

**Baccalauréat Professionnel
Électrotechnique, énergie, équipements communicants**

EPREUVE E2 : Etude d'un ouvrage

SESSION 2009

Le centre de restauration de la B.A.N. Nîmes-Garons

CORRIGÉ

Baccalauréat Professionnel Électrotechnique, énergie, équipements communicants			
Épreuve : E2	CORRIGE	Durée : 5 heures	Page 1 / 19
		Coefficient : 5	

PARTIE A : DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN HTA

A.1 Identifier le type de poste P1 (mettre une croix sous l'option sélectionnée)

... / 2

Simple dérivation	Coupure d'artère	Double dérivation
	X	

A.2 Expliquer les avantages et inconvénients des différents types de raccordement

... / 4

	Simple dérivation	Coupure d'artère	Double dérivation
Avantage	Coût minimal	Possibilité de continuité de service	<ul style="list-style-type: none"> Continuité de service parfait Transfert très rapide
Inconvénient	Pas de continuité de service	<ul style="list-style-type: none"> Dépend d'un seul réseau d'alimentation Temps de transfert 	Coût d'installation élevé

A.3 Identifier le type de cellules et leurs rôles

... / 4

IM	Type de cellule : cellule interrupteur
	Rôle : consigner un tronçon de la boucle HTA
QM	Type de cellule : cellule interrupteur porte fusible
	Rôle : protéger la boucle HTA d'un défaut du transformateur

A.4 Ordonner les différentes étapes nécessaires à un déverrouillage par serrure S1 dans le cadre d'une intervention sur le transformateur T1 (repérage de 2 à 6)

... / 4

1	Manœuvre sur D1	Ouvrir et débriquer D1
2	Manœuvre sur QM	Ouvrir l'interrupteur sectionneur QM
5	Manœuvre sur la serrure S1 de T1	Insérer la clé dans la serrure d'accès du transformateur et déverrouiller
4	Manœuvre sur la serrure S1 de QM	Verrouiller QM avec la clé S1 et récupérer la clé
6	Intervention sur T1	Oter le capot de protection du transformateur
3	Manœuvre sur QM	Mettre à la terre la sortie de QM

S	1000 kVA
U ₁	20 kV
U ₂	400 V
Pertes fer	2,3 kW
Pertes cuivre	12,1 kW
Rendement à ¾ de charge sous cos φ = 0.8	98,5 %
Chute de tension en % sous un cos φ = 0.8	3,93 %

En déduire :

Le courant nominal primaire	I _{1N}	Calcul : $I_1 = S / (\sqrt{3} \cdot U_1)$	28.8 A
Le courant nominal secondaire	I _{2N}	Calcul : $I_2 = S / (\sqrt{3} \cdot U_2)$	1443 A
Valeur de la tension secondaire composée à vide (U ₂₀) sous un cosφ de 0.8			416 V

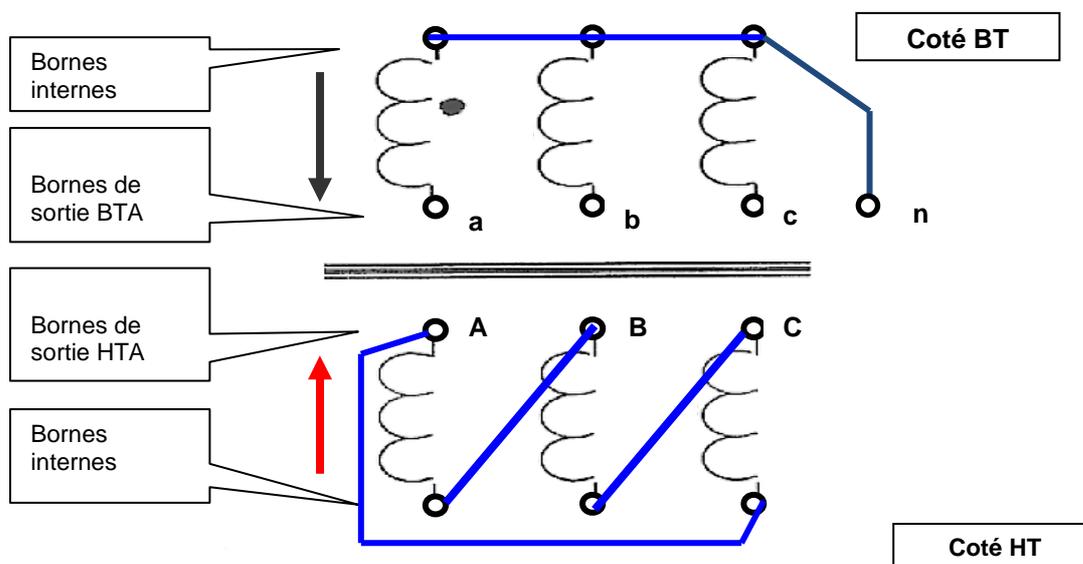
A.6 Définir le type et le calibre des fusibles nécessaires à la protection du transformateur

