

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

Épreuve E4.2

ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE INDUSTRIEL CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

SESSION 2014

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé : calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16/11/99. L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- Le candidat répondra sur les documents-réponses et sur feuilles de copie.
- Les documents-réponses sont à rendre agrafés au bas d'une copie.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte **quatre dossiers** :

- le **dossier technique** se compose de 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10 ;
- le **dossier questionnaire** se compose de 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8 ;
- le **dossier réponses** se compose de 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5 ;
- le **dossier ressources** se compose de 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le (la) correcteur (trice) attend des phrases construites respectant la syntaxe de la langue française. Chaque réponse sera clairement précédée du numéro de la question à laquelle elle se rapporte.

Les notations du texte seront scrupuleusement respectées.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE	Session 2014
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation	Code : 14PO-EQCIN

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Centrale hydroélectrique de la Romanche

DOSSIER QUESTIONNEMENT

- Le questionnaire comporte 3 parties :
 - **partie A** Choix des matériels pour l'alimentation des auxiliaires ;
 - **partie B** Pilotage des pompes « exhaures » ;
 - **partie C** Dégrilleur, optimisation de la prise d'eau.
- Les trois parties sont indépendantes.

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

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier technique p4, p5
- Dossier ressources disjoncteurs DT1

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

Les pages 4 et 5 du dossier technique précisent les éléments qui suivent : 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.

Les réponses de la partie A1 seront données sur votre copie.

A1.1 Concevoir un tableau qui indique si les appareils QT2, QGE, IV51, IV52 et KMD sont fermés (F) ou ouverts (O) ou peu importe (X) dans les 2 cas suivants :

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

La puissance apparente S_{GE} du groupe électrogène, voir figure 4 du dossier technique, est de 500kVA. Ce groupe électrogène doit permettre l'alimentation des appareils qui assurent la sécurité de la centrale. Nous nommons S , la puissance apparente totale absorbée par les appareils. Nous savons que les puissances apparentes de chaque appareil ne peuvent s'ajouter algébriquement contrairement à P , la puissance active.

A1.2 En vous aidant des données de la figure 5 du dossier technique, **calculer la puissance P** que devra fournir le groupe électrogène pour alimenter les appareils qui assurent la sécurité de la centrale. Justifier que le groupe électrogène, avec 500kVA, est bien dimensionné en puissance.

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

Le calcul d'A1.3 permet de choisir le disjoncteur QT2. La démarche étant identique, nous allons uniquement rechercher la référence du disjoncteur QGE et de son unité de contrôle : le groupe électrogène fournit un courant nominal de 704 A et le courant de court-circuit a pour valeur 3520 A.

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

Une unité de contrôle assure la protection du circuit de puissance du disjoncteur QGE. Le choix se porte sur le « Micrologic 5.0 » qui permet une sélectivité chronométrique sur court-circuit en intégrant un « court retard ».

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 ».

Une seconde protection « instantanée » protège le réseau contre les courts-circuits francs et une plage comprise entre 2 et 15 permet de régler un seuil noté I_i (ce réglage ne fait pas l'objet d'une question).

Enfin, la troisième protection se nomme « court retard ». Une plage de réglage comprise entre 1,5 et 10 permet d'ajuster un seuil noté I_{sd} .

On effectue un réglage de façon que l'unité de contrôle assure le déclenchement du disjoncteur au bout de 0,2 seconde si un courant de défaut de valeur 2160 A circule dans les fils de phase.

A1.6 **Indiquer** la valeur de réglage pour la protection « court retard » et **justifier** le rôle de la temporisation.

A2. Inverseur de sources

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier technique p5
- Dossier ressources DT2
- Dossier réponses : document réponse DR1

L'inverseur de sources (nommé également commutateur) IV51-IV52 permet la commutation automatique entre la **source 1** (fonctionnement normale par T2) et la **source 2** (secours par le groupe électrogène) ou encore la mise hors tension du circuit aval. Ce commutateur motorisé devra intégrer la « fonction télécommandée » et permettra la mesure des puissances actives et réactives.

L'inverseur de sources sera commandé en mode manuel à l'aide d'un interrupteur S0 et de 3 boutons poussoirs S1, S2 et S3 munis respectivement de deux contacts normalement ouvert (NO) et normalement fermé (NF). On veut aussi pouvoir démarrer le groupe électrogène **en mode manuel**. La **signalisation** des états sera réalisée par voyants.

