



Rapport du jury de l'Agrégation

SECTION : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGENIEUR

OPTION : INGENIERE ELECTRIQUE

Session : Juin 2018

Présenté par

Pr. Omar BOUATTANE

**Professeur de l'enseignement Supérieur
Université Hassan II de Casablanca**

Président de jury



SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| A. Liste des membres du jury | 3 |
| B. Introduction générale..... | 4 |
| ➤ Synthèse du Président | |
| ➤ Organisation matérielle de la session | |
| ➤ Données quantitatives | |
| ➤ Évaluation globale de la session | |
| ➤ Orientations générales | |
| C. Épreuves écrites..... | 16 |
| D. Épreuves orales..... | 17 |
| ➤ quelques éléments statistiques (nombre de candidats présents à l'épreuve, moyenne et écart-type des notes, ...) | |
| ➤ descriptif succinct du sujet sujet(s) proposé (s) et des attentes des poseurs de sujets | |
| ➤ résultats et commentaire des notes obtenues | |
| ➤ relevé des erreurs, des lacunes mais également des qualités du travail des candidats | |
| ➤ rappel de la méthode et des contraintes propres à chaque exercice | |
| ➤ éléments de « corrigé » | |
| ➤ recommandations et attentes du Jury | |
| E. Résultats définitifs à l'issue des épreuves d'admission..... | 51 |
| ➤ Classement par ordre de mérite aux épreuves écrites et orales des candidats ayant participé aux oraux. | |



A. Liste des membres du jury

Président

BOUATTANE Omar. Professeur de l'enseignement Supérieur ENSET Mohammedia

Membres du jury

SAAD Abdallah. Professeur de l'enseignement Supérieur ENSEM Casablanca

YOUSSFI Mohamed. Professeur de l'enseignement Supérieur ENSET Mohammedia

AIT ELMAHJOUB Abdelhafid. Professeur Habilité, ENSAM Casablanca

ZEGRARI Mourad. Professeur Habilité, ENSAM Casablanca

RAIHANI Abdelhadi. Professeur Habilité, ENSET Mohammedia

BAHATTI Lhoucine. Professeur Habilité ENSET Mohammedia

MESBAHI Abdelouahed. Professeur de l'enseignement Supérieur Assistant ENSEM Casablanca

EL MAGRI Abdelmounime Professeur de l'enseignement Supérieur Assistant ENSET Mohammedia

MANSOURI Adil. Professeur Agrégé Centre CPGE Salé

BENJALOUAJA Rachid. Professeur Agrégé Centre CPGE Safi

RADOUANE . Abdelhadi Professeur Agrégé Centre CPGE Settat.

EZZAHOURI Hassan. Professeur Agrégé Centre CPGE Beni Mellal.



B. Introduction générale

B.1. Synthèse du Président

Le résultat d'admissibilité de la session 2018 a connu une hausse en terme de nombre de candidats admissibles. Les épreuves d'admissibilité sont celles de l'agrégation externe Française, organisée par le ministère de l'éducation nationale Française. Ainsi, les candidats Marocains admissibles ont été amenés à passer la deuxième étape du concours: l'admission à l'agrégation en sciences industrielles de l'ingénieur, option ingénierie électrique. A cet effet, le jury s'est fixé des objectifs visant des profils de professeurs de hautes compétences scientifiques et technologiques, dotés de grandes compétences pédagogiques. Toutes ces compétences ont été évaluées durant les trois épreuves d'admission.

Le résultat final de cette session 2018 a montré un niveau correct des candidats et de leur formation. Parmi les seize candidats admissibles, Dix ont été officiellement déclarés admis. Cette année la barre d'admissibilité a été revue en baisse pour donner la chance aux candidats très proche de la barre d'admissibilité de se rattraper à l'oral.

L'agrégation étant un concours de recrutement de professeur de grandes qualités, il impose de la part des candidats un comportement et une présentation irréprochable. Le jury a déployé des efforts considérables pour mettre les candidats dans des situations d'examens à la hauteur d'un professeur agrégé. Ainsi tout au long de la semaine du concours, le jury a noté un certain nombre de remarques et recommandations pour les candidats d'une part et pour les formateurs du centre d'autre part. Ceci dans le but d'améliorer les conditions de la préparation au concours. Tout au long de ce rapport, ces recommandations seront émises au bon emplacement relatif à chacune des trois épreuves d'admission.



B.2. Organisation matérielle de la session

Le centre d'examen qui a été désigné par le ministère pour cette session 2018 étant toujours le Centre Régional pour le Métier de l'Enseignement et de la Formation CRMF de Settat.

Cet établissement a mis à la disposition du jury un ensemble de systèmes autour desquels seront préparées les épreuves orales. Il s'agit de 16 maquettes à caractère didactique qui sont énumérées comme suit :

| N° | Désignation |
|----|--|
| 1 | Volant à retour de force |
| 2 | Positionneur Multisat |
| 3 | Banc d'étude de jauge de déformation |
| 4 | Banc contrôle X d'axe |
| 5 | Valise de communication - Protocoles |
| 6 | Banc de régulation de MCC (petite puissance) Lucas Nulle |
| 7 | Rebot Darwin |
| 8 | Communication entre deux Automates Siemens |
| 9 | Banc Lucas Nulle 1 KW avec charge active |
| 10 | Banc MCC+MAS+ Charge active 3KW - Fréquence fixe |
| 11 | Hacheur Série à thyristor PED020700 |
| 12 | Redresseur commandé / gradateur |
| 13 | Barrière de garage |
| 14 | Stores 2 versions |
| 15 | valise de TP de modulation (Lucass Nulle) |
| 16 | Banc de MCC à induit plat (Parvex) Moteur + Gené+DT |

Ces différentes maquettes ont été utilisées pour les deux épreuves :

- a- Exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluri-technique
- b- Exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique.



B.3. Données quantitatives

À l'issu des résultats des épreuves écrites, le jury a reçu 16 candidats admissibles à l'oral. Ce lot comporte des candidats officiels ayant suivi une formation et des préparations au centre CRMF à Settat. D'autres candidats, qualifiés de candidats libres, sont issus de formation de type ingénieur et Master. L'épreuve d'admission a ressorti 10 admis définitivement, soit un taux de réussite de 62,5 %. Ils seront nommés ainsi professeurs agrégés du second cycle. Ce résultat est jugé par le jury comme résultat intéressant et encourageant.

| Inscrits | Présents aux trois épreuves d'admissibilité | Admissibles | admis |
|----------|---|-------------|-------|
| 142 | 70 | 16 | 10 |

| | |
|---|------------------|
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le premier candidat admissible | 10,98 /20 |
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le dernier candidat admissible | 07.49/20 |
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le premier candidat admissible | 12.93/20 |
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le dernier candidat admissible | 10.01/20 |

B.4. Évaluation globale de la session

a- Epreuve relative à l'exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluri-technique

Les manipulations ont été préparées autour de sept systèmes parmi 16 disposés au CRMF de Settat (centre d'examen). Après avoir examiné tous les candidats, le jury a noté un ensemble de remarques relatives aux comportements des candidats face aux épreuves, il a noté ce qui suit :

- 1- La plus part des candidats ont montré leurs assimilation et maîtrise des systèmes sans pour autant identifier tous les constituants des systèmes étudiés.
- 2- La plus part des candidats se contentent des essais et mesures demandés dans l'épreuve sans proposer d'autres essais relatifs à l'objectif global de l'épreuve.
- 3- Les candidats n'ont pas exploité correctement le temps alloué à la phase de présentation.
- 4- Plusieurs candidats ne font pas plus d'attention à la qualité orale et rédactionnelle au moment de leurs présentations.
- 5- Au cours des échanges avec les membres de jury, les candidats perdent la confiance en eux ! : certains candidats se dévalorisent devant les membres de jury.
- 6- La plus grande partie des candidats traitent les activités demandées indépendamment des objectifs spécifiés au début de l'épreuve.
- 7- Les candidats se focalisent juste sur le système et pas sur son environnement



- 8- La plupart des candidats n'arrivent pas à interpréter les résultats obtenus, et ils n'arrivent pas à exploiter les mesures pour élaborer la séquence pédagogique.
- 9- Quelques candidats ont des difficultés pour rappeler ou démontrer des formules de base (temps de réponse d'un système premier ordre, théorème de **Shannon** ...).
- 10- Une exploitation pédagogique parfois hors-sujet : traitement indépendamment de l'objectif de l'épreuve ainsi qu'ignorer l'utilisation des mesure et essais.
- 11- Les candidats ont très largement le niveau technique, leur parcours universitaire est brillant. À côté de cela, ils ont peu de connaissances pédagogiques et didactiques.
- 12- La plupart des candidats se contentent à reformuler les données du programme officielle CPGE ou BTS, pour l'élaboration de la séquence pédagogique.
- 13- Un manque de maîtrise des gestes professionnels de base (technique de raccordement, protocoles de mesurage, exploitation des appareils de mesure récents ...).
- 14- Le jury a constaté une nette amélioration par rapport aux exploitations pédagogiques préparées par les candidats.

Quelques recommandations pour remédier à certaines insuffisances :

-Pour le volet scientifique et technique :

- 1- Développer davantage l'esprit d'analyse d'un système dans son contexte global, du point de vue fonctionnel et du point de vue de son interaction dans son environnement.
- 2- Développer la capacité à découper le système en sous-systèmes en mettant en exergue le caractère spécifique de chaque sous-système tout en respectant les activités demandées dans l'épreuve.
- 3- Mobiliser un grand nombre de connaissances transdisciplinaires liées à un sujet.
- 4- Au cours des échanges avec les membres de jury, le candidat doit communiquer son **savoir** ou son **non-savoir** de façon à ce que le jury puisse comprendre son éventuel problème. Le comportement de certains candidats pourrait être interprété comme une connaissance ou compétence non acquise alors qu'il peut s'agir parfois d'une erreur d'interprétation ou compréhension de la question.
- 5- Ne pas se dévaloriser et garder confiance. Même si une partie de l'épreuve ne s'est pas bien déroulé, il y a le reste pour se rattraper.
- 6- Ne pas hésiter à interroger un membre de jury pendant la phase de préparation pour ne pas rester bloqué inutilement.
- 7- S'interroger de façon autonome sur l'homogénéité d'une formule pour valider un résultat issu d'un calcul long.
- 8- S'appliquer sur les schémas et ne pas hésiter à utiliser des marqueurs de différentes couleurs mises à votre disposition. Préciser les axes ainsi que leur unité.

-Pour le volet pédagogique :

- 1- Formuler des objectifs précis et clairs
- 2- Détailler davantage les séquences pédagogiques.



- 3- Découper la séquence pédagogique en séances (cours, TD, TP ...)
- 4- Exploiter les essais et mesures réalisés pour l'élaboration de la séquence pédagogique
- 5- Il est important que les candidats approfondissent leurs connaissances dans les domaines pédagogiques et didactiques.
- 6- Se rapprocher d'une unité éducative afin d'échanger sur le contexte, les conditions de travail, les pratiques d'enseignement.

b- Epreuve relative à l'exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique

Lors des épreuves d'approche spécialisée, le jury a fait constat d'un certain nombre de points pouvant se synthétiser comme suit (diagnostic et prescription)

- Les candidats éprouvent de grandes difficultés devant le caractère technique des systèmes. Il faut améliorer les connaissances technologiques des éléments et de la structure du système étudié afin de décoder efficacement son architecture et les raisons de son comportement.
- le jury constate beaucoup de difficultés à réaliser des mesures électriques et des lacunes à modéliser, partiellement ou globalement un système pluri-technique : les modélisations proposées par les candidats sont souvent soit incomplètes ou incohérentes.