Type : FN6 Calibre : 43 A

A.7 Expliquer le repérage Dyn11

- D : Coupage triangle au primaire
- y : Couplage étoile au secondaire
- n : Neutre sorti au secondaire
- 11 : Indice horaire de déphasage, 330° entre tensions primaires et secondaires

A.8 Compléter un schéma de raccordement des enroulements à partir d'une représentation vectorielle



- Identification : GE
- Rôle : alimenter le TGBT, partiellement délesté, en cas de perte d'alimentation normale par le transformateur

A.10 Ordonner par numéro les différentes étapes nécessaires à un basculement d'alimentation sur groupe électrogène

Étape n° 1	Manœuvre sur D2	Ouvrir D2 et les différents départs.
Étape n°5	Manœuvre sur D2	Refermer D2 et les différents départs suivant la puissance disponible du groupe.
Étape n°2	Manœuvre sur GE et son alternateur	Démarrer le groupe. Régler l'alternateur en tension et fréquence.
Étape n°4	Manœuvre sur le contacteur de l'alternateur	Commander l'enclenchement de l'alternateur.
Étape n°3	Manœuvre sur l'inverseur de source Q1	Basculer l'inverseur de source sur GE.

PARTIE B : CONFORMITE DE LA PROTECTION DES PERSONNES

B.1 Décrire le Schéma de Liaison à la Terre (SLT de type TNS) utilisé ici

... / 2

T	N	S
Neutre de l'installation raccordé à la terre	Masses de l'installation raccordées au neutre	Conducteurs de neutre et de protection distincts

B.2 La vérification du déclenchement des protections doit être vérifiée (entourer)

... / 2

A l'étude de l'installation par calcul :	oui	non
A la mise en service :	oui	non
Périodiquement tous les ans :	oui	non

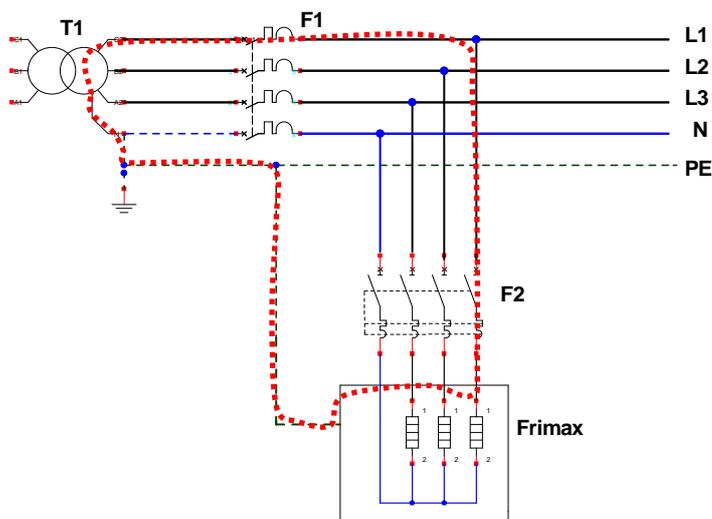
B.3 Justifier l'intérêt de ce type de SLT dans ce contexte

... / 2

- économique à la réalisation et à la maintenance
- pas de déclenchement intempestif sur de petits courants de défaut

B.4 Tracer une boucle de défaut (défaut d'isolement sur phase 1 du récepteur)

... / 2



B.5 En considérant, que le déclenchement du disjoncteur F1 n'est pas retardé, rechercher les temps de coupure et de déclenchement maximal en schéma TN

... / 2

Tension	Régime	Temps de coupure
$U_0 = V = 230 V$	TN	Pas de prise en compte nécessaire

B.6 Le temps de déclenchement des protections est-il conforme avec les normes en vigueur : ... / 2

- La norme ne stipulant pas de temps de déclenchement maximal , car le déclenchement de F1 n'est pas retardé, l'installation est conforme.

B.7 Calculer la longueur maximale de la ligne sous F1 (sections phases et PE identiques) ... / 2

Formule	m	I_{mag}	S_{Ph}	ρ	V	L_{max}
$L_{max} = \frac{0.8 \cdot V \cdot S_{ph}}{\rho \cdot (1 + m) \cdot I_{mag}}$	1	1000 A	35 mm ²	$22.5 \cdot 10^{-3}$	230V	143 m

B.8 Rechercher la longueur maximale autorisée par la norme (F1 : NG125N – courbe C) ... / 2

S phase et neutre	calibre	Longueur maximale
35 mm ²	125 A	112 m

B.9 Justifier la conformité de la longueur de câble dans ce régime (ligne installée : 45 m) ... / 1

