

LINEALIZACION

P01C06.90
D . S . F

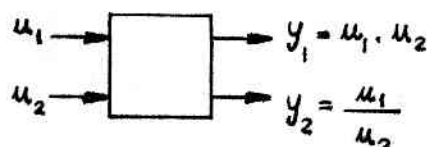
DINAMICA DE LOS SISTEMAS FISICOS

A-344/E-147

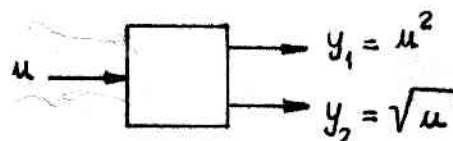
Problema 1:

Linealizar ambas salidas en los siguientes bloques no lineales. Obtener, en cada caso, un sistema lineal incremental y presentar el DB incremental linealizado. ¿Hay alguna restricción para las variables de entrada globales y/o incrementales?

a)

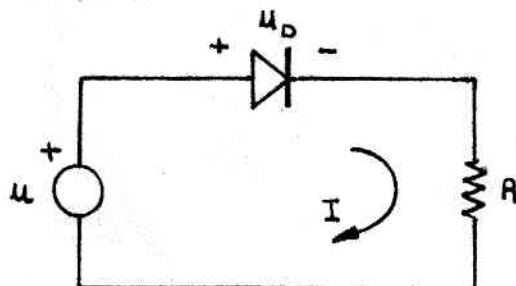


b)



Problema 2:

Linealice el siguiente circuito, alrededor del punto de operación determinado por $\bar{u} = 2,39$ V.



Relaocs:

$$* R = 10^3 \Omega$$

$$* I_D = I_S \left(e^{\frac{u_D}{V}} - 1 \right)$$

$$V = 0,026 \text{ V} ; I_S = 10^{-6} \text{ A}$$

Realice un modelo incremental si:

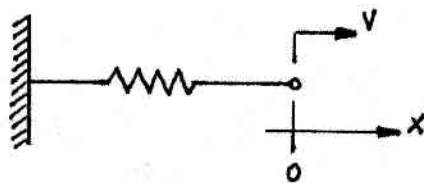
$$u(t) = 2,39 \text{ V} + 0,39 \sin(314 \cdot t) \text{ V}$$

con $\Delta U_R(t) = u_R - \bar{u}_R$ como salida

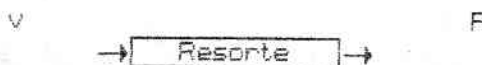
¿Qué error comete en el cálculo de u_R con el modelo incremental cuando la onda de entrada está en el valle ($u=2$ V)?

Problema 3:

Un resorte duro puede modelarse con la Relac $F = K \cdot x \cdot |x|$, donde F es la fuerza resultante cuando se lo elonga x



a) Detalle el DB global



a2) con un bloque (gráfico) que represente compactamente la Relac.

b) Detalle los DB normalizados de los modelos incrementales lineales para los siguientes puntos de operación:

$$\bar{x}_1 = -1, \quad \bar{x}_2 = 0, \quad \bar{x}_3 = 1, \quad \bar{x}_4 = 2$$

Problema 4:

Sea el modelo:

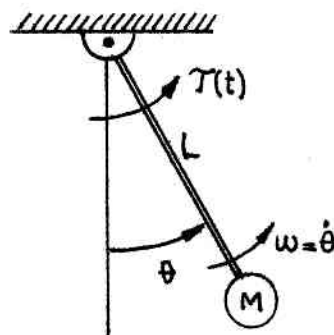
$$\begin{cases} \dot{x} = u \\ \dot{y} = -x|x| - 2x - 2y^3 + u(t) \end{cases}$$

Se aplica $u(t) = -3 + 0,2 \cos t$

Analice el régimen permanente forzado por el término armónico de la entrada.

