

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

SESSION 2004

ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE

(Durée : U.2)

Étude d'un avant projet

Durée : 4 heures.

Coefficient : 3

Ce sujet comporte : - 1 dossier de travail demandé et documents réponses, de couleur blanche, à rendre avec la copie.

- 1 feuille de réponse technique de couleur verte.

Matériel autorisé : CALCULATRICE

Circulaire 99.180 du 22 novembre 1999 : "Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante."

Chaque candidat ne peut utiliser qu'une seule machine sur table.

En cas de panne, la machine pourra cependant être remplacée.

Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices sont interdits."

ATTENTION

DOSSIER À RENDRE AVEC LA COPIE

BAREME DE CORRECTION

ETUDE	QUESTIONS	PAGES	POINTS
PARTIE A	A1	5/16	/0,5
	A2	5/16	/1,5
	A3	6/16	/3
	A4	6/16	/1,5
	A5	6/16	/1,5
	A6-1	6/16	/1,5
	A6-2	7/16	/1
	A7	7/16	/0,5
	A8	7/16	/0,5
	A9	7/16	/0,5
	A10	7/16	/2
	A11	8/16	/1
	A12	8/16	/4
A13	8/16	/1	
S/T...../20			
PARTIE B	B1	9/16	/5,5
	B2	9/16	/1,5
	B3	9/16	/1
	B4	10/16	/1,5
	B5	10/16	/1
	B6-1	10/16	/1
	B6-2	10/16	/2
	B7	11/16	/2
	B8	11/16	/1,5
B9	11/16	/3	
S/T...../20			
PARTIE C	C1	12/16	/1
	C2	12/16	/2
	C3	12/16	/1
	C4	12/16	/1
	C5	13/16	/1
	C6	13/16	/1,5
	C7	13/16	/1
	C8	13/16	/2
	C9	14/16	/1,5
	C10	14/16	/2
S/T...../14			
PARTIE D	D1	15/16	/1
	D2	15/16	/1
	D3	15/16	/1
	D4	16/16	/2
	D5	16/16	/1
S/T...../6			
TOTAL			/60

NOTE

/20

PARTIE A
INSTALLATION DE LA LIGNE C03.

> L'entreprise désire installer une nouvelle ligne C03 pour répondre au nouveau cahier des charges (boîtes 85g).

> Cette ligne absorbe une puissance électrique totale d'environ 317 kW et il faut s'assurer avant l'installation de celle ci que le transformateur HTA- BTA en tête sera de puissance suffisante pour pouvoir l'alimenter convenablement.

> Le dossier technique page 2/19 indique le schéma de distribution électrique existant de l'usine à partir des deux cellules d'arrivée HTA.

> On relève sur le schéma page 3/19 la puissance de tous les récepteurs existants au T.G.B.T.

Désignation	Puissance active	Cos φ estimé
DEPART MACHINES + C02	350 kW	0,8
COMPRESSEUR	75 kW	0,85
MAKE UP	7 kW	1
DEPART ATELIER MECANIQUE	23 kW	0,8
DEPART Vers BUREAU	100 kW	0,9

A1) En utilisant le document issu de la norme NFC 14-100 page 7/19, déterminer et justifier le coefficient de simultanéité à prendre en compte en raison du nombre de circuit au niveau du T.G.B.T si on installe cette nouvelle ligne C03 :

Coefficient choisi	$K_s = 0,7$
Justification	car il y aura 6 départs

A2) Calculer la puissance active totale à prendre en compte au T.G.B.T si on désire ajouter cette nouvelle ligne C03 :

Formule	$P_{\text{totale}} = (P_{\text{existant}} + P_{\text{nouveau départ}}) \times 0,7$
Application	$(350+75+7+23+100+317) \times 0,7$
Résultat	610,4 kW

A3) Compléter le tableau indiquant la puissance réactive et la tangente φ de chaque récepteur pris individuellement :

Désignation	Puissance active (kW)	Cos φ estimé	Tangente φ	Puissance réactive (kVAR)
DEPART MACHINES + C02	350 kW	0.8	0.75	262.5
COMPRESSEUR	75 kW	0.85	0.619	46.42
MAKE UP	7 kW	1	0	0
DEPART ATELIER MECANIQUE	23 kW	0.8	0.75	17.25
DEPART Vers BUREAU	100 kW	0.9	0.484	48.4
Nouveau départ C03	317 kW	0.8	0.75	237.75

A4) En déduire la puissance réactive totale à prendre en compte au niveau du T.G.B.T :

