

| |
|--|
| BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE |
|--|

Épreuve E4.2

ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE INDUSTRIEL
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

SESSION 2011

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 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12 ;
- le **dossier questionnement** se compose de 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8 ;
- les **documents-réponses** se composent de 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6 ;
- le **dossier ressources** se compose de 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Il sera tenu compte de la qualité de rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le correcteur attend des phrases complètes respectant la syntaxe de la langue française.

Utiliser les notations indiquées dans le texte, justifier toutes les réponses, présenter clairement les calculs et les résultats.

| | |
|---|-----------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN |

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE E4.2

BARRAGE DE MOTZ
VALORISATION DU DÉBIT MINIMAL



DOSSIER TECHNIQUE

| | <i>Pages</i> |
|---|--------------|
| 1. Présentation générale | 2–3 |
| 2. Caractéristiques des groupes turbo-alternateurs | 4 |
| 3. Débit minimal et production en hiver et en été | 4 |
| 4. Injection de la puissance sur le réseau ERDF 20 kV | 5–6 |
| 5. Télésurveillance de la production d'énergie | 7–8 |
| 6. Perte de l'arrivée normale HTA 20 kV | 9–12 |

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 1/12 |

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Créée en 1933, la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) reçoit de l'État en 1934 la concession unique du fleuve pour l'aménager et l'exploiter selon trois missions solidaires :

- la production d'électricité ;
- le développement de la navigation ;
- l'irrigation et autres usages agricoles.

La CNR a mis en service en 1980 l'usine de production d'énergie hydroélectrique de Motz (Savoie) composée de deux groupes de 45 MW chacun. Cela a nécessité la création d'un canal artificiel (figure 1) long de 11 km et présentant une dénivelée de 18 m.

Sur le site de Motz, le débit du Rhône varie de $275 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en hiver à $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en été avec une moyenne sur l'année de $400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. L'essentiel du débit est dirigé vers l'usine de Motz, le reste circulant dans le lit initial du fleuve, dorénavant appelé Vieux-Rhône (figure 1).

ENJEU

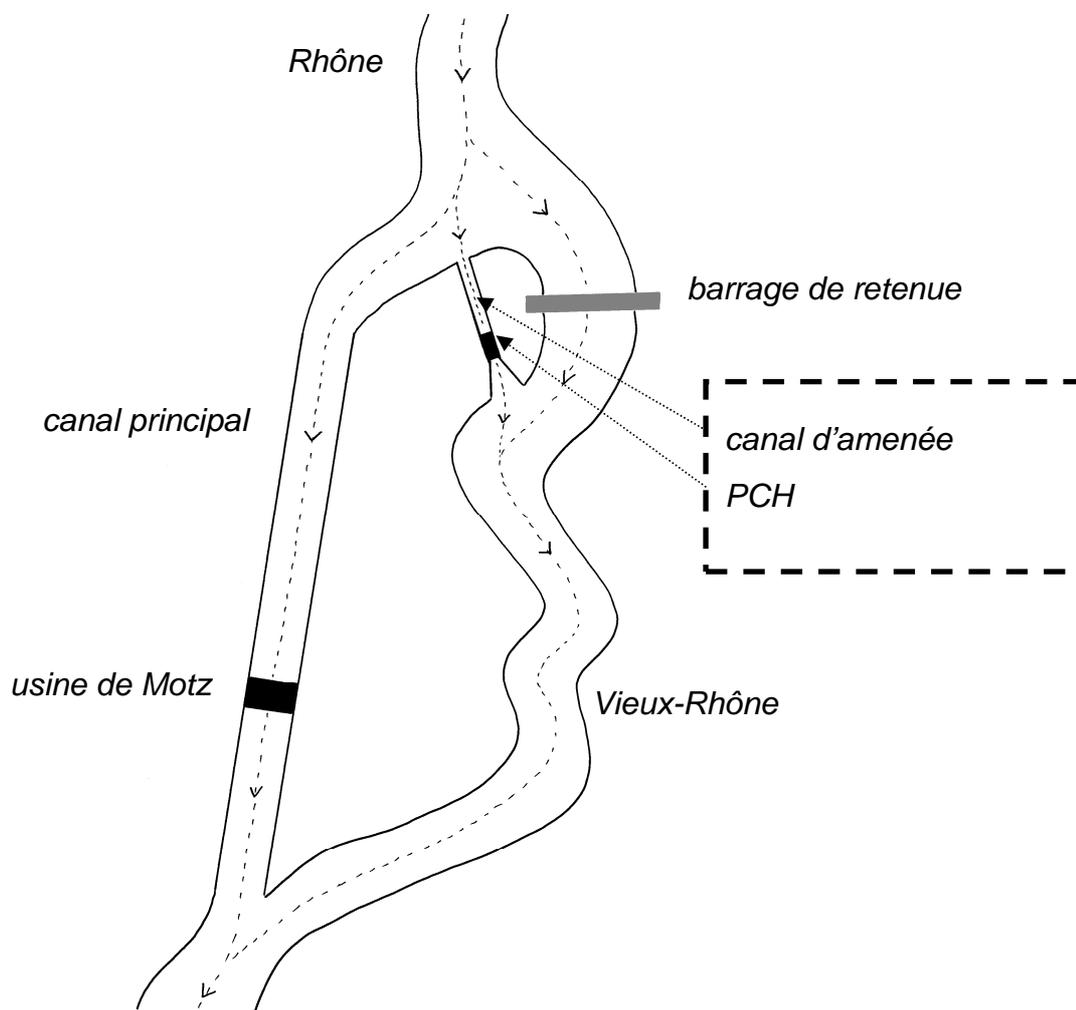
Afin de garantir en permanence la vie et la reproduction des espèces, la loi sur l'eau de 2006, et plus précisément l'article L214-18 du Code de l'environnement, impose de nouvelles contraintes sur les ouvrages construits dans le lit d'un cours d'eau. Un débit minimal doit y être garanti quelles que soient les contraintes saisonnières. Appliquée au site de Motz, cette loi impose d'augmenter le débit du Vieux-Rhône, aux dépens du débit dans le canal principal.

À l'occasion de la mise en application de cette loi, la CNR doit donc construire un canal d'aménée (figure 1) permettant d'augmenter le débit du Vieux-Rhône. Afin de compenser la diminution de la production d'énergie électrique de l'usine de Motz, la nouvelle installation est valorisée d'un point de vue énergétique par l'implantation sur le canal d'aménée d'une Petite Centrale Hydraulique, appelée par la suite PCH.

L'énergie électrique produite sera injectée dans le réseau 20 kV géré par ERDF et vendue aux clients de la CNR.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 2/12 |

Figure 1



PROBLÉMATIQUE

Cette épreuve « Conception et Industrialisation » permettra d'apporter des réponses aux questions suivantes :

- Quel sera le retour sur investissement (partie A) ?
- Comment injecter dans le réseau ERDF 20 kV la puissance générée avec le facteur de puissance imposé (parties B et C) ?
- Comment surveiller à distance la production d'énergie (partie D) ?
- Comment protéger l'installation en cas de perte de l'arrivée normale 20 kV (partie E) ?

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 3/12 |

2. CARACTÉRISTIQUES DES GROUPES TURBO-ALTERNATEURS

La Petite Centrale Hydraulique (PCH) recevra deux groupes turbo-alternateurs de même puissance.

CARACTÉRISTIQUES NOMINALES POUR CHAQUE GROUPE :

| | |
|--|------------------------------------|
| débit turbiné nominal : | 35 m ³ .s ⁻¹ |
| fréquence de rotation de la turbine : | 214 tr.min ⁻¹ |
| fréquence de rotation de l'alternateur : | 750 tr.min ⁻¹ |
| puissance nominale P_n : | 2,88 MW |
| puissance apparente S_n : | 3,2 MVA |
| courant nominal : | 294 A |
| tension nominale entre phase U_n : | 6,3 kV |
| fréquence nominale : | 50 Hz |

À son point de fonctionnement nominal, un alternateur fournit une puissance active P_n et une puissance réactive Q_n avec un $\cos \varphi$ de 0,9.

En production normale, le point de fonctionnement sera toujours tel que la puissance réactive Q_G produite par chaque alternateur soit comprise entre 0 et Q_n :

$$0 \leq Q_G \leq Q_n$$

3. DÉBIT ET PRODUCTION EN HIVER ET EN ÉTÉ

La PCH fonctionnera à débit constant pendant une longue période, ce qui n'est pas le cas pour l'usine de Motz qui s'adapte en permanence aux variations de débit du Rhône.

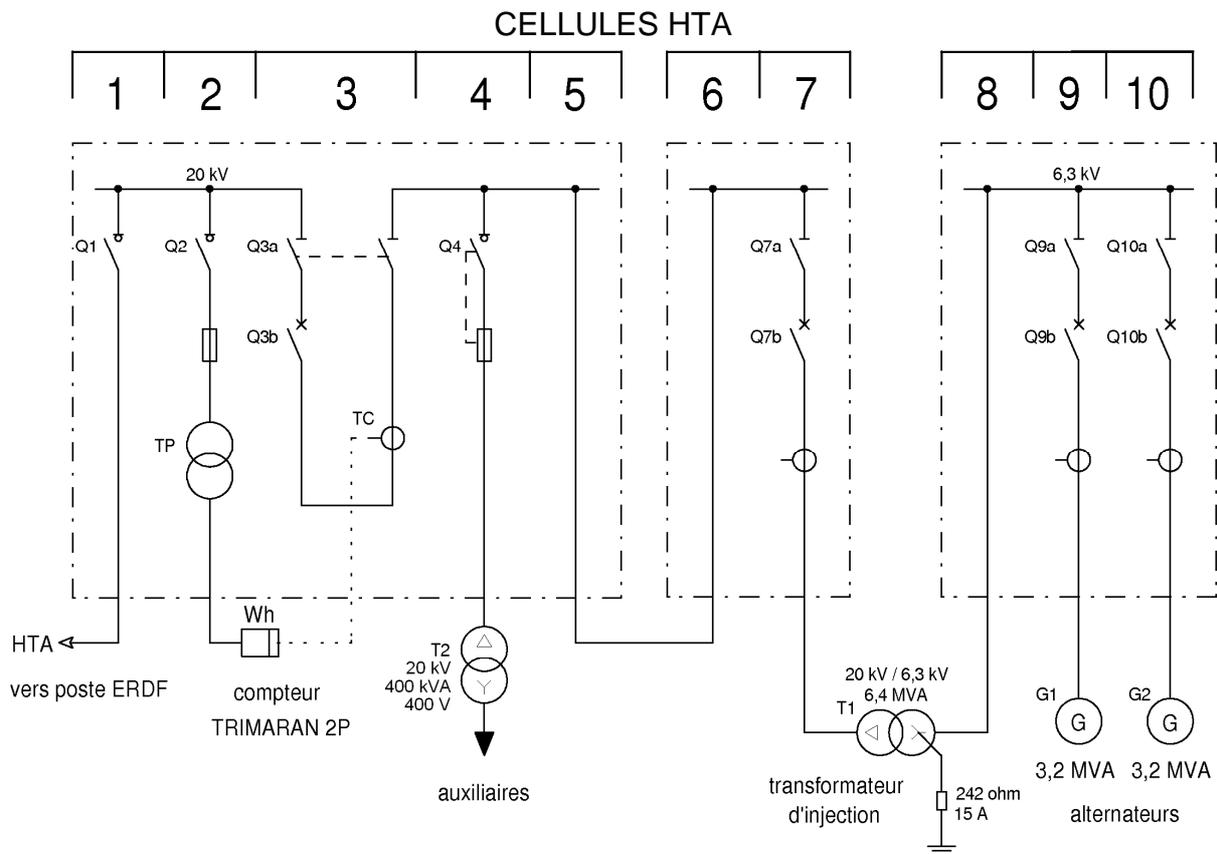
Pendant les mois d'hiver (de septembre à avril), le débit turbiné sera de 25 m³.s⁻¹ pour chaque groupe, avec une puissance produite de 2,05 MW par alternateur.

Le reste de l'année (de mai à août), le débit turbiné sera de 35 m³.s⁻¹ et la puissance produite sera de 2,88 MW par alternateur.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 4/12 |

4. INJECTION DE LA PUISSANCE SUR LE RÉSEAU ERDF 20 kV

4.1 SCHÉMA ÉLECTRIQUE HTA



Nota : les dispositifs de mise à la terre internes aux cellules HTA ne sont pas représentés.

4.2 LES CELLULES HTA

Le raccordement de la centrale au réseau ERDF (tension HTA 20 kV, triphasé, fréquence 50 Hz) sera assuré par des cellules fournies par AREVA T&D.

