



## A diferença entre classificações contínuas e retenção estacionária de cargas contínuas

**Este artigo explora como dimensionar servomotores e resolver os problemas frequentes de comunicação em aplicações onde a carga é retida predominantemente com pouco movimento, além de analisar o termo Stall, como tipicamente usado na indústria de servomotores. Em seguida, essas informações são utilizadas no cálculo de força/torque RMS efetivo do eixo para o dimensionamento adequado do motor.**

A expansão dos sistemas de feedback de malha fechada para usos menos tradicionais de servomotores provocou um nível mais alto de requisitos especializados. Algumas dessas aplicações de servomotores requerem uma força ou torque para reter a carga por um tempo prolongado em relação ao perfil de movimento do eixo. Assim, surge a necessidade de esclarecer a diferença entre vários termos que só são equivalentes em condições específicas de operação, embora muitas vezes sejam usados de forma intercambiável pelos que incluem outros tipos de motores. Possíveis inconsistências na comunicação podem levar a interpretações incorretas entre as peças que afetam o dimensionamento inicial do motor, a programação da máquina, o startup da máquina e/ou a solução de problemas de um evento, ou algum problema de processo do produto.

Por exemplo, nem os termos stall, nem torque de stall aparecem na especificação de um motor de indução, mas são frequentemente usadas para descrever uma condição que ocorre durante um evento quando a carga de um motor é maior que a carga total ou durante uma quebra, a capacidade de torque. Motores não-servo (ou seja, motores de indução em nosso exemplo) que estejam operando em algum estado diferente da condição de funcionamento adequado, na pior das hipóteses, podem ter a indicação de estarem com o rotor bloqueado ou em stall (travado, zero RPM). Assim, se a potência continuar sendo exigida devido a uma carga aplicada maior que o torque contínuo em carga total do motor, ele superaquecerá e, eventualmente, queimará.

Também é importante entender que, se o motor está entrando em stall (travando) ( $0_{RPM} < RPM_{real} < RPM$  em carga total), é porque está consumindo uma corrente maior que sua capacidade contínua e, se essa condição continuar, os enrolamentos do motor irão superaquecer. Tais condições anormais de stall (ou entrando em stall) de um motor de indução em malha aberta normalmente não fazem parte de nenhuma aplicação normal, e qualquer motor de indução sob alguma dessas condições vai:

1. ser afetado pela capacidade do motor de dissipar as perdas de calor em relação à demanda de carga; e,
2. fazer com que os enrolamentos do motor superaqueçam e queimem se a sobrecarga continuar.

Um motor entrando em stall (travando) pode continuar a funcionar por um tempo a uma velocidade mais lenta do que a nominal. Mas quando parar de funcionar porque um Dispositivo de Proteção Contra Sobrecarga disparar ou porque queimou, ele não estará em stall (afinal, um motor desligado ou queimado não reconhece uma carga mecânica).

Da mesma forma, a condição **controlada por servo** de se manter a posição propositalmente sob uma carga ou manter um torque constante, em certas aplicações, pode ser uma operação normal e completamente diferente do nosso exemplo de motor de indução acima. Embora se associa e comunica-se frequentemente com os mesmos termos: **em stall/entrando em stall** e/ou **locked-rotor (rotor travado)**. Portanto, quando dimensionado adequadamente para qualquer condição operacional específica, o servomotor (sendo um sistema de malha fechada) está apenas fazendo o que é comandado para fazer e nada mais. Quando dimensionado corretamente e funcionando conforme dimensionado, o servomotor pode lidar com a carga comandada (por exemplo, mantendo a posição sob uma carga ou mantendo um torque/força contra uma carga) dentro do evento definido e/ou perfil de movimento para o qual foi dimensionado, sem preocupação em superaquecer.