- la longueur réelle de la ligne (45m) est inférieure à la longueur maximale imposée (112m)

B.10 Entourer la réponse correcte sur la protection des personnes en cas de contact indirect, en fonction des conditions de temps de déclenchement et les longueurs admissibles

... / 1

Conforme	Non conforme
-----------------	--------------

B.11 Dans le cas où la protection ne serait pas correcte : citer deux moyens pour corriger ce problème par les caractéristiques des protections ou des conducteurs

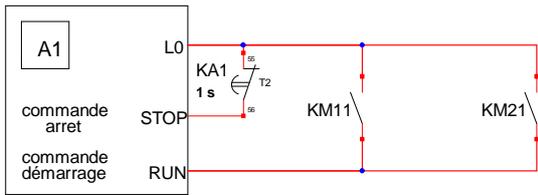
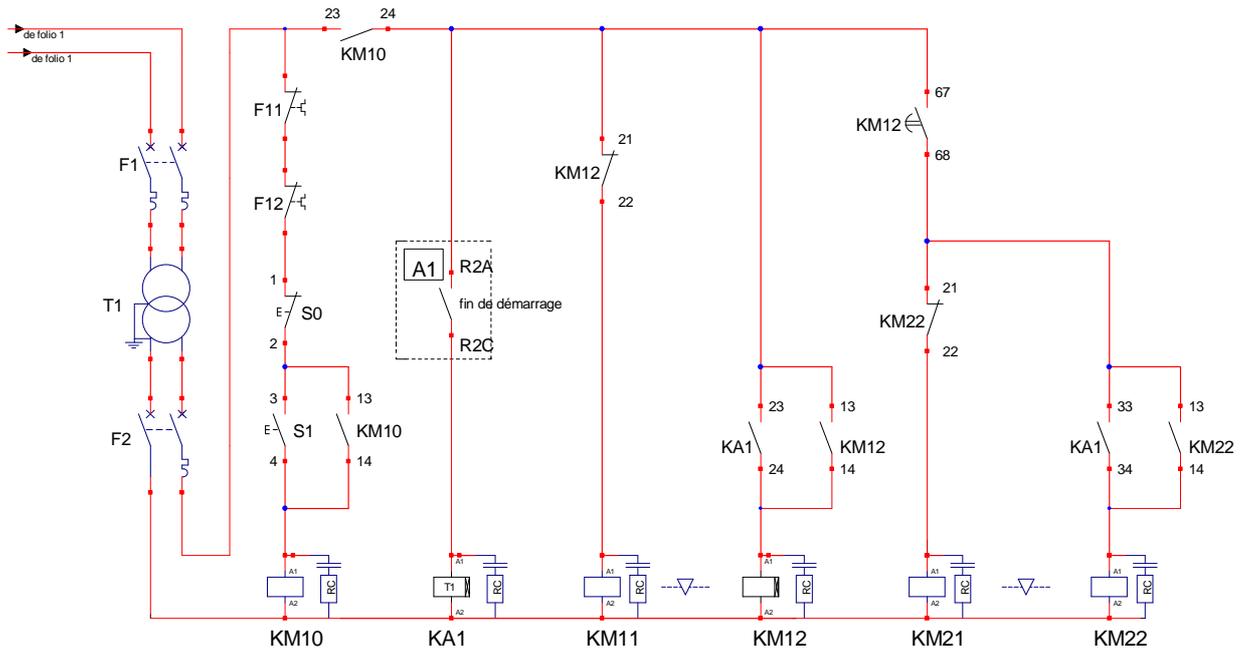
... / 2

- changer la courbe du disjoncteur (prendre une courbe B)
- augmenter la section des conducteurs.
- Dispositif de protection différentiel à courant résiduel