Les candidats sont donc invités à :

- Améliorer les capacités à réaliser des mesures de grandeurs physiques (courant, tension, puissance, déphasages, vitesse de rotation, ...)
- Développer le sens de lecture et interprétation des résultats obtenus à partir des mesures effectuées
- Approfondir les connaissances de base en physique générale de façon à extraire des relations entrées-sorties significatives et justes sur des systèmes concernés par plusieurs domaines de la physique ;
- Suivre une démarche à la fois scientifique et pragmatique, afin de relier efficacement les éléments structurels aux connaissances théoriques et choisir le niveau de modélisation requis.
- Dégager le rôle et la fonction réels de chaque sous bloc du système étudié
- Pour la phase3 de l'épreuve qui concerne la démarche pédagogique retenue par le candidat, la présentation orale s'étale généralement sur une quinzaine de minutes au lieu d'une demi-heure allouée initialement; le jury constate également des difficultés pour préciser les objectifs et détailler le contenu de la séquence pédagogique en accord avec le référentiel de formation demandé. Bien qu'une nette amélioration soit constatée par rapport à l'épreuve de la Session 2017, les candidats se contentent généralement, de reprendre la description de la partie du référentiel considéré. Le jury recommande aux candidats une bonne préparation de cette phase compte tenu des objectifs du sujet d'épreuve par le biais de séances d'entrainements aux exposés oraux pour :
 - exploiter les résultats de mesures effectuées lors des activités précédentes pour établir le plan de la séquence pédagogique



- extraire d'un système, les activités qui seront proposées à des élèves sur la base d'un scénario réaliste et détaillé de la séquence et d'une ou plusieurs séances.
- s'approprier des outils de description systémique et s'entrainer à faire le lien entre la description systémique et les modèles comportementaux ;
- faire le lien entre une description systémique et des centres d'intérêt compatibles avec les référentiels de formation à travers une problématique significative.

c- Epreuve relative à la soutenance du projet industriel.

Après le déroulement de cette épreuve, le jury a noté des améliorations par rapport aux années précédentes. Cependant d'importants efforts restent encore à déployer, notamment à travers le choix de systèmes pluri-techniques de complexité suffisante pour envisager l'analyse scientifique et technologique au niveau requis. Ainsi, une synthèse des principales observations et recommandations est comme suit :

- La recherche d'un support à caractère pluri-technologique utilisant des technologies récentes, la préparation et la mise en forme du dossier nécessitent plusieurs mois de réflexions et de développements. La maîtrise des contenus scientifiques et technologiques du système présenté doit être parfaite. Or beaucoup de dossiers présentés sont la reproduction de projets réalisés dans le cadre de PFE d'ingénieur ou de master. Ils donnent l'impression d'être préparés à la dernière minute après l'admissibilité et ne sont pas au niveau d'exigence de l'agrégation. Les dossiers ne peuvent s'improviser dans les quelques jours qui séparent les épreuves d'admissibilité des épreuves d'admission.
Il est donc recommandé d'apporter le plus grand soin à la préparation de cette épreuve qui participe de façon très significative à la discrimination entre les candidats admissibles.
- Les exploitations pédagogiques proposées doivent obligatoirement s'appuyer sur le support étudié et son cahier des charges. A cet effet :
 - o Le choix du dossier doit viser un système pluri-technique offrant des possibilités de proposer et développer des applications pédagogiques intéressantes.
 - o Un travail d'appropriation du dossier technique en liaison avec les contraintes industrielles est demandé au candidat pour concevoir le dossier pédagogique et les séquences d'apprentissage.
 - o Le candidat doit pouvoir dégager toutes les séquences d'enseignement possibles puisées du sujet de l'épreuve et conformément aux référentiels.
 - o Les séances d'enseignement doivent comprendre et mettre en valeur tous les volets : Cours, TD, TP et projets.
- Les cahiers des charges des dossiers doivent spécifier de manière claire et précise :
 - o La problématique abordée ;
 - o Les objectifs à atteindre ;
 - o L'approche de résolution adoptée ;
 - o Les résultats escomptés ;
- L'approche adoptée doit nécessairement inclure les volets modélisation, simulation, expérimentation/relevés et mesures de terrain
- Le candidat doit recourir systématiquement aux méthodes récentes d'analyse : SysML, modèle causal, modèle acausal, ...
- Le candidat doitachever sa prestation par une conclusion faisant ressortir les écarts entre le désiré, le simulé et le réel, interpréter les écarts et proposer des améliorations ou alternatives.
- Le jury apprécie la qualité des relations entre le candidat et le milieu professionnel, préfiguration de la qualité des partenariats que pourra nouer l'enseignant dans ses activités.



- Le jury attend des dossiers traitant des problématiques concrètes, avec pour support, un système pluri technique donnant lieu à une analyse de son fonctionnement et de ses performances. Il apprécie que le candidat amène une réelle contribution à l'expression de cette problématique et aux éléments contribuant à sa résolution

B.5. Orientations générales et notes de cadrage des candidats

L'examen d'admission est composé de trois épreuves :

Epreuve 1 : Exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluritechnique

Cette épreuve, de coefficient 2, dure 6 heures et comporte trois phases :

- phase 1 - mise en oeuvre des équipements au laboratoire (durée 4 h) ;
- phase 2 - préparation de l'exposé (durée 1 h) ;
- phase 3 - présentation des travaux devant un jury (durée 1 h).

Phase 1 : se décompose en 3 parties

- *Première partie (durée ≈ 0h30)*

Pour cette partie, les manipulations ainsi que les activités proposées ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement global du système. À la fin de cette première partie, l'examinateur s'assure que le candidat s'est bien approprié le support de TP ainsi que la problématique proposée.

- *Deuxième partie (durée ≈ 2h00)*

Pour cette partie, après la présentation du système à l'examinateur, le candidat doit réaliser des expérimentations, des manipulations et des essais afin de répondre aux problématiques proposées dans le TP. Cette partie, permet au candidat, par la mobilisation de compétences caractéristiques du niveau de l'agrégation, de résoudre les problèmes posés puis d'en exploiter les résultats obtenus (hypothèses, modèles, valeurs numériques...).

- *Troisième partie (durée ≈ 1h30)*

Le candidat doit préparer la trame détaillée de sa séquence, en s'aidant des manipulations nécessaires et en précisant et validant un ou plusieurs protocoles de mesure permettant de répondre à la problématique.

N.B. Cette phase 1 se déroule dans le laboratoire dans lequel figurent des supports qui peuvent être des systèmes réels distants ou non avec éventuellement sous-ensembles et composants industriels ; systèmes réels instrumentés ; systèmes didactisés; systèmes maquettisés et systèmes simulés.

Ces systèmes doivent permettre de proposer des séquences pédagogiques relatives aux programmes :

- des sciences industrielles de l'ingénieur en classes préparatoires aux grandes écoles.
- des BTS relatifs aux champs couverts par l'option choisie.

L'exploitation pédagogique proposée est directement liée aux activités pratiques réalisées. Les candidats disposent de l'ensemble des moyens nécessaires à l'expérimentation et d'un poste informatique, connecté à l'Internet, doté des logiciels courants de bureautique et des logiciels spécifiques liés au sujet proposé.

Phase 2 : les candidats finalisent leur présentation. Ils disposent d'un poste informatique doté des logiciels courants de bureautique.



Phase 3 : se déroule dans la salle d'exposé devant le jury

Le candidat est amené au cours de sa présentation orale (30 minutes au maximum) à expliciter sa démarche méthodologique, à mettre en évidence les informations, données et résultats issus des investigations conduites au cours des activités pratiques qui lui ont permis de construire sa séquence de formation, à décrire et situer la séquence de formation qu'il a élaborée. Pour cela, l'exposé oral doit comporter :

- la présentation du système et le compte-rendu des expérimentations, manipulations et essais effectuées dans la deuxième partie de la première phase du TP (durée maximale 10 minutes) ;
- l'exploitation pédagogique (durée maximale 20 minutes).

Au cours de l'entretien (30 minutes au maximum), le candidat est conduit plus particulièrement à préciser certains points de sa présentation ainsi qu'à expliquer et justifier les choix de nature didactique et pédagogique qu'il a opérés dans la construction de la séquence de formation présentée.

Pour la présentation devant jury, les candidats auront à leur disposition un tableau, un ordinateur et un vidéoprojecteur.

Epreuve 2 : activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluritechnique

Cette épreuve, de coefficient 2, dure 6 heures et comporte trois phases :

- phase 1 - mise en œuvre des équipements au laboratoire (durée 4 h) ;
- phase 2 - préparation de l'exposé (durée 1 h) ;
- phase 3 - présentation des travaux devant un jury (durée 1 h).

Phase 1 : se décompose en 3 parties

- **Première partie (durée ≈ 0h30)**

Pour cette partie, les manipulations ainsi que les activités proposées ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement global du système. À la fin de cette première partie, l'examinateur s'assure que le candidat s'est bien approprié le support de TP ainsi que la problématique proposée.

- **Deuxième partie (durée ≈ 2h00)**

Pour cette partie, après la présentation du système à l'examinateur, le candidat doit réaliser des expérimentations, des manipulations et des essais afin de répondre aux problématiques proposées dans le TP. Cette partie, permet au candidat, par la mobilisation de compétences caractéristiques du niveau de l'agrégation, de résoudre les problèmes posés puis d'en exploiter les résultats obtenus (hypothèses, modèles, valeurs numériques...).

- **Troisième partie (durée ≈ 1h30)**

Le candidat doit préparer la trame détaillée de sa séquence, en s'aidant des manipulations nécessaires et en précisant et validant un ou plusieurs protocoles de mesure permettant de répondre à la problématique.

N.B.

Cette phase 1 se déroule dans le laboratoire dans lequel figurent des supports qui peuvent être des systèmes réels distants ou non avec éventuellement sous-ensembles et composants industriels ; systèmes réels instrumentés ; systèmes didactisés ; systèmes maquettisés et systèmes simulés.

Ces systèmes doivent permettre de proposer des séquences pédagogiques relatives aux programmes :

- des sciences industrielles de l'ingénieur en classes préparatoires aux grandes écoles.
- des BTS relatifs aux champs couverts par l'option choisie.

L'exploitation pédagogique proposée est directement liée aux activités pratiques réalisées. Les candidats disposent de l'ensemble des moyens nécessaires à l'expérimentation et d'un poste informatique, connecté à l'Internet, doté des logiciels courants de bureautique et des logiciels spécifiques liés au sujet proposé.

Phase 2 : les candidats finalisent leur présentation. Ils disposent d'un poste informatique doté des logiciels courants de bureautique.



Phase 3 : se déroule dans la salle d'exposé devant le jury

Le candidat est amené au cours de sa présentation orale (30 minutes au maximum) à expliciter sa démarche méthodologique, à mettre en évidence les informations, données et résultats issus des investigations conduites au cours des activités pratiques qui lui ont permis de construire sa séquence de formation, à décrire et situer la séquence de formation qu'il a élaborée. Pour cela, l'exposé oral doit comporter :

- la présentation du système et le compte-rendu des expérimentations, manipulations et essais effectuées dans la deuxième partie de la première phase du TP (durée maximale 10 minutes) ;
- l'exploitation pédagogique (durée maximale 20 minutes).

