

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2013

ÉPREUVE E4.2

BANCS DE MAINTENANCE DU
TRAMWAY DU MANS
CORRIGÉ

BARÈME : Total sur 60 points

- Partie 1 sur 35 points
- Partie 2 sur 10 points
- Partie 3 sur 15 points

Partie 1 : alimentation électrique d'un moteur de boggie.

1.1 Choix de câble C1.

1.1.1 Calcul du courant Ib maximum.

$$(85 \times 20\%) + 85 = 102 \text{ A}$$

1.1.2 Calcul de la valeur de I'z.

Lettre de sélection D >> Câble enterré

K4 = 0,8x1 >> Câble seul dans un fourreau enterré

K5 = 1 >> Câble seul

K6 = 1,05 >> Sol normal

K7 = 1 >> Température de 20°C

Kn et Ks = 1 >> Valeurs données dans le sujet

$$K = K4 \times K5 \times K6 \times K7 \times Kn \times Ks = 0,8 \times 1 \times 1,05 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,84$$

$$I'z = Iz / K = 102 / 0,84 = 121,4 \text{ A}$$

1.1.3 Justification de la section du câble C1.

3 conducteurs chargés donc PR3 dans le tableau câble enterré,

I'z = 121,4 A on prend 144 A dans le tableau

Section de 25 mm² en cuivre

(Sn = Sph car le neutre n'est pas chargé)

1.2 Chute de tension globale

1.2.1/ Longueur du câble C1.

$$\text{Longueur du fourreau, } L_{\text{fourreau}} = \sqrt{(20-8)^2 + 6^2} = 13,41 \text{ m}$$

$$\text{Longueur de C1} = 6 + 13,41 + 1 = 20,41 \text{ m}$$

1.2.2 Chute de tension totale.

*Chute de tension pour C1 (20,41m) voir tableau Doc ressources

Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(20,41 \times 3,3/100) = 0,673\%$

*Chute de tension pour C2 (3m) voir tableau Doc ressources

Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(3 \times 3,3/100) = 0,099\%$

*Chute de tension pour C3 (10m) voir tableau Doc ressources

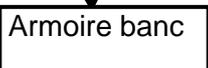
Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(10 \times 3,3/100) = 0,33\%$

Chute de tension totale depuis le poste de transformation jusqu'au moteur : $1,2 + 0,673 + 0,099 + 0,33 = 2,302\%$

Correcte car inférieure à la norme 8% (abonné propriétaire de son poste HTA/BTA)

Schémas	Partie de l'installation	Chute de tension en %
	S1 = 1000 kVA	
	Disjoncteur général PGBT	Evaluée à 1,2%
	Interrupteur général	
	Jeux de barres TGBT	Calculée à 0,673%
	Disjoncteur Q09.2 Nouveau départ	
	Câble C1	
	Prise atelier	
	Câble C2	Calculée à 0,099%
	Prises sur l'armoire banc de test	
	Câble C3	
	Moteur 120 kW	Chute de tension totale : 2,3%

1.3 Choix du disjoncteur du nouveau départ

1.3.1 SLT : TNC (le neutre est relié à la terre, les masses sont reliées au neutre, présence d'un conducteur PEN).

Le conducteur PEN ne pouvant pas être coupé, le disjoncteur possédera uniquement 3 pôles.

1.3.2 $I_{cu} > I_{cc}$ donc $> 24,7$ kA choix 25 kA

$I_n = 100$ A donc le choix est un DPX125 calibre 100 A,

I_{cu} 25 kA, 3 pôles.

Référence : 250 40 (pour le magnéto-thermique)

+ Référence : 260 12 (pour le différentiel)

Utilisation d'un DDR car le départ est long (protection des personnes sur départ long).

1.4 Choix de la connectique armoire de test/réseau.

1.4.1 Icc amont = 24,7kA donc environ 25kA dans le tableau

Le câble dans le fourreau mesure 21m et à une section de 25mm².

Le tableau donne Icc aval 9,8kA < 10kA donc correcte pour la prise atelier.