L'organisation du poste HTA sera la suivante :

- les cellules 1 à 5 assureront la liaison avec le réseau ERDF, le comptage d'énergie et l'alimentation des auxiliaires ;
- les cellules 6 et 7 serviront à coupler le transformateur d'injection au réseau lorsque la PCH est en fonctionnement ;
- les cellules 8, 9 et 10 protégeront les alternateurs.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 5/12 |

4.3 LE COMPTAGE DE L'ÉNERGIE

On appelle P_{ERDF} la puissance active et Q_{ERDF} la puissance réactive fournies par ERDF à l'installation.

Les puissances P_{ERDF} et Q_{ERDF} seront mesurées par un compteur TRIMARAN (CHAUVIN ARNOUX) implanté dans la cellule HTA n°2.

L'énergie consommée ou produite est comptabilisée par quatre index :

- index 1. énergie active consommée par la PCH ;
- index 2. énergie réactive consommée par la PCH ;
- index 3. énergie active produite par la PCH ;
- index 4. énergie réactive produite par la PCH.

Chaque fois que ces index sont incrémentés (voir questions C), une impulsion électrique est générée sur l'une des quatre sorties logiques (respectivement P+, Q+, P- et Q-) du compteur.

Ainsi lorsque l'installation sera en production, une puissance active et une puissance réactive seront injectées sur le réseau ERDF, et en conséquence P_{ERDF} aura une valeur négative, de même que Q_{ERDF} . Les deux index qui comptabilisent l'énergie produite seront mis à jour et des impulsions apparaîtront sur les sorties logiques P- et Q-.

À l'inverse, lorsque l'installation sera à l'arrêt ou en maintenance, elle sera consommatrice d'énergie. P_{ERDF} et Q_{ERDF} seront positifs, les index comptabilisant l'énergie consommée seront mis à jour et des impulsions apparaîtront sur les sorties logiques P+ et Q+ du compteur.

4.4 ÉNERGIE RÉACTIVE

En production, le facteur $\tan \varphi$ global devra respecter une fourchette assez étroite imposée par ERDF :

$$0,07 \leq \tan \varphi \leq 0,17$$

$$\text{avec } \tan \varphi = \frac{Q_{ERDF}}{P_{ERDF}}.$$

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 6/12 |

5. TÉLÉSURVEILLANCE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

La production d'énergie de la PCH sera surveillée en permanence depuis les postes de téléconduite de Belley (Ain) et de Lyon (Rhône) via un réseau de fibres optiques.

Les informations principales à communiquer sont :

1. l'énergie totale produite ou consommée ;
2. le point de fonctionnement de chaque alternateur.

Les impulsions de comptage de l'énergie totale seront prises directement sur le compteur TRIMARAN placé en tête de l'installation. Pour les alternateurs, les indications de puissance active, puissance réactive et tension seront traitées par un convertisseur SINEAX M563 de CAMILLE BAUER. Toutes ces informations seront envoyées sur le réseau fibre optique par l'interface RTU560 de ABB.

5.1 INTERFACE RTU560 ABB

Cette interface comportera plusieurs modules :

- module 16 entrées binaires 23BE23 ;
- module 8 entrées analogiques 23AE23 ;
- module 16 sorties binaires 23BA20 ;
- module 2 sorties analogiques 23AA20 ;
- module de communication par fibre optique 23OK24.

5.2 COMPTAGE DE L'ÉNERGIE

Le compteur TRIMARAN sera raccordé à des transformateurs de mesure :

- TP $20\,000\text{ V} / \sqrt{3} = 100\text{ V} / \sqrt{3}$ pour les mesures de tension ;
- TC $250\text{ A} / 5\text{ A}$ pour les mesures de courant.

La puissance active fournie au réseau ERDF sera connue grâce aux impulsions présentes sur la sortie logique P– du compteur TRIMARAN.

Ces impulsions seront comptées par le module 16 entrées binaires 23BE23 de l'interface RTU560. Elles sont de durées et de poids programmables. Pour la sortie logique P–, chaque impulsion a une durée de 100 ms et correspond à une énergie de 500 Wh (réglages par défaut). Il reste à valider cette programmation (voir questions D).

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 7/12 |

5.3 SURVEILLANCE DES ALTERNATEURS

La CNR veut aussi connaître en temps réel pour chaque alternateur trois grandeurs caractéristiques :

- P_G la puissance active produite ;
- Q_G la puissance réactive produite ;
- U_G la tension entre les phases L1 et L2.

Le convertisseur SINEAX M563 de CAMILLE BAUER convertira les mesures de tension et de courant en trois signaux analogiques 4-20 mA, images de P_G , Q_G et U_G . Puis le module 8 entrées analogiques 23AE23 de l'interface RTU560 transmettra ses informations aux postes de téléconduite grâce à une liaison fibre optique.

Voici les échelles à respecter pour ces signaux 4-20 mA :

| SINEAX M563 | grandeur | début d'échelle 4,00 mA | fin d'échelle 20,00 mA |
|-------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| sortie A | puissance active P_G | 0 % | $P_n \times 120$ % |
| sortie B | puissance réactive Q_G | $- Q_n \times 120$ % | $+ Q_n \times 120$ % |
| sortie C | tension U_G | 0 % | $U_n \times 120$ % |

avec $P_n = 2,88$ MW ;
 $Q_n = 1,40$ MVAR ;
 $U_n = 6,3$ kV.

Les sorties analogiques A, B et C seront reliées respectivement aux entrées 1, 2 et 3 du module 8 entrées analogiques 23AE23 de l'interface RTU560.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 8/12 |

6. PERTE DE L'ARRIVÉE NORMALE HTA 20 kV

Les groupes turbo-alternateurs de la PCH seront entourés de nombreux auxiliaires :

- pompes de drainage (pour préserver la centrale de la noyade) ;
- alimentation sauvegardée 24 Vcc pour la commande du TGBT ;
- automatismes de contrôle-commande 24 Vcc du TGBT ;
- armoires de commande pour le démarrage et l'arrêt des groupes, la régulation de puissance ;
- chauffage, réfrigération, ventilation, éclairage normal ou de sécurité ;
- dégrilleur et pont roulant de 25 t.

Selon leurs rôles, ces auxiliaires sont répartis en trois ensembles :

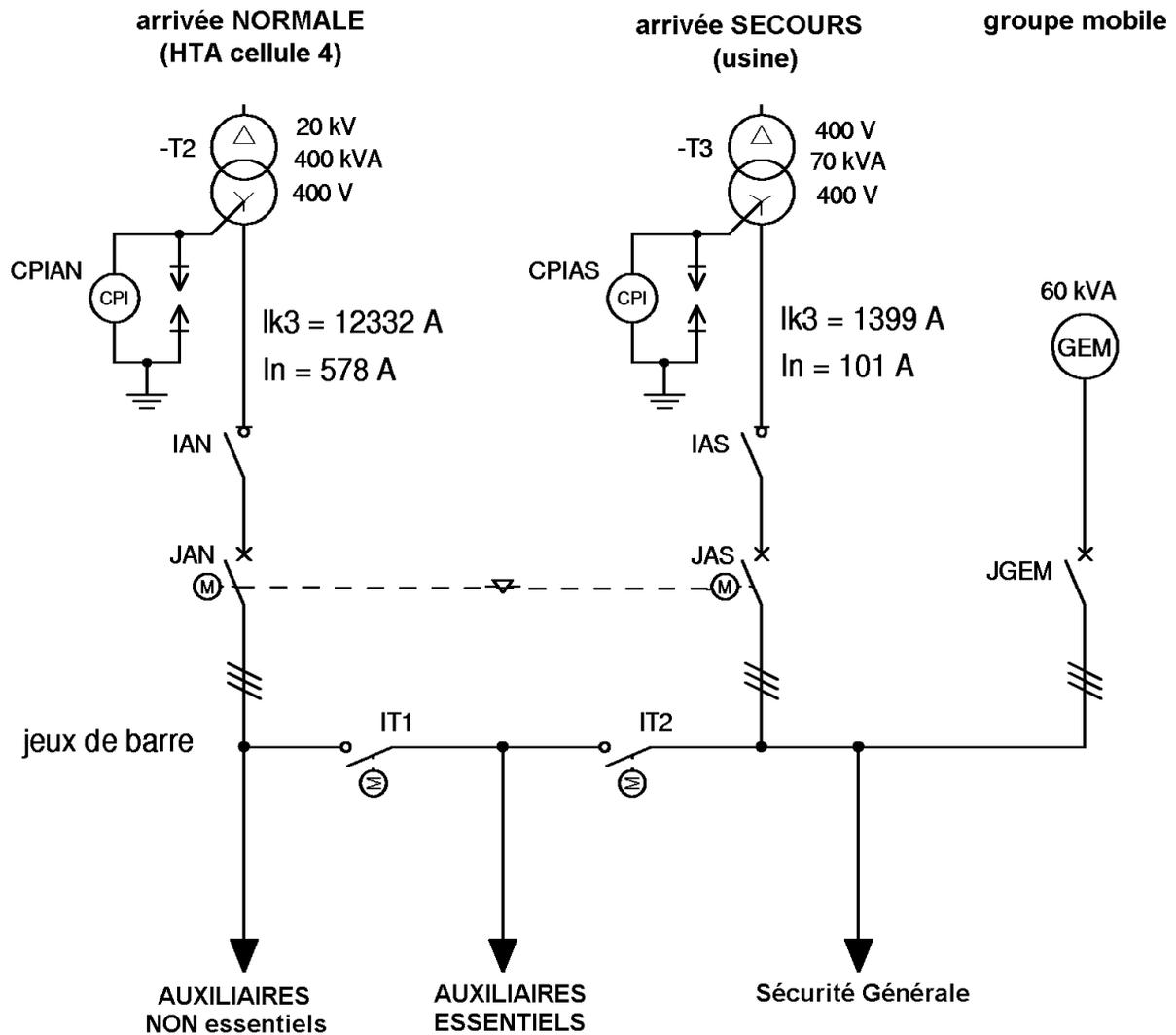
- auxiliaires non essentiels (éclairage, chauffage...), d'une puissance totale de 100 kW ;
- auxiliaires essentiels (armoires de commandes, éclairage de sécurité, dégrilleur, pont roulant...), d'une puissance maximale de 200 kW ;
- sécurité générale (24 Vcc du TGBT, pompes de drainage) : 10 kW.

Les auxiliaires seront alimentés normalement en 20 kV depuis la cellule HTA n°4.

Une arrivée secours, en 400 V et limitée en puissance à 70 kVA, est prévue depuis l'usine, et enfin, pour des situations exceptionnelles, un groupe électrogène mobile (GEM) de 60 kVA pourrait être raccordé.

