


☐

I'm not robot

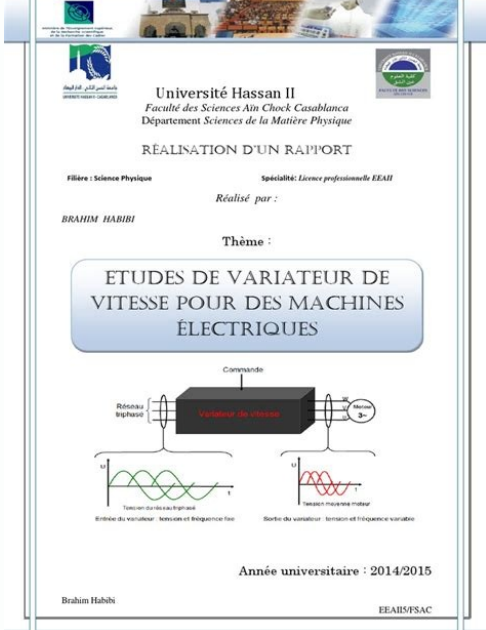

reCAPTCHA

I'm not robot!

Cours variateur de vitesse pdf

Cours variateur de vitesse moteur asynchrone pdf.

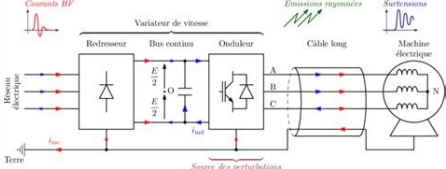
VARIATION DE VITESSE Lycée L.RASCOL 10, rue de la République BP 218. 81012 ALBI CEDEX SOMMAIRE Introduction Application aux machines Couple opposé à la machine Couple entraînant Couple à fournir par le moteur Les quadrants de fonctionnement Critères de choix d'un variateur Variation de vitesse des moteurs à courant continu Mise en œuvre Schéma équivalent Vitesse, puissance, couple Fonctionnement à vitesse variable Technologie des variateurs Synthoptique d'une régulation de vitesse Documentation constructeur Exercice Variation de vitesse des moteurs asynchrones Fonctionnement à vitesse variable Exercice Conclusion Dans l'univers industriel, le variateur électronique de vitesse côtoie d'autres procédés issus des technologies hydraulique, mécanique, électromécanique. Le choix de la technologie la plus appropriée est lié aux caractéristiques de la machine à équiper et aux performances attendues. La position du variateur par rapport au moteur constitue l'une des principales distinctions entre les moto variateurs mécaniques et électroniques. Les procédés les plus fréquemment utilisés sont les suivants: - Variateur hydraulique Il se compose dans un même bâti, d'une pompe et d'un moteur hydraulique. La variation de vitesse est obtenue par le réglage du rapport entre le débit de la pompe et le débit absorbé par le moteur. Les réglages de la pompe et du moteur sont dissociés, ce qui offre une gamme de vitesse de 1 à 10 environ. - Variateur mécanique Transmission poulies et courroies, la variation de vitesse est obtenue par la modification du diamètre des poulies, gamme de 1 à 6 environ. - Coupleur à courants de Foucault C'est un ralentisseur.



