

Rapport de l'épreuve de montage

Comme les autres épreuves orales de l'agrégation de Génie Électrique, l'épreuve de montage a une durée de 6h. Elle se décompose en 5h de préparation et 1h de présentation et d'interrogation. Après ouverture du sujet, les candidats peuvent prendre un certain nombre d'ouvrages à la bibliothèque avant d'être accompagnés dans une salle de travaux pratiques.

1 Généralités

L'une des principales vocations de cette épreuve à caractère expérimental est de juger l'aptitude du candidat à la conception et la mise en œuvre de dispositifs. Le jury apprécie la justification des mesures ainsi que leurs interprétations (caractérisation de composants, de sous systèmes ou de systèmes ...)
L'objectif est donc :

- soit, d'analyser les critères de choix technologiques de composants ou partie de composants d'une fonction par rapport aux contraintes d'une application donnée ;
- soit, d'analyser la démarche de conception et de mettre en évidence les critères de choix technologiques en liaison avec les contraintes de l'application ;
- soit enfin, de caractériser un dispositif donné, d'effectuer les réglages, les dimensionnements ou les adaptations nécessaires de manière à illustrer les contraintes technologiques associées à une application donnée ;
- soit de présenter un aspect spécifique du montage dont le thème aura été précisé dans le sujet.

Le jury est sensible :

- aux choix des solutions techniques, aux prédéterminations, aux choix technologiques des composants et/ou des sous systèmes utilisés, qui devront être scientifiquement justifiés ;
- à la forme de la démarche expérimentale (nature des tests et des mesures) ;
- à l'analyse des résultats ;
- à la qualité de la présentation.

De plus, le jury attend que les candidats soient capables d'utiliser de manière autonome les appareils de mesure standards : oscilloscope, oscilloscope à mémoire, générateur de fonction, analyseur réseau, wattmètre et pour les candidats de sensibilité "courant faible", analyseur de spectre et générateur de fonctions programmables.

Les aspects métrologiques i.e. choix des appareils de mesure, emploi, méthodes de mesure, domaine de validité, précision, doivent être maîtrisés.

Le jury attend également dans cette épreuve que le candidat connaisse les fonctionnalités principales et soit familier avec l'un des produits professionnels les plus courants du marché dans les domaines suivants :

- la simulation de circuits électriques BF, RF;
- la description en langage VHDL et la mise en œuvre de circuits CPLD et FPGA;
- le développement en C et C⁺⁺ sur PC.

Il faut noter que la plupart des logiciels utilisés à l'agrégation sont, soit en distribution libre soit disponibles en version d'évaluation, permettant ainsi à tout un chacun de se familiariser avec ces outils.

2 Organisation de la présentation du montage en présence du jury

Le candidat fournit au jury en début de présentation les documents papier réalisés ainsi que les documents caractéristiques (courbes, chronogrammes, listing, copie d'écran, ...) concernant le déroulement de la préparation du montage.

2.1 Phase 1

Sous la forme d'un exposé, le candidat doit :

- présenter le principe du montage mis en œuvre;
- préciser les résultats de la prédétermination des caractéristiques technologiques des composants ou des sous systèmes en regard des caractéristiques attendues, et présenter les mesures ou essais afin que le jury puisse apprécier la démarche;
- présenter et valider quantitativement les résultats expérimentaux par rapport aux caractéristiques du dispositif utilisé (par exemple, il peut mettre en évidence les limites de validité des relations et les justifier);
- analyser les résultats expérimentaux par rapport aux contraintes de l'application;
- caractériser le dispositif en **reproduisant certains essais**.

Cette phase de présentation des étapes de développement doit être **prévue pour durer de quinze à vingt minutes**.

2.2 Phase 2

Le Jury s'intéressera dans un second temps au fonctionnement du montage. Le candidat devra présenter le matériel mis en œuvre dans sa manipulation et effectuer une démonstration de son fonctionnement.

Le jury pose des questions au candidat destinées à expliciter :

- le choix des solutions techniques;
- les éléments de la prédétermination des choix technologiques des composants et/ou des sous-systèmes utilisés, qui doivent être scientifiquement justifiés;
- la démarche expérimentale (choix des moyens d'analyse, de mesure et de visualisation);
- l'analyse des résultats effectuée par le candidat.

Note importante

Il appartient au candidat de s'informer auprès des agrégés préparateurs et techniciens :

- des caractéristiques concernant les maquettes et sous systèmes qui sont mis à sa disposition dans le cadre de cette épreuve (tous les documents et notices correspondants peuvent et doivent être consultés);
- des moyens logiciels et des outils de simulation disponibles;
- du matériel de mesure utilisable;
- des composants passifs ou actifs disponibles.

