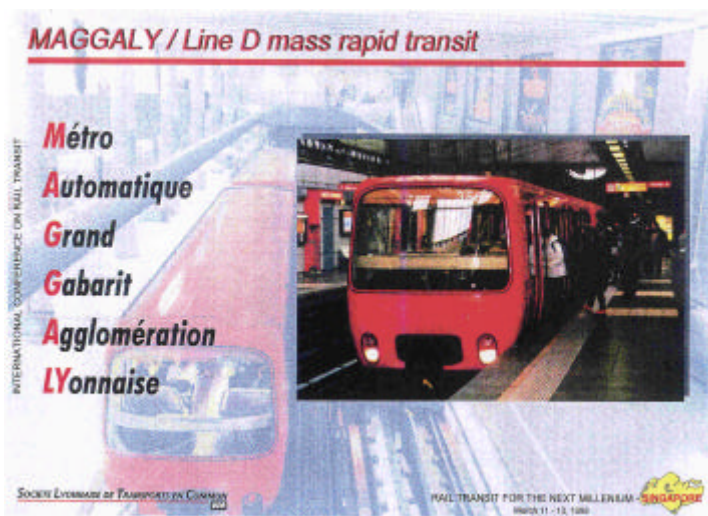


Concours Général des Métiers session 2000

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

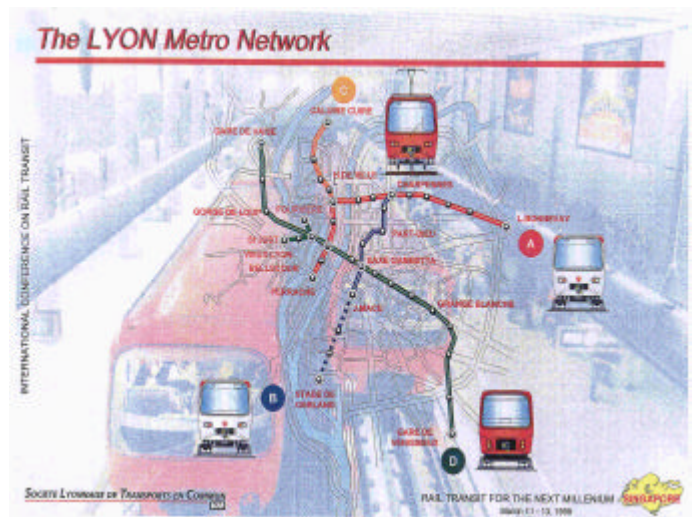
Equipements et Installations Electriques



**TRAVAIL
DEMANDE**

NOM	
PRENOM	
ACADEMIE	
Numéro de candidat	

Numéro d'anonymat Réservé aux académies de Grenoble et Lyon



SOMMAIRE

Ce dossier contient quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Pour répondre aux différentes questions, vous disposez

- a) Du dossier de présentation du système avec son cahier des charges*
- b) D'un dossier ressource.*

Vous répondrez directement aux emplacements prévus à cet effet.

Ce dossier sera ramassé en fin d'épreuve .

- ↪ **Partie 1** – Etude de la chaîne cinématique du métro **page 5 à 11**

- ↪ **Partie 2** – Etude du hacheur d'un moteur d'entraînement **page 12 à 18**

- ↪ **Partie 3** – Etude du réseau haute tension et des règles de sécurité à mettre en œuvre **page 18 à 21**

- ↪ **Partie 4** – Etude d'équipement **page 22 à 26**

PARTIE 1 -- ETUDE DE LA CHAINE CINEMATIQUE DU METRO

INTRODUCTION :

Cette partie a pour but de justifier des paramètres de choix d'un moteur en prenant en compte les contraintes mécaniques de l'ensemble d'une rame.

DEMARCHE INDUSTRIELLE :

1.1 ETAPE 1 : Prendre connaissance de la documentation ressource.

1.2 ETAPE 2 : Détermination des grandeurs mécaniques de la chaîne cinématique.

1.3 ETAPE 3 : Détermination des grandeurs électriques du moteur.

1.4 ETAPE 4 : Détermination de grandeurs mécaniques.

1.1 ETAPE 1 - En vous aidant du dossier de présentation page 7, déterminer pour les différentes vitesses la force appliquée sur la jante en N et en daN. Faire une représentation vectorielle de cette Force.

