

Liste de sujets pour le domaine B :

application de l'électrotechnique et des courants forts

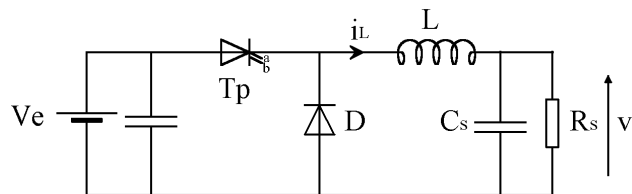
Les candidats trouveront ci dessous une liste de thèmes de montage proposés cette année. Cette liste ne constitue pas une liste exhaustive.

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 .



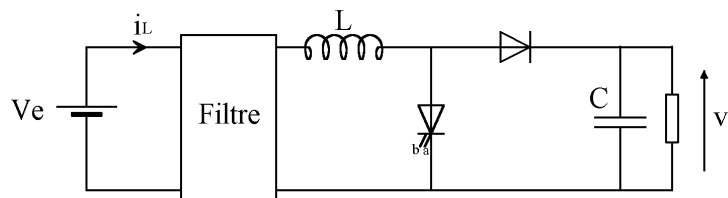
Les caractéristiques de ce régulateur sont définies par la tension d'alimentation, le courant nominal de sortie, la fréquence de découpage, la plage de variation de la tension de sortie, l'ondulation de courant et l'ondulation de tension.

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 .



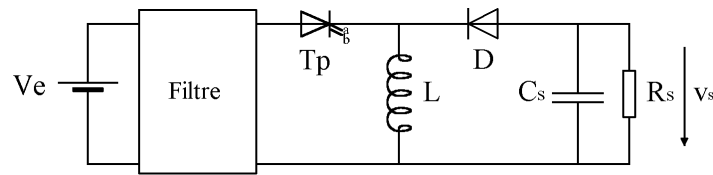
La source précédemment réalisée étant destinée à alimenter des équipements supportant peu de variations de tension, il faut ensuite définir et mettre en œuvre une boucle analogique de tension à erreur statique nulle visant à réguler la tension de sortie.

3 HACHEUR à STOCKAGE INDUCTIF

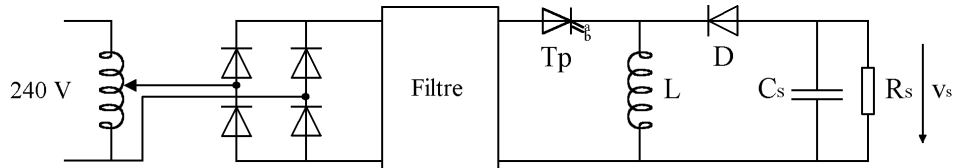
La finalité de ce montage est de mettre en évidence les propriétés du hacheur à stockage inductif et d'utiliser certaines de ces propriétés afin de réaliser une source à absorption sinusoïdale.

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).

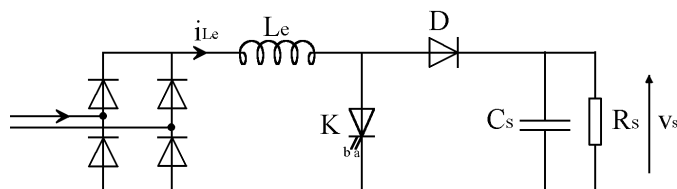
6 RÉGULATION DE VITESSE D'UN ENTRAÎNEMENT 4 QUADRANTS

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.



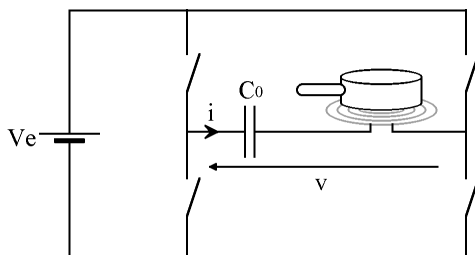
8 ONDULEUR POUR ALIMENTATION DE SECOURS

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 et le courant de sortie maximum.

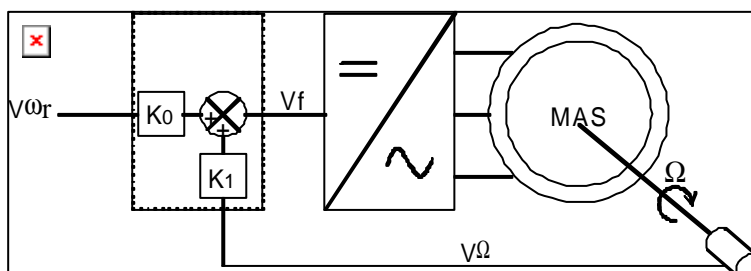
Il faut ensuite réaliser un capteur de puissance puis calculer et mettre en œuvre une boucle analogique permettant de réguler la puissance délivrée à la charge.

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.