PARTIE C : MODIFICATION D'UN SCHEMA ELECTRIQUE

C.1 Compléter les zones grisées du circuit de commande Folio 2

... / 7



Folio 2

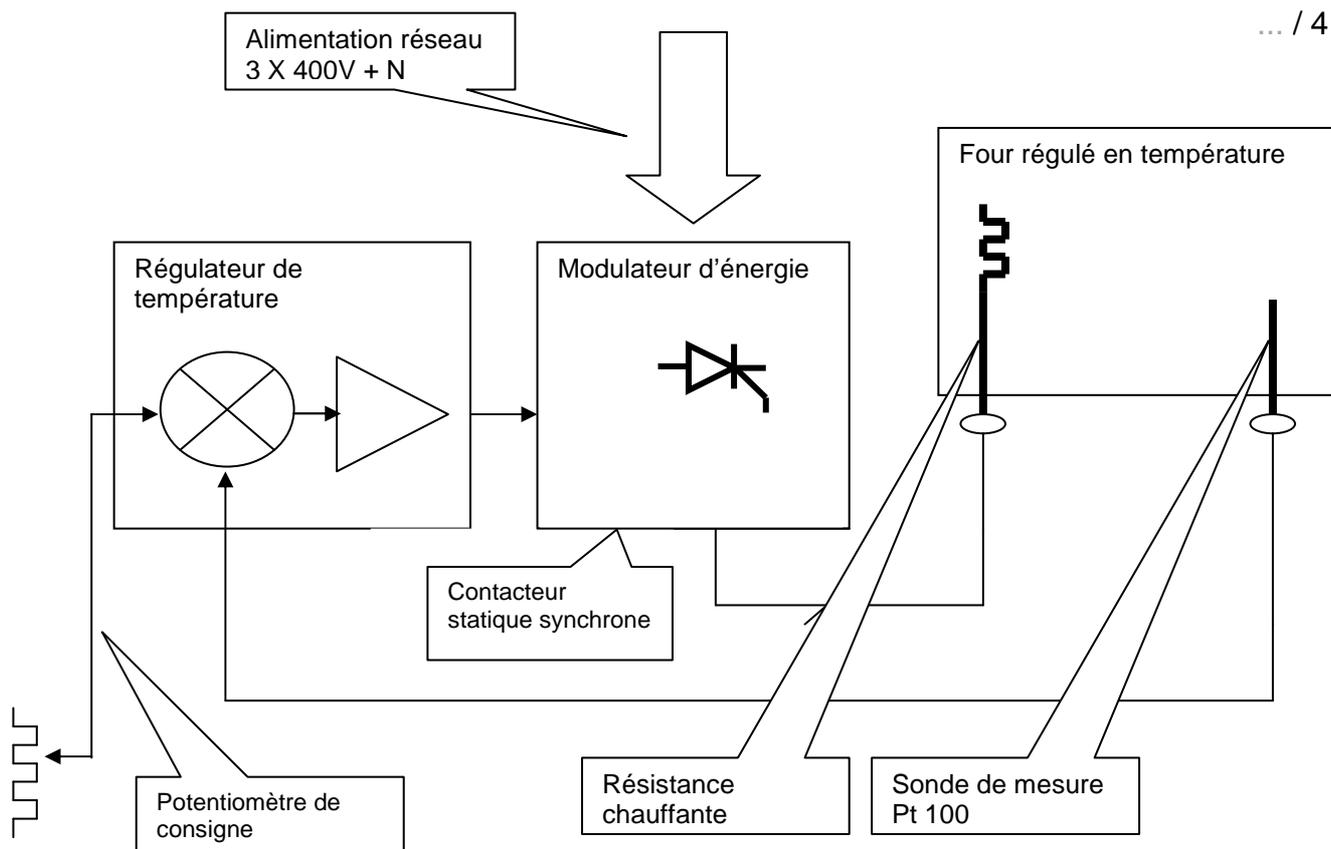
C.2 Compléter le chronogramme de représentation de l'état d'enclenchement des contacteurs ... / 3

... / 3



PARTIE D : ETUDE DE LA REGULATION DU FOUR

D.1 Compléter le synoptique de la boucle de régulation du four en indiquant le nom des composants : ... / 4



D.1.2 Retrouver la tension d'alimentation nominale de la résistance R41 : ... / 1

Tension simple	230V
----------------	------

D.1.3 Identifier le type de couplage des résistances R41, R42 et R43 ... / 1

couplage	étoile
----------	--------

D.1.4 Ce montage est-il équilibré ? ... / 2

Réponse	Justification
oui	Il s'agit de 3 résistances identiques raccordées en étoile

D.1.5 Calculer les paramètres suivants (circuit des résistances) : ... / 3

Paramètres	Formule	Résultat
Courant nominal en ligne	$I = V / R$	43.15 A
Puissance dissipée par une résistance P_R	$P_R = V \cdot I \cdot \cos\varphi$	9.92 kW
Puissance dissipée par les éléments chauffants P_{3R}	$P_{3R} = 3 \cdot P_R$	29.7 kW

Choix du contacteur statique et du dissipateur thermique associé

D.2 Effectuer le choix d'un contacteur statique pour ce montage (réseau 3x400V + N)
(Commande en alternatif 230 V)