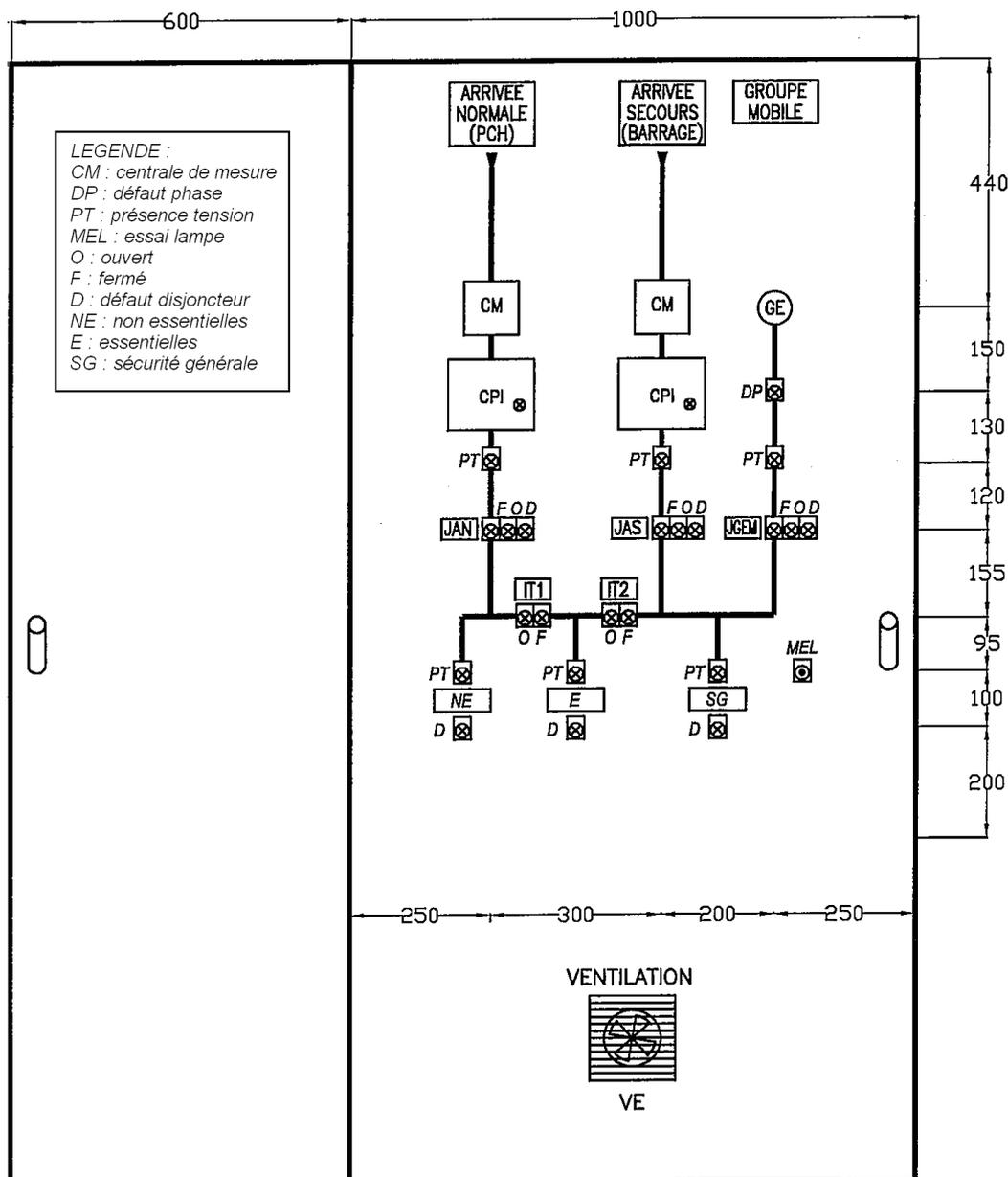
| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 9/12 |

6.1 SCHÉMA UNIFILAIRE SIMPLIFIÉ DES ARRIVÉES NORMALE/SECOURS



| | | |
|---|--|---------------------------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | | Code : EQCIN Page : 10/12 |

6.2 FACE AVANT DE L'ARMOIRE TGBT AUXILIAIRES



Sur la face avant de l'armoire du TGBT seront présents :

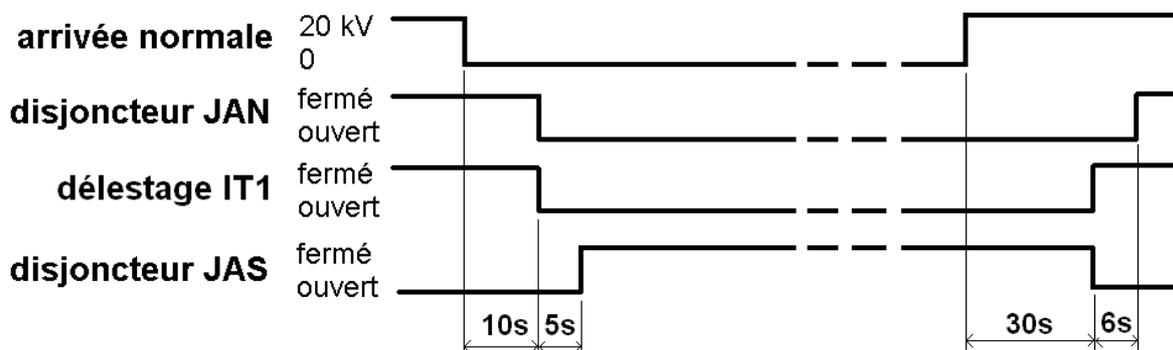
- une centrale de mesure par arrivée (tension, courant, puissance...);
- un contrôleur permanent d'isolement par arrivée, avec indication locale de défaut;
- l'état des principaux disjoncteurs :
 - voyant F : Fermé (activité normale);
 - voyant O : Ouvert (le disjoncteur est ouvert);
 - voyant D : Défaut (le disjoncteur a déclenché suite à un défaut électrique).
- d'autres indications sont prévues :
 - voyant PT : Présence Tension;
 - voyant DP : Défaut Phase (ordre des phases sur le groupe électrogène).

6.3 COMMUTATION AUTOMATIQUE ARRIVÉES NORMALES ET SECOURS

Si l'arrivée normale vient à disparaître, la commutation sera automatique vers l'arrivée secours, avec délestage des auxiliaires non essentiels.

Au retour de l'arrivée normale, l'alimentation sera rétablie et le délestage sera annulé.

Voici le chronogramme à respecter pour ces inversions de source :



Pour ne pas surcharger l'arrivée secours, les autorisations de marche de chacun des auxiliaires essentiels seront gérées par un automate programmable (non étudié ici).

- Fin du dossier technique -

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER TECHNIQUE | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 12/12 |

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE E4.2

BARRAGE DE MOTZ
VALORISATION DU DÉBIT MINIMAL



DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnaire comporte cinq parties :

- A : Vente de l'énergie produite ;
- B : Injection de la puissance sur le réseau ERDF 20 kV ;
- C : Maîtrise du facteur de puissance ;
- D : Télésurveillance de la production d'énergie ;
- E : Perte de l'arrivée normale HTA 20 kV.

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

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 1/8 |

PARTIE A : VENTE DE L'ÉNERGIE PRODUITE

Documents nécessaires à cette partie :

- dossier technique page 4 ;
- document-réponse 1.

La CNR évalue le montant des travaux à 15 M€.

Comme l'énergie produite par la PCH sera vendue, nous allons estimer la rentabilité de cet investissement en prenant les valeurs de rachat du kWh suivantes :

en hiver : 0,07 €.kWh¹ ;

en été : 0,03 €.kWh¹.

Seule la puissance active générée par les alternateurs sera prise en compte. La consommation des auxiliaires sera négligée, et le réactif sera considéré comme correctement compensé (pas de pénalité).

A.1. REVENUS ATTENDUS

Vous ferez figurer les détails des calculs sur votre copie et vous reporterez les résultats sur le document-réponse 1.

A.1.1 Quelle est la puissance (en kW) produite en permanence par la PCH en hiver ? En été ?

A.1.2 Quelle est l'énergie (en kWh) produite par la PCH chaque jour d'hiver ? Chaque jour d'été ?

A.1.3 Quelle est l'énergie (en kWh) produite par la PCH sur la période hivernale ? Sur la période estivale ?

A.1.4 Quel revenu (en €) peut-on attendre sur la période hivernale ? Sur la période estivale ?

A.2. RETOUR SUR INVESTISSEMENT

A.2.1 Quel est le revenu annuel estimé de la PCH ?

Les frais de maintenance et d'entretien de la PCH sont évalués à 50 000 € par an.

A.2.2 D'après cette estimation, et en prenant en compte les frais annuels de maintenance, est-ce que le retour sur investissement se fera avant 10 ans ? Justifiez votre réponse.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 2/8 |

PARTIE B : INJECTION DE LA PUISSANCE SUR LE RÉSEAU ERDF 20 kV

Documents nécessaires à cette partie :

- dossier technique page 5 ;
- dossier ressources pages 6 à 9 ;
- document-réponse 2.

Le schéma électrique HTA est dans le dossier technique page 5.

Les valeurs retenues pour le dimensionnement des cellules sont :

- alternateurs en fonctionnement nominal : $S_n = 3,2 \text{ MVA}$; $\cos \varphi = 0,9$;
- transformateur d'injection 20 kV/6,3 kV : pertes négligeables ;
- auxiliaires : puissance apparente $S_{aux} = 400 \text{ kVA}$, $\cos \varphi = 0,8$.

B.1. COURANT D'EMPLOI DES CELLULES HTA

B.1.1 Calculer le courant d'emploi des cellules 9 et 10.

B.1.2 Calculer le courant d'emploi pour dimensionner la cellule 8.

B.1.3 Calculer le courant d'emploi des cellules 5, 6 et 7 (après élévation de la tension par le transformateur d'injection 20 kV/6,3 kV).

B.1.4 Calculer le courant d'emploi de la cellule 4 (alimentation des auxiliaires).

B.1.5 Calculer le courant d'emploi des cellules 1 et 3.

Le bilan des puissances montre que le courant d'emploi des cellules 1 et 3 est inférieur de 5 % à celui des cellules 5, 6 et 7.

B.2. CHOIX DES CELLULES

Choisir une cellule HTA consiste à définir son type, sa tension et son courant assignés. La tension et le courant assignés seront choisis, dans la gamme AREVA, immédiatement au-dessus des tensions et courants d'emploi.

Exemple : LST – 7,2 kV – 630 A

B.2.1 Compléter le document-réponse 2 avec le type, la tension et le courant assignés pour toutes les cellules HTA.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 3/8 |

PARTIE C : MAÎTRISE DU FACTEUR DE PUISSANCE

Documents nécessaires à cette partie :

- dossier technique pages 4 à 6.

C.1. LES AUXILIAIRES ET LES ALTERNATEURS

Les auxiliaires se comportent globalement comme une charge de puissance apparente $S_{aux} = 400 \text{ kVA}$ et de $\cos \varphi = 0,8$ inductif.

C.1.1 Calculer la puissance active P_{aux} et la puissance réactive Q_{aux} consommées par les auxiliaires.

C.1.2 Dans le cas où les alternateurs sont à l'arrêt (cellule 7, disjoncteur Q7b ouvert), quels index du compteur vont comptabiliser l'énergie consommée par l'installation ?

C.2. BILAN DES PUISSANCES EN FONCTIONNEMENT NOMINAL

On se place dans les conditions suivantes :

- les deux alternateurs sont à leur point nominal et fournissent chacun la puissance active $P_n = 2\,880 \text{ kW}$ et la puissance réactive $Q_n = 1\,400 \text{ kVAR}$;
- les pertes du transformateur d'injection sont négligées ;
- les auxiliaires consomment $P_{aux} = 320 \text{ kW}$ et $Q_{aux} = 240 \text{ kVAR}$.

C.2.1 Calculer P_{ERDF} , la puissance active totale «fournie» par ERDF.

C.2.2 Calculer Q_{ERDF} , la puissance réactive totale «fournie» par ERDF.

C.2.3 Quels index vont comptabiliser cette énergie produite ? Sur quelles sorties du compteur TRIMARAN vont apparaître des impulsions ?

C.2.4 Calculer, vu du réseau ERDF, le facteur $\tan \varphi$ ainsi obtenu.

C.2.5 Est-ce que le facteur $\tan \varphi$ est bien compris entre 0,07 et 0,17 ?

C.3. MAÎTRISE DU RÉACTIF

C.3.1 Lorsque chaque alternateur produit sa puissance nominale P_n , dans quelles limites doit se trouver la puissance réactive Q_G fournie par chaque alternateur pour respecter la condition sur $\tan \varphi$ vue du réseau ERDF?

C.3.2 Pour respecter la condition $[0,07 \leq \tan \varphi \leq 0,17]$, sur quel élément va agir le gestionnaire de la PCH ?

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 4/8 |

PARTIE D : TÉLÉSURVEILLANCE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

Documents nécessaires à cette partie :

- dossier technique pages 7 et 8 ;
- dossier ressources pages 10 à 16 ;
- documents-réponses 3 et 4.

D.1. ACQUISITION DE LA PUISSANCE ACTIVE FOURNIE À ERDF

Le raccordement du compteur TRIMARAN à l'interface RTU560 est décrit dans la partie 5.2 du dossier technique.

- D.1.1 Pour une puissance active produite stable de 5,4 MW, combien y aura-t-il d'impulsions par seconde sur la sortie P- ? Est-ce compatible avec une durée d'impulsion de 100 ms, ou est-ce que les impulsions vont se chevaucher ?
- D.1.2 Vu la période d'acquisition du module d'entrée binaire 23BE23 de l'interface RTU560 (voir dossier ressource), est-ce qu'il y a un risque de manquer des impulsions ?
- D.1.3 En conclusion, est-ce que le choix d'une durée de 100 ms et d'un poids de 500 Wh pour la sortie P- est valide ?

D.2. SURVEILLANCE DES ALTERNATEURS

La surveillance des alternateurs sera assurée par le convertisseur SINEAX et l'interface RTU560 : voir la partie 5 du dossier technique.

La configuration du convertisseur SINEAX est réalisée par logiciel.

Une fois renseignées les informations sur les transformateurs de mesure, il reste à compléter les valeurs de bas d'échelle et de haut d'échelle en valeur réelle.

