

# Liste de sujets pour le domaine A :

## applications de l'électronique et des courants faibles

Les candidats trouveront ci dessous une liste de thèmes de montage proposés ces deux dernières années. Cette liste ne constitue pas une liste exhaustive.

Le texte associé à chaque titre résume les objectifs généraux du montage. Les remarques apparaissant en italique précisent des caractéristiques spécifiques du montage. Dans le texte du sujet remis au candidat, un cahier des charges spécifique est imposé.

### **1. LA TELEPHONIE MOBILE GSM**

L'objectif de ce montage est :

- de mettre en oeuvre une plateforme industrielle de test d'un téléphone mobile GSM
- de s'approprier les grandeurs électriques et fréquentielles testées par une approche analytique de la chaîne d'émission du téléphone.
- de vérifier ces grandeurs 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 validité du modèle fourni et à celle de son utilisation*
- *à la pertinence des conclusions liées à la confrontation des mesures et des calculs théoriques.*

### **2. GESTION D'UN CODEUR INCREMENTAL PAR UN FPGA**

L'objectif de ce montage est :

- de mettre en oeuvre l'interface pour un codeur optique incrémental
- réaliser un programme VHDL pour l'interface

*Le jury est particulièrement sensible*

- *à la maîtrise, par le candidat, des machines d'état*
- *à la maîtrise du langage VHDL*

### **3. GESTION TEMPS REEL ET INTERFACAGE D'UN MICROCONTROLEUR**

L'objectif de ce montage est :

- de réaliser l'interfaçage électronique entre un microcontrôleur et un clavier puis de programmer en langage C ou assembler une application permettant d'utiliser cette interface.
- De mettre en oeuvre une application temps réel, sur la base de la technique des interruptions, communiquant avec deux autres systèmes : une banque (liaison série) et un afficheur à cristaux liquides (interfaçage direct) et d'en justifier l'organisation logicielle,
- D'exposer dans le détail les différentes phases techniques de génération d'un logiciel destiné à une application embarquée.

*Le contexte de l'application était issu d'un SAS bancaire à accès sécurisé.*

*Le jury attendait une maîtrise des problèmes électroniques d'interfaçage et leur implication sur la programmation, la connaissance des principes d'organisation des outils logiciels et la connaissance des principes de fonctionnement d'un processeur et de ses mécanismes d'interruption.*

*Un composant spécifique disponible pour les deux dernières sessions est le 74C922. Les fonctions internes à ce composant spécialisé doivent être clairement identifiées et justifiées.*

*Le candidat disposait d'une maquette basée sur un microcontrôleur de la famille 51, des outils de la chaîne RIDE : Discover-Kit 51 et logiciel RkitL51 Lite Suite fournis par la société Raisonance.*

#### **4. FILTRAGE NUMÉRIQUE SUR DSP ( DSP TEXAS INSTRUMENTS )**

L'objectif de ce montage est :

- d'étudier la mise en œuvre d'un filtre numérique (programmation en C ou en assembleur) sur un processeur de signal et de caractériser l'influence du codage des coefficients,
- d'identifier la fonction de transfert de la chaîne de traitement mise à disposition, avec sa chaîne analogique et les convertisseurs associés,
- de modifier l'algorithme de traitement en vue d'obtenir un comportement spécifique.

*Les caractéristiques du filtre demandé étaient fournies ainsi qu'un exemple de fichier MATLAB permettant d'effectuer la synthèse numérique du filtre. La documentation technique associée au traitement analogique du signal était, elle aussi, fournie.*

*Des exemples de programme en langage C et en assembleur permettaient de mettre en œuvre la maquette dans le cadre d'un filtre élémentaire.*

*Le matériel disponible était basé sur le kit DSK 5402 de TEXAS INSTRUMENTS muni de la chaîne de développement Code Composer Studio.*

#### **5. 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.*

#### **6. CIRCUIT DE COMMANDE DE BALLAST ELECTRONIQUE POUR TUBE FLUO.**

L'objectif de ce montage est :

- de proposer une organisation fonctionnelle d'une structure numérique permettant de réaliser la commande des interrupteurs électroniques alimentant un tube fluorescent.
- de proposer une description en langage VHDL de cette structure
- d'évaluer les ressources logiques nécessaires à sa réalisation
- de mettre en œuvre cette description compte tenu des limitations du logiciel proposé

*Le jury est particulièrement sensible*

- à la caractérisation des entrées-sorties de chaque fonction
- au niveau de connaissance concernant les technologies des circuits logiques programmables
- à la validité de la description VHDL proposée

## 7. 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'expliquer 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.*

## 8. 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'expliquer 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.*

## 9. CHAÎNE D'ACQUISITION

L'objectif de ce montage est

- de mettre en œuvre une carte d'acquisition intégrée dans un PC pour mesurer 4 grandeurs analogiques avec en fonction d'un cahier des charges fourni au candidat,
- de caractériser expérimentalement les performances de la structure mise en place en terme de précision et de précision,
- d'apporter les modifications matérielles ou logicielles permettant d'améliorer la précision.

