

2020

FABRICACION DE RUEDAS DENTADAS RECTAS, PARA LA CONFIGURACION DEL CABEZAL DIVISOR EN FRESADORA UNIVERSAL DEL TALLER METALMECANICO

REYES GUERRERO, MARTIN IGNACIO

<https://hdl.handle.net/11673/49312>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**FABRICACIÓN DE RUEDAS DENTADAS RECTAS, PARA LA CONFIGURACIÓN
DEL CABEZAL DIVISOR EN FRESADORA UNIVERSAL DEL TALLER
METALMECÁNICO.**

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico
Universitario en MECÁNICA INDUSTRIAL.

Alumnos:

Alejandro Esteban Vera Abarca

Martín Ignacio Reyes Guerrero

Profesor Guía:

Sr. José Carvallo Basáez

2020

RESUMEN.

KEYWORDS: MECANIZADO, GEOMETRÍA, RUEDA DENTADA, TOLERANCIAS.

El presente trabajo de título tiene como objetivo en fabricar diversas ruedas dentadas para la fresadora universal INDUMA, ubicada en el taller metalmecánico de la Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar. En el primer capítulo se realizarán dos ensayos: uno de chispa y de dureza para determinar el material utilizado por el fabricante en el juego de ruedas. Una vez identificado el material. En el capítulo dos, se procederá a determinar los diversos parámetros de mecanizado (cálculos), ya sea en torno como en fresadora, identificando; por medio de una ficha de procedimiento para el mecanizado; los componentes geométricos que las ruedas poseen.

Posteriormente, en el capítulo tres, se describe la fabricación de las ruedas dentadas rectas, adicionando una ficha de control geométrico para corroborar los parámetros de elaboración.

ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN.....3

ÍNDICE DE FIGURAS.....7

ÍNDICE DE TABLAS.9

INTRODUCCIÓN.10

OBJETIVO GENERAL. 11

OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 11

CAPÍTULO 1: Recopilación de antecedentes generales.12

1.1 Descripción técnica de equipos involucrados y problemática..... 13

1.1.1 Taller metalmecánico.....13

1.1.2 Máquina Herramienta: Torno Paralelo.13

1.1.3 Máquina Herramienta: Fresadoras.....14

1.2 Fresadora universal. 15

1.2.1 Partes de la fresadora universal.15

1.2.2 Movimientos de la herramienta de corte en la fresadora.16

1.2.3 Variables de mecanizado.17

1.2.4 Operaciones de mecanizado en fresadora universal.....17

1.2.5 Ficha técnica fresadora universal utilizada.....19

1.3 Ruedas dentadas. 20

1.3.1 Métodos de fabricación de ruedas dentadas.20

1.4 Geometría rueda dentada recta. 21

1.5 Cabezal divisor..... 22

1.5.1 Funcionamiento externo.....22

1.5.2 Plato de sujeción por mordazas.23

1.5.3 Disco con orbitas graduadas.....23

1.5.4 Funcionamiento interno.24

1.5.5 Accesorio cabezal divisor lira.25

1.6 Divisiones en el cabezal divisor..... 25

1.6.1 División angular.25

1.6.2 División directa.26

1.6.3 División indirecta.26

1.6.4 División diferencial.27

1.7 Problemática. 28

1.8 Caracterización del material. 29

1.8.1 Solicitud de material para la fabricación de las ruedas dentadas rectas.29

1.8.2 Justificación técnica.....29

1.9 Ensayo de chispa. 29

1.9.1 Conclusión de datos obtenidos.”	31
1.10 Ensayo de dureza.	31
1.10.1 Datos obtenidos.	32
1.10.2 Conclusión de los datos obtenidos.	33
Capítulo 2: Cálculos de ruedas dentadas rectas para fresadora universal INDUMA.	35
2.1 Previo a los cálculos.	36
2.1.1 Requerimientos y dimensionamiento de las ruedas dentadas rectas a fabricar	36
2.2 Introducción a los cálculos.	37
2.3 Cálculos de mecanizado en torno.	38
2.3.1 Velocidad de corte de la herramienta.	38
2.3.2 Diámetros del material a mecanizar.	39
2.4 Geometría rueda torno.	40
2.4.1 Cálculo y determinación del diámetro exterior de una rueda dentada recta.	40
2.5 Cálculos de mecanizado en fresadora.	41
2.5.1 Velocidad de giro de la herramienta (RPM).	41
2.5.2 Velocidad de avance (V_f).	41
2.5.3 Cálculos de división cabezal divisor.	42
2.6 Fórmula para el cálculo de ruedas dentadas mediante la división indirecta.	42
2.7 División Diferencial (V_{mdd}).	43
2.8 Cálculos ruedas dentadas rectas.	44
2.9 Tolerancias dimensionales.	45
2.9.1 Tolerancias dimensionales para las ruedas dentadas a fabricar.	45
2.9.2 Tolerancias del diámetro de la perforación.	45
2.9.3 Tolerancias del chaveteado.	47
2.10 Ficha de procedimiento para el mecanizado.	49
Capítulo 3: Fabricación de ruedas dentadas rectas y control dimensional.	

3.3.6 Vuelta a la manivela división diferencial (Vmdd):55

3.4 Tabla resumen de los datos calculados para fresado. 56

3.5 Procedimiento del mecanizado en fresadora..... 56

3.6 chaveteado..... 57

3.7 control geométrico. 58

3.7.1 Espesor y altura cordal.....58

3.7.2 Cálculos de la altura y espesor cordal:.....59

3.7.3 Longitud tangente a la base (W ó Wn).59

3.7.4 Instrumentos utilizados.60

3.8 Ficha control geométrico rueda dentada recta. 62

3.9 Análisis de datos obtenidos. 64

3.9.1 Diámetro exterior (De).....64

3.9.2 Diámetro interior, perforación.....65

3.9.3 Altura y espesor cordal.65

3.9.4 Longitud tangente a la base (W).....66

Conclusión.....69

Bibliografía.70

Anexos.71

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1-1: TALLER METALMECÁNICO USM JMC.13

