

PARALELO DE GENERADORES SINCRONOS

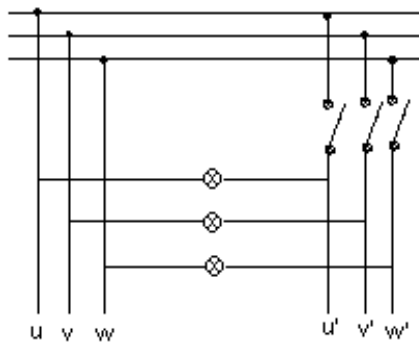
1. Condiciones para el acoplamiento

En el momento de entrar en paralelo el alternador no debe entregar ni recibir carga, para lo cual deben satisfacerse las siguientes condiciones:

- 1) Igual tensión a la red
- 2) Igual frecuencia
- 3) Concordancia de fases o de los valores instantáneos de las tensiones
- 4) Igualdad de secuencia, los diagramas vectoriales deben girar en el mismo sentido

Para cumplir con las condiciones indicadas se pueden usar, entre otros, uno de los siguientes métodos:

a) El método de las "lámparas de fase apagadas"



circuito

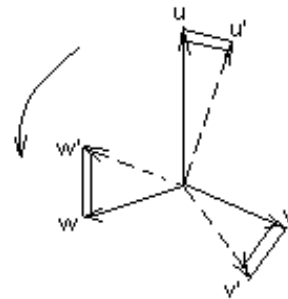
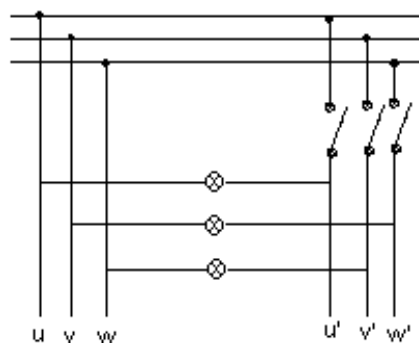


diagrama vectorial

UU' : diferencia de potencial entre lámparas (líneas dobles), cuando las lámparas están apagadas se verifican las condiciones.

b) El método de las "luces rotantes"



circuito

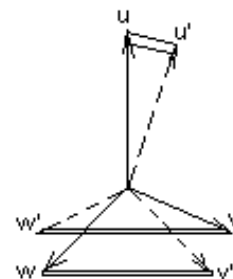


diagrama vectorial

Las diferencias de potencial entre lámparas (líneas dobles) varían en módulo si las velocidades de rotación son diferentes. Cuando están en sincronismo la lámpara UU' está apagada y las otras dos **brillan igualmente**, de no ocurrir esto se ve el encendido alternativamente en un sentido u otro como si girasen, indicando que la máquina va más lenta o más rápida. Una vez cumplida las condiciones se puede conectar la llave.

ELECTROTECNIA

c) Instrumentos para sincronización

En un mismo tablero se ubican un voltímetro doble, un frecuencímetro doble (son en esencia dos instrumentos sobre una misma escala) y un sincronoscopio.

Este último determina diferencias de frecuencia y fase y velocidad relativa.-

2. Análisis de una máquina en paralelo sobre barras infinitas2.1 Proceso para tomar carga

Se considera el caso de una máquina, conectada a barras sobre las cuales existen ya trabajando otras máquinas, tales que sus potencias son muy superiores a la primera, de manera que ésta no puede alterar la tensión de barras, por esto se considera $u = \text{cte.}$ y se dice sobre barras infinitas.

Conectada la máquina esta no recibe ni entrega energía.

1° Caso:

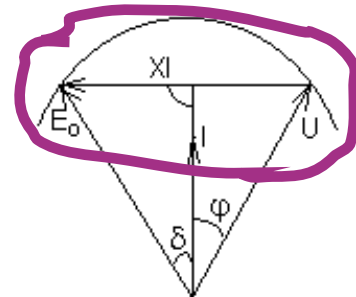
Máquina en vacío: será $I = 0$, $\delta = 0$, $E_0 = U$ porque el estar en vacío es su fem la que coincide con la tensión de barras.

2° Caso:

Se le aumenta solamente el combustible a la máquina que acciona al alternador. Como δ es una medida de la potencia desarrollada, el incremento de combustible resultará en un avance de E_0 sobre u en un ángulo δ .

