Guías de Aplicación: Información Técnica de Cummins Generator Technologies

AGN 090 – Fundamentos de Arranque de Motores

INTRODUCCIÓN

Hay una serie de aspectos a considerar en relación con el suministro eléctrico necesario para arrancar un motor. Se ofrece orientación para las aplicaciones de arranque de motores, porque el "arranque de motores" sigue creando problemas técnicos para los fabricantes de grupos electrógenos. Esta guía está destinada a ayudar a los fabricantes de grupos electrógenos cuando discuten con sus clientes las características del motor o motores que se van a poner en marcha. La información sobre el motor determinará el tipo y el tamaño del alternador y ayudará en la selección de un grupo electrógeno adecuado.

FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE MOTORES

Para ayudar a identificar la información necesaria para dimensionar el alternador, es necesario comprender el diseño básico de un motor de inducción.

Conceptos básicos del motor de inducción

Los motores forman parte de la familia de las Máquinas Eléctricas Rotativas (REM). El estándar de la industria para REM es IEC 60034. Este estándar internacional consta de muchas partes que cubren todos los aspectos del rendimiento, desde la eficiencia hasta el tipo de servicio e incluye secciones sobre valores nominales, protección, ruido, vibración, etc.

El diseño de protección del gabinete puede ser desde IP22 hasta un diseño totalmente cerrado con clasificación IP55. Para más información, consulte el AGN066 – Protección IP del Alternador.

Rotor

El rotor cilíndrico tiene una 'jaula de ardilla' de aluminio fundido con barras redondas/ovaladas que se extienden axialmente justo debajo de la superficie del conjunto del núcleo del rotor construido en acero laminado de forma cilíndrica. Las barras de jaula de aluminio están circunferencialmente equiespaciadas alrededor del rotor, y el número de tales barras se decide por una relación de diseño con el número de polos del devanado del estator. Esta configuración de devanado está relacionada con el par de arranque del motor requerido y el nivel requerido de par de funcionamiento nominal; siendo toda una función compleja considerada por el ingeniero de diseño electromagnético en la etapa de diseño del motor, en función de los requisitos de especificación de rendimiento. En cada extremo del rotor, estas barras de jaula de ardilla se cortocircuitan entre sí mediante un proceso que forma parte de la forma en que la jaula de aluminio se funde en el conjunto del rotor de acero, o mediante algún tipo de proceso de prensa/engarzado/remache.

Estator

Para simplificar, la siguiente descripción es solo para un motor trifásico. El estator tiene un devanado trifásico simétrico y equidistribuido dentro de un conjunto de núcleo de estator de acero laminado. Cuando se aplica un voltaje de CA trifásico al devanado del estator, la corriente fluirá a través de este devanado y esto creará un flujo electromagnético dentro del núcleo del estator, que en realidad se derrama de manera controlada y cruza el entrehierro. entre el estator y el rotor. Este flujo electromagnético inducirá un voltaje (presión eléctrica) en las barras de jaula de ardilla del rotor. Si se aplica un voltaje de CA trifásico de 50 Hz al devanado del estator, se puede razonar que un campo magnético "giratorio" circunferencial resultante atraviesa el orificio del estator a 1500 rpm.

A medida que los extremos de las barras de jaula de ardilla están en cortocircuito, formando un circuito eléctrico cerrado, la corriente eléctrica fluirá a través de las barras de jaula y, por lo tanto, ahora se crea un flujo electromagnético mediante el "devanado" de jaula de ardilla del rotor.

El flujo de velocidad fija de 50 Hz en el devanado del estator genera sus campos magnéticos N.S.N.S.N.S. en constante cambio en cada una de las cuatro regiones polares (recuerde que, en una máquina trifásica, cada uno de los 4 polos es en realidad una "mezcla" compleja de fases U-V-W ascendentes y descendentes). Los campos magnéticos creados dentro de la jaula de ardilla del rotor son atraídos por los campos magnéticos N.S.N.S.N.S de los estatores y los persiguen (atracción magnética), desarrollando así un par de rotación y, por lo tanto, un movimiento giratorio del rotor y el eje del motor.

MÉTODOS DE ARRANQUE DE MOTORES

Aquí consideramos el momento en el que el voltaje de CA se conecta al estator. Sabemos que los motores tienen una gran corriente de irrupción en el 'arranque'. También sabemos que hay varios tipos de sistemas de arranque de motores, y estos se describen a continuación:

- Directo en línea: lo que da como resultado los niveles más altos de corrientes de irrupción (de hecho, técnicamente se describe como corrientes de rotor bloqueado).