- D.2.1 Le tableau a déjà été rempli pour la sortie C. Compléter le document-réponse 3 avec la configuration des sorties A et B.
- D.2.2 Lorsque l'alternateur sera au point de fonctionnement nominal (P_n , Q_n , U_n), quels seront les trois courants dans les sorties correspondantes A, B et C ? Vous reporterez le résultat de vos calculs dans le document-réponse 3.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 5/8 |

Le câblage du SINEAX à utiliser est celui du «courant triphasé 4 fils à charges déséquilibrées», avec 3 transformateurs de tension unipolaires isolés et 3 transformateurs de courant.

D.2.3 Compléter le schéma du document-réponse 4 avec les câblages entre les transformateurs de courant TC et le SINEAX.

D.2.4 Compléter le schéma du document-réponse 4 avec les câblages entre les transformateurs de tension TP et le SINEAX.

D.2.5 Compléter le schéma du document-réponse 4 avec les câblages entre les sorties du convertisseur SINEAX et le module 16 entrées analogiques 23AE23.

D.2.6 Les entrées du module 8 entrées analogiques 23AE23 seront toutes configurées en $[-20 \text{ mA} \dots +20 \text{ mA}]$. Donner la position des switchs X511 à X581, S1, S2 et S3 sur le document-réponse 4.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 6/8 |

PARTIE E : PERTE DE L'ARRIVÉE NORMALE HTA 20 kV

Documents nécessaires à cette partie :

- dossier technique pages 9 à 12 ;
- dossier ressources pages 2 à 5 ;
- document-réponse 5.

E.1. NORMAL, SECOURS ET DÉLESTAGE

E.1.1 En production normale, le groupe électrogène est absent, l'arrivée normale sert à alimenter les trois ensembles d'auxiliaires : «auxiliaires non essentiels», «auxiliaires essentiels» et «sécurité générale». Donner l'état des disjoncteurs JAN, JAS et JGEM.

E.1.2 Si, pendant une situation de production normale, un défaut d'isolement apparaît sur une phase du départ «auxiliaires non essentiels», le disjoncteur JAN va-t-il déclencher ?

E.1.3 Pourquoi, lorsque l'arrivée secours est active, faut-il procéder à un délestage ?

Le chronogramme à respecter lors d'une inversion de source est donné dans le dossier technique page 12. Le basculement « arrivée normale/arrivée secours » n'est pas instantané, avec pour conséquence une perte momentanée de l'alimentation des «auxiliaires essentiels».

E.1.4 D'après le chronogramme à respecter, combien de temps est-ce que les «auxiliaires essentiels» ne seront plus alimentés après la disparition de l'arrivée normale ?

E.1.5 À l'inverse, combien de temps durera l'interruption de l'alimentation des «auxiliaires essentiels» lors du passage de l'arrivée secours à l'arrivée normale ?

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 7/8 |

E.2. CHOIX DES DISJONCTEURS JAN ET JAS

Les disjoncteurs JAN (arrivée normale) et JAS (arrivée secours) seront choisis dans la gamme NSX du constructeur SCHNEIDER ELECTRIC.

Ils seront installés sur une platine d'interverrouillage pour former un inverseur de source automatique. Cela impose la contrainte que les boîtiers des deux disjoncteurs aient la même dimension.

Les courants d'emploi et les courants de courts-circuits présumés sont indiqués sur le schéma unifilaire simplifié du dossier technique page 10.

E.2.1 Donner le courant assigné, le niveau de pouvoir de coupure, le nombre de pôles et la dimension des disjoncteurs JAN et JAS.

La tension de commande de l'inverseur de source télécommandé est 24 Vcc.

Voici la signification des abréviations utilisées page 5 du dossier ressources :

- IVE : interverrouillage électrique ;
- ACP : platine de commande auxiliaire ;
- PAR : prise arrière de raccordement.

E.2.2 Donner la référence de l'ensemble platine et interverrouillage électrique (IVE).

E.3. SIGNALISATION DE L'ÉTAT DES DISJONCTEURS

L'état des disjoncteurs est à reporter sur la face avant de l'armoire du TGBT (voir dossier technique page 11).

Les contacts de signalisation des disjoncteurs NSX100-650A sont décrits dans le dossier ressources page 4.

E.3.1 Les disjoncteurs seront équipés de contacts de signalisation nommés OF, SD, SDE et SDV. Quels contacts de signalisation faut-il choisir pour piloter les voyants « Fermé », « Ouvert » et « Défaut » ?

E.3.2 Compléter le schéma de câblage des voyants (document-réponse 5).

- Fin du dossier questionnement -

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER QUESTIONNEMENT | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 8/8 |

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE E4.2

BARRAGE DE MOTZ
VALORISATION DU DÉBIT MINIMAL



DOCUMENTS-RÉPONSES

Ce dossier est à rendre agrafé en bas d'une copie.

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOCUMENTS-RÉPONSES | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 1/6 |

Document-réponse 1

Question A.1. REVENUS ATTENDUS

| Question | Période | HIVER de septembre à avril | ÉTÉ de mai à août |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | Durée | 242 jours | 123 jours |
| Q. A.1.1. | Puissance produite par la PCH | _____ kW | _____ kW |
| Q. A.1.2. | Énergie sur un jour | _____ kWh | _____ kWh |
| Q. A.1.3. | Énergie sur la période | _____ kWh | _____ kWh |
| | Valeur de rachat du kWh | 0,07 €.kWh ⁻¹ | 0,03 €.kWh ⁻¹ |
| Q. A.1.4 | Revenus sur la période | _____ € | _____ € |

Document-réponse 2

Question B.2 : CHOIX DES CELLULES

| | Type | Tension assignée | Courant assigné |
|------------|-------|------------------|-----------------|
| Cellule 1 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 2 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 3 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 4 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 5 | LD | _____ | _____ |
| Cellule 6 | LD | _____ | _____ |
| Cellule 7 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 8 | LST | _____ | _____ |
| Cellule 9 | _____ | _____ | _____ |
| Cellule 10 | _____ | _____ | _____ |

Document-réponse 3

Questions D.2 : SURVEILLANCE DES ALTERNATEURS

D.2.1 : Configuration des sorties

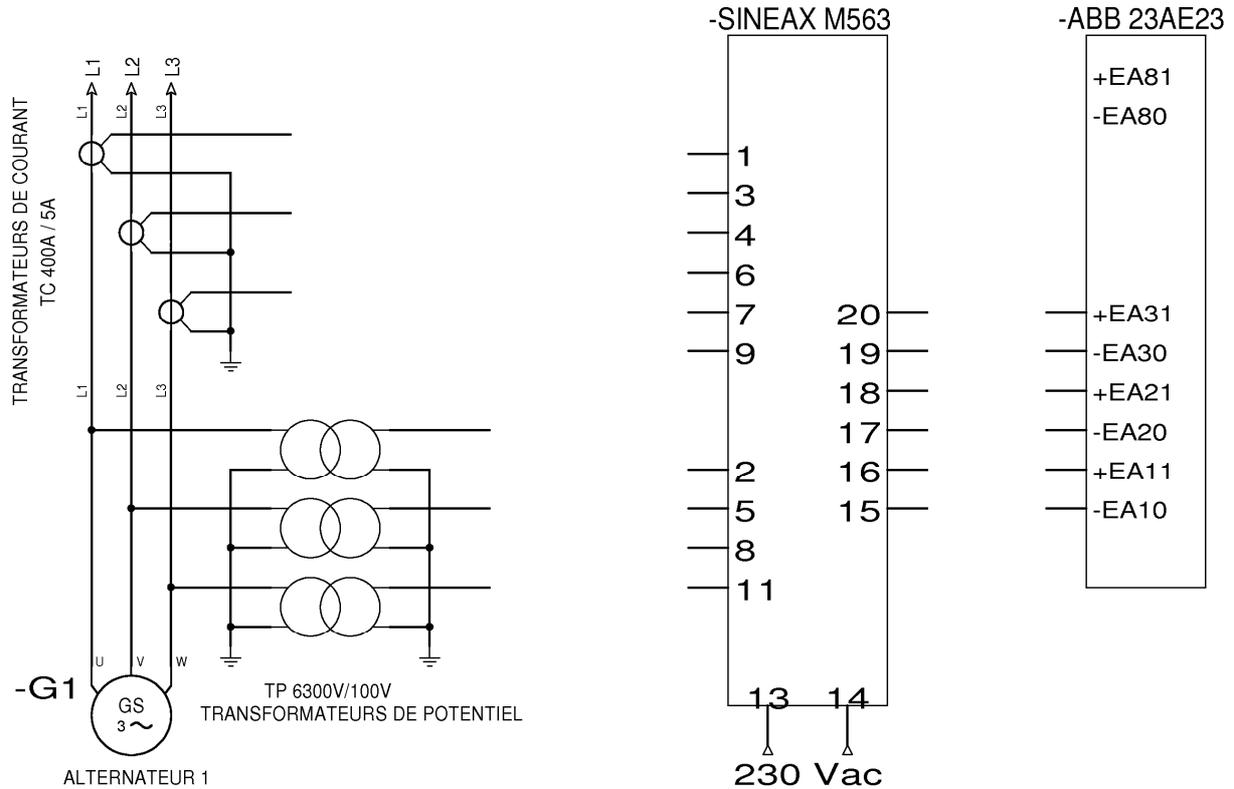
| SINEAX M563 | Grandeur | Début d'échelle 4,00 mA | Fin d'échelle 20,00 mA |
|-------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Sortie A | Puissance active P_G | _____ MW | _____ MW |
| Sortie B | Puissance réactive Q_G | _____ MVAR | _____ MVAR |
| Sortie C | Tension U_G | 0 KV | 7,56 kV |

D.2.2 : État des trois sorties au point nominal

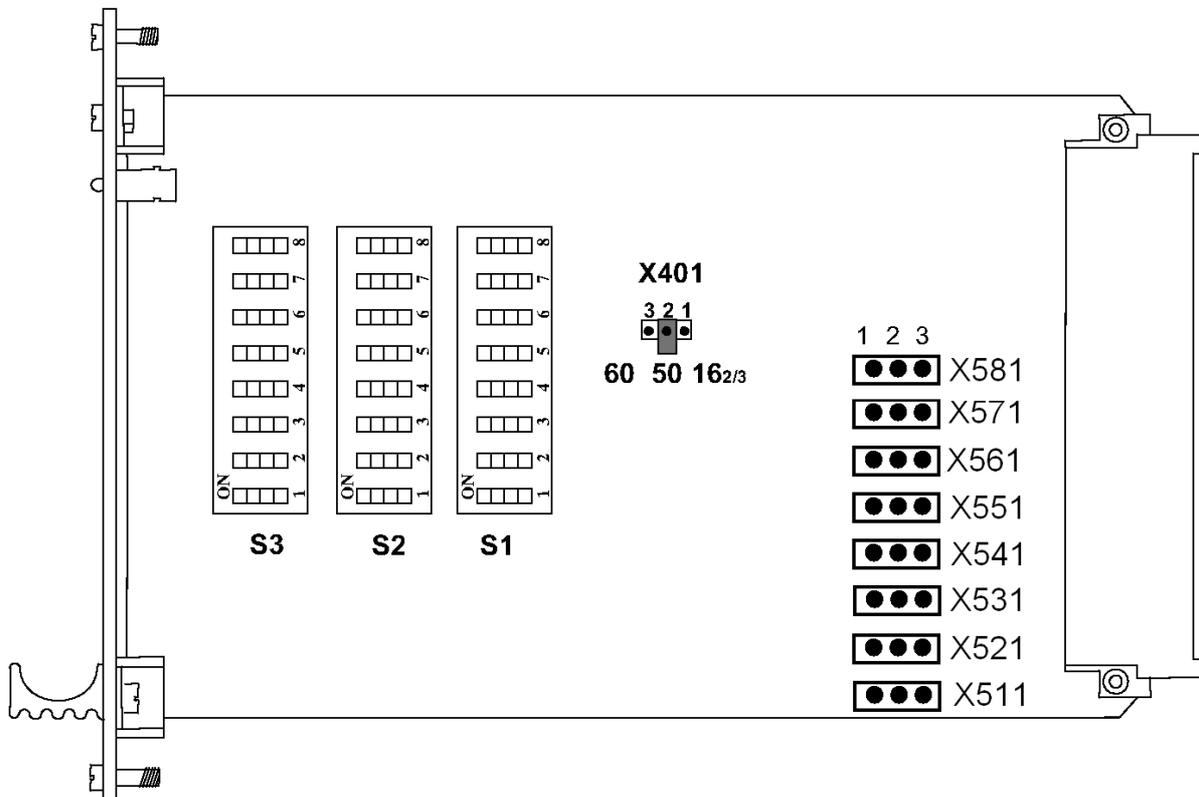
| SINEAX M563 | Grandeur | Courant dans la sortie |
|-------------|--------------------------|------------------------|
| Sortie A | Puissance active P_n | _____ mA |
| Sortie B | Puissance réactive Q_n | _____ mA |
| Sortie C | Tension U_n | _____ mA |

