

# Especificando Sistemas de Excitación para Adquisición

Richard C. Schaefer, Basler Electric Company

## PALABRAS CLAVES

Sistemas de Excitación Estáticas, Campo Forzado, Transformador de Potencia, Puente Rectificador, Regulador de Voltaje, Sistema Estabilizador de Potencia, Controladores Redundantes Digitales, Transformadores de Instrumentación de Respaldo, Protección de Campo a Tierra.

## ESPECIFICANDO LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE EXCITACION, SISTEMAS DE EXCITACIÓN ESTATICA.

El sistema de excitación contiene múltiples componentes para proporcionar el control del generador síncrono. Estos incluyen el regulador de voltaje automático, puente rectificador, transformador de potencia, e interruptores. La Figura 1 muestra un sistema de excitación estático con los componentes relevantes. El controlador digital integra todas las funciones individuales, tales como el regulador automático de voltaje, control manual, y los limitadores de excitación, dentro de un controlador.

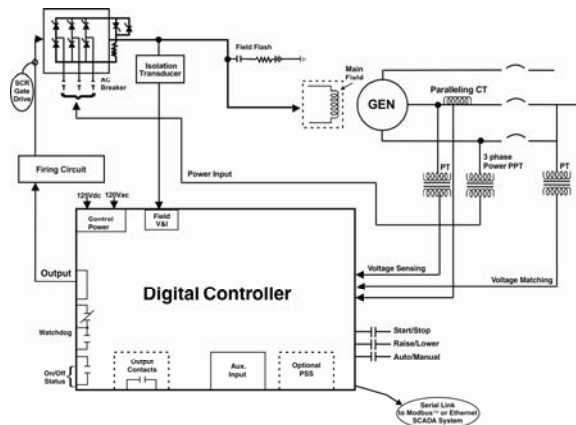


Figura 1 Sistema de Excitación Estático

Quizá la preocupación más importante en especificar el regulador de voltaje Nuevo es el identificar adecuadamente la aplicación. ¿Es el propósito del nuevo sistema de excitación para el campo principal del generador o para el campo “shunt” del excitador rotatorio? Dependiendo de la circunstancias, el dimensionamiento del sistema de excitación puede ser determinado por la placa de datos del generador como se muestra en la Figura 2 o, viendo al peor caso y dimensionando los requerimientos del sistema de excitación para 115% de los kVA al 105% del voltaje nominal del generador. Cuando el generador ha sido re-embobinado o se prevé que será re-embobinado para una capacidad mayor del generador, es importante considerar la potencia adicional que requerirá el campo principal.

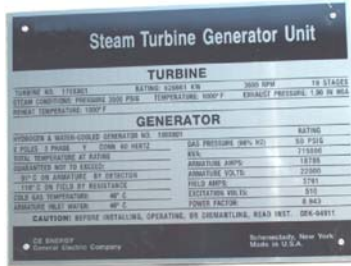


Figure 2 Típica Placa de Datos del Generador

## PUNTOS DE INTERES DEL CAMPO FORZADO

Para una perturbación de poca duración, una sobrecarga excediendo la capacidad del sistema de excitación. El campo forzado proporciona la habilidad de suministrar más capacidad de operación normal al campo por periodos cortos, típicamente por un total de 30 segundos. El campo forzado representa el porcentaje del máximo voltaje de techo que puede ser aplicado al campo a partir de un campo a plena carga. Dependiendo de los requerimientos regionales, la magnitud puede variar desde un 150% a un 200% del valor a plena carga, o aún mayor si existen requerimientos especiales a considerar. A menudo, “campo forzado” se expresa en términos de “Proporción de Respuesta”, referenciado en IEEE 421.2.[1]

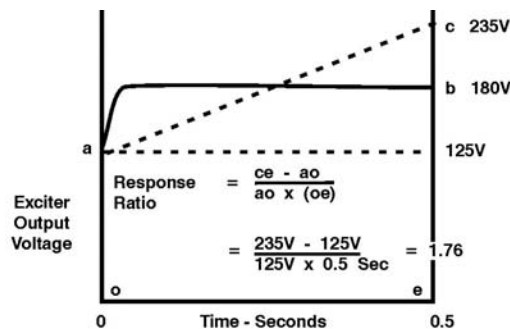


Figura 3 La Proporción de Respuesta en Voltaje del Sistema de Excitación

Para determinar la Proporción de Respuesta, el excitador es llevado a su voltaje nominal de operación (125V Nominales), y en las terminales del generador el voltaje es súbitamente disminuido en un 20%. Entonces, la respuesta del voltaje de techo del campo es registrado por los primeros 0.5 segundos. La línea recta, a-c, representa el área que está dentro y afuera de la línea cortada. La fórmula mostrada en la Figura 3 se usa para calcular la Proporción de Respuesta. En este caso, la respuesta es 1.76. Como se indica, al aumentar el voltaje de techo, la proporción de respuesta se hace mayor. [6]

