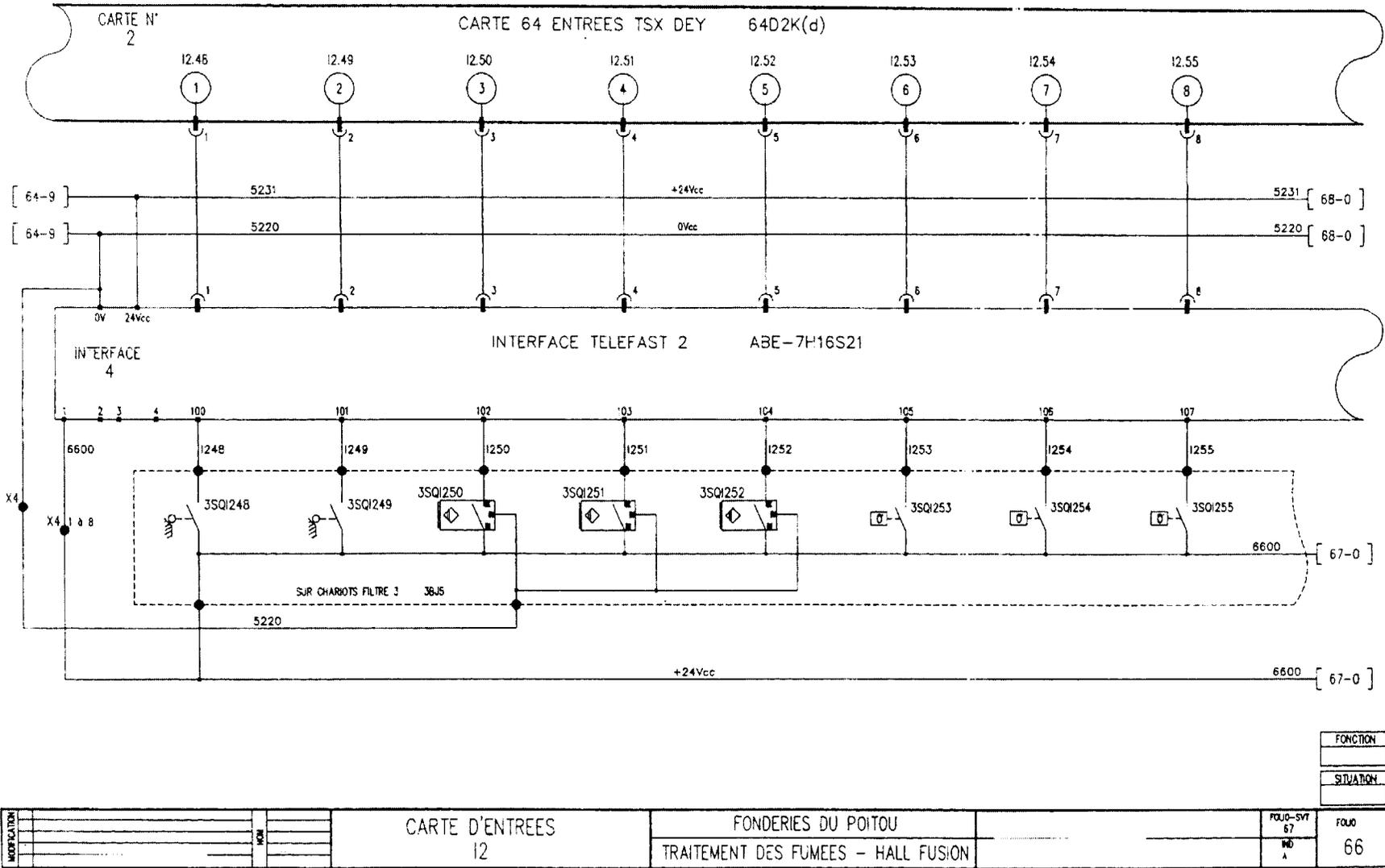
Le régulateur d'induction ajuste la tension aux bornes de l'inducteur afin d'annuler l'écart existant entre la puissance absorbée par le four et la puissance de consigne fixée par le conducteur du four. **Par conséquent la puissance électrique absorbée par le four est constante et égale à la consigne fixée par le conducteur du four.**

- Primaire HT
- Secondaire BT isolement galvanique entre primaire et secondaire
- Tension secondaire variable en charge de façon linéaire
- Pas de composante continue
- Pas d'harmonique

Le régulateur d'induction est un transformateur à noyau tournant. La rotation du noyau magnétique (assurée par un moto réducteur) entraîne le déplacement d'un contact mobile le long du bobinage secondaire, ce qui fait varier de façon continue la tension.



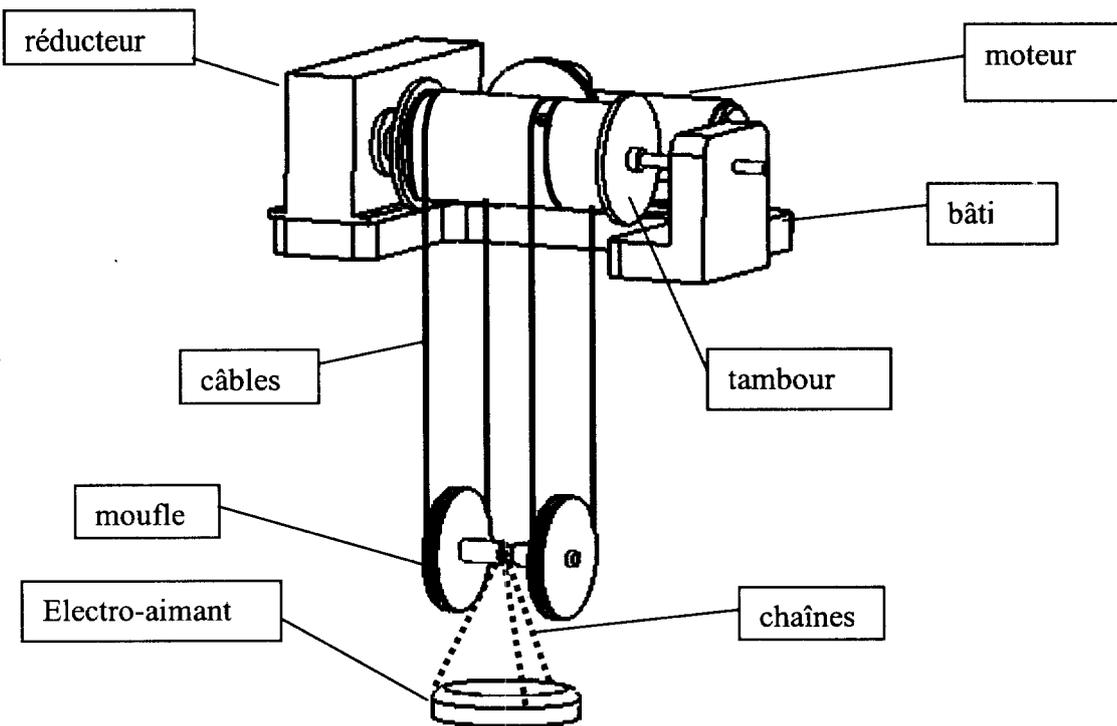
ANNEXE 4 - SCHEMA DE CABLAGE DU DETECTEUR 3SQI250



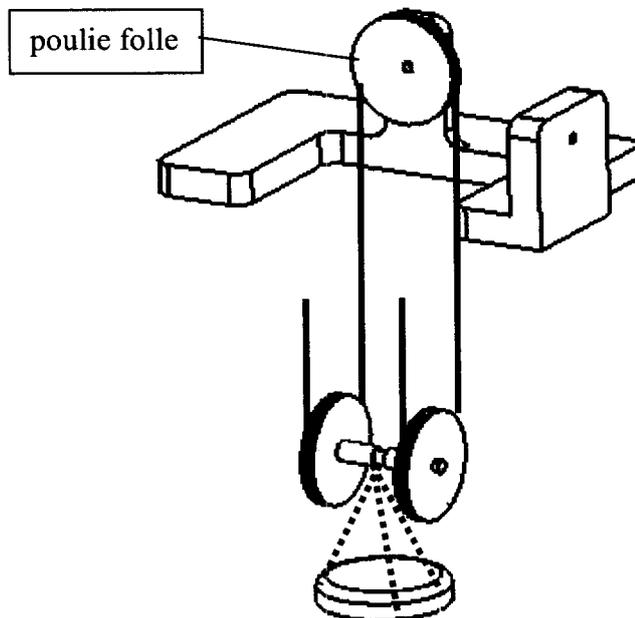
## Nomenclature du pont roulant

24	1	rail de commande	guidage de la cabine
23	2	rail de translation	
22	2	galet porteur	
21	2	galet moteur	mouvement de translation
20	2	frein translation	
19	2	accouplement	
18	2	moteur translation	
17	2	réducteur translation	réduction de 1/25
16	2	rail de direction	
15	2	galet porteur	
14	1	moteur de direction	
13	2	galet moteur	mouvement de direction
12	1	frein direction	
11	1	réducteur direction	réduction de 1/20
10	1	accouplement	
9	1	tambour	
8	1	poulie folle	support des 2 brins gauches du câble
7	1	frein levage	
6	1	réducteur levage	réduction de 1/63
5	1	accouplement	
4	1	moteur de levage	
3	1	câble de levage	2 extrémités fixées sur le tambour
2	1	mouflage	2 poulies et 1 axe avec crochet
1	1	électro-aimant	
C	1	cabine de commande	
B	1	chariot	mouvement de direction
A	1	pont roulant	mouvement de translation
repère	nombre	désignation	remarques

**Schéma détaillé du treuil de levage**



**Détail de l'ensemble (moteur, réducteur et tambour enlevés)**



---

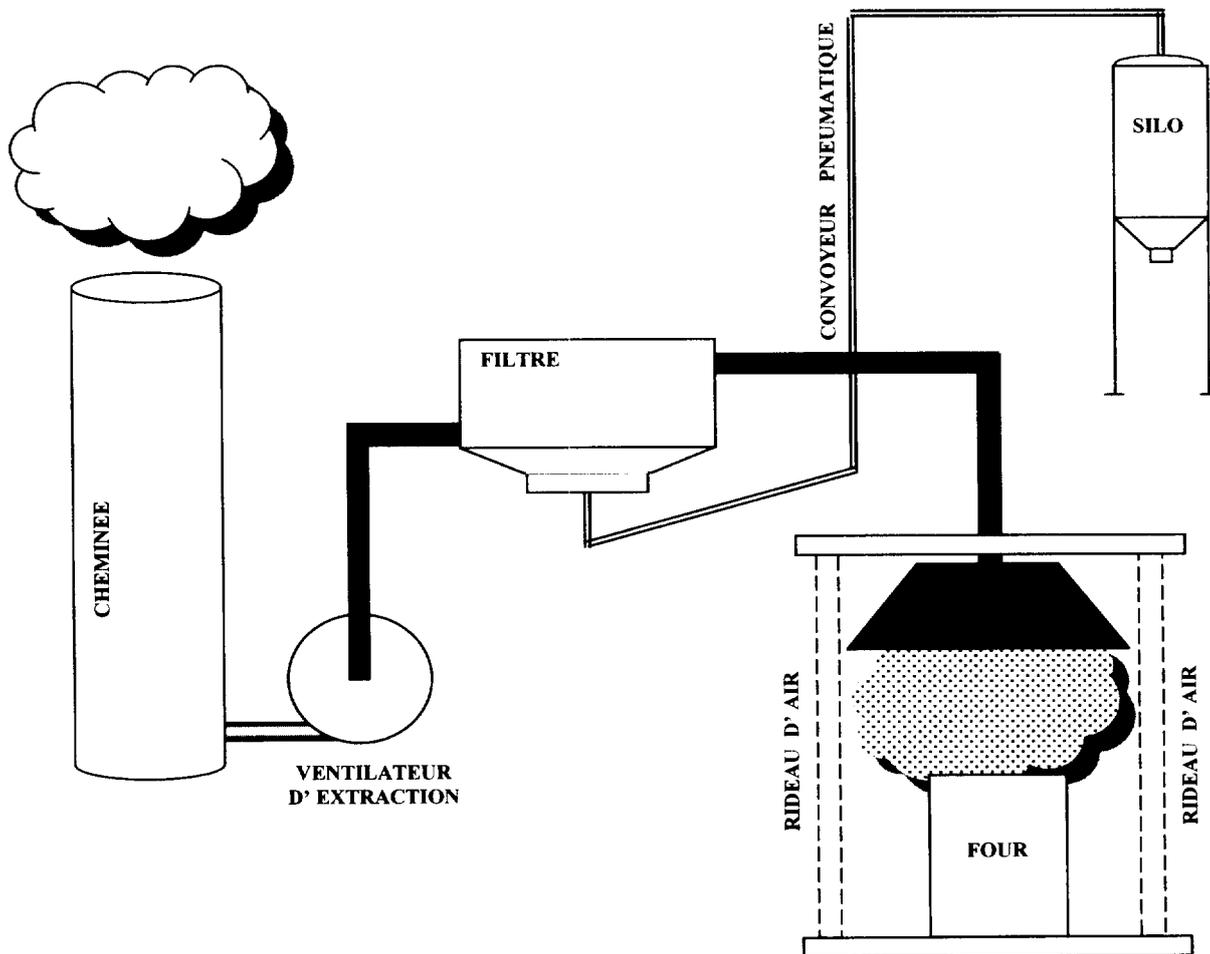
## Chapitre 3 : Ensemble de traitement des fumées

---

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Généralités	18
Extraction des fumées	19
Filtration des fumées	20
Pilotage de l'ensemble de traitement des fumées	21

### Généralités

L'ensemble de traitement des fumées des fours de fusion, représenté ci-dessous, assure l'extraction et la filtration des fumées, ainsi que le stockage des poussières résultant du filtrage.



A la mise sous tension du moteur entraînant le ventilateur d'extraction, les fumées sont collectées par la gaine de hotte, puis passent à travers un filtre avant d'être expulsées à 35m de haut par une cheminée.

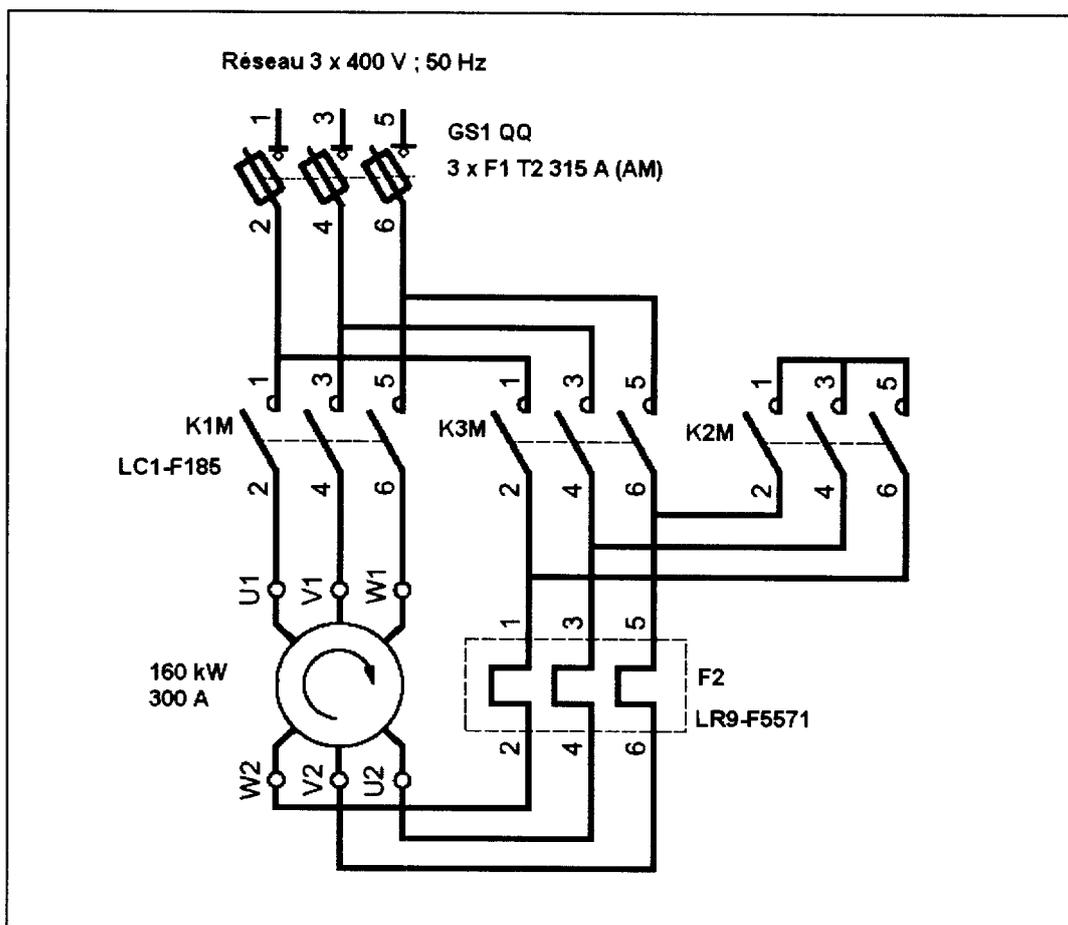
Deux rideaux d'air autour de la hotte permettent de maintenir les fumées sous celle-ci

Les fumées passant à travers les manches du filtre sont débarrassées de leurs poussières qui tombent dans une trémie et sont acheminées par un convoyeur pneumatique vers un silo où elles sont stockées.

**Extraction des fumées**

La commande de puissance du moteur d'entraînement du ventilateur présente un démarrage de type étoile triangle. Ses principales caractéristiques sont réunies dans le tableau ci-dessous :

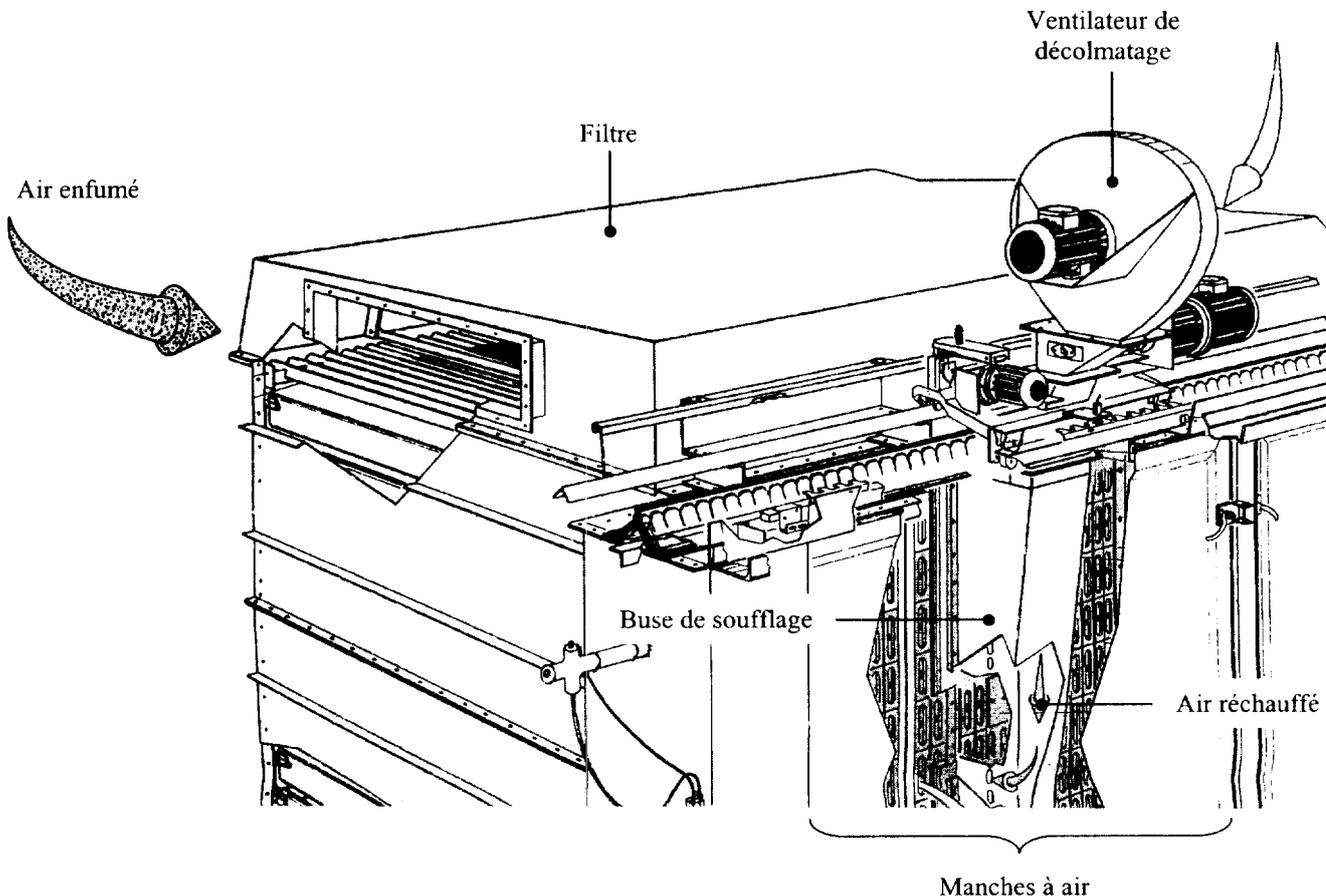
Nombre de pôles	3
Réseau d'alimentation	triphase 400 V
Fréquence du réseau d'alimentation	50 Hz
Service assigné	ininterrompu
Temps de démarrage maximum	20 s



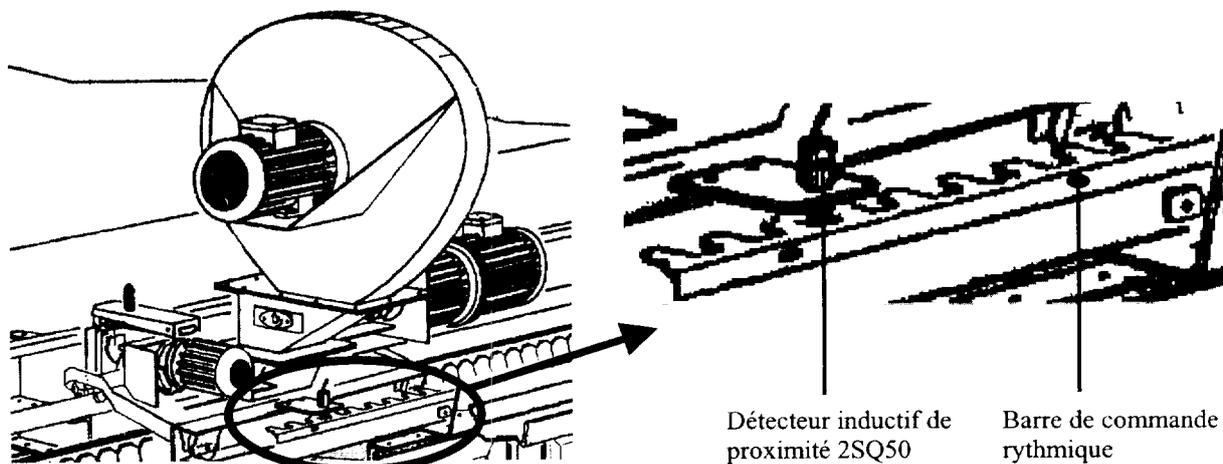
Matériel installé		
Interrupteur Sectionneur	Télémechanique	GS1 QQ
Fusibles « F1 »	Socomec	T2 315 A – type AM
Contacteurs (K1M, K2M, K3M)	Télémechanique	LC1-F185
Relais de surcharge	Télémechanique	LR9-F5571

**Filtration des fumées**

Toutes les 30 minutes un cycle de décolmatage du filtre est lancé : le ventilateur de décolmatage souffle, pendant un certain temps, de l'air réchauffé dans chaque rangée de manches à air du filtre afin de les désencrasser.



Le chariot mobile supportant le ventilateur de décolmatage et la buse de soufflage est positionné en face des manches à air, à l'aide d'un détecteur inductif de proximité (3SQI250) et de la barre de commande rythmique. L'information délivrée par le détecteur 3SQI250 est traitée par l'automate qui pilote l'ensemble de traitement des fumées (voir annexe 4).



### Pilotage de l'ensemble de traitement des fumées

Le traitement des fumées des fours 2 et 3 est assurée par des installations indépendantes au niveau du process et de la puissance mais sont pilotées par un unique API de marque Schneider (type Premium) :

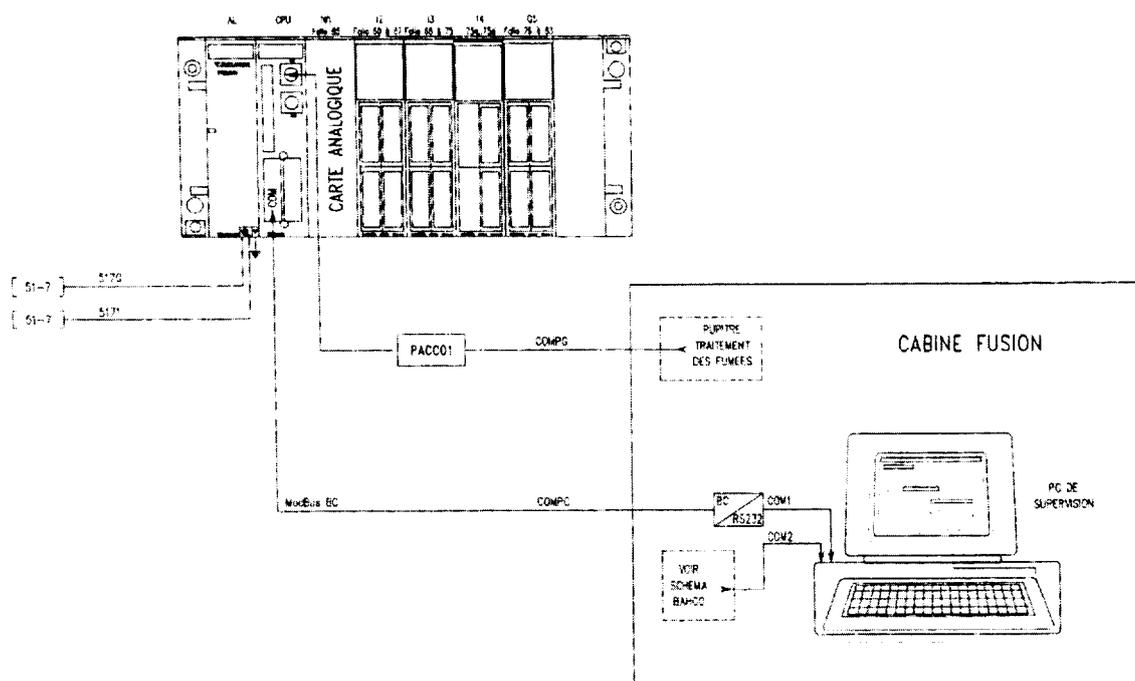
Module	Référence
Module alimentation	TSX PSY 2600
Module processeur	TSX 57202
Module tout ou rien	TSX DEY 64D2K
Module tout ou rien	TSX DEY 64D2K
Module tout ou rien	TSX DEY 64T2K
Module analogique	TSX AEY 414

Le livret technique TSX Premium donne des indications sur les caractéristiques des modules d'entrées/sorties et la programmation du processeur.

L'automate est relié à un poste de supervision qui permet à l'opérateur d'accéder à toutes les informations d'état des installations de traitement des fumées des fours de fusion fonte.

Le poste de supervision réalise également la fonction de surveillance des défauts, l'historisation des mesures, et des alarmes.

Il permet aussi de régler certains temps du cycle de décolmatage.



---

## **Enjeu A : Augmentation de la capacité de production**

---

L'entreprise souhaite porter sa capacité de production de 33 tonnes/heure à 36 tonnes/heure. La mise en place de cet objectif, nécessite l'étude de plusieurs problèmes techniques indépendants abordés dans les parties suivantes :

- Problème technique A1 : Débit horaire de fusion
- Problème technique A2 : Contribution à la compensation du facteur de puissance global de l'usine
- Problème technique A3 : Capacité du dispositif d'approvisionnement
- Problème technique A4 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont roulant – Choix du moteur
- Problème technique A5 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont roulant – Choix de la commande de puissance
- Problème technique A6 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont roulant – Mise en oeuvre

## Problème technique A1 : Débit horaire de fusion

Afin d'augmenter sa capacité de production, l'usine cherche à augmenter le débit horaire de métal traité par son ensemble de fusion électrique qui est actuellement de 11 tonnes par heure et par four.

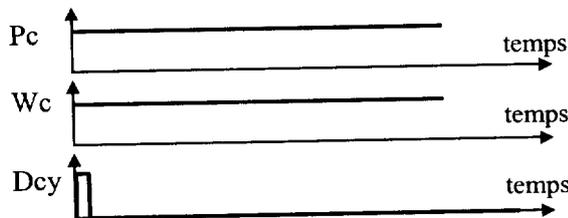
Pour ce faire, deux solutions sont envisagées : augmenter le débit horaire de chaque four d'une tonne par heure, ou bien implanter un quatrième four.

Par conséquent, afin de pouvoir choisir la solution qui s'impose en fonction des objectifs de production fixés, il convient de déterminer la valeur maximum du débit horaire de fusion qu'un four existant peut atteindre.

### Hypothèses

- (1) Le débit horaire de fusion d'un four est la quantité de métal fondue par heure dans son creuset, et s'exprime en tonne par heure.
- (2) Le creuset du four est neuf : son diamètre interne est égal à 1650 mm.
- (3) Le creuset contient 38 tonnes de métal.
- (4) L'évolution de la puissance et de l'énergie électrique absorbée à la bobine par un four lors d'un cycle de fusion est la suivante :

Consignes

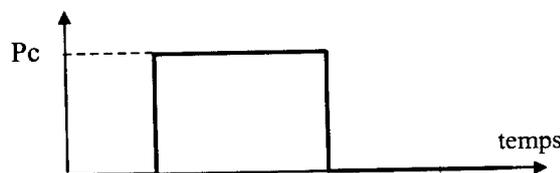


$P_c$  : consigne de puissance fixée par l'opérateur

$W_c$  : consigne d'énergie fixée par l'opérateur

$D_{cy}$  : ordre de démarrage du cycle de fusion

Puissance absorbée à la bobine

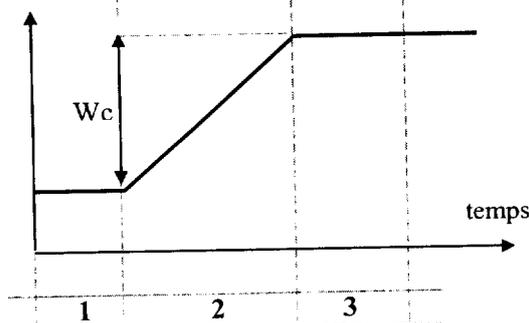


1 : immersion d'une charge de 3,2 tonnes de métal dans le four

2 : fusion

3 : basculement du creuset

Energie absorbée à la bobine



	1	3
<b>Durées</b>	0,9 min	2 min

## Documents techniques à disposition

- § Déroulement d'un cycle de fusion ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...
- § Consommation d'énergie pour mise à température du métal liquide ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...
- § Installation électrique d'un four ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...
- § Régulation de puissance ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...

## Travail demandé pour résoudre le problème posé

### *Expression du débit horaire de fusion d'un four*

**A1.1 :** Déterminer l'énergie nécessaire pour élever à température de coulée, la température de la charge de 3,2 tonnes de métal immergé dans le creuset, en considérant :

- a. que la température initiale de la charge est de 20°C,
- b. que la température finale de la charge est de 1480°C (température de coulée),
- c. que la quantité de métal contenue dans le creuset est de 38 tonnes avec la charge.

**A1.2 :** En déduire, en considérant que le rendement du four est de 94%, que l'expression du débit horaire de fusion ( $D_{\text{horaire}}$  en tonnes par heure) en fonction de la puissance absorbée à la bobine ( $P_{\text{bobine}}$  en kilowatts) est la suivante :

$$D_{\text{horaire}} = \frac{3,2}{\frac{2460}{0,94 \times P_{\text{bobine}}} + 0,048}$$

### *Valeur maximum de la puissance active absorbée à la bobine d'un four*

**A1.3 :** Déterminer la valeur de la puissance active absorbée à la bobine correspondant à la valeur maximum de la tension que peut délivrer le régulateur d'induction.