Formule	$Puissance\ réactive\ totale = (Q_{existent} + Q_{nouveau\ départ}) \times 0.7$
Application	$(262,5 + 46,42 + 17,25 + 48,4 + 237,75) \times 0.7$
Résultat	428 KVAR

► Pour la suite du problème, on prendra les valeurs suivantes :

Puissance active totale PT	Puissance réactive totale QT
600 kW	400 kVAR

A5) Calculer la puissance apparente totale :

Formule	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Application	$= \sqrt{600^2 + 400^2}$
Résultat	721 kVA

A6) On se propose de déterminer le facteur de puissance global de l'installation :

A6.1) Donner la valeur de la tangente φ globale de l'installation :

Formule	$Tan\ \varphi = QT / PT$
---------	--------------------------

Application	$= 400 / 600$
Résultat	0,666

A6.2) En déduire la valeur du cosinus φ de l'installation. Indiquer si cette valeur vous paraît correcte :

Tangente φ	Cosinus φ
0,666	0,832

Commentaires :

La tangente entraînera le paiement de pénalités. Il faut compenser l'énergie réactive.

► En utilisant le dossier technique page 2/19 et 6/19,

A7) Indiquer la puissance normalisée du transformateur nécessaire à l'usine IMPRESS en tenant compte d'une prévision d'extension future de celle-ci de 10 % :

Application numérique	Puissance normalisée Sn
$721 \times 1,1 = 793\ KVA$	800 KVA

A8) Indiquer par une croix si le transformateur existant actuellement peut toujours convenir :

OUI	NON
xxxxxxx	

A9) Parmi les technologies possibles des transformateurs HTA – BTA, indiquer par une croix la technologie du transformateur existant :

	oui	non
Transformateur immergé	xxxxxxx	
Transformateur sec enrobé		xxxxxxxxx

A10) Donner les caractéristiques électriques principales du transformateur existant :

Couplage primaire	Triangle
Couplage secondaire	Etoile
indice horaire	11 heures/ 330 degrés
Tension primaire	20000 V

Tension secondaire à vide entre phases	410 V
Tension secondaire vide entre phase et neutre	237 V
Pertes à vide	1560 W
Tension de court circuit.	4,5 %

► On désire améliorer le facteur de puissance de l'installation et de ramener le $\cos \varphi$ à 0,95 pour ne pas être pénalisé par le distributeur d'énergie. On envisage d'installer des batteries de condensateurs en compensation globale directement au niveau du T.G.B.T plutôt que de les installer en compensation individuelle proche des récepteurs consommant de l'énergie réactive (les moteurs).

A11) Donner les inconvénients liés à l'implantation choisie :

Les câbles de l'installation sont surdimensionnés par rapport à la puissance active demandée car l'énergie réactive parcourt aussi ceux-ci.
Les pertes joules dans les câbles d'alimentation sont plus élevées.

A12) Remplir les cases vides du tableau en indiquant la formule utilisée, l'application numérique et le résultat avec unité :

Transformateur d'alimentation 20000 /400 V
S_n = 800 kVA.

	formule	Application et résultat
Puissance active PT		600 kW
Cos φ de l'installation		0,832
Tangente φ de l'installation		0,666
Puissance réactive QT		400 kVAR
Puissance réactive en franchise si EDF autorise une $\tan \varphi$ égale à 0,4 Q franchise	$Q_{franchise} = P \times \tan \varphi_{edf}$	$600 \times 0,4$ = 240 kVAR
Puissance réactive des batteries de condensateurs à installer pour ne pas être pénalisé. Q _b	$Q_b = Q_{conso} - Q_{franchise}$	$400 - 240$ = 160 kVAR

A13) En utilisant le dossier technique page 5/19, choisir la batterie de condensateurs nécessaire pour une installation ultérieure éventuelle :

Puissance de l'équipement de compensation	Référence catalogue
180 kVAR	52617

PARTIE B DISTRIBUTION BTA

► Le nouveau départ « ligne C03 » alimente une machine de puissance de 317 kW (Dossier technique page 3/19). Celle-ci est installée à 120 mètres du T.G.B.T et on ne dispose que de peu de données précises concernant le cosinus φ ou le rendement des moteurs de la ligne C03 elle-même.

► Les conditions permettent l'application de la norme C15-104 (dossier technique page 8/19 à 13/19). On se propose de dimensionner les sections des conducteurs d'alimentation de cette machine.

