

2023

# INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA GENERADORA MAAG DEL TALLER METALMECANICO UTFSM, CASA CENTRAL VALPARAISO

MUÑOZ ARAVENA, BASTIAN JESUS

---

<https://hdl.handle.net/11673/56646>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

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

**INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA GENERADORA MAAG DEL TALLER  
METALMECÁNICO UTFSM, CASA CENTRAL VALPARAÍSO**

Trabajo de titulación para optar al título de  
Técnico Universitario en MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL

Alumno:

Bastían Jesús Muñoz Aravena

Profesor Guía:

Ing. José Carvallo Basaez

Profesional Correferente:

Ing. Rafael Mena Yanssen

**2023**

## **RESUMEN**

### **KEYWORDS: PLAN DE MANTENIMIENTO, INSTRUCTIVO OPERACIONAL, MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Este trabajo tiene como finalidad el desarrollo de procedimientos preventivos con el fin de mantener el funcionamiento normal a largo plazo de una generadora de ruedas dentadas MAAG ubicada en la Universidad Técnica Federico Santa María. En primera instancia se busca generar un instructivo de mantenimiento para llevar a cabo una correcta ejecución a la hora de realizarle un mantenimiento y prevenir así accidentes con el equipo en cuestión.

Cabe mencionar que el equipo en cuestión no cuenta con un plan de mantenimiento establecido, debido a que no se utiliza con frecuencia el equipo, generalmente se utiliza para actividades demostrativas o labores extra académicas. Se hará énfasis en las fallas que actualmente se identifican en el equipo del taller metalmecánico, de manera que se puedan elaborar tareas de mantenimiento que resuelvan esta problemática actual.

Como resultado de este trabajo de titulación, se obtienen documentos (que contienen los procedimientos), con el fin de ejecutar las labores de mantenimiento apropiadamente a máquinas- herramientas del taller metalmecánico

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES .....	3
1.1 ASPECTOS GENERALES .....	4
1.2 LA UNIVERSIDAD .....	4
1.2.1 Misión.....	4
1.2.2 Visión.....	4
1.2.3 Valores .....	4
1.3 UBICACIÓN .....	5
1.4 TALLER METALMECÁNICO.....	6
1.5 DESCRIPCIÓN DEL TALLER.....	6
1.5.1 Régimen de Trabajo Del Taller.....	6
1.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	7
1.7 HISTORIA.....	8
1.8 UBICACIÓN DEL EQUIPO .....	9
1.9 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO .....	9
1.9.1 Máquina tipo Sunderland: .....	11
1.9.2 Máquinas tipo MAAG:.....	11
1.10 COMPONENTES PRINCIPALES .....	12
1.10.1 Motor principal.....	12
1.10.2 Mesa circular y Montante .....	13
1.10.3 Grupo de ruedas de recambio .....	13
1.10.4 Balancín para la regulación de avance. ....	14
1.10.5 Disco de mando y dispositivo contador.....	14
1.10.6 Elementos de servicio para la regulación de la carrera de la corredera.....	15
1.11 NOMENCLATURA MÁQUINA MAAG .....	15
CAPÍTULO 2: DESARROLLO INSTRUCTIVO OPERACIONAL .....	17
2.1 PROCEDIMIENTO DE TALLADO DE ENGRANAJES .....	18
2.1.1 Implementos de seguridad.....	18
2.1.2 Tarjeta de trabajo y fórmulas para cálculos de medidas .....	18
2.2 INSTRUCTIVO OPERACIONAL.....	20
2.3 EJEMPLO DE GENERACIÓN DE ENGRANAJE.....	24
2.3.1 Montaje de la pieza.....	24
2.3.2 Montaje de la herramienta .....	24
2.3.3 Encendido de motor principal y bomba de refrigeración .....	25
2.3.4 Grupo de ruedas de recambio .....	26
2.3.5 Balancín para la regulación de avance .....	27
2.3.6 Disco de mando y dispositivo contador.....	28

2.3.7	Regulación de la carrera de la corredera y velocidad de corte .....	28
2.3.8	Regulación de la altura de la carrera .....	31
2.3.9	Regulación de la dirección de la mesa circular y profundidad de cepillado ..	31
2.3.10	Inicio de cepillado de la pieza y refrigeración del equipo .....	32
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....		33
3.1	ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO .....	34
3.2	TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	34
3.2.1	Mantenimiento Preventivo .....	34
3.2.2	Mantenimiento Correctivo.....	34
3.3	SEGURIDAD EN EL ÁREA DE TRABAJO .....	34
3.3.1	Instrucciones de seguridad.....	34
3.4	CREACIÓN INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO .....	35
3.5	RECOMENDACIÓN DE LUBRICACIÓN.....	39
3.5.1	Lubricantes apropiados según Manual MAAG .....	39
3.5.2	Aceites de engrase .....	39
3.5.3	Cuadro de lubricación.....	40
3.5.4	Directivas de lubricación .....	40
3.6	COSTOS DEL MANTENIMIENTO.....	43
3.6.1	Costos fijos .....	43
3.6.2	Costos variables.....	43
3.6.3	Costos administrativos.....	43
3.6.4	Costos de fallas.....	43
3.7	HERRAMIENTAS E INSUMOS .....	44
3.8	COSTOS DEL MANTENIMIENTO.....	46
3.8.1	Costos de Herramientas .....	46
3.8.2	Costos de Insumos .....	47
3.8.3	Costos de Elementos de Seguridad.....	47
3.8.4	Costos totales del mantenimiento .....	48
CONCLUSIÓN .....		48
BIBLIOGRAFÍA .....		49
WEBGRAFÍA .....		49
ANEXOS .....		49
ANEXO A: NOMOGRAMAS .....		49
ANEXO B: MODO DE OPERAR COMPONENTES.....		58
	Modo de Operar .....	58
	La sujeción de la pieza .....	60
	Regulación de la maquina .....	63
LUBRICACIÓN Y SERVICIOS DE LA MÁQUINA .....		70
PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA .....		71
	Cepillado – desbaste.....	71

Cepillado – terminación .....	75
-------------------------------	----

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1-1 Vista Aérea USM, Sede Central Valparaíso.....	5
Figura 1-2 Plano General de Sede Casa Central Valparaíso.....	5
Figura 1-3 Plano General Ubicación Taller Metalmecánico.....	6
Figura 1-4 Talladora de Engranajes Sistema MAAG.....	10
Figura 1-5 Sistema MAAG.....	10
Figura 1-6 Tallado de Engranajes Sistema MAAG Método Sunderland.....	11
Figura 1-7 Motor principal.....	12
Figura 1-8 Mesa Circular y montante.....	13
Figura 1-9 Grupo de ruedas de recambio.....	13
Figura 1-10 Balancín para la regulación de avance.....	14
Figura 1-11 Disco de mando y dispositivo contador.....	14
Figura 1-12 Elementos de servicio para la regulación de la corredera.....	15
Figura 1-13 Nomenclatura Sistema MAAG.....	16
Figura 2-1 Ejemplo de Carta de trabajo para el tallado de una rueda dentada.....	19
Figura 2-2 Principales fórmulas de cálculos de medidas de engranajes.....	19
Figura 2-3 Calibre de regulación.....	25
Figura 2-4 Perilla para encendido de motor principal y bomba de refrigeración.....	25
Figura 2-5 Botones para dar marcha y llenado de aceite.....	26
Figura 2-6 Ruedas de recambio para la selección del número de dientes.....	26
Figura 2-7 Ruedas de recambio del módulo.....	27
Figura 2-8 Número de cortes para desbaste.....	27
Figura 2-9 Total de las carreras de la corredera por división para el desbaste.....	28
Figura 2-10 Ancho de ranura mínimo para comenzar la carrera (Entrada).....	29
Figura 2-11 Ancho de ranura mínimo para terminar la carrera (Salida).....	30
Figura 2-12 Selección de velocidad de corte.....	30
Figura 2-13 Tambor graduado para profundidad de cepillado.....	31
Figura 2-14 Escala graduada del armazón.....	32
Figura 2-15 Dirección de la mesa circular.....	32
Figura 0-1 Principio de funcionamiento SH-45 .....	58
Figura 0-2 Sentido de generación para dientes helicoidales al proceder por “cepillado bajando”.....	60
Figura 0-3 Dispositivo de sujeción normal.....	61
Figura 0-4 Ruedas de recambio.....	64
Figura 0-5 Regulación del ángulo de hélice.....	66
Figura 0-6 Elementos de servicio para regulación de la carrera.....	67
Figura 0-7 Elementos de servicio para regulación de la altura de la carrera.....	68
Figura 0-8 Balancín para la regulación del avance (número de golpes de la herramienta por diente).....	69
Figura 0-9 Elementos de servicio ulteriores de la máquina.....	71
Figura 0-10 Regulación de la profundidad de cepillado y lectura sobre escala de armazón.....	72
Figura 0-11 Elemento de servicio para el avance de la tabla.....	72
Figura 0-12 Calculo para regulación de profundidad.....	77

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1 Especificaciones Técnicas.....	7
Tabla 2-1 Elementos de protección personal.....	18
Tabla 3-1 Tabla de lubricantes recomendados según fabricante.....	39
Tabla 3-2 Aceites de engrase según Manual MAAG.....	40
Tabla 3-3 Cuadro de lubricación.....	40
Tabla 3-4 Lugares por lubricar y engrasar.....	41
Tabla 3-5 Herramientas.....	44
Tabla 3-6 Lubricantes.....	45
Tabla 3-7 Aceites de engrase.....	45
Tabla 3-8 Elementos de protección personal.....	45
Tabla 3-9 Costo herramientas.....	46
Tabla 3-10 Costos de insumos.....	47
Tabla 3-11 Costo de elementos de seguridad.....	47
Tabla 3-12 Costos totales del mantenimiento.....	48

## SIGLA Y SIMBOLOGÍA

### SIGLAS

EPP: Elementos de protección personal

RPM: Revoluciones por minuto

Cv: Caballos de vapor

Hp: Horsepower o caballos de fuerza

### SIMBOLOGÍA

Z: Número de dientes

M: Módulo

$\beta$ : Ángulo de hélice

B: Ancho de rueda

Dp: Diámetro primitivo

De: Diámetro exterior

kg: Kilogramo

Rf: Radio del círculo de pie

L: litros

Ø: Diámetro

Mm: milímetros

W: longitud tangente base

Sn: Avance

Han: Altura del diente

°: Angulo

$\sigma_b$ : Resistencia a la tracción

Agsu: Número de cortes para desbaste

Sut: Número total de carreras de division para desbaste

## INTRODUCCIÓN

Las máquinas fresadoras fueron inventadas a principios del siglo XIX, y hoy se convierte en una de las máquinas principales del proceso de generación de ruedas dentadas.

Las fresadoras hoy en día gracias al control numérico son las máquinas más polivalentes para el mecanizado, pudiendo realizar una gran variedad de mecanizados distintos.

El funcionamiento de las fresadoras se basa en una herramienta de corte, que al girar a grandes y bajas velocidades permite arrancar viruta de un material.

En este proceso, el operario va moviendo la herramienta de corte y la pieza, para ir arrancando el material y el que termine quedando con la forma deseada.

Una talladora de engranajes MAAG es una máquina especializada en la producción de engranajes de alta precisión, los cuales son utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales como lo son reductores de velocidad, cajas de velocidades, bombas hidráulicas, etc.

Con esto vemos la importancia que tienen las generadoras de engranajes hoy en día, ya que son unas de las máquinas que permiten la creación de las piezas mecánicas claves de toda maquinaria que existe, los cuales nos permiten transformar la energía en potencia y así hacer que aparatos puedan realizar tareas que se complican para nosotros físicamente.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Proponer instructivo de mantenimiento preventivo y operacional basado en estudios técnicos para la correcta utilización y mantención del equipo.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir el equipo, según su funcionamiento y características propias para generación de instructivo operacional y de mantenimiento.
  
- Elaborar instructivo operacional en base a Manual MAAG para la correcta utilización del equipo.
  
- Desarrollar un procedimiento de mantenimiento preventivo basado en información técnica y recomendaciones del fabricante para prolongar la vida útil de la máquina.

**CAPÍTULO 1:      ASPECTOS GENERALES**

## 1.1 ASPECTOS GENERALES

El presente Trabajo de Título tiene lugar en el Taller Metalmecánico de la Universidad Técnica Federico Santa María, Casa Central en Valparaíso.

## 1.2 LA UNIVERSIDAD

La labor de la Universidad no es solo formar profesionales con amplios conocimientos técnicos y teóricos, sino, además, entregar principios que contribuyan al enriquecimiento del espíritu humano y al engrandecimiento de la sociedad. Ciencia, arte y deporte confluyen en un mismo espacio, fundiéndose en el alma de los “sansanos”. Una convergencia integral de principios y valores sustentados en el pluralismo e independencia, ayudan al aprendizaje y al descubrimiento y construcción de una sociedad más justa y solidaria.

### 1.2.1 Misión

Crear y difundir nuevo conocimiento, formar integralmente profesionales idóneos en el ámbito científico-tecnológico, para liderar el desarrollo del país y la humanidad.

### 1.2.2 Visión

Ser un referente científico-tecnológico nacional e internacional, que, convocando a una comunidad universitaria de excelencia, estimule la difusión del conocimiento y la creación de valor, en todas sus áreas de trabajo, siendo reconocida como Universidad Líder En Ingeniería, Ciencia Y Tecnología.

### 1.2.3 Valores

La Universidad Técnica Federico Santa María responde a los principios emanados del legado de su benefactor, Don Federico Santa María Carrera, constituyendo un testimonio fiel de su altruista, visionaria y patriótica obra. Con esos preceptos, es una Institución comprometida fuertemente con el desarrollo del país, y con el apoyo al estudiante meritorio de escasos recursos.

### 1.3 UBICACIÓN

La Universidad Técnica Federico Santa María Sede Casa Central Valparaíso, se encuentra ubicada en Avenida España #1680, Valparaíso.



Fuente: Pagina Web USM.

Figura 1-1 Vista Aérea USM, Sede Central Valparaíso.