Au cours de l'entretien (30 minutes au maximum), le candidat est conduit plus particulièrement à préciser certains points de sa présentation ainsi qu'à expliquer et justifier les choix de nature didactique et pédagogique qu'il a opérés dans la construction de la séquence de formation présentée.

Pour la présentation devant jury, les candidats auront à leur disposition un tableau, un ordinateur et un vidéoprojecteur. Ils disposent d'un poste informatique doté des logiciels courants de bureautique.

Epreuve 3 : Soutenance d'un dossier industriel

Cette épreuve, de coefficient 2, dure une heure.

L'exposé du dossier et l'entretien avec le jury durent respectivement au maximum 30 minutes.

Le dossier présente une réponse à un besoin **concrétisé par un produit commercialisé ou en phase de pré-industrialisation**.

L'exposé du dossier et l'entretien avec le jury permettent d'apprecier l'authenticité et l'actualité du problème choisi par le candidat, sa capacité à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'il suscite et à en dégager les points remarquables et caractéristiques de la discipline. Ils permettent également au candidat de mettre en valeur la qualité de son dossier et l'exploitation pédagogique qu'il peut en faire dans le cadre d'un enseignement en lycée (pré bac et post bac).

Au cours de l'entretien, le jury évaluera la capacité du candidat à

- prendre en compte les acquis et les besoins des élèves,
- se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur,
- en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs de citoyenneté qui le portent.

Les dossiers doivent être déposés en deux exemplaires imprimés avec reliure **sous pli sellé** à monsieur le Directeur du CRMEF à Settat **au plus tard le 10 Juin 2018 à midi**, délai de rigueur.

En complément de ces deux exemplaires et dans le même pli, les candidats adresseront une clé USB contenant leur dossier. Cette clé USB est à structurer en répertoires comprenant les différents documents relatifs à la Conception, simulations, dossier et éventuellement annexes, (les formats des fichiers doivent du type MS office et/ou format pdf).

Quel que soit le support qu'ils ont choisi, l'usage de supports matériels (produits, échantillons, maquettes, didactiques..) apportés par les candidats n'est pas autorisé durant l'épreuve. S'ils existent, ces éléments pourront être mis en valeur à travers les documents présentés.

N.B. Pour cette épreuve, les candidats doivent être présents, quinze minutes avant le début de l'épreuve, dans la salle d'entretien avec le jury afin d'installer leur présentation sur le matériel de vidéo projection mis à leur disposition. Ils pourront utiliser, s'ils le souhaitent, tout autre matériel de visualisation et de projection dont ils se muniront eux-mêmes et dont le fonctionnement sera sous leur entière responsabilité.

Remarque :



Pour toutes les épreuves les programmes sont disponibles dans le site web du ministère :

- CPGE sciences industrielles de l'ingénieur <http://www.cpge.ac.ma/CPGEPages/Cont/PresentationCPGE.aspx>
- de BTS industriels. <https://www.men.gov.ma/Fr/Pages/BTS.aspx>

Les attentes du jury

Partie pratique

Le jury attend d'un candidat à l'agrégation qu'il sache clairement identifier les objectifs de l'activité pratique proposée. Même si le candidat n'est pas expert dans le domaine sur lequel porte le sujet tiré au sort, les activités sont construites de façon progressive et abordable à un niveau CPGE, BTS ou DUT. L'utilisation de progiciels de simulation multiphysique et de création d'instruments virtuels doit être connue d'un candidat à l'agrégation de sciences industrielles de l'ingénieur.

En outre, l'option ingénierie électrique de l'agrégation impose la maîtrise des concepts de développement logiciel à partir d'un environnement professionnel. La connaissance d'un ou plusieurs langages structurés (compilés ou interprétés) est vivement recommandée. Les concepts de la programmation objet ne peuvent plus être ignorés d'un candidat à l'agrégation.

Outre les fondements de l'ingénierie électrique, les diagrammes les plus utilisés de la modélisation SysML (ou UML) doivent être connus par tous les candidats.

Cette première partie de l'épreuve permet au jury d'évaluer les compétences du candidat dans la mise en oeuvre d'un système technique, mais aussi dans sa maîtrise des concepts fondamentaux, du domaine de l'ingénierie électrique qu'il permet d'aborder.

Exposé et entretien

Le candidat dispose de 40 minutes pour présenter le support sur lequel il a travaillé ainsi que la séquence pédagogique qu'il souhaite construire à partir des activités pratiques menées lors de la première partie de l'épreuve. La ou les séquence(s) pédagogique(s) présentée(s) ne doit(vent) pas être une simple reformulation des activités pratiques proposées par le sujet de la première partie.

La présentation d'une séquence pédagogique impose une définition précise des objectifs, au regard du programme ou du référentiel de formation imposée par le sujet de l'épreuve. La définition des prérequis ne doit pas s'arrêter à une liste plus ou moins exhaustive d'unités d'enseignement ou de savoirs.

Les modalités d'évaluation mises en oeuvre en cours et en fin de séance doivent être définies avec suffisamment de précision.



FICHE D'EVALUATION DU DOSSIER INDUSTRIEL

| | |
|---------------------|-------|
| <i>Candidat :</i> | |
| <i>Entreprise :</i> | |
| <i>Thème :</i> | |

➲ Evaluation du rapport (*Note attribuée par le rapporteur*) :

| | | |
|------------------------------------|---|------------|
| <i>Forme</i> | Page de garde, titre, sommaire, pagination, lisibilité, qualité de rédaction, bibliographie, ... | /3 |
| <i>Fond</i> | Introduction : justification du choix du sujet et annonce du plan, exigence précise du cahier des charges et pertinence des problématiques identifiées Conclusion : Formulation des objectifs atteints, des impacts et des perspectives, frontière du système. | /3 |
| | Présentation de l'organisme d'accueil et contexte général du sujet | /2 |
| | Présentation claire de la problématique, formulation claire des objectifs ou des hypothèses relatifs au sujet, collecte des données et analyse de l'existant, simulation du fonctionnement et du comportement du système | /4 |
| | Authenticité et actualité du sujet, quantité et qualité des docs et de la base de donnée fournies avec le dossier | 4 |
| | Description détaillée et justification des moyens, des méthodes et techniques mis en œuvre, analyse des résultats obtenus, recommandations et solutions proposées, évaluation technico-financière de la solution proposée,... | /4 |
| Note finale du rapport (N1) | | /20 |

➲ Evaluation de l'exposé oral :

| | | |
|--|--|------------|
| <i>Forme</i> | Présentation personnelle, aisance, mobilité, documents d'accompagnement, utilisation de support (rétro, vidéo, ...), respect du temps alloué à la soutenance, qualité de l'expression, vocabulaire, style, efficacité du langage non-verbal, | /8 |
| <i>Fond</i> | Exposé oral : introduction-présentation du sujet, plan annoncé et suivi, originalité par rapport à l'écrit, clarté de la présentation, maîtrise du vocabulaire scientifique et technique, capacité à présenter les points essentiels du rapport, mise en évidence des questionnements suscités par le thème choisi ... | /6 |
| | Dialogue avec le jury : capacité d'écoute, réactivité aux questions, qualité des réponse et argumentation, énumération des difficultés rencontrées et solutions pour les contourner... | /6 |
| Note finale de la soutenance (N2) | | /20 |

➲ Exploitation pédagogique :

| | | |
|--|---|------------|
| <i>Forme</i> | Titre, public cible, référence au programme ou référentiel, durée, prérequis, objectifs, évaluation, progression et déroulement pédagogiques, moyens matériels nécessaires/disponibles, respect des objectifs fixés, ... | /8 |
| <i>Fond</i> | Support technique choisi pour l'épreuve, Identification des notions fondamentales à présenter par rapport au problème posé, approche pédagogique utilisée, explicitation des connaissances et les compétences visées par la séance, | /6 |
| | Supports pédagogiques utilisés, adéquation par rapport aux activités traitées dans le projet, adéquation au niveau des étudiants, méthodes d'évaluation envisagées | /6 |
| Note finale de la séquence pédagogique (N3) | | /20 |



FICHE D'EVALUATION DU DOSSIER INDUSTRIEL

| | |
|---------------------|-------|
| <i>Candidat :</i> | |
| <i>Entreprise :</i> | |
| <i>Thème :</i> | |

| | |
|--|------------|
| Note finale de la soutenance du dossier industriel $N = 0.30*N1 + 0.35*N2 + 0.35*N3$ | /20 |
|--|------------|

Membres du Jury :

| | Noms et prénoms | Signatures |
|--------------|-----------------|------------|
| Rapporteur | | |
| Examinateurs | | |
| | | |
| | | |



C. Épreuves écrites

- Quelques éléments statistiques (nombre de candidats présents à l'épreuve, moyenne et écart-type des notes, ...)

| Total des Inscrits au concours | Présents aux trois épreuves d'admissibilité | Présents à deux épreuves d'admissibilité | Présents à une seule épreuve d'admissibilité | Absent |
|--------------------------------|---|--|--|--------|
| 142 | 70 | 00 | 02 | 70 |

| Epreuve | Admissibilité | | |
|------------|-------------------------------------|--------------|------------|
| | Science Industrielle de l'Ingénieur | Modélisation | Conception |
| Moyenne | 5,28 | 06.58 | 06.20 |
| Écart-type | 2.12 | 2.57 | 1.51 |

Résultats de l'épreuve écrite des 70 candidats présents à toutes les épreuves

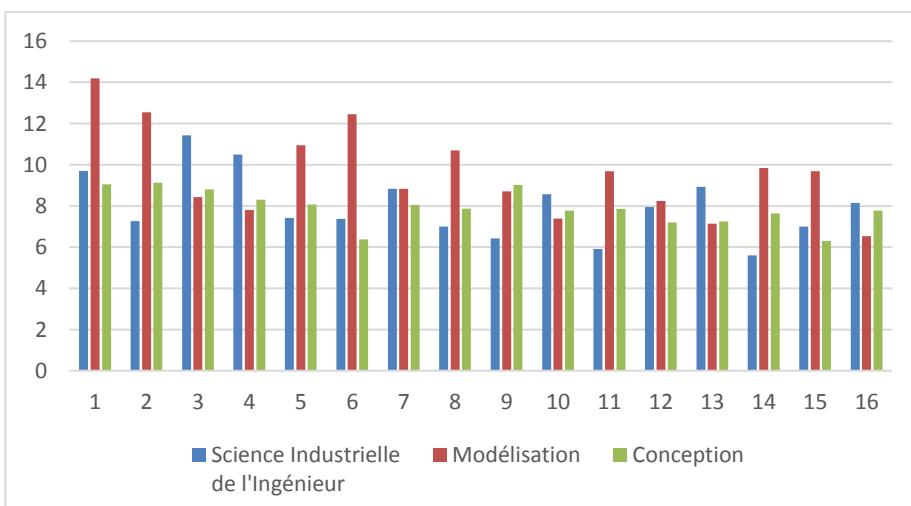
- Résultat d'admissibilité

Parmi les 70 candidats 16 ont été déclarés admissibles pour passer les épreuves orales.

| | |
|---|-----------|
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le premier candidat admissible | 10,98 /20 |
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le dernier candidat admissible | 07.49/20 |

| Epreuve | Admissibilité | | |
|------------|-------------------------------------|--------------|------------|
| | Science Industrielle de l'Ingénieur | Modélisation | Conception |
| Moyenne | 08,00 | 09,57 | 7,90 |
| Écart-type | 1,60 | 2,14 | 0,85 |

Résultats de l'épreuve écrite des 16 admissibles



Répartition des notes des trois épreuves écrites par candidat admissible



- descriptif succinct du sujet sujet(s) proposé (s) et des attentes des poseurs de sujets**

Les sujets ont été élaborés en France, des exemplaires sont disponibles au ministère, ils seront également publiés dans le rapport du jury français.