Le langage de programmation est laissé au choix, mais le candidat doit présenter un algorithme structuré, la correspondance entre l'algorithme et le code source. Il est également demandé de justifier la nature des variables utilisées et de présenter les résultats des tests. La fréquence d'échantillonnage doit être fixée.

*Les cartes d'acquisition disponibles sont listées dans le récapitulatif des matériels et logiciels.*

## 10. ACQUISITION ET CONTRÔLE

L'objectif de ce montage est

- de définir les caractéristiques technologiques de chaque élément d'une chaîne d'acquisition destinée à mesurer une grandeur analogique image du remplissage d'une cuve et piloter une vanne assurant l'arrêt du remplissage ne fonction de la consigne. La chaîne comporte une carte intégrée dans un PC et le dispositif complet doit respecter le cahier des charges fourni au candidat.
- de mettre en œuvre la carte d'acquisition intégrée dans un PC et de caractériser expérimentalement les performances de la structure mise en place en terme de précision et de précision
- de mettre en œuvre un amplificateur en amont de la carte d'acquisition.

*Les cartes d'acquisition disponibles sont listées dans le récapitulatif des matériels et logiciels.*

## 11. TÉLÉMÈTRE À 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.*

## 12. RÉALISATION 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.*

### **13. CHOIX TECHNOLOGIQUES DE COMPOSANTS INDUCTIFS ET CAPACITIFS.**

Le sujet porte sur l'analyse des critères de choix technologiques de certains composants passifs. La structure concernée réalise une multiplication de fréquence par 32. Elle est réalisée à partir d'une boucle à verrouillage de phase. Le contexte est issu du sujet d'automatique de la session 1999 (altimètre). Le schéma structurel est fourni, ainsi que le modèle de la boucle et les caractéristiques du cahier des charges de la boucle.

L'objectif du montage est de mettre en place une expérimentation, permettant à des élèves de niveau BTS ou IUT de :

- caractériser le rôle et les critères de choix des composants passifs d'un filtre intervenant au niveau de l'alimentation des circuits intégrés,
- caractériser les critères de choix des composants d'un filtre réjecteur passif en T<sub>é</sub> placé dans la chaîne directe de la boucle en sortie d'un comparateur de phase.

*La nature de l'expérimentation ( expérimentale ou en simulation ) est à l'initiative du candidat.*

### **14. DÉMODULATION DE FRÉQUENCE À QUADRATURE**

L'objectif de ce montage est

- d'étudier la réalisation d'un démodulateur à quadrature utilisé dans un récepteur et en particulier dimensionner le réseau déphaseur (les caractéristiques de l'émetteur ainsi que l'architecture retenue pour le récepteur étant imposés),
- mettre en place une expérimentation permettant de caractériser les performances de la structure.

*Les composants spécifiques disponibles pour les deux dernières sessions sont le SA 605 ou le MC3371. Les fonctions internes au composant spécialisé qui sont utilisées doivent être clairement identifiées et justifiées. Le rôle, le calcul et les critères de choix technologiques des composants externes nécessaires au démodulateur doivent être explicités.*

*Suivant les cas, le candidat est amené à réaliser la structure du démodulateur à quadrature ou à s'appuyer sur une maquette d'un récepteur complet fournie au candidat.*

### **15. STABILISATION DE FRÉQUENCE PORTEUSE D'UN MODULATEUR DE FRÉQUENCE**

L'objectif de ce montage est

- de concevoir et de réaliser un modulateur de fréquence pour une transmission d'un signal analogique,
- de caractériser les performances du modulateur de fréquence avec et sans stabilisation de fréquence porteuse.

*La dynamique du signal modulant ainsi que sa bande spectrale sont imposées. Les choix du canal de transmission (fréquence centrale, excursion de fréquence et amplitude du signal modulé), ainsi que du procédé utilisé pour moduler sont laissés au choix du candidat.*

### **16. SYNTHÈSE DE FRÉQUENCE POUR OSCILLATEUR LOCAL**

L'objectif de ce montage est ,

- d'étudier la réalisation d'un oscillateur local intervenant dans un émetteur pour lequel la fréquence d'émission est variable,
- mettre en place une expérimentation permettant de caractériser les performances de la structure.

