



## Paramètres des servomoteurs et conversions appropriées pour l'utilisation d'un servovariateur et comparaison

**L'utilisation des paramètres du servomoteur dans leurs unités de mesure correctes telles que définies par le fabricant du moteur est impérative pour obtenir la performance souhaitée du mécanisme. Toutefois, si l'on ne comprend pas correctement les détails des paramètres du moteur et du variateur par rapport à leurs termes, unités et nomenclature définis et aux conversions calculées entre eux, on risque d'appliquer des unités incorrectes, ce qui complique à la fois le développement de concepts pour la machine et le processus de fabrication.**

Ce livre blanc démontre exactement comment les concepteurs de machines peuvent surmonter les difficultés liées aux paramètres des servomoteurs et les appliquer correctement à tout moteur ou variateur afin de répondre à des exigences spécifiques. Un ensemble standard habituel de systèmes d'asservissement est expliqué en profondeur, de même que leur nomenclature typique et les conversions applicables entre eux.

Même si les données paramètres du moteur entrées dans le servovariateur doivent être celles spécifiquement prévues par le concepteur, il existe souvent des différences entre ces données et les unités de mesures correspondantes définies présentées sur la fiche technique d'un moteur.

Toutefois, ces variations peuvent s'avérer très problématiques si elles ne sont pas reconnues rapidement et risquent d'affecter à la fois le développement du concept de la machine et le processus de fabrication. La raison de leur existence est simple : dans l'industrie des servomoteurs, il n'existe pas de méthode cohérente de publication de données sur les servomoteurs, pas d'unités de mesure ou de nomenclature standard pour la saisie des paramètres des servocommandes des servomoteurs et les méthodologies de servocommutation disponibles sont différentes.

Il est essentiel de bien comprendre la conversion des paramètres du moteur pour entrer ceux du variateur, procéder à des comparaisons entre moteurs, affiner les réglages du fonctionnement d'un axe et assurer les dépannages. Sinon, le concepteur de la machine pourrait facilement rencontrer un défaut de fonctionnement de son mécanisme sans comprendre que sa cause est liée à des unités de paramètres incorrectes ! La saisie correcte des unités de paramètres du variateur est absolument indispensable pour obtenir le fonctionnement souhaité des boucles d'asservissement. En cas d'inexactitude, les algorithmes de contrôle d'un servovariateur ne peuvent pas fonctionner correctement et réagir au mécanisme constamment changeant : commandes, charges et signaux de retour.

Heureusement, il n'existe que deux principales méthodes de contrôle électronique utilisées pour la commutation d'un CC sans balais ou d'un servomoteur synchrone triphasé ( $\emptyset$ ) CA à aimant permanent : l'onde sinusoïdale et la commutation en six étapes (ou commutation trapézoïdale). Même si la plupart des paramètres de servomoteur peuvent être présentés de trois manières différentes, les deux méthodes de commutation électroniques sont souvent mixées. **(Voir le tableau de conversion des paramètres du moteur, p. 6).**

Les terminologies généralement utilisées pour décrire les servomoteurs sont : servomoteur CC sans balais (BLDC ou BLDCM), servomoteur synchrone sans balais CC/CA, servomoteur CA à aimant permanent et autres conventions de dénomination similaires. La plupart de ces termes ont été établis dans les années 1980 par plusieurs fabricants de pointe de servomoteurs. Leur objectif était d'encourager leur adoption par le marché et de bien faire comprendre qu'un servomoteur CA à aimant permanent (moteur CA AP) avec commutation électronique pourrait remplacer la fonction servo d'un servomoteur CC sans balais à aimant permanent.

Quelles que soient les différentes conventions de dénomination, les moteurs sont fondamentalement de la même conception, car il s'agit dans tous les cas de machines triphasées ( $\emptyset$ ) synchrones AP CA. De nombreuses explications ont été fournies au fil des années quant aux raisons de l'existence de différentes conventions de dénomination dans l'industrie, notamment celles qui sont liées aux caractéristiques Bfem : onde sinusoïdale parfaite pour la commutation sinusoïdale ou trapézoïdale pour la commutation en six étapes. Toutefois, ces différences étaient dues davantage à la nécessité de surmonter ces fausses perceptions d'une barrière technologique qu'à autre chose.

