

Cartes contrôle moteur :

Qu'elle soit réalisée à partir de cartes ou de modules, la commande de moteurs, de petite ou de forte puissance, utilise les mêmes techniques de contrôle. Ces techniques s'adaptent à la plupart des moteurs et permettent le contrôle, non seulement de la vitesse mais des accélérations, du démarrage, de l'arrêt, du positionnement, du renversement de marche... La plupart du temps, ce sont les techniques scalaire et vectorielle qui sont mises en œuvre, avec les diverses possibilités de boucle fermée ou de boucle ouverte. Cette dernière est cependant de moins en moins utilisée, la précision sur la vitesse étant mauvaise car elle dépend des variations de la charge et de la tension de la source. Par ailleurs, il est facile aujourd'hui, grâce à l'ensemble des moyens électroniques disponibles, de mettre en œuvre la boucle fermée sans coût important dans tous les cas de contrôle de moteur.

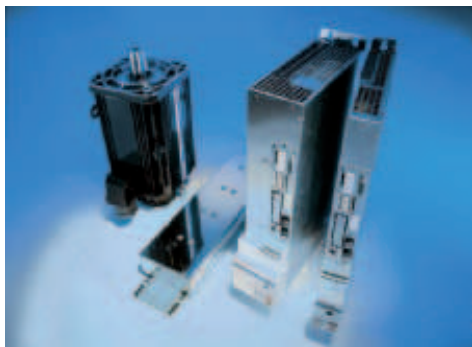


Système modulaire de B&R conçu pour les machines multi-axes.

Le moteur le plus utilisé dans l'industrie est de type asynchrone à cage d'écureuil. Il est robuste, fiable, normalisé, économique, disponible, peu encombrant, simple... Lorsque les enroulements statoriques sont alimentés, ils produisent un champ tournant. Les lignes de flux qui traversent le rotor se déplacent par rapport aux barres conductrices de la cage. Il se crée alors un courant induit dans les barres mises en court-circuit à leurs extrémités. L'action du champ magnétique sur ce courant génère les forces déterminées par les lois de Laplace. Un couple moteur entraîne le rotor qui s'oppose au couple de la charge, ce qui produit un glissement. Pour le commander, il suffit d'utiliser la modulation de largeur d'impulsions qui fait maintenant l'unanimité. Cette modulation est mise en œuvre par l'onduleur de tension, associé à un redresseur non contrôlé et un filtre capacitif. L'apparition sur le marché des semi-conducteurs : thyristors, transistors bipolaires, GTO, IGBT, transistors Mosfet, des circuits électroniques spécialisés pour la commande de ces composants de puissance, et des circuits intégrés (micro-contrôleurs, DSP et ASIC), ont rendu l'alimentation et la commande des moteurs plus performante. Selon les fonctions nécessaires à l'application, les utilisateurs ont le choix entre deux techniques : le contrôle U/f avec ou sans capteur et le contrôle vectoriel de flux. La première tech-

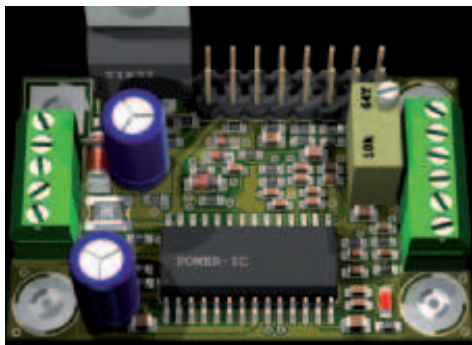


Ensemble de commande de moteurs de Beckhoff.



L'Indradrive de Bosch Rexroth pour commande de moteurs asynchrone par contrôle vectoriel de flux.

nique est une commande scalaire. Elle permet d'évaluer la charge et la résistance statorique. Seul le module de la variable à réguler est prise en compte (la tension), la phase du vecteur qui la représente n'étant pas pris en compte. La commande, souvent utilisée, est celle à flux constant pour que le moteur développe le couple maximum, à toutes les vitesses. Pour maintenir ce flux constant, il faut que le rapport entre la tension et la fréquence reste fixe. Afin que le couple demeure stable, quelles que soient les conditions de charge et de vitesse, on peut utiliser un générateur de fonctions qui détermine la valeur des tensions que doit générer l'onduleur à partir de la vitesse du flux statorique. Quoiqu'il en soit, cette commande ne permet pas d'obtenir de bonnes performances dynamiques car il reste difficile de prendre en compte la résistance statorique, ce qui peut conduire à des erreurs importantes aux très basses vitesses. Le variateur de vitesse de type scalaire ne peut s'utiliser que lorsque les performances dynamiques sont peu contraignantes.



La carte de commande SLBL30 de Dynamic Motion économique et compacte.