B1) Déterminez le courant d'emploi I_b de la machine en complétant les valeurs manquantes ci-dessous. Justifiez vos réponses :

coefficient	Valeur	Justification
a	1.2	la puissance est > à 40 KW
b	0.75	absence de données plus précises
c	1	absence de données plus précises
d	1.2	Recommandé
e	1.4	installation triphasée

Formule	Application	Résultat
$I_b = P_n \times a \times b \times c \times d \times e$	$317 \times 1,2 \times 0,75 \times 1 \times 1,2 \times 1,4$	479 A

B2) Le courant I_b calculé ci-dessus correspond au courant de réglage du disjoncteur D6. En utilisant le dossier technique page 11/19, donner la section des conducteurs de phase et de protection électrique si l'on désire utiliser de l'aluminium :

Section des conducteurs de phase S _{ph}	Section des conducteurs de protection électrique S _{pe}	Justification
Section de 2 x 185 mm ² aluminium par phase	Section de 150 mm ² aluminium pour le conducteur de protection électrique	car le tableau 2B indique un courant d'emploi devant être compris entre 460 et 520 A.

B3) En utilisant le dossier technique page 3/19, 10/19 et 12/19, donner la valeur de la chute de tension entre le T.G.B.T et cette nouvelle ligne C03 :

Câble de Liaison	Coefficient à utiliser	Chute de tension en %
TGBT- ligne C03 2 x 185 mm ² aluminium par phase	0,026	$0,026 \times 120 = 3,12 \%$

B4) Déterminer entre le poste de transformation et l'armoire ligne C03, la chute de tension de totale en pourcentage et en volts :

Liaison	Chute de tension en %
Câble de liaison Transformateur T.G.B.T 3 x 240 mm ² aluminium par phase	1,72%
Câble de liaison TGBT- ligne C03 2 x 185 mm ² aluminium par phase	3,12 %
Chute de tension totale en %	4,84 %
Chute de tension totale en volts	$(400 \times 4,84) / 100 = 19,4 \text{ V}$

B5) Cette valeur est elle acceptable ? Pourquoi ?

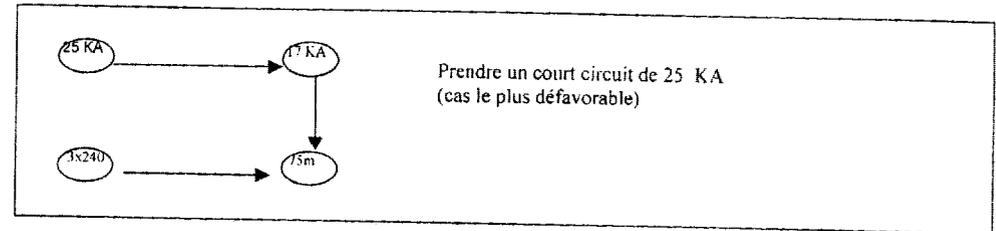
La valeur est correcte car inférieure au 6 % autorisés par la norme UTE C 15-104 en annexe.

B6) Afin de pouvoir effectuer le choix du disjoncteur d'alimentation D6 de cette nouvelle ligne C03, on se propose de calculer le courant de court circuit au niveau de celui ci. Le T.G.B.T étant situé à 75 mètres du poste de transformation.

B6.1) En utilisant le dossier technique page 10/19, donner la valeur du court circuit boulonné (directement au secondaire du transformateur) :

Pour un transfo de 800 kVA, le court circuit boulonné est de 24 kA

B6.2) En déduire le courant de court circuit présumé au niveau du T.G.B.T (Dossier technique page 3/19 et 13/19) :



➤ On suppose pour la suite que le courant d'emploi I_b du disjoncteur D6 est de 482 A. En utilisant le dossier technique page 14/19 à 16/19, effectuer le choix du disjoncteur nécessaire et de son déclencheur sachant que le temps de déclenchement de celui ci ne doit pas être réglable.

B7) Choix du disjoncteur et du déclencheur :

Disjoncteur NS 630 N + déclencheur STR 23 SE car temps de déclenchement non réglable. Le STR 53 préconisé possède un temps de déclenchement réglable.

B8) Donner les fonctions réalisées par le déclencheur électronique :

Protection LR (long retard) donc protection contre les surcharges.
Protection CR (court retard) contre les courts circuits I magnétique à seuil réglable et I à seuil fixe.