Les méthodes de contrôle de la commutation les plus courantes sont souvent identifiées comme (1) commutation à onde sinusoïdale ou commutation sinusoïdale et (2) commutation en 6 étapes ou par blocs (ou commutation trapézoïdale), où chaque cycle électrique est défini en six étapes de commutation.

Par définition, une unité de mesure est une magnitude précise d'une certaine quantité physique, définie et adoptée par une convention et/ou par une loi, qui est utilisée comme norme pour mesurer la même quantité physique.<sup>1</sup> En conséquence, il est logique que différentes méthodes de commutation de servomoteurs, telles que décrites précédemment, aboutissent à des ensembles standard différents d'unités de paramètres.

À ce stade, nous avons établi une exigence importante pour atteindre la performance optimale du servomoteur dans chaque application. Le fonctionnement optimal dépend des paramètres physiques spécifiques, des quantités et des unités spécifiques du moteur correctement converties, puis entrées avec précision dans la base de données du variateur, conformément aux définitions spécifiques exposées par le fabricant du servovariateur. Cette compréhension des paramètres et unités spécifiques est tout aussi importante pour affiner les réglages du fonctionnement d'un axe, dépanner et comparer des servomoteurs entre eux.

**La gamme de servomoteurs KBM de Kollmorgen est conçue pour être directement intégrée à la machine, en utilisant les propres paliers de la machine pour soutenir le rotor.**



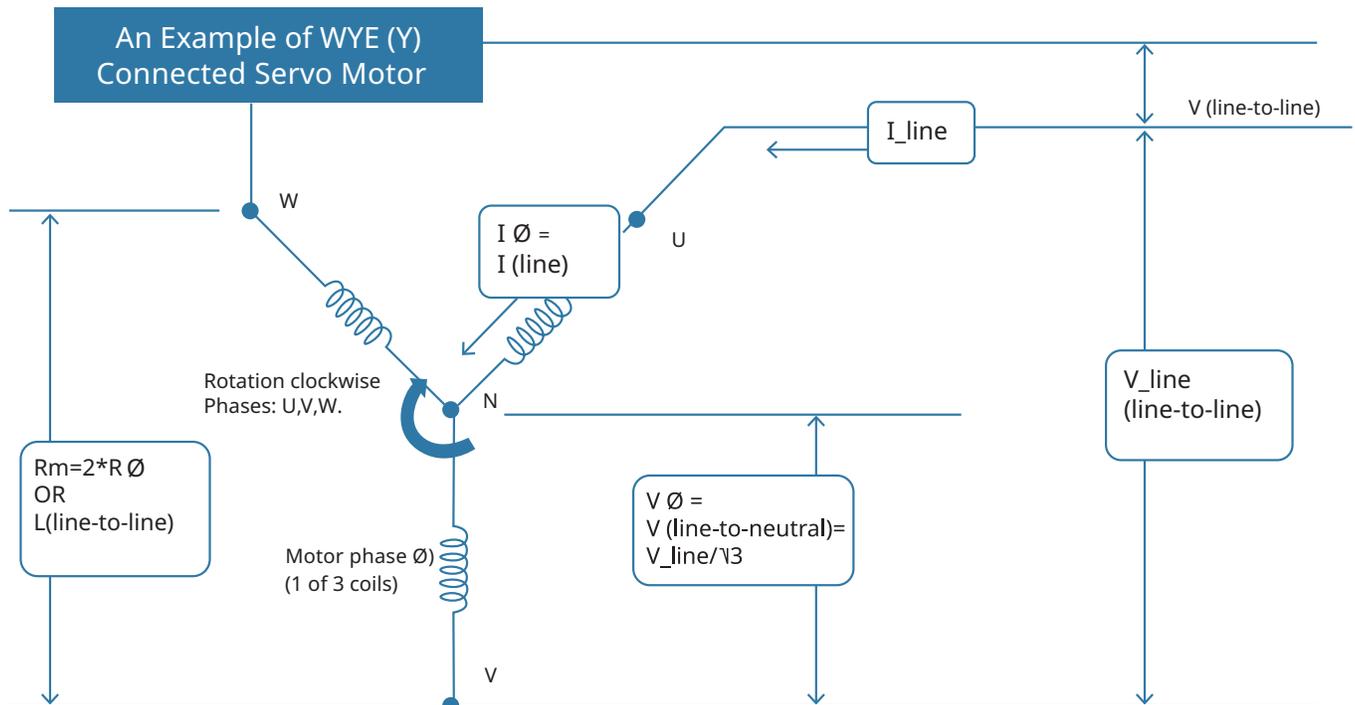
1. « unité de mesure » dans le *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*, 3<sup>e</sup> éd., comité commun pour les guides en métrologie (JCGM), 2008, pp. 6-7.

