

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño y simulación de la fabricación por manufactura sustractiva de un
elemento mecánico: engranaje de dientes rectos”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Mecánica

Presentado por:

Karen Lucía Vintimilla Vásquez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia, principalmente a mi mamá, quién con su amor, sacrificio y consejos me ha guiado a lo largo de mi vida hasta llegar a este momento y cumplir una de mis metas más importantes. A mis tíos y primos, quienes me han dado su apoyo y me han acompañado desde el primer día de esta etapa. Finalmente, pero no menos importante, a mis amigos, por estar presentes en los buenos momentos, pero sobre todo en las ocasiones más duras y de arduo estrés durante estos años.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis padres: Gonzalo y Doris, mis tíos: Carmen, Jorge y Ney, mis primos: Richard y Denys, por creer en mi potencial e inculcarme valores y principios que llevaré siempre conmigo, gracias por su apoyo y brindarme una educación de calidad. A mi tutor, MSc. Fausto Maldonado, quien con su paciencia y conocimiento me ha guiado durante el desarrollo de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Karen Lucía Vintimilla Vásquez y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Karen Vintimilla', written over a horizontal line.

Karen Lucía Vintimilla Vásquez

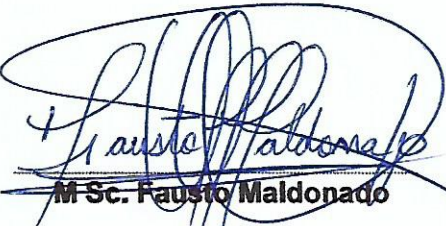
EVALUADORES

RODOLFO
EZEQUIEL
PAZ MORA

Digitally signed by
RODOLFO EZEQUIEL
PAZ MORA
Date: 2020.09.16
17:38:04 -05'00'

M Sc. Rodolfo Paz

PROFESOR DE LA MATERIA



M Sc. Fausto Maldonado

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto recopiló información detallada acerca de equipos, herramientas, insumos, energía consumida y costos del proceso de fabricación por manufactura sustractiva de un elemento mecánico, donde la materia prima era un polímero. Además, se calculó parámetros inherentes del proceso, como las condiciones y potencia de corte. El objetivo de esta investigación es analizar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes rectos por manufactura sustractiva para recopilar datos del proceso. Inicialmente, se llevó a cabo una metodología de diseño, donde se escogió la mejor alternativa de los procesos por manufactura sustractiva existentes para desarrollar la fabricación, quedando seleccionada la fresadora CNC (marca: ROLAND; modelo: MDx-40), así como, se seleccionó el engranaje de dientes rectos más adecuado para el proceso según la normativa AGMA. Posteriormente, se seleccionó la materia prima (ABS), la herramienta de corte (fresa helicoidal positiva de 3mm de diámetro). Los parámetros de corte seleccionados/calculados fueron: velocidad de corte 141.37 m/min, velocidad del husillo 15000 rpm, avance para desbaste 0.25 mm/rev (3750 mm/min), avance para acabado 0.05 mm/rev (750 mm/min) y una profundidad de corte de 0.50 mm. Los resultados obtenidos fueron: el código de programación CNC para el mecanizado, el tiempo de fabricación de la pieza $T_u = 73.07$ min, la potencia eléctrica consumida $P_e = 0.15$ kW y el consumo eléctrico $E_c = 0.18$ kWh. Además, se estimaron los costos de fabricación, dando un total de \$137,56. Las principales conclusiones de este proyecto son: el tiempo de fabricación obtenido en los cálculos es menor que el tiempo obtenido con las simulaciones. El consumo eléctrico calculado es bajo, sin embargo, es un valor aproximado de lo consumido durante el proceso de corte y que no toma en cuenta otros procesos adicionales que realiza el equipo. El análisis de costo muestra los principales valores para la fabricación de la pieza.

Palabras Clave: proceso de fabricación, manufactura sustractiva, parámetros de corte, engranaje de dientes rectos.

ABSTRACT

This project compiled detailed information about equipment, tools, supplies, energy consumed and costs of the manufacturing process by subtractive manufacturing of a mechanical element, where the raw material was a polymer. In addition, the inherent parameters of the process, such as cutting conditions and power, are calculated. The objective of this research is to analyze the manufacturing process of a spur gear by subtractive manufacturing to collect process data. Initially, a design methodology was carried out, where the best alternative of the existing subtractive manufacturing processes was chosen to develop the manufacture, being selected the CNC milling machine (brand: ROLAND; model: MDx-40), as well as, selected the most suitable spur gear for the process according to AGMA regulations. Subsequently, the raw material (ABS), the cutting tool (positive helical cutter with 3mm diameter) was selected. The selected / calculated cutting parameters were: cutting speed 141.37 m / min, spindle speed 15000 rpm, feed for roughing 0.25 mm / rev (3750 mm / min), feed for finishing 0.05 mm / rev (750 mm / min) and a depth of cut of 0.50 mm. The results obtained were: the CNC programming code for the machining, the part manufacturing time $T_u = 73.07$ min, the electrical power consumed $P_e = 0.15$ kW and the electrical consumption $E_c = 0.18$ kWh. In addition, manufacturing costs were estimated, giving a total of \$ 137.56. The main conclusions of this project are: the manufacturing time obtained in the calculations is less than the time obtained with the simulations. The calculated electricity consumption is low; however, it is an approximate value of what is consumed during the cutting process and does not take into account other additional processes carried out by the equipment. The cost analysis shows the main values for the manufacture of the part.

Keywords: *manufacturing process, subtractive manufacturing, cutting parameters, spur gear.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Justificación del proyecto.....	1
1.3 Objetivos.....	1
1.3.1 Objetivo General.....	1
1.3.2 Objetivos Específicos.....	1
1.4 Marco teórico.....	2
1.4.1 Manufactura sustractiva.....	2
1.4.2 Engranaje de dientes rectos.....	5
1.4.3 Materiales para engranajes.....	7
1.4.4 Fabricación de engranajes de dientes rectos.....	8
CAPÍTULO 2.....	12
2. Metodología.....	12
2.1 Diseño conceptual.....	14
2.1.1 Planteamiento del problema.....	14
2.1.2 Caja negra y caja transparente.....	14
2.1.3 Lista de atributos y objetivos del diseño.....	15
2.1.4 Selección de la mejor alternativa.....	18
2.1.5 Criterios de selección.....	18
2.1.6 Comparación por pares.....	18
2.1.7 Tabla morfológica.....	20
2.2 Diseño preliminar.....	21
2.2.1 Selección del engranaje de dientes rectos.....	21

2.2.2	Materia prima	25
2.2.3	Máquina-herramienta	27
2.2.4	Herramienta de corte	28
2.3	Diseño detallado.....	29
2.3.1	Selección de velocidad de corte, avance y profundidad	29
2.3.2	Velocidad rotacional del husillo.....	31
2.3.3	Velocidad de avance.....	32
2.4	Diseño Final	33
2.4.1	Parámetros de corte	33
2.4.2	Sujeción	34
3.	Resultados y Análisis	35
3.1	Ciclo de fabricación	35
3.2	Simulación.....	37
3.3	Tiempo de mecanizado	43
3.4	Tiempo total de mecanizado	45
3.5	Fuerza de corte	45
3.6	Potencia de Corte y Potencia Eléctrica	48
3.7	Consumo Eléctrico	49
3.8	Análisis de costos.....	50
4.	Conclusiones y recomendaciones	51
4.1	Conclusiones.....	51
4.2	Recomendaciones.....	52

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CNC	Control Numérico Computarizado
AGMA	American Gear Manufacturers Association

SIMBOLOGÍA

ϕ_p	ángulo de presión
D_p	diámetro de paso
P_d	paso diametral
m	módulo
e	espesor circular del diente
h	holgura básica mínima
r	radio de filete
V_c	velocidad de corte
f	avance
f_r	velocidad de avance
P	profundidad de corte
T_m	tiempo de mecanizado

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Procesos más comunes del mecanizado [Groover,2009]	3
Figura 1.2 Geometría de contacto de un engrane. [Norton Robert, 2011].....	6
Figura 1.3 Nomenclatura del diente de un engrane. [Norton Robert, 2011]	6
Figura 1.4 Procesos de fabricación de engranajes por manufactura sustractiva. [Elaboración propia].....	8
Figura 2.1 Metodología del proceso de diseño. [Elaboración propia].....	13
Figura 2.2 Caja negra [Elaboración propia]	14
Figura 2.3 Caja transparente. [Elaboración propia]	15
Figura 2.4 Árbol de objetivos, funciones y medios. [Elaboración propia].....	17
Figura 2.5 Engranaje recto con $\varnothing_p=14.5^\circ$ y 11 dientes - Modelo 1. [Elaboración propia]	22
Figura 2.6 Engranaje recto con $\varnothing_p=14.5^\circ$ y 20 dientes- Modelo 2. [Elaboración propia]	22
Figura 2.7 Diseño de engranaje de dientes rectos con $\varnothing_p=20^\circ$ y 11 dientes - Modelo 3. [Elaboración propia]	23
Figura 2.8 Diseño de engranaje de dientes rectos con $\varnothing_p=20^\circ$ y 20 dientes - Modelo 4. [Elaboración propia]	23
Figura 2.9 Esquema del equipo CNC ROLAND MDx-40A. [Roland, 2020]	28
Figura 2.10 Fresa helicoidal. [Tecnocorte, 2020].....	28
Figura 2.11 Parámetros de corte para polímeros en operación de fresado. [Ensinger, 2017]	30
Figura 2.12 Cinta doble faz. [Frecuento, 2020].....	34
Figura 3.1 Operación de perfilado externo. [Inventor HSM, 2019].....	37
Figura 3.2 Perfilado externo con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019].....	37
Figura 3.3 Operación de perfilado interno. [Inventor HSM, 2019].....	38
Figura 3.4 Perfilado interno con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019].....	38
Figura 3.5 Operación de planeado. [Inventor HSM, 2019]	39
Figura 3.6 Planeado con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019].....	39
Figura 3.7 Operación de perfilado externo. [CIMCO Edit, 2020]	40
Figura 3.8 Operación de perfilado externo a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]	40
Figura 3.9 Operación de perfilado interno. [CIMCO Edit, 2020]	41

Figura 3.10 Operación de perfilado interno a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]	41
Figura 3.11 Operación de planeado. [CIMCO Edit, 2020]	42
Figura 3.12 Operación de planeado a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]	42
Figura 1 Engranaje de dientes rectos Tipo A. [Martin, 2019].....	56
Figura 2 Especificaciones técnicas para la selección del engranaje. [Martin, 2019] .	56
Figura 3 Especificaciones de AGMA para el diseño de dientes de engranajes rectos. [Norton Robert, 2011]	56
Figura 4 Engranaje de dientes rectos. [Inventor, 2019]	57
Figura 5 Mecanizado total. [Inventor HSM, 2019].....	58
Figura 6 Código CNC. [CIMCO Edit, 2020]	58
Figura 7 Perfilado externo. [Inventor HSM, 2019].....	59
Figura 8 Perfilado interno. [Inventor HSM, 2019].....	59
Figura 9 Planeado. [Inventor HSM, 2019]	59
Figura 10 Perfilado externo. [CIMCO Edit, 2020]	60
Figura 11 Perfilado interno. [CIMCO Edit, 2020]	60
Figura 12 Planeado. [CIMCO Edit, 2020]	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de los atributos de diseño. [Elaboración propia]	16
Tabla 2.2 Comparación por pares para criterios de diseño. [Elaboración propia]	19
Tabla 2.3 Importancia de los criterios de diseño. [Elaboración propia].....	19
Tabla 2.4 Funciones y medios del diseño. [Elaboración propia].....	20
Tabla 2.5 Matriz de decisión para seleccionar la mejor alternativa. [Elaboración propia]	21
Tabla 2.6 Importancia de criterios de selección para engranajes. [Elaboración propia]	24
Tabla 2.7 Matriz de decisión para seleccionar la mejor alternativa (engrane). [Elaboración propia].....	25
Tabla 2.8 Propiedades mecánicas del ABS. [Supertronic, 2020]	26
Tabla 2.9 Propiedades térmicas del ABS. [Supertronic, 2020]	26
Tabla 2.10 Dimensiones del material de trabajo. [Elaboración propia]	27
Tabla 2.11 Ficha técnica fresadora cnc. [Roland, 2020].....	27
Tabla 2.12 Especificaciones técnicas de la fresa de corte helicoidal positiva Z1. [Tecnocorte, 2020].....	29
Tabla 2.13 Velocidad de corte y avance en sistema internacional. [Elaboración propia]	30
Tabla 2.14 Velocidad de corte, avance y profundidad seleccionados. [Elaboración propia]	31
Tabla 2.15 Resultados de la velocidad de corte. [Elaboración propia]	31
Tabla 2.16 Parámetros de corte. [Elaboración propia]	33
Tabla 3.1 Ciclo de fabricación de un engranaje de dientes rectos. [Elaboración propia]	36
Tabla 3.2 Fuerza específica de corte para materiales sintéticos. [Dormer, 2012]	46
Tabla 3.3 Costo de fabricación. (Elaboración propia).....	50
Tabla 1 Resultados obtenidos para el cálculo del perfil del engranaje. [Elaboración propia]	57
Tabla 2 Comparación de tiempo de mecanizado por operación. [Elaboración propia]	61

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Engranaje de dientes rectos

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema

Con el fin de analizar el impacto de sostenibilidad al fabricar un elemento mecánico por manufactura sustractiva, no existe una base de datos que permita proyectar los equipos, insumos, herramientas, energía consumida y costos de dicho proceso para una pieza mecánica específica. El presente proyecto busca definir y recopilar estos datos para la manufactura sustractiva de un engranaje de dientes rectos, donde su material para fabricación será un polímero.

1.2 Justificación del proyecto

Obtener una base de información sobre el proceso, elementos y parámetros que actúan en la fabricación de una pieza mecánica por manufactura sustractiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes rectos por manufactura sustractiva, para recopilar datos inherentes del proceso, necesarios para verificar si el mismo es óptimo y sostenible.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar el procedimiento para proyectar la fabricación sustractiva de una pieza mecánica.
2. Analizar los diferentes elementos, energía consumida y costos que intervienen en el proceso de fabricación.
3. Simular todo el proceso de fabricación mediante software CAD y CAM.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Manufactura sustractiva

El mecanizado por arranque de viruta, también conocido como manufactura sustractiva, remueve material de un bloque sólido (materia prima) hasta lograr la forma deseada en la pieza final. Para este proceso se utiliza una herramienta de corte que puede tener uno o varios filos, arrancando grandes cantidades de viruta (material cortado) al ser desplazada sobre la pieza de trabajo.

El mecanizado empieza en la edad de piedra, donde las primeras herramientas, a base de piedra como materia prima, se obtienen por medio del tallado, pulido o perforado, dependiendo de las necesidades. Con el descubrimiento de la agricultura se desarrolla también la alfarería, con la cual se mejoró la dureza, resistencia, impermeabilidad, entre otras propiedades de los materiales mediante la cocción. Poco tiempo después se inventa el proceso de torneado, permitiendo fabricar piezas en menos tiempo. Con la revolución industrial se presentan mejoras de tecnología para procesos de producción, creando máquinas y herramientas que aprovechan la energía disponible, a pesar de que sus operaciones no cambian, presentan mejoras en cuanto al tiempo de fabricación y variedad de materiales en los que pueden trabajar. Estas máquinas y herramientas son creadas con el fin de disminuir el esfuerzo humano y sustituirlo por fuentes de energía. Sin embargo, la forma de la pieza sigue siendo dada por el operador en máquinas convencionales o por medio de un controlador en máquinas con control numérico CNC (TRESDE, 2019).

El mecanizado permite trabajar con una amplia gama de materiales, como metales sólidos, plásticos y compuestos plásticos, además, permite gran variedad de formas y características geométricas, como agujeros y redondeados, geometrías irregulares como ranuras y roscas, su precisión dimensional posee tolerancias muy estrechas (± 0.025 mm o ± 0.001 in), en cuanto al acabado superficial es capaz de crear

acabados muy tersos (0.4 micras o 16 μ -in); las principales desventajas de este proceso es el gran desperdicio de material, es decir la cantidad de viruta que se genera durante la fabricación de una pieza, así como también el consumo de tiempo para realizar la operación (Groover, 2009).

Las operaciones de mecanizado más comunes son: taladrado (figura 1b) torneado (figura 1a) y fresado (figuras 1c y 1d), estos procesos están conformados por una máquina que es la que realiza el esfuerzo, por utillajes que son los que sujetan la pieza que se quiere mecanizar y por herramientas de corte que son las que aplican el esfuerzo de la máquina sobre la pieza.

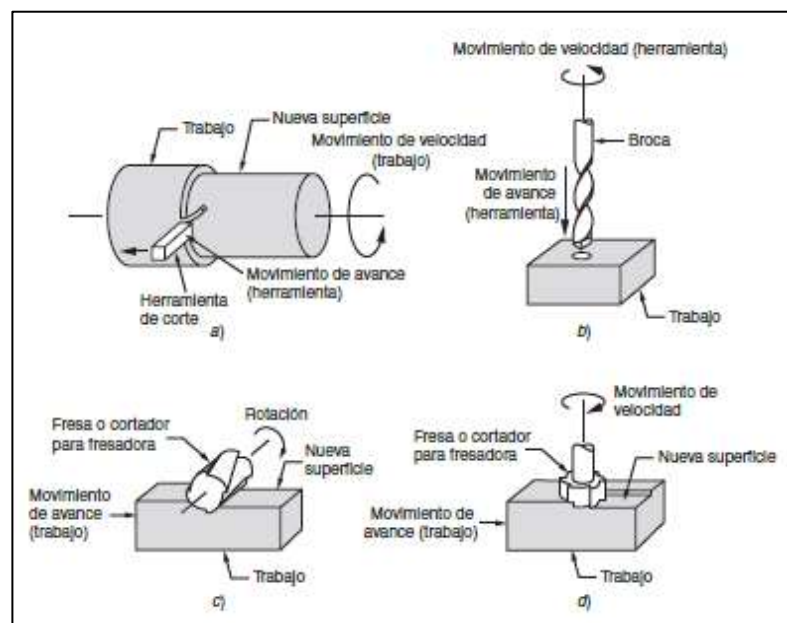


Figura 1.1 Procesos más comunes del mecanizado [Groover,2009]

Para los procesos de mecanizado antes mencionados se requieren herramientas con características específicas (material y geometría) para cada proceso.