Document-réponse 4

D.2.3 à D.2.5 : Schéma de câblage du SINEAX

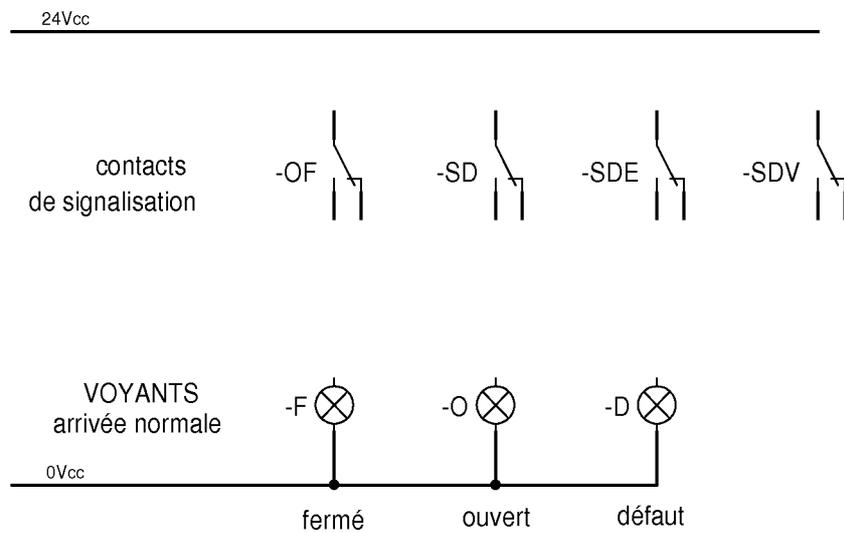


D.2.6 Configuration du module 23AE23



Document-réponse 5

E.3.2. Signalisation de l'état des disjoncteurs



- Fin des documents-réponses -

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOCUMENTS-RÉPONSES | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 6/6 |

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE E4.2

BARRAGE DE MOTZ
VALORISATION DU DÉBIT MINIMAL



DOSSIER RESSOURCES

| | <i>Pages</i> |
|--|--------------|
| Disjoncteurs Compact NSX SCHNEIDER ELECTRIC | 2–3 |
| Contacts de signalisation pour disjoncteur NSX100-650A | 4 |
| Inverseurs Compact NSX SCHNEIDER ELECTRIC | 5 |
| Cellules HTA AREVA | 6–9 |
| Convertisseur SINEAX CAMILLE BAUER | 10–11 |
| Compteur TRIMARAN 2P CHAUVIN ARNOUX | 12 |
| Module 16 entrées binaires 23BE23 ABB | 13 |
| Module 8 entrées analogiques 23AE23 ABB | 14–16 |

| | | |
|---|-----------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER RESSOURCES | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | Code : EQCIN | Page : 1/16 |

Disjoncteurs Compact NSX

Caractéristiques techniques



Compact NSX100/160/250



Compact NSX400/630

Caractéristiques communes

| | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| tensions assignées | | |
| d'isolement (V) | Ui | 800 |
| de tenue aux chocs (kV) | Uimp | 8 |
| d'utilisation (V) | Ue | CA 50/60 Hz 690 |
| aptitude au sectionnement | IEC/EN 60947-2 | |
| catégorie d'emploi | A | |
| degré de pollution | IEC 60664-1 3 | |

Disjoncteurs

niveaux de pouvoir de coupure

caractéristiques suivant CEI/IEC 60947-2

| | | |
|------------------------------|----|-------|
| courant assigné (A) | In | 40 °C |
| nombre de pôles | | |
| pouvoir de coupure (kA eff.) | | |

| | | |
|-----|-------------|-----------|
| Icu | CA 50/60 Hz | 220/240 V |
| | | 380/415 V |
| | | 440 V |
| | | 500 V |
| | | 525 V |
| | | 660/690 V |

pouvoir de coupure de service (kA eff.)

| | | |
|-----|-------------|-----------|
| Ics | CA 50/60 Hz | 220/240 V |
| | | 380/415 V |
| | | 440 V |
| | | 500 V |
| | | 525 V |
| | | 660/690 V |

| | | | | |
|-------------------------|-----------|------------|-------|------|
| durabilité (cycles F-0) | mécanique | | | |
| | | électrique | 440 V | In/2 |
| | | | 690 V | In/2 |
| | | | In | |

caractéristiques suivant NEMA-AB1

| | | |
|------------------------------|-------------|-------|
| pouvoir de coupure (kA eff.) | CA 50/60 Hz | 240 V |
| | | 480 V |
| | | 600 V |

caractéristiques suivant UL508

| | | |
|------------------------------|-------------|-------|
| pouvoir de coupure (kA eff.) | CA 50/60 Hz | 240 V |
| | | 480 V |
| | | 600 V |

protection et mesure

| | | |
|--|---|--------------------------|
| protection contre courts-circuits | magnétique seul | |
| protection contre surcharges / courts-circuits | magnéto-thermique | |
| | électronique | |
| | avec protection du neutre (Off-0,5-1-OSN) (1) | |
| | | avec protection de terre |
| | | avec sélectivité ZSI (2) |

affichage / mesure I, U, f, P, E, THD / mesure du courant coupé

| | | |
|---------|------------------------------------|--|
| options | affichage Power Meter sur porte | |
| | aide à l'exploitation | |
| | compteurs | |
| | historiques et alarmes | |
| | com de mesure | |
| | com états de l'appareil / commande | |

| | | |
|---------------------------|----------------------------|--|
| protection différentielle | par bloc Vigi | |
| | par relais Vigirex associé | |

installation / raccordements

| | | |
|------------------------------|--------------------|------|
| dimensions (mm) L x H x P | fixe, prises avant | 2/3P |
| | | 4P |
| masses (kg) | fixe, prises avant | 2/3P |
| | | 4P |

raccordements

| | | |
|----------------------|-------------|-------------------------|
| plages épanouisseurs | pas polaire | sans/avec épanouisseurs |
|----------------------|-------------|-------------------------|

| | | |
|----------------------------------|---------|-----------------|
| câbles grosses sections Cu ou Al | section | mm ² |
|----------------------------------|---------|-----------------|

(1) OSN : "Over Sized Neutral Protection" pour neutre surchargé - cas des harmoniques H3.

(2) ZSI : "Zone Selectivity Interlocking" - sélectivité logique avec fils pilotes.

(3) Disjoncteur 2P en boîtier 3P pour type F, uniquement avec déclencheur magnétothermique.

Contacts de signalisation

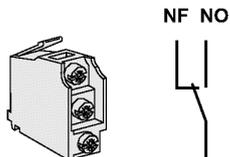
Caractéristiques des contacts de signalisation

Les contacts de signalisation se trouvent sous la face avant du disjoncteur, sous la commande électrique ou dans la commande rotative. Ils sont installés dans un compartiment isolé des circuits de puissance. Ils sont de 3 types :

- contact sec standard,
- contact sec bas niveau,
- sortie statique des modules SDx et SDTAM.

Les contacts secs standard et bas niveau

Les contacts secs standard et bas niveau sont de type contact inverseur à point commun.



NF Contact Normalement Fermé

NO Contact Normalement Ouvert

Note : Un modèle unique de contacts réalise toutes les fonctions de signalisation OF, SD, SDE et SDV : la fonction des contacts OF, SD, SDE est déterminée par l'emplacement dans le boîtier.

Le tableau ci-dessous définit le fonctionnement des contacts secs standard et bas niveau :

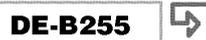
| Nom | Définition |
|-----|---|
| OF | A Ouverture ou Fermeture : le contact NO est Normalement Ouvert lorsque le disjoncteur est en position O (OFF). |
| SD | Signalisation de Déclenchement : ce contact indique que le disjoncteur a eu un déclenchement provoqué par : <ul style="list-style-type: none"> ● la protection Long retard, ● la protection Court retard, ● la protection Terre, ● un défaut d'isolement détecté par le bloc Vigi. ● une action sur les déclencheurs voltmétriques MX ou MN, ● une action sur le bouton push to trip, ● un débrogage ou un embrogage du disjoncteur, ● l'ouverture manuelle de la commande électrique. |
| SDE | Signalisation de Défaut Electrique : ce contact indique que le disjoncteur a déclenché sur défaut électrique par : <ul style="list-style-type: none"> ● la protection Long retard, ● la protection Court retard, ● la protection Terre, ● un défaut d'isolement détecté par le bloc Vigi. |
| SDV | Signalisation Défaut d'isolement (déclenchement par Vigi) : ce contact indique que le disjoncteur a eu un déclenchement provoqué par un défaut d'isolement détecté par le bloc Vigi. |

| Nom | Position de l'organe de commande et des contacts principaux | | | | | | | |
|-----|---|-----------------|-------|-----------------|---------|---|---|-----|
| | ON | déclenché par : | | Déclencheur (2) | | | | OFF |
| | | MN/MX | PT(1) | L | S ou So | I | V | G |
| Nom | Position des contacts de signalisation | | | | | | | |
| OF | ■ | | | | | | | |
| SD | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| SDE | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| SDV | | | | | | | ■ | |

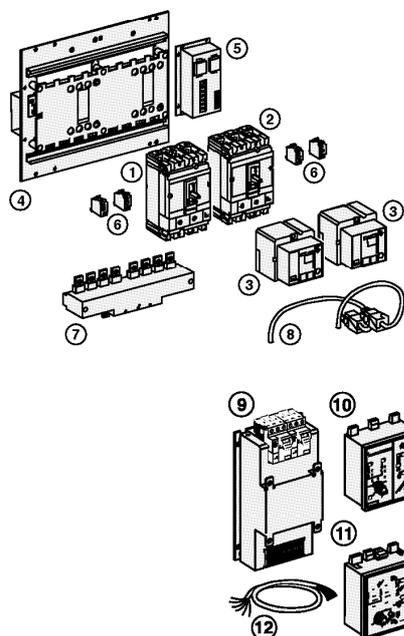
Inverseurs Compact NSX 100 à 630 A

Inverseurs télécommandés

www.schneider-electric.fr



- Caractéristiques
- Dimensions
- Raccordement



Composition type d'un inverseur de source télécommandé

- 1 appareil normal N (1)
- + 1 appareil remplacement R (2)
- + 2 télécommandes (3)
- + 1 platine avec interverrouillage (4) avec IVE (5) et sa filerie (8)
- + 2 kits débrochables (si version débrochable)
- + 1 kit d'adaptation pour NSX100...250 débrochable (si NSX400...630 avec NSX100...250)
- + contacts auxiliaires (6)
- 2 x (1 OF + 1 SDE) pour Compact NSX100...630
- + 1 accessoire de couplage aval (7) pour Compact NSX100...630 (option)
- + PAR longues (si raccordement arrière).

Tensions IVE et télécommandes identiques.

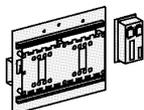
Option automatisme associé

- 1 inverseur de source sans automatisme associé
- + 1 ACP (9) avec automatisme BA (10)
- ou + 1 ACP (9) avec automatisme UA (11)
- ou + 1 ACP (9) avec automatisme UA (Batibus) (11)
- nota : le câble (12) entre ACP et le BA/UA est à réaliser par vos soins.

Tensions IVE + télécommandes + ACP + BA ou UA identiques.