**A1.4 :** Cette valeur de puissance est-elle compatible avec la valeur maximum du courant que peut absorber la bobine ? Justifier votre réponse.

### *Valeur maximum du débit horaire de fusion d'un four et conclusion*

**A1.5 :** Déduire des réponses apportées aux questions précédentes, la valeur maximum du débit horaire de fusion d'un four.

**A1.6 :** Doit-on implanter un quatrième four ? Justifier votre réponse.

## **Problème technique A2 : Contribution à la compensation du facteur de puissance global de l'usine**

*L'augmentation du débit horaire de fusion implique d'augmenter la puissance active absorbée par le four.*

*Il est alors nécessaire d'implanter des échelons supplémentaires à la batterie de condensateurs existante afin que celle-ci puisse fournir la totalité de la part réactive du courant absorbé par le four. Par ailleurs, il serait souhaitable que la batterie fournisse également de la puissance réactive au réseau 90 kV afin de remonter le facteur de puissance de l'usine.*

*Il convient d'établir, compte tenu de la puissance assignée du transformateur, la valeur maximum de la puissance réactive devant être délivrée par la batterie et d'en déduire le nombre d'échelons de condensateurs supplémentaires à implanter.*

### **Hypothèses**

- (1) Le creuset du four est usé : son diamètre interne est égal à 1690 mm.
- (2) La puissance active absorbée par le four est égale à 12000 kW.
- (3) Les échelons de condensateurs supplémentaires sont identiques à ceux déjà implantés.

### **Documents techniques à disposition**

- (1) § Installation électrique d'un four ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...
  
- (2) § Régulation de puissance ▷  Descriptions des moyens  
↳  Chapitre1 : ensemble de fusion ...

## **Travail demandé pour résoudre le problème posé**

### *Calcul de la puissance réactive de la batterie de condensateurs*

**A2.1 :** Calculer la puissance réactive maximum pouvant être échangée avec le réseau 90 kV compte-tenu de la puissance nominale du transformateur.

**A2.2 :** Calculer la puissance réactive absorbée par le four.

**A2.3 :** En déduire, la valeur de la puissance réactive que doit fournir la batterie de condensateurs pour obtenir un transfert maximum de puissance réactive de l'ensemble de fusion (four + condensateurs) vis à vis du réseau 90 kV.

### *Calcul du nombre d'échelons de condensateurs supplémentaires*

**A2.4 :** Déterminer à l'aide de l'abaque « diamètre intérieur du creuset ... », la tension d'alimentation du four.

**A2.5 :** Calculer la puissance réactive fournie :

- par le talon de la batterie de condensateurs.
- par un échelon de la batterie de condensateurs.

**A2.6 :** En déduire le nombre d'échelons de condensateurs supplémentaires à implanter.

### **Problème technique A3 : Capacité du dispositif d'approvisionnement**

*Les matières premières sont acheminées vers les fours de fusion par un pont roulant 8 tonnes et un convoyeur à bennes (voir descriptions des moyens techniques). L'augmentation de la capacité de production dépend de la capacité d'apport en matière première par le pont roulant ; le convoyeur à bennes (hors étude) pourrait être doté d'une benne supplémentaire le cas échéant.*

#### **Hypothèses**

Le pont roulant assure deux fonctions :

- la décharge des matières premières livrées par route ou par fer vers les aires de stockage ;
- le chargement des couloirs vibrants en matière première qui l'acheminent ensuite vers le convoyeur à bennes. Les bennes ouvrantes sont vidées au dessus des fours de fusion.

Afin de garantir un flux ininterrompu de matière première, on estime que les deux fonctions assurées par le pont roulant occupent un temps équivalent.

#### **Documents techniques à disposition**

- (1) § Déroulement des opérations de fonderie
  - ▷  Descriptions des moyens
    - ↳  Chapitre 2 : Préparation...

## **Travail demandé**

*Détermination de la durée maximale d'un cycle de chargement pour répondre à la nouvelle contrainte de production.*

- A3.1** Déterminer la charge utile  $m_u$  que peut emporter le pont roulant compte tenu de sa capacité de levage.
- A3.2** Calculer le nombre de cycles de chargement nécessaires par heure de production afin de respecter la performance attendue.
- A3.3** En déduire la durée maximale admissible, exprimée en minute, d'un cycle de chargement. On prendra en considération que le pont roulant assure deux fonctions à temps équivalent.

*Estimation de la durée d'un cycle de chargement compte tenu des possibilités actuelles du pont*

Afin de déterminer la durée d'un cycle de chargement, on se place dans les hypothèses suivantes :

- le pont roulant transporte une charge utile de 3 tonnes ;
- un cycle comprend les phases de descente à vide, montée en charge, déplacements aller, descente en charge, montée à vide et déplacement retour ;
- les déplacements s'effectuent sur la moitié des courses respectives pour les mouvements de translation et de direction et sur la totalité de la course pour le levage ;
- les mouvements de translation et de direction sont simultanés ;
- les phases d'accélération et de décélération seront négligées.

- A3.4** Déterminer la durée ( $t_T$  en minute) du mouvement de translation du chariot pour un déplacement aller (ou retour).
- A3.5** Déterminer la durée ( $t_D$  en minute) du mouvement de direction du chariot pour un déplacement aller (ou retour).
- A3.6** Déterminer la durée ( $t_L$  en minute) du mouvement de levage pour une phase de montée (ou de descente).
- A3.7** En déduire la durée totale d'un cycle complet.

*Conclusion*

- A3.8** Les performances actuelles du pont roulant permettent-elles d'assurer, dans le cadre de l'augmentation de la production prévue, les conditions d'approvisionnement des fours depuis le déchargement de la matière première jusqu'au chargement des couloirs vibrants ? Expliquer la réponse.

## **Problème technique A4 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont - choix du moteur**

*Afin d'éviter le remplacement de la partie mécanique qui ne présente pas de signe majeur d'usure et de réaliser ainsi une rénovation à moindre coût, il est envisagé le remplacement de l'ancienne motorisation de levage (machine à rotor bobiné et résistance rotorique) par un moto réducteur neuf dont la **hauteur d'axe sera conservée** (ici 375 mm) et qui sera piloté par un variateur de fréquence à commande scalaire. On garantit alors un remplacement rapide et à un coût optimisé.*

### **Hypothèse de travail**

- (1) Une recherche de référence d'un moteur de même hauteur d'axe à l'aide du « Configurateur » disponible sur le site Internet de LEROY SOMER, nous conduit vers un moto-réducteur asynchrone triphasé 4 pôles de référence **LSMV225MK**.
- (2) On rappelle la formule de calcul du couple moyen thermique équivalent :

$$C_{MTE} = \sqrt{\frac{\sum C_i^2 * T_i}{\sum T_i}}$$

où  $C_i$  représente la valeur du couple pour la phase  $i$  et  
 $T_i$ , la durée de la phase  $i$ .

### **Documents techniques à disposition**

- (1) Fiche technique moto-réducteur   Documents ressources  
  Extrait de catalogues...

### **Travail demandé**

*Étude de l'accélération maximum admissible pour le mouvement de levage*

**A4.1.** Déterminer, en relation avec la capacité maximum d'attraction de l'électro-aimant, la valeur maximum de l'accélération (notée  $a_{tMAX}$ ) que peut subir la charge lors de la phase de démarrage du moteur dans le sens de la montée.

On retiendra, pour la conduite du pont roulant, une valeur de  $a_t$  qui correspond à 15 % de cette valeur car la valeur  $a_{tMAX}$  correspond à une situation de contact optimal entre l'électro-aimant et la matière première, ce qui n'est pas toujours le cas.

*Modélisation de l'entraînement*

**A4.2.** Représenter l'ensemble de la chaîne cinématique, par un dessin qui montre symboliquement les constituants et leurs interactions.

*Motorisation du mouvement de levage : étude cinématique*

**A4.3.** Calculer la vitesse maximale du moteur de levage (**attention** : du fait du système de mouflage, la vitesse d'enroulement du câble est le double de la vitesse de montée de la charge).

**A4.4.** Dessiner, sur le document réponse A4 (papier millimétré), le profil de vitesse (diagramme vitesse temps) du moteur de levage pour un cycle d'approvisionnement des vibrants. Pour cela, on prend en considération les spécifications suivantes :

- la durée totale d'une phase de montée (ou de descente) est égale à 28 secondes ;
- les temps d'accélération et de décélération sont identiques ;
- une durée de 1 seconde est nécessaire entre les mouvements de montée et de descente pour actionner l'électro-aimant ;
- les déplacements en position haute sont estimés à 10 secondes lors du chargement des vibrants ;
- un frein de parking permet le blocage des mouvements de levage lors des phases à vitesse nulle.

*Détermination du couple résistant*

**A4.5.** Calculer les puissances mécaniques, à vide et en charge ( $P_{m0}$  et  $P_m$ ), nécessaires au levage. En déduire les puissances utiles ( $P_{u0}$  et  $P_u$ ) du moteur.

**A4.6.** Déterminer alors les couples résistants, à vide et en charge ( $C_{Res0}$  et  $C_{Res}$ ), engendrés par la charge sur l'arbre du moteur.

*Détermination du moment d'inertie équivalent vu de l'arbre moteur par la méthode des énergies cinétiques partielles*

**A4.7.** Calculer les énergies cinétiques dans les conditions nominales de fonctionnement :

- Énergie cinétique des masses transportées ( $E_{c0}$  et  $E_c$ ).
- Énergie cinétique du tambour ( $E_{cT}$ ).
- Énergie cinétique de l'ensemble réducteur, accouplement, frein et moteur ( $E_{cE}$ ).

**A4.8.** À partir de l'énergie cinétique totale, déterminer le moment d'inertie équivalent, à vide et en charge ( $J_{T0}$  et  $J_T$ ) vu de l'arbre moteur.

*Motorisation du mouvement de levage : étude dynamique*

Quels que soient les résultats précédents, on prendra :

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{T0} = J_T = 0,95 \text{ kg.m}^2 \\ \theta''_m = 157,5 \text{ rad/s}^2 \\ C_{Res0} = 160 \text{ Nm et } C_{Res} = 260 \text{ Nm} \end{array} \right.$$

**A4.9.** En appliquant le principe fondamental de la dynamique (PFD), déterminer le profil du couple moteur  $C_m$  pour assurer les conditions d'exploitation proposées à la question A4.1. Dessiner, sur le document réponse A4, le profil de couple obtenu.

**A4.10.** Vérifier si, en terme de couple maximum et de couple moyen thermique équivalent, ce nouveau moteur permet de remplacer le moteur existant et dans quelles conditions.

## Problème technique A5 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont - choix de la commande de puissance

Afin d'homogénéiser le matériel utilisé dans l'entreprise, il a été décidé de choisir le variateur pilotant le moteur de levage dans la gamme UMV 4301 de chez Leroy Somer.

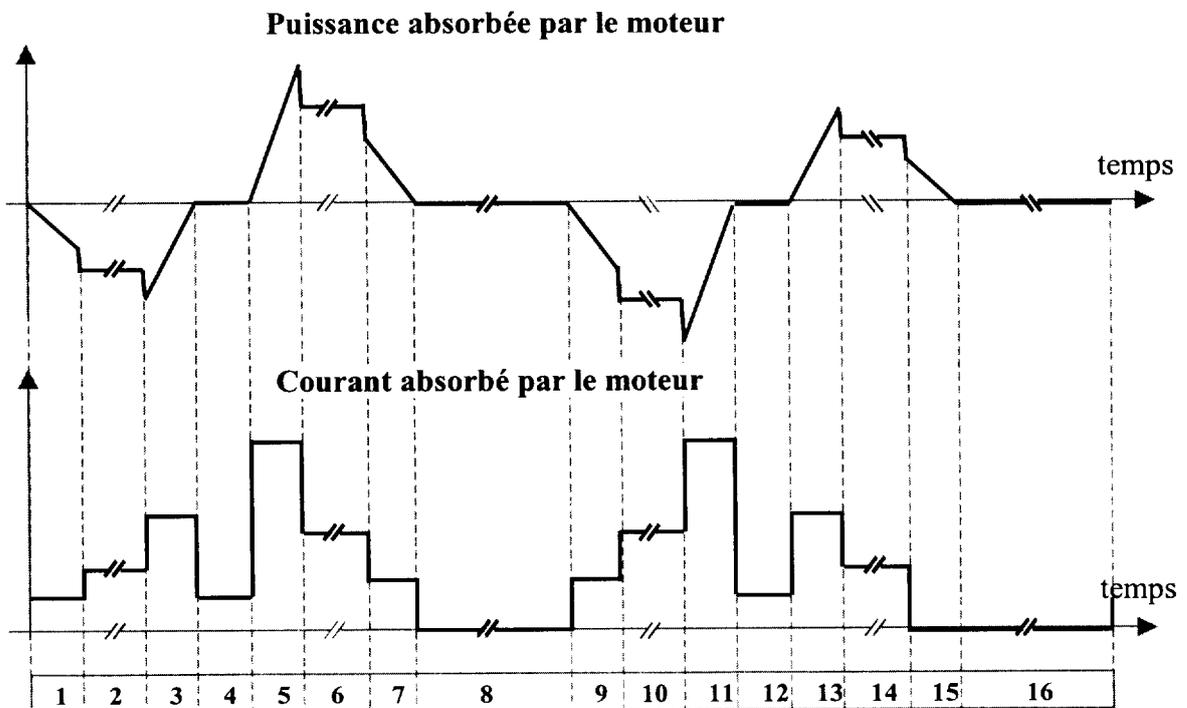
Deux problèmes se posent :

- au vu de la puissance nominale du moteur un variateur de calibre 60 T semble adapté. Néanmoins, nous devons nous assurer que le cycle de fonctionnement du moteur ne nécessite pas le déclassement du variateur.

- Un calcul préliminaire a montré que la résistance de freinage interne au variateur est insuffisante pour obtenir lors des phases de récupération d'énergie le profil de vitesse voulu. Il convient donc d'en implanter une extérieure au variateur.

### Hypothèses

- (1) Le coffret d'alimentation du moteur est ventilé : sa température interne n'excède pas 30°C.
- (2) Les évolutions de la puissance et du courant absorbé lors d'un cycle de fonctionnement du moteur de levage du pont roulant, sont données ci-dessous :



(3) Suite à une simulation du fonctionnement, on obtient les données numériques relatives aux différentes phases du cycle étudié. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Phases	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Durée (s)	1	26	1	1	1	26	1	10	1	26	1	1	1	26	1	10
Puissance (kW)	0 à -1,6	-25,1	-48,6 à 0	0	0 à 64,3	40,8	17,3 à 0	0	0 à -17,3	-40,8	-64,3 à 0	0	0 à 48,6	25,1	1,6 à 0	0
Courant (A)	46,4	59,9	86,9	0	108	77,3	53,2	0	53,2	77,3	108	0	86,9	59,9	46,4	0

### Documentation technique à disposition

(1) § Sélection

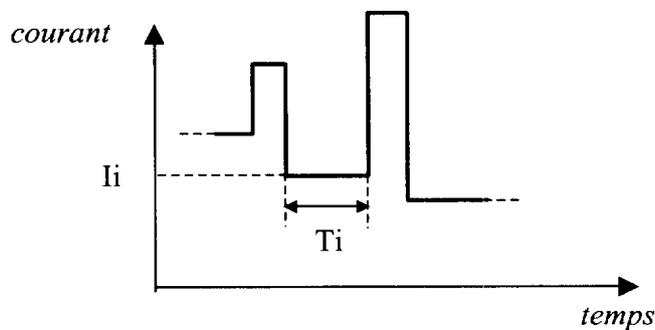
- ▷  Documents ressources
  - ↳  Variateur électronique UMV4301

(2) § Options : résistance de freinage

- ▷  Documents ressources
  - ↳  Variateur électronique UMV4301

### Travail demandé

**A5.1 :** Calculer l'intensité thermique moyenne équivalente (notée  $I_{th}$  ci-dessous) du courant délivré par le variateur lors d'un cycle de fonctionnement du moteur de levage :



$$I_{th} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n T_i}}$$

$I_i$  correspond au courant moteur efficace pendant la durée  $T_i$

**A5.2 :** Est-il alors nécessaire de déclasser le variateur envisagé (calibre 60T)? Justifier votre réponse et proposer le cas échéant, un autre calibre pour le variateur UMV 4301.

**A5.3 :** Tracer pour un cycle de fonctionnement du moteur de levage, l'évolution de la puissance dissipée par la résistance externe de freinage.

**A5.4 :** En déduire la valeur crête et la valeur moyenne sur un cycle, de la puissance dissipée par la résistance externe de freinage.

**A5.5 :** Choisir parmi ceux proposés dans la documentation, un calibre pour la résistance de freinage externe. Justifier votre réponse.

## Problème technique A6 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont – mise en oeuvre

Afin d'homogénéiser le matériel utilisé dans l'entreprise, il a été décidé de choisir le variateur pilotant le moteur de levage dans la gamme UMV 4301 de chez Leroy Somer. Par ailleurs ce variateur sera équipé de la carte optionnelle CAP UMV LVG, qui assure les sécurités inhérentes au variateur pour un mouvement de levage.

- il est nécessaire d'établir un schéma de câblage du variateur adapté au moteur de levage du pont roulant, à partir de ceux proposés par le constructeur de l'UMV 4301.

- il faut prévoir un paramétrage du variateur qui prenne en compte les spécificités de l'entraînement électromécanique qu'il pilote.

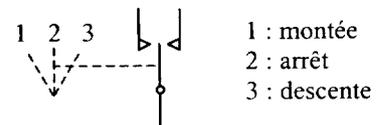
### Hypothèse

- (1) L'opérateur pilotant le pont roulant dispose pour la partie levage de l'électroaimant, d'un pupitre de commande constitué de deux commutateurs et deux voyants :

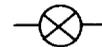
S1 Bouton rotatif à fermeture sans retour automatique



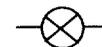
S2 Commutateur multipolaire équipé d'un contact à deux directions avec position médiane d'ouverture, à retour automatique pour la position montée et pour la position descente



L1 Voyant 24V



L2 Voyant 24V



- (2) Après avoir mis sous tension le variateur UMV 4301 à l'aide du commutateur S1, l'opérateur pilotant le pont roulant peut commander la montée ou la descente de l'électroaimant à l'aide du commutateur à levier S2. Lorsque l'opérateur relâche le commutateur S2, celui ci revient automatiquement en position médiane, ce qui provoque l'arrêt du mouvement en cours.
- (3) Le voyant L1 indique à l'opérateur que le variateur est sous tension, tandis que le voyant L2 signale l'état du frein : bloqué ou débloqué.

(4) La course de l'électroaimant est limitée par deux fins de courses S3 et S4 :

S3 Interrupteur de position à commande par came et galet

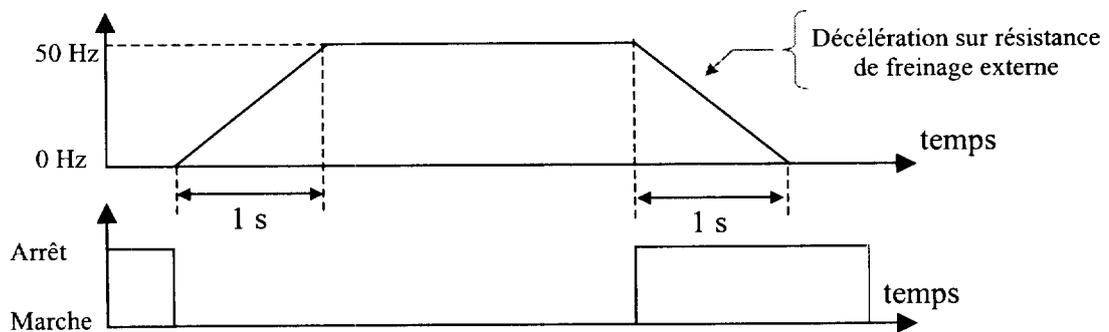


S4 Interrupteur de position à commande par came et galet



(5) Lorsque l'électroaimant est en position basse ou en position haute, l'interrupteur de position S3 ou S4 est actionné, ce qui provoque l'arrêt du mouvement en cours.

(6) Le profil de fréquence attendu en sortie du variateur est le suivant :



### Documentation technique à disposition

(1) § Raccordements

- ▷ Documents ressources
- ↳ Variateur électronique UMV 4301

(1) § Paramètres du menu 0

- ▷ Documents ressources
- ↳ Variateur électronique UMV 4301

(1) § Explications des paramètres du menu 0

- ▷ Documents ressources
- ↳ Variateur électronique UMV 4301

### Travail demandé

**A6.1 :** En vous aidant de la documentation du variateur, compléter le schéma du document réponse A6 afin d'obtenir le fonctionnement attendu.

**A6.2 :** Indiquer les modifications à apporter aux réglages usine des paramètres du menu 0 du variateur pour obtenir le profil de fréquence demandé.

---

## Enjeu B

### Mise en conformité de l'ensemble de traitement des fumées

---

L'entreprise vise la certification ISO14001 relative aux Déchets Industriels Spéciaux (DIS). Cela implique, entre autre, une maîtrise complète des traitements des fumées issues des fours de fusion qui doivent être filtrées de **manière continue**. Les DIS ainsi collectés sont recyclés au sein même de l'entreprise.

Dans le cadre d'une démarche qualité, l'ensemble de traitement des fumées doit satisfaire certains critères tels que la continuité de service et l'efficacité du filtrage des fumées par le nettoyage du filtre (décolmatage).

Nous limiterons notre étude au traitement des fumées du four n°3.

Les actions à mener pour atteindre cet objectif nécessitent l'étude de plusieurs problèmes techniques indépendants abordés dans les parties suivantes

Problème technique B1 : Extraction des fumées

Problème technique B2 : Lancement du cycle de décolmatage

Problème technique B3 : Gestion d'une alarme

Problème technique B4 : Évacuation des fines

## **Problème technique B1- Extraction des fumées**

*La rénovation du dispositif de commande du ventilateur a pour objectif d'assurer une continuité de service optimale dans le fonctionnement de l'extraction des poussières.*

*L'étude de l'extraction consiste à vérifier le type de coordination des protections en cas de court-circuit au sens de la norme CEI 947-4-1. Il s'agira ensuite, si nécessaire, de dimensionner le départ moteur afin de garantir une continuité de service maximum.*

### **Hypothèses**

Une étude aéraulique a permis de vérifier la puissance installée du ventilateur d'extraction et de son moteur d'entraînement dont la référence est LS315MR.

### **Documents techniques à disposition**

- (1) Extraits de la norme CEI 947-4-1 ▷  Documents ressources
  
- (2) § Extraction des fumées ▷  Description des moyens
  - ↳  Chapitre3 : ensemble....

### **Travail demandé**

*Étude de l'installation existante*

- B1.1 :** Préciser, à l'aide de l'extrait de la norme CEI 947-1, la catégorie d'emploi des contacteurs du démarreur.
  
- B1.2 :** Vérifier la valeur du courant d'emploi ( $I_e$ ) des contacteurs par rapport au courant circulant au travers de K1M et K3M (La référence de K2M a été choisie identique à celles de K1M et K3M pour des raisons d'homogénéité du matériel).
  
- B1.3 :** Donner la valeur du pouvoir assigné de coupure ( $I_{cd}$ ) des contacteurs.
  
- B1.4 :** Justifier la référence du relais thermique « F2 » et proposer une valeur de réglage.
  
- B1.5 :** Préciser sa classe de déclenchement et indiquer le temps de déclenchement maximum en fonction de la valeur de réglage (voir CEI 947-1 ).

**B1.6 :** Tracer, sur le document réponses B1.1, les caractéristiques « temps / courant » des éléments suivants : fusibles, contacteur et relais thermique. Indiquer alors en appliquant la méthode indirecte (voir CEI 947-1) si la coordination de type « 2 » entre le démarreur et le dispositif de protection contre les court-circuits (DPCC) est vérifiée.

**B1.7 :** Préciser les contraintes d'exploitation de l'installation existante en cas de court-circuit. Sont-elles conformes à la continuité de service souhaitée ?

*Dimensionnement du départ moteur garantissant une coordination des protections de type « 2 ».*

**B1.8 :** Choisir et justifier les références des contacteurs K1M, K2M et K3M en fonction de la puissance du moteur.

**B1.9 :** Donner la valeur du pouvoir assigné de coupure (Icd) des contacteurs.

**B1.10 :** Indiquer le calibre des fusibles à associer au démarreur afin d'assurer une coordination des protections de type « 2 ».

**B1.11 :** Choisir et justifier la référence du relais de surcharge.

**B1.12 :** Proposer une valeur de réglage du relais de surcharge.

**B1.13 :** Proposer et justifier une modification du schéma électrique afin de garantir une protection du moteur en cas de surcharge. Compléter le schéma électrique sur le document réponses B1.2.

**B1.14 :** Vérifier, en appliquant la méthode indirecte décrite dans la norme CEI 947-4-1, le type de coordination des protections obtenu (document réponses B1.3).

**B1.15 :** Préciser alors les contraintes d'exploitation du départ moteur en cas de court-circuit. Sont-elles conformes à la continuité de service souhaitée ?

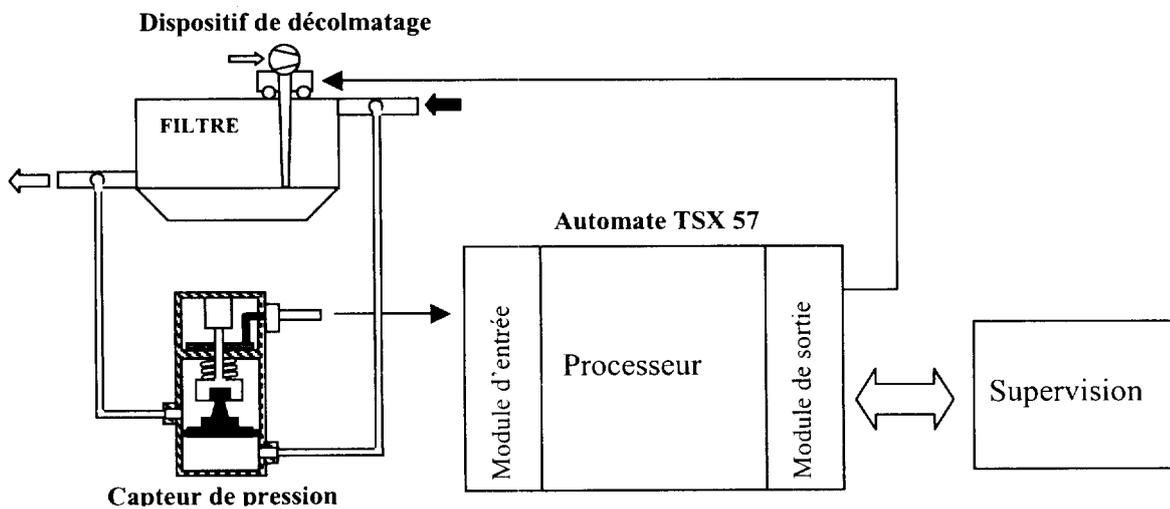
## Problème technique B2 : Lancement du cycle de décolmatage

Il a été décidé de ne lancer le cycle de décolmatage que lorsque le colmatage du filtre entraîne une perte de charge supérieure ou égale à  $80 \text{ mbar} \pm 1 \text{ mbar}$  dans le circuit d'aspiration des fumées. Par ailleurs, la valeur de la perte de charge provoquant le démarrage du cycle de décolmatage (80 mbar) est susceptible d'être modifiée en fonction de l'usure de l'ensemble de traitement des fumées.

Il convient de choisir un capteur de pression qui donne satisfaction.

### Hypothèses

- (1) Le schéma de principe de la modification envisagée est le suivant :



- (2) Une pré-étude a permis d'envisager les deux solutions suivantes :

CAPTEUR	ENTREE AUTOMATE	PROGRAMME AUTOMATE
Samson Type 5014	Module entrées analogiques TSX AEY 414	<pre>            -----  I2.xx &gt; %M168  -----  (%M74)           </pre>
Samson Type 738	Module entrées tout ou rien TSX DEY 64D2K	<pre>            -----  I2.xx  -----  (%M74)           </pre>

- %I2 xx : adresse de l'entrée du module TSX sur laquelle est reçu le signal électrique délivré par le capteur.
- %M74 bit interne déclenchant (par sa mise à un) le lancement du cycle de décolmatage.
- %M168 mot interne contenant une valeur correspondant à 80 mbar

## Documents techniques à disposition

- (1) Capteurs de pression Samson    ▷  Documents ressources  
↳  Extraits de catalogues...
- (1) Module entrées analogiques  
TSX AEY 414    ▷  Documents ressources  
↳  Automate premium TSX 57

## Travail demandé

**B2.1 :** Expliquer, pour les deux solutions envisagées, quel est le mode opératoire qui permet le réglage du dispositif provoquant le lancement du cycle de décolmatage.

**B2.2 :** Choisir la solution qui, une fois mise en œuvre, sera la plus simple à exploiter pour intervenir sur le réglage du dispositif et ainsi s'adapter à l'évolution de l'usure de l'ensemble de traitement des fumées. Justifier votre réponse.

*La solution mettant en œuvre le capteur de pression Type 5014 est retenue. Les caractéristiques principales de ce capteur sont données ci-dessous :*

Echelle de mesure	60 – 100 mbar
Sortie	4 – 20 mA
Précision	± 1,6 % de l'échelle de mesure

*Il convient de s'assurer que la chaîne d'acquisition constituée du capteur et du module TSX AEY 414 présente une précision suffisante.*

**B2.3 :** Calculer l'erreur maximum permise pour la chaîne d'acquisition, en pourcentage de l'échelle de mesure, afin de satisfaire la précision attendue.

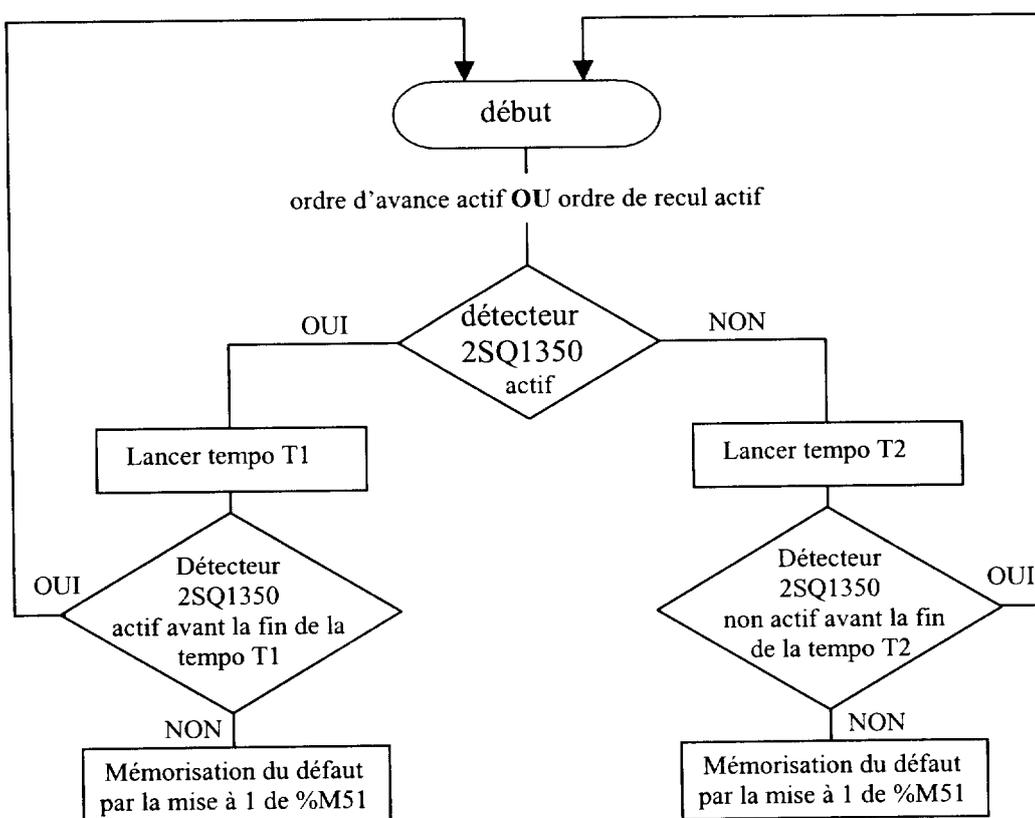
**B2.4 :** La chaîne d'acquisition retenue présente-t-elle une précision suffisante ? Justifier votre réponse.