El tiempo requerido para alcanzar un campo forzado máximo es un periodo muy corto, alcanzando el valor máximo y manteniéndolo por tal vez unos 3 segundos, entonces siguiendo la curva inversa de tiempo a aproximadamente 110% del campo nominal durante una duración de

aproximadamente 30 segundos. ANSI C50.13 proporciona los criterios que muestran el tiempo permitido en que una sobrecarga en corriente de corta duración se grafica contra el tiempo para máquinas de rotor cilíndrico. [7]

## **EL TRANSFORMADOR DE POTENCIA (PPT)**

Otro elemento del sistema de excitación es el transformado de potencia que proporciona el voltaje adecuado al puente rectificador. Vea el ejemplo mostrado en la Figura 4. El fabricante especifica el transformador de potencia (PPT) en kVA una vez que los requerimientos de campo forzado han sido definidos. La mayoría de los transformadores de potencia son enfriados por convección natural, del tipo seco y diseñados un contenido previsto de armónicas, pero otras consideraciones pueden incluir características mayores de lo normal BIL (Niveles de Impulso Básico) que puedes ser por arriba de las características normales del fabricante e impregnación especial, tal como impregnación al vacío sean incluidas. La bobinas del trasformador pueden ser algunas veces ser especificadas para ser formadas con resina epóxica, dependiendo de la ubicación final del transformador de potencia. Cada requisito especial aumenta el costo del sistema de excitación.



Figura 4 Transformador de Potencia (PPT)

## **SELECCION DEL PUENTE RECTIFICADOR**

El puente rectificador empleado para convertir ca en cd puede ser uno de dos tipos: media onda (3 SCR y 3 diodos, ver Figura 5A) o de onda completa (6 SCR). Veinte años atrás, el puente de media onda era muy popular en aplicaciones para el campo principal, pero el día de hoy la mayoría de los sistemas nuevos de excitación requieren dos (2) cuadrantes, puentes con 6 SCR que brindan campo forzado negativo y positivo para un funcionamiento óptimo y rápida caída de voltaje del generador durante apagado. Ver Figura 5B. [8]

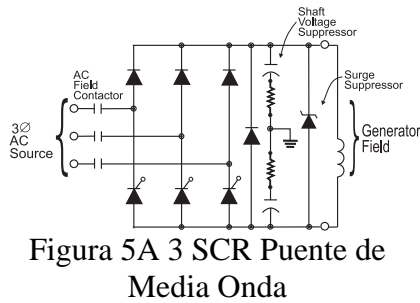


Figura 5A 3 SCR Puente de Media Onda

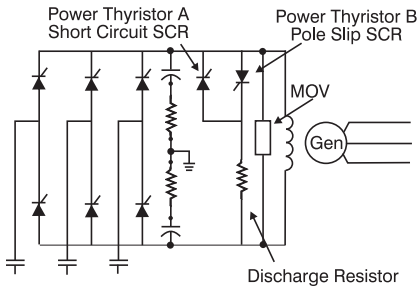


Figura 5B 6 SCR Puente con Circuito de Des-excitación Rápido Tipo "Crowbar"

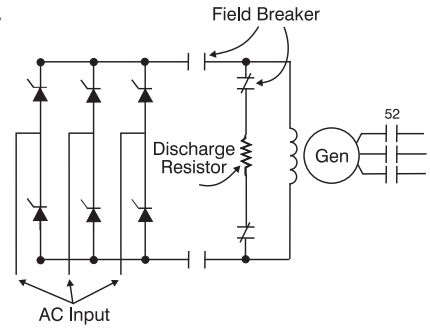


Figura 6 Sistema Excitador Completo con Interruptor de Campo

Donde el interruptor de campo cd (Figura 6) ha sido la norma por muchos años, debido al envejecimiento y el costo y en general las condiciones mecánicas, el interruptor dc ha sido sustituido por un interruptor de campo ca en la entrada al Puente rectificador. Los contactos de descarga ahora son remplazados por un par de SCRs conectados en anti-paralelo; es decir, conectados en serie con una resistencia de descarga para disipar la energía de campo durante una parada. La Figura 5B muestra el circuito "crowbar" con SCRs para controlar la inserción del resistor de descarga de campo.

## APLICACIONES PARA REGULADOR DE VOLTAJE CON EXCITADOR ROTATORIO

Para excitadores rotatorios, las necesidades de campo cambian dramáticamente. En vez de un rango de corriente de unos cientos a miles de amperes para el campo principal, los requerimientos del regulador de voltaje varían en el rango de 10 Amps a doscientos Amps para maquinas sincrónicas rotatorias considerablemente grandes. Ver Figura 7. Para estos sistemas, el regulador de voltaje trabaja directamente es el "shunt" de campo del excitador y elimina varios tipos de excitadores pilotos, incluyendo el Amplidyne y los excitadores de múltiple campos Rototrol. Al determinar los requerimientos para el campo del excitador, es muy importante obtener los requerimientos del campo "shunt" para poder determinar el nuevo sistema de excitación. A diferencia de la placa de datos del generador suministrada con los detalles del campo principal de los sistemas de excitación, la información para el excitador rotatorio nos es obvia. A menudo es necesario obtener la corriente campo en operación del excitador shunt y el voltaje a plena carga para estar seguros de las exigencias para el nuevo sistema de excitación.