1.1.1 Déterminer graphiquement la force exercée sur la jante en daN à 34 Km/h.(FjdaN).

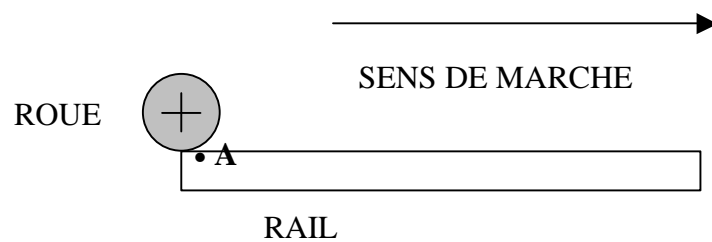
FjdaN =

1.1.2 Convertir cette force en N.(FjN)

FjN =

1.1.3 Représenter le vecteur \vec{F}_{jn} au point d'application A.

Echelle 1cm = 2500 N



1.1.4 Déterminer graphiquement la force exercée sur la jante en daN à 26 Km/h. (F1jdaN).

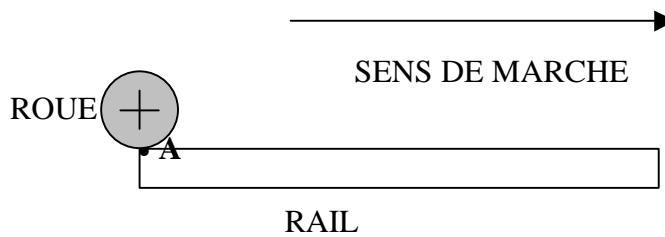
F1jdaN =

1.1.5 Convertir cette force en N. (F1jN)

F1jN =	
--------	--

1.1.6 Représenter le vecteur de $\vec{F}1jN$ au point d'application A.

Echelle 1cm = 5000 N



--

1.2 Etape 2 - Déterminer les couples et les puissances à 34 Km/h et 26Km/h sur les différentes parties de la chaîne cinématique.

Nota : Vous devrez vous servir du dossier de présentation générale pages 4 à 10 afin de connaître les caractéristiques techniques et vous référer à la documentation ressource pour les formules mécaniques page 2 .

1.2.1 Calculer le couple sur l'arbre de la jante à 34 Km/h.(Mj34).

.....

.....

.....

.....

Mj34 =	
--------	--

1.2.2 Calculer le couple sur l'arbre de la jante à 26 Km/h.(M1j26).

.....
.....
.....
.....

M1j26 =

1.2.3 Déterminer le couple utile du moteur à 34 Km/h transmis à un pont, en prenant en compte le rendement de l'ensemble mécanique et le rapport de réduction .(Mum34).

.....
.....
.....
.....

Mum34 =

1.2.4 Déterminer le couple utile du moteur à 26 Km/h transmis à 1 pont, en prenant compte le rendement de l'ensemble mécanique et le rapport de réduction . (Mum26).

.....
.....
.....
.....

Mum26 =

1.2.5 Déterminer la vitesse angulaire (Ω_{m34}) et la puissance utile du moteur à 34 Km/h transmise à un pont. (P_{um34}).

.....
.....
.....

$\Omega_{m34} =$	
------------------	--

.....
.....
.....

$P_{um34} =$	
--------------	--

1.2.6 Déterminer la vitesse angulaire (Ω_{m26}) et la puissance utile du moteur à 26 Km/h transmise à un pont. (P_{um26}).

.....
.....
.....

$\Omega_{m26} =$	
------------------	--

.....
.....
.....

$P_{um26} =$	
--------------	--

1.3 Etape 3 - Le régime nominal de fonctionnement a été déterminé à 34 Km/h pour une tension aux bornes de l'induit de 720V = . Le constructeur utilise des moteurs à courant continu à excitation indépendante. On négligera la puissance absorbée par le circuit inducteur.

1.3.1 Déterminer la puissance totale absorbée par le moteur (P_{am}) à 34 Km/h .

- le rendement moteur est de 92 %
- **la puissance mécanique totale fourni par le moteur se répartit identiquement sur les deux ponts**

.....
.....
.....

$P_{am} =$	
------------	--

1.3.2 Déterminer l'intensité du courant Induit à 34 Km/h . (I_{mot}).

.....
.....
.....