Pour la prise armoire, on a 3m de plus soit 24m

donc 7,8kA < Icc aval < 9,8kA donc correcte car < à 10kA

1.4.2 Prise atelier :

In = 102A donc gamme 150A (DS9)

Référence du boîtier : 399 A053

Référence socle (3P+T) : 3194013

1.4.3 Prise armoire de test :

In = 102A donc gamme 150A (DS9), pas de boîtier

Référence du manchon métal : 399 A027

Référence socle (3P+T) : 3198013

1.4.4 Prises de jonction :

In = 102A donc gamme 150A (DS9)

Référence de la poignée avec PE : 619A25363P

Référence du connecteur : 3198013

1.5 Le variateur de vitesse.

1.5.1 Choix du variateur juste :

Courant en ligne mesuré 102 A (85 A +20%)

Courant en ligne documentation variateur 104 A

Tensions moteur 290/500V

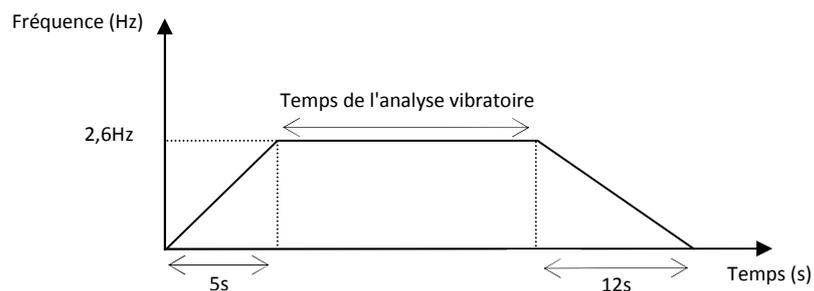
Tensions documentation variateur entre 380 ...480V

Choix le plus juste variateur 45 kW, référence ATV71HD45N4

1.5.2 Les caractéristiques du moteur sont :

120 kW, 168 A, 290/500 V, 2600 tr/min, 88,1 Hz, cependant le moteur fonctionnera à vide à 2,6 Hz maximum et 102A (85 A +20%) de courant en ligne, le variateur *ATV71HD75N4* accepte des moteurs de tensions 380/480V, de plus l'intensité d'entrée sous 380V (167A) est très supérieure à 102 A (condition de l'analyse)

1.5.3



Réglage de l'accélération : $(5 \times 88,1)/2,6 = 169,42 \text{ s}$

Réglage de la décélération : $(12 \times 88,1)/2,6 = 406,61 \text{ s}$

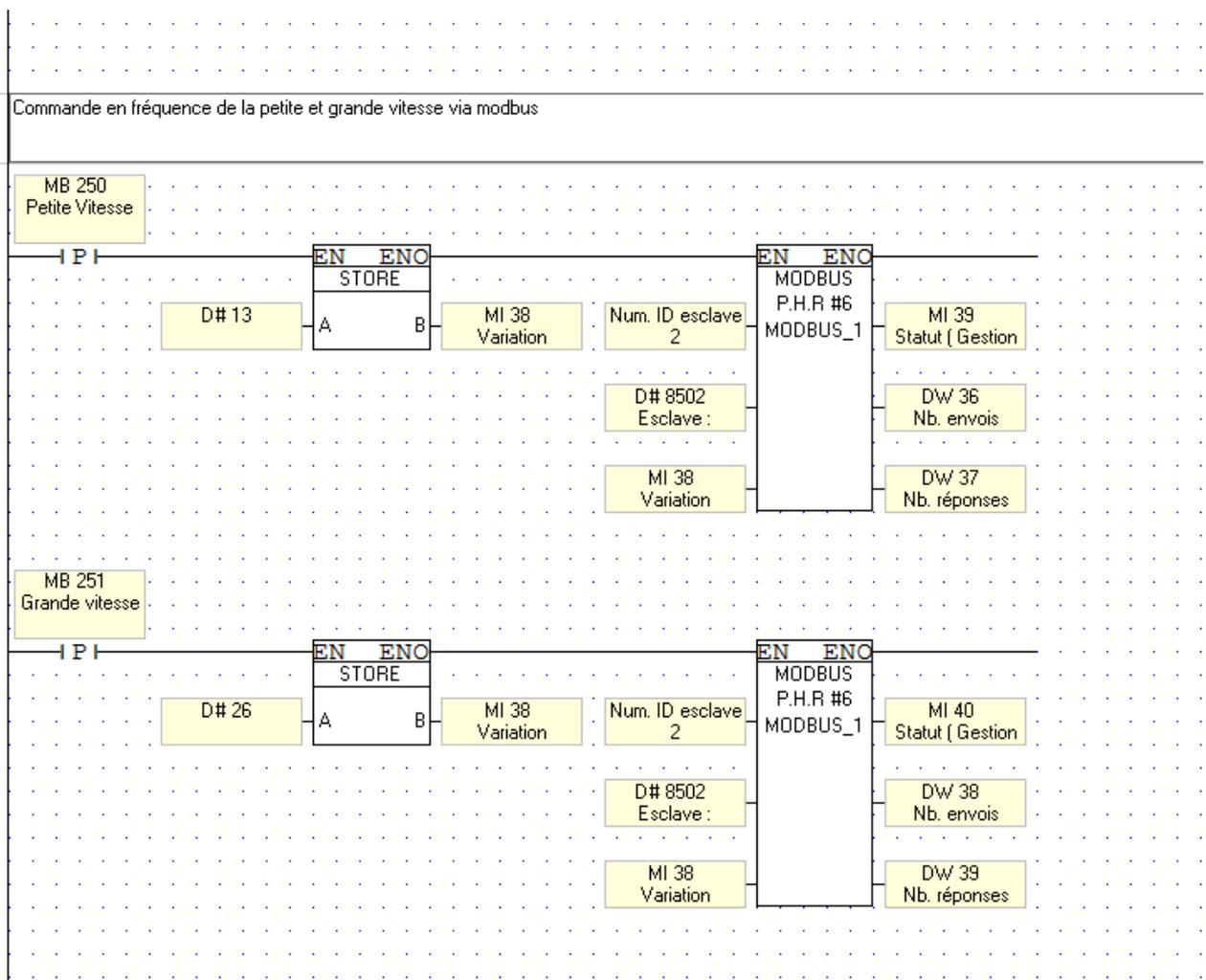
1.5.4 Codes variateur :