En los procesos de taladrado se utilizan herramientas con características que les permiten resistir altos esfuerzos axiales, para torneado

generalmente se utilizan herramientas de un solo filo de corte, y para los procesos de fresado se utilizan herramientas de múltiples filos cortantes.

Para realizar la operación de corte se requieren algunas condiciones, se debe generar una combinación de movimientos relativos entre la herramienta de corte y la materia prima. Esta combinación de movimientos está formada por un movimiento primario que se conoce como **velocidad de corte** (V) y un movimiento secundario se denomina **avance** (f). Otra condición necesaria es la **profundidad de corte** (d), es decir, la cantidad de penetración de la herramienta en la superficie de la pieza que se está mecanizando (Groover, 2009).

- Velocidad de corte (V_c): es la velocidad periférica con la que los filos de corte de la herramienta mecanizan la pieza, para mejor acabado superficial es recomendable utilizar velocidades de corte altas.
- Velocidad de giro de la herramienta (n): es la velocidad angular de la herramienta de corte.
- Velocidad de avance (V_f): es la distancia recorrida por unidad de tiempo de la herramienta sobre la pieza a mecanizar.
- Avance (f): es la carga de viruta, es decir, el tamaño de la viruta formada por cada filo de corte.
- Profundidad de corte (d): es recomendable utilizar profundidad de corte bajo para mejorar los resultados del mecanizado.

En los procesos de mecanizado existen dos tipos de operaciones, el **desbaste** y el **acabado**, en la primera operación se realiza la remoción de grandes cantidades de material hasta casi llegar a la forma y medidas finales de la pieza y en la segunda se realiza menor cantidad de remoción hasta llegar a las dimensiones finales, tolerancias y acabado superficial.

1.4.2 Engranaje de dientes rectos

Para el análisis detallado de la manufactura sustractiva de una pieza mecánica se ha escogido un engranaje cilíndrico de dientes rectos, el cual es un elemento mecánico muy utilizado para transmitir potencia entre un componente y otro, este tipo de engranaje opera con ejes y con dientes paralelos a su centro.

La historia de los engranes es muy extensa, lo más probable es que estos fueron fabricados inicialmente a partir de madera u otros materiales blandos, donde sus dientes eran simples estacas insertadas en un disco o rueda. Con la llegada de la Revolución Industrial, los avances en las técnicas de manufactura dieron lugar a la creación de engranajes como se conocen en la actualidad (Norton Robert, 2011).

La manera más sencilla de transferir movimiento giratorio entre ejes es utilizando cilindros o rodillos. Sin embargo, su baja capacidad de torque permite el deslizamiento entre ellos, por lo tanto, al no generar la fricción suficiente en su punto de contacto estos rodillos giratorios deslizaran. Es por esta razón que se adicionaron los dientes de engranaje a los rodillos y este conjunto se lo conoce como engranaje.

Los dientes de un engrane poseen una terminología estándar, el **círculo base** es el cilindro donde se generan las cuerdas, las cuales son utilizadas para desarrollar la curva de la involuta; el **círculo de paso** es el diámetro del cilindro o rodillo; la altura total del diente es la suma del **adéndum** y **dedédum**, los cuales son la porción que se encuentra por encima y por debajo del círculo de paso respectivamente; el **ángulo de presión** es el ángulo entre la línea de acción y la dirección de la velocidad en el punto de paso; el **paso circular** es la longitud de arco en el círculo de paso, el cual define el tamaño del diente (Norton Robert, 2011). En la Figura 1.2 se muestra la geometría de contacto de dientes de engranes y en la Figura 1.3 la nomenclatura.

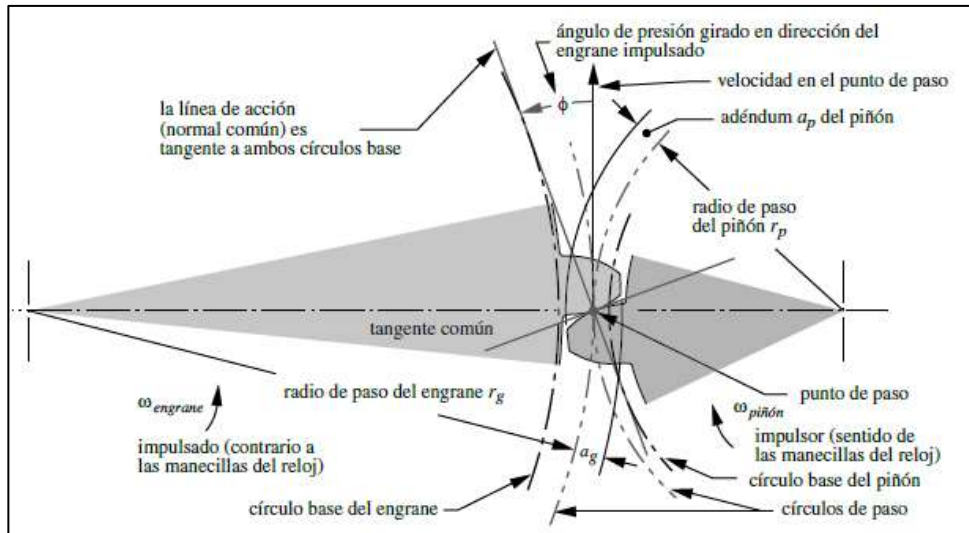


Figura 1.2 Geometría de contacto de un engrane. [Norton Robert, 2011]

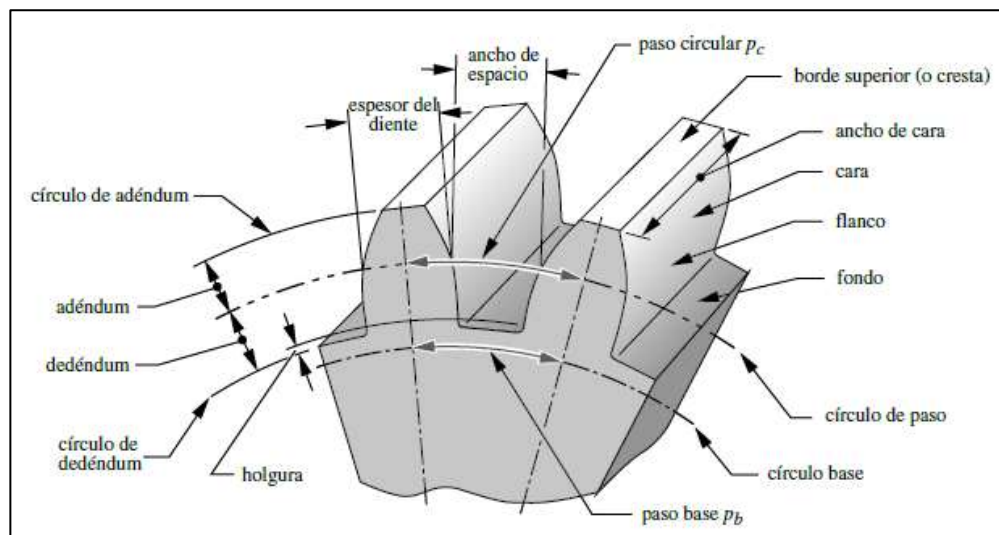


Figura 1.3 Nomenclatura del diente de un engrane. [Norton Robert, 2011]

Aplicaciones de engranajes cilíndricos de dientes rectos:

- Bombas hidráulicas: existen bombas hidráulicas que en un interior poseen 2 engranajes con el mismo número de dientes y que al girar producen el trasiego de aceites u otros líquidos.
- Caja reductora: los engranajes de cajas reductoras sirven para rebajar la velocidad del motor de un forma eficaz y segura.
- Centrales eléctricas: aquí se utilizan trenes de engranajes rectos para convertir energía eólica o hidroeléctrica en energía eléctrica.

- Relojes mecánicos: se utilizan engranajes de dientes rectos para ajustar la velocidad de las manecillas del reloj.

1.4.3 Materiales para engranajes

Existe un número limitado de materiales para la fabricación de engranajes, entre ellos tenemos aceros, hierros y bronces. En cuanto a los plásticos, existen dos grandes grupos, termoplásticos (ABS, Nylon, Polyamide, Polycarbonato, etc.) y termo estables (Amino, Epoxy, Poliéster, etc.), su selección dependerá de diferentes factores como absorción (humedad), resistencia (al impacto y la tracción) y costo (Rodríguez & Velázquez, 2007).

Los engranajes plásticos son usados en mecanismos de precisión donde la potencia a transmitir es baja, entre las ventajas de la fabricación de estos engranajes tenemos peso e inercia reducido debido a la densidad del material, menor ruido, capacidad para absorber golpes y vibraciones, algunos no requieren lubricación, etc. Sin embargo, también presentan desventajas, como poca resistencia a elevadas temperaturas, intolerancia a químicos, menor capacidad de carga, etc.

Existe una gran variedad de problemas que se presentan en el rendimiento de los engranajes metálicos, como vibración, calor, peso, corrosión, exceso de ruido, entre otros; otros problemas comunes son la sobre lubricación y el desgaste, lo cual genera contaminación ya sea por derrame de grasa o por partículas metálicas. Estos problemas se pueden mejorar al elegir engranajes plásticos mecanizados, ya que su mantenimiento y fallas serán menor que en los engranajes metálicos.

“Los materiales más comunes para engranajes plásticos mecanizados son acetal y nylon, el primero es dimensionalmente estable, no absorbe humedad y posee mayor resistencia a los químicos, así como también

lubricación continua; el nylon es auto lubricante, pero es menos estable dimensionalmente” (Funk, 2020).

Las tolerancias dimensionales de los engranajes, así como su calidad superficial dependen del estándar AGMA 2000-A88, la calidad (Qv) varía de acuerdo con el proceso de fabricación y también de la aplicación en la que se va a utilizar. El índice de calidad para engranajes de acuerdo con el estándar va desde 3 hasta 16, siendo 3 la peor calidad. La calidad de los engranajes fabricados por métodos de rectificado oscila entre 5 y 7, los engranes que pasan por un proceso de pulido suelen tener los mayores índices de calidad, es por esto por lo que el costo de un engranaje depende de su calidad Qv (Norton Robert, 2011).

1.4.4 Fabricación de engranajes de dientes rectos

Existen varios métodos para fabricar engranajes, como el formado y maquinado, se realizan operaciones como moldeado, rolado o extrusión del perfil de los dientes, que se dan con materiales fundidos, en polvo o calentados, también existen otras operaciones como el acabado y rectificado que son utilizadas para remover material y dar forma al diente en materiales a temperatura ambiente (Norton Robert, 2011).

A continuación, se muestran los tres principales procesos para la fabricación de un engranaje de dientes rectos por manufactura sustractiva.

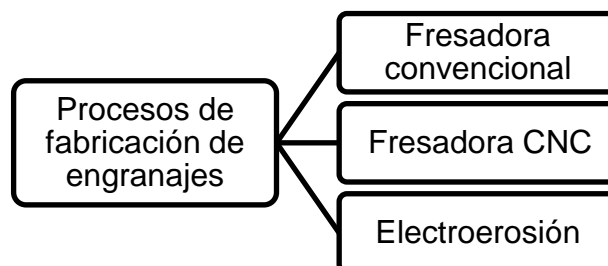


Figura 1.4 Procesos de fabricación de engranajes por manufactura sustractiva. [Elaboración propia]

El proceso conocido como rectificado para engranes es una operación de **fresado convencional** que utiliza una herramienta de forma que se encarga de cortar la geometría deseada de diente del engranaje, dando el espaciado correcto entre dientes y su número específico. Para este proceso se utilizan tres tipos de herramientas:

Fresas cilíndricas: su geometría es cilíndrica, parecida a las brocas, pero con mayor poder de corte; tienen varios filos de corte, es decir, por cada revolución que dan cortan varias veces, son utilizadas para generar alojamientos, agujeros, etc.

Fresas circulares: tienen forma de disco y son capaces de cortar en frontal y lateral al mismo tiempo; su poder de corte y su avance es mayor que las fresas cilíndricas.

Fresas modulares: son utilizadas principalmente para mecanizar cremalleras y engranajes, tienen la forma del diente del engranaje a mecaniza, lo cual le da la forma y el perfil adecuado. Estas herramientas modulares que dependerán del tamaño del módulo, el ángulo de presión, el perfil del diente, la altura de la cabeza, entre otros factores, y son herramientas de un costo muy elevado. Sin embargo, este proceso es de los más utilizados para la fabricación de engranajes de dientes rectos (Groover, 2009).

Existe una gran cantidad de fresas (herramienta de corte) específica para cada operación de fresado, están son utilizadas en diferentes materiales como aceros, plásticos e incluso madera. Existen fresas tipo N las cuales se utilizan en aceros, fundición gris blanca y metales no ferrosos, tipo H que se utilizan en materiales duros y tenaces y tipo W que son utilizadas en materiales blancos.

El **fresado CNC** es muy parecido al fresado convencional, sin embargo, es un proceso automatizado donde se reducen los costos en tiempo de

entrega y producción. Por lo tanto, el uso de la tecnología CNC para la fabricación de engranes rectos se ha vuelto bastante factible.

Entre las últimas evoluciones tecnológicas encontramos el control numérico por computadora (CNC), donde se utiliza una computadora para controlar y monitorear los movimientos que realiza la herramienta de corte. Como consecuencia de evolución de las máquinas convencionales a CNC y el avance en los softwares CAD/CAM, CAD realiza el diseño de la pieza y CAM calcula los desplazamientos de los ejes y agrega las velocidades, se logra diseñar y fabricar elementos de geometrías complejas con herramientas estándar, ya que, existe una mayor versatilidad para movimientos de estas durante la fabricación. El controlador CNC utiliza una serie de motores paso a paso o servomotores, recibiendo instrucciones en forma de un programa (código ISO - G y M), convirtiéndolo en señales que activan los motores y dan marcha al sistema.

Para realizar el proceso de mecanizado por CNC se debe realizar un “estudio del plano de la pieza, el análisis de las operaciones elementales, la selección de herramientas, la definición de las condiciones técnicas de mecanizado y la secuencia de operaciones” (Fulgueira, 2014).

Existen diferentes factores que se deben tomar en cuenta, por ejemplo el material base con el cual se fabrica la pieza, es necesario conocer la maquinabilidad de este, es decir, sus propiedades, con la cual se comprueba la facilidad con la que se realiza el arranque de viruta, esto implica la potencia requerida y las fuerzas de corte, así como también el desgaste en la herramienta de corte y el acabado superficial; otro factor importante es la geometría y dimensiones de la pieza, ya que de esto depende el número de operaciones a realizar, el ingreso de la herramienta y para tener un diseños económicos también se considera reducir las trayectorias y evitar los cortes interrumpidos (Fulgueira, 2014).

El mecanizado por **electroerosión** es un tipo de proceso de manufactura sustractiva, es utilizado en materiales conductores y se emplean chispas producidas entre un electrodo, el cual es considerado como su herramienta de corte, y la pieza de trabajo, en presencia de un fluido dieléctrico. Durante este proceso se extrae material sin tener contacto con la pieza, es decir, se elimina la fuerza que ejerce la herramienta de corte, permitiendo crear piezas que durante un proceso de fresado o rectificado dañarían o romperían las herramientas de corte convencionales.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Con el fin de determinar el tipo de fabricación de un engranaje de dientes rectos, relacionando los criterios de manufactura sustractiva con los parámetros de corte, se establecerá una metodología de diseño del proceso de fabricación de un engranaje. Además, se seleccionará la mejor alternativa para fabricar la pieza mencionada.

En este capítulo se realizaron los cálculos de los parámetros de corte. Adicionalmente, se escogió como materia prima para la fabricación el ABS, el cuál es uno de los materiales polímeros utilizados en mecanizado de engranajes.

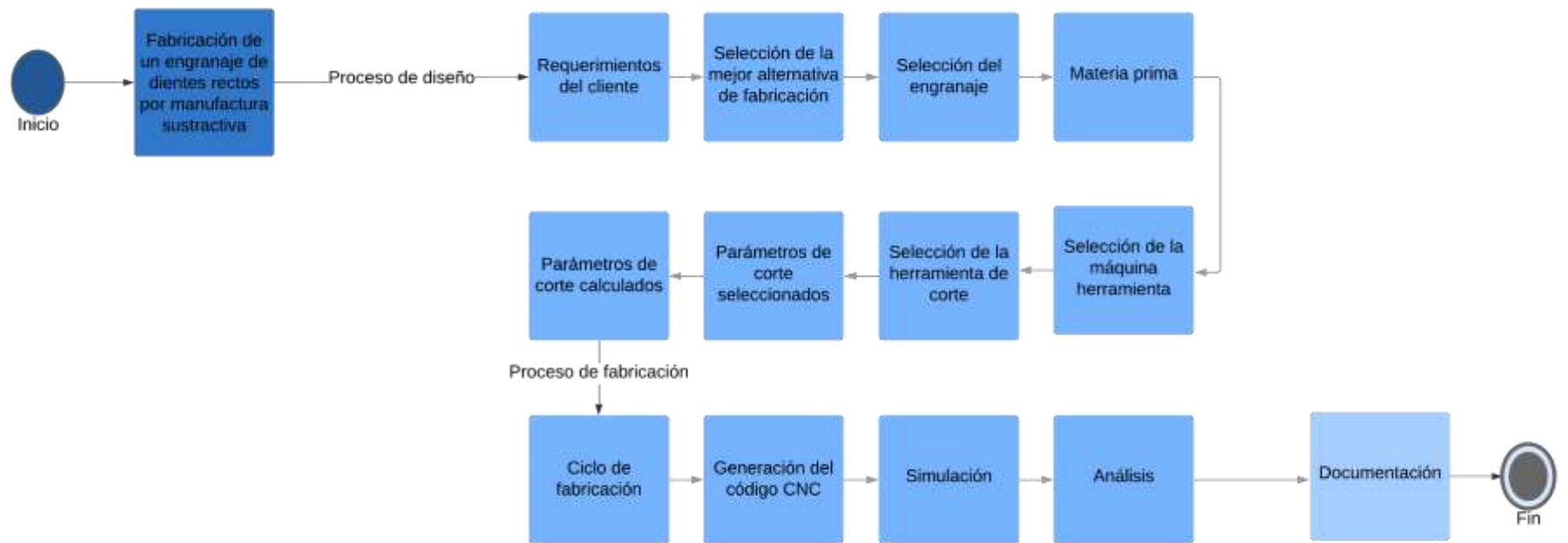


Figura 2.1 Metodología del proceso de diseño. [Elaboración propia]

2.1 Diseño conceptual

2.1.1 Planteamiento del problema

Seleccionar el tipo de fabricación más adecuado para realizar el diseño del proceso de fabricación de un engranaje de dientes rectos por manufactura sustractiva.