**REMARQUE :** des problèmes surviennent souvent en raison d'un manque de clarté entre les unités présentées et l'identification de la nomenclature pour les deux méthodes de commutation, combiné avec une incohérence de l'utilisation des paramètres et des unités présentés par les fabricants de moteurs et de variateurs.

Pour surmonter efficacement ce type de problème et atteindre nos objectifs, il faut acquérir une meilleure compréhension des unités et de la nomenclature des moteurs pour procéder à des comparaisons adéquates entre servomoteurs et à la conversion et à la saisie correctes dans l'amplificateur du servovariateur qui les utilise.

Au fil de la maîtrise de la connaissance et de la technologie du domaine du contrôle du mouvement, la plupart des servomoteurs triphasés ( $\emptyset$ ) **AP CA** ont fini par utiliser une armature **wye (Y)**, en particulier pour la commutation sinusoïdale. Aux fins du présent article, une armature **wye (Y)** est utilisé pour décrire les différents ensembles de normes habituelles d'unités et de conversion entre elles.

**Suppositions concernant la figure ci-dessous :** un moteur triphasé avec connexion wye (Y) a été sélectionné pour sa capacité typique à présenter des formes d'ondes fem sinusoïdales lorsqu'il est entraîné en arrière en tant que générateur, avec des bobines électriquement équilibrées versus une armature delta ( $\Delta$ ). Remarque : les considérations portant sur les enjeux du « torque angle advance », d'affaiblissement du champ et d'harmoniques se situent hors de la portée de cet article.



## Remarques importantes

Ce n'est pas parce que la nomenclature d'un variateur est présentée exactement comme celles figurant dans cet article que les unités requises sont cohérentes avec celles présentées par un fabricant donné. En outre, ce n'est pas parce que les unités requises par le variateur sont présentées exactement comme celles qui figurent dans les présentes que leurs définitions sont les mêmes. Dans l'industrie de l'électricité, par exemple, certaines des unités sujettes sont généralement normalisées en valeurs RMS, mais ne disposent pas de la notation spécifique définissant la moyenne quadratique (RMS) via des indices. Toutefois, le manque de spécificité par indice pour une unité requise dans cette discipline particulière du contrôle du mouvement peut facilement véhiculer un sens erroné pour l'unité.

Pour préserver les symboles et définitions les plus cohérents dans l'industrie, la nomenclature utilisée des constantes désignées est définie ci-dessous :

**1. Constante de tension (fem) :**  $K_e$  (alias  $K_{fem}$ ,  $K_E$  et  $K_b$ ) définis comme la tension maximale de ligne à ligne développée selon une certaine unité de vitesse.

**Remarque :** lorsque l'unité de vitesse constante de la tension est en rad/seconde et que la  $K_t$  est en Nm/A, les constantes spécifiques du moteur sont égales :

$$K_e(V/\text{rad}/\text{sec}) = K_t(\text{Nm}/\text{A}).$$

C'est le cas pour les servomoteurs à balais CC PM, où  $K_e(\text{VDC}/\text{rad}/\text{sec}) = K_t(\text{Nm}/\text{AMPS}_{CC})$ , sans considération de la différence entre les unités chaudes ou froides.

**Deux unités de  $K_e$  populaires sont :**  $V/\text{rad}/\text{sec}$  et  $V/\text{kRPM}$ , où  $V/\text{kRPM} = 1000\{K_e(V/\text{rad}/\text{sec})\}/\{(60_{\text{sec}}/\text{min})/(2\pi_{\text{rad}}/\text{révolution})\} = 1000\{K_e(V/\text{rad}/\text{sec})\}/9,55$ .

### Remarques spécifiques :

(a) **V = VCC-bus** est égal à la tension maximale (crête) disponible (VCC-bus pour la plupart des systèmes d'entraînement) et spécifiquement NON en unités RMS.

(b) **Constante de tension (fem).**  $K_e$  dans les unités :  $V/\text{rad}/\text{sec}$  ou  $V/\text{kRPM}$  (ou autre équivalent), sont habituellement associées à la commutation en 6 étapes par opposition à la commutation sinusoïdale.

