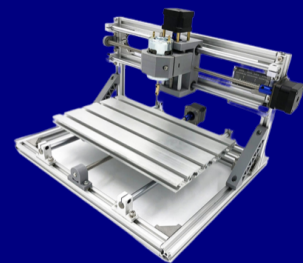


MANUAL DE USUARIO

Guía para Operar la CNC 3018 con Transductor Ultrasónico
(Español)

Instrucciones de uso
Comandos necesarios
Instalación de software



Laboratorio de Investigación en Ingeniería Biomédica
Universidad de Costa Rica

2023

LIIB

Laboratorio de
**Investigación en
Ingeniería Biomédica**

Índice

1. Instalación de software	3
1.1. Instalación de MATLAB	3
2. Creación del Código	5
2.1. Comandos comunes	5
2.2. Ejemplos de uso de Códigos G	5
3. Uso de la Interfaz Gráfica de Usuario	7
3.1. Desplazamiento Rápido y Desplazamiento Lento	7
3.2. Muestrear	8
3.3. Ejecutar G-code	9
3.4. Agregar G-code	9
3.5. Eliminar G-code	9
4. Instrucciones generales de uso	10
5. Prevención y solución de problemas	11

Introducción

En esta guía se presenta cómo operar una máquina CNC modelo 3018, para controlar la posición de un transductor ultrasónico. Se guiará sobre el proceso de instalación de software necesario, el lenguaje de programación utilizado por la máquina, el uso de una interfaz gráfica y las instrucciones de uso generales del sistema.

En esta guía se encuentran una serie de secciones que cubren diferentes aspectos de este proceso:

1. **Instalación de Software:** Antes de empezar, se mostrará cómo instalar MATLAB y los controladores necesarios para la CNC 3018. Se proporcionarán instrucciones paso a paso para garantizar una configuración exitosa.
2. **Funcionamiento del Código:** Se enseñará el lenguaje de programación que utiliza la CNC, a partir del cuál se desarrolla el control desde MATLAB. Se explicarán las funciones clave y los comandos necesarios para el control de la máquina.
3. **Interfaz Gráfica de Usuario:** El usuario será introducido a la interfaz desarrollada en MATLAB para simplificar la operación. Esta interfaz permitirá controlar la máquina de forma intuitiva, incluso sin tener experiencia previa en programación.
4. **Instrucciones de Uso:** Aquí se encontrará una descripción detallada de cómo utilizar la máquina CNC 3018 adaptada a un transductor ultrasónico.
5. **Solución de Problemas:** Esta sección proporcionará soluciones a los problemas comunes a los que el usuario se podría enfrentar durante la operación del sistema.

Estamos seguros de que esta guía te proporcionará las herramientas necesarias para aprovechar al máximo esta configuración y llevar a cabo tus proyectos de manera eficiente. ¡Comencemos!

1 Instalación de software

1.1. Instalación de MATLAB

Obtener una Licencia de MATLAB

MATLAB es un software comercial, por lo que se necesitará una licencia válida para poder instalarlo y utilizarlo. Esta se puede obtener a través del sitio web oficial de MathWorks mediante una cuenta educativa, por ejemplo.

Requisitos del Sistema

Antes de la instalación, es necesario comprobar que el equipo utilizado cumple con los requisitos mínimos para instalar y ejecutar MATLAB. Esto incluye la capacidad del sistema, sistema operativo, RAM, espacio en disco, etc. Se pueden consultar los requisitos específicos para la versión de MATLAB que se desea instalar en el sitio web de MathWorks.

Descargar MATLAB

Se debe iniciar sesión en la cuenta de MathWorks e ir a la página de descarga de MATLAB. Luego, seleccionar la versión de MATLAB que se desea descargar (por ejemplo, MATLAB R2023a o MATLAB R2023b) y elegir el sistema operativo correspondiente (Windows, macOS o Linux).

Se proporcionará un archivo de instalación que debe descargarse.

Ejecutar el Instalador

Una vez que se haya completado la descarga, se ejecuta el archivo de instalación de MATLAB descargado. Esto iniciará el proceso de instalación.

Seguir las Instrucciones de Instalación

El instalador de MATLAB guiará a través del proceso de instalación. Es necesario seguir las instrucciones detalladas proporcionadas por el instalador.

Durante la instalación, se pedirá el ingreso de la clave de licencia de MATLAB obtenida en el Paso 1.