---

**Assim, na indústria de servomotores, a maior parte da confusão entre essas palavras/termos e seu significado decorre de um problema em que um servomotor NÃO é dimensionado adequadamente ou NÃO é utilizado conforme as especificações para as quais foi originalmente dimensionado.**

**Muitas vezes, é por meio desses tipos de problemas de aplicação que nossas palavras-chave/termos começam a gerar confusão, devido às interpretações e entendimentos mistos entre diferentes estilos de sistemas de motores (por exemplo, controle de malha aberta vs. controle de malha fechada).**

---

Como as palavras em questão às vezes são usadas de forma intercambiável, torna-se importante entender como termos semelhantes são utilizados na indústria de motores não-servo (por exemplo, de indução). Para o motor de indução de malha aberta energizado, o termo "Rotor travado" é, na verdade, a condição ou procedimento para determinar a corrente de partida máxima possível (corrente de rotor travado (LRC)) consumida pelo motor enquanto desenvolve um torque de partida máximo (torque do rotor travado (LRT)). A corrente de partida máxima e seu resultante torque de partida máximo são normalmente medidos em um ambiente de laboratório, com o rotor do motor travado no lugar. Portanto o termo "rotor travado". A corrente de rotor travado (LRC) é normalmente encontrada na placa de identificação de um motor de indução identificada como Locked-Rotor Amps (LRA), que é a corrente de partida máxima consumida pelo motor em velocidade zero, quando a energia é aplicada pela primeira vez (deslizamento no máximo). Em uma aplicação real de motor de indução, quando a energia é aplicada pela primeira vez no motor, esta é a corrente máxima que pode ser percebida por um curto período intermitente. Ela ocorre antes que o rotor do motor acelere para reduzir o deslizamento (ou seja, o delta RPM entre o campo do induzido e o rotor). Isso leva o motor a um ponto de operação de equilíbrio contra a carga aplicada (desejavelmente dentro de sua classificação contínua). Normalmente, em motores de indução, as correntes intermitentes de malha aberta maiores do que a capacidade contínua do motor são percebidas durante a aceleração, ou seja, quando a energia é aplicada pela primeira vez e possivelmente durante distúrbios de carga do processo. No entanto, as correntes gerais RMS (Root Means Square) vistas pelo motor ao longo do tempo devem permanecer dentro da capacidade contínua do motor.

Como outros motores, um servomotor também é afetado pela capacidade do motor de dissipar suas perdas de calor. Embora seja muito menos propenso a superaquecer devido a um estado de sobrecarga por causa do controle e feedback, configurações e limites de malha fechada, dentro do amplificador do drive e possivelmente outra programação do controlador. Ao contrário da condição de sobrecarga de um motor de indução em malha aberta, o servomotor típico é especificamente controlado para operar de maneira intermitente, acima de sua capacidade contínua. No entanto, assim como o motor de indução de malha aberta, as correntes RMS percebidas pelo servomotor ao longo do tempo devem permanecer dentro da capacidade contínua do motor. Senão, os enrolamentos do motor superaquecerão. Os estados de sobrecarga intermitente de um servomotor são propositais e, quando utilizados para executar uma função ou processo, devem ser devidamente considerados durante a seleção do drive para o motor. Assim, se garante a operação adequada do eixo durante a operação normal da máquina, manutenção, possíveis falhas de processos/máquinas e eventos de segurança.

