

## SISTEMAS DE VARIADORES DE FRECUENCIA DE CA PARA VENTILADORES DE TIRO FORZADO O INDUCIDO

### La aplicación de variadores de frecuencia a ventiladores de calderas

Los variadores grandes de frecuencia de CA (VFD siglas en inglés) proporcionan beneficios significativos cuando se aplican a ventiladores de tiro inducido (IDF siglas en inglés) y de tiro forzado (FDF siglas en inglés) en estaciones generadoras de electricidad alimentadas por combustible fósil. Al evitar el uso de dampers o aletas de flujo mecánicas, que generan las caídas de presión de aire, se pueden realizar ahorros energéticos importantes.

Los IDF y FDF se pueden aplicar a dos tipos de calderas alimentadas por combustibles fósiles: calderas presurizadas utilizando FDF y calderas de tiro balanceado que utilicen ambos FDF e IDF. La aplicación de variadores de frecuencia a ambos tipos de ventiladores usualmente resulta en ventajas significativas de energía y potencia para aplicaciones de estación generadora.

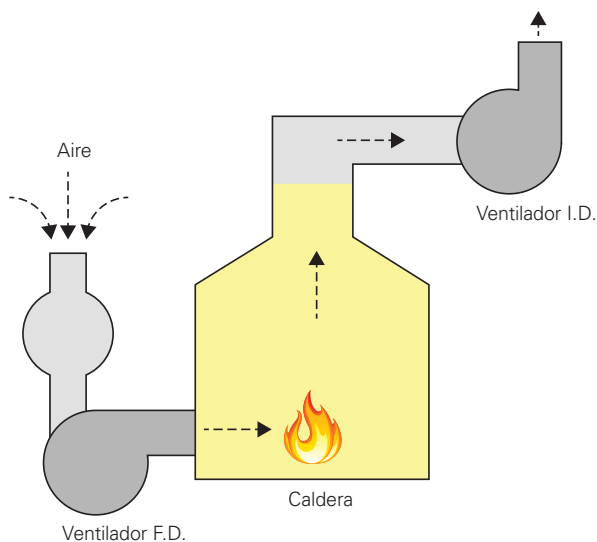


Figura 1. Caldera de Tiro Balanceado

Los beneficios al aplicar un VFD son una función de los márgenes de capacidad del ventilador que normalmente existen para los IDF y FDF. Estos márgenes son el resultado del diseño conservador y prácticas en la aplicación que permiten la operación de la caldera en capacidad nominal continua cuando se producen cambios operativos. Las contingencias típicas operativas incluyen incrustaciones en la caldera de hollín y ceniza, el aumento de exceso de aire debido a las variaciones en la calidad del combustible y provisiones para la caída de presión adicional en previsión de la adición de equipos de control de calidad del aire.

Los ventiladores con motores de velocidad constante requieren equipos de control de flujo mecánico que generan pérdidas significativas en el sistema. Los dispositivos que se utilizan comúnmente para controlar el flujo y la presión son dampers, álabes de guía, y acoplamientos deslizantes tales como acoplamientos hidráulicos.

Las pérdidas generadas incluyen aquellas por estrangulación para dampers y paletas de guía de deslizamiento, y pérdidas de deslizamiento en acoplamientos hidráulicos. Estas pérdidas mecánicas son mucho mayores que las pérdidas eléctricas correspondientes de los VFD eléctricos de estado sólido, que típicamente operan a eficiencias superiores al 95 por ciento. La eliminación de las pérdidas mecánicas por lo general es la razón más convincente y fácilmente cuantificada para la aplicación de VFD.

### Trabajo de arranque minimizado para motores de variador

Mediante la aplicación de VFD, se puede reducir en gran medida el trabajo de arranque en los motores, en comparación con los arranques directo a la línea convencionales. Cuando se trabaja con un VFD, sólo se requieren los niveles de corriente de carga que se utilizan para la aceleración. Esto evita la carga de calor extra en el motor y las condiciones de caída de tensión que pueden ocurrir durante un arranque directo a la línea. Esto es importante porque los motores de ventilador de caldera por lo general experimentan el trabajo de arranque más severo de cualquiera de los motores de la estación de generación, debido a la alta inercia de los ventiladores. Los motores de los ventiladores de calderas también son a menudo los más grandes motores en el sistema de energía auxiliar, lo que puede traducirse en caídas de tensión más grande cuando se arranca directo a la línea, lo que aumenta aún más la severidad en el trabajo de arranque. La aplicación de VFD prácticamente elimina la caída de tensión de arranque.