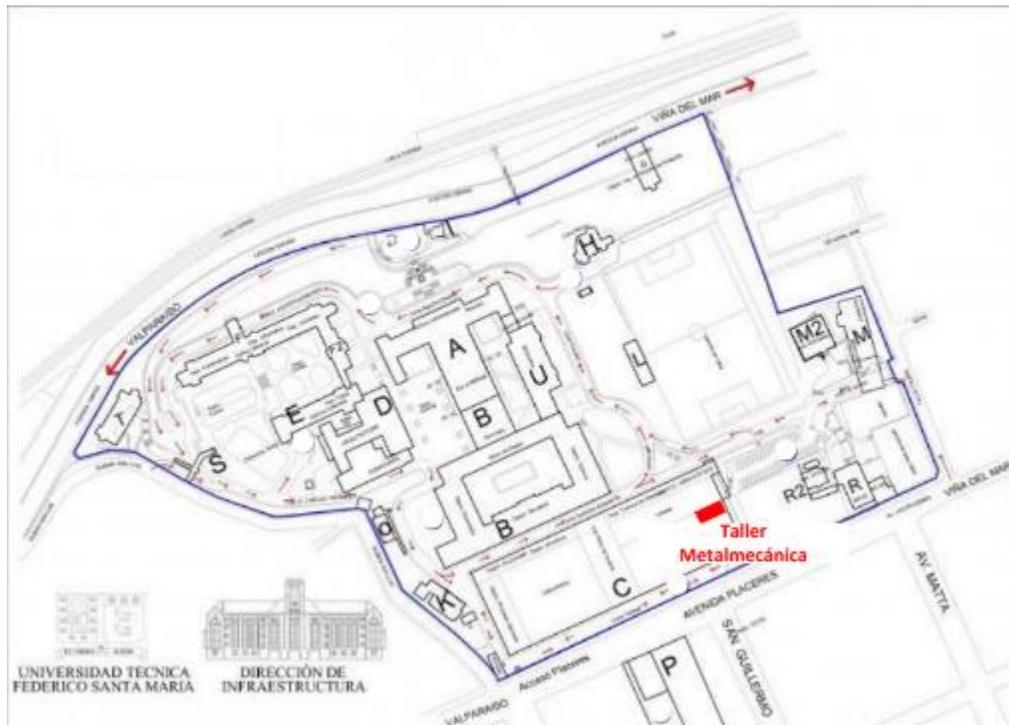


Fuente: Pagina Web ASEMAFOR.

Figura 1-2 Plano General de Sede Casa Central Valparaíso.

## 1.4 TALLER METALMECÁNICO

El taller se encuentra ubicado en el interior de la Casa Central de la universidad en la ciudad de Valparaíso, específicamente en el sector nororiente del edificio C, tal como se puede apreciar a continuación:



Fuente: Dirección de infraestructura.

Figura 1-3 Plano General Ubicación Taller Metalmecánico.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DEL TALLER

El taller cuenta con dos niveles, el primero enfocado a los procesos de mecanizado, incluyendo la maquinaria y los lugares de almacenamiento de herramientas y materiales, y un segundo nivel que cuenta con la oficina de los apoyos académicos.

Existe una segunda oficina utilizada por los profesores partime del departamento.

### 1.5.1 Régimen de Trabajo Del Taller

Dada la variedad de equipos y las actividades diarias que alumnos practican en las clases de taller con el profesor a cargo, el mantenimiento se realiza cuando se detecta que un elemento falle (ítem mantenible) en algunos de los equipos.

El mantenimiento está enfocado en realizar tareas correctivas y operativas, como la reposición de pernos cortados y cambios de correas (cuando se estime conveniente tras haber realizado revisiones periódicas). También se realizan tareas preventivas, como el cambio y llenado con aceite lubricante de los subsistemas o zonas específicas que lo necesiten, así como el engrasado.

Existen varios factores que condicionan el tiempo de restauración de las máquinas-herramientas, las cuales son:

- Pautas u ordenes de trabajo que indiquen en detalle las tareas.
- El uso de herramientas adecuadas.

## 1.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En esta oportunidad ocuparemos la generadora de engranajes MAAG del taller metalmecánico como piloto de la propuesta del instructivo de mantenimiento.

<b>Equipo y/o Herramienta</b>	<b>#</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
Generadora de engranajes	1	Marca: MAAG MODELO SH -45 (1970) Peso :4500 Kg Potencia motor principal: 9CV. Potencia bomba de aceite: 1 CV  Capacidad para ruedas de dientes rectos : min 20mm, máx 460 mm Módulo máx 6 / min 1 Zmax 250 máx / Zmin 6 dientes Carrera de generación máxima :115 mm Peso máximo de la pieza por cepillar 400Kg Largo máximo de la herramienta: 200mm Avance = avance de herramienta por división regulable de 9-80

Fuente: Informe Generadora MAAG.

Tabla 1-1 Especificaciones Técnicas.

## 1.7 HISTORIA

Es muy posible que fuera el francés Phillipe de Lahire, fuera el primero en concebir el diente de perfil en envolvente en 1695, poco tiempo después de que Roemer concibiera el epicicloidal.

La primera aplicación práctica del diente en evolvente fue debida al suizo Leonhard Euler (1707). En 1856, Christian Schiele descubrió el sistema de fresado de engranajes rectos por medio de la fresa madre, pero el procedimiento no se llevaría a la práctica hasta 1887, a base de la patente Gran.

En 1897, el inventor alemán Robert Hermann Pfauter (1885 – 1914), invento y patento una máquina universal de dentar engranajes rectos y helicoidales por fresa madre. A raíz de este invento y otros muchos inventos y aplicaciones que realizo sobre el mecanizado de engranajes, fundo la empresa Pfauter Company que, con el paso del tiempo, se ha convertido en una multinacional fabricante de todo tipo de máquinas-herramientas.

En 1906, el ingeniero y empresario alemán Friedrich Wilhelm Lorenz (1842-1924), se especializo en crear maquinaria y equipos de mecanizado de engranajes. En 1906 fabricó una talladora de engranajes capaz de mecanizar los dientes de una rueda de 6m de diámetro, modulo 100 y una longitud del dentado de 1,5m.

A fines del siglo XIX, coincidiendo con la época dorada del desarrollo de los engranajes, el inventor y fundador de la empresa Fellows Gear Shaper Company, Edwin R. Fellows (1846-1945), inventó un método revolucionario para mecanizar tornillos tales como los que se montaban en las cajas de dirección de los vehículos antes de que fuesen hidráulicas.

En 1905, M. Chambon, de Lyon (Francia), fue el creador de la máquina para el dentado de engranajes cónicos por procedimiento de fresa madre.

El proceso de mecanizado de engranajes, cambiará drásticamente como consecuencia de la aparición de los vehículos eléctricos, los nuevos diseños de las transmisiones y el aumento de la productividad. El foco se alejará de las máquinas-herramientas de mecanizado de engranajes convencionales y el mecanizado multitarea de engranajes/ estriados será la norma a seguir.

El power skiving ocupará el escenario central, dado que sustituirá al conformado, brochado, laminado de estriados y el tallado con fresa madre.

En la actualidad, estos procesos han ido optimizándose con el control numérico y con herramientas de última generación.

## **1.8 UBICACIÓN DEL EQUIPO**

El instructivo de mantenimiento a la generadora MAAG se desarrolla en el Taller de Metal Mecánica de La Universidad Técnica Federico Santa María, Casa Central, Avenida España #1680, Valparaíso. El equipo utilizado para efectuar el mecanizado de los dientes de engranajes es la generadora de engranajes MAAG, el cual usa herramientas de perfil rectilíneo que a medida que avanza, la pieza gira sobre su centro, generando un corte envolvente.

## **1.9 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO**

Una talladora de engranajes MAAG, es una máquina especializada en la producción de engranajes de alta precisión utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales. Los sistemas de tallado de engranajes MAAG se componen de varios componentes críticos que trabajan juntos para garantizar la precisión y la calidad del engranaje producido.

Este método se basa en un principio análogo al Fellows, pero en este caso en vez de un piñón generador o rueda madre, se utiliza una herramienta cortante en forma de dientes de cremallera, llamada peine creador o cremallera amortajadora.

Esta herramienta se mueve alternativamente en la dirección vertical, cepillando por mortajado los dientes de la rueda a tallar, y moviéndose rueda y herramienta como si engranaran en una misma dirección.

Después de cierto recorrido, la herramienta o la mesa de la maquina se separan automáticamente recorriendo un número exacto de pasos para poder actuar de nuevo, hasta que hayan sido mortajados todos los huecos.

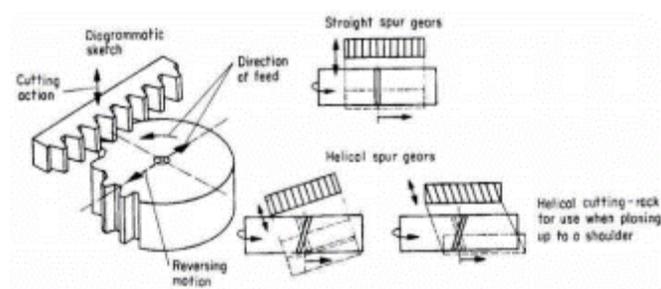


Fuente: Tallado de Engranajes Sistema MAAG.

Figura 1-4 Talladora de Engranajes Sistema MAAG.

El movimiento de retroceso de la mesa porta pieza es indispensable, porque el peine es de una longitud limitada, y comprende un número de dientes que puede variar en relación al módulo de 4 a 12. Así podrán realizarse dentados exteriores en ruedas frontales, tanto en dientes rectos como de dientes inclinados o helicoidales.

#### **TALLADO DE ENGRANAJES: SISTEMA MAAG**



39

Fuente: Tallado de Engranajes Sistema MAAG.

Figura 1-5 Sistema MAAG.

La máquina MAAG es más productiva que la Fellows, dada la mayor facilidad de reafilarse la herramienta, puesto que su perfil es rectilíneo, y es el que corresponde al tipo de perfiles de evolvente del círculo, adoptado universalmente en las máquinas talladoras de engranajes.

Por la manera de trabajar en este sistema, se pueden establecer dos grupos:

### 1.9.1 Máquina tipo Sunderland:

La herramienta empieza su penetración tangencialmente a la rueda a tallar, y al llegar a la profundidad a la que se le ha regulado, automáticamente se para y retira la herramienta, girando la rueda a tallar la cantidad del valor del paso (un diente).

Hecho el cambio de posición también en forma automática, empieza a funcionar y penetrar de nuevo el útil de corte, y así hasta terminar el tallado por generación con este principio.



Fuente: Tallado de Engranajes Sistema MAAG.

Figura 1-6 Tallado de Engranajes Sistema MAAG Método Sunderland.

### 1.9.2 Máquinas tipo MAAG:

El útil de corte trabaja animado de un movimiento alternativo de ascenso y descenso vertical.

El diámetro primitivo de la rueda a tallar rueda sobre la línea primitiva de la cremallera mortajadora, desplazándose la mesa con el movimiento de avance, y produciéndose así la generación del dentado, habiendo entrado la herramienta por uno de los lados.

Cuando la pieza a tallar ha salido de la herramienta por el lado contrario, la maquina se para automáticamente, quedando la herramienta en el punto muerto superior, y retrocediendo la mesa junto con la pieza al punto inicial, para comenzar un nuevo ciclo de generación.

Durante este proceso, ocurre como si la rueda a tallar engranara con la cremallera que la está creando, de modo que los movimientos producidos deben ser de tales magnitudes que la longitud de traslación de la mesa en el sentido lineal, corresponda exactamente a una porción desarrollada del círculo de generación.

El movimiento de generación, que puede ser dirigida a derecha y a izquierda a través de una palanca “ex – profeso”, da lugar al avance de la pieza a tallar, y se produce por fracciones sucesivas en cada carrera de descenso. La pieza que se trabaja permanece en reposo, y lo mismo ocurre con los órganos que mandan o controlan la energía.

El principal órgano de regulación de una dentadora MAAG es el disco de mando de levas con topes dispuestos en su periferia, representados por medio de agujeros perforados igualmente distanciados. Este disco de mando va acoplado directamente al árbol principal, y sigue los movimientos de rotación del mismo en los dos sentidos.

La distancia entre dos agujeros sucesivos corresponde a la división de un paso a tallar, sea cual fuere la magnitud de éste. Por lo tanto, si son 5 los dientes del peine, habrá que tomar 5 agujeros del disco, colocando los topes levas entre A y B. Otro tope leva C limita la rotación del disco de mando, y a su vez, la de la mesa.

## **1.10 COMPONENTES PRINCIPALES**

### **1.10.1 Motor principal**

La máquina está accionada por un motor trifásico de 8 a 9 hp (según el número de periodos o ciclos) 1420rpm para 50 ciclos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-7 Motor principal.

### 1.10.2 Mesa circular y Montante

Lugar donde se monta la pieza a tallar y lugar donde se monta la herramienta o módulo.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1-8 Mesa Circular y montante.

### 1.10.3 Grupo de ruedas de recambio

A la izquierda: Ruedas de recambio para módulo.

A la derecha: Ruedas de recambio para el número de dientes.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-9 Grupo de ruedas de recambio.

#### 1.10.4 Balancín para la regulación de avance.

Número de golpes de la herramienta por diente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-10 Balancín para la regulación de avance.

#### 1.10.5 Disco de mando y dispositivo contador

Dispositivo contador: detiene la máquina después de un ciclo completo

Disco de mando: para trabajos en serie.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-11 Disco de mando y dispositivo contador.

### 1.10.6 Elementos de servicio para la regulación de la carrera de la corredera

Regula el avance de la corredera.



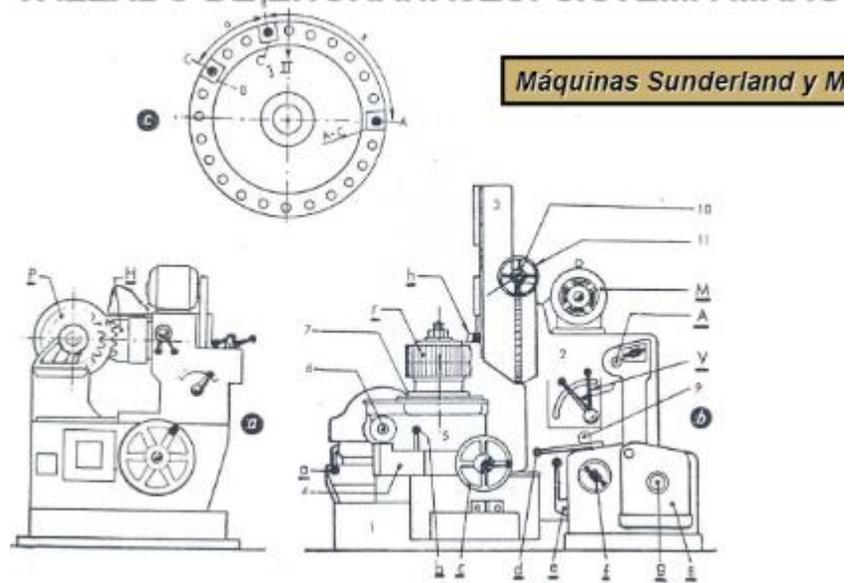
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-12 Elementos de servicio para la regulación de la corredera.

### 1.11 NOMENCLATURA MÁQUINA MAAG

1. Base
  2. Montante
  3. Cabezal mortajador
  4. Carro longitudinal
  5. Carro transversal
  6. Tornillo sin fin de comando de rotación de la mesa
  7. Mesa circular
  8. Cáster del disco de comando
  9. Botón
  10. Tornillo sin fin para inclinar el cabezal
- b. Comando de desplazamiento transversal de la mesa
  - c. Volante para regulación del movimiento de penetración
  - d. Acoplamiento principal de marcha
  - e. Palanca para acople y desacople automático del embrague de marcha
  - f. palanca de comando del contador
  - h. herramienta de corte (peine)

## TALLADO DE ENGRANAJES: SISTEMA MAAG



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-13 Nomenclatura Sistema MAAG

**CAPÍTULO 2:      DESARROLLO INSTRUCTIVO OPERACIONAL**

## 2.1 PROCEDIMIENTO DE TALLADO DE ENGRANAJES

Los procedimientos de tallado de ruedas dentadas consisten, en la utilización de una herramienta de corte para efectuar el tallado de los dientes de los engranajes. Los dientes de los engranajes se mecanizan por fresado, cepillado o conformado con un sinfín y pueden ser acabados por cepillado, bruñido, esmerilado o pulido.

