



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

## “IMPORTANCIA DE LA CABECERA DE PROGRAMACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE CONTROL NUMÉRICO”

AUTORÍA <b>JAIME MESA JIMÉNEZ</b>
TEMÁTICA <b>PROGRAMACIÓN EN CONTROL NUMÉRICO</b>
ETAPA <b>F. P.</b>

### Resumen

La programación en control numérico es una asignatura obligatoria para el alumnado de mecanizado. Estos no están interesados en los conceptos teóricos sino en la práctica principalmente. Para comenzar a utilizar los programas de CNC, los alumnos han de conocer ciertas órdenes que son la base de su funcionamiento. He aquí un modo de relacionar comandos de modo que les sea más fácil recordarlos y aplicarlos.

### Palabras clave

Frase de programación

Número de bloque

Funciones preparatorias

Funciones auxiliares

Coordenadas

Avance.

Compensación

Plano de trabajo



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

**PROBLEMÁTICA DE LA ENSEÑANZA DE CONTROL NUMÉRICO.**

Dentro de las enseñanzas del ciclo de grado medio y también del superior de técnico en mecanizado, se imparte un módulo destinado a la programación por control numérico. La aceptación de este módulo por el alumnado es baja, pues requiere de una base teórica importante dentro de un ciclo eminentemente práctico.

Debido a esto, el profesor ha de inculcar la necesidad de aprender y memorizar ciertos comandos básicos que serán los cimientos de la programación que pretendemos enseñar.

A estos comandos y ordenes es a lo que hemos llamado cabecera de programación, pues en todos los programas que vayamos a realizar, se escribirán de uno u otro modo para dar unas condiciones iniciales a la máquina, conformes a lo que se desea ejecutar.

Para que estas órdenes sean fáciles de memorizar y aprender, tendremos que agruparlas de forma lógica, por ello nuestra cabecera de programación consta de varios bloques. Cada uno de ellos contiene ordenes relacionadas entre si que concretaremos y explicaremos con un comentario que reforzará este aprendizaje.

Lo primero que el alumno ha de aprender es como se ordenan las frases de programación para que el control las entienda. De otro modo este nos dará un mensaje de error. Es lógico pues si un alumno nos preguntase, “por ¿baño ir puedo ?favor al” no sabríamos de que nos está hablando, lo mismo le sucede al programa, el tiene su propia gramática que al ser alterada deteriora el sentido de la frase haciéndola incomprensible.

**ORDEN DE LAS FRASES EN PROGRAMACIÓN**

Ha de ser siempre:

N Bloque	F. preparatorias	Coordenadas		
N ----	G-- G--	X----,----	Y----,----	Z----,----
V. Avance	V. giro	Herramienta	F. Auxiliares	Comentario
F----	S----	T--.--	M-- M--	(-----)

Pasaremos a explicar a que se refiere cada uno de estos parámetros y que es lo más importante que el alumno ha de saber de ellos.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 ABRIL DE 2009

#### NÚMERO DE BLOQUE "N"

Es obligatorio indicarlo para que el control entienda donde empieza el bloque y así pueda identificar los comandos.

Permite números del 0 al 9999, el número se elige por el programador y va siempre en orden ascendente, es aconsejable al programar numerarlos de diez en diez. De este modo podremos insertar bloques, en el caso de que necesitemos modificar el programa, intercalándolos entre los ya existentes lo que evita tener que renombrarlos todos.

#### FUNCIONES PREPARATORIAS "G"

Son de suma importancia, existen alrededor de 85 funciones preparatorias. Indican al control el tipo de movimiento que han de efectuar los carros (rectos, circulares, rápidos, con avance controlado, ciclos ...) y las referencias que tomará el control (unidades, tipo de cota, origen de coordenadas, ...).

Estas funciones se expresan con dos caracteres, con estos nos referiremos a la función escogida, se numeran desde el 00 al 99, cuando el primer número es 0 este se puede obviar.

Se pueden escribir varias en una frase, si hubiese dos ordenes contradictorias el control obedecerá a la última que se lea.

Las funciones pueden ser modales o no. En caso de ser modales, permanecerán activas en los comandos posteriores a su escritura hasta que se escriba otra orden que la contradiga. También las clasificaremos por el momento en que se ejecutan, pudiendo ser de principio de línea, es decir, se ejecutan antes de empezar el movimiento, o de fin de línea en el caso se ejecuten cuando este ha terminado.

#### COORDENADAS "X", "Y", "Z".

Con estas letras nos referimos a las coordenadas cartesianas de los puntos del espacio. Pueden tener cuatro dígitos y cuatro decimales, y tener signo positivo o negativo, cuando el signo es positivo este se puede obviar. Son valores modales, es decir, no es necesario volver a escribirlos en el bloque siguiente si no cambia su valor.

