



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Option : Systèmes éoliens

Session 2019

U 42 : Analyse des solutions technologiques

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice avec ou sans mode examen est autorisé.

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

Le sujet comporte 25 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP4 de la page à la page 4.
- Dossier questions : DQ1 à DQ11 de la page 6 à la page 11.
- Documents réponses : DR1 à DR11 de la page 13 à la page 18.
- Documents techniques : DT1 à DT11 de la page 20 à la page 25.

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué sur le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

Tous les documents réponses sont à remettre en un seul exemplaire en fin d'épreuve.

CODE ÉPREUVE : MY42ASC		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U42 ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES			
Durée : 4h	Coefficient : 4		SUJET N° 22MS18	Page 1	

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Option : Systèmes éoliens

Session 2019

U 42 : Analyse des solutions technologiques

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Ce dossier contient les documents DP1 à DP4.

CODE ÉPREUVE : MY42ASC		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U42 ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES			
Durée : 4h	Coefficient : 4		SUJET N° 22MS18	Page 2	

Présentation du parc éolien

L'étude portera sur des éoliennes se trouvant sur le parc ci-dessous nommé.

Généralités

- Nom du parc : Grand Place
- Pays : France
- Département / Zone : 56
- Autre nom : Pleugriffet II

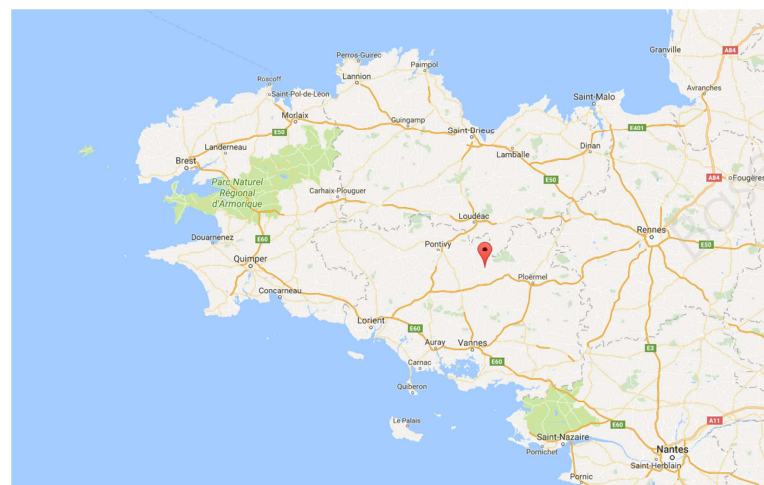
Détails

- Mise en service : MAI 2010
- 6 turbines : Gamesa G90/2000 (puissance de 2 000 kW, diamètre de 90 m)
- Hauteur nacelle : 105 m
- Puissance nominale totale : 12 000 kW
- Opérationnel
- Parc onshore
- Développeurs : VSB Energies Nouvelles / H2ion
- Opérateur : Iberdrola Renewables
- Propriétaires : EDF-EN / Akuo Energy



Localisation

- Commune : Pleugriffet, Crédin – Région Bretagne

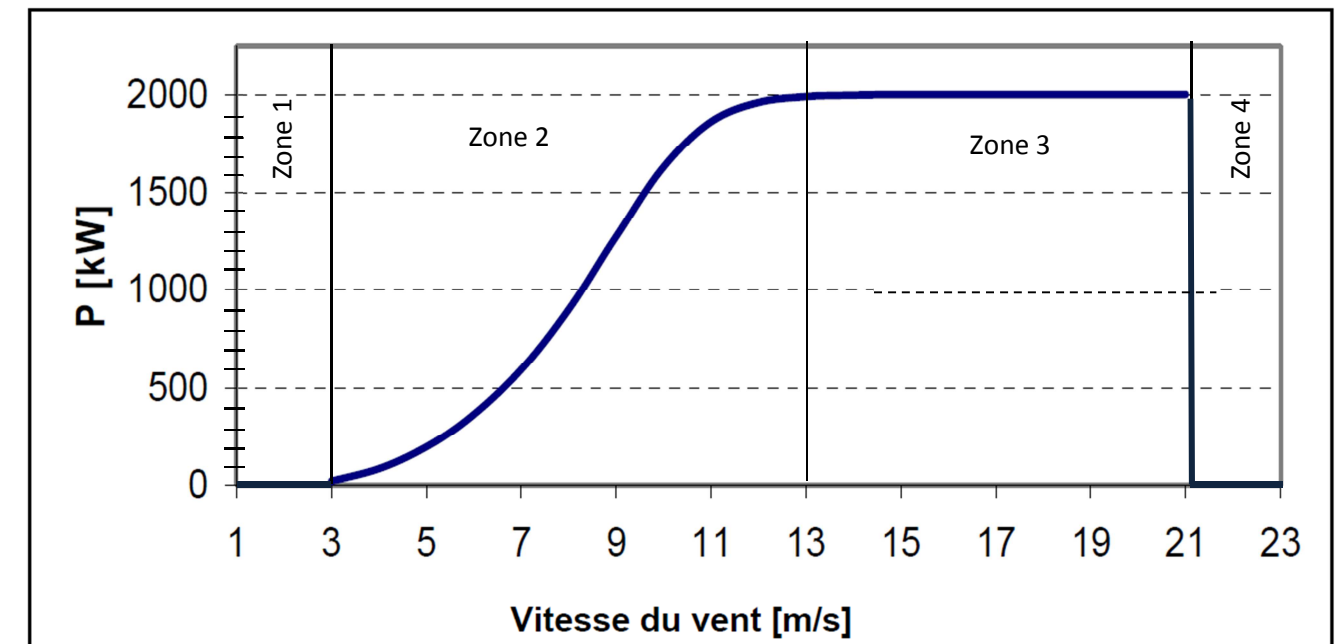


Présentation de l'aérogénérateur GAMESA G90/2000

Caractéristiques techniques de l'éolienne Gamesa G90 2MW.

Puissance nominale	2,0 MW
Fréquence	50Hz/60Hz
Diamètre du rotor	90m
Angle de pointe de pale	Réglage dû à un changement de pas
Intensité de turbulence	10% (pour toutes les valeurs de vents)
Densité de l'air	1,225 kg/m ³

Courbe de puissance.

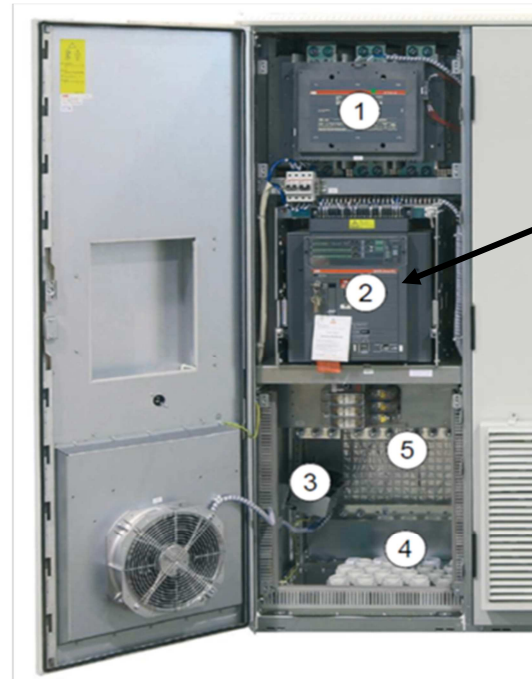


Problématique de l'étude :

Un dysfonctionnement dans le circuit d'alimentation de l'éolienne a provoqué un début d'incendie dans l'armoire électrique se trouvant au pied du mât.

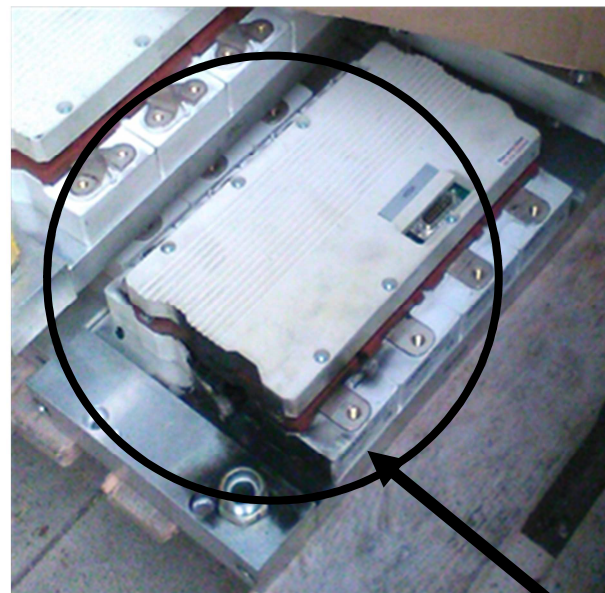
Ce début d'incendie a entraîné la destruction de plusieurs composants électriques dans cette armoire ; ainsi que l'immobilisation et l'arrêt de production de cette éolienne pendant deux semaines entraînant une perte financière se chiffrant à plusieurs dizaines de milliers d'euros.

Localisation et présentation des composants mis en cause dans ce problème.



Alimentation du circuit Statorique de la génératrice

2 : disjoncteur



IGBT : semi-conducteur du convertisseur du circuit rotorique ACS800 (ABB) qui a pris feu.



Dans le cadre d'une démarche de qualité totale et dans la recherche d'une disponibilité proche de 99% de l'éolienne (valeur exigée par les exploitants de parcs éoliens), la direction de l'entreprise demande au coordinateur régional de proposer des solutions pour remédier au problème rencontré.

Le coordinateur régional vous demande :

- d'analyser le fonctionnement en mode normal de l'éolienne.
- d'analyser le fonctionnement en mode dégradé de l'éolienne.
- d'analyser et critiquer les deux solutions proposées par le coordinateur régional.
- de justifier d'un point de vue maintenance et production la solution retenue par le coordinateur régional.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Option : Systèmes éoliens

Session 2019

U 42 : Analyse des solutions technologiques

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

DOSSIER QUESTIONS

Ce dossier contient les documents DQ1 à DQ11.

CODE ÉPREUVE : MY42ASC		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019		SUJET		ÉPREUVE : U42 ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES	
Durée : 4h		Coefficient : 4		SUJET N° 22MS18 Page 5	

DQ1 – Dossier questions

1	ANALYSE PRÉLIMINAIRE : Connaissance de la technologie éolienne	
	Durée conseillée : 15 min	

Q.1-1	Document à consulter : DR1	Répondre sur DR1
--------------	----------------------------	------------------

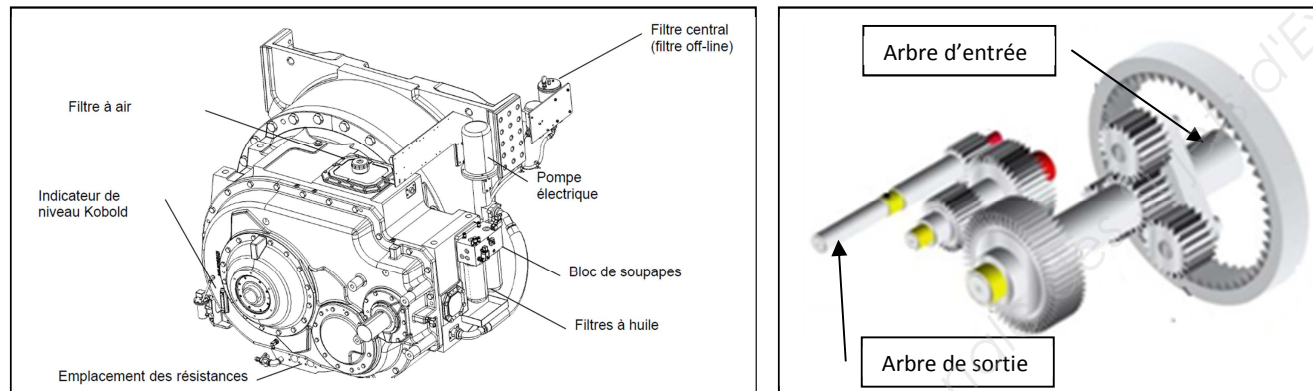
À partir de la figure présente sur le document réponse 1, compléter la nomenclature des éléments de la nacelle.