Des travaux particuliers peuvent être demandés aux agrégés préparateurs ou aux techniciens dans la mesure de leur disponibilité, sur présentation d'un document écrit explicitant le travail à réaliser. Ce document devra donc donner les schémas structurels, les valeurs, les références des composants, les schémas blocs, le réglage des appareils, etc..

À titre d'information, une liste non exhaustive de moyens mis à la disposition des candidats pour la session 2007 est ébauchée ci-dessous :

- composants électroniques passifs et actifs de caractéristiques diverses,
- maquettes, systèmes et sous-systèmes,
- logiciel de présentation et de calcul : Excel,
- logiciels de tracé des réponses des filtres, (Filtercad de Linear technologie)
- logiciels de simulation de structures analogiques de type SPICE,
- logiciels de calcul et de simulation : MATLAB, PSIM,
- logiciels de simulation RF : RFSim99 (en distribution libre)
- logiciels de développement de PAL-CPLD-FPGA : Warp (CYPRESS), WEB Pack (XILINX)
- Logiciels de développement en C : chaîne Code Composer Studio (TEXAS INSTRUMENTS), Borland C++, Builder 6
- Carte DSP Texas (DSK 5402),
- Cartes d'acquisition sur PC : Fastlab et Pcmes (société Eurosmart),
- Carte DSPACE avec SIMULINK distribué par la société Scientific Software, Modules multiplication de tension, affichage, comptage, correcteurs etc.,
- CDROM fournis par les constructeurs ou distributeurs, (Analog Devices, Linear technologie, Maxim, Texas, ...).

3 Épreuve de montage de 2007

3.1 Généralités

La moyenne de l'épreuve de montage est pour l'année 2007 de 7,16 sur 20.

Pendant cette session, 20 sujets différents ont été proposés aux candidats de sensibilité "courant fort" et 15 sujets différents aux candidats de sensibilité "courant faible". Parmi ces sujets deux étaient nouveaux pour la sensibilité "courant fort" et trois pour la sensibilité "courant faible". Ces nouveaux sujets ont pour titre :

- Pour la sensibilité "courant fort" :

- Redresseur MLI

L'objectif de ce montage est de dimensionner et de mettre en oeuvre un redresseur MLI associé à un variateur U/f , afin de démontrer son intérêt du point de vue du facteur de puissance et de la réversibilité.

- Commande d'éclairage par gradateur

L'objectif de ce montage est de comparer deux topologies de gradateur utilisées pour faire varier l'intensité lumineuse d'un dispositif d'éclairage. La première partie du sujet concerne la mise en oeuvre et la caractérisation d'un gradateur MLI à IGBT. La seconde partie porte sur une étude comparative de cette structure avec un gradateur classique à thyristors commandés en angle de phase.

- Pour la sensibilité "courant faible" :

Un système autonome d'éclairage de secours, abordant le thème de la gestion et du stockage de l'énergie, et utilisant comme support de communication un bus CAN, a été proposé aux candidats.

Ce système permet d'aborder les points suivants :

- Bilan énergétique ;
- Chaîne de mesure ;
- Gestion de charge de la batterie ;
- Programmation par micro contrôleur ;
- Communication et analyse de trames.

Nous rappelons qu'une liste détaillée des sujets est publiée tous les ans dans le rapport de jury.

De façon générale, le jury constate qu'il est impossible de réussir cette épreuve sans un minimum d'aisance dans la manipulation des appareils de mesure, des logiciels et des langages de programmation. Il est également indispensable de connaître les aspects théoriques associés à chacun des montages, et ceci avant l'épreuve. Les ouvrages ne sont là que pour éviter de refaire certains calculs ou développements fastidieux, le candidat devant être à même de les justifier.

Remarques et conseils aux candidats concernant la préparation :

Lorsque le candidat a des difficultés par rapport au thème proposé dans le montage, le jury lui conseille d'avoir une démarche progressive au lieu de mettre en œuvre un dispositif complet.

Le candidat doit s'assurer que le domaine de validité des relations utilisées correspond bien aux caractéristiques de son montage.

Un candidat doit être capable d'analyser de façon rigoureuse une structure logicielle ainsi que son environnement, puis de les adapter à un cahier des charges. Il doit pouvoir la présenter avec méthode.

Pour ce qui concerne le développement d'applications nécessitant l'usage d'outils informatiques, il est conseillé au candidat d'effectuer régulièrement des sauvegardes de son travail.

Remarques et conseils aux candidats concernant la présentation :

La qualité de la présentation intervient dans une part non négligeable de la note du candidat. Compte tenu du temps imparti (15 à 20 mn), le jury demande au candidat de préparer son tableau, et de présenter clairement la problématique du sujet.

