

Reducción de la Caída del Campo del Generador en Excitatrices Rotatorias Existentes Utilizando un Nuevo Sistema de Descarga de Campo de Estado Sólido

En muchas plantas eléctricas de Norte América existen generadores con excitaciones de escobillas rotantes en conjunto con interruptores de campos dc de cuyas funciones incluyen poder aislar el campo principal del generador y también poder proveer una caída rápida del voltaje del generador. Vea la figura 1

El interruptor de campo dc está diseñado de tal manera que cuando el contactor principal abre, al mismo tiempo cierra un contacto solapado en el polo de descarga con un contactor dc, consecuentemente activando una resistencia de descarga al campo principal del generador. Esta resistencia provee un paso para que la energía latente en el campo altamente inductivo tenga un paso para disipar esta energía rápidamente. El interruptor de campo comúnmente tiene un contactor en el lado F+ conectado al campo principal o veces un contacto tanto en el lado F+ como el lado F-. Vea la figura 2

No todas las instalaciones con excitatrices rotatorias se proveían con un interruptor de campo dc durante la etapa del diseño. Para estos sistemas, la caída de voltaje era una función del campo principal de la maquina síncrona combinada con la constante de tiempo del campo de excitación. Para desenergizar el sistema de generación, se apaga la excitación del sistema y el voltaje de salida cae naturalmente. El periodo de tiempo puede ser largo desde 7 segundos hasta aun mas, dependiendo de la constante L/R (inductancia medida en henrios y la resistencia medida en ohmios) de el campo de la maquina. Para estos sistemas, si ocurriera una falla entre devanados en el generador, una caída dilatada podría causar daños severos al estator y daño a las láminas del núcleo. Todo esto por efecto de su incapacidad de poder descargar la energía del campo rápidamente. Esto podría resultar en un recalentamiento sostenido el cual causaría daños grandes y reparos costosos del generador.

Hasta hoy día, era bastante raro poder incorporar un contactor dc entre la excitatriz rotatoria y el campo del sistema existente. Este costo solía ser bastante alto.

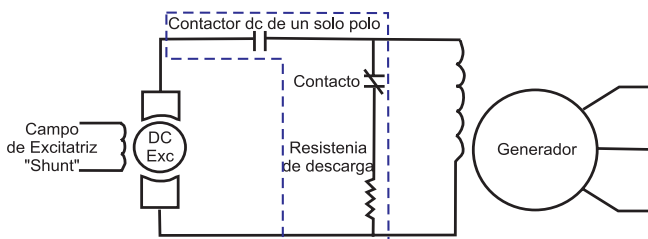


Figura 2: Configuración Común de Descarga del Campo



Figura 1: Generador hidroeléctrico de baja velocidad con excitatriz rotatoria

En el pasado estos contactores eran especialmente diseñados y fabricados en Norte América por OEMs reconocidos como GE o Westinghouse con una amplia gama de capacidad de corrientes de campo. En el presente, estos interruptores dc grandes (interruptores de corriente directa) pueden ser adquiridos únicamente por medio de fabricantes en Europa donde los tiempos de entrega pueden ser dilatados y el costo de su remplazo es alto.

Basler Electric Ofrece una Solución

Hoy día Basler Electric ofrece una solución que nos provee el beneficio de tener un interruptor de campo dc que nos provee aislamiento eléctrico al mismo tiempo que nos da un mayor rendimiento por medio de una resistencia de descarga en el circuito del campo del rotor.

La solución de Basler utiliza componentes que están plenamente disponibles en el mercado. Esta solución no depende del polo de contacto adicional requerido en los diseños más antiguos de interruptores de campos dc. El nuevo sistema puede ser añadido a cualquier excitatriz rotatoria existente que carece de una caída de campo rápida. También puede ser añadida a un sistema existente que requiera el remplazo del interruptor de campo dc.