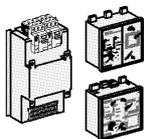
ATTENTION : canevas de commande obligatoire pour les inverseurs télécommandés.
 Pour passer commande : canevas disponible en page B256 .

platine + IVE



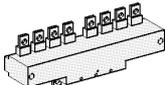
| source : | source : | | 24/250 V CC | 48/415 V CA 50/60 Hz |
|-----------------------------|--------------|--|-------------|----------------------|
| normal | remplacement | (tensions identiques) | | 440 V 60 Hz |
| NSX100...250 / NSX100...250 | | | 29351 | 29350 |
| composé de : | | platine | 29349 (3) | 29349 (3) |
| | | IVE (1) | 29356 (3) | 29352 (3) |
| | | contacts auxiliaires 2 OF + 2 SDE | 4 x 29450 | 4 x 29450 |
| | | option prises arrière ajouter : PAR longues uniquement | | |
| | | option débrochable sur socle ajouter : kit débrochable | | |
| NSX400...630 / NSX100...630 | | | 32611 | 32610 |
| composé de : | | platine | 32609 (3) | 32609 (3) |
| | | IVE (1) | 29356 (3) | 29352 (3) |
| | | contacts auxiliaires 2 OF + 2 SDE | 4 x 29450 | 4 x 29450 |
| | | option prises arrière ajouter : PAR longues uniquement | | |
| | | option débrochable sur socle ajouter : kit débrochable | | |
| | | kit adaptation si NSX100...250 | 32618 | 32618 |

option automatisme



| | | 220/240 V CA 50/60 Hz | 380/415 V CA 50/60 Hz |
|--|--|------------------------|-----------------------|
| | | 440 V 60 Hz | |
| ACP + automatisme BA | | 29470 | 29471 |
| composé de : | | platine ACP (1) | 29363 |
| | | automatisme BA (1) | 29376 |
| ACP + automatisme UA | | 29472 | 29473 |
| composé de : | | platine ACP (1) | 29363 |
| | | automatisme UA (1) | 29378 |
| ACP + automatisme UA 150 communicant (2) | | 29474 | 29475 |
| composé de : | | platine ACP (1) | 29363 |
| | | automatisme UA 150 (1) | 29379 |

accessoire de couplage aval



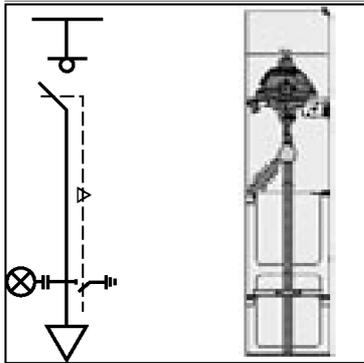
| normal | remplacement | | | |
|-----------------------------|--------------|-------|----|-------|
| NSX100...250 / NSX100...250 | | 250 A | 3P | 29358 |
| | | | 4P | 29359 |
| NSX400...630 / NSX400...630 | | 630 A | 3P | 32619 |
| | | | 4P | 32620 |

(1) Les tensions d'alimentation automatisme BA/UA, platine ACP, IVE et les télécommandes doivent être identiques quel que soit le modèle d'inverseur de source.
 (2) Communicant avec Digipact.
 (3) Ces références ne sont pas commercialisées en séparé.



Constitution des cellules

Cellule IS : Arrivée ou départ



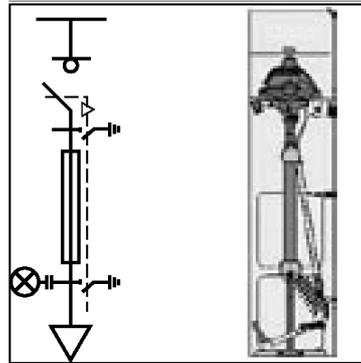
Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Interrupteur-sectionneur ISR.
- > Mécanisme de manoeuvre type C 410.
- > Sectionneur de mise à la terre.
- > Indicateurs de présence de tension.
- > Coffret BT.

Options :

- > Mécanismes de manoeuvre C 410M, C 440 ou C 440M.
- > Equipement pour environnement climatique (1).
- > 3 transformateurs de courant.
- > 3 parafoudres.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).
- > Indicateur de défaut de phase.
- > Indicateur de défaut de terre.

Cellule PF : Départ protection par interrupteur-fusibles associés



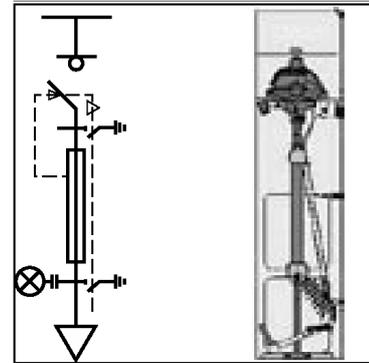
Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Interrupteur-sectionneur ISR.
- > Mécanisme de manoeuvre type C 410.
- > 3 fusibles (voir choix des fusibles).
- > Sectionneurs de mise à la terre amont et aval des fusibles.
- > Indicateurs de présence de tension.
- > Coffret BT.

Options :

- > Mécanismes de manoeuvre C 440 ou C 440M.
- > Equipement pour environnement climatique (1).
- > 3 transformateurs de courant.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).
- > Départ câbles latéral.

Cellule PFA : Départ protection par interrupteur-fusibles combinés



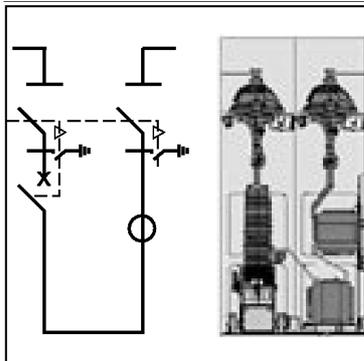
Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Interrupteur-sectionneur ISR.
- > Mécanisme de manoeuvre C 430.
- > 3 fusibles (voir choix des fusibles).
- > Sectionneurs de mise à la terre amont et aval des fusibles.
- > Indicateurs de présence de tension.
- > Coffret BT

Options :

- > Mécanismes de manoeuvre C 430M ou C 440 / C 440M.
- > Equipement pour environnement climatique (1).
- > 3 transformateurs de courant .
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).
- > Départ câbles latéral.

(1) Cet équipement comprend : 1 résistance de chauffage / un traitement des pièces de l'organe de manoeuvre.

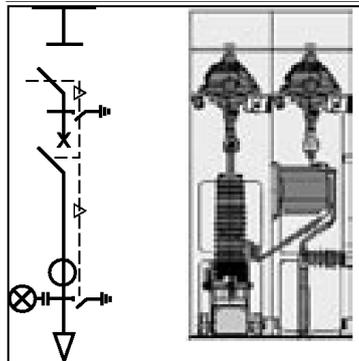
Cellule PGB : Protection générale à départ barres

Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > 2 sectionneurs avec mécanisme de commande C 410.
- > Disjoncteur ORTHOFLUOR FP avec mécanisme de commande BLR.
- > 3 transformateurs de courant de type tores ou bobinés.
- > 2 sectionneurs de mise au potentiel.
- > Coffret BT.

Nota : Départ à droite ou à gauche.

Options :

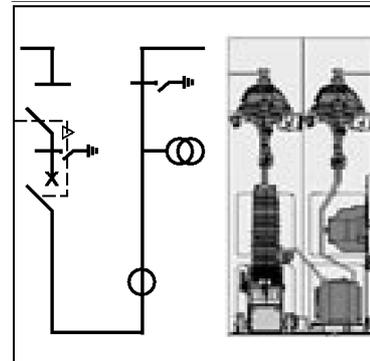
- > Équipement pour environnement climatique (1).
- > Mécanisme de manoeuvre électrique BLRM.
- > Système de protection avec ou sans source auxiliaire.
- > 3 noyaux supplémentaires ou 3 transformateurs de tension.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).

Cellule PGC : Protection générale à départ câbles

Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Sectionneur avec mécanisme de commande C 410.
- > Disjoncteur ORTHOFLUOR FP avec mécanisme de commande BLR.
- > Sectionneur de mise à la terre avec mécanisme de commande C 410 XS.
- > Indicateurs de présence de tension.
- > 3 transformateurs de courant de type tores ou bobinés.
- > Sectionneur de mise au potentiel.
- > Coffret BT.

Options :

- > Équipement pour environnement climatique(1).
- > Mécanisme de manoeuvre électrique BLRM.
- > Système de protection avec ou sans source auxiliaire.
- > 3 noyaux supplémentaires ou 3 transformateurs de tension.
- > Parafoudres.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).

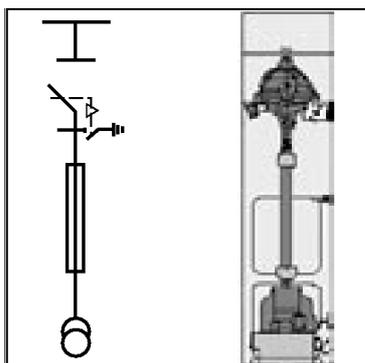
Cellule PGC + LR : Couplage + remontée barres

Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Sectionneur avec mécanisme de commande C 410.
- > Disjoncteur ORTHOFLUOR FP avec mécanisme de commande BLR.
- > Sectionneur de mise au potentiel.
- > Indicateurs de présence de tension.
- > 3 transformateurs de courant de type bobiné.
- > Coffret BT.

Options :

- > Équipement pour environnement climatique (1).
- > Mécanisme de manoeuvre électrique BLRM.
- > Système de protection avec ou sans source auxiliaire.
- > Sectionneur de terre (barres) avec mécanisme de commande C 410 XS.
- > Parafoudres.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).

Cellule TM : Mesure et comptage HTA



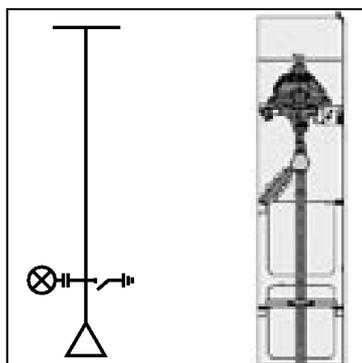
Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Sectionneur.
- > 3 fusibles HTA 6,3 A.
- > 3 transformateurs de tension.
- > Coffret de 3 fusibles BT 10 A de protection des secondaires des transformateurs de tension.
- > Sectionneur de mise au potentiel.
- > Coffret BT.

Options :

- > Équipement pour environnement climatique (1).
- > Signalisation fusion fusibles HTA.
- > Grand coffret BT.
- > Contacts auxiliaires de signalisation.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm)
- > Transformateurs de tension à multi rapport

Cellule LST : Arrivée directe



Équipement de base :

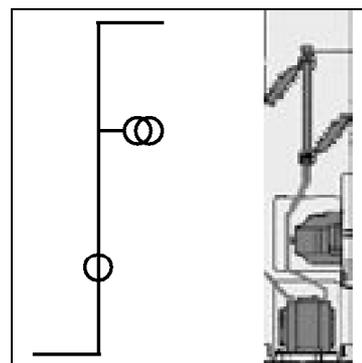
- > Jeu de barres tripolaire.
- > Remontée de barres.
- > Sectionneur de mise à la terre avec mécanisme de commande C 410 XS.
- > Indicateurs de présence de tension.

Options :

- > Équipement pour environnement climatique (1).
- > 3 transformateurs de courant.
- > Parafoudres.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).

Nota : Pour cellules DD ou NS nous consulter.

Cellule LR : Remontée de barres



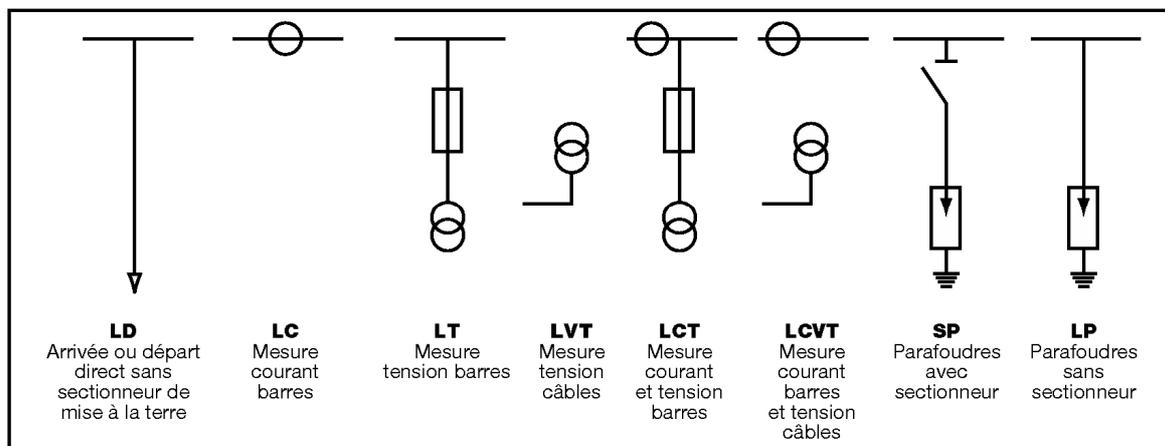
Équipement de base :

- > Jeu de barres tripolaire.
- > Remontée de barres.

Options :

- > Équipement pour environnement climatique (1).
- > 3 transformateurs de courant et 3 transformateurs de tension.
- > 3 parafoudres.
- > Soubassement (Hauteur : 400 ou 700 mm).