Fluirá una I perpendicular a $j.X_d. I$

Conclusión: entrega corriente a la red

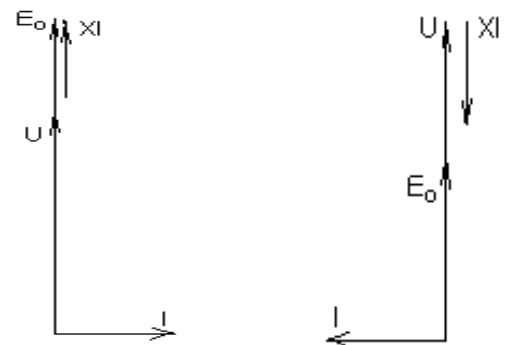
3° Caso:

Se varía solamente la excitación.

Sobreexcitado: corriente en retraso de $\pi/2$

Subexcitado: corriente en adelanto de $\pi/2$

Conclusión: produce corriente reactiva pura.

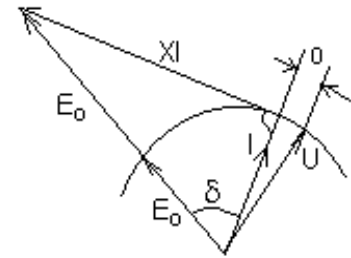


4° Caso:

Se aumenta combustible y excitación.

Como la diferencia $E_{01} - U$ es mayor,
la I será mayor:

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}_0 - \bar{U}}{X_s} \quad \text{el } \cos \varphi \text{ es mejor.}$$

Resumen:

La forma de operar la puesta en paralelo es la siguiente:

- 1) Se acelera la máquina al número de r.p.m. nominales
- 2) Se regula la excitación hasta que la fem de bornes sea igual a la de línea
- 3) Se entra en sincronismo
- 4) Se conecta al interruptor
- 5) se aumenta la admisión de combustible
- 6) Se aumenta la excitación

2.2 Diagrama a potencia constante y excitación variable

Considerando el diagrama vectorial simplificado de una máquina síncrona de rotor cilíndrico no saturada.

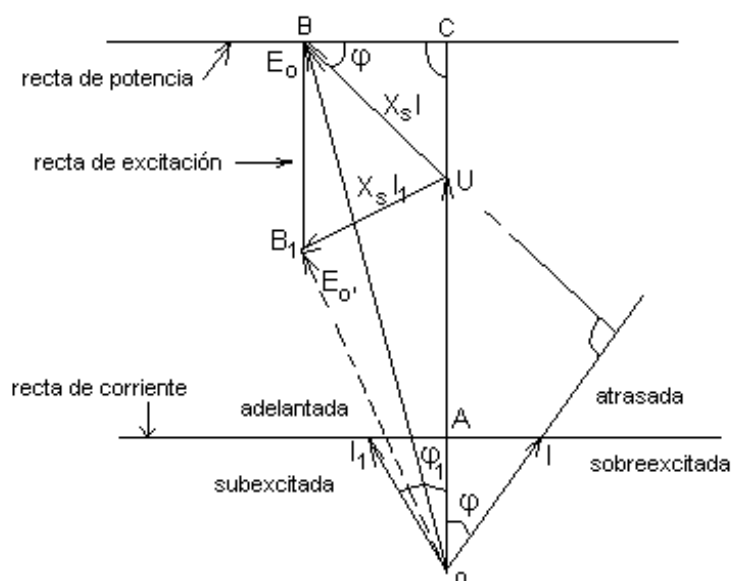
La potencia cedida por el generador a la red es: $P = m.U.I. \cos \varphi$

Considerando $mU = \text{cte.} = C_1$ y el segmento $OA = I \cos \varphi$ resulta $P = C_1 \cdot OA$

La corriente variará según la recta perpendicular a la tensión U que pasa por A

Multiplicando y dividiendo por X_s y suponiendo $X_s = \text{cte.}$

$$P = \left(m \cdot \frac{U}{X_s} \right) \cdot (X_s \cdot I \cdot \cos \varphi) = C_2 \cdot \overline{BC}$$