También se podrán seleccionar los componentes de MATLAB que se desea instalar. En caso de no saber cuáles seleccionar, la configuración predeterminada suele ser adecuada para la mayoría de los usuarios.

Activación de la Licencia

Una vez que se complete la instalación, se deberá activar la licencia de MATLAB, siguiendo las instrucciones proporcionadas para activar MATLAB en línea.

Iniciar MATLAB

Después de activar la licencia, será posible iniciar MATLAB desde el menú de inicio (en Windows) o desde la terminal (en macOS o Linux). MATLAB proporcionará una interfaz gráfica donde se podrá comenzar a trabajar.

¡Eso es todo! Ahora se tendrá MATLAB instalado y listo para ser usado.

2 Creación del Código

Un archivo G-Code es un archivo de texto de extensión .gcode utilizado por máquinas de impresión en 3D o por máquinas CNC, como es el caso de la presente. Este tipo de archivo corresponde a las instrucciones que la máquina seguirá para producir su movimiento en las direcciones determinadas.

Al abrir el archivo de MATLAB de este sistema de control de la CNC, se tendrá la opción de ejecutar movimientos en la máquina, llevados a cabo automáticamente mediante este lenguaje. O también se tendrá la opción de digitar directamente los comandos en lenguaje G-Code. En anexos, se pueden encontrar los comandos más útiles y utilizados.

2.1. Comandos comunes

En esta sección, se proporcionará la introducción a los comandos de control numérico (G y M) que son esenciales para programar y controlar la CNC 3018. Estos comandos permitirán definir movimientos, velocidades y operaciones específicas para tu máquina CNC.

2.2. Ejemplos de uso de Códigos G

G00: Avance rápido

Código: G00 X100 Y20 Z5

- **G00** es el código G para avance rápido, que ejecutará la herramienta de forma rápida a una ubicación sin cortar material.
- **X100** indica un movimiento rápido a lo largo del eje X hacia la posición 100 unidades.
- **Y20** indica un movimiento rápido a lo largo del eje Y hacia la posición 20 unidades.
- **Z5** indica un movimiento rápido hacia arriba o abajo a lo largo del eje Z a la posición 5 unidades.

Este código se utiliza para mover la herramienta rápidamente a la ubicación especificada antes de realizar cualquier operación de corte. Es útil para desplazarse de un punto a otro de manera eficiente sin cortar material.

G01: Interpolación lineal

Ejemplo: G01 X50 Y30

- **G01** es el código G para interpolación lineal, que mueve la herramienta en una trayectoria recta desde su posición actual hasta la nueva posición.

- **X50** indica un movimiento lineal a lo largo del eje X hacia la posición 50 unidades.
- **Y30** indica un movimiento lineal a lo largo del eje Y hacia la posición 30 unidades.

Este código se utiliza para cortar material a lo largo de una trayectoria lineal. La herramienta se moverá en línea recta desde su posición actual hasta la nueva posición especificada.

G02: Interpolación circular horaria

Ejemplo: G02 X60 Y40 I10 J0

- **G02** es el código G para interpolación circular horaria, que mueve la herramienta en una trayectoria circular en sentido horario.
- **X60** indica la coordenada X del centro de la circunferencia.
- **Y40** indica la coordenada Y del centro de la circunferencia.
- **I10** es la distancia en X desde la posición actual al centro de la circunferencia.
- **J0** es la distancia en Y desde la posición actual al centro de la circunferencia.

Este código se utiliza para realizar tomas con el transductor en una trayectoria circular en sentido horario alrededor del centro especificado.

G03: Interpolación circular anti-horaria

Ejemplo: G03 X80 Y60 I10 J0

- **G03** es el código G para interpolación circular anti-horaria, que mueve la herramienta en una trayectoria circular en sentido anti-horario.
- **X80** indica la coordenada X del centro de la circunferencia.
- **Y60** indica la coordenada Y del centro de la circunferencia.
- **I10** es la distancia en X desde la posición actual al centro de la circunferencia.
- **J0** es la distancia en Y desde la posición actual al centro de la circunferencia.

Este código se utiliza para realizar tomas para el transductor en una trayectoria circular en sentido anti-horario alrededor del centro especificado.