Se debe identificar la materia prima a utilizar, algunos de los materiales que se emplean para fabricar engranajes son:

- **Aceros de alta resistencia**
- **Aceros inoxidable forjados**
- **Aleaciones a base de cobre**
- **Aleaciones de aluminio fundidas o forjadas**
- **Hierro fundido o fundición gris**
- **Aleaciones de magnesio**

### 2.1.1 Implementos de seguridad

A continuación, se nombran los implementos de seguridad utilizados a la hora de ejecutar la tarea:

<b>Overol o cotona</b>	Debe cubrir casi la totalidad del tronco y extremidades, para evitar ensuciarse la ropa con aceites y grasas, Además provee protección en caso de desprendimiento de viruta a alta temperatura.
<b>Zapatos de seguridad</b>	Su uso debe ser <b>OBLIGATORIO</b> provee protección frente impactos de herramientas o piezas e incrustaciones por virutas desprendidas por la maquina en el piso.
<b>Lentes de seguridad</b>	Su uso debe ser <b>OBLIGATORIO</b> provee protección contra el impacto de partículas de alta velocidad durante el proceso de fresado.

Fuente: Informe MAAG.

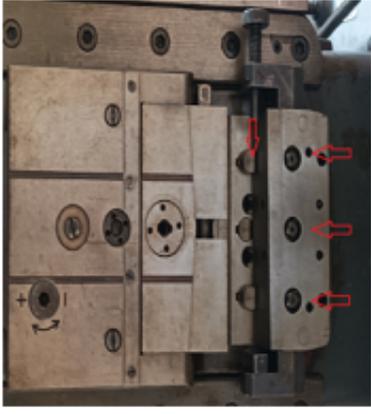
Tabla 2-1 Elementos de protección personal.

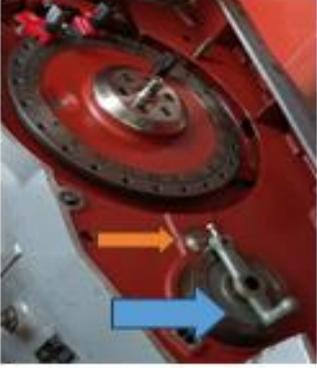
### 2.1.2 Tarjeta de trabajo y fórmulas para cálculos de medidas

Dependiendo del tipo de engranaje a tallar, se deben realizar cálculos para determinar las medidas necesarias para la fabricación del engranaje o contar con una tarjeta de trabajo (Ver Figura 2-1) que indique las características de la pieza a tallar y todos los datos necesarios para la regulación de la máquina.



2.2 INSTRUCTIVO OPERACIONAL

<b>INSTRUCTIVO OPERACIONAL</b>				
Tipo de tarea	Pasos a realizar	Descripción	Referencia	
<b>Generación de engranaje</b>	<b>Montaje de la pieza a tallar</b>	<p>Se debe colocar el material ya torneado con su respectiva pieza de sujeción, verificando que la pieza no tenga juego.</p> <p>Se debe verificar la concentricidad con un reloj comparador.</p>		
	<b>Montaje de la herramienta</b>	<p>Para montar la herramienta en el porta-herramienta, se deben de girar los tornillos de cabeza cuadrada (señalados con flecha roja) hacia la derecha, se introduce la herramienta con el suple en la mordaza y se apretan ligeramente los tornillos de cabeza cuadrada permitiendonos mover la pieza con la mano.</p> <p>Herramientas a utilizar:                      -Llave allen 10mm                      -Llave especial para tornillos cuadrados.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
	<b>Encendido motor principal y bomba de refrigeración</b>		<p>Se debe de accionar hacia la derecha la perilla para dar marcha a los contactores. (motor principal y motor de la bomba de refrigeración)</p>	

<h1 style="text-align: center;">Generación de engranaje</h1>		
<p style="text-align: center;">Grupo de ruedas de recambio</p>	<p>A la izquierda: Ruedas de recambio para modulo.  A la derecha: Ruedas de recambio para el número de dientes.  Con llave punta corona 22mm  Dependiendo del modulo y la cantidad de dientes que se vayan a tallar en la pieza.  El calculo, la selección y el montaje de las ruedas de recambio está en la HT-320-1 y HT-321.  (Anexo A)</p> 	
<p style="text-align: center;">Balancín para la regulación de avance</p>	<p>El número de avances está regulado entre 9 y 80 golpes de heramienta por paso.</p>	
<p style="text-align: center;">Disco de mando y dispositivo contador</p>	<p>Dependiendo de la cantidad de dientes que tenga la pieza se debe ajustar el contador y el disco de mando para que detenga el equipo.  Para los números de dientes de 100 y 200 o 200 y 300 se gira la palanca (indicada con flecha azul) con el trinquete de parada (indicado por una flecha naranja) una o dos vueltas en sentido inverso a las agujas del reloj.  Para engranajes rectos hay una nomograma.</p>	

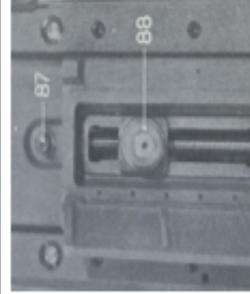
# Generación de engranaje

Regulación de la carrera de la corredera y velocidad de corte

1. Abrir la tapa trasera del equipo.
  2. Tirar el manubrio hacia atrás para desenganchar.
  3. Para variar la carrera empujar manubrio hacia dentro y engancharlo en el acople.
  4. Para aumentar la carrera: girar hacia la derecha.  
Para disminuir la carrera: girar hacia la izquierda.
- Para bloquear la carrera: enganchar de nuevo el manubrio en el acople y girar a la derecha el acople.
- La velocidad de corte por usar depende de la dureza del material, ancho de rueda y profundidad del diente.

El cuadro HT347-1 (Anexo A) da las indicaciones

1. Aflojar la tuerca 88.
  2. Regular la altura manualmente girando la tuerca 87 hacia arriba o hacia abajo con la llave punta fija hasta que la herramienta se encuentra aprox de 8 a 12 mm encima del borde superior de la mesa.
- Herramientas necesarias:  
- Llave punta fija 50mm  
- Llave punta fija 17mm.



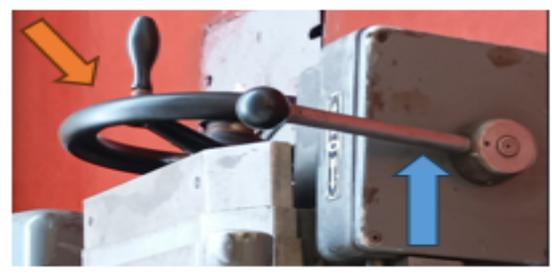
# Generación de engranaje

Regulación de la dirección de la mesa circular y profundidad de cepillado

El valor será regulado sobre la escala del armazón con una precisión de 0,02mm, se gira el tambor (marcado con la flecha naranja) sobre cero y se bloquea por medio del boton central del volante.

Para iniciar la rotación de la mesa se debe accionar la palanca (marcada con flecha azul) en la dirección deseada.

- Para dientes rectos se puede iniciar de derecha a izquierda indiferentemente.
- Para dientes helicoidales está determinado por el sentido de helice de los dientes.



Inicio de cepillado de la pieza y refrigeración del equipo

Se deben de llenar las miras de aceite(indicada con flecha roja) para dar marcha al equipo. (Se debe mantener presionado el boton amarillo hasta que las miras de aceite esten llenas).

El caracol y el pajaro son posiciones de velocidad de la mesa central.

Para iniciar y/o detener al trabajo se debe presionar el boton (indicado con flecha naranja)

Para regular el chorro de aceite de refrigeración (palanca indicada con flecha azul) hacia la derecha se abre y hacia la izquierda se cierra.



## 2.3 EJEMPLO DE GENERACIÓN DE ENGRANAJE

Para la generación de un engranaje se necesitan los siguientes datos.

Datos necesarios: Modulo (m), numero de dientes (z), ángulo de hélice ( $\beta$ ), ancho de rueda (B), diámetro primitivo (Dp).

En este caso se realizará el ejemplo de un engranaje recto, la rueda a utilizar poseía diámetro exterior ya torneado con una medida de 153 mm y espesor de 26 mm, es un acero SAE 1020.

Se deben determinar las medidas necesarias para la fabricación del engranaje, para este engranaje las medidas son las siguientes:

z: 100

m: 4 (mm)

$\varnothing$  cabeza: 153 (mm)

$\varnothing$  pie: 146,25 (mm)

$\varnothing$  primitivo: 150 (mm)

B: 26 (mm)

Han: 1,509252564 (mm)

Sn: 2,356097597 (mm)

### 2.3.1 Montaje de la pieza

Primero se debe colocar el material ya torneado con su respectiva pieza de sujeción (como se muestra en el instructivo mostrado anteriormente), verificando que la pieza no tenga juego, también se debe verificar la concentricidad del disco a mecanizar con la ayuda de un reloj comparador.

### 2.3.2 Montaje de la herramienta

En este caso la herramienta de corte es una herramienta de afinado de solo un diente, de modulo 4.

Para montar la herramienta en el porta- herramienta, se deben de girar los tornillos de cabeza cuadrada (señalados en el instructivo más arriba) hacia la derecha, se introduce la herramienta con el suple en la mordaza y se aprietan ligeramente los tornillos de cabeza cuadrada permitiéndonos mover la pieza con la mano.

Se debe de utilizar el calibre de regulación para que la herramienta quede paralela al cabezal mortajador de la máquina.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3 Calibre de regulación.

Luego de haber calibrado la herramienta de corte, se retira el calibre de regulación girando las perillas negras que se ven en dirección anti horaria y se debe sacar hacia atrás.

Herramientas a utilizar:

-Llave allen 10 mm

-Llave especial para tornillos cuadrados.

### 2.3.3 Encendido de motor principal y bomba de refrigeración

Para el encendido del motor principal y la bomba de refrigeración se debe de girar hacia la derecha la perilla para dar marcha a los contactores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4 Perilla para encendido de motor principal y bomba de refrigeración

Para el llenado de aceite, se debe de mantener presionado el boton amarillo hasta que las miras de aceite esten llenas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-5 Botones para dar marcha y llenado de aceite.

### 2.3.4 Grupo de ruedas de recambio

Se deben regular tanto el número de dientes (z) y el módulo (m).

Para este caso,  $z=100$  y  $m=4$ , debemos fijarnos en el nomograma HT-320-1 y HT-325-1 (Anexo A).