La commande du courant d'excitation du coupleur modifie le glissement entre l'arbre moteur et l'arbre d'utilisation, cela provoque la variation de vitesse, gamme de 1 à 15. - Coupleur à poudre Dans ce coupleur, le glissement dépend de l'homogénéisation de la poudre magnétique située entre deux disques, gamme de 1 à 5. - Groupe WARD-LEONARD C'est l'association d'un moteur asynchrone d'entraînement à vitesse pratiquement fixe, d'une génératrice à courant continu liée mécaniquement au moteur d'entraînement et délivrant une tension variable, et d'un moteur à courant continu alimenté par la génératrice. La gamme de vitesse est de 1 à 100. - Groupe tournant associé à de l'électronique de puissance C'est l'objet de l'étude suivante. Outre les applications où pour régler le processus la vitesse variable est indispensable, l'utilisation de la variation électronique permet: - par la possibilité de limiter le couple moteur à une valeur prédéterminée de supprimer les risques de casse de matériel. - par la réduction de l'intensité de démarrage elle autorise un appareillage de moindre calibre. - l'électronique permet de travailler sur toute la gamme de vitesse avec rendement énergétique bon. APPLICATION AUX MACHINES COUPLE OPPOSE PAR LA MACHINE C'est le couple qui s'oppose au mouvement d'entraînement de la machine. Pour animer une mécanique en rotation, il faut que le couple généré par le moteur Cm soit supérieur ou égal au couple que lui oppose la machine Cr. Il est donc nécessaire de connaître l'évolution du couple résistant en fonction de la vitesse de la machine. Couple résistant proportionnel à la vitesse Couple résistant parabolique Couple résistant hyperbolique Les courbes précédentes illustrant les différents types de couples résistants rencontrés ne tiennent pas compte des sur couples résistants opposés par bon nombre de machines au tout début du démarrage (au décollage). Une machine peut présenter en cours de cycle un couple résistant très variable. Ceci peut être dû à: - des causes non aléatoires provenant d'une cinématique particulière (cames, bielles manivelles) ou provenant de cycles spécifiques de travail (presses). - des variations irrégulières de sa charge (variation du flux ou de la consistance de produits) COUPLE ENTRAÎNANT Il y a un couple entraînant lorsque la mécanique entraîne le moteur: 1) Dans le cas de mouvements horizontaux lors des ralentissements plus rapides que ceux obtenus naturellement par simple disparition du couple moteur ou du fait de l'action d'un élément extérieur comme le vent. 2) Dans le cas des mouvements verticaux lors de la descente de la charge. Quelles que soient leurs caractéristiques de couple résistant, toutes les mécaniques sont tantôt récepteur tantôt générateur d'énergie. Lorsque la mécanique est entraînée, le flux d'énergie s'inverse, le souci est de contrôler le potentiel d'énergie par des actions de freinage. COUPLE A FOURNIR PAR LE MOTEUR Si on considère le mouvement suivant, il est caractérisé par deux régimes de fonctionnement.



Le régime établi Le régime transitoire (accélération et décélération) 1) Le régime établi Le régime est établi lorsque la vitesse est constante. Il y a équilibre dynamique correspondant à l'égalité entre le couple moteur et le couple résistant. 2) Le régime transitoire • Accélération (démarrage) Lors de la phase de montée en vitesse on a une accélération positive. Il faut démarrer en un temps imposé donc développer un couple d'accélération positif. Le couple accélérateur Ca et le couple résistant Cr déterminent le couple moteur nécessaire au démarrage. • Décélération (arrêt) Lors de la phase de ralentissement on a une accélération négative. Trois cas peuvent se présenter: 1 - la décélération est naturelle, 2 - la décélération est très lente, ralentissement, 3 - la décélération est très rapide, freinage.