Problema 5:

Derive sendos modelos lineales válidos para pequeñas variaciones de θ alrededor de cada uno de los estados de equilibrio posibles del péndulo esquematizado en la figura. Suponga que no hay fricción en el punto de rotación, la barra L de masa despreciable, y que, además del efecto gravitatorio, hay aplicación de un torque externo $\tau(t)$ con valor medio $\bar{\tau}=0$.



Calcule el máximo porcentaje de error que comete en cada término del modelo linealizado si $\Delta\theta_{\max} = 0,5 \text{ rad}$

Problema 6:

La figura (6.1) representa un sistema de suministro de líquido a un tanque. La característica de la resistencia de pérdida de la bomba (R_1) se representa en figura (6.2), en tanto que la figura (6.3) constituye un DBN del sistema.

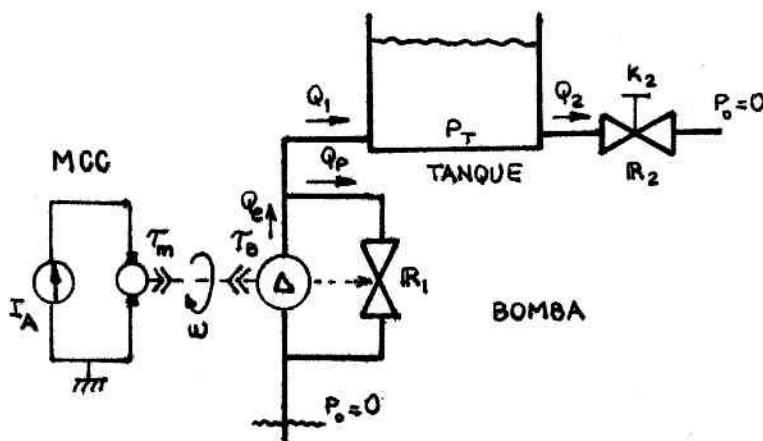


fig (6.1) SISTEMA DE SUMINISTRO DE LIQUIDO

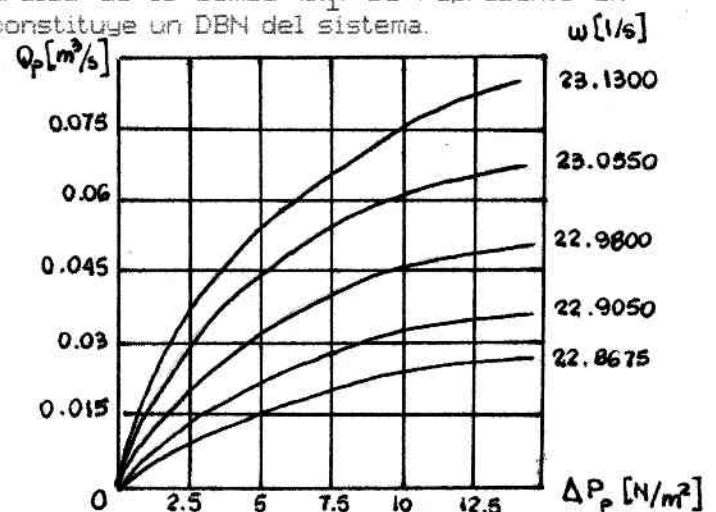


fig (6.2) CARACTERISTICA DE LA
RESISTENCIA DE PERDIDA DE LA
BOMBA (R_4)

Las características del MCC, la bomba, la válvula de carga (R_2) y el tanque son las siguientes:

- * MCC: $J = 0.4 \text{ Nms}^2$ $b = 1 \text{ Nms}$ $K_\phi = 0.493 \text{ Nm/A}$
- * BOMBA: $Q_B - K_B \omega = 0$ $\tau_B - K_B \Delta P_B = 0$ $K_B = 1 \text{ m}^3$
 τ_B : torque mecánico resistente de la bomba
- * VALVULA DE CARGA (R_2): $Q_2 - K_2 \sqrt{\Delta P_2} = 0$
- * TANQUE: $V_T - C P_T = 0$ $C = 0.366 \text{ m}^3/\text{N}$