(c) **Pour une armature wye (Y)**, si la fiche technique d'un moteur définit la constante de tension (fem) comme la tension de phase ( $\emptyset$ ) (ligne à neutre) développée par une certaine unité de vitesse, elle doit être multipliée par  $\sqrt{3}$  pour atteindre les unités de  $K_e$  de ligne à ligne définie par le numéro 1 (ci-dessus).

**2. Constante de tension (Bfem) :**  $K_b$  (alias  $K_{Bfem}$ ,  $K_B$  et  $K_e$ ) définie comme la tension RMS de ligne à ligne développée par une unité de vitesse.

$$K_b(V_{\text{rms}}/\text{kRPM}) = K_e(V/\text{kRPM})/\sqrt{2} \text{ OU} \\ K_b(V_{\text{rms}}/\text{rad}/\text{sec}) = K_e(V/\text{rad}/\text{sec})/\sqrt{2}, \text{ où } K_b(V_{\text{rms}}/\text{kRPM}) = 1000\{K_e(V/\text{rad}/\text{sec})/9,55\}/\sqrt{2}.$$

### Remarques spécifiques :

(a) **Constante de tension (Bfem) :**  $K_b$  dans les unités :  $V_{\text{rms}}/\text{rad}/\text{sec}$  et  $V_{\text{rms}}/\text{kRPM}$  (ou un autre équivalent) sont associées à la communication sinusoïdale par opposition à la commutation en 6 étapes.

(b) Si la fiche technique d'un moteur définit la **constante de tension (Bfem) comme la tension RMS  $\emptyset$  (de ligne à neutre)** développée par une unité de vitesse, elle doit être multipliée par  $\sqrt{3}$  pour obtenir les unités de  $k_b$  de ligne à ligne définie par le numéro 2 ci-dessus.

**Constante de couple :**  $K_t$  (alias  $K_T$ ) définie comme le ratio d'une unité de couple (T) par Amp où Amp est **(a.)**, la phase maximale du courant (de crête) du moteur ( $\emptyset$ ) (de ligne à neutre) ou **(b.)**, le courant RMS  $\emptyset$  (ligne à neutre).

### Remarques spécifiques :

Il existe **deux spécifications différentes pour le terme  $K_t$**  en raison des différences conventionnelles entre les méthodes de contrôle de commutation en 6 étapes et sinusoïdale. En conséquence, la relation entre les deux unités de courant  $K_t$  (A et A-rms, telles qu'utilisées dans les présentes) ne devrait pas être supposée. En outre, la connaissance spécifique du fait que la constante de couple est le couple développé par une certaine unité de courant au cours d'une phase ( $\emptyset$ ) de l'armature wye (Y) est généralement supposée et en conséquence, pas toujours publiée sur les fiches techniques des moteurs par le fabricant du moteur. Le courant de ligne à ligne est égal au courant de ligne à neutre dans le cas d'une armature wye (Y).

(a.) **Constante de couple :**  $K_T$  (alias  $K_t$ ) définie comme le ratio d'une certaine unité de couple (T) par le courant de phase maximal (de crête) ( $\emptyset$ ) (ligne à neutre) où  $K_T$  dans les unités Couple/A est associée à la commutation contrôlée en 6 étapes/bloc par opposition à la commutation sinusoïdale. **Remarque :** par cette méthode de commutation définie pour un servomoteur triphasé avec connexion wye (Y), le courant circule uniquement dans deux des trois (3) bobines de moteur (2 activées, 1 inactivée, à tout moment).

(b.) **Constante de couple** :  $K_t$  (alias  $K_r$ ) définie comme le ratio d'une certaine unité de couple (T) par le courant de phase RMS ( $\emptyset$ ) (ligne à neutre) où  $K_t$  dans les unités T/A-rms est associée à la commutation sinusoïdale par opposition à la commutation en 6 étapes. **Remarque** : pour cette méthode de commutation utilisant un servomoteur triphasé avec connexion wye (Y), le courant peut circuler dans les trois bobines à la fois.

REMARQUE : au cas où un fabricant aurait publié la constante de couple pour la commutation sinusoïdale en unités : T/Amp (crête de l'onde sinusoïdale), puis T/A-rms =  $\sqrt{2} \times T/\text{Amp}$  (crête de l'onde sinusoïdale).

La conversion entre les deux méthodes de commutation pour la constante de couple peut être calculée ainsi :

- (a)  $K_t(T/A) = K_t(T/A\text{-rms})/\sqrt{1,5}$  **ET**  
(b)  $K_t(T/A\text{-rms}) = K_t(T/A) \times \sqrt{1,5}$ .