Autres cellules (2) :



(2) Pour les caractéristiques de ces cellules, nous consulter.

Caractéristiques techniques des cellules

AREVA T&D

Caractéristiques Techniques des Cellules (NORME CEI 62 271-200)

| Tension assignée (kV) | | 7.2 | 12 | 17.5 | 24 |
|---|-----------------------------------|---|---|---|---|
| Tension assignée de tenue | | | | | |
| Chocs de foudre (kVc) | Isolement | 60 | 75 | 95 | 125 |
| | Sectionnement | 70 | 85 | 110 | 145 |
| 50 Hz 1 min. (kV eff) | Isolement | 20 | 28 | 38 | 50 |
| | Sectionnement | 23 | 32 | 45 | 60 |
| Courant de courte durée | | | | | |
| Valeur efficace (kA 1s) | Cellules IS/PF/PFA | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ |
| | Cellules PGB/PGC/TM/SP | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 |
| | Cellules LST/LR/LD | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 | 12.5 ⁽¹⁾ - 16 ⁽¹⁾ 20 ⁽²⁾ - 25 |
| | Cellules LC/LT/LVT/LCT/LCVT/LP | 12.5 - 16 20 - 25 |
| Valeur crête (kAc) | Cellules IS/PF/PFA | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 |
| | Cellules PGB/PGC/TM/SP | 31.5 - 40 50 - 63 |
| | Cellules LST/LR/LD | 31.5 - 40 50 - 63 |
| | Cellules LC/LT/LVT/LCT/LCVT/LP | 31.5 - 40 50 - 63 |
| Courant assigné de la cellule (A) | | | | | |
| | Cellules IS/LR/LST/LD | 400 - 630 | 400 - 630 | 400 - 630 | 400 - 630 |
| | Cellules PF/PFA | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | Cellules LC/LT/LVT/LCT/LCVT/SP/LP | / | / | / | / |
| | Cellules PGB/PGC | 400 - 630 | 400 - 630 | 400 - 630 | 400 - 630 |
| | Cellules TM | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Courant nominal assigné du jeu de barres (A) | | 400 - 630 1250 | 400 - 630 1250 | 400 - 630 1250 | 400 - 630 1250 |
| Tenue à l'arc interne (kA - 1s.) CEI 62 271-200 | | 12.5 - 16 - 20 | 12.5 - 16 - 20 | 12.5 - 16 - 20 | 12.5 - 16 - 20 |
| (kA - 0.7 s) (version EDF) | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| Pouvoir de fermeture du sectionneur de mise à la terre (kAc) | | | | | |
| ST aval | Cellules IS/LST/LR/PGC | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 - 63 | 31.5 - 40 50 |
| | Cellules PF/PFA | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | Cellules PGB + TM | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Degré de protection des enveloppes(3) | | IP3X | IP3X | IP3X | IP3X |
| Dissipation calorifique approximative (W/Cellule) | | | | | |
| | Cellules IS/LR/LST/TM | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | Cellules PF/PFA (with fuses 43A) | 280 | 280 | 280 | 280 |
| | Cellules PGB | 350 | 350 | 350 | 350 |
| | Cellules PGC | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Effort au sol (daN) | | | | | |
| | Cellules PGB/PGC | 450 ⁽⁴⁾ | 450 ⁽⁴⁾ | 450 ⁽⁴⁾ | 450 ⁽⁴⁾ |
| | Autres Cellules (sauf LR) | 80 ⁽⁴⁾ | 80 ⁽⁴⁾ | 80 ⁽⁴⁾ | 80 ⁽⁴⁾ |

(1) 3 s. possible. / (2) 2 s. possible / (3) Capots de mécanismes IP 2XC. Pour autre degré nous consulter / (4) Poids de la cellule non inclus

| | | |
|---|--|--------------------------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER RESSOURCES | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | | Code : EQCIN Page : 9/16 |

SINEAX M561 / M562 / M563

Convertisseur de mesure multiple programmable pour utilisation industrielle, avec 1, 2 resp. 3 sorties analogiques

pour la mesure de grandeurs courant fort

Application

Le **SINEAX M 561 / M 562 / M 563** (Fig. 1) est un convertisseur de mesure programmable avec une **interface RS 232 C** pour le captage **simultané** de 1 (M561), 2 (M562) resp. 3 (M563) grandeurs librement choisies d'un réseau électrique et fournissant 1 (M561), 2 (M562), resp. 3 (M563) grandeurs de sortie galvaniquement séparées.

L'interface **RS 232** du convertisseur de mesure sert à l'aide d'un logiciel et d'un PC à la programmation et permet en plus de réaliser certaines fonctions additionnelles intéressantes.

Voici un aperçu des possibilités de programmation les plus importantes: tous les systèmes de raccordement usuels, les grandeurs de mesure, les valeurs des grandeurs d'entrée, la caractéristique de transmission pour chaque grandeur de sortie etc.

Parmi les fonctions additionnelles: Indication et enregistrement des valeurs mesurées sur le moniteur d'un PC avec mémorisation et traitement des informations, simulation des sorties ainsi qu'impression de plaquettes signalétiques.

Le convertisseur de mesure satisfait aux exigences et prescriptions en ce qui concerne la **compatibilité électromagnétique EMC** et de **Sécurité** (CEI 1010 resp. EN 61 010). Il est développé, fabriqué et contrôlé selon la **norme de qualité ISO 9001**.

Points particuliers

- Mesure simultanée de plusieurs valeurs d'un réseau courant fort

| Grandeurs mesurées | Courant nominal d'entrée | Tension nominale d'entrée |
|---|--------------------------|--|
| Courant, tension (rms), puissance active/réactive/apparente cosφ, sinφ, facteur de puissance Valeur effective de l'intensité avec temps de réglage prolongé (fonction de mesure bilame) Fonction d'aiguille entraînée pour la mesure de la valeur effective IB Fréquence Valeur moyenne des intensités avec signe de polarité de la puissance efficace (seulement du réseau) | 1 à 6 A | 57,7 à 400 V (tension de phase) resp. 100 à 693 V (tension composée) |

- Pour tous les rés. courant fort et toutes les grandeurs de mesure
- Sorties analogiques universelles (programmables)
- Jusqu'à 693 V de tension d'entrée (tension composée)
- Précision: classe 0,2 (U, I) resp. 0,5 (autres grandeurs)
- Logiciel compatible pour Windows avec protection par mot clé pour la programmation, l'analyse de données, simulation
- Bloc d'alimentation CC, CA avec alimentation auxiliaire à large tolérance / Utilisation universelle

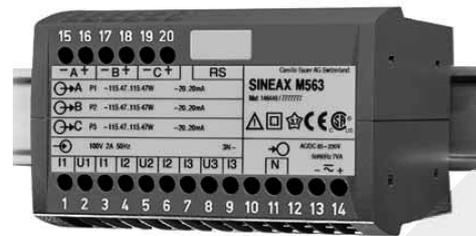
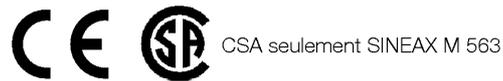


Fig. 1. Convertisseur de mesure SINEAX M 563 en boîtier P20/105 encliqueté sur rail «à chapeau».

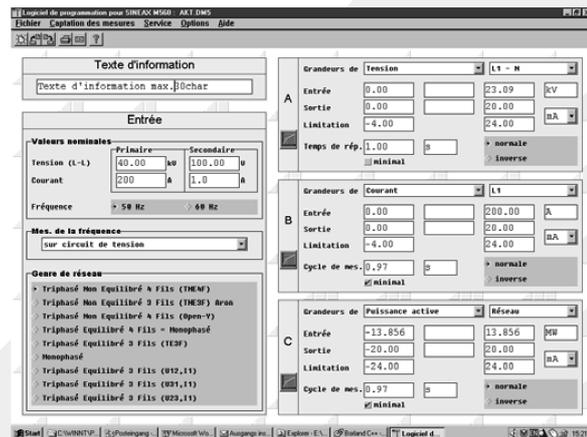


Fig. 2. Présentation imprimée du logiciel de configuration (M563).

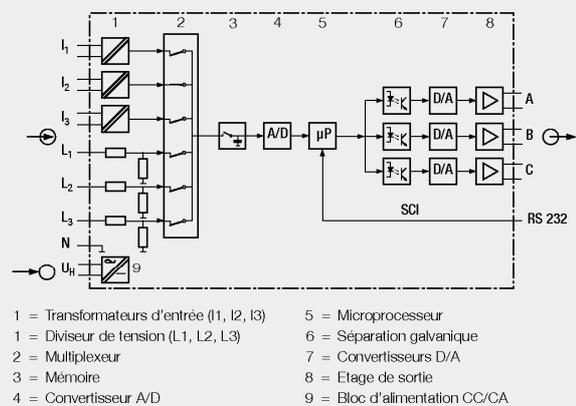
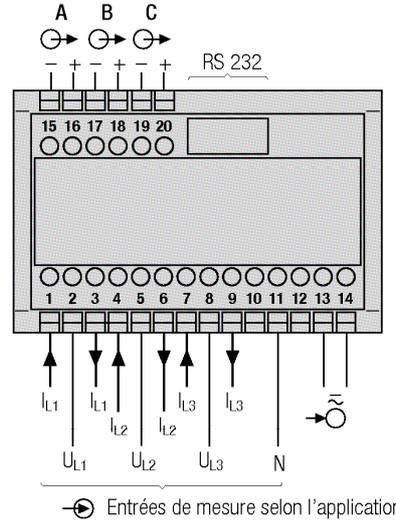


Fig. 3. Schéma fonctionnel (M563).

| Fonction | | Raccord. | | |
|--------------------|-----------------|----------|-------|----|
| Entrée de mes. | Courant altern. | IL1 | 1 / 3 | |
| | | IL2 | 4 / 6 | |
| | | IL3 | 7 / 9 | |
| | Tension altern. | UL1 | 2 | |
| | | UL2 | 5 | |
| | | UL3 | 8 | |
| N | | 11 | | |
| Sorties*) | Analogue | A | - | 15 |
| | | | + | 16 |
| | | B | + | 17 |
| | | | - | 18 |
| | | C | + | 19 |
| | - | 20 | | |
| Alim. aux. | CA | ~ | 13 | |
| | | ~ | 14 | |
| | CC | - | 13 | |
| | | + | 14 | |
| Interface RS 232 C | | | | |

Si l'alimentation auxiliaire est raccordée de façon interne via tension d'entrée, les connexions seront les suivantes:

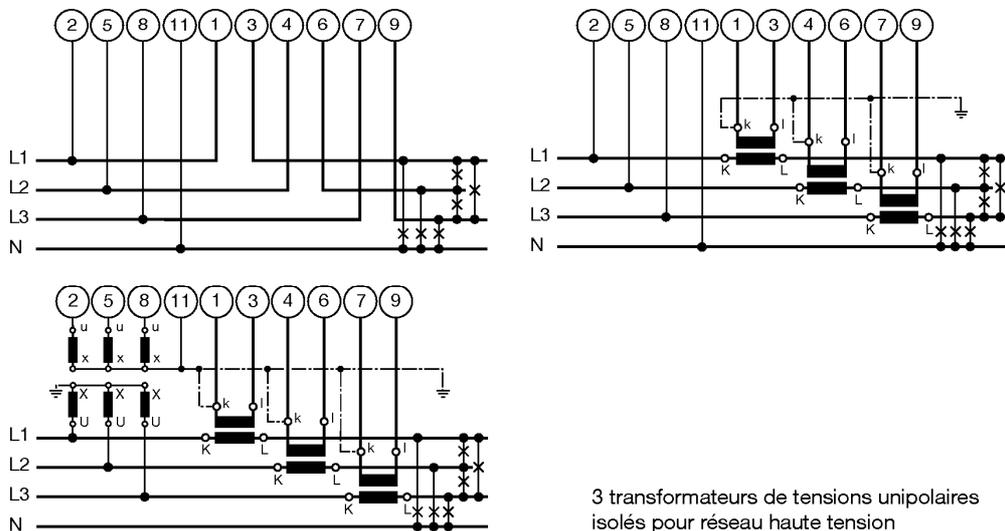
| Application (réseau) | Racc. interne Borne / Réseau |
|---|---------------------------------|
| Courant alternatif monophasé | 2 / 11 (L1 - N) |
| Courant triphasé 4 fils à charges équilibrées | 2 / 11 (L1 - N) |
| Tous les autres (exceptés caract. 9, ligne E, F et J) | 2 / 5 (L1 - L2) |



