

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**ÉLECTROTECHNIQUE**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Centrale hydroélectrique de la Romanche

**Corrigé**

## **PARTIE A Choix des matériels pour l'alimentation des auxiliaires.**

### **A1. Étude de l'alimentation électrique des auxiliaires de la centrale de production**

Les auxiliaires de la centrale de production comportent les éléments définis dans le tableau figure 5 du dossier technique. On distingue les auxiliaires essentiels qui assurent la sécurité de la centrale et qui doivent être secourus en cas de défaillance du réseau ERDF et les auxiliaires non essentiels dont l'alimentation n'est pas secourue.

Afin de sécuriser l'alimentation et permettre la sélectivité des disjoncteurs on réalisera une sélectivité chronométrique entre QT2 et Q50...Q60 d'une part et entre QGE et Q50...Q60 d'autre part.

**A1.1 Réaliser un tableau**, à partir de la lecture du schéma de la figure 4, qui précise, dans les 2 cas qui suivants, si les appareils QT2, QGE, IV51, IV52 et KMD sont fermés (F) ou ouverts (O) ou peu importe (X):

- cas 1, présence tension au secondaire de T2 ;
- cas 2, absence de tension au secondaire de T2.

QGE et QT2 peuvent être fermés mais aucune information ne permet à ce stade de la lecture de prévoir cela.

<b>Appareil</b>	<b>Cas 1 : présence tension</b>	<b>Cas 2 : absence tension</b>
<b>QT2</b>	<b>F</b>	<b>X</b>
<b>QGE</b>	<b>X</b>	<b>F</b>
<b>IV51</b>	<b>F</b>	<b>O</b>
<b>IV52</b>	<b>O</b>	<b>F</b>
<b>KMD</b>	<b>F</b>	<b>O</b>

**A1.2** En vous aidant des données de la figure 5, **calculer la puissance  $P$**  que devra fournir le groupe électrogène pour alimenter les appareils qui assurent la sécurité de la centrale. Justifier que  $P$  est inférieure à  $S$  avant de conclure que le groupe électrogène est bien dimensionné en puissance.

Additionner les puissances consommées par les auxiliaires essentiels qui sont impérativement secourus. Ils sont protégés par les disjoncteurs Q50...Q55. Nous nommons  $P_{50}$  la puissance consommée par l'appareil protégé par Q50.

$$P = P_{50} + P_{51} + P_{52} + P_{53} + P_{54} + P_{55}$$

$$P = S_{50} \cos \varphi_{50} + S_{51} \cos \varphi_{51} + S_{52} \cos \varphi_{52} + S_{53} \cos \varphi_{53} + S_{54} \cos \varphi_{54} + S_{55} \cos \varphi_{55}$$

$$P = 120 \times 0,85 + 90 \times 0,86 + 25 \times 0,86 + 50 \times 0,85 + 50 \times 0,85 + 90 \times 0,80$$

$$P = 357,9 \text{ kW}$$

Le groupe électrogène sera bien dimensionné en puissance si  $S \approx S_{GE}$  avec  $S < S_{GE}$

Or  $P = S \cos \varphi$  et donc  $P < S$  puisque  $\cos \varphi < 1$

Ainsi  $P < S < S_{GE}$  CQFD.

**A1.3 Calculer** à l'aide des caractéristiques du transformateur T2, **son courant nominal et son courant de court circuit.**

$$I_n = 800 \cdot 10^3 / 1,732 \cdot 410 = \mathbf{1126A}$$

$$I_{cc} = I_n / 0,06 = \mathbf{18775A}$$

**A1.4 Choisir la référence** du disjoncteur QGE dans la gamme NW Schneider. Justifier brièvement votre choix. Réponse sur votre copie.

On donne le courant nominal est de 704 A et le courant de court-circuit a pour valeur 3520 A.

Le disjoncteur doit supporter au moins le courant nominal de 704A qui va le traverser. Il doit avoir un pouvoir de coupure supérieur à la valeur de court-circuit de 3520A. Le courant assigné  $I_n$  de 800 A permet le choix de la première colonne. Le pouvoir de coupure de 42kA est supérieur au courant de court-circuit que peut supporter le groupe électrogène. Référence **NW08 N1- 4P**.