- Estrella-Triangulo es una forma tradicional de reducir la corriente de irrupción al hacer que el estator tenga una impedancia más alta (Impedancia: el símbolo eléctrico es Z, y considere que Z es en realidad un término para la resistencia en un circuito de CA, mientras que la resistencia R es la resistencia asociada con un circuito de CC, la unidad para ambos es ohmios) y, por lo tanto, menos dispuesto a permitir que el voltaje aplicado fuerce la corriente en los devanados del estator.

- La electrónica de potencia suele ser la forma más rentable de controlar la corriente de irrupción relacionada con el arranque, lograda mediante el uso de un sistema electrónico de arranque suave. Por supuesto, la electrónica de potencia se puede utilizar para cambiar el nivel real de frecuencia aplicada (Hz), cambiando la velocidad de funcionamiento real del motor. Esto se hace modificando los 50 Hz de la red a un nivel más bajo o alto de Hz, a un nivel de voltaje apropiado. Estos sistemas se conocen como unidades de velocidad variable (VSD) o unidades de frecuencia variable (VFD).

Bajo una condición de arranque con mucha corriente fluyendo en el devanado del estator del motor, se desarrolla un campo electromagnético muy fuerte dentro del estator y esto se impone al conjunto del rotor. Esto induce un alto voltaje y, por lo tanto, una corriente alta en la jaula de ardilla, lo que da como resultado un campo magnético de alta intensidad en el rotor. Estos campos magnéticos 'fuertes' en el estator y el rotor dan como resultado un alto par de rotación, por lo que el motor puede superar la 'fricción estática' de una carga acoplada y comenzar su aceleración a la velocidad.

El uso de un método de arranque que resulte en una corriente de irrupción reducida limitará la capacidad de los motores para desarrollar un par de arranque, por lo que es importante asegurarse de que el método de arranque permita que el motor desarrolle un par suficiente para arrancar y no se mantenga en una condición de rotor bloqueado 'parado'.

A partir de esta variación de los métodos de arranque de motores, es claro que, cuando se le solicite designar un alternador adecuado para arrancar un motor, se debe establecer lo siguiente:

- Voltaje y frecuencia del Sistema de Suministro.
- kVA de funcionamiento de diseño del motor.
- Los kVA reales de funcionamiento del motor cuando conduce su carga acoplada.
- Las características de la carga acoplada.

En el proceso de recopilación de información, los problemas pueden comenzar en la primera etapa, donde la información relacionada con el motor casi siempre se proporcionará como kW no calificados. Ahora, si estos datos se tomaron de la placa de identificación del motor, es casi seguro que se relacionen con los **kWm [mecánicos]** que el motor está diseñado para desarrollar como potencia en el eje.

A veces, los datos del motor se han tomado del centro de control de motores, y esto a menudo se relaciona con los **kWe [eléctricos]**. Esta situación debe aclararse como parte del ejercicio para cuantificar los kVA de impacto del motor durante el arranque del motor y para establecer la clasificación continua asociada con los kVA de funcionamiento.

Para propósitos de dimensionamiento del alternador, tenemos un dilema; ¿Se debe tener en cuenta la eficiencia del motor o no? Cuando se trata del funcionamiento combinado de varios motores relativamente pequeños, la eficiencia suele ser relativamente baja y, por lo tanto, el problema se vuelve bastante importante para cuantificar el impacto y los niveles de kVA de funcionamiento. La siguiente área de aclaración es identificar el método de arranque del motor, que es crucial para identificar los kVA de impacto, que a su vez determinarán el tamaño del alternador, especialmente si se ha especificado un nivel máximo de caída de voltaje transitorio [TVD].

Requisitos de potencia de arranque para métodos de arranque típicos

Directo en Línea: Este presenta un kVA de alto impacto, pero permite que el motor desarrolle un alto par de arranque y, por lo tanto, a menudo es necesario superar los requisitos de inercia estática de carga acoplada de los motores. Las aplicaciones típicas son una cinta transportadora cargada o una trituradora de piedra con una piedra atascada. Los niveles de kVA de impacto variarán con las diferentes características de diseño del motor, desde 4 veces los kVA de funcionamiento hasta 9 veces los kVA de funcionamiento. Como regla general:

- *Use **7** veces para motores < 250 kWm.*
- *Use **6** veces para motores >250kWm.*

El factor de potencia de arranque para estos motores DOL será bajo, en atraso de 0,1 a 0,2.