$I_{mot} =$	
-------------	--

1.4 Etape 4 - Le couple maximal de la rame a été déterminé à 26 Km/h. On vous propose dans ces conditions de déterminer le moment d'inertie et le temps d'accélération .

Nota : Vous devez vous servir du dossier de présentation générale afin de connaître les caractéristiques techniques et vous référer à la documentation ressource pour les formules mécaniques page 2.

1.4.1 Déterminer le moment d'inertie total ramené sur un seul arbre moteur à 26 km/h. (Jm).
Vous prendrez en compte la masse totale par élément en CEE (8 personnes par m²).

.....
.....
.....
.....

Jm =	
------	--

1.4.2 Déterminer le temps d'accélération de 0 à 26 Km/h en prenant en compte le coefficient d'accélération maximale au démarrage fourni par le constructeur. (tacc).

.....
.....
.....
.....

tacc =	
--------	--

PARTIE 2 -- ETUDE DU HACHEUR ALIMENTANT UN MOTEUR D'ENTRAÎNEMENT

OBJECTIFS

Décoder les schémas structurels du hacheur, limité aux circuits de puissance.
Justifier le choix d'un constituant.

DEMARCHE

2.1 Etape 1 : Etude du fonctionnement du hacheur, machine (moteur) en traction

2.2 Etape 2 : Etude du fonctionnement du hacheur, machine en freinage avec récupération d'énergie.

2.3 Etape 3 : Etude de l'inversion de marche.

2.4 Etape 4 : Dimensionnement de l'inductance de lissage du circuit induit.

Information générale :

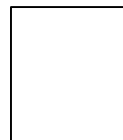
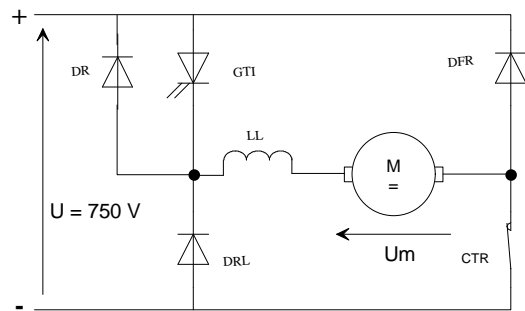
- les schémas complets des hacheurs de l'induit et de l'inducteur sont représentés p 12 et 14 du dossier de présentation
- en traction le contacteur **CTR est fermé**

Hypothèses :

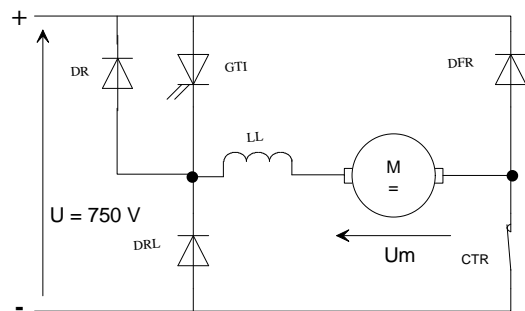
En conduction , la tension aux bornes des semi-conducteurs sera considérée égale à zéro
« $V_{ak} = 0$ »

Etape 1 : Etude du fonctionnement du hacheur , moteur en traction

2.1.1 - Indiquer, sur le schéma, la circulation du courant électrique lorsque le moteur est en traction et le thyristor GTI en conduction .



2.1.2 - Indiquer, sur le schéma, la circulation du courant électrique lorsque le moteur est en traction et le thyristor GTI bloqué .



2.1.3 - Dans ce mode de fonctionnement , donner le nom du type de hacheur utilisé ? A partir des expressions données ci-dessous, justifier le choix de ce montage.