Esta nueva solución utiliza un contactor dc fácilmente disponible de un solo polo sin necesidad de un polo de descarga. Este contactor esta conectado a la sali-

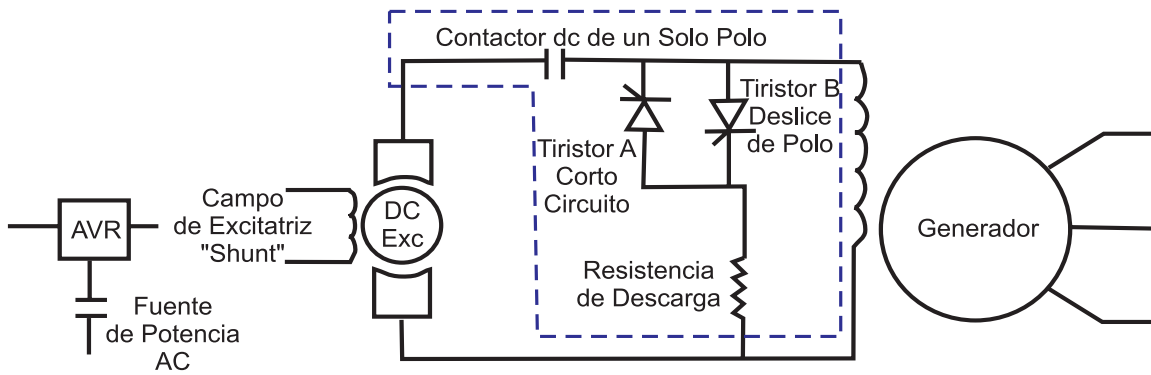


Figura 3: La solución de Basler ofrece una nueva filosofía para la descarga del campo

