

PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL MOTOR DE MEDIA TENSIÓN

Los motores de media tensión han sido muy bien estudiados durante más de un siglo. Si bien la fabricación, el ensamblaje y las pruebas de un motor parecen simples, la realidad indica todo lo contrario.

A menudo, se especifica la prueba de aceptación de los motores; sin embargo, la terminología utilizada en las pruebas por parte de proveedores, consultores y operadores puede entrelazarse y las expectativas del usuario final pueden desalinearse con los procedimientos y entregas de los proveedores de equipos. Esta edición describe lo que es una prueba de aceptación en fábrica, los diferentes tipos de pruebas disponibles para los motores, los estándares de la industria que rigen las pruebas de motores y las recomendaciones para el tipo de prueba a seleccionar.

Prueba de aceptación en fábrica (FAT siglas en inglés) - definición

Una prueba de aceptación en fábrica, comúnmente conocida como prueba de aceptación, es una serie de pruebas realizadas por el proveedor del equipo. El objetivo de estas pruebas es demostrar al usuario final que el proveedor cumple con todos los acuerdos contractuales, que es consistente con los últimos planos, hojas de datos, especificaciones del proyecto y cualquier desviación que haya sido aprobada por el usuario final o su representante.

Es responsabilidad del proveedor realizar estas pruebas, registrar los datos de prueba y emitir un informe de prueba final al comprador del equipo. Estas pruebas generalmente son presenciadas por el usuario final, o su representante, en las instalaciones del proveedor del equipo o en un banco de pruebas de terceros y se ejecutan antes de la instalación final en el sitio. En casos limitados, el proveedor del equipo realizará las pruebas sin que nadie lo atestigüe.

Los requisitos de prueba DEBEN definirse en la etapa de orden de compra del ciclo de adquisición de equipo y NO después.

La Figura 1 muestra un sistema típico de motor MV y controlado por VFD. Para probar este sistema, un usuario final puede hacer una selección de hasta cuatro tipos de pruebas que varían en amplitud y alcance, como se muestra a continuación. Este documento se centrará únicamente en las pruebas de motor (resaltado en amarillo).

Tipos de pruebas de motores eléctricos

A diferencia de los VFD, los motores eléctricos tienen varios tipos de pruebas ampliamente aceptados. Las pruebas de motores incluyen pruebas "en proceso", y las pruebas pueden ser atestiguadas o no, dependiendo de la preferencia del usuario final. Cualquier prueba puede ser presenciada, no presenciada u "observada". Una prueba presenciada es aquella en la que se establecen las pruebas y se asigna el tiempo para que la prueba sea atestiguada.