Tableau de choix de QGE

Nombre de pôles	Calibre minimum	Pouvoir de coupure minimum
4	704A donc 800A	3520A donc 42kA
<b>Référence complète</b>	<b>NW08 N1- 4P</b>	

**A1.5** La plage de réglage pour obtenir  $I_r$  est comprise entre 0,4 et 1. **Indiquer**, dans cette plage de réglage, la valeur à choisir pour protéger le circuit de puissance. **Préciser** le type de protection et **justifier** le terme « long retard ». Réponse sur votre copie.

Il faut régler  $I_r$  à la valeur de 704 A. Sachant que  $I_n$  est le calibre du disjoncteur choisi, 800 A, on a

$$\frac{704}{800} = 0,88 \approx 0,9 . I_r \text{ est donc réglé à } 720 \text{ A.}$$

Il faut protéger le circuit de puissance contre les surcharges. Pour éviter des déclenchements intempestifs, un dispositif va permettre le déclenchement au bout d'un temps relativement long par rapport aux autres protections. Un réglage par temporisation permet d'ajuster ce temps.

**A1.6 Indiquer** la valeur de réglage et **justifier** le rôle de la temporisation.

$I_{sd}$  est la valeur du seuil qui permet de repérer un court-circuit non franc (court-circuit « impédant »).  $I_r$  est réglé à 720 A et donc  $\frac{I_{sd}}{I_n} = 3$  . La valeur de réglage est 3. On permet un déclenchement après 0,2 s de façon à assurer une sélectivité avec un disjoncteur aval. Cette protection « court retard » étant prévue pour permettre la sélectivité chronométrique.

## A2. Inverseur de sources

**A2.1** À l'aide de la documentation, **choisir la référence** de l'inverseur de sources et **justifier brièvement** votre choix sur votre copie.

Par lecture directe de l'énoncé qui précise que « *Ce commutateur motorisé devra intégrer la « fonction télécommandée » et permettra la mesure des puissances actives et réactives.* » : **type ATyS 6m**. Le courant nominal qui traverse IV51 est de 1126A (Voir A1.3) : le calibre doit être de 1250A. Le schéma unifilaire du dossier technique page 5/10 indique 4P : **référence ATyS 6m 1250A 4P**

**A2.2** Se reporter au document réponse DR2 en respectant les indications suivantes.

**A2.2.1 Compléter le schéma** en raccordant les éléments de la partie puissance.

Les disjoncteurs et leur repère sont présents. Il n'y a pas d'inversion dans le raccordement des phases et du neutre (entre JDB5, le groupe et T2).

**A2.2.2 Compléter le schéma** pour permettre non seulement de vérifier la présence (ou l'absence) de tension au secondaire de T2 mais également de **mesurer** les puissances fournies par les deux sources de tension.

On alimente la partie commande du « commutateur socomec » en aval du disjoncteur pour éviter de faire une commutation avec QGE ou QT2 ouvert. Les bornes « Power » sont raccordées entre une phase et le neutre. Les trois tensions « voltage sensing » associées aux transformateurs de courant mesurent les puissances.