- résultats et commentaire des notes obtenues**

Par rapport au résultat global, tout candidat confondu, il a été noté que lors des délibérations d'admissibilité, les candidats se sont comportés de manière normale face aux trois épreuves. Pour cette session la barre d'admissibilité a été revue à la baisse par rapport à l'année passée. Cela s'est répercuté sur l'effectif des admissibles qui a été de 16 admissibles.

Il est également à noter que 50% des candidats inscrits ne se sont pas présentés aux épreuves écrites. Sur 142 candidats inscrits seuls 70 ont composé les trois épreuves.

- Relevé des erreurs, des lacunes mais également des qualités du travail des candidats**

Le rapport d'admissibilité se rapportant à tous les candidats (Marocains et Français) fournira tous les détails et remarques nécessaires à cette partie ainsi que le rappel de la méthode et des contraintes propres à chaque exercice, les éléments de « corrigé » et les recommandations et attentes du Jury.

D. Épreuves orales

- Quelques éléments statistiques (nombre de candidats présents à l'épreuve, moyenne et écart-type des notes, ...)**

Le nombre de candidats admissibles étant de 16.

Le nombre de systèmes disponible étant de **XX**. Ces systèmes ont été répartis pour les épreuves relatives aux deux approches globales et spécialisées

Passage des candidats aux épreuves

| Entrée en Salle | 26 juin 2018 | | | 27 juin 2018 | | | 28 juin 2018 | | | 29 juin 2018 | | |
|-----------------|--------------|----|-----|--------------|----|----|--------------|-----|----|--------------|-----|-----|
| | Type | GL | SP | DO | GL | SP | DO | GL | SP | DO | GL | SP |
| 9H | C1 | C5 | C9 | C13 | C1 | C5 | C9 | C13 | C1 | C5 | C9 | C13 |
| 10H | C2 | C6 | C10 | C14 | C2 | C6 | C10 | C14 | C2 | C6 | C10 | C14 |
| 11H | C3 | C7 | C11 | C15 | C3 | C7 | C11 | C15 | C3 | C7 | C11 | C15 |
| 12H | C4 | C8 | C12 | C16 | C4 | C8 | C12 | C16 | C4 | C8 | C12 | C16 |



N.B: - les épreuves Globale et Spécialisée ont une durée de préparation de 5H chacune

- les soutenances des dossiers commencent à 09H voir tableau passage

GL: épreuve globale

SP : épreuve spécialisée

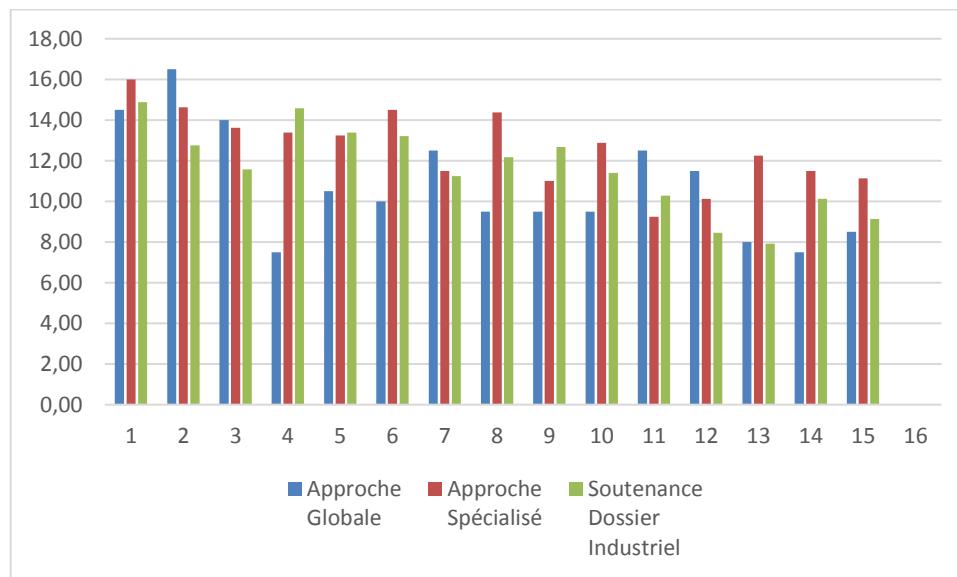
DO: soutenance de dossier

C1, C2, ..., C16 : les différents candidats admissibles, ces candidats ont été tous présent aux trois épreuves d'admission, sauf la candidat C8 qui ne s'est pas présenté à l'examen.

| Admission | | | |
|------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|
| Epreuve | Epreuve approche globale | Epreuve approche spécialisée | Soutenance Dossier |
| Moyenne | 10,80 | 12,63 | 11,59 |
| Écart-type | 2,72 | 1,87 | 2,09 |

| | |
|---|-----------------|
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le premier candidat admissible | 12.93/20 |
| Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le dernier candidat admissible | 10.01/20 |

Statistiques des résultats obtenus par les 15 candidats



Résultats des trois épreuves orales réparties par candidat

- Descriptif succinct du sujet(s) proposé (s) et des attentes des poseurs de sujets**

Pour chaque épreuve le jury a élaboré 08 sujets avec 04 de réserves. Ci-dessous l'ensemble des épreuves tirés au sort et à mettre à la disposition des futurs candidats pour préparation.



A- Epreuve sur : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

Epreuve 1 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition le système Control'X, Le logiciel Control'Drive ; Piloter Control'X afin d'analyser le point de fonctionnement du moteur, puis Simuler le comportement afin d'analyser le point de fonctionnement du moteur ,et interpréter les différentes résultats obtenus.

Activité 1 :

Réaliser des essais en boucle ouverte ; avec un échelon de 10 V, Observer l'évolution de la position au cours du temps, de l'intensité et de la tension, du couple moteur et de la vitesse moteur.

Activité 2 :

Exploiter les mesures réalisées précédemment, pour visualiser l'évolution de la puissance électrique, la puissance mécanique en sortie de moteur et enfin du rendement du moteur.

Activité 3 :

Observer les mêmes signaux que ceux observés sur Control'X mais en simulation, et en déduire la puissance électrique, mécanique et le rendement du moteur, interpréter les résultats obtenus et conclure.

Activité 4 :

Consulter les caractéristiques du moteur dans le dossier technique et notamment les caractéristiques nominales. Et déduire la zone du travail du moteur.

Activité 5 :

Dans le menu "Bonus", "Caractéristiques moteur", la courbe caractéristique du moteur est la courbe du couple moteur utile C_m -utile en fonction de sa vitesse ω en régime permanent. Indiquer les formules qui ont permis de tracer la courbe de l'intensité, du couple moteur, de la puissance, et celle du rendement.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre de référentiels CPGE, intitulée : Actionneurs et pré-actionneurs associés incluant leurs commandes



Epreuve 2 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le système d'étude étant le "Système Logicom Série 151-153 (Barrière automatique)" qui représente à une échelle réduite une barrière destinée à contrôler l'entrée d'un parking de stationnement de véhicule.

L'objectif est de conduire le système dans différents modes de fonctionnement relatifs à un cycle d'ouverture et de fermeture de la barrière du parking de stationnement.

Activité 1 :

Décrire la structure fonctionnelle du système global étudié et justifier les différents constituants de la chaîne d'énergie associée. Préciser les caractéristiques fonctionnelles pour chacun des constituants.

Activité 2 :

Effectuer une analyse comparative des conditions d'utilisation du système réel et de la maquette ainsi que des phénomènes physiques modélisables sur la maquette. Repérer sur la maquette les différents capteurs utilisés, expliquer leur principe de fonctionnement et préciser s'ils équipent le système réel ou sont uniquement destinés aux applications pédagogiques.

Activité 3 :

Donner un schéma de raccordement des capteurs et des constituants de dialogue au module d'entrée de l'automate programmable. Raccorder les pré-actionneur au module de sortie d'API.

Activité 4 :

Proposer le diagramme d'état (langage de modélisation des systèmes SysML) relatifs à la partie commande et la partie opérative conformément aux exigences de l'activité 3.

Activité 5 :

Faire les essais et mesures nécessaires sur le système fourni pour illustrer vos propos.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de CPGE "Analyse fonctionnelle et structurelle- Diagrammes SysML".



Epreuve 3 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition la valise de communication SCHNEIDER et le matériel présent en salle de laboratoire, mettre en œuvre une communication ETHERNET.

Activité 1 :

Identifier les différents modules du réseau local ETHERNET sur la valise de communication.

Activité 2 :

Réaliser le câblage permettant d'effectuer une communication sur le réseau ETHERNET entre les automates premium et twido.

Activité 3 :

Configurer une passerelle en MODBUS/ETHERNET pour l'automate twido afin que ce dernier soit accessible à distance.

Activité 4 :

Rédiger un programme de test, permettant d'accéder à l'automate twido via le réseau local.

Activité 5 :

Tester, par des relevés et des mesures, le bon fonctionnement de la configuration du réseau ETHERNET.

Activité 6 :

Proposer, à partir des mesures et essais effectués, une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS SE, intitulée : **Les réseaux industriels et les réseaux locaux**.



Epreuve 4 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le travail pratique proposé s'intéresse à la caractérisation d'un système d'entraînement de levage à base d'une machine triphasée asynchrone. En s'appuyant sur ce système (EPE 51-1 : Convertisseurs de fréquence avec moteur asynchrone triphasé associé au Banc à servo-entraînement et de freinage), expliciter le principe de conversion et de transfert d'énergie dans tous ses aspects par les activités suivantes :

Activité 1 :

Décrire la structure fonctionnelle du système global étudié et justifier les différents constituants de la chaîne d'énergie associée. Analyser les possibilités d'exploitation à en faire par rapport à l'objectif. Effectuer une analyse comparative des conditions d'utilisation du système réel et de la maquette ainsi que des phénomènes physiques modélisables sur la maquette.

Activité 2 :

Identifier les différents éléments de la chaîne et donner pour chacun, en justifiant, les expressions et/ou les formes d'ondes des grandeurs électriques et mécaniques.

Activité 3 :

Repérer sur la maquette les différents capteurs utilisés, expliquer leur principe de fonctionnement et préciser s'ils équipent le système réel ou sont uniquement destinés aux applications pédagogiques.

Activité 4 :

Comment doit-on choisir le profil de vitesse pour ce type de charge ? Identifier l'élément dans la chaîne permettant de maintenir un tel profil ? Justifier.

Activité 5 :

Faire les essais et mesures nécessaires pour illustrer les formes d'ondes des tensions et courants dans la machine ainsi que la vitesse pour 3 différentes valeurs de couple de charge.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel BTS-Electrotechnique : Machine asynchrone et convertisseur de fréquence.



Epreuve 5 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition la valise de communication SCHNEIDER et le matériel présent en salle de laboratoire, mettre en œuvre des réseaux industriels entre équipements communicants.

Activité 1 :

Identifier les différents bus reliant les sous-ensembles de la valise, puis préciser leurs caractéristiques.