#### COORDENADAS "R", "A"

Con estas letras nos referimos a las coordenadas polares de los puntos del espacio. Al igual que las coordenadas cartesianas pueden tener cuatro dígitos y cuatro decimales, y tener signo positivo o negativo, cuando el signo es positivo este se puede obviar. También son valores modales, es decir, no es necesario volver a escribirlos en el bloque siguiente si no cambia su valor. Pero habremos de seleccionar un centro de polares antes de programar con este tipo de coordenadas.



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 17 ABRIL DE 2009

#### VELOCIDAD DE AVANCE “F”

Indica al control la velocidad con la que debe avanzar la herramienta durante los comandos de corte. Se puede expresar en mm/min (G94). Ejem: 120 mm/min o en mm/rev (G95) Ejem.: 0,15 mm/rev.

Para una S de 800 rpm el avance 0,2 mm/rev. Será  $0.15 \times 800 = 120\text{mm/min}$ .

Como existen estas dos modalidades de avance, habremos de tener mucha precaución con que tipo vamos a programar y el valor de la misma. Si estamos con G95 activado mm/rev y metemos el dato como mm/min el control irá muy rápido, romperíamos la pieza y la herramienta. Lo mismo pasa si no metemos ningún valor de F, ya que el control irá por defecto a su máxima velocidad. Es modal, se mantiene hasta que ponemos otro valor.

#### VELOCIDAD DE GIRO “S”

En el torno se pueden tener dos formatos, en revoluciones por minuto o como velocidad de corte en metros partido por minuto. En este último caso, el control se adecuará a la velocidad de giro de la pieza según su diámetro para que la velocidad de corte se mantenga constante, es el más utilizado.

En la fresadora la velocidad de giro siempre viene expresada en rpm. De no aportar este dato el control toma como velocidad de giro el valor 0 con lo que al entrar en contacto la herramienta con la pieza no se producirá el corte, sino un choque con el consiguiente perjuicio para ambas.

#### DATOS DE LA HERRAMIENTA “T”

En las máquinas de control numérico existen cambiadores automáticos de herramientas para escoger la cuchilla o fresa adecuada a la operación que vayamos a realizar. Con esta función se indica la herramienta que queremos utilizar con dos dígitos y a continuación, separados por un punto con otros dos dígitos indicaremos el corrector a aplicar a dicha herramienta. Continuamos utilizando la herramienta hasta que indiquemos su cambio, es decir, es modal.

El corrector se escoge en función del diámetro de la herramienta, su desgaste, etc...

#### FUNCIONES AUXILIARES “M”

Controlan los aspectos auxiliares del mecanizado, se colocan al final de la frase pero se ejecutan dentro de la misma, al principio o al final dependiendo de cada orden. Se escriben con dos dígitos pero cuando el primero de ellos es cero se puede obviar.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

### COMENTARIO “( )”

Después de cada frase de programación se puede escribir un comentario para aclarar la acción realizada, este irá siempre entre paréntesis. El control no intentará leer nada de lo que se encuentre escrito entre paréntesis.

### CABECERA DE PROGRAMACIÓN.

Como hemos mencionado, consiste en un bloque o bloques en los que se resetean las funciones que la máquina pudiera tener activas de otros programas que no se han cerrado (M30) sino parado (M00). Con estos bloques nos aseguramos que el punto de partida queda definido como el que nosotros hemos previsto para el programa. En la cabecera se incluirán funciones preparatorias, velocidad de avance, velocidad de giro, herramienta a utilizar y funciones modales.

La mayoría de los manuales engloban todos estos comandos en un sólo bloque, sin seguir ningún criterio en el orden de colocación. Para la enseñanza de estas funciones las he distribuido en distintos bloques según un criterio determinado, lo que ayudará a la comprensión y aprendizaje de las mismas. De modo que, a medida que se van repitiendo en los distintos ejercicios, el alumno comprenda la situación en que se encuentra el control, como y cuando ésta ha de ser modificada.

La distribución de las funciones será realizada de la siguiente forma:

En el primer bloque de programación escribiremos un comentario que defina la pieza que queremos realizar, para asegurarnos de que es ésta y no otra parecida, pues el control sólo permite asignar números a los nombres de programa.

N05 (Nombre del programa)

En el segundo bloque, definiremos como vamos a indicar las coordenadas con las siguientes funciones preparatorias.

#### UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

**G71 → Programación en mm:** Es la más habitual, la que el control tiene por defecto, es modal y se anula con su contradicción G70.

**G70 → Programación en pulgadas:** Al cambiar a pulgadas cambia la actuación del desplazamiento de los carros y las cotas se visualizarán en el monitor en esta unidad. Es modal y se anula con su contradicción G71.