Um dos usos mais especializados de um servomotor para alguns processos robóticos, industriais e/ou de automação de fábrica é manter um torque, ou força específica, contra uma carga com pouco ou nenhum movimento do motor. A aplicação pode ser tão simples como uma morsa ou uma carga vertical que deve ser retida contra a gravidade (onde o uso de um freio de retenção aumentaria o tempo do processo e/ou perderia a precisão). Também se são comuns aplicações que requerem que uma carga seja retida com torque/força para propósitos de teste, que uma peça seja retida dinamicamente no lugar para algum processo, ou que haja a expulsão lenta de algum líquido de alta viscosidade. Um dos elementos-chave para dimensionar um servomotor e drive com esse requisito é o tempo em que a carga, efetivamente contínua e com pouco ou nenhum movimento, será utilizada no perfil de movimento ou algum evento específico, se relacionando às constantes de tempo térmicas (motor e enrolamentos, além da capacidade do drive). Se o servomotor for dimensionado adequadamente e estiver operando com as configurações adequadas do drive para determinada aplicação, ele não superaquecerá, desarmará um dispositivo de proteção ou queimará. Sob uso planejado do servomotor, a pior condição ou cenário para o servomotor pode ser, na verdade, o movimento contínuo contra a carga aplicada (devido à gravidade ou não) durante a operação normal, durante uma parada de máquina/linha e/ou operação de manutenção. Em todos estes casos, o requisito de torque/força RMS efetivo é o calculado para o eixo com base no perfil de movimentos.

Diferente de um motor de indução assíncrono em malha aberta, capaz de se sacrificar para satisfazer as necessidades da carga; os parâmetros de torque, velocidade e/ou posição do servomotor de malha fechada são controlados e limitados pelos mesmos parâmetros do drive. Além disso, ganhos e limites da malha, o limite de corrente de pico pela malha de foldback do drive e/ou limite de tempo programado (redução de  $I^2t$ , normalmente definida =  $I_c(\text{motor})$  ou  $I_c(\text{drive})$ ) também controlam esses parâmetros. Assim, mesmo quando o servomotor aparente estar fisicamente em stall ou em um estado de rotor travado, quando dimensionado e programado corretamente, ele está sendo especificamente controlado dentro de sua capacidade contínua e, portanto, dentro da capacidade do motor de dissipar suas próprias perdas de calor. No entanto, para descrever essa operação, especialmente quando há um problema com o eixo, nossas palavras-chave/termos são frequentemente comunicadas com diferentes significados ou interpretações em mente.

O termo da indústria de servomotores, Stall, é frequentemente utilizado como um subscrito de torque/força ou outra forma, para definir o torque contínuo máximo obtido do servomotor ( $T_c$ ) e seu requisito de corrente contínua resultante ( $I_c$ ). Esse valor é estabelecido para não superaquecer os enrolamentos do motor, dada a temperatura ambiente especificada, a distribuição de perda de calor em estado estacionário pelos enrolamentos do motor, a capacidade de torque com base na variação específica de temperatura e o tamanho do dissipador de calor (flange). Portanto, essa utilização gera um significado objetivamente diferente do usado para definir a palavra: stall (parar), e a condição na qual um motor de indução, em seu RPM projetado, não é mais capaz de se mover contra a carga aplicada. Ou seja, com uma aparência de um rotor travado (stalled/parado), stalling (está parando) e stalling (ou "entrando em stall", quando a rotação está mais lenta do que a nominal, mas não a zero RPM). O erro conceitual comum de que o mesmo significado/uso se aplica à indústria de servos simplesmente não é o caso.

---

**Devido ao erro de conceito entre a palavra vs. o termo, algumas publicações do fabricante chegaram a afirmar "Stall significa zero rpm ou nenhum movimento do rotor", quando não deveria!**

---

Assim, surge a questão: como dimensionar um servomotor PM CC/sem escovas, de forma que seus enrolamentos não superaqueçam, em uma aplicação que exija torque/força de retenção contínua com pouco/nenhum movimento físico? E como fazer isso durante um período tão longo tal que o cálculo RMS efetivo do perfil de Motion do eixo se torna inválido, considerando que, outrora, resultaria em uma distribuição desigual de perda de calor dentro do motor?

Responderemos a isso usando um exemplo de aplicação. Mas primeiro precisamos entender a classificação de corrente contínua do fabricante:  $I_c(\text{motor})$ , e como ela é determinada. Assumiremos uma corrente RMS com comutação de onda senoidal. No entanto, existem outras variações de como  $I_c$  pode ser determinado/especificado entre os fabricantes.