Les schémas fonctionnels, structurels et autres courbes expérimentales (copies d'écran ou d'oscilloscope ...) pourront être rétro projetés.

3.2 Analyse de l'épreuve

L'analyse du déroulement des épreuves de l'année 2007 nous amène à noter un certain nombre de points :

Points positifs :

- la mesure et l'analyse des perturbations harmoniques sur le réseau,
- l'analyse du comportement mécanique simplifié des systèmes,
- la maîtrise du langage de programmation orienté objet, progresse.

Points restant à améliorer :

- une plus grande rigueur sur la notation des différentes grandeurs physiques (valeurs moyennes, efficaces, temporelles, etc...)
- la justification des modèles utilisés (domaine de validité, degré d'approximation),
- une correspondance rigoureuse entre les grandeurs physiques observées et les grandeurs apparaissant dans les modèles,
- une meilleure gestion du temps imparti, permettant d'aborder toutes les parties proposées dans le sujet,
- la construction d'un système asservi à l'issue de l'identification, et plus particulièrement le calcul du correcteur ne conduisant pas systématiquement à la compensation pôle-zéro.
- Plus particulièrement pour la sensibilité « courant fort » :
 - la connaissance des fonctionnalités de l'onduleur de tension raccordé au réseau
 - l'analyse des flux d'énergie mis en jeu dans les montages,
 - l'analyse du comportement des systèmes.

3.3 Tendances

Pour la sensibilité "courant faible", l'évolution des sujets vers, d'une part l'électronique numérique et d'autre part le domaine des transmissions, se confirme.

Les sujets utilisant des microcontrôleurs, DSP, CPLD ou FPGA vont donc progresser en nombre et surtout en performances des structures abordées (les outils de conception et de mise en oeuvre permettant d'en faciliter grandement l'étude).

Nous insistons donc, comme par le passé, sur l'importance de la maîtrise des langages, des outils et des principes associés à ces composants ou ces structures. D'autre part les connaissances théoriques en Traitement Numérique de Signal sont désormais tout aussi incontournables que celles de l'Automatique classique.

Pour l'électronique RF (Radiofréquence) il est donc encore une fois recommandé de se familiariser avec l'instrumentation spécifique (analyseur de spectre, analyseur de réseau, coupleur directif, etc).

Pour les transmissions numériques il est bon de se familiariser avec les différents outils d'investigation.

AGREGATION DE GENIE ELECTRIQUE : EPREUVE DE MONTAGE

Pour la sensibilité "courant fort", les sujets concernant l'éclairage et la qualité de l'énergie électrique sont couramment abordés lors de l'épreuve de montage.

Quel que soit le sujet abordé, l'analyse des flux d'énergie est primordiale. Les différentes fonctions de la chaîne de conversion ainsi que les boucles de régulation associées doivent être mises en évidence.

L'interrogation des candidats dans les domaines de l'automatique et de l'informatique industrielle ne se fait jamais dans des sujets spécifiques, mais au travers des montages proposés. Environ 80% des montages demandent une mise en œuvre de principes de l'automatique. Certains de ces montages s'appuient sur l'utilisation de cartes numériques et nécessitent de ce fait la connaissance des systèmes échantillonnés.

Liste de sujets pour la sensibilité "courant fort" 2007

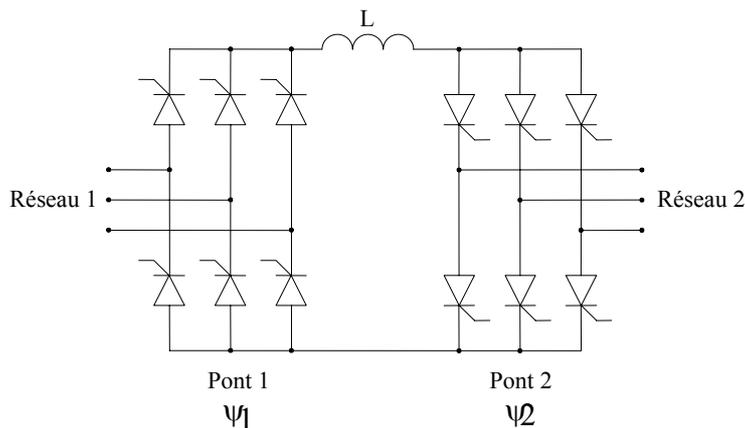
Les candidats trouveront ci dessous une liste non exhaustive de thèmes de montage proposés cette année.

Le texte, associé à chaque titre, précise la finalité du montage à réaliser ainsi que le résumé des étapes qui sont proposées au candidat dans le sujet du montage.