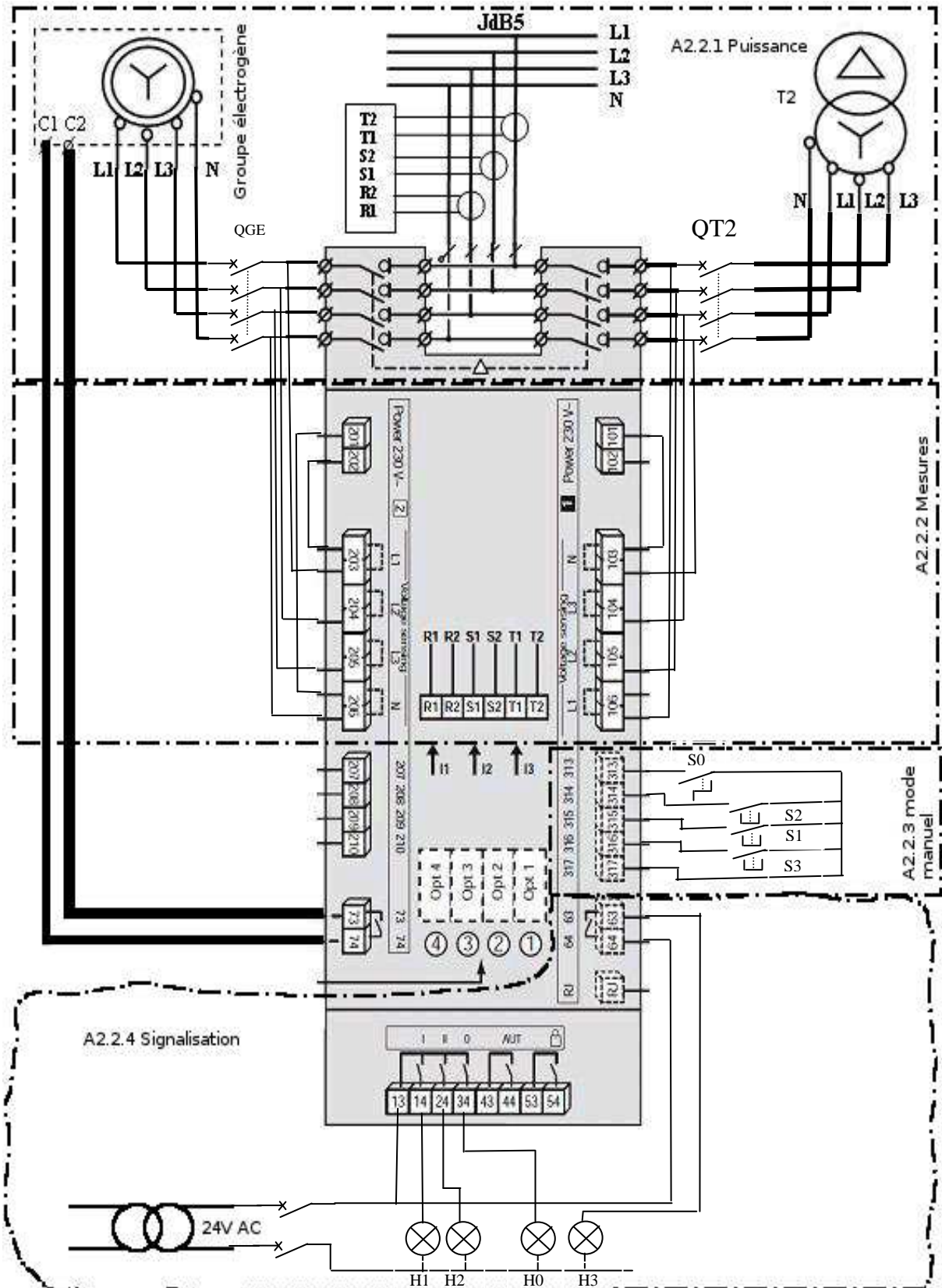
**A2.2.3 Compléter le schéma** pour autoriser le mode manuel : S0 en position fermée autorise la commande manuelle ; une impulsion sur S1 permet l'alimentation du circuit aval par la source 1 ; une impulsion sur S2 permet l'alimentation du circuit aval par la source 2 ; une impulsion sur S3 permet la mise hors-tension du circuit aval.

On peut trouver un complément d'information sur le document ressource page 7. La programmation d'une condition logique du type S0 ET S1 permet l'alimentation du circuit aval par la source 1 (non demandé dans la question).

Les repères S0, S1, S2, S3 doivent être convenablement positionnés sur le schéma (S1 vers borne 315 etc.)

**A2.2.4 Compléter le schéma** pour signaler l'état du commutateur (l'inverseur de sources) par des voyants : ces 4 voyants sont alimentés par un transformateur 230v/24v extérieur, avec une protection par disjoncteur ; le voyant H0 est allumé si le circuit aval est hors tension ; le voyant H1 est allumé si la source 1 alimente le circuit aval ; le voyant H2 est allumé si la source 2 alimente le circuit aval ; le voyant H3 est allumé si un défaut du commutateur est détecté.

Le raccordement est sans erreur et le disjoncteur est présent. L'ordre des voyants est conforme à l'énoncé.



