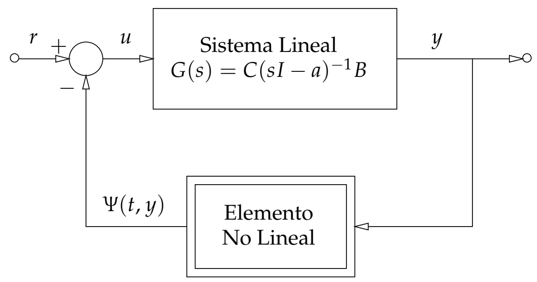
1. Un modelo matemático usado frecuentemente para describir sistemas no lineales es la ecuación diferencial de orden n
$$\frac{d^n y}{dt^n} = g\Big(t, y, \dot{y}, \dots, \frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}}, u\Big),$$
donde u e y son variables escalares. Tomando u como entrada e y como salida, obtener un modelo en ecuaciones de estado.

2. Tomando las variables escalares u e y como entrada y salida respectivamente, obtener un modelo en ecuaciones de estado del sistema descripto por la ecuación diferencial de orden n
$$\frac{d^n y}{dt^n} = g_1\Big(t, y, \dot{y}, \dots, \frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}}, u\Big) + g_2\Big(t, y, \dot{y}, \dots, \frac{d^{n-2}y}{dt^{n-2}}\Big)\dot{u},$$
donde g_2 es una función diferenciable en todos sus argumentos.

Ayuda: Tomar $x_n = \frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}} - g_2(t, y, \dot{y}, \dots, \frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}})u$.

3. Las ecuaciones dinámicas no lineales de un robot de m juntas tiene la forma
$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = u,$$
donde $q \in \mathbb{R}^m$ representa la posición de las juntas, $u \in \mathbb{R}^m$ representa las entradas de torque, y $M(q)$ es una matriz simétrica (de inercia) definida positiva para todo valor de q. El término $C(q, \dot{q})\dot{q}$ representa el efecto de fuerzas centrífugas y de Coriolis. El término $g(q)$ representa el efecto de la gravedad. Elegir variables de estado para el sistema y escribir las ecuaciones de estado.

4. La Figura muestra una conexión en realimentación de un sistema lineal estacionario (representado por su función transferencia $G(s)$) y un elemento no lineal inestacionario. Las variables r, u, e y son vectores de la misma dimensión, y $\Psi(t, y)$ es a valores vectoriales. Encontrar un modelo en espacio de estados del sistema realimentado tomando r como entrada e y como salida.



5. Un generador sincrónico conectado a un bus infinito puede representarse por las ecuaciones
$$M\ddot{\delta} = P - D\dot{\delta} - \eta_1 E_q \operatorname{sen}\delta,$$
$$\tau\dot{E}_q = -\eta_2 E_q + \eta_3 \cos\delta + E,$$
donde δ es un ángulo en radianes, E_q es tensión, P es potencia mecánica, E es tensión de entrada, D es un coeficiente de amortiguamiento, M es un coeficiente de inercia, τ es una constante de tiempo, y η_1, η_2, η_3 son parámetros constantes.
   (a) Usando $\delta, \dot{\delta}$ y E_q como variables de estado obtener las ecuaciones de estado.
   (b) Encontrar todos los puntos de equilibrio corrrespondientes a los valores

$P = 0{,}815$	$E = 1{,}22$	$\eta_1 = 2$	$\eta_2 = 2{,}7$
$\eta_3 = 1{,}7$	$\tau = 6{,}6$	$M = 0{,}0147$	$D/M = 4$

   (c) Suponiendo que τ es suficientemente grande como para tomar $\dot{E}_q \approx 0$, mostrar que el modelo del sistema se reduce a la ecuación del péndulo.