Pour des performances élevées : la commande vectorielle de flux

Certaines applications nécessitent des performances élevées au démarrage, au freinage, au renversement du sens de marche, à la variation rapide de vitesse, en régime transitoire. Pour cela il faut faire appel à la commande vectorielle de flux qui comporte l'estimation de la charge du moteur, déterminée à partir de la mesure de l'intensité dans l'étage continu du variateur, et l'estimation de la résistance statorique, caractéristique physique du moteur, dépendant de la température. Il est alors possible de calculer la tension à appliquer au moteur, à une vitesse donnée, pour obtenir le flux optimal. Cette commande permet aussi une suralimentation transitoire, qui augmente la tension lors d'accélérations rapides, et une compensation du glissement afin de maintenir la vitesse de rotation sensiblement constante. Dans ce dernier cas, le moteur est alimenté à une fréquence légèrement plus importante qui est fonction de l'estimation de la charge et

de la fréquence correspondant à celle du glissement nominal du moteur.

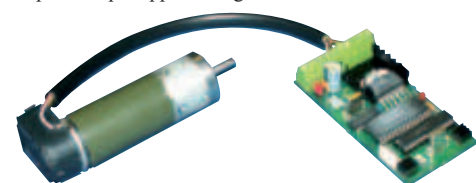
Hormis l'amélioration de la qualité de l'entraînement, cette commande vectorielle permet aussi d'obtenir d'autres fonctions annexes de manière plus performante. La fonction reprise à la volée, par exemple, permet de reprendre le contrôle d'un moteur en pleine rotation. L'alimentation du moteur étant coupée, sa vitesse diminue. Pour reprendre le contrôle sans surintensité, il faut connaître la vitesse et la position du flux pour pouvoir le synchroniser. Grâce à la structure de cette commande, il est ainsi possible d'estimer la vitesse et le flux alors que le moteur n'est plus alimenté. L'estimation de la vitesse peut être effectuée même s'il ne reste qu'un faible flux rémanent dans la machine.

Quelles cartes et modules d'entraînement, avec quels moteurs ?

Les cartes et modules gèrent non seulement des moteurs asynchrones mais également des moteurs à courant continu et des moteurs pas à pas. Pour ces derniers, qui se caractérisent par une commande par impulsions, cartes et modules génèrent automatiquement les rampes d'accélération et de décélération. Ils fonctionnent souvent en boucle ouverte, c'est-à-dire qu'ils n'effectuent pas le contrôle du nombre de pas demandés et ne peuvent pas savoir si un obstacle a pu bloquer le moteur. Les ensembles cartes moteurs, ou modules moteurs, apportent une solution simple et économique à des applications de robotique simple. Leur rendement est généralement assez médiocre, et leurs performances sont réduites par rapport à leur poids et à leur consommation en courant. Ils restent cependant très utilisés en raison d'un couple relativement élevé à bas régime, de leur faible coût et de leur simplicité.

Lorsqu'il est nécessaire, le moteur à courant continu et sa commande conduisent généralement à un très bon rendement sous un faible encombrement, avec des vitesses et des accélérations importantes. L'ensemble peut fonctionner en boucle fermée s'il est équipé d'un codeur incrémental. Les modules et cartes de contrôle de ce type de moteur permettent une très grande précision et d'excellentes performances. Ils sont particulièrement adaptés aux applications de robotique légère. On obtient fréquemment des précisions de positionnement jusqu'à 1/1000° de tour. L'électronique peut limiter le couple du moteur et être informée sur le mouvement en cours et, en particulier, savoir si le moteur ne peut pas arriver à la position voulue par suite d'un effort trop important ou d'un obstacle rencontré durant le parcours.

Par ailleurs, la position du rotor du moteur peut être déterminée à tout moment, même si on l'a fait tourner manuellement, et il est souvent possible de réaliser des repérages de position par apprentissage.



La carte d'asservissement numérique en position et en vitesse XA-629 de Sidena

Les moteurs à courant continu, ainsi asservis, apportent des performances et une souplesse d'utilisation bien supérieures à celles des moteurs pas à pas.

Le choix de la carte ou du module de contrôle peut être vu également côté interface de communication que les fabricants de cartes et de modules proposent avec leurs produits : réseaux Profibus DP, Interbus S, Devicenet, CanOpen et Ethernet... Pour des applications plus simples, souvent les cartes à bus série du type RS232 ou RS 432, et I2C suffisent.

