y $\mathcal{R}(x)$ es una matriz simétrica no negativa que depende de x, es decir

$$\mathcal{R}(x) = \mathcal{R}^T(x) \geq 0 \quad \forall x \in \mathbb{R}^n.$$

La ventaja principal de trabajar con este tipo de sistemas, viene del hecho que la función total de energía puede ser considerada como una función de Lyapunov para estudios de estabilidad. Más aún, de (2.16), obtenemos la ecuación de balace de energía

$$\frac{dH}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x}\mathcal{R}(x)\frac{\partial H^T}{\partial x} + u^T y$$

con $u^T y$ como la energía externa suministrada al sistema y $-\frac{\partial H}{\partial x}\mathcal{R}(x)\frac{\partial H^T}{\partial x}$ representando la energía disipada debido a los elementos resistivos. Como es bien sabido (ver [33, 46]), la igualdad anterior establece las propiedades de pasividad en el siguiente sentido.

Definición 2.1 *El sistema (2.5) es pasivo con respecto a la salida $y = h(x)$ si existe una función suave no negativa $H(x)$, tal que $H(0) = 0$ y la siguiente desigualdad se satisface*

$$H(x(t)) - H(x(0)) \leq \int_0^t u^T(s)y(s)ds. \tag{2.17}$$

Si además, el sistema (2.5) satisface la propiedad de detectibilidad enunciada en la siguiente definición

Definición 2.2 [52] *El sistema (2.5) es detectable estado cero si $u(t) = 0$ e $y(t) = 0$ $\forall t \geq 0$, implica que $\lim_{t\to\infty} x(t) = 0$.*

Entonces, es posible formular el siguiente resultado, que es fundamental con relación a las propiedades de estabilidad para la clase de sistemas considerados aquí.

Teorema 2.1 [46] *Consideremos la clase de sistemas definidos por (2.16). Asumimos que el sistema es detectable estado cero y que el hamiltoniano generalizado tiene un mínimo local estricto. Entonces, se sigue que x^* es un punto de equilibrio estable de las dinámicas no forzadas. Más aún, puede verse fácilmente que para mantener el punto de equilibrio asintoticamente estable, podemos considerar el siguiente control por retroalimentación de salida*

$$u = -y = -g^T(x)\frac{\partial H^T}{\partial x}$$