Le cahier des charges proposé était similaire à celui d'un émetteur industriel, mais à des fréquences plus faibles afin de faciliter sa réalisation en laboratoire dans la durée impartie. La forme du signal de sortie (sinusoïdal ou carré) n'était pas imposée, pas plus que la méthode de synthèse de fréquence. Par contre, on demandait de n'utiliser qu'une référence de fréquence (oscillateur pilote).

*Le candidat pouvait utiliser un compteur programmable, un circuit logique programmable, et/ou un circuit intégré réalisant la fonction synthèse de fréquence.*

## 17. 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 le candidat indiquera les caractéristiques souhaitées et la dénomination du composant souhaité (en se référant aux catalogues constructeurs) et choisira parmi les composants disponibles celui dont les caractéristiques s'en rapprochent le plus.*

*L'expérimentation ( réalisation et tests ) doit permettre de mettre en évidence, dans la mesure des possibilités offertes par les composants disponibles, les caractéristiques et les limitations de la structure.*

## 18. 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*

## 19. 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*

## 20. AMPLIFICATEUR UHF PETITS SIGNAUX

L'objectif de ce montage est

- de faire la synthèse d'un amplificateur UHF à l'aide des paramètres S en utilisant des lignes microrubans
- de valider la solution à l'aide d'un outil de simulation RF linéaire (Rfsim99)
- de caractériser le montage et de vérifier sa conformité avec le cahier des charges

*Le jury est particulièrement sensible*

- *à la pertinence des commentaires d'ordre technologique*
- *à la maîtrise de l'utilisation des paramètres S et de l'abaque de Smith (des outils informatisés sont proposés)*
- *aux capacités de mesurer et de caractériser des montages RF*

## Liste de sujets pour le domaine B :

### application de l'électrotechnique et des courants forts

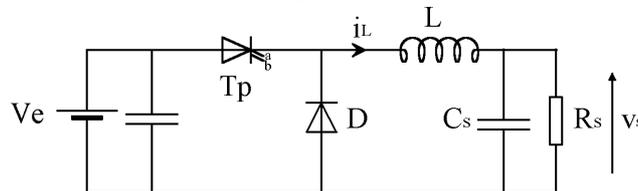
Les candidats trouveront ci dessous une liste de thèmes de montage proposés cette année. Cette liste ne constitue pas une liste exhaustive.

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.

#### 1 SOURCE DE TENSION ÉLABORÉE A PARTIR D'UN HACHEUR

La finalité de ce montage est de montrer l'influence de la nature des régulations sur le comportement d'une source de tension élaborée à partir d'un convertisseur à transfert direct (ici hacheur série) à sortie filtrée.

Il s'agit de mettre en œuvre un régulateur à découpage dont la structure de puissance est donnée ci-dessous et de le munir d'une boucle analogique de courant à erreur statique nulle assurant une limitation du courant  $i_L$ .



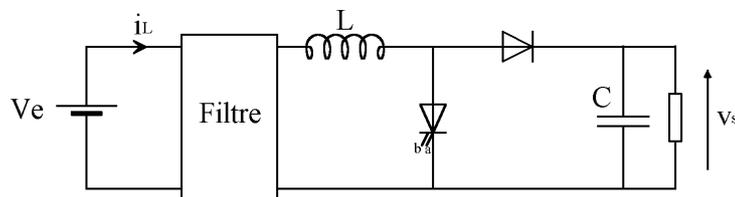
Les caractéristiques de ce régulateur sont définies par la tension d'alimentation, le courant nominal de sortie, la fréquence de découpage, la plage de variation de la tension de sortie, l'ondulation de courant et l'ondulation de tension.

Il faut ensuite définir et mettre en œuvre une boucle analogique de tension à erreur statique nulle permettant de régler la tension de sortie  $v_s$ .

#### 2 HACHEUR SURVOLTEUR

La finalité de ce montage est la réalisation d'un hacheur survolteur permettant d'obtenir une tension de sortie régulée.

Il s'agit, tout d'abord, de réaliser un hacheur survolteur (figure ci-dessous). Les caractéristiques de ce convertisseur sont définies par la tension d'alimentation, la tension de sortie, la puissance utile nominale, la fréquence de découpage, l'ondulation du courant d'entrée  $i_L$  (pour des raisons de volume, les énergies maximales stockées dans les inductances seront limitées) et l'ondulation de la tension de sortie  $v_s$ .