1) décélération naturelle La machine est laissée à elle même, on coupe la tension du moteur d'entraînement qui développe donc un couple nul, seul intervient le couple résistant. 2) freinage Si le temps de décélération doit être plus petit que le temps "naturel", il faut rajouter au couple résistant développé par la machine un couple de freinage. Diverses possibilités permettent d'obtenir un couple de freinage: - freinage par un élément extérieur (frein mécanique) - freinage électrique (contre courant / injection de CC) - freinage par récupération d'énergie (cas d'une charge entraînante) 3) Ralentissement Si le temps de décélération doit être supérieur au temps "naturel" le moteur doit développer un couple moteur pour éviter un arrêt prématuré. Le moteur développe toujours un couple moteur mais plus faible que le couple résistant. LES QUADRANTS DE FONCTIONNEMENT Quel que soit le moteur alternatif ou continu associé à un variateur, il peut fournir suivant les cas, un couple moteur et un couple de freinage dans les deux sens possibles de marche. Ces quatre types de services peuvent être représentés par un système de coordonnées; les plages ainsi délimitées appelées quadrant sont comptées en sens inverse des aiguilles d'une montre et désignées par les chiffres romains I à IV. D'après le sens de rotation de la machine, l'entraînement vers la droite est positif et le couple agissant dans ce sens est lui aussi positif. Si l'on considère le diagramme couple-vitesse, on constate que les quadrants I et III représentent le service en moteur et que les quadrants II et IV, le service générateur ou freinage par récupération. En fonction des comportements de la machine, on distingue des services à un quadrant et des services à plusieurs quadrants deux et quatre. La figure suivante représente les services d'un moteur à courant continu associé à un variateur. La notion de quadrant est déterminante dans le choix d'un variateur électronique. Elle caractérise ses possibilités en "réversibilité d'énergie". Le fonctionnement dans les quatre quadrants ne sera possible, dans le cas d'une solution à variation de vitesse électronique, que si à la fois la chaîne cinématique et la source d'alimentation électrique sont réversibles. CRITERES DE CHOIX D'UN VARIATEUR L'ensemble moto-variateur doit être choisi pour: - vaincre le couple résistant de la machine entraînée dans toute la plage de vitesse utilisée, - fournir le couple accélérateur nécessaire, - fournir le couple de freinage éventuellement nécessaire pour décélérer rapidement, - respecter la gamme de vitesse imposée par le procédé. Il faut prendre en compte, en plus, le fonctionnement permanent ou cyclique de l'application et des conditions d'environnement spécifiques à chaque procédé. Les caractéristiques déterminantes intervenant dans le choix d'un moto-variateur électronique sont: \$ La précision La précision s'exprimant en % de la vitesse affichée est l'écart maximal admissible par rapport à la vitesse de consigne. Cette précision s'étend donc sur toute la gamme de vitesse. La précision de vitesse dépend du type de lecture de la vitesse. \$ La gamme de vitesse La gamme de vitesse est le rapport entre la vitesse maximale et la vitesse minimale de fonctionnement souhaité. Si on demande à un variateur une gamme de vitesse trop importante par rapport à son emploi normal, sa précision se dégrade. Le variateur doit posséder une gamme de vitesse supérieure à celle que réclame l'application. \$ Les quadrants de fonctionnement L'emploi d'un variateur électronique n'exclut pas d'utiliser des moyens conventionnels, mais l'électronique de puissance permet de réaliser les freinages et les inversions de sens de rotation avec souplesse, rapidité, précision et aux moindres frais en consommation d'énergie. Pour un bon fonctionnement de l'ensemble à nuover, il est indispensable de choisir un appareil fonctionnant dans les quadrants désirés. \$ La puissance La puissance d'un variateur est définie par le besoin mécanique de l'application (en régime permanent comme en régime transitoire). Le calcul de la puissance concerne aussi le moteur qui est le premier maillon à définir.

Jé vous propose dans ce montage de réaliser une carte à double utilisation : un variateur de vitesse pour deux moteurs à courant continu basé sur le principe de la modulation de largeur d'impulsion NLI dite aussi PW.M (pulse width modulation) et une carte de commande d'un moteur pas à pas bipolaire.

1) Variateur de vitesse pour deux moteurs à courant continu

1.1) Principe général d'inversion de polarité :

Pour inverser le sens de rotation d'un moteur, il suffit de fermer deux des contacts pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre

Sur le schéma (A) le moteur est à l'arrêt (on devrait même dire qu'il est freiné : en effet il court-circuite les deux piles d'un moteur (rien à le freiner). Sur le schéma (B) il tourne dans le sens inverse du schéma (C) et enfin sur le schéma (D) il est freiné. Et bien voici la base du pont en H, toute l'idée réside dans ce schéma. Bien sûr, pour l'implémenter, il va nous falloir remplacer les interrupteurs par des transistors.