Z=100 A=45 D=100

Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D
29	90	-	-	39	71	45	-	-	71	131	45	-	-	101*	191	45	-	-	191*	251	20	-	-	134*
30	90	-	-	40	72	45	-	-	72	132	60	85	70	100	192	45	130	70	90	252	20	124	90	100*
31	90	-	-	41	73	45	-	-	73	133	45	-	-	103*	193	23	-	-	85	253	45	109	83	110*
32	90	-	-	42	74	45	-	-	74	134	45	70	80	120	194	30	98	80	110	254	25	120	30	85
33	90	-	-	43	75	45	-	-	75	135	45	-	-	105	195	34	-	-	124*	255	25	120	90	103*
34	90	-	-	44	76	45	-	-	76	136	45	87	93	122	196	38	123	80	78	256	20	120	90	103*
35	90	-	-	45	77	45	-	-	77	137	45	-	-	107*	197	45	-	-	133*	257	25	-	-	115
36	90	-	-	46	78	45	-	-	78	138	45	90	100	120	198	30	120	90	70	258	20	120	90	95
37	90	-	-	47	79	45	-	-	79	139	45	-	-	109*	199	33	-	-	106*	259	25	95	90	110
38	90	-	-	48	80	45	-	-	80	140	45	-	-	110	200	27	-	-	96	260	45	98	80	120
39	90	-	-	49	81	45	-	-	81	141	45	97	70	110	201	45	105	70	116	261	20	120	90	106*
40	90	-	-	50	82	45	-	-	82	142	45	96	90	105	202	38	-	-	90	262	20	120	90	106*
41	90	-	-	51	83	45	-	-	83	143	45	-	-	113*	203	45	-	-	103*	263	20	120	90	106*
42	90	-	-	52	84	45	-	-	84	144	45	78	80	100	204	30	120	90	92	264	20	120	90	106*
43	90	-	-	53	85	45	-	-	85	145	45	-	-	115	205	27	120	80	90	265	27	120	80	90
44	90	-	-	54	86	45	-	-	86	146	45	87	93	122	206	30	120	90	85	266	25	120	90	100
45	90	-	-	55	87	45	-	-	87	147	45	-	-	117*	207	45	-	-	107*	267	25	-	-	120
46	90	-	-	56	88	45	-	-	88	148	45	90	100	120	208	45	109	80	124*	268	20	120	90	106*
47	90	-	-	57	89	45	-	-	89	149	45	89	70	106	209	39	70	70	120	269	25	120	90	110
48	90	-	-	58	90	45	-	-	90	150	45	-	-	110	210	45	110	70	122	270	45	110	70	122
49	90	-	-	59	91	45	-	-	91	151	45	97	70	110	211	30	120	90	106*	271	20	120	90	106*
50	90	-	-	60	92	45	-	-	92	152	45	96	90	105	212	30	120	90	106*	272	20	120	90	106*
51	90	-	-	61	93	45	-	-	93	153	45	-	-	113*	213	30	120	90	106*	273	20	120	90	106*
52	90	-	-	62	94	45	-	-	94	154	45	78	80	120	214	30	120	90	106*	274	20	120	90	106*
53	90	-	-	63	95	45	-	-	95	155	45	-	-	115	215	27	120	80	90	275	27	120	80	90
54	90	-	-	64	96	45	-	-	96	156	45	87	93	122	216	25	-	-	120	276	25	-	-	120
55	90	-	-	65	97	45	-	-	97	157	45	-	-	117*	217	45	109	80	124*	277	45	109	80	124*
56	90	-	-	66	98	45	-	-	98	158	45	90	100	120	218	30	120	90	106*	278	20	120	90	106*
57	90	-	-	67	99	45	-	-	99	159	45	89	70	106	219	25	120	70	78	279	25	120	70	78
58	90	-	-	68	100	45	-	-	100	160	45	-	-	110	220	45	110	70	122	280	45	110	70	122
59	90	-	-	69	101	45	-	-	101	161	45	97	70	110	221	30	120	90	106*	281	20	120	90	106*
60	90	-	-	70	102	45	-	-	102	162	45	96	90	105	222	30	120	90	106*	282	20	120	90	106*
61	90	-	-	71	103	45	-	-	103	163	45	-	-	113*	223	45	110	70	122	283	20	120	90	106*
62	90	-	-	72	104	45	-	-	104	164	45	78	80	120	224	45	110	70	122	284	20	120	90	106*
63	90	-	-	73	105	45	-	-	105	165	45	-	-	115	225	27	120	80	90	285	27	120	80	90
64	90	-	-	74	106	45	-	-	106	166	45	87	93	122	226	25	-	-	120	286	25	-	-	120
65	90	-	-	75	107	45	-	-	107	167	45	-	-	117*	227	45	109	80	124*	287	45	109	80	124*
66	90	-	-	76	108	45	-	-	108	168	45	90	100	120	228	30	120	90	106*	288	20	120	90	106*
67	90	-	-	77	109	45	-	-	109	169	45	89	70	106	229	25	120	70	78	289	25	120	70	78
68	90	-	-	78	110	45	-	-	110	170	45	-	-	110	230	45	110	70	122	290	45	110	70	122
69	90	-	-	79	111	45	-	-	111	171	45	97	70	110	231	30	120	90	106*	291	20	120	90	106*
70	90	-	-	80	112	45	-	-	112	172	45	96	90	105	232	30	120	90	106*	292	20	120	90	106*
71	90	-	-	81	113	45	-	-	113	173	45	-	-	113*	233	45	110	70	122	293	20	120	90	106*
72	90	-	-	82	114	45	-	-	114	174	45	78	80	120	234	45	110	70	122	294	20	120	90	106*
73	90	-	-	83	115	45	-	-	115	175	45	-	-	115	235	27	120	80	90	295	27	120	80	90
74	90	-	-	84	116	45	-	-	116	176	45	87	93	122	236	25	-	-	120	296	25	-	-	120
75	90	-	-	85	117	45	-	-	117	177	45	-	-	117*	237	45	109	80	124*	297	45	109	80	124*
76	90	-	-	86	118	45	-	-	118	178	45	90	100	120	238	30	120	90	106*	298	20	120	90	106*
77	90	-	-	87	119	45	-	-	119	179	45	89	70	106	239	25	120	70	78	299	25	120	70	78
78	90	-	-	88	120	45	-	-	120	180	45	-	-	110	240	45	110	70	122	300	45	110	70	122
79	90	-	-	89	121	45	-	-	121	181	45	97	70	110	241	30	120	90	106*	301	20	120	90	106*
80	90	-	-	90	122	45	-	-	122	182	45	96	90	105	242	30	120	90	106*	302	20	120	90	106*
81	90	-	-	91	123	45	-	-	123	183	45	-	-	113*	243	45	110	70	122	303	20	120	90	106*
82	90	-	-	92	124	45	-	-	124	184	45	78	80	120	244	45	110	70	122	304	20	120	90	106*
83	90	-	-	93	125	45	-	-	125	185	45	-	-	115	245	27	120	80	90	305	27	120	80	90
84	90	-	-	94	126	45	-	-	126	186	45	87	93	122	246	25	-	-	120	306	25	-	-	120
85	90	-	-	95	127	45	-	-	127	187	45	-	-	117*	247	45	109	80	124*	307	45	109	80	124*
86	90	-	-	96	128	45	-	-	128	188	45	90	100	120	248	30	120	90	106*	308	20	120	90	106*
87	90	-	-	97	129	45	-	-	129	189	45	89	70	106	249	25	120	70	78	309	25	120	70	78
88	90	-	-	98	130	45	-	-	130	190	45	-	-	110	250	45	110	70	122	310	45	110	70	122
89	90	-	-	99	131	45	-	-	131	191	45	97	70	110	251	30	120	90	106*	311	20	120	90	106*
90	90	-	-	100	132	45	-	-	132	192	45	96	90	105	252	30	120	90	106*	312	20	120	90	106*
91	90	-	-	101	133	45	-	-	133	193	45	-	-	113*	253	45	110	70	122	313	20	120	90	106*
92	90	-	-	102	134	45	-	-	134	194	45	78	80	120	254	45	110	70	122	314	2			

Nr.	m	A	B	C	D	Nr.	m	A	B	C	D	Nr.	m	A	B	C	D
1	1.000	25	-	-	100	21	2.2333	56	-	-	96	40	4.050	40	-	-	40
2	1.0625	25	100	85	80	22	2.4167	58	-	-	96	42	4.0633	48	-	-	48
3	1.1250	27	-	-	96	23	2.4000	60	-	-	96	41	4.1667	50	-	-	48
4	1.1875	25	100	95	80	24	2.5833	62	-	-	96	44	4.2500	51	-	-	48
5	1.2500	25	-	-	80	25	2.6667	64	-	-	96	45	4.3333	52	-	-	48
6	1.3125	35	100	75	80	26	2.7500	66	-	-	96	46	4.4167	53	-	-	48
7	1.3750	33	-	-	96	27	2.8333	34	-	-	48	47	4.5000	54	-	-	48
8	1.4375	23	-	-	64	28	2.9167	35	-	-	48	48	4.5833	55	-	-	48
9	1.5000	24	-	-	64	29	3.0000	36	-	-	48	49	4.6667	56	-	-	48
10	1.5625	25	-	-	64	30	3.0833	37	-	-	48	50	4.7500	57	-	-	48
11	1.6250	26	-	-	64	31	3.1667	38	-	-	48	51	4.8333	58	-	-	48
12	1.6875	27	-	-	64	32	3.2500	39	-	-	48	52	4.9167	59	-	-	48
13	1.7500	29	-	-	64	33	3.3333	40	-	-	48	53	5.0000	60	-	-	48
14	1.8125	29	-	-	64	34	3.4167	41	-	-	48	54	5.1000	61	-	-	40
15	1.8750	30	-	-	64	35	3.5000	42	-	-	48	55	5.2000	62	-	-	40
16	1.9375	31	-	-	64	36	3.5833	43	-	-	48	56	5.3000	63	-	-	40
17	2.0000	32	-	-	64	37	3.6667	44	-	-	48	57	5.4000	64	-	-	40
18	2.0633	50	-	-	96	38	3.7500	45	-	-	48	58	5.5000	65	-	-	40
19	2.1667	52	-	-	96	39	3.8333	46	-	-	48	59	5.6000	66	-	-	40
20	2.2500	54	-	-	96	40	3.9167	47	-	-	48	60	5.7000	67	-	-	40
												61	5.8000	68	-	-	40
												62	5.9000	69	-	-	40
												63	6.0000	70	-	-	40

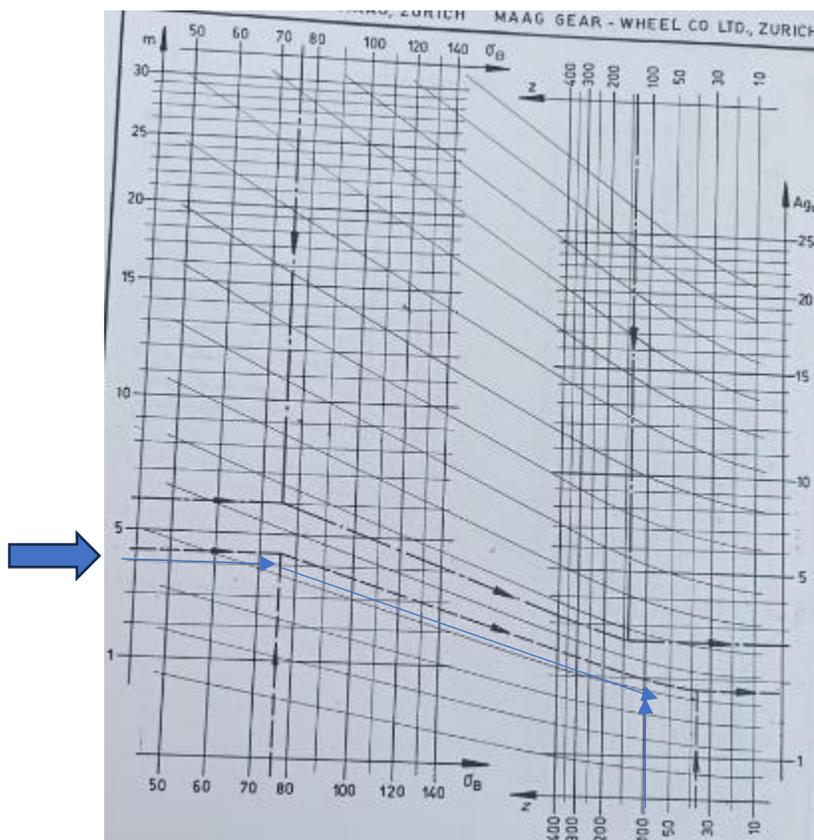
Fuente: Manual MAAG

Figura 2-7 Ruedas de recambio del módulo.

En este caso debemos de ajustar las ruedas de recambio como se nos es indicado en el nomograma, donde A= 40 D=40

### 2.3.5 Balancín para la regulación de avance

M=4  $\sigma_b=75 \text{ kg/mm}^2$  z=100  $A_{g_{en}}= 3$  El número de cortes será de 3 cortes. (HT-335-1)



Fuente: Manual MAAG

Figura 2-8 Número de cortes para desbaste.

### 2.3.6 Disco de mando y dispositivo contador

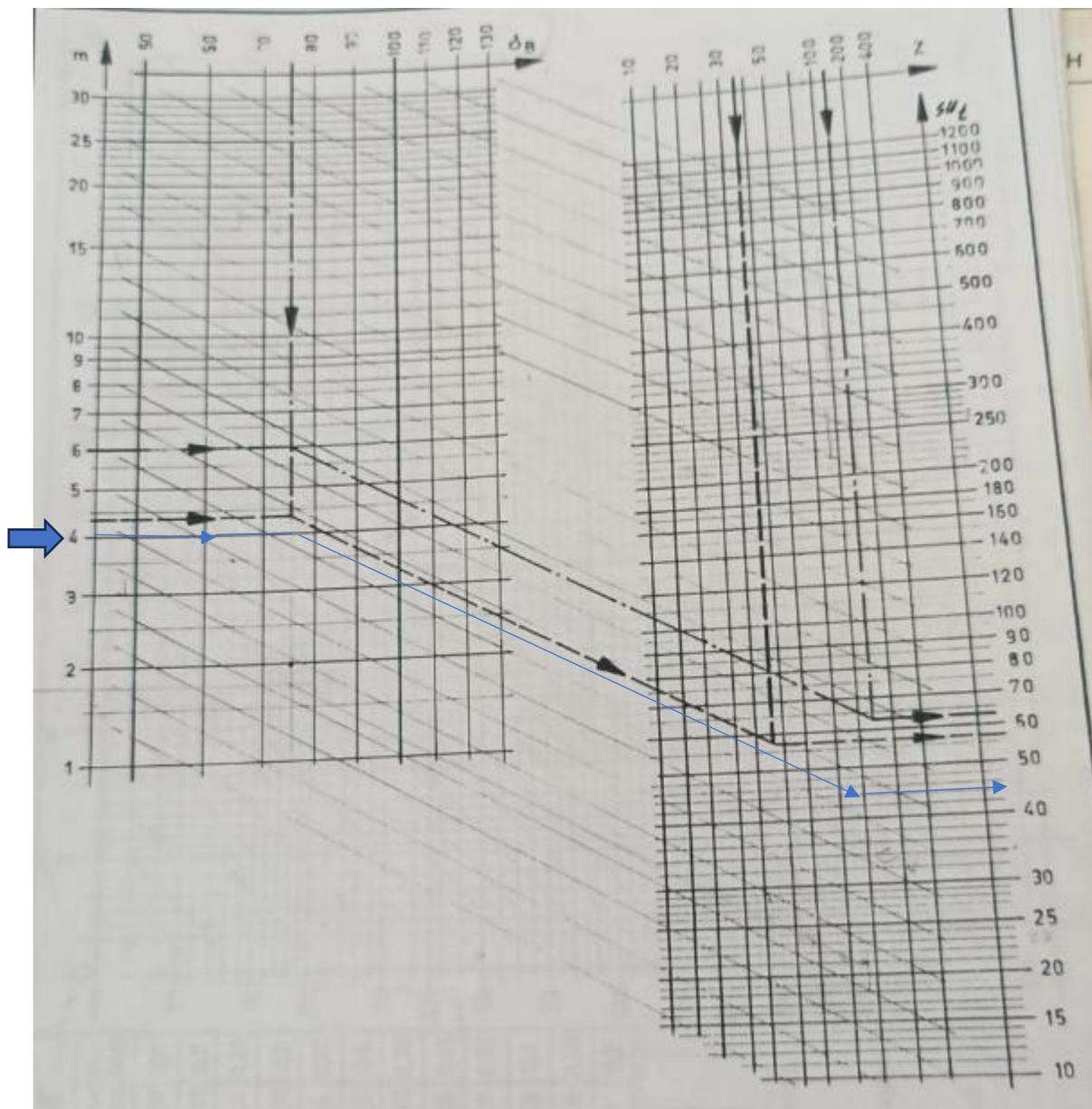
El contorno del disco dentado tiene una escala de numerada de 1 a 100, para los números de dientes entre 100 y 200 o 200 y 300.

Para este caso nuestro  $z=100$ , por lo tanto, se gira la palanca partiendo de cero hasta dar la vuelta completa, lo que pararía la máquina automáticamente después de 100 huecos de dientes, por lo que no utilizaremos el disco de mando.

### 2.3.7 Regulación de la carrera de la corredera y velocidad de corte

La regulación de la carrera de la corredera posee una carrera de entrada y una carrera de salida, las cuales están determinadas por el nomograma HT- 339-1; HT-141-1 y HT-142-1 (Anexo A).

$$m=4 \quad \sigma_b=75 \text{ kg/mm}^2 \quad z=100 \quad S_{ut}=45$$



Fuente: Elaboración propia.