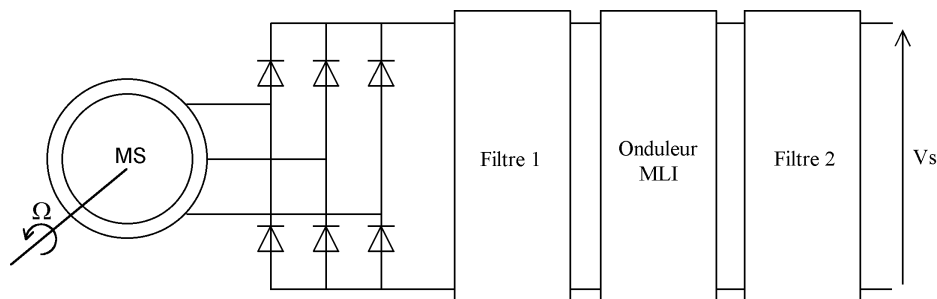
Pour réaliser ce dispositif, on utilise un banc comportant deux machines à courant continu, l'une étant la machine à tester (machine 1), l'autre constituant la base de la charge commandable (machine 2).

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.

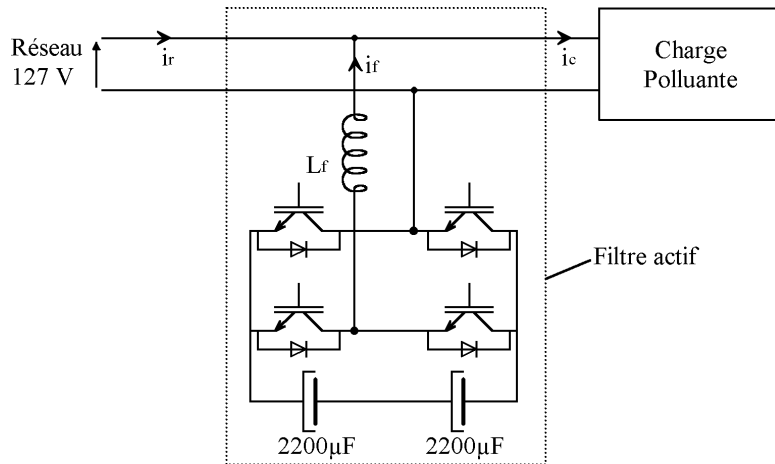
Il faut ensuite, d'une part, connecter sur la source précédente, en intercalant un filtre (filtre 1), un onduleur de tension à modulation de largeur d'impulsion, qui a pour rôle de reconstituer un réseau alternatif à tension et

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.

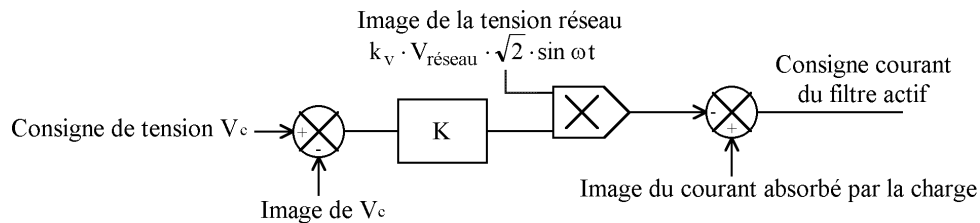
15 Filtre actif monophasé

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 .

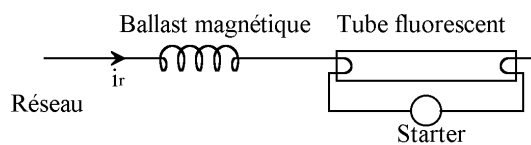


Figure 1.a

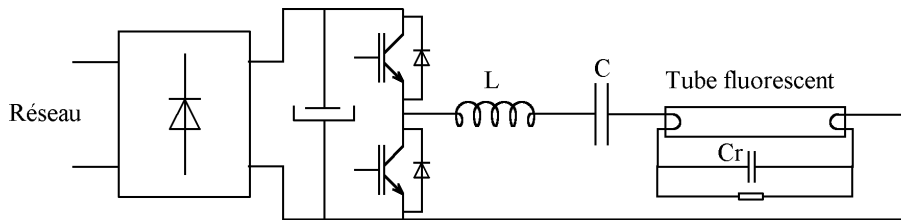


figure 1.b

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.