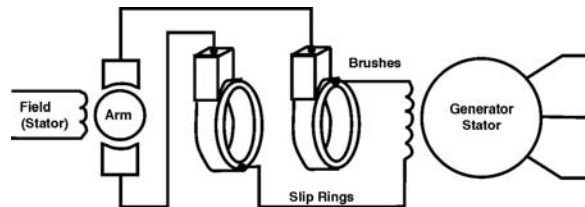


Figura 7 Excitador Rotatorio, Generador del tipo de Escobillas

## **SELECCION DEL PUENTE PARA EL REGULADOR DE VOLTAJE**

Como el regulador de voltaje es el que gobierna el campo del excitador, el tipo de Puente utilizado es muy importante que obtenga los mejores resultados de operación. En este caso, el puente de 6 SCRs es necesario. Para las aplicaciones de excitador de campo, el flujo magnético necesita disminuir lo más rápido posible para que el flujo magnético del generador pueda ser eliminado rápidamente del campo principal. Esto es particularmente importante en máquinas que tienen un excitador considerablemente grande y constantes de tiempo de campo importantes o que necesitan estabilizadores de potencia para optimizar el comportamiento de la máquina para mejorar la restauración de estabilidad bajo transitorios. Ver Figura 5B.

## **CARACTERISTICAS DEL EQUIPO**

Actualmente, el sistema de excitación viene equipado con una gran cantidad de cualidades complementarias, ya sea para un regulador de voltaje trabajando sobre el excitador de campo o sobre el campo principal del generador. Las características están integradas dentro de un controlador con la arquitectura de un microprocesador. A menudo, el software de operación asociado con el nuevo sistema de excitación permite habilitar y deshabilitar propiedades importantes para la aplicación. La Tabla 1 identifica algunas funciones comunes en los nuevos sistemas de excitación. Al desarrollar la especificación técnica, todas las características diseñadas para la aplicación deberán ser especificadas para evitar errores de interpretación en las necesidades del equipo.

Tabla 1 Características del Regulador de Voltaje

Característica	Descripción
MODOS DE OPERACION	
Regulación de Voltaje	Exactitud mejor que 0.20% 0-120% rango de control
Control Var/Factor de Potencia	Mantiene Constante el Factor de Potencia o Vars
Anulamiento automático	Entre modos de operación y/o controladores digitales redundantes para transferencias sin perturbaciones
Inicio suave de voltaje	Eleva suavemente el voltaje en terminal, basado en intervalos de tiempo programados
Limitador de la Relación Volts/Hertz	Mantiene la Relación Volts/Hertz para prevenir sobre flujo en la maquina sincrónica
Limitador de Excitación Mínima (UEL)	Mapa flexible de 5 puntos en el eje de potencia real/reactiva o internamente-generada una curva UEL
Limitador de Excitación Máxima	Limita el sobrecalentamiento del rotor debido a un periodo excesivo de sobrecorriente de campo. Una entrada de presión de Hidrogeno o transductor de temperatura para aumentar la entrada al limitador de excitación máxima para incrementar la capacidad MVA
Limitador de Corriente de Estator	Limita la Corriente de Estator después de un pequeño retraso
Grupo duales de Valores PID	Permite cambios programables en los valores de las ganancias PID para su uso con el Sistema Estabilizador de Potencia (PSS) para optimizar la respuesta en voltaje con o sin el PSS
Igualación de Auto voltaje	Automáticamente iguala el voltaje del generador con el voltaje de barra
2 valores de re-posición	Programables para AVR, Manual, Controlador Var/FP
Caída por Reactivos o Caída de Línea	
Refuerzo por Transitorios (Transient Boost)	Estabiliza dinámicamente al rotor después de una condición de falla
Perdida de Detección de Voltaje	Trasfiere a control manual automáticamente debido a una perdida de la muestra de voltaje al regulador de voltaje
Oscilografía	600 puntos, 6 parámetros programables, manteniendo hasta 6 registros
Secuencia de eventos	127 registros
Monitoreo en Tiempo Real	Carta de Registro para análisis de pruebas
Analizador Dinámico incluido en la unidad	Mide la respuesta en frecuencia del generador y el sistema de excitación
Protección	Protección por Sobre Voltaje de Campo, Sobre/Bajo Voltaje del Generador, Sobre Corriente de Campo, Perdida de Detección de Voltaje, Perdida de Campo, Volts/Hertz
Sobre Voltaje de Campo, Sobre/Bajo Voltaje del Generador, Sobre Corriente de Campo, y Perdida de las Protecciones de Campo	Valores duales que son seleccionados por medio de lógica programable
IHM	Interface Hombre Maquina que muestra las cantidades de medición, alarmas, y proporciona control
Estampado de Tiempo con Sincronización IRIG-B	
Monitoreo de la Temperatura de Campo del Generador	Para su uso con sistemas del tipo de escobillas o sistemas excitando al campo principal
2 Salidas de Transductor Analógicas	Salida de 4-20 miliamp
Sistema Estabilizador de Potencia (PSS) incluido en la unidad	Opcional - Tipo PSS 2A o de Frecuencia seleccionable
Detección de Campo a Tierra	

