

Capítulo 5

Simulación en MATLAB

5.1 Introducción

La simulación correspondiente al control que se empleará en el convertidor SMC de 3X2 se desarrolló con el software MATLAB. Dicho software presenta un apartado muy amplio en donde ofrece herramientas de simulación previamente desarrolladas. Para el caso de lógica difusa existe un apartado que lleva por nombre “Fuzzy Logic Tool box” (Math Works Inc.) [32].

El Fuzzy Logic Toolbox (FLT) es una herramienta para desarrollar programas difusos de manera amigable en un ambiente MATLAB. El desarrollo se hace empleando la interfaz de usuario gráfica, por sus siglas en inglés GUI (graphical user interface). [33]

Existen cinco herramientas gráficas para la construcción, edición y observación de un sistema de inferencia difuso dentro de un FLT. Estas son: [33]

- Sistema de inferencia difuso, por sus siglas en ingles FIS (Fuzzy Inference System).
- Función de membresía, por sus siglas en ingles MF (Membership Function).
- Editor de reglas.
- Visualizador de reglas.
- Visualizador de superficie.

5.2 Representación del sistema de lógica difusa usando Matlab

El FLT es usado para obtener la simulación del control que se empleará en el desarrollo de un control en lazo cerrado, aplicado a un convertidor SMC de 3X2. El FLT provee de una interfaz gráfica (FIS) que permite dar una interpretación de manera más práctica, además de como la técnica de control difuso ayuda a controlar un sistema en general.

5.3 Sistema de Inferencia Difuso

El editor FIS de la Figura 5.1, muestra de manera general la información acerca de un sistema difuso. En la parte superior izquierda se indican las variables difusas de entrada (iconos amarillos), y en la parte derecha se muestran las variables de salida (icono azul). Las funciones de membresía mostradas en las cajas o iconos no muestran la función de membresía como tal, sino únicamente son una representación de estas para indicar su

existencia. Debajo de esto, en el icono color blanco se indica el nombre del sistema y el método de inferencia (Mamdani o Sugeno). En la parte inferior izquierda se muestra un menú de opciones que ayuda a ajustar la función de inferencia, dichos campos son modificados por el usuario. En la parte inferior derecha se indica el nombre de la variable de entrada o salida, esto con relación a la función de membresía.