Activité 2 :

Effectuer la configuration d'une communication sous le protocole MODBUS entre un automate TSX premium maître et un automate TWIDO esclave.

Activité 3 :

- Paramétrier l'automate maître pour transmettre un octet à l'automate esclave.
- Paramétrier l'automate esclave pour recevoir un octet de l'automate maître.

Activité 4 :

Tester, par des relevés ou des mesures, le bon fonctionnement de la communication.

Activité 5 :

Effectuer une analyse comparative des conditions d'utilisation du système réel et de la maquette ainsi que des phénomènes physiques modélisables sur la maquette.

Activité 6 :

Proposer, à partir des mesures et essais effectués, une séquence de cours dans le cadre du référentiel de CPGE, intitulée : **Transmission série asynchrone**.



Epreuve 6 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition système Logicom, qui représente à une échelle réduite une barrière destinée à contrôler l'entrée d'un parking de stationnement de véhicule, identifier et déterminer les performances et les limitations d'une technique de variation de vitesse .

Activité 1 :

Décrire la structure fonctionnelle du système, identifier les différents organes de la chaîne fonctionnelle, décrire brièvement la fonction de chaque constituants et donner leurs principales caractéristiques.

Activité 2 :

Exploiter la documentation technique du système Logicom, identifier la technique de commande adoptée pour la variation de vitesse, ainsi que les caractéristiques du moteur électrique.

Activité 3 :

A partir du schéma équivalent par phase de la machine asynchrone, déduire l'expression du couple électromagnétique, puis à base de cette expression déduire la loi sur laquelle repose la commande $V/f=\text{constante}$.

Activité 4 :

Procéder par simulation sur Matlab de la commande scalaire ; à partir des courbes obtenus ; identifier les limitations et les performances de cette commande.

Activité 5 :

Réaliser des essais sur la maquette pour valider les résultats obtenus par simulation, conclure.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre de référentiels CPGE, intitulée : Machine asynchrone triphasée à cage-commande scalaire en V/f .



Epreuve 7 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le système étudié se compose d'un moteur à courant continu alimenté par une source de tension continue variable. Le moteur entraîne une charge mécanique variable. La charge mécanique est matériellement réalisée par une charge active (Unités de Charge Active LS00 ou LS05). En ayant à votre disposition la documentation sur le système BANC CHARGE ACTIVE, le sous-système BANC CHARGE ACTIVE et une source de tension continue variable, identifier expérimentalement le comportement du moteur pour les différentes vitesses et couples de charge.

Activité 1 :

Décrire la structure fonctionnelle de la maquette après avoir pris connaissance de la documentation technique. Analyser les possibilités d'exploitation à en faire par rapport à l'objectif.

Activité 2 :

Repérer sur la maquette les différents capteurs utilisés, expliquer leur principe de fonctionnement.

Effectuer un schéma bloc illustrant le principe de fonctionnement. Expliquer comment peut-on régler le couple de charge.

Activité 3 :

En partant de l'expression du couple de la MCC, tracer le couple électromagnétique en fonction de la vitesse de rotation. Sur quelles grandeurs peut-on jouer pour placer un point de fonctionnement souhaité.

Activité 4 :

Proposer le raccordement et faire les réglages, les essais et mesures nécessaires pour tracer le réseau de caractéristiques couple/vitesse.

Activité 5 :

Proposer, à partir des essais et mesures effectuées une séquence de cours : Machine à courant continu et hacheur (Caractéristique mécanique $T(n)$ et Procédés de variation de vitesse). Le cours est destiné au niveau BTS Electrotechnique.



Epreuve 8 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition le système Volant à Retour de Force, Proposer un modèle de comportement, Valider les paramètres obtenus par expérimentation, et déterminer les performances du système.

Activité 1 :

Décrire le comportement et compte-tenu du fait que le volant est alimenté en énergie électrique, expliquer succinctement le comportement observé. Citer l'exigence satisfaite. Ensuite proposer schéma bloc fonctionnel en utilisant les noms des composants de la chaîne fonctionnelle.

Activité 2 :

Rappeler les équations qui traduisent le comportement du moteur à courant continu ; Combiner les équations pour déterminer une équation différentielle du premier ordre, puis lancer des mesures dans le logiciel du volant, à partir des relevés donner un modèle au système et déterminer ces paramètres, puis déterminer les performances du système.

Activité 3 :

Comparer les temps de réponse à 5% dans pour une position initiale d'un demi-tour et pour un tour complet. Que peut-on conclure sur la linéarité du système ?

Activité 4 :

A l'aide logiciel Scilab procéder à des simulations en boucle ouverte et fermée, Comparer les réponses simulées et expérimentales. Conclure sur la validité du modèle.

Activité 5 :

Modifier la valeur du gain, et on exploitant le diagramme de Bode ; observer l'influence de cette modification sur les performances du système, enfin vérifier la nécessité d'une action intégrale pour corriger le système.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre de référentiels CPGE, intitulée : Performances d'un système asservi



Epreuve 9 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition le système Control'X, Le logiciel Control'Drive ; Piloter Control'X afin, d'identifier un comportement temporel, proposer un modèle de connaissance et valiser le comportement non linéaire du système.

Activité 1 :

Décrire la structure fonctionnelle du système, identifier les différents organes de la chaîne fonctionnelle, décrire brièvement la fonction de chaque constituants est donner leurs principales caractéristiques.

Activité 2 :

Exploiter le dossier technique pour renseigner les valeurs des paramètres du modèle du moteur seul, puis simuler le modèle obtenu, réaliser un essai en boucle ouverte, Conclure sur la validité du modèle.

Activité 3 :

Procéder à différents essais de réponses indicielles en boucle ouverte pour différentes amplitudes d'échelon, interpréter les résultats obtenus, conclure sur linéarité du système.

Activité 4 :

Valider le modèle non linéaire de boucle ouverte pour les différentes amplitudes de tension d'entrée $\varepsilon_2(t)$. Expliquer physiquement les différences observées entre le modèle linéaire et le modèle non linéaire, puis discuter l'effet du frottement visqueux sur la dynamique du système.

Activité 5 :

Réaliser des simulations en boucle ouverte et fermée ,et expliquer les différences observées entre le modèle linéaire et le modèle non linéaire.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre de référentiels CPGE, intitulée : Représentation et identification d'un système asservi.



Epreuve 10 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le système à étudier est constitué par le banc didactique EP260000, constitué par un convertisseur universel étudié en configuration directe AC/AC Gradateur 3 kW. La commande pouvant être effectuée par console ou par unité de pilotage. L'objectif de cette étude étant l'analyse des différents modes de fonctionnement du système, ainsi que la quantification des indicateurs de performance d'une manière globale.

Activité 1 :

Établir un schéma fonctionnel global du système didactique. Déterminer les différentes possibilités d'exploitation du banc en fonction des éléments du banc et du matériel disponibles dans la salle de laboratoire.

Activité 2 :

Identifier les différents blocs de la maquette (puissance, commande, acquisition). Expliquer le principe de fonctionnement de chaque bloc. Justifier le choix de la configuration retenue.

Activité 3 :

Analyser théoriquement le fonctionnement du gradateur triphasé sur une charge inductive. Tracer les signaux de commande ainsi que les formes d'onde caractéristiques de sortie. Mesurer les grandeurs électriques jugées pertinentes. L'utilisation d'un logiciel de simulation est recommandée pour appuyer l'analyse théorique.

Activité 4 :

Réaliser des essais et des mesures pour différents réglages de la commande. Confronter vos mesures avec l'analyse théorique.

Activité 5 :

Déterminer, par des essais et/ou des simulations, les limites de commande du convertisseur en fonction des paramètres de la charge.

Activité 6 :

Proposer, à partir des mesures et essais effectués, une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS ELT, intitulée : "Structure des gradateurs monophasé et triphasé".



Epreuve 11 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le système à étudier est constitué par le banc didactique EP260000, constitué par un convertisseur universel étudié en configuration AC/DC Redresseur 3 kW. La commande pouvant être effectuée par console ou par unité de pilotage. L'objectif de cette étude étant l'analyse des différents modes de fonctionnement du système, ainsi que la quantification des indicateurs de performance d'une manière globale.

Activité 1 :

Établir un schéma fonctionnel global du système didactique. Déterminer les différentes possibilités d'exploitation du banc en fonction des éléments du banc et du matériel disponibles dans la salle de laboratoire.

Activité 2 :

Identifier les différents blocs de la maquette (puissance, commande, acquisition). Expliquer le principe de fonctionnement de chaque bloc. Justifier le choix de la configuration retenue.

Activité 3 :

Analyser théoriquement le fonctionnement du redresseur triphasé sur une charge inductive. Tracer les signaux de commande ainsi que les formes d'onde caractéristiques de sortie. Mesurer les grandeurs électriques jugées pertinentes. L'utilisation d'un logiciel de simulation est recommandée pour appuyer l'analyse théorique.

Activité 4 :

Réaliser des essais et des mesures pour différents réglages de la commande. Confronter vos mesures avec l'analyse théorique.

Activité 5 :

Déterminer, par des essais et/ou des simulations, les limites de commande du convertisseur en fonction des paramètres de la charge. Analyser le rôle de la diode de roue libre.

Activité 6 :

Proposer, à partir des mesures et essais effectués, une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS ELT, intitulée : "**Association Redresseur MCC**".



Epreuve 12 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition deux maquettes expérimentales S7 1200, un écran tactile KTP 700 et le matériel présent en salle de laboratoire, mettre en œuvre des réseaux industriels entre équipements communicants.

Activité 1 :

Identifier les différents réseaux et bus qui peuvent être utilisés pour lier deux plaques expérimentales S7 1200.

Activité 2 :

Établir un schéma fonctionnel du système global en identifiant les différents organes pour réaliser une communication sous le réseau Profinet entre deux APIs et un écran KTP700. Préciser les caractéristiques fonctionnelles pour chacun des constituants (y compris le type et les caractéristiques du support de transmission).

Activité 3 :

Effectuer la configuration d'une communication sous le réseau Profinet entre deux automates de la gamme S71200. Ecrire un programme pour transmettre les entrées (1 octet) de l'API1 vers les sorties de l'API2 et de les visualiser sur la KTP700.

Activité 4 :

Tester, par des relevés ou des mesures, le bon fonctionnement de la communication.

Activité 5 :

Effectuer une analyse comparative des conditions d'utilisation du système réel et de la maquette ainsi que des phénomènes physiques modélisables sur la maquette.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS SE, intitulée : **Les réseaux industriels et les réseaux locaux**.



Epreuve 13 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

Le système étudié est le positionneur d'antenne MULTISAT qui utilise un moteur à courant continu pour mouvoir la parabole. La maquette contient une carte de contrôle permettant de positionner l'antenne à une position désirée. Pour cela, cette carte de contrôle compte les tours de ce moteur. Des capteurs à effet Hall sont utilisés pour détecter la rotation du moteur. En s'appuyant sur ce système, expliciter le principe de conversion et de transfert d'énergie et l'acquisition des grandeurs physiques par les activités suivantes:

Activité 1 :

Mettre en œuvre la maquette après avoir pris connaissance de la documentation technique de la maquette et des équipements mis à votre disposition. Décrire la structure fonctionnelle du système global étudié et justifier les différents constituants de la chaîne d'énergie associée.