## EXCITATION POWER FOR ROTATING EXCITERS

Para muchos generadores de vapor o combustión con excitadores sin escobillas, el sistema regulador de voltaje a menudo es energizado desde un generador con un imán permanente (PMG). El PMG (ver Figura 8) es un generador excitado por si mismo que proporciona una energía trifásica latamente confiable ( en algunos casos monofásica) a cierta frecuencia, típicamente en el rango de 120 a 500 Hertz, dependiendo del fabricante. [5] El beneficio del generador con imán permanente es que la salida es constante sin importar la degradación de voltaje en los bornes terminales a la salida debido a una falla del generador o a una sobrecarga. Como una alternativa, algunos sistemas de excitación utilizan la energía de una sub-estación para energizar al regulador de voltaje. Donde, 480 Vca es comúnmente empleado para suministrar potencia a los puentes rectificadores.

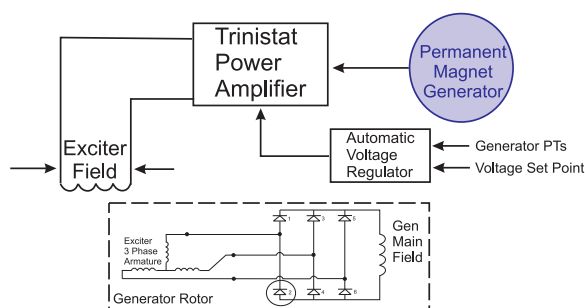


Figura 8 Generador con Imán Permanente para Sistemas sin Escobillas Rotatorios

## CONSIDERACIONES DE CARACTERISICAS ESPECIALES

### SISTEMA ESTABILIZADOR DE POTENCIA (PSS)

Dependiendo de la importancia y tamaño de la maquina a el sistema, otras características deberán ser incluidas para mejorar el tiempo-en-operación y la confiabilidad de la máquina. Desde los “apagones” que ocurrieron en el Este y Oeste de los Estados Unidos, el uso de sistemas estabilizadores de potencia ha aumentado su popularidad. En el Oeste de los Estados Unidos, el Comité de Coordinación Eléctrica del Oeste (WECC-Western Electric Coordinating Council) requiere que sean instalados sistemas estabilizadores de potencia en todas las máquinas de 35 MVA o mayores y en todos los grupos de máquinas con una salida de la planta de 75 MVA totales. El sistema estabilizador de potencia proporciona atenuación de las oscilaciones en el sistema de potencia que ocurren después de una falla. [9]

### CONTROLADORES DIGITALES REDUNDANTESS

Para máquinas que son básicas para la carga, una redundancia es generalmente especificada. El costo de que una maquina sea “disparada” por una falla del sistema de excitación puede ser muy costosa. En el caso no muy probable de existir una falla del controlador, un controlador de

respaldo digital transferirá y proporcionará los medios para que la maquina permanezca en línea. El usuario final podrá especificar ya sea un controlador completamente redundante y/o un puente rectificador redundante para el sistema de excitación. Ver Figura 9.

Los controladores digitales redundantes son configurados para transferir al controlador de respaldo en el caso de que exista una falla en el controlador primario. La transferencia puede ser basada en un procesador supervisorío de monitoreo (watchdog) que detecta una falla en el controlador digital, acompañado por un monitoreo de una sobrecorriente interna de campo como de un monitoreo externo e independiente de sobrecorriente de campo.

El controlador redundante tiene características duplicadas tales como regulación de voltaje, control manual, control por VAR/Factor de Potencia, limitadores de excitación, y sistema estabilizador de potencia. Cada controlador digital automáticamente imita (track) al otro para obtener una transferencia sin perturbaciones. Dependiendo del fabricante, el controlador digital puede ser construido para ser extraído en línea o montado en fijo.



Figura 9 Gabinete con Sistema Redundante Digital de Control de Excitación

## **RESPALDO EN TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION**

Anteriormente, los sistemas de excitación proporcionaban un control manual independiente como respaldo al regulador de voltaje y una transferencia por falla en el evento de un problema con el AVR (Automatic Voltage Regulator). Ahora, el control manual está integrado dentro del controlador digital y se usa únicamente para el comisionamiento y transferencia en el caso de que se pierda la detección de voltaje.

Para prevenir una transferencia a control manual en el caso de que exista una pérdida en la detección de voltaje, es frecuente que se especifique un grupo adicional de transformadores de instrumentación sea suministrado con el regulador de voltaje los cuales son monitoreados por un relé de Balance (60). En el caso de una falla de fusible en el Transformador de Potencial (PT), el relé de Balance (60) permite una transferencia automática al segundo transformador de instrumentación, permitiendo al sistema de excitación permanecer en el modo de regulación de voltaje. Ver figura 10.

