

a
acadèmica

Control numérico

Marco y fundamentos

2ª Edición

Francisco González Contreras
Pedro Rosado Castellano



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Francisco González Contreras
Pedro Rosado Castellano

Control numérico marco y fundamentos

Colección Académica

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: González Contreras, F.; Rosado Castellano, P. (2020) *Control numérico: marco y fundamentos*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

Segunda edición, 2015 (edición impresa)
Primera edición, 2020 (edición electrónica)

© Francisco González Contreras
Pedro Rosado Castellano

© 2020, Editorial Universitat Politècnica de València
Venta: www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6591_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-408-1 (versión impresa)
ISBN: 978-84-9048-874-4 (versión electrónica)

Si el lector detecta algún error en el libro o bien quiere contactar con los autores, puede enviar un correo a edicion@editorial.upv.es

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es

AUTORES

FRANCISCO GONZÁLEZ CONTRERAS

Ingeniero industrial por la Universitat Politècnica de València. Realizó su tesis doctoral en el ámbito de la planificación de procesos, para piezas mecanizadas. Ha desarrollado su actividad docente e investigadora en ámbitos relacionados tanto directamente, como indirectamente, con el Control Numérico. Actualmente es profesor titular de universidad en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación de la Universitat Politècnica de València.

PEDRO ROSADO CASTELLANO

Ingeniero industrial por la Universitat Politècnica de València. Realizó su tesis doctoral en el ámbito de las células de fabricación flexible, para piezas mecanizadas. Ha desarrollado su actividad docente e investigadora en gran variedad de temas vinculados a la fabricación. Actualmente es profesor titular de universidad en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación de la Universitat Politècnica de València.

RESUMEN

El libro es una monografía sobre control numérico, e intenta abarcar tanto sus fundamentos, como el marco en el que se desarrolla. El primer capítulo es una introducción que pretende enmarcar el control numérico dentro de la fabricación. Los dos siguientes capítulos se dedican a introducir los fundamentos del control numérico y de las máquinas herramienta que lo utilizan. Los capítulos cuarto y quinto se centran en las normativas para la estandarización del control numérico y su programación. El capítulo sexto contiene ejemplos prácticos resueltos.

ÍNDICE

TEMA I. MARCO DEL CONTROL NUMÉRICO	9
I.1. INTRODUCCIÓN AL CICLO PRODUCTIVO	9
I.2. LA FLEXIBILIDAD EN LA FABRICACIÓN	11
I.2.1. ESTRATEGIAS PARA SISTEMAS DE FABRICACIÓN.....	12
I.2.2. TRANSPORTES	15
I.2.3. ALMACENES.....	15
I.2.4. ORGANIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	15
I.3. EL ORDENADOR EN LA FABRICACIÓN.....	17
I.4. CONCEPTO DE FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR.....	19
I.4.1. CONTROL DEL PROCESO.....	20
I.4.2. PLANIFICACIÓN DEL PROCESO	21
I.4.3. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.....	23
I.4.4. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	23
TEMA II. INTRODUCCIÓN AL CONTROL NUMÉRICO	25
II.1. INTRODUCCIÓN.....	25
II.2. CONTROL NUMÉRICO	26
II.3. ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA MÁQUINA DE CN.....	26
II.4. CAMPO DE APLICACIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA DE CONTROL NUMÉRICO	28
II.5. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	29
II.6. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO	30
II.7. IMPLANTACIÓN DE MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO.....	32
TEMA III. MÁQUINAS HERRAMIENTA DE CONTROL NUMÉRICO....	35
III.1. INTRODUCCIÓN	35
III.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CONTROLES ...	36
III.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS CONTROLES SEGÚN EL CONTROL DE POSICIONAMIENTO	36
III.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS CONTROLES SEGÚN EL TIPO DE CONTROL	40
III.3. ELEMENTOS DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA DE CONTROL NUMÉRICO.....	44
III.3.1. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	44