B9) En fonction des réponses précédentes, compléter le tableau ci-dessous :

Choix du disjoncteur	NS 630 N
Déclencheur électronique	STR 23 SE
Réglage du I_o	2 possibilités : 0,9 ou 0,8
Réglage du I_r	2 possibilités : 0,85 ou 0,95
Calibre du thermique	$630 \times 0,9 \times 0,85 = 482 \text{ A}$ ou $630 \times 0,8 \times 0,95$
Pouvoir de coupure	45 kA >> 17 kA au point considéré

PARTIE C

**PROTECTION DES PERSONNES
SCHEMA DE LIAISON à LA TERRE**

➤ La section des conducteurs de phase de la liaison Transformateur – T.G.B.T est de 3 x 240 mm² aluminium par phase.

➤ La section des conducteurs de phase de la liaison T.G.B.T – Machine C03 est de 2 x 185 mm² aluminium par phase.

➤➤ La section des conducteurs de protection électrique de la liaison T.G.B.T – Machine C03 est de la moitié de celle des conducteurs de phase.

➤ Il s'agit de vérifier si la protection des personnes est assurée. (Dossier technique 2/19, 3/19, 7/19 et 15/19)

C1) Identifier en fonction du schéma de distribution existant, le type de schéma de liaison à la terre :

I T sur dossier technique page 2/19

C2) Donner la signification des lettres identifiant le type de schéma de liaison à la terre existant :

*Position du neutre de l'alimentation : Isolé ou fortement impédant.
Position des masses métalliques de l'installation : Masses à la terre.*

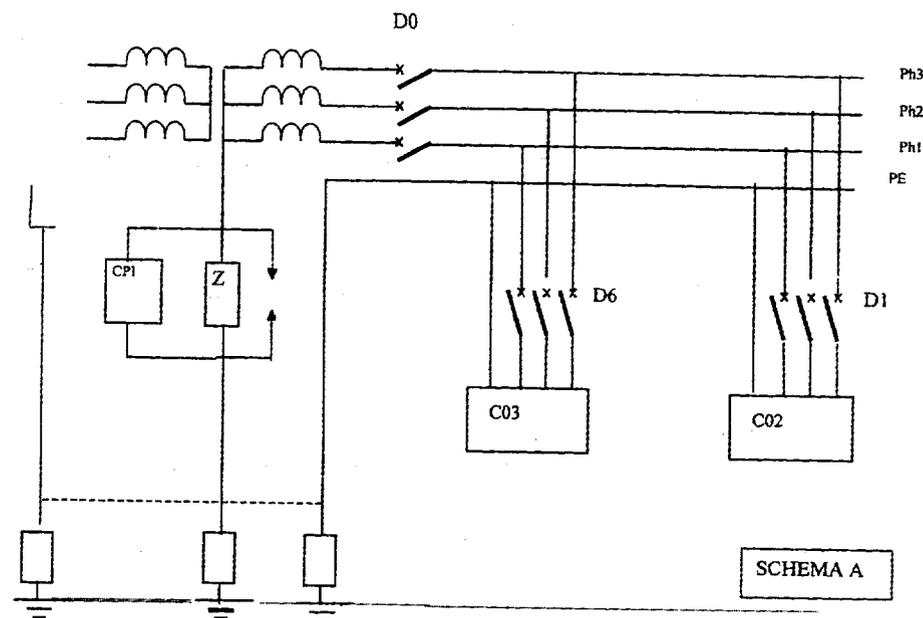
C3) Donner la raison essentielle de la mise en place d'un tel schéma de liaison à la terre :

Continuité de service

C4) Donner les contraintes liées à ce schéma de liaison à la terre :

*Installer un CPI en tête de l'installation.
Avoir un personnel qualifié et capable d'effectuer une recherche de défaut.
Etre propriétaire du transformateur d'alimentation.*

C5) Tracer en la surlignant en **ROUGE**, la boucle de défaut si il se produit un défaut d'isolement entre la phase 1 et une masse métallique au niveau du départ C03 (Schéma A ci-dessous) :



C6) Analyser le comportement des protections en complétant le tableau ci-dessous par des croix :

	oui	non
Court circuit phase neutre		XXXXXXXXXXXX
Court circuit entre phase		XXXXXXXXXXXX
Continuité de service	XXXXXXXXXX	

C7) Que pouvez vous conclure de l'analyse du tableau ci-dessus ?

La continuité de service est assurée et l'usine IMPRESS pour continuer à alimenter en boites de conserves son principal client situé à coté de son site.