2	Étude de la chaîne d'énergie mécanique en fonctionnement normal	
	Durée conseillée : 60 min	

L'objectif de cette partie est de déterminer les caractéristiques cinématiques et énergétiques de la chaîne d'énergie mécanique en fonctionnement normal. Cette étude sera menée pour une vitesse de vent de 13m/s.

2-1	Étude du multiplicateur
------------	--------------------------------

L'aérogénérateur G90-2MW est équipé d'un multiplicateur de marque HANSEN. Celui-ci comporte un étage planétaire épicycloïdal combiné à deux étages à engrenages parallèles.



Q.2-1-1	Documents à consulter : DT1 - DT3	Répondre sur DR1
----------------	-----------------------------------	------------------

Compléter le schéma cinématique du multiplicateur.
Indiquer sur ce schéma les repères de toutes les roues dentées présentes sur ce multiplicateur.

DQ2 – Dossier questions

Q.2-1-2	Document à consulter : DT3	Répondre sur DR2
----------------	----------------------------	------------------

Les nombres de dents Z étant donnés, calculer le rapport de transmission r_1 du train épicycloïdal à partir de la formule de Willis:

$$r_1 = N_{\text{Planétaire}} / N_{\text{Porte Satellite}} = (Z_P + Z_C) / Z_P$$

avec : Z_p : Nombre de dents du planétaire et Z_C : Nombre de dents de la couronne.

Q.2-1-3	Document à consulter : DT3	Répondre sur DR2
----------------	----------------------------	------------------

Calculer le rapport de transmission r_2 du train à engrenages parallèles.

Q.2-1-4		Répondre sur DR2
----------------	--	------------------

Justifier que le rapport de transmission global r du multiplicateur est égal à 101.1

2-2	Étude de la transmission de puissance
------------	--

La structure de la chaîne d'énergie mécanique est décrite sur le diagramme des blocs internes (ibd) du DT1.

Q.2-2-1	Documents à consulter : DP2 - DT4	Répondre sur DR2
----------------	-----------------------------------	------------------

À partir du diamètre du rotor, calculer l'aire du disque éolien : S en m^2 .
Calculer la force de poussée théorique du vent F_{th} pour une vitesse de vent de 13 m/s.
Déterminer la valeur du coefficient de poussée C_T à prendre en compte et vérifier que la puissance dans le vent transmise sur le rotor P_{rotor} est égale à 2.65MW.

Q.2-2-2		Répondre sur DR2
----------------	--	------------------

Dans les conditions d'étude, la vitesse du rotor est $N_{rotor} = 16.7$ tr/min. Exprimer puis calculer le couple C_{rotor} s'exerçant sur le rotor.

Q.2-2-3	Document à consulter : DT1	Répondre sur DR2
----------------	----------------------------	------------------

Exprimer puis calculer la puissance, la vitesse de rotation et le couple sur l'arbre rapide : P_{rap} , N_{rap} , C_{rap} .

DQ3 – Dossier questions

3	Etude de la chaine d'énergie électrique en fonctionnement normal	
		Durée conseillée : 60 min

L'objectif de cette étude est de caractériser la chaine d'énergie électrique en fonctionnement normal.

Q.3-1	Documents à consulter : DT1, DP2	Répondre sur DR3
--------------	----------------------------------	------------------

Le rendement de la génératrice étant $\eta_G = 0.9$, calculer la puissance électrique produite pour une vitesse de vent de 13m/s. Vérifier le résultat trouvé à l'aide de la courbe de puissance de l'éolienne.

Q.3-2	Document à consulter : DP2	Répondre sur DR3
--------------	----------------------------	------------------

À partir de la courbe de puissance de l'aérogénérateur G90 – 2MW, compléter le tableau en indiquant la puissance produite pour différentes vitesses de vent (pour une masse volumique de l'air de 1.255 kg/m^3). Commenter la courbe de puissance en décrivant la situation de fonctionnement de la machine et la production d'énergie en fonction de la vitesse du vent.

Q.3-3	Document à consulter DT11	Répondre sur DR4
--------------	---------------------------	------------------

Compléter le tableau en identifiant les différents éléments du schéma S1 figurant sur DT11.

Q.3-4		Répondre sur DR5
--------------	--	------------------

Colorier en rouge la flèche convenant au sens de transfert de l'énergie active statorique et rotorique en fonctionnement générateur hyposynchrone.

Q.3-5		Répondre sur DR5
--------------	--	------------------

Colorier en vert la flèche convenant au sens de l'énergie active statorique et rotorique en fonctionnement générateur hypersynchrone.

Q.3-6	Document à consulter DT11	Répondre sur DR5
--------------	---------------------------	------------------

La puissance réactive nécessaire à la magnétisation de la machine asynchrone est contrôlée par quel élément du schéma S1 ? L'éolienne a-t-elle besoin de tirer son énergie réactive du réseau électrique extérieur ? À combien est égal le $\cos\phi$ d'une génératrice éolienne vue du réseau de distribution, lorsqu'elle assure elle-même son besoin en réactif ?

DQ4 – Dossier questions

Q.3-7	
--------------	--

La fréquence du réseau est de 50Hz. La génératrice asynchrone est quadripolaire.

Q.3-7-1		Répondre sur DR5
----------------	--	------------------

Déterminer la fréquence de synchronisme

Q.3-7-2		Répondre sur DR6
----------------	--	------------------

Pour une vitesse de vent de 7m/s et une fréquence de l'arbre rapide de 1200tr/min (hyposynchrone), la génératrice asynchrone délivre une puissance statorique de 660KW et consomme une puissance rotorique de 60KW.

Déterminer la puissance active délivrée par la génératrice au réseau extérieur.

Déterminer la fréquence de rotation du champ magnétique tournant.

Déterminer le glissement.

Q.3-7-3		Répondre sur DR6
----------------	--	------------------

Pour une vitesse de vent de 20m/s et une fréquence de l'arbre rapide de 1900tr/min (hypersynchrone), la Génératrice asynchrone délivre une puissance statorique de 1,6MW et produit une puissance rotorique de 400KW.

Déterminer la puissance active délivrée par la génératrice au réseau extérieur.

Déterminer la fréquence de rotation du champ magnétique tournant.

Déterminer le glissement.

Q.3-7-4	Document à consulter DT8 DT9	Répondre sur DR6
----------------	------------------------------	------------------

Calculer le courant produit par l'éolienne pour une puissance produite de 2MW avec un $\cos\phi=1$, et justifier le calibre et la référence du disjoncteur FG0008: **E3S 2000A**.

DQ5 – Dossier questions

4	Étude de la chaine d'information en fonctionnement normal	
		Durée conseillée : 30 min

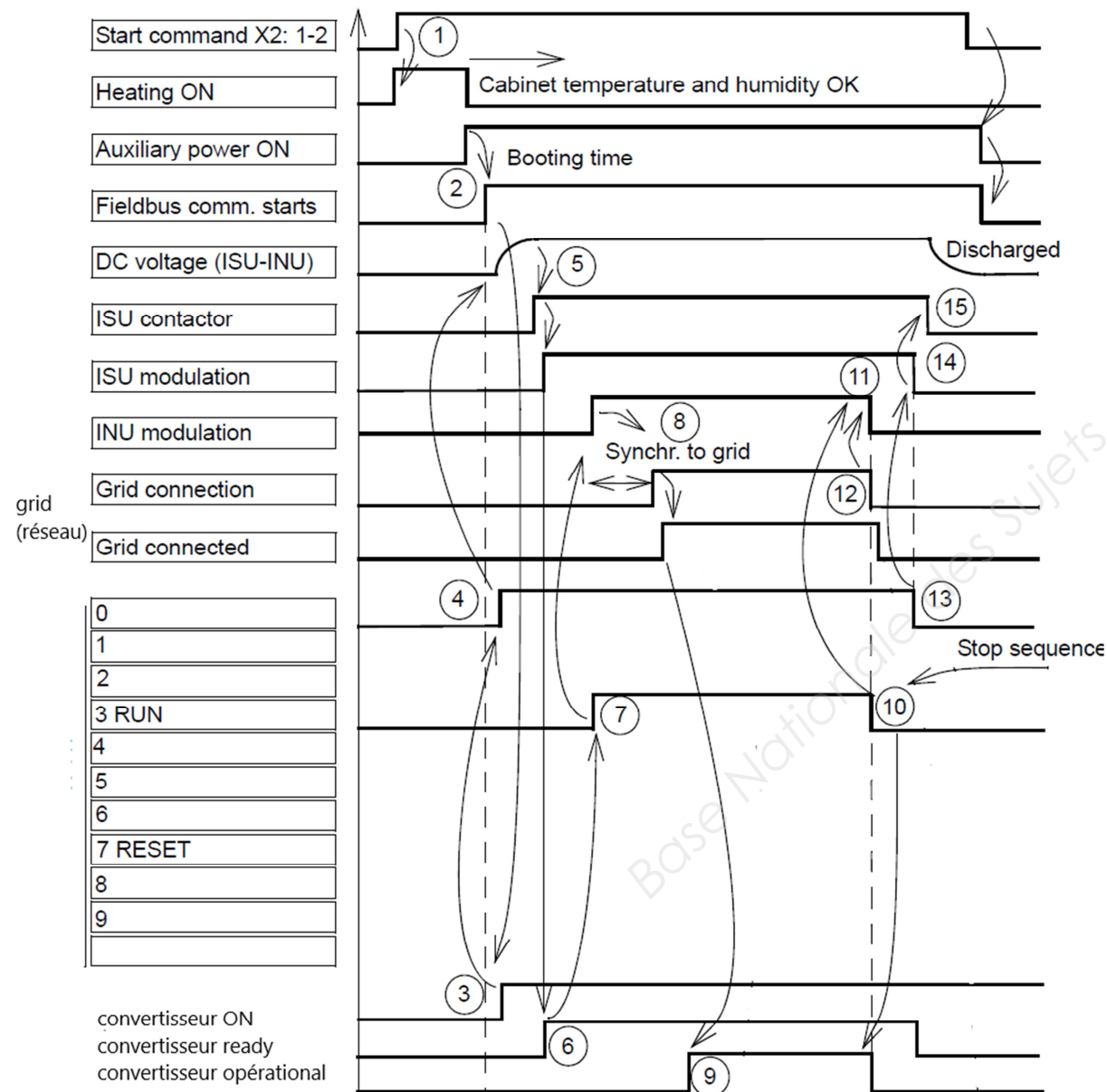
L'objectif de cette étude est de caractériser la chaine d'information en fonctionnement normal.

Q.4-1	Répondre sur DR7
-------	------------------

À l'aide du chronogramme suivant, compléter les tableaux en indiquant les différentes phases de démarrage et d'arrêt de l'éolienne.

