



CURVA DE CAPACIDAD DEL GENERADOR

1. PROBLEMA N° 1

Se tiene un generador con los siguientes datos:

$$S = 119.2 \text{ MVA}$$

$$V_L = 13.8 \text{ kV}$$

$$\cos\theta = 0.8$$

Conexión = Estrella (Y)

$$N^\circ \text{ polos} = 2$$

$$X_s = 3.6315 \ \Omega/\text{fase}$$

$$P_{\text{turbina}} = 110 \text{ MW}$$

Hallar la curva de capacidad del generador:

Resolución 1:

1.1 Cálculo del Q :

Para Hallar el valor de Q que está dada por la formula: $Q = \frac{-3.V^2}{X_s}$; Donde V es el

voltaje de fase debido a que X_s es un dato de fase y el valor de $V_L = 13.8 \text{ V}$ es de línea

y como esta en conexión estrella sería $V_L = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{13.8}{\sqrt{3}} \text{ V}$, si estuviera conectado en Δ

sería el mismo valor ($V_L = V$); reemplazando en :

$$Q = \frac{-3.V^2}{X_s} = \frac{-3.\left(\frac{13.8}{\sqrt{3}}\right)^2}{3.6315} = -52.44 \text{ MVAR}$$

1.2 Cálculo del \overline{I}_a :

Para calcular la corriente en forma fasorial hacemos de la siguiente:

$$I_L = \frac{S_{KVA}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{119200}{\sqrt{3} \cdot 13.8} = 4986.97,$$

Es la corriente de Línea que es igual a la corriente de fase en estrella, si fuera la conexión

en triangulo se haría lo mismo pero tener en cuenta que $I_a = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$.

Para calcular el ángulo $\cos\theta = 0.8$, como es una maquina él $\cos\theta = -0.8$ es negativo y el ángulo es $\theta = -36.87$

La corriente en forma fasorial de fase será: $\overline{I}_a = 4986.971 \angle -36.87$

REVISADO

Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014



1.3 Cálculo del $\overline{E_{af}}$:

Para calcular $\overline{E_{af}}$ que está dada por la formula:

$$\overline{E_{af}} = \overline{V} + X_s \times \overline{I_a}$$

$$\overline{E_{af}} = \left(\frac{13800}{\sqrt{3}} \right) + (j3.6315) \times (4986.971 \angle -36.87)$$

$$\overline{E_{af}} = 23761.50 \angle 37.57 \text{ V}$$

1.4 Cálculo del DE :

Para calcular DE que está dada por la formula:

$$DE = \frac{3 \times V \times E_{af}}{X_s}$$

$$DE = \frac{3 \times \left(\frac{13800}{\sqrt{3}} \right) \times (23761.50)}{3.6315}$$

$$DE = 156.40 \text{ MVAR}$$

1.5 Cálculo de la Potencia Práctica P_{pract} :

Hallamos P_{pract} por la formula:

$$P_{pract} = 0.925 \times P_N \quad ; \quad P_N = S_N \times \cos\theta = 119.2 \times 0.8 = 95.36 \text{ MW}$$

$$P_{pract} = 0.925 \times 95.36$$

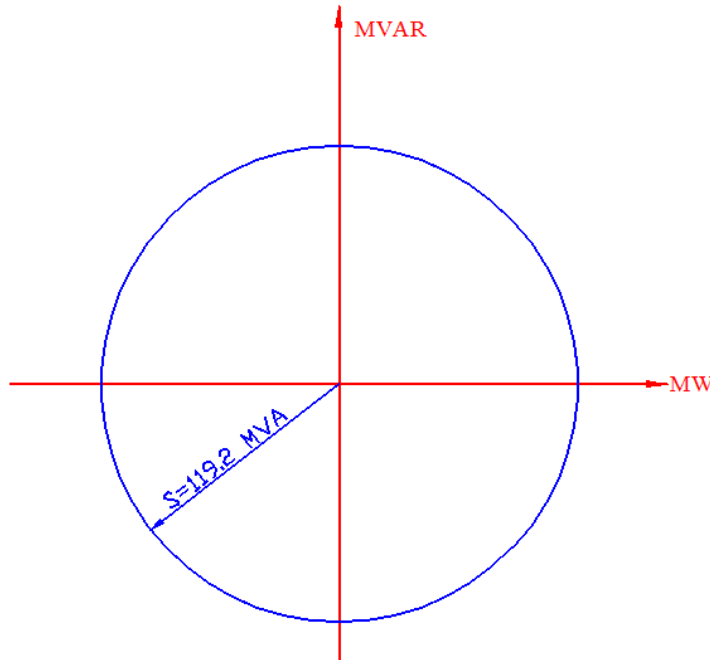
$$P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$$