FIGURA 1-2: TORNO PARALELO PINACHO ALPIN.14

FIGURA 1-3: FRESADORA HORIZONTAL.14

FIGURA 1-4: FRESADORA VERTICAL.....15

FIGURA 1-5: PARTES FRESADORA UNIVERSAL.15

FIGURA 1-6: MOVIMIENTO DE CORTE CONCORDANTE.16

FIGURA 1-7: MOVIMIENTO DE CORTE DISCORDANTE.....16

FIGURA 1-8: REPRESENTACIÓN VELOCIDAD DE CORTE TORNO.....17

FIGURA 1-9: REPRESENTACIÓN VELOCIDAD DE AVANCE FRESADORA.17

FIGURA 1-10: ESQUEMA PLANEADO.....18

FIGURA 1-11: ESQUEMA PERFORADO.....18

FIGURA 1-12: ESQUEMAS DE RANURADO.18

FIGURA 1-13: TALLADO DE RUEDA DENTADA RECTA.19

FIGURA 1-14: FRESADORA UNIVERSAL INDUMA USM JMC.19

FIGURA 1-15: PIÑÓN GENERADOR.....20

FIGURA 1-16: TALLADO POR CREMALLERA.20

FIGURA 1-17: TALLADO POR FRESA MADRE.....21

FIGURA 1-18: TALLADO POR FRESA MODULAR.21

FIGURA 1-19: GEOMETRÍA RUEDA DENTADA RECTA.21

FIGURA 1-20: CABEZAL DIVISOR.23

FIGURA 1-21: PLATO DE SUJECIÓN POR MORDAZAS.23

FIGURA 1-22: DISCO CON ORBITAS GRADUADA.23

FIGURA 1-23: ORBITA GRADUADA OPERADOR.24

FIGURA 1-24: FUNCIONAMIENTO INTERNO CABEZAL DIVISOR.24

FIGURA 1-25: ACCESORIO LIRA CABEZAL DIVISOR.....25

FIGURA 1-26: LIRA CON TREN DE RUEDAS EN CABEZAL DIVISOR.25

FIGURA 1-27: CABEZAL DIVISOR CONEXIÓN ENTRE EJES.27

FIGURA 1-28: ESMERIL DE PEDESTAL.....29

FIGURA 1-29: ENSAYO DE CHISPA.30

FIGURA 1-30: TABLA DE DATOS COMPARATIVOS ENSAYO DE CHISPA.....30

FIGURA 1-31: ENSAYO DE CHISPA REALIZADO A MATERIAL EN CUESTIÓN.....31

FIGURA 1-32: IMAGEN COMPARATIVA ENSAYO DE CHISPA A FUNDICIÓN GRIS.31

FIGURA 1-33: DURÓMETRO.31

FIGURA 1-34: PIEZAS DE MUESTREO.32

FIGURA 2- 10 TABLA TOLERANCIAS NORMA ISO 286 “SISTEMA DE TOLERANCIA PARA LOS LÍMITES Y AJUSTES”. ..46

FIGURA 2- 11 RANGO TOLERANCIAS NORMA ISO 286.47

FIGURA 2- 12 TABLA RANGO TOLERANCIA IT 8 NORMA 286.....47

FIGURA 2- 13 GEOMETRÍA CHAVETA.....47

FIGURA 2- 14 GEOMETRÍA CHAVETA Y CHAVETEADO.48

FIGURA 2- 15 TABLA TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS CHAVETA Y CHAVETEADO NORMA DIN 6885.48

FIGURA 3- 1 PROCESO FABRICACIÓN DE RUEDAS DENTADAS RECTAS.....53

FIGURA 3- 2 MECANIZADO TORNO PERFORACIONES.53

FIGURA 3- 3 MECANIZADO EXTERIOR RUEDA DENTADA.....54

FIGURA 3- 4 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS RUEDA DENTADA RECTA.54

FIGURA 3- 5 FRESADO RUEDA DENTADA RECTA.....56

FIGURA 3- 6 ESQUEMA DE RANURADO RUEDA DENTADA RECTA.57

FIGURA 3- 7 : RUEDA DENTADA RECTA.57

FIGURA 3- 8 BROCHADORA MANUAL.58

FIGURA 3- 9 ACCESORIOS BROCHADORA.....58

FIGURA 3- 10 ESPESOR Y ALTURA CORDAL.....59

FIGURA 3- 11 LONGITUD TANGENTE A LA BASE (W).59

FIGURA 3- 12 MICRÓMETRO DE EXTERIOR.60

FIGURA 3- 13 : PIE DE METRO CON DOBLE NONIO.....61

FIGURA 3- 14 MICRÓMETRO DE PLATOS.61

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1-1: DATOS TÉCNICOS TORNO PARALELO ALPIN. 14

TABLA 1-2: TABLA DATOS TÉCNICOS FRESADORA UNIVERSAL INDUMA. 19

TABLA 1-3: PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE UNA RUEDA DENTADA RECTA. 22

TABLA 1-4: TABLA DATOS TÉCNICOS ESMERIL DE PEDESTAL. 29

TABLA 1-5: TABLA DATOS TÉCNICOS DURÓMETRO PORTÁTIL..... 32

TABLA 1-6: TABLA DE MEDICIONES Y VALORES PROMEDIO DE DUREZA BRINELL. 33

TABLA 1-7: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS FUNDICIÓN ASTM 20. 34

TABLA 1-8: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS FUNDICIÓN ASTM 30. 34

