

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE
--

Épreuve E4.2

ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE INDUSTRIEL
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

SESSION 2012

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 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8 ;
- le **dossier questionnement** se compose de 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10 ;
- les **documents-réponses** se composent de 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7 ;
- le **dossier ressources** se compose de 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18.

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 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2012

ÉPREUVE E4.2

Refuge des Oulettes de Gaube



DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 4 parties :

- Partie 1 : choix de la picocentrale de production, étude du fonctionnement et automatisation.
- Partie 2 : étude économique de la rentabilité de la picocentrale.
- Partie 3 : étude et complément du programme d'automatisme.
- Partie 4 : système de Sécurité Incendie.

Les quatre parties sont indépendantes, mais il est conseillé de les traiter dans l'ordre.

Il est impératif de lire au préalable la présentation générale du dossier technique.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 1/10

Partie 1 : choix de la picocentrale, étude du fonctionnement et automatisation

Documents nécessaires à cette partie :

- 📁 dossier technique pages 2 à 4 ;
- 📁 dossier ressources pages 2 à 7 et 9 à 10 ;
- 📁 document réponses pages 2 et 3.

La picocentrale hydraulique est à choisir chez le fabricant IREM dans la gamme ECOWATT (page 2 du dossier ressources).

L'étude préalable a permis de déterminer les grandeurs suivantes :

- débit : $9,4 \text{ l.s}^{-1}$;
- hauteur de chute 71 m.

- 1.1 En déduire la référence de la picocentrale à utiliser pour ce projet.
- 1.2 Quelle va être la puissance électrique produite ?

Dans cette installation la puissance produite par la centrale choisie ne pourra jamais excéder 6,5 kW.

- 1.3 En déduire la référence du tableau de contrôle (page 4 du dossier ressources).

Comme cela est expliqué dans la documentation du constructeur (voir pages 2 à 4 du document ressources), cette picocentrale hydraulique doit toujours fournir la puissance produite dans des récepteurs, pour cela il est prévu dans le système ECOWATT un système de gestion qui pilote les récepteurs à utiliser. Chaque récepteur est alors associé à un régulateur.

La documentation est celle fournie en langue française par le fabricant italien. Elle peut contenir quelques imperfections, mais les principes généraux restent justes.

Pour la suite de notre étude, nous allons prendre comme valeur de production de la picocentrale une puissance constante de 4,5 kW.

Les différents circuits alimentés sont donnés par le schéma unifilaire figure 2 du dossier technique (page 5). La référence ECOWATT de chacun de ces régulateurs/récepteurs est :

- chauffage d'eau chaude (ECS) RMP 2000/B ;
- chauffages par convecteur RMP 2000/A ;
- résistance ballast sécurité Pelton RMP10000/B.

La description des régulateur/récepteurs est donnée page 5 du dossier ressources.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 2/10

À noter que la partie « Autres utilisations », est toujours alimentée et que la ligne « résistance ballast sécurité Pelton » n'est alimentée qu'en cas de défauts sur les autres départs.

Le choix des priorités réalisé par l'installateur est le suivant (du récepteur plus prioritaire au moins prioritaire) :

- ECS ;
- chauffage étage ;
- chauffage RdC ;
- chauffage gardien.

Cet ordre de priorité est non modifiable.

- 1.4 Pour les différents cas de fonctionnement donnés ci-dessous, compléter le tableau sur le document réponses page 2. Il faut :
- définir quels sont les récepteurs alimentés et avec quelle puissance ;
 - calculer le nombre de gradins nécessaires afin d'arriver au plus proche de l'équilibre entre puissance consommée et puissance produite.

Cas 1 : Les réponses qui correspondent à ce cas sont données sur le document réponses.

- Les autres utilisations : éclairage, lavage consomment 900 W.
- La production d'eau chaude est nécessaire.

Cas 2 :

- Les autres utilisations : éclairage, lavage, froid consomment toujours 900 W.
- La production d'eau chaude n'est plus nécessaire (le thermostat a détecté que l'eau était assez chaude).