REVISADO

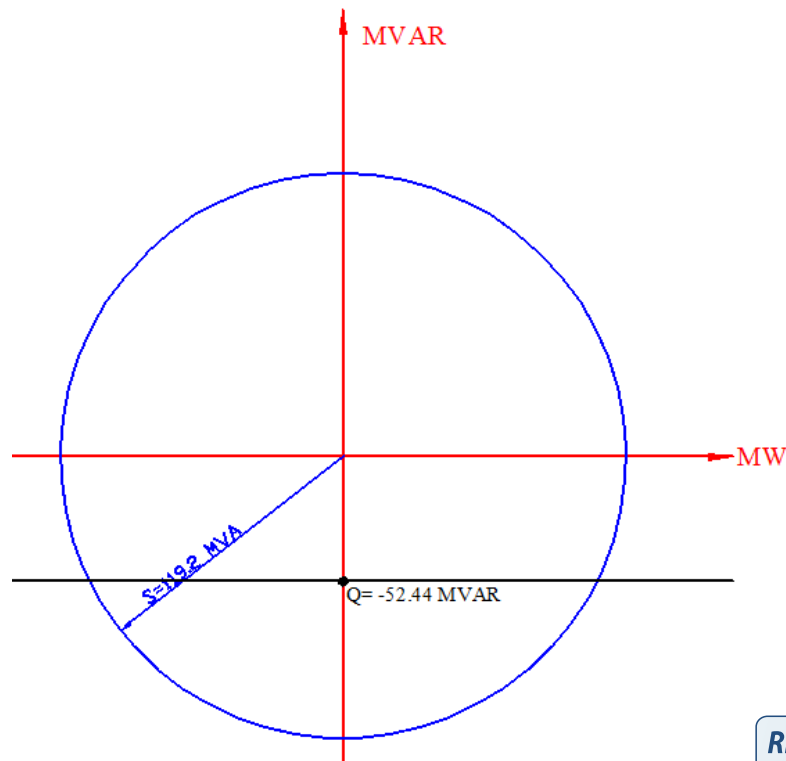
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

1.6 Pasos para construir la Curva de Capacidad del Generador:

- Primero trazamos los ejes de referencia, luego trazamos una circunferencia de radio de $S = 119.2 \text{ MVA}$

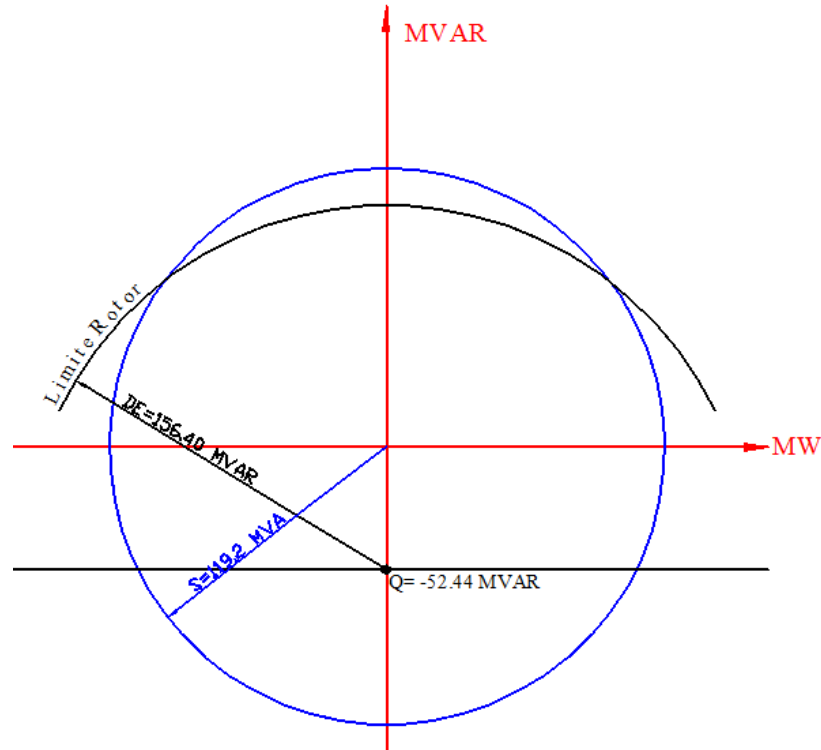


- Como ya calculamos $Q = -52.44 \text{ MVAR}$ el origen del círculo de la corriente del rotor, ubicamos este punto en eje de las ordenadas (MVAR) y luego trazamos un eje horizontal paralelo al eje MW