*) M561: Sortie A
M562: Sortie A et B
M563: Sortie A, B et C

| Entrées de mesure | |
|----------------------|------------------------|
| Réseau / Application | Disposition des bornes |

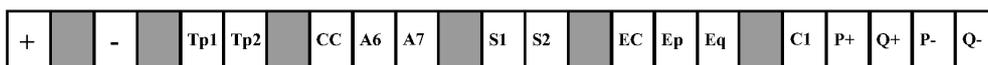
Courant triphasé 4 fils à charges déséquilibrées



2.2.3. Raccordement du bornier client/Auxiliaire

- Un tournevis de 3,5 mm est nécessaire pour câbler ce bornier.
- La capacité de serrage des bornes est de 2,5 mm²
- Le Couple de serrage maximum est de 0,5 Nm

Disposition des bornes :



Fonction de chaque borne :

| Bornes (contacts) | Fonction | Caractéristiques électriques |
|----------------------------|--|---|
| + . - | Entrée alimentation auxiliaire | 48 à 240V DC & 57,7 à 230 V AC Consommation < 15 VA |
| Tp1. Tp2 | Top horaire émis par le compteur | Relais monostables Max 50 VA- 2A-230Vac-50Hz-50Vdc Durée top horaire = 900ms |
| S1 . S2 | sortie téléinformation client | ± 1,8V sur 100Ω |
| CC A6 (C1) A7 (C2) | commun Sortie * Sortie * | Relais bistables Max 50 VA- 2A-230Vac-50Hz-50Vdc |
| EC Ep Eq | Inhibé Inhibé Inhibé | Ras |
| C1 P+ Q+ P- Q- | Commun (potentiel 0V ou négatif) Circuit de sortie actif P+ (impulsions) Circuit de sortie réactif Q+ (impulsions) Circuit de sortie actif P- (impulsions) Circuit de sortie réactif Q- (impulsions) | C=0,025 Wh ** C=0,025 varh ** C=0,025 Wh ** C=0,025 varh ** Optocoupleurs 27 V _{DC} / 27 mA max (NPN collecteur ouvert) |

* : Affectation programmable à la mise en service dans l'application métrologique définie en annexe.

** : Valeur par défaut ; le poids et la largeur d'impulsion sont programmables dans les limites suivantes :

- Durée : 30 à 100 ms
- Poids : 25 à 2500 mWh

Application

The binary input board 23BE23 is used for the isolated input of up to 16 binary process signals. Scanning and processing of the inputs are executed with the high time resolution of 1 ms. Allocation of an input to a processing function can be done according to the rules of configuration. The board 23BE23 can process the following types of signals:

- 16 single indications with time stamp
- 8 double indications with time stamp
- 2 digital measured values with 8 bit
- 1 digital measured value with 16 bit
- 16 pulse counters

Characteristics

Eight inputs each form a group with a common return. The 16 inputs form two groups. The inputs are potentially isolated by means of optocouplers. The board allows process signal voltages from 24 to 60 V DC. The input circuit is dimensioned in that way, that current regulative diodes keep the signal current constant.

The board has sixteen light emitting diodes to indicate the signal-state. The LEDs are organized in two columns on the front plate. The LED follows directly the input.

The maximum permissible frequency for counter pulses is 120 Hz.

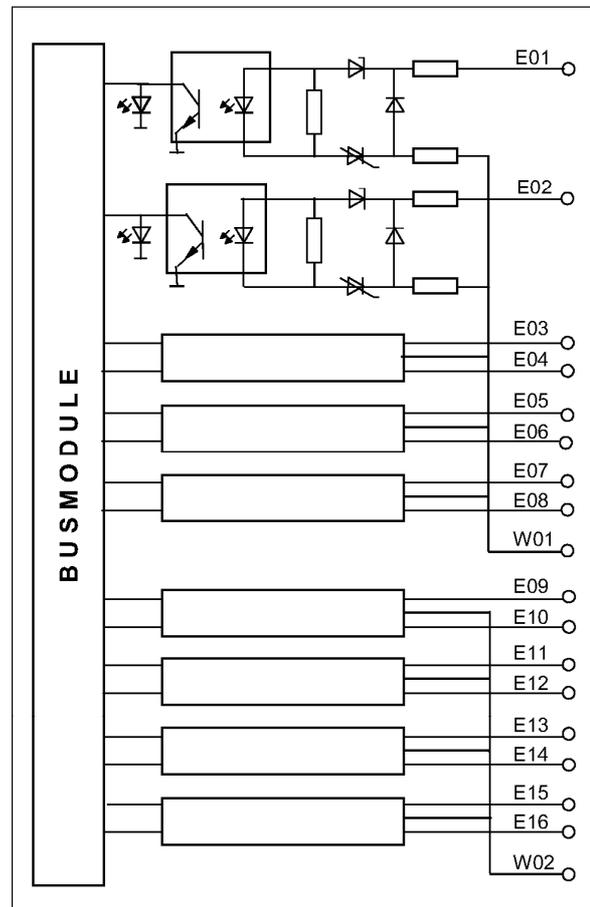


Fig. 1: Block diagram
Binary input board 23BE23

Remote Terminal Unit

Connections and Settings

Analog Input 23AE23

Application, characteristics and technical data have to be taken from the hardware data sheet:

23AE23 1KGT 150 573

Operation

The 23AE23 board scans analog current- or voltage signals and prepares them for the RTU560 on the basis of predefined parameters.

Processing functions

The micro controller EAP (Ein-/ Ausgabe - Prozessor / Input- output processor) controls the A/D converter and reads the digitized analog measured value. The configuration parameters are loaded by the CMU (communication unit). The used processing functions of the 23AE23 are defined by the RTU560.

In general the 23AE23 board can process the following functions per input channel.

- Zero value supervision
- Switching detection
- Smoothing
- Cyclic transmission to the CMU independent from threshold supervision
- Threshold supervision

Input signal conversion

The A/D converter operates by the sigma-delta method. The sigma-delta method allows a high suppression of line-frequency and line-harmonics interference voltages. This is still specified by a deviation from the nominal line-frequency of up to $\pm 10\%$. On this occasion the suppression is still > 45 dB.

The 23AE23 transmits the measured value with 12 bit plus sign to the CMU. The scaling to the telecontrol transmission protocol presentation is done by the CMU.

With a ninth internal measuring channel the 23AE23 does an automatic zero calibration at each cycle. The A/D converter uses the result as a rating factor.

Settings

Input signal range

A measuring range can be differently configured for each of the eight channels. Therefore the configuration has to be done for all eight channels. For each channel:

- the switch registers S1 to S3 **AND**
- the jumper X5x1

should be configured to the *same* measuring range. Only if jumper and switch register setting corresponds the 23AE23 scans and converts the measuring value correct.

The configuration of jumper X5x1 is shown in Table 1. Hereby is x the channel to be configured. Table 2 shows the corresponding settings for switch register S1 to S3 and the corresponding position of jumper X5x1. For channel 5 = 20 mA as an example it should be set:

- X551 jumper 5 = position 1-2
- S3-5 = OFF
- S2-5 = ON
- S1-5 = ON

The firmware of the 23AE23 uses the position of switch register S1 to S3 for the scaling and calculation to the nominal measuring range. In addition it identifies by the position which rating value it should use.

| Pos. | X5x1 | Measuring range |
|------|------|-----------------------|
| 1 | | 20 mA 40 mA |
| 2 | | 2 mA 5 mA 10 mA |
| 2 | | 2 V 20 V |

x = 1 to 8 for the respective channel

Table 1: Configuration jumper X5x1

| Measuring range | S3 - x | S2 - x | S1 - x | X5x1 |
|-----------------|--------|--------|--------|------|
| ± 2 mA | OFF | OFF | OFF | |
| ± 5 mA | OFF | OFF | ON | |
| ± 10 mA | OFF | ON | OFF | |
| ± 20 mA | OFF | ON | ON | |
| ± 40 mA | ON | OFF | OFF | |
| ± 2 V | ON | OFF | ON | |
| 0 ... 20 V | ON | ON | OFF | |
| not used | ON | ON | ON | |

x = 1 to 8 = input channel

The configuration of S1-x to S3-x and X5x1 should correspond to each other

Table 2: Configuration S1 to S3 and X5x1

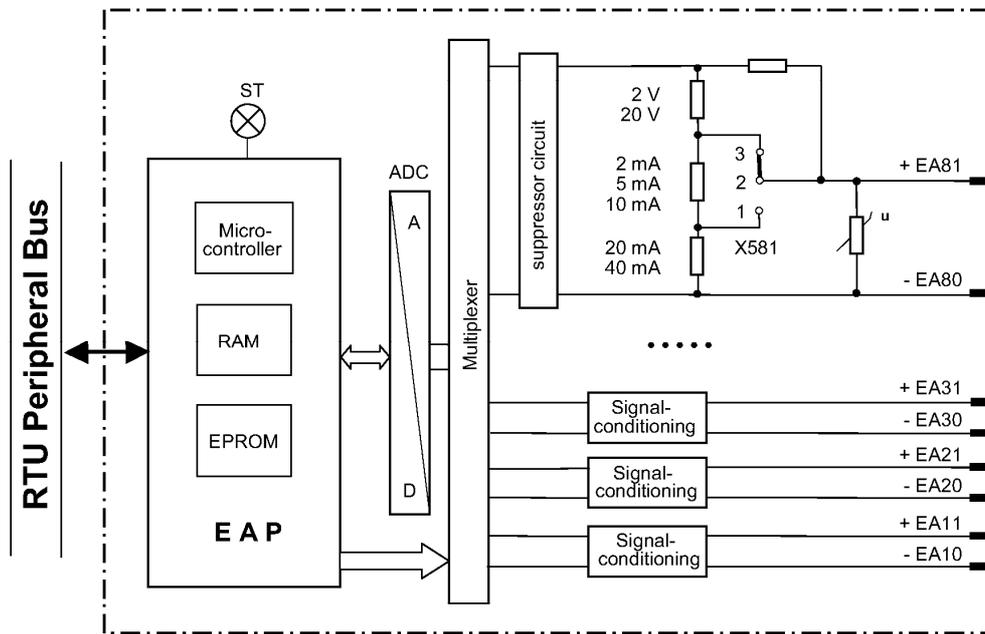


Fig. 2: Logic block diagram

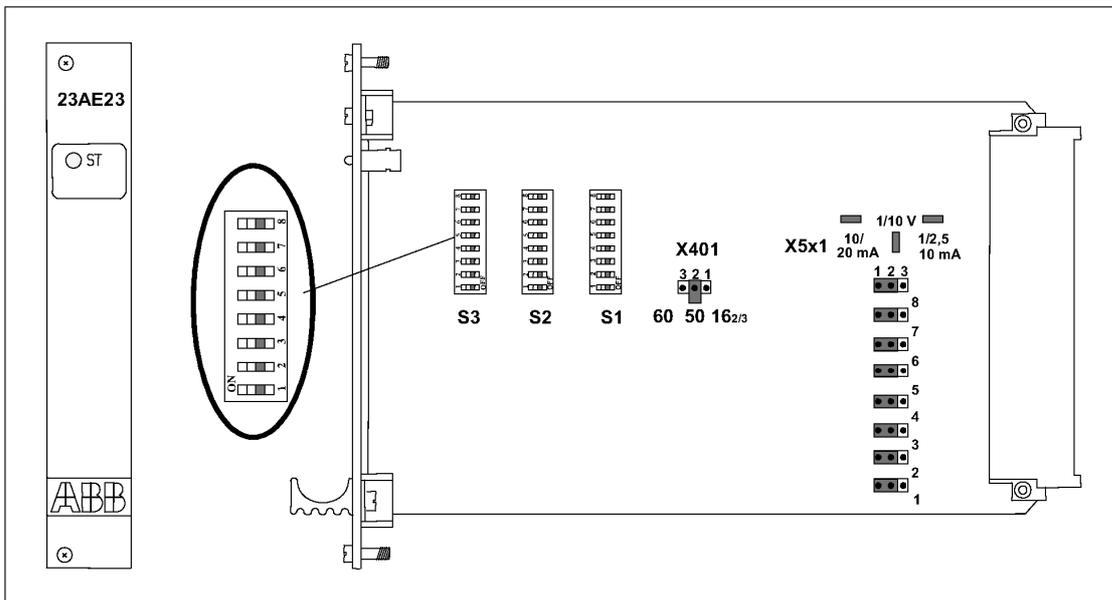


Fig. 3: Board layout with setting positions

| | | |
|---|--|---------------------------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE – DOSSIER RESSOURCES | | Session 2011 |
| Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel : Conception et industrialisation | | Code : EQCIN Page : 16/16 |