Un cahier des charges spécifique est imposé au candidat dans le texte du sujet qui lui est fourni lors de l'épreuve.

1 Liaison à courant continu

L'objectif de ce montage est d'illustrer le principe des interconnexions de réseaux triphasés par liaison à courant continu. Une telle liaison est constituée de deux ensembles commutateurs de courant, connectés tête-bêche à travers une inductance de lissage .



Il est demandé au candidat de mettre en oeuvre un asservissement permettant de régler le transfert de puissance entre les deux réseaux.

2 Alimentation à découpage FLYBACK

La finalité de ce montage est de dimensionner puis de réaliser une alimentation à découpage de type FLYBACK mono-interrupteur.

Il s'agit, tout d'abord, de dimensionner les différents éléments constitutifs de l'alimentation et de réaliser les composants magnétiques. Les caractéristiques de ce convertisseur sont définies par la tension d'alimentation, la tension de sortie, la puissance utile nominale, la fréquence de découpage et l'ondulation de la tension de sortie.

Il faut ensuite assembler les différents éléments et analyser le fonctionnement de l'ensemble.

3 Variateur de vitesse U/f à étage d'entrée réversible

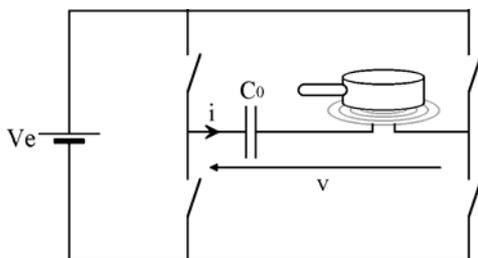
L'objectif de ce montage est de dimensionner et de mettre en oeuvre un redresseur MLI associé à un variateur U/f, afin de démontrer son intérêt du point de vue du facteur de puissance et de la réversibilité.

Les notions de qualité d'énergie et de perturbations conduites doivent être abordées comparativement pour les deux étages d'entrée.

4 Onduleur à résonance pour plaque à induction

La finalité de ce montage est la mise en évidence des propriétés des onduleurs à résonance.

Il s'agit, dans un premier temps, de mettre en œuvre un onduleur en pont alimentant une charge constituée par la mise en série d'une plaque à induction et d'un condensateur, conformément au schéma ci-dessous et de caractériser les performances de ce montage.



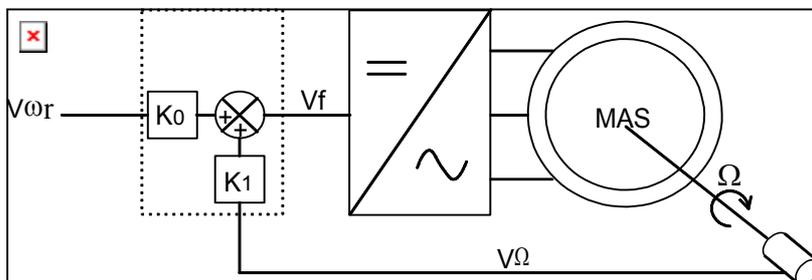
Il faut ensuite réaliser un capteur de puissance puis calculer et mettre en œuvre une boucle analogique permettant de réguler la puissance délivrée à la charge.

5 Régulation de vitesse d'une machine asynchrone

La finalité de ce montage est la mise en œuvre d'une régulation de vitesse de machine asynchrone alimentée par un onduleur de tension triphasé à modulation de largeur d'impulsion commandée par une loi en « U/f ».

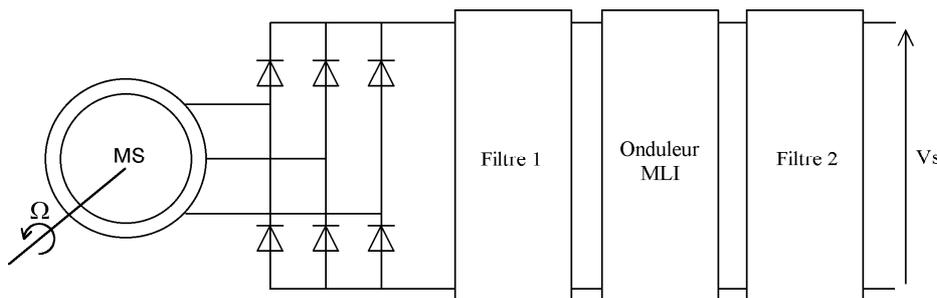
Il s'agit, tout d'abord, de réaliser l'association onduleur / machine asynchrone et de caractériser les performances de ce montage.

