

Bienvenidos al webinar

La protección por potencia inversa en
generadores

Megger[®]
Power on

Coordinadora

■ Karen Becerril

Especialista de marketing para Latinoamérica

Karen.Becerril@megger.com



Moderador

■ Ariel Toribio

Gerente Regional para Latinoamérica

csasales@megger.com



Presentador

■ Ing. Luis Tonos

Ingeniero de Aplicaciones

Profesional con más de 20 años de experiencia, con un grado en Ingeniería de Sistemas de Potencia y un MBA en telecomunicaciones de datos. Está certificado en la norma NFPA 70E de seguridad eléctrica en lugares de trabajo. Tiene vasta experiencia y conocimiento en el proceso para realizar diseño, instalación, programación, pruebas y commissioning de relés de protección y esquemas de comunicaciones en subestaciones con IEC 61850. También tiene vasta experiencia realizando estudios de cortocircuito, coordinación de las protecciones y arco eléctrico.



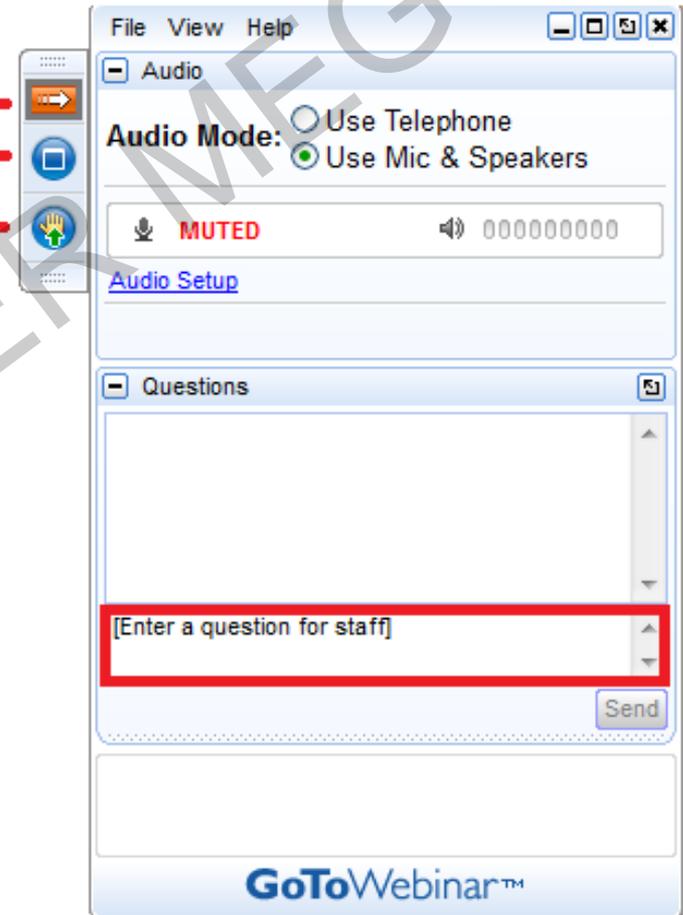
Preguntas y comentarios

- Puede enviarnos sus preguntas y comentarios durante la presentación.
- Esta sesión será grabada.
- Visite la página oficial para ver todas las grabaciones.
- Al final recibirá un certificado de asistencia.

Hide/show control panel

Full screen

Raise hand



CONTENIDO

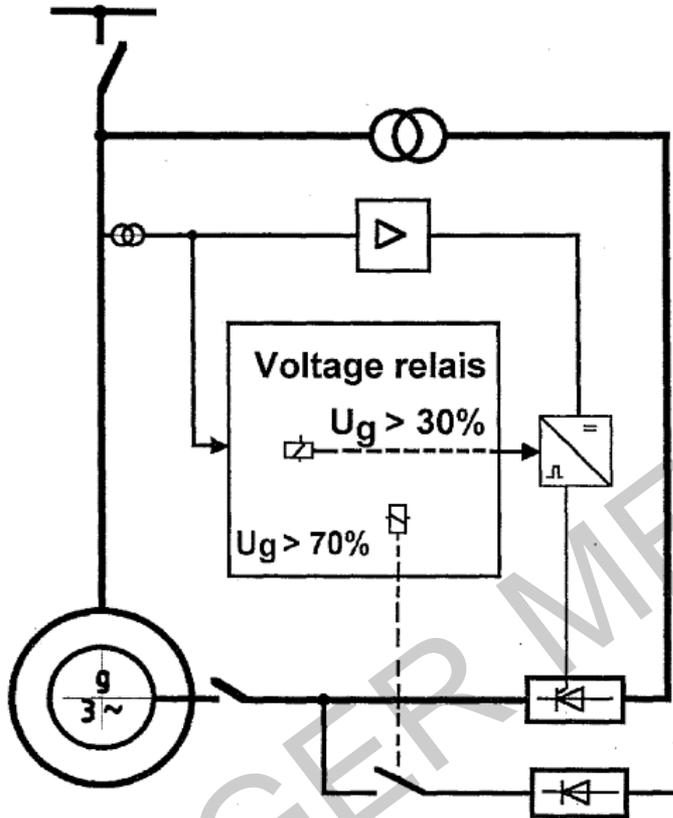
- Operación de generadores
- Introducción al flujo de potencia en los cuatro cuadrantes.
- Tipos de disparos en generadores
- Protección por potencia inversa en generadores
- Estudio de casos
- Conclusiones

Operación de Generadores

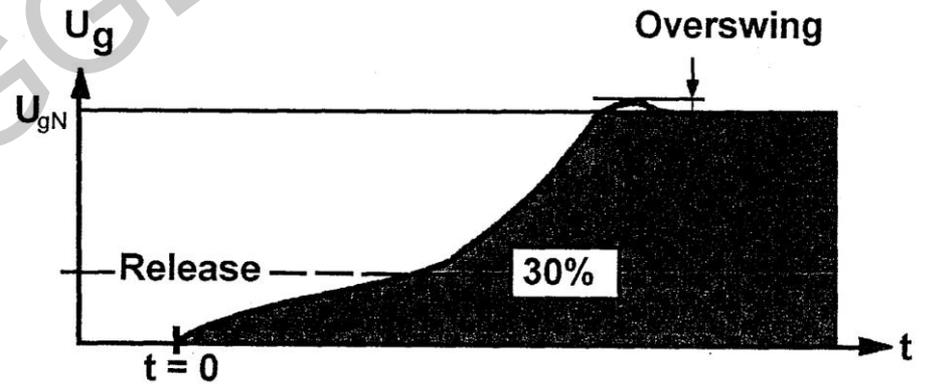
- La función de un sistema de excitación es la de suplir potencia magnetizante al devanado del campo del generador para inducir en el estator un voltaje de salida. Las leyes de Ampère y Faraday se combinan para generar energía.
- El sistema de excitación controla los principales parámetros del generador, como son, voltaje AC de salida, factor de potencia y volt-ampères reactivos (VARs), por medio del control de la excitación del campo.