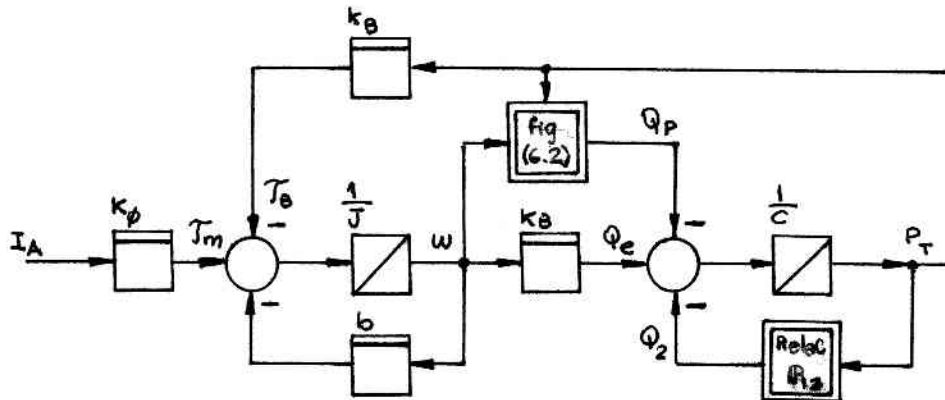


fig (6.3) DBN

- a) Determine el punto de operación correspondiente a los valores $\bar{I}_A = 60 \text{ A}$ y $\bar{P}_T = 6.6 \text{ N/m}^2$ (determinar el valor $\bar{\omega}$ que se establece)
- b) Calcule el valor correspondiente de la constante K_2 de la válvula de carga
- c) Obtenga un DBA lineal alrededor del punto de trabajo hallado.
- d) Estando el sistema en régimen permanente en el punto de operación hallado, en $t=t_0$ se produce una fuga abrupta de líquido en el tanque, disminuyendo la presión P_T del valor 6.6 N/m^2 al valor 6 N/m^2 .
 - d1) Esboce la evolución temporal de $\omega(t)$ para $t \geq t_0$, determinando los valores $\omega(t_0^+)$, $\omega(t \rightarrow \infty)$ y $\dot{\omega}(t_0^+)$.
 - d2) En cuanto tiempo se reestabiliza el sistema?

Problema 7:

El péndulo invertido de la figura (7.1) es un modelo del control de posición de un impulsor espacial de despegue. El objetivo del control de posición es mantener al impulsor espacial en posición vertical. El impulsor vertical real es inestable a menos que se aplique una fuerza F de control adecuada.

La figura (7.2) es el DB del sistema de control. Nótese que el hecho de que la entrada de referencia θ_{ref} sea cero significa que se quiere mantener al péndulo invertido en posición vertical.

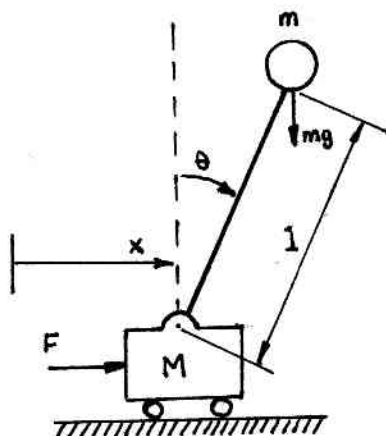


fig (7.1)