## **PARTIE B Pilotage des pompes « exhaustes »**

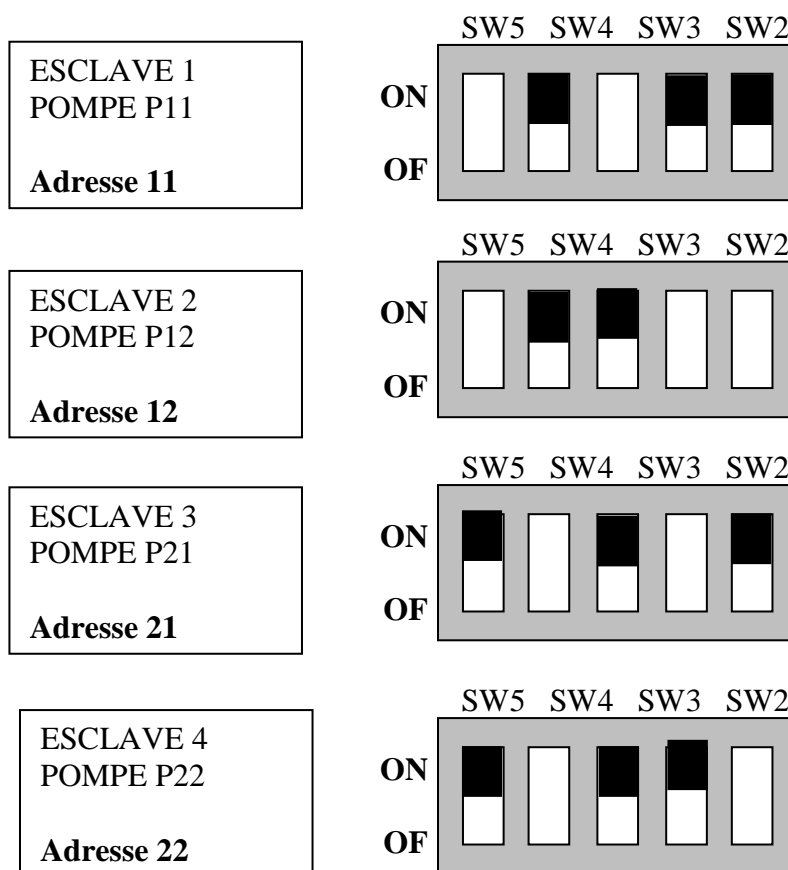
### **B1. Configuration de la communication MODBUS**

**B1.1** Indiquer, sur votre copie, les paramètres de la configuration Modbus de l'API. Justifier brièvement votre réponse.

Les paramètres de la configuration Modbus sont la vitesse de transmission et la parité. La configuration usine des esclaves (LULC033) n'est pas modifiée et est donnée dans le tableau, DT6 page 14/15. Le maître (l'API) doit avoir la même configuration que les esclaves : 19200 bits/s avec parité paire.

Désormais le module LULC033 reconnaît automatiquement (par échange de trames) la vitesse de transmission et la parité du maître. (information non communiquée dans le problème posé).

**B1.2** base 10 vers base 2, soit par exemple,  $(11)_{10}$  s'écrit  $(01011)_2$



## B2. Configuration du réseau Ethernet

**B2.1 Indiquer** sur votre copie, en vous justifiant, le nombre d'interfaces Ethernet que le technicien pourra raccorder à l'IHM.

Le masque est choisi de façon à avoir 3 bits de sous-réseau. Cela conduit à  $2^3$  possibilités. Le sous-réseau 172.16.133.8 est obtenu en faisant un ET logique entre l'adresse 172.16.133.9 et le masque. On ne peut utiliser l'adresse de sous-réseau pour une interface. On ne peut utiliser l'adresse dont les trois derniers bits se terminent par 111 car il s'agit de l'adresse de diffusion (broadcast) pour ce sous-réseau : elle a pour valeur 172.16.133.15. Toutes les adresses de .9 à .14 sont disponibles. **La réponse est 5 interfaces** puisque .9 est déjà utilisée.

