

# Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia II



## Práctica 4

*Semestre*

*2020-II*



## *Práctica 4*

# Regulación de voltaje por condensador síncrono

### Objetivos:

- Mostrar cómo puede un condensador síncrono regular el voltaje del receptor.
- Estudiar la capacitancia distribuida y la línea de alto voltaje larga.

### Introducción

Temas a desarrollar:

- Compensación de potencia Reactiva.

### Material y Equipo:

- Analizadores de energía (Yokogawa, Simeas P o Carlo Gavazzi).
- Cables de conexiones.
- Módulo de Capacitores.
- Módulo de línea de transmisión trifásica.
- Módulo de Resistencias.
- Motor síncrono.
- Módulo de suministro de energía (0-208/127 V c-a o 208/127 V c-a).
- Multímetro digital.

### Desarrollo:

1. Conecte la máquina síncrona al extremo de una línea de transmisión trifásica de  $120\Omega$ , como se muestra en la figura 4.1 y sin excitación de CD en la máquina, aplique potencia al extremo transmisor, usando la fuente trifásica fija. Una vez que el condensador síncrono adquiera su velocidad excite con la fuente de CD. Haga variar el voltaje de CD y observe el efecto sobre el voltaje de la línea de transmisión.

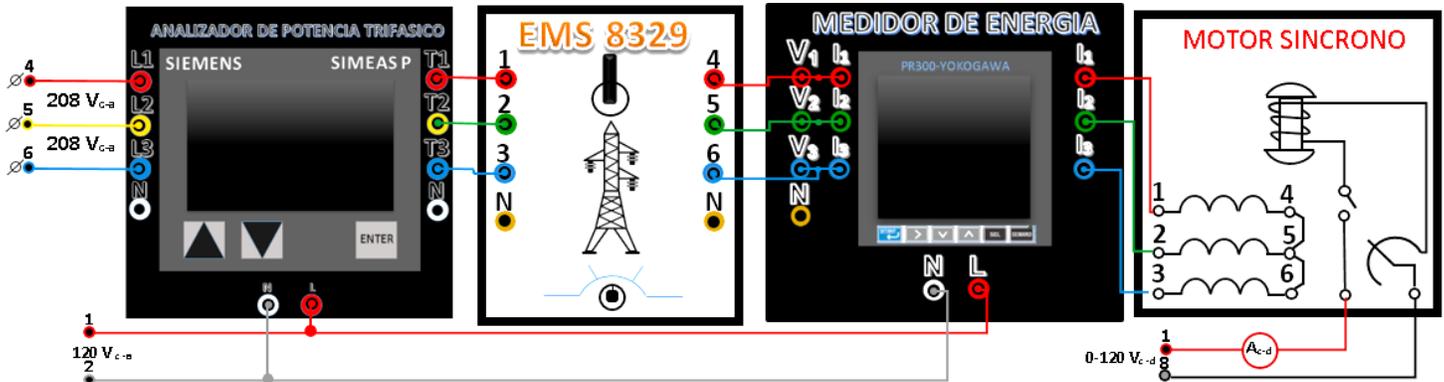


Figura 4.1

2. Tome las lecturas de  $P_1$ ,  $Q_1$ ,  $V_1$  y  $P_2$ ,  $Q_2$ ,  $V_2$ , a medida que varía la  $I_f$  de excitación de campo de la maquina síncrona, desde cero hasta 0.8 A. Anote los resultados en la tabla 4.1.

$I_f$ (A)	$V_1$ (V)	$P_1$ (W)	$Q_1$ (VAR)	$V_2$ (V)	$P_2$ (W)	$Q_2$ (VAR)
0						
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						

Tabla 4.1

- a) ¿Cuál es el efecto sobre  $Q_1$  al hacer variar la excitación?
3. Reduzca el voltaje a 0 volts y apague la fuente de alimentación.
  4. Repita los puntos 1 y 2 con la línea de  $60 \Omega$ , anote los resultados en la tabla 4.2.



$I_f$ (A)	$V_1$ (V)	$P_1$ (W)	$Q_1$ (VAR)	$V_2$ (V)	$P_2$ (W)	$Q_2$ (VAR)
0						
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						

Tabla 4.2

- Reduzca el voltaje a 0 volts y apague la fuente de alimentación.
- Reemplace el motor por una carga resistiva trifásica balanceada en el extremo receptor de la línea de  $120\Omega$ , mantenga el voltaje del extremo receptor a 210 V c-a, mientras se hace variar la resistencia. Tome las lecturas de  $P_1$ ,  $Q_1$ ,  $V_1$  y  $P_2$ ,  $Q_2$ ,  $V_2$  y anote los resultados en la tabla 4.3.

R ( $\Omega$ )	$V_1$ (V)	$P_1$ (W)	$Q_1$ (VAR)	$V_2$ (V)	$P_2$ (W)	$Q_2$ (VAR)
-----						
1200						
600						
400						
300						
240						
200						
171.4						

Tabla 4.3.

a) ¿Existe algún límite para regular el voltaje de la línea?



7. Reduzca el voltaje a 0 volts y apague la fuente de alimentación.
8. Arme el circuito de la figura 4.2, usando dos líneas de transmisión en serie, la impedancia por línea será de 60 ohm, y conecte una reactancia capacitiva de 1200  $\Omega$  entre ellas, de manera que simule una línea trifásica de 240 kilómetros de longitud.