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 17 ABRIL DE 2009

#### TIPO DE COTAS

**G90 → Programación en cotas absolutas:** Es el sistema más usado en la industria. Las cotas irán todas referidas a un origen de coordenadas predeterminado por el programador. Es modal y se anula con su contradicción G91.

**G91 → Programación en cotas incrementales:** Las cotas de un punto irán referidas al anterior punto programado. El origen de coordenadas cambia cada vez que nos desplazamos siendo este su origen. Es modal y se anula con su contradicción G90.

En el segundo bloque elegiremos la unidad y el tipo de cotas a utilizar. Por regla general en España se utiliza el sistema métrico, por lo que las unidades irán en mm. Al ser los primeros movimientos y no tener constancia de donde se encuentra en principio la herramienta, comenzaremos programando en cotas absolutas. Se escribiría así:

N10 G71 G90 (Cotas en milímetros y en coordenadas absolutas)

Al tercer bloque le corresponderá definir las condiciones de corte.

UNIDAD DE LA VELOCIDAD DE AVANCE "F"

**G94 → Velocidad de avance expresada en mm/min:** Tendremos en cuenta todo lo explicado en el apartado "F" velocidad de avance. Es modal y se anula con su contradicción G95.

**G95 → Velocidad de avance expresada en mm/rev:** Tendremos en cuenta todo lo explicado en el apartado "F" velocidad de avance. Es modal y se anula con su contradicción G94.

#### PUNTO DE AVANCE CONSTANTE

**G96 Velocidad de avance superficial constante:** Mantendrá la velocidad de corte superficial constante, variando cuando fuese preciso (interpolaciones circulares) la velocidad de avance, con ello el acabado resulta más homogéneo. Es modal y se anula con su contradicción G97.

**G97 Velocidad de avance constante:** Mantendrá la velocidad de avance siempre constante en el centro de la herramienta. Es modal y se anula con su contradicción G96.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

En este bloque escribiremos en que unidades viene dado el avance y su tipo, así como su valor y la velocidad de giro que para fresadora viene siempre dada en rpm. Su escritura será:

N20 G94 G96 F120 S900 (condiciones de corte, avance en mm/min cte. en superficie)

ACABADO DE LAS ARISTAS

**G05 Trabajo en arista matada:** El control produce un pequeño redondeo en las aristas del orden de 0.1 mm de radio. Es modal y se anula con su contradicción G07.

**G07 Trabajo en arista viva:** El control no cambia de dirección hasta que no se encuentra en la posición indicada por lo que dejará las aristas vivas y cortantes. Es modal y se anula con G05.

En el cuarto bloque definimos las condiciones de trabajo

SELECCIÓN DEL PLANO DE TRABAJO

Para trabajar en la fresadora tendremos que escoger el plano de trabajo correspondiente a cada una de las caras del paralelepípedo de partida, escogeremos el plano perpendicular a la posición de la herramienta.

**G17→ Selección del plano XY:** Es el que la máquina tiene por defecto, en el caso de una fresadora de tres ejes, el plano de trabajo siempre será el XY pues la fresa está en el eje Z. es modal y se anula con cualquiera de los otros dos

**G18→ Selección del plano XZ:** Para máquinas de cinco ejes. Es modal y se anula con cualquiera de los otros dos.

**G19→ Selección del plano YZ:** Para máquinas de cinco ejes. Es modal y se anula con cualquiera de los otros dos.

La selección del plano de trabajo influye en comandos como:

- Interpolaciones circulares.
- Redondeo controlado de aristas.
- Entrada y salida tangencial.
- Achaflanado.
- Ciclos fijos de mecanizado.
- Giro del sistema de coordenadas.
- Utilización de la compensación del radio.
- Utilización de la compensación de longitud.

El cuarto bloque de programación incluye el plano de trabajo, que principalmente, y siempre que se opere con máquinas de tres ejes, será el plano XY. La forma de trabajar las aristas será por regla general matadas, a no ser que se pretenda que tengan filo cortante.

N30 G05 G17 (Trabajo en arista matada y en el plano XY)



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

En el siguiente bloque el alumno indicará las características de la herramienta.

#### ANULACIÓN DE LAS COMPENSACIONES DE LA HERRAMIENTA

**G40 → Anulación de compensación de radio:** Con esta orden se anula la compensación del radio de la herramienta que hemos definido en la tabla de herramientas del control. Es modal y se anula con G41 o G42.

**G44 → Anulación de compensación de longitud:** Con esta orden se anula la compensación de la longitud de la herramienta que hemos definido en la tabla de herramientas del control. Es modal y se anula con G43.