**Um dos principais contribuintes para o método de classificação de servomotores foi desenvolvido a partir de um período em que a maioria das aplicações não tinha carga significativa durante o movimento zero em relação ao perfil de motion geral da aplicação. Portanto, quando uma dessas aplicações não típicas está sendo considerada, seus requisitos resultantes são avaliados separadamente para a condição/evento especial, que pode ou não substituir o cálculo de torque RMS efetivo da aplicação.**

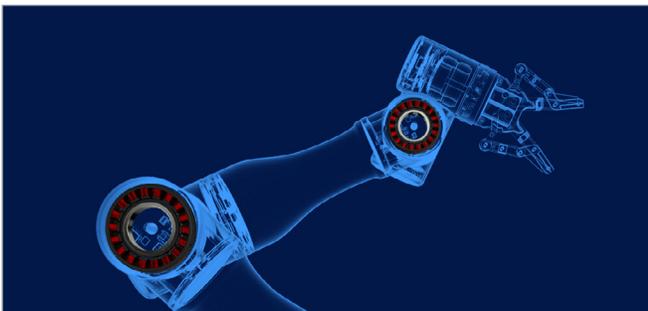
Normalmente, dentro de uma distribuição uniforme de calor devido a perdas no enrolamento interno de todo o motor, os servomotores são especificados para estabelecer sua capacidade contínua máxima. Isso significa que, durante o processo de classificação, os ciclos elétricos dentro do motor estariam se movendo a uma velocidade rápida o suficiente para distribuir o calor de suas perdas internas uniformemente, mas lenta o suficiente para garantir que  $j_{XL}$  e/ou as perdas do núcleo sejam essencialmente zero. Essa velocidade de teste físico geralmente está em torno de 1-4\_rps (rotações por segundo) para motores, mas pode ser mais lenta ou mais alta, em função dos pares de polos do motor. A maioria dos fabricantes define seu Torque contínuo ( $T_c$ ) e Corrente resultante ( $I_c$ ) nesta velocidade ou em velocidades semelhantes. As especificações de torque e corrente contínuas publicadas também são identificadas com frequência como Torque de Stall ( $T_{c\_stall}$ ) e Corrente de Stall ( $I_c$ ), independentemente do tipo de comutação e das unidades de corrente resultantes.

---

**Observe a diferença entre o termo "stall": aqui utilizado em um teste de dinamômetro com controle de malha fechada, para determinar a capacidade contínua máxima do servomotor, versus nossas decisões anteriores de stall, stalled (em stall) e stalling (entrando em stall), relacionadas a uma condição de sobrecarga maior que a capacidade máxima de um motor de indução se o rotor parou de se mover ou não.**

---

Além disso, precisamos entender o que a saída do servodrive faz quando um servomotor está essencialmente retendo alguma carga com pouco ou nenhum movimento. Como estamos usando comutação senoidal em nosso exemplo, a saída CC trifásica controlada está efetivamente paralisada. Assim, ela apresenta uma saída trifásica em PWM contínuo, sem movimento, com um valor de amplitude (conforme a posição de comutação do servomotor) igual a uma captura instantânea da posição. Isso pode ser visualizado mentalmente como uma foto capturada das ondas senoidais em movimento.



---

**A principal diferença entre os dois principais métodos de comutação é: 6 etapas/blocos (ou seja, trapezoidal não modificado) permitem apenas o fluxo de corrente através de duas (2) das três (3) fases do motor a qualquer momento (2-ON, 1-OFF, sempre); enquanto a comutação senoidal permite o fluxo de corrente por meio de três fases do motor ao mesmo tempo (quando apropriado), e cada ciclo elétrico do motor é apresentado como uma onda senoidal para o servomotor.**

---

Hoje, a maioria dos projetos de servomotor rotativo tem uma boa condutividade térmica entre os enrolamentos do motor, laminações e estrutura, especialmente com encapsulamento de epóxi. No entanto, cada projeto tem uma condutividade térmica diferente entre os enrolamentos e a estrutura, o que requer modelagem térmica significativa ou medição e teste reais para determinar a capacidade de cada motor. Assim, para o propósito deste artigo, também assumiremos que cada enrolamento do motor é uma bobina montada sozinha, onde nenhuma bobina percebe uma vantagem térmica de transferir calor para a área de outro enrolamento/bobina dentro do motor.