Estrella Triangulo: Este método de arranque es un sistema rentable para reducir los "niveles de kVA de impacto" de arranque y todavía se emplea con mucha frecuencia en aplicaciones en las que no se requiere que el motor desarrolle un par de arranque alto, por ejemplo, bombas [de agua] o ventiladores con impulsores de masa relativamente baja. No debe olvidarse que, en la transición de estrella a triángulo, habrá una condición de kVA de segundo impacto, que podría ser de hasta 5 x kVA de ejecución y, a menos que el punto de transición se establezca cuidadosamente durante la puesta en marcha del equipo, bien puede resultar en un nivel de caída de tensión transitoria que hace que falle el proceso de arranque. Como regla general:

- *Utilice un factor de impacto inicial de 'estrella' de 2,5 veces los kVA de ejecución y, con un impacto de transición 'bueno', 3 veces los kVA de ejecución.*

El factor de potencia inicial para estos motores Estrella Triangulo será de 0,4 en atraso.

Auto Transformador: Si se utiliza un auto transformador con varios puntos de derivación disponibles, ofrece la oportunidad de establecer los kVA de impacto más bajos posibles, con el par de arranque ideal, suficiente para garantizar que la carga acoplada del motor se acelere a la velocidad, después del impacto de "arranque" más bajo posible en el sistema de energía eléctrica. En la mayoría de los casos, la situación es un compromiso; ya que solo hay un punto

de derivación del transformador disponible y el impacto kVA debe calcularse alrededor de este. En la mayoría de los casos se cotiza como 80%. Debe recordarse que habrá un segundo "impacto" cuando se aplique el voltaje de trabajo completo. Como regla general:

- *Los kVA de impacto se basarán en el valor DOL normal (consulte la página anterior) multiplicado por el porcentaje de voltaje^2 aplicado. Por ejemplo, suponiendo un factor DOL de 7 y un punto de derivación del autotransformador del 80 %. Por lo tanto, los kVA de impacto serán: 7 x 0,82^2 = 4,5 veces los kVA de ejecución.*

El factor de potencia de arranque para estos motores con auto transformador estará entre 0,2 y 0,25 en atraso.

Arranque suave electrónico: Los motores con sistemas electrónicos de arranque suave podrían considerarse como el sistema de arranque absoluto e ideal. Tienen características de auto transformador refinadas para simular tomas multi ajustables para el voltaje de "pedestal" aplicado inicialmente y una progresión continua hasta el voltaje de suministro de trabajo completo, durante un período de tiempo en rampa controlado y ajustable. Con todo esto ofrecido dentro de un paquete electrónico rentable de estado sólido.

Desafortunadamente, estas unidades introducen **distorsión armónica** en el sistema de suministro eléctrico y, si bien aún ofrecen beneficios para el arranque del motor en una fuente de alimentación principal, los armónicos pueden convertirse en un factor crítico tanto para el 'Arrancador suave' como para el Grupo electrógeno que deben operar juntos. Esto es a menos que se brinde suficiente orientación durante la etapa de ingeniería para el sistema eléctrico total.

Es posible hacer que el motor arranque con un voltaje de pedestal del 40 %, lo que dará como resultado un impacto kVA de 0,16 x el factor DOL de 7. Esto dará como resultado un impacto de solo 1,1 veces el kVA de funcionamiento normal.

Sin embargo; cuando la distorsión armónica está presente, el factor crítico es: ¿los niveles de distorsión afectarán adversamente los circuitos de control tanto en el "arrancador suave" como en el AVR del alternador? Los niveles de distorsión de corriente armónica se deciden por las características de la electrónica de potencia empleada en el "arrancador suave". Los efectos de esta distorsión de corriente causarán una distorsión armónica en la forma de onda de la tensión de alimentación y el nivel resultante de distorsión de tensión será producto de la "impedancia de fuente de la alimentación".