1.2) Variation de sens par pont en H :

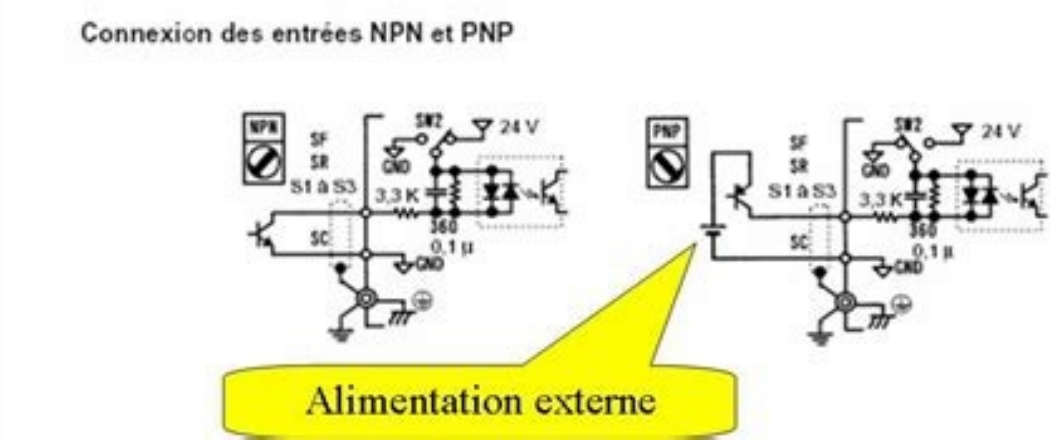
Un pont en H c'est un circuit destiné au pilotage de sens de rotation d'un moteur qui met en œuvre quatre transistors. Il a deux rôles principaux :

- Fournir le courant nécessaire au fonctionnement du moteur.
- Donner la possibilité d'inverser le sens du courant (donc le sens de rotation du moteur).

La puissance du moto-variateur est défini en fonction: - de la puissance maximale nécessaire au fonctionnement de la machine en régime établi. Le couple délivré doit être supérieur au couple résistant demandé par la mécanique, ceci sur toute la plage de vitesse. - du couple de démarrage nécessaire pour la mise en vitesse de la machine dans le temps souhaité.

Le couple maximal que peut délivrer l'ensemble moto-variateur doit être supérieur au couple de démarrage. - du diagramme de charge en cas de fonctionnement cyclique échauffement très variable dans le temps suivant les phases du mouvement (accélération, régime établi, décélération). VARIATION DE VITESSE DES MOTEURS A COURANT CONTINU MISE EN ŒUVRE Un conducteur placé dans un champ magnétique B est soumis à une force F quand il est parcouru par un courant I. Le sens de cette force est donné par la règle des trois doigts: - main Gauche si Générateur. - main droite si moteur. Moteur: L'induit est alimenté par un courant I, les forces F résultantes des forces élémentaires appliquées aux conducteurs, forment le couple moteur qui fixe le sens de rotation. Génératrice: Le même induit entraîne dans le même sens est générateur d'un courant I de sens inverse. Les balais ont la même polarité. • Le Stator (inducteur) réalise l'excitation de la machine, on distingue 2 technologies : - Inducteur bobiné. Sur le stator sont montés des bobinages Inducteurs, ils créent le champ magnétique qui sera canalisé par la carcasse de la machine (circuit magnétique). Ils sont en "fil fin". - Inducteur à aimants permanents.

Les entrées SF, SR et S1 à S3 peuvent être utilisées en NPN et PNP en fonction de la position du switch SW2 accessible sous la console de programmation.