Par conséquent, pour le même moteur, le courant continu  $I_c$  (RMS) requis pour obtenir la pleine capacité du moteur aura une valeur inférieure à celle qu'elle aurait présentée comme un courant  $I_c$  (crête de l'onde sinusoïdale ou style CC). Comme on pourrait s'y attendre !

Notez que la déviation formelle du facteur de conversion  $\sqrt{1,5}$  pour la constante de couple ( $K_t$ ) et le courant entre un système commuté en 6 étapes et un système commuté sinusoïdal ou vice versa, n'est pas couverte dans le présent article. Il est cependant prouvé correct par l'équivalence des calculs de (perte) de puissance de la méthode en 6 étapes et sinusoïdale (**voir le tableau de conversion des paramètres du moteur, p. 6**). Il convient en outre de noter que l'erreur de conversion la plus fréquente est l'utilisation impropre du facteur de conversion de RMS (moyenne quadratique) de  $\sqrt{2}$ , entre la valeur de crête d'une onde sinusoïdale et sa valeur effective d'état d'équilibre, au

lieu du facteur de conversion de  $\sqrt{1,5}$ . Toutefois, la conversion RMS de  $\sqrt{2}$  n'est PAS la même conversion d'unité que l'on trouve entre le  $K_t$  du moteur (Couple/A) et (Couple/A-rms) en raison des deux méthodes de commutation différentes et du courant résultant requis pour produire un couple spécifique, entre un système commuté en 6 étapes et un système commuté sinusoïdal ou vice versa.

**Sélection du variateur** : à des fins d'illustration, on suppose que le client a opté pour un contrôleur à commutation sinusoïdale nécessitant les paramètres de moteur dans les unités suivantes :

- 1. Unités de courant continu du moteur** : A-rms [ $I_c$ (moteur) en tant que valeur de RMS de la capacité continue du moteur par  $\emptyset$  (ligne-neutre)]
- 2. Limite de courant de crête du moteur** : A-rms [ $I_p$ (moteur) en tant que valeur de RMS de la limite de crête du moteur par  $\emptyset$  (ligne-neutre)]
- 3. Unités  $K_t$  constantes** : T/A-rms [Couple/A-rms, contrôleur sinusoïdal, courant RMS ligne à neutre ( $\emptyset$ )]
- 4. Unités  $K_b$  constantes** :  $V_{rms}/kRPM$  [tension RMS ligne à ligne par 1000\_RPM]
- 5. Unités de résistance  $R_m$  (typiquement 20 ou 25 °C : température ambiante)** : Ohms ( $\Omega$ ) ligne à ligne [deux phases en série :  $R_{m\_0} = R_m (L-L)/2$ ]
- 6. L ou  $L_m$ , unités d'inductance** : milli-Henry (mH) ligne à ligne [deux phases en série :  $L_{\emptyset} = L_m(L-L)/2$ ]
- 7.  $J_m$  – unités d'inertie du rotor du moteur** :  $Kg.cm^2$

Le tableau de conversion des paramètres du moteur en page suivante (p. 6) a pour but de convertir les paramètres du moteur en unités d'entrée sinusoïdales requises par le variateur pour toute armature wye (Y) donnée.

Les instructions sont fournies et des informations importantes telles que les notes de bas de page et les termes du tableau se poursuivent à la page 7.

Nous vous conseillons fortement de consulter les pages 6 et 7 côte à côte pour bien comprendre le tableau de conversion des paramètres du moteur.

## Tableau de conversion des paramètres du moteur

Le tableau ci-dessous permet de convertir les paramètres du moteur en unités d'entrée sinusoïdales requises par le variateur pour toute armature wye (Y) en utilisant l'une des trois formules de paramètres. Instructions relatives aux unités de variateur souhaitées de la colonne G :