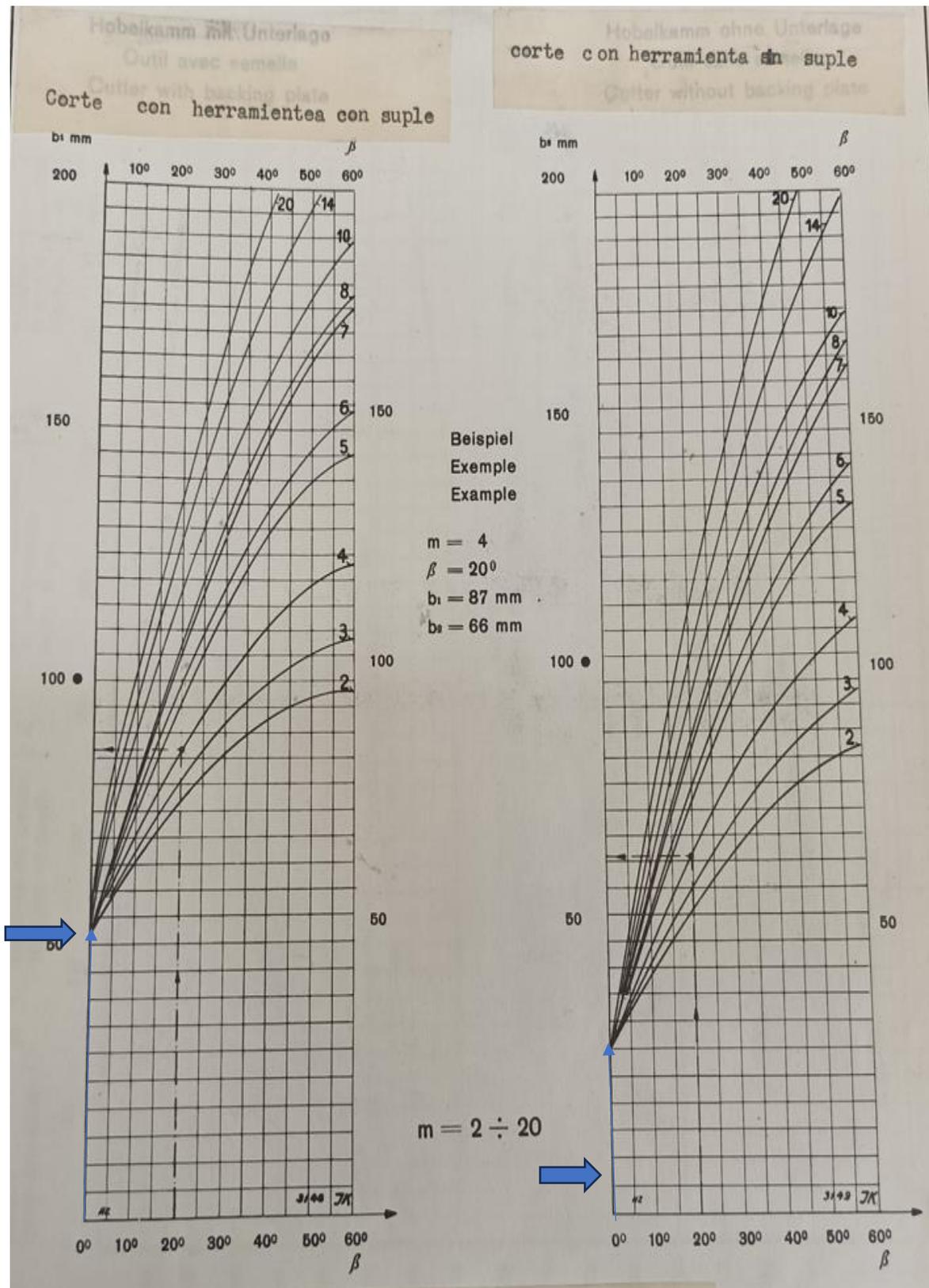
Figura 2-9 Total de las carreras de la corredera por división para el desbaste.

### 2.3.7.1 Ancho de ranura mínimo para comenzar la carrera (Entrada)

Para este caso consideraremos que la herramienta no posee sule.

Necesitamos los siguientes datos: Modulo, Angulo de hélice, y Ancho de ranura.

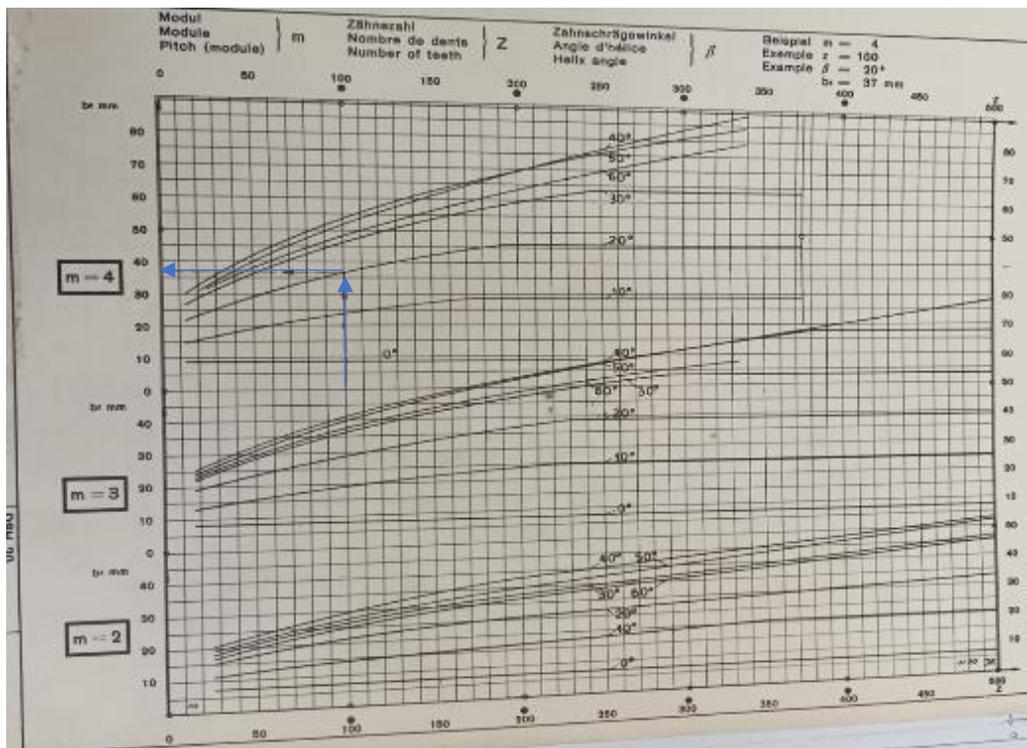
$M=4$   $b_1= 53(\text{mm})$   $b_2= 25(\text{mm})$



Fuente: Manual MAAG

Figura 2-10 Ancho de ranura mínimo para comenzar la carrera (Entrada)

Para la salida se utiliza otro nomograma el cual es el HT-142-1 (Anexo A), necesitamos los siguientes datos Modulo, número de dientes y ángulo de hélice.  $M=4$   $Z=100$   $b_3=37$  (mm).



Fuente: Manual MAAG

Figura 2-11 Ancho de ranura mínimo para terminar la carrera (Salida)

### 2.3.7.2 Selección de la velocidad de corte

Para seleccionar la velocidad de corte se necesita conocer la dureza del material, el ancho de la rueda y la profundidad del diente, para esto utilizamos un nomograma el cual es el HT-347-1.

2.4. DES ENRENAJES MAAG ZÜRICH		MAAG GEAR-WHEEL CO. LTD, ZÜRICH								
TEMPERATURE / TEMPERATURA	I - XRF 06 kg/mm <sup>2</sup>	43	53	63	73	83	93	103	113	123
	I - HB 30 kg/mm <sup>2</sup>	111	124	137	150	162	175	187	200	212
	II - HB 30 kg/mm <sup>2</sup>	114	143	172	201	230	259	288		
	III - V - HB 36 kg/mm <sup>2</sup>	147	156	164	172	180	188	196	204	212
Material / Matière / Material		v (m/min)								
I	Kohlenstoffstähle Aciers au carbone ACEROS AL CARBONO	C	46	33	28	25				
	II	ACEROS VIEJA - COENSTAR Aciers à cementation COEN HARDENING STEELS	Cr	36	33	28				
III		Vergütungsstähle Stähle für Flammen- & Induktions-Härtung ACEROS TALA TEMPLADA T-STEELS ACEROS FUEI TEMPLADA FLAME-INDUCTIVE ACEROS TALA TEMPLADA FOR INDUCTION	Cr-Mn Ni Cr-N Cr Cr-Mn Cr-Ni-Mn Cr-Ni Cr-Ni-Mn-V Cr-Ni Mn Mn-Si Mn-V	33 27 30 22 22 25 18 24 28 23 18 20	28 23 24 26 28 25 14 26 20 20 14 16	20 18 18 18 18 18 14 14 14 14 14 14	15 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
	IV	ACEROS DE NITRURACIÓN Aciers à nitruration Nitriding-Steels	Cr-Al Al-Cr-Mn Cr-Mn Cr-Al-Ni	18 16 14 12 11	14 14 14 14 14	11 11 11 11 11	11 11 11 11 11	11 11 11 11 11	11 11 11 11 11	11 11 11 11 11
V		ACEROS INOXIDABLES Aciers inoxydables / Stainless Steels		20	17	15				
VI	Stähle unleg./Acier non alliés ACEROS DE BAJA ALIACIÓN		36	32	28	24				
	VII	Schmelzmetalle Nodular Cast Iron		28	24	24	20			
VIII		Temperguss / Fonte malléable FUNDICION MALLABLE		40						
	IX	Cast Irons ACEROS DE FUNDICION		38	36					
X		BRONZE		45	40	35	30			
	XI	Aluminum / Leiton / Brass		48	45	45	40			
XII		Alloys / Legierungen / Alloys		45						
	XIII	Press- und Kunststoffe POLYMER PLASTICS Plastics		45						

Fuente: Manual MAAG

Figura 2-12 Selección de velocidad de corte.

Como es un acero SAE 1020, es del grupo de aceros al carbono, por lo tanto, la velocidad de corte será de 40 (m/min).

### 2.3.8 Regulación de la altura de la carrera

La carrera es regulable hasta 200 (mm), se puede hacer corresponder con la altura de la pieza por cepillar.

Para regular la altura de la carrera se debe proceder de la siguiente manera:

- 1- Traer la corredera al punto muerto superior (con la herramienta de corte ya montada).
- 2- Aflojar tuerca 88.
- 3- Regular de forma manual la altura de la corredera girando la tuerca 87 hacia arriba o hacia abajo con una llave de tubo de 17 (mm), hasta que una arista cortante de la herramienta se encuentre aproximadamente de 8 a 12 (mm) encima del borde superior de la rueda a cepillar
- 4- Apretar de nuevo la tuerca 88 para bloquear la corredera en la altura deseada.

#### Herramientas necesarias

Llave de tubo cuadrada 17 (mm)

Llave hexagonal con abertura de 50 (mm)

### 2.3.9 Regulación de la dirección de la mesa circular y profundidad de cepillado

Para iniciar la rotación de la mesa se debe de accionar la palanca (marcada con flecha azul) en la dirección deseada.

Para este ejemplo de engranaje recto se puede iniciar de derecha a izquierda indiferentemente.

Para la profundidad del cepillado se debe regular sobre la escala del armazón con una precisión de 0,02 (mm), la profundidad de cada corte será en relación con el avance de la carrera.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-13 Tambor graduado para profundidad de cepillado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-14 Escala graduada del armazón.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-15 Dirección de la mesa circular.

### 2.3.10 Inicio de cepillado de la pieza y refrigeración del equipo

Para iniciar el trabajo se deben de llenar las miras de aceite, para esto se debe presionar el botón amarillo referenciado en el instructivo anteriormente mostrado (Figura 2-5).

Presionando el botón negro da inicio al trabajo (marcado con una flecha naranja), para regular el chorro del aceite de refrigeración hacia la derecha se abre y hacia la izquierda se cierra.

Ningún trabajo puede empezar sin antes haber llenado las miras de aceite, de lo contrario podrían provocar que se dañe la máquina, se dañe la pieza a tallar o se rompa la herramienta de corte.

**CAPÍTULO 3:      DESARROLLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **3.1 ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO**

Los equipos son una parte fundamental en el sector industrial, por eso realizar un correcto mantenimiento, puede reducir reparaciones y costos innecesarios, prolongando así la vida útil del equipo y obteniendo el rendimiento ideal.

### **3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Existen diferentes tipos de mantenimiento, se puede dividir según la etapa que se lleve a cabo y las actividades a realizar son:

#### **3.2.1 Mantenimiento Preventivo**

Consta de la realización de labores de mantenimiento programadas periódicamente con el fin de evitar futuros fallos o imprevistos.

#### **3.2.2 Mantenimiento Correctivo**

Se trata de un conjunto de tareas técnicas, destinadas a corregir fallas del equipo.

### **3.3 SEGURIDAD EN EL ÁREA DE TRABAJO**

Debemos tener en cuenta que es de suma importancia operar el equipo únicamente en correcto estado de funcionamiento. Se debe comprobar que el equipo está energizado antes de intervenirlo y solucionar los defectos antes de la puesta en marcha.

El personal encargado de realizar el mantenimiento debe estar calificado mediante formación.

#### **3.3.1 Instrucciones de seguridad**

- Utilizar EPP (Elementos de protección personal).
- Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo.
- Revisar el equipo antes de comenzar la tarea.
- Permanecer alerta ante cualquier incidente.

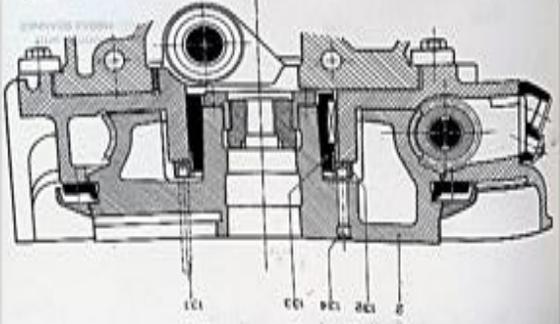
### 3.4 CREACIÓN INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO

Es imprescindible realizar el mantenimiento adecuado a los equipos para que, a la hora de realizar alguna tarea, continúe trabajando sin fallas ni percances, lo cual extenderá su vida útil.

Si bien la generadora no se utiliza mucho, ya que reciben poco uso para docencia, generalmente es usada para actividades demostrativas o labores extraacadémicas.

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO				UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	
FECHA:    DÍA /    MES/    AÑO		EX UMBRA    IN    SOLEM			
				HOJA:	
RUT:				NOMBRE DEL EQUIPO:	
E- MAIL:				MODELO:	
TEL:				MECANICO:	
OBSERVACIONES:					
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:	
NOMBRE:					
RUT:					
FIRMA: _____		_____		_____	

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO				
TIPO DE TAREA	Nº	ACTIVIDAD	EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
Seguridad del trabajo	1	Elementos de protección personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ropa de trabajo</li> <li>- Gafas protectoras</li> <li>- Guantes protectores</li> <li>- Calzado de seguridad</li> </ul>	El uso de EPP es obligatorio a la hora de intervenir el equipo
	2	Riesgos presentes a la hora del mantenimiento	-----	<p>Riesgo de atrapamiento.</p> <p>Corte con las piezas al trabajar.</p> <p>Proyección de partículas a zonas oculares.</p> <p>Exposición al ruido.</p>

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO						
TIPO DE TAREA	Nº	ACTIVIDAD	COMPONENTE	REFERENCIA	MANTENIMIENTO	
Mantenimiento del equipo	1	Regulación del juego de la mesa circular.	Mesa circular	 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sacar la tapa rosca 134 de la mesa circular.</li> <li>2. Introducir varilla 131 en la perforación y girar por medio del manubrio el tronco del tornillo sin fin hasta que la varilla se encuentre con los agujeros que corresponden en la tuerca de regulación.</li> <li>3. Seguir girando hacia la derecha para que el buje 133 sea subido por la tuerca de regulación.</li> <li>4. Sacar la varilla y verificar si la mesa circular gira sin juego.</li> </ol>	

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO					
TIPO DE TAREA	Nº	ACTIVIDAD	COMPONENTE	REFERENCIA	MANTENIMIENTO
Mantenimiento del equipo	2	Regulación de frenos. Freno del acomplamiento con cono (mando principal).	Correas trapezoidales		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el motor principal.</li> <li>2. Desartonnillar la tapa sobre el carter de las correas (por delante y por detrás) (ver imagen de referencia).</li> <li>3. Aflojar tornillo de seguridad 130 (de los dos lados).</li> <li>4. Girar las dos tuercas 129 hasta que el juego entre el tambor de freno y las empaquetaduras hayan alcanzado 0,1 - 0,15mm (el borde superior de la palanca 127 debe alcanzar el borde 125 de la tuerca 128).</li> <li>5. Apretar los tornillos de seguridad 130 y poner de nuevo las tapas.</li> </ol>

### 3.5 RECOMENDACIÓN DE LUBRICACIÓN

Una buena lubricación ayuda a disminuir las pérdidas energéticas, disminuye el desgaste de las herramientas de la máquina y las piezas a tallar, contribuyendo en aumentar su vida útil y mejorando la productividad del equipo.