3 Uso de la Interfaz Gráfica de Usuario

Una vez instalado y abierto MATLAB, se debe abrir el archivo *Interfaz_CNC.m*. Este contiene el script en el que se desarrolló la interfaz gráfica para controlar la posición de la máquina, por lo que el siguiente paso es presionar el botón RUN en la pestaña EDITOR.

El primer paso es elegir el idioma, en este caso se debe dar click en *Español*. Y esto abrirá el menú principal, el cual se puede observar en la figura 1. En este, el recuadro de la sección izquierda permite visualizar el código G-code que será ejecutado en la máquina, código que será creado según la operación seleccionada o bien creado por el mismo usuario. Mientras que del lado derecho, se presentan los botones de las opciones disponibles para el control de la máquina.

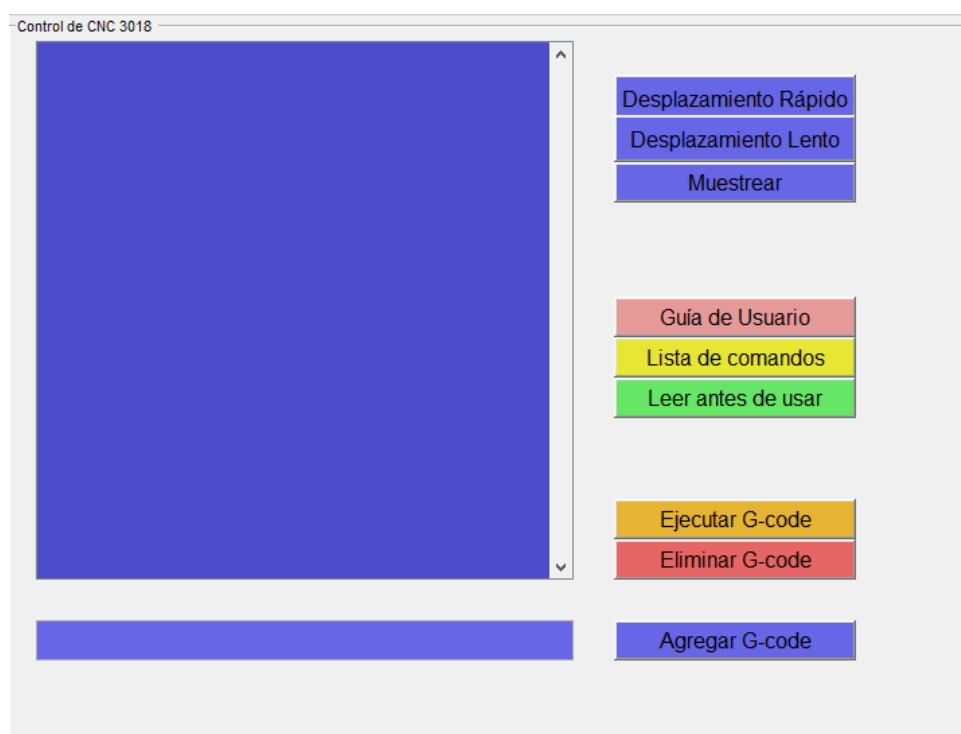


Figura 1: Vista del menú principal de la interfaz gráfica.

A continuación se presenta una descripción de los botones disponibles en el menú principal.

3.1. Desplazamiento Rápido y Desplazamiento Lento

Estos corresponden a las dos opciones de desplazamiento automático, cuyos botones se presentan en la parte superior derecha del menú y en color azul. Cuando uno de estos dos sea seleccionado, se abrirá la interfaz que se presenta en la figura 2. En este se pueden apreciar cuatro botones direccionales, donde los verticales corresponden al movimiento a través del eje Y y los horizontales corresponden al movimiento a través del eje X.

Para realizar un cambio de posición del puntero de la máquina, se debe indicar cuántos pasos se desean mover, en el recuadro de *Distancia*, y se debe indicar en cuánto tiempo se desea que sea ejecutado el movimiento, en el recuadro de *Tiempo*. La distancia se debe dar en milímetros. Y, finalmente, se debe dar click en una de las direccionales, según se requiera el movimiento.