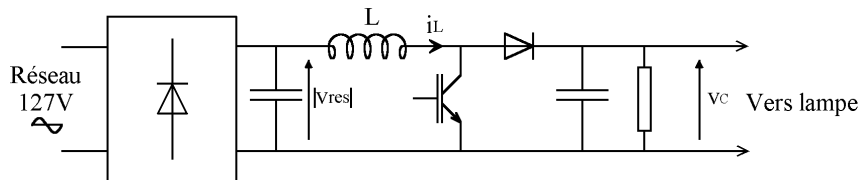
Il s'agit ensuite de mettre en œuvre la structure de la figure 1.b . Cette structure doit permettre de réaliser le préchauffage, l'amorçage et le fonctionnement en régime permanent. Ces différentes phases sont obtenues par variation de la fréquence de hachage. Il est demandé de dimensionner les éléments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

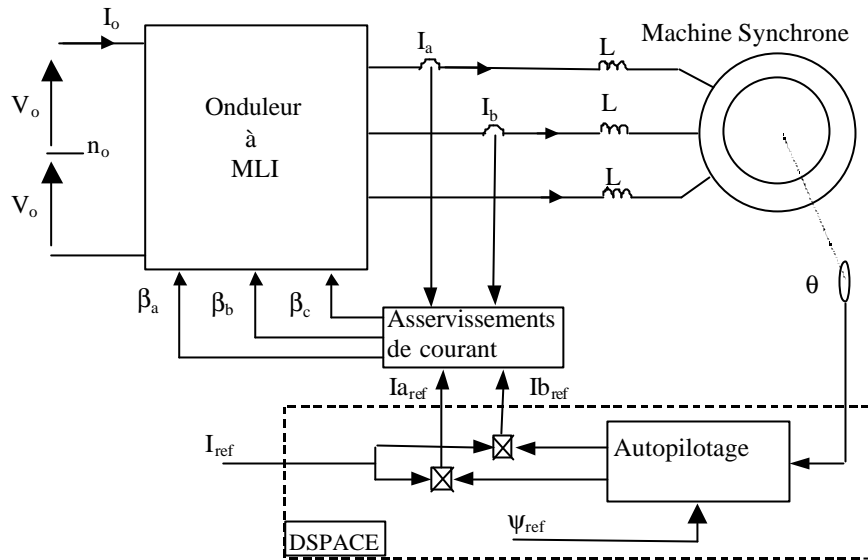


À partir des observations réalisées, des améliorations permettant de faire progresser les performances de ce convertisseur sur le plan des perturbations conduites générées sur le réseau devront être proposées et testées.

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.



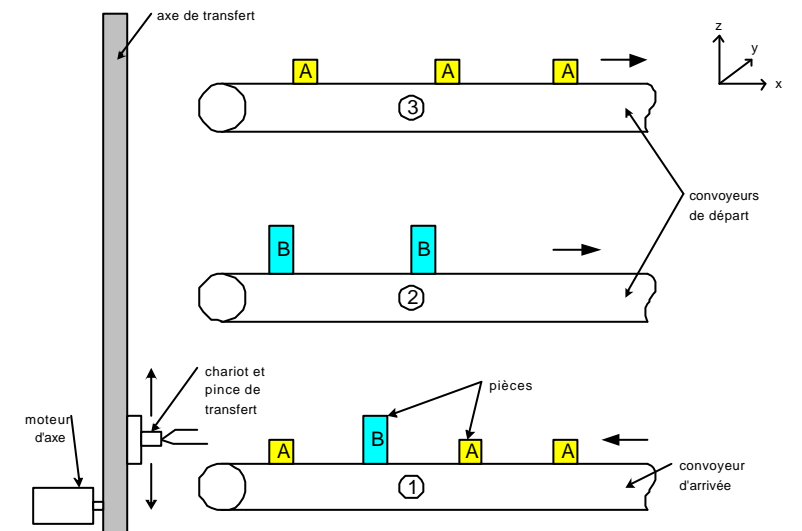
Les courants I_a et I_b sont contrôlés par une commande de courant en fourchette. La fréquence maximale de commutation des interrupteurs de l'onduleur est donnée par le cahier des charges.

La fonction d'autopilotage et la génération des courants de consigne en fonction de la position du rotor θ et de l'angle d'autopilotage ψ_{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 réalisé 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

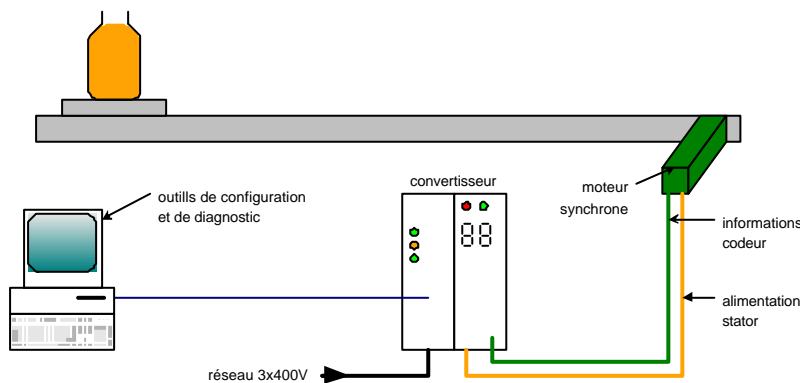
Dans ce montage il est demandé au candidat de réaliser un asservissement numérique de la vitesse de rotation d'une charge mécanique entraînée par un moteur à courant continu à aimants imposé au candidat, lui même alimenté par un hacheur 4 quadrants.

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.