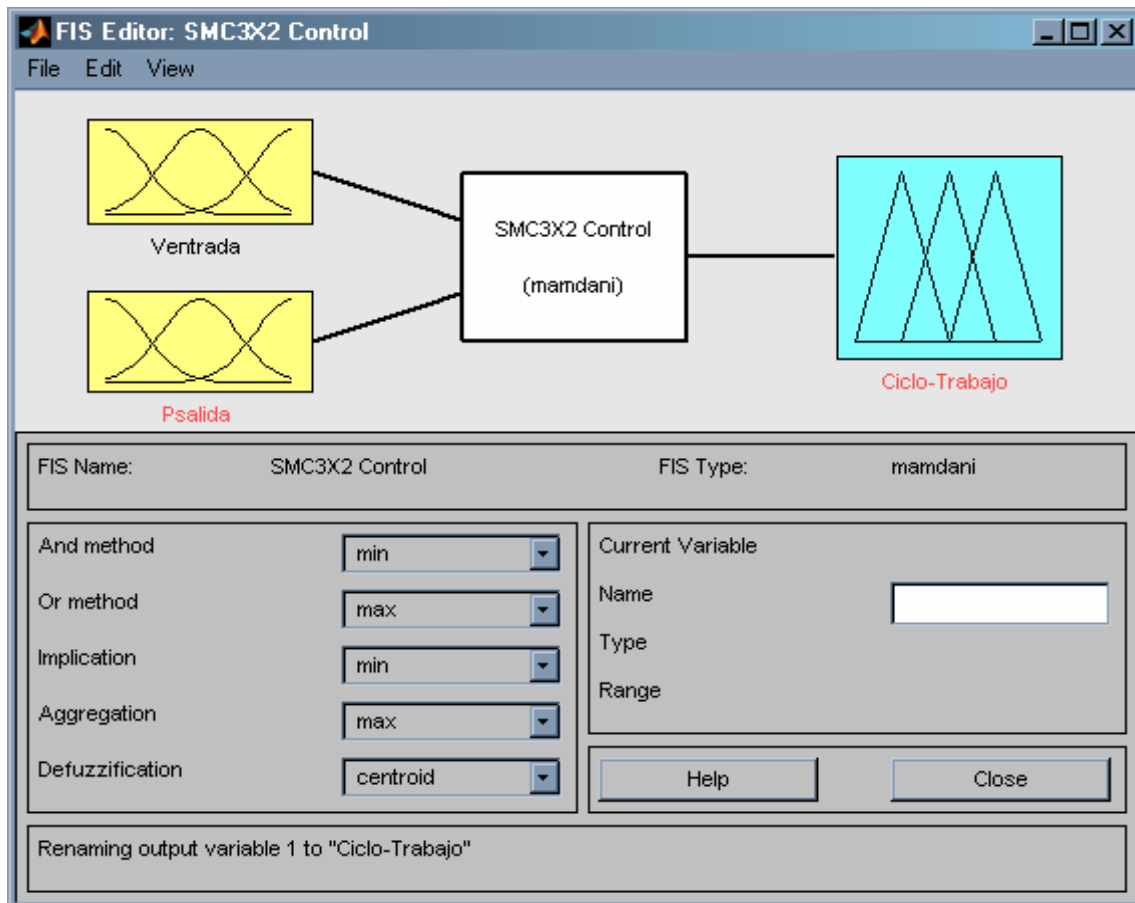


Figura 5.1 Interfaz gráfica del sistema de inferencia.

5.4 Función de membresía

El editor de las funciones de membresía despliega y permite editar las funciones de membresía asociadas con las variables de entrada y salida. En la Figura 5.2 se muestra la interfase del editor de funciones de membresía. En la parte superior izquierda se muestran las variables del FIS, las cuales son conjuntos de funciones de membresía. Cada conjunto se conforma por el tipo de función de membresía y el número de funciones de membresía de cada variable. En la parte inferior izquierda se muestran los controles que permiten modificar el nombre, tipo y la forma de cada función de membresía. Una vez seleccionadas las funciones de membresía para cada variable, estas son desplegadas en la gráfica. En la parte inferior izquierda se cuenta con la información acerca de la variable que se este editando. En los campos de texto se indica el rango del universo en discurso y posteriormente se mostrará en la gráfica de la variable.

Por ejemplo, en la Figura 5.2 en la parte superior izquierda se muestran las variables del FIS ($V_{entrada}$, P_{salida} y *Ciclo de Trabajo*) y en la parte superior derecha la función de membresía correspondiente al *ciclo de trabajo*. Obsérvese que se compone de cinco clusters (Muy Bajo, Bajo, Nominal, Alto y Muy Alto) las cuales son funciones de tipo triangular.