Activité 2 :

Identifier les différents éléments de la chaîne et donner pour chacun, en justifiant, les expressions et/ou les formes d'ondes des grandeurs électriques et mécaniques.

Activité 3 :

Repérer sur la maquette les différents capteurs utilisés, expliquer leur principe de fonctionnement et préciser s'ils équipent le système réel ou sont uniquement destinés aux applications pédagogiques. Effectuer une analyse comparative des conditions d'utilisation du système réel et de la maquette ainsi que des phénomènes physiques modélisables sur la maquette.

Activité 4 :

Relever les signaux issus des 2 capteurs à effet hall, expliciter les relations donnant la vitesse de rotation du moteur, plage de vitesse maximale mesurable, justifier le choix pour de tels capteurs.

Activité 5 :

Proposer à partir de la manipulation effectuée une séquence de cours dans le cadre du référentiel de CPGE TSI "Les Capteurs et détecteurs".



Epreuve 14 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

L'activité pratique proposée dans cette épreuve consiste à étudier la caractérisation ainsi que le mode d'entraînement à vitesse variable d'un moteur asynchrone triphasé. Le système d'étude (EPE 41-1 : Convertisseur de fréquence associé à un moteur asynchrone triphasé), permet d'analyser les différents modes de fonctionnement de cette conversion électromécanique.

Activité 1 :

Établir un schéma fonctionnel global du système didactique. Déterminer les différentes possibilités d'exploitation du banc en fonction des éléments du banc et du matériel disponibles dans la salle de laboratoire.

Activité 2 :

Identifier les différents blocs du système (puissance, commande, acquisition). Expliquer le rôle de chaque bloc dans la chaîne de conversion de l'énergie.

Activité 3 :

Déterminer le domaine de validité des mesures expérimentales qui peuvent être déployées. Préciser les grandeurs qui peuvent être directement mesurées et celles qui ne sont que déduites ou estimées.

Activité 4 :

Définir le modèle monophasé équivalent en T du moteur asynchrone. Préciser les différentes possibilités de réglage de la vitesse. Effectuer une synthèse de comparaison entre ces différentes techniques.

Activité 5 :

Proposer deux essais pratiques permettant d'établir le modèle équivalent de la machine asynchrone. Effectuer ensuite des essais à vitesse variable à couple constant.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS SE, intitulée : "**La commande à vitesse variable du moteur asynchrone**".



Epreuve 15 : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche globale d'un système pluri-technique

OBJECTIF :

En ayant à disposition le système Volant à Retour de Force, Proposer un modèle de connaissance et de comportement, Valider les paramètres obtenus par expérimentation.

Activité 1 :

Relever la courbe de vitesse pour une réponse indicielle en boucle ouverte, Justifier qu'un modèle du premier ordre est bien adapté pour modéliser le comportement du moteur puis déterminer la constante de temps.

Activité 2 :

Rappeler Les équations qui traduisent le comportement du moteur à courant continu ; En utilisant ces équations, donner l'expression de la vitesse du moteur en fonction de la tension de consigne et du couple Cr. La mettre sous la forme $\tau \frac{d\omega_m}{dt} + \omega_m = Ku.u_m - Kcr.C_r$.

En régime permanent déduire des mesures les gains Ku et la valeur Kcr*Cr.

Activité 3 :

Réaliser différentes manipulations pour déterminer la valeur du PWM (PWMin) à partir de laquelle le volant se met à bouger.

Activité 4 :

A l'aide logicielScilab procéder à des simulations en boucle ouverte et fermée Remplacer K et tau par vos valeurs ainsi que la valeur de PWMin.

Activité 5 :

Comparer les réponses simulées et expérimentales. Conclure sur la pertinence du modèle.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre de référentiels CPGE, intitulée :Modélisation d'un système multiphysique.



B- Epreuve sur : Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique

Epreuve 1. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Le système d'étude étant le « **Uni Train-I correspondant aux procédés de modulations numériques** ». En se basant sur ce système et sur les concepts et les procédés de modulation d'une porteuse analogique par un signal numérique, il est demandé de faire une caractérisation d'une transmission en modulation FSK aussi bien dans le domaine temporel que fréquentiel. La mise en œuvre de cette caractérisation va se faire à travers les activités suivantes :

Activité 1 :

Rappel du principe de fonctionnement de la modulation et de la démodulation de fréquence (FSK) ainsi que la prise en connaissance du système didactique. Dans ce sens, il est demandé d'abord de faire une étude comparative avec la modulation de fréquence analogique, d'étudier les rôles des différents blocs de ce système de transmission et de représenter les allures prévisibles des signaux nécessaires à la compréhension de ce mode de transmission.

Activité 2 :

Mettre en œuvre une modulation FSK et relever les différents signaux relatifs à ce mode de modulation. Pour un signal message donné, calculer tous les paramètres et les coefficients qui caractérisent ce procédé de transmission dans le domaine temporel.

Activité 3 :

Compléter l'activité précédente en représentant les différents signaux dans le domaine spectral. Calculer tous les paramètres et les coefficients qui caractérisent ce procédé de transmission.

Activité 4 :

Analyser les différents blocs du démodulateur FSK et réaliser le montage correspondant. Caractériser cette activité à travers les essais et les mesures nécessaires dans les domaines temporel et spectral.

Activité 5 :

Etude détaillée et approfondie de la chaîne de transmission en modulation FSK. Ainsi pour une plage de fréquence du signal message, relever les courbes montrant les variations de l'indice de modulation et la bande utile en fonction de la fréquence.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et des analyses effectuées durant les activités précédentes, une séquence de cours dans le cadre du niveau BTS et dont l'objectif final est de mettre en évidence les avantages et inconvénients de la transmission numérique FSK par rapport à la transmission FM analogique.



Epreuve 2 .Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Le système d'étude étant le « **Uni Train-I correspondant aux procédés de modulations numériques** ». En se basant sur ce système et sur les concepts et les procédés de modulation d'une porteuse analogique par un signal numérique, il est demandé de faire une caractérisation d'une transmission en modulation PSK aussi bien dans le domaine temporel que fréquentiel. La mise en œuvre de cette caractérisation va se faire à travers les activités suivantes :

Activité 1 :

Rappel du principe de fonctionnement de la modulation et de la démodulation de phase (PSK) ainsi que la prise en connaissance du système didactique. Dans ce sens, il est demandé d'abord de faire une étude comparative avec la modulation de phase analogique, d'étudier les rôles des différents blocs de ce système de transmission et de représenter les allures prévisibles des signaux nécessaires à la compréhension de ce mode de transmission.

Activité 2 :

Mettre en œuvre une modulation PSK et relever les différents signaux relatifs à ce mode de modulation. Pour un signal message donné, calculer tous les paramètres et les coefficients qui caractérisent ce procédé de transmission dans le domaine temporel.

Activité 3 :

Etude détaillée et approfondie de la modulation PSK en mesurant la position de la phase pour les valeurs 0 et 1 du signal message et en étudiant l'effet des différentes vitesses de transmission de données sur le signal PSK transmis.

Activité 4 :

Analyser les différents blocs du démodulateur PSK et réaliser le montage correspondant. Caractériser cette activité à travers les essais et les mesures nécessaires dans le domaine temporel.

Activité 5 :

Etude détaillée et approfondie de la Modulation-Démodulation enPSK en étudiant l'effet des différentes vitesses de transmission de données sur la qualité de la chaîne de transmission.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et des analyses effectuées durant les activités précédentes, une séquence de cours dans le cadre du niveau BTS et dont l'objectif final est de mettre en évidence les avantages et inconvénients de la transmission numérique PSK.



Epreuve 3. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

En ayant à disposition le système d'entraînement 4Q CO3620-1M, le régulateur universel CO3620-2A et le matériel présent en salle de laboratoire, on désire contrôler la vitesse du moteur à travers une régulation mono-boucle et étudier l'effet des différents correcteurs (PI et PID) aussi bien à vide qu'en charge.

Activité 1:

Indiquer clairement les **rôles** des différents blocs qui vont intervenir dans cet entraînement ainsi que les **procédures** à suivre pour les caractériser **expérimentalement**.

Activité 2:

Etablir expérimentalement la fonction de transfert du système à commander (supposé un 2^{ème} ordre) en justifiant le choix du modèle et de la méthode adoptée pour l'identification.

Activité 3:

A partir de la fonction de transfert établie, dimensionner un régulateur de type PI et faire des relevés nécessaires au niveau de la consigne, l'erreur, la commande et la sortie pour l'étude des performances du système bouclé.

Activité 4:

Reprendre l'activité précédente en étudiant les performances obtenues par l'adoption d'un correcteur de type PID.

Activité 5:

Sur la base des deux activités précédentes, étudier pratiquement l'effet d'une perturbation (fonctionnement en charge) sur les performances de chaque régulateur.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS, intitulée "Modélisation et Régulation de la vitesse à base d'un Moteur à Courant Continu"



Epreuve 4. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

Objectif:

En ayant à disposition le système d'entraînement 4Q CO3620-1M, le régulateur universel CO3620-2A et le matériel présent en salle de laboratoire, on désire contrôler la vitesse du moteur à travers une régulation mono-boucle après une phase d'identification.

Activité 1 :

Indiquer clairement les **rôles** des différents blocs qui vont intervenir dans cet entraînement ainsi que les **procédures** à suivre pour les caractériser **expérimentalement**.

Activité 2 :

Etablir expérimentalement la fonction de transfert du système à commander pour chacune des méthodes d'identification suivante :

- Méthode de STREJC
- Méthode de BROIDA

Comparer la réponse indicielle du système physique et la réponse indicielle de chaque modèle

Activité 3 :

En adoptant le modèle de BROIDA, déterminer le régulateur à planter et faire des relevés nécessaires au niveau de la consigne, l'erreur, la commande et la sortie pour l'étude des performances du système bouclé à vide.

Activité 4 :

Reprendre l'activité précédente en étudiant les performances obtenues suite à l'adoption du modèle de STREJC.

Activité 5 :

Sur la base des deux activités précédentes, déterminer la méthode d'identification la plus fiable et étudier pratiquement l'effet d'une perturbation (fonctionnement en charge) sur les performances de chaque modèle.

Activité 6 :

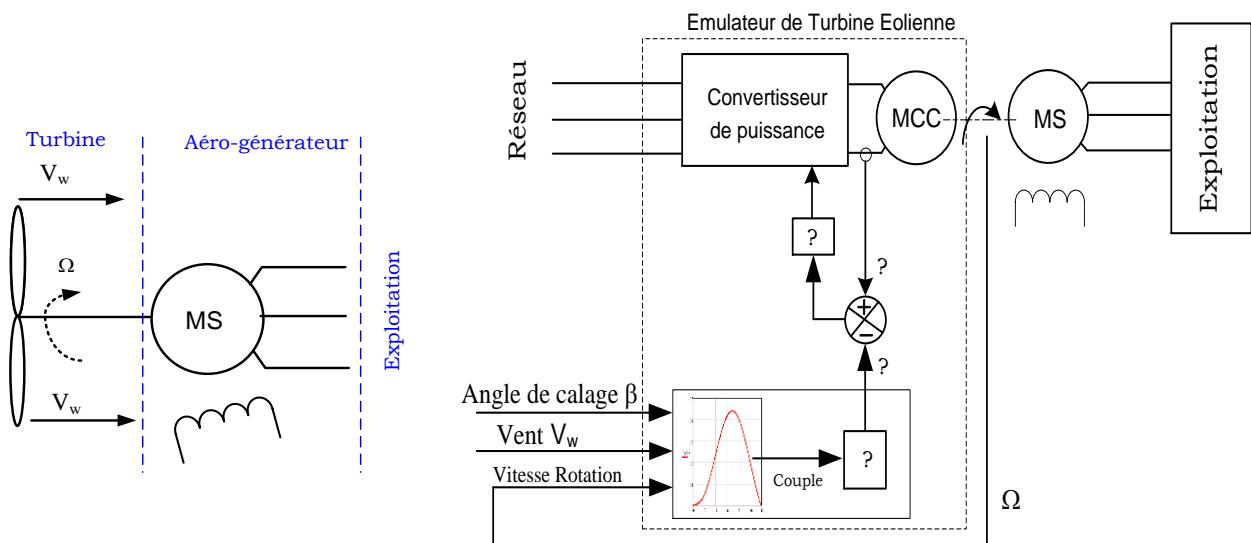
Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS, intitulée "Identification et régulation de la vitesse à base d'un Moteur à Courant Continu".