Code	Nom	Réglage usine	Réglage client
tCC	[Cde 2 fils / 3fils]	[Cde 2 fils] (2C)	2C
CFG	[Macro configuration]	[Start/Stop] (StS)	StS
bFr	[Standard fréq mot]	[50Hz]	50
nPr	[Puissance nom. mot]	Selon calibre variateur	120
UnS	[Tension nom. mot]	Selon calibre variateur	400
nCr	[Courant nom. mot]	Selon calibre variateur	168
FrS	[Fréq. nom. mot]	50Hz	88,1
nSP	[Vitesse nom. mot]	Selon calibre variateur	2600
tFr	[Fréquence maxi.]	60Hz	88,1
PHr	[Rotation phase]	ABC	ABC
ItH	[Courant therm. mot]	Selon calibre variateur	168
ACC	[Accélération]	3,0 s	169,42
dEC	[Décélération]	3,0 s	406,61
LSP	[Petite vitesse]	0	1,3
HSP	[Grande vitesse]	50Hz	2,6

1.6 L'interface homme machine (IHM).

1.6.1 Adresse modbus consigne fréquence du variateur : 8502

1.6.2 et 1.6.3



Partie 2 : test d'un climatiseur

2.1 Analyse des besoins.

2.1.1 Les trois airs à contrôler sont :

- air neuf (STN) : air venant de l'extérieur du Tramway.
- air soufflé (STS) : air envoyé dans les salles (voitures) où se trouvent les voyageurs.
- air repris (STR) : air tempéré récupéré dans les salles.

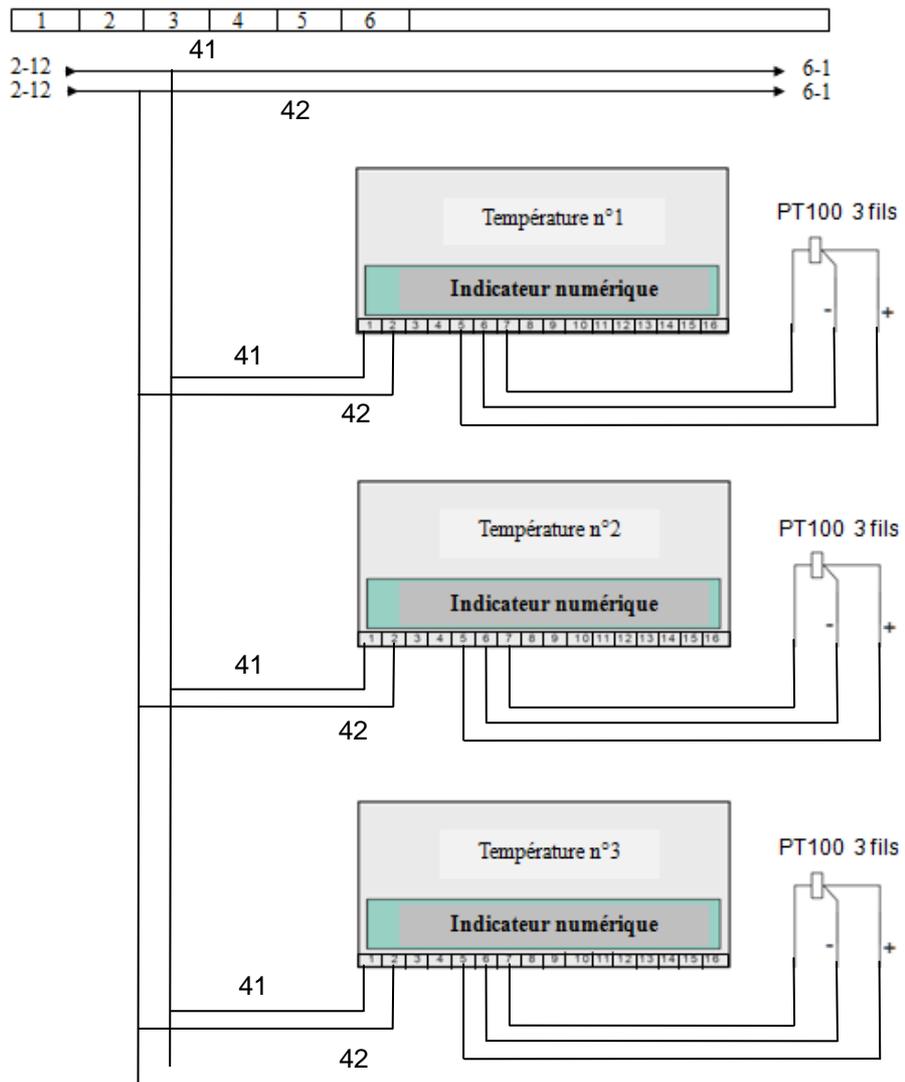
2.2 Justifier des solutions et établir les schémas.