2.1.2 Caja negra y caja transparente

La metodología de la caja negra (Figura 2.2) y caja transparente (Figura 2.3) tienen como objetivo ampliar la búsqueda de información hacia la solución de un problema o necesidad de diseño. En la caja negra se eliminan las restricciones mientras que en la caja transparente se incluyen diferentes posibilidades para la ejecución del proceso.



Figura 2.2 Caja negra [Elaboración propia]



Figura 2.3 Caja transparente. [Elaboración propia]

2.1.3 Lista de atributos y objetivos del diseño

Para visualizar mejor el planteamiento del problema y generar alternativas de solución, se aclaran los objetivos, se establecen los requerimientos del usuario, se identifican las restricciones y se establecen las funciones del proyecto. A continuación, se muestra una lista de atributos, en la Tabla 2.1 su clasificación y en la Figura 2.4 se generó el árbol de clasificación de los atributos planteados.

Atributos

1. Debe ser detallado
2. Debe ser preciso
3. Debe ser óptimo
4. El tipo de manufactura debe ser sustractiva
5. El arranque de viruta debe ser empleando energía mecánica

6. El elemento para realizar la investigación debe ser un engranaje de dientes rectos
7. El engranaje debe ser de geometría sencilla y que permita el fácil ingreso de la herramienta durante su trayectoria de corte
8. La materia prima para fabricar el engranaje debe pertenecer al grupo de los polímeros
9. La herramienta de corte debe ser económica
10. El proceso de fabricación debe realizarse en el menor tiempo posible
11. Costo de fabricación
12. Parámetros de corte
13. Energía consumida

Tabla 2.1 Clasificación de los atributos de diseño. [Elaboración propia]

Objetivos	Funciones	Medios	Restricciones	Criterios de diseño
Detallado	Manufactura sustractiva	Fresadora convencional	Arranque de viruta	Arranque de viruta empleando energía mecánica
Preciso	Engranaje de dientes rectos	Fresadora CNC	Geometría sencilla	Herramienta corte económica
Óptimo	Parámetros seleccionados	Cortadora por electroerosión	Material Polímero	Menor tiempo de mecanizado
	Datos calculados			Precisión
	Costos			
	Energía			



Figura 2.4 Árbol de objetivos, funciones y medios. [Elaboración propia]

2.1.4 Selección de la mejor alternativa

Para seleccionar la mejor alternativa se establecieron criterios de selección en función de los requisitos del cliente. Además, se obtuvo la ponderación adecuada de cada criterio para luego ser ordenados por nivel de importancia, este resultado es mostrado en la Tabla 2.3. A continuación, se generaron posibles alternativas de solución y finalmente se realizó la matriz de decisión para seleccionar la mejor alternativa.

2.1.5 Criterios de selección

Los criterios de selección se establecen de acuerdo con las necesidades o requerimientos del cliente o usuario.

Requisito del cliente

- Seleccionar el tipo de proceso de fabricación por manufactura sustractiva para la elaboración de un engranaje de dientes rectos.

Criterios de diseño

1. Arranque de viruta empleando energía mecánica
2. Herramienta de corte económica
3. Tiempo de fabricación
4. Precisión

2.1.6 Comparación por pares

Para conocer el valor relativo o importancia de los criterios se utiliza la tabla de comparación por pares, donde se indican los requisitos del cliente. Esta herramienta nos permite comparar cada criterio individualmente y entre sí.

En cada celda se ingresa un número entre 0 y 2 (Tabla 2.2), donde 0 significa poca importancia, 1 media importancia y 2 alta importancia, indicando la preferencia de los criterios, en la diagonal no se ingresa valor, al final se suma cada fila para obtener el orden de importancia de los criterios.

Tabla 2.2 Comparación por pares para criterios de diseño. [Elaboración propia]

Criterios de selección	A	B	C	D	Calificación
A	°°°	2	2	2	6
B	2	°°°	1	2	5
C	2	0	°°°	1	3
D	2	1	1	°°°	4

A continuación, se ordena por orden de importancia los criterios con los resultados obtenidos en la Tabla 2.2.

Tabla 2.3 Importancia de los criterios de diseño. [Elaboración propia]

Criterios de diseño	Calificación	Nivel de importancia (%)
Arranque de viruta empleando energía mecánica	6	33 %
Herramienta de corte económica	5	28 %
Precisión	4	22 %
Tiempo de fabricación	3	17 %
Total	18	100 %

2.1.7 Tabla morfológica

La tabla morfológica relaciona las funciones y los medios establecidos para desarrollar el diseño, con esta tabla no sólo se identifican alternativas potenciales, también se genera una idea de la magnitud del diseño.

En primer lugar, se elabora una lista de atributos, como se muestra en la Tabla 2.1, de esta tabla seleccionaremos las funciones y los medios para obtener un **diseño detallado** sobre la mejor alternativa como proceso de manufactura para la fabricación de un engranaje de dientes rectos.

Tabla 2.4 Funciones y medios del diseño. [Elaboración propia]

Funciones	Medios		
Manufactura sustractiva	Fresadora convencional	Fresadora CNC	Electroerosión

Lista de alternativas de solución

- A. Diseñar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes de rectos utilizando una Fresadora Convencional.
- B. Diseñar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes de rectos utilizando una Fresadora CNC.
- C. Diseñar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes de rectos utilizando una Cortadora de Hilo.

La ponderación para los criterios se estableció en la Tabla 2.3 y los valores para las alternativas se dan en una escala del 1 al 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el valor más alto.

**Tabla 2.5 Matriz de decisión para seleccionar la mejor alternativa.
[Elaboración propia]**

Factores de decisión		Alternativas		
Criterios de diseño	Nivel de importancia (%)	A	B	C
Arranque de viruta empleando energía mecánica	33 %	5	5	1
Herramienta económica	28 %	1	4	3
Precisión	22 %	4	5	5
Tiempo de mecanizado	17 %	2	4	5
Total	100 %	3.15	4.55	3.12

De la Tabla 2.5 se obtiene que la alternativa B “*Diseñar el proceso de fabricación de un engranaje de dientes de rectos utilizando una Fresadora CNC*” es la mejor alternativa de solución para el proceso de diseño, con un valor 4.55/5.

2.2 Diseño preliminar

En esta sección se presentará el engranaje escogido para realizar el análisis, así como también se detallarán las características de la materia prima, maquina fresadora empleada y herramienta de corte seleccionada.

2.2.1 Selección del engranaje de dientes rectos

Para escoger el engranaje se realizó una investigación exhaustiva en catálogos para determinar las características principales del mismo y luego se desarrolló su diseño de acuerdo con la Norma AGMA.

En la Figura 1 y 2 del Apéndice A se muestra el diseño del engranaje escogido del catálogo de un fabricante de engranajes y su tabla de especificaciones técnicas.

Del catálogo se buscó un engranaje de dientes rectos Tipo A (sencillo sin maza), y se escogieron dos opciones de número de dientes, 11 y 20. En las Figuras 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8, se presenta el perfil y características de los engranajes mencionados.

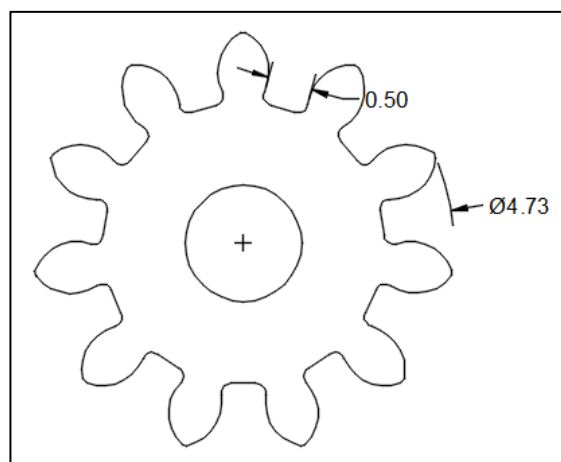


Figura 2.5 Engranaje recto con $\varnothing_p=14.5^\circ$ y 11 dientes - Modelo 1.
[Elaboración propia]

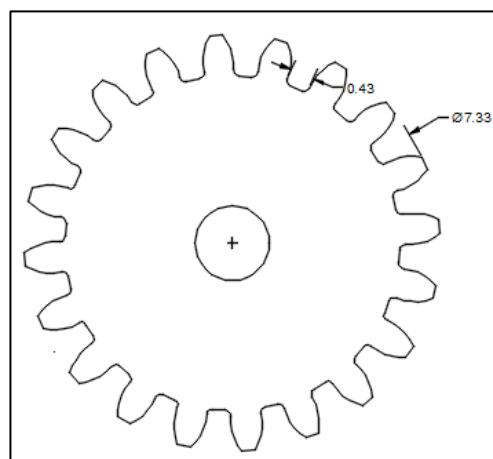


Figura 2.6 Engranaje recto con $\varnothing_p=14.5^\circ$ y 20 dientes- Modelo 2.
[Elaboración propia]

De la Figura 2 del Apéndice A se escogió el número de dientes y el diámetro de paso para analizar los resultados siguiendo las recomendaciones y métodos de AGMA (Figura 3, Apéndice A).

En la Tabla 1 del Apéndice A se muestran los resultados obtenidos del perfil del diente del engranaje, utilizando un $\phi_p=20^\circ$ (ángulo de presión) y los datos de N (número de dientes) y D_p (diámetro de paso) de la tabla del catálogo (Figura 2, Apéndice A).

A continuación, se muestra el perfil de los dientes de acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 1 del Apéndice A.

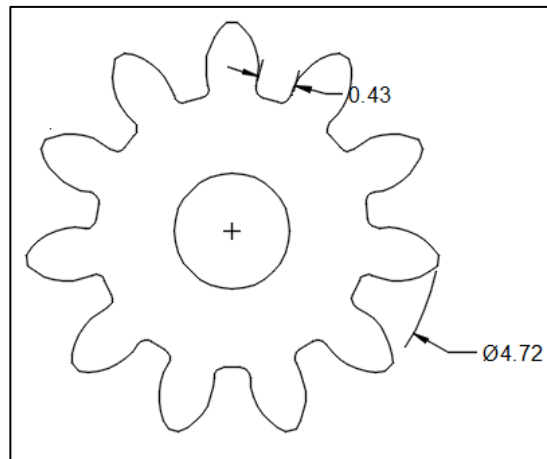


Figura 2.7 Diseño de engranaje de dientes rectos con $\phi_p=20^\circ$ y 11 dientes - Modelo 3. [Elaboración propia]

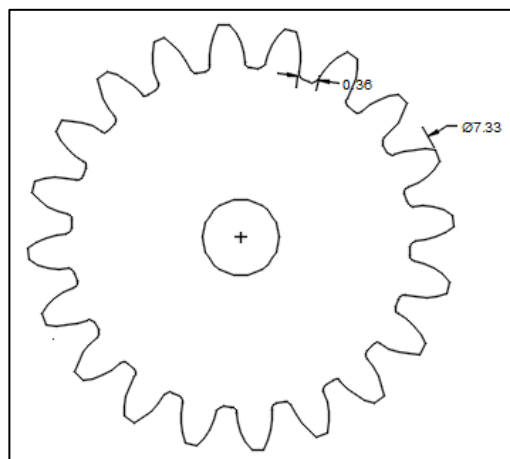


Figura 2.8 Diseño de engranaje de dientes rectos con $\phi_p=20^\circ$ y 20 dientes - Modelo 4. [Elaboración propia]

Proceso de selección del engranaje

Para seleccionar el engranaje se tienen 4 alternativas:

- Modelo 1 (Figura 2.5)
- Modelo 2 (Figura 2.6)
- Modelo 3 (Figura 2.7)
- Modelo 4 (Figura 2.8)

Los criterios para seleccionar el engranaje son: el ancho de espacio entre dientes (espacio para ingreso de la herramienta de corte), el tamaño del engrane (diámetro externo), y la forma del diente.

Tabla 2.6 Importancia de criterios de selección para engranajes.

[Elaboración propia]

Criterios de selección	Espacio entre dientes	Tamaño del engrane	Forma del diente	Calificación
Espacio entre dientes	ooo	2	2	4
Tamaño del engrane	2	ooo	1	3
Forma del diente	2	1	ooo	3

Tabla 2.7 Matriz de decisión para seleccionar la mejor alternativa (engrane). [Elaboración propia]

Factores de decisión		Alternativas			
Criterios de diseño	Nivel de importancia (%)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Espacio entre dientes	40 %	5	3	3	1
Tamaño del engrane	30 %	5	2	5	2
Forma del diente	30 %	1	3	5	3
Total	100 %	3.8	2.7	4.2	1.9

Analizando la Tabla 2.7 se obtiene que la mejor alternativa es el modelo 3 (Figura 2.7), a pesar de que el modelo 1 era el que mayor espacio entre dientes poseía, siendo este el criterio de mayor importancia, esta no fue la alternativa seleccionada debido a la forma del diente, que es el segundo criterio más importante. El diámetro del engranaje seleccionado es 4 in (101.6 mm), el espesor o cara del engranaje es 0.57 in (14.5 mm) y el número de dientes es 11.

2.2.2 Materia prima

Dentro de los requerimientos del cliente se encontraba que el material base o materia prima del engranaje debe pertenecer al grupo de los polímeros (para que pueda ser comparado posteriormente con otros procesos de manufactura). Se escogió el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), el cual está formado por tres monómeros diferentes, el

acrilonitrilo aporta rigidez, resistencia a ataques químicos, estabilidad a altas temperaturas y dureza, el **butadieno** es un elastómero el cual contribuye en la tenacidad a cualquier temperatura y el **estireno** proporciona resistencia mecánica y rigidez (Tecnología de los plásticos, 2011).

Tabla 2.8 Propiedades mecánicas del ABS. [Supertronic, 2020]

Propiedades Mecánicas	Norma	Unidad
Resistencia al corte	ISO 179 DIN53453	12 KJ/MM ²
Módulo de elasticidad	ISO 178 DIN53457	2.3 KN/MM ²
Impacto Notch	ISO 178 DIN53458	70 N/MM ²
3.5% Flexión de tensión	ISO 178 DIN53452	65 N/MM ²
Alargamiento de rotura	DIN53455	20%

Tabla 2.9 Propiedades térmicas del ABS. [Supertronic, 2020]

Propiedades térmicas	Norma	Unidad
Temperatura de distorsión (calor)	ISO 75A DIN53458 DIN53460	96° C
Temperatura de ablandamiento	ISO 306 DIN53460	93° C
Temperatura de distorsión (frío)	---	-40° C
Conductividad térmica	DIN52612	0.700 W/KM

Se seleccionó el ABS debido a que es un material que puede ser mecanizado, pulido, lijado, agujerado, entre otros, y continua con un acabado superficial bueno. Además, es extremadamente resistente y posee poca flexibilidad. Este material es muy utilizado en aplicaciones industriales.

Para realizar el mecanizado del engranaje se parte de un bloque sólido de ABS con las siguientes dimensiones (Tabla 2.10).

Tabla 2.10 Dimensiones del material de trabajo. [Elaboración propia]

Material	ABS
Largo	127 mm
Ancho	127 mm
Espesor	15.5 mm

2.2.3 Máquina-herramienta

De acuerdo con la Tabla 2.7, donde se indica que la mejor alternativa para la fabricación del engranaje es mediante una **Fresadora CNC**, se ha seleccionado el modelo que se muestra en la Figura 2.9 con las especificaciones técnicas de la Tabla 2.11. Se eligió este modelo ya que es el que se encuentra actualmente en el Laboratorio "CAMPRO".

Tabla 2.11 Ficha técnica fresadora cnc. [Roland, 2020]

Modelo	ROLAND MDx-40A "
Área de trabajo	12"x12"x4.13"
Dimensiones de la mesa	12"x12"
Velocidad del husillo	4500-15000 rpm
Velocidad de funcionamiento	1.97 in/s o 50 mm/s

Resolución	0.00008 in o 0.002 mm
Nivel de ruido	42-56 dB
Interfaz de computadora	USB
Potencia	110V/2.1A



Figura 2.9 Esquema del equipo CNC ROLAND MDx-40A. [Roland, 2020]

2.2.4 Herramienta de corte

Para realizar las operaciones de fresado se ha seleccionado una fresa de corte helicoidal integral positiva Z1, ver Figura 2.10 y Tabla 2.12 donde se muestran sus especificaciones.



Figura 2.10 Fresa helicoidal. [Tecnocorte, 2020]

Tabla 2.12 Especificaciones técnicas de la fresa de corte helicoidal positiva Z1. [Tecnocorte, 2020]

Material de la herramienta de corte	Metal duro con calidad superior HWM
D (diámetro)	3 mm
I (largo de corte)	12 mm
L (Largo total)	50 mm
S (diámetro de mango)	3 mm
Z (número de dientes)	1

2.3 Diseño detallado

Para obtener un buen acabado superficial cuando se trabaja con polímeros se debe tener en cuenta algunos parámetros, ya que, estos materiales son sensibles a altas temperaturas. Es por lo que, requieren herramientas de corte con ángulos positivos, de esta forma se reducen las fuerzas de corte. La profundidad de corte y el avance deben ser pequeños y la velocidad de corte relativamente alta. Además, la sujeción de la pieza de trabajo debe ser la más rígida posible (Schmid, 2008).