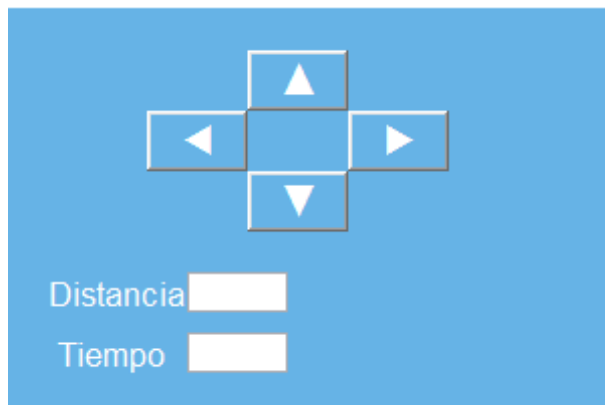


Figura 2: Vista del menú de desplazamiento rápido/lento.

3.2. Muestrear

Justo debajo de los botones de desplazamiento, se encuentra el botón *Muestrear*, que abrirá el menú mostrado en la figura 3. En este, solo es necesario ingresar la longitud en milímetros de muestreo requerida y el tiempo de espera antes de empezar la toma de la muestra.

A partir de la posición actual, la máquina moverá el transductor la mitad del recorrido en dirección negativa y ahí se empezará la muestra, para luego volver a la posición inicial. El eje X será el más utilizado en este caso, debido a la configuración y el funcionamiento del transductor, aunque también existe la posibilidad de realizar esta función a lo largo del eje Y.

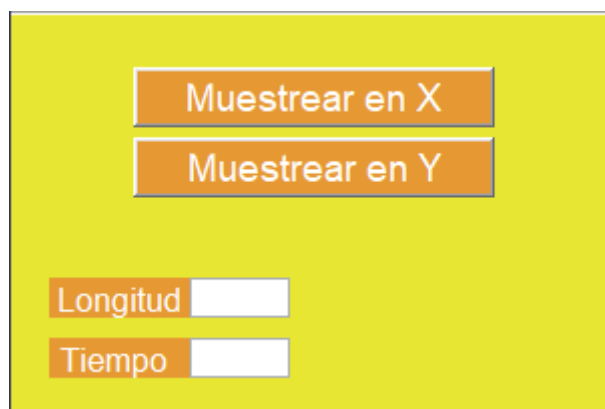


Figura 3: Vista del menú de toma de muestras.

3.3. Ejecutar G-code

Una vez seleccionados los movimientos requeridos, se debe dar click en el botón *Ejecutar G-code*, el cual abrirá la aplicación original de la CNC. Se debe esperar a que, en la parte superior derecha, aparezca indicación "Listo." al abrir y conectar el puerto de comunicación entre la computadora y la máquina, y entonces se debe dar click en *Enviar* para iniciar el movimiento.

3.4. Agregar G-code

Si se desea, también es posible ingresar explícitamente un código en el lenguaje de programación que la máquina recibe, esto al hacer click en la barra inferior izquierda. Una vez ingresado el código requerido, se debe presionar el botón *Agregar G-code*, con lo cual aparecerá el comando en el panel de comandos.

3.5. Eliminar G-code

En caso de un error o un cambio en la selección de comandos o de movimiento requerido, se puede seleccionar el comando correspondiente del panel de comandos y dar click en el botón *Eliminar G-code*.

4 Instrucciones generales de uso

Para utilizar este sistema, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Colocar el transductor requerido en el soporte y asegurarlo por medio de las dos tiras con velcro.
2. Conectar, por medio de un cable USB, la máquina CNC con la computadora que se esté utilizando. Este estará conectado a uno de los puertos de la placa de circuito de la parte trasera de la máquina. Y el nombre del puerto de la máquina debe corresponderse con el nombre seleccionado en la aplicación original de la CNC.
3. Una vez conectada la máquina, esta se debe encender bajando el interruptor mostrado en la figura 4. Una luz led roja indicará que la máquina está encendida.