### Problème technique B3 : Gestion d'une alarme

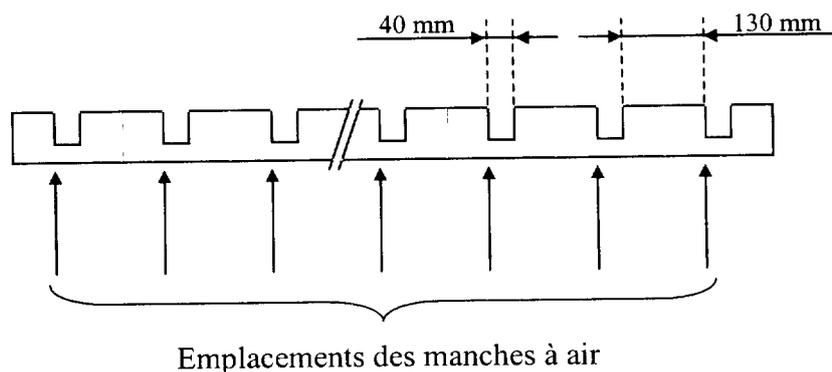
Il a été décidé d'afficher un message d'alarme sur la console de la supervision via la mise à un du bit interne %M51 de l'automate TSX 57, lorsque les chariots de décolmatage ne se déplacent pas alors que l'ordre leur en a été donné. Il convient d'établir un programme en langage à contact qui donne satisfaction

#### Hypothèses

- (1) L'organigramme ci-dessous décrit la détection du défaut :



- (2) La vitesse de déplacement des chariots est de 0,08 m/s et les dimensions de la barre de commande rythmique sont les suivantes :



- (3) Lorsque le détecteur 3SQI250 est actif, le niveau de tension présent sur l'entrée correspondante du module TSDEY 64D2K est égal à 24V.
- (4) L'adresse de la sortie de l'automate qui pilote l'avance des chariots est %Q56
- (5) L'adresse de la sortie de l'automate qui pilote le recul des chariots est %Q57

### **Documents techniques à disposition**

- (1) Schéma de câblage du détecteur 3SQI250
  - ▷  Descriptions des moyens
  - ↳  Annexe 4
- (2) chapitre 3 : langage à contacts
  - ▷  Documents ressources
  - ↳  Automate premium TSX 57
- (3) chapitre 4 : Instructions de base
  - ▷  Documents ressources
  - ↳  Automate premium TSX 57

### **Travail demandé**

**B3.1 :** Tracer le chronogramme du signal délivré à l'automate par le détecteur de proximité inductif 3SQI250, pendant la durée de positionnement de la buse lorsque les chariots se déplacent d'une manche d'air à une autre manche d'air.

**B3.2 :** Afin d'implanter dans l'automate l'organigramme décrivant la détection d'un défaut de déplacement des chariots :

- a. transcrire celui-ci en langage à contacts,
- b. préciser si nécessaire, la valeur des paramètres du (ou des) bloc(s) fonction(s) utilisé(s).

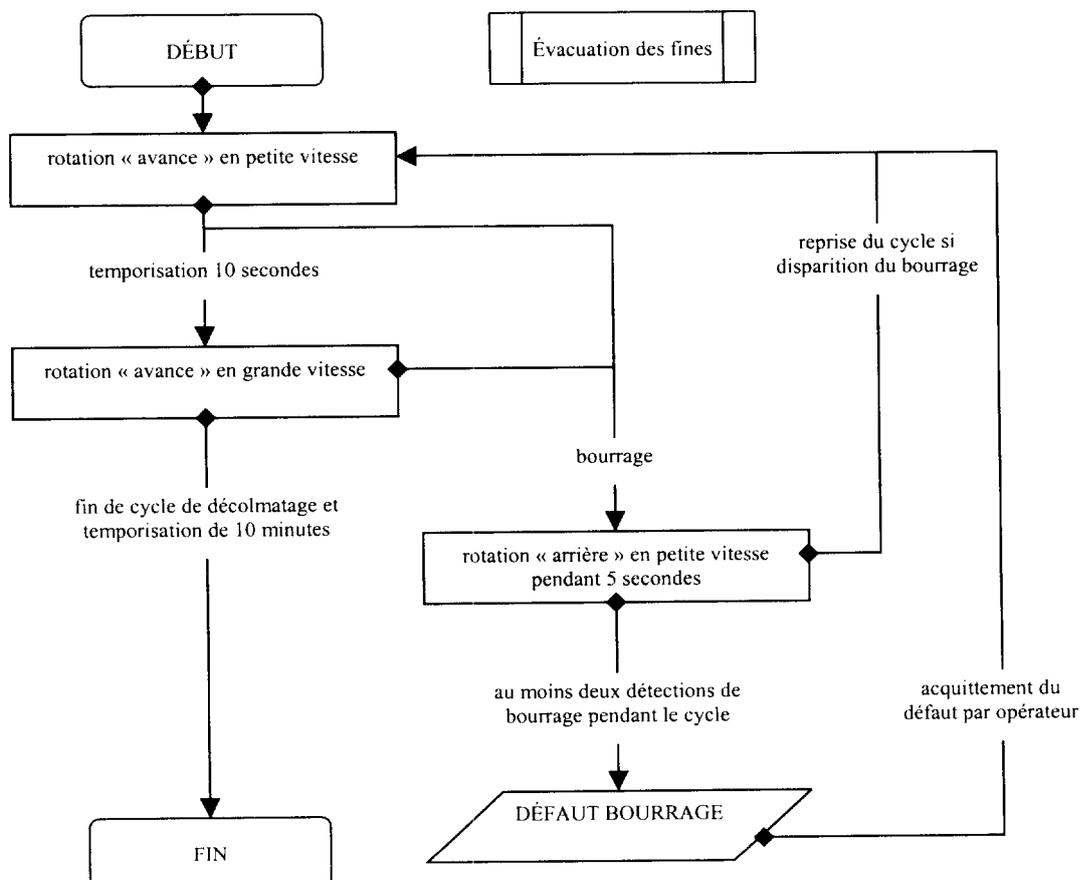
## Problème technique B4 : Évacuation des fines

Les poussières collectées par le système d'extraction sont filtrées par un filtre GENEVET. Celui-ci est nettoyé périodiquement par l'action de « décolmatage ». Les poussières sont alors collectées par un système à vis pour être acheminées par un groupe surpresseur vers un silo de stockage.

Or, il arrive fréquemment que la vis se bloque à la suite d'un phénomène de bourrage au niveau des écluses entre la vis et l'ensemble surpresseur. La rénovation de la fonction d'évacuation consiste en l'installation d'un variateur de vitesse afin d'effectuer une opération de débouillage si nécessaire : le débouillage est réalisé par une rotation en sens inverse en petite vitesse.

### Hypothèses

- (1) Le cycle d'évacuation des fines débute dès que le cycle de décolmatage du filtre est effectif. L'évacuation se poursuit pendant 5 minutes après la fin du cycle de décolmatage du filtre.
- (2) La procédure de marche est décrite ci-dessous.
- (3) Notre étude se limite ici au pilotage du variateur de vitesse par l'automate.



## Documentation technique à disposition

- (1) Référence vitesse (configuration pré-réglée 3) ▷  Documents ressources
  - ↳  Variateur électronique UMV4301
  
- (2) chapitre 3 : langage à contacts ▷  Documents ressources
  - ↳  Automate premium TSX 57
  
- (3) chapitre 4 : Instructions de base ▷  Documents ressources
  - ↳  Automate premium TSX 57

## Travail demandé

- B4.1 :** À l'aide de la documentation du variateur de vitesse, préciser quels sont les moyens disponibles afin d'obtenir une vitesse variable du moteur.
- B4.2 :** Pour chacun d'eux, préciser la nature des signaux de référence de la vitesse du moteur de vis.
- B4.3 :** Indiquer les contraintes liées à chacune de ces solutions sur les types de sortie automate à prévoir.
- Pour la suite de l'étude, on considère que la variation de la vitesse de la vis est réalisée grâce aux vitesses pré-réglées. Ce choix est imposé par les sorties disponibles de l'automate (hors étude).*
- B4.4 :** Indiquer le nombre de sorties automate nécessaires au pilotage du cycle de déburrage, et le nom des entrées variateur concernées.
- B4.5 :** Pour chacune des phases du cycle, indiquer les entrées actives.
- B4.6 :** Compléter le GRAFCET de gestion du mouvement de la vis d'évacuation – document réponse B4.
- B4.7 :** Tracer, à l'aide de la représentation en échelle (langage à contacts), le pilotage des sorties de l'automate.

# **ENSEMBLE DE FUSION ELECTRIQUE DE FONTE GRISE AUX FONDERIES DU POITOU**

**FOURS A INDUCTION de 38T 10 800 kW 50Hz**

**DOCUMENTS RESSOURCES**

## Extraits de la norme

« Appareillage à basse tension ; partie 4-1 : contacteurs et démarreurs de moteurs »

NF EN 60947-4-1 (2001) ou CEI 60947-4-1 (2000)

Catégories d'emploi.....	2
Classes de déclenchement des relais de surcharge .....	3
Limites de fonctionnement des relais de surcharge.....	3
Coordination avec les dispositif de protection contre les court-circuits.....	4
Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé .....	5

**Tableau 1 – Catégories d'emploi**

Nature du courant	Catégories d'emploi	Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances
	AC-2	Moteurs à bagues: démarrage, coupure
	AC-3	Moteurs à cage: démarrage, coupure des moteurs lancés <sup>1)</sup>
	AC-4	Moteurs à cage: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
	AC-5a	Commande de lampes à décharge
	AC-5b	Commande de lampes à incandescence
	AC-6a	Commande de transformateurs
	AC-6b	Commande de batteries de condensateurs
	AC-7a <sup>3)</sup>	Charges faiblement inductives pour appareils domestiques et applications analogues
	AC-7b <sup>3)</sup>	Moteurs pour applications domestiques
	AC-8a	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération <sup>2)</sup> avec réarmement manuel des déclencheurs de surcharge
AC-8b	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération <sup>2)</sup> avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge	
Courant continu	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances
	DC-3	Moteurs shunt: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups Coupure dynamique de moteurs pour courant continu
	DC-5	Moteurs série: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups Coupure dynamique de moteurs pour courant continu
	DC-6	Commande de lampes à incandescence
<p>1) La catégorie AC-3 peut être utilisée pour des marches par à-coups ou des inversions de marche de manœuvres occasionnelles de durée limitée, telles que le montage d'une machine; le nombre de ces manœuvres pendant ces durées limitées ne dépasse pas normalement cinq manœuvres par minute ni plus de dix pour une durée de 10 min.</p> <p>2) Un moteur de compresseur hermétique de réfrigération est un appareil combiné comprenant un compresseur et un moteur, tous deux enfermés dans le même boîtier sans arbre ou joints d'arbre extérieurs, le moteur marchant dans le réfrigérant.</p> <p>3) Pour AC-7a et AC-7b, voir la CEI 61095.</p>		

**Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharges thermiques, temporisés magnétiques ou statiques**

Classe de déclenchement	Durée de déclenchement $T_p$ dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1, tableau 3, colonne D s
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$

NOTE 1 Selon la nature du relais, les conditions de déclenchement sont données en 8.2.1.5.

NOTE 2 Dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances, le relais de surcharge est placé d'habitude dans le circuit du stator. Il en résulte qu'il ne peut protéger efficacement le circuit du rotor et plus particulièrement les résistances (en général plus exposées que le rotor lui-même ou les appareils de connexion en cas de démarrage défectueux); la protection du circuit du rotor doit normalement faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur (voir notamment 8.2.1.1.3).

NOTE 3 Dans le cas d'un démarreur par auto-transformateur à deux étapes, l'auto-transformateur de démarrage est normalement conçu pour n'être utilisé que pendant la période de démarrage; en conséquence, il ne peut être efficacement protégé par le relais de surcharge en cas de démarrage défectueux. La protection de l'auto-transformateur doit normalement faire l'objet d'un accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur (voir 8.2.1.1.4).

NOTE 4 Les valeurs limites les plus faibles de  $T_p$  sont choisies pour tenir compte des caractéristiques de l'élément chauffant et des tolérances de fabrication.

**Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles**

Type du relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage				Température de référence de l'air ambiant
	A	B	C	D	
- Type thermique non compensé pour les variations de température de l'air ambiant - Type magnétique	1,0	1,2	1,5	7,2	+40 °C
Type thermique compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C

## **8.2.5 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits**

### **8.2.5.1 Fonctionnement en condition de court-circuit (courant assigné de court-circuit conditionnel)**

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des contacteurs et des démarreurs protégés par un ou des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), des combinés de démarrage et des démarreurs protégés doit être vérifié par des essais de court-circuit comme le spécifie le paragraphe 9.3.4. Ces essais sont obligatoires:

- a) à la valeur appropriée du courant présumé indiquée au tableau 9 (courant d'essai «*r*»), et
- b) au courant assigné de court-circuit conditionnel  $I_q$ , s'il est supérieur au courant d'essai «*r*».

Les caractéristiques assignées du DPCC doivent convenir à toute valeur donnée du courant assigné d'emploi, de la tension assignée d'emploi et à la catégorie d'emploi correspondante.

Deux types de coordination sont admis, le type «1» ou le type «2». Les conditions d'essais pour ces deux types sont données en 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2.

La coordination de type «1» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et ne puisse pas être en mesure de fonctionner ensuite sans réparation ou remplacement de pièces.

La coordination de type «2» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et puisse être en mesure de fonctionner ensuite. Le risque de soudure des contacts est admis; dans ce cas, le constructeur doit indiquer les mesures à prendre en ce qui concerne la maintenance du matériel.

NOTE L'emploi d'un DPCC non conforme aux recommandations du constructeur peut annuler la coordination.

### **8.2.5.2 Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé**

La coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC est un essai spécial. La manière de la vérifier est décrite à l'article B.4.

## **B.4 Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé**

### **B.4.1 Généralités et définitions**

#### **B.4.1.1 Généralités**

La présente annexe indique différentes méthodes de vérification du fonctionnement des démarreurs et du ou des DPCC associés à des courants inférieurs et supérieurs à celui qui correspond au point d'intersection  $I_{co}$  de leurs caractéristiques temps-courant respectives, fournies par le ou les constructeurs du démarreur et du DPCC, et les types de coordination correspondants décrits en 8.2.5.1.

La coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC peut être vérifiée soit par la méthode directe, avec l'essai spécial, décrite en B.4.4 soit, pour la coordination de type «2», par la méthode indirecte décrite en B.4.5.

#### **B.4.1.2 Définitions**

##### **B.4.1.2.1**

##### **courant d'intersection $I_{co}$**

courant correspondant au point d'intersection des courbes moyennes ou publiées représentant respectivement les caractéristiques temps-courant du relais de surcharge et du DPCC

NOTE Les courbes moyennes sont les courbes correspondant aux valeurs moyennes calculées à partir des tolérances sur les caractéristiques temps-courant données par le constructeur.

##### **B.4.1.2.2**

##### **courant d'essai $I_{cd}$**

courant d'essai plus grand que  $I_{co}$  tolérances comprises, déterminé par le constructeur et vérifié par les prescriptions données dans le tableau B.2

##### **B.4.1.2.3**

##### **caractéristique de tenue temps-courant des contacteurs/démarreurs**

ensemble des courants qu'un contacteur/démarreur peut supporter en fonction du temps

### **B.4.2 Condition pour l'essai de coordination au courant d'intersection par une méthode directe**

Le démarreur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Tous les essais doivent être effectués à partir de l'état froid.

### **B.4.3 Courants d'essai et circuits d'essai**

Le circuit d'essai doit être conforme à 8.3.3.5.2 de la partie 1, sauf que la tension transitoire oscillatoire n'a pas besoin d'être réglée. Les courants d'essai doivent être:

(i)  $0,75 I_c \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$  % et

(ii)  $1,25 I_c \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$  %

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être conforme au tableau 7. Dans le cas de petits relais de résistance élevée, il est recommandé d'utiliser essentiellement des inductances de manière à avoir le facteur de puissance le plus faible possible. La tension de rétablissement doit être égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi.

Le DPCC doit être conforme à 8.2.5.1 et avoir les mêmes caractéristiques et les mêmes grandeurs assignées que celles des essais de 9.3.4.2.

Si l'appareil de connexion est un contacteur, sa bobine doit être alimentée par une source distincte à la tension assignée d'alimentation de commande de la bobine du contacteur et il doit être raccordé de façon à s'ouvrir lorsque le relais de surcharge fonctionne.

#### **B.4.4 Modalités d'essai et résultats à obtenir**

##### **B.4.4.1 Modalités d'essai**

Le démarreur et le DPCC étant en position de fermeture, les courants d'essai mentionnés en B.4.3 doivent être appliqués à l'aide d'un appareil de connexion distinct. Dans chaque cas, l'appareil essayé doit être à la température du local.

Après chaque essai, il faut inspecter le DPCC, réarmer le relais de surcharge et le déclencheur du disjoncteur, si nécessaire, ou remplacer tous les fusibles si l'un d'eux au moins a fondu.

##### **B.4.4.2 Résultats à obtenir**

Après l'essai au courant le plus faible (i) de B.4.3, le DPCC ne doit pas avoir fonctionné et le relais ou le déclencheur de surcharge doit avoir fonctionné pour ouvrir le démarreur, qui ne doit pas avoir subi de dommage.

Après l'essai au courant le plus fort (ii) de B.4.3, le DPCC doit avoir fonctionné avant le démarreur. Le démarreur doit répondre aux conditions de 9.3.4.2.3 pour le type de coordination déclaré par le constructeur.

#### **B.4.5 Vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode indirecte**

NOTE Pour la coordination «1», la méthode indirecte, qui est à l'étude, peut être différente de la méthode décrite à l'annexe B. Pour cette raison, la méthode indirecte pour la vérification de la coordination au point d'intersection est applicable seulement pour la coordination de type «2».

La méthode indirecte consiste à vérifier sur une courbe (voir figure B.1) que les conditions suivantes pour la vérification de la coordination au courant d'intersection sont remplies:

- la caractéristique temps-courant du relais/déclencheur de surcharge, à partir de l'état froid, fournie par le constructeur, doit indiquer comment le temps de déclenchement varie avec le courant jusqu'à une valeur au moins égale à  $I_{CO}$ ; cette courbe doit être en dessous de la caractéristique temps-courant du DPCC jusqu'à  $I_{CO}$ ;
- l' $I_{CD}$  du démarreur, essayé selon B.4.5.1, doit être supérieur à  $I_{CO}$ ;
- la «caractéristique de tenue temps-courant» du contacteur, essayé selon B.4.5.2, doit être au-dessus de la caractéristique temps-courant (à partir de l'état froid) du relais de surcharge jusqu'à  $I_{CO}$ .

##### **B.4.5.1 Essai pour $I_{CD}$**

Le paragraphe 9.3.4.1 s'applique avec le complément suivant.

- Procédure d'essai: le contacteur ou le démarreur doit établir et couper le courant d'essai ( $I_{CD}$ ) pour le nombre de cycles de manœuvres donné dans le tableau B.2 ci-dessous. Cela est fait sans le DPCC dans le circuit.

**Tableau B.2 – Conditions d'essai**

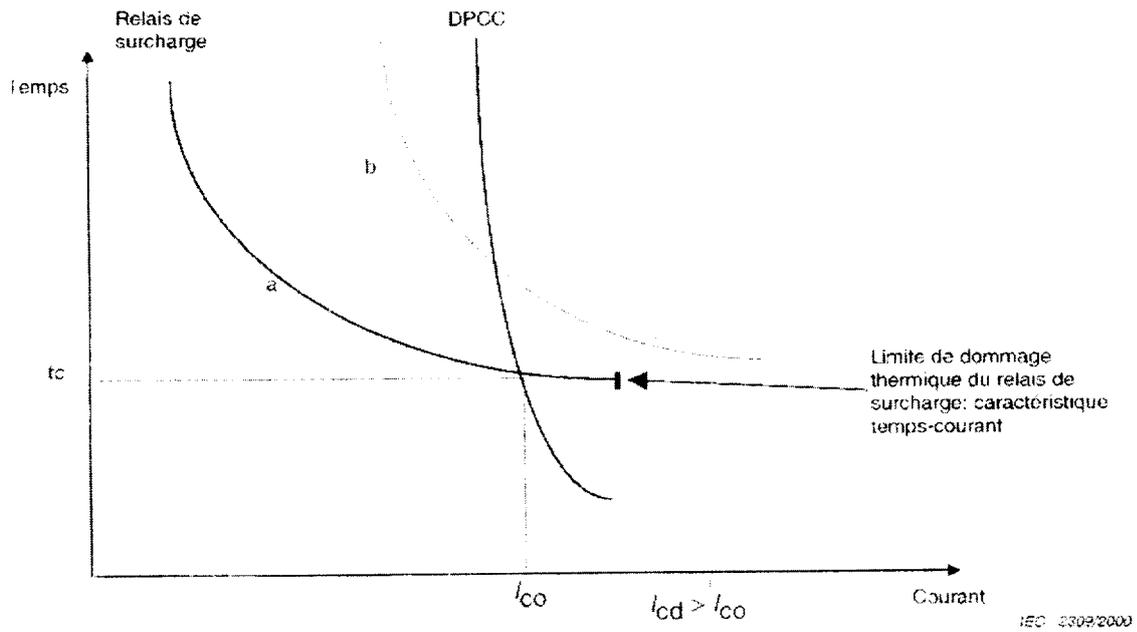
	$U_r/U_e$	$\text{Cos } \phi$	Durée de passage du courant (voir note 2) s	Durée de repos S	Nombre de cycles de manœuvres
$I_{cd}$	1,05	Voir note 1	0,05	Voir note 3	3
NOTE 1 Facteur de puissance à déterminer selon le tableau 16 de la CEI 60947-1.					
NOTE 2 La durée peut être inférieure à 0,05 s à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.					
NOTE 3 Voir tableau 7a.					

- Comportement des contacteurs et démarreurs pendant et après l'essai  $I_{cd}$ :
  - a) au cours de l'essai, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.4.1.2), ni soudure des contacts.
  - b) après l'essai:
    - 1) les contacts doivent fonctionner correctement lorsque le contacteur ou le démarreur est manœuvré par le mode de commande approprié;
    - 2) les propriétés diélectriques des contacteurs et de démarreurs doivent être vérifiées par un essai diélectrique sur le contacteur ou le démarreur avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi  $U_e$  utilisée pour l'essai au courant  $I_{cd}$ , avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant 5 s, comme cela est spécifié en 9.3.3.4.2, point a1).

**B.4.5.2 Caractéristique de tenue temps-courant des contacteurs/démarreurs**

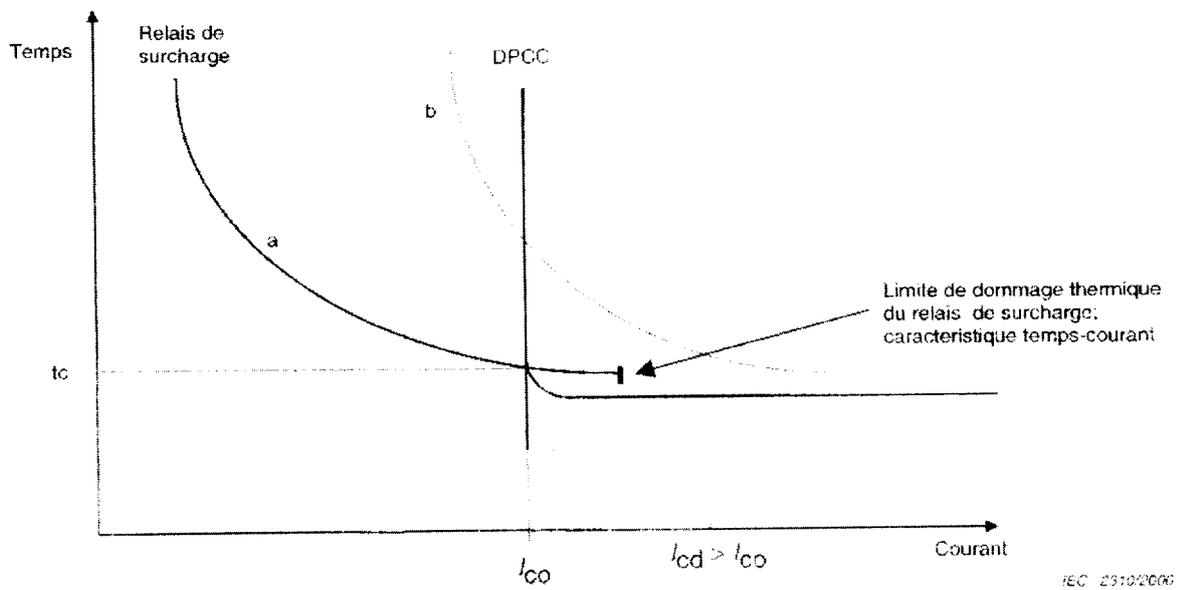
Cette caractéristique est fournie par le constructeur et les valeurs sont obtenues selon la procédure d'essai spécifié en 9.3.5 mais avec des combinaisons de courants de surcharge et de durées pour établir la caractéristique au moins jusqu'à  $I_{co}$ , en adjonction de celles spécifiées en 8.2.4.4.

Cette caractéristique est valable pour les courants de surcharge, le contacteur étant à température ambiante. Il convient que la durée de refroidissement minimale nécessaire au contacteur entre deux essais de surcharge soit établie par le constructeur.



- a: caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid  
 b: caractéristique de tenue temps-courant du contacteur

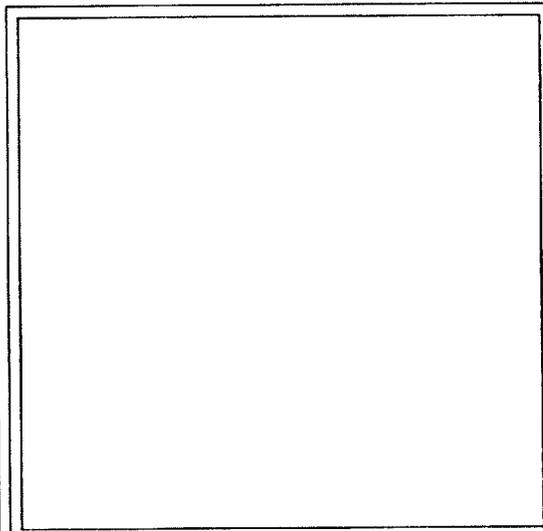
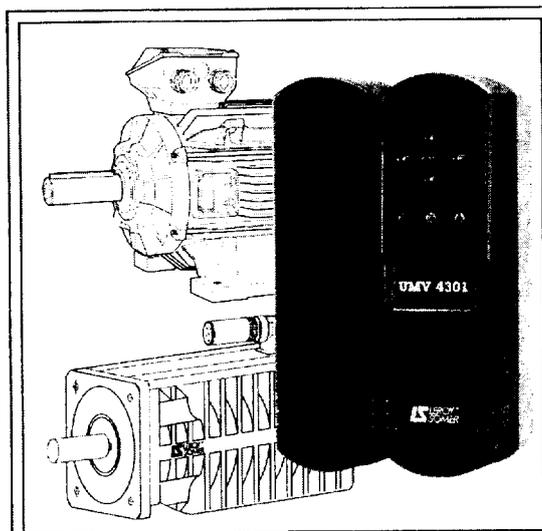
Figure B.1a – Coordination avec fusible



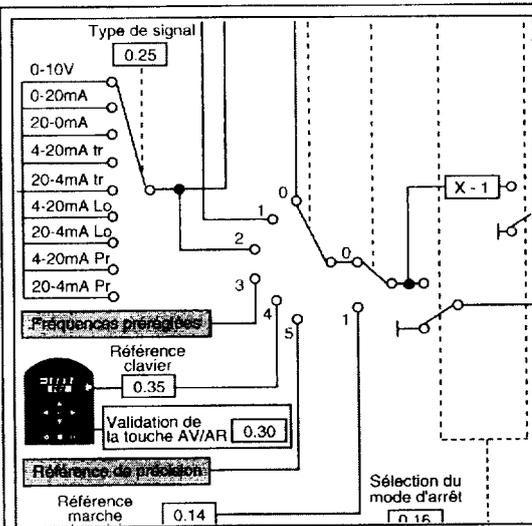
- a: caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid  
 b: caractéristique de tenue temps-courant du contacteur

Figure B.1b – Coordination avec disjoncteur

Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant



*Cette notice doit être transmise  
à l'utilisateur final*



## UMV 4301

**Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones  
avec et sans retour et pour moteurs autosynchrones**

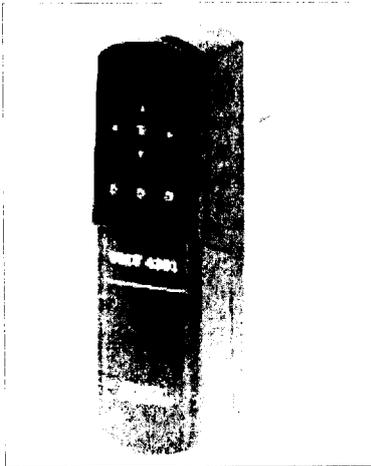
# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## SOMMAIRE

<b>Généralités .....</b>	<b>3</b>
<b>Sélection.....</b>	<b>4</b>
<b>Options : résistances de freinage .....</b>	<b>5</b>
<b>Raccordements .....</b>	<b>6</b>
<b>Paramètres du menu 0 .....</b>	<b>7</b>
<b>Explications des paramètres du menu 0 .....</b>	<b>8</b>
<b>Référence vitesse (configuration pré réglée 3) .....</b>	<b>11</b>

# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Généralités



**UMV 4301** est un variateur alternatif pour l'alimentation de moteurs asynchrones et de moteurs autosynchrones.

**UMV 4301** peut être configuré dans les différents modes de fonctionnement suivants :

### - Fonctionnement à contrôle vectoriel de flux sans retour

Grâce à sa puissance de calcul, le variateur contrôle séparément le courant magnétisant et le courant actif avec un moteur asynchrone standard. La vitesse et la position du rotor sont calculées pour contrôler le couple et la vitesse du moteur. Ce mode de fonctionnement permet, sans retour, d'obtenir des performances très élevées et convient donc à la majorité des applications.

### - Fonctionnement à contrôle vectoriel de flux avec retour

L'utilisation du mode de contrôle vectoriel de flux avec retour sur un moteur asynchrone standard équipé d'un codeur incrémental pour la position et la vitesse exacte du rotor, permet de mieux maîtriser le couple et la vitesse du moteur sur une plus grande plage de vitesse (y compris à la vitesse nulle) avec des performances dynamiques accrues.

### - Fonctionnement à contrôle tension fréquence (V/F) en boucle ouverte

Le variateur contrôle simultanément la tension et la fréquence aux bornes du moteur asynchrone. Ce mode de fonctionnement est utilisé pour les applications particulières pour lesquelles le contrôle vectoriel de flux sans retour ne permet pas d'obtenir les performances souhaitées (plusieurs moteurs alimentés par un seul variateur, etc.).

### - Fonctionnement pour moteur autosynchrone

L'utilisation du mode SERVO avec un moteur autosynchrone (moteur avec aimants permanents au rotor) et équipé d'un codeur incrémental ou résolveur, permet de très grandes performances dynamiques pour l'entraînement d'axes par exemple.