Excitación

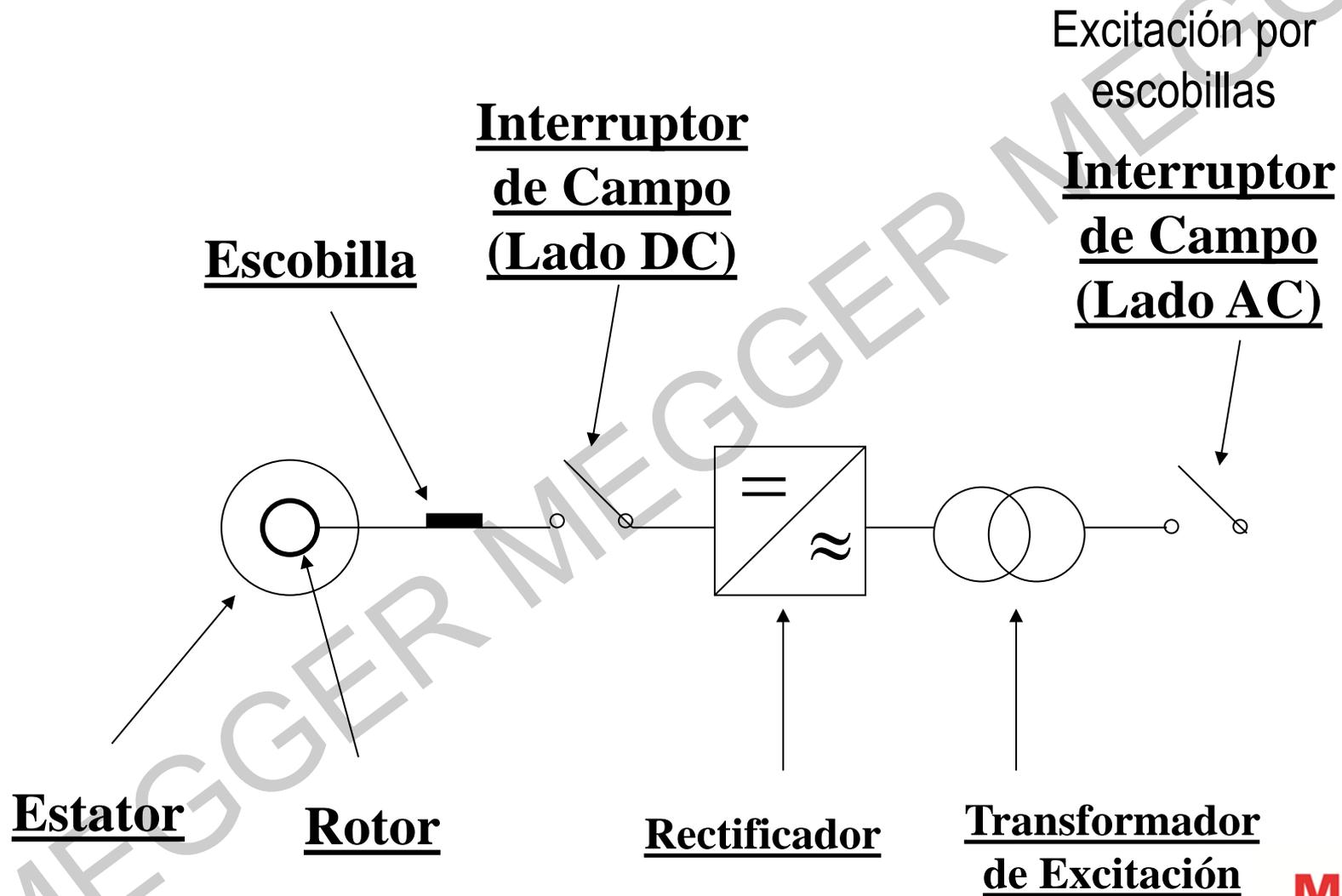
Operación de Generadores



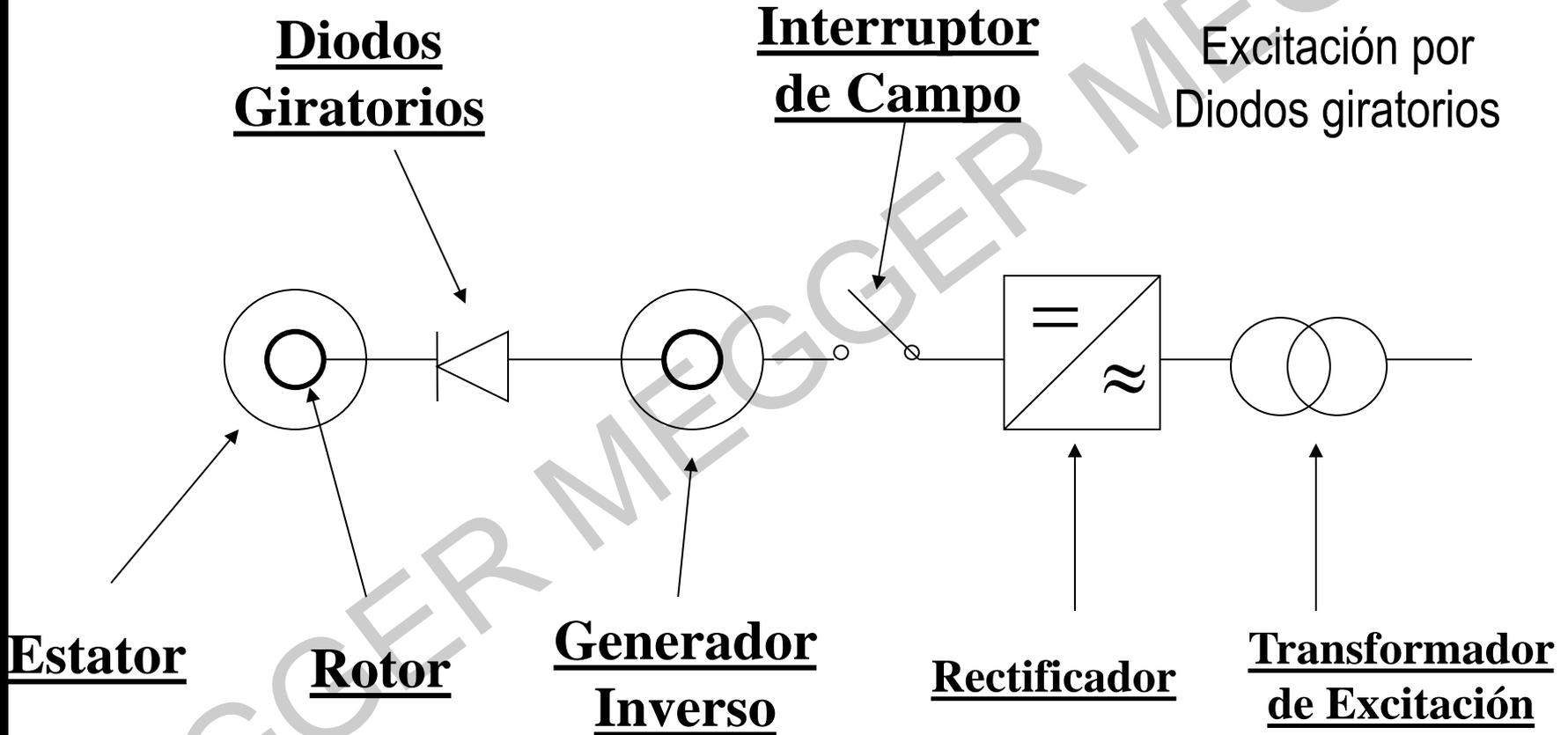
Field Flashing
Cebado
Excitación inicial