2.3.1 Selección de velocidad de corte, avance y profundidad

En la Figura 2.12 se muestra el rango de velocidad de corte y avance recomendados para el material ABS en un proceso de fresado para la herramienta seleccionada, del cual, la velocidad de corte está en un rango de 985-1640 ft/min y el avance se encuentra entre 0.004 - 0.018 in/rev.

	number of teeth	cutting speed [fpm]	feed rate [in/rev]	
TECAFINE PE, PP	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	
TECAFINE PMP	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	
TECARAN ABS	Z1-Z2	985-1640	0.004-0.018	
TECANYL	Z1-Z2	985	0.006-0.018	●
TECAFORM AD, AH	Z1-Z2	985	0.006-0.018	
TECAMID, TECARIM, TECAST	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	
TECADUR/TECAPET	Z1-Z2	985	0.006-0.018	
TECANAT	Z1-Z2	985	0.006-0.016	●
TECAFLON PTFE, PVDF	Z1-Z2	490-1640	0.004-0.018	
TECAPEI	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	●
TECASON S, P, E	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	●
TECATRON	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	
TECAPEEK	Z1-Z2	820-1640	0.004-0.018	
TECATOR	Z1-Z2	197-325	0.002-0.014	
TECASINT	Z1-Z2	295-325	0.002-0.014	
Reinforced/filled TECA products*	Z1-Z2	260-1475	0.002-0.016	

Milling

α clearance angle [°]
γ rake angle [°]
Tangential feed
Feed rate can be up to 0.02" /tooth

*Reinforcing agents/fillers:
Glass fibres, glass beads, carbon fibres, graphite, mica, talcum, etc.

● Preheat material to 250°F
● Caution when using coolants: susceptible to stress cracking

Figura 2.11 Parámetros de corte para polímeros en operación de fresado. [Ensinger, 2017]

En la Tabla 2.13 se presenta la conversión de velocidad de corte y avance en sistema internacional, basado en los valores de la Figura 2.12.

Tabla 2.13 Velocidad de corte y avance en sistema internacional. [Elaboración Propia]

Velocidad de corte [m/min]	300 - 500
Avance [mm/rev]	0.10 – 0.45

Existen varias recomendaciones sobre la profundidad de corte para polímeros, las cuales dependen del tipo de material y el área de contacto que va a tener la herramienta, por lo tanto, se ha escogido una profundidad de corte de 0.5 mm. En la Tabla 2.14 se muestran los valores seleccionados de velocidad, avance y profundidad de corte.

Tabla 2.14 Velocidad de corte, avance y profundidad seleccionados.
[Elaboración propia]

Velocidad de corte [m/min]	500
Avance [mm/rev]	0.25
Profundidad [mm]	0.5

2.3.2 Velocidad rotacional del husillo

Para determinar la velocidad rotacional del husillo se escogió el rango de velocidad de corte de la Tabla 2.13 y el diámetro de la fresa indicado en la Tabla 2.12. Para este cálculo se utilizó la ecuación 2.1. A continuación, se presentan sus resultados en la Tabla 2.15.

$$N = \frac{V_c}{\pi D} \quad (2.1)$$

Donde:

N: velocidad rotacional del husillo

Vc: velocidad de corte

D: diámetro de la fresa

$$N = \frac{(300 \text{ m/min})}{\pi(3\text{mm})} \times \frac{1000\text{mm}}{1\text{m}}$$

$$N = 31831 \text{ rpm}$$

Tabla 2.15 Resultados de la velocidad de corte. [Elaboración propia]

D [mm]	Vc [m/min]	N [rpm]
3	300	31831
	400	42441
	500	53052

De la Tabla 2.15 se escogió el valor máximo 53000 rpm, esta sería la velocidad máxima a la que puede trabajar el husillo. Sin embargo, en la Tabla 2.11, donde se indican las especificaciones de la fresadora ROLAND CNC MDX-40^a, la velocidad máxima a la que puede trabajar del husillo es de 15000 rpm. Además, dentro de las recomendaciones del fabricante de la fresa se indica que para trabajar materiales plásticos con fresas de diámetro entre 3-12 mm se recomienda una velocidad máxima del husillo de 18000 rpm. Por lo tanto, se seleccionó como velocidad máxima rotacional del husillo 15000 rpm.

$$N = 15000 \text{ rpm}$$

2.3.3 Velocidad de avance

De la Tabla 2.14 se obtuvo el valor de avance. En el catálogo de la fresa, el fabricante recomienda una alta velocidad de avance, sin embargo, no se puede exceder de esta en materiales plásticos.

En la Figura 2.12 se recomienda un avance máximo de 0.02 in/diente. Además, en este catálogo indica que para desbaste se puede utilizar 0.010 in (0.25 mm) y para acabado 0.002 in (0.05 mm).

Para determinar la velocidad de avance se utiliza la ecuación 2.2.

$$f_r = N * n_t * f \quad (2.2)$$

Donde:

f_r : velocidad de avance

N : velocidad del husillo

n_t : número de dientes de la fresa

f : avance por diente cortante

Desbaste:

$$f_r = (15000 \text{rpm}) * (1) * \left(\frac{0.25 \text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$f_r = 3750 \text{ mm/min}$$

Acabado:

$$f_r = (15000 \text{ rpm}) * (1) * \left(\frac{0.05 \text{ mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$f_r = 750 \text{ mm/min}$$

2.4 Diseño Final

Para el diseño final se recalculó la velocidad de corte debido a la restricción de velocidad del husillo dada por la máquina herramienta. A continuación, se muestra su resultado.

$$V_c = \frac{N\pi D}{1000} \quad (2.3)$$

$$V_c = \frac{(15000 \text{ rpm})\pi(3 \text{ mm})}{1000}$$

$$V_c = 141.37 \text{ m/min}$$

2.4.1 Parámetros de corte

De acuerdo con los valores seleccionados y los cálculos obtenidos se tiene como resultado los siguientes parámetros de corte, los cuales se detallan en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16 Parámetros de corte. [Elaboración propia]

Herramienta	Velocidad de corte [m/min]	Velocidad del husillo [rpm]	Velocidad de avance [mm/min]	Avance [mm/rev]	Profundidad de corte [mm]
Fresa de corte helicoidal positiva Z1 Ø3mm	141.37	15000	3750	0.25 (desbaste) 0.05 (acabado)	0.50

2.4.2 Sujeción

Para la sujeción de la pieza de trabajo por las restricciones de la máquina fresadora para ello se realiza con una cinta doble faz. Se seleccionó la cinta doble faz de la marca 3M de 10 lb de capacidad, Figura 2.14.



Figura 2.12 Cinta doble faz. [Frecuento, 2020]

CAPÍTULO 3


3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Ciclo de fabricación

A continuación, se muestra el ciclo de fabricación de la pieza escogida a mecanizar (engranaje de dientes rectos) con sus respectivas operaciones y parámetros de corte. Además, se muestra el tiempo de mecanizado de cada operación el cual se presenta con más detalle en la sección 3.3.

Partiendo del bloque con las dimensiones adecuadas y ajustadas a las dimensiones máximas del engranaje se procedió primero a mecanizar los diferentes perfiles (externo e interno), dejando en la parte baja un espesor de 1 mm que servirá como material de apoyo (de sujeción a la mesa de trabajo) y posterior sacrificio, girando la pieza y realizando un planeado para eliminarlo. Así, se obtiene la pieza final mecanizada.

Tabla 3.1 Ciclo de fabricación de un engranaje de dientes rectos. [Elaboración propia]

#	Operación	Esquema	Herramienta	Metrología	Vc (m/min)	N (rpm)	f (mm/rev)	P (mm)	Tm (min)
1	Perfilado externo		Fresa helicoidal Ø=3 mm	Calibrador convencional y de dientes de engranaje	141.37	15000	0.25	0.5	5.20
2	Perfilado interno		Fresa helicoidal Ø=3 mm	Calibrador convencional	141.37	15000	0.25	0.5	0.94
3	Planeado		Fresa helicoidal Ø=3 mm	Calibrador convencional	141.37	15000	0.25	0.25	6.40

3.2 Simulación

La simulación se realizó con el programa Inventor HSM el cual contiene una herramienta CAM donde se pueden simular procesos de mecanizado en 2D y 3D, en este software se utilizaron las operaciones de fresado 2D, donde, al introducir los parámetros de corte, obtenidos durante la elaboración de este proyecto, nos muestra cómo será la trayectoria de la herramienta para cada operación descrita en la Tabla 3.1.

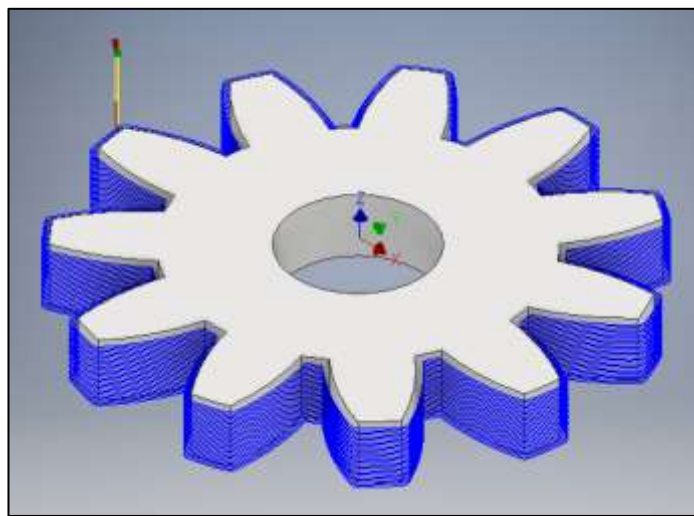


Figura 3.1 Operación de perfilado externo. [Inventor HSM, 2019]

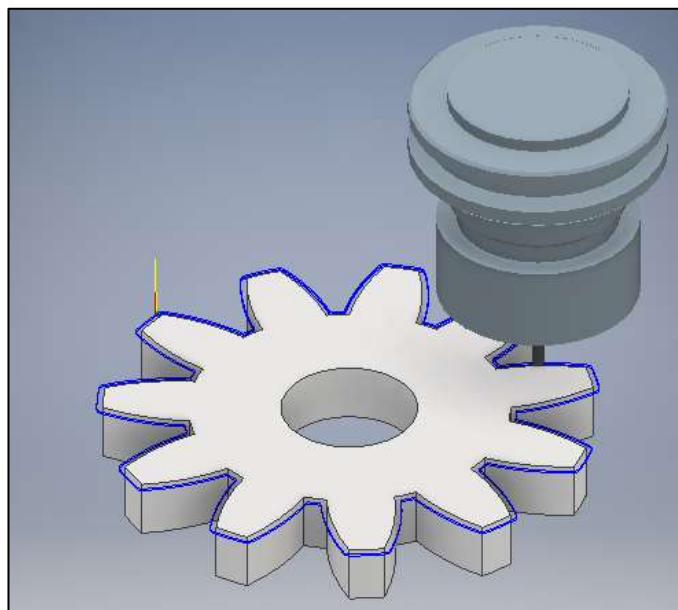


Figura 3.2 Perfilado externo con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019]

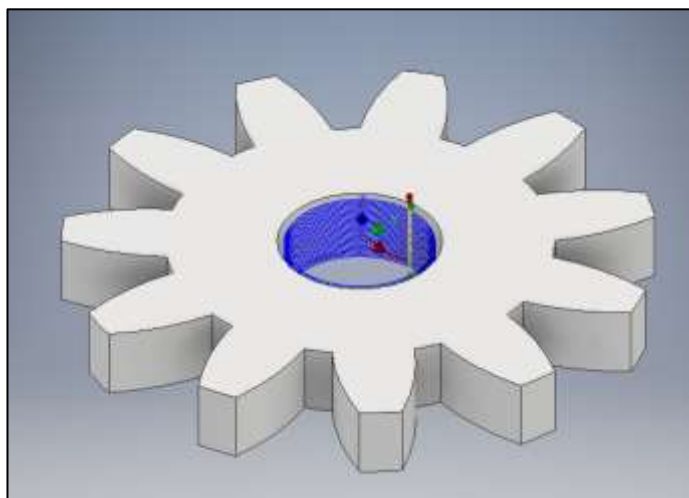


Figura 3.3 Operación de perfilado interno. [Inventor HSM, 2019]

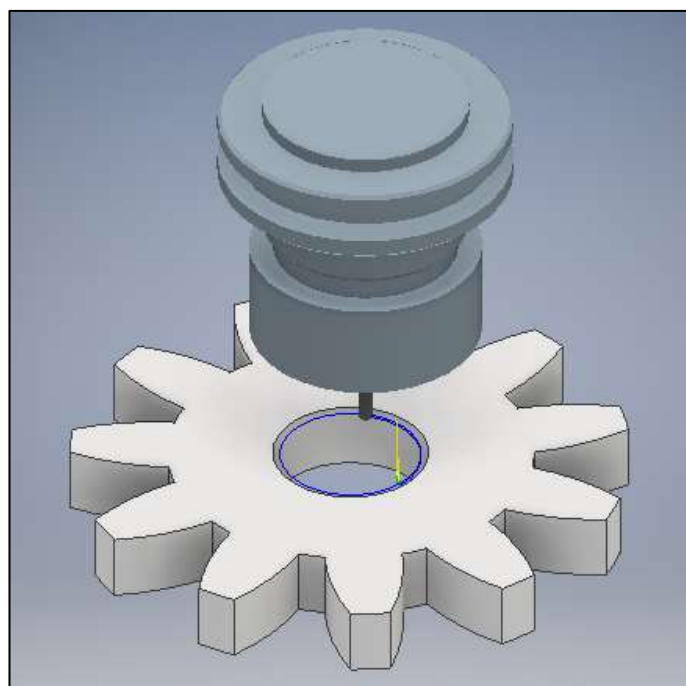


Figura 3.4 Perfilado interno con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019]

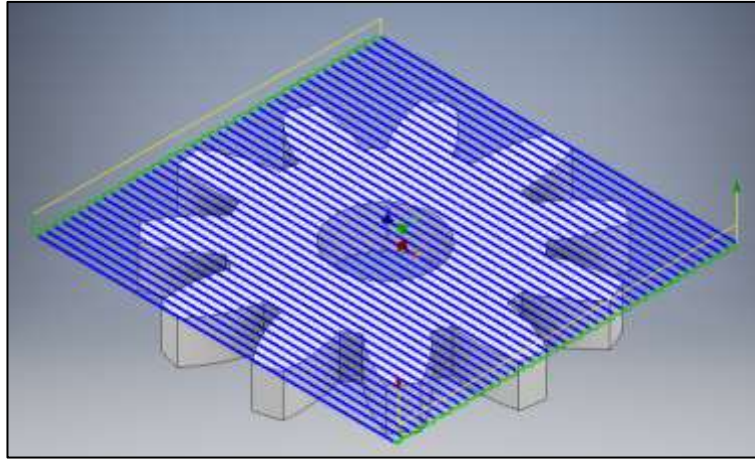


Figura 3.5 Operación de planeado. [Inventor HSM, 2019]

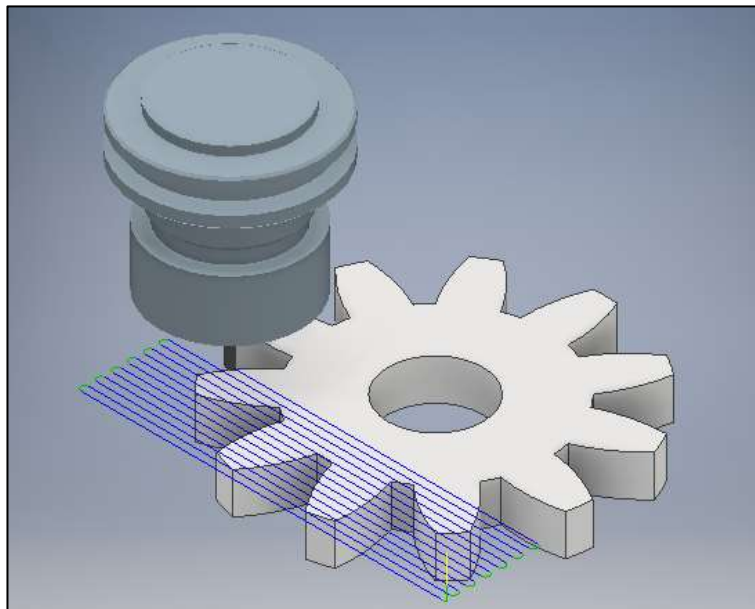


Figura 3.6 Planeado con herramienta de corte. [Inventor HSM, 2019]

Para obtener el código CNC que será utilizado en la Fresadora Roland MDx-40A, se genera y exporta del programa Inventor HSM y se lo abre en el editor CIMCO Edit. En este editor se puede realizar la simulación del código por cada operación o el conjunto total partiendo desde un bloque sólido. A continuación, se presentan imágenes de esta simulación, en el Apéndice C se muestra el código CNC generado por operación.

