

**Teoría y problemas resueltos en**  
**PROGRAMACIÓN**  
**CONTROL NUMÉRICO**

**Alberto Cuesta Arranz**  
**Félix Ledo Pernas**



**Teoría y problemas resueltos en  
PROGRAMACIÓN CONTROL  
NUMÉRICO**



**Autores:**

© Alberto Cuesta Arranz  
Félix Ledo Pernas

**Diseño cubierta**  
Roser Romaguera

**Editor del proyecto**  
Carla Xargayó

**Coordinación editorial**  
Carles Parcerisas

© Reservados todos los derechos de publicación, reproducción, préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión del uso de este ejemplar de la presente edición española por MARCOMBO S.A., 2006  
Gran Vía de les Corts Catalanes, 594  
08007 Barcelona

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes. *Código Penal*). El Centro Español de Derechos Reprográficos ([www.cedro.org](http://www.cedro.org)) vela por el respeto de los citados derechos.

**Consulte nuestro fondo editorial**  
<http://www.marcombo.com>

**Pueden existir materiales adicionales a este libro alojados en la URL:**

<http://www.marcombo.com/descargas>

El autor de la obra alojará en esta dirección materiales adicionales que considere de interés para sus lectores, y los irá actualizando periódicamente.

**ISBN: 84-267-1382-3**  
Impreso en España  
*Printed in Spain*  
D.L.:

## PRÓLOGO

En los últimos años, los procesos de fabricación exigen cada vez menores tolerancias de fabricación y menores precios de las piezas para poder abaratar costes. Como consecuencia, las mecanizaciones que anteriormente se realizaban de manera manual han pasado a desarrollarse mecánicamente e incluso en numerosas ocasiones automáticamente sin necesidad de ningún operario.

Para dar este paso, uno de los factores más importantes ha sido la adecuación de las máquinas de mecanizado, en las que se ha conseguido dar pasos de gigante hasta alcanzar muy altas velocidades de mecanizado con sorprendentes tolerancias de fabricación incluso después de tiradas de 10.000 piezas. Uno de los causantes de tan tremenda revolución ha sido la integración de los controles numéricos en los procesos de fabricación, sistemas capaces de controlar el entorno de la máquina, la propia fabricación y el estado de cada uno de los ejes que intervienen en la fabricación.

En este texto se tratará de dar una reseña sobre las mejoras que el control numérico ha ido sufriendo con el paso de los años, las máquinas herramientas en las que habitualmente se suele integrar este tipo de controles y, lo más importante, cómo programar dichos controles para que ejecuten las funciones necesarias. Además se añade un capítulo muy extenso con ejercicios resueltos para que sirvan de ayuda al programador.

# ÍNDICE

PRÓLOGO .....	7
ÍNDICE .....	9
<b>1. HISTORIA.....</b>	<b>11</b>
<b>2. BREVE DESCRIPCIÓN DE SUS DIFERENTES INTEGRACIONES .....</b>	<b>15</b>
2.1 TORNO .....	15
2.2 FRESADORA .....	17
2.3 LÁSER .....	19
<b>3. CONCEPTOS BÁSICOS DE MATEMÁTICAS.....</b>	<b>22</b>
3.1 TEOREMA DEL COCIENTE .....	22
3.2 TEOREMA DE PITÁGORAS .....	23
3.3 FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.....	26
<b>4. CONCEPTOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>31</b>
4.1 FUNCIONES G: SISTEMAS DE REFERENCIA Y COORDENADAS .....	37
<i>G71/G70: PROGRAMACIÓN EN MILÍMETROS O PULGADAS.....</i>	<i>37</i>
<i>G72: FACTOR DE ESCALA .....</i>	<i>37</i>
<i>G90/G91: PROGRAMACIÓN EN COORDENADAS ABSOLUTAS O INCREMENTALES .....</i>	<i>38</i>
<i>G92: CERO MÁQUINA .....</i>	<i>38</i>
<i>G54/G55/G56/G57/G58/G59: TRASLADOS DE ORIGEN.....</i>	<i>40</i>
<i>G74: BÚSQUEDA AUTOMÁTICA DE REFERENCIA-MÁQUINA .....</i>	<i>41</i>
4.2 FUNCIONES G: DEFINICIÓN DE TRAYECTORIAS .....	42
<i>G00/G01: TRAYECTORIA LINEAL.....</i>	<i>42</i>
<i>G02/G03: TRAYECTORIA CIRCULAR .....</i>	<i>42</i>
<i>G04: TEMPORIZACIÓN.....</i>	<i>45</i>
<i>G08: TRAYECTORIA CIRCULAR TANGENTE A LA TRAYECTORIA ANTERIOR.....</i>	<i>45</i>
<i>G09: TRAYECTORIA CIRCULAR DEFINIDA POR TRES PUNTOS .....</i>	<i>46</i>
PROBLEMA 1A .....	47
PROBLEMA 2A .....	50
PROBLEMA 3A .....	53
PROBLEMA 4A .....	58
PROBLEMA 5A .....	63
PROBLEMA 6A .....	67
4.3 FUNCIONES G: FUNCIONES ADICIONALES.....	72
<i>G40/G41/G42: COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTA .....</i>	<i>72</i>
<i>G10/G11/G12/G13/G14: FUNCIÓN ESPEJO O SIMETRÍA .....</i>	<i>76</i>
<i>G36: REDONDEADO CONTROLADO DE ARISTAS.....</i>	<i>77</i>
<i>G39: ACHAFLANADO DE ARISTAS .....</i>	<i>77</i>
PROBLEMA 1B.....	79
PROBLEMA 2B.....	83
PROBLEMA 3B.....	88
4.4 CICLOS FIJOS.....	93
<i>G79: MODIFICACIÓN DE ALGÚN PARÁMETRO DEL CICLO ACTIVO.....</i>	<i>94</i>
<i>G80: ANULACIÓN CICLO.....</i>	<i>94</i>
<i>G82: CICLO DE TALADRADO CON TEMPORIZACIÓN.....</i>	<i>95</i>
<i>G87: CICLO DE CAJERA RECTANGULAR .....</i>	<i>97</i>
4.5 SUBROUTINAS .....	101
4.6 FUNCIONES M.....	104
PROBLEMA 1C.....	107
PROBLEMA 2C.....	110

PROBLEMA 3C.....	113
PROBLEMA 4C.....	116
PROBLEMA 5C.....	119
PROBLEMA 6C.....	124
PROBLEMA 7C.....	127
PROBLEMA 8C.....	131
PROBLEMA 9C.....	135
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>139</b>