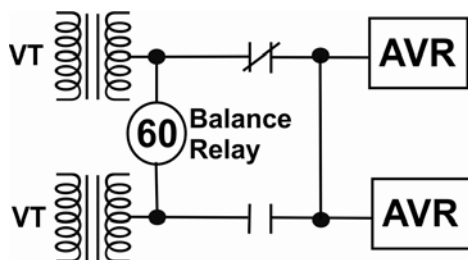


Figura 10 AVR de Doble Canal con Dual Transformadores de Instrumentación

## PUENTE REDUNDANTE

Puentes de rectificación redundantes para máquinas que son básicas para la carga también es común que se prevenga un “disparo” por una falla del puente de SCRs. Dependiendo de las necesidades del campo, los puentes pueden ser especificado para 100% redundancia de tal forma que cada puente es diseñado para manejar continuamente las necesidades del campo o redundancia N+1 donde la corriente se divide entre puentes múltiples y, si un puente falla, los dos puentes remanentes serán capaces de suministrar los requerimientos a plena carga. Ver Figuras 11 y 12. Dependiendo del fabricante, los puentes pueden ser diseñados para ser extraídos en línea o de diseño fijo.

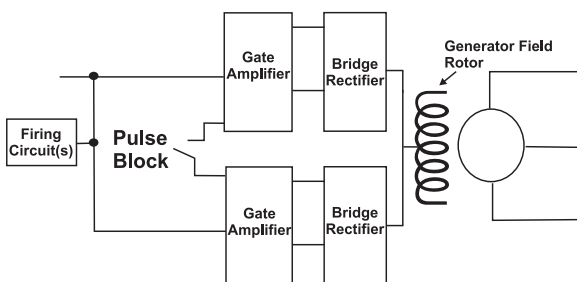


Figura 11 Convertidor con Redundancia al 100%

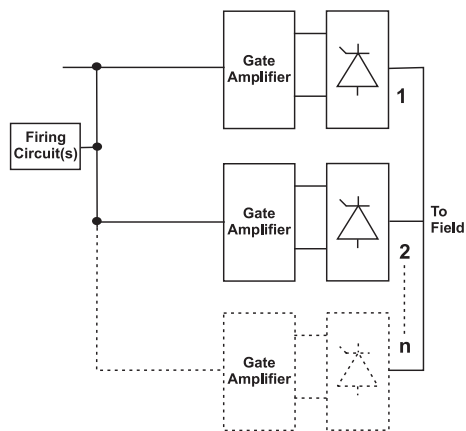


Figura 12 Convertidor con Redundancia N+1

## PROTECCION DE CAMPO A TIERRA

Es frecuente tener protección de campo a tierra proporcionada con un sistema de excitación nuevo. En algunas áreas de los Estados Unidos, las compañías aseguradoras solicitan que un relé de campo a tierra sea incluido para reducir el riesgo de una falla mayor debido a múltiples aterrizamientos de campo en una maquina sincrónica. Hay varios tipos de relés de protección por aterrizamiento de campo disponibles. Un tipo común es aquel que tiene dos niveles de monitoreo, un nivel alto y otro bajo. El nivel alto generalmente es empleado para 30,000 ohms y el nivel bajo para 5,000 ohms. Si el primer nivel es detectado, el nivel óhmico más alto proporcionara tiempo adecuado para programar un apagado para hacer la investigación correspondiente. Los relés de detección de campo a tierra son típicos en todos los sistemas de excitación con escobillas para monitorear el campo principal. Para sistemas de excitación sin

escobillas donde el campo principal no siempre es accesible, transmisores de radio frecuencia son usados a veces para monitorear el campo principal a tierra.

## **MEDIO AMBIENTE**

Es importante conocer las condiciones del lugar en que se instalara el equipo. Si existe la posibilidad de que caiga agua por goteo, el gabinete necesita ser especificado con un techo sobre-extendido para prevenir que la humedad y agua entren en el gabinete. Si existe la posibilidad de que haya rocío de agua, el gabinete deberá ser proporcionado con rejillas de ventilación por persiana por encima al área de rocío.

Si la temperatura es un factor, como algunas plantas se ponen particularmente calientes. Aunque los equipos nuevos son más o menos tolerantes a altas temperaturas, y si la temperatura ambiente aumenta a más de 50°C, la vida del equipo podrá ser afectada. El colocar una unidad de aire acondicionado en el equipo y/o colocarlo en un ambiente controlado.

Si el equipo va a ser instalado a la intemperie cerca de la costa marina, el rocío salino puede causar oxidación y metal degradación. La especificación necesita mencionar que el equipo será ubicado en un cuarto ambientalmente controlado.

El espacio disponible puede convertirse en un problema si no se considera en este proyecto. El tamaño del excitador y el gabinete del transformador deberá ser examinado para estar seguro que hay espacio suficiente para cada elemento., donde la terminación será hecha, y como la canalización será acoplada a los gabinetes. Considere como las puertas de los gabinetes será abiertas. Si el gabinete del excitador tiene dos puertas, abriéndolas ambas por el centro será adecuado. Especificando iluminación y tomas de energía en el gabinete ayudan a tener una área cómoda de trabajo cuando el comisionamiento comienza o durante un mantenimiento subsecuente.

En los casos donde los planos son disponibles, proporcione el esquema mecánico de distribución así como los diagramas de conexionado del sistema existente. Haga una notación del voltaje disponible de la energía de control; por ejemplo 120 Vca y 125 Vcd son importantes.