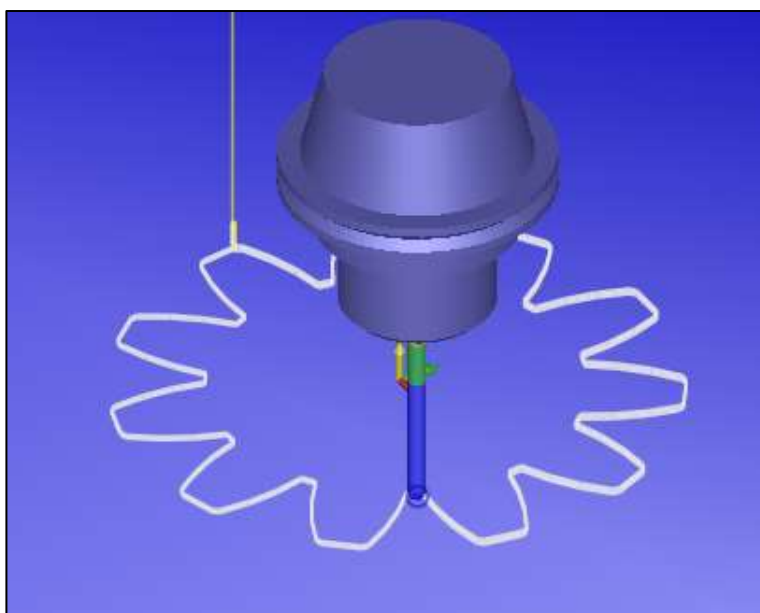


Figura 3.7 Operación de perfilado externo. [CIMCO Edit, 2020]

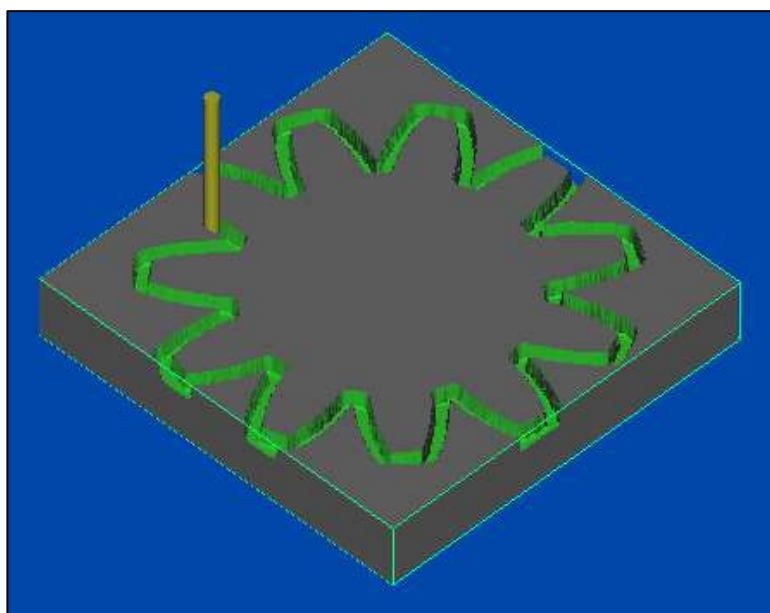


Figura 3.8 Operación de perfilado externo a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]

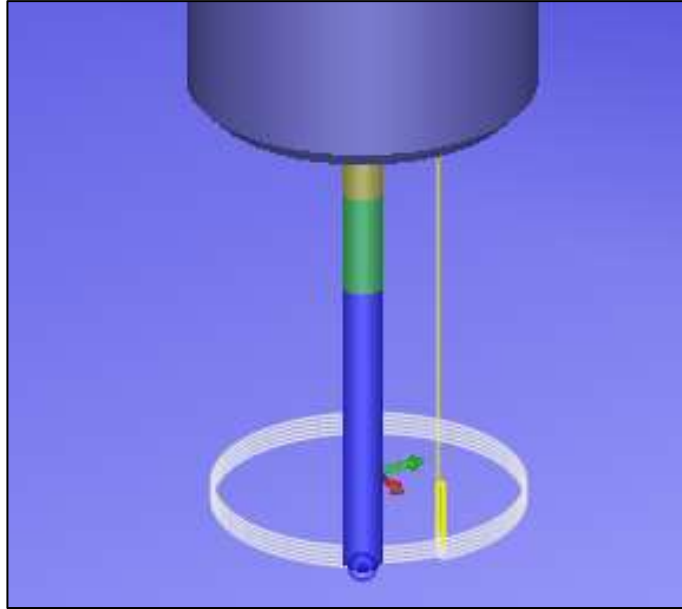


Figura 3.9 Operación de perfilado interno. [CIMCO Edit, 2020]

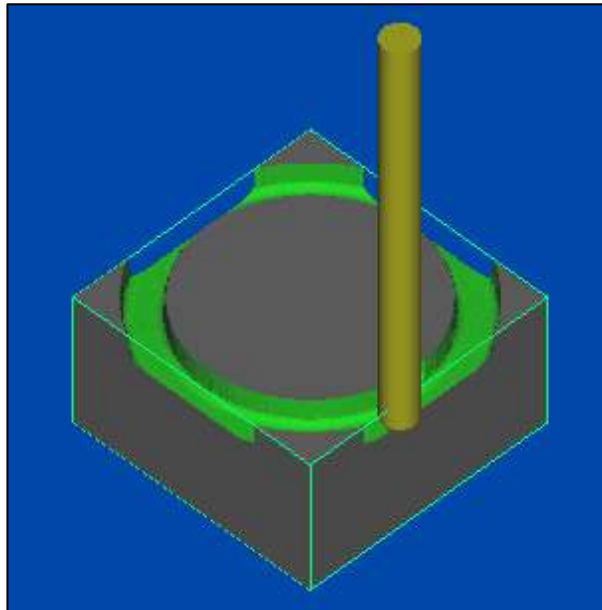


Figura 3.10 Operación de perfilado interno a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]

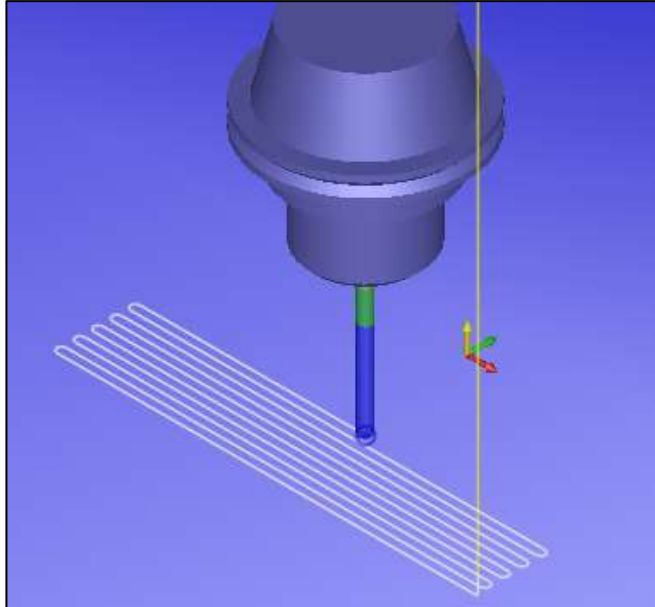


Figura 3.11 Operación de planeado. [CIMCO Edit, 2020]

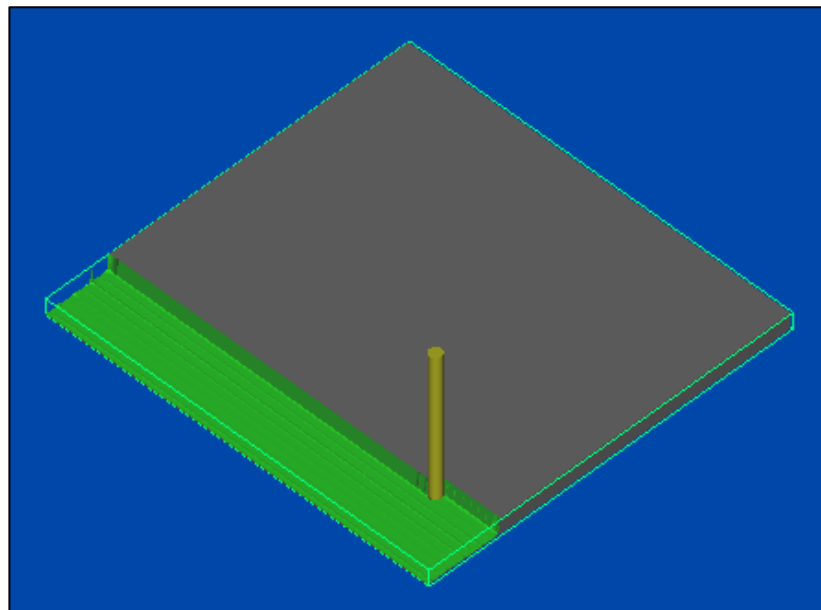


Figura 3.12 Operación de planeado a partir de un bloque sólido. [CIMCO Edit, 2020]

3.3 Tiempo de mecanizado

Para calcular el tiempo de mecanizado en las operaciones de fresado se utilizó la siguiente ecuación:

$$T_m = \frac{L + 2A}{f_r} \quad (3.1)$$

Donde:

T_m : tiempo de mecanizado por pasada

L: longitud de una pasada

A: distancia de aproximación ($A=D/2$)

f_r : velocidad de avance

El tiempo total de mecanizado se obtiene del tiempo de mecanizado para una pasada multiplicado por el número de pasadas, ecuación 3.2.

$$T_M = T_m m \quad (3.2)$$

Donde:

T_M : tiempo de mecanizado

m: número de pasadas

Para el **perfilado externo** el valor de L es el perímetro del engranaje (671 mm) y el número de pasadas fueron 29.

$$T_{m1} = \frac{(671\text{mm}) + (3\text{mm})}{3750 \text{ mm/min}}$$

$$T_{m1} = 0.18 \text{ min}$$

$$T_{M1} = (0.18\text{min})(29 \text{ pasadas})$$

$$T_{M1} = 5.20 \text{ min}$$

Para el **perfilado interno**, el valor de L (119.16 mm) el cual corresponde al recorrido que hace la herramienta para realizar el agujero interno del engranaje (1 5/16") y fueron 29 pasadas.

$$T_{m2} = \frac{(119.16 \text{ mm}) + (3 \text{ mm})}{3750 \text{ mm/min}}$$

$$T_{m2} = 0.03 \text{ min}$$

$$T_{M2} = (0.09 \text{ min})(29 \text{ pasadas})$$

$$T_{M2} = 0.94 \text{ min}$$

Para el **planeado** la longitud que recorre la herramienta fue de 5994.5 mm, este valor corresponde al bloque de materia prima, y fueron 4 pasadas.

$$T_{m3} = \frac{(5994.5 \text{ mm}) + (3 \text{ mm})}{3750 \text{ mm/min}}$$

$$T_{m3} = 1.6 \text{ min}$$

$$T_{M3} = (1.6 \text{ min})(4 \text{ pasadas})$$

$$T_{M3} = 6.40 \text{ min}$$

3.4 Tiempo total de mecanizado

El tiempo total del mecanizado es la suma de los tiempos de cada operación más el tiempo auxiliar y el tiempo de pérdidas reglamentarias. A continuación, se muestra su resultado final.

$$T_u = T_{M1} + T_{M2} + T_{M3} + T_{aux} + T_{pr} + T_{pp} \quad (3.3)$$

Donde:

T_u : tiempo total de mecanizado

T_{M1} : tiempo total de perfilado externo

T_{M2} : tiempo total de perfilado interno

T_{M3} : tiempo total de planeado

T_{aux} : tiempo auxiliar (10-15% T_m)

T_{pr} : tiempo de pérdidas reglamentarias (20-25% T_m)

T_{pp} : tiempo de puesta a punto (1h)

$$T_{MT1} = 5.20 \text{ min} + 0.94 \text{ min} + 6.40 \text{ min} + 1.88 \text{ min} + 3.14 \text{ min} + 60 \text{ min}$$

$$T_{MT1} = 77.56 \text{ min}$$

3.5 Fuerza de corte

Para calcular la fuerza de corte, en fresado, se emplearon fórmulas descritas en catálogos de selección de herramientas de corte y en bibliografía sobre mecanizado.

Primero, para calcular la fuerza específica de corte K_c [N/mm²], se obtuvo el promedio del grosor de la viruta h_m [mm]. A continuación, se muestran las ecuaciones utilizadas:

$$h_m = \frac{f a_e 360}{D \pi \cos^{-1} \left(1 - \frac{2a_e}{D} \right)} \quad (3.4)$$

Donde:

h_m : promedio del grosor de viruta

f : avance

a_e : ancho de corte (diámetro de la herramienta que está cortando).

D : diámetro de la fresa

$$h_m = \frac{(0.25\text{mm})(1.5\text{mm})360}{(3\text{mm})\pi \cos^{-1}\left(1 - \frac{2(1.5\text{mm})}{3\text{mm}}\right)}$$

$$h_m = 0.16 \text{ mm}$$

$$K_c = K_{c1} h_m^{-z} \quad (3.5)$$

Donde:

K_c : fuerza específica de corte

K_{c1} : fuerza específica de corte para 1mm h_m

z : factor de corrección

El valor de K_{c1} y z se lo escogió de la Tabla 3.2. Ya que, la materia prima es ABS, esta se encuentra en el grupo de los Termoplásticos.

Tabla 3.2 Fuerza específica de corte para materiales sintéticos. [Dormer, 2012]

Aplicación por grupo de material	Fresado	
	K_{c1}	Z
	N/mm ²	Factor de corrección

Materiales sintéticos	Termoplásticos	1400	0.15
	Plásticos endurecidos por calor	1400	0.20
	Materiales plásticos reforzados	1600	0.30

$$K_c = (1400 \text{ N/mm}^2)(0.16)^{-0.15}$$

$$K_c = 1844.40 \text{ N/mm}^2$$

Para obtener la fuerza de corte F_c [N] se obtuvo primero el área de corte. A continuación, se muestra la ecuación utilizada.

$$A_c = \frac{fD}{2} \quad (3.6)$$

Donde:

f: avance

D: diámetro de la fresa

$$A_c = \frac{(0.25\text{mm})(3\text{mm})}{2}$$

$$A_c = 0.375 \text{ mm}^2$$

Finalmente se obtiene la fuerza de corte F_c [N] utilizando la ecuación 3.4.

$$F_c = K_c A_c \quad (3.7)$$

Donde:

F_c : fuerza de corte

K_c : fuerza específica de corte

A_c : área de corte

$$F_c = (1844.40 \text{ N/mm}^2)(0.375 \text{ mm}^2)$$

$$F_c = 691.65 \text{ N}$$

3.6 Potencia de Corte y Potencia Eléctrica

La potencia de corte para fresado se obtuvo utilizando el procedimiento del catálogo de SANDVIK.

$$P_c = a_e a_p f_r K_c \quad (3.8)$$

Donde:

P_c : potencia de corte

a_e : ancho de corte

a_p : profundidad de corte

f_r : velocidad de avance

K_c : fuerza específica de corte

$$P_c = (1.5 \text{ mm})(0.5 \text{ mm}) \left(\frac{3750 \text{ mm}}{\text{min}} \right) \left(1844.40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$P_c = 86.46 \text{ W}$$

Para calcular la potencia eléctrica se consideró una eficiencia del motor del 85% y un factor de seguridad de mecanizado de 1.5, por lo tanto, se obtuvo la potencia eléctrica necesaria utilizando el procedimiento del texto guía de procesos de mecanización:

$$P_e = \frac{P_c}{\eta} f_s \quad (3.9)$$

Donde:

P_e : potencia eléctrica

P_c : potencia de corte

η : eficiencia del motor

f_s : factor de seguridad de mecanizado

$$P_e = \frac{86.46 \text{ W}}{0.85} (1.5)$$

$$P_e = 152.57 \text{ W}$$

$$P_e = 0.15 \text{ kW}$$

$$P_e = 0.15 \text{ kW} \frac{1.34 \text{ HP}}{1 \text{ kW}}$$

$$P_e = 0.20 \text{ HP}$$

3.7 Consumo Eléctrico

Para determinar el consumo de energía eléctrica se debe conocer la potencia y el tiempo de funcionamiento del equipo, de esta forma se puede obtener cuánto consumirá la máquina fresadora al realizar su trabajo. A continuación, se presenta el procedimiento de cómo se realizó el cálculo del consumo eléctrico.

$$E_c = P_e T_M \quad (3.10)$$

Donde:

E_c : energía consumida

P_e : potencia eléctrica

T_M : tiempo de mecanizado

Para las operaciones de mecanizado se obtuvo lo siguiente:

$$E_c = (0.15 \text{ kW})(77.56 \text{ min}) \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right)$$

$$E_c = 0.19 \text{ kWh}$$

3.8 Análisis de costos

En esta sección se realizó la cotización del precio de la materia prima (bloque de ABS) y las herramientas de corte (fresa y broca), cabe recalcar que estos precios pueden variar de acuerdo con el proveedor, por lo tanto, se realizó una estimación del costo total. Además, se consideró el precio de alquiler de la máquina fresadora (\$12/h).

Tabla 3.3 Costo de fabricación. (Elaboración propia)

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Costo Total
Fresadora ROLAND MDx-40A	\$/h 12	1.29 h	\$15,51
ABS	\$/gr 0,9	111 gr	\$ 99,90
Fresa	\$ 19,06	1 U	\$ 19,06
Cinta doble faz	\$ 3,99	1 U	\$ 3,99
Subtotal			\$ 138,46

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, aplicando la metodología de diseño establecida en el Capítulo 2 y los objetivos planteados para esta investigación, se logró obtener el proceso de fabricación de un engranaje de dientes rectos por manufactura sustractiva. A continuación, se presentan las principales conclusiones obtenidas:

- De acuerdo con los cálculos realizados para la velocidad de rotación, se obtuvo un rango entre 31831 y 53052 rpm. Sin embargo, para la máquina fresadora seleccionada, el máximo valor de velocidad de rotación que podía ser aplicado es de 15000 rpm.
- La materia prima (ABS) es un material sensible a altas temperaturas ($T. \text{ fusión} = 222^{\circ}\text{C} - 225^{\circ}\text{C}$), al superar estos valores el material tiende a deformarse o quemarse. Por lo tanto, los parámetros de corte deben ser los más adecuados considerando esta característica de la materia prima. Los valores de velocidad de rotación recomendados para materiales blandos, como son los plásticos, son siempre altos. La velocidad de avance es uno de los parámetros de mayor importancia ya que si este valor es demasiado elevado generará calor entre la herramienta y el material. Finalmente, no se pueden aplicar altas profundidades de corte porque el área de contacto entre la herramienta y el material será muy grande provocando altas temperaturas.
- En cuanto a la superficie de acabado, se obtienen mejores resultados, es decir, una buena rugosidad, a medida que la velocidad de corte y la velocidad de avance aumentan. Algunos estudios muestran que se obtiene la peor rugosidad cuando la velocidad de corte es muy baja, por esta razón se utilizó la máxima velocidad de corte.

- Los tiempos de corte calculados para cada operación fueron comparados con los resultados obtenidos de las simulaciones por Inventor HSM y CIMCO Edit, en la Tabla 2 del Apéndice C se muestran sus resultados. Los valores obtenidos para perfilado externo y planeado fueron muy cercanos entre sí. Sin embargo, el perfilado interno presentó una notable variación, este tiempo de fabricación calculado resultó bajo al ser comparado con las simulaciones.
- El tiempo total de fabricación fue 77.56 min, donde 60 min de este tiempo corresponde al tiempo de preparación de la pieza, herramienta y puesta a punto, es decir, el tiempo necesario para realizar la sujeción de la materia prima, calibración (verificar perpendicularidad y paralelismo respecto a la mesa de trabajo), sujeción de la herramienta y calibración del punto cero.
- El consumo eléctrico calculado dio un resultado de 0.19 kW/h, este valor es bajo debido a que sólo toma en cuenta el proceso de corte. Sin embargo, el valor real debe incluir otros procesos adicionales, como el arranque de la máquina y operaciones ajenas al corte.
- El análisis de costos realizado sólo abarca los costos de la herramienta de corte, materia prima, elementos de sujeción y alquiler de la máquina herramienta, el cual da como resultado \$138.46, siendo el precio del ABS el valor más alto.