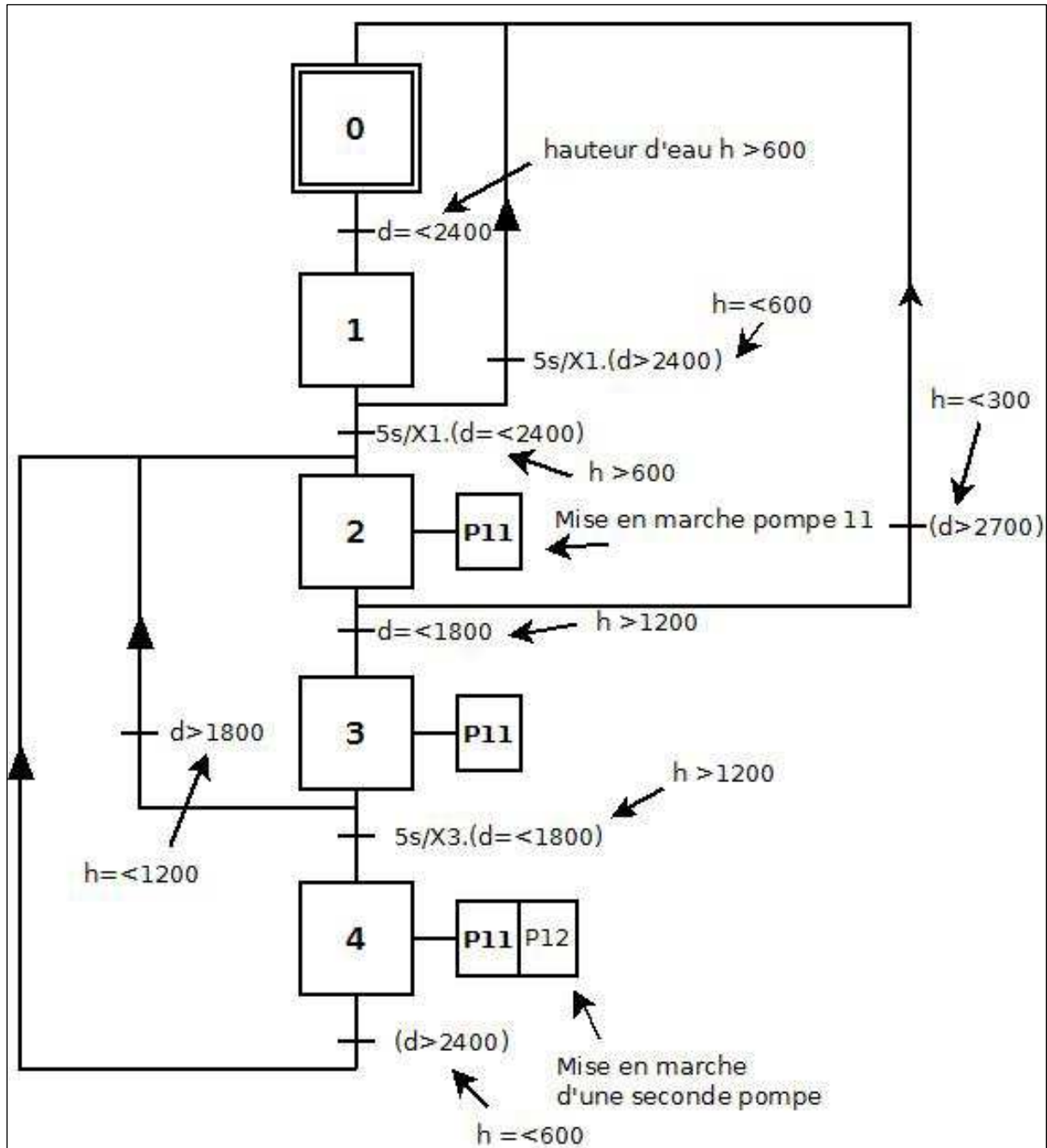
**B2.2** Les trois interfaces de l'API 1, l'API 2 et l'IHM ont le même masque. Indiquer deux adresses IP distinctes pour les API. Réponse sur votre copie.

Deux adresses sont choisies et se terminent par **.10 ou .11 ou .12 ou .13 ou .14**

Equipement	Adresse IP	Masque de sous réseau
Api 1	172 .16.133.10	255.255.255. 248
Api 2	172 .16.133.11	255.255.255. 248
IHM	172 .16.133.9	255.255.255.248

### B3. Gestion des pompes

Compléter et terminer le Grafset, point de vue système, restreint à l'étude de deux pompes.





## **PARTIE C Dégrilleur, optimisation de la prise d'eau**

### **C1. Ligne de pilotage du moteur du tambour MTA**

*Ce moteur est piloté par 2 contacteurs (KMTA1 montée et KMTA2 descente) et sera protégé par un disjoncteur magnétothermique QMTA. Un interrupteur sectionneur Q0 et un contacteur de ligne KL seront placés en début d'installation.*