Para un alternador, la 'impedancia de la fuente' está controlada más directamente por el valor de la reactancia subtransitoria (X"d). Por lo tanto, la situación crítica es que la impedancia de la fuente de alimentación debe ser lo más baja posible, de modo que el nivel resultante de distorsión armónica de voltaje se mantenga lo más bajo posible. Como regla general:

- *Cuando se emplean 'arrancadores suaves' de estado sólido, cualquier 'regla' rápida resultará en la nominación de un alternador estándar muy caro y sobredimensionado. Es mejor recopilar los datos del motor y del arrancador para obtener cálculos precisos del tamaño del alternador.*

Una nota de advertencia sobre la terminología: los estadounidenses a menudo usan el término "Arranque suave" para los sistemas Estrella Triangulo.

Accionamiento de velocidad variable (VSD): Al igual que con el arranque suave electrónico, estas unidades introducen **distorsión armónica** en el sistema de suministro eléctrico. Funcionan aumentando el voltaje, lo que da como resultado un kVA de impacto del orden de 1,1 veces el kVA de funcionamiento normal.
El método de arranque real, y por lo tanto el factor multiplicador, dependerá del par motor requerido para superar la fricción estática de su carga acoplada, a fin de garantizar que el motor nunca se detenga.

Siempre debe recordarse que los diseños de motores están disponibles para aplicaciones específicas impulsadas por motores; por lo tanto, hay disponibles diseños de motores con un alto par de arranque para los cuales una situación DOL puede requerir 10 kVA x diseñados. Del mismo modo, para un requisito de bomba de par bajo, también está disponible un diseño de motor especial con solo 3,5 kVA diseñados para un arranque DOL. Es importante saber tanto como sea posible sobre el diseño del motor.

Al considerar los sistemas de arranque suave electrónicos, en los que no se ha recomendado la corriente de inicio o los kVA de inicio, es importante solicitar detalles del "nivel establecido" de voltaje del pedestal, en términos de % del voltaje de suministro. Luego use este V%, en términos por unidad, de la misma manera que con el sistema Auto Transformador.
Una vez identificados los kVA de impacto de arranque, establezca: qué otras cargas soporta el grupo electrógeno, ya que esto proporciona una guía sobre los niveles aceptables de % de caída de voltaje transitorio o los niveles aceptables de distorsión de voltaje armónico para el sistema eléctrico.

La distorsión armónica de voltaje en el sistema será de corto plazo con los sistemas de arranque suave electrónico y continua como con los motores VSD.

También es importante establecer si se va a alimentar más de un motor y luego, ¿se arrancarán esos motores en forma simultánea o secuencial?

Consideraciones fundamentales para grupos electrógenos específicos

Acepte que el problema más importante asociado con el arranque del motor es el "impacto kVA" y que la magnitud de este problema de arranque se debe a las características de los motores, como resultado de una tensión y frecuencia estándar aplicadas repentinamente; siendo esta característica el resultado de la 'frecuencia de deslizamiento' interna del motor.

Por lo tanto, si se pudiera idear un esquema para aplicar un voltaje muy bajo y quizás una frecuencia baja para reducir la frecuencia de deslizamiento, debería ser posible arrancar el motor y hacerlo funcionar hasta alcanzar la velocidad con el nivel de kVA de arranque del motor más bajo posible.

Antes de seguir adelante, debe señalarse que, si el motor que se va a arrancar debe desarrollar un par de arranque alto y mantener un par alto durante el período de arranque, la

potencia del eje del motor [alta] requerida se desarrollará como resultado de la [alta] potencia de entrada, por lo tanto, relacionada con los kVA [altos] de entrada, al motor.

Por todas las razones asociadas con las características de los motores de inducción, un alto par de arranque está relacionado con un alto kVA de entrada durante el período de arranque. Exactamente por la misma razón que la elección de un método de arranque del motor, DOL o Estrella Triangulo, etc., siempre se basa en el nivel de par requerido del motor. Por lo tanto, el siguiente método de arranque solo debe usarse para aplicaciones de arranque de par bajo.

El esquema implica un alternador con un sistema de excitación que puede soportar una corriente de cortocircuito de estado estable, por lo tanto, un alternador con un tipo de sistema excitado por separado. El motor está conectado a los terminales del Grupo Generador, pero con el Grupo Generador parado.

Opción 1.