**UMV 4301** offre une grande flexibilité, permettant son adaptation à tous les automatismes.

• Dispose d'origine d'un grand nombre d'entrées/sorties entièrement configurables :

- 1 entrée codeur 256 à 4096 points, 5 ou 15 V,
- 3 entrées logiques,
- 3 entrées ou sorties logiques,
- 1 entrée analogique 12 bits + signe  $\pm 10$  V, 0-10 V, 0-20 mA ou 4-20 mA,
- 2 entrées analogiques 10 bits + signe 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA ou CTP,
- 2 sorties analogiques  $\pm 10$  V, 0-20 mA, 4-20 mA,
- 1 sortie relais.

• Propose de série des fonctions évoluées :

- fonction ET, OU avec possibilité d'inverser les entrées ou la sortie,
- comparateurs avec réglage du seuil, de l'hystérésis et de la temporisation de la sortie,
- alarmes sur compteur horaire,
- régulateur PID,
- fonction indexage permettant l'arrêt sur une position donnée,
- arbre électrique avec rapport de synchronisation réglable...

• Peut intégrer des cartes programmables.

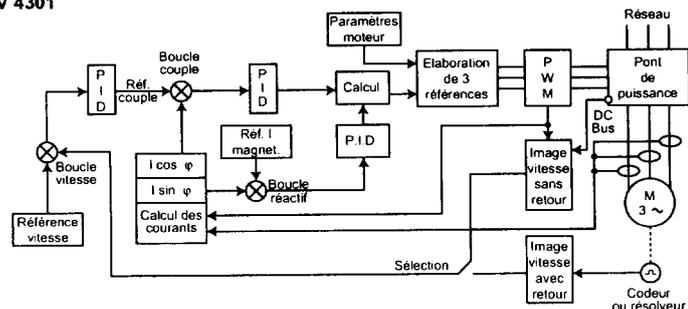
- Prise en compte de tout ou partie du process par le variateur grâce à des logiciels d'applications courantes ou adaptables selon les besoins.
- Permet de réaliser des fonctions d'automatismes très élaborées telles que synchronisation, coupe à longueur, enroulage-déroulage, came électronique, positionnement, levage...

- La gamme **UMV 4301** comprend un grand nombre d'interfaces de communication :

- Interbus S,
- Profibus DP,
- Devicenet,
- Modbus +,
- CT net,
- FIP IO,
- Modbus,
- ANSI 3.38.

### Schéma fonctionnel

- UMV 4301



# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Sélection

### Caractéristiques électriques générales

Caractéristiques	UMV 4301
Tension réseau	380 à 480 V ± 10 % triphasé.
Fréquence réseau	48 Hz à 62 Hz
Nombre maxi de mises sous tension par heure	20
Tension de sortie	0 V à la tension d'entrée.
Fréquence maximale de sortie	0 à 1000 Hz.
Capacité de surcharge	150 % pendant 60 s.
Emissions	Conforme à EN 50081-1 et 50081-2 avec filtre et fréquence de découpage 3 kHz.
Freinage	Transistor de freinage intégré. - Freinage sur résistance extérieure optionnelle RF.
Atténuation des perturbations radio-fréquence conduites	Option filtres FLT
Atténuation des courants de fuite	Option self MC

### Caractéristiques électriques de sortie variateur à 40 °C (à 50 °C)

Calibre UMV 4301	Caractéristiques à f découpage = 3 kHz				Intensité nominale permanente pour f découpage > 3 kHz				Code
	Puissance utile moteur sous réseau 400 V kW	Intensité nominale permanente A	Intensité de surcharge pendant 60 s A	Intensité crête pendant 4 s A	4.5 kHz	6 kHz	9 kHz	12 kHz	
					A	A	A	A	
1.5 T	0.75	2.1 (2.1)	3.1	3.7	2.1 (2.1)	2.1 (2.1)	2.1 (2.1)	2.1 (2.1)	3613641
2 T	1.1	2.8 (2.8)	4.2	4.9	2.8 (2.8)	2.8 (2.8)	2.8 (2.8)	2.8 (2.8)	3626246
2.5 T	1.5	3.8 (3.8)	5.6	6.7	3.8 (3.8)	3.8 (3.8)	3.8 (3.8)	3.8 (3.3)	3614662
3.5 T	2.2	5.6 (5.6)	8.3	9.9	5.6 (5.6)	5.6 (5.1)	5.6 (4.0)	4.5 (3.3)	3621833
5.5 T	4	9.5 (6.9)	14.1	16.8	9.5 (5.9)	8.5 (5.1)	7 (4.0)	5.5 (3.3)	3620674
8 T	5.5	12 (12)	17.9	21.2	12 (12)	12 (12)	12 (11.6)	11.7 (9.7)	3618432
11 T	7.5	16 (16)	23.8	28.2	16 (16)	16 (14.7)	14.2 (11.6)	11.7 (9.7)	3619672
16 T	11	25 (20)	37.2	44.1	21.7 (17.3)	18.2 (14.7)	14.2 (11.6)	11.7 (9.7)	3616362
22 T	15	34 (34)	50.6	60	34 (34)	34 (28)	28 (21)	23 (17.9)	3625077
27 T	18.5	40 (40)	59.6	70.6	40 (34)	37 (28)	28 (21)	23 (17.9)	3629602
33 T	22	46 (44)	68.5	81.2	46 (36)	40 (31)	32 (24)	26.6 (20.6)	3627567
40 T	30	60 (44)	89.4	106	47 (36)	40 (31)	32 (24)	26.7 (20.9)	3614343
50 T	37	70 (50)	114.7	136	56 (41)	46 (34)	35 (26)	28 (23)	3619663
60 T	45	96 (65)	143	169.5	96 (85)	88 (75)	70 (60)	X	3630103
75 T	55	124 (105)	184.7	219	104 (85)	88 (75)	70 (60)	X	3628018
100 T	75	156 (135)	232.3	275.5	124 (105)	105 (85)	80 (65)	X	3631113
120 T	90	180 (168)	268	317.8	175 (150)	145 (125)	110 (95)	X	3631116

### Transistors de freinage intégrés

Calibre UMV 4301	Courant crête A	Résistance mini compatible (Ω)	Résistances extérieures compatibles RF
1.5 T à 5.5 T	20	40	320 T à 5500 T
8 T	20	40	320 T à 5500 T
11 T et 16 T	25	30	320 T à 5500 T
22 T à 50 T	75	10	320 T à 18500 T
60 T à 120 T	150	5	320 T à 55000 T

### Critères d'environnement

Caractéristiques	UMV 4301
Protection coffret	IP 40 avec passe câble et presse étoupe installés
Température de stockage	- 40 °C à + 50 °C, 12 mois maximum
Température de fonctionnement	- 5 °C à + 40 °C sans déclassement, jusqu'à 50 °C avec déclassement
Altitude	≤ 1 000 m sans déclassement Déclassement 1 % de ln par 100 m au-dessus de 1 000 m jusqu'à 4000 m maximum
Humidité	Humidité relative : 95 % sans condensation à 40 °C
Vibrations	Suivant CEI 68-2-34
Chocs	Suivant CEI 68-2-27
Immunité	Suivant : - EN 61000 - 4 - 2 Niveau 3 - EN 61000-4-6 Niveau 3 - EN 61000 - 4 - 3 Niveau 3 - EN 61800-3 - EN 61000 - 4 - 4 Niveau 3 (puissance), niveau 4 (contrôle)
Emissions conduites	Suivant : - EN 50081-1 (VDE 875 N) voir tableaux § 3.6.7.2 de la notice réf. 2321 - EN 50081-2 (VDE 875 G)
rayonnées	Suivant EN 50081-2

# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Options

### Résistances de freinage

#### • Caractéristiques

Les résistances de freinage RF sont associées aux transistors de freinage intégrés dans les variateurs pour dissiper l'énergie fournie par le moteur lors des décélérations.

Calibre	Valeur ohmique $\Omega$	Puissance thermique W	Puissance crête W	Courant efficace A <sup>1</sup>	Code
RF 320 T	180	320	2880	1,33	VA 000055
RF 640 T	90	640	5760	2,66	VA 000056
RF 1000 T	68	1000	7620	3,8	VA 000057
RF 2000 T	40	2000	12960	7,07	VA 000058
RF 3500 T	40	3500	12960	9,35	VA 000118
RF 5500 T	40	5500	12960	11,7	VA 000119
RF 7500 T	10	7500	51840	27,4	367 0487
RF 11000 T	10	11000	51840	33,2	VA 000120
RF 18500 T	10	18500	51840	43	VA 000121
RF 22500 T	5	22500	103680	67	VA 000122
RF 27500 T	10	27500	51840	52,4	363 1353
RF 37500 T	5	37500	103680	86,6	VA 000124
RF 55000 T	5	55000	103680	104,8	363 1354

1. Courant de réglage du relais thermique en série dans la résistance.

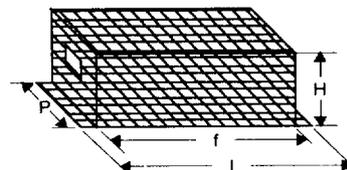
La puissance crête dépend de la tension du bus continu. Elle a été calculée pour 720 V.

Calibre variateur UMV 4301	Valeur ohmique minimum $\Omega$	Courant crête A
1,5 T à 5,5 T	40	20
8 T	40	20
11 T et 16 T	30	25
22 T à 50 T	10	75
60 T à 120 T	5	150

#### • Dimensions en mm

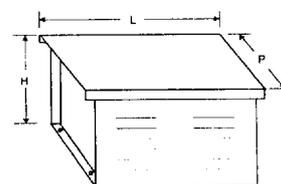
##### - RF 320 T à 3500 T

RF	Masse (kg)	Dimensions L x P x H (mm)	Entraxe de fixation f (mm)
320 T	1,5	425 x 134 x 114	395
640 T	2,1	425 x 134 x 114	395
1000 T	3,6	565 x 224 x 180	535
2000 T	5,1	565 x 224 x 180	535
3500 T	7,5	565 x 370 x 180	535



##### - RF 5500 T à 55000 T

RF	L	P	H	Masse (kg)
5500 T	420	480	440	21
7500 T	500	480	440	25
11000 T	670	480	440	32
18500 T	960	480	440	53
22500 T	960	540	440	58
27500 T	860	480	690	66
37500 T	960	380	1150	77
55000 T	960	540	1150	105







# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Explications des paramètres du menu 0

### 4.3.5 - Explications des paramètres du menu 0

#### Symboles :

- en boucle ouverte 
- en boucle fermée 
- en mode servo 

**0.00** : Paramètre de mémorisation, retour réglage usine Europe et USA, modification du mode de fonctionnement.

- 149 : accès aux autres menus.
- 1000 : mémorisation.
- 1244 : retour réglage usine USA.
- 1253 : sélection du mode de fonctionnement avec retour réglage usine Europe.
- 1254 : sélection du mode de fonctionnement avec retour réglage usine USA.
- 1255 (ou 1233) : retour réglage usine Europe.
- 2001 à 2008 : sélection d'une configuration préréglée.

**0.01** : Limite fréquence ou vitesse minimum

- Plage de variation :
-  : 0 à 0,02 Hz
  -  } 0 à 30000 min<sup>-1</sup>
  -  }
- Réglage usine :
-  : 0
  -  } 0
  -  }

C'est la fréquence ou vitesse de fonctionnement la plus basse. Avec la consigne au minimum, c'est la fréquence ou la vitesse de sortie.

**0.02** : Limite fréquence ou vitesse maximum

- Plage de variation :
-  : 0 à 1000,0 Hz
  -  } 0 à 30000 min<sup>-1</sup>
  -  }
- Réglage usine :
-  : 50,0 Hz
  -  } 1500 min<sup>-1</sup>
  -  } 3000 min<sup>-1</sup>

C'est la fréquence ou vitesse de fonctionnement la plus élevée. Avec la consigne au maximum, c'est la fréquence ou la vitesse de sortie.

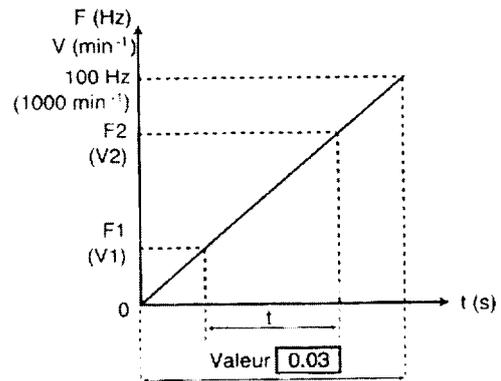
**0.03** : Rampe d'accélération

- Plage de variation :
-  : 0 à 3200,0s/100Hz
  -  } 0 à 3200,0s/1000 min<sup>-1</sup>
  -  } 0 à 32,000s/1000 min<sup>-1</sup>
- Réglage usine :
-  : 5,0 s/100 Hz
  -  } 2,0s/1000 min<sup>-1</sup>
  -  } 0,200s/1000 min<sup>-1</sup>

Réglage du temps pour accélérer de 0 à 100 Hz ou de 0 à 1000 min<sup>-1</sup>.

$$\text{Valeur de } 0.03 \text{ (s)} = \frac{t(s) \times 100 \text{ Hz}}{(F2-F1) \text{ Hz}}$$

$$\text{Valeur de } 0.03 \text{ (s)} = \frac{t(s) \times 1000 \text{ min}^{-1}}{(V2-V1) \text{ min}^{-1}}$$



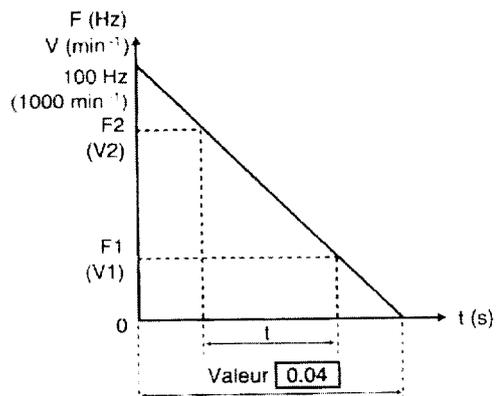
**0.04** : Rampe de décélération

- Plage de variation :
-  : 0 à 3200,0s/100Hz
  -  } 0 à 3200,0s/1000 min<sup>-1</sup>
  -  } 0 à 32,000s/1000 min<sup>-1</sup>
- Réglage usine :
-  : 10,0 s/100 Hz
  -  } 2,0s/1000 min<sup>-1</sup>
  -  } 0,200s/1000 min<sup>-1</sup>

Réglage du temps pour décélérer de 100 Hz à 0 ou de 1000 min<sup>-1</sup> à 0.

$$\text{Valeur de } 0.04 \text{ (s)} = \frac{t(s) \times 100 \text{ Hz}}{(F2-F1) \text{ Hz}}$$

$$\text{Valeur de } 0.04 \text{ (s)} = \frac{t(s) \times 1000 \text{ min}^{-1}}{(V2-V1) \text{ min}^{-1}}$$



# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Explications des paramètres du menu 0

### 0.05 : Sélection de la référence fréquence ou vitesse

Plage de variation : 0 à 5

Réglage usine : 0

C'est le choix de la référence vitesse.

**0 : Sélection de la référence analogique 1 ou référence analogique 2 par la borne 29.**

**1 :** Référence analogique 1 - entrée différentielle (bornes 5 et 6).

**2 :** Référence analogique 2 - entrée mode commun (bornes 7 et 11).

**3 :** Vitesses pré-réglées (non disponible avec le menu 0).

**4 :** Référence vitesse par clavier.

**5 :** Référence vitesse de précision (non disponible avec le menu 0).

### 0.05 : Limitation du courant en moteur et en générateur

Plage de variation :  : 0 à 150 % de In variateur

 }  
 } 0 à 175 % de In variateur

Réglage usine :

 }  
 } 150 % de In moteur

 : 175 % de In moteur

Règle le courant maximum délivré par le variateur dans les fonctionnements moteur et générateur.

La fréquence de sortie () ou la vitesse ( et ) sont limitées afin de maintenir le courant actif inférieur ou égal à la limite fixée par 0.05.

### 0.07

#### : Sélection du mode de contrôle

Plage de variation : 0 à 3

Réglage usine : 1

Les modes 0 à 2 sont utilisés en contrôle vectoriel. Le mode 3 correspond à un contrôle U/f avec un boost fixe (0.03).

La différence entre les modes 0 à 2 est la méthode utilisée pour identifier les paramètres moteur, notamment la résistance statorique. Ces paramètres varient avec la température moteur donc suivant le cycle d'utilisation de celui-ci.

**0 : Mode Ur S :** La résistance statorique et l'offset de tension sont mesurés à chaque fois que le variateur est validé, les paramètres 5.17 (résistance statorique) et 5.23 (offset tension) ne servent qu'en lecture.

Ces mesures ne sont valables que si la machine est à l'arrêt, totalement défluxée. La mesure n'est pas effectuée lorsque l'ordre de marche est donné moins de 2 secondes après l'arrêt précédent.

C'est le mode de contrôle vectoriel le plus performant. Toutefois le cycle de fonctionnement doit être compatible avec les 2 secondes nécessaires entre un ordre d'arrêt et un nouvel ordre de marche.

**1 : Mode Ur I :** La résistance statorique (5.17) et l'offset de tension (5.23) sont mesurés à chaque mise sous tension du variateur seulement.

5.17 et 5.23 ne servent qu'en lecture.

Ces mesures ne sont valables que si la machine est à l'arrêt à la mise sous tension.

**2 : Mode Ur :** La résistance statorique (5.17) et l'offset de tension (5.23) ne sont pas mesurés.

Ce mode est bien entendu le moins performant. On ne l'utilisera que lorsque les 2 modes précédents sont incompatibles avec le cycle de fonctionnement.

Si tel était le cas, lors de la mise en service, on utilisera les modes Ur S ou Ur I pour mémoriser les valeurs de 5.17 et 5.23 et on utilisera ensuite le mode Ur en fonctionnement normal.

**3 : Mode Fd :** loi tension-fréquence avec boost fixe réglable par le paramètre 0.03.

 • En mode 1 (Ur1), à la mise sous tension, une tension est brièvement appliquée au moteur sans qu'un ordre de marche soit appliqué. Par sécurité aucun circuit électrique ne doit être accessible dès que le variateur est sous tension.

#### et : Gain proportionnel de la boucle de vitesse

Plage de variation : 0 à 32000

Réglage usine : 200

Règle la stabilité de la vitesse moteur sur des variations brutales de la référence.

Augmenter le gain proportionnel jusqu'à l'obtention de vibrations dans le moteur, puis diminuer la valeur de 20 à 30 %, en vérifiant que la stabilité du moteur est bonne sur des variations brutales de référence vitesse, à vide comme en charge.

# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Explications des paramètres du menu 0

### 0.14 : Référence marche par impulsion

Plage de variation : : 0 à 400,0 Hz

}  
 } 0 à 4000,0 min<sup>-1</sup>

Réglage usine : : 1,5 Hz

}  
 } 50,0 min<sup>-1</sup>

C'est la fréquence ou vitesse de fonctionnement lorsque l'entrée marche par impulsion (borne 26) est sélectionnée, avec un ordre de marche Avant ou Arrière.

#### ATTENTION :

- L'ordre de marche par impulsions sur la borne 26 doit être donné avant l'ordre de marche AV ou AR.
- La vitesse minimum ne s'applique pas à la fonction marche par impulsions.

### 0.15 : Sélection du mode de décélération

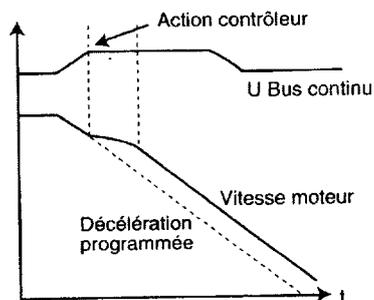
Plage de variation : 0 à 2

Réglage usine : 2

0 : Stnd Hd - Rampe de décélération standard avec rallongement du temps pour éviter la mise en défaut sur-tension du bus continu.

1 : FAST - Décélération avec respect du temps jusqu'à la limitation d'intensité. Avec une charge entraînante, il faut une option résistance de freinage.

2 : Stnd Ct - Rampe de décélération avec contrôle de la tension du bus CC. Adaptée pour les machines légèrement chargées et permettant une meilleure souplesse que le réglage stnd.Hd.



#### ATTENTION :

Si une résistance de freinage est raccordée au variateur, il est impératif de régler 0.15 sur " FAST ".

### 0.16 : Sélection du mode d'arrêt

Plage de variation :

Réglage	Afficheur	Fonction
0	COAST	Arrêt roue libre
1	rp	Arrêt sur rampe de décélération
2	rp. dcL	Rampe de décélération + injection de courant continu pendant 1s
3	dcL	Arrêt par freinage injection de courant continu et élimination à vitesse nulle
4	td. dcL	Arrêt sur injection courant continu temps imposé

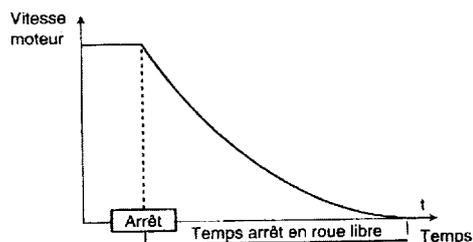
}  
 }

Réglage	Afficheur	Fonction
0	COAST	Arrêt en roue libre
1	rp	Arrêt sur rampe de décélération
2	no - rp	Arrêt sans rampe
3	rp - Pos	Arrêt avec position (indexage)

Réglage usine : 1 (rp)

#### 0 (COAST) : Arrêt en roue libre

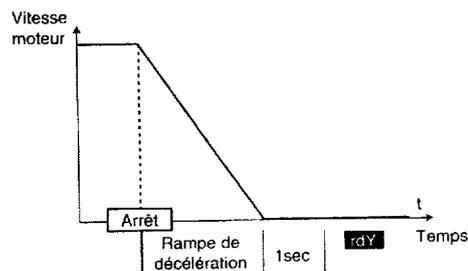
Le pont de puissance est désactivé dès l'ordre d'arrêt. Le variateur ne peut recevoir un nouvel ordre de marche pendant 2s, temps de démagnétisation du moteur. L'afficheur indique rdY 2s après l'ordre de marche. Le temps d'arrêt de la machine dépend de son inertie.



#### 1 (rp) : Arrêt sur rampe de décélération

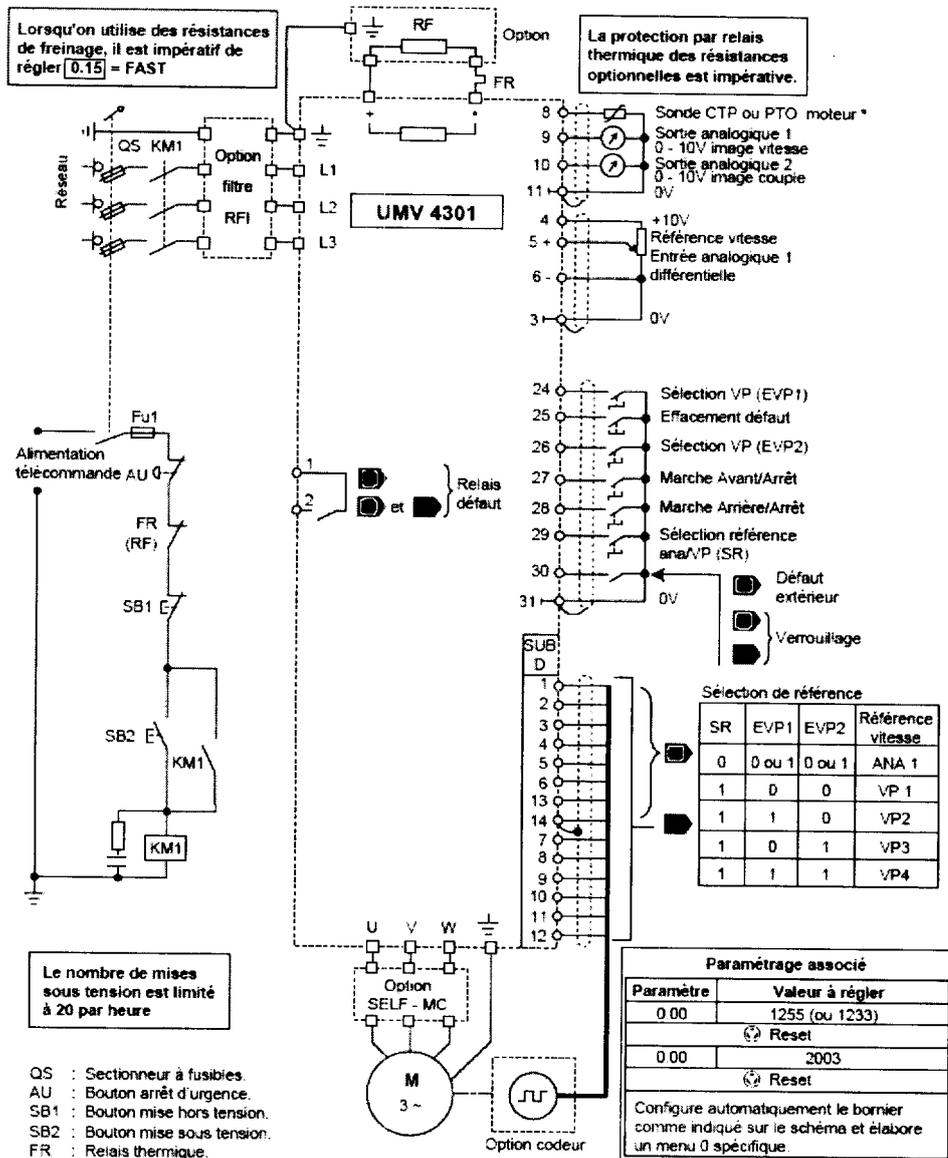
Le variateur décélère le moteur suivant le mode de décélération choisi dans le paramètre 0.15.

Une seconde après l'arrêt, l'afficheur indique rdY.



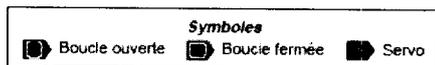
# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## Référence vitesse par entrée analogique et 4 vitesses pré-réglées



- QS : Sectionneur à fusibles.
- AU : Bouton arrêt d'urgence.
- SB1 : Bouton mise hors tension.
- SB2 : Bouton mise sous tension.
- FR : Relais thermique.
- KM1 : Contacteur de ligne.
- RP : Potentiomètre 10kΩ

\* Sonde CTP ou PTO : relier les bornes 8 et 11 en cas d'absence.



# Variateurs électroniques universels UMV 4301

## 4.4.4 - Configuration pré-réglée 3 : Vitesses pré-réglées

### 4.4.4.1 - Introduction

Cette configuration permet que la référence vitesse soit issue d'un signal analogique ou bien de 4 références pré-réglées sélectionnées par une combinaison de 2 entrées logiques. En réglage par défaut, l'entrée analogique est configurée en 0/10V mais peut être modifiée en signal courant (0-20mA ou 4-20mA) par l'intermédiaire du paramètre 0.24. Le menu 0 de la configuration 3 comporte notamment les 4 paramètres destinés aux vitesses pré-réglées.

### 4.4.4.2 - Réglages usines automatiquement modifiés

Paramètre	Réglage par défaut avec la configuration 3	Commentaire
0.10	1.45	Affectation de la borne 24 à la sélection des vitesses pré-réglées
0.12	0	Configuration de la borne 24 en entrée
0.16	1.46	Affectation de la borne 26 à la sélection des vitesses pré-réglées
0.23	1.42	Affectation de la borne 29 à la sélection référence vitesse par entrée analogique ou vitesses pré-réglées

### 4.4.4.3 - Schéma de raccordement

Voir schéma paragraphe 3.7.6

### 4.4.4.4 - Menu 0 de la configuration 3

Paramètre	Libellé	Adresse	Type	Plage de variation	Réglage usine
0.00 à 0.10	Paramètres identiques au menu 0 réglage usine ( <input type="checkbox"/> § 4.3.2, <input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> § 4.3.4)				
0.11 à 0.16	Paramètres identiques au menu 0 réglage usine ( <input type="checkbox"/> § 4.3.2, <input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> § 4.3.4)				
0.17	Inversion de la sortie relais	8.26	L - E	0 ou 1	0
0.18 à 0.24	Paramètres identiques au menu 0 réglage usine ( <input type="checkbox"/> § 4.3.2, <input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> § 4.3.4)				
0.25	<input type="checkbox"/> : Fréquence pré-réglée 1	1.21	L - E	± 1000,0 Hz	0
	<input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> : Vitesse pré-réglée 1			± 30000 min <sup>-1</sup>	
0.26	<input type="checkbox"/> : Fréquence pré-réglée 2	1.22	L - E	± 1000,0 Hz	0
	<input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> : Vitesse pré-réglée 2			± 30000 min <sup>-1</sup>	
0.27	<input type="checkbox"/> : Fréquence pré-réglée 3	1.23	L - E	± 1000,0 Hz	0
	<input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> : Vitesse pré-réglée 3			± 30000 min <sup>-1</sup>	
0.28	<input type="checkbox"/> : Fréquence pré-réglée 4	1.24	L - E	± 1000,0 Hz	0
	<input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> : Vitesse pré-réglée 4			± 30000 min <sup>-1</sup>	
0.29	Non utilisé				
0.30	Non utilisé				
0.31 à 0.50	Paramètres identiques au menu 0 réglage usine ( <input type="checkbox"/> § 4.3.2, <input type="checkbox"/> et <input type="checkbox"/> § 4.3.4)				

## **Extraits de catalogues de constructeurs d'équipements électromécaniques**

<b>Fiche technique moto-réducteur (Leroy Somer) .....</b>	<b>2</b>
<b>Caractéristiques temps / courant fusible 315 A (Socomec).....</b>	<b>4</b>
<b>Contacteurs modèle f (Schneider Electric).....</b>	<b>5</b>
<b>Relais de protection thermique modèle f (Schneider Electric).....</b>	<b>7</b>
<b>Guide de choix démarreur étoile triangle en coordination type « 2 » .....</b>	<b>11</b>
<b>Capteur de pression SAMSON type 738 .....</b>	<b>12</b>
<b>Capteur de pression SAMSON type 5014 .....</b>	<b>14</b>

## Fiche technique moto-réducteur LEROY SOMER

Client :	Fonderies Du Poitou	N° :	05-1253
Succursale :	Fonte	Date :	26/05/2005

<b>Produit :</b>	Moto-réducteur Cb montage MI / Moteur série LSMV 4 pôles Carcasse en Alliage d'aluminium palier avant en Fonte palier arrière en Fonte boîte à bornes en alliage d'aluminium	
<b>Désignation :</b>	Cb2903 B3 S 63,4 MI / 4P - 1500 tr/min LSMV225MK 45 kW 400 V - 50 Hz FCPL60 520 N.m boîte à borne en position A (dessus: standard), presse-étoupe en position 1 (droite)	
<b>Options moteur :</b>	Type d'imprégnation : T (pour humidité relative < 90%) ; type de plaque signalétique : standard ; Type d'équilibrage : H (demi-clavette :standard) ; classe d'équilibrage : R (réduite) ; protection thermique CTP	
<b>Peinture :</b>	RAL9005-la	

### Moteur

Série moteur	LSMV	Couplage	étoile
Tension - Fréquence nominales	400 V - 50 Hz	Température ambiante maxi (°C)	40
Polarité - Vitesse	4P - 1500 tr/min	Puissance apparente nominale (kVA)	57,54
Altitude maximale (m)	1000	Intensité nominale (A)	83,00
Puissance assignée (kW)	45	Id/In	
Vitesse nominale en charge (min-1)	1480	Intensité à vide (A)	31,60
Moment nominal (N.m)	290,35	Fréquence maximum de démarrage à vide Z0	
Moment de démarrage (N.m)		Moment de freinage (N.m)	520,00
Moment de démarrage maxi (N.m)	871,05	Temps de démarrage maximum acceptable (s)	
Temps de rotor calé à froid (s)		Temps de démarrage maximum acceptable PV (s)	
Cos Phi à 4/4 de la charge	0,84	Temps de rotor calé à chaud (s)	
Cos Phi à 3/4 de la charge		Temps de rotor calé à chaud PV (s)	
Cos Phi à 2/4 de la charge		Rendement à 4/4 de la charge (%)	93,1
Cos Phi à 2/4 de la charge PV		Rendement à 3/4 de la charge (%)	
Cos Phi à 3/4 de la charge PV		Rendement à 2/4 de la charge (%)	
Moment d'inertie J (kg.m <sup>2</sup> )	0,7750000	Masse (kg)	325,0
Classe d'équilibrage	R (réduite)	Niveau de pression acoustique (dBA)	64
Type d'équilibrage	H (demi-clavette :standard)	Niveau de puissance acoustique (dB(A))	75
Roulement avant	6314 C3	Quantité de lubrifiant / roulement avant (g)	
Roulement arrière	6214 C3	Quantité de lubrifiant / roulement arrière (g)	
Indice de protection moteur	IP55	Intervalle de lubrification roulements (h)	12500
Classe d'isolation	F		