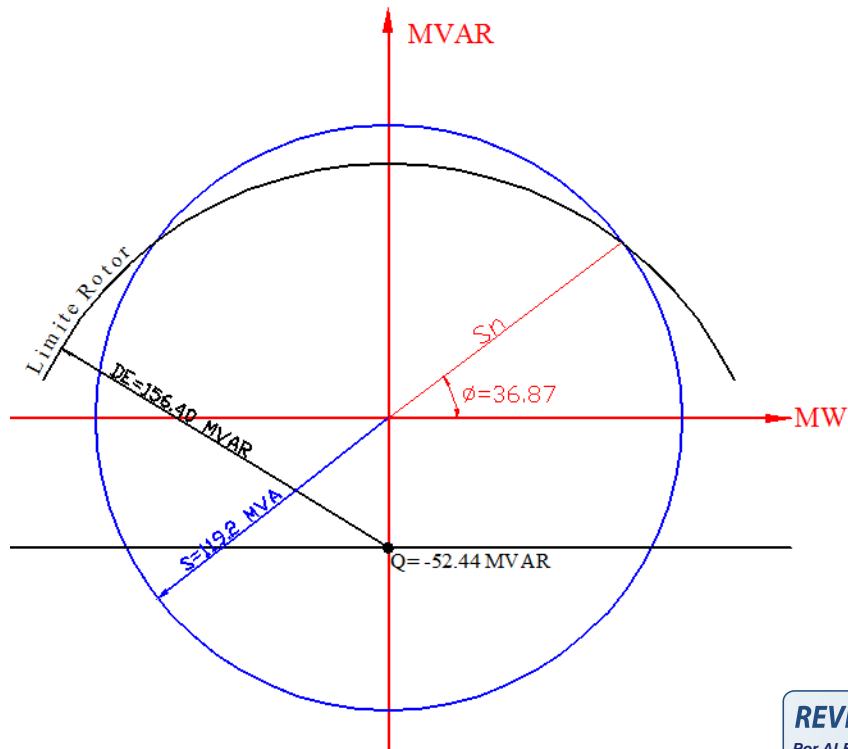


REVISADO
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

- Desde el punto $Q = -52.44 \text{ MVAR}$ trazamos la distancia proporcional a E_d que es $DE = 156.40 \text{ MVAR}$, esta curva es el límite del rotor (límite de la corriente de campo)



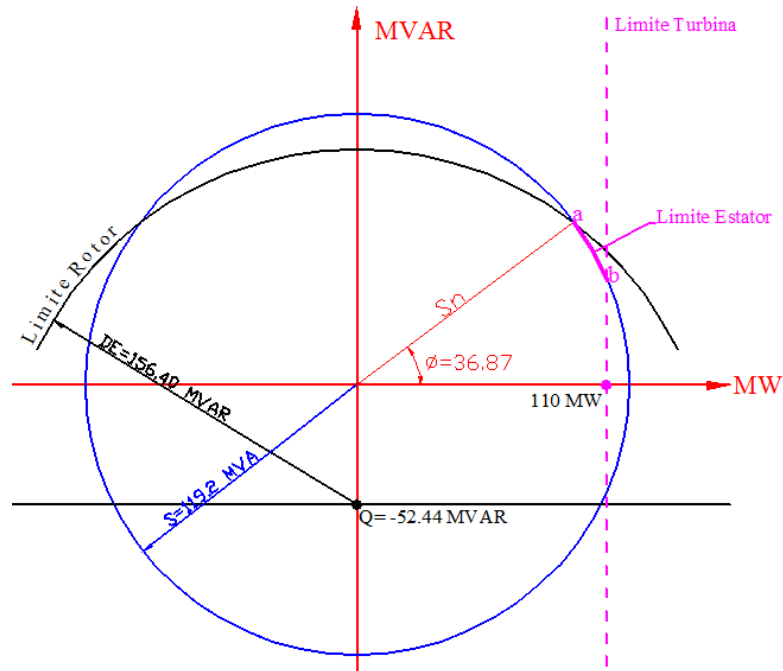
- Ahora vemos el factor de potencia $\text{Cos}\theta = 0.8$ y el ángulo sería $\theta = 36.87$, trazamos una recta hasta la curva y obtenemos la Potencia nominal S_N