- Arrancar el Grupo Electrógeno.
- A medida que alcanza la velocidad, el sistema de excitación "verá" el motor como un "cortocircuito", por lo tanto, la corriente fluirá a través de los devanados del motor y dará como resultado que el motor desarrolle par y, por lo tanto, comenzará a girar.
- A medida que aumenta la velocidad del motor, la condición de cortocircuito en el alternador cambiará, lo que resultará en una reducción gradual de la corriente, junto con un aumento del voltaje de salida del alternador.
- Si es posible, controlar la velocidad de funcionamiento del motor, manteniendo la frecuencia del sistema lo más baja posible, [las velocidades mínimas del motor varían] para mantener la situación de frecuencia de deslizamiento lo más baja posible.
- La preparación ideal sería diseñar un sistema en el que se logre una frecuencia, tensión y estabilidad de corriente reducidas, pero relativas, y el motor y el grupo electrógeno terminen la preparación hasta la velocidad nominal, en sincronismo relativo.

Opción 2.

- Mismo estado del motor conectado al Grupo Electrógeno, con el sistema en reposo. El sistema de excitación del alternador se desactiva mediante un interruptor. Se arranca el grupo electrógeno y se le permite funcionar hasta alcanzar la velocidad. El interruptor de excitación está cerrado. De acuerdo con el proceso descrito anteriormente [Opción 1], el sistema de excitación del alternador se 'explota completamente' en un intento de establecer el voltaje requerido del sistema y, al hacerlo, permite que el grupo electrógeno impulse el motor a la velocidad máxima, con una tensión creciente.

- La diferencia aquí es que no se intenta reducir la situación de frecuencia de deslizamiento. Hay que decir que esto puede ser de beneficio marginal, cuando la velocidad a la que el motor primario alcanza la velocidad; hay pocas posibilidades de que el motor de inducción permanezca "bloqueado" con la frecuencia generada.

Ambos procedimientos anteriores se utilizan para arrancar motores donde hay un motor dedicado a una situación de grupo electrógeno y el sistema de control del motor se alimenta desde una fuente independiente y de un diseño que permitirá esa 'conexión permanente' entre el motor y el grupo electrógeno con el Grupo Generador en reposo.

Debe enfatizarse que el motor que se va a arrancar debe estar acoplado a una carga de muy baja inercia, de lo contrario, el motor simplemente se parará. Las aplicaciones típicas son; propulsores de proa de barcos, donde el impulsor se puede ajustar a paso cero, y bombas donde no hay una "presión de cabeza" de agua permanente.

Tiempos de arranque prolongados.

Algunas aplicaciones, como las aplicaciones de accionamiento de ventiladores grandes, involucran un motor que se acelera durante un período de tiempo que bien puede extenderse a 30 segundos (o más). El motor ha sido diseñado con este nivel de capacidad de sobrecarga, aunque bien puede especificarse que el motor no debe estar sujeto a esta situación más de, digamos, una vez por hora. Debe prestarse la debida atención a las capacidades del grupo electrógeno que debe soportar el motor durante este período prolongado de sobrecarga/arranque.

Obviamente, se debe tener en cuenta el impacto kVA del motor, la caída de voltaje transitorio resultante [TVD] y luego la duración del período de arranque. Se debe intentar calcular los kVA de entrada al motor en comparación con el tiempo, justo hasta el punto en que el motor alcanza la velocidad nominal, a los kVA de funcionamiento diseñados.

Esta información brindará una guía con respecto a la corriente de salida del alternador, lo que permitirá considerar el efecto de calentamiento sobre los devanados del estator y también el nivel de excitación bajo el cual operará el grupo electrógeno durante el período de arranque. Esta situación de excitación debe cuantificarse para identificar el riesgo de que la unidad AVR detecte un período prolongado de "sobreexcitación" y decida proteger el alternador apagando la excitación.

Un sistema bien diseñado habrá incluido todas las consideraciones para garantizar que esto no suceda después de la puesta en servicio, ya que sería un verdadero problema si sucediera, especialmente si es solo unos segundos antes de que se complete el "arranque" del motor.

Operando a velocidad

A medida que aumenta la velocidad del rotor, los efectos del flujo magnético del rotor consisten en cambiar la "disposición" del motor para aceptar que la corriente sea forzada en el devanado del estator por la tensión de alimentación de CA trifásica aplicada.