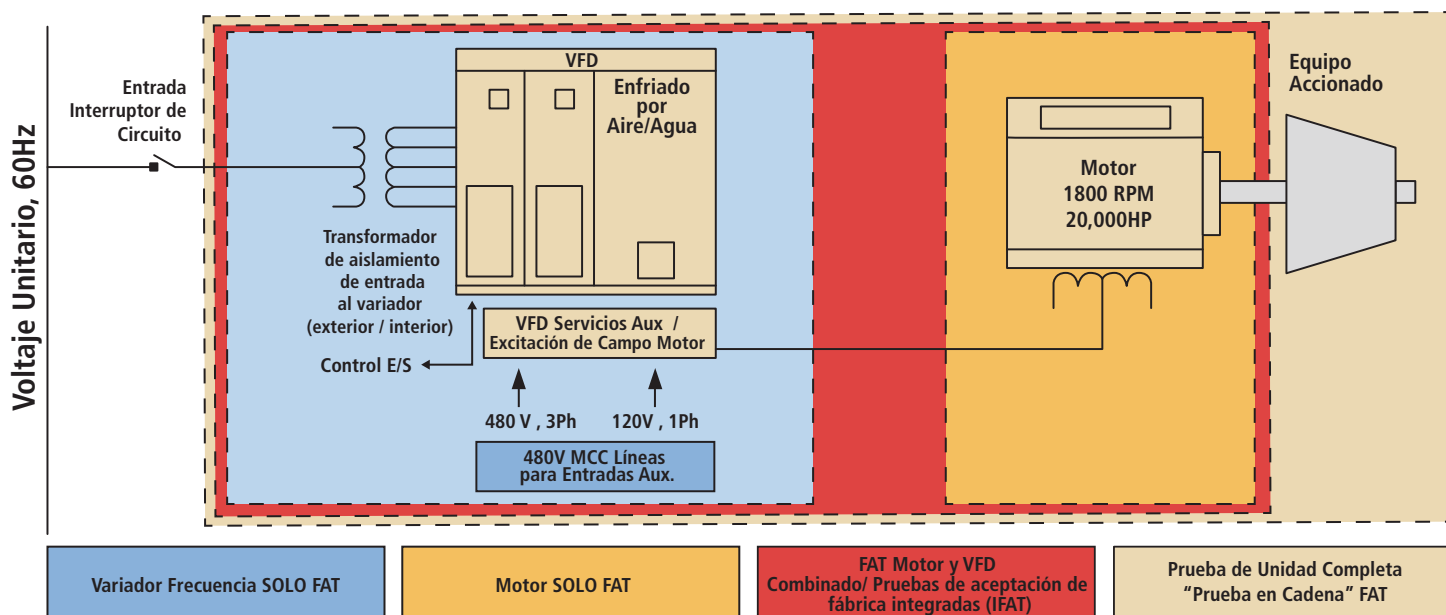


Figura 1: Motor Media Tensión y sistema impulsado por VFD

NEMA MG-1 Sec. 20.16.2	API 541 Sec. 6.3.2
Sin Corriente de Carga	Sin Corriente de Carga
Sin Potencia de Carga	Corriente de rotor bloqueado mediante cálculo
Velocidad sin Carga	Ac Alta Potencia. Prueba de bobinado y accesorios
Prueba de Alta Potencia	Resistencia de aislamiento
Ninguna	Resistencia de bobinado
Ninguna	Vibración
Ninguna	Aislamiento de rodamientos
Ninguna	Prueba de temperatura del cojinete
Ninguna	Inspección de aceite y suministro
Ninguna	Holgura del Cojinete y Prueba previa de alineación (Opcional)
Ninguna	Inspección post-prueba de rodamiento y holgura de cojinete
Ninguna	Medición de entrehierro de en la máquina (Opcional)
Ninguna	Voltaje del eje y mediciones de corriente

Tabla 1: Comparación de elementos de prueba de rutina y mediciones por NEMA y estándares API

Una prueba presenciada se realiza durante el curso de la producción del motor, y el representante del comprador debe estar presente cuando la fábrica realiza la prueba. Tenga en cuenta que una prueba observada generalmente no es un "punto de espera" en el cronograma de fabricación del motor. Por lo general, el usuario final recibirá un aviso del tiempo aproximado para la prueba. Esta prueba se puede usar como una opción económica en lugar de una prueba formal; sin embargo, no es tan formal como una prueba presencial completa.

Los términos comunes en las pruebas de motores, tales como "rutina" y "completa" se definen en estándares como NEMA MG-1 [1], IEEE 112 [2] y el IEC 60034-2-1 [3]. El fabricante del motor realiza normalmente o rutinariamente una "prueba de rutina", como su nombre indica, en cada motor, ya sea que el usuario final lo solicite o no. Sin embargo, dependiendo de las normas anteriores que se apliquen al motor, los elementos de prueba de rutina pueden variar en alcance. Por ejemplo, los elementos de prueba de rutina definidos en API 541 5ª ed. [4] son significativamente diferentes de las pruebas de rutina descritas en NEMA MG-1. La Tabla 1 compara los ítems de prueba de los dos estándares. Por lo tanto, es fundamental que el estándar de prueba sea definido y acordado antes de que se emita el contrato de adquisición. Esto se considera una prueba mínima.

La prueba "completa" es una prueba FAT muy comúnmente presenciada. API 541 5th ed., Sección 6.3.5.1 describe siete pruebas adicionales a la lista de pruebas de rutina. Tenga en cuenta que NEMA MG1 no tiene una definición de prueba "completa". En algunos casos, si se construyen varios motores idénticos al mismo tiempo, se realizará una sola prueba de rutina para todos los motores, y se presenciará una prueba completa. La prueba completa proporciona una buena línea de base para el motor, de modo que, de 5 a 10 años en el futuro, el personal de mantenimiento puede comparar los cambios que el tiempo y la operación han causado en el motor. La Tabla 2 compara una prueba completa típica con una prueba completa especificada por la API.