Il faut ensuite, mettre en œuvre une boucle de régulation permettant d'imposer la pulsation des courants rotoriques. Ce schéma correspond à celui de la commande scalaire de la MAS par autopilotage fréquentiel (voir ci-dessous). Puis, en utilisant la boucle précédente comme boucle interne, il est demandé de mettre en œuvre les éléments d'une régulation de vitesse à erreur statique nulle.



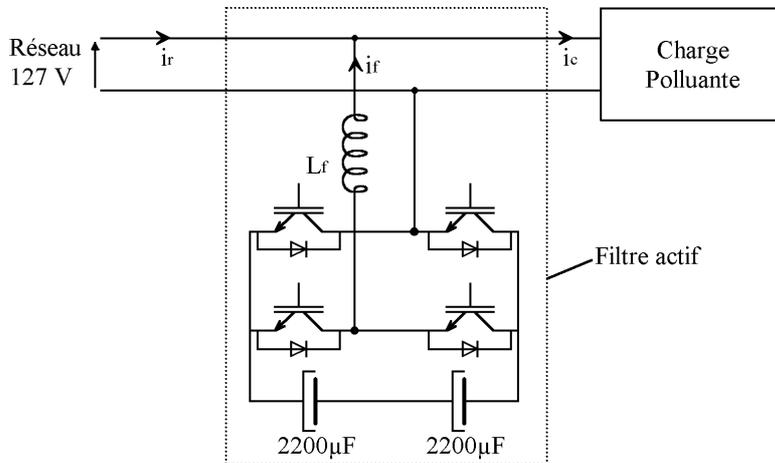
6 Génération de bord

On s'intéresse, ici, aux problèmes de conception d'un réseau alternatif embarqué (applications maritimes ou aéronautiques). La chaîne d'énergie est constituée d'un alternateur entraîné par une turbine à vitesse largement variable, d'un redresseur et d'un onduleur autonome (figure ci-après). L'objectif est de générer un réseau triphasé à tension et fréquence constante (400Hz).



7 Filtre actif monophasé

Dans ce montage, on se propose de dimensionner et mettre en œuvre un filtre actif permettant de filtrer la composante réactive et les composantes harmoniques du courant absorbé par une charge polluante. Le schéma de principe de ce montage est donné ci-dessous :



Après avoir réalisé le montage correspondant au filtre actif, il est ensuite demandé au candidat de réaliser et de caractériser une charge polluante puis de mettre en œuvre la commande du filtre actif.

8 Commande d'éclairage par gradateur

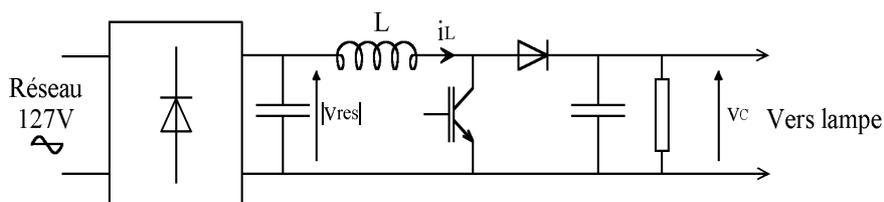
L'objectif de ce montage est de comparer deux topologies de gradateur utilisées pour faire varier l'intensité lumineuse d'un dispositif d'éclairage. La première partie du sujet concerne la mise en œuvre et la caractérisation d'un gradateur MLI à IGBT. La seconde partie porte sur une étude comparative de cette structure avec un gradateur classique à thyristors commandés en angle de phase.

9 Comportement et alimentation de lampes à hautes performances

Dans ce montage, on se propose d'étudier les performances photométriques et électriques de différentes sources lumineuses. Les différentes sources lumineuses mises à la disposition du candidat sont des lampes à induction, des lampes fluorescentes et des lampes à incandescence.

Puis, on étudie dans un second temps le fonctionnement d'un dispositif permettant d'améliorer les performances électriques de certaines de ces lampes.

Il faut ensuite mettre en place l'alimentation dont le schéma de principe est donné ci-dessous.