Esta situación a menudo se denomina como el motor que desarrolla una 'fuerza electromotriz'. Pero esto nuevamente es una situación compleja en la que cuanto más cerca está la velocidad del rotor de la velocidad del campo electromagnético giratorio del estator (recuerde el devanado de 4 polos, suministro de 50 Hz = velocidad de flujo giratorio de 1500 rpm), menor es el nivel de voltaje inducido y corriente en la jaula de ardilla.

De hecho, cuando el rotor se acerca a las 1500 rpm, el nivel de tensión/corriente inducida en la jaula de ardilla se reduce mucho y, por esta razón, los motores de inducción en realidad funcionan con una 'frecuencia de deslizamiento' de algo así como 2 Hz. Esta es la razón por la que la velocidad nominal de un motor de 4 polos suele ser de 1440 rpm en condiciones de carga muy ligera o sin carga.

Cuando se aplica una carga al eje del motor, que trata de reducir la velocidad del rotor, la corriente tanto en el estator como en el rotor aumenta debido al aumento de la "frecuencia de deslizamiento" y este es el método de diseño inherente del motor para desarrollar más potencia en el eje.

Por supuesto, si se aplica demasiada carga, es posible exceder los límites diseñados del motor y llevarlo a una situación de par de 'extracción', lo que significa que entra en una condición de bloqueo, extrayendo alta corriente del suministro, porque la velocidad del rotor es demasiado baja para crear la fuerza contraelectromotriz requerida. Con suerte, el disyuntor del motor se disparará y detendrá un 'quemado'.

IDENTIFICANDO UN TIPO DE ALTERNADOR Y SISTEMA DE EXCITACIÓN ADECUADO

Sabemos que es la demanda de energía en el impacto de arrancar el motor lo que determina el tamaño del alternador requerido para suministrar energía a ese motor. Es habitual considerar que un motor es capaz de desarrollar su par de arranque requerido, siempre que la tensión aplicada al motor y su arrancador no tenga una Caída de Tensión Transitoria (TVD) superior al 35%. Es importante tener en cuenta, que este motor y su arrancador se conectan al Grupo Electrógeno mediante cableado que también tiene aporte de TVD. Por lo tanto, en toda la industria es habitual dejar un 10 % del TVD para el cableado, que luego deja un 25 % para el Grupo Generador.

Caída de tensión transitoria en el arranque del motor

Este 25% para el Grupo Electrógeno deberá tener en cuenta el efecto de la caída de velocidad del motor. De manera realista, se utilizan las curvas de rotor bloqueado de la hoja de datos técnicos del alternador, que se basan en una velocidad constante, y quizás lo máximo que se puede permitir, solo para el alternador, ahora se considera <25%.

También es importante considerar una situación en la que el grupo electrógeno está alimentando otras cargas y estas cargas pueden ser críticas para tales niveles de TVD o, de hecho, una caída de frecuencia transitoria en el sistema. En tales circunstancias, los valores de TVD anteriores pueden tener que reducirse aún más. Algunas cargas pueden ser bastante intolerantes a los cambios repentinos de voltaje o frecuencia. Aquí, el factor crítico es la 'velocidad de respuesta' del cambio.

Un alternador bien diseñado, que funcione con un buen nivel de flujo, tendrá un TVD de alrededor del 25 % con un impacto de alrededor del 175 % de su kVA nominal de aumento de temperatura de Clase H. Un alternador excitado por separado, que consta de excitación de devanado auxiliar o excitación PMG, puede tener casi el 200 % y los alternadores auto

excitados, que utilizan un AVR tipo SX o tipo AS, pueden tener solo el 160 % de la clasificación de aumento de temperatura Clase H para un 25 %TVD.

Si el motor demanda par instantáneamente; por lo tanto, somete el grupo electrógeno a una demanda instantánea de energía, o el motor tiene una carga de alta inercia y, por lo que tendrá una tasa de aceleración lenta a la velocidad nominal, y demandará kVA de funcionamiento más altos de lo normal durante un período prolongado, entonces el alternador excitado por separado es el único alternador que vale la pena ofrecer.

Aumento de Voltaje Transitorio

Otro punto que siempre debe tenerse en cuenta es el aumento de voltaje transitorio (TVR) cuando una carga nominal determinada se rechaza repentinamente. Muchas especificaciones establecen un TVR de no más del 120 % de voltaje al rechazar una alta proporción de la carga nominal. Esto es factible, pero necesita aclaración de la carga nominal y consideración cuidadosa para el alternador designado.