Cas 3 :

- Le gardien a mis en route une machine à laver. Les autres utilisations : éclairage, lavage, froid passent à 2 400 W.
- La production d'eau chaude n'est toujours pas nécessaire.

Cas 4 :

- Le cycle de la machine à laver est terminé. Les autres utilisations passent à 900 W.
- La production d'eau chaude n'est toujours pas nécessaire.
- Le gardien estimant que la chaleur du dortoir de l'étage est suffisante, ouvre le disjoncteur alimentant cette ligne.

- 1.5 Dans quel cas le gardien peut-il espérer chauffer son local ?

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 3/10

La solution proposée par la société IREM n'étant pas programmable, il faut installer un automatisme afin de répartir l'énergie disponible sur les 3 circuits de chauffage (étage, RdC, gardien).

La solution retenue consiste à piloter des contacteurs via un automate programmable de type Zelio (Schneider Electric) sur lequel l'opérateur va choisir la ou les lignes qu'il alimente ou qu'il coupe.

Ce fonctionnement va être automatisé d'après le cahier des charges suivant :

- alimentation du matériel : 230 VAC – 50 Hz ;
- le gardien, doit pouvoir, depuis la face avant de l'automate, choisir le mode manuel « MANU » ou le mode automatique « AUTO » ;
- en mode « AUTO », le pilotage des lignes de chauffage doit suivre le déroulement suivant :
 - phase 1 : RdC + Gardien ;
 - phase 2 : Étage + Gardien ;
 - phase 3 : Gardien ;
 - retour à la phase 1.
- la durée de chaque phase est d'une heure.
- en mode « MANU », le gardien peut forcer en marche ou arrêt chacun des départs. Si, lors d'une demande de forçage à l'arrêt d'un départ, les autres sont déjà à l'arrêt, il faut avertir l'utilisateur : « ATTENTION : Tous les chauffages sont arrêtés ».
- le chauffage de l'eau (ECS) est toujours prioritaire.

L'organigramme du programme d'automatisme est donné par la figure 3, page 6 du dossier technique.

Définition de la fonction des boutons en façade du Zelio

Bouton Zelio	Fonction
z1	AUTO / MANU
z2	Ouverture / Fermeture chauffage Étage
z3	Ouverture / Fermeture chauffage RdC
z4	Ouverture / Fermeture chauffage Gardien

Choix des contacteurs

Tous les départs chauffage font la même puissance, voir dossier technique figure 2, page 5.

Il faut choisir une commande manuelle seulement si le prix n'excède pas 10% par rapport à un contacteur sans commande manuelle.

- 1.6 Choisir les contacteurs dans le dossier ressources pages 6 et 7. Donner leur référence en détaillant votre démarche de choix.

Choix de l'automate

L'automate choisi est un Zelio de marque Schneider Electric. Il faut qu'il soit alimenté en 230 V alternatif. Ces entrées TOR doivent, elles aussi, supporter le 230 V alternatif.

- 1.7 Comptabiliser les entrées et sorties nécessaires puis choisir l'automate dans le dossier ressources page 9. Donner sa référence en la justifiant.

Vous disposez du schéma unifilaire donné figure 2, page 5 du dossier technique ainsi que des schémas de câblage préconisés par le constructeur page 10 du dossier ressources.

- 1.8 Compléter, sur le document réponses page 3, le schéma d'interconnexion de l'automate et des contacteurs moteurs. Toutes les protections contre les surintensités doivent être réalisées avec des disjoncteurs.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 5/10

Partie 2 : Étude économique

Documents nécessaires à cette partie :

- 📁 document réponses page 4 ;
- 📁 dossier ressources page 8.

Tous les prix sont donnés TTC.

Bilan économique et écologique du système sur une saison

Au cours de la première année, malgré le manque d'eau en début et fin de saison, la picocentrale a produit de l'énergie électrique pendant 125 jours.

Le reste du temps, le gardien du refuge utilise, en plus des panneaux photovoltaïques, un groupe électrogène dont les caractéristiques sont données en page 8 du dossier ressources.