#### 3.5.1 Lubricantes apropiados según Manual MAAG

La máquina debe ser lubricada según el plan de engrase establecido más abajo.

DESIGNACIÓN	ABASTECEDOR	OBSERVACIONES
Shell Garia 2l	Shell Oil Co.	Azufre químicamente aglomerado
Gasolin Aceite especial K	Gasolin A-G	-----
Gulf stainless Cutting oil	Gulf Oil Co.	No corrosivo para los metales colorados.
Vacumal A 3 o 4	Mobil Oil Co. Vacum Oil Co.	No corrosivo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-1 Tabla de lubricantes recomendados según fabricante.

#### 3.5.2 Aceites de engrase

Para este equipo se utilizará para el engrase, solamente un aceite de primera calidad, de una viscosidad de 6° - 7, 5° E/50°.

La tabla a continuación indica algunas marcas de aceites de engrase apropiados.

Cantidad de aceite necesario para refrigeración: Aprox. 120lt.

Lugar para llenar: Base del armazón (Parte delantera del armazón).

Chorro de la bomba de aceite de refrigeración: Aprox. 22lt/min.

Designación	Abastecedores	Características	Observaciones
Shell Talpa 20	Shell Oil Co	6,2° E/50°	ISO 68
Gulf Harmony Oil D	Gulf Oil S.A.	6,77° E/50°	Resistente a la oxidacion. Alta estabilidad química.
Caltex Regal Oil PE (R y O)	Caltex Oil AG	6,64° E/50°	ISO 68
Gargoyle D.T.E. Oil Heavy	Mobil Oil Co. Vacuum Oil Co	6,7° E/50°	Resistente a la oxidacion. Alta estabilidad química.
Gasolin KI 20/50	Gasolin AG.	8°E/50°	Puede utilizarse como aceite de corte

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-2 Aceites de engrase según Manual MAAG.

### 3.5.3 Cuadro de lubricación

Los lugares por lubricar con aceite están marcados por un círculo y los lugares por engrasar con un triángulo.

Designación	Viscosidad	Marca	Observaciones
Calidad del aceite de lubricación	6º - 7, 5º E/50º		Seleccionar según directiva de lubricación
Grasa para rodamientos de bolas	-----		Seleccionar según directiva de lubricación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3 Cuadro de lubricación.

### 3.5.4 Directivas de lubricación

La siguiente tabla indica la frecuencia de lubricación, los números de los lugares por lubricar, como también la cantidad necesaria de lubricante.

REFERENCIA DE LUGARES PARA LUBRICACIÓN	LUGAR POR LUBRICAR Y ENGRASAR NÚMERO
	<p>Lubricar con:</p> <p>1: Aceite  4: Aceite  15: Grasa  14: Grasa  13: Aceite  3: Grasa</p>
	<p>5: Aceite  6: Grasa  9: Aceite  10: Grasa  11: Aceite</p>
	<p>2: Aceite  12: Aceite  8: Aceite  7: Grasa</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-4 Lugares por lubricar y engrasar.

DIRECTIVAS PARA LA LUBRICACIÓN		
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	LUGAR POR LUBRICAR NÚMERO	CANTIDAD DE LUBRICANTE OBSERVACIONES
CADA DÍA	1, 2, 3	Relleno del deposito de aceite, dar algunas vueltas al inyector de engrase.
CADA SEMANA	4, 5, 8, 6, 7	Algunas gotas- un pequeño número de vueltas al inyector de grasa
CADA MES	11	Aceite por completar según nivel maximo
CADA 4 MESES	9, 14	Algunas gotas Algunas vueltas del inyector de grasa
1 VEZ AL AÑO	15	Renovar la grasa entre el gorrón y el buje. Entre el buje y la pole (desmontar polea)
APROX. CADA 3 AÑOS	10, 13	Renovar la grasa que sirve al engrase de los rodamientos de bolitas según las instrucciones de uso para los motores
AL MOMENTO DE LA PUESTA EN MARCHA Y AL RENOVAR ACEITE	12	Aceite de engrase por completar hasta nivel de la mira de la mesa circular. Aprox. 2lt

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-5 Directivas de lubricación.

### **3.6 COSTOS DEL MANTENIMIENTO**

La optimización del mantenimiento de un equipo, es fundamental para mejorar los procesos, prolongar la vida útil del equipo, minimizar las fallas y reducir los tiempos de reparación.

Los costos de mantenimiento son considerados como gastos que se suman al costo final del servicio. Estos costos representan el precio pagado por las tareas desempeñadas para conservar o restaurar un producto.

Se podría definir los costos de mantenimiento en cuatro grupos.

#### **3.6.1 Costos fijos**

Dentro de estos costos tenemos el costo de la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento programado. Este gasto asegura el estado del equipo a mediano y largo plazo

#### **3.6.2 Costos variables**

Este costo tiene dependencia de la producción y las ventas. Dentro de los costos variables de mantenimiento, encontramos la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento.

#### **3.6.3 Costos administrativos**

Se puede definir como el costo de almacenar repuestos y al de tener al equipo en stand by.

#### **3.6.4 Costos de fallas**

Se refiere a las pérdidas o costos generados a la universidad por causas relacionadas con el mantenimiento del equipo. Estos costos pueden ser superiores y en ocasiones no es tomado en cuenta como costo.

### 3.7 HERRAMIENTAS E INSUMOS

Para desarrollar el mantenimiento se debe de utilizar diferentes herramientas e insumos para su elaboración, es por eso que, al momento de ejecutar la tarea de mantenimiento, debemos tener claramente detallado las herramientas correspondientes para la tarea a ejecutar, al igual que los insumos.

Realizar un listado facilitará la tarea personal, ahorrando tiempo y minimizando costos en búsquedas innecesarias de implementos.

A continuación, se detallarán la lista de implementos para la realización del mantenimiento.

HERRAMIENTAS	CANTIDAD
Destornillador de paleta	1
Llave de tubo cuadrada 17mm	1
Llave punta corona 22mm	1
Llave doble punta fija 22mm	1
Llave punta fija 32mm	1
Llave doble punta fija 32 mm	1
Llave doble punta fija 36 y 30mm	1
Llave allen 14mm	1
Llave allen 10mm	1
Juego de llaves allen en mm	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-5 Herramientas.

Definiremos los insumos como aquellos elementos de consumo que serán necesarios para la realización del mantenimiento.

La siguiente tabla adjunta, detallará los insumos que en este caso serían aceites de engrase y lubricantes.

INSUMOS	CANTIDAD
Shell Garia 2L	19lt
Gasolin Aceite especial K	20lt
Gulf stainless Cutting oil	22lt
Vacumal A 3 o 4	23lt

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-6 Lubricantes.

INSUMOS	CANTIDAD
Shell talpa 20	19lt
Gulf Harmony	21lt
Caltex Regal	18lt
Gargoyle D.T.E.	22lt
Gasolin kl 20/50	19lt

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-7 Aceites de engrase.

Es necesario considerar los elementos de protección personal a la hora de realizar un mantenimiento y lubricación, los cuales nos brindan seguridad para ejecutar la tarea sin correr mayor riesgo.

ELEMENTOS AUXILIARES	CANTIDAD
OVEROL	1
ZAPATOS DE SEGURIDAD	1
LENTE DE SEGURIDAD	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-8 Elementos de protección personal.

### 3.8 COSTOS DEL MANTENIMIENTO

Entendemos por costos del mantenimiento a los gastos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos en buen estado.

Estableceremos los costos tanto las herramientas como los insumos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

#### 3.8.1 Costos de Herramientas

HERRAMIENTAS	PRECIO
Destornillador de paleta	\$5.990
Llave de tubo cuadrada 17mm	\$2.793
Llave punta corona 22mm	\$3.990
Llave doble punta fija 22mm	\$13.291
Llave punta fija 32mm	\$10.700
Llave doble punta fija 32 mm	\$13.291
Llave doble punta fija 36 y 30mm	\$29.990
Llave allen 14mm	\$5.990
Llave allen 10mm	\$5.000
Juego de llaves allen en mm	\$12.780
TOTAL	\$103.815

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-9 Costo herramientas.

### 3.8.2 Costos de Insumos

Para este caso se seleccionaron 4 lubricantes para optimizar costos en la compra de estos insumos.

INSUMOS	PRECIO
Shell Garia 2L	\$90.381
Gasolin Aceite especial K	\$82.350
Gulf stainless Cutting oil	\$90.350
Vacumal A 3 o 4	\$93.550
TOTAL	\$356.631

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-10 Costos de insumos.

### 3.8.3 Costos de Elementos de Seguridad

ELEMENTOS AUXILIARES	PRECIO
OVEROL	\$7.990
ZAPATOS DE SEGURIDAD	\$59.990
LENTES DE SEGURIDAD	\$2.905
TOTAL	\$70.885

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-11 Costo de elementos de seguridad.

### 3.8.4 Costos totales del mantenimiento

GENERAL	TABLA	MONTO
HERRAMIENTAS	Tabla 3-8	\$103.815
INSUMOS	Tabla 3-9	\$356.631
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Tabla 3-10	\$70.885
VALOR HORA HOMBRE	Valor HH	\$10.000
TOTAL		\$541.331

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-12 Costos totales del mantenimiento.

## **CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

La elaboración de un instructivo de mantenimiento respetando los procedimientos previamente señalados, conllevan un gran beneficio a la hora de intervenir un equipo ya que se minimiza en gran medida la posibilidad de cometer errores a la hora de ejecutar un correcto mantenimiento.

La descripción del equipo nos permite entender de mejor manera las características del equipo y su funcionamiento, dando a conocer las causas posibles de que falle el equipo, permitiendo así, realizar el correcto instructivo de mantenimiento.

Junto con la realización del paso a paso para su correcto manejo a la hora de operar, previene posibles fallos del equipo y/o accidentes a la hora de realizar un proceso de tallado de engranajes.

Optimizar la vida útil del equipo y su rendimiento, es la principal causa de este instructivo de mantenimiento, el cual beneficia al encargado de realizar la tarea ya que puede llevar a cabo las distintas actividades de forma ordenada, entregando a detalle cada paso a realizar en la máquina.

Con este trabajo se espera crear una forma correcta de manejo y mantención del equipo, para así disminuir costos tanto en herramientas, como en componentes del equipo que son cruciales para su correcto funcionamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ZURICH, Germany, MAAG, 1953, SH45 SH75C, Gear Testing Machine, Operations Manual.

OLFOS Vargas, Martin Alonso. Plan de modernización taller metalmecánico UTFSM. Memoria (Ingeniero Civil Mecánico). Valparaiso, Chile: UTFSM. Sede Casa Central, Valparaiso, 2017.

ROA Lincolao, Marco Andres. Elaboración de procedimiento de mantenimiento para sistema de regadío agrícola (Tecnico Universitario en Mecánica Industrial) Viña del Mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del Mar, 2020.

## **WEBGRAFÍA**

FORMACIÓN MECANIZADO. Talladora de Engranajes (en línea).  
[https://formacionmecanizado.com/engranajes-como-se-fabrican/#Situaciones\\_que\\_provocan\\_fallos\\_en\\_los\\_engranajes](https://formacionmecanizado.com/engranajes-como-se-fabrican/#Situaciones_que_provocan_fallos_en_los_engranajes).