$$E = K_2 * n * \phi$$

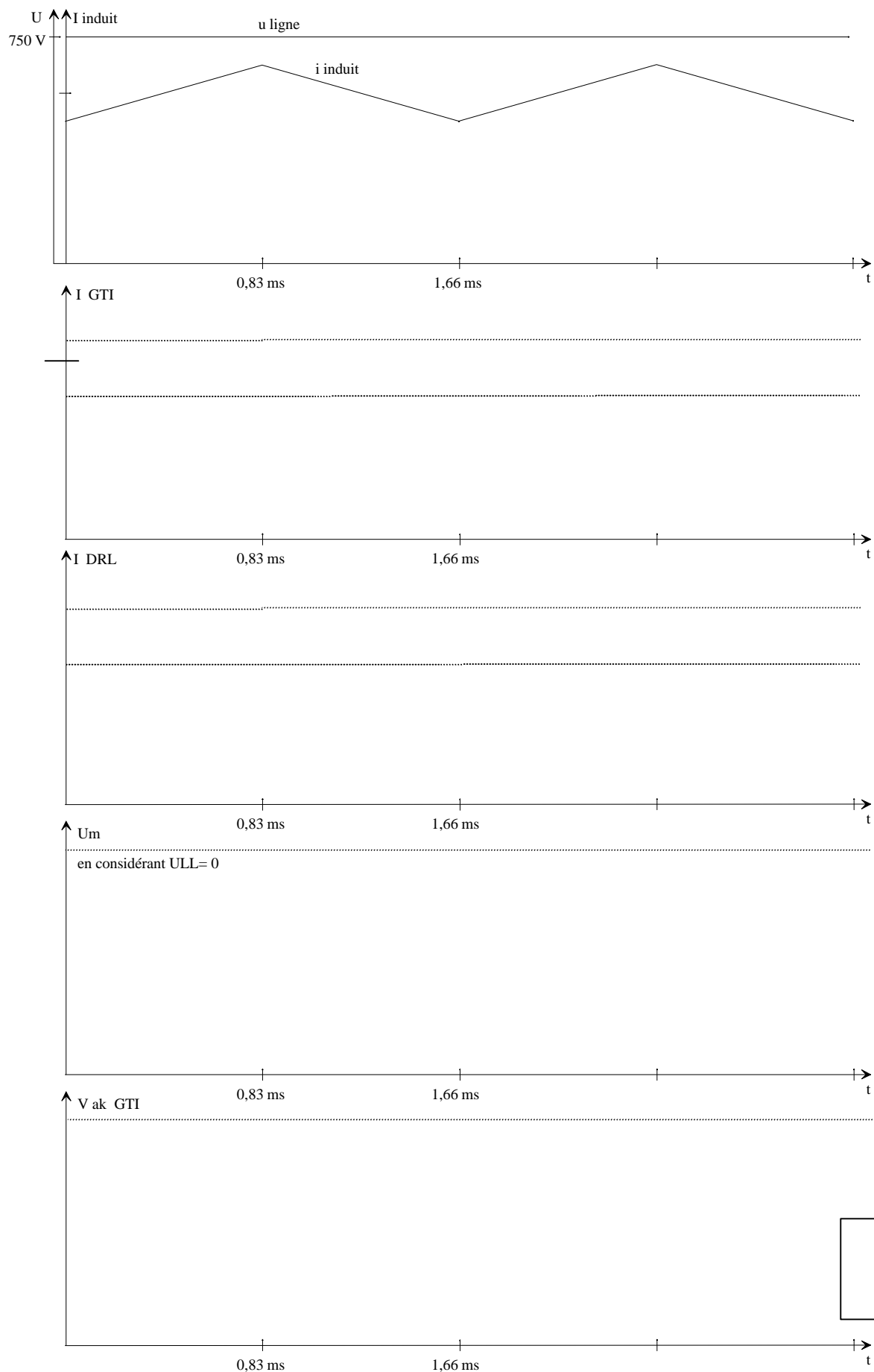
$$U_m = E + (R * I)$$

$$U_{m \text{ moy}} = \alpha * U \text{ ou } \alpha \text{ est le rapport cyclique}$$

$$\alpha = \text{temps de conduction} / \text{période}$$



2.1.4 – Compléter les chronogrammes suivants:



2.1.5 - A partir du chronogramme $I_{\text{induit}} = f(t)$, calculer la fréquence de découpage

.....
.....
.....

f =	
-----	--

2.1.6 - A partir du chronogramme $U_m = f(t)$, calculer la tension moyenne aux bornes de l'induit du moteur.

On rappelle:
$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

U moy =	
---------	--

Etape 2 : Etude du fonctionnement du hacheur , machine en freinage avec récupération de l'énergie.

Information générale :

- Le mode de fonctionnement en freinage avec récupération de l'énergie est obtenu par l'ouverture du contacteur CTR
- L'inertie des masses en mouvement entraîne alors le moteur, le couple devient négatif « $M_m = K_1 * I$ ». La machine fonctionne en génératrice.