■ Starting sequence

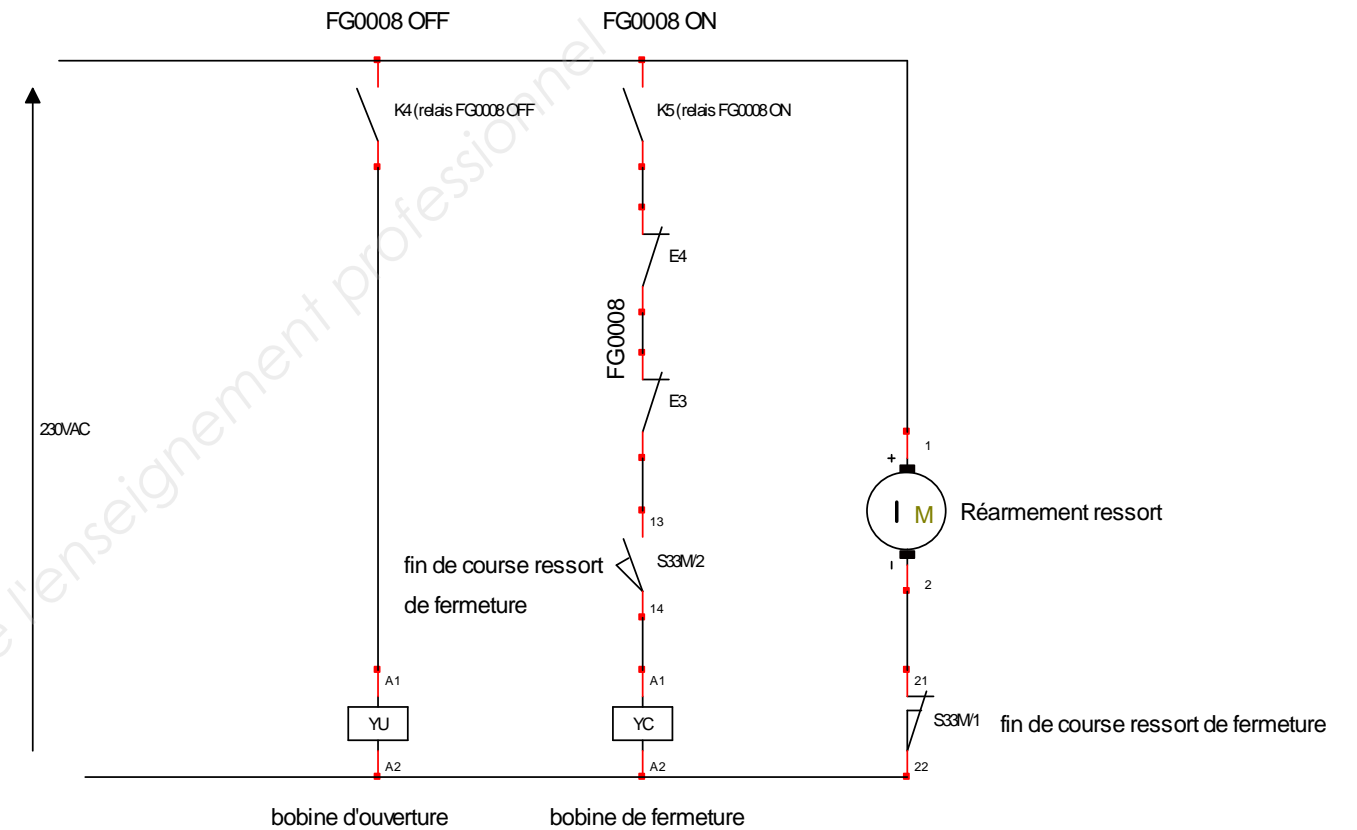
The starting sequence of the wind turbine converter is shown below.



DQ6 – Dossier questions

Q.4.2	Documents à consulter : DT5 DT6	Répondre sur DR7
-------	---------------------------------	------------------

Identifier les fonctions de M et des bobines YU et YC du disjoncteur FG008.



Commande disjoncteur FG0008

DQ7 – Dossier questions

5	Étude de la chaine d'énergie et d'information en fonctionnement dégradé de la machine
	Durée conseillée : 20 min

Le disjoncteur FG008 est resté collé lors d'une défaillance. Le vent est nul, toute l'énergie statorique est prélevée sur le réseau extérieur et transférée au rotor, la machine démarre en moteur. Le condensateur claque et devient un court-circuit ce qui entraîne la destruction des diodes et le claquage par surtension de tous les IGBT du convertisseur côté rotor et un début d'incendie.

Q.5.1		Répondre sur DR8
--------------	--	------------------

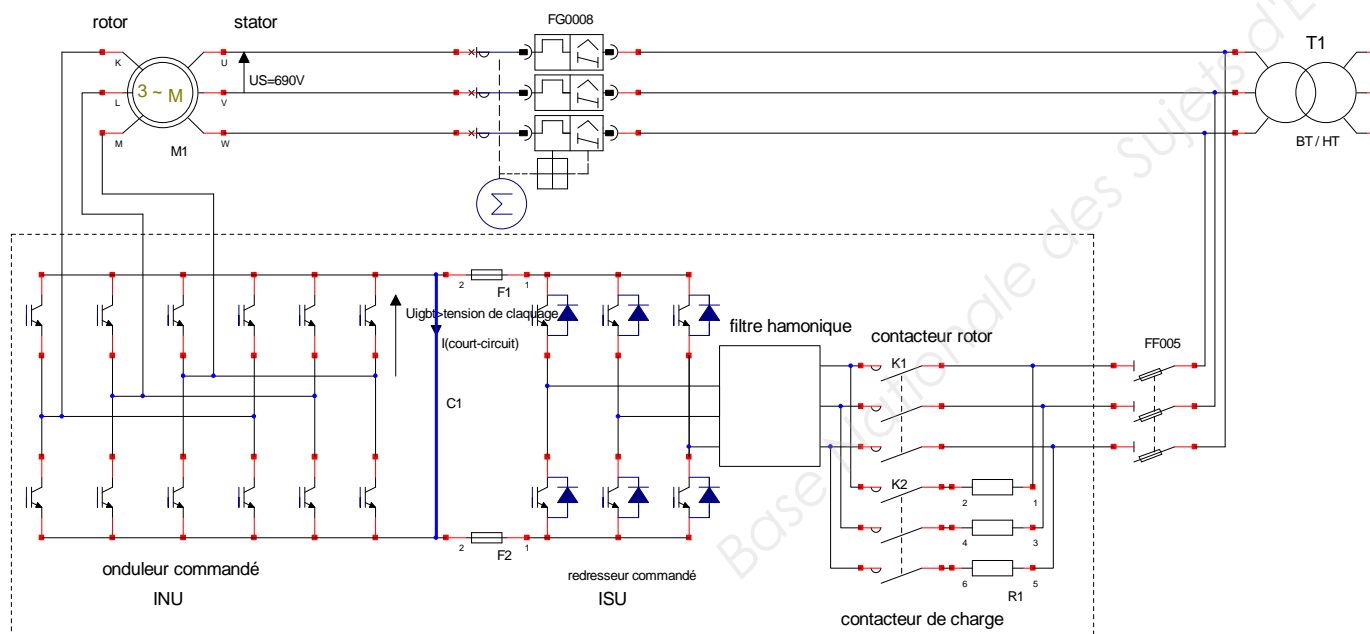
Indiquer la vitesse de rotation d'arbre rapide au début de cet enchainement de défaillances.

Q.5.2	Document à consulter DT7	Répondre sur DR8
--------------	--------------------------	------------------

Le convertisseur est-il autorisé à fonctionner à cette vitesse de vent ?

Q.5.3		Répondre sur DR8
--------------	--	------------------

Indiquer l'état des appareils électriques lors de l'incident en complétant le tableau.



DQ8 – Dossier questions

Q.5.4		Répondre sur DR8
--------------	--	------------------

La génératrice asynchrone à vitesse nulle (glissement de 100%) se comporte comme un simple transformateur triphasé fixe (représenté par T1 sur le schéma électrique du DR8), la tension rotorique va dépasser les limites du convertisseur, le dispositif de sécurité (crowbar) va essayer de couper FG008 sans succès.

Indiquer en bleu le sens du transfert de l'énergie active statorique et rotorique sur le schéma du document réponse DR8 qui représente le générateur asynchrone à vitesse nulle.

Conclure quant aux conséquences de l'incident sur les composants de l'onduleur.

Q.5.5		Répondre sur DR9
--------------	--	------------------

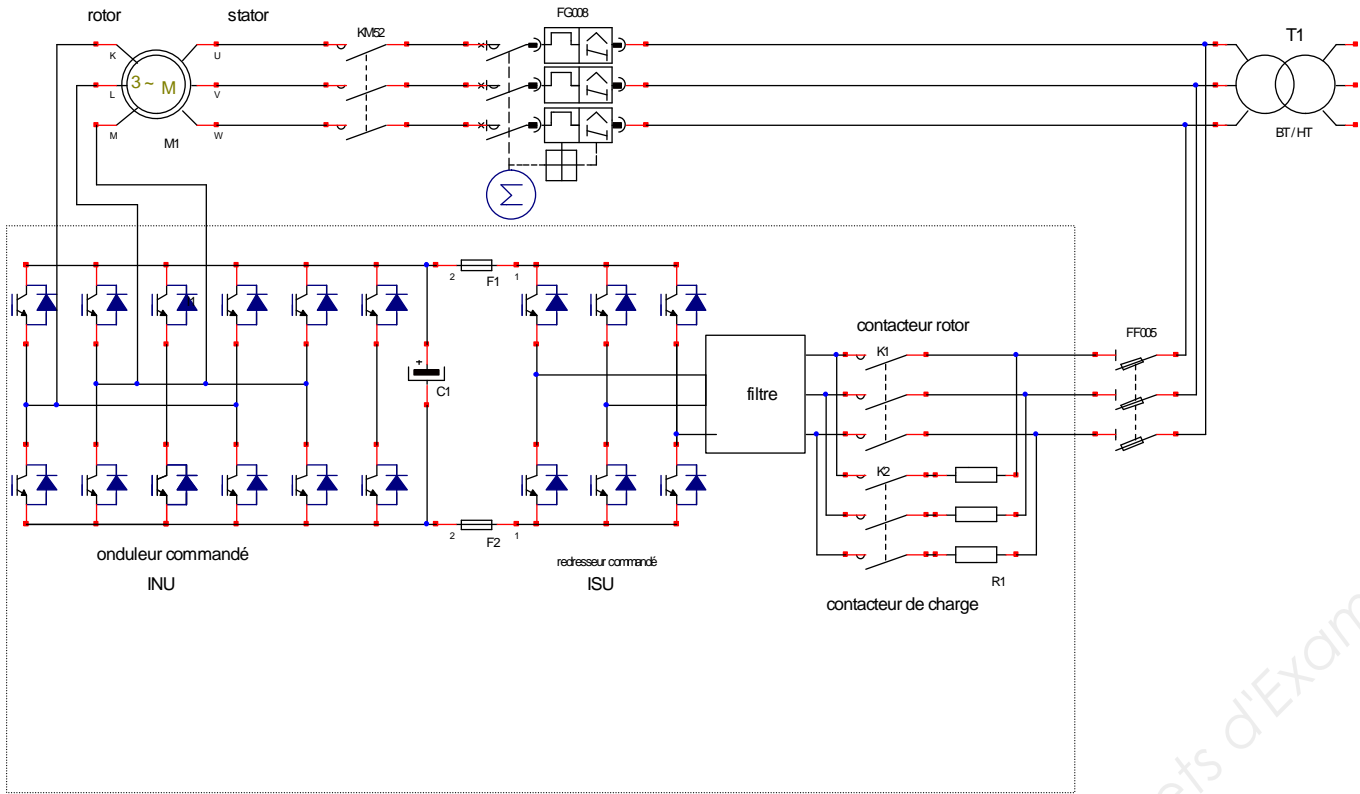
L'éolienne a été arrêtée pendant 2 semaines. La production moyenne en général à cette époque de l'année est de 700KWh. Quelle a été l'énergie non produite par l'éolienne ? Pour un coût de 0.08€/KWh, déterminer le coût de l'énergie non distribuée.