... / 4

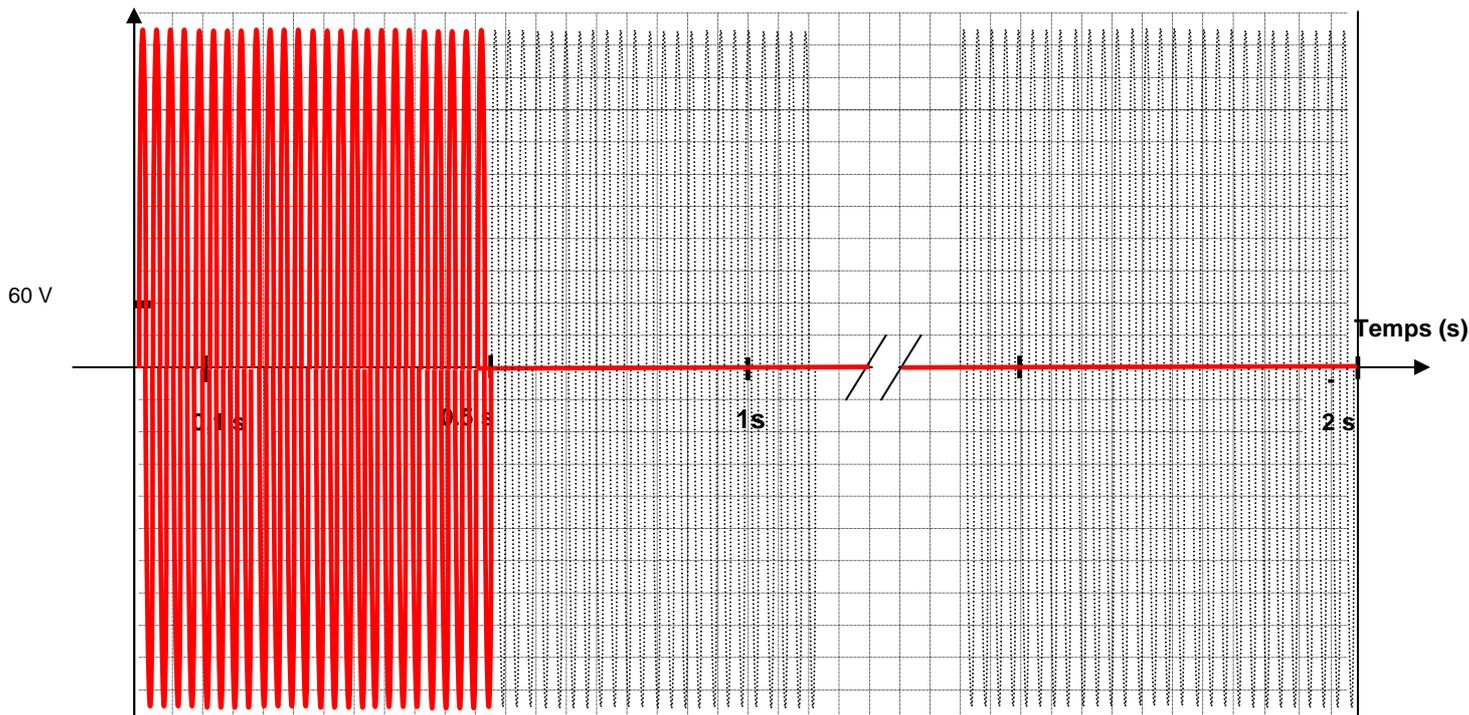
Désignation	GA3
Référence contacteur	84 068 653

Modèle GA3 car il supporte 45 A pour un courant ligne efficace de 43.15 A

Puissance transmise par le contacteur statique en régulation

D.3.1 Représenter la tension de sortie distribuée sur une résistance en fonction du cycle de commande

... / 3



D.3.2 En déduire la puissance transmise à une résistance

... / 2

Cycle de commande	Temps de conduction	Puissance transmise	Nombre de périodes de conduction par cycle de fonctionnement
$\alpha = 0,25$	$t_c = 0,5 \text{ s}$	2,48 kW	25

Etalonnage de la sonde de température PT100

D.4.1 Contrôle de l'étalonnage de la sonde préalablement à la mise en service : ... / 8

Calculer les valeurs de résistance de la sonde en fonction des données ci-dessous (tolérance constructeur : +/- 0,4°C)

Température	Formule	Valeur de la résistance
T = 0° C	R = 100 + (0.385 x 100)	R = 100 Ω
T = 100° C		R = 138.5 Ω

A 20°C , on a mesuré une valeur de résistance de PT 100 de 108 Ω.

Valeur théorique de la résistance à 20°C	Valeur mesurée de la résistance à 20°C	Valeur de la tolérance (calculée en Ω)
R = 107.7 Ω	R = 108 Ω	ΔR = 0.154 Ω

D.4.2 Justifier la conformité (ou la non conformité) de la valeur de la sonde : ... / 2

Conforme

Non conforme

L'écart entre la valeur réelle et la valeur mesurée est supérieure à la tolérance constructeur , donc la sonde est non conforme.