Jean-Pierre Feste

des solutions complètes, simples et économiques

Distributeurs Fabricants Site Internet	Référence produit	Tension entrée Courant sortie, Type de moteur	Entrées / sorties Interface réseaux	Mode de contrôle, logiciel	Limitation en courant Indice de protection	Applications principales	Commentaires
A2V www.a2v.fr	DMX-K-DRV-11 Taille Nema 11	Tension max: 24 Vdc / Moteur pas à pas avec électronique intégrée 16 Micropas	Clock / Dir /Enable / Fault	Pulse / Dir/ USB Logiciel configurable	Courant max: 0.1 à 2.5 A	Médical, Industrie générale	Moteur pas à pas avec piloteage par pulse et direction intégré. Disponible également en Taille Nema 17 et 23
A2V www.a2v.fr	DMX-K-SA-17 /23 Taille Nema 17 et 23	Tension max: 35 Vdc/ Moteur pas à pas avec électronique intégrée 16 Micropas	9 In/ 3 Out	Programmable BASIC	Courant max: 0.1 à 3 A	Médical, Industrie générale	Moteur pas à pas avec électronique intégrée programmable avec communication RS232 / RS485
B&R www.br-automation.com	ACOPOSmulti	3x 220 VAC à 3x 480 VAC, 1 kW – 120 kW, moteurs synchrones, asynchrones, servomoteurs, linéaires, couples	Entrées (par module) : 2 x trigger, 2 x arrêt EN954 cat. 4 Sorties (par module) : 2 x 24 V, 1 x frein moteur 2 x POWERLINK	Régulation : boucle fermée (régulation PI numérique avec processeur DSP, boucle de courant 50 µs, boucle de position 400 µs) ou boucle ouverte (commande U/f)	IP20	Contrôle de mouvement et de position, variation de vitesse, synchronisation multi-axes, cames électroniques, séquenceur à cames, commande CNC...	Machines multi-axes Correction du facteur de puissance et réinjection réseau Deux axes par module variateur Sécurité EN954-1 cat.4 et SIL3 avec Powerlink Safety
BECKHOFF www.beckhoff.com	KL25x1	Commande de moteur pas à pas jusqu'à 50 V, 5 A	2 entrées rapides 10 µs, une entrée codeur. Ouvert sur tous les réseaux de terrain	Commande en vitesse ou position.	IP20	Technique d'entraînement low cost.	Permet de commander 1 moteur pas à pas au niveau des E/S déportées
BECKHOFF www.beckhoff.com	KL25x2	Commande de moteur à courant continu jusqu'à 50 V, 5 A	2 entrées rapides 10 µs, une entrée codeur. Ouvert sur tous les réseaux de terrain	Commande en vitesse	IP20	Technique d'entraînement faible coût	Permet de commander 2 moteurs à courant continu au niveau des E/S déportées
BOSCH REXROTH www.boschrexroth.fr	IndraDrive	200 à 500 V, 12 à 350 A Moteurs synchrone, asynchrone, à aimant permanent, brushless, linéaire	8 entrées numériques / 2 sorties analogiques et 3 sorties relais RS 232, Ethernet IP SERCOS II, SERCOS III, Profibus, DeviceNet, CanOpen, Profinet	Synchrone : boucle ouverte / fermée Asynchrone : contrôle vectoriel de flux / U/f IndraMotion MLD	12 à 350 A IP 20	Automation, emballage agroalimentaire, imprimerie, manutention transformation du plastique, machines- outils	Variateurs modulaires Fonctions de sécurité embarquées selon la norme EN 954-1 Avec ou sans réinjection réseau
CROUZET www.crouzet.com	BDE40	11 à 36 Volts cc, 10A nominal, pour moteur sans balais	Entrées TOR, 0 à 10 V et PWM Sorties : sens réel de rotation, codeur 12p/tour	Contrôle de vitesse 4 quadrants en boucle fermée	14A, IP10 vitesse, limite de couple, maintien, freinage	Utilisation seule ou avec automate. Carte « universelle » conçue pour tous moteurs Blcd à effet halls	Pour moteurs sans balais à effets hall
DYNAMIC MOTION www.dynamicmotion.ch	Tinaxis Plus BL150	12 à 48 V 3 A (6 A pointe) Moteur sans balais	10 I/O 24 V RS485 RS232	Programmable en BASIC	limite courant : oui IP: non	Régulation de process industriel, machines divers	Moteur et commande intégrés dans 1 seule unité. Applications autonome ou pilote à distance
DYNAMIC MOTION SA www.dynamicmotion.ch	Tinaxis Plus STP60	12 à 45 V, 1,2 A Moteur pas-à-pas	8 I/O 24 V	Programmable en BASIC	limite courant : oui. IP: non (carte seule)	Positionnement précis, machines de laboratoire, etc.	Electronique programmable très compacte, pour des applications autonomes
