Práctica de Modelos Incrementales y Linealización

Problema 1.

La siguiente es la ecuación de Duffing, con el agregado de un término forzante.

$$\ddot{y}(t)+\delta\ \dot{y}(t)+[y^3(t)-y(t)]=\gamma\, u(t) \qquad \text{con } \delta > 0$$

a. Calcule todos los PE del sistema libre.
b. Obtenga el MIEx alrededor de un PE fuera del origen.
c. Con el método de la Jacobiana, obtenga el MILin para el mismo PE. Verifíquelo a partir del MIEX.

Problema 2.

El DB de la Fig. 1 modela al sistema hidráulico de la Fig. 2.2, donde una bomba rotativa de velocidad variable ω eleva el agua al tanque. La Fig. 2.1 es la RelaC de la bomba.
La válvula de la derecha tiene la RelaC:

$$Q_2 = K\cdot Z^2\sqrt{P_1-P_2}$$

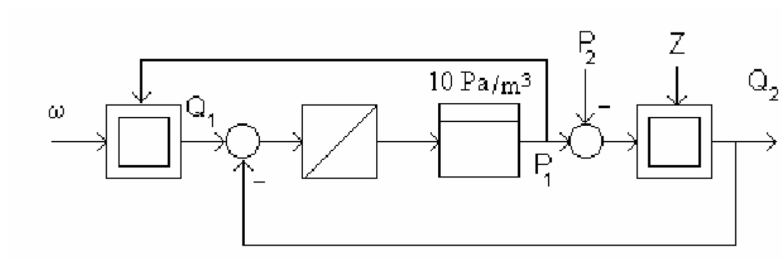


Fig. 1

con $K = 838.52 \quad m/s\sqrt{Pa}$ y $\bar{P}_2 = 2.8\cdot 10^{-4}\,Pa$

El sistema se lleva al punto de trabajo dado por $\bar{P}_1 = 3\cdot 10^{-4}\,Pa$; $\bar{Z} = 0.2\,m$

1. Calcule ***completamente*** el punto de operación obteniendo $\bar{Q}_1$ y ϖ.
2. Obtenga un DB MILin en torno a dicho punto de operación y parametrícelo completamente.

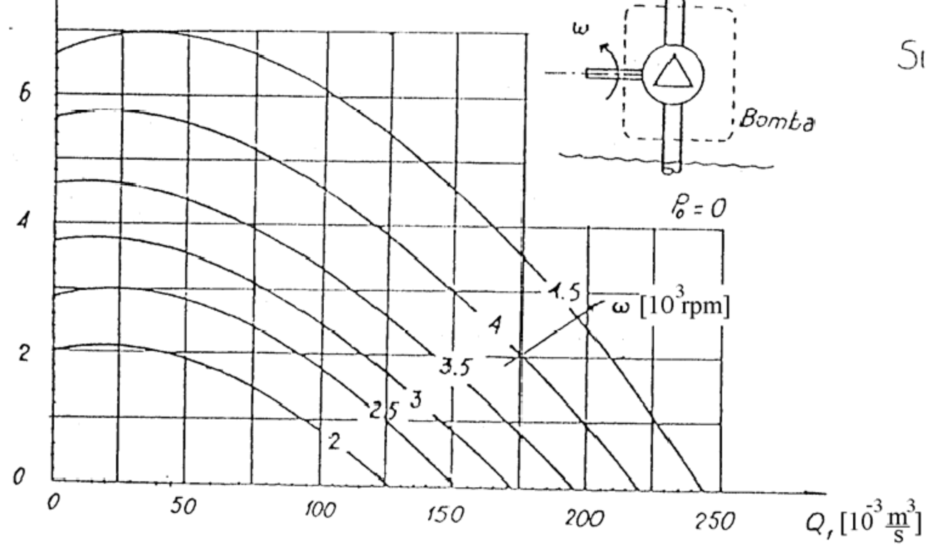


Fig. 2.1

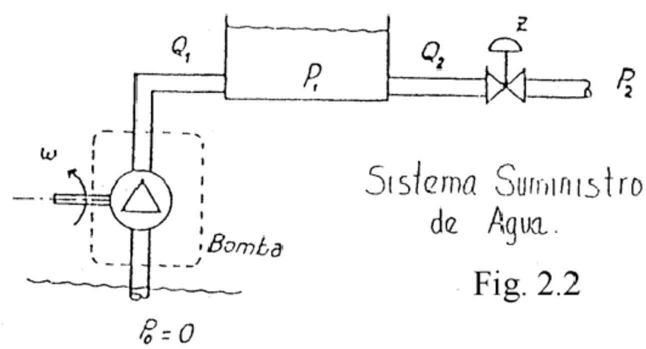
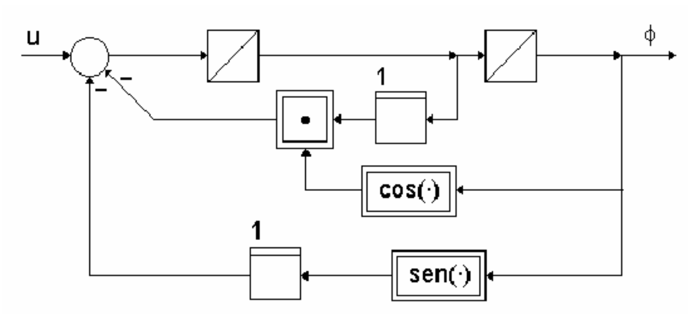


Fig. 2.2

Problema 3.