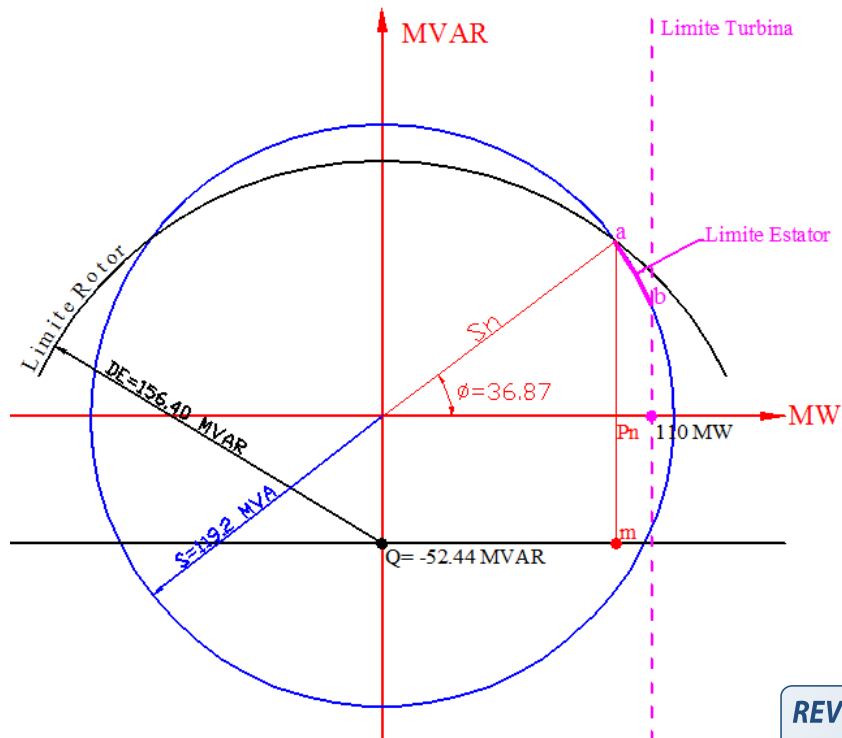
REVISADO

Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

- A continuación trazamos el **límite de la turbina** $P_{turbina} = 110 \text{ MW}$, y vemos que el **límite del estator** está dado por la curva **a-b**

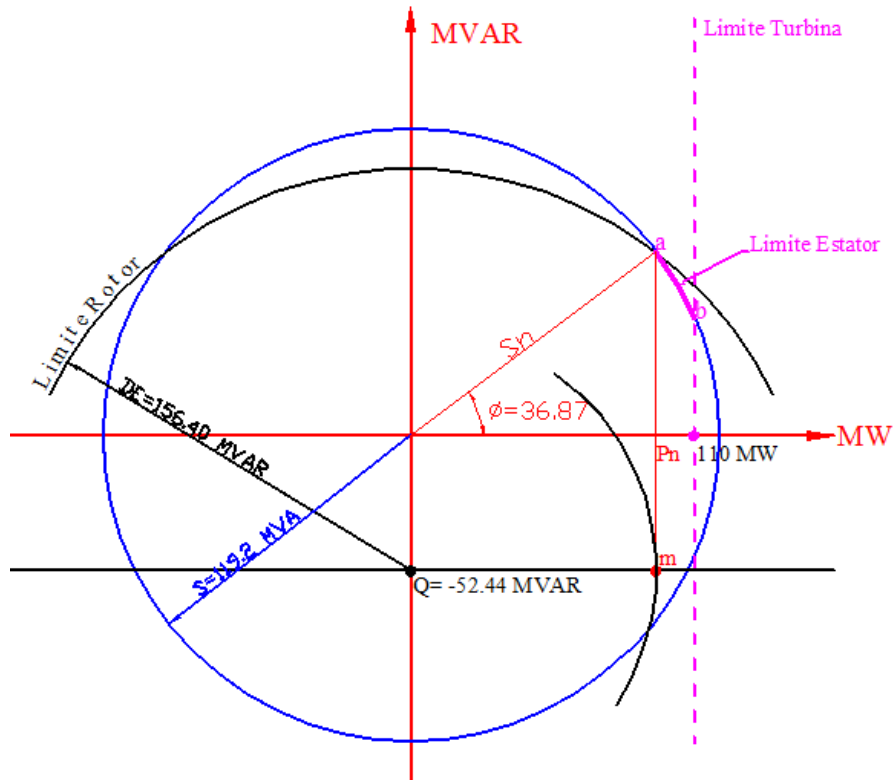


- Luego proyectamos S_N hasta el eje de las X (MW) y tenemos la P_N y luego prolongamos hasta cortar el eje de $Q = -52.44 \text{ MVAR}$ y en el punto de intersección le denominaremos "m"