Sob a condição de um servomotor em carga total, as duas posições de comutação de pior caso podem ser definidas:

1. Toda a corrente (100%) ( $I_{actual} = I_c(rms) \times \sqrt{2}$ ) passando por um enrolamento e 50% pelos dois enrolamentos restantes (**Figura B**)
2. Toda corrente aplicável (86,6%) passando por apenas dois enrolamentos ( $I_{actual} = I_c(rms) \times \cos(30^\circ) \times \sqrt{2}$ ) (**Figura C**).

Estas são as condições do pior caso que podem ocorrer nos enrolamentos do motor, se o tempo decorrido de  $I_{pk}$  do drive (controlado por um circuito/programa  $I^2t$ ) entrasse em foldback (redução) da corrente contínua publicada do motor ( $I_{c\_stall}$ , estabelecida com distribuição uniforme de perda de calor - RPM lento).

Portanto, para a condição (**1; Figura B**), se  $I_c(\text{motor})_{stall} = 10_{Arms}$  e a posição de comutação e carga precisassem de  $10_{Arms}$  através da fase U, para manter a referida posição estacionária sob um requisito de carga de  $10_{Nm}$ , então a fase U teria  $14,14 \text{ CC-A } [10_{Arms} \times \sqrt{2}]$  em PWM contínuo através dela. Agora esse enrolamento específico está tentando dissipar  $(14,14^2 \times R_{m\emptyset})$  de perda de watts versus  $(10^2 \times R_{m\emptyset})$  de perda de watts. Ou seja, o dobro de sua capacidade, o que obviamente não pode ser feito continuamente!

Da mesma forma, para a condição **(2; Figura C)**, cada uma das duas bobinas estaria tentando dissipar  $(12.247^2 \times R_{m\emptyset})$  de perda de watts versus  $(10^2 \times R_{m\emptyset})$  de perda de watts por capacidade de cada bobina (50% acima da capacidade). A partir desses cálculos, vemos que a corrente de parada efetiva necessária para reter parada alguma carga, em relação à capacidade do motor em dissipar as perdas do enrolamento nessas condições, é um fator crítico que requer consideração no dimensionamento de um servomotor.

Assim, precisamos de um motor que tenha um torque nominal contínuo ( $T_c$ ) igual ao valor eficaz de  $T_{hold} \times \sqrt{2}$  requerido; não porque precisamos de algum torque adicional do motor, mas porque precisamos que cada um dos enrolamentos do motor consiga lidar com uma corrente pico-a-pico instantânea de onda senoidal em movimento, por um período efetivamente contínuo.

Nestas condições (assumindo valores nominais e sem margem), não é suficiente usar o  $T_c(stall) = 10\_Nm$  nominal de um servomotor em uma aplicação que requer  $10\_Nm$  para reter uma carga vertical indefinidamente. Escolher um motor um pouco maior, que comporte um  $T_c(stall) \Rightarrow 14,14\_Nm$ , seria suficiente. Além disso, se o servodrive também for classificado em termos de Arms, ele só precisará produzir a corrente RMS contínua necessária para produzir  $10\_Nm$  pelo motor (por exemplo, aproximadamente  $10\_Arms$ , se o  $K_t$  do servomotor =  $1\_Nm/Arms$ ).

Podemos provar isso da seguinte forma: primeiro, determinamos a capacidade de perda de watts na classificação contínua (Figura A). Depois, comparamos a capacidade de dissipação de potência com os dois pontos de comutação de pior caso das bobinas do motor trifásico, onde a corrente é 100%, 50%, 50% (**Figura B**) e 86,6%, 0%, 86,6%, 0% (**Figura C**).