Epreuve 5. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

Objectif :

Il est demandé dans cette épreuve d'exploiter le banc de machines (MCC+MS) pour émuler le fonctionnement d'une turbine d'éolienne en réalisant les activités suivantes. L'aérogénérateur est une machine synchrone à roue polaire (cf. Figure1). L'excitation de la génératrice synchrone sera considérée constante.



0

Figure2

La turbine étudiée est à vitesse variable. Sa puissance mécanique (en kW) est modélisée par un polynôme de l'équation (1) fonction de la vitesse du vent.

$$P_{mec} = -0.0022 V_w^3 + 0.0518 V_w^2 - 0.0457 V_w - 0.1070 \quad (1)$$

La turbine sera substituée par le bloc en pointillé « Emulateur de Turbine Eolienne » (cf figure2)

Activité 1 :

En se basant sur les schémas synoptiques des figures 1 & 2 et le concept de chaîne de conversion d'énergie éolienne :

- Décrire le principe de fonctionnement de cette chaîne de transfert d'énergie.
- Consolider les explications par un schéma bloc illustrant les différentes étapes de conversion d'énergie.

Activité 2 :

- Rappeler l'expression du couple éolien développé par une turbine éolienne avec pales à axe horizontal en fonction de la vitesse du vent et de la vitesse de rotation.
- Tracer la courbe de puissance de la relation (1) ; en déduire celle du couple mécanique pour trois valeurs de vitesse de rotation.



- Argumenter vos choix de valeurs.
- Déceler les zones utiles d'exploitation du transfert aérodynamique-mécanique.

Activité 3 :

En prépondérant le mode mécanique du moteur à courant continu, expliciter l'expression du couple.

- Procéder à un ensemble d'essais laboratoire pour caractériser le transfert de puissance de la turbine jusqu'à la génératrice synchrone défini par le schéma bloc de l'activité 1.
- Déterminer le rendement du système pour différentes situations en justifiant vos choix.

Activité 4 :

Ayant à disposition la maquette redresseur triphasé commandé et d'autres matériel :

- Proposer un schéma de montage pour pouvoir mener une expérimentation de la partie régulation de l'émetteur.
- Expliquer le principe de fonctionnement de la boucle de régulation en précisant la grandeur appropriée de contrôle.
- Explorer les possibilités qu'offre la carte pour déployer l'émetteur de la turbine.
- Dimensionner les correcteurs nécessaires compte-tenu du modèle de l'activité 3 et les réaliser par circuits analogiques.
- Faire ressortir en justifiant votre approche, l'ensemble des signaux et paramètres validant l'expérimentation.

NB : à défaut de matériels et de moyens relatifs à cette activité procéder à une simulation moyennant un outil de votre choix (PSIM, MATLAB/SIMULINK). Argumenter clairement ce recours

Activité 5 :

Pour un fonctionnement en site isolé, proposer et dimensionner l'ensemble des constituants de la chaîne d'exploitation. Expliquer avec détail le rôle de chaque constituant avec sa commande associée.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS autour du thème " Chaîne de conversion d'énergie éolienne à vitesse variable Exploitation sur Site isolé et Intégration dans un réseau de distribution BT "



Epreuve 6. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Le banc pédagogique "PARVEX" correspondant à un moteur de type AXEM à faible inertie associé à une dynamo tachymétrique. Le dispositif de puissance est basé sur Servo-Amplificateur RTS. La charge est une génératrice débitant sur des plans de résistances. Le synoptique de la page 8 de la documentation fournie, synthétise le principe de fonctionnement de la maquette. Dans cette épreuve, il est demandé d'exploiter la maquette pour identifier les paramètres du modèle du moteur AXEM.

Activité 1 :

Identifier les principaux blocs de la maquette en précisant le rôle de chacun dans le contrôle.

Activité 2 :

Donner la chaîne d'énergie illustrant le principe de fonctionnement en mettant l'accent sur le convertisseur Hacheur 4 quadrants.

Activité 3 :

En procédant à des essais de laboratoire, proposer des schémas de montage pour mesurer :

- La résistance de l'induit du moteur (le rotor ne doit pas tourner) et la comparer à une mesure à l'ohmmètre.
- Le coefficient de Fem
- Les pertes fer séparées des pertes mécaniques.

Activité 4 :

En utilisant le Servoamplificateur RTS, procéder à des essais pour identifier la constante de temps électrique. Faire une comparaison avec la valeur donnée par le constructeur (cf. Annexe). Discuter la précision de la méthode

Activité 5 :

En utilisant le Servoamplificateur RTS, procéder à des essais pour identifier la constante de temps mécanique. Faire une comparaison avec la valeur donnée par le constructeur (cf. Annexe). Discuter la précision de la méthode

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de CPGE TSI ou du BTS autour du thème "Commande d'axe par Moteur à courant continu, principe, technologies et applications"



Epreuve 7. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

L'objectif de cette épreuve est la sensibilisation aux problèmes de pollution harmonique. A partir d'une charge polluante, il est envisagé de mettre en place des solutions qui permettent de réduire ou bien d'éliminer certains harmoniques qui circulent sur le réseau. Il est demandé d'explorer d'abord, les solutions à partir de filtres passifs. Puis, une des solutions de filtrage actif à partir d'un dispositif d'électronique de puissance.

Pour chacune des solutions, il est demandé de quantifier l'efficacité du filtrage en comparant les signaux harmonique par harmonique et aussi en calculant le taux de distorsion harmonique (THD) du courant considéré

Activité 1 :

Expliquer la nuisance de ces phénomènes pour une installation électrique par des constats électriques.

Activité 2 :

Mettre en place un montage d'expérimentation permettant la mise en évidence des phénomènes énoncés dans l'objectif. Expliquer le rôle des différents éléments et appareils de mesures utilisés.

Activité 3 :

- Déployer le module EP-260 "Redresseur commandé Triphasé" et des équipements disponibles en salle de laboratoire pour valider le montage de l'activité 2.
- Caractériser la qualité des courants en entrée du convertisseur.
- Argumenter par des mesures et des relevés, les formes d'ondes nécessaires.

Activité 4:

- Proposer un modèle de simulation (SIMULINK/MATLAB ou PSIM) qui permet de valider le filtrage passif du courant en entrée du redresseur, par élimination des quatre premiers harmoniques.
- Détails le dimensionnement des éléments du filtre.
- Consolider les résultats de simulation par analyse harmonique et calcul du THD.

Activité 5:

- Proposer une structure de filtrage actif sous forme de modèle de simulation (SIMULINK/MATLAB ou PSIM) .
- Expliquer le principe de fonctionnement et montrer ses apports par rapport au filtrage passif.

Activité 6:

Proposer à partir des mesures et essais effectués, une séquence de cours dans le cadre du référentiel de BTS, intitulée "Pollution Harmonique et qualité énergie dans un réseau de distribution BT "



Epreuve 8. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

- 1) Identification des paramètres du schéma équivalent monophasé d'un transformateur triphasé.
- 2) Mesurer les déphasages et identifier les indices horaires d'un transformateur triphasé.
- 3) Identifier l'influence du couplage sur le fonctionnement d'un transformateur triphasé dans les cas équilibrés.

Activité 1 :

Prendre connaissance de l'équipement didactique sujet de l'épreuve. Analyser les possibilités d'exploitation à en faire par rapport à l'objectif.

Rappeler le modèle équivalent monophasé d'un transformateur. Donner la signification physique de chaque élément de ce schéma équivalent.

Activité 2 :

Proposer des schémas de principe et justifier, dans chaque cas, les méthodes conduisant à l'identification les différents éléments du schéma équivalent.

Activité 3 :

Par des essais et mesures de laboratoire, procéder à l'identification pratique et à la validation du modèle théorique de l'activité précédente. Valider les mesures pour les couplages étoile-étoile étoile-triangle

Activité 4 :

Le primaire étant couplé en étoile. Pour les différents couplages possibles au secondaire faire :

- Mesurer le rapport de transformation
- Mesurer l'indice Horaire
- Tracer le diagramme de Fresnel

Activité 5 :

En considérant deux transformateurs T1 et T2 à mettre en parallèle. La désignation de couplage de T1 est **Yy0**. Analyser les possibilités de mise en parallèle de T1 et T2 pour les différents couplages de T2. Justifier vos décisions par des calculs et représentations vectorielles.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel BTS-DUT autour du thème "Couplage des transformateurs Triphasés dans un réseau de distribution BT "



Epreuve 9. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

En s'appuyant sur une carte programmée à microcontrôleur, DSP ou FPGA, il est demandé de réaliser un filtre numérique passe-bas premier ordre de fréquence de coupure donnée à travers l'ensemble des activités suivantes.

Activité 1 :

Donner la fonction de transfert de ce filtre et le dimensionner pour une fréquence de coupure de 150Hz et un gain statique unitaire.

En utilisant l'environnement MATLAB/SIMULINK, modéliser le filtre dimensionné dans le domaine continu et tracer son diagramme de Bode.

Tracer et justifier la réponse temporelle du filtre analogique pour deux types de signaux d'excitations (sinusoïdal et carré) avec trois fréquences $f_1 = 50\text{Hz}$, $f_2 = 100\text{Hz}$ et $f_3 = 5000\text{Hz}$

Activité 2 :

Compte-tenu de la disponibilité des composants au magasin électronique (résistances, capacités et Amplificateur-opérationnel), réaliser un montage mettant en expérimentation un filtre actif analogique dont les performances sont similaires à celui de l'activité1. Justifier par des relevés et des mesures le bon fonctionnement de ce filtre. Argumenter vos propos.

Activité 3 :

Discrétiser la fonction de transfert du filtre analogique (approximation bilinéaire avec T_e la période d'échantillonnage). Déduire de ce calcul, la relation récurrente du filtre numérique obtenu.

Activité 4 :

Ecrire un script Matlab pour implémenter ce filtre et tracer son diagramme de Bode.