**C1.1** Calculer la valeur efficace du courant nominal  $I_{MT}$  de ce moteur.  
Réponse sur votre copie.

$$I_{MT} = 18\,500 / 0,8 * 1,732 * 400 * 0,86 = 38,8A$$

**C1.2** Choisir, en vous justifiant, le disjoncteur QMTA parmi les disjoncteurs GV7R. Réponse sur votre copie.

Le disjoncteur pour moteur **triphase** doit protéger un moteur qui absorbe une puissance de **18,5kW** sous une tension entre phases de **400v**. Une seule ligne du tableau convient : GV7RE40. Il faut s'assurer que le disjoncteur pourra couper le circuit (pouvoir de coupure) en cas de court-circuit : le tableau indique que le disjoncteur peut couper 70kA sans détérioration de celui-ci sous la tension de 400V. **Le courant de court-circuit du transformateur est de 11kA, inférieur au pouvoir de coupure du disjoncteur.** Enfin la plage de réglage, entre **25 et 40 A**, du déclencheur thermique permettra d'ajuster la valeur en fonction de  $I_{MT}$ . **La référence GV7RE40 est retenue.**

**C1.3** Proposer un réglage de la protection thermique pour ce disjoncteur.  
Réponse sur votre copie.

Il faut régler le déclencheur thermique sur une valeur égale au courant nominal  $I_{MT}$ .  
Le réglage retenu est à 39A.

**C1.4** Compléter le schéma de puissance du moteur de tambour sur le document réponse DR4. Voir plus loin.

Deux contacteurs avec verrouillage mécanique permettent l'inversion du sens de marche. Un disjoncteur est inséré en aval du contacteur de ligne et les contacteurs. Un relais thermique est représenté et le conducteur PE est raccordé à la carcasse du moteur.

## C2. Ligne de pilotage des moteurs de translation MTR.

Ces 2 moteurs triphasés sont pilotés par variateurs et contacteurs et protégés par disjoncteurs.

**C2.1 Choisir les références possibles des variateurs de vitesse** dans la gamme ATV 312 Schneider. **Justifier brièvement** vos réponses sur votre copie.

Rien n'est spécifié quant à un choix d'un moteur monophasé ou triphasé. L'introduction partie C du dossier questionnement indique que le neutre est disponible.

Une alimentation sous 400v entre phases ou 230v entre phase et neutre est donc envisageable. La puissance absorbée de 2,2kW est l'autre critère de choix.

**ATV312HU22M2** pour MAS 2,2 kW en alimentation monophasée 230V peut être retenu

ou

**ATV312HU22N4** pour MAS 2,2 kW en alimentation triphasée 400V

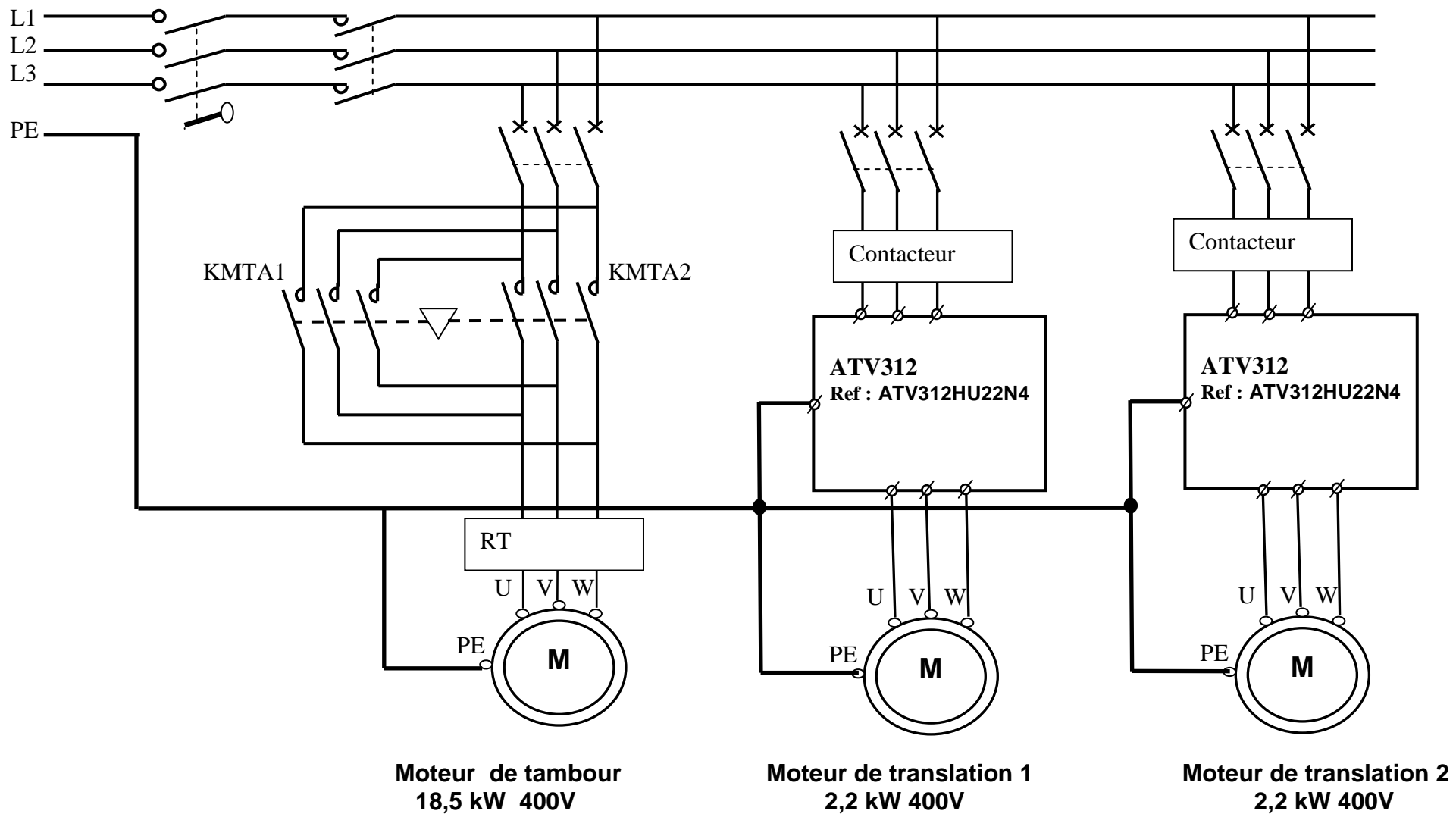
**C2.2** En fonction de votre choix en C2.1, **compléter le schéma de puissance** de raccordement des moteurs de translation sur le document réponse DR4.