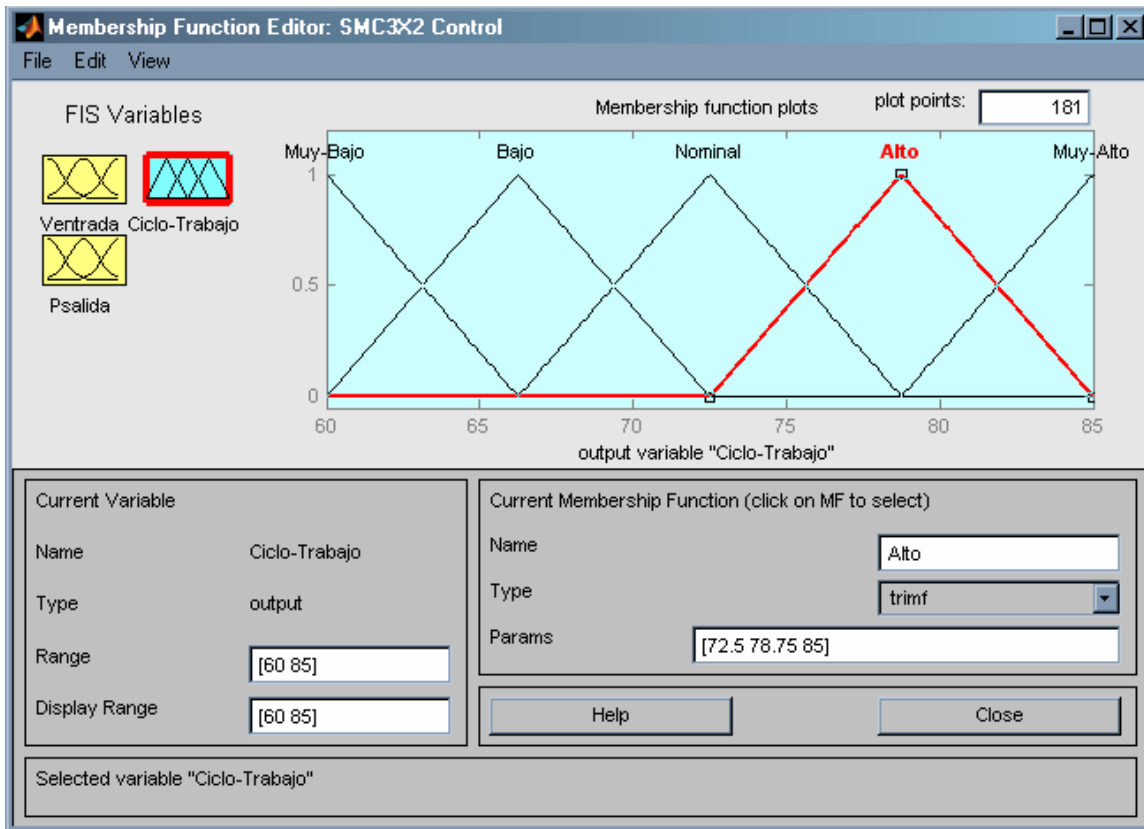


Figura 5.2. Editor de funciones de membresía (ciclo de trabajo).

5.5 Editor de Reglas

Una vez que la matriz de la base de conocimientos difusa (Tabla 3.1) es desarrollada, esta se transcribe al editor de reglas (Figura 5.3). Para este caso el editor ofrece dos campos de datos en los cuales se pueden permutar todas las opciones posibles que ayuden a llegar al control deseado. Existen conectores lógicos como “AND”, “OR” y “NOT” los cuales pueden ser habilitados mediante un botón. Además, es posible borrar, agregar e inclusive

cambiar las reglas de forma simple, sin necesidad de influir de forma grave en todas las reglas previamente creadas.