DQ9 – Dossier questions

6	Étude de différentes solutions technologiques palliatives	
	Durée conseillée : 20 min	

Q.6-1	Répondre sur DR9
--------------	------------------

1^{ère} solution : redondance sur la coupure du circuit statorique.



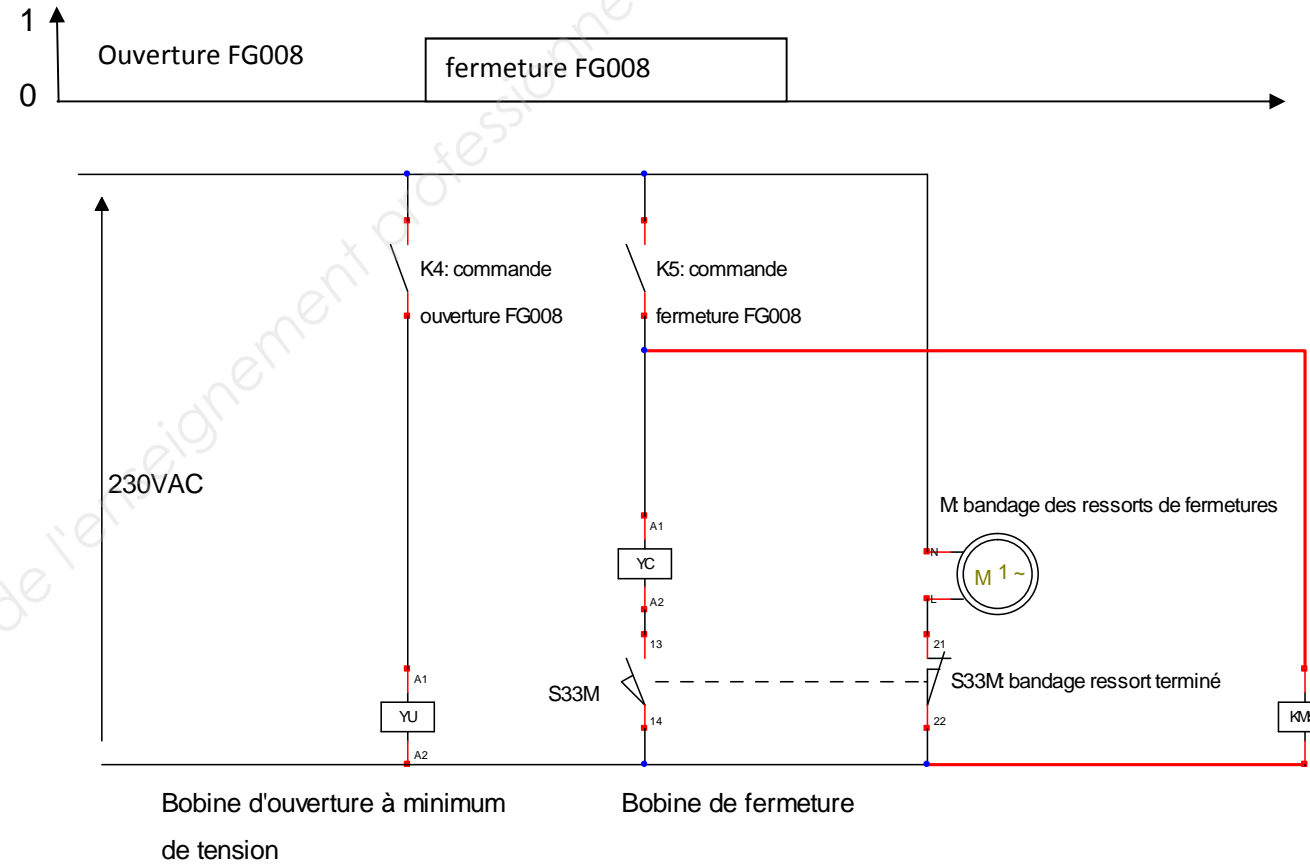
Si FG008 reste collé (fermé), quel appareil peut assurer l'ouverture du circuit statorique ?

DQ10 – Dossier questions

Q.6-2	Répondre sur DR9
--------------	------------------

La commande du nouveau contacteur KM52 est représentée ci-dessous. Justifier son implantation.

K5



Q.6-3	Répondre sur DR9
--------------	------------------

Quel est le risque d'avoir une commande unique pour le disjoncteur et le contacteur, la redondance est-elle totale sur la commande ?

Q.6-4	Répondre sur DR9
--------------	------------------

Quelle sont les conséquences si KM52 est défaillant et ne peut être fermé ?

DQ11 – Dossier questions

Q.6-5	
--------------	--

2^{ème} solution: La défaillance de FG008 vient d'un entretien préventif non réalisé et d'un nombre de manœuvres trop important eu égard à sa durée de vie.

Pour des raisons de coût et de place dans les armoires électriques la 1^{ère} solution n'a pas été retenue. EDF a préféré ajouter un compteur de manœuvres de disjoncteur pour effectuer le remplacement de FG008 au bout de 8000 manœuvres.

Q.6-5-1	Documents à consulter : DT8 - DT9	Répondre sur DR9
----------------	-----------------------------------	------------------

Le FG0008 est un E3S2000A. Justifier le choix de 8000 manœuvres maximum adopté par EDF.

Q.6-5-2		Répondre sur DR10
----------------	--	-------------------

Le déclencheur électronique a été changé par un PR122P de nouvelle génération équipé d'un module PR120DM dans le but de transmettre par réseau modbus à l'unité centrale raccordé au centre de supervision, les informations suivantes:

- Nombre de manœuvres
- Etat du disjoncteur
- Courant de phase

Justifier le choix du PR122P et du PR120DM en entourant sur le document DR10 les caractéristiques correspondantes.

Q.6-5-3	Document à consulter : DT10	Répondre sur DR11
----------------	-----------------------------	-------------------

Caractériser la chaîne d'information de la solution en complétant le schéma fonctionnel. Vous indiquerez la nature de l'information transmise (TOR, analogique, numérique, modbus) et la référence constructeur des 3 premiers blocs fonctionnels.

Q.6-5-4		Répondre sur DR11
----------------	--	-------------------

Justifier pourquoi EDF a retenu la deuxième solution en explicitant les avantages et les inconvénients des 2 solutions. Conclure.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Option : Systèmes éoliens

Session 2019

U 42 : Analyse des solutions technologiques

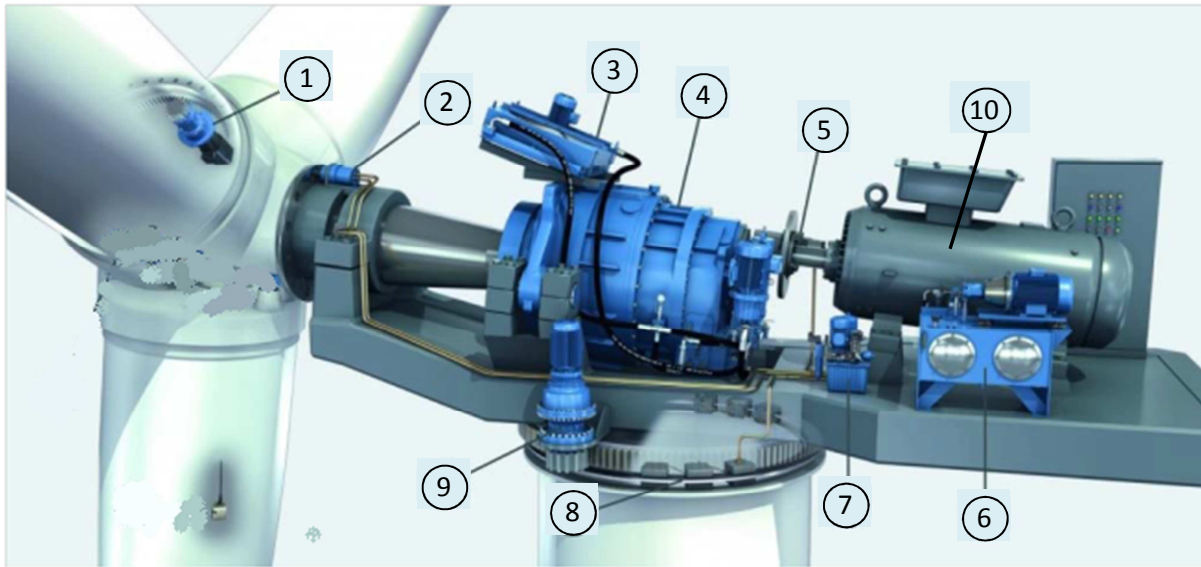
Durée : 4 heures – Coefficient : 4

DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier contient les documents DR1 à DR11.

CODE ÉPREUVE : MY42ASC		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U42 ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES			
Durée : 4h		Coefficient : 4		SUJET N° 22MS18	Page 12

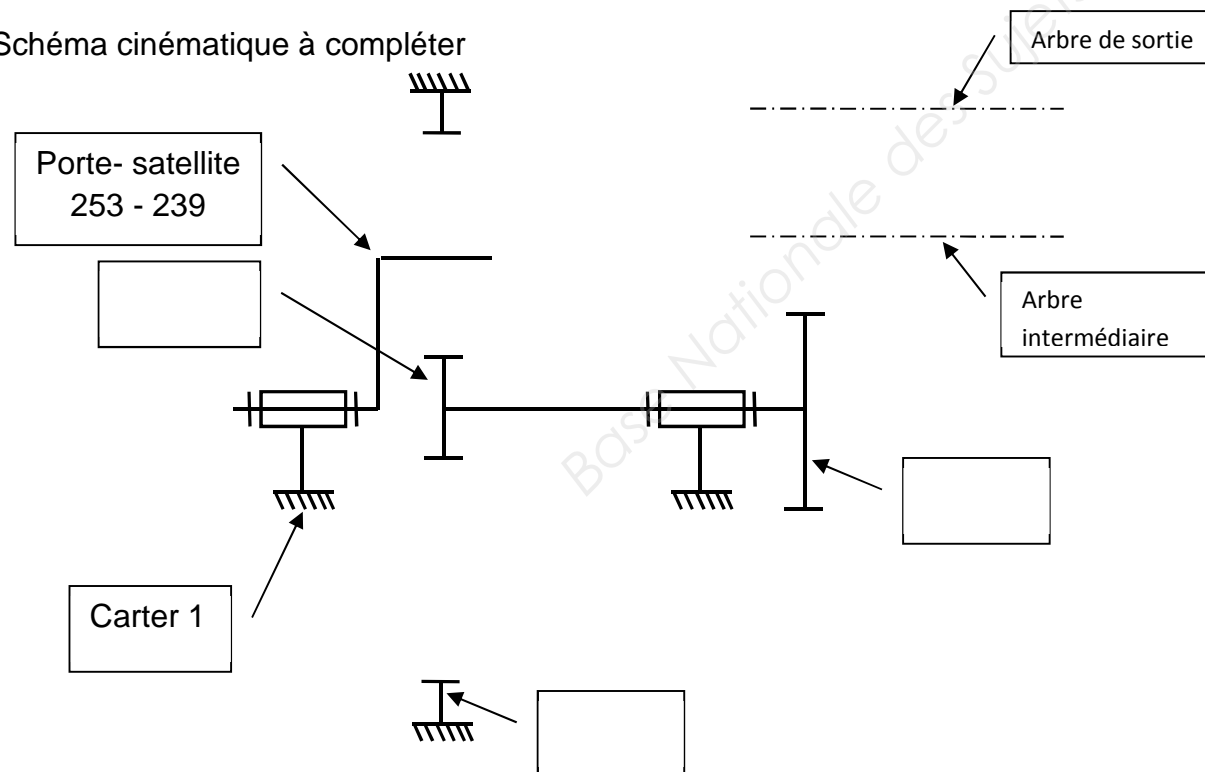
Q.1-1



Source : windenergynetwork.co.uk

1.	2.
3. Refroidissement huile multiplicateur	4.
5.	6. Centrale refroidissement hydraulique
7. Centrale hydraulique	8. Frein de yaw
9.	10.