- Afin de récupérer l'énergie sur la ligne d'alimentation 750 V, la génératrice doit fournir une tension légèrement supérieure « 800 V »

2.2.1 – En freinage, le couple moteur devient négatif, le courant induit devrait s'inverser « $Mm = K_1 * I$ ». D'après le schéma (question 2.2.3), expliquer pourquoi ce courant induit ne peut pas changer de sens.

.....

.....

.....

2.2.2 - Quelle est la grandeur électrique à inverser pour que le courant induit reste inchangé ?

On rappelle: $Mm = K_4 * I * \phi$

$E = K_2 * n * \phi$

$U = E - (R * I)$ en fonctionnement générateur

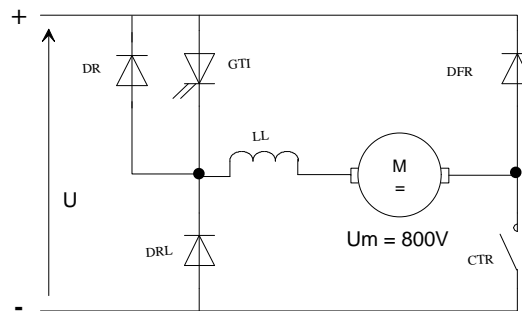
$\phi = K_3 * I$ inducteur

.....

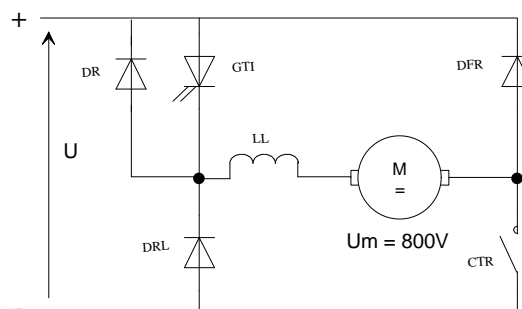
.....

.....

2.2.3 – Indiquer, sur le schéma, la circulation du courant induit et les polarités de la machine lorsque le thyristor GTI est bloqué.



2.2.4 – Indiquer, sur le schéma, la circulation du courant induit et les polarités de la machine lorsque le thyristor GTI conduit .



2.2.5 – Dans ce mode de fonctionnement (freinage avec récupération) , donner le nom du type de hacheur utilisé ? A partir des expressions données ci-dessous, justifier le choix de ce montage.

$$E = K_2 * n * \phi$$

$$U_m = E - (R * I)$$

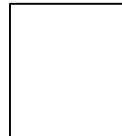
$U_m \text{ moy} = U / (1 - \alpha)$ ou α est le rapport cyclique
 $\alpha = \text{temps de conduction} / \text{période}$

.....

.....

.....

.....



Etape 3 : Etude de l'inversion de marche, moteur en traction.

Information générale : Pour inverser le sens de rotation d'un moteur à courant continu, deux solutions sont possibles :

- inversion du courant dans l'induit
- inversion du courant inducteur

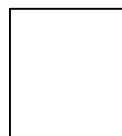
2.3.1 – Avec le type de hacheur utilisé, quelle est la seule solution à retenir pour inverser le sens de rotation de la machine ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

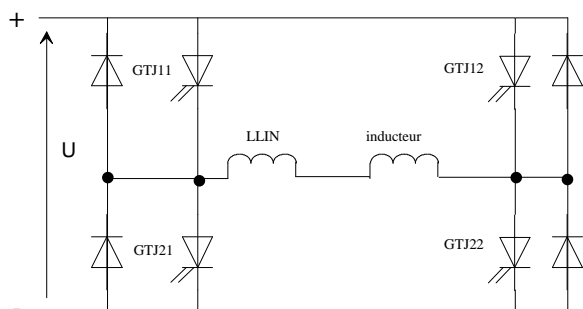
.....



2.3.2 – A partir des trois études précédentes, justifier le choix d'un hacheur à quatre thyristors dans l'alimentation de l'inducteur

.....

.....

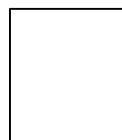


.....

.....

.....

.....



Etape 4 : Dimensionnement de l'inductance de lissage du circuit induit

(voir doc. p 5 du DR)

- on donne :
- l'inductance de l'induit de la machine $L_1 = 0,74 \text{ mH}$
 - intensité du courant moyenne induit $I_{\text{moy}} = 350 \text{ A}$
 - intensité du courant efficace $I = 509,4 \text{ A}$
 - facteur de forme désiré $FF_2 = 1,04$

2.4.1 – Calculer le facteur de forme FF_1

.....
.....
.....