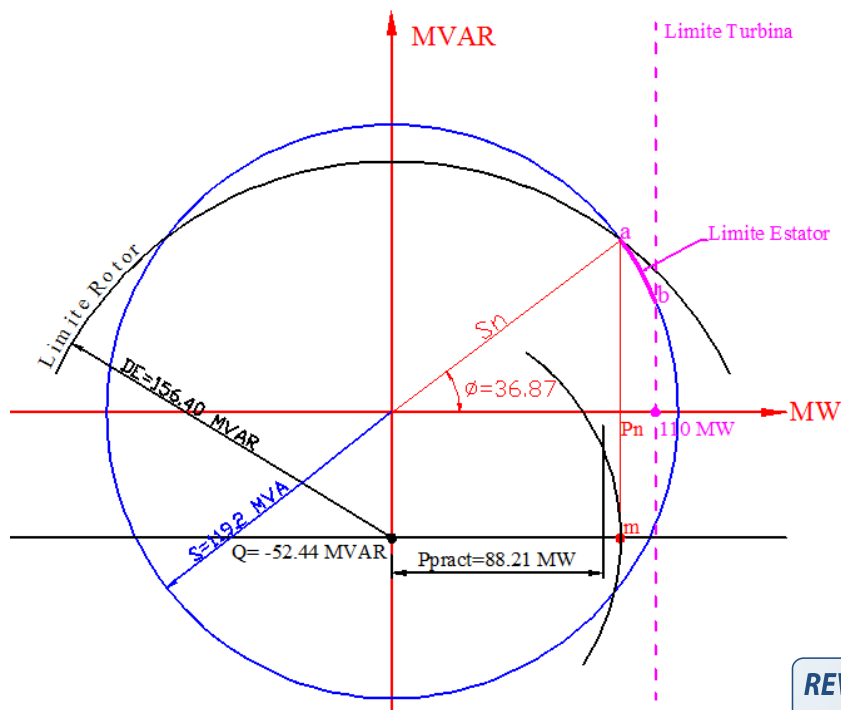


REVISADO
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

- Luego cortamos con un cuarto de circunferencia desde el punto $Q = -52.44 \text{ MVAR}$ hasta en punto "m"

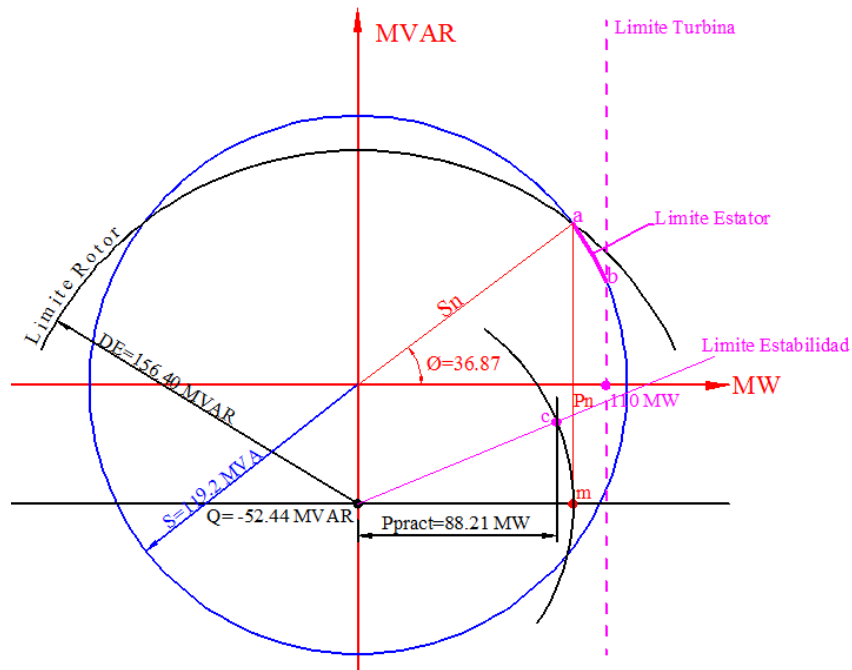


- A continuación llevamos la **Potencia practica** $P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$ y trazamos una perpendicular al eje $Q = -52.44 \text{ MVAR}$