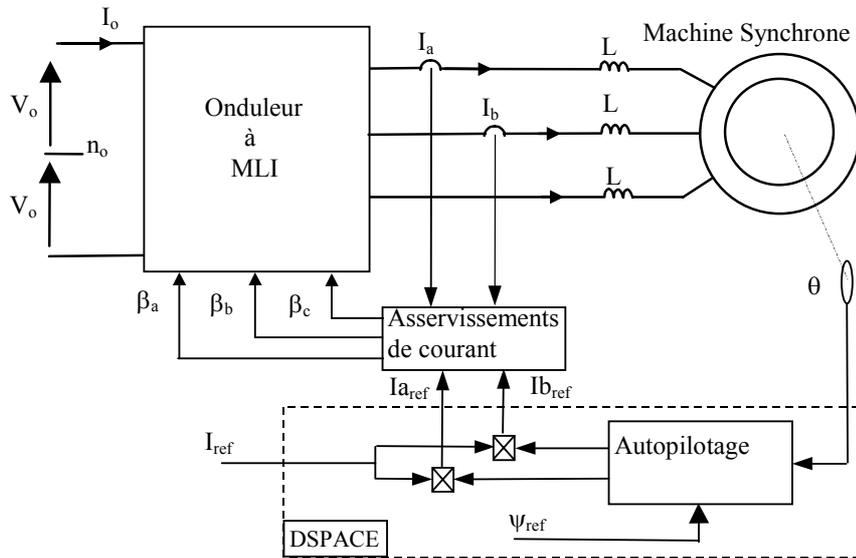


À partir des observations réalisées, des améliorations permettant de faire progresser les performances de ce convertisseur sur le plan des perturbations conduites générées sur le réseau devront être proposées et testées.

10 Machine synchrone autopilotée alimentée par un onduleur de tension

L'objectif de ce montage est de réaliser une régulation de vitesse analogique d'une machine synchrone autopilotée, après avoir mis en œuvre l'alimentation en tension de la machine.

Le schéma de principe de l'alimentation en tension de la machine synchrone est donné ci-dessous.



Les courants I_a et I_b sont contrôlés par une commande de courant en fourchette. La fréquence maximale de commutation des interrupteurs de l'onduleur est donnée par le cahier des charges.

La fonction d'autopilotage et la génération des courants de consigne en fonction de la position du rotor θ et de l'angle d'autopilotage ψ_{ref} sont réalisées à l'aide d'une carte de contrôle DSPACE sous l'environnement MATLAB.

11 Asservissement de vitesse numérique d'une machine à courant continu

Dans ce montage il est demandé au candidat de réaliser un asservissement numérique de la vitesse de rotation d'une charge mécanique entraînée par un moteur à courant continu à aimants imposé au candidat, lui-même alimenté par un hacheur 4 quadrants.

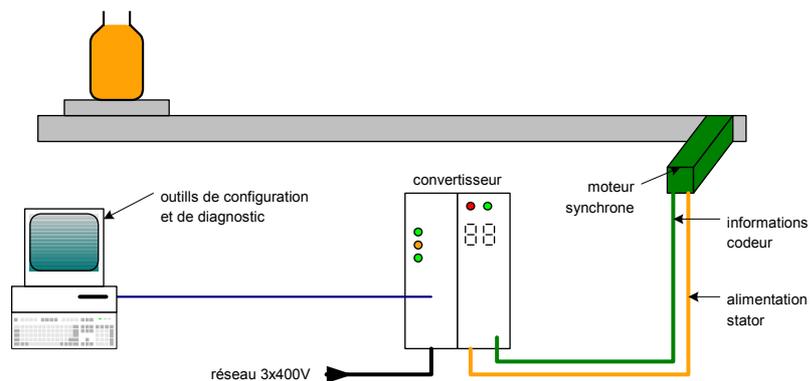
Dans une première partie il est demandé de réaliser une commande en courant de la machine et d'identifier les paramètres mécaniques de l'axe.

Dans une deuxième partie il est demandé de réaliser l'asservissement de vitesse numérique à l'aide d'une carte de contrôle DSPACE sous l'environnement MATLAB.

Le jury est sensible au calcul des coefficients du correcteur de vitesse numérique relativement à la fréquence d'échantillonnage imposée.

12 Axe de transfert horizontal

Le but du système est d'optimiser un cycle de remplissage de bouteilles.



Dans un premier temps il est demandé au candidat de déterminer les conditions de non-basculement et de non-glissement de la bouteille, puis d'analyser les informations permettant de piloter le variateur à partir d'un réseau. Par la suite un outil logiciel de diagnostic est utilisé pour le réglage des boucles d'asservissement. Enfin une méthode de plans d'expériences est mise en œuvre pour le réglage du procédé.

Liste de sujets pour la sensibilité "courant faible" 2007

Les candidats trouveront ci dessous une liste non exhaustive de thèmes de montage proposés cette année.

Le texte, associé à chaque titre, précise la finalité du montage à réaliser ainsi que le résumé des étapes qui sont proposées au candidat dans le sujet du montage.

Un cahier des charges spécifique est imposé au candidat dans le texte du sujet qui lui est fourni lors de l'épreuve.

1. GESTION D'UN AUTOMATE

L'objectif de ce montage est

- D'étudier une trame Ethernet, tant au niveau électrique (étude des signaux) que du contenu (Utilisation d'un analyseur de trame) ;
- D'analyser, puis de compléter un programme fourni. Ce programme est écrit en C et réalise un dialogue en UDP entre un PC et un automate selon un protocole spécifique à cet automate;
- De proposer une version objet du programme fourni, puis de proposer une version objet du programme complété.