## **MODELOS DE EXCITADORES**

La función de transferencia del sistema regulador de voltaje es una información muy importante para que los planificadores de transmisión puedan analizar adecuadamente los datos contra el comportamiento en tiempo real del generador y el sistema de excitación. Es importante especificar los requerimientos del modelo en el momento de emitir una especificación así como el tipo deseado, AC8B para excitadores rotatorios y ST4B para Excitadores Estáticos. Ver Figura 13. [3,12]

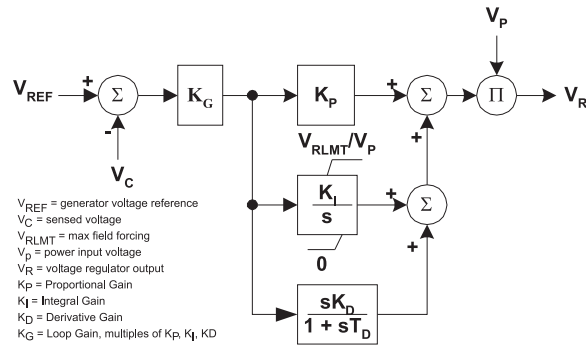


Figure 13 Modelo Típico de un AVR con Control PID

## LLAVE EN MANO

Actualmente, personal en plantas de generación está limitado. Donde anteriormente el personal de la planta hubiera desarrollado el diseño en detalle e instalado el nuevo sistema de excitación, el día de hoy la carencia de personal podría prevenir este enfoque y contratistas externos son empleados para realizar esta tarea. El nivel de participación puede incluir un proyecto totalmente llave-en-mano o dirección técnica. [10]

## DEFINIENDO EL PROYECTO

Para tener un proyecto exitoso, la comunicación entre el usuario final y el vendedor es necesaria. Lo siguiente proporciona una guía resumiendo los requerimientos del proveedor:

1. Definir el programa de ejecución.
2. Diagramas y Planos (elementos del sistema, conexiones, e inter conexiones) del sistema existente.
3. Datos de diseño del Generador y curvas.
4. Disponibilidad de cables y canalizaciones.
5. Revisar como la interface va a ser desarrollada, desde las entradas de contactos o las entradas digitales desde un Puerto de comunicaciones RS-485 o Ethernet.
6. El formato de la documentación de los planos finales.
7. Programa de capacitación técnica.
8. Especificación técnica.

## DOCUMENTACION POR PARTE DEL CONTRATISTA PARA EL CLIENTE

1. Diagramas de inter conexión del sistema.
2. Detalles de construcción eléctrica.
3. Especificación de todos los materiales de instalación.
4. Lista de Materiales incluyendo los materiales de instalación, relés adicionales de interface, interruptores de control, luces, medidores, etc.
5. Detalles de demolición.
6. Detalles de instalación.
7. Detalles de interface.
8. Diagramas eléctricos.
9. Detalles de aterrizamiento.
10. Detalles de cables y canales.
11. Detalles del cable para todo el trabajo de modificación.
12. Diagrama de inter conexión del equipo.

## DOCUMENTACION FINAL DEL PROVEEDOR

1. Todos los manuales que son aplicables a todos los equipos.
2. Nuevos procedimientos de operación recomendados.
3. Paquete conteniendo los planos de elementos y de construcción.
4. Valores definidos en el software para el nuevo sistema de excitación.
5. Software de operación para el Nuevo sistema de excitación.
6. Información de partes de repuesto y renovables.

## PUESTA EN MARCHA Y COMISIONAMIENTO

Las paradas de servicio programadas continuamente son reducidas para maximizar la producción de energía, mientras el tiempo para comisionar al nuevo equipo es a menudo reducido al mínimo para cumplir con las demandas de energía del mercado. El tiempo que se emplea en el comisionamiento representa pérdida de ingresos económicos. Por lo tanto, el énfasis en probar aumenta la importancia de tener las herramientas de prueba incluidas en el software de operación del nuevo sistema de excitación para agilizar el trabajo. Ver Figuras 14, 15, y 16. [14]

Las pruebas de comisionamiento incluyen como mínimo:

1. Verificación de puesta en marcha y la secuencia lógica.
2. Respuesta a escalón del generador En-Línea y Fuera-de-Línea (Ver Figura 15).
3. Prueba de Limitadores de Sub-Excitación (Ver Figura 16) y Sobre-Excitación.
4. Limitador Volt/Hertz.
5. Verificación de Auto-Igualación (Autotracking) entre los modos de operación y controladores Digitales.
6. Prueba de Respuesta en Frecuencia.
7. Prueba del Sistema Estabilizador de Potencia.