A2.1 **Choisir la référence** (le type, le calibre, le nombre de pôles) de l'inverseur de sources et **justifier brièvement** votre choix sur votre copie.

A2.2 Se reporter au document réponse DR1 en respectant les indications suivantes.

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

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.

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.

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. La protection est assurée par un 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.

PARTIE B Pilotage des pompes « exhaures »

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier technique p6, p7
- Dossier ressources DT6
- Dossier réponses : documents réponse DR2 et DR3.

L'inondation est le principal danger pour la centrale. Quatre pompes placées dans chaque puits (voir dossier technique) au point le plus bas de la centrale doivent assurer l'évacuation des eaux vers l'aval en cas de fuites.

On s'intéresse dans cette partie au pilotage des pompes.

B1. Configuration de la communication MODBUS

Chaque pompe est alimentée par un démarreur contrôleur « Tesys U » qui assure principalement les fonctions de protection et de commande de la pompe. Un module de communication LULC033 a été ajouté à chaque « Tesys U » pour échanger des données avec l'automate programmable (API). La communication par le protocole Modbus est retenue et la « configuration usine » des modules de communication LULC033 n'a pas été modifiée.

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

B1.2 Chaque commutateur DIP est composé de 5 « Switchs » permettant 32 possibilités d'adressage. En observant les exemples dans DT6, **compléter** le document réponse DR2 afin de configurer les adresses suivantes : l'esclave 1 reçoit l'adresse 11 ; l'esclave 2 reçoit l'adresse 12 ; l'esclave 3 reçoit l'adresse 21 ; l'esclave 4 reçoit l'adresse 22.

*Le technicien, voir dossier technique, peut vérifier à distance la configuration des 2 automates grâce à l'interface homme machine (IHM). La communication utilise le protocole Ethernet. Il a attribué l'adresse **172.16.133.9** à l'interface IHM et associé le masque 255.255.255.248.*

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.

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.

Les pompes sont groupées par 4 dans 2 « puits exhaure ». On s'intéresse au « puits exhaure nord ». Il est équipé des pompes P11, P12, P21, P22. On rappelle, voir dossier technique, qu'un détecteur à ultra-son permet de connaître la hauteur d'eau dans le puits. Cette valeur analogique est ensuite convertie, au sein de l'API, en une **valeur numérique** que nous notons **d** par la suite. Attention, voir dossier technique, on a la relation $d=3000-h$. On donne $h_0=300$ cm, $h_1=600$ cm, $h_2=1200$ cm et $h_3=1800$ cm.

B3. Gestion des pompes

Compléter et terminer le Grafcet débuté sur le document réponse DR3, point de vue système, restreint à l'étude de deux pompes. Le fonctionnement est décrit ci-après :

- lorsque la hauteur d'eau atteint 600 cm pendant un temps supérieur à 5 secondes, la pompe P11 se met en marche ;
- si le niveau continue de monter et atteint 1200 cm pendant plus de 5 secondes, la pompe P12 se met aussi en marche ;
- si le niveau descend en dessous de 300 cm, la pompe P11 est arrêtée ;
- lorsque les 2 pompes sont en marche, on a un arrêt de P12 si le niveau descend en dessous de 600 cm, puis l'arrêt de P11 si le niveau arrive en dessous de 300 cm.

PARTIE C Dégriateur, optimisation de la prise d'eau

Documents nécessaires à cette partie :

- *Dossier technique p8, p9, p10*
- *Dossier ressources DT3 DT4 DT5*
- *Dossier réponses : document réponse DR4*

*Le dégrilleur permet de nettoyer les grilles de prise d'eau afin de maintenir un débit suffisant dans la galerie puis dans la conduite forcée qui alimente l'usine. Il est équipé de moteurs asynchrones, de capteurs et d'un automate programmable Schneider TSX37. Nous étudions le moteur de tambour **MTA** qui assure la montée/descente des crochets et les 2 moteurs de translation **MTR** qui permettent le déplacement avant arrière de cet équipement.*

L'ensemble est alimenté par un transformateur 20kV/400V, 315kVA dont le courant de court-circuit est 11kA. Son secondaire est couplé en étoile et un neutre est disponible.

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 à fusibles 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.

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

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

C1.4 Compléter le schéma de puissance du moteur de tambour sur le document réponse DR4.

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.

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.

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.