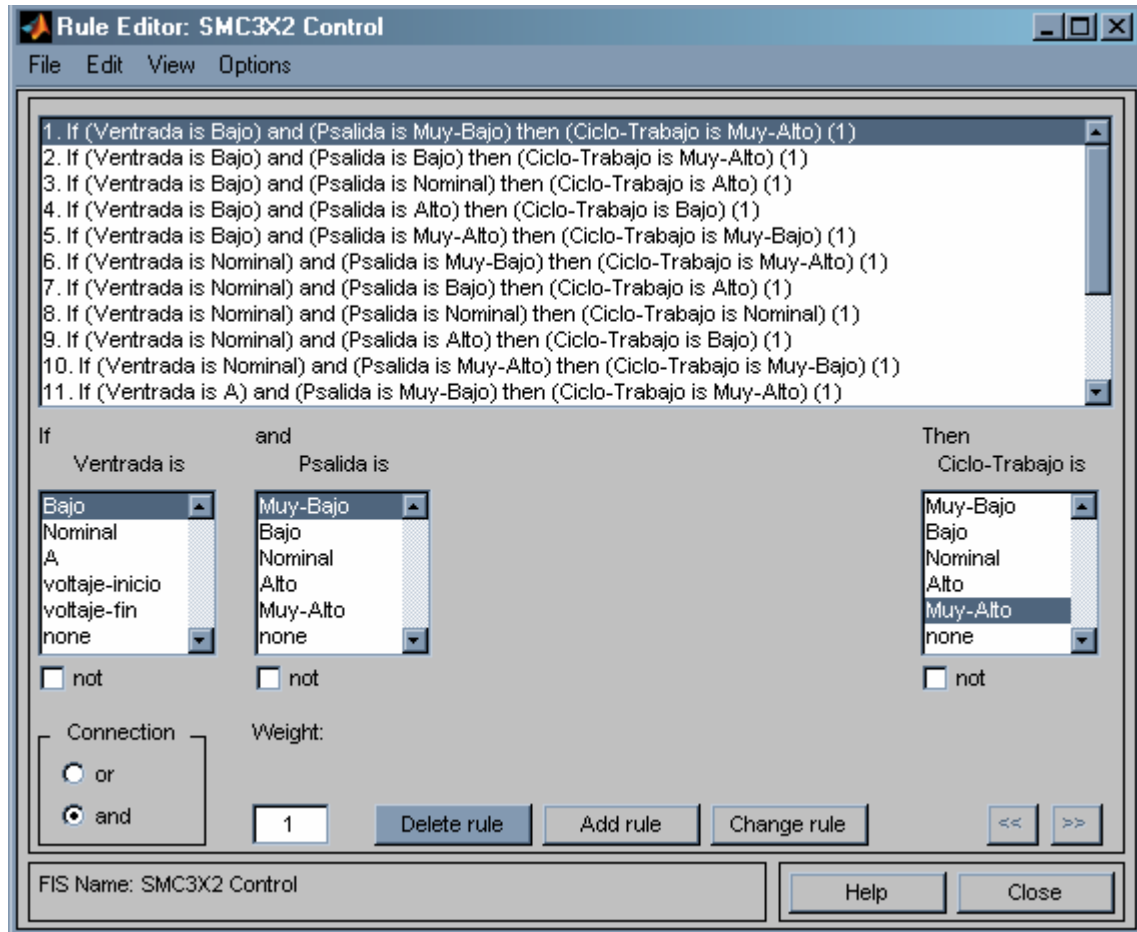


Figura 5.3 Editor de reglas.

5.6 Visualizador de reglas

Una vez que el algoritmo de fusificación ha sido desarrollado, el visualizador de reglas que se observa en la Figura 5.4 es básicamente una visión simplificada del sistema de inferencia difusa, en donde cada operación de cada regla es explicada de forma detallada.