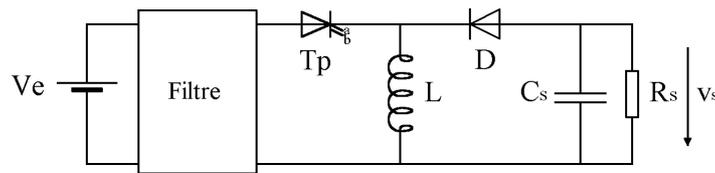
La source précédemment réalisée étant destinée à alimenter des équipements supportant peu de variations de tension, il faut ensuite définir et mettre en œuvre une boucle analogique de tension à erreur statique nulle visant à réguler la tension de sortie.

#### 3 HACHEUR à STOCKAGE INDUCTIF

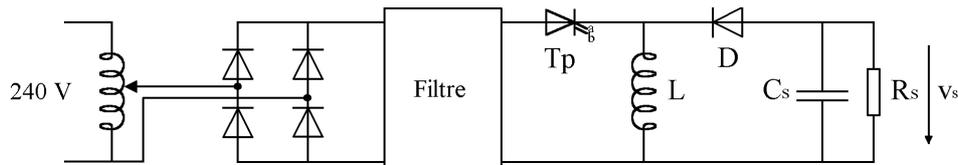
La finalité de ce montage est de mettre en évidence les propriétés du hacheur à stockage inductif et d'utiliser certaines de ces propriétés afin de réaliser une source à absorption sinusoïdale.

Il s'agit, tout d'abord, de réaliser un hacheur à stockage inductif qui doit fonctionner en régime discontinu de courant (figure ci-dessous). Les caractéristiques de ce convertisseur sont définies par la tension d'alimentation, la tension de sortie, la puissance utile nominale, la fréquence de découpage, l'ondulation du courant d'entrée  $i_L$  (pour

des raisons de volume, les énergies maximales stockées dans les inductances sont limitées) et l'ondulation de la tension de sortie  $v_s$ .



Il s'agit ensuite d'exploiter le comportement résistif (en faisant abstraction des harmoniques dus au découpage) de ce montage, afin de réaliser une source de tension continue absorbant un courant sinusoïdal sur le réseau (figure ci-après) et de définir puis de mettre en œuvre une boucle analogique de tension à erreur statique nulle visant à réguler la tension de sortie.



#### 4 ALIMENTATION À DÉCOUPAGE FORWARD

La finalité de ce montage est de dimensionner puis de réaliser une alimentation à découpage de type Forward 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.

#### 5 RÉGULATION D'UNE ALIMENTATION FLYBACK

La finalité de ce montage est de réguler en tension une alimentation de faible puissance de type Flyback.

Il s'agit, tout d'abord, de mettre en œuvre une maquette permettant de réaliser une alimentation Flyback et d'identifier le système en vue de réguler la tension de sortie.

Il s'agit ensuite de calculer et mettre en œuvre une boucle analogique de tension à erreur statique nulle permettant de régler la tension de sortie (une limitation de courant interne protégeant l'interrupteur, on ne se préoccupe pas de protection en courant).

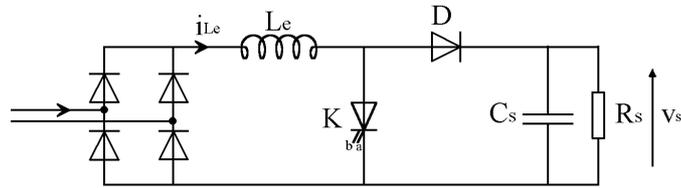
#### 6 RÉGULATION DE VITESSE D'UN ENTRAÎNEMENT 4 QUADRANTS

L'objectif de ce montage est la régulation de vitesse analogique d'une machine à courant continu à aimants alimentée par un variateur 4 quadrants.

L'étude porte sur la boucle de courant et sur la boucle de vitesse de type cascade

#### 7 Hacheur parallèle en absorption sinusoïdale

L'objectif de ce montage est la réalisation d'une source de tension continue régulée à partir d'un hacheur élévateur, alimentée par un réseau industriel monophasé, cette source devant prélever sur ce réseau un courant quasi-sinusoïdal.



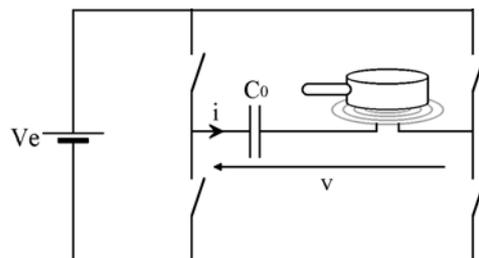
## 8 ONDULEUR POUR ALIMENTATION DE SECOURS

Dans ce montage, on s'intéressera au dimensionnement et au comportement d'un onduleur de tension à modulation de largeur d'impulsion destiné à la génération, à partir d'une source continue, d'un réseau de tension sinusoïdale susceptible de se substituer au réseau classique en cas de coupure de ce dernier. On demande la caractérisation de l'onduleur en performances électriques et en terme de distorsion harmonique de la tension de sortie. On désire ensuite introduire une boucle de régulation permettant d'asservir la tension de sortie

## 9 ONDULEUR A RÉSONANCE pour plaque à induction

La finalité de ce montage est la mise en évidence des propriétés des onduleurs à résonance. On s'intéresse ici à la résonance série.