Il s'agit d'estimer les économies d'énergie réalisées grâce à l'utilisation de la picocentrale. En effet, sans cette énergie renouvelable et gratuite, il aurait fallu utiliser :

- *le gazole du groupe électrogène afin de produire l'énergie électrique nécessaire aux groupes froids, à la machine à laver le linge, à l'éclairage et à la ventilation de la cuisine (hotte aspirante).*
- *le gaz propane pour chauffer l'eau.*

Données générales :

- *une rotation d'hélicoptère coûte 960,00 € ;*
- *l'installation de la picocentrale et de ses branchements coûte : 38 000,00 € ;*
- *un litre de gazole coûte : 1,30 € ;*
- *la recharge d'une bouteille de propane de 35 kg coûte : 79,70 €.*

Tous les calculs et les réponses sont à porter sur la page 4 du document réponses.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 6/10

2.1 Prix de revient équivalent à la production d'électricité

L'utilisation de l'énergie électrique pour une journée typique est la suivante :

Appareils		Puissance en W	Fonctionnement typique
Groupe froid	Réfrigérateurs	220	6 heures
	Congélateurs	120	4 heures
	Armoire réfrigérée	200	4 heures
Machine à laver le linge		2 000	1 heure 30
Éclairage		1 120	6 heures
Hotte		400	4 heures

Il s'agit de calculer ce qu'aurait coûté la production de cette énergie électrique si elle avait été produite avec le groupe électrogène.

2.1.1. Calculer l'énergie électrique totale nécessaire pour une journée typique.

2.1.2. Calculer le nombre d'heures de fonctionnement à puissance continue nécessaires au groupe électrogène pour générer cette énergie.

À cette altitude, il faut considérer que la consommation d'un groupe électrogène est 20% supérieure à celle correspondant à une utilisation au niveau de la mer.

2.1.3. D'après les caractéristiques du groupe électrogène, calculer la consommation horaire de gazole en altitude.

2.1.4. Calculer la quantité de gazole correspondant aux 125 jours de production annuelle d'électricité par la picocentrale.

Le transport du gazole demanderait 2 rotations d'hélicoptère.

2.1.5. Calculer le prix de revient correspondant à la consommation annuelle de gazole.

2.2 Prix de revient équivalent à la production d'eau chaude

Pendant toute la durée où l'eau est disponible (125 jours), le chauffage de l'eau est réalisé par l'énergie électrique fournie par la picocentrale. En absence d'énergie électrique l'eau est chauffée par des brûleurs fonctionnant au gaz propane.

Il faut un ballon d'eau chaude de 200 litres par jour pour les besoins du gardien : lavage en cuisine et toilettes du personnel. Il faut en moyenne 6 heures 30 minutes de chauffe avec la résistance de 2 kW pour porter cette quantité d'eau à la température de 60°C.

2.2.1. Calculer la quantité d'énergie électrique fournie par la picocentrale pour chauffer l'eau pendant les 125 jours de fonctionnement.

Le propane possède une équivalence électrique de 13 880 kWh par tonne.

2.2.2. Calculer la quantité de propane qui faudrait pour produire l'eau chaude.

Le propane est disponible en bouteille de 35 kg. Cette valeur correspond à la quantité de gaz disponible dans une bouteille après recharge.

2.2.3. Calculer le nombre de bouteilles nécessaires.

Le reste de la bouteille sera utilisé soit pour la cuisine soit l'année suivante. Le transport de ces bouteilles demanderait 1 rotation d'hélicoptère.

2.2.4. Calculer le prix de revient correspondant à la consommation annuelle de gaz.

2.3 Bilan économique

2.3.1. Calculer le prix de revient total équivalent à la production réalisée par la picocentrale.

2.3.2. Calculer le temps de retour sur investissement de la solution installée.

2.3.3. Conclure sur cette solution : Quels sont ses atouts ? Quels sont ses inconvénients ?

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 8/10

Partie 3 : Étude et complément du programme d'automatisme

Documents nécessaires à cette partie :

- 📁 dossier technique pages 5 à 7 ;
- 📁 dossier ressources pages 11 à 15 ;
- 📁 document réponses page 5.