Prueba Completa típica	API 541 Sec.: 6.3.5.1
Eficiencia	Eficiencia
Corriente de Rotor Bloqueado	Corriente de Rotor Bloqueado
Corriente y deslizamiento a plena carga	Corriente y deslizamiento a plena carga
Determinar par de ruptura	Determinar par de ruptura
Ninguna	Determinar curva de par / velocidad
Ninguna	Nivel de Ruido

Tabla 2: Comparación de la prueba completa típica y la prueba completa de API

El usuario final puede seleccionar pruebas especiales dependiendo del caso. Una prueba común "en proceso" que es especial es la prueba de "sacrificio" de bobina. En esta prueba, las bobinas se colocan en el tanque de impregnación a presión al vacío (VPI) al mismo tiempo que el estator y el rotor. Las bobinas están separadas de la bobina del motor que se puede probar y cortar para confirmar que el VPI fue exitoso. El usuario final puede requerir que las bobinas se envíen a un laboratorio independiente para su verificación. Los informes de la bobina de prueba deben estar disponibles antes de la FAT para garantizar que el motor se haya aislado correctamente durante el proceso de VPI con pruebas e inspección visual.

Se pueden hacer otras pruebas especiales basadas en la aplicación específica. Es importante comprender que algunas pruebas especiales pueden tener un efecto adverso en la vida útil del motor. Los estándares API para motores, como 541 y 546, son una buena guía para la terminología, los criterios de aceptación, el motivo por el cual se realiza la prueba y el impacto que una prueba tendrá en la vida del motor. Comprender qué prueba puede ser perjudicial para el motor debe ser parte de la preparación. Un técnico puede querer volver a ejecutar una prueba por alguna razón, y eso debe considerarse cuidadosamente si la prueba puede reducir la vida útil del motor.

El estándar IEEE 112 es un procedimiento de prueba que describe las pruebas de eficiencia del motor. El método F es común para motores muy grandes. También describe la mayoría de las otras pruebas comunes de motor polifásico. Para probar motores grandes, NEMA MG 1 Sec. 20.16.1 indica específicamente que las pruebas deben realizarse según IEEE 112.

IEC 60034, con todas sus partes, es similar a NEMA MG1. IEC 60034-2 es un estándar de prueba de eficiencia que IEEE ha publicado, una serie de documentos que comparan los diferentes métodos. Para los fines de este artículo, la norma de eficiencia debe definirse en el momento del contrato, y el ingeniero a cargo debe estar familiarizado con el procedimiento y los criterios de aceptación.

Recomendaciones para pruebas de motores

Para motores NEMA (> 500 HP), cada fabricante tendrá un conjunto de planes de inspección y prueba (ITP) predefinidos. Independientemente del tipo de motor adquirido, el estándar API 541 para motores de inducción y API 546 para motores síncronos es un buen documento de referencia para especificar las pruebas. El estándar API proporciona una lista de pruebas, procedimientos de prueba, criterios de aceptación y una guía en el anexo sobre la importancia de cada prueba. Si hubiera una prueba "estándar", sería la prueba de rutina que se define en la mayoría de los estándares del motor como la prueba normal o de rutina "de fábrica". Estas pruebas son muy similares a las de un motor pequeño de 1 HP, por lo que nunca deben considerarse adecuadas para un motor de media tensión.

No es común hacer una prueba de carga completa de motores grandes de megavatios. Configurar una carga para que funcione lo suficiente para que el motor suba hasta la temperatura máxima puede llevar horas o incluso un día, lo que genera una gran cantidad de energía y gastos. Las pruebas de carga completa no proporcionan ninguna información real adicional sobre la calidad o el rendimiento de un motor que las pruebas de corta duración no proporcionen.

Referencias

1. Publicación de los estándares de NEMA MG 1-2011, motores y generadores, Rosslyn, VA: Asociación nacional de fabricantes eléctricos, 2011.
2. IEEE Standard 112-2004: procedimiento de prueba estándar para motores de inducción polifásicos y generadores.
3. IEC 60034-2-1: 2014: Máquinas eléctricas rotativas - Parte 2-1: métodos estándar para determinar las pérdidas y la eficiencia de las pruebas (excluidas las máquinas para vehículos de tracción)
4. API estándar 541: Motores de inducción de jaula con bobinas preformadas - 375 kW (500 HP) y más grande, 5ª edición, 2014, American Petroleum Institute.