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.



Les caractéristiques de ce convertisseur sont définies par la fréquence de résonance  $f_0$  et le courant de sortie maximum.

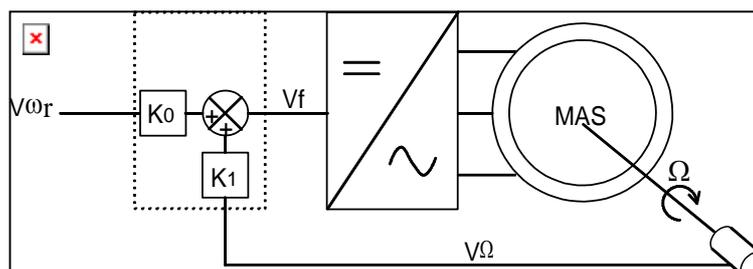
Il faut ensuite réaliser un capteur de puissance puis calculer et mettre en œuvre une boucle analogique permettant de réguler la puissance délivrée à la charge.

## 10 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 analogique de vitesse à erreur statique nulle.



## 11 CASCADE HYPOSYNCHRONNE

La finalité de ce montage est de calculer et de mettre en œuvre les éléments de puissances et les régulations d'une chaîne d'entraînement à moteur asynchrone de type "cascade hyposynchrone".

Il s'agit, tout d'abord, de réaliser l'association machine asynchrone, pont PD3 à diodes et PD3 tout thyristor. Les caractéristiques de cette association sont définies par la plage de vitesse de rotation sur laquelle on souhaite obtenir le couple nominal de la machine asynchrone et l'ondulation maximale du courant dans l'étage intermédiaire à courant continu.

Il faut ensuite calculer et mettre en œuvre une boucle analogique de courant permettant d'asservir le courant continu dans l'étage intermédiaire.

## 12 COMPENSATEUR STATIQUE

La finalité de ce montage est le calcul et la mise en œuvre d'un compensateur statique d'énergie réactive ainsi que d'une régulation de puissance réactive.

Il s'agit, dans un premier temps, de mettre en œuvre un dispositif de conversion statique "polluant", absorbant, de façon fluctuante, à la fois de l'énergie réactive et des harmoniques de courant sur le réseau monophasé puis de calculer et mettre en œuvre les différents éléments et commandes d'un compensateur statique monophasé.

Il s'agit ensuite, d'une part, de réaliser un dispositif de mesure analogique de la puissance réactive et d'autre part de calculer et mettre en œuvre une boucle analogique permettant de réguler la puissance réactive absorbée sur la ligne.

## 13 CHARGE ACTIVE TOURNANTE

La finalité de ce montage est la réalisation d'un banc de test de machines tournantes permettant de simuler différents types de charge, classiquement rencontrées, dans la mise en œuvre d'entraînements à vitesse variable.

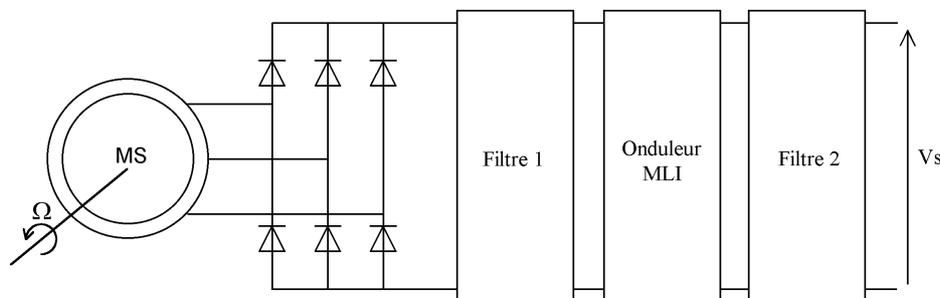
Pour réaliser ce dispositif, on utilise un banc comportant deux machines à courant continu, l'une étant la machine à tester (machine 1), l'autre constituant la base de la charge commandable (machine 2).

Il s'agit, dans un premier temps, de contrôler la machine 2 en couple et ce, dans les quatre quadrants. Pour cela, on l'alimente par un hacheur 4 quadrants commandé en modulation de largeur d'impulsion et on réalise une boucle analogique de courant à erreur statique nulle.