Le jury attend des candidats :

- *Une analyse des signaux qui mette simplement en évidence la façon dont les 1 et les 0 sont transmis ;*
- *Une connaissance suffisante de modèle OSI ainsi que les différents protocoles que l'on peut trouver sur un réseau ;*
- *Qu'ils puissent coder une classe puis utiliser des instances de cette classe.*

2. GESTION DE SYSTEME EMBARQUE PAR BUS CAN

L'objectif de ce montage est d'assurer le contrôle et la supervision d'un système de gestion d'énergie et d'éclairage embarqué à travers un bus CAN.

Ce montage permet d'aborder les points suivants :

- Etudes et réglages d'un chargeur de batterie alimenté par un panneau solaire ;
- Contrôler et gérer l'énergie stockée dans la batterie depuis un module de contrôle distant à travers un bus CAN ;
- Gérer, depuis le module de contrôle précédent, la commande d'un module d'éclairage de secours distant à travers un bus CAN ;
- Paramétrer les logiciels embarqués afin d'assurer la communication des modules à travers le bus CAN ;
- Mettre en évidence et valider les échanges sur le bus.

Le jury est particulièrement sensible :

- *A la prise en compte, d'une manière générale, des problèmes de gestion d'énergie dans les systèmes embarqués ;*
- *A la présentation, par le candidat, des principes de base du fonctionnement du bus CAN ;*
- *A la présentation des mesures, des réglages et des tests effectués sur le chargeur de batterie afin d'assurer une gestion optimale de l'énergie stockée*

3. CIRCUITS LOGIQUES PROGRAMMABLES (FPGA XILINX)

L'objectif de ce montage est,

- d'étudier la mise en œuvre d'un filtre numérique sur un composant programmable (XC3S200) Xilinx ;
- de mettre en évidence l'influence du codage des coefficients du filtre numérique ;

Les caractéristiques du filtre à réaliser sont fournies au candidat ainsi qu'un fichier (Matlab) destiné au calcul du filtre numérique. Un exemple de programme vhdl réalisant un filtre numérique simple est également fourni au candidat pour la mise en œuvre du traitement au sein du composant programmable.

Les outils logiciels utilisés pour ce montage sont d'une part Matlab pour le calcul du filtre numérique et d'autre part le WebPack Xilinx (éditeur vhdl, synthétiseur xst et simulateur modelsim) pour l'implantation du filtre sur le composant XC3S200. Le WebPack est distribué gratuitement par Xilinx.

Le jury attendait une démarche de conception structurée et une utilisation pertinente des outils logiciels mis à disposition.

4. AMPLIFICATEUR AUDIOFREQUENCE

L'objectif de ce montage est

- de réaliser un amplificateur permettant de fournir une puissance de 2W dans la bande de fréquence audio (un cahier des charges est fourni au candidat) ;
- de caractériser expérimentalement la structure réalisée ;
- de mettre en place une expérimentation permettant d'explicitier le rôle des différents composants du montage à des élèves de niveau BTS/IUT ;
- d'envisager un mode de réglage de la puissance de sortie.

Le choix de l'alimentation et des composants est laissé à l'initiative du candidat, toutefois l'utilisation de composants intégrés est fortement recommandée.

Il est rappelé que le candidat doit d'abord déterminer le composant adapté à partir des catalogues constructeurs. Puis, il utilise dans son montage, celui dont les caractéristiques s'en rapprochent le plus. Le candidat doit être en mesure d'exposer les choix effectués. Le rôle et le critère de choix technologique des tous les composants doivent être explicités et l'architecture fonctionnelle d'un composant amplificateur intégré maîtrisée.

5. AMPLIFICATEUR CLASSE B

L'objectif de ce montage est,

- de réaliser un amplificateur permettant d'alimenter un haut-parleur intégré dans un combiné téléphonique ;
- de caractériser expérimentalement la structure réalisée ;
- de mettre en place une expérimentation permettant d'explicitier le rôle des différents composants du montage à des élèves de niveau BTS/IUT.

Les caractéristiques du haut-parleur sont imposées. Le choix de l'alimentation et des composants est laissé à l'initiative du candidat, toutefois l'utilisation de composants intégrés actuels est fortement recommandée.

Il est rappelé que le candidat doit d'abord déterminer le composant adapté à partir des catalogues constructeurs. Puis, il utilise dans son montage, celui dont les caractéristiques s'en rapprochent le plus. Le candidat doit être en mesure d'exposer les choix effectués. Le rôle et le critère de choix technologique des tous les composants doivent être explicités et l'architecture fonctionnelle d'un composant amplificateur maîtrisée.