2.2.1 Les principaux critères qui justifient ce choix sont :

- connexion PT100 possible.
- tension alimentation 230V alternative possible.
- résistance de ligne en mesure 3 fils incluse

2.2.2 Compléter le schéma de câblage du document réponse pour mettre en œuvre les afficheurs des trois températures.

Compléter le Folio 5



Partie 3 : calcul du retour sur investissement

3.1 Prix global TTC des deux bancs.

3.1.1 Prix global TTC de la main d'œuvre (pour les deux bancs).

Main d'œuvre banc moteur : 20 jours (de 8h) soit $20 \times 8 \times 65 = 10400 \text{€ TTC}$

Main d'œuvre banc climatiseur : 17 jours (de 8h) soit $17 \times 8 \times 65 = 8840 \text{€ TTC}$

Prix global TTC main d'œuvre : $10400 + 8840 = 19240 \text{€}$

3.1.2 Prix global TTC du matériel (pour les deux bancs).

Matériel banc moteur : 13918 € HT (TVA à 19,6%) soit 16646€ TTC

Matériel banc climatiseur : 16495 € HT (TVA à 19,6%) soit 19728€ TTC

Prix global TTC du matériel : $16646 + 19728 = 36374 \text{€}$

3.1.3 Prix global TTC des deux bancs.

$19240 + 36374 = 55614 \text{€}$

3.2 Prix du dépannage à Lyon (pour un moteur et un climatiseur).

3.2.1 Prix TTC global du transport.

- Coût TTC variable par km = $0,30 + 0,30 \times 19,6\% = 0,3588 \text{€/km}$

- Coût TTC variable (km) pour un aller-retour Le Mans/Lyon soit $580 \times 2 \times 0,3588 = 416,20 \text{€}$

- Coût TTC du conducteur soit $(200 + 200 \times 19,6\%) \times 2 = 478,40 \text{€}$

- Coût TTC fixe du véhicule soit $(150 + 150 \times 19,6\%) \times 2 = 358,80 \text{€}$

Prix TTC du transport TTC pour un aller retour Le Mans/Lyon :

$416,20 + 478,40 + 358,80 = 1253,40 \text{€ TTC}$

3.2.2 Prix TTC du dépannage qui est en moyenne de 7h pour le moteur et de 5h pour le climatiseur.

Prix du dépannage = $(12 \text{h} \times 117) = 1404 \text{€}$

3.2.3 Déterminer le prix global du dépannage à Lyon (sans les fournitures).

$$1253,40 + 1404 = 2657,40\text{€}$$

3.3 Retour sur investissement .

3.3.1 Retour sur investissement si la fréquence des pannes reste identique chaque année.

Économie de 6 dépannages sur 10

Prix d'un dépannage à Lyon pour un moteur et un climatiseur

(sans les fournitures) : 2657,40€ TTC

Économie par an $2657,40 \times 6 = 15944,40\text{€}$

Prix des deux bancs 55617€

Retour sur investissement : $55617 / 15944,40 = 3,48$ ans

soit environ 3 ans et 6 mois.