El DB de la figura es un modelo matemático NL de aplicabilidad muy general, que entre otras cosas modela un circuito electrónico muy conocido denominado *PLL* (*Phase-locked loop* o *Lazo enganchado en fase*).

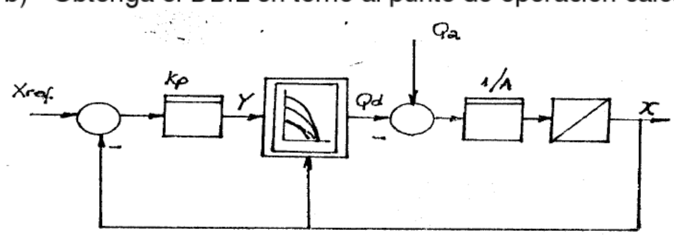
1. **Determine** el conjunto $\{u(t) \equiv \bar{u}$ *constantes*, tales que el sistema tiene puntos de operación$\}$
2. **Calcule *todos* los PO** para $\bar{u} = 0{,}4$
3. **Halle el MILin** correspondiente a c/u de los PO determinados.
4. **Estudie la estabilidad E/S** de c/u de esos MILines.
5. **Halle el MIEx** en torno a c/u de los PO.

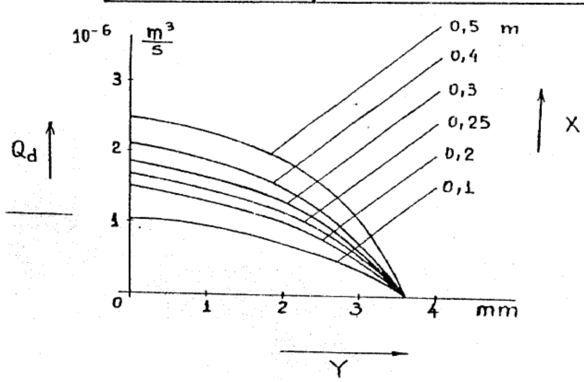
Problema 4.

Para el Diagrama de Bloques de la figura:

a) Determine completamente el punto de operación tal que para un caudal de entrada $\overline{Q}_a = 10^{-6}\,\dfrac{m^3}{s}$, se establezca un nivel $x = 0{,}2m$. Considere $x_{ref} = \bar{x}_{ref}$ y suponga k_p conocido.

b) Obtenga el DBIL en torno al punto de operación calculado.





Problema 5.

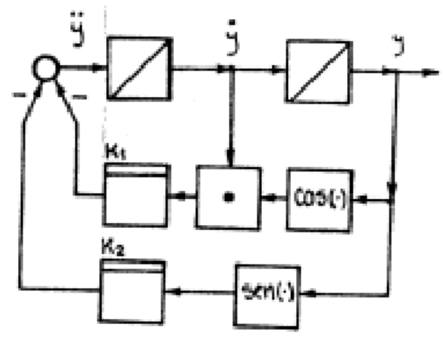
Para el sistema representado por el DB de la figura, con K_1=4 y K_2=5:

a) Determinar todos los puntos de equilibrio.

b) Obtener el MIEx en torno a cada PE.

c) Obtener los MILin's en torno a cada PE.

Ayuda: $\cos(k\pi + \alpha) = (-1)^k \cos(\alpha)$



Problema 6.

Dado el siguiente sistema de ecuaciones de estado:

$$\dot{x}_1 = 1 - 2x_1 - x_2^{\,2}$$
$$\dot{x}_2 = x_1$$

a) Obtener todos los puntos de equilibrio.
b) En torno a los puntos de equilibrio calculados en el punto anterior, obtener los correspondientes modelos incrementales linealizados.

Problema 7.

Dado el modelo:

$$\begin{cases} \dot{\theta} = \omega \\ \dot{\omega} = \dfrac{1}{0.0573}\left[1.5 - 0.0716\,\omega - 2.195\,sen(\theta)\right] \end{cases}$$

a) Calcular TODOS sus puntos de equilibrios (P.E.)
b) Hallar el MILin alrededor de cada uno de los P.E.

Nota: Este modelo representa al (simple) sistema de potencia de la Fig. 1, compuesto de una máquina sincrónica equivalente, conectada a través de transformadores y una línea de transmisión doble a una barra de potencia infinita. Las variables son: θ: ángulo del rotor (de la tensión de la barra 1) respecto al de la barra 2 (referencia sincrónica). ω: velocidad angular del rotor (referida a la sincrónica).

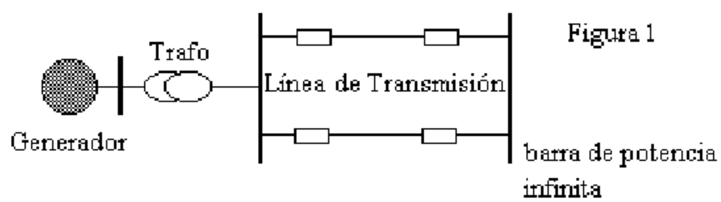


Figura 1

Con este modelo se pueden analizar problemas típicamente no lineales, como los de "estabilidad transitoria" asociados a fallas (p. ej. un cortocircuito trifásico de una línea). Puede leer en profundidad sobre el tema fallas en sistemas de potencia en: **Rosado, Sebastián**: *"Métodos directos en el análisis de estabilidad transitoria en sistemas eléctricos de potencia"*. Proyecto de Ingeniería. F.C.E.I.A., 1994).