III.3.2. ACCIONAMIENTOS.....	46
III.3.3. BUCLE DE SERVOMECANISMO O CONTROL DE POSICIONAMIENTO	52
III.3.4. SISTEMAS DE MEDIDA.	54
III.3.5. AUTOMATISMOS.....	60
TEMA IV. CONCEPTOS PARA PROGRAMACIÓN DE MAQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO	67
IV.1. INTRODUCCIÓN.....	67
IV.2. EJES Y SISTEMA DE REFERENCIA.....	67
IV.2.1. NORMATIVA DE EJES Y MOVIMIENTOS.....	68
IV.2.2. SISTEMAS DE REFERENCIA	77
IV.3. CORRECTORES DE LAS HERRAMIENTAS.....	80
IV.3.1. CORRECTORES DE LAS HERRAMIENTAS ROTATIVAS.....	81
IV.3.2. CORRECTORES DE LAS HERRAMIENTAS DE TORNEADO	82
IV.4. COMPENSACIÓN DEL RADIO DE HERRAMIENTA.....	85
TEMA V. PROGRAMACIÓN MANUAL BÁSICA CON CONTROL NUMÉRICO	91
V.1. FASES DE LA PROGRAMACIÓN MANUAL.....	91
V.2. FORMATOS DE PROGRAMACIÓN	92
V.3. FORMATO ISO DE PROGRAMACIÓN.....	94
V.3.1. CARACTERES RESERVADOS.....	94
V.3.2. FORMATOS NUMÉRICOS	95
V.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS BLOQUES.....	96
V.3.4. PROGRAMACIÓN DE VELOCIDADES DE AVANCE Y DE ROTACIÓN	104
V.3.5. PROGRAMACIÓN DE HERRAMIENTAS Y SUS CORRECTORES	105
V.3.6. FUNCIONES AUXILIARES.....	105
V.4. PROGRAMACIÓN AVANZADA.....	106
TEMA VI. EJERCICIOS RESUELTOS.....	109
VI.1. EJEMPLO CNC FRESADO 1.....	109
VI.1.1. PLANO DE LA PIEZA Y MATERIAL DE PARTIDA.....	109
VI.1.2. OPERACIONES Y HERRAMIENTAS.....	110
VI.1.3. PROCEDIMIENTOS DE MECANIZADO.....	111
VI.1.4. ORIGEN PIEZA	114
VI.1.5. PROGRAMA CNC	115
VI.2. EJEMPLO CNC FRESADO 2.....	118
VI.2.1. PLANO DE LA PIEZA Y MATERIAL DE PARTIDA.....	118
VI.2.2. OPERACIONES Y HERRAMIENTAS.....	118

VI.2.3. PROCEDIMIENTOS DE MECANIZADO.....	120
VI.2.4. ORIGEN PIEZA	122
VI.2.5. PROGRAMA CNC	122
VI.3. EJEMPLO CNC TORNEADO 1.....	127
VI.3.1. PLANO DE LA PIEZA Y MATERIAL DE PARTIDA.....	127
VI.3.2. OPERACIONES Y HERRAMIENTAS.....	128
VI.3.3. PROCEDIMIENTOS DE MECANIZADO.....	130
VI.3.4. ORIGEN PIEZA	134
VI.3.5. PROGRAMA CNC	134
VI.4. EJEMPLO CNC TORNEADO 2.....	138
VI.4.1. PLANO DE LA PIEZA Y MATERIAL DE PARTIDA.....	138
VI.4.2. OPERACIONES Y HERRAMIENTAS.....	139
VI.4.3. PROCEDIMIENTOS DE MECANIZADO.....	140
VI.4.4. ORIGEN PIEZA	141
VI.4.5. PROGRAMA CNC	142
BIBLIOGRAFÍA.....	145

TEMA I. MARCO DEL CONTROL NUMÉRICO

I.1. INTRODUCCIÓN AL CICLO PRODUCTIVO

Dentro del sistema económico, las empresas de la industria manufacturera son importantes unidades generadoras de riqueza. Su actividad fundamental consiste en la producción de productos y/o bienes de equipo, a partir de unos materiales brutos o de partida.