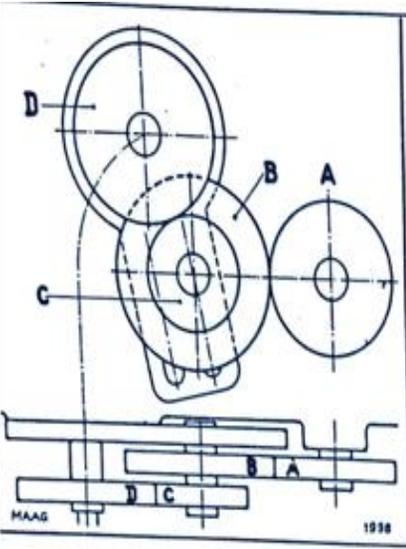
## **ANEXOS**

### **ANEXO A: NOMOGRAMAS**

Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D	Z	A	B	C	D
Für Zähnezahlen 2 bis 18 siehe Tabelle HT321-1					Pour nombres de dent de 2 à 18 voir tableau HT321-1					For numbers of teeth from 2 to 18 see table HT321-1														
19	90	-	-	38	51	45	-	-	51	101	45	-	-	101	151	45	-	-	151	201	30	-	-	134
20	90	-	-	40	52	45	-	-	52	102	60	85	75	120	152	45	120	75	95	202	30	120	90	101
21	90	-	-	42	53	45	-	-	53	103	45	-	-	103	153	25	-	-	85	203	45	105	60	116
22	90	-	-	44	54	45	-	-	54	104	45	78	90	120	154	35	98	90	110	204	25	120	90	85
23	90	-	-	46	55	45	-	-	55	105	45	-	-	105	155	36	-	-	124	205	27	-	-	123
24	90	-	-	48	56	45	-	-	56	106	45	-	-	106	156	30	120	90	78	206	30	120	90	103
25	90	-	-	50	57	45	-	-	57	107	45	-	-	107	157	45	-	-	157	207	25	-	-	115
26	90	-	-	52	58	45	-	-	58	108	50	-	-	120	158	30	120	90	79	208	30	130	90	96
27	90	-	-	54	59	45	-	-	59	109	45	-	-	109	159	30	-	-	106	209	25	95	90	110
28	45	-	-	28	60	45	-	-	60	110	45	-	-	110	160	27	-	-	96	210	42	98	60	120
29	45	-	-	29	61	45	-	-	61	111	30	-	-	74	161	45	105	75	115	211	-	-	-	-
30	45	-	-	30	62	45	-	-	62	112	45	96	90	105	162	25	-	-	90	212	30	120	90	106
31	45	-	-	31	63	45	-	-	63	113	45	-	-	113	163	45	-	-	163	213	30	71	60	120
32	45	-	-	32	64	45	-	-	64	114	30	-	-	78	164	30	120	90	82	214	30	120	90	107
33	45	-	-	33	65	45	-	-	65	115	45	-	-	115	165	30	-	-	110	215	27	120	80	86
34	45	-	-	34	66	45	-	-	66	116	45	87	90	129	166	30	120	90	83	216	25	-	-	120
35	45	-	-	35	67	45	-	-	67	117	30	-	-	78	167	45	-	-	167	217	45	105	60	124
36	45	-	-	36	68	45	-	-	68	118	45	-	-	118	168	45	120	75	105	218	30	120	90	109
37	45	-	-	37	69	45	-	-	69	119	45	85	75	105	169	36	78	75	130	219	25	130	78	73
38	45	-	-	38	70	45	-	-	70	120	45	-	-	120	170	30	120	90	85	220	45	110	60	120
39	45	-	-	39	71	45	-	-	71	121	45	77	70	110	171	25	-	-	95	221	45	85	60	130
40	45	-	-	40	72	45	-	-	72	122	45	-	-	122	172	30	120	90	86	222	25	130	78	74
41	45	-	-	41	73	45	-	-	73	123	30	-	-	82	173	45	-	-	173	223	-	-	-	-
42	45	-	-	42	74	45	-	-	74	124	60	120	90	124	174	30	120	90	87	224	51	96	45	119
43	45	-	-	43	75	45	-	-	75	125	36	-	-	100	175	27	-	-	105	225	24	-	-	120
44	45	-	-	44	76	45	-	-	76	126	35	-	-	98	176	45	110	75	120	226	45	113	60	120
45	45	-	-	45	77	45	-	-	77	127	45	-	-	127	177	30	-	-	118	227	-	-	-	-
46	45	-	-	46	78	45	-	-	78	128	45	96	90	120	178	30	120	90	89	228	25	95	90	120
47	45	-	-	47	79	45	-	-	79	129	30	-	-	86	179	45	-	-	179	229	-	-	-	-
48	45	-	-	48	80	45	-	-	80	130	27	-	-	78	180	30	-	-	120	230	45	115	60	120
49	45	-	-	49	81	50	-	-	90	131	45	-	-	131	181	45	-	-	181	231	30	105	75	110
50	45	-	-	50	82	45	-	-	82	132	60	110	75	120	182	35	130	90	98	232	27	87	75	120
					83	45	-	-	83	133	45	95	75	105	183	30	-	-	122	233	-	-	-	-
					84	50	80	90	105	134	30	120	90	67	184	45	115	75	120	234	25	-	-	130
					85	45	-	-	85	135	40	-	-	120	185	27	-	-	111	235	27	94	80	120
					86	45	-	-	86	136	45	120	75	85	186	30	-	-	124	236	45	118	60	120
					87	45	-	-	87	137	45	-	-	137	187	35	110	90	119	237	25	130	78	79
					88	50	80	90	110	138	50	115	90	120	188	30	120	90	94	238	30	119	90	120
					89	45	-	-	89	139	45	-	-	139	189	25	-	-	105	239	-	-	-	-
					90	45	-	-	90	140	45	105	90	120	190	30	120	90	95	240	27	96	80	120
					91	90	105	45	78	141	30	-	-	94	191	45	-	-	191	241	-	-	-	-
					92	50	80	90	115	142	30	120	90	71	192	30	120	90	96	242	45	121	60	120
					93	30	-	-	62	143	50	110	90	130	193	45	-	-	193	243	26	81	75	130
					94	45	-	-	94	144	30	-	-	96	194	30	120	90	97	244	45	122	60	120
					95	45	-	-	95	145	27	-	-	87	195	30	-	-	130	245	36	98	60	120
					96	45	-	-	96	146	30	120	90	73	196	30	120	90	98	246	26	82	75	130
					97	45	-	-	97	147	30	-	-	98	197	45	-	-	197	247	45	95	50	130
					98	45	-	-	98	148	30	120	90	74	198	25	-	-	110	248	45	124	60	120
					99	50	-	-	110	149	45	-	-	149	199	45	-	-	199	249	26	83	75	130
					100	45	-	-	100	150	30	-	-	100	200	27	-	-	120	250	27	100	80	120

Gültig für Gerad- und Schrägverzahnungen! Valable pour dentures droites et hélicoïdales!  
Valid for spur and helical gears!

Ruedas de recambio para selección del No de dientes-división válido para ruedas cilíndricas de dientes rectos y helicoidales.	SH 45	<b>HT320-1</b>
	SH 45 A	
	SH 45 B	
	SH 45 C	



Für Geradverzahnung  
Pour denture droite  
For spur gear

$$\frac{A \cdot C}{B \cdot D} = \frac{m}{4}$$

Für Schrägverzahnung  
Pour denture hélicoïdale  
For helical gear

$$\frac{A \cdot C}{B \cdot D} = \frac{m_s}{4}$$

$$m_s = \frac{m}{\cos \beta}$$

Bedingungen / Conditions

A max. = 100  
 A+B-C ≥ 28  
 C+D-B ≥ 28  
 C+D ≥ 92  
 A+B+C+D < 315

Normaler Wechsellädersatz  
Jeu normal de roues de rechange  
Normal set of change wheels

} m = 2

- 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
- 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
- 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
- 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79
- 80 82 83 85 86 87 89 90 94 95 96 97 98 100
- 105 110 115 120 127 130

Ergänzungssatz  
Jeu supplémentaire  
Supplementary set

- m = 2 { 81 84 88 91 92 93 99 101 102  
 103 106 107 108 109 111 113 116 118  
 119 121 122 123 124 126 129 131 134
- m = 1,25 { 45 137 139 149 151 157 163  
 167 173 179 181 191 193 197 199

Modul  
Module  
Pitch (module) } m

Zahnschrägewinkel  
Angle d'hélice  
Helix angle } β

Hobelstahl Nr.  
No. de l'outil-crémaillère  
Number of cutter } Nr.

Nr.	m	A	B	C	D	Nr.	m	A	B	C	D	Nr.	m	A	B	C	D
1	1.000	25	-	-	100	21	2.3333	56	-	-	96	41	4.000	40	-	-	40
2	1.0625	25	100	85	80	22	2.4167	58	-	-	96	42	4.0633	49	-	-	48
3	1.1250	27	-	-	96	23	2.5000	60	-	-	96	43	4.1667	50	-	-	48
4	1.1875	25	100	95	80	24	2.5833	62	-	-	96	44	4.2500	51	-	-	48
5	1.2500	25	-	-	80	25	2.6667	64	-	-	96	45	4.3333	52	-	-	48
6	1.3125	35	100	75	80	26	2.7500	66	-	-	96	46	4.4167	53	-	-	48
7	1.3750	33	-	-	96	27	2.8333	34	-	-	48	47	4.5000	54	-	-	48
8	1.4375	23	-	-	64	28	2.9167	35	-	-	48	48	4.5833	55	-	-	48
9	1.5000	24	-	-	64	29	3.0000	36	-	-	48	49	4.6667	56	-	-	48
10	1.5625	25	-	-	64	30	3.0833	37	-	-	48	50	4.7500	57	-	-	48
11	1.6250	26	-	-	64	31	3.1667	38	-	-	48	51	4.8333	58	-	-	48
12	1.6875	27	-	-	64	32	3.2500	39	-	-	48	52	4.9167	59	-	-	48
13	1.7500	28	-	-	64	33	3.3333	40	-	-	48	53	5.0000	60	-	-	48
14	1.8125	29	-	-	64	34	3.4167	41	-	-	48	54	5.1000	51	-	-	40
15	1.8750	30	-	-	64	35	3.5000	42	-	-	48	55	5.2000	52	-	-	40
16	1.9375	31	-	-	64	36	3.5833	43	-	-	48	56	5.3000	53	-	-	40
17	2.0000	32	-	-	64	37	3.6667	44	-	-	48	57	5.4000	54	-	-	40
18	2.0833	50	-	-	96	38	3.7500	45	-	-	48	58	5.5000	55	-	-	40
19	2.1667	52	-	-	96	39	3.8333	46	-	-	48	59	5.6000	56	-	-	40
20	2.2500	54	-	-	96	40	3.9167	47	-	-	48	60	5.7000	57	-	-	40
												61	5.8000	58	-	-	40
												62	5.9000	59	-	-	40
												63	6.0000	60	-	-	40

Obige Tabelle gilt nur für Geradverzahnungen. Schrägverzahnungen sind jeweils besonders zu berechnen.

Ce tableau n'est valable que pour les dentures droites. Les dentures hélicoïdales doivent être calculées spécialement pour chaque cas.

Valid for spur gears only. Helical gears require to be specially calculated.

Wechselläder für die Modulspindel  
Roues de rechange pour vis de module  
Change wheels for pitch screw

Blatt  
Feuille  
Sheet } 1  
Anzahl  
Quantité  
Quantity } 4

SH 45

HT325-1

GRUPPE/GROUPE GROUP	I ÷ XIII : $\sigma_B$ [kg/mm <sup>2</sup> ]		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
	I : HB 30 [kg/mm <sup>2</sup> ]		111	139	167	195	222	250	275				
	II : HB 30 [kg/mm <sup>2</sup> ]		114	143	172	200	229	257	286				
	III ÷ V : HB 30 [kg/mm <sup>2</sup> ]			147	176	206	235	264	294	324	353	382	
Material / Matière / Material			v [m/min.]										
I	Kohlenstoffstähle Aciers au carbone ACEROS AL CARBONO	C	40	35	32	30	28	25					
		Cr		35	33	28							
		Cr-Mn			30	26	22						
II	ACEROS PARA CEMENTAR Aciers à cémentation Case Hardening Steels	Ni			27	25	23						
		Cr-Ni			30	24	22	19	17				
		Cr			32	28	24	20	17				
		Cr-Mo			32	28	24	20	17	15	14		
III	Vergütungsstähle Stähle für Flammen- & Induktions-Härtung ACEROS PARA TEMPLAR Y REVENIR ACEROS PARA TEMPLE POR SOPLETE ACEROS PARA TEMPLE POR INDUCCIÓN Heat Treating Steels Flame and Induction Hardening Steels	Cr-Mo-V					20	18	16	14	12		
		Cr-Ni-Mo				27	25	22	19	16	14	12	
		Cr-Ni							16	14	12	10	
		Cr-Ni-Mo-V					18	14	12	10			
		Cr-V				24	20	16	14				
		Mn			28	26	20	16					
		Mn-Si				23	20	16	12	10			
		Mn-V						18	14	10			
IV	ACEROS DE NITRURACIÓN Aciers à nitruration Nitriding-Steels	Cr-Al			20	18	16	14	12				
		Al-Cr-Mo					16	14	12	11			
		Cr-Mo-V						14	12	11	10		
		Cr-Al-Ni					16	14	12	11			
V	ACEROS INOXIDABLES Aciers inoxydables/Stainless Steels			20	17	14							
VI	Stahlguss unleg./Acier coulé non allié ACEROS COLADOS SIN ALEACION	36	33	30	26								
VII	Sphäroguss (Gusseisen m. Kugelgraphit) FUNDICION NODULAR Nodular Cast Iron	28	26	24	20								
VIII	Temperguss / Fonte malléable FUNDICION MALEABLE	40											
IX	FUNDICION GRIZ grise/Cast Iron	18	16										
X	BRONCE	45	40	35	30								
XI	LATON / Laiton/ Brass	45	45	45	40								
XII	ALEACIONES Legierungen/Alliés/Alloys	45											
XIII	Press- und Kunststoffe MATERIALES PLASTICOS Plastics	45											

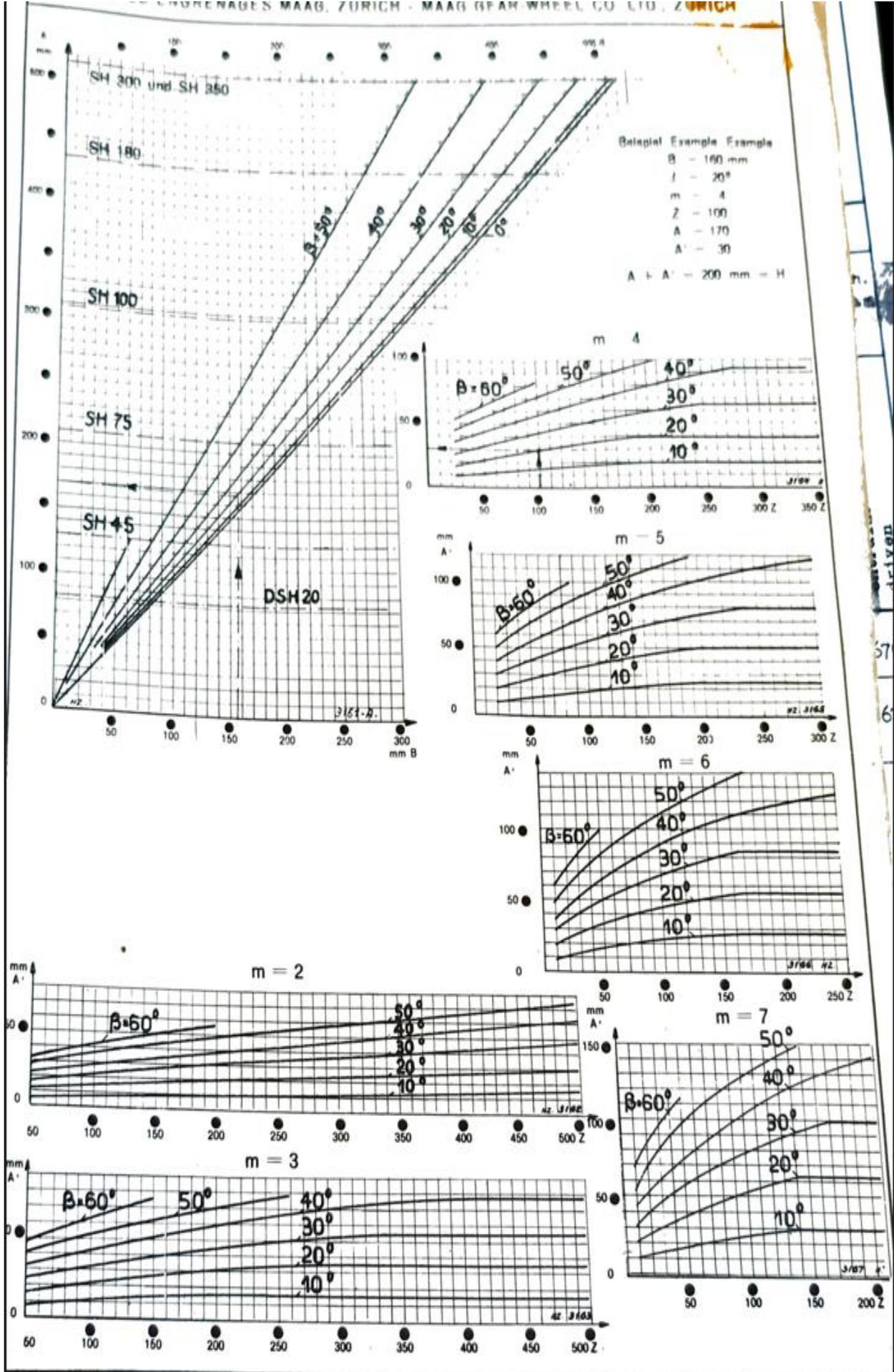
Wahl der Schnittgeschwindigkeit v

SELECCION DE LA VELOCIDAD DE CORTE v

Choice of the Cutting Speed v

OSH 20  
SH 45, SH 75 C  
SH 100, SH 100 Z  
SH 180/300  
SH 350/500  
SH 600

HT 347-1



Carrera Mínima de corte  
 Course minimum du coulisseau  
 Min. stroke of cutter slide

