El grado relativo de cada salida (ángulo de potencia) es igual a 3, por lo tanto el sistema no tiene dinámica cero. Más aún, podemos hacer un análisis de estabilidad mediante la función candidata de Lyapunov $V(x-x^*) = \frac{1}{2}\sigma^T(x-x^*)\sigma(x-x^*)$, *sin la necesidad de invocar la hipótesis 2.1*

2.5.2 Diseño de Control Hamiltoniano

A continuación, se presenta la ley de control basada en pasividad reportada en [51, 41] mediante una función de energía. El sistema de potencia multimáquinas se describe en una representación hamiltoniana que además resulta útil para propósitos de estabilidad.

Consideremos el sistema (2.5) y la siguiente función de energía

$$H = \sum_{j=1}^{3}\left(\frac{1}{2c_i}x_{i2}^2 - \frac{b_i}{c_i}x_{i1} - \frac{1}{2}x_{i3}\sum_{j=1}^{3}x_{j3}B_{ij}\cos(x_{i1}-x_{j1}) + \frac{e_i}{2d_i}x_{i3}^2\right) \tag{2.21}$$

Cabe mencionar con relación a la función de energía anterior, que en [52] los autores presentan una función de energía similar a la dada anteriormente (2.21), pero para una sola máquina. En el estudio que se presenta en este capítulo para el sistema de eléctrico de potencia multimáquinas, la función de energía total se obtiene como la suma de la energía de cada máquina del sistema [51]. En [52] los autores presentan un estudio para la función de energía de un máquina.

Así, la dinámica del sistema puede escribirse de acuerdo con la estructura de sistemas de control Hamiltonianos con disipación, como sigue

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_{i1} \\ \dot{x}_{i2} \\ \dot{x}_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & c_i & 0 \\ -c_i & -c_i a_i & 0 \\ 0 & 0 & d_i \end{pmatrix} \frac{\partial H}{\partial x_i} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} u_i \tag{2.22}$$

donde

$$x_i = \begin{pmatrix} x_{i1} \\ x_{i2} \\ x_{i3} \end{pmatrix} \quad \mathcal{J}_i(x) = \begin{pmatrix} 0 & c_i & 0 \\ -c_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \mathcal{R}_i(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -c_i a_i & 0 \\ 0 & 0 & d_i \end{pmatrix} \quad g_i(x) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$