Q.2-1-1 Schéma cinématique à compléter



Q.2-1-2

Q.2-1-3

Q.2-1-4

Q.2-2-1

S=

Ct =

$F_{TH} =$

$P_{vent} =$

Q.2-2-2

Q.2-2-3

Q.3-1

--

Q.3-2

Vitesse horizontale du vent (m/s)	Fréquence de rotation de la génératrice (tr/min)	Puissance électrique produite
0	0	
7	1200	
9	1520	
13	1680	
20	2000	
28	0	

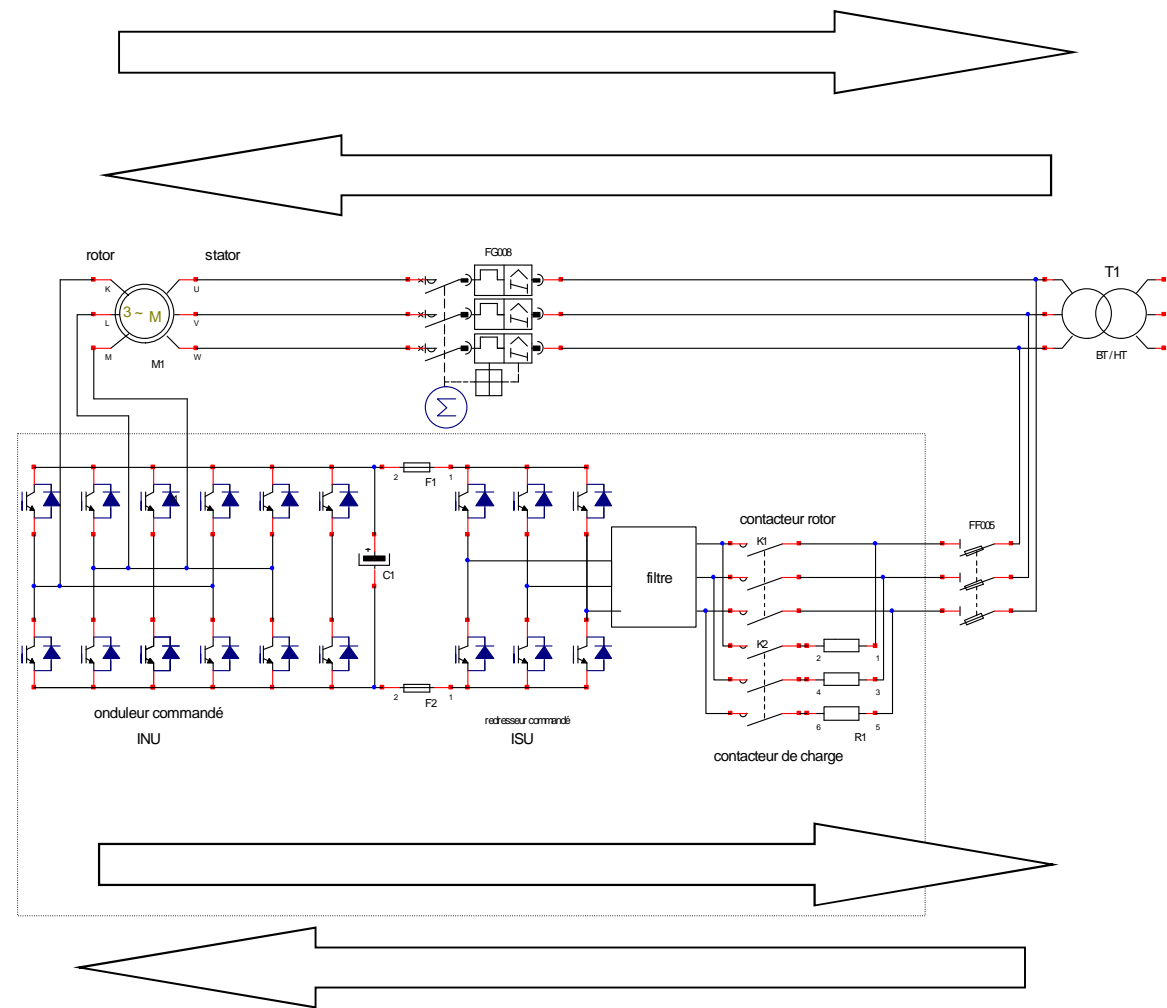
Vitesse du vent v	Commentaires sur	
	le fonctionnement de la machine	la puissance produite
0 < v < 3 m/s		
.....		
.....		
.....		

Q.3-3

Tableau à compléter

Repère	Nom	Fonction
M1		
FG008		
T1		
INU		
ISU		
C1		
K1		
K2		

Q.3-4 et Q3.5



Q.3-6

Q.3-7-1

Q.3-7-2

Q.3-7-3

Q.3-7-4

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR7 – Documents réponses

Q.4-1

Tableaux à compléter

Phase	Action	Appareil commandé
1-2-3-4	Ordres de démarrage et climatisation nacelle	
4→5		Fermeture de K2
5	Fermeture du contacteur rotorique principal K1 du convertisseur et ouverture du contacteur de charge de l'étage DC K2	
5→6		ISU
5→6		INU
6-7	Ordre de run	
7→8	Synchronisation des tensions délivrées par la génératrice avec les tensions réseau	
8-9	Connexion de la génératrice au réseau	

Phase	Action	Appareil coupé
10	Ordre de stop	
11		INU
12		FG008
14		ISU
15		K1
	Décharge condensateur du bus continu	

Q.4-2

M	
YU	
YC	

DR8 – Documents réponses

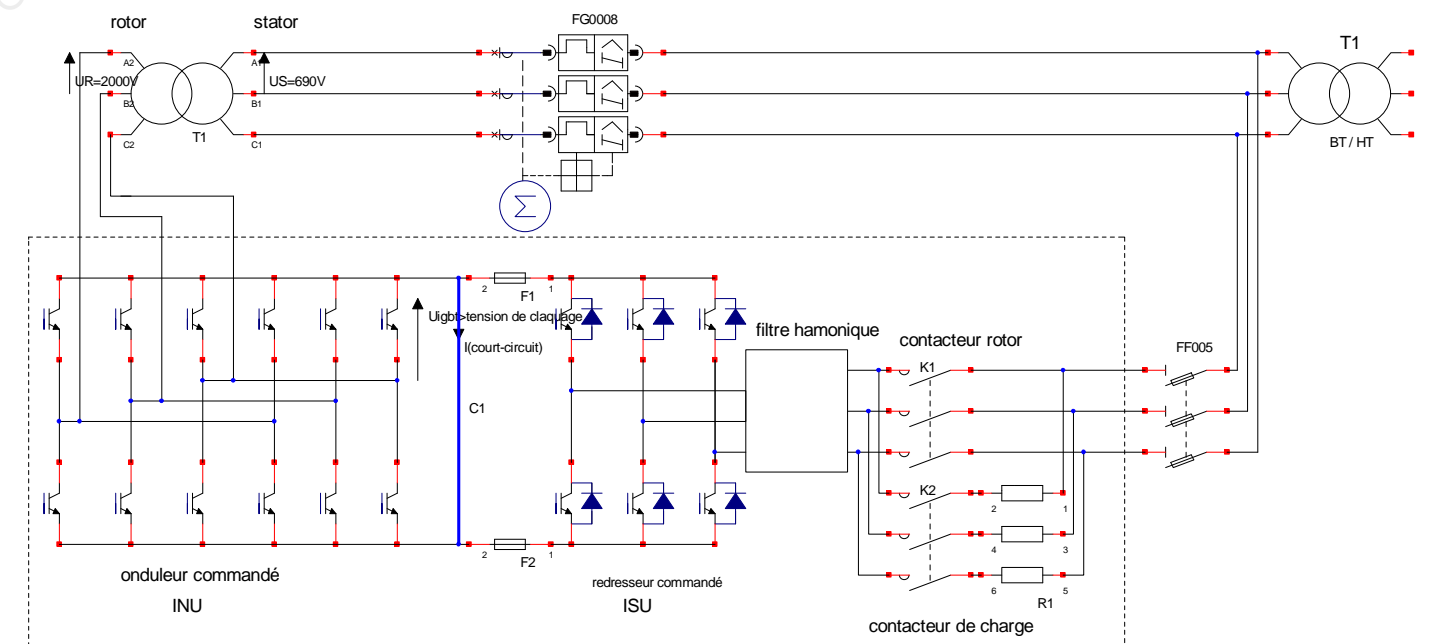
Q.5-1

Q.5-2

Q.5-3

FG008	
K1	
K2	

Q5.4



Conclusion :

Q5.5

Q.6-1

Q.6-2

Q.6-3

Q.6-4

Défaillance à l'ouverture :

Défaillance à la fermeture :

Q.6-5-1

Q.6-5-2



Dispositifs et systèmes de communication

Mesures, signalisations et fonctions disponibles

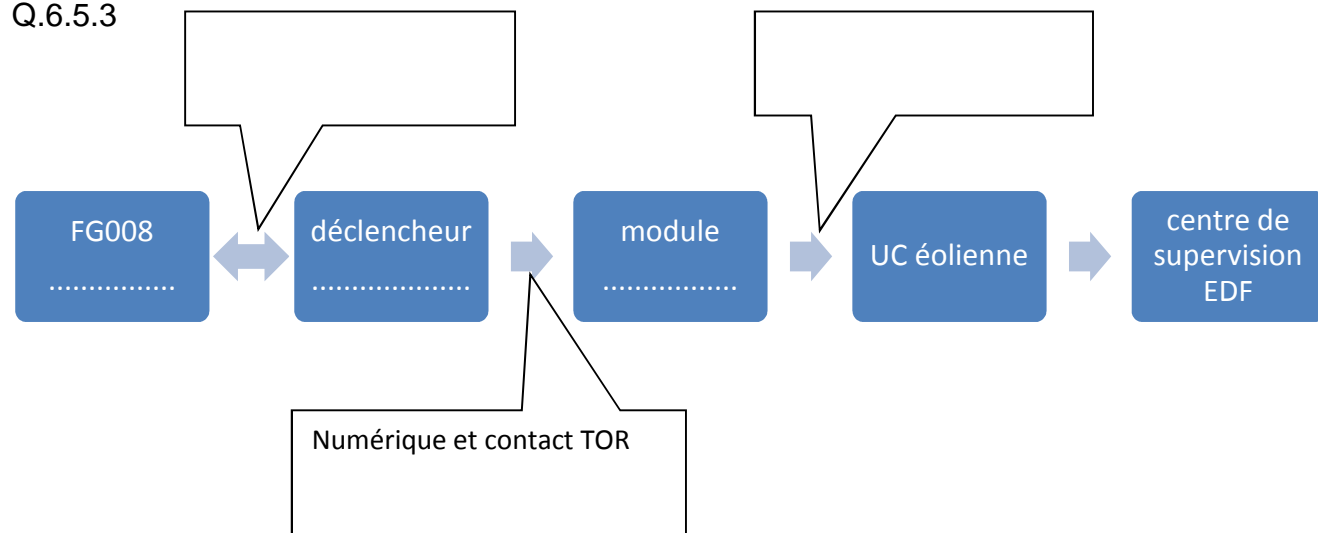
Les fonctions disponibles sur les déclencheurs PR122/P, PR123/P avec PR120/D-M et EP010 - FBP sont listées dans le tableau ci-dessous:

	PR122/P + PR120/D-M	PR123/P + PR120/D-M	PR122/P-PR123/P + PR120/D-M et EP010
Fonctions de communication			
Protocole	Modbus RTU	Modbus RTU	FBP
Moyen physique	RS-485	RS-485	Profibus-DP o DeviceNet cable
Vitesse (maxi)	19200 bps	19200 bps	115 kbps
Fonctions de mesure			
Courants de phase	■	■	■
Neutre	■	■	■
Terre	■	■	■
Tension (phase-phase, phase-neutre, résiduelle)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Puissance (active, réactive, apparente)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Facteur de puissance	opt. ⁽¹⁾	■	■
Fréquence et Facteur de crête	opt. ⁽¹⁾	■	■
Energie (active, réactive, apparente)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Calcul harmonique jusqu'à la 40e harmonique		■	■ ⁽²⁾
Fonctions de signalisation			
LED: alimentation auxiliaire, pré-alarme, alarme	■	■	■
Température	■	■	■
Indications pour L, S, I, G et autres protections	opt. ⁽¹⁾	■	■
Données disponibles			
Etat du disjoncteur (ouvert, fermé)	■	■	■
Position du disjoncteur (embroché, débroché)	■	■	■
Mode (local, à distance)	■	■	■
Paramètres de protection configurés	■	■	■
Paramètres pour contrôle des charges	■	■	■
Alarmes			
Protection L	■	■	■
Protection S	■	■	■
Protection I	■	■	■
Protection G	■	■	■
Défaut dans le mécanisme d'ouverture	■	■	■
Protection à minimum et maximum de tension et de déplacement du point neutre (temporisation et déclenchement)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Protection à retour de puissance (temporisation et déclenchement)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Protection directionnelle (indication de temporisation et de déclenchement)	opt. ⁽¹⁾	■	PR123 uniquement
Protection à maximum et minimum de fréquence (indication de temporisation et de déclenchement)	opt. ⁽¹⁾	■	■
Inversion phases	■	■	■
Entretien			
Nombre total d'opérations	■	■	■
Nombre total de déclenchements	■	■	■
Nombre de trip tests	■	■	■
Nombre d'opérations manuelles	■	■	■
Nombre de déclenchements distinct pour chaque fonction de protection	■	■	■
Usure contacts (%)	■	■	■
Enregistrement données du dernier déclenchement	■	■	■
Commandes			
Ouverture/fermeture du disjoncteur	■	■	■
Remise à zéro alarmes	■	■	■
Configuration courbes et seuils des protections	■	■	■
Synchronisation temporelle par système	■	■	■
Événements			
Changements d'état du disjoncteur, des protections et toutes les alarmes	■	■	■

(1) avec PR120/V
(2) jusqu'à la 21^e harmonique

DR11– Documents réponses

Q.6.5.3



Q6.5.4

	Avantages	Inconvénients
Redondance		
Préventif systématique		
Conclusion :		

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Option : Systèmes éoliens

Session 2019

U 42 : Analyse des solutions technologiques

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

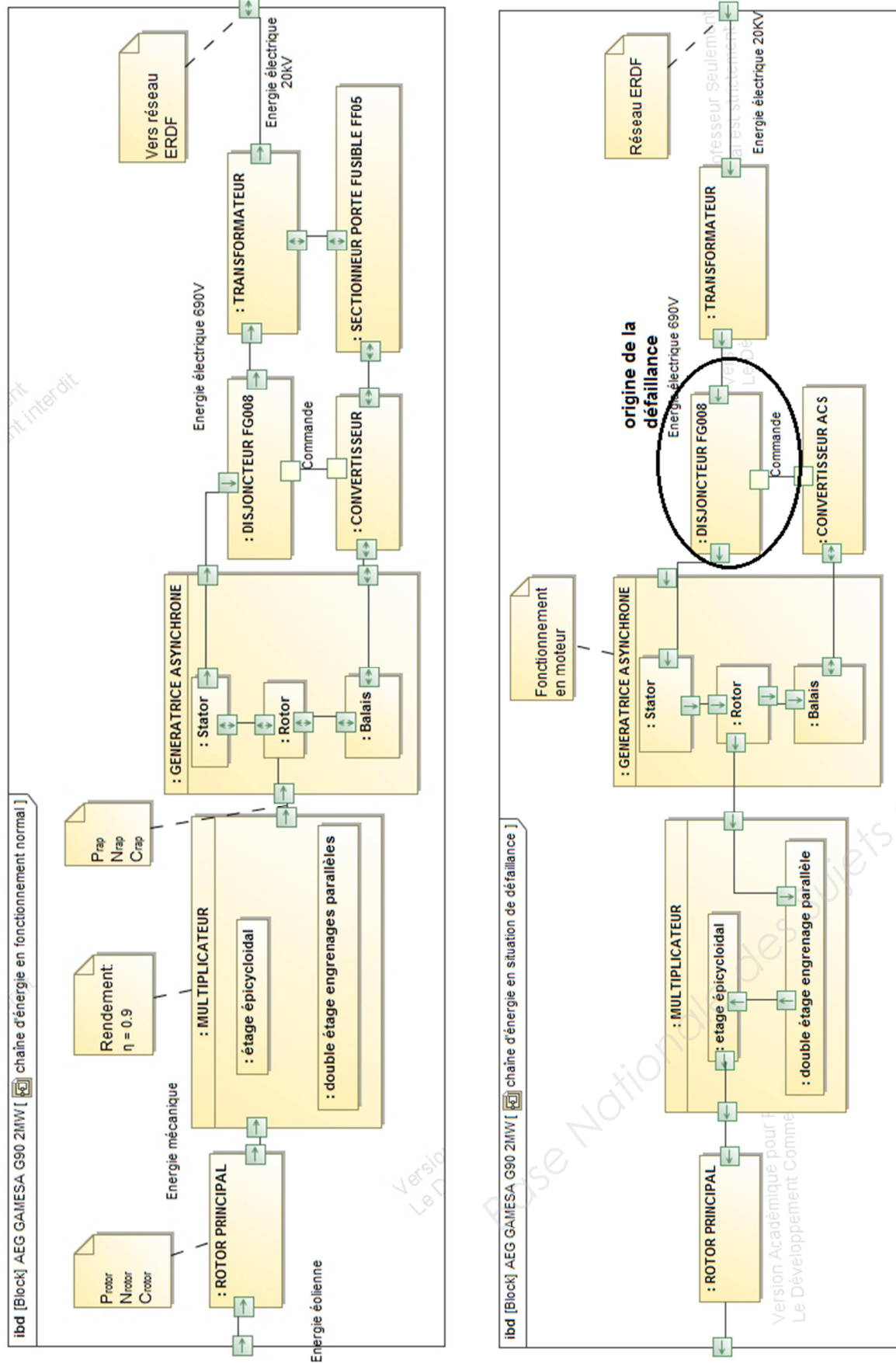
DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier contient les documents DT1 à DT11

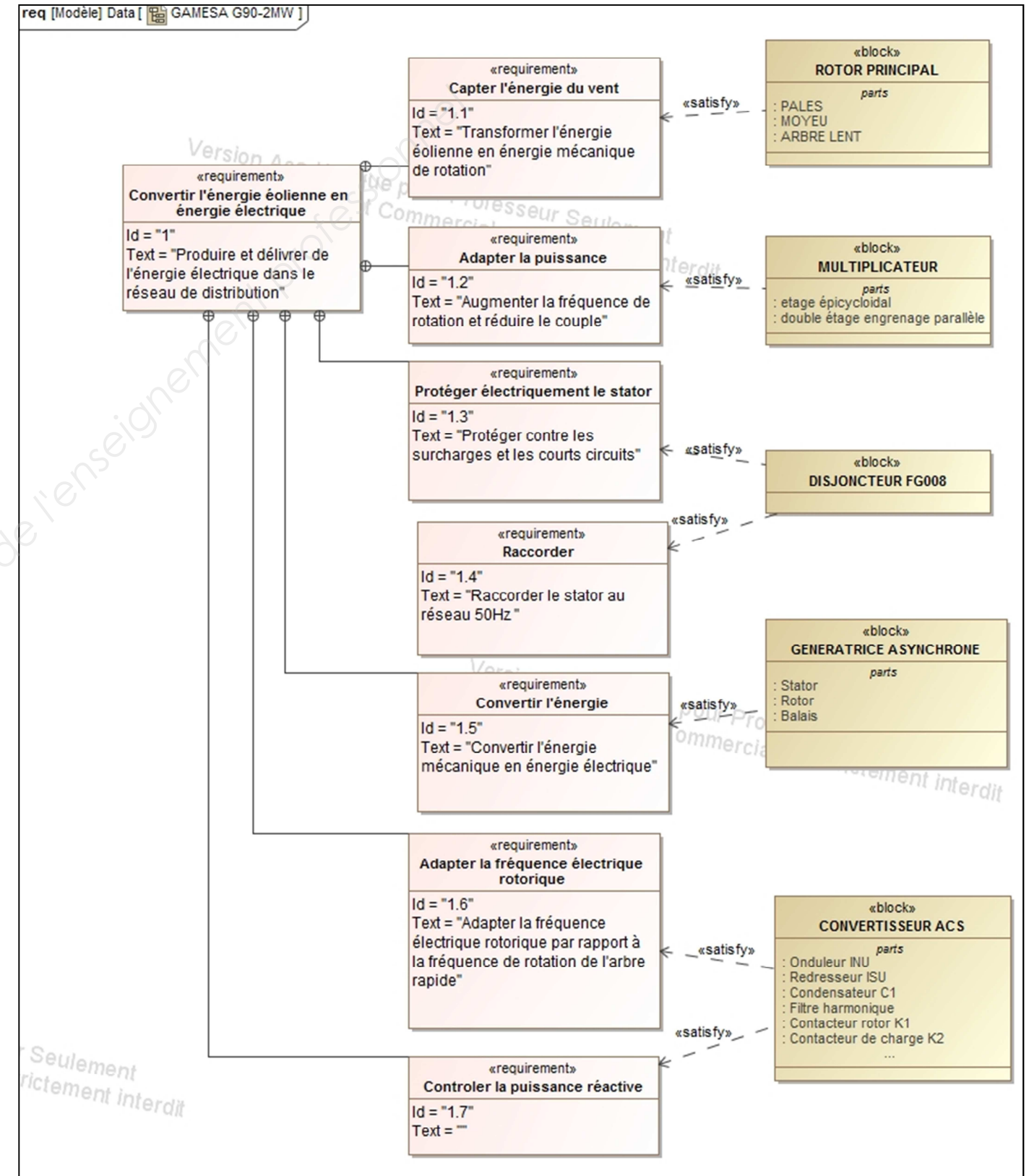
CODE ÉPREUVE : MY42ASC		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U42 ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES			
Durée : 4h	Coefficient : 4		SUJET N° 22MS18	Page 19	

DT1 – Documents techniques

Diagramme des blocs internes de l'aérogénérateur en fonctionnement normal et après défaillance.

