Q = Flujo a través de la válvula

C_d = Coeficiente de descarga (considerado constante)

WX = Area del puerto donde:

W = Circunferencia

X = Longitud de la apertura

ρ = Densidad del fluído

g = Constante gravitacional

ΔP = Diferencia de presiones en la válvula

Se llega a:

13.- $\frac{dy}{dt} = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{K_d X}{A_1}\sqrt{P_s - P_1}$ $\qquad X > 0$

14.- $\frac{dy}{dt} = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{K_d X}{A_1}\sqrt{P_1}$ $\qquad X < 0$

15.- $\frac{dy}{dt} = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{K_d X}{A_2}\sqrt{P_2}$ $\qquad X > 0$

16.- $\frac{dy}{dt} = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{K_d X}{A_2}\sqrt{P_s - P_2}$ $\qquad X < 0$

Se conoce además que la fuerza resultante sobre el pistón es:

17.- $F = P_1 A_1 - P_2 A_2$

De las ecuaciones 13, 15 y 17

18.- $\frac{dy}{dt} = K_d X \sqrt{\frac{P_s A_1 - F}{A_1^3 + A_2^3}}$ $\qquad X > 0$

De forma análoga llegamos a:

19.- $$\frac{dY}{dt} = K_d X \sqrt{\frac{P_s A_2 + F}{A_1^3 + A_2^3}}$$

Tanto de la ecuación 18 como de la 19 se ve que la velocidad del pistón $\left(\frac{dY}{dt}\right)$ es función tanto del desplazamiento X como de la fuerza F sobre el mismo; por lo que linearizando y transformando tenemos:

$$\overline{\Delta Y} = -\frac{K_2 \overline{\Delta X} - K_3 \overline{\Delta F}}{S}$$

Donde las constantes K_2 y K_3 son como sigue

Para $X > 0$

$$K_2 = \frac{d\left(\frac{dY}{dt}\right)}{dX}\Bigg|_{op} = K_d \sqrt{\frac{P_s A_1 - F}{A_1^3 + A_2^3}}\Bigg|_{op}$$

$$-K_3 = \frac{d\left(\frac{dY}{dt}\right)}{dF}\Bigg|_{op} = -\frac{K_d X}{2} \sqrt{\frac{A_1^3 + A_2^3}{P_s A_1 - F}}\Bigg|_{op}$$

Para $X < 0$

$$K_2 = \frac{d\left(\frac{dY}{dt}\right)}{dX}\Bigg|_{op} = K_d \sqrt{\frac{P_s A_2 + F}{A_1^3 + A_2^3}}\Bigg|_{op}$$

$$-K_3 = \frac{d\left(\frac{dY}{dt}\right)}{dF}\Bigg|_{op} = \frac{K_d X}{2} \sqrt{\frac{A_1^3 + A_2^3}{P_s A_2 + F}}\Bigg|_{op}$$

Tomando como punto de operación $X=0$ (observar que K_3 se hace igual a cero) se llega al fian a la ecuación

20.a.- $$\overline{\Delta Y} = \frac{K_2 \overline{\Delta X}}{S}$$

Con la ecuación 20.a llegamos a nuestro último diagrama parcial del sistema

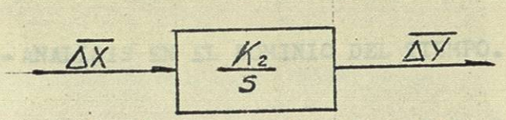
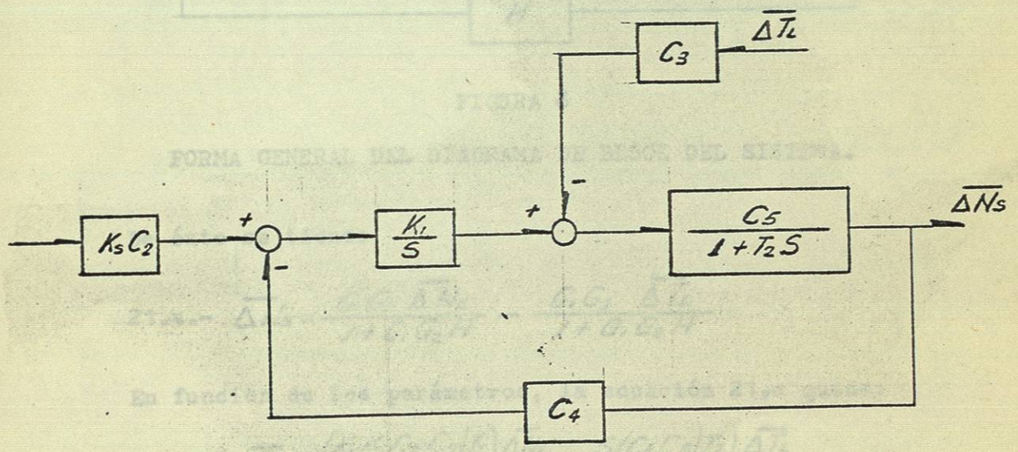


FIGURA 6

DIAGRAMA DE BLOCK DEL SERVOMOTOR

Integrando los diagramas parciales (figuras 3, 4 y 6) se llega al diagrama de block del sistema.



$$K_1 = \frac{K_2 C_6}{K_S - C_2 C_3}$$

FIGURA 7

DIAGRAMA DE BLOCK DEL SISTEMA.