C8) Tracer sur le même schéma A ci-dessus, la boucle de défaut en **BLEU**, si il se produit en

plus, un défaut d'isolement sur la phase 3 au niveau du départ C02 existant :

C9) Analyser le comportement des protections en complétant le tableau ci-dessous par des croix :

	oui	non
Court circuit phase neutre		XXXXXXXXXX
Court circuit entre phase	XXXXXXXXXXXX	
Continuité de service		XXXXXXXXXX

C10) Le courant de réglage du dispositif de protection contre les court circuits I_{magN} du disjoncteur D6 est réglé à 8xIb. En utilisant le dossier technique page 3/19 et 7/19, calculer la longueur maximum du câble permettant d'assurer la protection des personnes.

$$L_{max} \ll \frac{0,8 U x S_{ph}}{2 \rho (1 + m) I_{magN}} \ll \frac{0,8 x 400 x 2 x 185}{2 x 0,036 (1 + 2) x 8 x 482} \ll 142 m$$

PARTIE D
MODULE D'ARRET D'URGENCE

> La machine est équipée d'un module d'arrêt d'urgence de type PILZ PNOZ X2 (Dossier technique page 17/19 à 19/19).

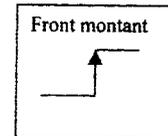
D1) En observant le schéma du dossier technique pages 17/19 et 18/19, indiquer par une croix parmi les schémas préconisés par le constructeur, celui adopté sur la ligne C03 :

Exemple1	Exemple2	Exemple3	Exemple4	Exemple5
	XXXXXXXXXX			

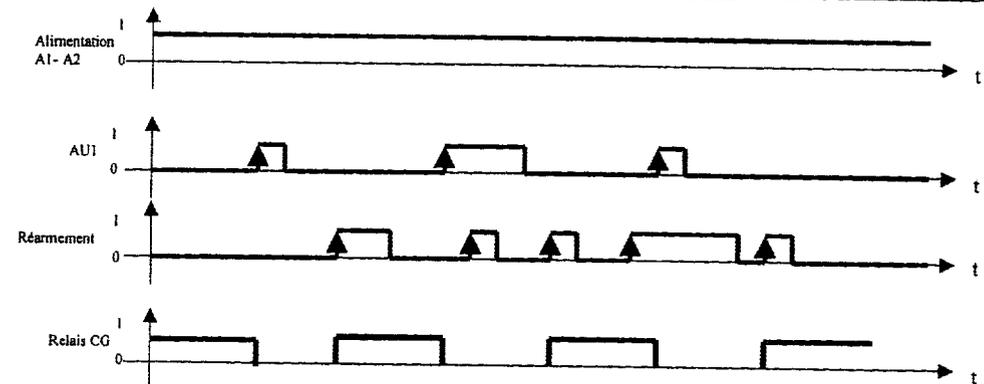
D2) Donner son nom :

ARU de 2 canaux, réarmement manuel auto-contrôlé.

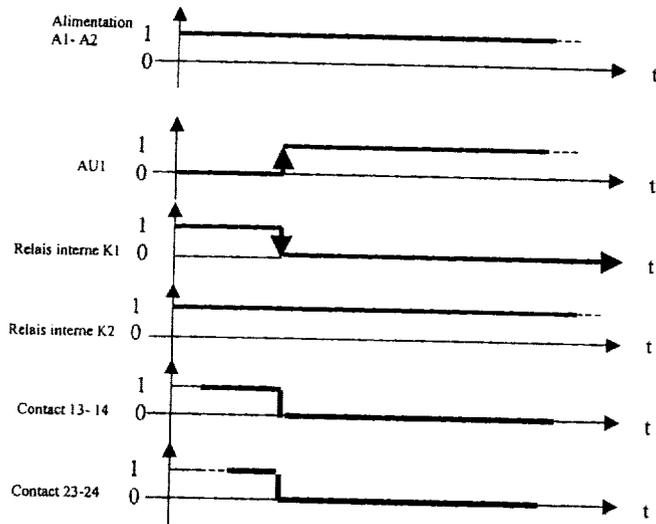
D3) Le relais est câblé conformément au plan du dossier technique page 17/19 et la ligne est en fonctionnement. Compléter le chronogramme indiquant l'état du relais CG : (1 : actionné - 0 : non actionné)



Explication : Le relais CG se décolle après un AU, se recolle après un front montant de réarmement que si l'AU a disparu.



D4) Après un certain temps, un dysfonctionnement apparaît sur un contact du BP AU1.
Compléter le chronogramme en indiquant l'état des contacts 13-14 et 23-24 du RSD :
(1 : actionné - 0 : non actionné)



D5) Nommer le principe de sécurité utilisé ? Indiquer l'intérêt d'avoir un tel système :

- Redondance
- Lorsque 'un défaut sur un BP est détecté par l'un des relais internes les contacts de sécurité s'ouvrent et le réarmement est impossible.