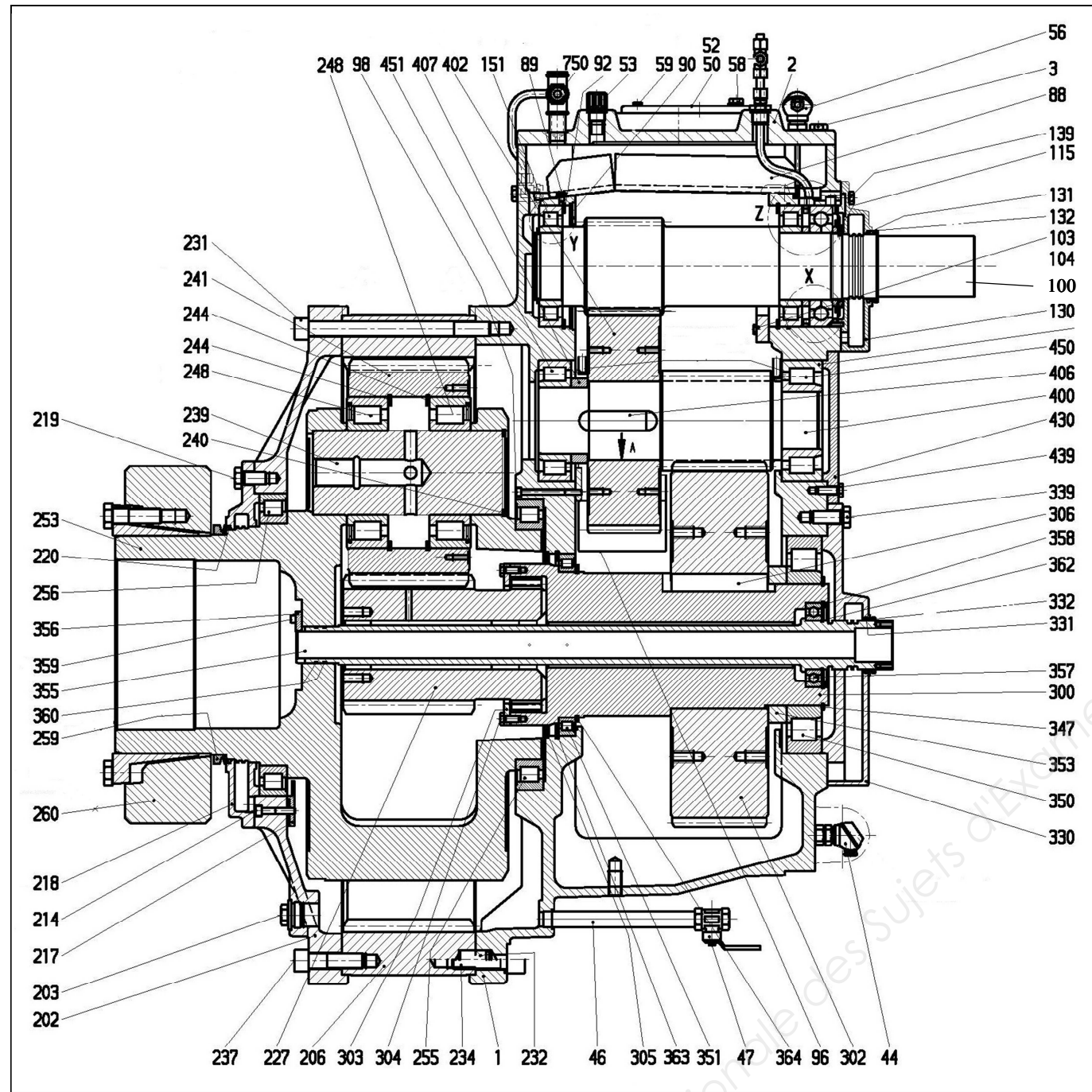


DT2 – Documents techniques



DT3 – Documents techniques

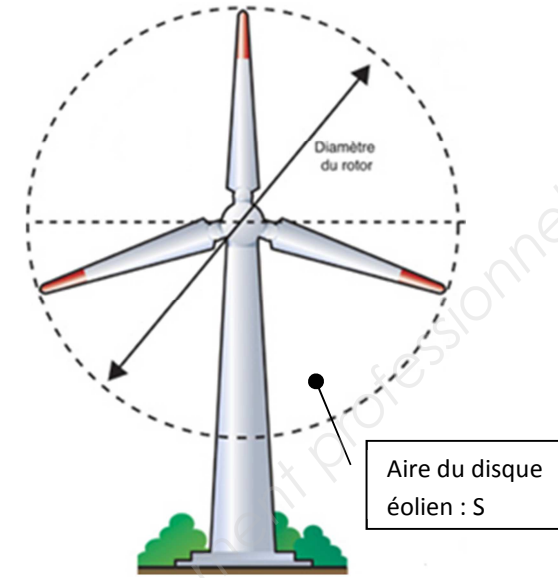
Vue de face en coupe du multiplicateur de l'AEG G90-2MW



Nombre de dents des roues :

Planétaire : 36 dents	100 : 25 dents	402 : 125 dents
Satellite : 90 dents	302 : 78 dents	
Couronne : 216 dents	400 : 27 dents	

DT4 – Documents techniques



Poussée théorique du vent :

$$F_{th} = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot v^2$$

Puissance dans le vent :

$$P_{vent} = C_T \cdot F_{th} \cdot v$$

Avec :

F_{th} : poussée théorique du vent (en N)

ρ : densité de l'air (en kg/m^3)

S : aire du disque éolien (en m^2)

v : vitesse du vent (en m/s)

P_{vent} : puissance (en W)

C_T : coefficient de poussée

V (en m/s)	C_P	C_T
3.0	0.202	0.884
4.0	0.341	0.835
5.0	0.405	0.815
6.0	0.432	0.812
7.0	0.445	0.811
8.0	0.452	0.805
9.0	0.449	0.767
10.0	0.419	0.67
11.0	0.359	0.533
12.0	0.291	0.406
13.0	0.232	0.31
14.0	0.187	0.243
15.0	0.152	0.195
16.0	0.125	0.159
17.0	0.104	0.133
18.0	0.088	0.112
19.0	0.075	0.096
20.0	0.064	0.084
21.0	0.055	0.074

Valeurs des coefficients de puissance C_P et de poussée C_T en fonction de la vitesse du vent V



Bobines d'ouverture/fermeture à émission

1a) Bobine d'ouverture/fermeture à émission (YO/YC) et deuxième bobine d'ouverture à émission (YO2)

(*) En cas de service instantané, la durée minimale de l'impulsion de courant doit être de 100 ms.

(**) En cas d'alimentation permanente sur la bobine d'ouverture à émission, on doit attendre au moins 30 ms avant de donner l'ordre de fermeture sur la bobine de fermeture.

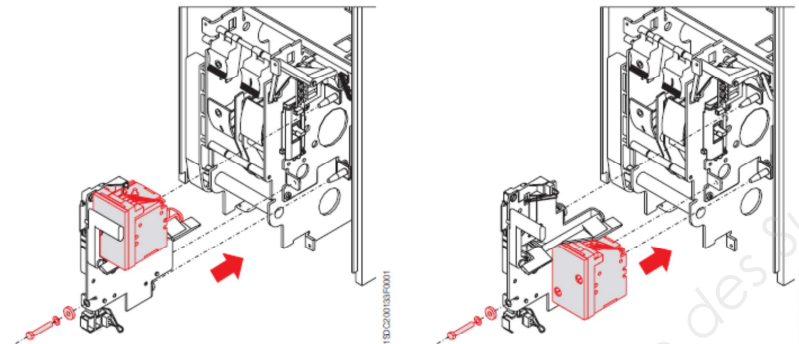
Permet la commande d'ouverture ou de fermeture à distance de l'appareil. Ces bobines sont identiques du point de vue construction et donc interchangeables; leur fonction est liée à la position de montage sur leur support. Vu les caractéristiques de la commande du disjoncteur, l'ouverture (avec le disjoncteur fermé) est toujours possible alors que la fermeture ne l'est que quand les ressorts de fermeture sont armés. L'alimentation de la bobine peut être en courant continu ou en courant alternatif. Cette bobine fournit un service instantané (*), mais elle peut être alimentée en permanence (**).

Pour certaines installations, il est nécessaire d'avoir une très grande sécurité de la commande d'ouverture à distance du disjoncteur; en particulier, on doit avoir une redondance avec 2 circuits de commande et 2 bobines d'ouverture à émission. Pour répondre à ces exigences, il est possible d'équiper sur demande les disjoncteurs Emax d'une deuxième bobine d'ouverture à émission.

L'emplacement de la deuxième bobine d'ouverture à émission est celui de la bobine d'ouverture à minimum de tension, qui par conséquent sont incompatibles entre elles. Le support spécial comprenant la deuxième bobine d'ouverture à émission est installé à la place du support standard. Les caractéristiques techniques de la deuxième bobine d'ouverture à émission restent identiques à celles de la bobine standard.

Lorsqu'elle est utilisée comme bobine de fermeture à émission alimentée en permanence, pour effectuer la refermeture du disjoncteur après l'ouverture, on doit désexciter momentanément la bobine de fermeture à émission (la commande du disjoncteur est en effet dotée du dispositif d'antipompage).

Numéro de repère dans les schémas électriques : YO (4) - YC (2) - YO2 (8)



Caractéristiques		
Alimentation (Un):	24 V DC	120-127 V AC/DC
	30 V AC/DC	220-240 V AC/DC
	48 V AC/DC	240-250 V AC/DC
	60 V AC/DC	380-400 V AC
	110-120 V AC/DC	440 AC
Limites de fonctionnement: (Normes IEC 60947-2)	(YO-YO2): 70% ... 110% Un	
	(YC): 85% ... 110% Un	
Puissance à l'appel (Ps):	DC = 200 W	
Durée de l'appel -100 ms	AC = 200 VA	
Puissance de maintien (Pc):	DC = 5 W	
	AC = 5 VA	
Temps d'ouverture (YO- YO2):	60 ms (maxi)	
Temps de fermeture (YC):	80 ms (maxi)	
Tension d'isolement:	2500 V 50 Hz (pendant 1 min)	



Bobine d'ouverture à minimum de tension

2a) Bobine d'ouverture à minimum de tension (YU)

La bobine à minimum de tension ouvre le disjoncteur en cas de chute sensible ou de disparition de la tension d'alimentation. Elle peut être utilisée pour le déclenchement à distance (au moyen de boutons-poussoirs ou d'arrêt d'urgence avec contact du type normalement fermé), pour le verrouillage à la fermeture ou pour le contrôle de la tension dans les circuits primaires et secondaires. La bobine est donc alimentée en amont du disjoncteur ou par une source indépendante. La fermeture du disjoncteur n'est permise qu'avec la bobine alimentée (le verrouillage de la fermeture se fait mécaniquement). L'alimentation de la bobine peut être en courant continu ou en courant alternatif.

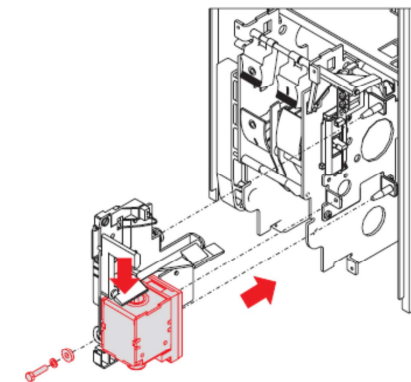
L'ouverture du disjoncteur se produit avec des valeurs de tension d'alimentation comprises entre 35 et 70% de Un.

