

ENTENDIENDO LA FUNCIÓN “*SLIP FREQUENCY*” EN MÓDULOS DSE 86XXMKII Y DSE G8600

La frecuencia de deslizamiento “*Slip Frequency*” en las plantas generadoras durante el proceso de sincronización, es la diferencia de frecuencia entre la tensión generada por la planta a sincronizar y la tensión del bus (red) al que se va a conectar. Es un parámetro crítico que asegura que la planta se acople en paralelo sin provocar daños mecánicos o eléctricos. Para una sincronización exitosa, esta diferencia debe ser lo más pequeña posible, idealmente este valor debe ser cero, lo que significa que el generador y el bus (red) giran a velocidades síncronas.

Se logra ajustando la velocidad del motor para que la planta gire ligeramente más rápido que el bus (red) al que se unirá (una pequeña frecuencia de deslizamiento positiva). Esto asegura que, cuando cierre el interruptor, esta asuma carga en lugar de funcionar como un motor. La frecuencia de deslizamiento se controla mediante ajustes finos de velocidad (RPM) del motor, hasta lograr que las frecuencias de ambas fuentes (planta y bus) sean lo más cercanas posible cuando cierre el interruptor en el momento de desfase cero.

Riesgos de una alta frecuencia de deslizamiento: Si la diferencia es muy grande al momento del cierre, se producen grandes corrientes de choque que pueden dañar el eje del generador, los devanados del estator o causar inestabilidad en el bus (red), en boletines anteriores se explica la configuración de esta función, ver notas 1 y 2.

Ejemplo:

Dos plantas generadoras a sincronizar GEN1 y GEN2. GEN1 suministra energía a la carga y GEN2 en proceso de sincronía, ver figura 1, en la imagen se simula la apertura del paso de combustible en cada motor.

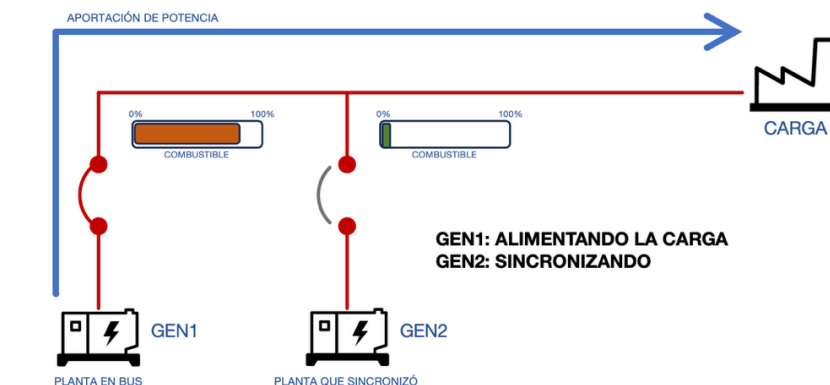


Fig. 1

Con un ajuste de deslizamiento de frecuencia positivo:

Cuando la planta generadora a sincronizar GEN2 cierre su interruptor, esta tomará una parte de la carga del bus dependiendo de la posición real de su paso de combustible. La figura 2 muestra que a un ajuste determinado de frecuencia de deslizamiento positiva, la planta que se sincroniza suministra energía a la carga. GEN2 sincroniza con GEN1 y reparten la carga entre ellas, GEN1 disminuye su paso de combustible soltando carga que ahora es soportada por GEN2 que aumenta su paso de combustible para tal efecto.

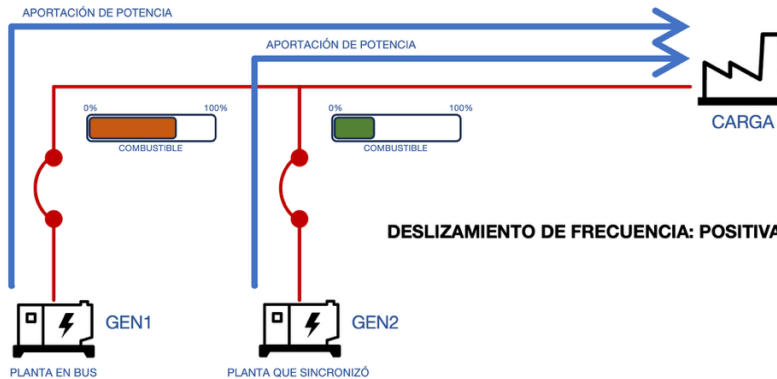


Fig. 2

Con un ajuste de deslizamiento de frecuencia negativo:

Cuando la planta generadora a sincronizar GEN2 cierre su interruptor, esta recibirá una parte de la potencia que aporta GEN1 dependiendo de la posición real de su paso de combustible. La figura 3 muestra que a un ajuste determinado de frecuencia de deslizamiento negativo, la planta que se sincroniza recibe energía del bus (potencia inversa), GEN1 aumenta su paso de combustible para soportar la carga y la energía que está entrando a GEN2 que disminuye su paso de combustible como consecuencia del ajuste de deslizamiento negativo. Esta potencia negativa será mayor o menor dependiendo del ajuste antes mencionado.

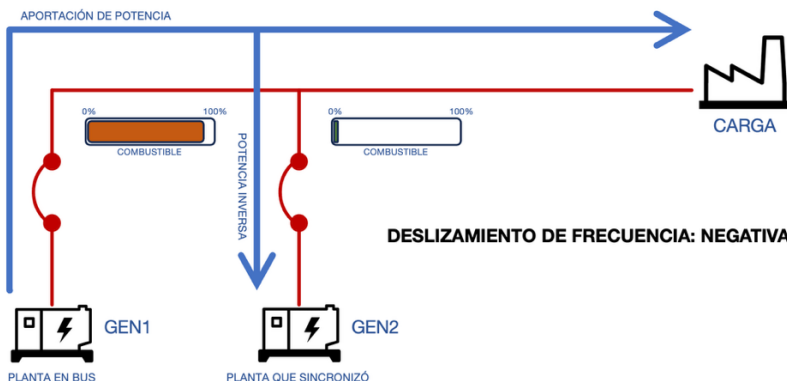


Fig. 3

Para evitar desconexiones del interruptor de GEN2 causadas por la protección de potencia inversa en la planta generadora que sincroniza, se recomienda configurar deslizamientos de frecuencia positiva.

Significado de los ajustes relacionados con la frecuencia del “*Check Sync*”, estos valores se encuentran en la siguiente ruta: *Generator – Synchronising – Check Sync*”:

Ejemplo1:

Si tenemos una frecuencia de 60.0 en el bus y los ajustes de frecuencia en el *Check Sync*” como “*Low Frequency = -0.1 y High Frequency = 0.2*” (valores de fábrica), ver figura 4, se tiene:

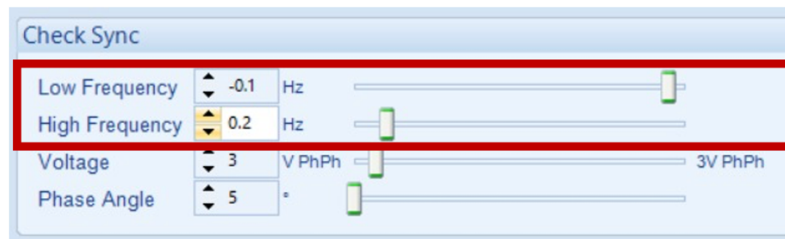


Fig. 4

Low Frequency: se utiliza para establecer el valor mínimo que la frecuencia de la planta generadora puede ser inferior a la del bus para que se produzca la sincronización. Solo cuando la frecuencia sea mayor que este valor, el módulo intentará cerrar el interruptor.

High Frequency: se utiliza para establecer el valor máximo que la frecuencia de la planta generadora puede ser mayor a la del bus para que se produzca la sincronización. Solo cuando la frecuencia sea menor que este valor, el módulo intentará cerrar el interruptor.

Si el ajuste de *Low Frequency* se establece en 0.0Hz (ver figura 5), la planta generadora podrá conectarse al bus cuando su frecuencia sea mayor a la de este. Esto se utiliza para garantizar que el equipo aceptará la carga cuando esté en paralelo con el bus y evitará que se active la protección de potencia inversa desde el bus, en el equipo que se sincroniza (ver nota 3).