Condición de Rotor Bloqueado y Factor de Potencia

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, las hojas de datos técnicos del alternador, específicamente las curvas de rotor bloqueado, se utilizan para brindar orientación sobre el rendimiento de cada alternador frente a una carga de impacto con un factor de potencia bajo. Se utilizan los siguientes valores establecidos de factor de potencia frente a los niveles identificados de kVA de rotor bloqueado:

- Para arranque DOL usar: f.p. 0.1-0.15.
- Para arranque Estrella Triangulo usar: f.p. 0.4.

Para otros métodos de arranque, el valor del factor de potencia deberá elegirse según corresponda al multiplicador de impacto kVA.

Por ejemplo, un VSD probablemente arrancará con un f.p. de 0,8 a 0,85. De hecho, para estos 'otros' métodos se usa un factor de potencia que sugerirá una demanda realista de potencia del motor primario durante el período de aceleración del motor de inducción establecido por el controlador del motor, o la tasa de aumento de voltaje del arrancador suave.
El procedimiento de puesta en marcha debe optimizar la configuración de 'inicio', especialmente para el punto de transición de estrella a triángulo. Para muchas consideraciones de arranque, se sabe que la experiencia sobre la tasa de aceleración de los motores en una situación de rotor bloqueado es una frecuencia de deslizamiento muy reducida por unidad de velocidad y el hecho de que esto ahora puede estar relacionado con una demanda para que el motor desarrolle un alto porcentaje de su potencia de eje de diseño.

DEMANDA DE POTENCIA DEL MOTOR PRIMARIO

A menudo, los kVA de impacto parecen altos, por lo que también lo hace la demanda instantánea de potencia del motor. Pero la experiencia sugiere que la energía cinética de la masa giratoria del motor/alternador satisfará una gran proporción de esta demanda de energía

momentánea, para ayudar a compensar el breve retraso mientras el sistema de alimentación del motor puede producir kWm de eje reales.

La forma anticuada de relacionar los grupos electrógenos con un rendimiento de kW de motor a kVA del grupo electrógeno ya no se considera confiable para una nominación rentable y, por lo tanto, rara vez se usa y debe desaconsejarse.

Bajo las condiciones en el momento en que se aplica la alimentación al motor, el rotor está en reposo, denominado “Rotor Bloqueado” y la situación eléctrica se describe como un “kVA de impacto”. El factor de potencia de los kVA de impacto será tal que los kWe serán muy similares a los kWe de funcionamiento normal y, a partir de la relación kWe/kVA, se puede establecer un factor de potencia típico para esta condición de impacto.

Bajo condiciones de kVA de impacto, el Grupo Generador generalmente opera bajo una situación de sobrecarga y esto, combinado con el factor de potencia muy bajo, que genera altos niveles de excitación, da como resultado un Grupo Generador que está operando a un nivel de eficiencia considerablemente por debajo de su nivel normal 'nominal' publicado.

Esto, por lo tanto, demanda del motor primario más kWm de lo que bien podría haberse considerado al principio y, por lo tanto, la potencia disponible del motor puede convertirse en un problema. Sin embargo, si la carga acoplada al motor se acelera fácilmente a la velocidad, esta demanda momentánea de potencia del motor en la condición de rotor bloqueado es de muy corta duración y puede satisfacerse fácilmente con la energía cinética asociada con el cigüeñal/volante del motor, combinados con el conjunto del rotor del alternador.

Si se trata de un tiempo de funcionamiento prolongado, o si se acopla al motor una carga que exige un alto par, entonces se requerirá que el motor desarrolle cierto nivel de potencia sostenida [kWm] que bien puede llevarlo a una condición de sobrecarga [parada de combustible].

Si esto da como resultado que la velocidad del motor caiga y generalmente lo hace, entonces bien puede activar el circuito de 'Desactivación de baja frecuencia' del AVR, que está diseñado para reducir el voltaje de salida en relación con la velocidad de funcionamiento. Este circuito se incorpora a los AVR para actuar como protección para los devanados de excitación del alternador y un beneficio adicional es que, al reducir el voltaje de salida, reduce la carga en el alternador, por lo tanto, la carga en el motor, por lo tanto, tiende a ayudar al motor a superar esta repentina demanda de energía.

El nivel de impacto kVA del motor que se está arrancando, también se reduce por esta reducción de voltaje y frecuencia. La reducción en el voltaje aplicado afectará una reducción en la corriente y la reducción en la frecuencia afectará una reducción en la frecuencia de deslizamiento, reduciendo aún más la corriente.