La fermeture du disjoncteur est possible avec une tension d'alimentation de la bobine égale à 85-110% Un.

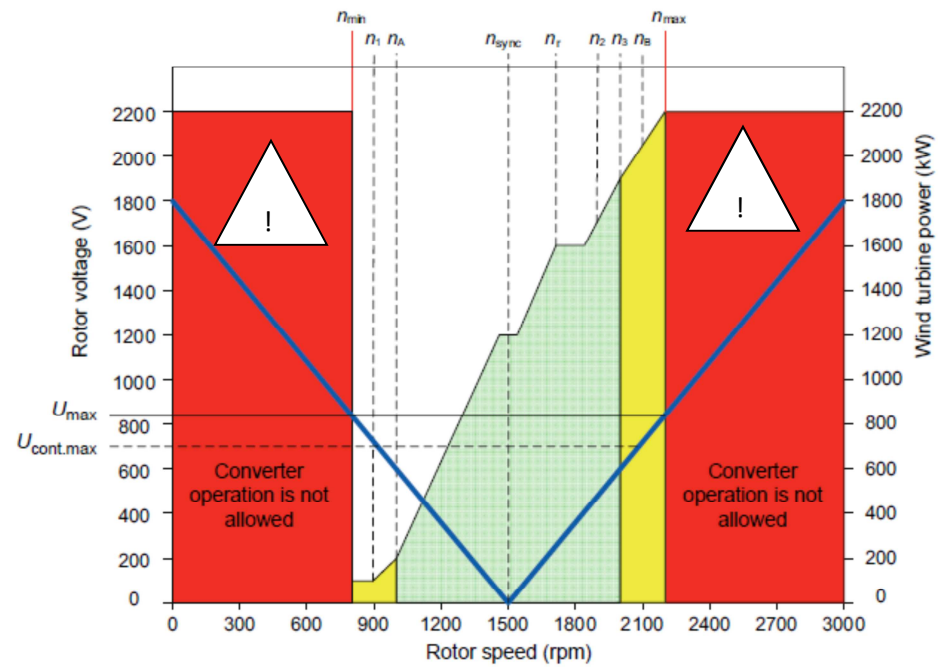
La bobine peut être équipée d'un contact de signalisation de déclenchement à minimum de tension (C. aux YU - cf. accessoire 5e).

Numéro de repère dans les schémas électriques: YU (6)

Caractéristiques		
Alimentation (Un):	24 V DC	120-127 V AC/DC
	30 V AC/DC	220-240 V AC/DC
	48 V AC/DC	240-250 V AC
	60 V AC/DC	380-400 V AC
	110-120 V AC/DC	440 V AC
Limites de fonctionnement:	Normes IEC 60947-2	
Puissance à l'appel (Ps):	DC = 200 W	
	AC = 200 VA	
Puissance de maintien (Pc):	DC = 5 W	
	AC = 5 VA	
Temps d'ouverture (YU):	30 ms	
Tension d'isolement:	2500 V 50 Hz (pendant 1 min)	



Zones de sécurité et de fonctionnement du convertisseur



In operating range $n_1 \dots n_3$ the rotational speed is under normal operating conditions.

Generator rotational speeds:

n_{min} $\hat{=}$ minimum rotor speed which may never be reached, not even momentarily 1)

n_{max} $\hat{=}$ maximum rotor speed which may never be exceeded, not even momentarily 1)

n_1 $\hat{=}$ minimum rotor speed when the converter is tripped due to underspeed (30.10 UNDERSPEED LIMIT level) ie, torque will be controlled to zero and all breaker(s)/contactor(s) are opened 2)

n_2 $\hat{=}$ rotational rotor speed deviation upwards or downwards with nominal power production within standard tolerance

n_3 $\hat{=}$ maximum speed when the converter is tripped due to overspeed (30.09 OVERSPEED LIMIT level) ie, torque will be controlled to zero and all breaker(s)/contactor(s) are opened 2)

n_A $\hat{=}$ cut-in speed equals to the converter minimum operating speed while converter starts and generator stator synchronisation is allowed (20.21 SWITCH ON SPEED and 20.22 SWITCH OFF SPEED levels)

n_B $\hat{=}$ cut-out speed ie, the speed at which the turbine control system must immediately shut down the wind turbine

n_r $\hat{=}$ rated speed ie, rotational speed at rated wind speed to generate nominal power to electrical power network

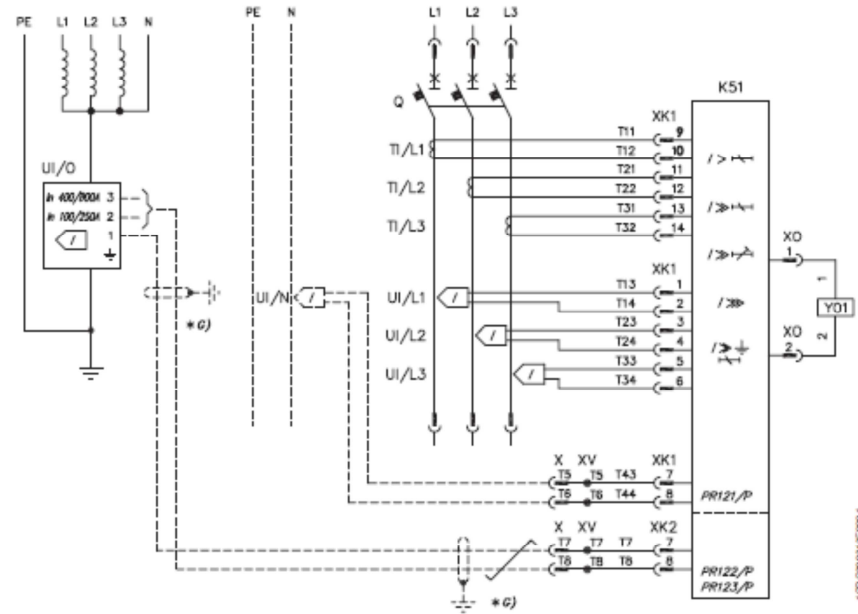
n_{sync} $\hat{=}$ generator synchronous speed

1) Activation speed ie, the rotational speed at which the turbine safety system must be triggered immediately (wind turbine and pitch level protection)

2) If the speed is below (n_1) or outside (n_3) the speed area, the converter may be damaged due to high rotor voltage during the shutdown procedure. Generator stator synchronisation to electrical power network is not allowed in any circumstances and grid disconnection is always required.

Liaison FG008/déclencheur

État de fonctionnement



Disjoncteur tripolaire avec déclencheur électronique PR121/P, PR122/P ou PR123/P

Liaison module/UC éolienne

Module de communication PR120/D-M

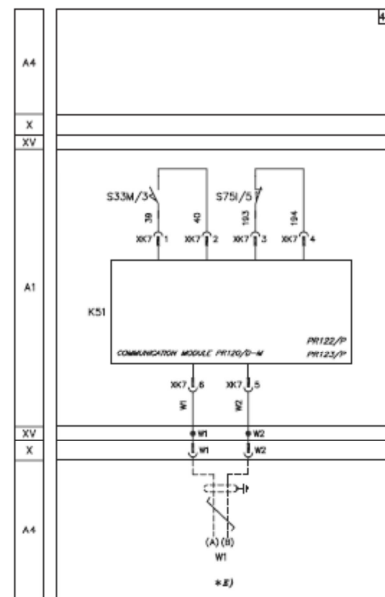
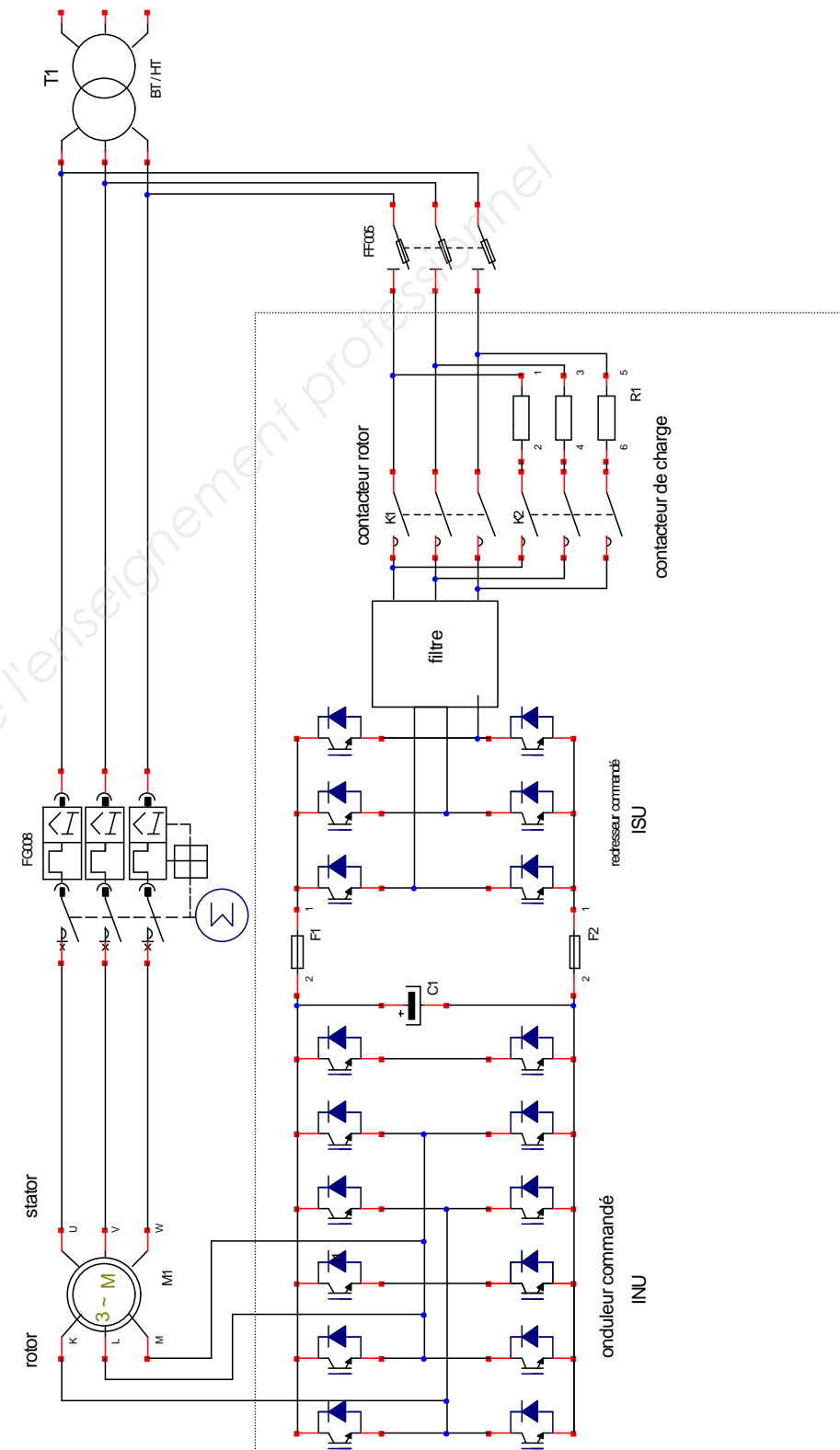


Schéma S1



The default unit configuration is:

Baud rate	Address	Addressing type	Physical protocol
19200	247	Standard	E, 8, 1