4.2 Recomendaciones

- Utilizar un equipo de mecanizado que permita llegar a las velocidades de rotación más adecuadas y calculadas con las velocidades de corte recomendadas para la materia prima.
- Disminuir la velocidad de avance o profundidad de corte en caso de generar calor excesivo entre la herramienta de corte y la materia prima. De la misma manera en caso de aumentar la vibración durante el mecanizado.

- Para tener el valor real del consumo eléctrico se debe tomar en cuenta el tiempo desde el encendido/arranque de la máquina, diferentes paradas y operaciones ajenas al mecanizado y el tiempo de finalización del proceso.
- Dentro de las operaciones desarrolladas en el ciclo de fabricación se puede optimizar la operación de Planeado al emplear una fresa de mayor diámetro. Sin embargo, habría que analizar el tiempo adicional que tomaría por desplazamiento para el cambio de herramienta y reposicionamiento.
- Para obtener un valor más cercano a la realidad de los diferentes tiempos de fabricación, se recomienda cronometrar cada uno de los pasos y operaciones realizados durante el mismo.
- Este proceso de mecanizado (utilizando CNC) es recomendable y económicamente viable cuando se quiere fabricar grandes cantidades de la misma pieza de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Groover, M. P. (2009). Fundamentos de Manufactura Moderna. Wiley India: Pvt. Limited.

Norton Robert, L. (2011). Diseño de máquinas: un enfoque integrado. New Jersey: Prentice Hall

Páginas web

TRESDE. (2019). TRESDE. Obtenido de Manufactura: Fabricación Aditiva vs Fabricación Sustractiva. Descargado de: <https://tresde.pe/manufactura-fabricacion-aditiva-vs-fabricacion-sustractiva/>

Procesos de mecanizado por arranque de viruta. (s.f). Descargado de: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/DPMCM/DPMCM01/es_PPFM_DPMCM_01_Contenidos/website_11_la_evolucion_historica_del_mecanizado.

Funk, T. (2020). Why Machined Plastic Gears Are Superior to Metal. Descargado de Reading plastic machining and fabrication: <https://readingplastic.com/machined-plastic-gears/>

Artículos de revista tomados de Internet

Fulgueira, M. S. (2014). *Elaboración de programas de CNC para la fabricación de piezas por arranque de viruta*. FMEH0109: IC Editorial.

Albarrán Albarran, O. M. A. R. (2020). Introducción al Control de Maquina CNC.

Martínez Leal, J. E. Implementación de operaciones tecnológicas, para la generación de engranajes rectos, en centro de maquinado Multieje CNC.

Ensinger. (2017). Machining Recommendations for Semi-finished engineering Plastics.

Dormer Tools. (2012). Technical Handbook

Rodríguez, J. L., & Velázquez, J. A. (2007). Cálculo de engranajes plásticos. México: Ingeniería mecánica.

A

P

É

N

D

I

C

E

S

Apéndice A

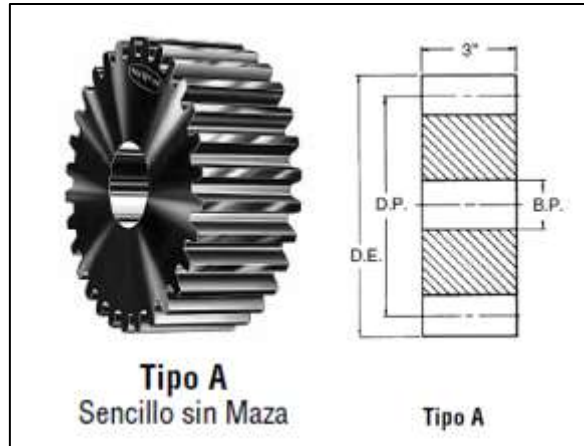


Figura 1 Engranaje de dientes rectos Tipo A. [Martin, 2019]

Número de Dientes	Número de Parte	Ángulo de Presión	Diámetro		Tipo	Barreno (Pulg.)		Maza (Pulg.)		Peso Aprox. (lb)
			Paso	Exterior		Piloto	Máx.*	Diámetro	Proy.	
11	S311	14½	4.000	4.666	A	1½	2			12.0
12	S312	14½	4.000	4.666	A	1½	2			11.0
13	S313	14½	4.333	5.000	A	1½	2½			10.7
14	S314	14½	4.667	5.333	A	1½	2½			12.8
15	S315	14½	5.000	5.666	A	1½	2¾			14.8
16	S316	14½	5.333	6.000	A	1½	2¾			17.0
18	S318	14½	6.000	6.666	A	1½	3¼			22.0
20	S320	14½	6.667	7.333	A	1½	3¾			27.4

Figura 2 Especificaciones técnicas para la selección del engranaje. [Martin, 2019]

Parámetro	Paso grueso ($p_d < 20$)	Paso fino ($p_d \geq 20$)
Ángulo de presión ϕ	20° o 25°	20°
Adendum a	$1.000 / p_d$	$1.000 / p_d$
Dedendum b	$1.250 / p_d$	$1.250 / p_d$
Profundidad de trabajo	$2.000 / p_d$	$2.000 / p_d$
Profundidad total	$2.250 / p_d$	$2.200 / p_d + 0.002$ in
Espesor circular del diente	$1.571 / p_d$	$1.571 / p_d$
Radio de filete: cremallera básica	$0.300 / p_d$	no estandarizado
Holgura básica mínima	$0.250 / p_d$	$0.200 / p_d + 0.002$ in
Ancho mínimo del borde superior	$0.250 / p_d$	no estandarizado
Holgura (dientes esmerilados o pulidos)	$0.350 / p_d$	$0.350 / p_d + 0.002$ in

Figura 3 Especificaciones de AGMA para el diseño de dientes de engranajes rectos.

[Norton Robert, 2011]

Tabla 1 Resultados obtenidos para el cálculo del perfil del engranaje. [Elaboración propia]

$\varnothing_p = 20^\circ$	N= 11	Dp= 4 in	N= 20	Dp= 6.667 in
Fórmulas	Resultados (Alternativa 3)		Resultados (Alternativa 4)	
$Pd=N/DP$	2.75	in-1	3	in-1
$m=Dp/N$	0.3636	in	0.3333	in
$a=1/Pd$	0.36	in	0.33	in
$b=1.25/Pd$	0.45	in	0.42	in
$e=1.571/Pd$	0.57	in	0.52	in
$h=0.25/Pd$	0.09	in	0.08	in
$r=0.3/Pd$	0.109	in	0.1	in

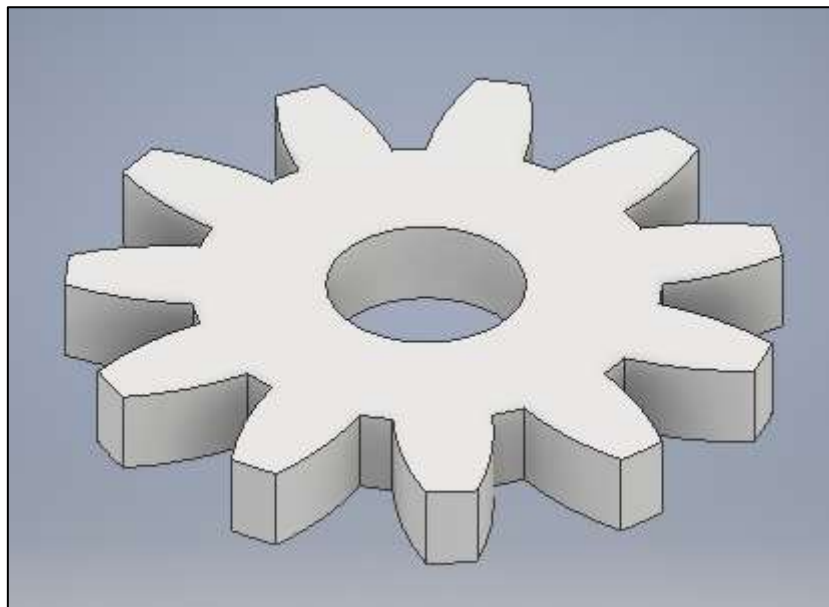


Figura 4 Engranaje de dientes rectos. [Inventor, 2019]

Apéndice B

Simulación completa del mecanizado

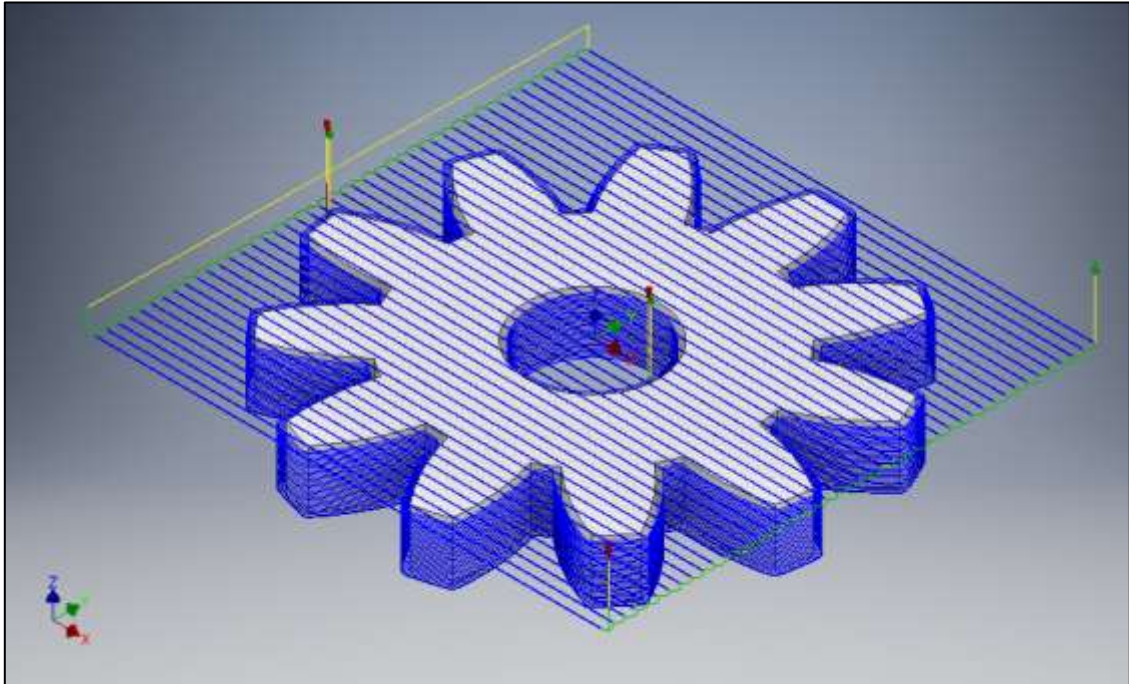


Figura 5 Mecanizado total. [Inventor HSM, 2019]

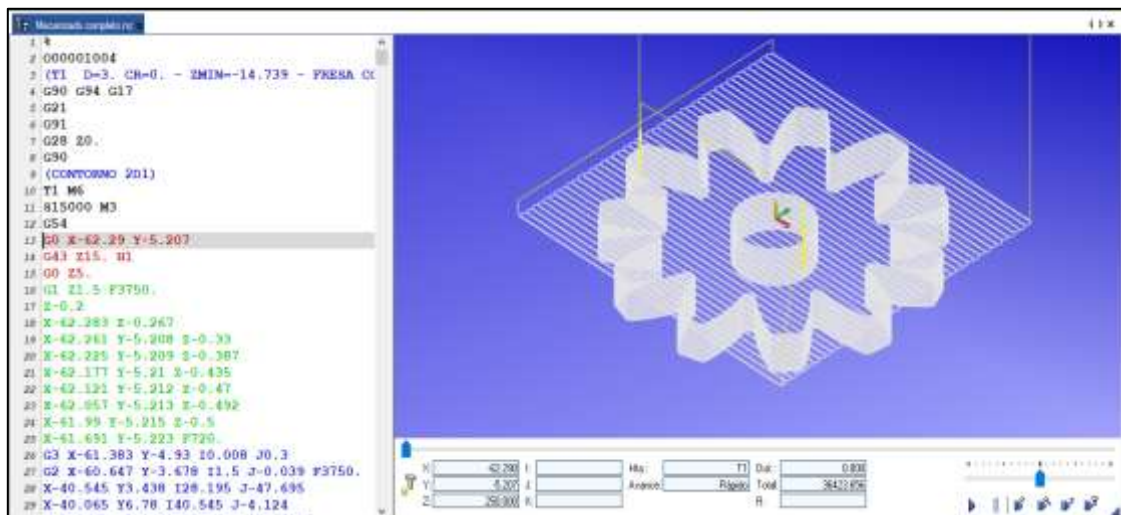


Figura 6 Código CNC. [CIMCO Edit, 2020]

Apéndice C

Tiempo de mecanizado - Simulación en Inventor HSM

Estadísticas	
Tiempo de mecanizado:	0:05:50
Distancia de mecanizado:	19,5019 m
Operaciones:	1
Cambios de herramienta:	1

Figura 7 Perfilado externo. [Inventor HSM, 2019]

Estadísticas	
Tiempo de mecanizado:	0:01:53
Distancia de mecanizado:	3,61779 m
Operaciones:	1
Cambios de herramienta:	1

Figura 8 Perfilado interno. [Inventor HSM, 2019]

Estadísticas	
Tiempo de mecanizado:	0:06:28
Distancia de mecanizado:	22,1097 m
Operaciones:	1
Cambios de herramienta:	1

Figura 9 Planeado. [Inventor HSM, 2019]

Tiempo de mecanizado - Simulación en CIMCO Edit

Detalles de todas las herramientas:

Información	Valor
Tiempo de mecanizado	0:06:18
Tiempo de corte	0:05:09
Tiempo de movimientos rápidos	0:00:59
Tiempo de espera	0:00:00
Tiempo de cambio de herramienta	0:00:10
Longitud de la trayectoria	20037.6138
Longitud de corte	19056.5854
Longitud de movimientos rápidos	981.0284

Figura 10 Perfilado externo. [CIMCO Edit, 2020]

Detalles de todas las herramientas:

Información	Valor
Tiempo de mecanizado	0:02:18
Tiempo de corte	0:00:54
Tiempo de movimientos rápidos	0:01:14
Tiempo de espera	0:00:00
Tiempo de cambio de herramienta	0:00:10
Longitud de la trayectoria	4113.5073
Longitud de corte	2876.6432
Longitud de movimientos rápidos	1236.8642

Figura 11 Perfilado interno. [CIMCO Edit, 2020]

Detalles de todas las herramientas:

Información	Valor
Tiempo de mecanizado	0:06:57
Tiempo de corte	0:05:50
Tiempo de movimientos rápidos	0:00:57
Tiempo de espera	0:00:00
Tiempo de cambio de herramienta	0:00:10
Longitud de la trayectoria	22665.9377
Longitud de corte	21716.0333
Longitud de movimientos rápidos	949.9044

Figura 12 Planeado. [CIMCO Edit, 2020]

Tabla 2 Comparación de tiempo de mecanizado por operación. [Elaboración propia]

	Tiempo de mecanizado		
Operación	Teórico [min]	Inventor HSM [min]	CIMCO Edit [min]
Perfilado externo	5.20	5.50	5.09
Perfilado interno	0.94	1.53	0.54
Planeado	6.40	6.28	5.50

Apéndice D

Código CNC para perfilado externo

%	X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572	X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
O00001001	X4.39 I4.39 J-61.38	X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
(T1 D=3. CR=0. - ZMIN=-15.478 -	X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496	X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
FRESA CON PUNTA PLANA)	X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12	X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
G90 G94 G17	X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546	X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
G21	X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131	X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
G91	X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231	X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
G28 Z0.	X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009	X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G90	X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201	G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
(CONTORNO 2D1)	X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925	F720.
T1 M6	X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941	G1 X-61.975 Y-4.615
S15000 M3	X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486	X-62.042 Y-4.613 Z-1.492
G54	X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499	X-62.105 Y-4.612 Z-1.47
G0 X-62.29 Y-5.207	X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491	X-62.162 Y-4.61 Z-1.435
G43 Z15. H1	X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524	X-62.209 Y-4.609 Z-1.387
G0 Z4.	X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82	X-62.245 Y-4.608 Z-1.33
G1 Z0.5 F3750.	X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465	X-62.267 Z-1.267
Z-1.2	X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811	X-62.275 Y-4.607 Z-1.2
X-62.283 Z-1.267	X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291	G0 Z5.
X-62.261 Y-5.208 Z-1.33	X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39	X-62.29 Y-5.207
X-62.225 Y-5.209 Z-1.387	X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319	Z4.
X-62.177 Y-5.21 Z-1.435	X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707	G1 Z0. F3750.
X-62.121 Y-5.212 Z-1.47	X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38	Z-1.7
X-62.057 Y-5.213 Z-1.492	X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-	X-62.283 Z-1.767
X-61.99 Y-5.215 Z-1.5	41.734	X-62.261 Y-5.208 Z-1.83
X-61.691 Y-5.223 F720.	X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674	X-62.225 Y-5.209 Z-1.887
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3	X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878	X-62.177 Y-5.21 Z-1.935
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039	X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061	X-62.121 Y-5.212 Z-1.97
F3750.	X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542	X-62.057 Y-5.213 Z-1.992
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695	X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343	X-61.99 Y-5.215 Z-2.
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124	X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407	X-61.691 Y-5.223 F720.
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311	X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158	G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024	X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657	G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504	X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466	F3750.
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719	X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695	X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367	X-1.688 I-1.688 J40.72	X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39	X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811	X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777	X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939	X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269	X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13	X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263	X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405	X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317	X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834	X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46	X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168	X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595	X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01	X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211	X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422	X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269

X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899

X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-1.992
X-62.105 Y-4.612 Z-1.97
X-62.162 Y-4.61 Z-1.935
X-62.209 Y-4.609 Z-1.887
X-62.245 Y-4.608 Z-1.83
X-62.267 Z-1.767
X-62.275 Y-4.607 Z-1.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-0.5 F3750.
Z-2.2
X-62.283 Z-2.267
X-62.261 Y-5.208 Z-2.33
X-62.225 Y-5.209 Z-2.387
X-62.177 Y-5.21 Z-2.435
X-62.121 Y-5.212 Z-2.47
X-62.057 Y-5.213 Z-2.492
X-61.99 Y-5.215 Z-2.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12