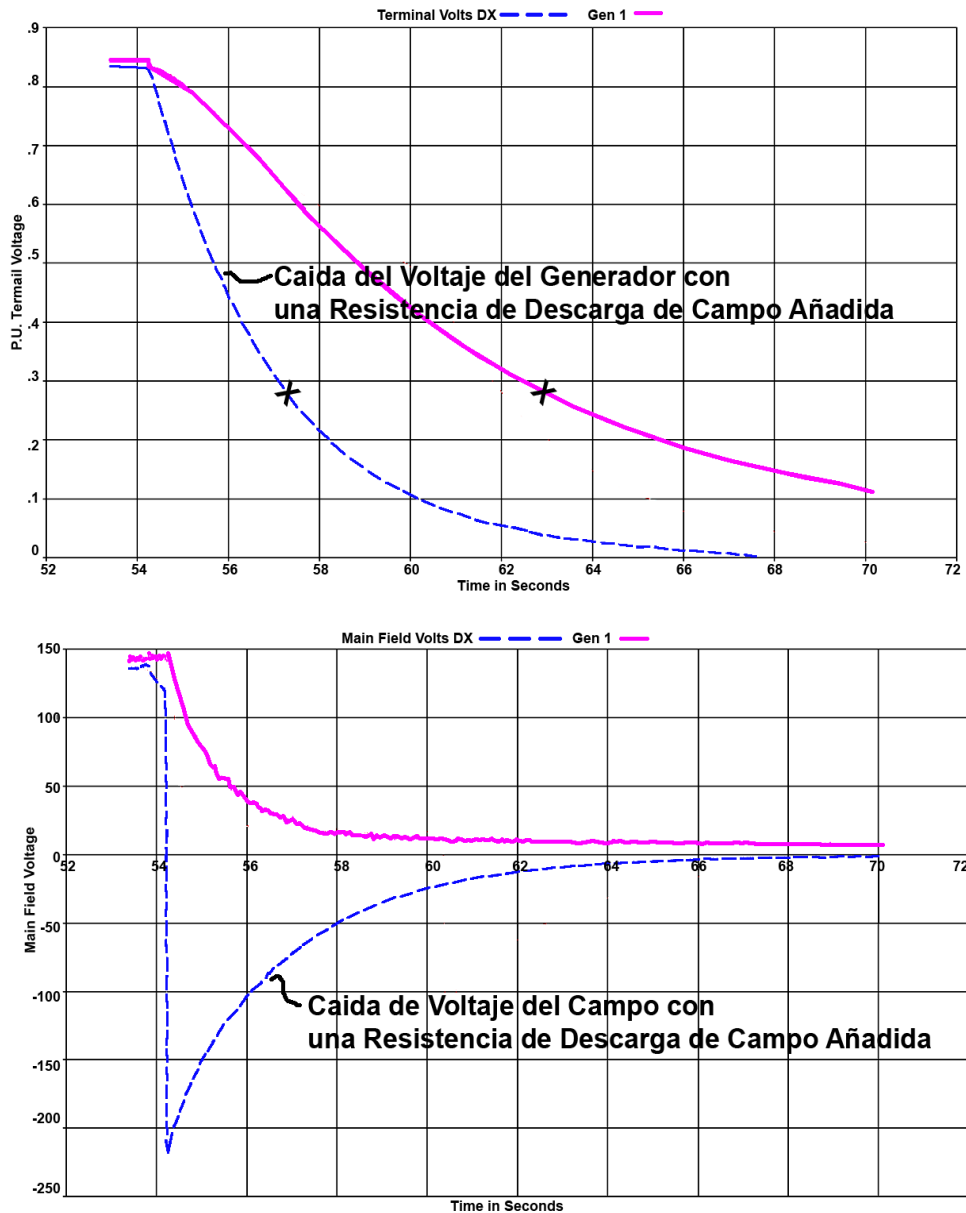


Figura 4a & 4b. Gráfica superior - La caída del generador con y sin resistencia de descarga de campo.
Gráfica inferior - La caída del voltaje con y sin resistencia de descarga agregada

da de la excitatriz rotatoria, al campo, y a los componentes electrónicos solid-state los cuales están en línea con una resistencia de descarga para remplazar el contactor previamente usado con el polo de descarga.

La figura 3 ilustra el concepto de la descarga del campo. Un contactor dc de un solo polo, está localizado a la salida de la excitatriz rotatoria. En paralelo con el campo principal del generador existen módulos que incluyen dos tiristores de potencia, uno en una dirección (modulo DX) y el otro posición invertida (módulo CB). Una resistencia para la descarga del campo está en serie con estos dos tiristores conectados de modo antiparalelo.

Como un ejemplo usaremos un generador en una hidroeléctrica con capacidad de 140 MW a 13,800 Vac a 120 rpm que estaría sujeto a una falla entre vueltas en el estator. Sin un interruptor de campo y una resistencia de descarga, el tiempo de decaída del generador al momento de su detención sería relativamente lento, posiblemente resultando en daños mayores a la maquina.

Estudios de simulaciones basados en los parámetros de la máquina demuestran el beneficio que se gana agregando un contactor dc y una resistencia de descarga a los componentes del apagado del generador. Esto proporciona ahorros significantes en comparación con un interruptor de campo dc anticuado. En la Figura 3, el regulador de voltaje maneja el campo "shunt". Cuando la fuente de corriente alterna se abre, el regulador de voltaje deja de suplir excitación al campo de la excitatriz y el contactor dc abre a la par de un disparo simultaneo de los tiristores A y B. Al disparar los tiristores, la resistencia de descarga se introduce al circuito del campo, causando una disipación rápida del campo y una caída correspondiente del voltaje del generador. Los tiristores disparan por medio del gatillado de una señal de entrada que controla cada compuerta del tiristor. Cuando el contactor dc abre y el voltaje entre los contactos llega a un umbral de 1600 V, los tiristores también se activan por medio de un circuito de detección de voltajes de campo altos. Esto ayuda a limitar el nivel de voltaje a través del contactor dc. Este circuito de detección ayuda a proteger el campo y los tiristores de sobre voltajes causados por los deslizamientos de polos (pérdida de excitación) y también de altos picos de voltajes introducidos al campo por causa de una falla en el sistema.