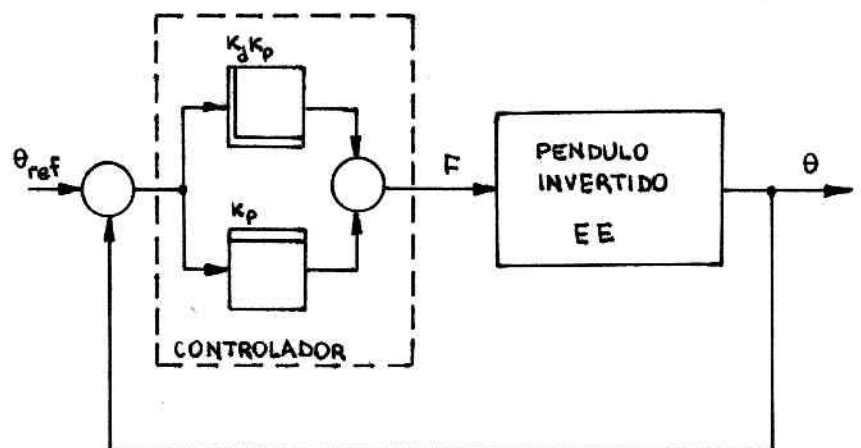


fig (7.2)

El modelo matemático del péndulo invertido, con EE es:

$$EE \begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = \frac{F + ml \omega^2 \sin \theta - mg \sin \theta \cos \theta}{M + m - m \cos^2 \theta} \\ \dot{\theta} = \omega \\ \dot{\omega} = \frac{F + ml \omega^2 \sin \theta - (M + m)g \tan \theta}{ml \cos \theta - (M + m)l/\cos \theta} \end{cases}$$

Suponiendo los valores numéricos:

$$M = 1000 \text{ Kg}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$m = 200 \text{ Kg}$$

$$K_p = 14.27 \cdot 10^3 \text{ N/rad}$$

$$K_d = 0.491 \text{ seg}$$

- Determinar el punto de trabajo correspondiente a $\bar{\theta}_{ref} = 0$.
- Hacer un DBA lineal alrededor del punto de trabajo hallado.
- Hallar la FT del sistema linealizado alrededor del punto de trabajo hallado.
- Si el sistema se encuentra en régimen permanente en el punto de trabajo hallado y en $t = t_0$ se produce una perturbación en escalón en θ , de amplitud 0.1 rad, graficar la evolución $\theta(t)$ para $t \geq t_0$, caracterizando la curva. Calcular el correspondiente tiempo de respuesta al 2 % hasta alcanzar el equilibrio.

Problema 8:

Para un vehículo de masa m se prescribe una evolución de su velocidad en función del tiempo como la indicada en la figura (8.1).

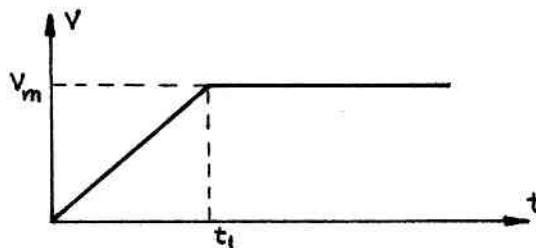


fig (8.1)

Se supone que las únicas fuerzas actuantes sobre el vehículo son:
 $F(t)$: fuerza de tracción
 F_R : fuerza de rozamiento con el aire proporcional al cuadrado de la velocidad.

- Haga un modelo del sistema y obtenga un modelo incremental lineal alrededor de la trayectoria de operación especificada.
- Obtenga la ley de la fuerza $F(t)$ que debe aplicar para lograr la respuesta deseada ¿Necesita conocerla para calcular el modelo linealizado (ML)? ¿Por qué? ¿Qué clase de ML obtiene?

Problema 9:

La figura (9.1) representa un MCC con excitación serie, donde se han hecho las siguientes hipótesis simplificadoras:

- * inductancia de armadura despreciable
- * inductancia de campo L_e lineal
- * R_e representa la resistencia de armadura más la de campo

En la figura (9.2) se presenta un DBN del motor.

- Hallar el punto de trabajo correspondiente a una tensión de armadura $\bar{U}_a = 600 \text{ V}$
- Obtener un DBA lineal alrededor del punto de operación hallado.