X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615

X-62.042 Y-4.613 Z-2.492
X-62.105 Y-4.612 Z-2.47
X-62.162 Y-4.61 Z-2.435
X-62.209 Y-4.609 Z-2.387
X-62.245 Y-4.608 Z-2.33
X-62.267 Z-2.267
X-62.275 Y-4.607 Z-2.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-1. F3750.
Z-2.7
X-62.283 Z-2.767
X-62.261 Y-5.208 Z-2.83
X-62.225 Y-5.209 Z-2.887
X-62.177 Y-5.21 Z-2.935
X-62.121 Y-5.212 Z-2.97
X-62.057 Y-5.213 Z-2.992
X-61.99 Y-5.215 Z-3.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-2.992
X-62.105 Y-4.612 Z-2.97
X-62.162 Y-4.61 Z-2.935
X-62.209 Y-4.609 Z-2.887
X-62.245 Y-4.608 Z-2.83
X-62.267 Z-2.767
X-62.275 Y-4.607 Z-2.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-1. F3750.
Z-2.7
X-62.283 Z-2.767
X-62.261 Y-5.208 Z-2.83
X-62.225 Y-5.209 Z-2.887
X-62.177 Y-5.21 Z-2.935
X-62.121 Y-5.212 Z-2.97
X-62.057 Y-5.213 Z-2.992
X-61.99 Y-5.215 Z-3.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
Z4.
G1 Z-1.5 F3750.
Z-3.2
X-62.283 Z-3.267
X-62.261 Y-5.208 Z-3.33
X-62.225 Y-5.209 Z-3.387
X-62.177 Y-5.21 Z-3.435
X-62.121 Y-5.212 Z-3.47
X-62.057 Y-5.213 Z-3.492
X-61.99 Y-5.215 Z-3.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707

X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008 F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-3.492
X-62.105 Y-4.612 Z-3.47
X-62.162 Y-4.61 Z-3.435
X-62.209 Y-4.609 Z-3.387
X-62.245 Y-4.608 Z-3.33
X-62.267 Z-3.267
X-62.275 Y-4.607 Z-3.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-2. F3750.
Z-3.7
X-62.283 Z-3.767
X-62.261 Y-5.208 Z-3.83
X-62.225 Y-5.209 Z-3.887
X-62.177 Y-5.21 Z-3.935
X-62.121 Y-5.212 Z-3.97
X-62.057 Y-5.213 Z-3.992

X-61.99 Y-5.215 Z-4.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039 F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407

X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008 F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-3.992
X-62.105 Y-4.612 Z-3.97
X-62.162 Y-4.61 Z-3.935
X-62.209 Y-4.609 Z-3.887
X-62.245 Y-4.608 Z-3.83
X-62.267 Z-3.767
X-62.275 Y-4.607 Z-3.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-2.5 F3750.
Z-4.2
X-62.283 Z-4.267
X-62.261 Y-5.208 Z-4.33
X-62.225 Y-5.209 Z-4.387
X-62.177 Y-5.21 Z-4.435
X-62.121 Y-5.212 Z-4.47
X-62.057 Y-5.213 Z-4.492
X-61.99 Y-5.215 Z-4.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039 F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024

X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405

X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-4.492
X-62.105 Y-4.612 Z-4.47
X-62.162 Y-4.61 Z-4.435
X-62.209 Y-4.609 Z-4.387
X-62.245 Y-4.608 Z-4.33
X-62.267 Z-4.267
X-62.275 Y-4.607 Z-4.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-3. F3750.
Z-4.7
X-62.283 Z-4.767
X-62.261 Y-5.208 Z-4.83
X-62.225 Y-5.209 Z-4.887
X-62.177 Y-5.21 Z-4.935
X-62.121 Y-5.212 Z-4.97
X-62.057 Y-5.213 Z-4.992
X-61.99 Y-5.215 Z-5.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46

X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405

X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-4.992
X-62.105 Y-4.612 Z-4.97
X-62.162 Y-4.61 Z-4.935
X-62.209 Y-4.609 Z-4.887
X-62.245 Y-4.608 Z-4.83
X-62.267 Z-4.767
X-62.275 Y-4.607 Z-4.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-3.5 F3750.
Z-5.2
X-62.283 Z-5.267
X-62.261 Y-5.208 Z-5.33
X-62.225 Y-5.209 Z-5.387
X-62.177 Y-5.21 Z-5.435
X-62.121 Y-5.212 Z-5.47
X-62.057 Y-5.213 Z-5.492
X-61.99 Y-5.215 Z-5.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231

X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-
41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-5.492
X-62.105 Y-4.612 Z-5.47
X-62.162 Y-4.61 Z-5.435

X-62.209 Y-4.609 Z-5.387
X-62.245 Y-4.608 Z-5.33
X-62.267 Z-5.267
X-62.275 Y-4.607 Z-5.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-4. F3750.
Z-5.7
X-62.283 Z-5.767
X-62.261 Y-5.208 Z-5.83
X-62.225 Y-5.209 Z-5.887
X-62.177 Y-5.21 Z-5.935
X-62.121 Y-5.212 Z-5.97
X-62.057 Y-5.213 Z-5.992
X-61.99 Y-5.215 Z-6.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82

X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-5.992
X-62.105 Y-4.612 Z-5.97
X-62.162 Y-4.61 Z-5.935
X-62.209 Y-4.609 Z-5.887
X-62.245 Y-4.608 Z-5.83
X-62.267 Z-5.767
X-62.275 Y-4.607 Z-5.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-4.5 F3750.
Z-6.2

X-62.283 Z-6.267
X-62.261 Y-5.208 Z-6.33
X-62.225 Y-5.209 Z-6.387
X-62.177 Y-5.21 Z-6.435
X-62.121 Y-5.212 Z-6.47
X-62.057 Y-5.213 Z-6.492
X-61.99 Y-5.215 Z-6.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734

X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-6.492
X-62.105 Y-4.612 Z-6.47
X-62.162 Y-4.61 Z-6.435
X-62.209 Y-4.609 Z-6.387
X-62.245 Y-4.608 Z-6.33
X-62.267 Z-6.267
X-62.275 Y-4.607 Z-6.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-5. F3750.
Z-6.7
X-62.283 Z-6.767
X-62.261 Y-5.208 Z-6.83
X-62.225 Y-5.209 Z-6.887
X-62.177 Y-5.21 Z-6.935
X-62.121 Y-5.212 Z-6.97
X-62.057 Y-5.213 Z-6.992
X-61.99 Y-5.215 Z-7.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3

G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466

X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-6.992
X-62.105 Y-4.612 Z-6.97
X-62.162 Y-4.61 Z-6.935
X-62.209 Y-4.609 Z-6.887
X-62.245 Y-4.608 Z-6.83
X-62.267 Z-6.767
X-62.275 Y-4.607 Z-6.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-5.5 F3750.
Z-7.2
X-62.283 Z-7.267
X-62.261 Y-5.208 Z-7.33
X-62.225 Y-5.209 Z-7.387
X-62.177 Y-5.21 Z-7.435
X-62.121 Y-5.212 Z-7.47
X-62.057 Y-5.213 Z-7.492
X-61.99 Y-5.215 Z-7.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367

X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01

X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-7.492
X-62.105 Y-4.612 Z-7.47
X-62.162 Y-4.61 Z-7.435
X-62.209 Y-4.609 Z-7.387
X-62.245 Y-4.608 Z-7.33
X-62.267 Z-7.267
X-62.275 Y-4.607 Z-7.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-6. F3750.
Z-7.7
X-62.283 Z-7.767
X-62.261 Y-5.208 Z-7.83
X-62.225 Y-5.209 Z-7.887
X-62.177 Y-5.21 Z-7.935
X-62.121 Y-5.212 Z-7.97
X-62.057 Y-5.213 Z-7.992
X-61.99 Y-5.215 Z-8.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-
41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-7.492
X-62.105 Y-4.612 Z-7.97
X-62.162 Y-4.61 Z-7.935
X-62.209 Y-4.609 Z-7.887
X-62.245 Y-4.608 Z-7.83
X-62.267 Z-7.767
X-62.275 Y-4.607 Z-7.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-6.5 F3750.
Z-8.2
X-62.283 Z-8.267
X-62.261 Y-5.208 Z-8.33
X-62.225 Y-5.209 Z-8.387
X-62.177 Y-5.21 Z-8.435
X-62.121 Y-5.212 Z-8.47
X-62.057 Y-5.213 Z-8.492
X-61.99 Y-5.215 Z-8.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925

X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-8.492
X-62.105 Y-4.612 Z-8.47
X-62.162 Y-4.61 Z-8.435
X-62.209 Y-4.609 Z-8.387
X-62.245 Y-4.608 Z-8.33
X-62.267 Z-8.267

X-62.275 Y-4.607 Z-8.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-7. F3750.
Z-8.7
X-62.283 Z-8.767
X-62.261 Y-5.208 Z-8.83
X-62.225 Y-5.209 Z-8.887
X-62.177 Y-5.21 Z-8.935
X-62.121 Y-5.212 Z-8.97
X-62.057 Y-5.213 Z-8.992
X-61.99 Y-5.215 Z-9.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291

X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-8.992
X-62.105 Y-4.612 Z-8.97
X-62.162 Y-4.61 Z-8.935
X-62.209 Y-4.609 Z-8.887
X-62.245 Y-4.608 Z-8.83
X-62.267 Z-8.767
X-62.275 Y-4.607 Z-8.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-7.5 F3750.
Z-9.2
X-62.283 Z-9.267
X-62.261 Y-5.208 Z-9.33
X-62.225 Y-5.209 Z-9.387

X-62.177 Y-5.21 Z-9.435
X-62.121 Y-5.212 Z-9.47
X-62.057 Y-5.213 Z-9.492
X-61.99 Y-5.215 Z-9.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061

X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-9.492
X-62.105 Y-4.612 Z-9.47
X-62.162 Y-4.61 Z-9.435
X-62.209 Y-4.609 Z-9.387
X-62.245 Y-4.608 Z-9.33
X-62.267 Z-9.267
X-62.275 Y-4.607 Z-9.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-8. F3750.
Z-9.7
X-62.283 Z-9.767
X-62.261 Y-5.208 Z-9.83
X-62.225 Y-5.209 Z-9.887
X-62.177 Y-5.21 Z-9.935
X-62.121 Y-5.212 Z-9.97
X-62.057 Y-5.213 Z-9.992
X-61.99 Y-5.215 Z-10.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695

X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811

X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-9.992
X-62.105 Y-4.612 Z-9.97
X-62.162 Y-4.61 Z-9.935
X-62.209 Y-4.609 Z-9.887
X-62.245 Y-4.608 Z-9.83
X-62.267 Z-9.767
X-62.275 Y-4.607 Z-9.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-8.5 F3750.
Z-10.2
X-62.283 Z-10.267
X-62.261 Y-5.208 Z-10.33
X-62.225 Y-5.209 Z-10.387
X-62.177 Y-5.21 Z-10.435
X-62.121 Y-5.212 Z-10.47
X-62.057 Y-5.213 Z-10.492
X-61.99 Y-5.215 Z-10.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269

X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899

X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-10.492
X-62.105 Y-4.612 Z-10.47
X-62.162 Y-4.61 Z-10.435
X-62.209 Y-4.609 Z-10.387
X-62.245 Y-4.608 Z-10.33
X-62.267 Z-10.267
X-62.275 Y-4.607 Z-10.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-9. F3750.
Z-10.7
X-62.283 Z-10.767
X-62.261 Y-5.208 Z-10.83
X-62.225 Y-5.209 Z-10.887
X-62.177 Y-5.21 Z-10.935
X-62.121 Y-5.212 Z-10.97
X-62.057 Y-5.213 Z-10.992
X-61.99 Y-5.215 Z-11.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12

X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615

X-62.042 Y-4.613 Z-10.992
X-62.105 Y-4.612 Z-10.97
X-62.162 Y-4.61 Z-10.935
X-62.209 Y-4.609 Z-10.887
X-62.245 Y-4.608 Z-10.83
X-62.267 Z-10.767
X-62.275 Y-4.607 Z-10.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-9.5 F3750.
Z-11.2
X-62.283 Z-11.267
X-62.261 Y-5.208 Z-11.33
X-62.225 Y-5.209 Z-11.387
X-62.177 Y-5.21 Z-11.435
X-62.121 Y-5.212 Z-11.47
X-62.057 Y-5.213 Z-11.492
X-61.99 Y-5.215 Z-11.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499

X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-11.492
X-62.105 Y-4.612 Z-11.47
X-62.162 Y-4.61 Z-11.435
X-62.209 Y-4.609 Z-11.387
X-62.245 Y-4.608 Z-11.33
X-62.267 Z-11.267
X-62.275 Y-4.607 Z-11.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207

Z4.
G1 Z-10. F3750.
Z-11.7
X-62.283 Z-11.767
X-62.261 Y-5.208 Z-11.83
X-62.225 Y-5.209 Z-11.887
X-62.177 Y-5.21 Z-11.935
X-62.121 Y-5.212 Z-11.97
X-62.057 Y-5.213 Z-11.992
X-61.99 Y-5.215 Z-12.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707

X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-11.992
X-62.105 Y-4.612 Z-11.97
X-62.162 Y-4.61 Z-11.935
X-62.209 Y-4.609 Z-11.887
X-62.245 Y-4.608 Z-11.83
X-62.267 Z-11.767
X-62.275 Y-4.607 Z-11.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-10.5 F3750.
Z-12.2
X-62.283 Z-12.267
X-62.261 Y-5.208 Z-12.33
X-62.225 Y-5.209 Z-12.387
X-62.177 Y-5.21 Z-12.435
X-62.121 Y-5.212 Z-12.47
X-62.057 Y-5.213 Z-12.492

X-61.99 Y-5.215 Z-12.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707

X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-12.492
X-62.105 Y-4.612 Z-12.47
X-62.162 Y-4.61 Z-12.435
X-62.209 Y-4.609 Z-12.387
X-62.245 Y-4.608 Z-12.33
X-62.267 Z-12.267
X-62.275 Y-4.607 Z-12.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-11. F3750.
Z-12.7
X-62.283 Z-12.767
X-62.261 Y-5.208 Z-12.83
X-62.225 Y-5.209 Z-12.887
X-62.177 Y-5.21 Z-12.935
X-62.121 Y-5.212 Z-12.97
X-62.057 Y-5.213 Z-12.992
X-61.99 Y-5.215 Z-13.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024

X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405

X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-12.992
X-62.105 Y-4.612 Z-12.97
X-62.162 Y-4.61 Z-12.935
X-62.209 Y-4.609 Z-12.887
X-62.245 Y-4.608 Z-12.83
X-62.267 Z-12.767
X-62.275 Y-4.607 Z-12.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-11.5 F3750.
Z-13.2
X-62.283 Z-13.267
X-62.261 Y-5.208 Z-13.33
X-62.225 Y-5.209 Z-13.387
X-62.177 Y-5.21 Z-13.435
X-62.121 Y-5.212 Z-13.47
X-62.057 Y-5.213 Z-13.492
X-61.99 Y-5.215 Z-13.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46

X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871

X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-13.492
X-62.105 Y-4.612 Z-13.47
X-62.162 Y-4.61 Z-13.435
X-62.209 Y-4.609 Z-13.387
X-62.245 Y-4.608 Z-13.33
X-62.267 Z-13.267
X-62.275 Y-4.607 Z-13.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-12. F3750.
Z-13.7
X-62.283 Z-13.767
X-62.261 Y-5.208 Z-13.83
X-62.225 Y-5.209 Z-13.887
X-62.177 Y-5.21 Z-13.935
X-62.121 Y-5.212 Z-13.97
X-62.057 Y-5.213 Z-13.992
X-61.99 Y-5.215 Z-14.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231

X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-13.992
X-62.105 Y-4.612 Z-13.97
X-62.162 Y-4.61 Z-13.935

X-62.209 Y-4.609 Z-13.887
X-62.245 Y-4.608 Z-13.83
X-62.267 Z-13.767
X-62.275 Y-4.607 Z-13.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-12.5 F3750.
Z-14.2
X-62.283 Z-14.267
X-62.261 Y-5.208 Z-14.33
X-62.225 Y-5.209 Z-14.387
X-62.177 Y-5.21 Z-14.435
X-62.121 Y-5.212 Z-14.47
X-62.057 Y-5.213 Z-14.492
X-61.99 Y-5.215 Z-14.5
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-14.492
X-62.105 Y-4.612 Z-14.47
X-62.162 Y-4.61 Z-14.435
X-62.209 Y-4.609 Z-14.387
X-62.245 Y-4.608 Z-14.33
X-62.267 Z-14.267
X-62.275 Y-4.607 Z-14.2
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-13. F3750.
Z-14.7
X-62.283 Z-14.767
X-62.261 Y-5.208 Z-14.83
X-62.225 Y-5.209 Z-14.887
X-62.177 Y-5.21 Z-14.935
X-62.121 Y-5.212 Z-14.97
X-62.057 Y-5.213 Z-14.992
X-61.99 Y-5.215 Z-15.
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38
X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734

X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-14.992
X-62.105 Y-4.612 Z-14.97
X-62.162 Y-4.61 Z-14.935
X-62.209 Y-4.609 Z-14.887
X-62.245 Y-4.608 Z-14.83
X-62.267 Z-14.767
X-62.275 Y-4.607 Z-14.7
G0 Z5.
X-62.29 Y-5.207
Z4.
G1 Z-13.5 F3750.
Z-15.178
X-62.283 Z-15.245
X-62.261 Y-5.208 Z-15.308
X-62.225 Y-5.209 Z-15.365
X-62.177 Y-5.21 Z-15.413