En las figuras 4a y 4b mostramos una comparación del tiempo de caída antes y después de que el circuito de resistencia de descarga del campo fue agregada.

La figura 4a muestra la caída de voltaje del generador con dos curvas. Una curva es anterior y la otra es posterior a la inclusión de un circuito con una resistencia de descarga de campo. La línea de puntos azul incluye la resistencia de descarga agregada al sistema. Note la diferencia cuando la resistencia de descarga se agrega al sistema. Esta condición figurada con la línea rosada sólida. Fíjese que antes de agregar la resistencia de descarga del campo, la caída en tiempo del campo fue de (9) segundos para poder solo llegar a un nivel de 66.6% del tiempo de descarga del campo.

La figura 4b ilustra la lenta caída del campo del rotor sin la resistencia de descarga. Cuando la resistencia de descarga se agrega, una nueva ganancia en rendimiento se realiza. La línea azul de puntos en la figura

4b representa la descarga del voltaje de campo con la nueva resistencia de descarga agregada.

Al introducir una resistencia, el tiempo necesario para que el voltaje caiga a un 66.6% es solamente 3 segundos. Esto está basado en la utilización de una resistencia de descarga de .3 ohmios. El resultado este representaría una caída de aproximadamente un tercio de la caída original que no utilizaba una resistencia.

Note que en la figura 4b, con la resistencia de descarga de campo agregada, un voltaje muy alto de -230V se realiza a través del campo en el momento cuando el interruptor del generador se abre. Esta caída de voltaje a través de la resistencia crea un voltaje muy negativo en el rotor, este voltaje negativo mejora el tiempo de caída de la maquina. La magnitud del voltaje negativo creado en el momento del apagado depende del nivel de carga en la maquina. Mientras más grande la carga, mas alto será el voltaje de campo que caerá a través de la resistencia de descarga en el momento del apagado.

Al introducir una resistencia, el tiempo necesario para que el voltaje caiga a un 66.6% es solamente 3 segundos. Esto está basado en la utilización de una resistencia de descarga de .3 ohmios. El resultado este representaría una caída de aproximadamente un tercio de la caída original que no utilizaba una resistencia.

Cuatro Opciones

La Solución Basler puede ser propuesta en una de cuatro opciones dependiendo de los requisitos:

Opción 1 – En el Gabinete

Para nueva instalaciones, el contactor dc, la resistencia de descarga de campo, y los módulos DX y CB todos pueden ser instalados en el gabinete dependiendo de los requisitos de corriente del campo principal. Vea la Figura 5.

Opción 2 – Localizar el Contactor DC cerca del generador

Para las nuevas instalaciones donde los requisitos de la corriente de campo pueden ser bastante altos, existe la posibilidad de localizar el contactor dc cerca del campo principal del generador para reducir el largo del cable o también reducir el largo de la barra conductora requerida para conectar al rotor.

Para el sistema ilustrado en la Figura 6, el contactor dc esta localizado en el campo principal. El cable de control para la bobina del contactor dc y el cable más pequeño para la resistencia de descarga del campo corren desde el campo principal hacia



Figura 5: La resistencia de descarga y el módulos DX en el piso del gabinete

el gabinete donde se encuentra la resistencia de descarga.

Opción 3 – Localizar el Nuevo Contactor DC reemplazando el Interruptor de Campo DC original

Donde existe un interruptor de campo dc anticuado, ilustrado en la figura 7, causando problemas es posible reemplazar el interruptor de campo dc existente por uno nuevo. Esto sería con un contactor de un solo polo en conjunto con los módulos DX y CB como mencionado previamente. Para esta aplicación, la resistencia de descarga existente puede ser reutilizada y el contactor dc y los modulos DX y CB pueden ser localizados en el espacio existente del gabinete o inclusive suplido con su propio gabinete NEMA 1.