Sur le stator sont montés des aimants permanents, ils créent le champ magnétique qui sera canalisé par la carcasse de la machine (circuit magnétique). • économie des pertes par excitation (5 à 20 % de Pn) • amélioration de la sécurité par une permanence du flux ?. • facilite la construction de machines multi-pôlares de dimensions , poids et prix réduit. • Le Rotor (Induit) c'est la partie tournante, elle comprend: - un circuit magnétique feuilleté, - une turbine de ventilation. SYMBOLE NORMALISE Moteur à inducteur bobiné Moteur à inducteur à aimants permanents stable, en deça le moteur décroche. La caractéristique du couple La courbe ci-dessus définit le couple permanent et le couple transitoire disponibles soit sur un moteur autoventilé soit sur un moteur motoventilé. La différence réside uniquement dans l'amplitude du moteur à fournir un couple permanent important en dessous de 25 Hz. La protection thermique du moteur est assurée par le variateur. Dans le cas d'un fonctionnement au-delà de 50 Hz il est nécessaire de s'assurer auprès de constructeur du moteur des possibilités mécaniques de survitesse du moteur choisi. Protection thermique intégrée du moteur Le microprocesseur calcule à partir de différents éléments (fréquence de fonctionnement, statotique moteur, temps d'utilisation l'échauffement théorique du moteur. L'opérateur sur appel de la visualisation peut connaître à tout moment l'état thermique de la machine. Si le moteur atteint 118% de sa température nominale, le variateur se verrouille et le relais de sécurité est activé. Un code défaut

