Nota 2.3 *Puede obtenerse estabilidad asintótica con una elección particular de la superfice de conmutación $\sigma(x(t) - x^*)$ sin la necesidad de la hipótesis 2.1. Por ejemplo, si la derivada en el tiempo de la superficie de conmutación es exactamente una forma normal asintóticamente estable, la cual puede obtenerse mediante un cambio de coordenadas y una entrada de control linealizante. Si el sistema es de fase mínima, se puede verificar que si aplicamos un control equivalente u_{eq}, las trayectorias del sistema en lazo cerrado, son soluciones de la forma normal. El control adicional u_N en este caso se usa para proporcionar atracción exponencial a la superficie de conmutación y como consecuencia sumistrar robustes al sistema en lazo cerrado* (Teorema de Lasalle [24]).

2.4 Control Hamiltoniano

A continuación mostramos de manera breve el diseño de un control de excitación, usando la metodología basada en una función de energía y en la estructura de sistemas Hamiltonianos reportado en [51, 41].

Considere el sistema no lineal con multiples entradas y multiples salidas (MIMO), expresado por las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} \dot{x} &= f(x) + g(x)u \\ y &= h(x) \end{aligned} \tag{2.15}$$

donde $x \in \mathbb{R}^n$ es el estado del sistema, $u \in \mathbb{R}^m$ es el vector de control e $y \in \mathbb{R}^p$ es el vector de salidas. En este capítulo estamos interesados en la clase de sistemas que pueden ser representados equivalentemente en una forma Hamiltoniana con términos disipativos de la siguiente forma

$$\begin{aligned} \dot{x} &= (\mathcal{J}(x) - \mathcal{R}(x))\frac{\partial H^T}{\partial x} + g(x)u \\ y &= g^T(x)\frac{\partial H^T}{\partial x} \end{aligned} \tag{2.16}$$

donde los estados del sistema x son las variables de energía, $H(x_1, ..., x_n) : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ representa la energía total almacenada y la estructura de interconexión está dada en la matriz $\mathcal{J}(x) \in \mathbb{R}^{n\times n}$, la matriz $g(x) \in \mathbb{R}^{n\times m}$. Además la matriz $\mathcal{J}(x)$ es antisimétrica, es decir

$$\mathcal{J}(x) = -\mathcal{J}^T(x) \quad \forall x \in \mathbb{R}^n$$