Entonces, ahora se llega a un punto en el que el motor de inducción exige menos potencia del motor primario, existe un equilibrio en las 'potencia demandada' y 'potencia disponible' y luego [con suerte] el turbocompresor del motor inclina la balanza a favor del motor y se

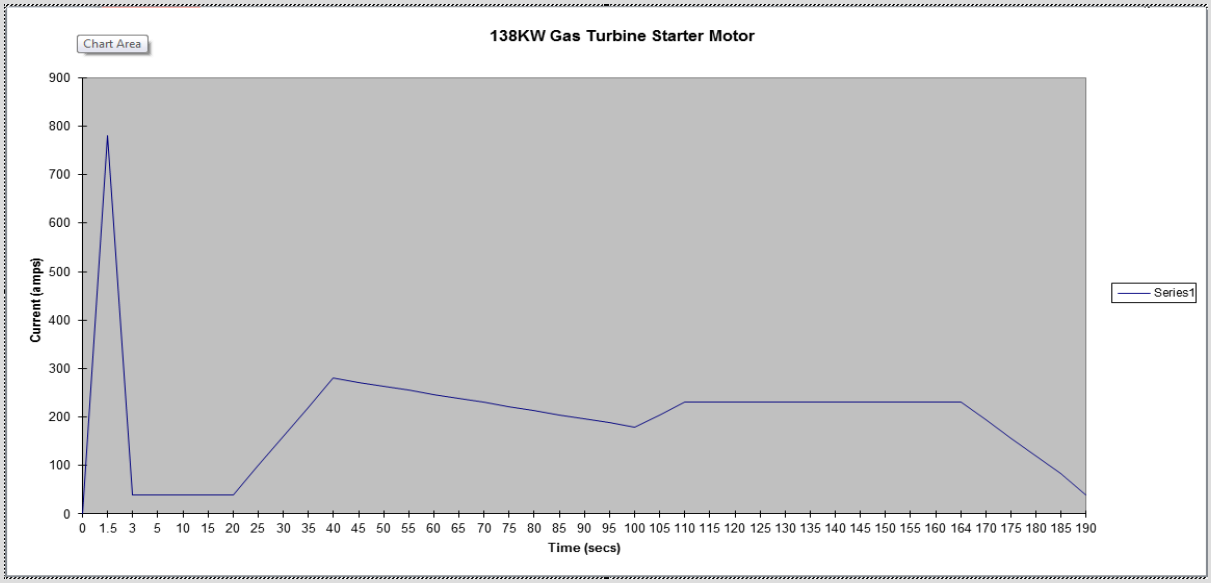
alcanzan la velocidad y el voltaje nominal, soportando un motor y una carga en servicio nominal.

El departamento de ingeniería de aplicaciones puede brindar orientación sobre la potencia requerida del motor (kWm) durante el impacto del motor y durante la aceleración del motor hasta alcanzar la velocidad. La potencia del motor se basa en la información establecida anteriormente. Es posible hacer suposiciones y usar datos típicos cuando no se conocen los datos relevantes, pero el cliente será consciente de la falta de información real.

MOTORES DE ARRANQUE DE TURBINAS DE GAS

La siguiente guía se tomó de la información proporcionada por Corporación Natural de Gas y se basa en un motor de arranque de turbina de gas de 138 kW.

Un pico de arranque directo en línea alcanza aproximadamente 780 amperios y se estabiliza en aproximadamente 40 amperios en 3 segundos. A esto le sigue una rampa de carga de 40 amperios a los 20 segundos a aproximadamente 280 amperios a los 40 segundos y disminuye gradualmente a 180 amperios a los 100 segundos, luego aumenta a 230 amperios a los 110 segundos, se mantiene hasta los 164 segundos y luego desciende a aproximadamente 40 amperios de nuevo hasta 190 segundos. Todos los tiempos se dan en segundos desde el arranque iniciado en cero.



Este motor de arranque de turbina de gas de 138kW es un ejemplo típico del patrón de arranque de dichos motores.

Las guías de aplicación son solo para fines informativos. Cummins Generator Technologies se reserva el derecho de cambiar el contenido de las Guías de aplicación sin previo aviso y no será responsable de ninguna reclamación posterior en relación con el contenido.