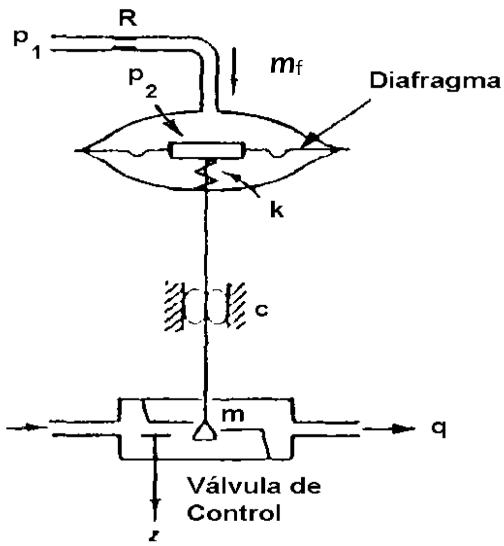
Actuador Neumático

El actuador neumático de la figura tiene por finalidad realizar un desplazamiento lineal sobre la masa ***m*** a partir de la aplicación de una presión p_1. Esta presión tiende inflar el volumen donde se dispone de un diafragma de área transversal A. A la presión de este último se la denomina p_2. Este actuador puede utilizarse en la práctica para abrir y cerrar una válvula proporcional.



Al igual que en todo modelo mecánico, para hallar su comportamiento dinámico es necesario aplicar la segunda ley de Newton. Para ello deben identificarse inicialmente todas las fuerzas actuantes. En este sentido se pueden encontrar la fuerza que ejerce el diafragma de área A, la fuerza del resorte y la del roce viscoso. La primera de ellas tiende a producir el desplazamiento positivo de la masa, mientras que las restantes se oponen a dicho movimiento. Luego, la sumatoria de fuerzas puede plantearse como:

$$p_2A - kz - c\dot{z}$$

Y por lo tanto:

$$p_2A - kz - c\dot{z} = m\ddot{z}$$

Esta ecuación depende de p_2, que no es la entrada del sistema. Debemos deshacernos de ella planteando otras ecuaciones. En esta dirección el enunciado del problema nos dice que el flujo de la masa de fluido que entra al compartimiento del diafragma es proporcional a la diferencia de presiones, es decir:

$$\dot{m}_f = (p_1 - p_2)/R$$

Por otra parte, es natural ver que el flujo de masa y el aumento de presión sobre el diafragma son directamente proporcionales, es decir:

$$\dot{m}_f = C\dot{p}_2$$

Luego, igualando estas dos ecuaciones

$$C_1\dot{p}_2 = (p_1 - p_2)/R$$

Dado que p_2 no aparece relacionada a p_1 en forma algebraica si no en forma dinámica, para poder reemplazarla en la ecuación original transformamos por Laplace ambas ecuaciones:

$$P_2(s)A - kZ(s) - csZ(s) = ms^2Z(s)$$
$$C_1sP_2(s) = (p_1(s) - p_2(s))/R$$

Luego, reemplazando y operando algebraicamente:

$$\frac{Z(s)}{P_1(s)} = \frac{A}{(ms^2 + cs + k)(1 + sC_1R)}$$

El caudal de fluido gaseoso que circula por la válvula inferior es en primera aproximación proporcional al desplazamiento del embolo. Así es que se puede plantear que:

$$q = K_q z$$

Finalmente, la función de transferencia buscada queda como:

$$\frac{Q(s)}{P_1(s)} = \frac{AK_q}{(ms^2 + cs + k)(1 + sC_1R)}$$