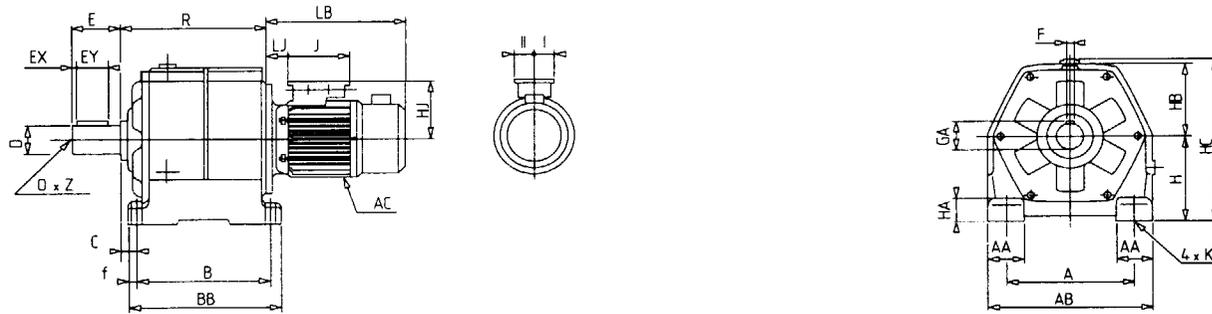
### Réducteur

Engrenages parallèles, denture hélicoïdale

Type réducteur	Cb2903	Fixation réducteur	Pattes
Réduction exacte	63,40	Bride entrée réducteur	FF400
Vitesse d'entrée réducteur (min-1)	1480,00	Force radiale admissible à E/2 (N)	
Moment disponible à l'arbre lent (N.m)	17657,30	Type de lubrifiant	Huile Minérale EP ISO VG 220
Vitesse de sortie exacte (min-1)	23,34	Quantité d'huile (l)	17
Facteur K	0,84	Option pompe	-
Classe Agma	-	Masse Moto-Réducteur (kg)	902

**Désignation:**

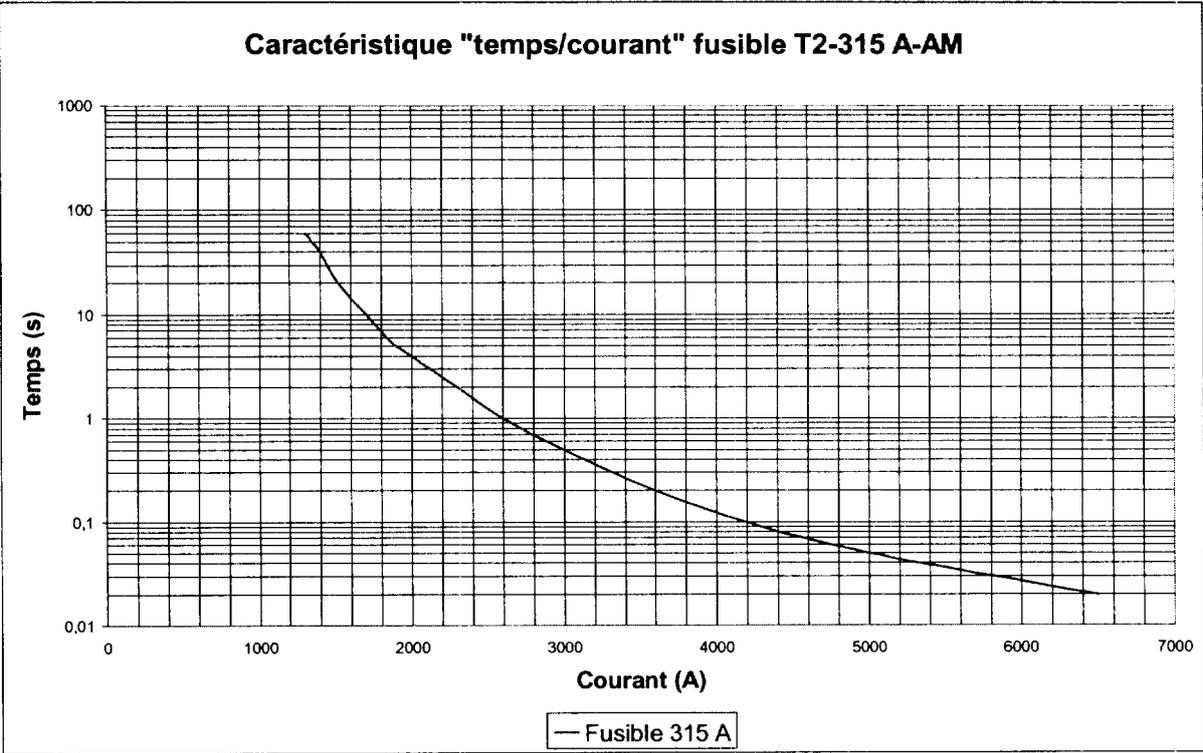
Cb2903 B3 S 63,4 MI / 4P - 1500 tr/min LSMV225MK 45 kW 400 V - 50 Hz FCPL60 520 N.m boîte à borne en position A (dessus: standard), presse-étoupe en position 1 (droite)



<b>R</b>	<b>RR</b>	<b>RC</b>	<b>H</b>	<b>HB</b>	<b>HC</b>	<b>X</b>	<b>AB</b>	<b>HD</b>	<b>AD</b>	<b>AX1</b>	<b>AX2</b>	<b>AX</b>	<b>HA</b>	<b>K</b>	<b>A</b>
600,00	-	-	375	320	707	-	660	-	-	-	-	-	75	35	500
<b>AA</b>	<b>B</b>	<b>BB</b>	<b>C</b>	<b>f</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>EY</b>	<b>EX</b>	<b>GA</b>	<b>F</b>	<b>O</b>	<b>Z</b>			
160	580	670	60	45	120 m6	210	200	5	127	32	M24	50			
<b>LJ</b>	<b>J</b>	<b>HJ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>LB</b>	<b>AC</b>	<b>h</b>	<b>V</b>							
113,00	205,00	392	100,00	95,00	953,00	410	-	0							

(mm)

**Caractéristique « temps/courant » fusible T2 315 A type AM – SOCOMEC**



### Environnement

type de contacteurs		LC1 F115	LC1 F150 CR1 F150	LC1 F185 CR1 F185	LC1 F225 CR1 F265	LC1 F265	LC1 F330	LC1 F400 CR1 F400	LC1 F500 CR1 F500	LC1 F630 CR1 F630	LC1 F780	LC1 F800
tension assignée d'isolement (U <sub>i</sub> )	selon IEC 947-4-1	V	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	selon VDE 0110 gr C	V	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
tension assignée de tenue aux chocs (U <sub>imp</sub> )	essai bobine non raccordée sur le circuit de puissance	KV	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
conformité aux normes			EN 60947-1, EN 60947-4-1, IEC 947-1, IEC 947-4-1, JEM 1038			IEC 947-1, 947-4-1, NF C 63-110, VDE 0660, BS 5424, JEM 1038			CSA, UL			
certifications de produits			ASE, CSA, UL, BV, GL, LROS, USST, DNV, RINA			ASE, CSA, UL, BV, GL, LROS, USST, DNV, RINA						
degré de protection	selon IEC 529		IP 20 en face avant avec capots LA8 F			IP 20 en face avant avec capots LA9-F						
	selon VDE 0106		protection contre le toucher avec capot LA9 F			protection contre le toucher avec capot LA8 F						
traitement de protection	en exécution normale		"TH"									
température de l'air ambiant pour fonctionnement admissible à U <sub>c</sub> (1)		°C	-5... +55			-5... +55						
		°C	-40... +70			-40... +70						
positions de fonctionnement	sans déclassement											
			appliquer un coefficient de 0,75 sur la tension d'enclenchement, de 0,9 sur la tension de retombée et de 0,8 sur le courant d'emploi en AC-1			appliquer un coefficient de 0,75 sur la tension d'enclenchement, de 0,9 sur la tension de retombée et de 0,8 sur le courant d'emploi en AC-1						
			appliquer un coefficient de 1,15 sur la tension d'enclenchement, de 1,1 sur la tension de retombée et de 0,8 sur le courant d'emploi en AC-1			appliquer un coefficient de 1,15 sur la tension d'enclenchement, de 1,1 sur la tension de retombée et de 0,8 sur le courant d'emploi en AC-1						
		dans ces 2 cas : pouvoirs de fermeture et de coupure non garantis et endurance électrique et mécanique non garanties			dans ces 2 cas : pouvoirs de fermeture et de coupure non garantis et endurance électrique et mécanique non garanties							
	interdite											
tenue aux chocs (2)	contacteur ouvert		9 gn	9 gn	7 gn	7 gn	6 gn	6 gn	6 gn	6 gn	5 gn	6 gn
	contacteur fermé		13 gn	13 gn	15 gn	15 gn	15 gn	15 gn	15 gn	15 gn	15 gn	15 gn
1/2 sinusoïde τ = 11 ms	contacteur ouvert		2 gn	2 gn	2 gn	2 gn	2 gn	1,5 gn	2 gn	2 gn	2,5 gn	2 gn
tenue aux vibrations (2)	contacteur fermé		6 gn	6 gn	5 gn	5 gn	5 gn	5 gn	4 gn	4 gn	5,5 gn	4 gn

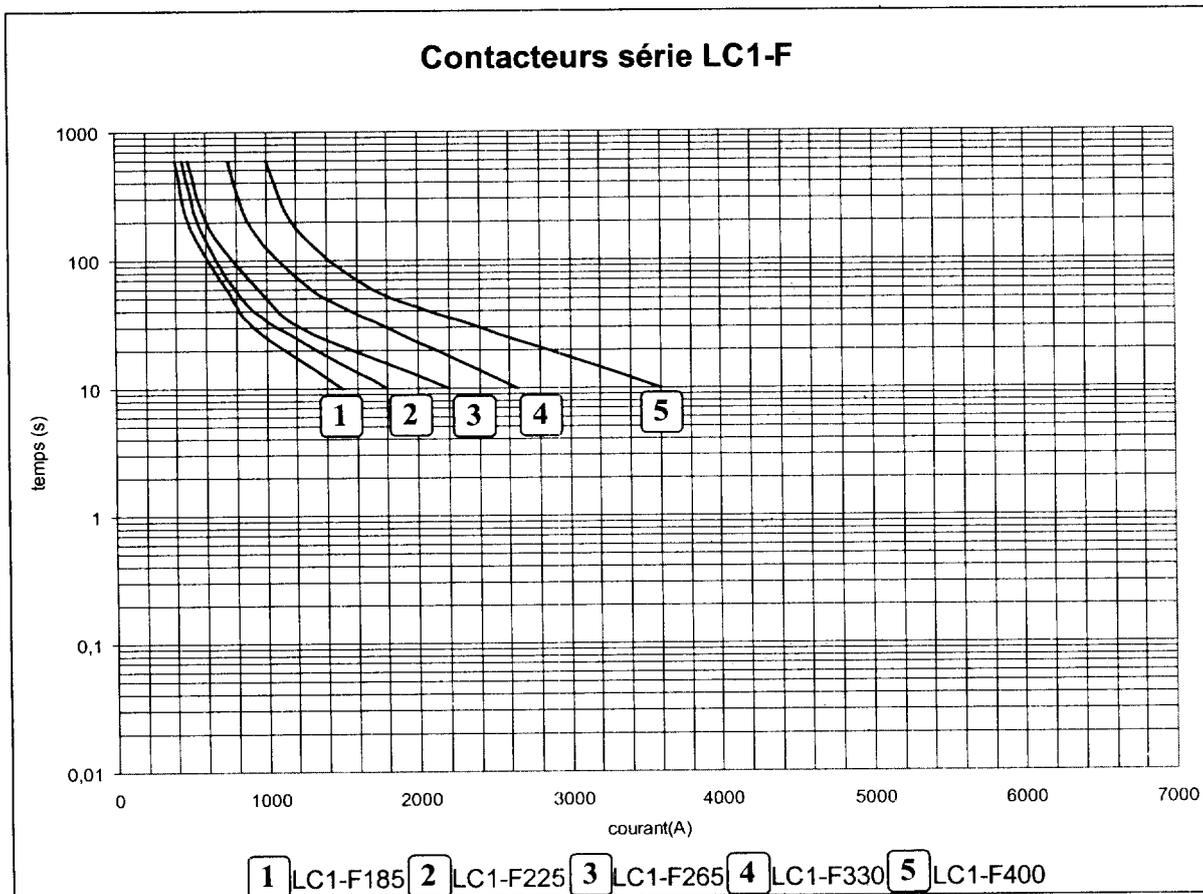
(1) Dans ces conditions, il est conseillé d'utiliser, pour les calibres F115 à F225, des bobines LX9 F.  
 (2) Sans modification de l'état des contacts dans la direction la plus défavorable (bobine sous U<sub>c</sub>). Pour une tenue à des valeurs plus élevées choisir des contacteurs antichocs, consulter notre agence commerciale.

### Caractéristiques des pôles

type de contacteurs		LC1 F115	LC1 F150 CR1 F150	LC1 F185 CR1 F185	LC1 F225	LC1 F265 CR1 F265	LC1 F330	LC1 F400 CR1 F400	LC1 F500 CR1 F500	LC1 F630 CR1 F630	LC1 F780	LC1 F800	
courant assigné d'emploi (I <sub>e</sub> ) (U <sub>e</sub> ≤ 440 V)	en AC-3, θ ≤ 55 °C	A	115	150	185	225	265	330	400	500	630	780	800
	en AC-1, θ ≤ 40 °C	A	200	250	275	315	350	400	500	700	1000	1600	1000
tension assignée d'emploi (U <sub>e</sub> )	jusqu'à	V	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
limite de fréquence conventionnelle	du courant d'emploi (1)	Hz	16 <sup>23</sup> ...200										
	θ ≤ 40 °C	A	200	250	275	315	350	400	500	700	1000	1600	1000
courant thermique	à l'établissement selon IEC 947-4-1	A	200	250	275	315	350	400	500	700	1000	1600	1000
	à l'établissement et à la coupure, 8 x 1 en AC-3 ou 10 x 1 en AC-4	A	200	250	275	315	350	400	500	700	1000	1600	1000
pouvoir assigné de coupure	à l'établissement : 10 x 1 en AC-3 ou 12 x 1 en AC-4	A	1100	1200	1500	1800	2200	2650	3600	4200	5050	66250	8500
	à l'établissement et à la coupure, 8 x 1 en AC-3 ou 12 x 1 en AC-4	A	640	700	920	1000	1230	1800	2400	3200	4400	5600	4600
courant temporaire admissible si le courant était au préalable nul depuis 1 heure avec θ ≤ 40 °C	pendant 10 s	A	640	700	920	1000	1230	1800	2400	3200	4400	5600	4600
	pendant 30 s	A	520	600	740	850	950	1300	1700	2400	3400	4600	3600
	pendant 3 mn	A	400	450	500	560	620	900	1200	1500	2200	3000	2900
	pendant 10 mn	A	320	350	400	440	480	750	1000	1200	1600	2200	1700
puissance dissipée par pôle pour courant d'emploi ci-dessus	AC-3	W	5	8	12	16	21	31	42	48	60	77	
	AC-1	W	15	22	25	32	37	44	65	88	120	120	
raccordement barre	sections maximales												
	nombre de barres		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
câble avec cosse	mm		20 x 3	25 x 3	25 x 3	32 x 4	32 x 4	30 x 5	30 x 5	40 x 5	60 x 5	60 x 5	
	mm <sup>2</sup>		95	120	150	185	240	240	2 x 150	2 x 240			
câble avec connecteur	mm <sup>2</sup>		95	120	150	185	240	240	2 x 150	2 x 240			
	mm		ø 6	ø 8	ø 8	ø 10	ø 12	ø 12					
diamètre des boulons			ø 6	ø 8	ø 8	ø 10	ø 12	ø 12					
couple de serrage	connexions du circuit de puissance	N.m	10	18	18	35	35	35	35	58	58	58	

### Caractéristiques temps courant des contacteurs :

LC1-F185 ; LC1-F225 ; LC1-F265 ; LC1-F330 ; LC1-F400



**Relais de protection thermique**  
modèle f  
Caractéristiques, références

**Environnement**

conformité aux normes		IEC 947-4, 255-8, 255-17 et VDE 0660
température de l'air ambiant au voisinage de l'appareil (selon IEC 255-8)	pour fonctionnement normal	°C - 20...+ 55
positions de fonctionnement sans déclassement	sans rapport à la position verticale de montage	toutes positions

**Caractéristiques électriques  
du circuit de puissance**

type de relais		LR9 F	F5.57 F57	F5.63, F63 F5.67, F67 F5.69, F69	F5.71, F71	F7.75, F75 F7.79, F79	F7.81, F81
tension assignée d'emploi (Ue)	selon VDE 0110 gr C	V	1000				
courant assigné d'emploi (Ie)		A	de 30 à 630				
limites de fréquence	du courant d'emploi	Hz	50...60. Autres fréquences				
raccordement puissance	largeur de plage de raccordement	mm	20	25	25	30 LR9 F7.75 et LR9 F75 40 LR9 F7.79 et LR9 F79	40
vis de serrage			M6	M8	M10	M10	M12
couple de serrage		N.m	10	18	35	35	58

**Caractéristiques électriques  
des contacts auxiliaires**

courant thermique conventionnel		A	5					
raccordement du circuit de commande	conducteur souple avec embout	mm <sup>2</sup>	mini		maxi			
	1 conducteur		1 x 0,75		1 x 2,5			
	2 conducteurs		2 x 1		2 x 1,5			
	conducteur souple sans embout	mm <sup>2</sup>						
	1 conducteur		1 x 0,75		1 x 4			
	2 conducteurs		2 x 1		2 x 2,5			
	conducteur rigide	mm <sup>2</sup>						
	1 conducteur		1 x 0,75		1 x 2,5			
	2 conducteurs		2 x 1					
	couple de serrage	N.m	1,2					
consommation maximale au maintien des bobines de contacteurs contrôlés (cycles de manœuvres occasionnelles du contact 95-96)	courant alternatif	V	24	48	110	220	380	600
	courant continu	VA	100	200	400	600	600	600
		V	24	48	110	220	440	
		W	100	100	50	45	25	

**Caractéristiques de fonctionnement**

classe de déclenchement	selon IEC 947-4-1		10, 10 A et 20
compensation en température		°C	- 20...+ 70
réarmement			manuel sur face avant
signalisation de défaut			sur face avant
fonction test			sur face avant
fonction arrêt			sur le contact "O", sans effet sur le contact "F"
seuils	selon IEC 947-4-1		
alarme		A	1,05 ± 0,06 % de Ir
déclenchement		A	1,12 ± 0,06 % de Ir
sensibilité aux défauts de phases selon IEC 947-4-1			déclenchement en 4 s ± 20 % en cas d'absence de phase
réglage (courant nominal du moteur)			par bouton rotatif sur la face avant
plombage			oui

**Caractéristiques du circuit d'alarme**

tension assignée d'alimentation	courant continu	V	24
limite de tension d'alimentation		V	17...32
courant : consommé	à vide	mA	≤ 5
	commuté	mA	0...150
protection	court-circuit et surcharge		autoprotégé
chute de tension	à l'état fermé	V	≤ 2,5
raccordement	fil souple sans embout	mm <sup>2</sup>	0,5...1,5
couple de serrage		N.m	0,45



LR9 F53...

## Relais tripolaires de protection des moteurs, compensés et différentiels

Relais de protection thermique :

- compensés et différentiels
- avec visualisation du déclenchement
- pour courant alternatif
- pour montage direct ou séparé du contacteur (2)
- classe 10 ou 20 par sélecteur
- protection de circuits tri ou monophasés par sélecteur
- avec fonction alarme.

zone de réglage du relais	fusibles à associer au relais choisi		pour montage sous contacteur LC1	classe 10 (1) référence	classe 20 (1) référence	classe 10 ou 20 référence
	aM	gl				
A	A	A				
	A	A				
30...50	50	80	F115...F185	LR9 F5357		LR9 F570
	80	80	F115...F185		LR9 F5557	LR9 F570
48...80	80	125	F115...F185	LR9 F5363		LR9 F630
	100	125	F115...F185		LR9 F5563	LR9 F630
60...100	100	200	F115...F185	LR9 F5367		LR9 F670
	125	200	F115...F185		LR9 F5567	LR9 F670
90...150	160	250	F115...F185	LR9 F5369		LR9 F690
	200	250	F115...F185		LR9 F5569	LR9 F690
132...220	250	315	F225 et F265	LR9 F5371		LR9 F710
	315	315	F225 et F265		LR9 F5571	LR9 F710
200...330	400	500	F225...F500	LR9 F7375		LR9 F750
	400	500	F225...F500		LR9 F7575	LR9 F750
300...500	500	800	F225...F500	LR9 F7379		LR9 F790
	630	800	F225...F500		LR9 F7579	LR9 F790
380...630	630	800	F400...F630 et F800	LR9 F7381		LR9 F810
	800	800	F400...F630 et F800	LR9 F7581		LR9 F810

(1) La norme IEC 947 4 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage I<sub>r</sub> :

■ classe 10 : comprise entre 4 et 10 secondes

■ classe 10 A : comprise entre 2 et 10 secondes

■ classe 20 : comprise entre 6 et 20 secondes

(2) En montage direct sous le contacteur le relais peut, jusqu'au calibre LR9 F5371 ou LR9 F71, être fixé sur une platine

(voir page A412). Dans tous les autres cas, cette platine est obligatoire.

Bornes pouvant être protégées contre le toucher par adjonction de capots et/ou de connecteurs à commander séparément (voir page A398).

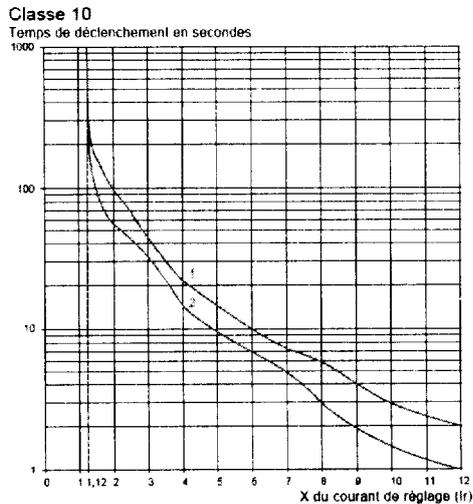
### Courbe de déclenchement LR9 F

Temps de fonctionnement moyen

en fonction des multiples du courant de réglage

Classe 10

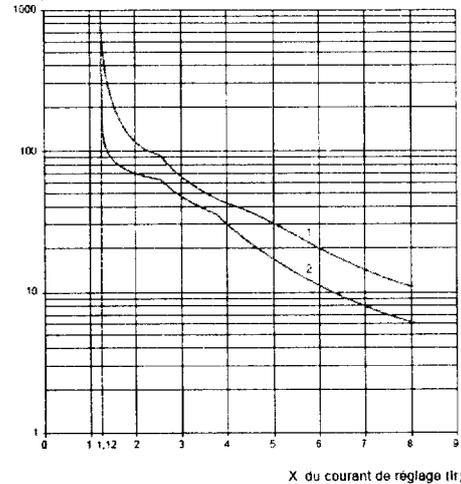
Temps de déclenchement en secondes



1 Courbe à froid  
2 Courbe à chaud

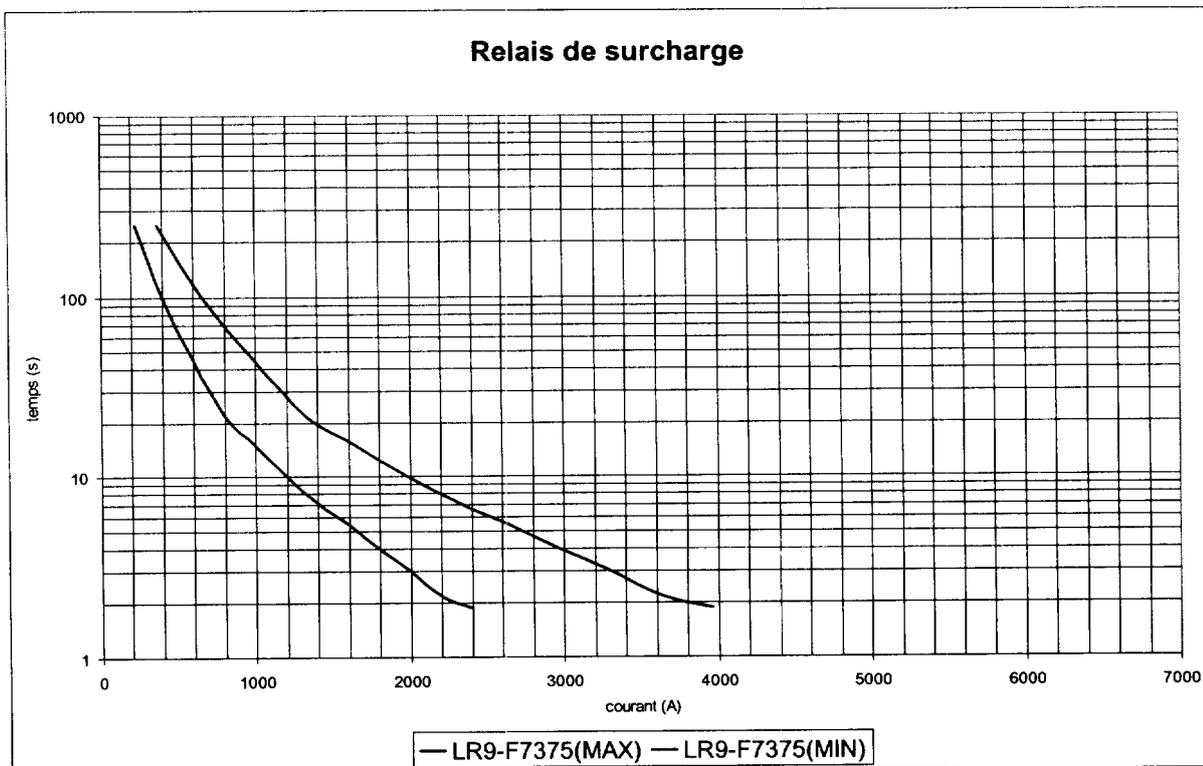
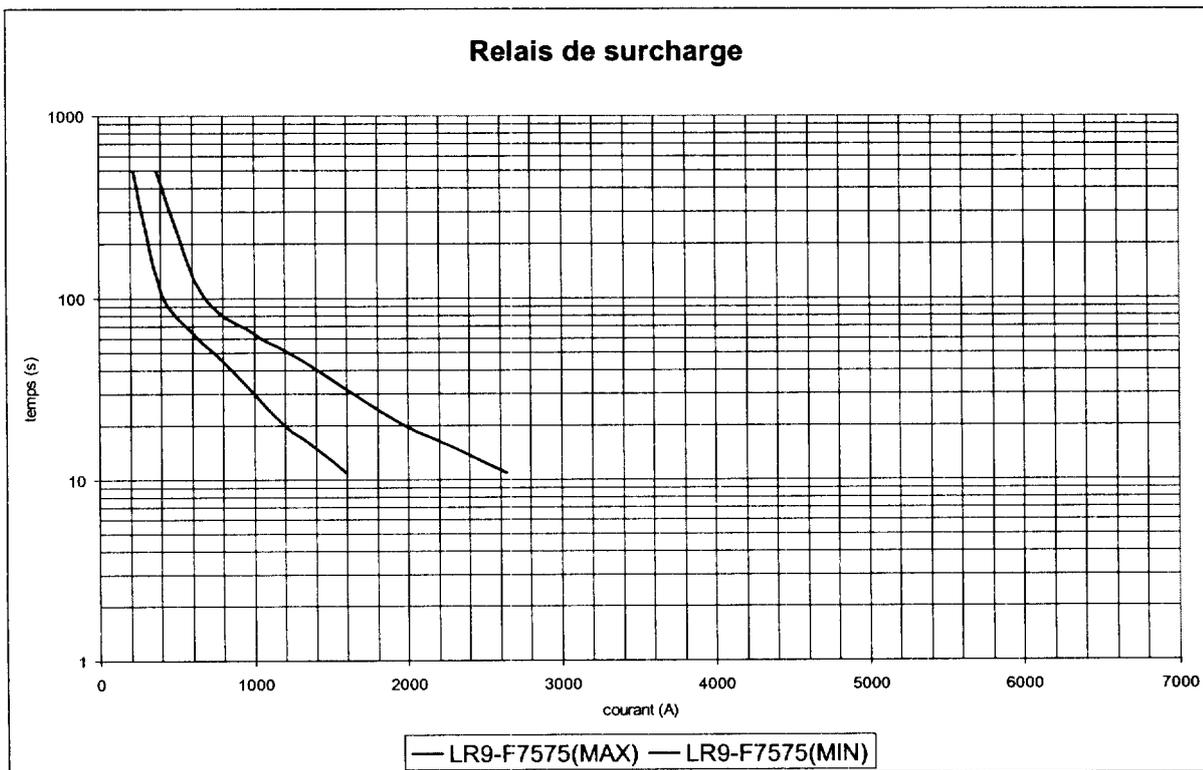
Classe 20

Temps de déclenchement en secondes

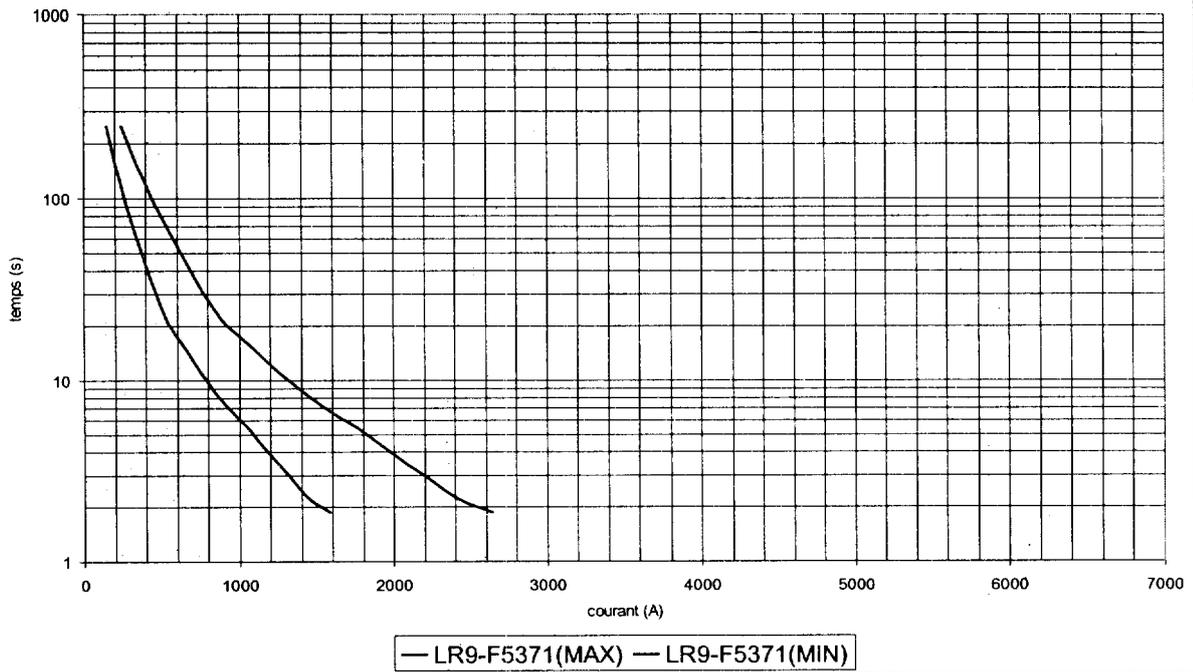


X du courant de réglage (I<sub>r</sub>)

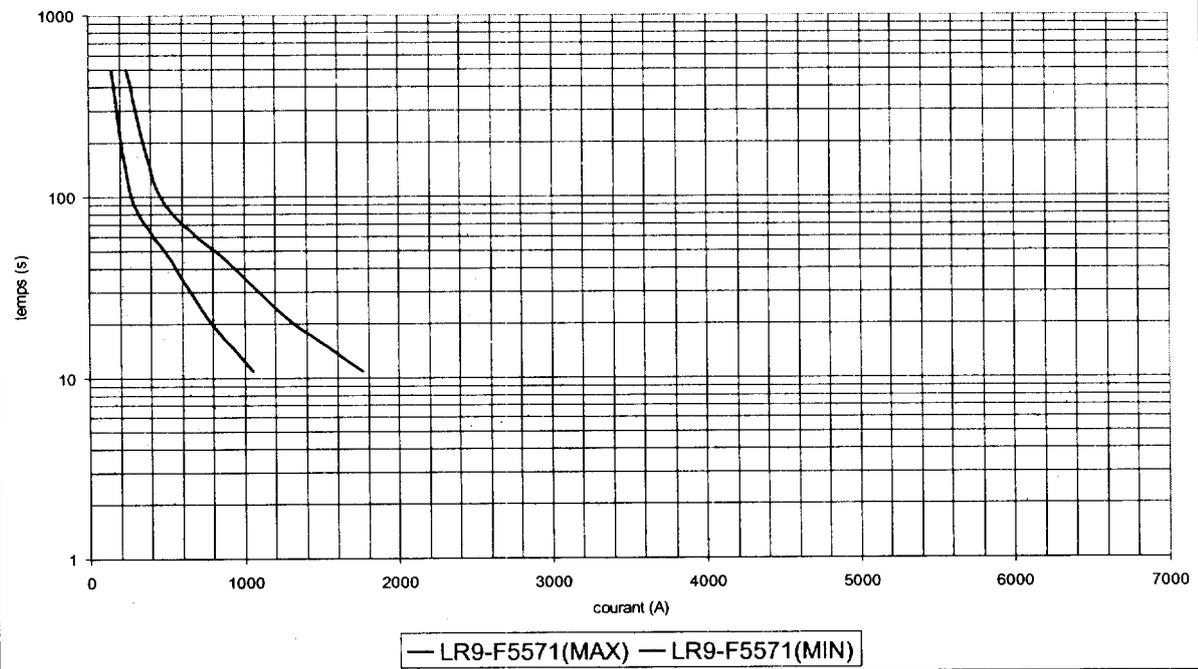
**Caractéristiques temps/courant LR9-F5371 ; LR9-F5571 ; LR9-F7375 ; LR9-F7575**



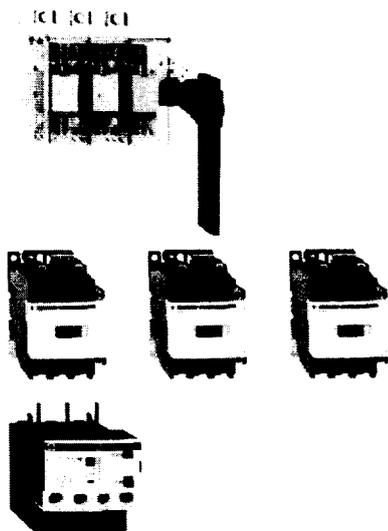
### Relais de surcharge



### Relais de surcharge



## Guide de choix démarreur 3 produits en coordination type « 2 »



GS1  
+  
3 x LC1 D  
+  
LR D

### Démarreurs "étoile-triangle" avec interrupteur et relais thermique

Solution "3 produits" en coordination type 2

De 1,5 à 355 kW sous 400/415 V

Interrupteurs-sectionneurs :

- GS1 : voir page A366
- cartouches-fusibles : voir page A375.