1) Action sur la tension d'alimentation avec un flux constant - le couple est constant. - la puissance varie proportionnellement à la vitesse. 2) Action sur le flux avec une tension constante - le couple varie avec le flux, - la puissance reste constante, (on gagne en vitesse ce que l'on perd en couple). TECHNOLOGIE DES VARIATEURS Convertisseurs Continu Continu La tension continue U de la source est découpée par un hacheur à transistor ou thyristor. La tension moyenne obtenue est appliquée à l'induit du moteur. Convertisseurs Alternatif-Continu La tension alternative de la source est redressée, la tension moyenne peut varier par l'utilisation de redresseurs commandés. \$ Variateurs monophasés (20 à 50 A) - utilisation d'un pont mixte figs 1 et 2 - utilisation d'un pont complet réversible avec contacteurs fig 3 commutation 50 à 200 ms. - utilisation d'un pont double réversible fig 4 commutation - 6 ms. \$ Variateurs triphasés (50 à 1000 A) - utilisation de pont mixte fig 5 - utilisation de pont complet réversible fig 6 SYNOPSIS D'UNE REGULATION DE VITESSE DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR Variateur de vitesse RECTIVAR 4 Série 44 Alimentation en monophasé (0,65 à 9,3 KW) RECTIVAR 4 Série 74 Alimentation en triphasé (6 à 1700 KW) RECTIVAR 4 Série 44 Alimentation en monophasé (0,65 à 8,5 KW) RECTIVAR 4 Série 84 Alimentation en triphasé (2,7 à 1530 KW) sur le réseau. Cr - Rotor à cage normale Seule une faible variation de vitesse 7n est permise au delà le moindre supplément de Cr entraîne une instabilité, et le décrochage du moteur. - Rotor à cage résistante Ici on obtient une variation plus importante. Réalisation avec utilisation d'un gradateur à thyristors "STATOVAR" (Télé mécanique). Action sur g par baisse de la tension du stator. - \$ par augmentation de la résistance du rotor \$ par addition d'un couple de freinage. - Action sur « f » par hacheur-onduleur, cycloconvertisseur. ACTION SUR P (Moteur à deux vitesses) Moteur à enroulements séparés Les deux enroulements sont indépendants, isolés, montés l'un après l'autre dans les encoches du même stator. Elle s'effectue à partir de la vitesse du moteur et nécessite l'adjonction d'une dynamo tachymétrique et l'adaptation du circuit de retour à la constante de vitesse. Elle s'effectue à partir de la vitesse du moteur et nécessite l'adjonction d'une dynamo tachymétrique et l'adaptation du circuit de retour à la constante de vitesse. Tableau des performances suivant le type de régulation, (en % de la vitesse affichée). Fonctionnement de la limitation de courant L'utilisateur règle la valeur du courant maximum délivré par le variateur au moteur (I limit). 0,4 I MAXI < I limit. < I MAXI Quand la valeur du courant fourni au moteur atteint I limit le variateur signale qu'il fonctionne en limitant le courant au niveau du moteur. Variateur RECTIVAR 4 Série 04 Pont mixte unidirectionnel de 0,65 à 9,3 KW (2) (1) Tension d'excitation 0,45 U réseau en mono alternance 0,85 U réseau en double alternance (2) Gamme de vitesse 1 à 20 en retour de tension (U - RI) 1 à 200 en retour dynamo tachymétrique ATTENTION Si le couple au démarrage est > à 1,2 il faut considérer le courant Id absorbé par le moteur pour déterminer le variateur Id < 1 Maxi variateur. Variateur de vitesse RECTIVAR 4 Série 04 1 sens de marche Alimentation 220 V - 50/60 Hz EXERCICE Documentation N°1 Documentation N°2 Documentation N°3 Document réponse CORRECTION VOIR LE DIAPORAMA PPVARIATION DE VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES RAPPELS vitesse de synchronisme glissement La vitesse de rotation du moteur peut donc être modifiée comme suit: - Action sur « p » action discontinue. - Action sur « g » \$ par baisse de la tension du stator. - \$ par augmentation de la résistance du rotor \$ par addition d'un couple de freinage. - Action sur « f » par hacheur-onduleur, cycloconvertisseur. ACTION SUR P (Moteur à deux vitesses) Moteur à enroulements séparés Les deux enroulements sont indépendants, isolés, montés l'un après l'autre dans les encoches du même stator. Ils permettent un rapport de vitesse quelconque mais fixé à la fabrication, (un enroulement hors tension ne doit jamais être couplé en triangle " courants induits"). Les intensités nominales étant généralement différentes, deux relais thermiques de protection sont nécessaires. Moteur à couplage de pôles (Dahlander - Lindström) Ces moteurs n'ont qu'un seul bobinage triphasé. Il ne permet qu'un seul rapport de vitesse de 1 à 2 Ce rapport est obtenu par couplage des enroulements. Deux couplages sont possibles: (?série - parallèle) machines outils (série - parallèle) machines centrifuges Les mêmes raccordements sont à réaliser au niveau de la plaque à choix du couplage est à préciser à l'achat du moteur. ACTION SUR g Pour un moteur asynchrone, en fonction de la vitesse, le couple varie comme le carré de la tension. C = K U 2 Le couple passe par un maximum pour: g ? = R / L R : résistance du rotor L : inductance du rotor g : glissement ? : vitesse angulaire de synchronisme Au delà de la vitesse correspondant au couple maximal le fonctionnement du moteur est stable, en deça le moteur décroche. La caractéristique du couple 7n est permise au delà le moindre supplément de Cr entraîne une instabilité, et le décrochage du moteur. - Rotor à cage résistante Ici on obtient une variation plus importante. Réalisation avec utilisation d'un gradateur à thyristors "STATOVAR" (Télé mécanique). Action sur g par augmentation de la résistance rotorique (moteur à bagues). Les résistances rotoriques sont prévues pour supporter le fonctionnement en petite vitesse. Elles dissipent l'énergie à l'extérieur du moteur. Elles sont en général fermées par un pont redresseur lui même court circuité par un hacheur qui ajuste ainsi la résistance rotorique. Action sur g par addition d'un couple de freinage On utilise en général un ralentisseur à courants de FOUCAULT. ACTION SUR f On utilise l'association: La conception des quaterns circuits principaux (redresseur - circuit intermédiaire - onduleur - circuit de commande et de régulation) dépend essentiellement du type de convertisseur considéré. Convertisseur de fréquence à largeur d'impulsions modulées (PWM). Variateur de fréquence SYSDRIVE Pourquoi faut-il choisir, pour un problème de variation de vitesse l'association d'un moteur asynchrone et d'un variateur de fréquence. Parce qu'ils répondent aux exigences de robustesse et de simplicité des utilisateurs, les moteurs asynchrones sont les plus utilisés dans l'industrie. Il est possible aujourd'hui, de faire varier leur vitesse et d'obtenir un couple constant, nécessaire le plus souvent à l'entraînement des machines. Les variateurs de fréquence sont particulièrement adaptés à la commande des moteurs asynchrones normalisés, en fournissant une fréquence et une tension variables à partir du secteur. Ces variateurs allient à la robustesse une grande simplicité de mise en œuvre. Caractéristique de couple La courbe ci-dessus définit le couple permanent et le couple transitoire disponibles soit sur un moteur autoventilé soit sur un moteur motoventilé. La différence réside uniquement dans l'amplitude du moteur à fournir un couple permanent important en dessous de 25 Hz. La protection thermique du moteur est assurée par le variateur. Dans le cas d'un fonctionnement au-delà de 50 Hz il est nécessaire de s'assurer auprès de constructeur du moteur des possibilités mécaniques de survitesse du moteur choisi. Protection thermique intégrée du moteur Le microprocesseur calcule à partir de différents éléments (fréquence de fonctionnement, statotique moteur, temps d'utilisation l'échauffement théorique du moteur. L'opérateur sur appel de la visualisation peut connaître à tout moment l'état thermique de la machine. Si le moteur atteint 118% de sa température nominale, le variateur se verrouille et le relais de sécurité est activé. Un code défaut