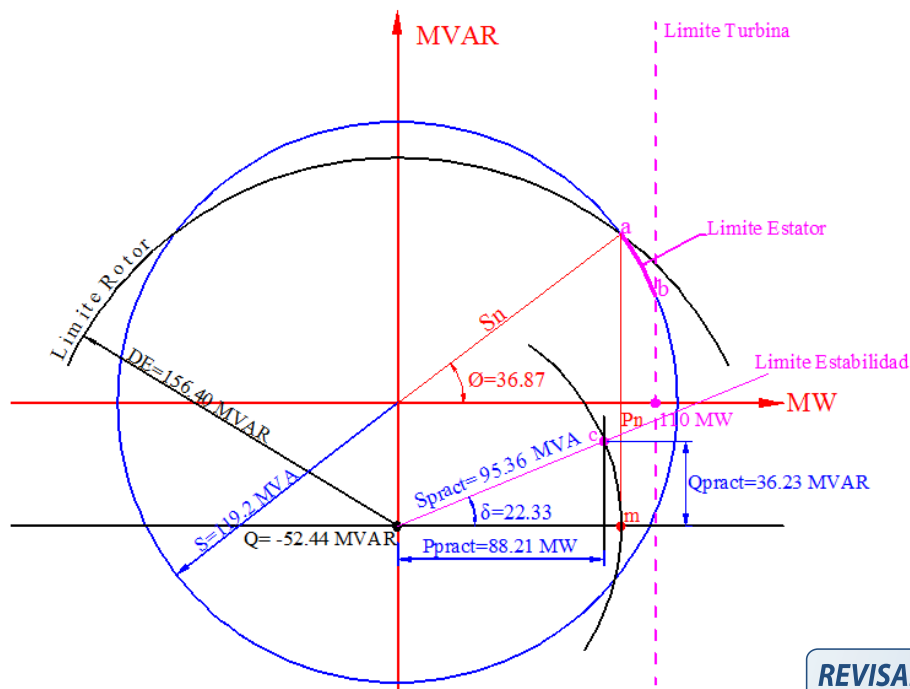


REVISADO
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

- Vemos que $P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$ corta con el cuarto de circunferencia en el punto "c", luego unimos el punto $Q = -52.44 \text{ MVAR}$ con "c", y este sería el **límite de estabilidad**

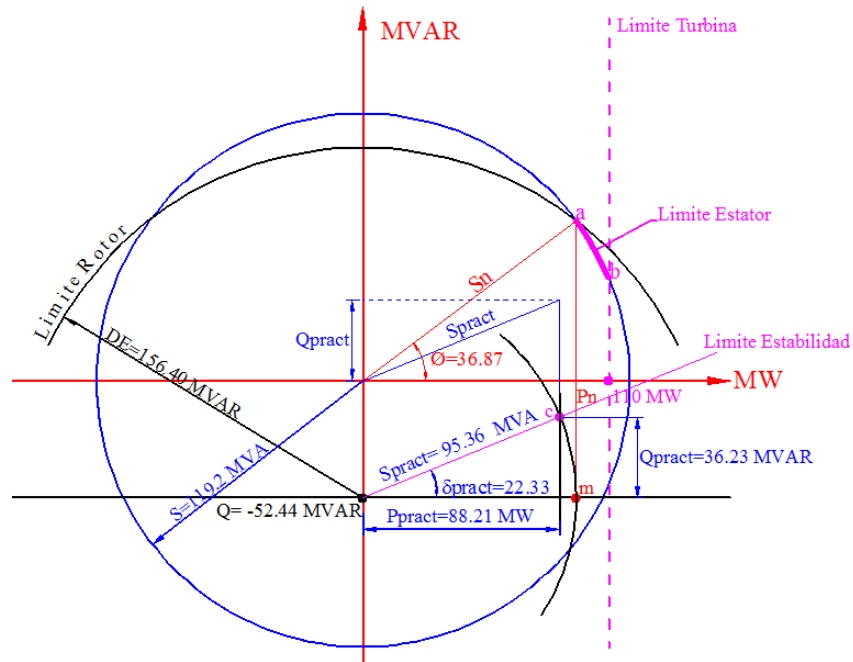


- Hallamos la **Potencia Reactiva práctica** $Q_{pract} = 36.23 \text{ MVAR}$, tenemos $P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$, $S_{pract} = P_N = 95.36 \text{ MVA}$, $\delta_{pract} = 22.33^\circ$