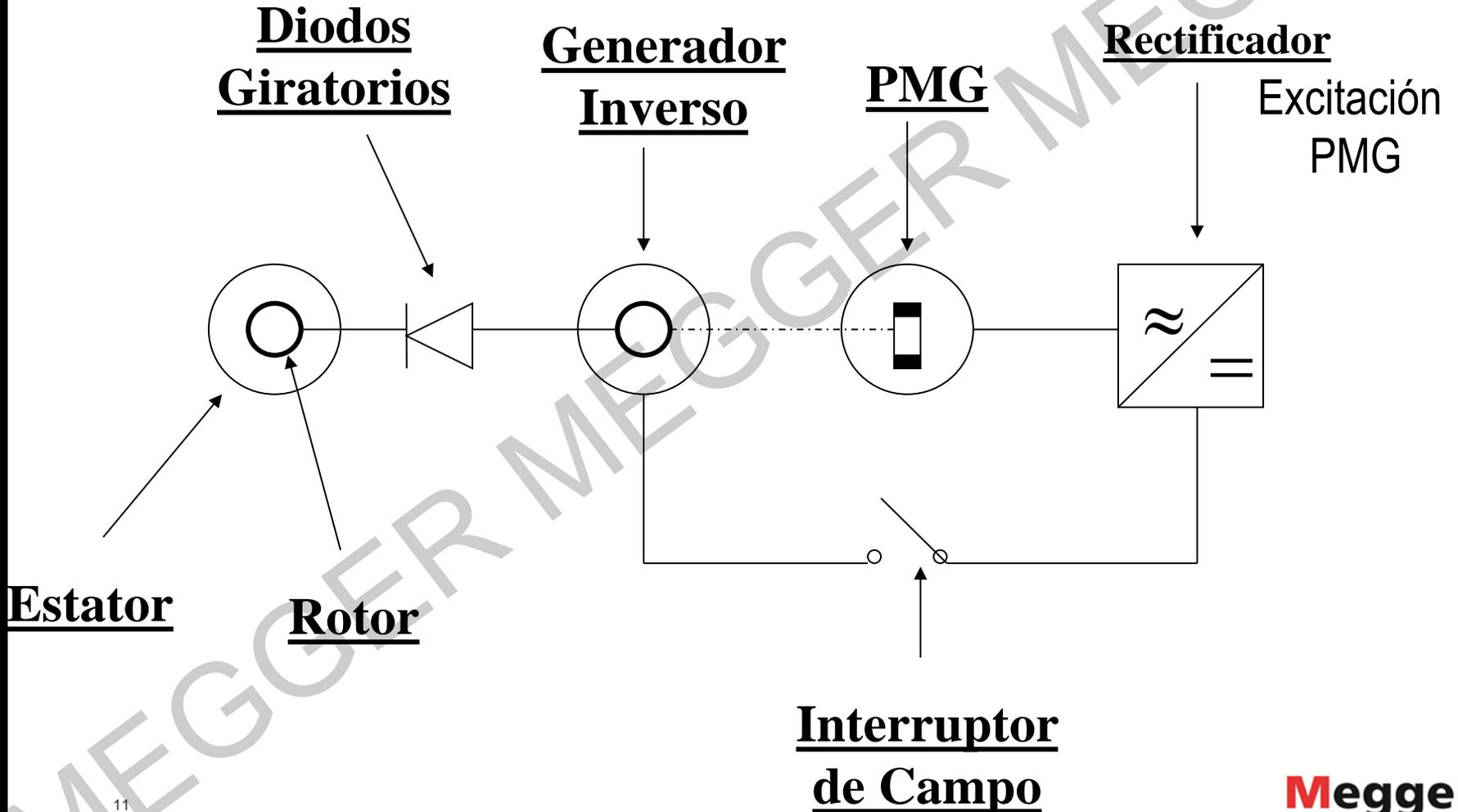
Operación de Generadores



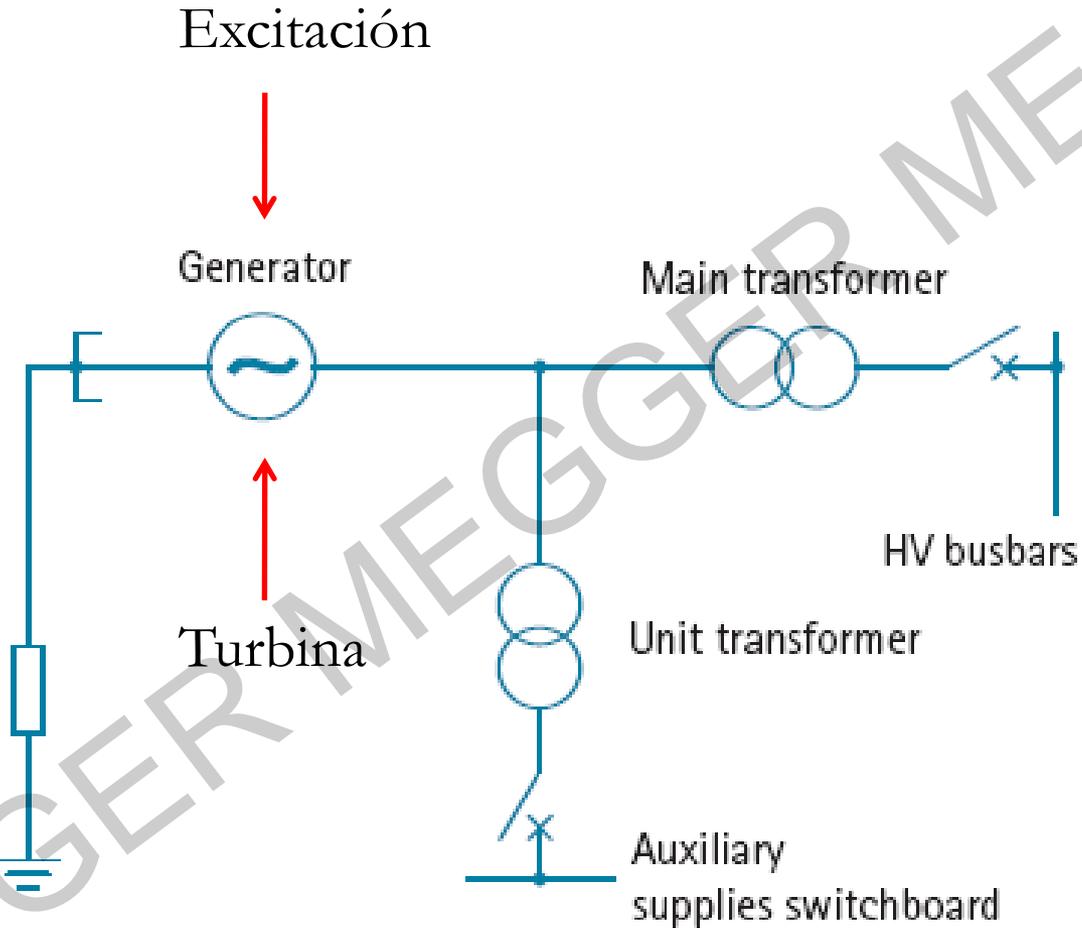
Operación de Generadores



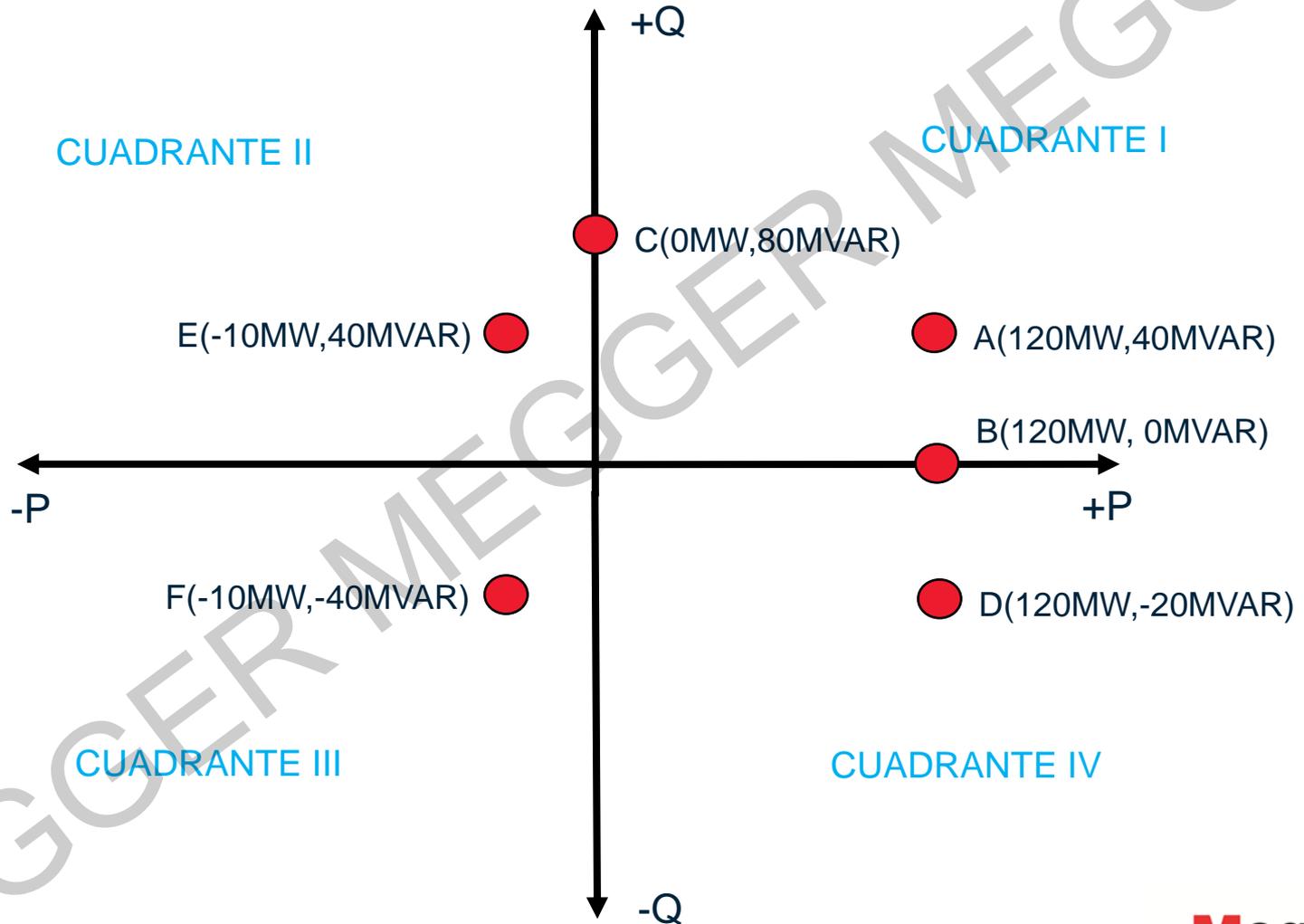
Operación de Generadores



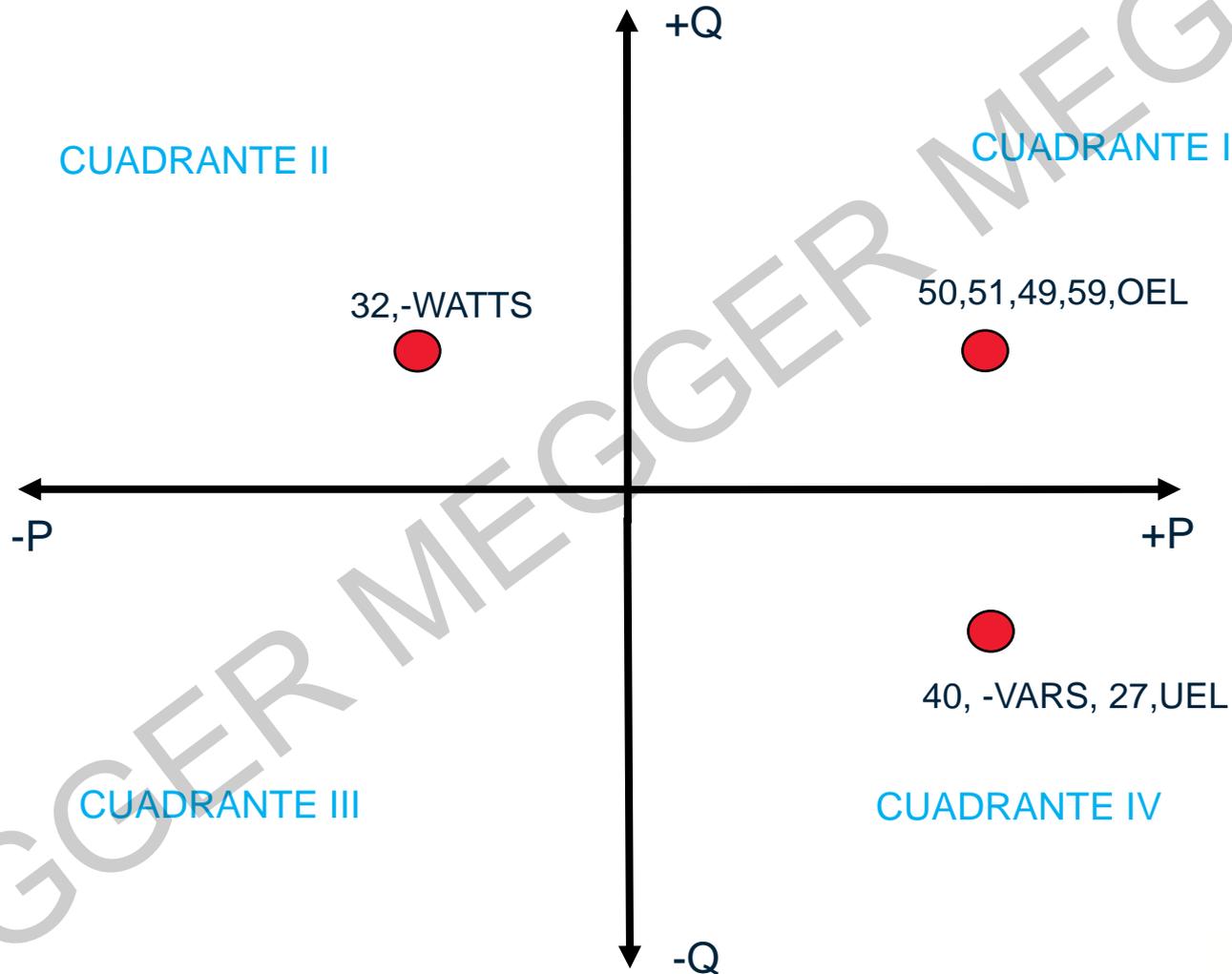
Operación de Generadores



Flujo de Potencia en los 4 Cuadrantes

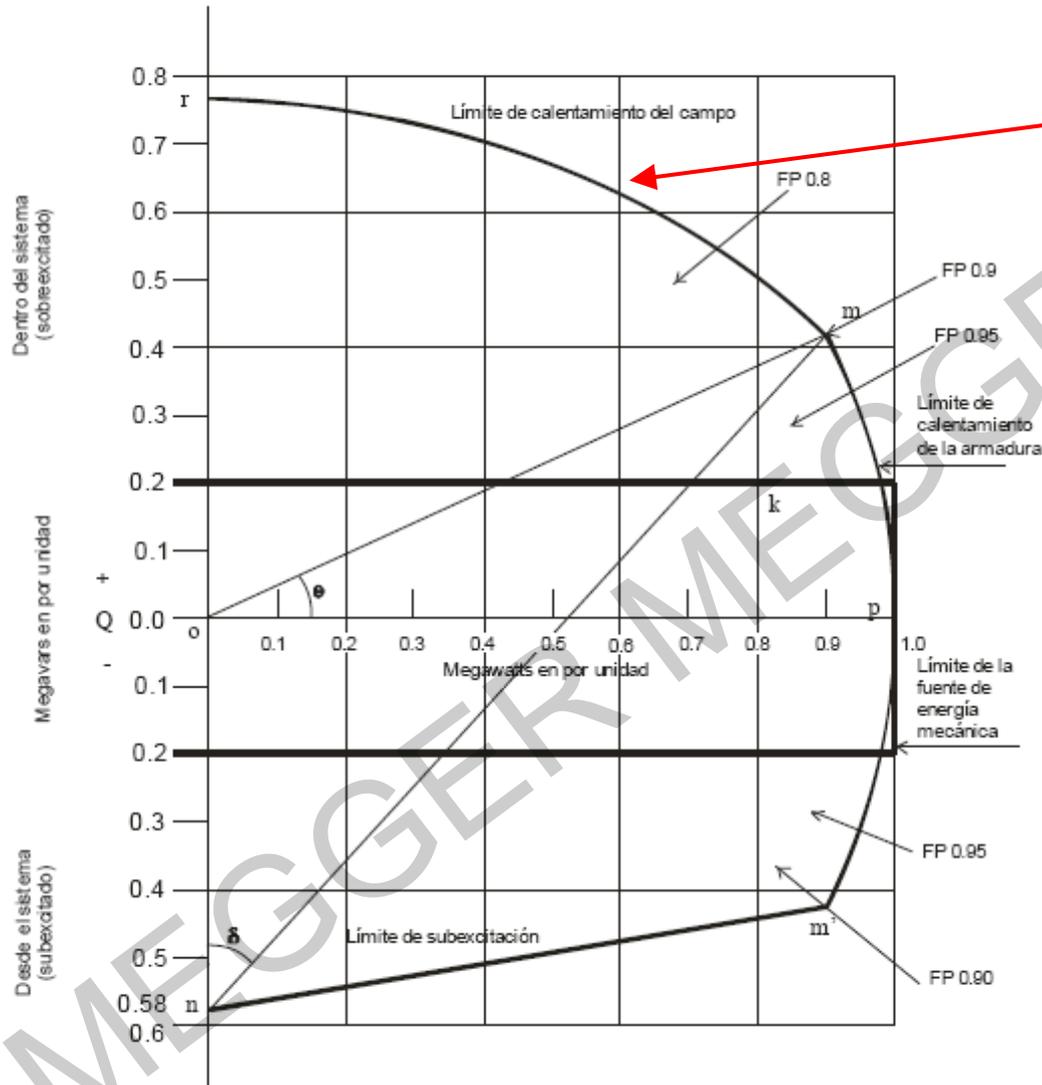


Flujo de Potencia en los 4 Cuadrantes



Flujo de Potencia en los 4 Cuadrantes

CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA

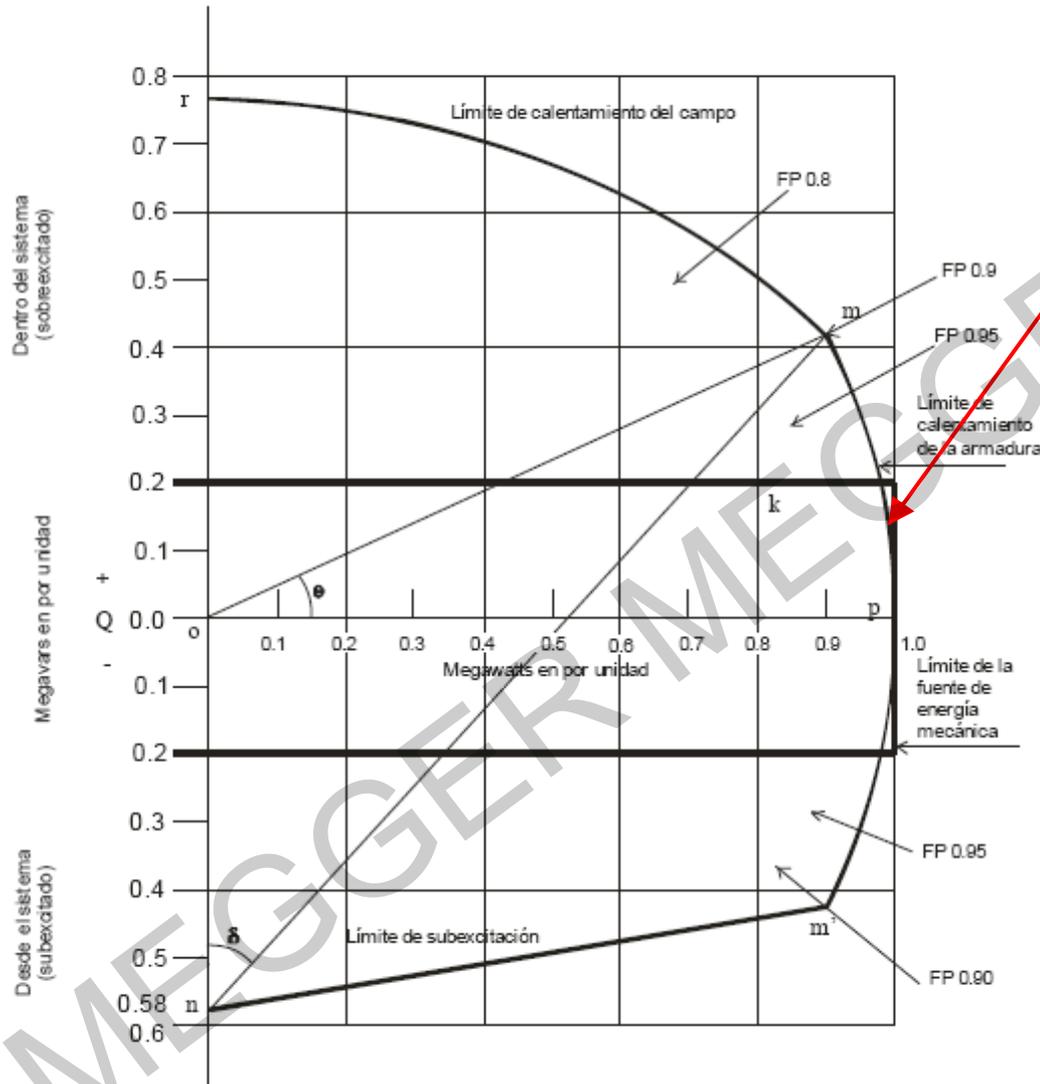


Límite calentamiento del campo:

El voltaje de barra disminuye, el AVR manda señal para aumentar los VAR (reactivo). Por lo tanto aumenta el calentamiento en el campo. Causa como