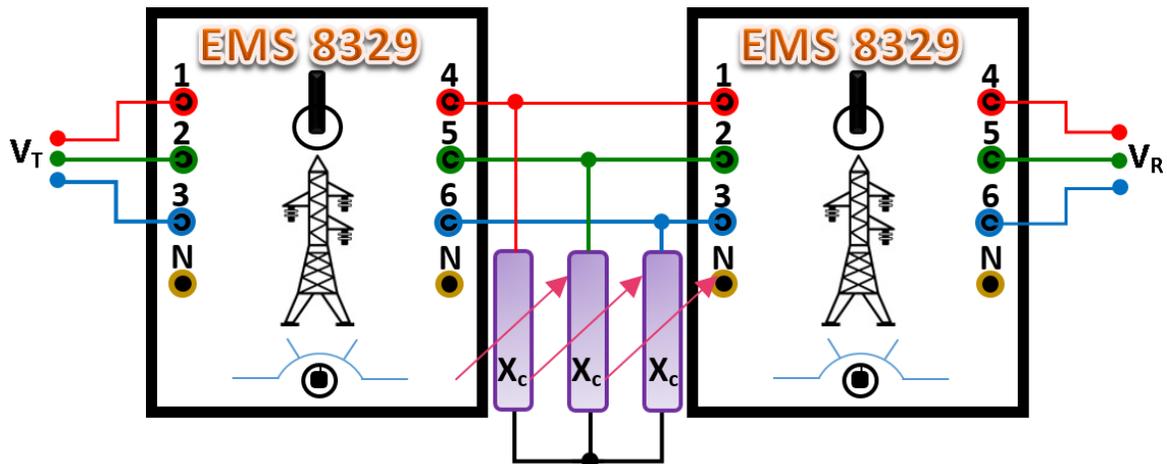


Figura 4.2

9. Aplique potencia al extremo transmisor usando la fuente trifásica fija, mida  $V_1$  y  $V_2$  en circuito abierto. Anote los valores en la tabla 4.4.
10. Reduzca el voltaje a 0 volts y apague la fuente de alimentación.
11. Conecte el condensador síncrono a las terminales y observe que el voltaje en las terminales puede variar con facilidad, cambiando su excitación de CD. Determine la potencia reactiva que el condensador síncrono debe absorber, para lograr que el voltaje receptor sea igual al voltaje transmisor.

	$V_1$ (V)	$V_2$ (V)	Q (VAR)	$I_f$ (A)
<b>Vacío</b>				
<b>Carga</b>				

Tabla 4.4

12. Reduzca el voltaje a 0 volts y apague la fuente de alimentación.



13. Simulemos ahora una línea de alto voltaje a 480 kilómetros, usando dos líneas de  $120\Omega$  en serie, y una reactancia capacitiva de  $60\Omega$ .
14. Aplique la potencia al extremo transmisor, usando la fuente trifásica fija y mida  $V_1$  y  $V_2$  en circuito abierto. Anote los valores en la tabla 4.5.

	$V_1$ (V)	$V_2$ (V)	Q (VAR)	$I_f$ (A)
<b>Vacío</b>				
<b>Carga</b>				

Tabla 4.5

15. A continuación, conecte el condensador síncrono al extremo receptor y observe que el voltaje puede disminuir fácilmente, de modo que  $V_1 = V_2$ , mediante la sub excitación. Mida la potencia reactiva cuando  $V_1 = V_2$ . Anote los valores en la tabla 4.5.

### Questionario:

1. Trace una gráfica de  $V_2$  como una función de  $Q_2$  para las tablas 4.1 y 4.2.
2. ¿Cuáles son las ventajas de un condensador síncrono, sobre los condensadores estáticos, para regular el voltaje de línea de transmisión?
3. Una máquina síncrona sobrecargada entrega potencia reactiva a una línea de transmisión. Explique esta afirmación y qué significa el término "sobrecargada".
4. Una máquina síncrona subcargada absorbe potencia reactiva de una línea de transmisión. Explique esta afirmación y qué significa el término "subcargada".



5. Una línea de transmisión de 160 kilómetros, 300 KV, 60 Hz tiene una reactancia capacitiva distribuida de  $200,000 \Omega$  por 1.6 kilómetros. Trace un circuito equivalente de la línea, por fase, en el extremo transmisor, cuando se abra el receptor, ¿Cuál es la potencia reactiva que el transmisor suministra?
  
6. Un alternador de 150MW que tiene un voltaje nominal de 12KV ( $X_L = 0.8 \Omega/m$ ) y una reactancia síncrona de  $4 \Omega$  se conecta a la línea de transmisión del problema anterior, a través de un transformador elevador que tiene una razón de 12KV/300KV. Si se ajusta el voltaje de carga  $E_0$  a 12KV (línea a línea). Calcule los voltajes  $E_t$  y  $E_r$ , en las terminales del alternador y en el extremo de la línea de transmisión.
  
7. ¿Existe algún peligro asociado con los efectos de resonancia de la capacitancia distribuida en la línea y la reactancia síncrona de un alternador?

## **Conclusiones**

## **Bibliografía**