- **Pour tout paramètre de moteur présenté dans les unités de la colonne B :** utiliser les facteurs de conversion de la colonne C pour obtenir les unités dans la colonne D, puis utiliser les facteurs de conversion de la colonne E pour obtenir les unités dans la colonne F et faire correspondre les unités spécifiques au variateur dans la colonne G.
- **Pour tout paramètre de moteur présenté dans les unités de la colonne D :** utiliser les facteurs de conversion de la colonne E pour obtenir les unités dans la colonne F et faire correspondre les unités spécifiques au variateur dans la colonne G.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Moteur : X (armature wye) :	Unités : X, commutation en 6 étapes :	Conversions de la colonne B à la colonne D :	Unités alternatives : commutation en 6 étapes :	Conversions de la colonne D à la colonne F :	Unités : Y, commutation sinusoïdale :	Unités d'entraînement requises ou commutation sinusoïdale wye :
Tc	12,7_Nm	=	12,7_Nm	=	12,7_Nm	Tc(Nm)
Tp	41,2_Nm	=	41,2_Nm	=	41,2_Nm	Tp(Nm)
Ic(courant/Ø <sub>1</sub> )	13_A/Ø <sub>1</sub>	=	13_A <sub>1</sub>	÷√1,5 =	10,614_A-rms <sub>1</sub>	Ic(A-rms)/phase(Ø) <sub>1 et 7</sub>
Ip(courant/Ø <sub>1</sub> )	S.O.	=	53,3_A <sub>1</sub>	÷√1,5 =	43,52_A-rms	Ip(A-rms)/phase(Ø) <sub>1 et 7</sub>
Kt	S.O.	=	1,00 Nm/A	÷√1,5 =	1,224745 Nm/A-rms	Kt(Nm/A-rms)
Ke ou Kb <b>OU</b>	0,57735 V(Ø)/rad/sec	x√3 =	1,00 V(L-L)/rad/sec	x(1000/9,55)÷√2 =	74,05 Vrms(L-L)/kRPM	Kb(Vrms/kRPM)
	0,57735 V(Ø)/rad/sec	√3x1000÷9,55 =	104,72 V(L-L)/kRPM	÷√2 =	74,05 Vrms(L-L)/kRPM	
Rm(Ohms) <sub>3</sub> (ligne à ligne) ; 25 °C	0,540_Ω/Ø <sub>3</sub>	x2 =	1,08_Ω (ligne à ligne)	=	1,08_Ω (ligne à ligne)	Rm(Ω : ligne à ligne) à 25 °C
Lm <sup>2</sup> (mH)	42,5_mH/Ø <sub>2</sub>	x2 =	8,5_mH(L-L)	=	8,5_mH(L-L)	L ou Lm (mH : ligne à ligne)
Jm(inertie)	0,00152 Kg.m <sup>2</sup>	x100 <sup>2</sup> =	15,2 Kg.cm <sup>2</sup>	=	15,2 Kg.cm <sup>2</sup>	Jm (Kg.cm <sup>2</sup> )
Pôles du moteur	10_pôles	=	10_pôles	÷2 =	5_paires de pôles	Paire de pôles (PP)
Résistance thermique	0,460 °C/Watt	=	0,460 °C/Watt	=	0,460 °C/Watt	
<b>Égalité : calculs de puissance en Watts(perse) en utilisant les données du tableau ci-dessus</b>						
Watts(perse) 25 °C ambiants ; Calculée en utilisant la résistance thermique	S.O.	S.O.	{(155-25) ÷ 0,467} = 278W	=	{(130°C_hausse) ÷ 0,467} = 278W	Basé sur le tableau et les données de conversion ci-dessus
Puissance(6 étapes) <sub>5 et 6</sub> = Vicos θ <sub>5</sub> = 2xIØ <sup>2</sup> xRmØ(chaud) <sub>4</sub> = I_ligne <sup>2</sup> xRm(L-L ; chaud) <sub>4</sub>	2x13 <sup>2</sup> x(0,54x1,51) = 276W	=	13 <sup>2</sup> x(1,08x1,51) = 276W	S.O.	S.O.	Correspond, en fonction des données fournies ou converties ci-dessus
Puissance(sinusoïdale) <sub>5 et 6</sub> (Remarque : V=Vrms et I=Irms) = 3xVØxIØxcosθ <sub>5</sub> = 3xIØ <sup>2</sup> xRmØ(chaud) <sub>4</sub> = 3xIØ <sup>2</sup> xRm(L-L ; chaud) <sub>4</sub> ÷2	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	3x10,614 <sup>2</sup> x(1,08x1,51)÷2 = 276W	Correspond, en fonction des données fournies ou converties ci-dessus

Septembre 2014. Remarque : il incombe à l'utilisateur de déterminer les paramètres et les unités adaptés à son application spécifique lorsqu'il utilise le tableau.