$FF_1 =$	
----------	--

2.4.2 – Calculer l'inductance intermédiaire L_2

.....
.....
.....

$L_2 =$	
---------	--

2.4.3 – Calculer l'inductance additionnelle à placer en série avec l'induit de la machine L_a

.....
.....
.....

$L_a =$	
---------	--

PARTIE 3 : ETUDE DU RESEAU HAUTE TENSION
ET
DES REGLES DE SECURITE A METTRE EN ŒUVRE

DEMARCHE INDUSTRIELLE :

On doit effectuer des travaux sur le réseau d'alimentation haute tension. Ces travaux devront être conformes à la législation du code du travail qui préconise l'utilisation du carnet de prescriptions UTE 18-510.

Le travail devra s'effectuer en deux phases :

3.1 ETAPE 1 - Décoder et Identifier la structure et l'organisation du réseau.

3.2 ETAPE 2 - Indiquer les démarches à suivre.

Vous devrez vous aider de la documentation ressource pages 3, 4, 6 et 7 et du dossier de présentation pour effectuer ce travail pages 10 et 11.

3.1 ETAPE 1 - ETUDE DU RESEAU HT DE LA STATION BELLECOUR

L'étude du réseau HT est limitée à la station Bellecour et aux postes qui y sont reliés. On ne vous fournit qu'une partie du schéma de la distribution HT « dossier ressource page 6 ».

3.1.1 Identifier le nom du poste source qui alimente la station Bellecour.

.....
.....

3.1.2 En vous aidant de la documentation ressource pages 3, 4 et 6, identifier le type d'architecture de réseau mis en œuvre en HT.

.....
.....

3.1.3 Quelle est la fonction remplie par le poste repéré "PR Bellecour".

.....
.....

3.1.4 Quelle est la valeur de la tension du réseau HT ?

HT =

3.1.5 Classifier et indiquer le niveau de cette tension par rapport à la prescription 18-510.

Exemple : 0V < TBTS < 50v

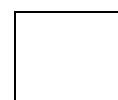
3.2 ETAPE 2 - TRAVAUX PROGRAMMES :

Dans le cadre de travaux programmés sur la zone située entre les organes HRJ 134 et HRJ 132 :

3.2.1 Déterminer la position des organes de manœuvre pour que l'artère 1 alimente le pont redresseur. Compléter le tableau en considérant que HPQ 306 et HPQ302 sont fermés.

La convention sera la suivante :
0 = position ouverte.
1 = position fermée.

HRJ 133
HRJ 134
HRJ 131
HRJ 132
HPQ 307
HPQ 306	1
HPQ 302	1
HPQ 303



3.2.2 En prenant en compte l'état de la question précédente (3.2.1), des travaux de même nature doivent se dérouler entre HRJ133 et HRJ 131. Ecrire la procédure des manœuvres à effectuer pour que le pont redresseur soit alimenté par l'artère 2.

Phase 1 : - ouvrir
- ouvrir

Phase 2 : - fermer
- fermer

Phase 3 : -
-

Phase 4 : -
-

3.2.3 Que se passe t-il si HPQ306 et HRJ132 sont fermés ?

.....
.....

3.2.4 Quel est le titre d'habilitation nécessaire pour réaliser la manœuvre de la question 3.2.1 ou celle de la question 3.2.3 ? Expliquer sa désignation.

.....
.....

PARTIE 4 : ETUDE D'EQUIPEMENT

L'appareillage constituant le démarreur du moteur asynchrone de l'escalier devient vétuste, on prévoit son remplacement par un démarreur électronique qui permettra également d'augmenter les performances de l'équipement.

OBJECTIFS :

Vous êtes chargés de :

- vous informer de l'évolution des techniques
- décoder les documents constructeurs et les schémas structurels actuels

pour

- rédiger et justifier l'avant projet
- identifier les paramétrages et réglages

DEMARCHE

Etape 1 : Etude du démarreur actuel

Etape 2 : Etude de la modification

Etape 1 : Etude du démarreur actuel

4.1.1 – Quel est le mode de démarrage utilisé pour alimenter le moteur entraînant l'escalier ?
(Voir doc. p 8 du DR)

.....
.....
.....