L'organisation du programme ainsi qu'une partie de la programmation existante sont données dans le dossier technique, pages 5 à 7. Il va falloir compléter cette programmation.

Tout d'abord, il s'agit de compléter les chronogrammes du fonctionnement de la temporisation TT1 et de trouver les valeurs du compteur C1. Il va falloir définir les valeurs de C1 à tester pour piloter les départs des chauffages de l'étage et du rez-de-chaussée.

Une partie de l'aide en ligne du logiciel de Zelio Soft 2 est donnée dans le dossier ressources pages 11 à 15.

- 3.1 La temporisation TT1 (ligne de programme 008) est de type : « fonction D ». Expliquer :
 - quelle variable du programme déclenche la temporisation, à quel fonctionnement cela correspond-il ?
 - tracer sur le chronogramme du document réponses page 5, l'allure de TT1, RT1 et T1.
- 3.2 Quelle doit-être la durée de la temporisation TT1 ?
- 3.3 En fonction de la réponse à la question précédente, donner pour la valeur de présélection de la temporisation de TT1 : son unité et écrire dans la forme correcte la valeur à programmer.

C1 est un compteur dont les bobines CC1 et RC1 sont utilisées en ligne de programmes 011 et 012.

- 3.4 Compléter sur le document réponses page 5 les valeurs du compteur C1.
- 3.5 V1, V2 et V3 sont des comparateurs. Ici, ils comparent la valeur courante de C1 à une valeur fixe. Avec le chronogramme et les valeurs trouvées à la question précédente, compléter le tableau sur le document réponses page 5.
- 3.6 En mode « MANU », Le message « *ATTENTION : Tous les chauffages sont arrêtés* » n'a pas été programmé. Il faut le rajouter dans le programme LADDER et créer le message X6 correspondant. Réaliser ces modifications sur la zone de programmation donnée sur le document réponses page 5.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 9/10

Partie 4 : Système de Sécurité Incendie

Documents nécessaires à cette partie :

-  dossier ressources pages 16 à 18 ;
-  document réponses pages 6 et 7.

Le refuge et son extension comportent un RdC et un étage accessible par 2 escaliers.

Pour l'extension du refuge il faut vérifier la conformité du système de sécurité incendie installé et prévoir puis implanter l'équipement de la partie nouvelle (extension).

Alarme incendie existante et composée de :

- *un tableau d'alarme de type 4 - 230V – 1 boucle ;*
- *des déclencheurs manuels ;*
- *de 2 diffuseurs sonores de classe B : 1 au rez-de-chaussée et 1 à l'étage.*

- 4.1 En tenant compte de l'augmentation du nombre de places en dortoir du refuge, déterminer s'il faut ou non changer de type d'alarme.
- 4.2 Conformément aux dispositions réglementaires données page 18 du dossier ressources, implanter, sur le document réponse page 6, les déclencheurs manuels au niveau du rez-de-chaussée.
- 4.3 Sachant que l'ambiance sonore à prendre en compte est 65 dB, déterminer le nombre de diffuseurs sonores à installer au rez-de-chaussée. S'il en faut des nouveaux, les implanter sur le plan du document réponses page 6.
- 4.4 Compléter sur le document réponses page 7 la quantité du matériel à implanter. Les quantités prévues pour le sous sol et l'étage sont données.
- 4.5 Définir le nombre de boucles nécessaires au tableau d'alarme. Peut-on conserver le tableau d'alarme existant ?

Les déclencheurs manuels choisis sont sans indicateur mécanique d'état et montés en saillie. Ceux installés avant l'extension sont à remplacer en totalité.

Les diffuseurs sonores en place sont à conserver.

- 4.6 Compléter sur le document réponses page 7 la nomenclature des composants du nouveau système d'alarme à installer.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT		SESSION 2012
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel. Conception et industrialisation	Code : 12NC-EQCIN	Page 10/10