FiveCo www.fiveco.ch	FMod- IPECMOT 48/10	15-48 VDC, 10 A, DC avec ou sans balais	2 Entrées Ethernet	Position, Vitesse avec suivi de trajectoire	Réglable (0,1 à 15 A)	Table XYZ de précision, robot mobile, petite machine d'assemblage, bras robotisé...	Ethernet standard Régulateur en position/vitesse sans encodeur (avec les sondes de Hall)
FiveCo www.fiveco.ch	FMod- IPDCMOT 48/1.5	10-48 VDC, 1,5 A, DC avec balais	2 Entrées Ethernet	Position, Vitesse avec suivi de trajectoire	Réglable (0,1 à 3 A)	Table XYZ de précision, robot mobile, petite machine d'assemblage, bras robotisé...	Compatible Power over Ethernet (PoE 802.3af)
IMO JEAMBRUN Dist : DELTA TAU www.imojeambrun.fr	Geobrick	220 VAC 8 A nominal Sans balais	4/6/8 axes 32E/16S USB2, Ethernet RS232, Modbus TCP/IP	Contrôleur multitâche intégrée. Langage basic DLL Windows Driver Linux	IP20 Toutes protections	Machines spéciales, Usinage, assemblage Interpolation multiaxes	Boîtier de 4, 6 ou 8 axes Carte d'axes de haut niveau avec variateurs intégrés
IMO JEAMBRUN Dist : BALDOR www.imojeambrun.fr	MINTDRIVE	220 – 400 VAC 1.5 à 27 A nominal Sans balais	Mono axe, 8E/3S ext. USB, Ethernet, Powerlink Canopen, Devicenet, Profibus	Contrôleur multitâche intégrée Langage Basic avec ActiveX	IP20 Toutes protections	Machines spéciales	Variateur intelligent Programmation très accessible et puissante
LEROY-SOMER www.eroy-somer.com	DIGIDRIVE SK	Mono :110-230 V, 48/62Hz Tri : 230-400-690 V 48/62Hz Asynchrone	5 analogiques (+3 opt), 6 logiques (+7 opt) Profibus DP, Interbus S, Devicenet, Can Open Ethernet TCP/IP	U/f, vectoriel de flux boucle ouverte 0 à 1 500 Hz	IP 20 refroidisse- ment par air	Pompage, ventilation, agitation, levage, convoyage, translation, enroulage déroulage	Option clé « logicStick » intégrant des programmes de gestion d'application
LEROY-SOMER www.eroy-somer.com	DIGITAX ST Versions : Base, Indexer, Plus	Mono: 230V Tri: 230-400V 48/62Hz 1,1 à 8A Servomoteur synchrone	2 sorties analogiques 3 entrées logiques 1 entrée Freeze (1µs) 1 entrée codeur universelle Profibus DP, Interbus S Devicenet, Can Open Ethernet TCP/IP SERCOS, EtherCat	Contrôle servomoteurs à aimants. Gestion de tous types de capteurs de vitesse (incrémental, Sin Cos, SSI, résolveurs)	IP 20 refroidisse- ment par air	Applications standard : Positionnement, CAME, synchronisation, maître virtuel	Intégration de modules Applications pour développement IEC 61131-3 - PLC Open, CT Soft Indexer
MDP MDPelectronics www.mdp.fr	MOTION 60/10	60 VDC, 10 A Courant continu, brushless avec et sans capteur Pas à pas	6 entrées TOR 6 sorties TOR 1 entrée analogique 1 sortie analogique CANopen DSP402, RS232	Asservissement couple Asservissement vitesse, Asservissement position	10 A permanent 15 A crête IP00	Manutention Emballage et conditionnement Semiconducteur	Logiciel applicatif adaptable à l'application client Universelle
MDP MDPelectronics www.mdp.fr	NANO 30/3	30VDC 3A DC, BLDC et Pas à pas	5 entrées TOR 1 entrée analogique 1 sortie TOR Interface série	Régulation vitesse	3 A permanent	Imprimerie, Marquage Composants d'automatismes Climatisation, vanne	Paramétrable Petite dimension Economique
SEW-USOCOME www.usocomme.com	MOVIMOT	200 / 240 V tri 380/500 V tri 0,37 à 3,0 kW AC	En standard : 3 entrées binaires 1 sortie relais, Profibus Interbus, Interbus fibre optique, AS-interface, DeviceNet, CanOpen	VFC et U/f 0 à 100 Hz Variateurs décentralisés	IP54 à IP66 surintensité, court-circuit, surtension, rupture phase...	IP54 à IP66	
SEW-USOCOME www.usocomme.com	MOVITRAC B	0,25 à 2,2 A, 0,25 à 45 A 230 V, 400/500 V tri 230 V tri	En standard : 1 entrée analogique 6 entrées binaires 2 sorties binaires 1 sortie relais	Convertisseur de fréquence 0 à 150Hz en mode VFC 0 à 600Hz en mode U/f	IP20 surintensité, court-circuit, surtension, rupture phase...		Fonction économie d'énergie Régulateur PI. Assistant de mise en service