Contacteurs :

- LC1 D : voir page A214
- LC1 F : voir page A266.

Relais de protection thermique :

- LR9 D : voir page A390
- LR9-F : voir page A397.

puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 400/415 V						interrupteur-sectionneur référence	fusibles aM		contacteurs "étoile-triangle" référence	relais de protection thermique	
440 V			440 V				taille	calibre A		référence	domaine de réglage A
P kW	Ie A	Iq kA	P kW	Ie A	Iq kA						
1,5	3,5	50	1,5	3,06	50	GS1 F	14 x 51	4	3 x LC1 D09	LRD 08	2,5...4
2,2	5	50	2,2	4,42	50	GS1 F	14 x 51	6	3 x LC1 D09	LRD 10	4...6
3	6,5	50	3	5,77	50	GS1 F	14 x 51	8	3 x LC1 D09	LRD 12	5,5...8
4	8,4	50	4	7,9	50	GS1 F	14 x 51	10	3 x LC1 D09	LRD 14	7...10
5,5	11	50	5,5	10,4	50	GS1 F	14 x 51	16	3 x LC1 D12	LRD 16	9...13
7,5	14,8	50	7,5	13,7	50	GS1 F	14 x 51	16	3 x LC1 D18	LRD 21	12...18
9	18,1	100	9	16,9	100	GS1 F	14 x 51	25	3 x LC1 D25	LRD 22	16...24
11	21	100	11	20,1	100						
15	28,5	100	15	26,5	100	GS1 F	14 x 51	32	3 x LC1 D32	LRD 32	23...32
18,5	35	100	18,5	32,8	100	GS1 F	14 x 51	40	3 x LC1 D40	LRD 3355	30...40
22	42	100	22	39	100	GS1 F	22 x 58	50	3 x LC1 D50	LRD 3357	37...50
30	57	100	30	51,5	100	GS1 J	22 x 58	80	3 x LC1 D85	LRD 3361	55...70
37	69	100	37	64	100	GS1 J	22 x 58	80	3 x LC1 D80	LRD 3363	63...80
			45	76	100	GS1 J	22 x 58	80	3 x LC1 D80	LRD 3365	80...93
45	81	100				GS1 J	22 x 58	100	3 x LC1 D115	LR9 D5367	60...100
			55	90	100	GS1 L	T0	125	3 x LC1 D115	LR9 D5369	90...150
55	100	100				GS1 L	T0	125	3 x LC1 D150	LR9 D5369	90...150
			75	125	100	GS1 L	T0	160	3 x LC1 D150	LR9 D5369	90...150
75	135	100				GS1 L	T0	160	3 x LC1 F185	LR9 D5369	90...150
90	165	100	90	146	100	GS1 N	T1	200	3 x LC1 F185	LR9 F5371	132...220
110	200	100	110	178	100	GS1 N	T1	250	3 x LC1 F225	LR9 F5371	132...220
132	240	100	132	215	100	GS1 QQ	T2	315	3 x LC1 F265	LR9 F7375	200...330
160	285	100	160	256	100	GS1 QQ	T2	315	3 x LC1 F330	LR9 F7375	200...330
			200	321	100	GS1 QQ	T2	400	3 x LC1 F330	LR9 F7379	300...500
200	352	100	220	353	100	GS1 S	T3	500	3 x LC1 F400	LR9 F7379	300...500
220	388	100	250	401	100						
250	437	100				GS1 S	T3	500	3 x LC1 F500	LR9 F7379	300...500
315	555	100	315	505	100	GS1 S	T3	630	3 x LC1 F630	LR9 F7381	380...630
			355	549	100	GS1 V	T4	800	3 x LC1 F630	LR9 F7381	380...630
			400	611	100						
355	605	100				GS1 V	T4	800	3 x LC1 F780	LR9 F7381	380...630

# Contacts électriques pour pressions différentielles

## Type 738

### Type 5335-5, type 5335-6



#### Application

Contrôle des valeurs limites de pression, pression différentielle et de dépression.

Type 738: pour liquides, gaz et vapeurs – consignes variant de 25 à 400 mbars – pressions de service jusqu'à 10 bars.

Type 5335: pour air – consignes variant de 0,2 à 10 mbars – pressions de service jusqu'à 50 mbars.

Ces appareils sont des contacts de pression différentielle qui émettent un signal électrique lors du dépassement supérieur ou inférieur d'une valeur préréglée de pression, pression différentielle ou de dépression. Ce signal sert au déclenchement d'appareils acoustiques ou optiques et à la commande d'appareils de réglage.

Le contact type 738 est utilisé, par exemple, dans les installations de chauffage pour l'enclenchement préférentiel d'eau chaude sanitaire. Caractéristiques générales: surcharge unilatérale jusqu'à 10 bars, température maximale admissible du fluide: 80 °C.

Les contacts types 5335-5/-6 sont conçus en particulier pour le contrôle de débits, pressions, pressions différentielles et dépressions, dans les gaines d'air des installations de climatisation et de ventilation. Caractéristiques générales: surcharge unilatérale jusqu'à 50 mbars, température maximale admissible du fluide: 50 °C.

#### Exécutions

**Type 738** (fig. 1) - Contact pour pression différentielle à point de consigne réglable entre 25 et 160 mbars ou 160 et 400 mbars.

**Type 5335-5** (fig. 2) - Contact pour pression différentielle à point de consigne réglable entre 0,2 et 2 mbars.

**Type 5335-6** - Contact pour pression différentielle à point de consigne réglable entre 1 et 10 mbars.

#### Texte de commande

Contact électrique pour pression différentielle type...

Plage de réglage ... à ... mbars

Pression de service ... bars

Limiteurs de pression de sécurité, voir feuille technique SAMSOMATIC T 758-4 F.

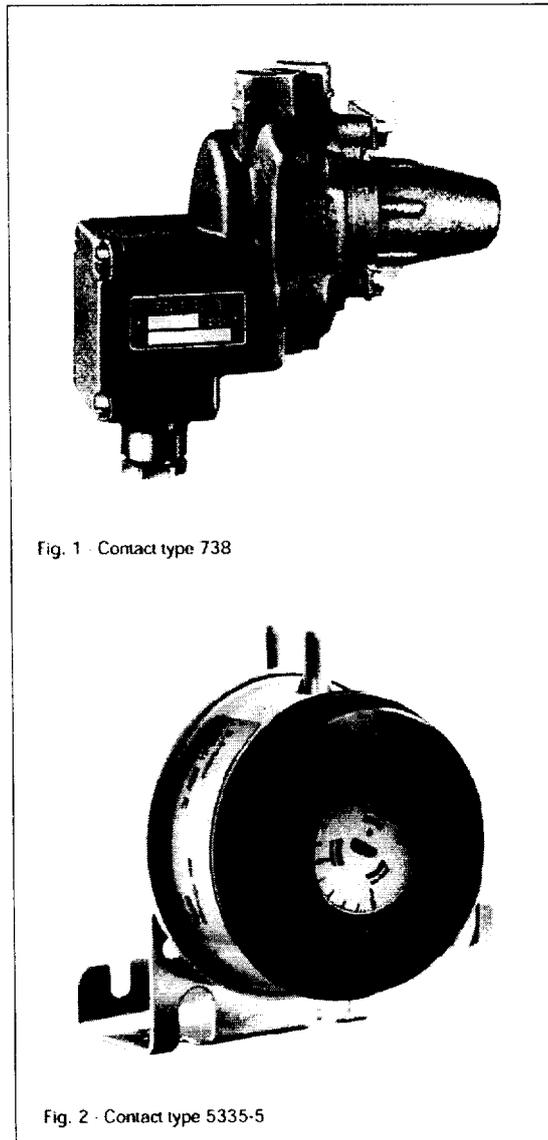


Fig. 1 - Contact type 738

Fig. 2 - Contact type 5335-5

### Fonctionnement

L'élément de mesure de ces contacts est constitué par une membrane maintenue par un ressort.

La pression différentielle, la pression ou la dépression créent sur la membrane une force qui s'oppose à celle du ressort prétendu. Lorsque cette force est supérieure à la tension du ressort, le contact bascule, la précontrainte du ressort définissant la valeur limite de l'appareil.

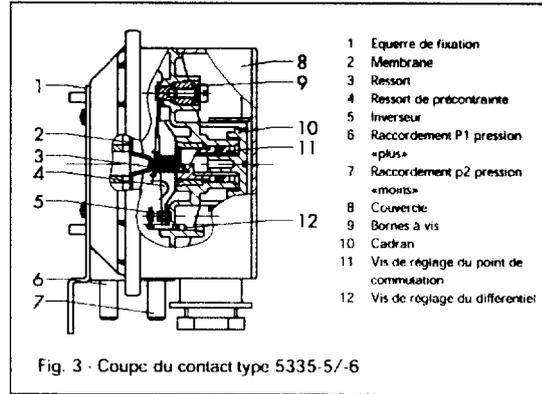


Fig. 3 - Coupe du contact type 5335-5/-6

### Caractéristiques techniques

Toutes les pressions en bars rel.

Contact de pression différentielle	Type 738	Type 5335-5	Type 5335-6
Point de consigne	Réglable sans discontinuité		
Pression différentielle ( $\Delta p$ )	25...160 mbars ou 160...400 mbars	0,2...2 mbars	1...10 mbars
Différentiel d'enclenchement max.	pour valeurs limites jusqu'à 100 mbars: 10 mbars pour val. limites supérieures à 100 mbars: 15 mbars	0,4 mbar	1,0 mbar
Pression de service max. admissible	10 bars, surcharge accidentelle max. 16 bars	50 mbars	50 mbars
Surcharge unilatérale max.	10 bars	50 mbars	50 mbars
Température admissible du fluide max.	80 °C	50 °C	
Matériaux en contact avec le fluide	Corps: GD AISi12 Membrane: Perbunan	Corps: matière plastique Membrane: Buna N avec assiette Alu	
Pouvoir de coupure	5 A sous 250 V- charge ohmique	1 A sous 250 V- charge ohmique	
Température ambiante	max. 50 °C	max. 65 °C	
Mode de protection	IP 54	IP 54	
Poids	env. 1 kg	env. 0,5 kg	

### Montage

Les appareils doivent être montés selon le schéma de cotes de la fig. 4. Sur le type 738, les prises de pression sortent en haut et les bornes électriques en bas.

Sur les types 5335-5/-6, les prises de pression se trouvent en bas, et les bornes électriques en haut. La pression différentielle est mesurée en amont et en aval de la restriction (par exemple vanne, élément déprimogène, diaphragme ou registre de chauffe). La pression en amont de la restriction doit être transmise à l'orifice (+) de l'appareil, la pression en aval de la restriction à l'orifice (-).

Pour le contrôle des pressions, l'orifice plus doit être relié au point de mesure (orifice moins étant ouvert), tandis que pour le contrôle des dépressions, c'est l'orifice moins qui doit être relié au point de mesure (orifice plus étant ouvert). Pour le raccordement électrique, procéder selon le schéma de la fig. 4 et selon l'installation considérée.

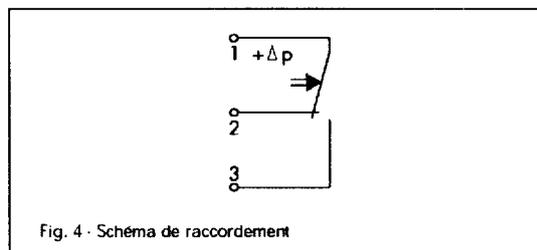
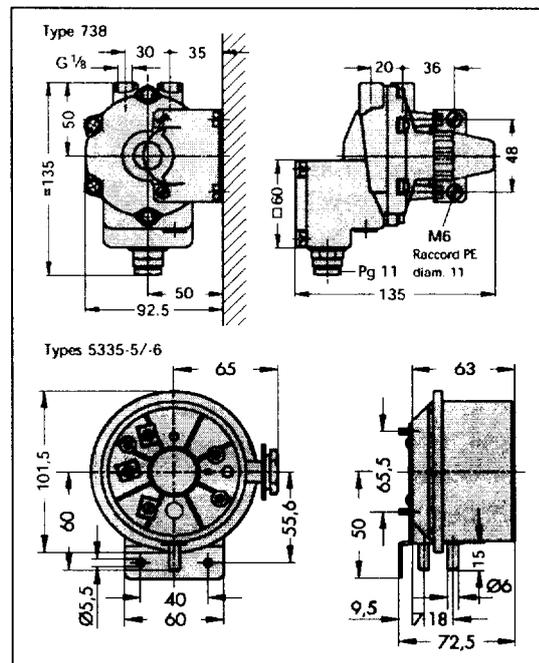


Fig. 4 - Schéma de raccordement

Sous réserve de modifications des dimensions et des types.

### Cotes en mm



SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK  
Weismüllerstraße 3 · D-60314 Frankfurt am Main  
Postfach 10 19 01 · D-60019 Frankfurt am Main  
Telefon (069) 4 00 90 · Telefax (069) 4 00 95 07

T 5335 F

# Indicating Electric Two-Wire Transmitter for Differential Pressure



## Media 4A – 2-Wire Type 5014

### Application

Differential pressure and liquid level indicator with electronic transmitter

For differential pressure spans from 40 to 2500 mbar at static pressures of up to 40 bar



The Media 4A – 2-wire indicating unit is used for measuring and indicating the differential pressure and liquid level in industrial plants and building services. For connection of this unit to measuring and control equipment, the measured values are converted into standard d.c. current signals of 4 to 20 mA. When used in conjunction with the Type 5024 Power Supply and Indicator Unit, the liquid level in a tank can be indicated on a LCD panel in a control room. In addition, limit alarm signals are provided.

The instrument consists essentially of a differential pressure cell with measuring diaphragm and measuring spring and the indicating unit with pointer mechanism, transmitter unit and scale.

### Features

Applicable for liquids, gases and steam

Easily exchangeable measuring spring

Overloadable on one side up to the permissible static pressure  
Designed for field installations (degree of protection IP 54) and panel mounting

Zero adjustment from the front

Output signal proportional to differential pressure

### Versions

**Media 4A – 2-wire Type 5014-0...** (Figures 1 and 2)

Two-wire transmitter for differential pressure. Output signal from 4 to 20 mA (20 to 4 mA), 24 V– power supply from a two-wire circuit

Measuring cell designed for measuring spans of either 40 to 600 mbar or 250 to 1600 mbar or 1600 to 2500 mbar  
Scale optionally available from 0 to 100 % linear or squared or according to DIN 19204 or exchangeable for different media or as special version

**Media 4A – 2-wire Type 5014-1...**

Version as described above, but applicable in hazardous locations. Input circuit in type of protection EEx ib IIC T6

**Special version Media 4A – 2-wire** for oxygen services

Applicable for operating pressures up to 40 bar and operating temperatures of 60 °C

**Special version** with measuring cell manufactured of A 351 CF8M according to ASTM

Details on request. Depending on where the instrument is used, accessories are required.

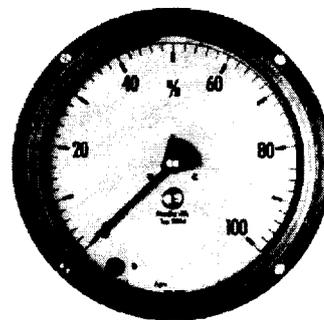


Fig. 1 - Media 4A – 2-wire (front view)

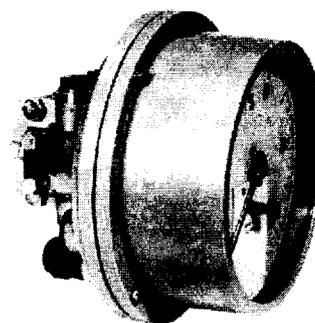


Fig. 2 - Media 4A – 2-wire (side view)

### Principle of operation

The differential pressure cell (1), operating according to the deflection principle, contains a measuring diaphragm (1.6) which is designed for the respectively desired measuring spans (see "Technical data"). The spring-guided (1.9) diaphragm shaft (1.8) is connected to the lever (1.11) by means of the connection link (1.10), to the measuring diaphragm via the diaphragm plates (1.7), and to the measuring spring (1.5) using the spring plate (1.4). The deflection of the measuring system is transmitted via the lever (1.11) out of the pressure cell. The flexible gasket (1.12) seals the pressure chamber. The tension bands (1.13) connected to the lever and the housing ensure that the lever position is independent of the static pressure. The differential pressure cell can be overloaded on one side, because the measuring diaphragm flexes against the housing wall when the measured differential pressure values are out of range.

The differential pressure  $\Delta p = p_1 - p_2$  creates a force on the measuring diaphragm (1.6). This force is balanced by the measuring spring (1.5). The deflection of the diaphragm (1.6) and the lever (1.11), which is proportional to the differential pressure, is transmitted from the pressure cell to the flexible gasket (1.12) and then to the pointer via the adjustable coupling element (2.1) and the ball-supported gear mechanism (2.2).

In the transmitter unit, the pointer deflection, proportional to the pressure sensed, is transmitted to a solenoid system. This motion

changes the magnetic field and, as a result, the voltage in a Hall sensor (3.1). The following electronic circuitry converts this voltage into a standard current signal of 4 to 20 mA.

The span and therefore also the upper range value (pointer deflection) can be preset at a 7-position rotary switch. Fine adjustment of zero and span is to be done at the two potentiometers.

In case of a pointer deflection of 270° (rotary switch at position e), the output signal can be changed to 20 to 4 mA by turning a range plug 180°.

### Ordering text

Indicating Electric Two-Wire Transmitter for Differential Pressure Media 4 A - 2-Wire

With measuring cell for ... to ... mbar, measuring span ... to ... mbar

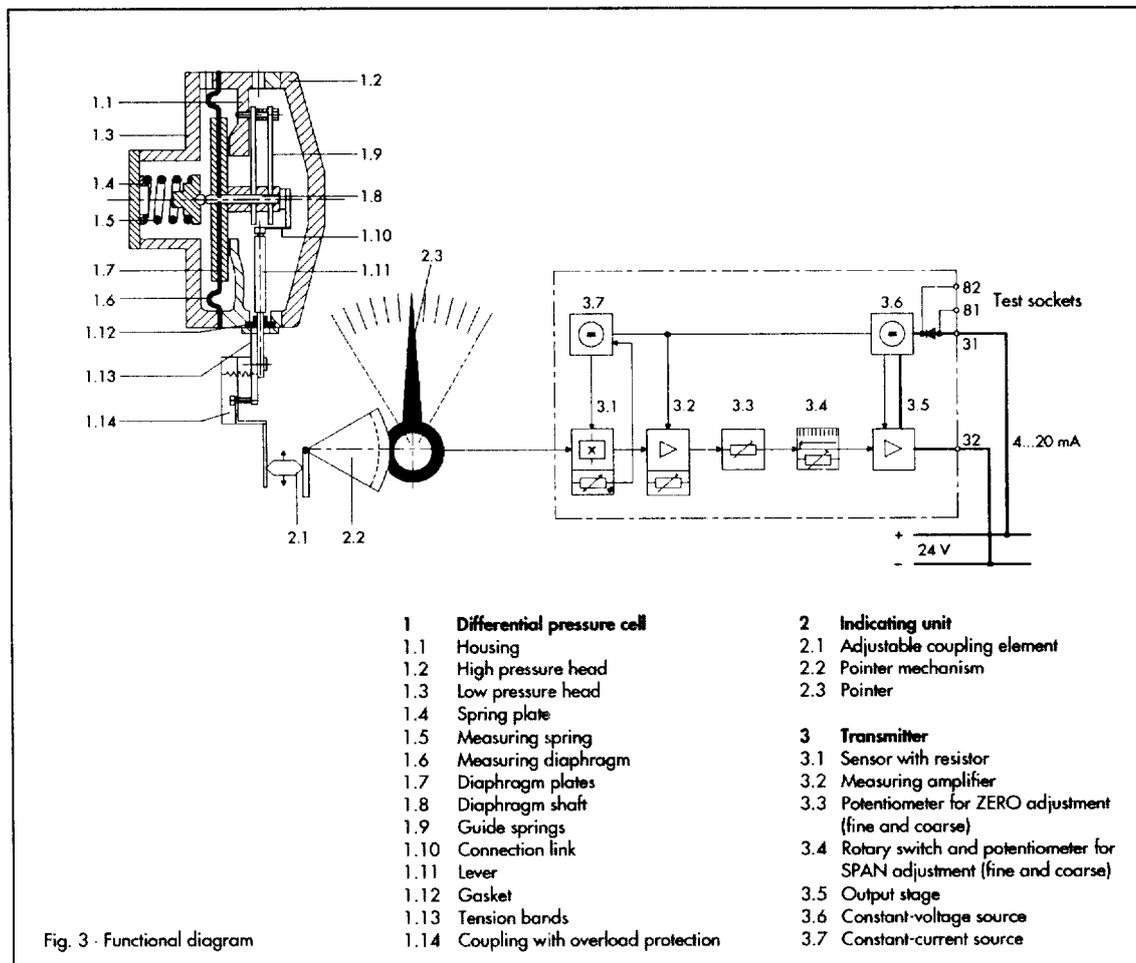
Transmitter with output 4 to 20 mA / 20 to 4 mA

Power supply 24 V-

Scale 0 to 100 % linear / scale according to DIN 19204 / special scale...

Optional special version ...

Optional accessories ...



### Technical data

All pressures stated in bar (gauge)

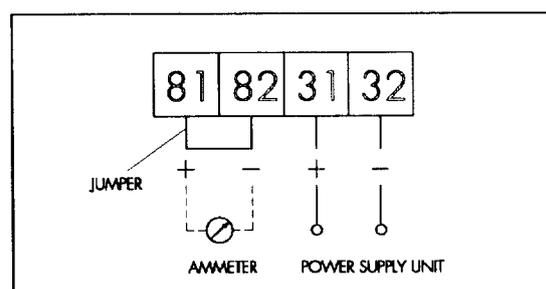
Differential pressure transmitter										
Measuring span	Max. mbar	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500
	Min. mbar	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600
Nominal pressure	PN 40, overloadable on one side up to 40 bar									
Measuring spans of the measuring diaphragm	40 to 600 mbar, 250 to 1600 mbar or 1600 to 2500 mbar									
Volume of dp-cell	High pressure chamber: approx. 80 cm <sup>3</sup> ; low pressure chamber: approx. 25 cm <sup>3</sup>									
Displacement volume	Max. 9 cm <sup>3</sup> (for min. measuring span: 5 cm <sup>3</sup> )									
Scale	Scale: 270 °; approx. 300 mm scale length									
Division of scale available on request	0 to 100 % linear for any linear measured variables									
Performance	Indications linear to differential pressure									
Terminal based non-conformity	< ±2.5 %	< ± 1.6 % (hysteresis included)								
Sensitivity	< 0.5 %	< 0.25 %								
Effects in % of span	Static pressure: < 0.03% / 1 bar									
Degree of protection	IP 54									
Total weight	Approx. 3.6 kg									
Transmitter	5014-0					5014-1				
Two-wire system	Input: 0 to 270 ° pointer deflection Output: 4 to 20 mA or 20 to 4 mA									
Permissible load	$R_B = \frac{U_B - 12 \text{ V}}{20 \text{ mA}}$									
Output circuit	-					Intrinsically safe				
Power supply	Two-wire system: 24 V									
	Voltage range: 12 to 45 V-					12 to 25 V- Only in combination with an intrinsically safe circuit				
Measuring span	130 ° to 270 ° pointer deflection, adjustable with rotary switch and potentiometer									
Characteristic	Linear									
Pick-off accuracy	± 0.25 % of the upper range value									
Environmental conditions	Perm. ambient temperature					Max. 60 °C Temperature class T6				
	Perm. storage temperature					- 30 to +85 °C Max. 70 °C Temperature class T5				

**Note:** All errors and deviations stated in % of span. Measuring span correction by changing the transmission ratio in the limits of approx. 1: 0.6. The technical data of the special version are the same as for the standard version.

### Materials (WN = Material Number)

Measuring diaphragm	ECO
Housing and heads	Cu Zn 40 Pb
Spring plate	Cu Zn 40 Pb
Measuring and guide spring	WN 1.4310
Diaphragm plate	WN 1.4571
Lever	WN 1.4310
Housing of indicating unit	Polycarbonate
Special version – measuring cell with stainless housing	
Housing and heads	A 351 CF8M
Spring plate	WN 1.4301
Lever	WN 1.4571

### Electrical connection



For instruments designed for application in hazardous areas, the installation regulations in accordance with VDE 0165 are to be observed.

# Automates Modicon Premium TSX 57

<b>Station automate TSX 57</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre 1 Le module d'entrées tout ou rien TSX DEY 64D2K</b>	<b>3</b>
Présentation	4
Caractéristiques	4
Raccordement	5
<b>Chapitre 2 Le module d'entrées analogiques TSX AEY 414</b>	<b>6</b>
Présentation	7
Caractéristiques	7
Brochage du bornier	8
Raccordement	8
<b>Chapitre 3 Langage à contacts</b>	<b>9</b>
Présentation générale du langage à contacts	10
Structure d'un réseau de contacts	10
Eléments graphiques du langage à contacts	11
Règles de programmation d'un réseau de contacts	12
Règle de programmation des blocs fonction	13
Règles de programmation des blocs opération	13
<b>Chapitre 4 Instructions de base</b>	<b>14</b>
Instructions de chargement	15
Instructions d'affectation	15
Instruction ET logique	16
Instruction OU logique	16
Bloc fonction temporisateur %Tmi	17
Instruction de comparaison	20
<b>Chapitre 5 Adressage des objets langages</b>	<b>21</b>
Adressage des objets de modules entrées/sorties en rack	22
Syntaxe	22
Exemples	23

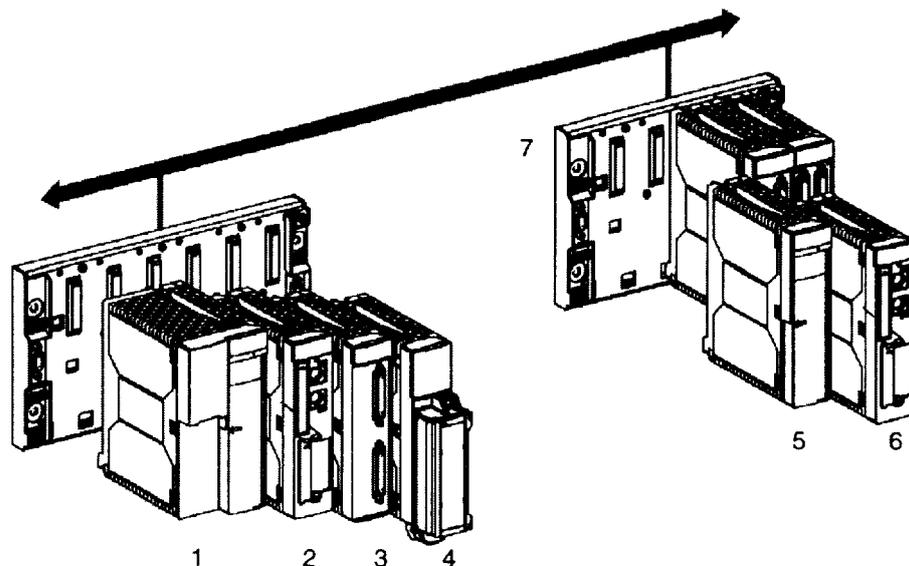
## Station automate TSX P57

### Généralités

Les processeurs des plates-formes d'automatisme Premium TSX P57 gèrent l'ensemble d'une station automate qui se constitue à partir de modules d'entrées/sorties "Tout ou Rien", de modules d'entrées/sorties analogiques et de modules métiers qui peuvent être répartis sur un ou plusieurs racks connectés sur le Bus X ou sur bus de terrain.

### Illustration

Exemple d'une station automate TSX P57 :



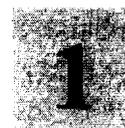
### Tableau des repères

Description en fonction des repères du schéma ci-dessus :

Repère	Description
1	Module alimentation double format.
2	Module processeur.
3	Module de déport Bus X.
4	Module d'entrées/sorties.
5	Module alimentation format standard.
6	Module processeur.
7	Rack TSX RKY.