### Dadas as informações do motor:

$$T_c(stall) = 10\_Nm$$

$$I_c(stall) = 10\_Arms$$

$$K_t = 1,0\_Nm/Arms$$

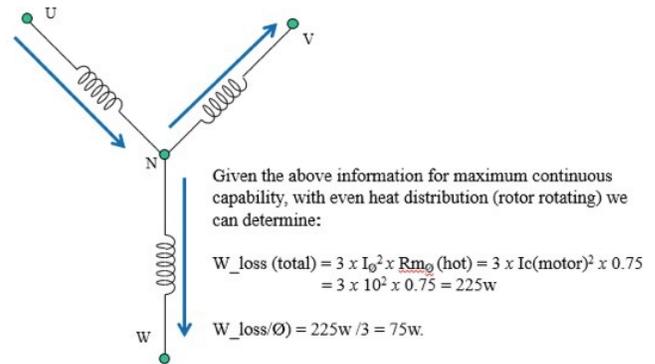
$$R_{m(L-L)}_{25\text{ }^\circ C} = 1,006\_ohms, \text{ quando } R_{m(L-L)}_{150\text{ }^\circ C} = (1,006\_ohms \times 1,491); \text{ e}$$

$$R_{m\emptyset}_{150\text{ }^\circ C} = 1,5/2 = 0,75\_ohms$$

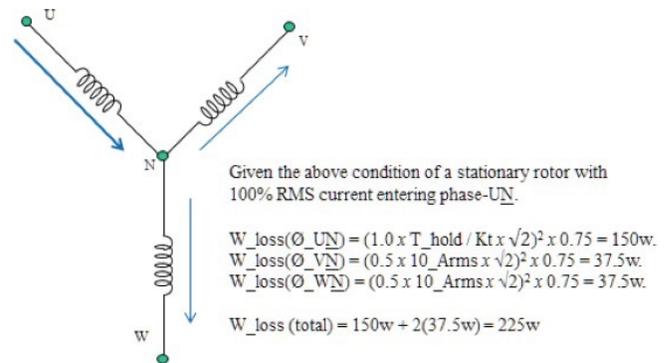
Temp (temperatura máxima do enrolamento para operação contínua) =  $150\text{ }^\circ C$

$$\text{Aumento de temperatura (máx. de um ambiente de } 25\text{ }^\circ C) = 150\text{ }^\circ C - 25\text{ }^\circ C = 125\text{ }^\circ C$$

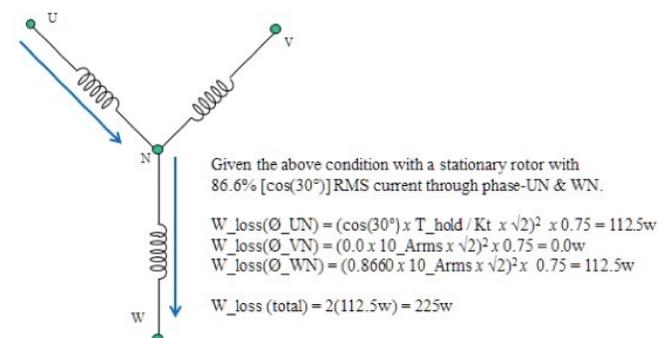
**Figura A:** Perda máxima total de watts que pode ser obtida com os dados publicados.



**Figura B:** 100% de corrente RMS ( $I_c$ ) entrando na fase U com 1/2 divisão entre a fase V e a fase W



**Figura C:** Entrando na fase U e saindo da fase W, é  $I_c \times \cos(30^\circ)$ ; corrente do enrolamento da fase V = 0,0.