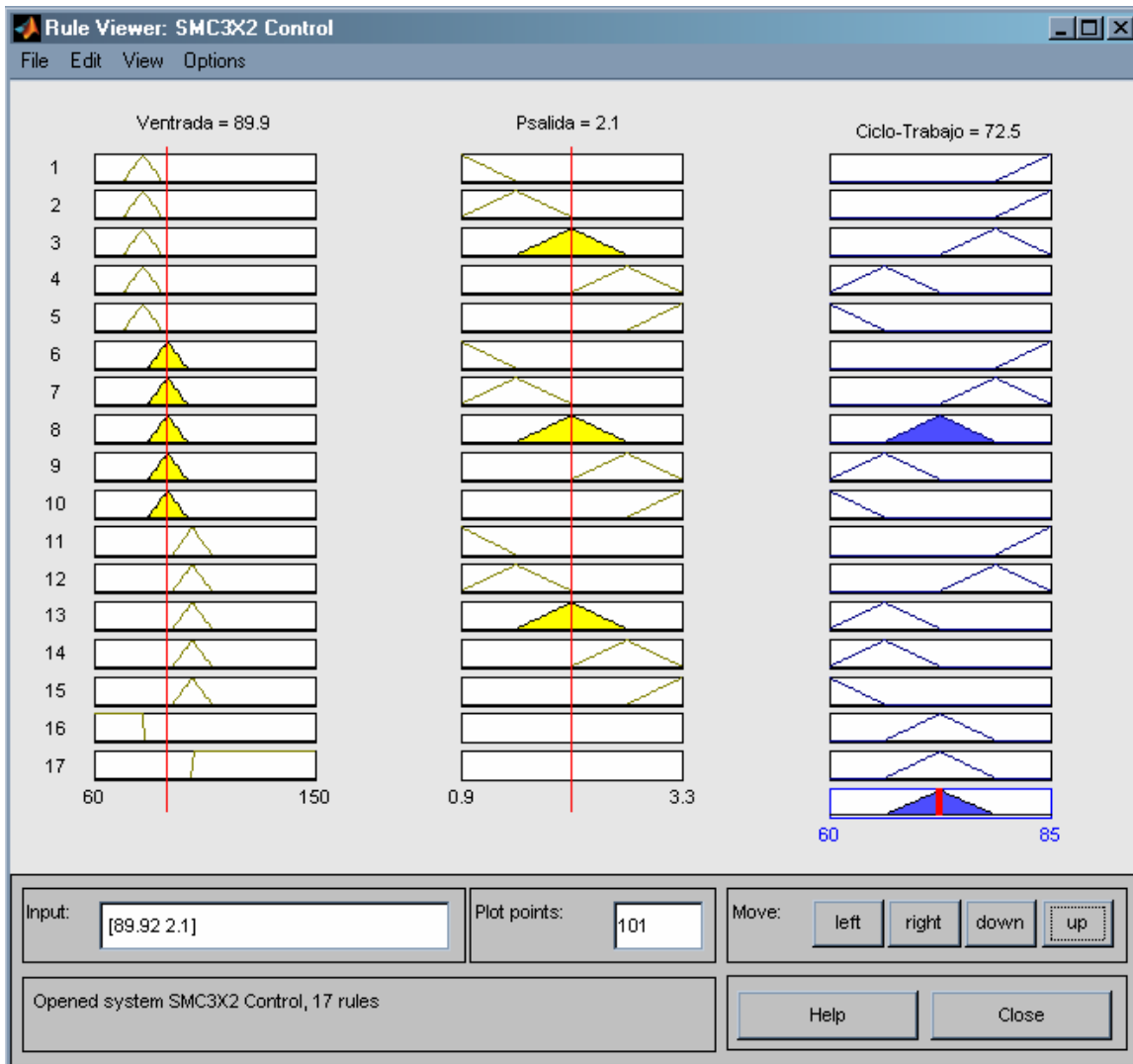


Figura 5.4 Visualizador de reglas.

Existen tres campos en los cuales se presentan las diferentes funciones de membresía. Cada regla es un renglón (tal como se contabilizan del 1 al 17) y cada columna es una variable. Las primeras dos columnas están referenciadas a las funciones de membresía $V_{entrada}$ y P_{salida} , en donde estas corresponden al cuestionamiento de “*Si-condición*”, por ejemplo:

Regla 1: Si $V_{entrada} = 89.9$ y $P_{salida} = 2.1 \dots$

Dichas entradas proponen una respuesta al sistema de control, el cual se verá con una respuesta expresada por “*Entonces-acción*”, ejemplo:

Regla 1: Si $V_{entrada} = 89.9$ y $P_{salida} = 2.1$, Entonces $Ciclo-Trabajo = 72.5$

Existe una línea de color rojo a largo de cada función de membresía, dicha línea puede ser manipulada con el ratón, lográndose poner a prueba todas las posibles opciones que pudiese ejercer el sistema a controlar. Por lo que, a la salida del control, en el caso de la función de membresía del *ciclo de trabajo* (columna color azul), se observará cómo es que el polígono puede ir modificándose en forma y en el valor de su centroide.