ELECTROTECNIA

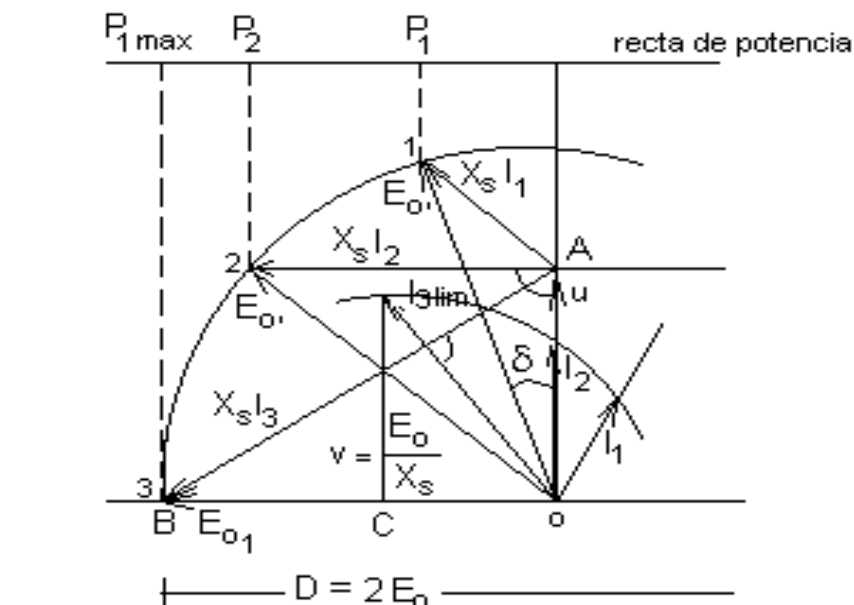
La potencia es proporcional al segmento BC. Si se establece la condición de potencia constante deberá ser $BC = \text{cte.}$, y excitación variable $E_0 = \text{variable}$, el punto extremo de E_0 se desplazará sobre una perpendicular a BC en B. Al establecer una nueva condición de excitación E_0 , este vector se desplaza a B_1 , donde concurre $X_s \cdot I_1$, y la corriente perpendicular a este último vale I_1 con $\cos \varphi_1$.

Conclusión: **generador sobreexcitado, corriente atrasada y viceversa**

Cambia el módulo de I y su fase.

2. Diagrama a excitación constante y potencia variable

Es el caso en que se aumenta el combustible, sin alterar la excitación, por tanto la potencia entregada pasa de P_1 a P_2 .-



Como anterior. Al ser excitación = constante, será $E_0 = \text{cte.}$, por lo tanto describe una circunferencia. Como $U = \text{cte.}$, varía $X_s \cdot I$. Las I son perpendiculares a las $X_s \cdot I$.

La potencia máxima será en el punto 3 y la corriente correspondiente será la

$$\text{límite } (I_3 \text{ límite}) \text{ cuyo valor es: } I_3 \text{ lim} = \frac{\overline{AB}}{X_s} = \frac{\sqrt{E_0^2 + U^2}}{X_s}$$

Los extremos de las I describen un círculo con centro en C por ser proporcionales y perpendiculares a $X_s \cdot I$ en todo momento, y porque los extremos de $X_s \cdot I$ describen un círculo de diámetro $D = \frac{2E_0}{X_s}$ o sea el diámetro de la circunferencia de tensiones dividido X_s .-

El punto 3 como la recta que pasa por C son los límites de estabilidad para la excitación dada.

Conclusiones:

ELECTROTECNIA

- 1) mayor excitación, mayor potencia límite, funcionamiento más estable
- 2) al variar la potencia varía el $\cos \varphi$
- 3) al aumentar la potencia, aumenta δ , máx. $\delta = 90^\circ$

3. Análisis de dos máquinas en paralelo

Se consideran dos máquinas idénticas en paralelo sobre una carga inductiva.

1° Caso: cambio de excitación.

A igualdad de excitación y repartición de cargas, los diagramas vectoriales son iguales, se aumenta la excitación E_1 (recordar diagrama vectorial a potencia constante y excitación variable) hasta E'_1 .

Aparece I'_1 perpendicular a $X_1 I'_1$ hasta la recta de corriente.

Como la corriente total I_L se mantiene la misma $I'_2 = I_L - I'_1$

Perpendicular a I'_2 por U Estará $X_2 I'_2$ que determinan E'_2 .

Conclusión:

Para mantener P y U constantes, al aumentar la excitación de una máquina disminuye en la otra y la corriente atrasa más en la primera que en la segunda.

2° Caso:

Se supone la corriente reactiva proporcionada por la máquina 1 (AB) mayor que la corriente reactiva requerida por la carga (CD).

Se observa que la máquina 2 está subexcitada y genera corriente adelantada.

Como la carga es inductiva, el exceso de reactivo $EB = FA$ que se capacitivo, circula como corriente interna o circulante entre ambas máquinas (I_c)