consecuencia que el sistema de excitación pase más arriba del área de la curva superior, causando calentamiento excesivo en el rotor. El limitador de excitación máxima limita entonces al AVR a mantenerse dentro del umbral de la curva para prevenir este aumento de temperatura.

Flujo de Potencia en los 4 Cuadrantes

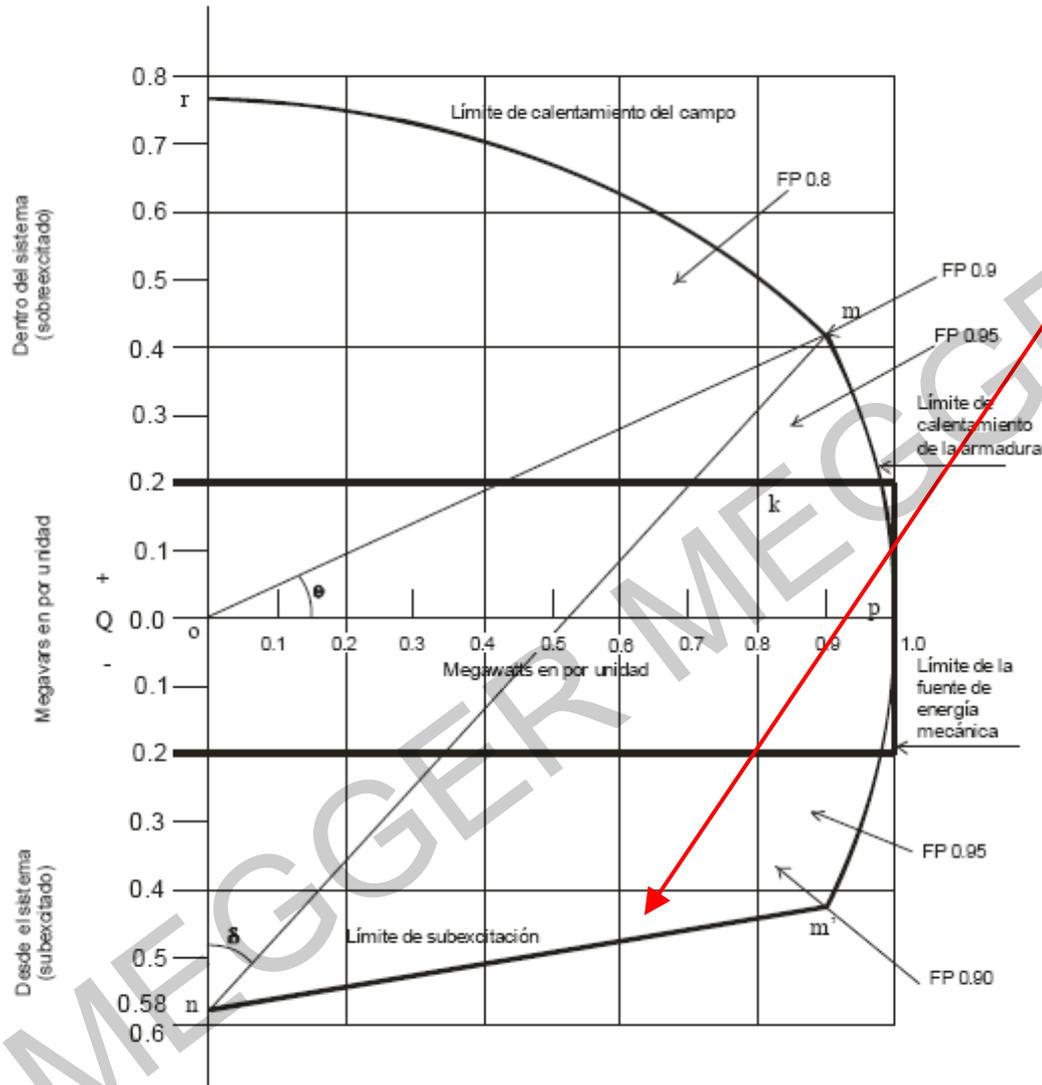
CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA



Límite de calentamiento de la armadura: Esta parte de la curva tiene que ver con la sobrecarga del estator. Si el generador excede su corriente nominal debido a un aumento de la carga en MW, entonces sobrepasará esta área de la curva y provocará un sobrecalentamiento en el devanado del estator.