apparaît sur les afficheurs. Freinage et arrêt La figure ci-contre donne l'allure des courbes de couple de freinage. Elles sont liées aux caractéristiques du moteur.

Le couple de freinage est nul à vitesse nulle, il s'effectue par injection de courant continu. Autodiagnostic Une séquence d'autodiagnostic est intégrée dans le variateur. Elle permet de contrôler les fonctions principales du produit et de mettre en évidence un défaut éventuel au niveau : - de la connectique et des circuits d'entrées logiques, - de la carte de puissance et de la carte de contrôle.

Cette séquence permet une assistance efficace à la maintenance ! Utilisations particulières - Utilisation avec un moteur de puissance différente du calibre du variateur. L'appareil peut alimenter tout moteur de puissance inférieure à celle pour laquelle il a été prévu. Pour des puissances supérieures au calibre du variateur, s'assurer que le courant absorbé ne dépasse pas le courant nominal du variateur. - Association de moteurs en parallèle, Le calibre du variateur doit être supérieur ou égal à la somme des calibres des moteurs à raccorder. Il sera dans ce cas nécessaire de protéger chaque départ moteur par un relais thermique. - Couplage d'un moteur en aval du variateur, Le couplage à la volée est envisageable si la puissance du moteur génère une surcharge acceptable: ($I_p < I_{pn}$ intensité transitoire maximale du variateur). - Utilisation de moteurs spéciaux. Moteurs frein, le frein doit être libéré pour une fréquence > 5 Hz. OMRON VARIATEUR DE FREQUENCE - Très compact, - Puissance en monophasé : 0,1 kW à 0,75 kW, - Alimentation monophasée de 200 à 240 Vc.a., - Console intégrée, - Gamme de fréquence : 0 à 400 Hz, - Une courbe V/f configurable, - Unité de freinage intégrée pour tous les modèles, - Conforme CE, - 8 types de variateurs intégrant les fonctions, 4 quadrants en standard, - Silencieux : fréquence de découpage réglable de 2,5 à 10 kHz éliminant 40 % des bruits, - 2 modèles disponibles : un modèle standard et un modèle haute fonctionnalité. EXERCICE

Extrait BTS 1995 CORRECTION VOIR LE DIAPORAMA PP