Il s'agit ensuite d'utiliser le montage précédent pour simuler, à l'aide de la machine 2, une charge purement inertielle, une charge présentant une caractéristique du type  $C = k\Omega$  puis  $C = k'\Omega^2$ .

## 14 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).



Il s'agit, tout d'abord, d'étudier les performances de la source de tension continue constituée par l'association alternateur-redresseur à diodes. La machine est entraînée par un moteur à courant continu.

Les caractéristiques de cette association sont définies par la plage de vitesse de rotation de la machine à courant continu et l'ondulation maximale du courant en sortie du pont PD3.

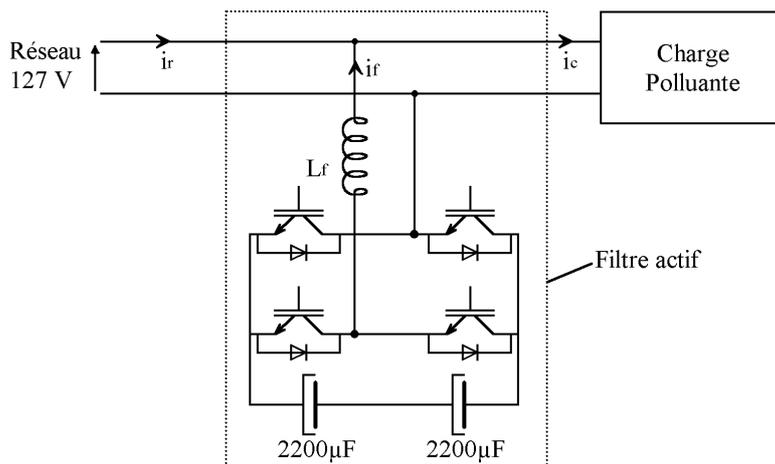
Il faut ensuite, d'une part, connecter sur la source précédente, en intercalant un filtre (filtre 1), un onduleur de tension à modulation de largeur d'impulsion, qui a pour rôle de reconstituer un réseau alternatif à tension et

fréquence fixe (400Hz) et, d'autre part, munir l'ensemble d'une boucle de tension analogique permettant de réguler la tension de sortie sinusoïdale à la fréquence de 400Hz.

Les caractéristiques du filtre de sortie sont définies par la valeur maximale de l'ondulation de tension résiduelle due au découpage.

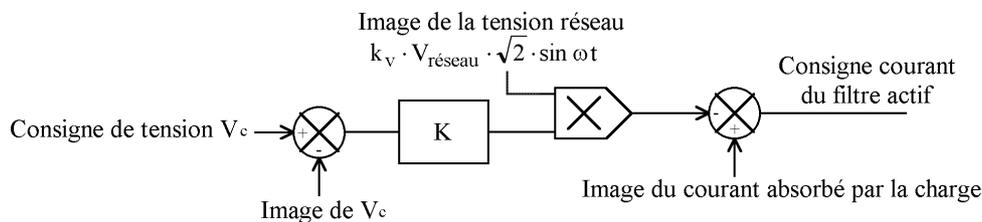
## 15 Filtre actif monophasé

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. Dans ce montage, le courant  $i_f$  est contrôlé par une commande en fourchette de courant qui sera mise à votre disposition. La fréquence maximale de commutation des interrupteurs de l'onduleur est fixée par le cahier des charges.



Il s'agit tout d'abord de réaliser le montage correspondant au filtre actif en veillant à le déconnecter du réseau. Le fonctionnement du montage pourra être vérifié en imposant une tension sur le bus continu. Il est ensuite demandé de réaliser et caractériser une charge polluante de type redresseur PD2 à diode à capacité en tête.

Il faut ensuite mettre en œuvre la commande du filtre actif dont le principe est donné ci-dessous :



Cette commande doit permettre de filtrer les harmoniques et la composante réactive du courant absorbé par la charge polluante ainsi que de réguler la tension aux bornes de la capacité  $C_f$ . Le fonctionnement doit être analysé en absence puis en présence de la charge polluante. À partir de ces observations, des modifications doivent alors être apportées de manière à améliorer le fonctionnement du filtre actif.

## 16 Ballast électronique pour tube fluorescent

Dans ce montage, on se propose d'étudier le fonctionnement d'un ballast magnétique pour tube fluorescent puis d'utiliser les résultats obtenus pour dimensionner et réaliser un ballast électronique. Les schémas de principe de ces deux montages sont donnés aux figures 1.a et 1.b .