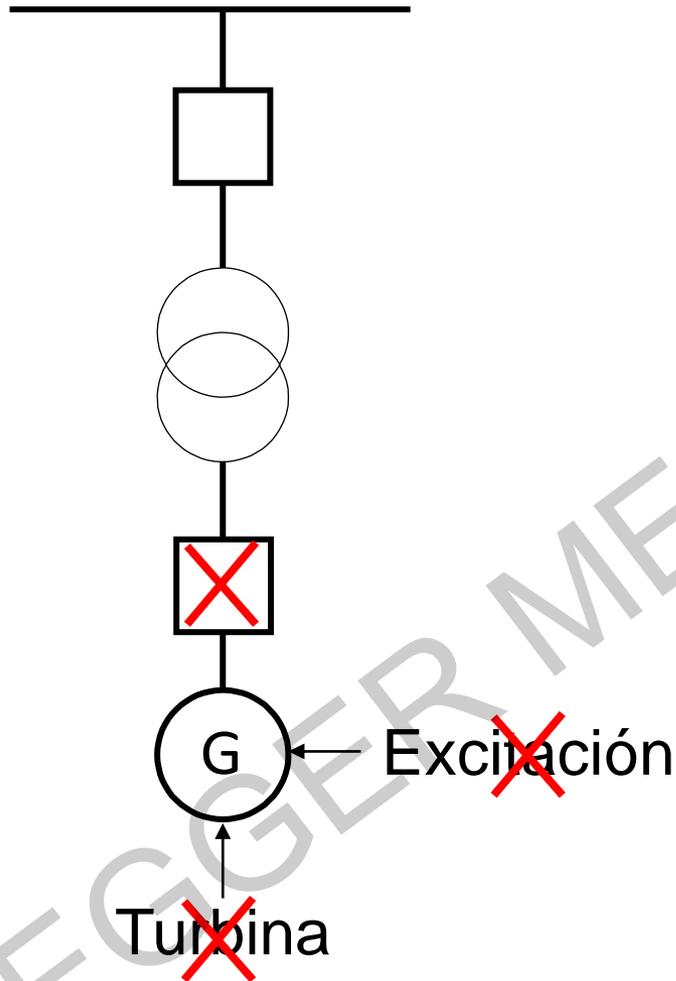
Flujo de Potencia en los 4 Cuadrantes

CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA



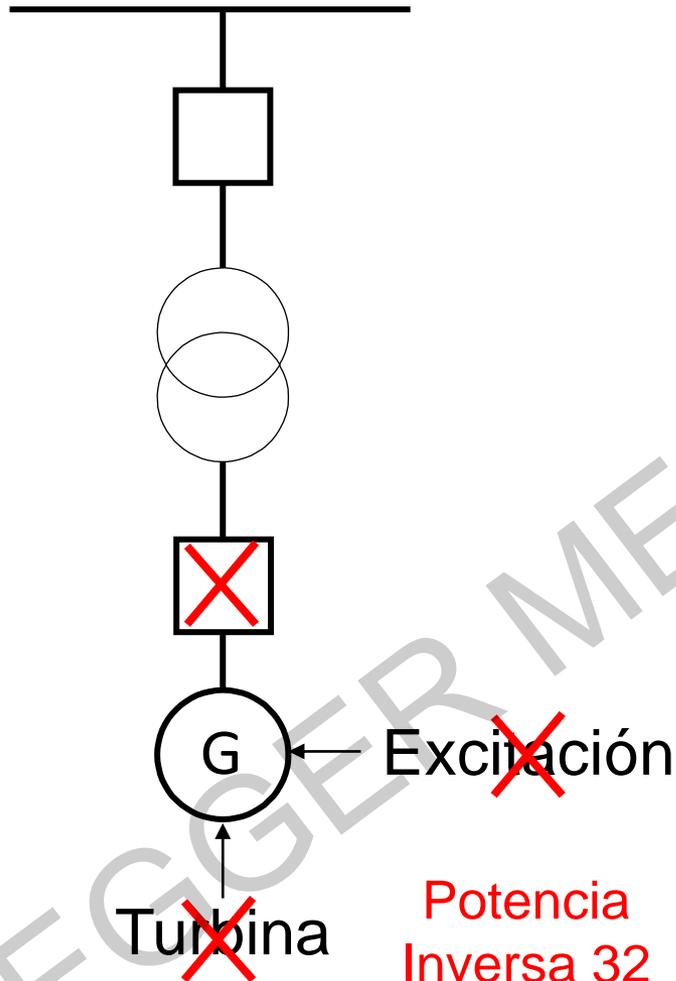
Límite de subexcitación: Si el voltaje de barras sube, el AVR manda señal de reducción de los VAR de salida. Si se reduce mucho la excitación, se puede perder la sincronización ya que el torque de la máquina no estaría de acuerdo con la potencia real requerida. El limitador mínimo de excitación fuerza al AVR a que mantenga al generador en el umbral antes de la curva inferior, para mantenerlo dentro de los límites de estabilidad. Esto provoca sobrecalentamiento del núcleo del estator.

Tipos de Disparos en Generadores



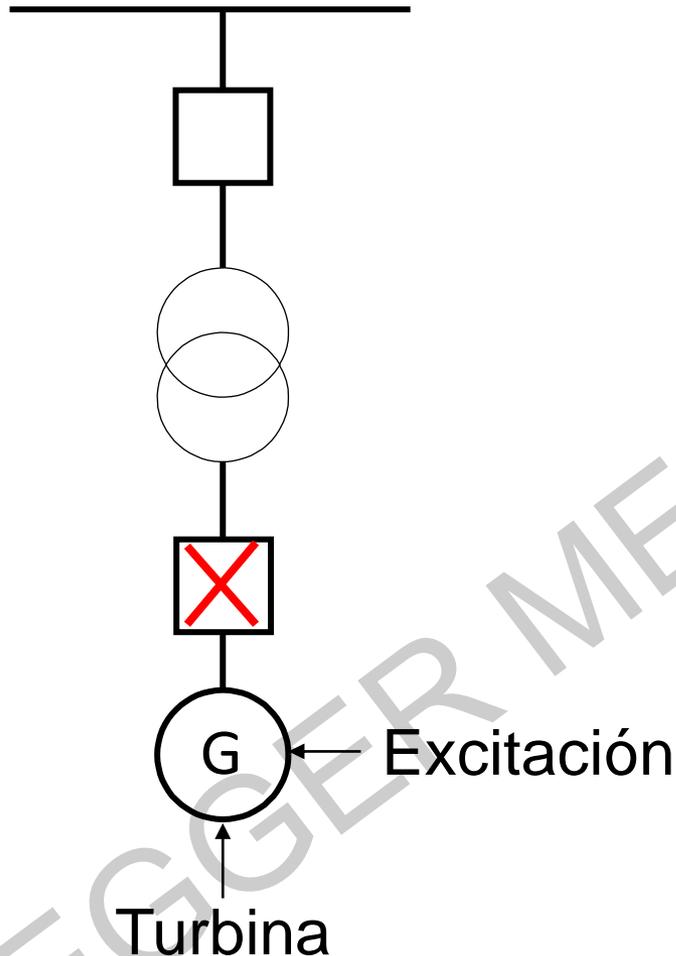
- Tipo A (Simultáneo): Es el que dispara al mismo tiempo a la turbina y al generador completo debido a que la falla es interna y se debe interrumpir inmediatamente.
- Las funciones que provocan este tipo de disparo son 87G (diferencial) y 64 (tierra del estator).

Tipos de Disparos en Generadores



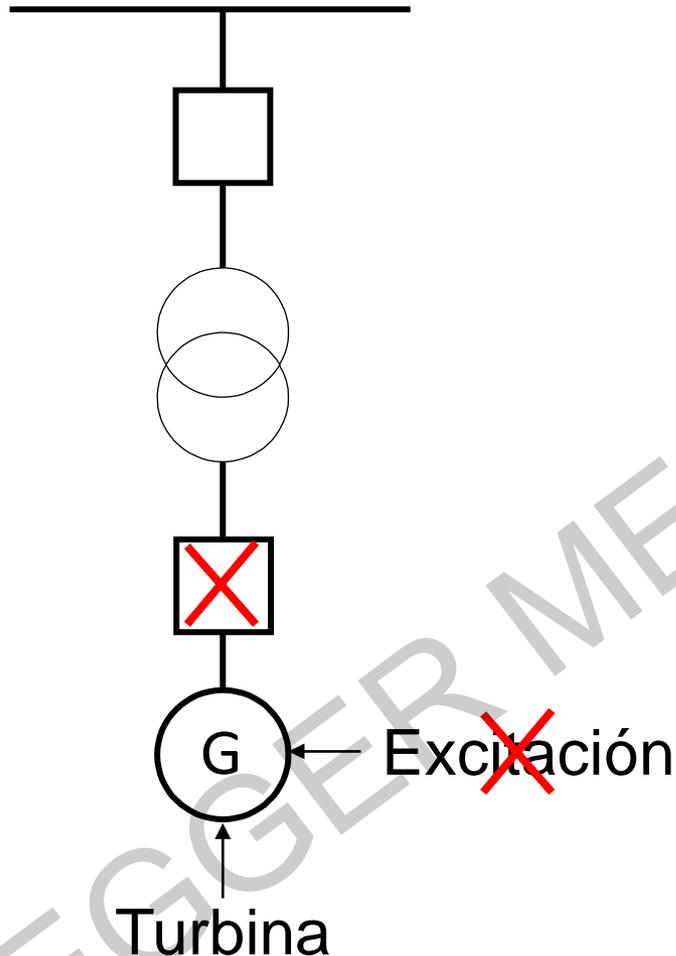
- Tipo B (Secuencial): Es en el que la turbina es disparada primero y luego se dispara el interruptor del generador por potencia inversa, finalmente la excitación abre al disminuir la velocidad de la turbina. Los disparos por causas mecánicas o fallas del proceso o por causas eléctricas no graves, deben ser secuenciales.

Tipos de Disparos en Generadores



- Sólo Interruptor Generador: En este caso sólo abre el interruptor del generador debido a una falla externa y se preparan las condiciones para entrar en servicio nuevamente. La excitación y turbinas se mantienen.
- Las funciones de protección en este tipo de disparo son 21, 32, 46, 49, 51, 81.

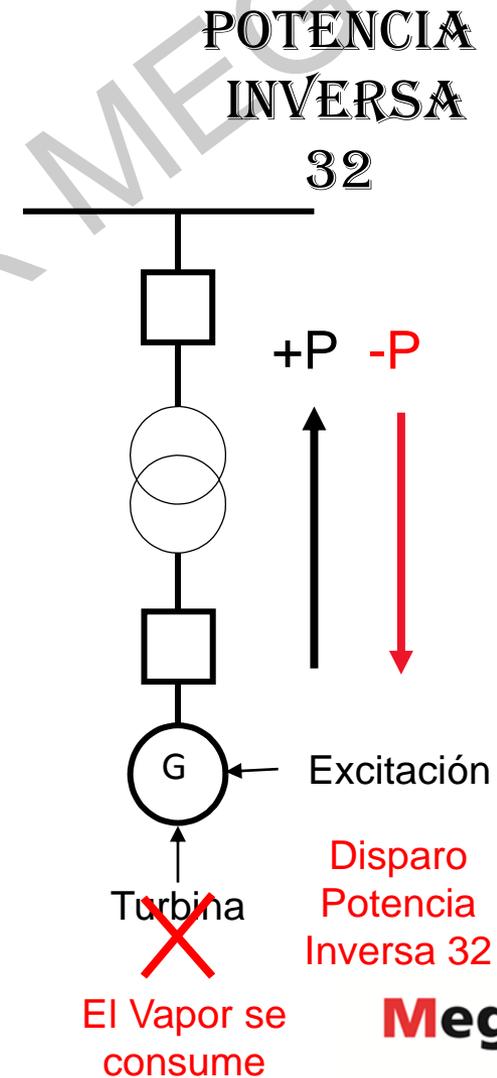
Tipos de Disparos en Generadores



- Generador Completo: En este caso abre el interruptor del generador y la excitación debido a una falla asociada a la operación del generador.
- Las funciones de protección en este tipo de disparo son 24, 27, 40, 59.