**RAPPEL IMPORTANT : les notes de bas de page et les termes du tableau se poursuivent à la page 7.**

Nous vous recommandons d'utiliser les pages 6 et 7 côte à côte pour passer en revue le tableau de conversion des paramètres du moteur.

## Notes de bas de page du tableau

- 1. Le courant du moteur défini comme courant de phase ( $\emptyset$ ) (ligne à neutre)** est généralement enfoui quelque part dans les multiples publications du fabricant, mais ce détail est souvent présumé compris lors de l'utilisation de la fiche technique d'un moteur spécifique.
- 2. Dans le cas d'un bobinage wye (Y), si vous trouvez  $L_m=L\emptyset$  (ligne à neutre)**, multipliez  $L\emptyset$  par 2 pour obtenir l'inductance totale du moteur :  $L_m$  (ligne à ligne). Dans le cas d'un moteur delta, l'inductance est  $L_m/\emptyset=L_m$  (ligne à ligne). Toutefois, si le variateur requiert la saisie du paramètre d'inductance du moteur pour un moteur **wye (Y)** par phase ( $L\emptyset$ : ligne à neutre) et que l'inductance du moteur ( $L_m$ ) est présentée comme  $L_m/\emptyset$  (bobinage delta), la  $L\emptyset$  équivalente (ligne à neutre, inductance wye) =  $(L_m/\emptyset\_inductance\ delta/3)$ .
- 3. Dans le cas d'un bobinage wye (Y), s'il est présenté avec  $R_m=R\emptyset$  (ligne à neutre)**, multipliez  $R\emptyset$  par 2 pour obtenir la résistance totale :  $R_m$  (ligne à ligne). Dans le cas d'un moteur delta, la résistance est  $R_m/\emptyset=R_m$  (ligne à ligne). Toutefois, si le variateur requiert la saisie du paramètre de résistance du moteur pour un moteur **wye (Y)** par phase ( $R\emptyset$ : ligne à neutre) et que la résistance du moteur ( $R_m$ ) est présentée comme  $R_m/\emptyset$  (bobinage delta), la  $R\emptyset$  équivalente (ligne à neutre, inductance wye) =  $(R_m/\emptyset\_inductance\ delta/3)$ .
- 4. La résistance du cuivre passe d'une température ambiante de 25 °C à 155 °C**, selon un facteur d'environ 1,51.
- 5. Lorsque la puissance (commutation à 6 étapes) est définie comme égale à la puissance (calcul sinusoïdal)** à  $2 \times V\emptyset \times I\emptyset \times \cos\theta = 3 \times V_{rms}\emptyset \times I_{rms}\emptyset \times \cos\theta$ , le  $\cos\theta$  est extrait de l'équation pour le même moteur.
- 6. Un variateur à commutation trapézoïdale classique triphasée (6 étapes) ne contrôle que deux bobinages du moteur** à la fois (deux actifs, un inactif à tout moment), par opposition à un variateur à commutation sinusoïdale qui peut contrôler et appliquer la puissance aux trois (3) bobinages à la fois.
- 7. Dans le cas d'une commutation sinusoïdale, si l'unité de variateur spécifique dans la colonne F pour les paramètres :  $I_c$**  (continu) et/ou  $I_p$  ( $I_{crête}$ ) doivent être entrés dans les unités comme  $I_c$  (crête de l'onde sinusoïdale)/phase( $\emptyset$ ) et/ou  $I_p$  (crête de l'onde sinusoïdale)/phase ( $\emptyset$ ), alors la valeur correspondante dans la colonne F doit être multipliée par  $\sqrt{2}$ , et si les paramètres spécifiques doivent être entrés dans les unités comme  $I_c$  (crête à crête de l'onde sinusoïdale)/phase ( $\emptyset$ ), alors la valeur correspondante dans la colonne F doit être multipliée par  $2 \times \sqrt{2}$ .

**Remarque :** le mot « crête » a été spécifiquement utilisé dans les présentes pour minimiser le risque de confusion avec la nomenclature du moteur et du variateur dans les notes concernant la capacité de crête d'une unité ou d'une autre (crête de l'onde sinusoïdale) et crête à crête de l'onde sinusoïdale (crête à crête de l'onde sinusoïdale).