---

# Le module d'entrées Tout ou Rien TSX DEY 64D2K



---

## Présentation

### Objet de ce chapitre

Ce chapitre présente le module **TSX DEY 64D2K**, ses caractéristiques et son raccordement aux différents capteurs.

### Contenu de ce chapitre

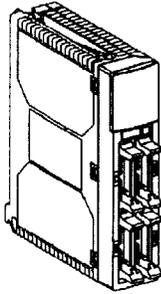
Ce chapitre contient les sujets suivants :

Sujet	Page
Présentation	4
Raccordement	4
Caractéristiques	5

## Présentation du module TSX DEY 64D2K

## Généralités

## Module TSX DEY 64D2K



Le module TSX DEY 64D2K est un module d'entrées TOR à connecteur à 64 voies 24 VCC logique positive.

## Caractéristiques du module TSX DEY 64D2K à logique positive

## Présentation

Dans cette partie vous sont présentées les caractéristiques générales du module TSX DEY 64D2K.

## Caractéristiques générales

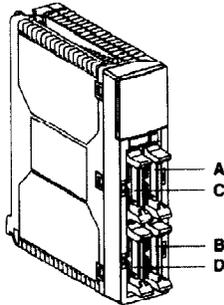
Ce tableau présente les caractéristiques générales du module TSX DEY 64D2K :

Module TSX DEY 64D2K		Entrées 24 VCC logique positive	
Valeurs nominales d'entrée	Tension	24 VCC	
	Courant	3,5 mA	
Valeurs limites d'entrée	à l'état 1	Tension	$\geq 11$ V
		Courant	$\geq 3$ mA
	à l'état 0	Tension	$\leq 5$ V
		Courant	$\leq 1,5$ mA
Alimentation capteurs (ondulation incluse)		19..30 V (possible jusqu'à 34 V, limitée à 1 heure par 24 heures)	
Impédance d'entrée	à U nominale	6,3 kOhms	
Temps de réponse		4 ms	
Conformité CEI 1131-2		type 1	
Compatibilité DDP 2 fils / 3 fils PNP (voir <i>Compatibilité des capteurs avec les entrées</i> , p. 45)		CEI 947-5-2	
Rigidité diélectrique	Entrée / masse ou	1500 V efficace. 50 / 60 Hz pendant 1 mn	
	Entrée / logique interne		
Résistance d'isolement		$> 10$ MOhms (sous 500 VCC)	
Isolément		Entrées isolées	
Type d'entrée		puits de courant	
Parallélisation des entrées		Non	
Seuil de contrôle de la tension capteur	OK	$> 18$ V	
	Défaut	$< 14$ V	
Temps de réponse du contrôle	à l'apparition	$8 \text{ ms} < T < 30 \text{ ms}$	
	à la disparition	$1 \text{ ms} < T < 3 \text{ ms}$	
Consommation 5 V	typique	135 mA	
	maximum	175 mA	
Consommation alimentation capteur (1)	typique	$60 \text{ mA} + (3,5 \times N_b) \text{ mA}$	
	maximum	$80 \text{ mA} + (3,5 \times N_b) \text{ mA}$	
Puissance dissipée (1)		$1,5 \text{ W} + (0,1 \times N_b) \text{ W}$	

### Raccordement du module TSX DEY 64D2K

#### Présentation

Le module **TSX DEY 64D2K** comporte 64 voies d'entrées 24 VCC, type 1.

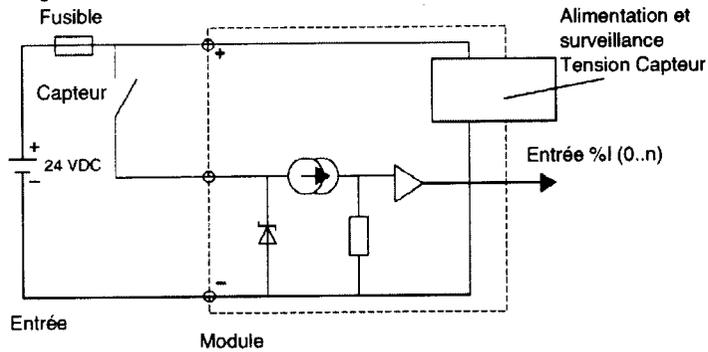


Ce module est équipé de 4 connecteurs **HE10 mâle** :

- connecteur A pour les entrées 0 à 15 ;
- connecteur B pour les entrées 16 à 31 ;
- connecteur C pour les entrées 32 à 47 ;
- connecteur D pour les entrées 48 à 63.

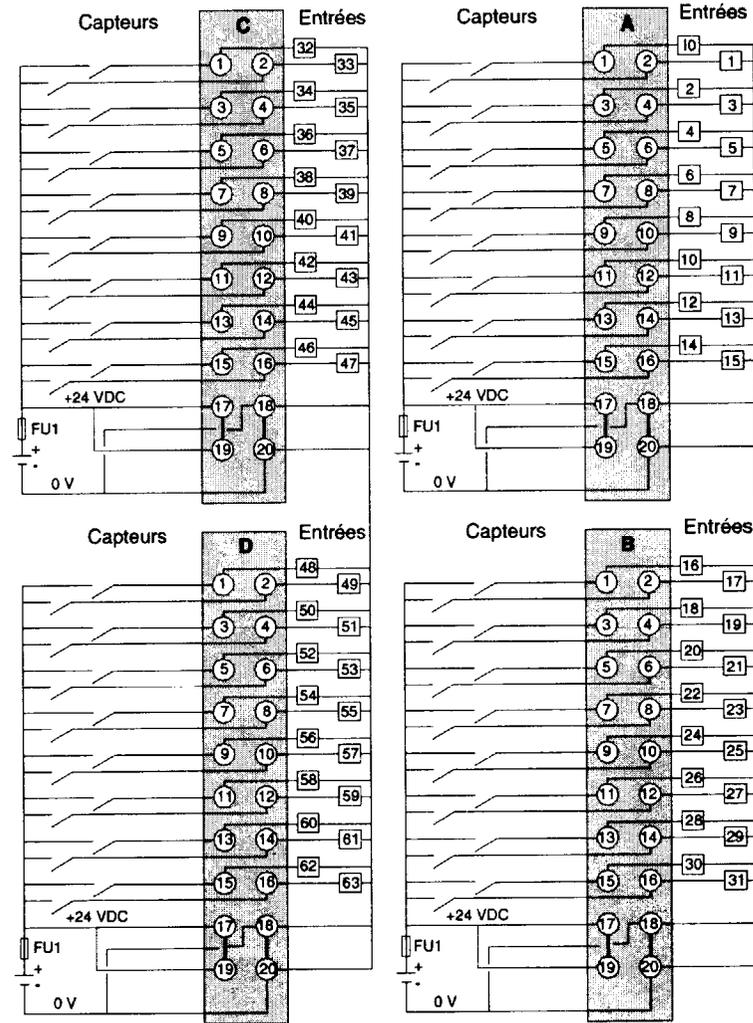
#### Schéma de principe

La figure ci-dessous montre le schéma de principe d'une entrée.



#### Raccordement du module

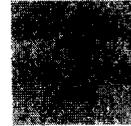
Le dessin ci-dessous montre le raccordement du module aux capteurs.



FU1 fusible 0,5 A à fusion rapide

---

# Le module d'entrées analogiques TSX AEY 414



---

## Présentation

### Objet de ce chapitre

Ce chapitre présente le module TSX AEY 414, ses caractéristiques et son raccordement aux différents capteurs.

### Contenu de ce chapitre

Ce chapitre contient les sujets suivants :

Sujet	Page
Présentation	7
Raccordement	7
Brochage du bornier	8
Caractéristiques	8

## Présentation du module TSX AEY 414

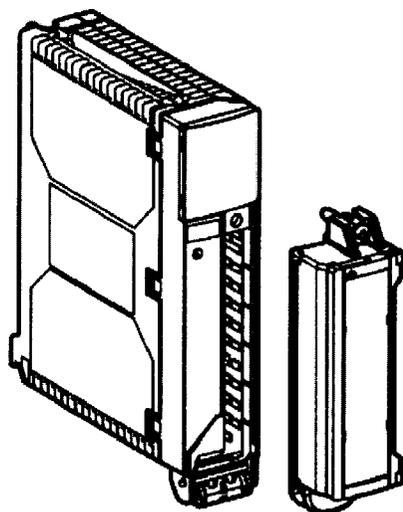
### Présentation

Le module TSX AEY 414 est une chaîne d'acquisition multigamme, à 4 entrées isolées entre elles. Ce module offre pour chacune de ses entrées et suivant le choix fait en configuration, les gammes :

- thermocouple B, E, J, K, L, N, R, S, T, U ou gamme électrique -13..63 mV,
- thermosonde Pt100, Pt1000, Ni1000 en 2 ou 4 fils, ou gamme ohmique : 0..400 Ohms et 0..3850 Ohms,
- haut niveau +/- 10 V, 0..10 V, +/- 5 V, 0..5 V (0..20 mA avec shunt externe), ou 1..5 V (4..20 mA avec un shunt externe). Il est à noter que les shunts externes sont livrés avec le produit.

### Illustration

Le schéma ci-dessous illustre le module d'entrées analogiques TSX AEY 414 :



**Note :** Le bornier est fourni séparément sous la référence TSX BLY 01.

Modules analogiques en rack

## Caractéristiques détaillées des entrées du module TSX AEY 414

### Introduction

Le module TSX AEY 414 propose 23 gammes sur chacune de ses entrées, qu'il est possible de configurer voie par voie.

### Précision

La précision de chaque entrée est donnée par la formule :

$$\text{Précision} = C + K \times M$$

Paramètres de l'équation :

Paramètre	Signification
C	Constante pour la gamme considérée
K	Coefficient de proportionnalité
M	Valeur absolue de la mesure

L'erreur sur la mesure se compose donc d'une valeur constante C et d'une valeur proportionnelle à la mesure K, qui peut être différente selon la polarité de la mesure. Pour les gammes thermocouples, l'erreur sur la mesure prend également en compte l'erreur de compensation de soudure froide, l'erreur de linéarisation et pour les gammes en courant l'erreur de la résistance externe (shunt).

### Caractéristiques de la gamme 4..20 mA

Le tableau suivant présente les caractéristiques de la gamme 4..20 mA :

Etendue d'échelle (FSR)	16 mA	
Résolution de conversion	2,28 microA	
Résolution d'affichage	1,6 microA	0,01 % de FSR
Erreur max. à 25°C	+ 0,0192 mA + 0,0033 x M	0,45 % de FSR
Erreur max. de 0 à 60°C	0,86 % de FSR	
Dynamique d'entrée	4..20 mA	0..10000
Dépassement de gamme	3,2..20,8 mA	-500..10500
Réjection MC vole / terre		
● en tension VDC	100 dB	
● en tension VAC 50 / 60 Hz	110 dB	
Réjection MS en 50 / 60 Hz	35 dB	

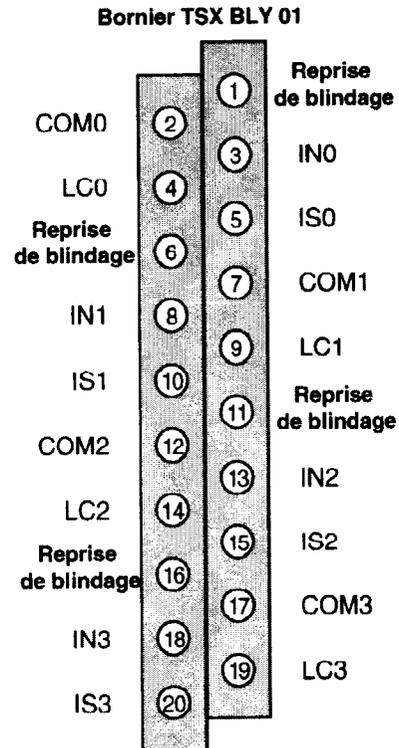
## Brochage du bornier du TSX AEY 414

### Introduction

Le raccordement du module TSX AEY 414 s'effectue au travers du bornier à vis TSX BLY 01 :

### Brochage du bornier

La connection du bornier à vis TSX BLY 01 est présenté ci-dessous :



INx Entrée pôle + de la voie x

COMx Entrée pôle - de la voie x.

ISx Alimentation pôle + de la sonde

LCx Compensation de la ligne

## Raccordement des capteurs du TSX AEY 414

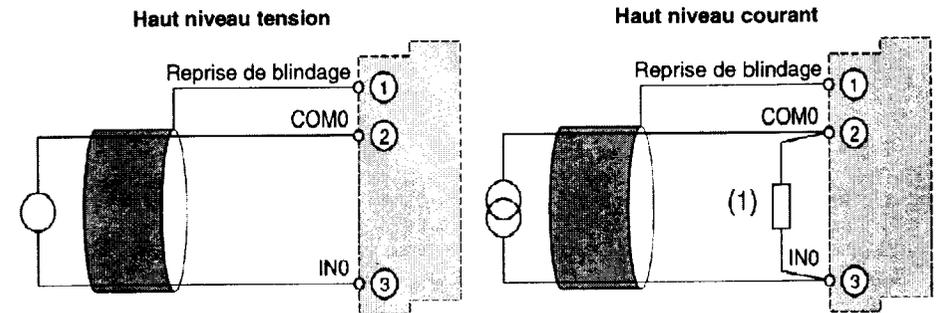
### Généralités

D'une façon générale, il est recommandé :

- d'utiliser des câbles blindés et de relier leurs blindages aux bornes prévues à cet effet (Reprise de blindage).
- pour les entrées haut niveau et thermocouples, la résistance "source + câblage" doit être inférieure à 100 Ohms pour ne pas dégrader les performances du module,
- pour les entrées thermosondes (en montage 4 fils), chacun des fils doit avoir une résistance inférieure à 50 Ohms, ce qui correspond à un fil de cuivre d'une section  $0,6 \text{ mm}^2$  et d'une longueur maximale de 3000 m aller et retour,
- pour les entrées thermosondes Pt100, câblée en 2 fils, chacun des fils doit avoir une résistance inférieure à 50 mOhms (pour ne pas introduire d'erreur de mesure due aux pertes ohmiques dans les câbles).

### Capteurs haut niveau

Exemple de câblage d'un capteur haut niveau tension et courant sur la voie 0 :



(1) L'utilisation de la gamme 0..20 mA ou 4..20 mA nécessite de raccorder un shunt externe de 250 Ohms - 0,1 % - 1/2 W - 25 ppm/°C, en parallèle sur les bornes d'entrées. Ce shunt fourni avec le module sous forme d'un lot de 4, qui peut être également approvisionné séparément sous la référence TSX AAK2.

---

# Langage à contacts



---

## Présentation

### Contenu de ce chapitre

Ce chapitre décrit la programmation en langage à contacts.

### Contenu de ce chapitre

Ce chapitre contient les sujets suivants :

Sujet	Page
Présentation générale du langage à contacts	10
Structure d'un réseau de contacts	10
Éléments graphiques du langage à contacts	11
Règles de programmation d'un réseau de contacts	12
Règle de programmation des blocs fonction	13
Règles de programmation des blocs opération	13

## Présentation générale du langage à contacts

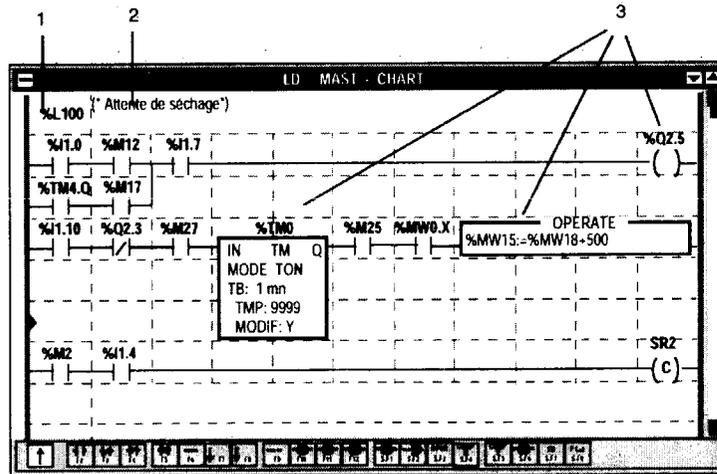
### Généralités

Une section de programme écrite en langage à contacts se compose d'une suite de réseaux de contacts exécutés séquentiellement par l'automate.

La représentation d'un réseau de contacts est proche de celle d'un schéma électrique.

### Illustration d'un réseau de contacts

L'écran suivant présente un réseau de contacts PL7.



### Composition d'un réseau de contacts

Ce tableau décrit les constituants d'un réseau de contacts.

Repère	Élément	Fonction
1	Étiquette	Repère un réseau de contacts (optionnel).
2	Commentaire	Renseigne un réseau de contacts (optionnel).
3	Éléments graphiques	Ils représentent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les entrées/sorties de l'automate (boutons-poussoirs, détecteurs, relais, voyants...)</li> <li>• les fonctions d'automatismes (temporiseurs, compteurs...),</li> <li>• les opérations arithmétiques, logiques et spécifiques,</li> <li>• les variables internes de l'automate.</li> </ul>

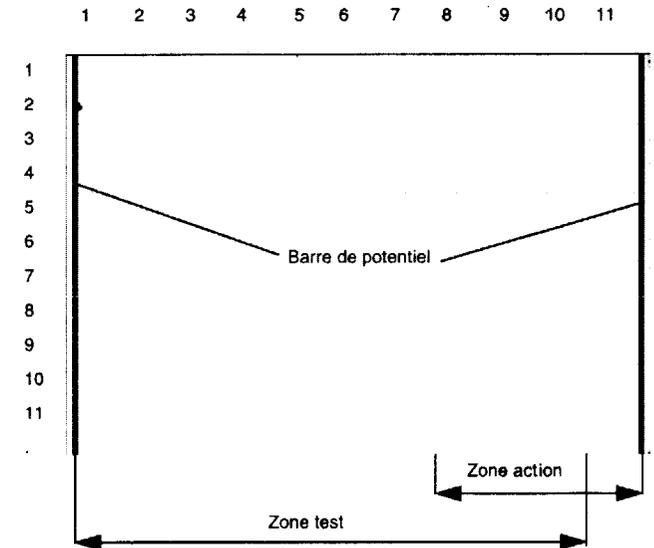
## Structure d'un réseau de contacts

### Introduction

Un réseau s'inscrit entre deux barres de potentiel. Le sens de circulation du courant s'établit de la barre de potentiel gauche vers la barre de potentiel droite.

### Illustration

Le dessin ci-après décrit la structure d'un réseau de contacts.



### Description d'un réseau de contacts

Un réseau de contacts est composé d'un ensemble d'éléments graphiques disposés sur une grille de :

- 16 lignes maximum et 11 colonnes (pour automates Premium),
- 7 lignes maximum et 11 colonnes (pour automates Micro).

Il est réparti en deux zones :

- la zone test, dans laquelle figurent les conditions nécessaires à une action
- la zone action, qui applique le résultat consécutif à un enchaînement de test.

## Éléments graphiques du langage à contacts

**Généralités** Les éléments graphiques sont les instructions du langage à contacts.

**Contacts** Les éléments graphiques des contacts se programment en zone test et occupent une cellule (1 ligne de hauteur et 1 colonne de largeur).

Désignation	Graphisme	Fonctions
Contact à fermeture		Contact passant quand l'objet bit qui le pilote est à l'état 1.
Contact à ouverture		Contact passant quand l'objet bit qui le pilote est à l'état 0.
Contact à détection de front montant		Front montant : détection du passage de 0 à 1 de l'objet bit qui le pilote.
Contact à détection de front descendant		Front descendant : détection du passage de 1 à 0 de l'objet bit qui le pilote.

**Éléments de liaison** Les éléments graphiques de liaison permettent de relier les éléments graphiques de test et d'action.

Désignation	Graphisme	Fonctions
Connexion horizontale		Permet de relier en série les éléments graphiques de test et d'action entre les deux barres de potentiel.
Connexion verticale de potentiel		Permet de relier en parallèle les éléments graphiques de test et d'action.
Dérivation court-circuit		Permet de relier 2 objets au travers de plusieurs connexions.

## Bobines

Les éléments graphiques des bobines se programment en zone action et occupent une cellule (1 ligne de hauteur et une colonne de largeur).

Désignation	Graphisme	Fonctions
Bobine directe		L'objet bit associé prend la valeur du résultat de la zone test.
Bobine inverse		L'objet bit associé prend la valeur inverse du résultat de la zone test.
Bobine d'enclenchement		L'objet bit associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone test est à 1.
Bobine de déclenchement		L'objet bit associé est mis à 0 lorsque le résultat de la zone test est à 1.
Saut conditionnel à un autre réseau (JUMP)		Permet un branchement à un réseau étiqueté, amont ou aval. Les sauts ne sont effectifs qu'au sein d'une même entité de programmation (programme principal, sous-programme,...). L'exécution d'un saut provoque : <ul style="list-style-type: none"> <li>● l'arrêt de la scrutation du réseau en cours,</li> <li>● l'exécution du réseau étiqueté demandé,</li> <li>● la non scrutation de la partie du programme située entre l'action de saut et le réseau désigné.</li> </ul>
Bobine dièse		Proposée en langage Grafcet, utilisée lors de dièse la programmation des réceptivités associées aux transistions provoque le passage à l'étape suivante.
Bobine appel à un sous-programme (CALL)		Permet un branchement en début de sous-programme lorsque le résultat de la zone de test sous-programme est à 1. L'exécution d'un appel à un sous-programme provoque : <ul style="list-style-type: none"> <li>● l'arrêt de la scrutation du réseau en cours,</li> <li>● l'exécution du sous-programme,</li> <li>● la reprise de la scrutation du réseau interrompu.</li> </ul>
Retour de sous-programme		Réservée au sous-programme SR, permet le retour au module appelant lorsque le résultat de la zone de test est à 1.
Arrêt programme		Provoque l'arrêt de l'exécution du programme lorsque le résultat de la zone de test est à 1.

**Blocs fonction standard**

Les éléments graphiques des blocs fonction standard se programment en zone test et occupent une dimension d'une hauteur de 16 lignes maximum et une largeur 3 colonnes.

Désignation	Graphisme	Fonctions
Blocs Temporisateur, Compteur, Monostable, Registre, Programmeur cyclique		Chacun des blocs fonctions standards utilise des entrées, des sorties, des entrées/sorties permettant de les relier aux autres éléments graphiques.

**Blocs fonction DFB**

Les éléments graphiques des blocs fonction DFB se programment en zone test et occupent une dimension d'une hauteur de 16 lignes maximum et une largeur 3 colonnes.

Désignation	Graphisme	Fonctions
Blocs programmables		Chacun des blocs fonctions DFB utilise des entrées, des sorties, des entrées/sorties permettant de les relier aux autres éléments graphiques pour les objets de type bits ou pouvant être affectés à des objets numériques ou tableaux

**Blocs opération**

Les éléments graphiques des blocs opération se programment en zone test et occupent les dimensions mentionnées ci-dessous.

Désignation	Graphisme	Fonctions
Bloc comparaison vertical		Permet la comparaison de 2 opérands, suivant le résultat, la sortie correspondante passe à 1. Dimension : 2 colonnes/4 lignes
Bloc comparaison horizontal		Permet la comparaison de 2 opérands, la sortie passe à 1 lorsque le résultat est vérifié (un bloc peut contenir jusqu'à 4096 caractères). Dimension : 2 colonnes/1 ligne
Bloc Opération		Réalise les opérations arithmétiques, logiques... fait appel à la syntaxe du langage littéral structuré. (Un bloc peut contenir jusqu'à 4096 caractères). Dimension : 4 colonnes/1 ligne

**Règles de programmation d'un réseau de contacts****Généralités**

La programmation d'un réseau de contacts s'effectue à l'aide des éléments graphiques, en respectant les règles de programmation ci-après.

**Règles de programmation**

Les éléments graphiques simples de test et d'action occupent chacun une cellule au sein d'un réseau.

Toute ligne de contacts commence sur la ligne de potentiel gauche et doit se terminer sur la ligne de potentiel droite.

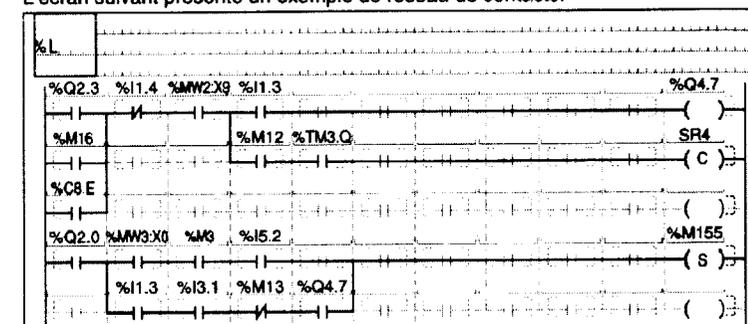
Les tests sont toujours situés sur les colonnes 1 à 10.  
Les actions sont toujours situées sur la colonne 11.

Le sens de circulation du courant est le suivant :

- pour les liaisons horizontales, de la **gauche vers la droite**,
- pour les liaisons verticales, dans les deux sens.

**Exemple de réseau de contacts**

L'écran suivant présente un exemple de réseau de contacts.



## Règle de programmation des blocs fonction

### Généralités

Les blocs fonction standard se positionnent dans la zone test des réseaux de contacts.

### Règles de programmation des blocs fonction

Quel que soit le type de bloc fonction utilisé, il doit obligatoirement être relié en entrée à la barre de potentiel gauche, en direct ou à travers d'autres éléments graphiques.

- **sorties "en l'air"** : il n'est pas nécessaire de relier à d'autres éléments graphiques les sorties des blocs fonction,
- **sorties testables** : les sorties des blocs fonction sont accessibles à l'utilisateur sous forme d'objet bit.

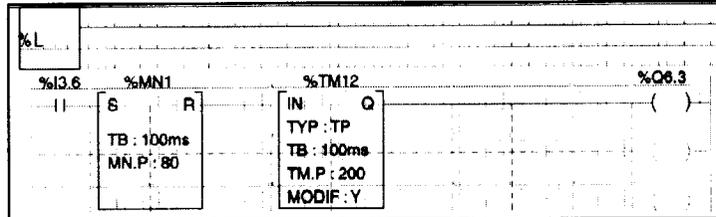
Les variables internes de blocs et les sorties graphiques sont des objets exploitables à distance depuis une autre partie du programme.

Les entrées non câblées des blocs fonction standard sont mises à 0.

Comme pour les éléments graphiques du type contacts, il est possible de réaliser des combinaisons de blocs fonction.

### Exemple d'un réseau de contacts

L'illustration suivante présente un exemple d'un réseau de contacts contenant 2 blocs fonction.



## Règles de programmation des blocs opération

### Généralités

Les blocs comparaison se positionnent dans la zone test et les blocs opération se positionnent dans la zone action.

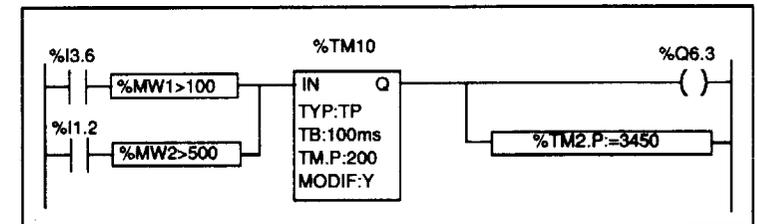
### Règles de programmation des blocs opération

Quel que soit le type de bloc opération utilisé, il doit obligatoirement être relié en entrée à la barre de potentiel gauche, en direct ou à travers d'autres éléments graphiques.

Comme pour les éléments graphiques du type contacts, il est possible de réaliser des combinaisons de blocs fonction et opération.

### Exemple de blocs opération

L'illustration suivante présente un exemple d'un réseau de contacts contenant 2 blocs de comparaison et un bloc opération.



---

## Instructions de base

# 4

---

### Présentation

#### Contenu de ce chapitre

Ce chapitre décrit les instructions de base du langage PL7.

#### Contenu de ce chapitre

Ce chapitre contient les sous-chapitres suivants :

Sujet	Page
Instructions de chargement	15
Instructions d'affectation	15
Instruction ET logique	16
Instruction OU logique	16
Bloc fonction temporisateur %Tmi	17
Instruction de comparaison	20

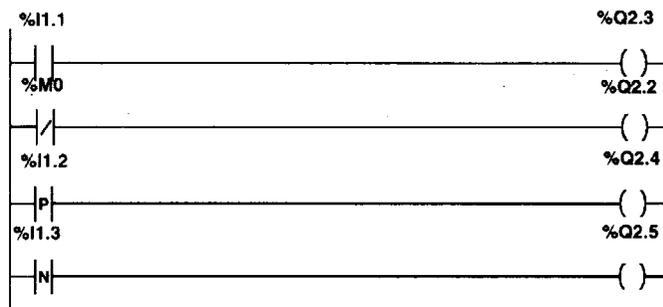
## Instructions de chargement

**Rôle** Le tableau suivant décrit le rôle de chacune des instructions.

Langage à contacts	Liste d'instructions	Littéral structuré	Description	Chronogramme
	LD	:=	Contacts à fermeture: contact passant (résultat à 1) quand l'objet bit qui le pilote est à l'état 1.	Opérande Résultat
	LDN	:=NOT	Contacts à ouverture: contact passant (résultat à 1) quand l'objet bit qui le pilote est à l'état 0.	Opérande Résultat
	LDR	:=RE	Contacts à front montant: détection du passage de 0 à 1 de l'objet bit qui le pilote. La mise à 1 du résultat s'effectue pendant 1 cycle.	Opérande Résultat
	LDF	:=FE	Contacts à front descendant: détection du passage de 1 à 0 de l'objet bit qui le pilote. La mise à 1 du résultat s'effectue pendant 1 cycle.	Opérande Résultat

### Exemple en langage à contacts

L'exemple suivant montre la programmation des instructions de chargement en langage à contacts.



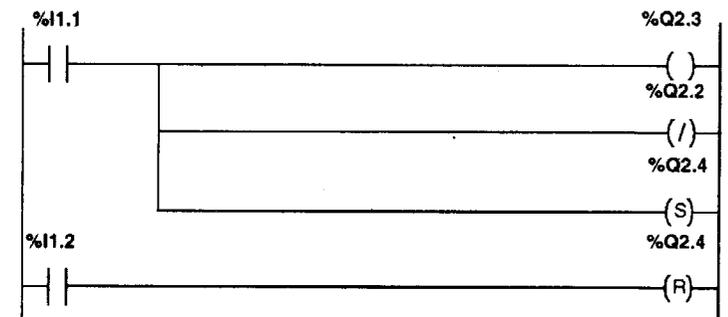
## Instructions d'affectation

**Rôle** Le tableau suivant décrit le rôle de chacune des instructions.

Langage à contacts	Liste d'instructions	Littéral structuré	Description	Chronogramme
	ST	:=	aux bobines directes: l'objet bit associé prend la valeur du résultat de l'équation.	Opérande Résultat
	STN	:=NOT	aux bobines inverses: l'objet bit associé prend la valeur de l'inverse du résultat de l'équation.	Opérande Résultat
	S	SET	aux bobines à enclenchement: l'objet bit associé est mis à 1 lorsque le résultat de l'équation est à 1	Opérande Résultat
	R	RESET	aux bobines à déclenchement: l'objet bit associé est mis à 0 lorsque le résultat de l'équation est à 1.	Opérande Résultat

### Exemple en langage à contacts

L'exemple suivant montre la programmation des instructions d'affectation en langage à contacts.



## Instruction ET Logique

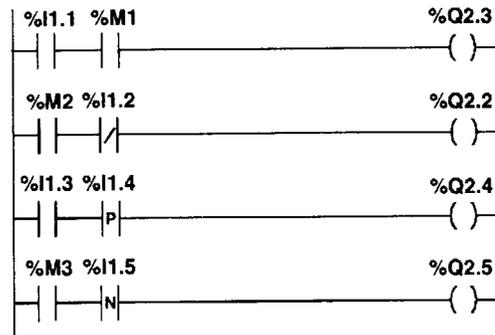
### Rôle

Le tableau suivant décrit le rôle de chacune des instructions

Langage à contacts	Liste d'instructions	Littéral structuré	Description	Chronogramme
	AND	AND	ET logique entre l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente	
	ANDN	AND (NOT...)	ET logique entre l'inverse de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente	
	ANDR	AND (RE...)	ET logique entre le front montant de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente (2) Mise à 1 pendant 1 cycle	
	ANDF	AND (FE...)	ET logique entre le front descendant de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente. (2) Mise à 1 pendant 1 cycle	

### Exemple en langage à contact

L'exemple suivant montre la programmation des instructions ET Logique en langage à contacts.