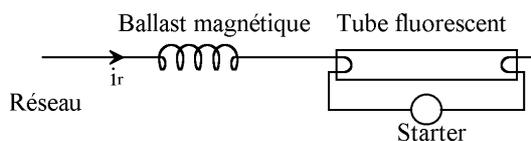


Figure 1.a

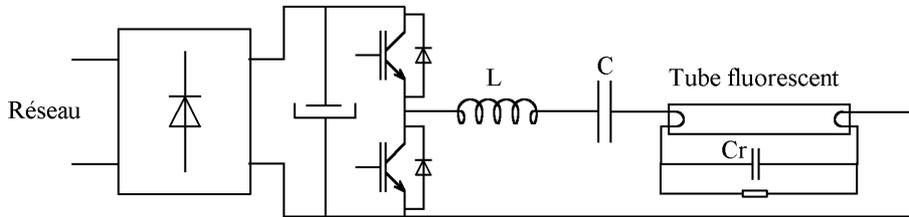


figure 1.b

Il est demandé dans un premier temps de mettre en œuvre le système présenté à la figure 1.a puis de s'intéresser à la phase de démarrage et au fonctionnement en régime permanent. Il est également demandé de caractériser le fonctionnement vis à vis des perturbations harmoniques générées sur le réseau.

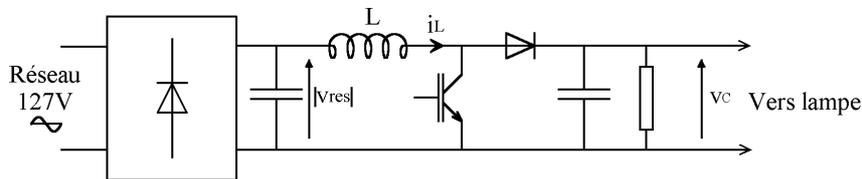
Il s'agit ensuite de mettre en œuvre la structure de la figure 1.b . Cette structure doit permettre de réaliser le préchauffage, l'amorçage et le fonctionnement en régime permanent. Ces différentes phases sont obtenues par variation de la fréquence de hachage. Il est demandé de dimensionner les éléments L et Cr puis d'analyser le fonctionnement au démarrage et en régime permanent.

### 17 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 s'agit tout d'abord de mettre en œuvre une expérimentation pour relever des caractéristiques photométriques, électriques et énergétiques de sources lumineuses. Il est demandé, en particulier, de caractériser la pollution harmonique générée par les différentes lampes et de valider certaines lois de photométrie.

Il faut ensuite mettre en place l'alimentation dont le schéma de principe est donné ci-dessous. La commande de ce dispositif est mise à la disposition du candidat. Après avoir dimensionner l'inductance, le candidat doit s'attacher à analyser le fonctionnement du montage puis à caractériser ce dispositif en terme de performances électriques, énergétique et de pollution harmonique.

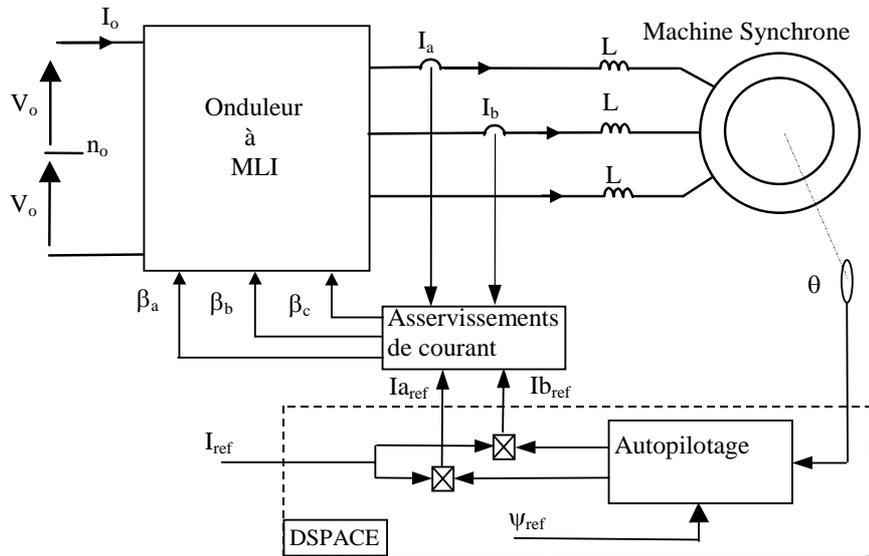


À partir des observations réalisées, des améliorations permettant de faire progresser les performances de ce convertisseur sur le plan des perturbations conduites générées sur le réseau devront être proposées et testées.