Portanto, com nossas informações, condições e premissas fornecidas, cada enrolamento pode dissipar até 75\_watts, onde cada enrolamento do motor é um ramo de fase independente ( $\emptyset$ ) ou bobina, sem vantagem de transferência de calor para a área térmica de outro enrolamento.

Se considerarmos a primeira das duas posições de comutação de pior caso com toda (100%) corrente ( $I_{actual} = I_c \times \sqrt{2}$ ), podemos concluir que a perda de watts (total) ainda será igual a 225w (**Figura B**); mas a potência específica que precisa ser dissipada através de um enrolamento ( $\emptyset_{UN}$ ) é 100% acima da capacidade térmica previamente calculada de 75\_watts (**Figura A**) e os outros dois enrolamentos ficam cada um com 50% da capacidade.

No caso da **Figura B**, para evitar que qualquer um dos enrolamentos do motor superaqueça devido a essa posição de comutação específica, precisaríamos limitar o  $I_c$  (drive) a 70,7% do  $I_c$  (motor). No nosso exemplo, se o requisito de carga de retenção de 10\_Nm fornecido for mantido, esta seleção de motor NÃO realizará o trabalho sem superaquecer. Portanto, uma possível solução seria selecionar um motor com uma capacidade,  $T_c \Rightarrow \sqrt{2} \times T_{hold}$ , preferivelmente com aproximadamente a mesma constante de torque do motor ( $K_t$ ), para que a RPM de aplicação máxima necessária possa ser mantida sem alterar o drive.

Se considerarmos a segunda posição de comutação de pior caso com toda (86,6%) corrente disponível passando por apenas dois enrolamentos ( $I_{real} = \cos(30^\circ) \times T_c(\text{motor}) \times \sqrt{2}$ ), podemos concluir que a perda de watts (total) será novamente igual a 225w (**Figura C**); mas a potência específica que precisa ser dissipada através dos enrolamentos ( $\emptyset_{UN}$ ) e ( $\emptyset_{WN}$ ) é 50% acima da capacidade térmica previamente calculada de 75\_watts (**Figura A**) para cada enrolamento.

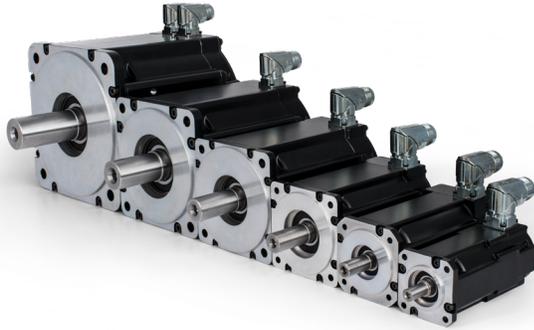
Nesse caso (**Figura C**), precisaríamos apenas limitar a corrente do servodrive RMS ( $I_c(\text{drive})$ ) a 81,6% [ $100 \times (75w/112,5w)^{1/2}$ ] do  $I_c(\text{motor})$  para evitar que os enrolamentos do motor superaqueçam, devido a essa comutação específica posição. Assim, resulta-se em  $W_{loss}(\emptyset_{UN}) = W_{loss}(\emptyset_{WN}) = ((10_{Arms} / \sqrt{1,5} \times \cos(30)) \times \sqrt{2})^2 \times 0,75 = 75w$ .

Ainda assim, se o requisito de retenção da carga de 10\_Nm não for reespecificado para um valor inferior, esta seleção de motor também NÃO serviria para o trabalho (como no caso: Figura B). Para esta condição específica, poderíamos selecionar um motor com a capacidade:  $T_c \Rightarrow \sqrt{1,5} \times T_{hold}$ . No entanto, isso ainda permite uma sobrecarga de potência de 33,3% da primeira condição de comutação (**Figura B**). Portanto, a melhor solução, ignorando a probabilidade estatística de falha, é selecionar um motor com capacidade:  $T_c \Rightarrow \sqrt{2} \times T_{hold}$ , conforme apresentado nas informações da **Figura B**.