Contrôle et réglage de la boucle de régulation en mode proportionnel

D.5.1 Déterminer les valeurs remarquables de cette régulation

... / 3

Valeur de la température de consigne :	70°C
Valeur de la bande proportionnelle Bp :	40°C
Valeur de température d'entrée dans la bande proportionnelle :	30°C

D.5.2 Compléter le tableau de puissance en fonction du cycle de commande appliqué au contacteur statique

... / 4

Point de fonctionnement	A	B	C	D	E
Pourcentage de la réponse	100 %	75%	50%	30%	0%
Puissance fournie	10kW	7,5 kW	5 kW	3 kW	0 kW
Cycle de commande α	1	0,75	0,5	0,3	0

D.5.3 Calculer la valeur du gain dans notre réglage actuel

... / 1

- Gain K = 2.5

D.5.4 Déterminer la valeur du paramètre Xp à saisir sur le régulateur pour obtenir le nouveau gain souhaité :

... / 1

- Xp = $100 / 3 = 33.3$

D.5.5 Que peut-on craindre en augmentant encore le gain ?

... / 1

- « pompage » du système (instabilité) autour de la consigne en raison d'une réaction trop rapide

PARTIE E : GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE DES FOURS

Identifier le câblage réseau

E.1 Compléter le tableau suivant en cochant les bonnes cases

... / 6

	Type de câble		Type de connecteurs utilisés			Type d'information parcourant les conducteurs		
	Câble multifilaire	Câble en cuivre informatique 4 paires torsadées	Faisceau pré-câblé avec prises type HE10	Connecteurs RJ 45	A visser	Information numérique	Information électrique analogique	Information tout ou rien
Réseau A		X		X		X		
Réseau B	X		X					X
Réseau C	X				X		X	

Identifier l'automate modulaire

E.2.1 Déterminer la référence complète de l'automate compatible avec le cahier des charges ... / 4

LMDA 40 D U K

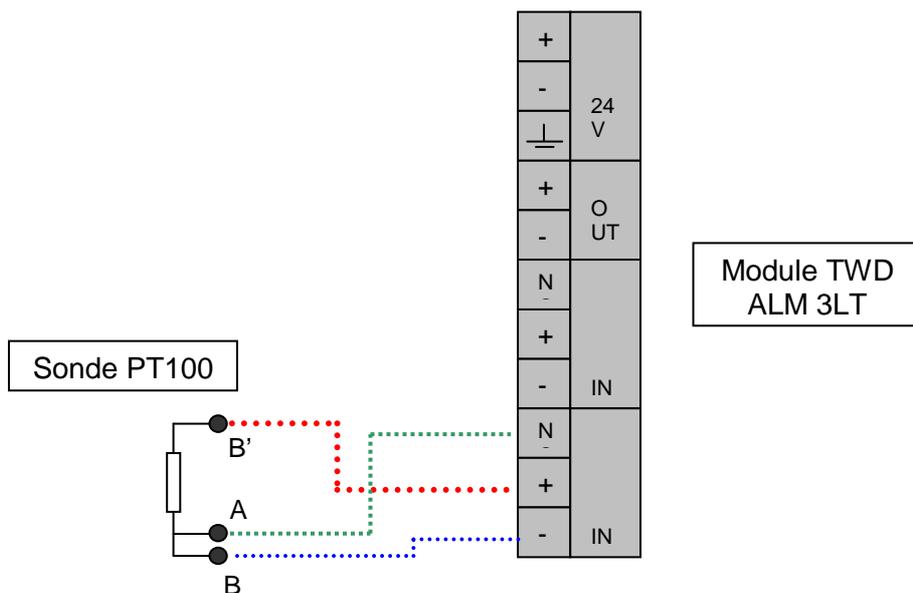
E.2.2 Compléter le tableau de relevé de caractéristiques suivant

... / 5

Type de raccordement des entrées/sorties	Connecteur : HE10
Nombre de modules maximum d'entrées/sorties	7
Nombre de temporisations	128
Tension nominale d'alimentation	24 V DC
Possibilité de régulation PID (oui/non)	Oui

Mise en place du module additif entrée/sortie analogique TWD ALM 3LT

E.3.1 Compléter le schéma de raccordement de la thermosonde Pt100 du four 2 à l'entrée IN 1 du module E/S analogique ... / 9



Mise en place du module interface Ethernet TwidoPort 499 TWD 01100

E.4.1 Le module TwidoPort est-il compatible avec l'automate choisi ? ... / 2

OUI

E.4.2 Justifier la compatibilité du TwidoPort : ... / 4

- Le contrôleur programmable Twido choisi est une version supérieure à 3.0

Partie F : ORGANISATION DU CHANTIER

F-1 Ordonner les tâches et cocher les personnels concernés et les localisations des actions ... / 10
(compter +0,3 points par réponse juste, -0,3 si plus de 2 personnes par tâche, arrondir le total au point supérieur)