Para ello, se aplican sobre éstos unos procesos de transformación que involucran toda una secuencia de operaciones de fabricación, generalmente compleja, entre las que se incluyen operaciones de conformado, de montaje, de transporte, de inspección, etc. Cada una de estas operaciones requiere el empleo o asistencia de un equipo, máquina, trabajador, o cualquier combinación de estos recursos. Todos estos recursos forman el sistema de fabricación que la empresa necesita para producir.

Sin embargo, las tareas que una empresa necesita realizar para producir, no están representadas únicamente por estas operaciones aplicadas sobre el material, sino que incluyen otras muchas que deben garantizar la supervivencia de la empresa y que dan lugar al ciclo productivo básico.

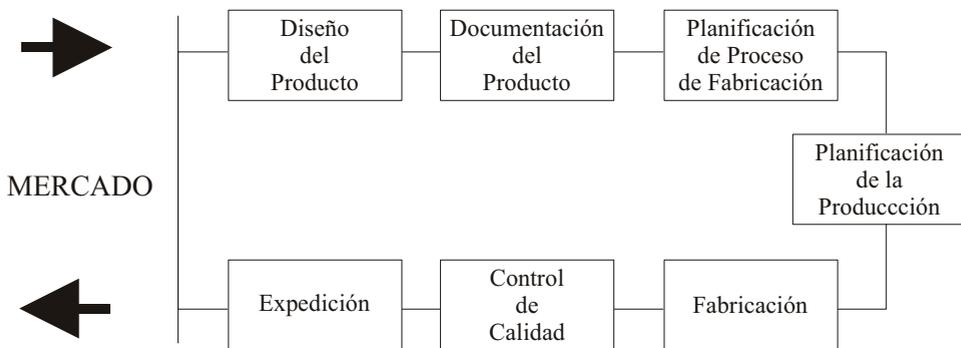


Figura 1-1. Ciclo productivo.

En la Figura 1- 1 se puede observar de forma simplificada este ciclo productivo, que comienza con el diseño y definición del producto a fabricar. Para su éxito, este diseño debe dar respuesta a unas necesidades detectadas en los futuros compradores y cumplir las restricciones que imponga el mercado en forma de calidades, precios, utilidad, etc. Una vez diseñado el producto, se procede a la generación de toda la documentación necesaria del mismo (planos de definición, pliegos de condiciones, etc.). Obtenida esta información, se puede realizar la planificación del proceso, es decir, determinar los materiales de partida, las secuencias de operaciones, las herramientas y utillajes, etc. para llevar a cabo la fabricación del producto. Definido el plan de proceso, el producto puede ser lanzado a la planta de fabricación donde entrará en competencia con el resto de las piezas y productos que se están fabricando para la utilización de los recursos necesarios (máquinas, herramientas, operarios, etc.). La planificación de la producción será la encargada de determinar los instantes de tiempo en que tendrá disponibles esos recursos y, por tanto, en que momentos se efectuarán las etapas de fabricación. Una vez realizadas todas las operaciones necesarias y obtenido el producto final, se realizan sobre el mismo los controles necesarios para validar su calidad, quedando en disposición de ser expedido al mercado.

Esta simplificación del ciclo productivo que se ha expuesto, tiene como comienzo y final el mercado, cuya interacción con la empresa se convierte en un factor de importancia decisiva. Este mercado se caracteriza por una fuerte competencia en precios, diversidad de productos, calidades, cortos plazos de desarrollos y entrega, etc. que lleva a las empresas a la necesidad de configurar sistemas productivos que sean capaces de:

- Mejorar la calidad integral de los productos.
- Reducir los costes de fabricación y ofertar productos más competitivos.
- Racionalizar el diseño de los productos, para incidir en la reducción de su coste de fabricación.
- Acortar los ciclos de desarrollo de nuevos productos, para dar una mayor respuesta a los cambios y necesidades del mercado.
- Mejorar los sistemas productivos para reducir los tiempos y aumentar la calidad en la producción.
- Disminuir el trabajo en proceso.
- En general, aumentar la flexibilidad del sistema productivo para incidir en cada uno de los aspectos mencionados anteriormente.

La respuesta a esta situación ha sido el cambio a sistemas productivos caracterizados por el uso de equipos automáticos y programables. Con ello se

Para seguir leyendo, inicie el proceso de compra, click aquí