TABLA 2- 1: INFORMACIÓN TÉCNICA MICRÓMETRO EXTERIOR..... 36

TABLA 2- 2: INFORMACIÓN TÉCNICA MICRÓMETRO INTERIOR. 37

TABLA 2- 3: MEDIDAS NOMINALES DE LAS RUEDAS DE FÁBRICA DE LA FRESADORA INDUMA..... 37

TABLA 2- 4: DESCRIPCIONES MECÁNICAS INSERTO DE METAL DURO. 38

TABLA 2- 5: DIÁMETROS DEL MATERIAL A MECANIZAR. 39

TABLA 2- 6: FABRICACIÓN DE RUEDAS DENTADAS DIÁMETRO EXTERIOR Y NÚMERO DE DIENTES. 40

TABLA 2- 7: TABLA DE VUELTAS A LA MANIVELA DIVISIÓN INDIRECTA (VMDI) DE RUEDAS A FABRICADAS..... 43

TABLA 2- 8: FÓRMULAS GEOMÉTRICAS RUEDAS DENTADAS RECTAS..... 44

TABLA 2- 9: NORMA ISO 2768 “TOLERANCIA GENERALES PARA LAS MEDIDAS LINEALES” 45

TABLA 3- 1: TABLA RESUMEN DATOS TORNO. 52

TABLA 3- 2: VALORES DE DIÁMETRO EXTERIOR (De) CORRESPONDIENTE A NÚMERO DE DIENTES A REALIZAR (Z)... 53

TABLA 3- 3: TABLA RESUMEN DATOS CALCULADOS FRESADO..... 56

TABLA 3- 4: RANGO Y RESOLUCIÓN MICRÓMETRO EXTERIOR. 60

TABLA 3- 5: DATOS TÉCNICOS DENTÍMETRO UTILIZADO. 61

TABLA 3- 6: DATOS TÉCNICOS MICRÓMETROS DE PLATOS UTILIZADOS. 61

TABLA 3- 7: DIFERENCIA DIMENSIONAL DIÁMETRO EXTERIOR. 64

TABLA 3- 8: DIFERENCIA DIMENSIONAL PERFORACIÓN RUEDA DENTADA. 65

TABLA 3- 9: DIFERENCIA DIMENSIONAL ALT

INTRODUCCIÓN.

El contexto en el cual se desarrolla el presente trabajo, tiene lugar en las instalaciones de la universidad técnica Federico Santa María sede José Miguel Carrera, específicamente en el taller metalmecánico, el cual presenta una problemática en su fresadora universal, más específicamente en el juego de ruedas dentadas que posee complicando la configuración del cabezal divisor por división diferencial; en la elaboración de ruedas dentadas rectas, ya que, solo posee un limitado juego de ruedas para realizar dicha división. Complicando la división de números utilizados en la fórmula de división diferencial. Para ello se pretende fabricar ruedas dentadas compatibles con el juego de ruedas disponible, aumentando la variedad de ruedas dentadas.

Se procederá inicialmente a identificar el material utilizado por el fabricante en sus ruedas dentadas, los diversos parámetros de fabricación en las máquinas herramientas utilizadas, la geometría y tolerancias dimensionales de las ruedas dentadas rectas y finalmente la fabricación y el control dimensional de éstas.

OBJETIVO GENERAL.

Fabricar ruedas dentadas rectas mediante fresa modular para configuración de lira en fresadora universal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar material de ruedas dentadas rectas mediante ensayos de chispa y dureza de acuerdo con normas para la selección del material en que se fabricaran.
- Desarrollar cálculos asociados y tolerancias geométricas establecidas en la elaboración de ruedas dentadas rectas y ficha técnica para el procedimiento de su fabricación.
- Fabricar ruedas dentadas rectas considerando procedimiento de fabricación y control dimensional.

CAPÍTULO 1: RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES
GENERALES.

Tabla 1-3: Parámetros geométricos de una rueda dentada recta.

Símbolo	Nomenclatura	Definición
p	Paso Circular	Es la distancia de contacto entre un diente y otro
m	Módulo Normal	Es la relación del diámetro primitivo y el número de dientes. El módulo se adquiere mediante cálculos.
Dp	Diámetro primitivo	Es la circunferencia en la cual engranan los dientes teóricamente
De	Diámetro exterior	Es el diámetro de la circunferencia de la parte exterior de la rueda dentada.
Di	Diámetro interior	Diámetro de la circunferencia que limita al diente.
c	Espesor del diente	Es el grosor del diente en la base.
S	Distancia entre dientes	Hueco generado por la fresa en el diámetro primitivo de esta.
a	Addendum	Altura del diente desde el diámetro primitivo al exterior.
b	Dedendum	Altura del diente desde el diámetro primitivo al interior.
r	Radio del pie del diente	El radio base de donde nace el diente.
w	Ancho del diente	Es el diente entre dos huecos tallados, en el diámetro primitivo.