Protección Potencia Inversa en Generadores

- La potencia inversa o motorización ocurre cuando la máquina motriz sale de servicio estando el interruptor del generador cerrado.
- Los relés de potencia inversa miden potencia activa (megavatios) en la dirección de motorización. No ven potencia reactiva.
- Es mayormente una protección para la máquina motriz. Es necesario conocer el índice de motorización de la máquina, o sea la potencia de motorización con respecto a la potencia nominal.



Protección Potencia Inversa en Generadores

- Las turbinas de vapor necesitan esta protección para evitar sobrecalentamiento cuando el vapor de entrada ha sido interrumpido y el generador empieza a funcionar como motor. Este sobrecalentamiento ocurre por la insuficiencia de vapor que pasa a través de la turbina para hacer la transferencia de calor en los álabes.
- El tiempo requerido por una turbina para sobrecalentarse luego de que se ha interrumpido por completo el vapor, varía de 30 segundos hasta 30 minutos dependiendo del tipo de turbina de vapor.

**POTENCIA
INVERSA**
32

Protección Potencia Inversa en Generadores

Motor primario	Potencia de motorización (Índice porcentual)	Posibles daños
Motor Diesel	5% – 25%	Riesgo de incendio o explosión de combustible no consumido
Turbina de gas	10% – 15% (eje partido) >50% (Eje partido)	En algunos conjuntos de engranajes, pueden aparecer daños debido al par inverso en los dientes del engranaje.
Turbinas hidráulicas	0,2 – >2% (Paletas fuera del agua) >2,0% (Paletas en el agua)	Puede producirse la cavitación de paletas y ruedas con un largo periodo de motorización
Turbinas de vapor	0,5% – 3% (Conjuntos de condensación) 3% – 6% (Conjuntos sin condensación)	Pueden aparecer daños por fatiga térmica en las paletas de turbinas de baja presión cuando el flujo de vapor no puede disipar las pérdidas por rozamiento.

POTENCIA INVERSA 32

Ajuste por debajo de la potencia de motorización, y el retardo de tiempo típico de 3-10 segundos.

Protección Potencia Inversa en Generadores

- Cuando la potencia de la turbina es menor que la potencia del generador, éste tomará potencia del sistema para mantener el sincronismo.
- En este caso, el generador opera como motor síncrono y no hay peligro para el generador siempre que la excitación regule y los sistemas de lubricación y enfriamiento estén funcionando satisfactoriamente. El riesgo es para la turbina.

POTENCIA INVERSA
CON EXCITACIÓN

32

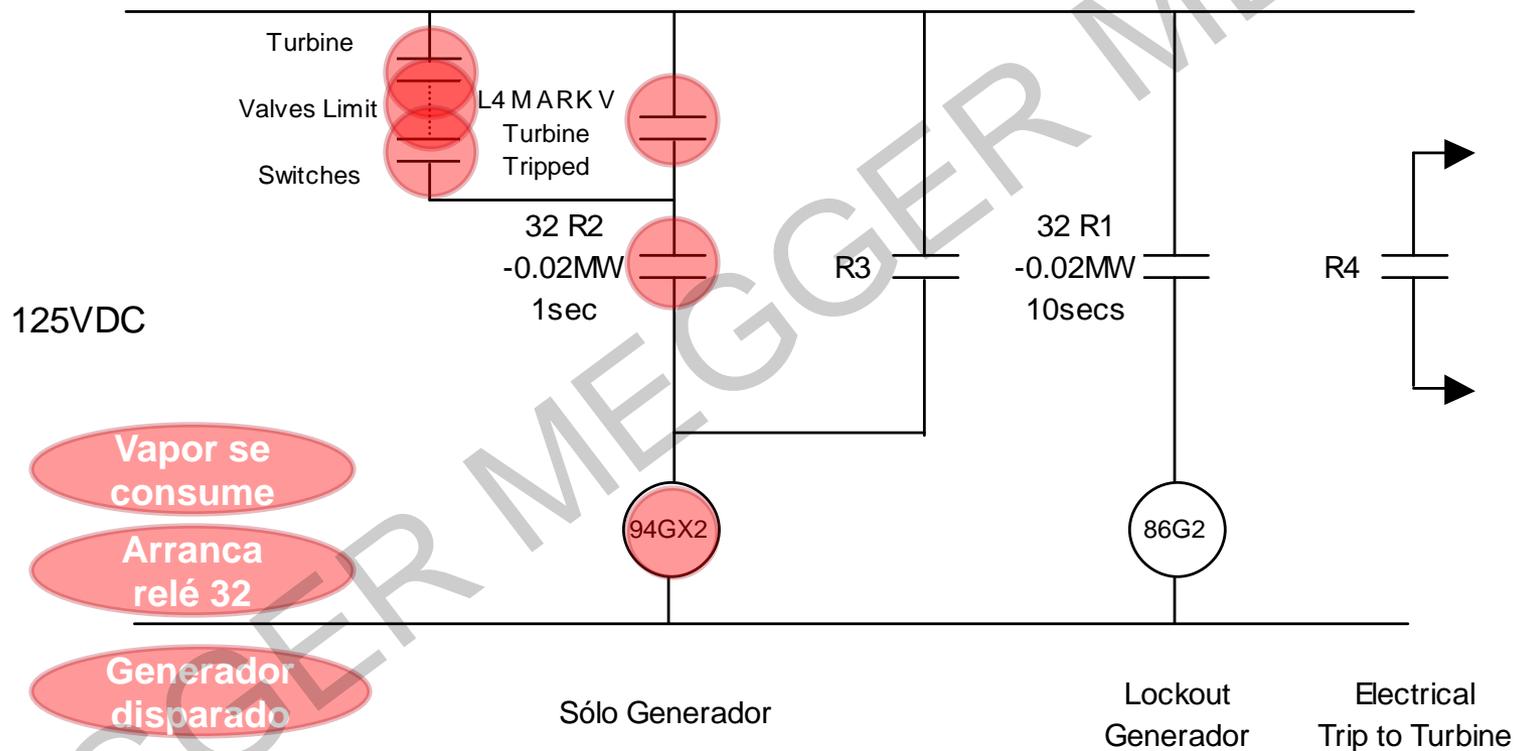
Protección Potencia Inversa en Generadores

- Si la excitación se pierde cuando el vapor de entrada a la turbina se pierde, entonces el generador puede perder el sincronismo con el sistema.
- Bajo esta condición, el generador va a consumir reactivos del sistema. Generalmente esta carga reactiva cae fuera de la curva de capacidad en el lado de subexcitación y provocará un calentamiento rápido del núcleo del estator, lo cual causará daños severos si el generador no se aísla del sistema.

POTENCIA INVERSA
SIN EXCITACIÓN
32/40

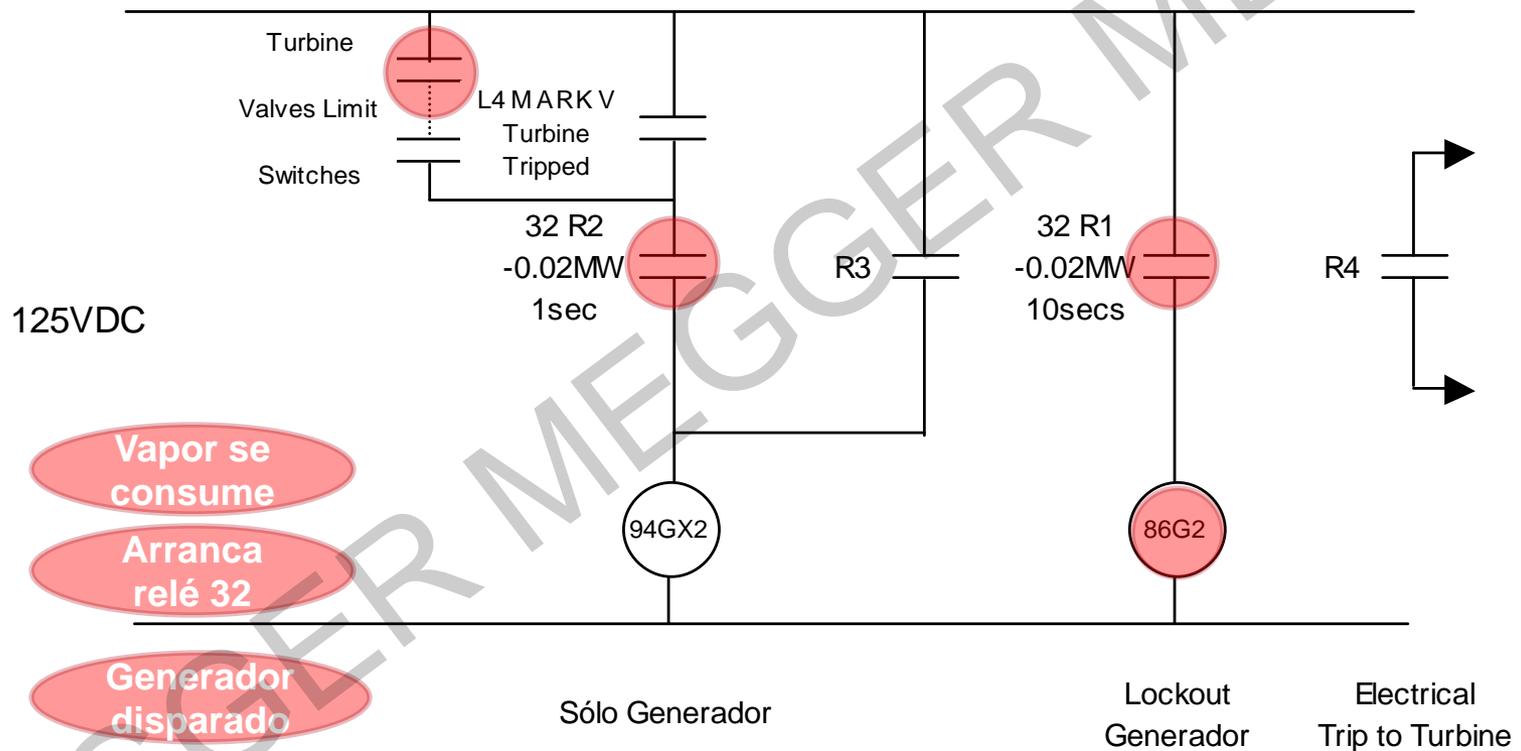
Protección Potencia Inversa en Generadores

POTENCIA INVERSA OPERACIÓN NORMAL



Protección Potencia Inversa en Generadores

FALLA LIMIT SWITCH VALVULAS O DETECCION PERDIDA MAQUINA MOTRIZ



Protección Potencia Inversa en Generadores

- Para turbinas que tienen baja potencia de motorización, se utilizan relés de potencia inversa extremadamente sensibles a las bajas corrientes. Estos relés son capaces de operar desde un 0.25% de la potencia de plena carga de la máquina.
- Para turbinas con mayor potencia de motorización, lo normal es ajustar este relé para 3% o menos de su potencia nominal. Es importante que este disparo ocurra luego de un retardo intencional para prevenir disparos no deseados cuando suceden transitorios en el sistema, como lo son la sincronización del generador al sistema y los disturbios temporales.