En el quinto bloque definiremos las condiciones de la herramienta, por desconocimiento del uso de las compensaciones, que veremos más adelante, serán anuladas por el momento pero sembraremos la semilla para la comprensión de que con cada cambio de herramienta, viene un cambio de compensaciones.

N40 G00 G40 G44 T1.1 (anulación de las compensaciones y elección de la herramienta).

En el siguiente bloque indicaremos las funciones auxiliares de cabecera.

#### SENTIDO DE GIRO DEL CABEZAL

Ha de seleccionarse antes de que la herramienta entre en contacto con la pieza, de lo contrario ésta se partirá.

**M03 → Giro de la herramienta a derechas:** Es la más habitual debido a la forma del filo de la herramienta. Hace girar la misma en el sentido de las agujas de reloj.

**M04 → Giro de la herramienta a izquierdas:** Hace girar la herramienta en el sentido contrario a las agujas de reloj.

**M05 → Parada del giro del cabezal.**

#### CAMBIO DE LA HERRAMIENTA

Previamente al mecanizado tendremos que escoger la herramienta adecuada y su corrector, con la orden T---. Si el sistema posee un cargador automático el control parará el giro y realizará el cambio de herramienta, de lo contrario la máquina parará el giro y realizará el ajuste indicado con el nuevo corrector sin cambiar de herramienta.

**M06 → Cambio de herramienta:** Se coloca en el renglón siguiente a la elección de la herramienta, habremos de tener cuidado de realizarlo en una posición alejada de la pieza para que no se produzcan choques con la herramienta de camino al cambiador.





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 17 ABRIL DE 2009

#### REFRIGERANTE

**M08** → Puesta en marcha del refrigerante: Es modal y de principio de línea.

**M09** → Parada del refrigerante: Es modal y de fin de línea.

El sexto bloque una vez escogida la herramienta será indicarle que la coja y comience a girarla.

N50 M6 M03 M08 (coger la herramienta previamente seleccionada, le imprimo giro a derechas y pongo en marcha el refrigerante)

Dentro de la cabecera hemos englobado también el último bloque del programa que utilizará uno de estos comandos.

#### DETENCIÓN Y PARO

**M00** → **Parada de la ejecución del programa:** Al ejecutar esta orden el control parará, quedando a la espera de que pulsemos sobre el mismo la orden de marcha (verde) con lo que se reanudará la ejecución de los siguientes bloques.

**M01** → **Parada condicional del programa:** Actúa como el M00 sólo cuando en la botonera de control hemos seleccionado la posición 1, cuando seleccionemos la posición 0 el control no lo tendrá en cuenta y realizará el programa sin parar.

**M02** → **Final de programa:** El control finaliza el programa y con ello resetea todas las funciones modales que se estaban utilizando, activando por defecto las iniciales. Los bloques posteriores nunca se ejecutarán, pero para volver a ejecutarlo habremos de volver al principio del mismo y después arrancar de nuevo el programa.

**M30** → **Final de programa y vuelta al inicio:** El control finaliza el programa igual que en la orden M02, pero además, vuelve automáticamente al principio del programa. De este modo para volver a ejecutarlo sólo tendremos que cargar el material y dar al botón de marcha. Esta orden se usa más que M02 pues la contiene y completa.

Para terminar en el último bloque escribo M30 y termino volviendo a las condiciones iniciales de mecanizado.

N200 M30



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 17 ABRIL DE 2009

### **Ejemplo de cabecera de programación**

La cabecera de programación quedaría de esta forma:

N05 (Nombre del programa)

N10 G71 G90 (Cotas en milímetros y en coordenadas absolutas)

N20 G94 G96 F120 S900 (condiciones de corte, avance en mm/min cte. en superficie)

N30 G05 G17 (Trabajo en arista matada y en el plano XY)

N40 G00 G40 G44 T1.1 (anulación de las compensaciones y elección de la herramienta)

N50 M6 M03 (coger la herramienta previamente seleccionada y giro a derechas)

N50 G00 G40 G44 T1.1 (anulación de las compensaciones y elección de la herramienta)

....

N200 M30

De este modo, cada vez que el alumno realice un programa, estará reforzando el conocimiento y comprensión de las órdenes básicas. A estas les iremos sumando el resto a lo largo del curso, de modo que cada programa sea una suma de las órdenes utilizadas con anterioridad y alguna nueva, siempre añadiendo un comentario que refuerce su aprendizaje.

### **Bibliografía:**

Control numérico y programación. Curso práctico.

Autor: Francisco Cruz Teruel.

Editorial: Marcombo. Ediciones técnicas.

---

### **Autoría**

- Nombre y Apellidos: Jaime Mesa Jiménez
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. Ostippo
- E-mail: jaimemesa@ono.com