Fuente: Libro Prontuario maquinas-herramientas.

1.5 CABEZAL DIVISOR.

Corresponde a uno de los accesorios más indispensables dentro del mecanizado en la fresadora universal, ya que, con éste se es capaz de dividir la superficie del material en fracciones equidistantes, facilitando las operaciones de mecanizado en la superficie del material.

1.5.1 Funcionamiento externo.

El cabezal divisor está compuesto, en su parte externa, por dos elementos primordiales que facilitan la división de la superficie del material a mecanizar.

Dando como resultado ángulos configúrales en un disco graduado del cabezal divisor la cual se puede encontrar en la sección de orbitas ranuradas o en la intersección entre el plato y la estructura del cabezal divisor.

Ejemplo:

Para realizar el dentado de 61 dientes en un material cilíndrico se realiza la siguiente operación.

$$División\ angular = \frac{360^{\circ}}{61} = 5^{\circ}54'$$

Dónde:

360° = Superficie del material.

61 = Cantidad de divisiones requeridas.

1.6.2 División directa.

Este tipo de división es utilizada generalmente para divisiones simples, es decir, sin decimales resultantes.

$$X = \frac{k}{N}$$

Dónde:

X: Número de espacios.

k: Número de agujeros o ranuras del disco elegido.

N: Número de mecanizados a realizar.

Ejemplo:

Para realizar el planeado de cuatro caras en una superficie cilíndrica y en un disco de 12 ranuras. Se realizó la siguiente operación.

$$\frac{12}{4} = 3$$

Es decir, que cada tres espacios del disco, se realiza un planeado.

Ejemplo:

Se requiere generar un dentado de 67 dientes en una superficie cilíndrica.

Orbitas disponibles: 24-25-28-30-34-37-38-39-41-42-43-46-47-49-51-53-54-57-58-59-62-66

Número de dientes de ruedas disponibles para configuración de lira:

25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-80-90-100

$$\text{División indirecta} = \frac{40}{67}$$

Como 67 es un número primo (divisible por 1 y por sí mismo) no se puede desarrollar por división indirecta. Entonces se procede a realizar una división diferencial.

$$\text{División diferencial} = \frac{40 * (65 - 67)}{65} = \frac{80}{65}$$

Dónde:

40 = Constante de relación sin – fin corona = K

67 = Número de dientes a realizar = Z

65 = Número teórico o ficticio de dientes a realizar = Z'

La división resultante es descompuesta para generar el acople entre las ruedas de los ejes:

$$\frac{80}{65} = \frac{8 * 10}{13 * 5} = \frac{40 * 100}{65 * 50}$$

Dónde:

Dando como resultado que los materiales utilizados en la fabricación de ruedas dentadas pertenecen a las fundiciones grises con clase de dureza ASTM 20 y ASTM 30 respectivamente.

Tabla 1-7: Características mecánicas fundición ASTM 20.

Fuerza a la tensión	Módulo de elasticidad	Esfuerzo cortante	Limite permisible elasticidad	Dureza Brinell
200 (N/mm ²)	100 (kN/mm ²)	230 (N/mm ²)	400 (N/mm ²)	170-210 (HB)

Fuente: características GG20/EN-GJL-20

Tabla 1-8: Características mecánicas fundición ASTM 30.

Fuerza a la tensión	Módulo de elasticidad	Esfuerzo cortante	Limite permisible elasticidad	Dureza Brinell
250 (N/mm ²)	110 (kN/mm ²)	290 (N/mm ²)	450 (N/mm ²)	180-240 (HB)

Fuente: características GG30/EN-GJL-30

CAPÍTULO 2: CÁLCULOS DE RUEDAS DENTADAS
RECTAS PARA FRESADORA UNIVERSAL INDUMA.

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN DE RUEDAS DENTADAS
RECTAS Y CONTROL DIMENSIONAL.