Le schéma doit faire apparaître la référence choisie pour les variateurs retenus et en adéquation avec le choix sur le schéma (monophasé ou triphasé). Il n'y a pas de consignes : un disjoncteur et un contacteur sont nécessaires. Les symboles du moteur, disjoncteur et contacteur sont représentés raccordés sans erreur à l'alimentation. Le(s) moteur(s) et donc le symbole associé est triphasé.

**C2.3 Choisir**, en vous justifiant, **la référence du codeur** incrémental associé au déplacement du dégrilleur. Ce codeur, voir DT3, sera accouplé directement à la roue de mesure RX200. Soumis à un environnement sévère il devra être protégé contre la pénétration de poussière et les projections d'eau. La résolution du codeur sera calculée pour obtenir une précision minimum de 0,5° sur l'axe du codeur. Préciser plusieurs références si cela est nécessaire. Réponse sur votre copie.

Le codeur doit avoir **un axe de diamètre 6** pour l'accouplement à la roue de mesure. Un axe plein permettra le serrage sur la roue par la vis M4. Les contraintes d'environnement nécessitent de choisir un indice de protection **IP62** : la troisième colonne de « codeurs sur DT3 » est retenue.

Une précision minimum de 0,5° (par rapport à 360°) nécessite 720 points/tr ou encore une **résolution minimum** de **720**. Aucune indication sur l'étage de sortie. Deux références peuvent être retenues : **XCC1506PS10X** ou **XCC1506PS10Y**.



# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

### *Centrale hydroélectrique de la Romanche*

### **BARÈME**

Barème		
Questions	Difficulté-Longueur	points
A1.1	**	2
A1.2	**	2
A1.3	*	1
A1.4	**	2
A1.5	**	2
A1.6	**	2
A2.1	*	1
A2.2.1	*	1
A2.2.2	**	2
A2.2.3	*	1
A2.2.4	*	1
<b>Total partie A</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
B1.1	**	2
B1.2	**	2
B2.1	**	2
B2.2	**	2
B3	****	4
<b>Total partie B</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
C1.1	*	1
C1.2	**	2
C1.3	*	1
C1.4	*	1
C2.1	**	2
C2.2	**	2
C2.3	**	2
<b>Total partie C</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
<b>Total parties</b>		<b>40</b>

Temps conseillé :

Partie A : 1h40

Partie B : 1h10

Partie C : 1h10

BTS ELECTROTECHNIQUE- BAREME		Session 2014
EPREUVE E.4.2 : Etude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 14PO-EQCIN-C	Page 1/1