### 18 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.



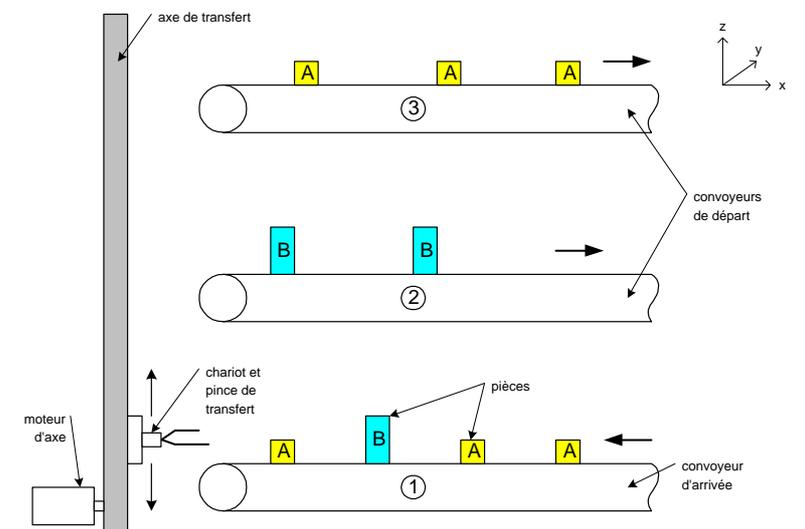
Les courants  $I_a$  et  $I_b$  sont contrôlés par une commande de courant en fourchette. La fréquence maximale de commutation des interrupteurs de l'onduleur est donnée par le cahier des charges.

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

Il s'agit tout d'abord de réaliser la structure d'alimentation de la machine synchrone donnée ci-dessus et de vérifier son fonctionnement après avoir réaliser le calage du capteur.

Il faut ensuite inclure ce montage dans une boucle de vitesse analogique pour laquelle on impose une erreur statique nulle.

## 19 Axe de transfert



L'axe de transfert permet l'acheminement des pièces du convoyeur ① vers les convoyeurs ② ou ③. Les pièces sont triées selon leur masse. Les plus légères (type A) sont déposées sur le convoyeur ③ et les plus lourdes (type B) sur le convoyeur ②. Un préhenseur pneumatique est fixé sur le chariot de transfert. Il permet la saisie et la dépose des pièces sur les convoyeurs. Le temps de cycle de l'axe doit être suffisamment court pour ne pas créer un ralentissement du flux d'arrivée.

L'étude se limitera au mouvement de l'axe de transfert (axe z) et à la préhension des pièces (serrage – desserrage pince). L'acheminement des pièces par les convoyeurs ainsi que les mouvements de la pince sur l'axe des x ne seront pas étudiés.

L'objectif est la réalisation d'une commande optimum de cet axe permettant d'obtenir un temps de transfert le plus court possible, tout en respectant les limites de fonctionnement de différents éléments. Dans un premier temps, il est demandé d'élaborer le modèle de la charge afin de faire l'étude thermique du moteur.

## 20 Gradateurs

Dans ce montage il est demandé au candidat de mettre en œuvre des gradateurs triphasés à angles calculés et un gradateur monophasé à train d'ondes sur charge résistive, de faire les comparaisons des principales caractéristiques pratiques avec celles publiées dans la littérature, et de caractériser chaque gradateur en terme de pollution du réseau d'alimentation et du facteur de puissance vu du réseau.

## 21 Asservissement de vitesse numérique d'une machine à courant continu alimentée en courant

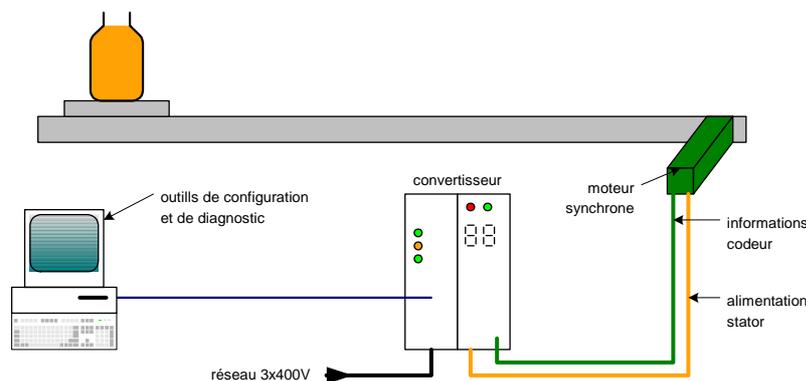
Dans ce montage il est demandé au candidat de réaliser un asservissement numérique de la vitesse de rotation d'une charge mécanique entraînée par un moteur à courant continu à aimants imposé au candidat, lui même alimenté par un hacheur 4 quadrants.

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 à l'aide de la réponse à un essai indiciel.

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

## 22 Axe de transfert HORIZONTAL

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



Dans un premier temps il est demandé de déterminer 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.