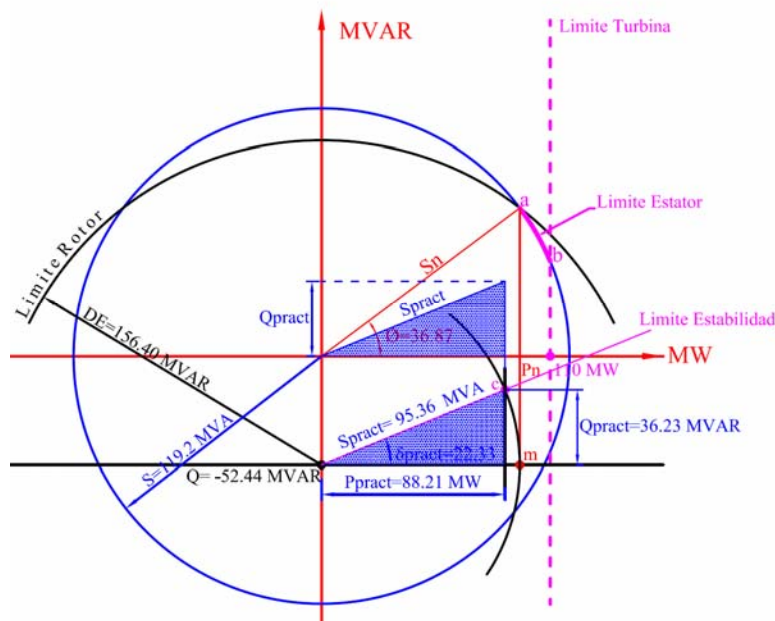


REVISADO
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

- Luego prolongamos la recta de la potencia practica $P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$ hasta el primer cuadrante, y llevamos $Q_{pract} = 36.23 \text{ MVAR}$ también al primer cuadrante



- Se necesita llevar toda el área sombreada al primer cuadrante, los valores de $P_{pract} = 88.21 \text{ MW}$ y $Q_{pract} = 36.23 \text{ MVAR}$ son medidos por el vatímetro y por el medidor de potencia reactiva



REVISADO
Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

1.7 Anexos:

Anexo N° 1: Calculo en conexión Estrella

CURVA DE CAPACIDAD DEL GENERADOR

1- Datos

$$\begin{aligned} S &= 119.2 \text{ MVA} \\ V_L &= 13.8 \text{ kV} \\ \text{Conexión} &= \text{ESTRELLA} \\ \cos\theta &= 0.8 \\ N^\circ \text{ Polos} &= 2 \text{ Polos} \\ X_s &= 3.6315 \Omega / \text{fase} \\ P_{\text{turbina}} &= 110 \text{ MW} \end{aligned}$$

2- Calculo de Q

$$Q = \frac{-3V^2}{X_s} = -52.44 \text{ MVAR}$$

3- Calculo de \bar{I}_a

$$I_L = \frac{S_{KVA}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = 4986.97 \text{ A}$$

$$\cos\theta = 0.8 \quad \theta = -36.87$$

$$\bar{I}_a = 4986.97 \angle -36.87 \text{ A} \text{ Corriente de fase=Corriente de Linea en Y}$$

4- Calculo de \bar{E}_{af}

$$\bar{E}_{af} = \bar{V} + X_s \cdot \bar{I}_a$$

$$\bar{E}_{af} = 7967.43 + 10866.1343535 + 14488.1270865i \text{ V}$$

$$\bar{E}_{af} = 23761.50 \angle 37.57 \text{ V}$$

5- Calculo de DE

$$DE = \frac{3 \cdot V_s \cdot E_{af}}{X_s} = 156.40 \text{ MVAR}$$

6- Calculo de Potencias Nominales

$$S_N = 119.2 \text{ MVA}$$

$$P_N = S_N \cdot \cos\theta = 95.36 \text{ MW}$$

$$Q_N = S_N \cdot \sin\theta = 71.52 \text{ MVAR}$$

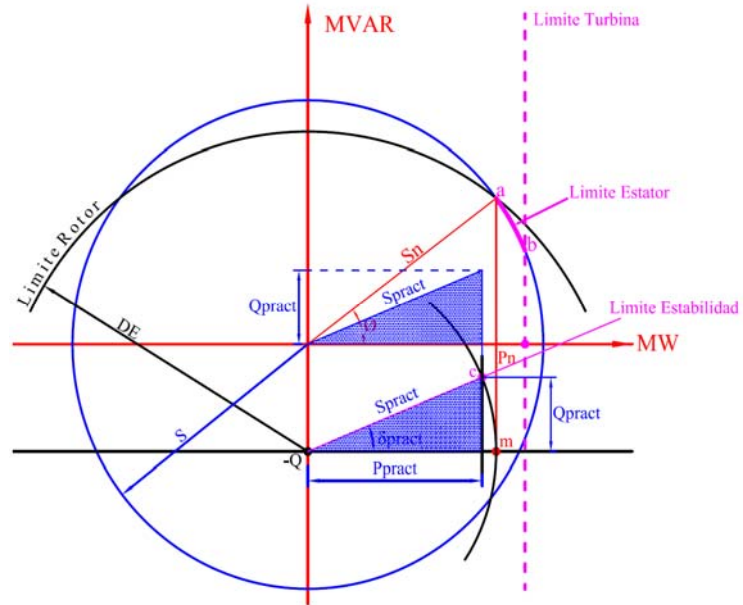
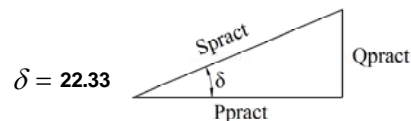
7- Calculo de Potencias Practicas

$$S_{\text{pract}} = P_N = 95.36 \text{ MVA}$$

$$P_{\text{pract}} = 0.925 \cdot P_N = 88.21 \text{ MW}$$

$$Q_{\text{pract}} = \sqrt{(S_{\text{pract}})^2 - (P_{\text{pract}})^2} = 36.23 \text{ MVAR}$$