Por lo que, el visualizador de reglas permitirá el desarrollar pruebas al modificar el algoritmo difuso, de esta manera se logrará generar un ajuste mas fino de las funciones de membresía y de las reglas.

5.7 Visualizador de superficie

Después de que el algoritmo ha sido desarrollado, el visualizador de superficie permitirá observar la relación entre las variables de entrada y salida, tal como se observa en la Figura 5.5.

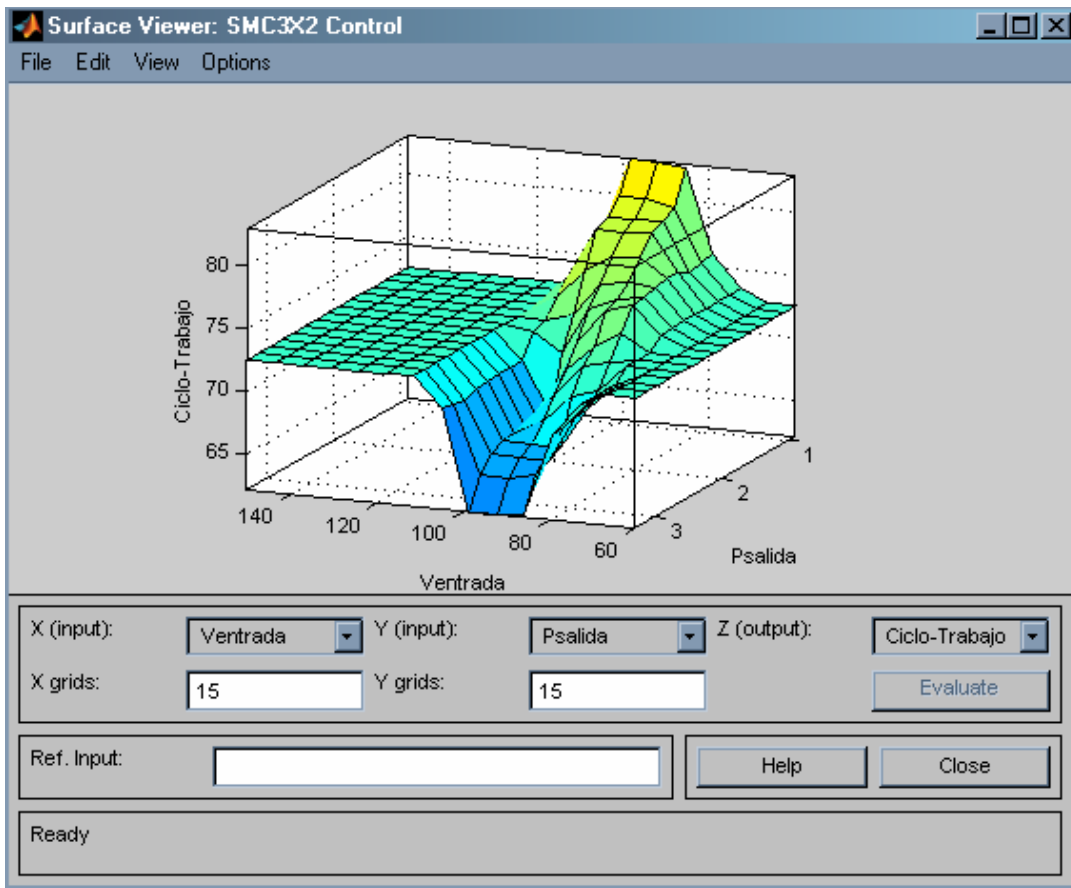


Figura 5.5. Visualizador de superficie.

5.8 Conclusiones

Ya que se ha visto que el FLT entrega a manera de simulación resultados satisfactorios al sistema de control que se empleará en el SMC de 3X2, por lo que ahora se exportará esta misma idea al simulador PSIM y será necesario programar el proceso de fusificación y defusificación en lenguaje C++, esto con el objetivo de exportar dicha ideología en el mismo software.