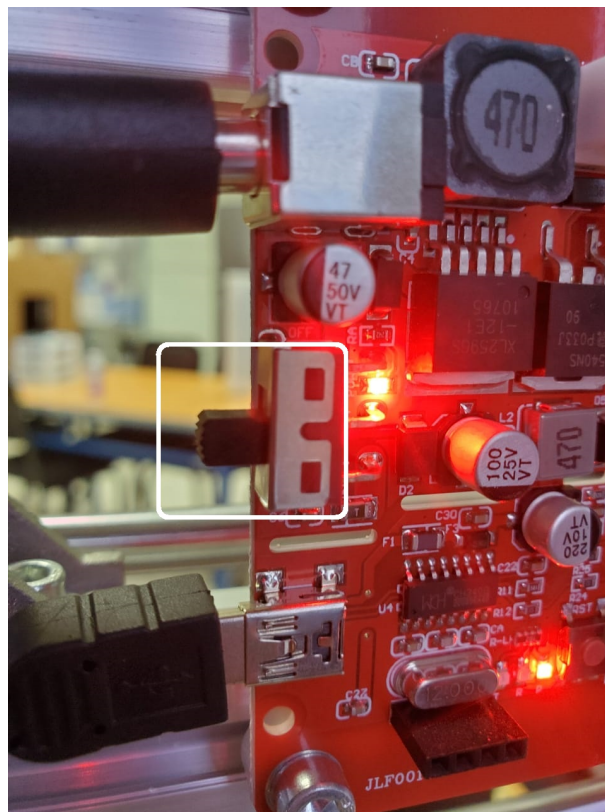


Figura 4: Interruptor de la máquina CNC

4. Ahora, el siguiente paso es abrir el archivo *interfaz_CNC.m* en MATLAB y correrlo, para poder utilizar la interfaz gráfica creada y explicada en la sección anterior. Así, será posible controlar la posición del transductor y realizar diversas funciones.

5 Prevención y solución de problemas

Desplazamientos máximos

Aunque dentro del código creado en MATLAB se tomaron en cuenta los límites de desplazamiento de la máquina y no se permitirá la ejecución de funciones que no respeten estos límites, es posible que en determinado caso esta prevención sea insuficiente. Por lo que, si se llega a presentar que la posición de la máquina sobrepasa sus rangos posibles, se debe presionar el botón *Pausar* de la aplicación original de la máquina.

Calibración del origen

A través del uso de la interfaz gráfica, la posición de la máquina siempre volverá al punto inicial si se ingresa el código *G28* al final de cada movimiento. Este punto se denominó como el centro geométrico de los tres ejes y es a partir de este que se generaron las restricciones de movimiento. Pero si llega a perder este, se puede calibrar el origen.

Esto se puede lograr moviendo la posición de la máquina al inicio de cada eje y ejecutando el código *G00 X242 Y135 Z35*.

Software

Es importante tener cuidado de no alterar el código del archivo .m que controla la máquina CNC y contiene la interfaz gráfica para utilizarla de manera simple. Un cambio pequeño podría derivar en errores de sintaxis o de compilación.

Anexos

Lista de comandos útiles

Comandos G

Los comandos G son comandos utilizados para definir funciones de movimiento y operación. A continuación, encontrarás una lista de comandos G comunes y sus funciones.

- G00** Avance rápido
- G01** Interpolación lineal (avance de maquinado)
- G02** Interpolación circular horaria
- G03** Interpolación circular anti-horaria
- G04** Espera para la puerta de la fresadora
- G09** Parada exacta
- G10** Colocar el cero del programa
- G11** Cancelar modo cero del programa
- G12** Función fija CW (en torno)
- G13** Función fija CCW (en torno)
- G15** Cambiar el plano en XY
- G16** Cambiar el plano en ZX
- G17** Seleccionar plano XY
- G18** Seleccionar plano ZX
- G19** Seleccionar plano YZ
- G20** Entrada de datos en pulgadas
- G21** Entrada de datos en milímetros
- G22** Chequear el cero de máquina o la posición de referencia (home)
- G23** Ir a la posición de referencia de la máquina (home)
- G27** Regresar al punto de referencia
- G28** Regresar al segundo punto de referencia
- G29** Saltar una función
- G30** Corte para rosca
- G31** Interpolación circular en esquinas

- G32** Cancelar compensación en el corte
- G33** Rosca rígida
- G34** Rosca helicoidal izquierda
- G35** Rosca helicoidal derecha
- G36** Rosca múltiple izquierda
- G37** Rosca múltiple derecha
- G38** Cancelar compensación de esquina
- G39** Cancelar compensación en el corte
- G40** Compensación en el corte a la izquierda
- G41** Compensación en el corte a la derecha
- G42** Compensación en la longitud de la herramienta
- G43** Compensación en la longitud de la herramienta
- G44** Cancelar compensación en la longitud de la herramienta
- G49** Cancelar compensación de herramienta
- G50** Cancelar escalas
- G51** Escala
- G52** Coordenadas locales
- G53** Coordenadas máquina
- G54** Coordenadas de trabajo sistema 1
- G55** Coordenadas de trabajo sistema 2
- G56** Coordenadas de trabajo sistema 3
- G57** Coordenadas de trabajo sistema 4
- G58** Coordenadas de trabajo sistema 5
- G59** Coordenadas de trabajo sistema 6
- G60** Posición en una sola dirección
- G61** Parar modo exacto
- G62** Sistema de control en el modo automático en las esquinas
- G63** Modo de roscado
- G64** Modo de corte