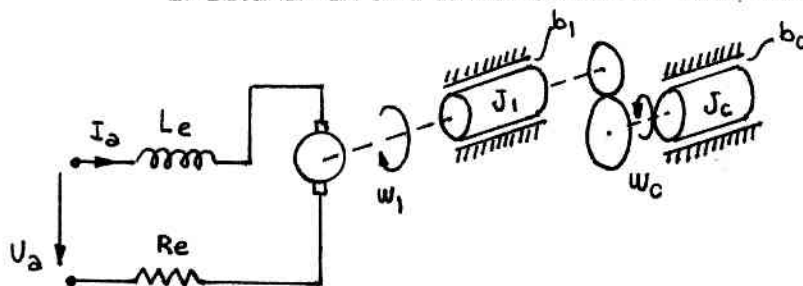


fig (9.1)

$$\begin{aligned} R_e &= 0.09 \, \Omega \\ K &= 0.03 \text{ Nm/A}^2 \\ J_1 &= 5 \text{ Kg m}^2 & b_1 &= 5 \text{ Nms} \\ J_c &= 10 \text{ Kg m}^2 & b_c &= 10 \text{ Nms} \\ N &= 10 \\ L_e &= 0.036 \text{ Hy} \end{aligned}$$

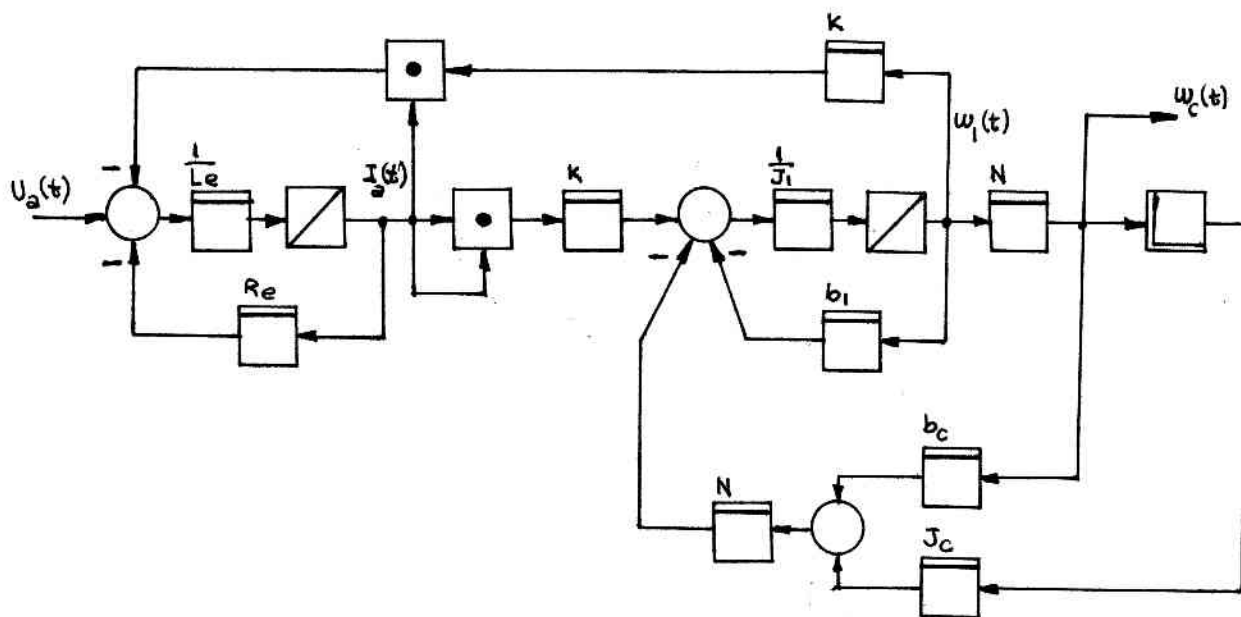


fig (9.2)