## Conclusão

O entendimento apropriado do termo específico de servomotores "Stall" permite que o engenheiro considere corretamente as especificidades do perfil de Motion de um eixo e suas demandas de carga sobre os tempos relativos de demanda de carga versus tempos totais de ciclo. Assim, os fatores dominantes podem ser determinados e analisados para cálculos de dimensionamento, programação do eixo da máquina e/ou solução de problemas, seja durante o funcionamento normal ou não. Esses fatores dominantes permitem uma consideração razoável entre os resultados: cálculos RMS e qualquer constante, cargas retidas por um tempo relativamente longo em comparação ao tempo de perfil de motion total do eixo, as constantes de tempo térmicas do motor ( $TCT_{motor}$  e  $TCT_{winding}$ ) e o algoritmo de foldback do servodrive  $I^2t$ . Uma boa compreensão das posições de comutação de pior caso do motor, ao reter uma carga contínua com efetivamente nenhum movimento e sua resultante comutação de drive PWM em parada, é essencial para o dimensionamento adequado do motor e servodrive de um eixo. Manter um torque por um tempo relativamente longo, contra uma carga (externa ou não), em comparação com o(s) tempo(s) do perfil de motion e/ou constantes de tempo térmicas, pode levar a conclusões RMS errôneas. Considerações semelhantes [outro tema] são necessárias para altos requisitos de torque intermitente em relação aos tempos e demandas de um perfil de motion e quaisquer constantes de tempo térmicas do motor propostas.



O AKM2G permite que os clientes diminuam o tamanho, a área ocupada e a complexidade da máquina, e mesmo assim ainda obtenham a potência e o desempenho de que precisam.

Em aplicações reais, o multiplicador de torque  $\sqrt{2}$  pode ser conservador, considerando a boa condutividade térmica entre enrolamentos, laminações e estrutura dos motores atuais. No entanto, a experiência deste autor pelo feedback limitado, projetos e aplicações de motores ao longo de muitos anos, é que o multiplicador  $\sqrt{2}$  para servomotores rotativos com núcleo de ferro geralmente apresenta uma margem de segurança na faixa de 9-11%. Embora esta informação não tenha sido verificada especificamente, o pior cenário com o multiplicador  $\sqrt{2}$  parece oferecer margem suficiente para superar as tolerâncias típicas de fabricação de  $\pm 10\%$ . Assim, selecionar um motor com capacidade contínua igual ao requisito contínuo calculado, ou um pouco acima, e utilizando o multiplicador de torque  $\sqrt{2}$ , parece razoável. Porém, para motores de núcleo sem ferro, nenhuma margem é assumida. Para servomotores de núcleo sem ferro, é aconselhável, como em todos os casos, considerar especificamente qual classificação de Stall de cada fabricante. Na indústria de servomotores AC, Stall é um termo limitado com uma definição específica; mas não tão fixa que não possa ser redefinida em parte ou no todo, para algum propósito especial ou para um servomotor de estilo específico (por exemplo, servomotor de núcleo sem ferro AC PM). A importância de uma boa comunicação não deve ser subestimada, quer surjam equívocos em potencial entre a palavra Stall e seus derivados, e o termo "Stall", definido na indústria de servomotores como parte da parametrização e operação normais, ou de outra maneira.

## Pronto para avançar?

Entre em contato com a Kollmorgen em [kollmorgen.com](http://kollmorgen.com) para discutir suas necessidades e objetivos com um especialista.

## Sobre a Kollmorgen

A Kollmorgen, uma marca da Regal Rexnord, tem mais de 100 anos de experiência em Motion, comprovada nos motores, drives, atuadores lineares, soluções de controle AGV e plataformas de controle de automação mais confiáveis e de melhor desempenho da indústria. Oferecemos soluções inovadoras que combinam desempenho, confiabilidade e facilidade de uso excepcionais, dando aos fabricantes de máquinas uma vantagem inquestionável no mercado.