4.1.2 – Justifier le choix de la plage de réglage du relais thermique . (faire un schéma explicatif)
(Voir doc. p 8 du DR)

.....
.....
.....

Etape 2 : Etude de la modification

4.2.1 – Choisir le démarreur électronique approprié et donner sa référence si ce dernier fonctionne en service standard. Justifier votre réponse. (voir doc. p 11 et 12 du DR)

.....
.....
.....

Référence :

4.2.2 – Modifier le schéma de puissance page 25 et le schéma de commande page 26 du présent document , en vous aidant des données techniques p 15 et 16 du DR

- le freinage par électro-aimant est conservé (freinage moteur à l'arrêt)
- les fonctions d'isolement de l'équipement et de protection contre les courts-circuits seront assurées par un disjoncteur moteur
- l'ordre de démarrage sera fourni par le contacteur KO8D1
- la protection thermique est assurée par le démarreur électronique

4.2.3 – Donner le paramètre à affecter au relais R1 du démarreur (voir doc. p 14 du DR)

.....
.....

Paramètre :	
-------------	--

4.2.4 – Quelle sera la valeur à affecter au paramètre de réglage « In » du démarreur
(voir doc. p 13 du DR)

.....
.....

In =	
------	--

4.2.5 – L'intensité du courant de démarrage doit être limitée à 44A. Déterminer la valeur à affecter au paramètre de réglage « ILT » (voir doc. p13 du DR)

.....
.....

ILT =	
-------	--

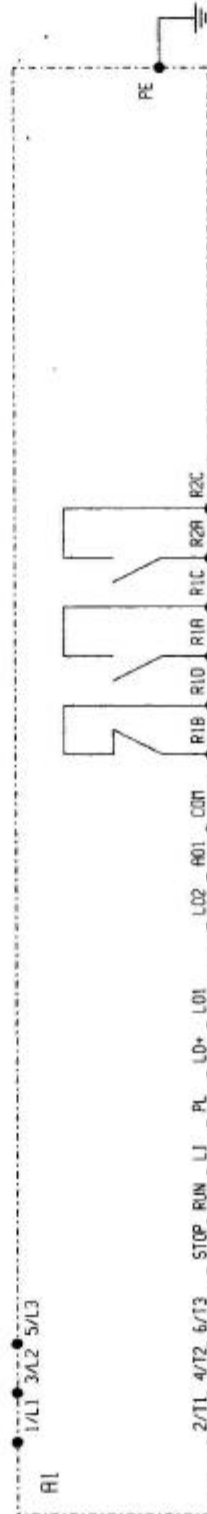
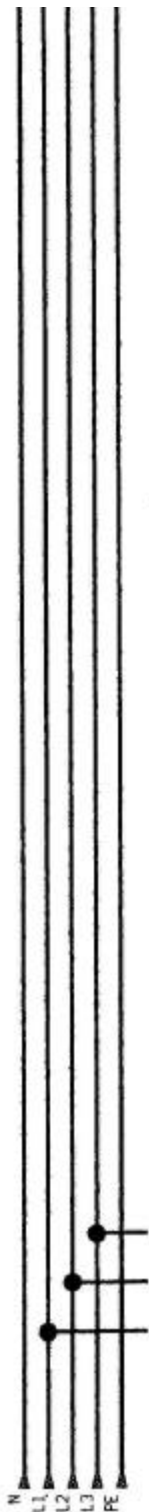
4.2.6 – Quel est le couplage définitif à réaliser sur le moteur? Justifier votre réponse.

.....
.....
.....
.....