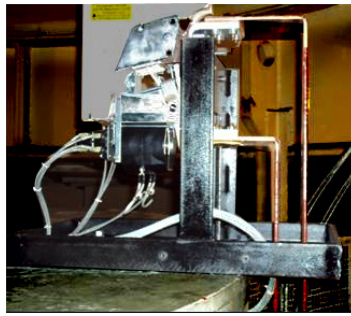


Figura 6: El contactor dc puede ser localizado cerca del generador

Opción 4 – Remplazo Completo de la Excitación Rotatoria

Donde existe una excitatriz rotatoria operando al fin de su vida útil (devanados en corto circuito, gasto del conmutador y escobillas) la misma puede ser reemplazada por una excitatriz estática nueva para tomar la función de energizar el campo principal. Esto eliminaría completamente la excitatriz rotatoria. El tamaño de esta excitatriz estática sería determinada por medio de los requisitos del campo del rotor, el regulador de voltaje, las funciones de los limitadores de excitación, el interruptor del campo ac, el transformador de excitación, y el sistema completo electrónico de estado sólido que incluiría el circuito de descarga del campo y un puente rectificador de potencia. Vea la Figura 8.

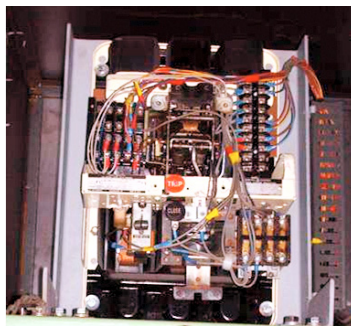


Figura 7: Interruptor de Campo dc Existente

Durante el apagado del generador, el interruptor ac abre y el campo cae a través de una resistencia de descarga por medio de los tiristores A y B, los cuales son gatillados o activados durante su apagado. Contrario al uso de

un contactor dc en el previo esquema, en este esquema, se utilizaría un interruptor de campo ac. Cuando el “crowbar” dispara, la resistencia de descarga cierra el circuito del campo. La operación del puente de tiristores se bloquea para garantizar que el paso de descarga sea a través de los tiristores del “crowbar” al igual que a la resistencia de descarga del campo en vez de a través del puente de tiristores. Vea la Figura 9.

Un interruptor ac está localizado a la entrada del puente rectificador de potencia para aislar eléctricamente el campo.

Para más información

Para mas detalles del circuito de descarga de estado sólido, consulte con la fábrica Basler al 618-654-2341 o visite www.basler.com



Figura 8: Nueva excitatriz estática diseñada especialmente para satisfacer los requisitos del generador

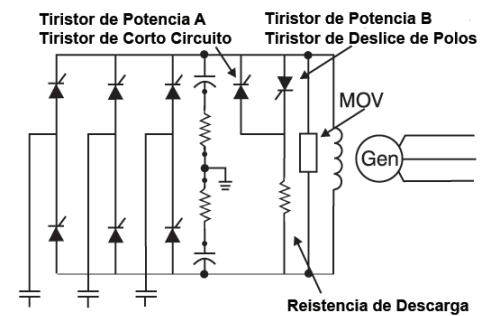


Figura 9: Excitatriz Estática del Campo Principal con “Crowbar” de Tiristores y Descarga de Campo



Basler Electric
 12570 Route 143, Highland, Illinois 62249-1074 USA
 Tel +1 618.654.2341 Fax +1 618.654.2351
 e-mail: info@basler.com
www.basler.com

No. 59 Heshun Road Loufeng District (N),
 Suzhou Industrial Park, 215122, Suzhou, P.R.China
 Tel +86.512.8227.2888 Fax +86.512.8227.2887
 e-mail: chinainfo@basler.com

111 North Bridge Road #15-06 Peninsula Plaza
 Singapore 179098
 Tel +65.68.44.6445 Fax +65.65.68.44.8902
 e-mail: singaporeinfo@basler.com