	Ordre	Personnel concerné					Localisation		
Devis chantier	2	X					X		
Recette chantier	11	X	X						X
Réunion de suivi de chantier	T	X	X						
Suivi des appels d'offre	1	X					X		
Commande et recette du matériel	3	X			X				
Réunion commission de sécurité	12	X	X						X
Consignation avant travaux	4			X					
Dépose ancienne installation	5		X						X
Pose appareillage	7		X						X
Pose canalisations	6		X						X
Raccordements au tableau principal	8		X						X
Recyclage matériel déposé	T				X		X		
Déconsignation - Mise en service	9	X	X						X
Réglage - paramétrage	10	X	X						X
		Mr Denis, chargé de travaux	Mr Georges, chargé d'intervention responsable chantier	Mr Robert, chargé de consignation	Mr Lucien, magasinier	Mr Jean, opérateur électricien	Bureau d'étude entreprise	Magasin entreprise	Chantier
T = Durant tout le chantier									

PARTIE G : DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN BTA

Identifier le disjoncteur F1

G.1.1 Déterminer le courant en ligne pour les deux fours (Méthode de Boucherot) : ... / 8

Paramètres	Formule	Résultat
Puissance P_{3R} dissipée par les trois éléments chauffants	$P_{3R} = 3 \cdot P_R$	30 kW
Puissance active P_M consommée par le moteur de ventilation	$P_M = P / \eta$	6.1 kW
Puissance réactive Q_M consommée par le moteur de ventilation	$Q_M = P_M \cdot \text{tg } \varphi$	3.78 kVAR
Puissance active totale P_T consommée par un four	$P_T = P_{3R} + P_M$	36.1 kW
Puissance réactive totale Q_T consommée par un four	$Q_T = Q_M$	3.78 kVAR
Puissance apparente totale S_T consommée par un four	$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$	36.29 kVA
$\text{Cos } \varphi$ pour un four	$\text{Cos } \varphi = P_T / S_T$	0.99
Courant en ligne I pour un four	$I = S / (\sqrt{3} \cdot U)$	52.4 A
Courant en ligne I_B pour les deux fours Frimax	$I_B = 2 \cdot I$	104 A

G.1.2 En déduire le calibre du disjoncteur F1 : ... / 3

Calibre : 125 A

G.1.3 Identifier le disjoncteur F1 : ... / 4

Type	NG125N
Courbe	C
Calibre	125 A
Référence	18662

Calculer la section du câble

G.2.1 Identifier les coefficients k et déterminer $I'z$: ... / 10

k1	k2	k3	k	$I'z$
1	0,85	1,08	0,918	136 A

G.2.2 En déduire la section nécessaire : ... / 8

Lettre de sélection	C
$I'z$	136 A

Isolant et nombre de conducteurs chargés	PR3
Section	35 mm ²

Baccalauréat Professionnel Électrotechnique, énergie, équipements communicants

Épreuve : E2

CORRIGE

Durée : 5 heures

Coefficient : 5

Page 15 / 19

G.2.3 Identifier les caractéristiques du câble : ... / 4

Type câble	Référence (conducteurs/section)	Résistance linéique	Chute de tension
U 1000 R2V	4 X 35	0,524 Ω/km	1V/A.km

G.2.4 Vérifier la chute de tension, par calcul, en négligeant la réactance et avec $\cos \varphi = 1$... / 3

Formule	Chute de tension absolue (V)	Chute de tension relative (%)
$\Delta U : I_B \cdot l \cdot \sqrt{3} \cdot R$	4,24 V	1,06 %

par tableau : ... / 2

Chute de tension pour 100 m	Chute de tension pour 45 m
3,3 %	1,48 %

G.2.5 Les résultats sont ils conformes aux spécifications de la norme en vigueur (entourer) ... / 4

oui	non
-----	-----

Justifier cette conformité :

- Les chutes de tensions calculées et données sont inférieures aux valeurs normalisées (8%)

Contrôle de la sélectivité F1/F2

G.3.1 Identifier les caractéristiques du disjoncteur F1 ... / 5

Tension d'emploi	Temps de coupure en court circuit	Calibre	Pouvoir de coupure sous 400 V	Courbe	Courbe de déclenchement (+/- 20%)
500 V CA	< 0.01 s	$I_N = 125 \text{ A}$	25 kA	C (donnée : 1 point)	$I_M = 8 \times I_N = 1000 \text{ A}$

G.3.2 Etude de la sélectivité entre les disjoncteurs F1 et F2 ... / 4

Sélectivité verticale partielle	Sélectivité verticale totale
F1 : s'ouvre	F1 : reste fermé
F2 : s'ouvre	F2 : s'ouvre

G.3.3 Enoncer les ouvertures éventuelles des disjoncteurs F1 et F2 dans ces cas de court-circuit ... / 5

Le Frimax 1 consomme un courant de 750A	Le Frimax 1 consomme un courant de 3000A
F1 : reste fermé	F1 : s'ouvre
F2 : s'ouvre	F2 : s'ouvre

Conclusion (entourer) :