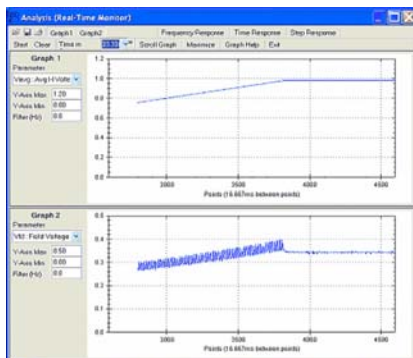


Figura 14 Aumento de Voltaje en el Modo de Regulador de Voltaje durante el Arranque y Comisionamiento

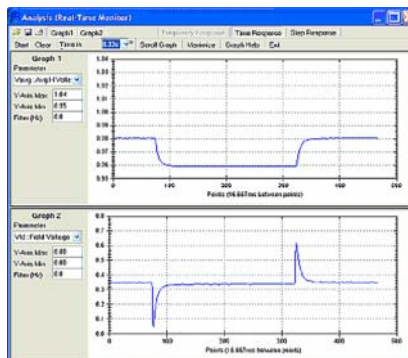


Figura 15 Circuito abierto 5% Generador Cambio de Voltaje en Escalón, en Modo de Regulador de Voltaje

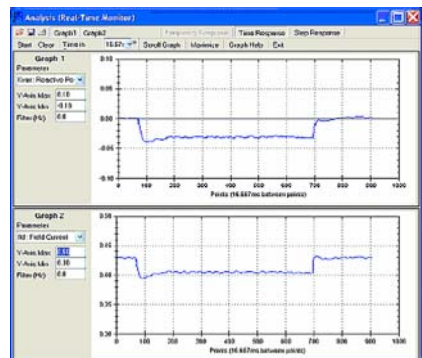


Figura 16 Limitador de Sub-Excitación durante una Prueba Dinámica de Escalón

La Figura 14 muestra los resultados de aumento de voltaje durante el comisionamiento inicial. La grafica superior muestra el voltaje del generador, mientras que la gráfica inferior muestra el voltaje de campo.

La respuesta en voltaje a escalón Fuera-de-Línea (mostrada en la Fig. 15) son introducidos por un 5% de cambio en el voltaje del generador a partir del valor inicial.

La Figura 16 ilustra una operación estable del Limitador de Sub-Excitación cuando un gran cambio de voltaje ha sido iniciado.

Un reporte final de todas las pruebas realizadas deberá ser emitido al termino de la prueba del equipo, incluyendo oscilografía de los campos registrados, archivo de los valores finales, y datos de calibración. Donde existe un sistema estabilizador de potencia, a menudo una empresa tercera puede recomendar los valores para el sistema estabilizador de potencia y puede generar un reporte que es proporcionado al cliente que representa las necesidades regionales para cumplir con NERC. [9]

## **GUIA DE ESPECIFICACIONES COMO REFERENCIA**

Durante varios años, IEEE ha creado varias especificaciones de referencia para ayudar al usuario final la preparación del documento que servirá para definir el sistema de excitación para su compra. Estas especificaciones de referencia incluyen IEEE 421.4 “Guide for the Preparation of Excitation System Specifications” (Guía para la Preparación de Especificaciones del Sistema de Excitación) y IEEE 421.2 “Guide for Identification, Testing, and Evaluation of the Dynamic Performance of Excitation Control System” (Guía para Identificar, Probar y Evaluar el Comportamiento Dinámico del Sistema de Control de Excitación)[1,2] Donde NERC ha sido involucrado, la WECC requiere estas pruebas que sean documentadas y presentadas en un reporte, acompañados con otros datos pertinentes.[11] Cuando una especificación es dirigida para ser aplicada a una parte del documento de especificación, este deberá ser referenciado a la frase que es aplicado.

## **CONCLUSION**

Cuando se especifica un sistema de excitación, es importante proporcionar toda la información que es pertinente a la selección adecuada. Definiciones del comportamiento funcional, ubicación, características, y documentación en planos son necesarias. El Apéndice sobresalta las preguntas que deberán ser contestadas para asegurar que la especificación claramente define las necesidades del equipo.

## **REFERENCIAS**

- [1] IEEE Std. 421.2-1990, IEEE Guide for Identification, Testing, and Evaluation of the Dynamic Performance of Excitation Control Systems
- [2] IEEE Std. 421.4-1990, IEEE Guide for Specification for Excitation Systems
- [3] IEEE Std. 421.5-1992, IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies.

- [4] Brimsek, M., Kim, K., Rao, P., and Schaefer, R.C., “Feature Enhancements in New Digital Excitation Systems Speeds Performance Testing”, Presented at Doble Client Conference, April 2006.
- [5] Demcko, J., Vachon, T., Stendin, A., Schaefer, R.C., and Ross G., “New Solutions for Brushless Exciter Rectifying Modules Reduce Down Time During Overhaul”, Presented at EPRI Workshop, August 2005.
- [6] Schaefer, R., “Why Static Excitation?”, Presented at Basler Electric Power Control and Protection Conference, October 2007.
- [7] ANSI C50.13-1989, Requirements for Cylindrical Rotor Synchronous Generators.
- [8] R. Schaefer, “Application of Static Excitation Systems for Pilot and Rotating Exciter Replacement,” Presented at Basler Electric Power Control and Protection Conference, October 2007.
- [9] Kral, D., and R. Schaefer, “Easing NERC Testing with New Digital Excitation Systems,” Presented at EPRI General Meeting, January 2008.
- [10] Estes, J., and R. Schaefer, “Retrofitting SCT/PPT Excitation Systems with Digital Control”, Presented at IEEE/IAS Pulp & Paper Conference, June 2002.
- [11] NERC Standards web site - <http://www.nerc.com> NERC/WECC Publication doc. <http://www.wecc.biz>.
- [12] Kim, K., and R. Schaefer, “Tuning a PID Controller for a Digital Excitation Control System”, Presented at Basler Electric Power Control and Protection Conference, October 2007.
- [13] Schaefer, R., “Discussion: Excitation System Redundancy”, IEEE PES Equipment Working Group of the Excitation System Subcommittee, Presented July 22, 2008.