6. TELEMETRE A ULTRASONS

L'objectif de ce montage est de réaliser un dispositif permettant la mesure de la distance d'une cible. La structure conseillée est celle d'un « radar impulsif ». Il s'agit donc d'une mesure directe du temps de vol entre l'émetteur et le récepteur.

Le candidat doit analyser et caractériser le comportement des transducteurs ultrasonores mis à sa disposition et déduire de cette caractérisation le signal d'excitation de l'émetteur le plus approprié à l'utilisation envisagée.

Après avoir défini l'architecture du montage, il doit la valider en utilisant, autant que possible, des appareils de mesure de laboratoire. Ce n'est qu'ensuite qu'il doit remplacer progressivement chaque appareil de mesure par un dispositif approprié, dans le but de réaliser un dispositif autonome assurant la commande de l'émetteur, le traitement du signal reçu et l'affichage de la distance de la cible en centimètres. Le dispositif réalisé doit être équipé d'un seul réglage permettant de s'affranchir (par étalonnage) de l'influence des conditions atmosphériques.

Le jury a porté une attention toute particulière au choix des caractéristiques retenues par le candidat, pour chacun des éléments du dispositif et compte tenu des composants et matériels mis à sa disposition. L'utilisation d'un outil de simulation pour valider la modélisation des transducteurs était particulièrement appréciée par le jury.

7. REALISATION D'UN FILTRE CORRECTEUR

L'objectif de ce montage est d'étudier la réalisation d'un correcteur d'une boucle d'asservissement en tenant compte de son contexte d'utilisation.

La boucle d'asservissement est une boucle à verrouillage de phase issue du sujet d'automatique de la session 1999 (altimètre). Le sujet porte exclusivement sur la réalisation du correcteur de cette boucle, mais il est impératif de tenir compte du contexte de l'application. La fonction de transfert du correcteur ainsi que le modèle de la boucle sont fournis.

Il était demandé au candidat de mettre en place une expérimentation permettant d'amener des élèves de niveau BTS ou IUT à proposer une structure et à justifier le choix des circuits intégrés adaptés à l'application. En particulier, il était explicitement demandé de comparer les performances dans le cas d'un amplificateur à contre réaction de tension, ou à contre réaction de courant.

La nature de l'expérimentation et les outils sont laissés à l'initiative du candidat.

8. BOUCLE DE COURANT 4-20 MA (EXPERIMENTATION CLASSIQUE)

L'objectif de ce montage est :

- de proposer et dimensionner une structure réalisant le générateur de courant d'une boucle analogique 4-20 mA liée à un cahier des charges précis ; _____
- de justifier ce dimensionnement et les choix technologiques des composants utilisés ;
- de réaliser la structure proposée et d'effectuer les mesures permettant d'établir ses caractéristiques et ses limites de fonctionnement.

Le jury est particulièrement sensible aux justifications du dimensionnement et aux critères de choix technologiques des composants utilisés. Il est rappelé que si un composant requis n'est pas disponible

9.VOR : DPLL

L'objectif de ce montage est :

- de mettre en oeuvre un circuit PLL moderne utilisé pour la réception d'une balise de radio- navigation aérienne de type VOR et ce dans le cadre d'un cahier des charges précis ; _____
- de modéliser l'ensemble "boucle PLL - VCO" à l'aide des documents constructeurs et de mesures expérimentales afin d'en prédéterminer le comportement ;
- de vérifier ces calculs par des tests.

Le jury est particulièrement sensible

- *au degré d'appropriation, de la part du candidat, du système et des documents fournis ;*
- *à la pertinence des réglages et tests effectués ;*
- *à la validité du modèle fourni et à celle de son utilisation.*

10.VOR : CARACTERISATION DE LA TETE HF

L'objectif de ce montage est :

- de régler la tête HF d'un récepteur superhétérodyne utilisé pour la réception d'une balise de radio- navigation aérienne de type VOR et de la caractériser (la CEM est également abordée) ;
- de mettre en évidence les conséquences de la désadaptation des impédances des terminaisons du filtre FI, de proposer des solutions et de les valider à l'aide d'un outil de simulation.

Le jury est particulièrement sensible

- *aux capacités du candidat à mesurer aux HF/VHF (précautions, instrumentation spécifique, définitions des grandeurs, ...)* ;
- *à la pertinence des commentaires des résultats de mesures (respect du cahier des charges et interprétation des caractéristiques constructeurs des composants)* ;
- *à l'aptitude de créer un modèle de simulation conforme à des caractéristiques constructeurs.*