X-62.121 Y-5.212 Z-15.448
X-62.057 Y-5.213 Z-15.47
X-61.99 Y-5.215 Z-15.478
X-61.691 Y-5.223 F720.
G3 X-61.383 Y-4.93 I0.008 J0.3
G2 X-60.647 Y-3.678 I1.5 J-0.039
F3750.
X-40.545 Y3.438 I28.195 J-47.695
X-40.065 Y6.78 I40.545 J-4.124
X-57.347 Y19.271 I23.208 J50.311
X-57.657 Y20.819 I1.096 J1.024
X-54.009 Y28.805 I57.657 J-21.504
X-52.637 Y29.585 I1.317 J-0.719
X-31.879 Y24.704 I-2.067 J-55.367
X-29.669 Y27.255 I31.879 J-25.39
X-37.454 Y47.107 I46.724 J29.777
X-36.877 Y48.576 I1.476 J0.269
X-29.491 Y53.323 I36.877 J-49.263
X-27.915 Y53.237 I0.719 J-1.317
X-13.091 Y37.909 I-31.672 J-45.46
X-9.853 Y38.86 I13.091 J-38.595
X-5.67 Y59.769 I55.405 J-0.211
X-4.39 Y60.694 I1.387 J-0.572
X4.39 I4.39 J-61.38
X5.67 Y59.769 I-0.107 J-1.496
X9.853 Y38.86 I-51.222 J-21.12
X13.091 Y37.909 I-9.852 J-39.546
X27.915 Y53.237 I46.496 J-30.131
X29.491 Y53.323 I0.857 J-1.231
X36.877 Y48.576 I-29.491 J-54.009
X37.454 Y47.107 I-0.899 J-1.201
X29.669 Y27.255 I-54.509 J9.925
X31.879 Y24.704 I-29.668 J-27.941
X52.637 Y29.585 I22.825 J-50.486
X54.009 Y28.805 I0.056 J-1.499
X57.657 Y20.819 I-54.009 J-29.491
X57.347 Y19.271 I-1.405 J-0.524
X40.065 Y6.78 I-40.49 J37.82
X40.545 Y3.438 I-40.065 J-7.465
X60.647 Y-3.678 I-8.093 J-54.811
X61.38 Y-5.076 I-0.763 J-1.291
X60.13 Y-13.767 I-61.38 J4.39
X59.033 Y-14.902 I-1.466 J0.319
X37.741 Y-16.066 I-13.615 J53.707
X36.339 Y-19.137 I-37.741 J15.38

X49.402 Y-35.991 I-36.442 J-41.734
X49.262 Y-37.563 I-1.34 J-0.674
X43.513 Y-44.199 I-49.262 J36.878
X41.976 Y-44.561 I-1.061 J1.061
X23.435 Y-34.029 I17.582 J52.542
X20.595 Y-35.854 I-23.434 J33.343
X22.472 Y-57.095 I-53.22 J-15.407
X21.505 Y-58.343 I-1.492 J0.158
X13.08 Y-60.816 I-21.505 J57.657
X11.592 Y-60.29 I-0.319 J1.466
X1.688 Y-41.406 I43.197 J34.695
X-1.688 I-1.688 J40.72
X-11.592 Y-60.29 I-53.102 J15.811
X-13.08 Y-60.816 I-1.169 J0.939
X-21.505 Y-58.343 I13.08 J60.13
X-22.472 Y-57.095 I0.524 J1.405
X-20.595 Y-35.854 I55.098 J5.834
X-23.435 Y-34.029 I20.595 J35.168
X-41.976 Y-44.561 I-36.123 J42.01
X-43.513 Y-44.199 I-0.476 J1.422
X-49.262 Y-37.563 I43.512 J43.513
X-49.402 Y-35.991 I1.201 J0.899
X-36.339 Y-19.137 I49.505 J-24.88
X-37.741 Y-16.066 I36.339 J18.451
X-59.033 Y-14.902 I-7.677 J54.871
X-60.13 Y-13.767 I0.369 J1.454
X-61.38 Y-5.076 I60.13 J13.081
X-61.383 Y-4.93 I1.496 J0.107
G3 X-61.675 Y-4.623 I-0.3 J0.008
F720.
G1 X-61.975 Y-4.615
X-62.042 Y-4.613 Z-15.47
X-62.105 Y-4.612 Z-15.448
X-62.162 Y-4.61 Z-15.413
X-62.209 Y-4.609 Z-15.365
X-62.245 Y-4.608 Z-15.308
X-62.267 Z-15.245
X-62.275 Y-4.607 Z-15.178
G0 Z15.
G91
G28 Z0.
M5
G28 X0. Y0.
M30
%

Código CNC para perfilado interno

%	G18 G3 X14.419 Z-2.198 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-4.195 K0.3
O00001002	G0 Z5.	G0 Z5.
(T1 D=3. CR=0. - ZMIN=-15.478 -	Y-0.986	Y-0.986
FRESA CON PUNTA PLANA)	Z-0.997	Z-2.994
G90 G94 G17	G1 Z-2.697 F720.	G1 Z-4.694 F720.
G21	G2 X14.719 Z-2.997 I0.3	G2 X14.719 Z-4.994 I0.3
G91	G1 X14.869	G1 X14.869
G28 Z0.	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
G90	X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.
(CIRCULAR1)	X15.169 I15.169	X15.169 I15.169
T1 M6	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
S15000 M3	G1 X14.719	G1 X14.719
G54	G18 G3 X14.419 Z-2.697 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-4.694 K0.3
G0 X14.419 Y-0.986	G0 Z5.	G0 Z5.
G43 Z15. H1	Y-0.986	Y-0.986
G0 Z0.501	Z-1.496	Z-3.493
G1 Z-1.199 F720.	G1 Z-3.196 F720.	G1 Z-5.193 F720.
G18 G2 X14.719 Z-1.499 I0.3	G2 X14.719 Z-3.496 I0.3	G2 X14.719 Z-5.493 I0.3
G1 X14.869	G1 X14.869	G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169	X15.169 I15.169	X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719	G1 X14.719	G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-1.199 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-3.196 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-5.193 K0.3
G0 Z5.	G0 Z5.	G0 Z5.
Y-0.986	Y-0.986	Y-0.986
Z0.002	Z-1.995	Z-3.992
G1 Z-1.698 F720.	G1 Z-3.695 F720.	G1 Z-5.692 F720.
G2 X14.719 Z-1.998 I0.3	G2 X14.719 Z-3.995 I0.3	G2 X14.719 Z-5.992 I0.3
G1 X14.869	G1 X14.869	G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169	X15.169 I15.169	X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719	G1 X14.719	G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-1.698 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-3.695 K0.3	G18 G3 X14.419 Z-5.692 K0.3
G0 Z5.	G0 Z5.	G0 Z5.
Y-0.986	Y-0.986	Y-0.986
Z-0.498	Z-2.495	Z-4.492
G1 Z-2.198 F720.	G1 Z-4.195 F720.	G1 Z-6.192 F720.
G2 X14.719 Z-2.498 I0.3	G2 X14.719 Z-4.495 I0.3	G2 X14.719 Z-6.492 I0.3
G1 X14.869	G1 X14.869	G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3	G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.	X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169	X15.169 I15.169	X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.	X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719	G1 X14.719	G1 X14.719

G18 G3 X14.419 Z-6.192 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-4.991
G1 Z-6.691 F720.
G2 X14.719 Z-6.991 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-6.691 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-5.49
G1 Z-7.19 F720.
G2 X14.719 Z-7.49 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-7.19 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-5.989
G1 Z-7.689 F720.
G2 X14.719 Z-7.989 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-7.689 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-6.489
G1 Z-8.189 F720.
G2 X14.719 Z-8.489 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-8.189 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986

Z-6.988
G1 Z-8.688 F720.
G2 X14.719 Z-8.988 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-8.688 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-7.487
G1 Z-9.187 F720.
G2 X14.719 Z-9.487 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-9.187 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-7.986
G1 Z-9.686 F720.
G2 X14.719 Z-9.986 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-9.686 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-8.486
G1 Z-10.186 F720.
G2 X14.719 Z-10.486 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-10.186 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-8.985
G1 Z-10.685 F720.
G2 X14.719 Z-10.985 I0.3

G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-10.685 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-9.484
G1 Z-11.184 F720.
G2 X14.719 Z-11.484 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-11.184 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-9.983
G1 Z-11.683 F720.
G2 X14.719 Z-11.983 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-11.683 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-10.483
G1 Z-12.183 F720.
G2 X14.719 Z-12.483 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-12.183 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-10.982
G1 Z-12.682 F720.
G2 X14.719 Z-12.982 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.

X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-12.682 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-11.481
G1 Z-13.181 F720.
G2 X14.719 Z-13.481 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-13.181 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-11.98
G1 Z-13.68 F720.
G2 X14.719 Z-13.98 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169

X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-13.68 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-12.48
G1 Z-14.18 F720.
G2 X14.719 Z-14.48 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-14.18 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-12.979
G1 Z-14.679 F720.
G2 X14.719 Z-14.979 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.

G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-14.679 K0.3
G0 Z5.
Y-0.986
Z-13.478
G1 Z-15.178 F720.
G2 X14.719 Z-15.478 I0.3
G1 X14.869
G17 G3 X15.169 Y-0.686 J0.3
X-15.169 I-15.169 F3750.
X15.169 I15.169
X14.869 Y-0.386 I-0.3 F720.
G1 X14.719
G18 G3 X14.419 Z-15.178 K0.3
G0 Z15.
G17
G91
G28 Z0.
M5
G0
G28 X0. Y0.
M30
%

Código CNC para planeado

%	G2 Y-16.903 J1.404	G2 Y50.475 J1.404
O00001003	G1 X60.883	G1 X60.883
(T1 D=3. CR=0. - ZMIN=-0.978 - FRESA CON PUNTA PLANA)	G3 Y-14.096 J1.404	G3 Y53.282 J1.404
G90 G94 G17	G1 X-60.883	G1 X-60.883
G21	G2 Y-11.288 J1.404	G2 Y56.089 J1.404
G91	G1 X60.883	G1 X60.883
G28 Z0.	G3 Y-8.481 J1.404	G3 Y58.897 J1.404
G90	G1 X-60.883	G1 X-60.883
(CARA1)	G2 Y-5.674 J1.404	G18 G3 X-61.183 Z0.072 K0.3 F720.
T1 M6	G1 X60.883	G0 Z5.
S15000 M3	G3 Y-2.866 J1.404	X-62.833 Y-59.014
G54	G1 X-60.883	G1 Z-0.178 F720.
G0 X62.833 Y-59.014	G2 Y-0.059 J1.404	G2 X-62.533 Z-0.478 I0.3
G43 Z15. H1	G1 X60.883	G1 X-60.883
G0 Z5.	G3 Y2.749 J1.404	X60.883 F3750.
G1 Z0.072 F720.	G1 X-60.883	G17 G3 Y-56.207 J1.404
G18 G3 X62.533 Z-0.228 I-0.3	G2 Y5.556 J1.404	G1 X-60.883
G1 X60.883	G1 X60.883	G2 Y-53.4 J1.404
X-60.883 F3750.	G3 Y8.363 J1.404	G1 X60.883
G17 G2 Y-56.207 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-50.592 J1.404
G1 X60.883	G2 Y11.171 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-53.4 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-47.785 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y13.978 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-50.592 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-44.977 J1.404
G1 X60.883	G2 Y16.786 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-47.785 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-42.17 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y19.593 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-44.977 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-39.363 J1.404
G1 X60.883	G2 Y22.401 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-42.17 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-36.555 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y25.208 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-39.363 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-33.748 J1.404
G1 X60.883	G2 Y28.015 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-36.555 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-30.94 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y30.823 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-33.748 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-28.133 J1.404
G1 X60.883	G2 Y33.63 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-30.94 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-25.326 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y36.438 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-28.133 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-22.518 J1.404
G1 X60.883	G2 Y39.245 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-25.326 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-19.711 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y42.052 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-22.518 J1.404	G1 X-60.883	G3 Y-16.903 J1.404
G1 X60.883	G2 Y44.86 J1.404	G1 X-60.883
G3 Y-19.711 J1.404	G1 X60.883	G2 Y-14.096 J1.404
G1 X-60.883	G3 Y47.667 J1.404	G1 X60.883
G2 Y-14.096 J1.404	G1 X-60.883	

G3 Y-11.288 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-8.481 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-5.674 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-2.866 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-0.059 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y2.749 J1.404
G1 X60.883
G3 Y5.556 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y8.363 J1.404
G1 X60.883
G3 Y11.171 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y13.978 J1.404
G1 X60.883
G3 Y16.786 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y19.593 J1.404
G1 X60.883
G3 Y22.401 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y25.208 J1.404
G1 X60.883
G3 Y28.015 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y30.823 J1.404
G1 X60.883
G3 Y33.63 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y36.438 J1.404
G1 X60.883
G3 Y39.245 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y42.052 J1.404
G1 X60.883
G3 Y44.86 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y47.667 J1.404
G1 X60.883
G3 Y50.475 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y53.282 J1.404
G1 X60.883
G3 Y56.089 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y58.897 J1.404

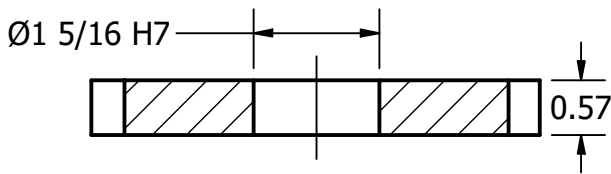
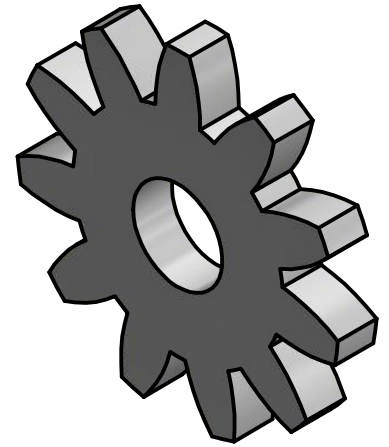
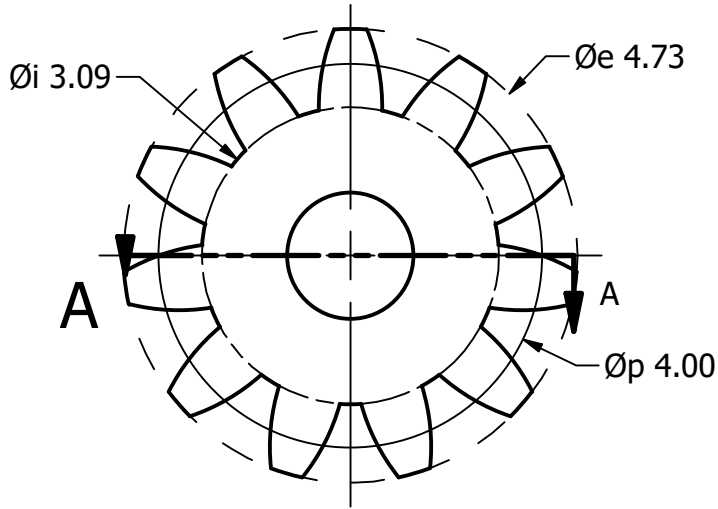
G1 X60.883
G18 G2 X61.183 Z-0.178 K0.3
F720.
G0 Z5.
X62.833 Y-59.014
G1 Z-0.428 F720.
G3 X62.533 Z-0.728 I-0.3
G1 X60.883
X-60.883 F3750.
G17 G2 Y-56.207 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-53.4 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-50.592 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-47.785 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-44.977 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-42.17 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-39.363 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-36.555 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-33.748 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-30.94 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-28.133 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-25.326 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-22.518 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-19.711 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-16.903 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-14.096 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-11.288 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-8.481 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-5.674 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-2.866 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-0.059 J1.404
G1 X60.883

G3 Y2.749 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y5.556 J1.404
G1 X60.883
G3 Y8.363 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y11.171 J1.404
G1 X60.883
G3 Y13.978 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y16.786 J1.404
G1 X60.883
G3 Y19.593 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y22.401 J1.404
G1 X60.883
G3 Y25.208 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y28.015 J1.404
G1 X60.883
G3 Y30.823 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y33.63 J1.404
G1 X60.883
G3 Y36.438 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y39.245 J1.404
G1 X60.883
G3 Y42.052 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y44.86 J1.404
G1 X60.883
G3 Y47.667 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y50.475 J1.404
G1 X60.883
G3 Y53.282 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y56.089 J1.404
G1 X60.883
G3 Y58.897 J1.404
G1 X-60.883
G18 G3 X-61.183 Z-0.428 K0.3
F720.
G0 Z5.
X-62.833 Y-59.014
G1 Z-0.678 F720.
G2 X-62.533 Z-0.978 I0.3
G1 X-60.883
X60.883 F3750.
G17 G3 Y-56.207 J1.404

G1 X-60.883
G2 Y-53.4 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-50.592 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-47.785 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-44.977 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-42.17 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-39.363 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-36.555 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-33.748 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-30.94 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-28.133 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-25.326 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-22.518 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-19.711 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-16.903 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-14.096 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-11.288 J1.404

G1 X-60.883
G2 Y-8.481 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-5.674 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y-2.866 J1.404
G1 X60.883
G3 Y-0.059 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y2.749 J1.404
G1 X60.883
G3 Y5.556 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y8.363 J1.404
G1 X60.883
G3 Y11.171 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y13.978 J1.404
G1 X60.883
G3 Y16.786 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y19.593 J1.404
G1 X60.883
G3 Y22.401 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y25.208 J1.404
G1 X60.883
G3 Y28.015 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y30.823 J1.404
G1 X60.883
G3 Y33.63 J1.404

G1 X-60.883
G2 Y36.438 J1.404
G1 X60.883
G3 Y39.245 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y42.052 J1.404
G1 X60.883
G3 Y44.86 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y47.667 J1.404
G1 X60.883
G3 Y50.475 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y53.282 J1.404
G1 X60.883
G3 Y56.089 J1.404
G1 X-60.883
G2 Y58.897 J1.404
G1 X60.883
G18 G2 X61.183 Z-0.678 K0.3
F720.
G0 Z15.
G17
G91
G28 Z0.
M5
G0
G28 X0. Y0.
M30
%



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

Engranaje de Dientes Rectos	
Parámetros	Valores
Módulo	4/11 in
Número de dientes	11
Ángulo de presión	20°
Altura del diente	1.64 in
Paso	2.75 in ⁻¹

	Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado	30/08/2020	K. Vintimilla	
Comprob.	06/09/2020	F. Maldonado	

espol Escuela Superior
Politécnica del Litoral

Escala
1:2

Engranaje cilíndrico de dientes rectos

Facultad de Ingeniería en Mecánica
y Ciencias de la Producción