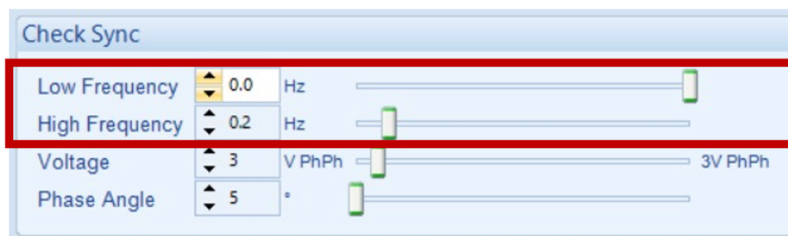


Fig. 5

El ajuste de la sincronía mediante la función *Slip Frequency* garantiza que la planta generadora vaya a una frecuencia un poco mayor que la del bus al cual se sincronizará (deslizamiento de frecuencia positivo), este ajuste se muestra en la figura 6 con su valor de fábrica.

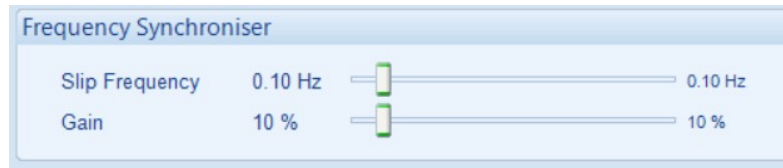


Fig. 6

Indica que la planta generadora estará en una frecuencia de 60.1Hz cuando el proceso de sincronización se lleve al cabo y el tiempo en que las dos fuentes (planta generadora y bus) se encuentren en fase estará determinado por la fórmula:

$$t = 1 / \text{Slip Frequency} \rightarrow 1 / 0.1$$

de acuerdo a los valores anteriores, las fuentes estarán en fase cada 10 segundos.

Es importante tomar en cuenta que el interruptor de sincronía debe cerrar dentro del rango de 3-5hz, es decir, entre 49.8-83.0ms

RESUMEN:

Al evento de cierre del interruptor de la planta generadora cuando las condiciones para la sincronización no se han cumplido, se le llama “energización fuera de fase”, siendo las condiciones más comunes para que esto no se cumpla, el ángulo de fase y el deslizamiento de frecuencia. Esta condición es un cortocircuito trifásico entre dos fuentes de potencia, el equipo a conectar y el bus, normalmente en condiciones de bus infinito, cuyo peor caso teóricamente sería el correspondiente a una diferencia angular de 180°, ya que en este caso, el potencial aplicado en el cortocircuito es de 2 pu y no de 1 pu como lo sería en una falla entre líneas, por lo que la corriente de cortocircuito podría ser mayor de 10 veces la corriente nominal del generador. Un cierre lento del interruptor de sincronía también puede causar una energización fuera de fase.

Las consecuencias de una energización fuera de fase son, entre otras (ver nota 4):

1. **En generador:** pueden ocurrir daños a los aislamientos del generador causados por los esfuerzos electromecánicos. Los amarres de los devanados se rompen, hay sobrecalentamiento, fisuras en el aislamiento que puede causar fallas a tierra o entre fases. La energización fuera de fase también causa desalineamiento y daños a los coginetes y la flecha del grupo. En consecuencia, aumenta la vibración y se reduce la vida útil del equipo.
2. **En el sistema eléctrico de potencia:** Las consecuencias de la energización fuera de fase hacia el sistema eléctrico de potencia son también muy variadas. Una energización fuera de fase afecta a los generadores de otras unidades conectadas al mismo bus, dando lugar a fallas. También puede disparar protecciones de otras unidades generadoras conectadas al mismo bus. Esos efectos incluyen la saturación de los TC's que alimentan la entrada de medición y protección del generador, ocasionando fallos.

Notas:

1. BT_039: Operación del sincronoscopio en módulos DSE
2. BT_072: Configuración “Check Sync” en módulos DSE 86xxMKII y DSE G8600
3. Configuration software 057-078 ISSUE 10 03/09/08 AM
4. Impacto de los esquemas de sincronismo en los transformadores principales de la Central Hidroeléctrica “Ing. Carlos Ramírez Ulloa” por el Ing. Mauricio Sosa (Ingenierías, Enero-Marzo 2017, Vol. XX, No. 74)

Es responsabilidad del programador del módulo asegurarse de que el programa opere como se espera, tanto DSE como HST ControlS no se responsabilizan por problemas derivados del funcionamiento inadecuado del programa o programación incorrecta de este.