Sélectivité partielle	Sélectivité totale
-----------------------	--------------------

Baccalauréat Professionnel Électrotechnique, énergie, équipements communicants

Épreuve : E2	CORRIGE	Durée : 5 heures	Page 16 / 19
		Coefficient : 5	

PARTIE H : LE CONVOYEUR D'EVACUATION DES PLATEAUX

Identifier les grandeurs électromécaniques nécessaires à la sélection des matériels :

H.1 Calculer les caractéristiques mécaniques du moto-variateur

... / 10

Paramètres	Formule	Résultat
Ω_{PV}	$\Omega \text{ (rad.s}^{-1}\text{)} = v \text{ (m.s}^{-1}\text{)} / r \text{ (m)}$	3.33 rad.s ⁻¹
Ω_{GV}	$\Omega \text{ (rad.s}^{-1}\text{)} = v \text{ (m.s}^{-1}\text{)} / r \text{ (m)}$	6.66 rad.s ⁻¹
n_{pv}	$n \text{ (min}^{-1}\text{)} = 60.\Omega / 2.\pi$	31.8 min ⁻¹
n_{gv}	$n \text{ (min}^{-1}\text{)} = 60.\Omega / 2.\pi$	63.6 min ⁻¹
P_U	$P \text{ (W)} = T \text{ (N.m)} .\Omega_{GV} \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$	233 W

Sélectionner les matériels compatibles

H.2.1 Rechercher les caractéristiques complètes du motoréducteur

... / 5

On négligera le rendement mécanique du motoréducteur.

Paramètre	Valeur
Puissance mécanique	0.25 kW
Vitesse de sortie réducteur	69.2 min ⁻¹
Rapport de réduction	13
Pôles moteur	6 (P=3)
Vitesse d'entrée réducteur	$13 \times n_s = 13 \times 69.2 = 900 \text{ min}^{-1}$

H.2.2 Identifier les caractéristiques électriques du moteur asynchrone triphasé de type LS associé au réducteur

... / 7

Paramètre	Valeur
Puissance mécanique	0.25 kW
Vitesse nominale	915 min ⁻¹
I_n	$I_n \text{ (230V)} = I_n \text{ (400V)} \times \sqrt{3} = 2 \text{ A}$
Cos φ	0,6
Couplage sous 3 x 230V	Triangle
Courant de démarrage I_D sous 230V	$I_D = 2,8 \times I_N = 5,6 \text{ A}$
Rendement	0,55 ou 55 %

H.2.3 Compléter la référence du motoréducteur

... / 6

MVA	S1	M11G-40MI	6P LS 71	0.25 kW – 230V
-----	----	-----------	----------	----------------

H.2.4 Sélectionner le variateur de vitesse adapté (alimentation 230V monophasée)

... / 7

Puissance motoréducteur	Variateur compatible
0.25 kW	ATV – 18U09M2

Baccalauréat Professionnel Électrotechnique, énergie, équipements communicants

Épreuve : E2

CORRIGE

Durée : 5 heures

Coefficient : 5

Page 17 / 19

Réglage des paramètres du variateur

H.3.1 Donner la relation entre fréquence des courants et vitesse de synchronisme du moteur ... / 4

Formule
$f \text{ (hz)} = p \cdot n \text{ (tr.s}^{-1}\text{)}$

H.3.2 Déterminer les fréquences à paramétrer ... / 12

	Vitesse linéaire tapis	Fréquence de rotation tambour	Fréquence de rotation moteur	Fréquence de rotation moteur	Fréquence des courants
Grande vitesse	0,5 m.s ⁻¹	63,6 min ⁻¹	827 min ⁻¹	13,78 s ⁻¹	41.4 Hz
Petite vitesse	0,25 m.s ⁻¹	31,8 min ⁻¹	413 min ⁻¹	6,88 s ⁻¹	20.7 Hz

H.3.3 Identifier les différents codes et valeurs de paramètres du variateur et compléter le tableau ... / 9

Affectation	Code	Valeur	Unité
Tension d'alimentation du variateur	ULn	230	V
Courant thermique moteur	Ith	2	A
Fréquence nominale	FrS	50	Hz
Temps d'accélération	ACC	10	s
Temps de décélération	dEC	5	s
Petite vitesse	LSP	20.7	Hz
Grande vitesse	HSP	41.4	Hz

RECAPITULATIF DU TOTAL DES POINTS

Barème de notation	
Tronc commun	
PARTIE A	30
PARTIE B	20
PARTIE C	10
PARTIE D	40
PARTIE E	30
PARTIE F	10
SOUS TOTAL / 140	140
Approfondissement du champ habitat tertiaire	
PARTIE G	SOUS TOTAL / 60
Approfondissement du champ industriel	
PARTIE H	SOUS TOTAL / 60
TOTAL / 200	200
Note finale sur 20, en points entiers	20