Couplage :	
------------	--

Schéma de puissance à compléter

U réseau 3* 400V + N + PE



A câbler voir dossier ressource



Non étudié

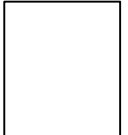
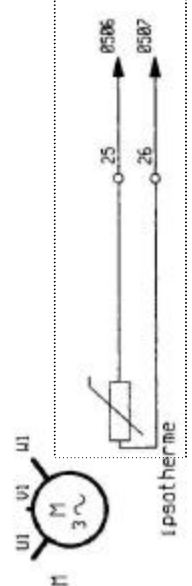
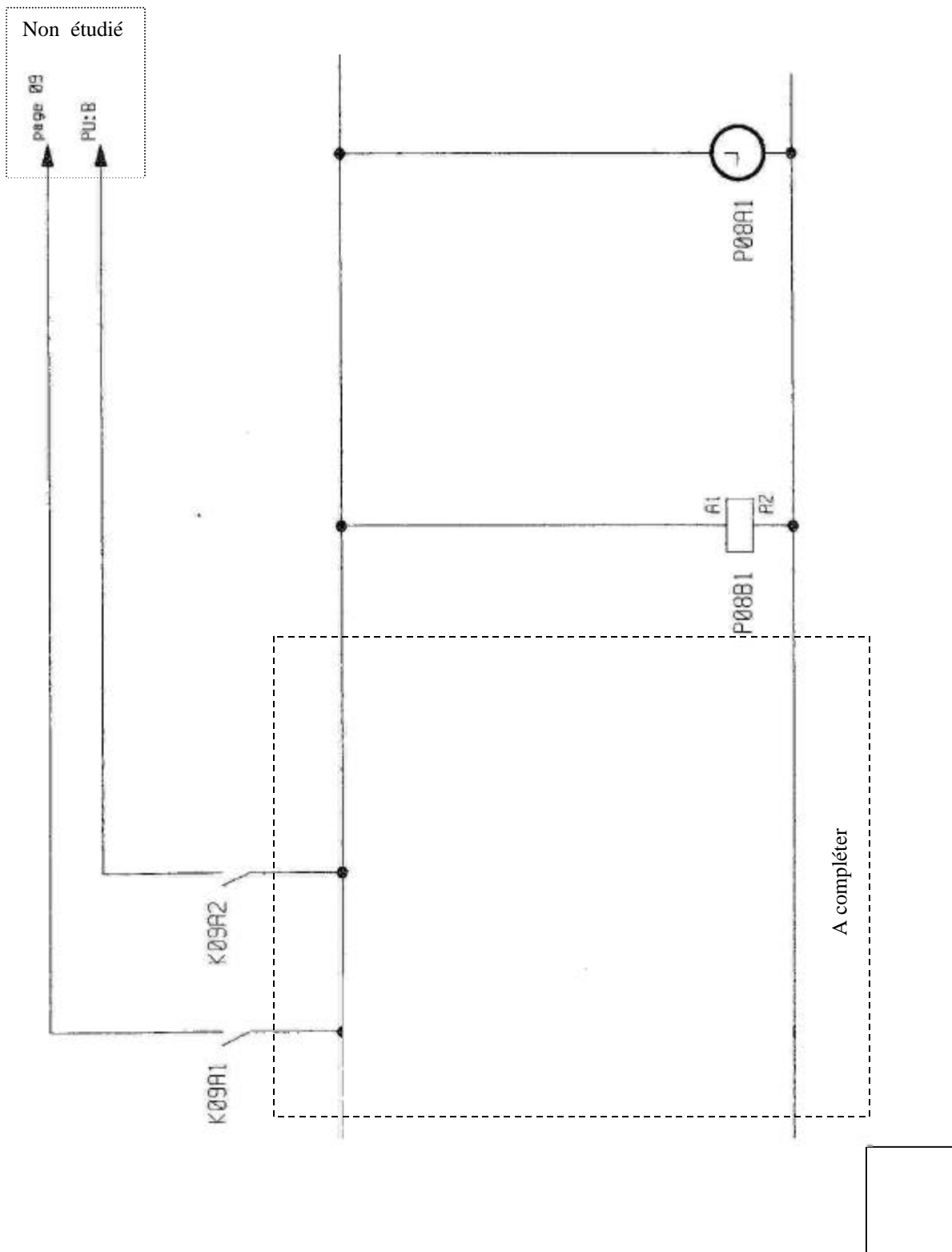


Schéma de commande à compléter



↪ **Partie 1 – Etude de la chaîne cinématique du métro**

page 5 à 11

/ 60

↪ **Partie 2 – Etude du hacheur d'un moteur d'entraînement**

page 12 à 18

/ 60

↪ **Partie 3 – Etude du réseau haute tension et des règles de sécurité
à mettre en œuvre**

page 18 à 21

/ 40

↪ **Partie 4 – Etude d'équipement**

page 22 à 26

/ 40

TOTAL	/ 200
--------------	--------------

NOTE FINALE	/ 20
--------------------	-------------