## Instruction OU Logique

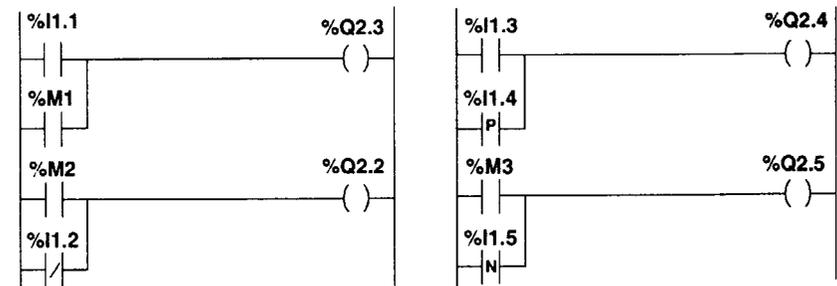
### Rôle

Le tableau suivant décrit le rôle de chacune des instructions

Langage à contacts	Liste d'instructions	Littéral structuré	Description	Chronogramme
	OR	OR	OU logique entre l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente	
	ORN	OR (NOT...)	OU logique entre l'inverse de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente	
	ORR	OR (RE...)	OU logique entre le front montant de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente	
	ORF	OR (FE...)	OU logique entre le front descendant de l'opérande et le résultat booléen de l'instruction précédente.	

### Exemple en langage à contact

L'exemple suivant montre la programmation des instructions OU Logique en langage à contacts.



**Présentation du bloc fonction temporisateur %TMI**

**Généralités**

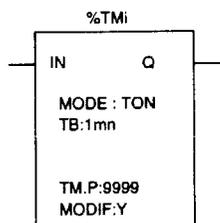
Le temporisateur a 3 modes de fonctionnement :

- **TON** : permet de gérer des retards à l'enclenchement,
- **TOF** : permet de gérer des retards au déclenchement,
- **TP** : permet d'élaborer une impulsion de durée précise.

Les retards ou durées d'impulsion sont programmables et peuvent être modifiables ou non par terminal.

**Illustration**

La représentation graphique du bloc fonction temporisateur est la suivante :



**Caractéristiques**

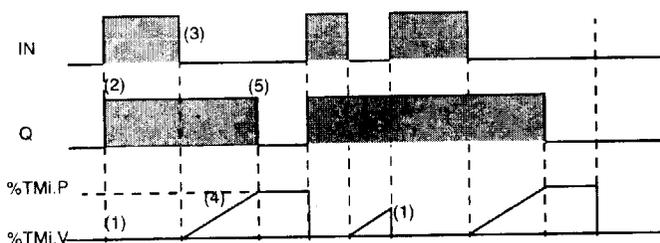
Le temporisateur possède les caractéristiques suivante :

Caractéristique	Repère	Valeur
Numéro temporisateur	%TMI	0 à 63 pour un TSX 37, 0 à 254 pour un TSX 57
Mode	TON	• retard à l'enclenchement (par défaut)
	TOF	• retard au déclenchement
	TP	• monostable
Base de temps	TB	1mn (par défaut), 1s, 100ms, 10ms (16 temporisateurs maxi à 10ms). Plus la base de temps est faible, plus la précision du temporisateur sera grande.
Valeur courante	%TMI.V	Mot qui croît de 0 à %TMI.P sur écoulement du temporisateur. Peut être lu, testé, mais non écrit par programme (%TMI.V peut être modifiée par terminal).
Valeur de présélection	%TMI.P	0-%TMI.P-9999. Mot qui peut être lu, testé, et écrit par programme. Est mis à la valeur 9999 par défaut. La durée ou retard élaboré est égal à %TMI.P x TB.
Réglage par terminal (MODIF)	Y/N	Y : possibilité de modification de la valeur de présélection %TMI.P en réglage. N : pas d'accès en réglage.
Entrée (instruction) "Armement"	IN	Sur front montant (mode TON ou TP) ou front "Armement" descendant (mode TOF), démarre le temporisateur.
Sortie "Temporisateur"	Q	Bit associé %TMI.Q, sa mise à 1 dépend de la fonction réalisée TON, TOF ou TP.

## Fonctionnement du bloc fonction temporisateur %TMI en mode TOF

**Généralités** Le fonctionnement en mode TOF du temporisateur permet de gérer des retards au déclenchement.

**Illustration** Le chronogramme illustre le fonctionnement du temporisateur en mode TOF.



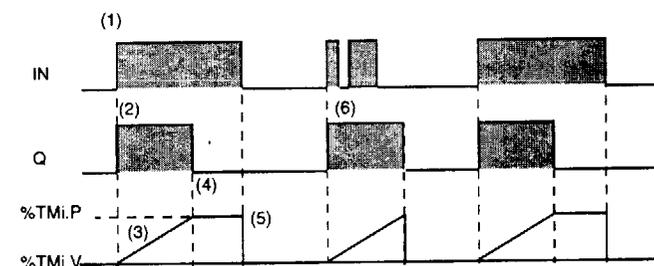
**Fonctionnement** Le tableau suivant décrit le fonctionnement du temporisateur en mode TOF.

Phase	Description
1	La valeur courante %TMI.V prend la valeur 0, sur un front montant de l'entrée IN (même si le temporisateur est en cours d'évolution)
2	Le bit de sortie %TMI.Q passe à 1.
3	Lors du front descendant sur l'entrée IN, le temporisateur est lancé.
4	La valeur courante croît vers %TMI.P d'une unité à chaque impulsion de la base de temps TB.
5	Le bit de sortie %TMI.Q retombe à 0 quand la valeur courante a atteint %TMI.P.

## Fonctionnement du bloc fonction temporisateur %TMI en mode TP

**Généralités** Le fonctionnement en mode TP du temporisateur permet de gérer d'élaborer une impulsion de durée précise (fonction monostable).

**Illustration** Le chronogramme illustre le fonctionnement du temporisateur en mode TP.



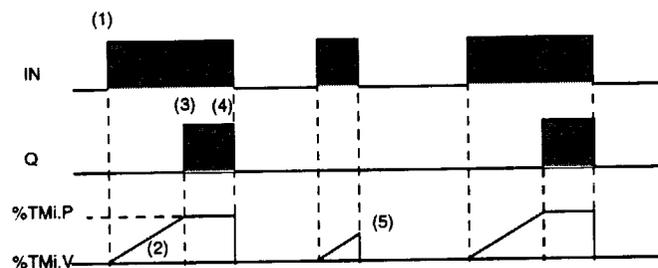
**Fonctionnement** Le tableau suivant décrit le fonctionnement du temporisateur en mode TP.

Phase	Description
1	Lors d'un front montant sur l'entrée IN, le temporisateur est lancé
2	Le bit de sortie %TMI.Q passe à 1
3	La valeur courante %TMI.V du temporisateur croît de 0 vers %TMI.P d'une unité à chaque impulsion de la base de temps TB
4	Le bit de sortie %TMI.Q retombe à 0 quand la valeur courante a atteint %TMI.P.
5	Quand l'entrée IN et la sortie %TMI.Q sont à 0, %TMI.V prend la valeur 0.
6	Ce monostable n'est pas réarmable.

## Fonctionnement du bloc fonction temporisateur %TMI en mode TON

**Généralités** Le fonctionnement en mode TON du temporisateur permet de gérer des retards à l'encenchement.

**Illustration** Le chronogramme illustre le fonctionnement du temporisateur en mode TON.



**Fonctionnement** Le tableau suivant décrit le fonctionnement du temporisateur en mode TON.

Phase	Description
1	Lors d'un fron. montant sur l'entrée IN, le temporisateur est lancé
2	La valeur courante %TMI.V du temporisateur croît de 0 vers %TMI.P d'une unité à chaque impulsion de la base de temps TB
3	Le bit de sortie %TMI.Q passe à 1 dès que la valeur courante a atteint %TMI.P
4	Le bit de sortie %TMI.Q reste à 1 tant que l'entrée IN est à 1.
5	Quand l'entrée IN est à 0, le temporisateur est arrêté même s'il était en cours d'évolution : %TMI.V prend la valeur 0.

## Programmation et configuration des blocs fonction temporisateur

**Généralités** La programmation des blocs fonction temporisateur est identique quel que soit le mode d'utilisation sélectionné.

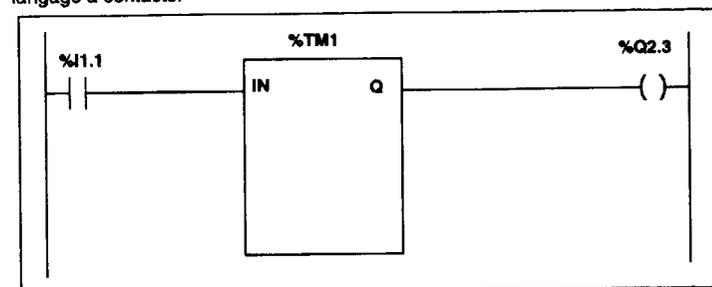
Le choix du fonctionnement TON, TOF ou TP s'effectue dans l'éditeur de variables.

**Configuration** Elle consiste à déterminer les paramètres suivants :

Paramètre	Valeurs
Mode	TON, TOF ou TP.
TB	1min, 1s, 100ms ou 10ms
%TMI.P	0 à 9999
MODIF	Y ou N

**Programmation en langage à contacts**

Le programme ci-après illustre l'utilisation d'un bloc fonction temporisateur en langage à contacts.



## Instructions de comparaison

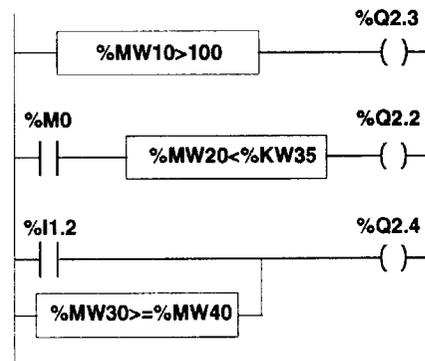
### Généralités

Les instructions de comparaison permettent de comparer deux opérandes.

- > : teste si l'opérande 1 est supérieur à l'opérande 2,
- >= : teste si l'opérande 1 est supérieur ou égal à l'opérande 2,
- < : teste si l'opérande 1 est inférieur à l'opérande 2,
- <= : teste si l'opérande 1 est inférieur ou égal à l'opérande 2,
- = : teste si l'opérande 1 est différent de l'opérande 2.

### Structure

#### Langage à contacts



**Note :** Les blocs comparaison se programment en zone de test.

# Adressage des objets langage associés aux métiers



---

## Présentation

**Objet de ce sous-chapitre** Ce sous-chapitre présente l'adressage des objets langage associés aux modules métier.

**Contenu de ce chapitre** Ce sous-chapitre contient les sujets suivants :

Sujet	Page
Adressage des objets de modules entrées/sorties en rack	22
Syntaxe	22
Exemples	23

## Adressage des objets de modules d'entrées/sorties en rack

**Présentation** L'adressage des principaux objets bit et mot de modules d'entrées/sorties est de type géographique. C'est à dire qu'il dépend :

- du numéro (adresse) du rack,
- de la position physique du module dans le rack,
- du numéro de la voie du module.

**Illustration** L'adressage est défini de la manière suivante :



## Syntaxe

Le tableau ci-dessous décrit les différents éléments constituant l'adressage.

Famille	Elément	Valeurs	Description
<b>Symbole</b>	%	-	-
<b>Type d'objet</b>	I	-	Image de l'entrée physique du module,
	Q	-	Image de la sortie physique du module, Ces informations sont échangées de manière automatique à chaque cycle de la tâche à laquelle elles sont attachées.
	M	-	Variable interne Ces informations de lecture ou d'écriture sont échangées à la demande de l'application.
	K	-	Constante interne Ces informations de configuration sont disponibles en lecture seulement.
<b>Format (taille)</b>	X	-	Booléen Pour les objets de type booléen, cet élément peut être omis.
	W	16 bits	Simple longueur.
	D	32 bits	Double longueur.
	F	32 bits	Flottant. Le format flottant utilisé est celui de la norme IEEE Std 754-1985 (équivalent IEC 559).
<b>Adresse rack</b>	x	0 ou 1 0 à 7	TSX 5710/102/103/153, PMX 57102, PCX 571012). Autres processeurs.
<b>Position module</b>	y	00 à 14 (1)	Numéro de position dans le rack. Lorsque le numéro de rack (x) est différent de 0, la position (y) est codée sur 2 digits : 00 à 14 ; par contre si le numéro de rack (x) = 0, on élimine les zéros non significatifs (élimination par la gauche) de "y" ("x" n'apparaît pas et "y" est sur 1 digit pour les valeurs inférieures à 9).
<b>N° voie</b>	i	0 à 127 ou MOD	MOD : voie réservée à la gestion du module et des paramètres communs à toutes les voies.
<b>Rang</b>	r	0 à 127 ou ERR	Position du bit dans le mot. ERR : indique un défaut module ou voie.
<b>(1) : le nombre d'emplacements maximum nécessite l'utilisation de 2 racks à la même adresse.</b>			

**Exemples** Le tableau ci-dessous présente quelques exemples d'adressage d'objets.

Objet	Description	Illustration
%MW2.0.3	Mot d'état de rang 3 de la voie 0 du module d'entrées TOR situé à la position 2 du rack 0.	<p>The diagram illustrates three racks, labeled 0, 1, and 2. Each rack contains five slots, numbered 0 to 4. Rack 0 contains: Slot 0 (PSY), Slot 1 (TOSX), Slot 2 (Loop), Slot 3 (ASSEMB), Slot 4 (ASSEMB). Rack 1 contains: Slot 0 (PSY), Slot 1 (ASSEMB), Slot 2 (ASSEMB), Slot 3 (ASSEMB), Slot 4 (ASSEMB). Rack 2 contains: Slot 0 (PSY), Slot 1 (ASSEMB), Slot 2 (ASSEMB), Slot 3 (ASSEMB), Slot 4 (ASSEMB).</p>
%MW103.0.3	Mot d'état de rang 3 de la voie 0 du module de sorties TOR situé à la position 3 du rack 1.	
%I102.MOD.ERR	Information de défaut du module d'entrées analogiques situé à la position 2 du rack 1.	
%I204.3.ERR	Information de défaut de la voie 3 du module de sorties analogiques situé à la position 4 du rack 2.	

---

## **Cahier réponses**

---

---

**Enjeu A : Augmentation de la capacité de production**

---

**Problème technique A1 : Débit horaire de fusion**

A1.1 Valeur de l'énergie nécessaire pour atteindre la température de coulée.

A1.2 Expression du débit horaire en fonction de la puissance absorbée à la bobine. *Répondre sur votre copie*

A1.3 Valeur de la puissance active absorbée à la bobine.

A1.4 Compatibilité entre la puissance et la valeur maximale du courant. *Répondre sur votre copie*

A1.5 Valeur maximum du débit horaire de fusion d'un four.

A1.6 Implantation d'un quatrième four ? *Répondre sur votre copie*

**Problème technique A2 : Contribution à la compensation du facteur de puissance global de l'usine**

A2.1 Valeur de la puissance réactive maximum pouvant être échangée avec le réseau 90kV.

A2.2 Valeur de la puissance réactive absorbée par le four.

A2.3 Valeur de la puissance réactive que doit fournir la batterie de condensateurs.

A2.4 Valeur de la tension d'alimentation d'un four.

A2.5 Valeur de la puissance réactive fournie par le talon et par un échelon.

A2.6 Nombre d'échelons supplémentaires à installer.

### Problème technique A3 : Capacité du dispositif d'approvisionnement

A3.1 Charge utile  $m_u$ .

A3.2 Nombre de cycles par heure nécessaires.

A3.3 Durée maximale d'un cycle en minute.

A3.4 Durée ( $t_T$  en minute) du mouvement de translation.

A3.5 Durée ( $t_D$  en minute) du mouvement de direction.

A3.6 Durée ( $t_L$  en minute) du mouvement de levage.

A3.7 Durée totale d'un cycle complet.

A3.8 Conclusion. *Répondre sur votre copie*

### Problème technique A4 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont - choix du moteur

A4.1 Valeur maximum de l'accélération (notée  $a_{MAX}$ ) et valeur de  $a_t$ .

A4.2 Représentation de l'ensemble de la chaîne cinématique. *Répondre sur votre copie*

A4.3 Vitesse maximale du moteur de levage.

A4.4 Profil de vitesse. *Répondre sur le document réponses A4 (page suivante).*

A4.5 Puissances mécaniques, à vide et en charge ( $P_{m0}$  et  $P_m$ ) et puissances utiles ( $P_{u0}$  et  $P_u$ ) du moteur.

A4.6 Couples résistants, à vide et en charge ( $C_{Res0}$  et  $C_{Res}$ ).

A4.7 Énergies cinétiques dans les conditions nominales de fonctionnement.

A4.8 Moment d'inertie équivalent, à vide et en charge ( $J_{T0}$  et  $J_T$ )

A4.9 Profil du couple moteur. *Répondre sur le document réponses A4 (page suivante).*

A4.10 Justification du remplacement du moteur. *Répondre sur votre copie.*

**Problème technique A5 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont - choix de la commande de puissance**

A5.1 Intensité thermique moyenne équivalente (notée  $I_{th}$ ).

A5.2 Déclassement du variateur. *Répondre sur votre copie.*

A5.3 Évolution de la puissance dissipée par la résistance externe de freinage. *Répondre sur votre copie.*

A5.4 Valeur maximum et valeur moyenne sur un cycle de la puissance dissipée par la résistance externe de freinage.

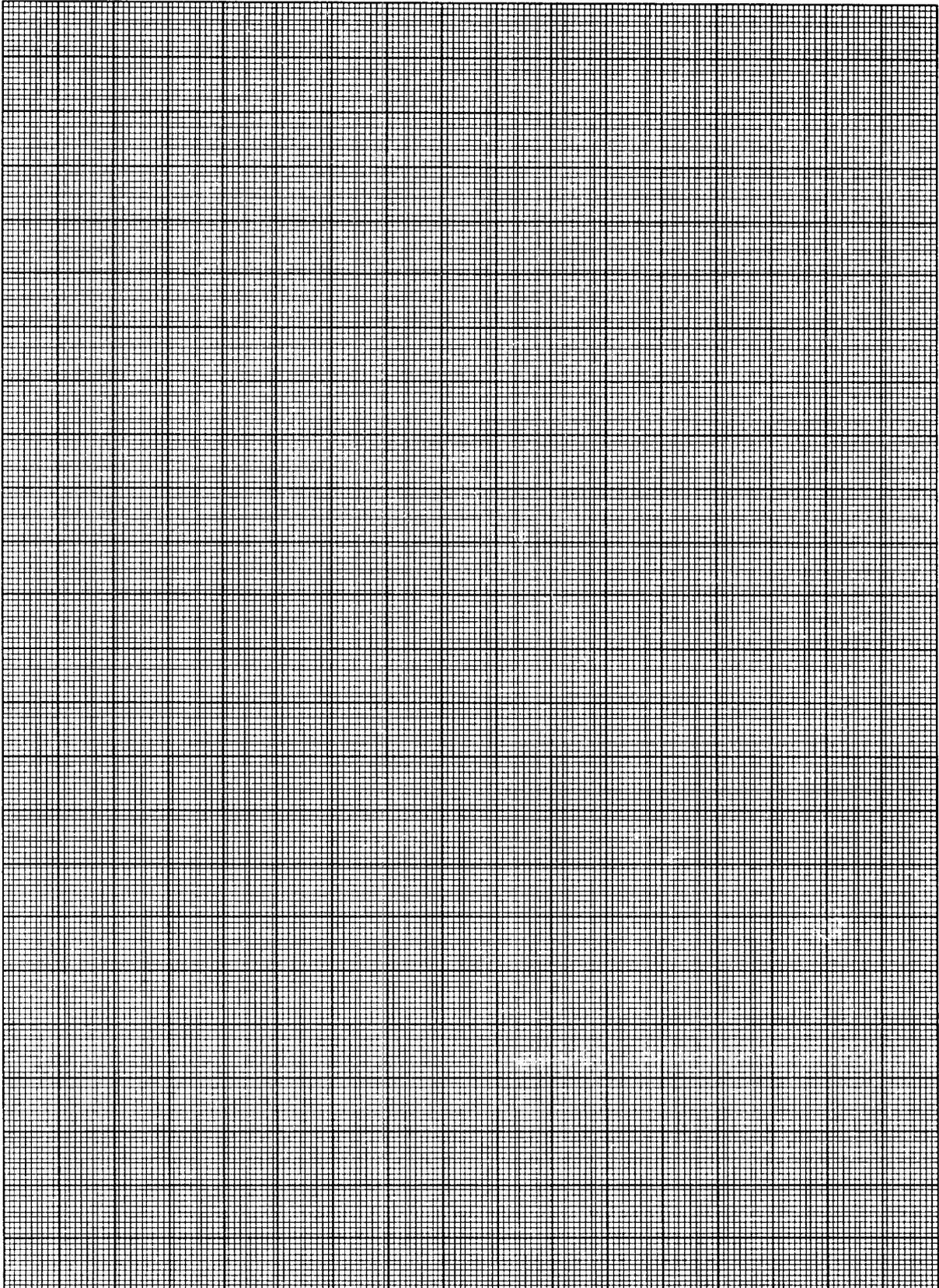
A5.5 Calibre pour la résistance de freinage externe.

**Problème technique A6 : Rénovation de la motorisation du treuil de levage du pont – mise en oeuvre**

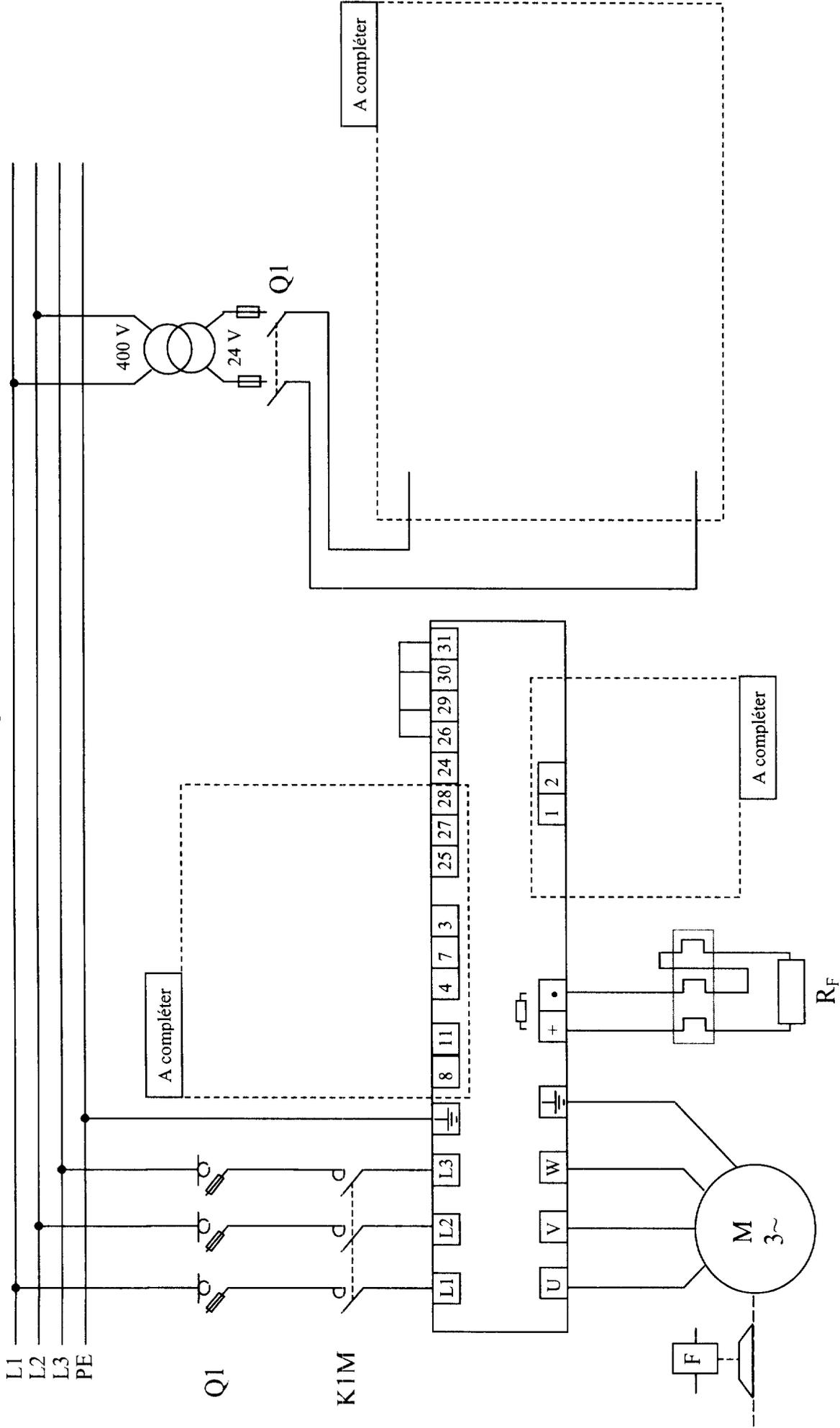
A6.1 Schéma de raccordement. *Répondre sur le document réponses A6 (page suivante).*

A6.2 Modification des paramètres du menu 0. *Répondre sur votre copie.*

## Document réponses A4



Document réponses A6



---

**Enjeu B**  
**Mise en conformité de l'ensemble de traitement des fumées**

---

**Problème technique B1- Extraction des fumées**

B1.1 Catégorie d'emploi des contacteurs du démarreur.

B1.2 Vérification de la valeur du courant d'emploi des contacteurs. *Répondre sur votre copie*

B1.3 Pouvoir assigné de coupure (Icd).

B1.4 Justification de la référence du relais thermique « F2 » et valeur de réglage. *Répondre sur votre copie*

B1.5 Classe de déclenchement et temps de déclenchement maximum.

B1.6 Tracés des caractéristiques temps / courant. *Répondre sur le document réponses B1.1.*

B1.7 Contraintes d'exploitation de l'installation existante en cas de court-circuit. *Répondre sur votre copie*

B1.8 Références des contacteurs K1M, K2M et K3M.

B1.9 Pouvoir assigné de coupure (Icd) des contacteurs.

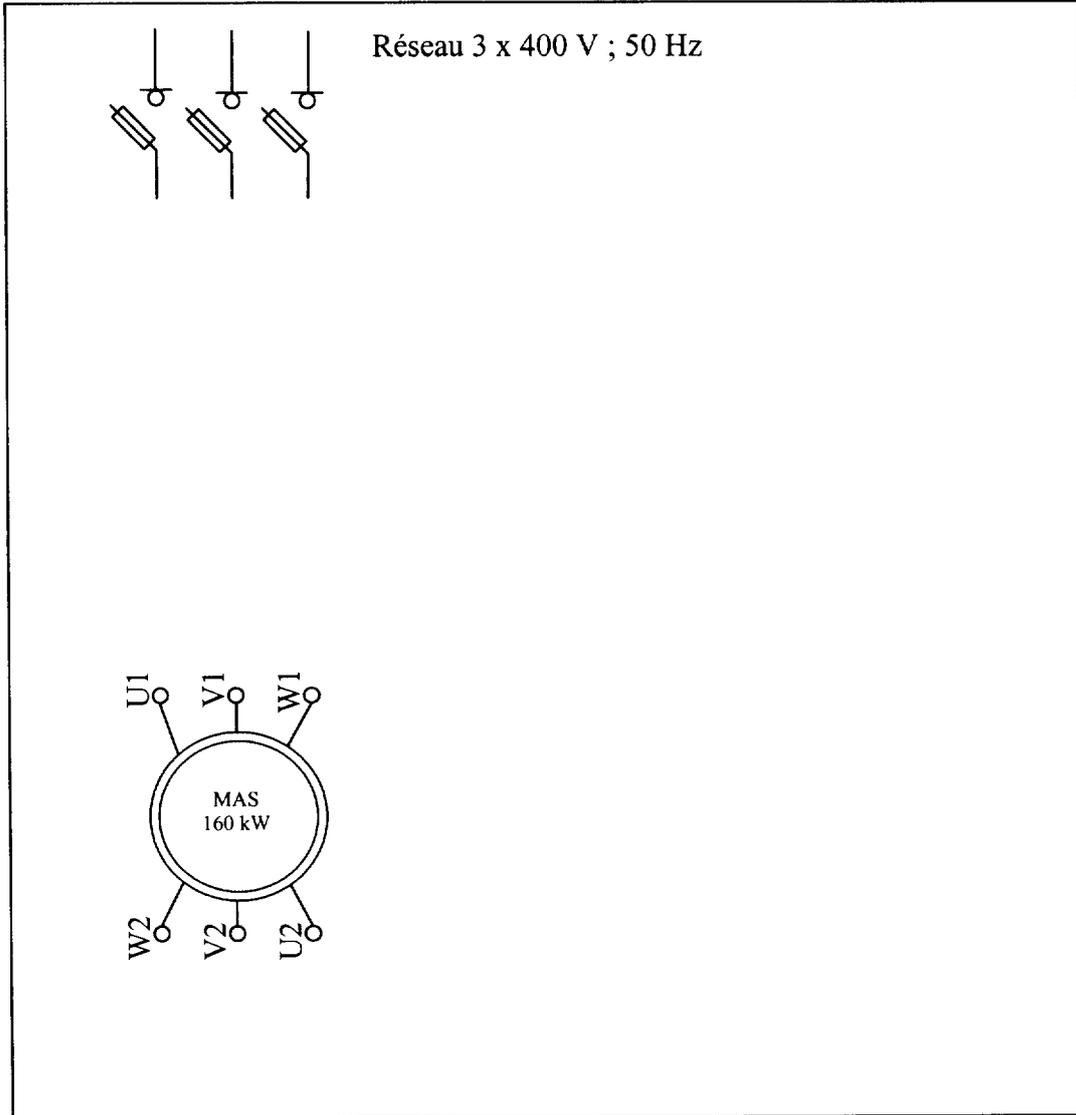
B1.10 Calibre des fusibles.

B1.11 Référence et justification du relais de surcharge. *Répondre sur votre copie.*

B1.12 Valeur de réglage du relais de surcharge.

B1.13 Schéma électrique. *Répondre sur le document réponses B1.2.*

**Document réponses B1.2**



**Problème technique B2 : Lancement du cycle de décolmatage**

B2.1 Réglage du seuil de pression lançant le cycle de décolmatage. *Répondre sur votre copie.*

B2.2 Choix du capteur et justification. *Répondre sur votre copie.*

B2.3 Erreur maximum permise pour la chaîne d'acquisition.

B2.4 Précision de la chaîne d'acquisition ? *Répondre sur votre copie.*

**Partie B3 : Gestion d'une alarme**

B3.1 Chronogramme du signal délivré par le détecteur de proximité. *Répondre sur votre copie.*

B3.2 Programmation en langage à contact et paramètres. *Répondre sur votre copie.*

**Problème technique B4 : Évacuation des fines**

B4.1 Moyens d'obtenir une vitesse variable du moteur.

B4.2 Nature des signaux de référence de la vitesse.

B4.3 Contraintes liées à chacune de ces solutions. *Répondre sur votre copie.*

B4.4 Nombre de sorties automate nécessaires, et nom des entrées variateur concernées.

B4.5 Entrées actives variateur selon le type de fonctionnement. *Répondre sur votre copie.*

B4.6 GRAFCET. *Répondre sur le document réponses B4 (page suivante).*

B4.7 Pilotage des sorties automate. *Répondre sur votre copie.*

**Document réponses B4**  
GRAFCET du mouvement de la vis d'évacuation des fines