- G65** Llamado de marcos
- G66** Esperar señal
- G67** Esperar cancelación de la señal
- G68** Coordinar rotación
- G69** Cancelar coordinar rotación
- G70** Avance rápido en el ciclo de perforado
- G71** Ciclo de perforado con velocidades de corte
- G72** Roscado
- G73** Ciclo de desbaste en eje Z
- G74** Ciclo de desbaste en eje X
- G76** Ciclo de ranurado
- G80** Cancela el ciclo
- G81** Ciclo de perforado sencillo
- G82** Taladrado con tiempo de espera en el fondo
- G83** Profundidad del agujero en el ciclo de perforado
- G84** Ciclo de roscado
- G85** Ciclo para ampliar agujeros
- G86** Ciclo para ampliar agujeros
- G87** Regresar al ciclo de ampliar agujeros
- G88** Ciclo de ampliar agujeros
- G89** Ciclo de ampliar agujeros
- G90** Coordenadas absolutas
- G91** Coordenadas incrementales
- G92** Desplazamiento hasta el origen del sistema
- G94** Velocidad de avance en mm / min
- G95** Velocidad de avance en rev / min
- G98** Regresar al nivel inicial
- G99** Regresar al punto R

Códigos M

Los códigos M son comandos utilizados para controlar funciones auxiliares de la máquina CNC.

- M00** Para el programa
- M01** Parar opcionalmente
- M02** Reset programa
- M03** Encender Husillo horario
- M04** Encender husillo anti-horario
- M05** Apagar el husillo
- M06** Cambio automático de herramienta
- M07** Refrigeración "B.^{en}cendida
- M08** Refrigeración .A.^{en}cendida
- M09** Apagar refrigeración
- M10** Abrir Prensa
- M11** Cerrar prensa
- M13** Husillo hacia delante y refrigerante encendido
- M14** Husillo hacia atrás y refrigerante encendido
- M15** Programa de entrada usando MIN P
- M16** Orientación del husillo
- M19** ATC Coger herramienta
- M20** ATC Sacar herramienta
- M21** ATC Bajar herramienta
- M22** ATC Subir herramienta
- M23** Reset el carrusel al bolsillo uno
- M24** Reset el carrusel en la posición del bolsillo
- M27** Seleccionar DNC modo
- M28** Reset y Reactivar programa
- M29** Incrementar conteo de partes
- M30** Para el programa

- M31** Esperar para que se apague la señal 1
- M37** Abrir la puerta en una parada
- M38** Abrir puerta
- M39** Cerrar puerta
- M40** Mirar porcentaje de avance al 100
- M41** Cancelar M48
- M43** Salida auxiliar 1 encendida
- M44** Salida auxiliar 2 encendida
- M45** Salida auxiliar 1 apagada
- M48** Cancelar M48
- M49** Salida auxiliar 2 apagada
- M50** Esperar la salida auxiliar 1 encendida
- M51** Esperar la salida auxiliar 2 encendida
- M52** Lleva al robot a la posición Home
- M53** Espejo en X encendido
- M54** Espejo en Y encendido
- M56** Espejo en IV encendido
- M57** Esperar la salida auxiliar 1 apagada
- M62** Esperar la salida auxiliar 2 apagada
- M63** Espejo en X apagado
- M64** Espejo en Y apagado
- M65** Espejo en IV apagado
- M66** Llamado de un subprograma
- M67** Fin del subprograma
- M68** Espejo en X encendido
- M69** Espejo en X apagado
- M70** Espera para que se apague la señal 1
- M71** Espera para que se apague la señal 2
- M73** Apaga espejo en X

M76 Llamado de un subprograma

M77 Fin del subprograma

M80 Espejo en X encendido

M81 Espejo en X apagado

M83 Espejo en Y encendido

M98 Espera para que se apague la señal 1

M99 Espera para que se apague la señal 2