### Eliminación de las restricciones de arranque repetitivos

A menudo hay severas restricciones de arranque repetitivas en los motores del ventilador debido al calor generado por las grandes corrientes de entrada durante un arranque directo a la línea. Estas restricciones permiten que los motores se enfríen entre arranques, pero pueden causar retrasos significativos en la planta. Por ejemplo: durante el arranque de la planta y luego de las paradas de mantenimiento, los ventiladores pueden requerir balanceo. Durante el procedimiento de balanceo, el motor y el ventilador se arrancan varias veces, y las restricciones de partida repetitivas con frecuencia pueden causar largos retrasos en el proceso de balanceo. Como se mencionó anteriormente, la aplicación de VFD a los ventiladores elimina tanto las restricciones de arranque, como retrasos al arrancar el motor.

### Corriente de corto circuito más baja

Durante fallas en el sistema de energía auxiliar, los VFD contribuyen significativamente a bajar los niveles de corriente de cortocircuito en comparación con los motores de velocidad constante. Dado que los motores de los ventiladores de calderas son a menudo los más grandes en la planta, la reducción de trabajo de falla de los aparatos eléctricos y otros componentes del sistema pueden ser importantes. El resultado neto de estos ahorros es un aumento en la carga total del motor que se puede aplicar a un solo bus de conmutación o (para los sistemas existentes) una reducción en las caídas de tensión de arranque del motor y trabajos de cortocircuito.

### Reducción de riesgo de implosión de caldera

Los IDF están situados en el lado del gas de escape de un proyecto de caldera equilibrada y por lo general son controlados para mantener una presión ligeramente negativa en la caldera. Si se produce un colapso en la llama de la caldera, o si hay una pérdida repentina de aire que entra en la caldera, los IDF evacúan el gas de la caldera y crean un vacío. Si los ventiladores tienen la capacidad suficiente, se puede producir una implosión de la caldera.

La aplicación de VFD a IDF puede reducir el riesgo de implosión durante uno de estos eventos. La capacidad de un IDF para crear un vacío en una caldera depende de la presión del ventilador que se desarrolla cuando la caldera ha sido evacuada y el flujo es bajo o inexistente. Hasta que los álabes de guía o dampers están cerrados, los IDF con motores de velocidad constante continúan generando un vacío con la presión asociada a toda velocidad.

Características de Ventiladores

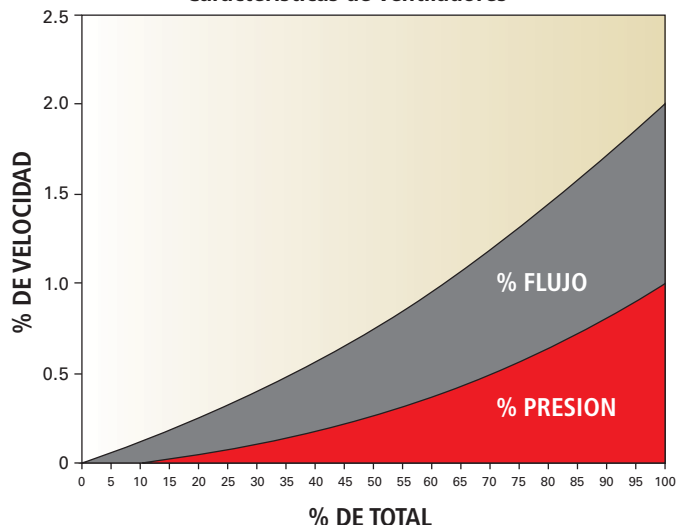


Figura 2. Características de Ventiladores

Cuando se minimiza el riesgo de implosión de la caldera, hay dos ventajas importantes para los VFD: las velocidades de funcionamiento normales son generalmente más bajas en comparación con los motores de velocidad constante y la respuesta de control del VFD es mucho más rápida. La presión desarrollada por el ventilador es proporcional al cuadrado de la velocidad (véase la Figura 2). Debido a que los motores de los ventiladores accionados por VFD normalmente operan por debajo de su velocidad, esto es una ventaja considerable. Con márgenes típicos de aplicaciones de ventiladores, los IDF operan por debajo de su velocidad incluso cuando la unidad generadora está funcionando a plena carga. En consecuencia, la presión desarrollada por el ventilador durante una condición potencial de implosión es menor cuando se opera con un VFD.

El resultado de esta presión reducida es que se aplica menos vacío a la caldera inicialmente. Además, muchos VFD de gran tamaño son capaces de un frenado regenerativo. El VFD con frenado regenerativo es el único sistema de control que normalmente se aplica a los ventiladores que pueden proporcionar desaceleración energizada. Esto permite una desaceleración mucho más rápida que la que es posible con desaceleración desenergizada. El resultado es reducir aún más el riesgo de implosión.

Otro de los beneficios de operar a una velocidad reducida es que disminuye la erosión y el desgaste a los propulsores del ventilador, puntas y otras superficies. La velocidad incidente de partículas en los gases de combustión se reduce, mejorando la vida de los propulsores de tiro inducido del ventilador. Además, los niveles de ruido del ventilador son inferiores a velocidades reducidas.