### Termes :

- 1. fem** = force électromotrice (voir  $B_{fem}$  concernant le fonctionnement du moteur).
- 2. B<sub>fem</sub>** = Force électromotrice arrière (opposée ou contre-force), la tension induite en opposition à et résultant du courant circulant requis par le moteur pour entraîner la charge à tout instant donné.
- 3. Le symbole deux points (:)** peut être remplacé par le mot « de » à la lecture.
- 4. rad** = radians
- 5. sec** = seconde(s)
- 6.  $\theta$  (thêta)** = angle entre le courant et la tension
- 7.  $\emptyset$  (phi)** = courant de phase (ligne à neutre) traversant ou tension traversant une branche d'un bobinage wye (Y) et spécifiquement PAS la tension ligne à ligne aux fins de cet article.
- 8. Y** = armature wye
- 9.  $\Delta$**  = armature delta
- 10. crête** = tension ou courant maximum possible disponible sur une onde sinusoïdale ; et le mot « crête » est spécifiquement évité afin de minimiser le risque de confusion entre la crête d'une onde sinusoïdale et les unités rms, et les paramètres moteur-variateur comme  $I_{crête}$ , que ce soit en termes d'unités de courant de crête ou d'unités rms.
- 11. RMS et rms** = valeur quadratique moyenne

## Conclusion

**Le tableau de conversion des paramètres du moteur (p. 6) peut être utilisé comme référence pour faciliter la compréhension correcte et la conversion des unités de paramètres et de la nomenclature.**

Une vérification rapide peut permettre de s'assurer que  $K_t$  et  $K_b$  (ou  $K_e$ ) sont tous les deux en unités RMS pour une commutation sinusoïdale typique : elle consiste à diviser ce que l'on pense être le  $K_b$  ( $V_{rms}/kRPM$ ) par le  $K_t$  ( $Nm/A-rms$ ). Si les unités RMS correspondantes sont exactes, le quotient obtenu se situera entre 60 et 65 (l'idéal étant 60,46) avec quelques exceptions d'arrondi qui aboutissent à un quotient légèrement inférieur à 60 ou supérieur à 65. Cela est vrai, quel que soit le type de servo PM ou que la formule soit présentée sous forme d'unités chaudes et/ou froides de  $K_t$  et de  $K_b/K_e$ . À l'inverse, on peut vérifier que  $K_e(V/kRPM)$  et  $K_t(Nm/A)$  sont en fait tous les deux en unités de commutation typiques en 6 étapes/par bloc lorsque le quotient résultant se situe dans la fourchette entre :  $\sim 103$  et  $113$  (l'idéal étant 104,72).

On ne peut sous-estimer combien il est important d'acquérir une bonne compréhension des paramètres de servomoteur et de leur conversion par rapport au variateur du fabricant. Ils influencent un certain nombre de facteurs essentiels qui affectent à la fois le développement de la conception de la machine et le processus de fabrication. C'est particulièrement essentiel pour l'entrée des paramètres du variateur, les comparaisons entre moteurs, le réglage affiné du fonctionnement d'un axe et le dépannage.

Il existe des variations entre fabricants, car il n'y a pas de norme industrielle en matière de publication de données des moteurs cohérentes en termes d'unités de mesure et/ou de nomenclature. Ce livre blanc offre une occasion unique de surmonter ces difficultés et de maîtriser la discipline complexe liée aux paramètres des servomoteurs. Il contient des



informations détaillées et de véritables outils de conversion qui peuvent ne pas être disponibles pour procéder à l'interprétation, à la saisie de données et aux mesures correctes. Les calculs exacts et leurs concepts sont expliqués avec précision.

Munis des connaissances complètes issues de cet article, les concepteurs de machines, ingénieurs et techniciens pourront avoir confiance en leur aptitude à réaliser les actions suivantes et à atteindre des objectifs précis :

- Une approche rentable, mais approfondie et opportune de la prise de décision tout au long du processus de conception de la machine
- Le réglage affiné des composants du contrôle du mouvement pour améliorer la performance de la machine, la qualité du produit et son rendement.

## À propos de Kollmorgen

Kollmorgen, une marque Regal Rexnord, possède plus d'un siècle d'expérience dans le domaine du mouvement. Cette expérience se retrouve dans les performances et la fiabilité inégalées de ses moteurs et de ses variateurs, ainsi que dans ses solutions de contrôle et ses plateformes d'automatisation pour les véhicules autonomes. Nous proposons des solutions révolutionnaires avec des performances, une fiabilité et une facilité d'utilisation sans pareilles, qui donnent un avantage incontestable aux fabricants de machines.