8- Calculo del Angulo de potencia Practico δ



REVISADO

Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014

Anexo N° 2: Calculo en conexión Delta

CURVA DE CAPACIDAD DEL GENERADOR

1- Datos

$$\begin{aligned}
 S &= 119.2 \text{ MVA} \\
 V_L &= 13.8 \text{ kV} \\
 \text{Conexión} &= \text{DELTA} \\
 \text{Cos}\theta &= 0.8 \\
 N^\circ \text{Polos} &= 2 \text{ Polos} \\
 X_s &= 3.6315 \Omega / \text{fase} \\
 P_{\text{turbina}} &= 110 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

2- Calculo de Q

$$Q = \frac{-3V^2}{X_s} = -157.32 \text{ MVAR}$$

3- Calculo de \bar{I}_a

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{S_{\text{KVA}}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = 4986.97 \text{ A} \\
 \text{Cos}\theta &= 0.8 \quad \theta = -36.87 \\
 \bar{I}_a &= 2879.23 \angle -36.87 \text{ A Corriente }
 \end{aligned}$$

4- Calculo de \bar{E}_{af}

$$\begin{aligned}
 \bar{E}_{af} &= \bar{V} + \bar{X}_s \times \bar{I}_a \\
 \bar{E}_{af} &= 13800 + 6273.568773 + 8364.7281015i \text{ V} \\
 \bar{E}_{af} &= 21746.65 \angle 22.62 \text{ V}
 \end{aligned}$$

5- Calculo de DE

$$DE = \frac{3 \cdot V \cdot E_{af}}{X_s} = 247.92 \text{ MVAR}$$

6- Calculo de Potencias Nominales

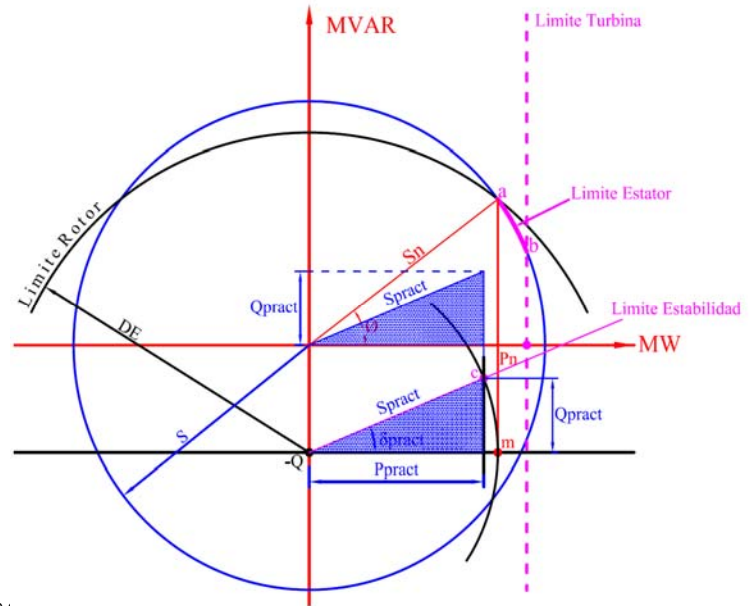
$$\begin{aligned}
 S_N &= 119.2 \text{ MVA} \\
 P_N &= S_N \cdot \text{Cos}\theta = 95.36 \text{ MW} \\
 Q_N &= S_N \cdot \text{Sen}\theta = 71.52 \text{ MVAR}
 \end{aligned}$$

7- Calculo de Potencias Practicas

$$\begin{aligned}
 S_{\text{pract}} &= P_N = 95.36 \text{ MVA} \\
 P_{\text{pract}} &= 0.925 \cdot P_N = 88.21 \text{ MW} \\
 Q_{\text{pract}} &= \sqrt{(S_{\text{pract}})^2 - (P_{\text{pract}})^2} = 36.23 \text{ MVAR}
 \end{aligned}$$

8- Calculo del Angulo de potencia Practico δ

$$\delta = 22.33$$



REVISADO

Por ALEJANDRO FLORES fecha 22:20 , 15/09/2014