Tester le programme pour deux types de signaux d'excitations (sinusoïdal et carré) avec 3 fréquences $f_1 = 50\text{Hz}$, $f_2 = 100\text{Hz}$ et $f_3 = 5000\text{Hz}$

Activité 5 :

Programmer la carte microcontrôleur pour implémenter ce filtre numérique. Justifier le mode de programmation retenu. Relever les réponses de la sortie pour deux types de signaux d'excitations (sinusoïdal et carré) avec 3 fréquences $f_1 = 50\text{Hz}$, $f_2 = 100\text{Hz}$ et $f_3 = 5000\text{Hz}$

NB : à défaut de matériels et de moyens relatifs à cette activité procéder à une simulation moyennant un outil de votre choix (PSIM, MATLAB/SIMULINK/SIMSCAPE, PROTEUS/ISIS). Argumenter clairement ce recours

Activité 6 :

Proposer à partir des implantations, programmes et essais effectués une séquence de cours dans le cadre du référentiel de CPGE STI autour du thème "Conception et Dimensionnement d'un filtre numérique de second ordre)



Epreuve 10. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Ayant à disposition le robot Darwin-Op, le matériel et logiciel disponibles dans la salle, On se propose d'analyser et vérifier la communication sur le bus Dynamixel.

Activité 1 :

En se basant sur la documentation fournie, indiquer clairement les éléments intervenants dans la communication avec les servomoteurs

Activité 2 :

Caractériser le protocole de communication et relever pratiquement ses principales caractéristiques (niveaux logiques, débit, codage, etc.)

Activité 3 :

Capturer, décoder une trame et indiquer sa nature puis vérifier les différents champs en expliquant le principe du code de redondance cyclique.

Activité 4 :

A l'aide du logiciel DynamixelWizard, identifier le servomoteur du genou gauche, et relever ses principales caractéristiques notamment le profil de vitesse.

Activité 5 :

Etudier pratiquement l'effet des différents profils de vitesse sur les performances du servo-moteur (rapidité) et justifier le profil préprogrammé.

Activité 6 :

A partir des essais et des mesures effectués et dans le cadre du programme des CPGE TSI , proposer une séquence de TD sur le cours intitulé « modes de transmission série»



Epreuve 11. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Ayant à disposition le robot Darwin-Op, le matériel et logiciel disponibles dans la salle, on désire contrôler le mouvement du coude gauche du robot et optimiser le déplacement de l'avant-bras gauche (rotation du servomoteur ID 6 par rapport à la verticale).

Activité 1 :

Identifier les éléments intervenants dans la chaîne de commande et indiquer l'ensemble des essais permettant de les caractériser.

Activité 2 :

En se basant sur la documentation fournie en annexe, valider et justifier le modèle du servo-moteur à commander.

Enregistrer la réponse indicielle du servomoteur et la comparer avec celle du modèle proposé sur la documentation.

Activité 3 :

On désire imiter le comportement humain pour avoir un temps de réponse du système corrigé de l'ordre de 200 ms et une erreur statique nulle. Proposer et dimensionner le correcteur convenable.

Activité 4 :

En utilisant le logiciel de votre choix simuler le système corrigé et Implanter le correcteur sur le robot en utilisant l'outil approprié(Excitation). Comparer les résultats obtenus avec ceux de la simulation.

Activité 5 :

Etudier pratiquement l'effet de la masse de l'avant-bras dans le cas de la position la plus défavorable (position verticale).

Activité 6 :

A partir des essais et des mesures effectués et dans le cadre du programme des CPGE, proposer une séquence de cours intitulée « correction des systèmes asservis».



Epreuve 12. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Ayant à disposition le système « contrôle’X », le matériel et logiciel disponibles dans la salle, on désire mettre en place une démarche permettant d’optimiser les performances de positionnement de l’axe tout en minimisant les délais de mise au point et de validation d’un cahier des charges.

Activité 1 :

Indiquer clairement le rôle des éléments intervenants dans la commande et caractériser ces éléments.

Activité 2 :

Identifier le système non corrigé et justifier le modèle retenu (Linéaire ou non linéaire).

Activité 3 :

Dimensionner le correcteur et étudier les performances du système corrigé sur le modèle linéaire équivalent simulé.

Activité 4 :

Implémenter le régulateur et étudier expérimentalement les performances du système corrigé, puis comparer les résultats obtenus avec ceux de la simulation.

Activité 5 :

Etudier pratiquement l’effet d’une perturbation externe sur les performances du système

Activité 6 :

A partir des essais et des mesures effectués et dans le cadre du programme de deuxième année CPGE, proposer une séquence de cours intitulée « modélisation d’un système asservi en position. »



Épreuve 13. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

En ayant à disposition le module « Charge active » et le matériel présent en salle de laboratoire, on désire tracer le réseau de caractéristiques mécaniques $Cu=f(N)$ d'un Moteur Asynchrone triphasé pour une fréquence variable.

Activité 1 :

Préciser les caractéristiques des différents constituants du banc d'essai.

Activité 2 :

Pour une fréquence donnée, faire varier le couple de la charge dans la limite autorisée et relever la vitesse du groupe moteur-charge.

Activité 3 :

Réaliser les essais et les mesures nécessaires pour tracer le réseau de la caractéristique mécanique $Cu=f(N)$.

Activité 4 :

Présenter les résultats expérimentaux sous une forme appropriée (tableau de valeurs, représentation graphique...). Pour la fréquence $f=50Hz$, estimer les paramètres de l'équation $Cu=f(N)$ supposée linéaire dans sa partie utile et montrer qu'on peut l'exploiter pour vérifier le comportement du moteur en un point de fonctionnement donné.

Activité 5 :

Interpréter les résultats expérimentaux et mettre en évidence la zone de fonctionnement à couple constant et celles à puissance constante. Expliquer les facteurs d'influence et de limitation de ces zones.

Activité 6 :

Exploiter les résultats des mesures et essais effectués pour une séquence de cours /TD dans le cadre du référentiel de CPGE TSI, intitulée : Machine asynchrone triphasée à cage.



Épreuve 14. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

En ayant à disposition le module « **Charge active** », le matériel présent en salle de laboratoire. On désire tracer le réseau de caractéristiques mécaniques $Cu=f(N)$ d'un Moteur à courant continu pour une tension d'alimentation réglable.

Activité 1 :

Préciser les caractéristiques des différents constituants du banc d'essai.

Activité 2 :

Pour une tension d'alimentation donnée du moteur, faire varier le couple de la charge dans la limite autorisée et relever la vitesse du groupe moteur-charge.

Activité 3 :

Réaliser les essais et les mesures nécessaires pour tracer le réseau de la caractéristique mécanique $Cu=f(N)$.

Activité 4 :

Présenter les résultats expérimentaux sous une forme appropriée (tableau de valeurs, représentation graphique...). Pour la tension nominale d'alimentation du moteur, estimer les paramètres de l'équation $Cu=f(N)$ supposée linéaire dans sa partie utile. Exploiter cette courbe pour définir le fonctionnement du MCC pour une valeur de 75% de sa charge nominale.

Activité 5 :

Interpréter les résultats expérimentaux et mettre en évidence la zone de fonctionnement à couple constant et celles à puissance constante. Expliquer les facteurs d'influence et de limitation de ces zones.

Activité 6 :

Exploiter les résultats des mesures et essais effectués pour une séquence de cours /TD dans le cadre du référentiel de CPGE TSI, intitulée : *Machine à courant continu à excitation séparée*.



Épreuve 15. Activité pratique et exploitation pédagogique relatives à l'approche spécialisée d'un système pluri-technique :

OBJECTIF :

Dans cette épreuve, on désire déterminer le modèle simplifié de BehnEschenburg en régime permanent d'une machine synchrone pour une fréquence constante $f=50\text{ Hz}$.

Activité 1 :

Préciser les caractéristiques des différents constituants du banc d'essai.

Activité 2 :

Indiquer les hypothèses que vous allez prendre lors de cette épreuve et décrire le protocole expérimental à suivre. Justifier le choix des essais du protocole expérimental.

Activité 3 :

Réaliser les essais et les mesures nécessaires pour estimer les paramètres du modèle. Préciser les précautions à prendre.

Activité 4 :

Présenter les résultats expérimentaux sous une forme appropriée (tableau de valeurs, représentation graphique...). Estimer les paramètres du modèle de la machine en régime permanent.

Activité 5 :

Interpréter les résultats expérimentaux et mettre en évidence les limites du modèle déterminé. Exploiter le modèle pour estimer la caractéristique « courant absorbé – courant d'excitation » $I=f(J_{ex})$ pour une puissance développée constante $P=P_n/2$. Interpréter cette courbe.

Activité 6 :

Proposer à partir des mesures et essais effectués une séquence de Travaux pratiques dans le cadre du référentiel de CPGE TSI, intitulée : *Machine Synchrone triphasée- Modèle simplifié en régime permanent*.



Les attentes du jury d'admission

Partie pratique

Le jury attend d'un candidat à l'agrégation qu'il sache clairement identifier les objectifs de l'activité pratique proposée. Même si le candidat n'est pas expert dans le domaine sur lequel porte le sujet tiré au sort, les activités sont construites de façon progressive et abordable à un niveau BTS ou CPGE. L'utilisation de progiciels de simulation multi physique et de création d'instruments virtuels doit être connue d'un candidat à l'agrégation de sciences industrielles de l'ingénieur.

En outre, l'option ingénierie électrique de l'agrégation impose la maîtrise des concepts de développement logiciel à partir d'un environnement professionnel. La connaissance d'un ou plusieurs langages structurés (compilés ou interprétés) est vivement recommandée. Les concepts de la programmation objet ne peuvent plus être ignorés d'un candidat à l'agrégation.

Outre les fondements de l'ingénierie électrique, les diagrammes les plus utilisés de la modélisation SysML (ou UML) doivent être connus par tous les candidats.

Ces épreuves permettent au jury d'évaluer les compétences du candidat dans la mise en œuvre d'un système technique, mais aussi dans sa maîtrise des concepts fondamentaux, du domaine de l'ingénierie électrique qu'il permet d'aborder.

Exposé et entretien

Le candidat dispose de 40 minutes pour présenter le support sur lequel il a travaillé ainsi que la séquence pédagogique qu'il souhaite construire à partir des activités pratiques menées lors de la première partie de l'épreuve. La ou les séquence(s) pédagogique(s) présentée(s) ne doi(ven)t pas être une simple reformulation des activités pratiques proposées par le sujet de la première partie.

La présentation d'une séquence pédagogique impose une définition précise des objectifs, au regard du programme ou du référentiel de formation imposée par le sujet de l'épreuve. La définition des prérequis ne doit pas s'arrêter à une liste plus ou moins exhaustive d'unités d'enseignement ou de savoirs.

Les modalités d'évaluation mises en œuvre en cours et en fin de séance doivent être définies avec suffisamment de précision.



E. Résultats définitifs à l'issue des épreuves d'admission

- Classement par ordre aux épreuves écrites et orales des candidats ayant participé aux oraux.

Liste des admis au concours d'Agrégation En Sciences industrielles de l'ingénieur
Option : Ingénierie électrique
Session : Juillet 2018

| N° | Nom | Prénom | Date Naissance |
|----|----------------|-----------|----------------|
| 1 | JAI ANDALOUSSI | ZAKARIAE | 19/06/1989 |
| 2 | HILALI | ABDELILAH | 21/06/1988 |
| 3 | ETTALABI | NAOUFL | 11/06/1989 |
| 4 | KATIBI | SAAD | 16/09/1992 |
| 5 | ELMOUDNI | YOUSSEF | 01/02/1992 |
| 6 | JAOIDE | ESSAID | 27/01/1990 |
| 7 | BADII | SOUFIANE | 24/11/1990 |
| 8 | EL-ALAMI | ADNANE | 14/12/1990 |
| 9 | ZRIOUILE | RACHID | 10/01/1992 |
| 10 | STITOU | HICHAM | 18/11/1989 |