3.7 Control Mediante Modos Deslizantes

A continuación, retomando el trabajo desarrollado en [34] se presenta un control basado en la técnica de modos deslizantes. El objetivo que se persigue es el diseño de una ley de control asintóticamente estable que asegure un movimiento deslizante sobre un espacio $\mathcal{M} \subset \mathbb{R}^n$ de dimensión $n-m$ [48].

Considere para ello la siguiente dinámica no lineal en tiempo discreto

$$\begin{aligned} x(k+1) &= \mathcal{F}_\tau(x(k)) + \mathcal{G}_\tau(x(k))u(k) \\ y &= Cx(k) = x_1(k) \end{aligned} \tag{3.31}$$

El objetivo de la estrategia de control en modos deslizantes es dirigir los estados del sistema a una superfice $\mathcal{M}$ de dimensión $n-m$, y mantener el movimiento sucesivo de las trayectorias sobre $\mathcal{M}$, tal que $\lim_{k\to\infty} x(k) = 0$.

Con este objetivo, se diseña un control en modos deslizantes a partir de la siguiente superficie de conmutación

$$\tilde{\sigma}(k) = \mathcal{S}^T(x(k) - x_{ref}(k)) \tag{3.32}$$

donde $\mathcal{S}$ es un vector $\mathcal{S} = \mathbf{col}\begin{pmatrix} \mathcal{S}_1 & \mathcal{S}_2 & \cdots & \mathcal{S}_n \end{pmatrix}$ y $x_{ref}(k+1) = x_{ref}(k)$ es una señal de referencia constante. Se supone además que $\mathcal{S}^T\mathcal{G}(x(k))$ es invertible.

Nota 3.2 *El sistema (3.1) puede ser expresado como (3.31) haciendo* $\mathcal{F}_\tau(x(k)) = A_\tau x(k) + \tau B\alpha(x(k))$ *y* $\mathcal{G}_\tau(x(k)) = \tau B\beta(x(k))$.

Nota 3.3 *Es claro que existen otras posibilidades para definir la superficie de conmutación (3.32), la elección depende del objetivo de control.*

El control propuesto se diseña en 2 etapas.

1. Diseñamos un control equivalente $u_{eq}(k)$ para las trayectorias del sistema, cuando el movimiento de estas es restringido a permanecer en la superficie de conmutación $\sigma(k+1) = 0$. El cual está dado por [48]

$$u_e(k) = \left[\mathcal{S}^T\mathcal{G}_\tau(x(k))\right]^{-1}\left[\mathcal{S}^T\mathcal{F}_\tau(x(k)) - \mathcal{S}^T x_{ref}(k+1)\right]$$

2. Agregamos un control de regulación u_N tal que se satisfaga la condición de alcanzabilidad, condición necesaria y suficiente para asegurar tanto el movimiento