**RELE POTENCIA
INVERSA
32**

Protección Potencia Inversa en Generadores

- Para turbinas que tienen baja potencia de motorización, se utilizan relés de potencia inversa extremadamente sensibles a las bajas corrientes. Estos relés son capaces de operar desde un 0.25% de la potencia de plena carga de la máquina.
- Para turbinas con mayor potencia de motorización, lo normal es ajustar este relé para 3% o menos de su potencia nominal. Es importante que este disparo ocurra luego de un retardo intencional para prevenir disparos no deseados cuando suceden transitorios en el sistema, como lo son la sincronización del generador al sistema y los disturbios temporales.

**RELE POTENCIA
INVERSA
32**

Protección Potencia Inversa en Generadores



GE
Energy

ENERGY SERVICES ENGINEERING
PRODUCT SERVICE

TIL 964-2R1
26 SEPTEMBER 2007

Compliance Category - **S**
Timing Code - **6**

TECHNICAL INFORMATION LETTER

STEAM TURBINE SEQUENTIAL TRIPPING RECOMMENDATIONS

APPLICATION

All generator drive steam turbines.

PURPOSE

To inform users of the recommended circuit for sequential tripping and expand unit applicability to include all generator drive steam turbines.

Protección Potencia Inversa en Generadores

Compliance Category

O - Optional

Identifies changes that may be beneficial to some, but not necessarily all, operators. Accomplishment is at customer's discretion.

M - Maintenance

Identifies maintenance guidelines or best practices for reliable equipment operation.

C - Compliance Required

Identifies the need for action to correct a condition that, if left uncorrected, may result in reduced equipment reliability or efficiency. Compliance may be required within a specific operating time.

A - Alert

Failure to comply with the TIL could result in equipment damage or facility damage. Compliance is mandated within a specific operating time.

S - Safety

Failure to comply with this TIL could result in personal injury. Compliance is mandated within a specific operating time.

Timing Code

1 Prior to Unit Startup / Prior to Continued Operation (forced outage condition)

2 At First Opportunity (next shutdown)

3 Prior to Operation of Affected System

4 At First Exposure of Component

5 At Scheduled Component Part Repair or Replacement

6 Next Scheduled Outage

7 Optional

Protección Potencia Inversa en Generadores



Protección Potencia Inversa en Generadores



Protección Potencia Inversa en Generadores



Protección Potencia Inversa en Generadores

RECOMMENDATIONS

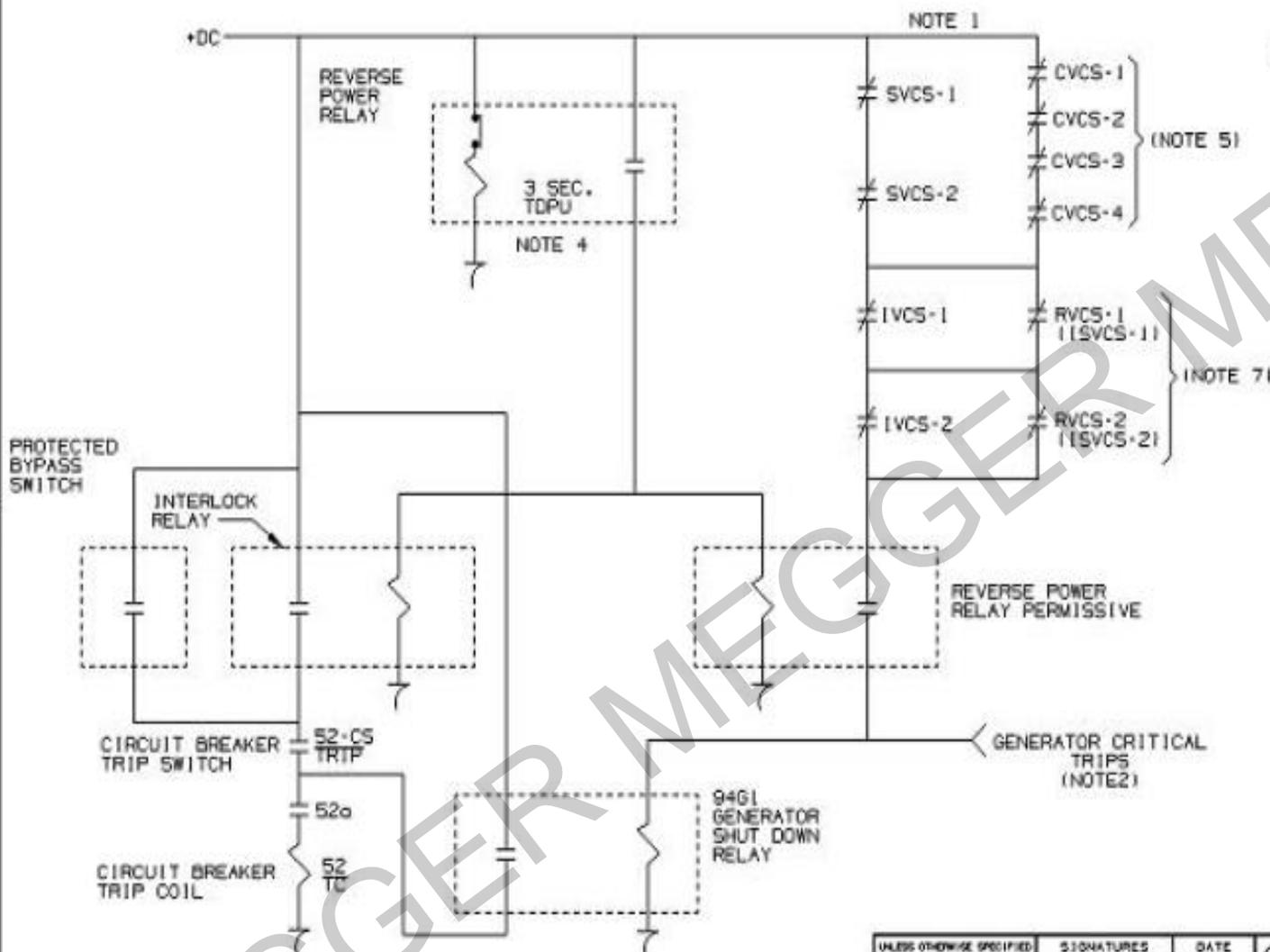
GE recommends the following actions:

1. Verify sequential trip circuit is functional.
2. If present, but not functional, restore or enable the trip circuitry and logic.
3. If not present, install sequential trip circuitry and logic in accordance with Figure 2.

THESE SHEETS ARE STANDARD REFERENCE DRAWINGS AND WILL NOT BE REVISED OR REISSUED TO APPLY TO A PARTICULAR UNIT. THE CIRCUITS SHOWN HERE ARE GENERAL ELECTRIC LST DEPARTMENT. RECOMMENDATIONS AND ARE INTENDED TO SERVE AS A GUIDE TO THE CUSTOMER IN PREPARING HIS OVERALL STATION AND WIRING DIAGRAMS.

REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
A	REDRAWN IN US 04012033 O. FRANCO	04-05-18	SDF

REVISE ON CAD ONLY
UG PART: 155B2165.PRT



A	A	A	REV	REV STATUS OF SHEETS
3	2	1	SH	

SEQUENTIAL AND MANUAL TRIPPING

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED	SIGNATURES	DATE	GENERAL ELECTRIC COMPANY STEAM TURBINE Schenectady, NY	
DIMENSIONS ARE IN INCHES. TOLERANCES ON: 2 PL DECIMALS ± 3 PL DECIMALS ± ANGLES ± FRACTIONS ±	DRANN P. KUCIAR	78-09-05	GE Power Generation RECOMMENDED CONTROL CIRCUITS FOR TURBINE ELECTRICAL AUXILIARIES FMF1 LARGE STEAM TURBINE	
	ENGRS	1998B		
		78-01-09	SIZE	CAGE CODE
			B	DWG NO
				155B2165
			SIM TO:	NONE
			SCALE	NONE
			SHEET	1

© COPYRIGHT 2004 GENERAL ELECTRIC COMPANY
 PROPRIETARY INFORMATION-THIS DOCUMENT CONTAINS
 PROPRIETARY INFORMATION OF GENERAL ELECTRIC
 COMPANY AND MAY NOT BE USED OR DISCLOSED TO
 OTHERS, EXCEPT WITH THE WRITTEN PERMISSION OF
 GENERAL ELECTRIC COMPANY.



Protección Potencia Inversa en Generadores

- Grupo de Trabajo IEEE

IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 34, NO. 6, NOVEMBER/DECEMBER 1998

1411

Sequential Tripping of Steam Turbine Generators: Working Group Report

Everett Fennell, *Member, IEEE*, Kevin Kozminski, Munnu Bajpai, Steve Easterday-McPadden, Walt Elmore, Charles Fromen, Jon Gardell, Wayne Hartmann, Joe Hurley, Patrick Kerrigan, Kumul Khunkhun, Charles J. Mozina, George Nail, Subhash Patel, Gary Pence, Al Pierce, Don Smaha, Sahib Usman, Phil Waudby, and Murty Yalla