# Datos de la Especificación

Proyecto # \_\_\_\_\_

DATOS DE MAQUINA		
Turbina-Generador Capacidad y Fabricante:	_____ MW _____	Fabricante _____
Tipo de Turbina:	_____ Vapor _____ Gas _____ Hydro _____ Diesel	
¿Es el Sistema Regulador de Voltaje un proyecto de Actualización?	_____ Si _____ No	
¿Es el proyecto una Actualización de un Sistema de Excitación Estático?	_____ Si _____ No	
¿Cuál es al medio ambiente para el Gabinete del Excitador? (seco, húmedo, polvoso, etc.)?	_____	
Describe las Condiciones	_____	
¿Cuál es la Temperatura Ambiente en el área designada para el equipo?	_____	
¿El sistema tiene un Excitador Rotatorio Principal?	_____ Si _____ No	
¿Cuál es la energía existente para el sistema de Control?	_____ 125VDC _____ 250VDC	
¿Hay 120VCA para Control disponible en el cubículo del excitador?	_____ Si _____ No	
<b>¿Cuál es la Fuente de Poder para el Excitador?</b>		
<u>Excitador Estático:</u>		
Salida del Generador	_____ Si _____ No	
Sub-estación	_____ Si _____ No	
<u>Excitador Rotatorio Aplicaciones como Regulador de Voltaje</u>		
Salida del Generador	_____ Si _____ No	
PMG (Generador con Imanes Permanentes)	_____ Si _____ No	
Sub-estación	_____ Si _____ No	
Especificar el Voltaje de la Sub-estación:	_____	
Donde la energía de una Sub-estación es empleada, ¿Se requiere un respaldo de CA con un switch de Tránsito?	_____ Si _____ No	

DATOS DEL GENERADOR		
Fabricante:	_____	
Voltaje	_____	
MW:	_____	MVA: _____
Factor de Potencia:	_____	Frecuencia: _____
RPM:	_____	Estator Amps: _____
Tipo de Enfriamiento:	_____	

DATOS DE CAMPO		
Características del Campo a Plena Carga	Voltaje: _____	Amps: _____
115% MVA @ 105% Voltaje de Generador (Ver Publicación Técnica pagina1)	Voltaje de Campo: _____	Campo Amps: _____

DATOS DEL EXCITADOR ROTATORIO PRINCIPAL		
Voltaje de Armadura :	_____	Armadura Amps: _____
KW:	_____	
Ohms del Campo del Excitador tipo Shunt:	_____	Voltaje Nominal del Campo del Excitador tipo Shunt: _____
Corriente a plena Carga de Campo del Excitador tipo Shunt	Amps: _____	
¿Es un Excitador del Tipo de Escobillas?	_____ Si _____ No	
¿Es un Excitador del Tipo SIN Escobillas?	_____ Si _____ No	
¿Cuáles son las características del Generador con Imanes Permanentes?	_____ Volts _____ Amps _____ Hz _____ # de fases	

CONSIDERACIONES ADICIONALES DE CARACTERISTICAS MAS ALLA A LAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA 1		
¿Se requiere arranque en "negro"?	_____ Si _____ No	
¿Se necesita un controlador digital redundante?	_____ Si _____ No	
¿Se requieren Puentes de SCR redundantes?	_____ Si _____ No	
¿Se necesita un Sistema Estabilizador de Potencia?	_____ Si _____ No	
¿Es requerido un controlador digital redundante?	_____ Si _____ No	
¿Se requiere un Ajuste del PSS como parte de este proyecto?	_____ Si _____ No	
¿Transferencia automática de PT de instrumentación redundante será requerida?	_____ Si _____ No	
¿El relé 60 de balance para la transferencia al segundo PT de instrumentación será necesitado?	_____ Si _____ No	_____ No
¿La instalación llave-en-mano es requerida?	_____ Si _____ No	
¿Se requiere que el fabricante haga el comisionamiento?	_____ Si _____ No	
¿Existen Necesidades Especiales de Campo Forzado?	_____ Si _____ No	
Defina: _____		
¿Consideraciones Especiales del Transformador de Potencia?	_____ Si _____ No	
Defina: _____		
¿Se requiere la Información del Modelo de Excitación?	_____ Si _____ No	
¿Relé de Campo a Tierra?	_____ Si _____ No	
¿Sincronización Automática?	_____ Si _____ No	

DOCUMENTACION		
Esquemáticos de Interconexión		
Diagramas Mecánicos		
Otras Consideraciones Especiales de Planos		