Protección Potencia Inversa en Generadores

- Recomendaciones de disparo secuencial Grupo de Trabajo IEEE



Protección Potencia Inversa en Generadores

- Recomendaciones lógica de control Grupo de Trabajo IEEE

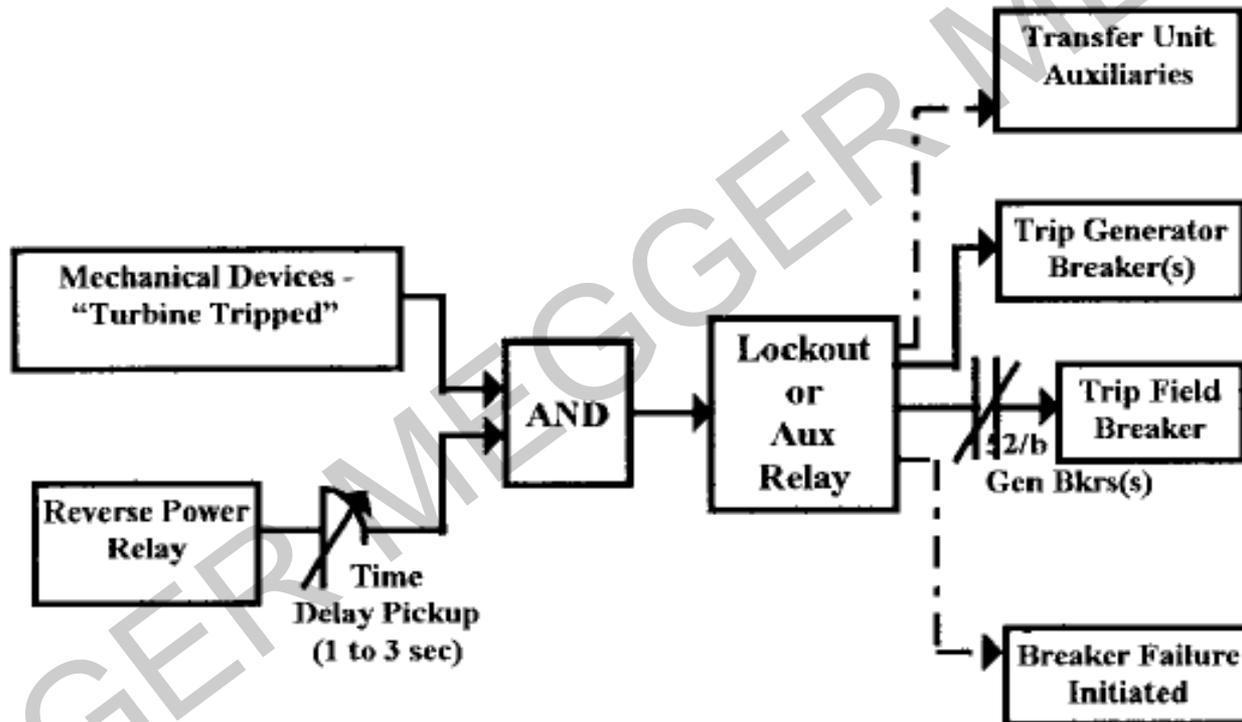


Fig. 2. Sequential tripping control logic.

Caso 1: Muy Baja Potencia Motorización

En ocasiones el caso de este generador la potencia de motorización medida en varias ocasiones osciló dentro de 1.5-1 MW, lo que representa 1.14-0.76% de la potencia nominal de 132MW, por lo que el relé existente nunca iba a detectar esta potencia inversa extremadamente baja. La razón por la cual este relé digital no abarca muy bajas potencias inversas es que para muy bajas corrientes el relé existente no tiene la suficiente precisión.

**RELE POTENCIA
INVERSA
32**

**REVERSE POWER TRIP
LEVEL: 0.05 x Rated MW**

Range: 0.02 to 0.99 x Rated MW in steps of 0.01

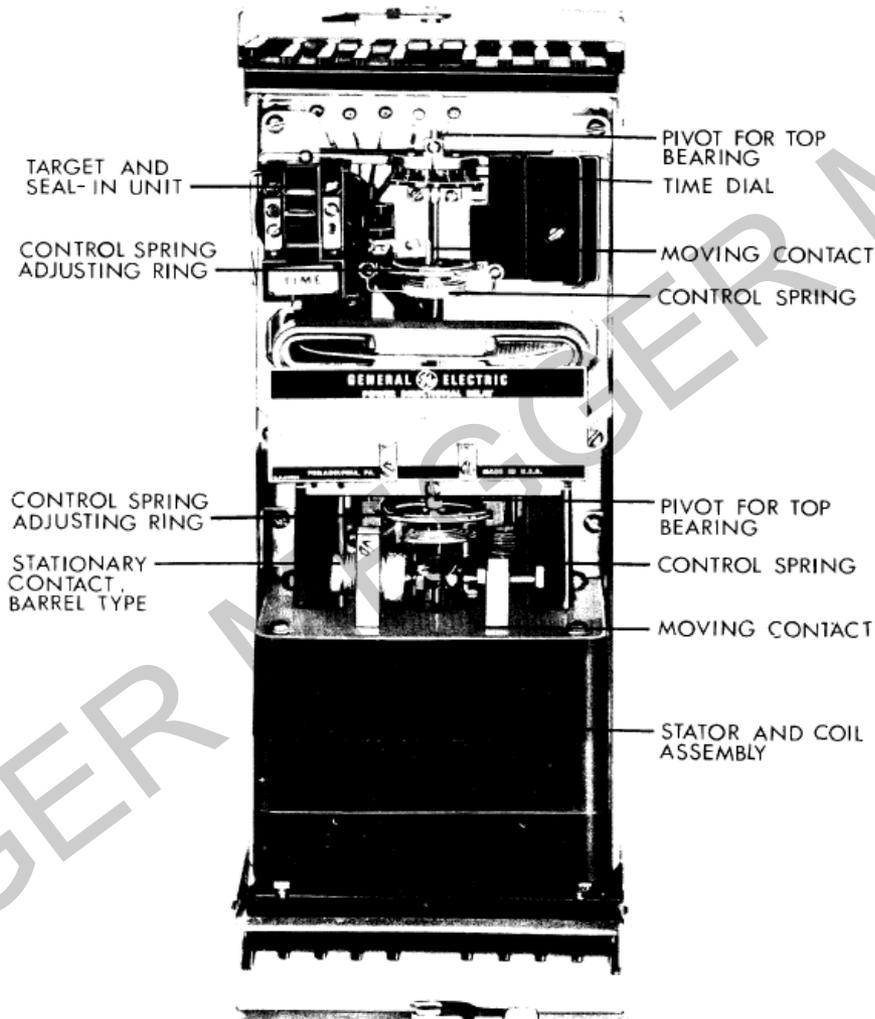
Caso 1: Muy Baja Potencia Motorización

En el relé MULTILIN observamos que la menor corriente medida para la protección de potencia inversa es 2% del CT, es decir, como los CT del generador son 7000/5, tenemos que $7000 * 0.02 = 140A$.

Esta es la corriente mínima del generador para que opere la función de potencia inversa en el MULTILIN. Estos 140A significan, para factor de potencia unitario, 3.34MW. De nuevo vemos que nunca se alcanzarían estos 3.34MW si la potencia de motorización de la turbina está entre 1.5-1 MW.

**RELE POTENCIA
INVERSA
32**

Caso 1: Muy Baja Potencia Motorización



RELE POTENCIA INVERSA 32

Caso 1: Muy Baja Potencia Motorización

Este relé posee la característica que puede operar en rangos de corriente extremadamente bajos.

Varias notas del instructivo de este relé resaltan la peculiaridad del mismo para operar en muy bajas corrientes. Una de ellas es la siguiente:

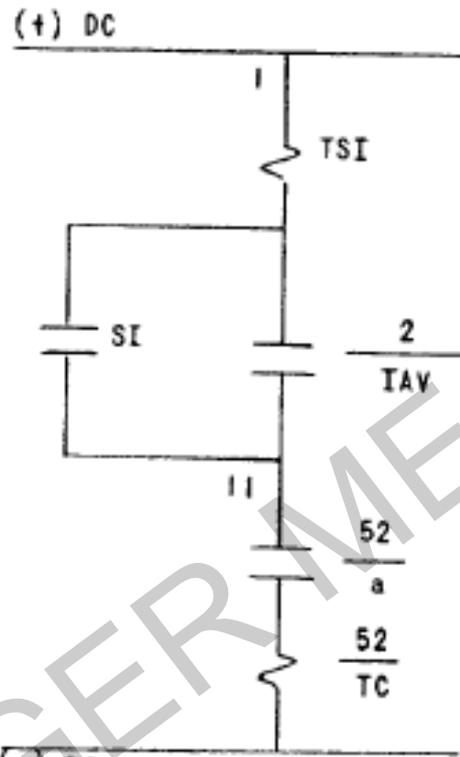
**RELE POTENCIA
INVERSA 32**

The GGP53C relay was designed specifically to provide anti-motoring protection for steam turbine generators where extreme sensitivity is required. However, it may be applied wherever a sensitive three phase power directional function with time delay is required.

Caso 1: Muy Baja Potencia Motorización

- Conexión de disparo:

RELE POTENCIA
INVERSA
32



DIR - POWER DIRECTIONAL UNIT
2/IAV - TIMER UNIT
TSI - TARGET SEAL-IN

Caso 2: Disparo Sobrevelocidad



Estator

Caso 2: Disparo Sobrevelocidad



Rotor

Referencias

- http://archive.boston.com/bigpicture/2009/09/the_sayanoshushenskiya_dam_acc.html
- Sequential Tripping of Steam Turbine Generators: IEEE Working Group Report. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 34, NO. 6, NOVEMBER/DECEMBER 1998.
- IEEE Std C37.102-2006 Guide for AC Generator protection
- GE TIL 964-2R1 STEAM TURBINE SEQUENTIAL TRIPPING RECOMMENDATIONS

Visite nuestra página oficial de webinars csa.megger.com/webinars

Webinars académicos



Megger le invita a participar en la serie de webinars académicos en español en donde podrá aprender valiosa información sobre diferentes aplicaciones. Nuestros Ingenieros y gerentes de producción capacitados y con extensa experiencia le mostrarán cómo acelerar su prueba y hacerla más eficiente al compartir sus lecciones aprendidas en el campo. Podrá encontrar respuestas a las preguntas más frecuentes y aprender a cómo evitar los errores más comunes.

Detalles sobre los webinars:

- Las sesiones son gratuitas pero se requiere registrarse
- Su duración varía de una hora a hora y media
- Al finalizar la presentación, recibirá un certificado de asistencia
- Si tiene alguna pregunta específica, puede contactar a su representante local. [Haga click aquí para ver la lista de representantes](#)
- Complete la solicitud de abajo para ver grabaciones de webinars pasados

Por favor seleccione el webinar que desea ver:

Primer Nombre:

Título Profesional:

Apellido:

Compañía:

Próximos webinars:

"La protección por potencia Inversa en generadores. Estudio de casos"



Fecha y hora: 7 de diciembre, '17

10:00 A.M. Hora centro

Nota importante: el horario es hora CENTRAL (Dielas TX). Favor de chequear su horario acorde a su país.

[Entre aquí para registrarse](#)



Cualquier otra pregunta, solicitud o comentario adicional, escribáenos a csasales@megger.com o llámenos al + 1 214 330 3293

Llenando la siguiente encuesta después de esta sesión nos ayuda a continuar mejorando nuestros webinars. Apóyenos!

Megger[®]
Power on