} H

DSH 20  
 SH } 45, 75, 100  
 180, 300, 350

HT361-1

MAAG-ZÄHNRÄDER A.-G., ZÜRICH  
 S.A. DES ENGRENAGES MAAG, ZÜRICH - MAAG GEAR-WHEEL CO. LTD., ZÜRICH

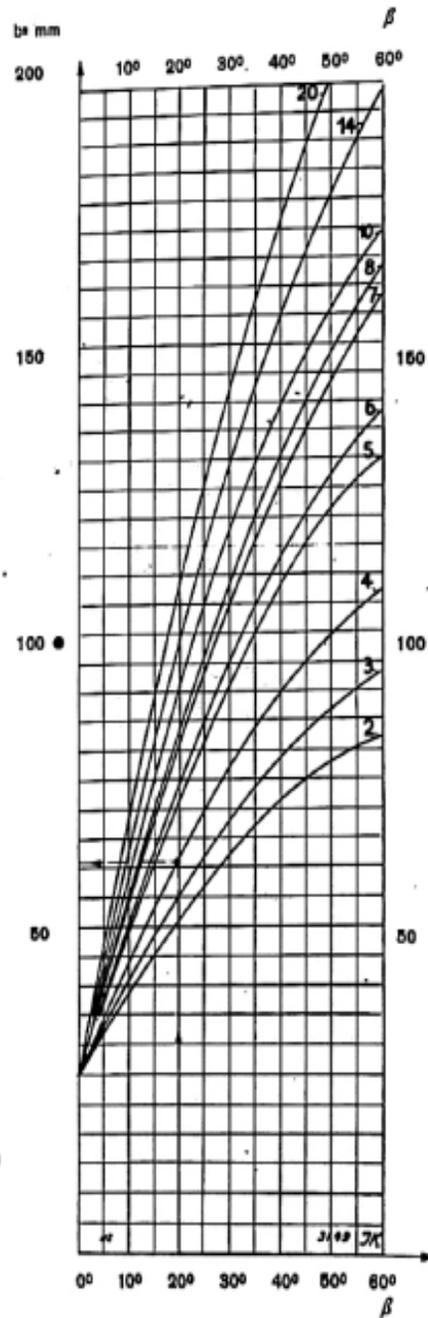
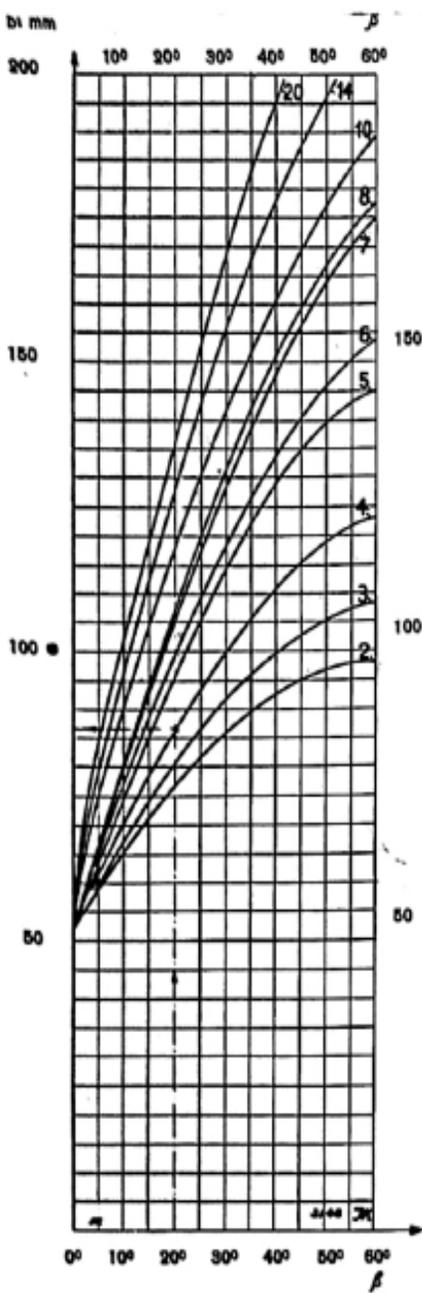
Modul }  
 Module }  
 Pitch (module) }  $m$

Zahnschrägwinkel }  
 Angle d'hélice }  
 Helix angle }  $\beta$

Abkamm  $m = 20$

corte con herramienta en supe

Corte con herramientas con supe



Beispiel  
 Exemple  
 Example

$m = 4$   
 $\beta = 20^\circ$   
 $b_1 = 87 \text{ mm}$   
 $b_2 = 66 \text{ mm}$

$m = 2 \div 20$

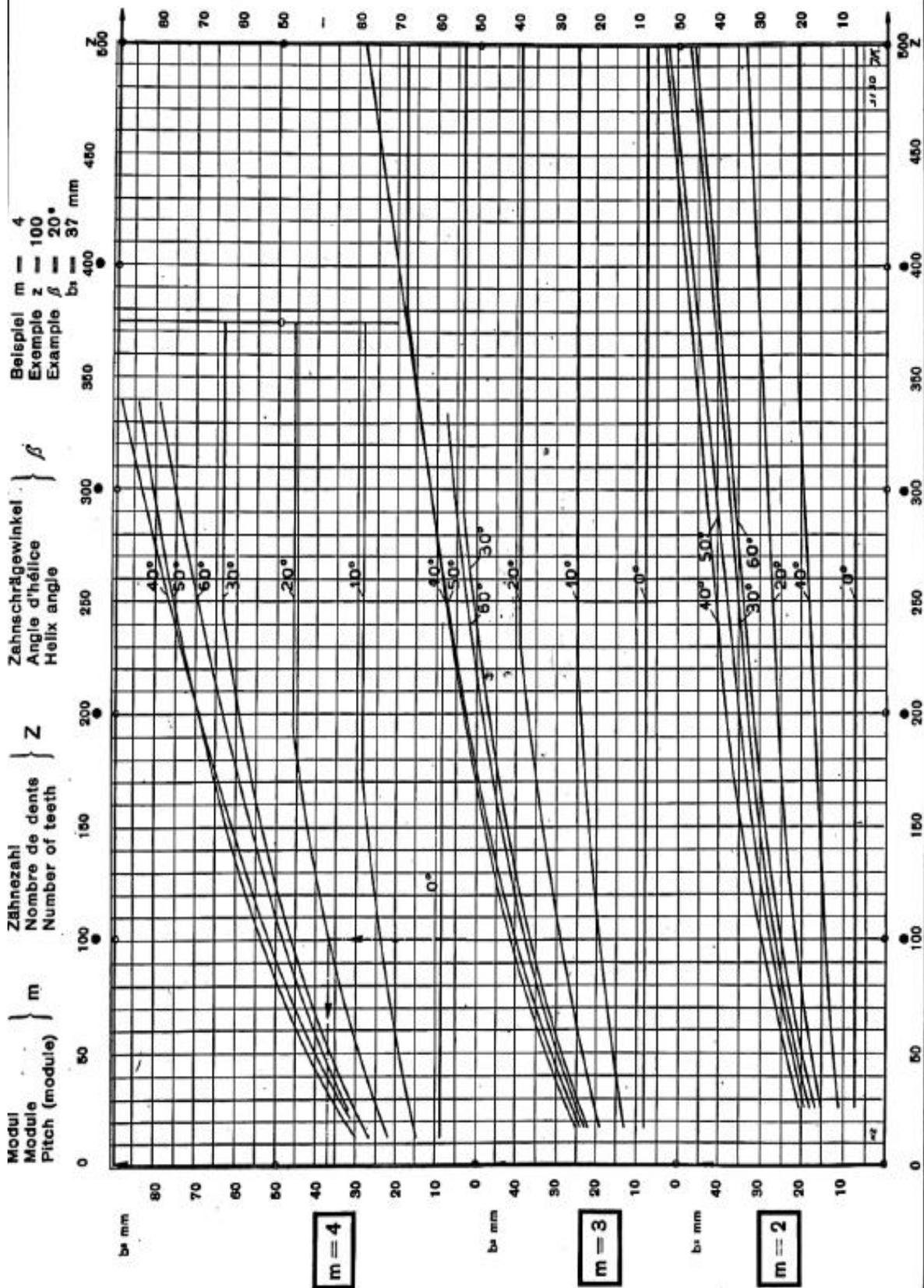
Válido para todo número de dientes

Ancho de ranura mínimo para comenzar la carrera de corte (entrada) }  $b_1, b_2$

DSH 20  
 SH 45, 45A, 45C  
 SH 75, 75A, 75C  
 SH 100  
 SH 180, 180/300  
 SH 300  
 SH 350

HT141 -1

MAAG-ZÄHRÄDER A.-G., ZÜRICH  
 S. A. DES ENGRENAGES MAAG, ZURICH - MAAG-GEAR-WHEEL CO. LTD., ZURICH



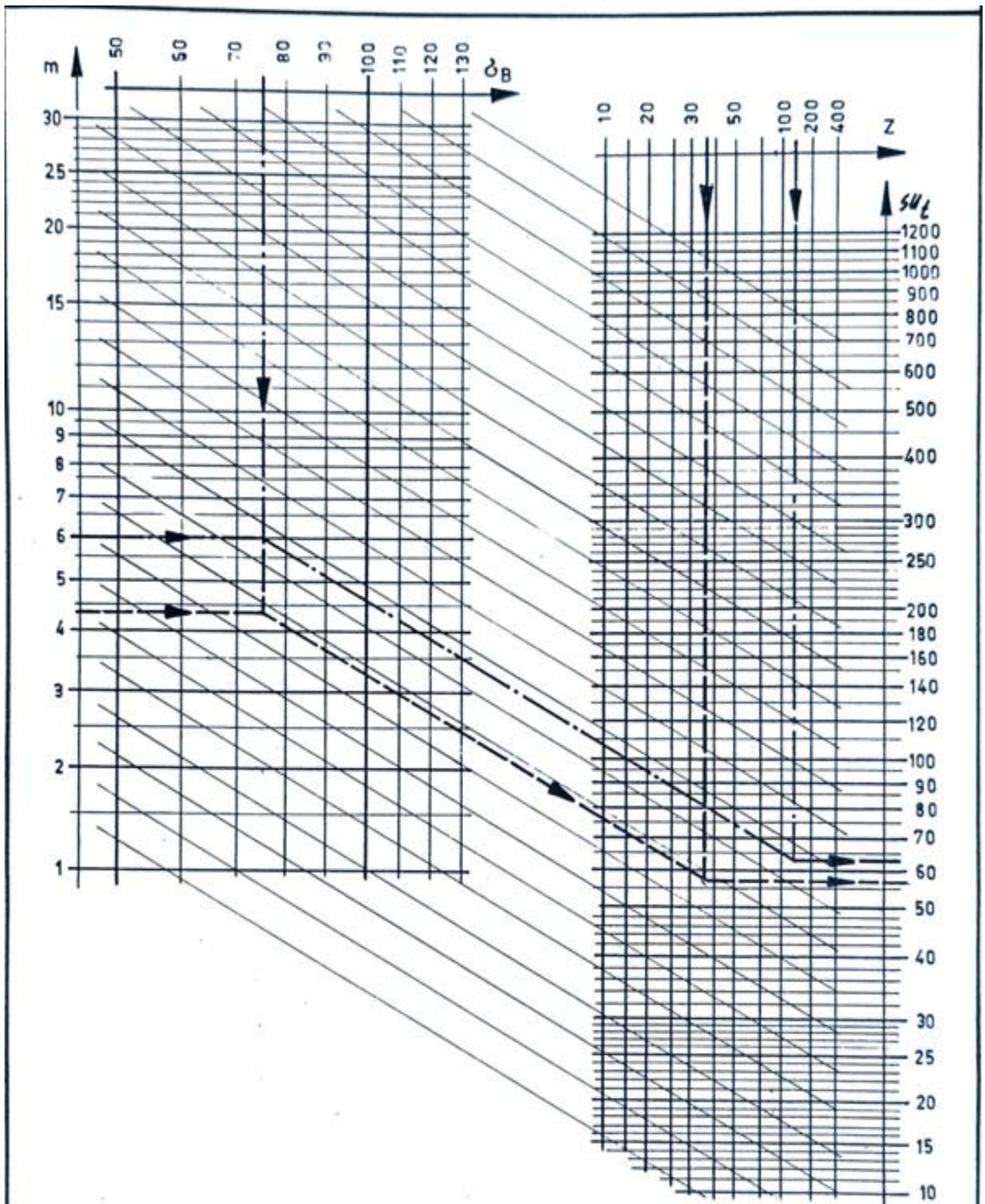
Ancho de ranura mínimo para terminar la carrera de corte, (salida)

$b_3$

DSH 20  
 SH 45, 45A,  
 SH 75, 75A, 75C  
 SH 100  
 SH 150, 180/300  
 SH 300  
 SH 350

HT142-1

MOBILE SCANNER



$m$  = Módulo normal  
 $\sigma_B$  = Resistencia a tracción  
 $z$  = número de dientes  
 $su_t$  = Número total de carreras división para desbaste

Beispiel für DSH20, SH45, SH75C  
 $m=4,4\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=38$   $\therefore su_t=56$

Beispiel für: SH100, SH180/300  
 SH350/500

$m=6\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=140$   $\therefore su_t=62$

$m$  = Module réel (mm)  
 $\sigma_B$  = Résistance à la traction (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $z$  = Nombre de dents  
 $su_t$  = Nombre total des courses du coulisseau par division pour l'ébauchage

Exemple pour DSH20, SH45, SH75C  
 $m=4,4\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=38$   $\therefore su_t=56$

Exemple pour SH100, SH180/300  
 SH350/500

$m=6\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=140$   $\therefore su_t=62$

$m$  = Normal module (mm)  
 $\sigma_B$  = Max. tensile strength (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $z$  = Number of teeth  
 $su_t$  = Total number of strokes per division for roughing.

Example for DSH20, SH45, SH75C  
 $m=4,4\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=38$   $\therefore su_t=56$

Example for SH100, SH180/300  
 SH350/500

$m=6\text{ mm}$ ,  $\sigma_B=75\text{ kg/mm}^2$ ,  $z=140$   $\therefore su_t=62$

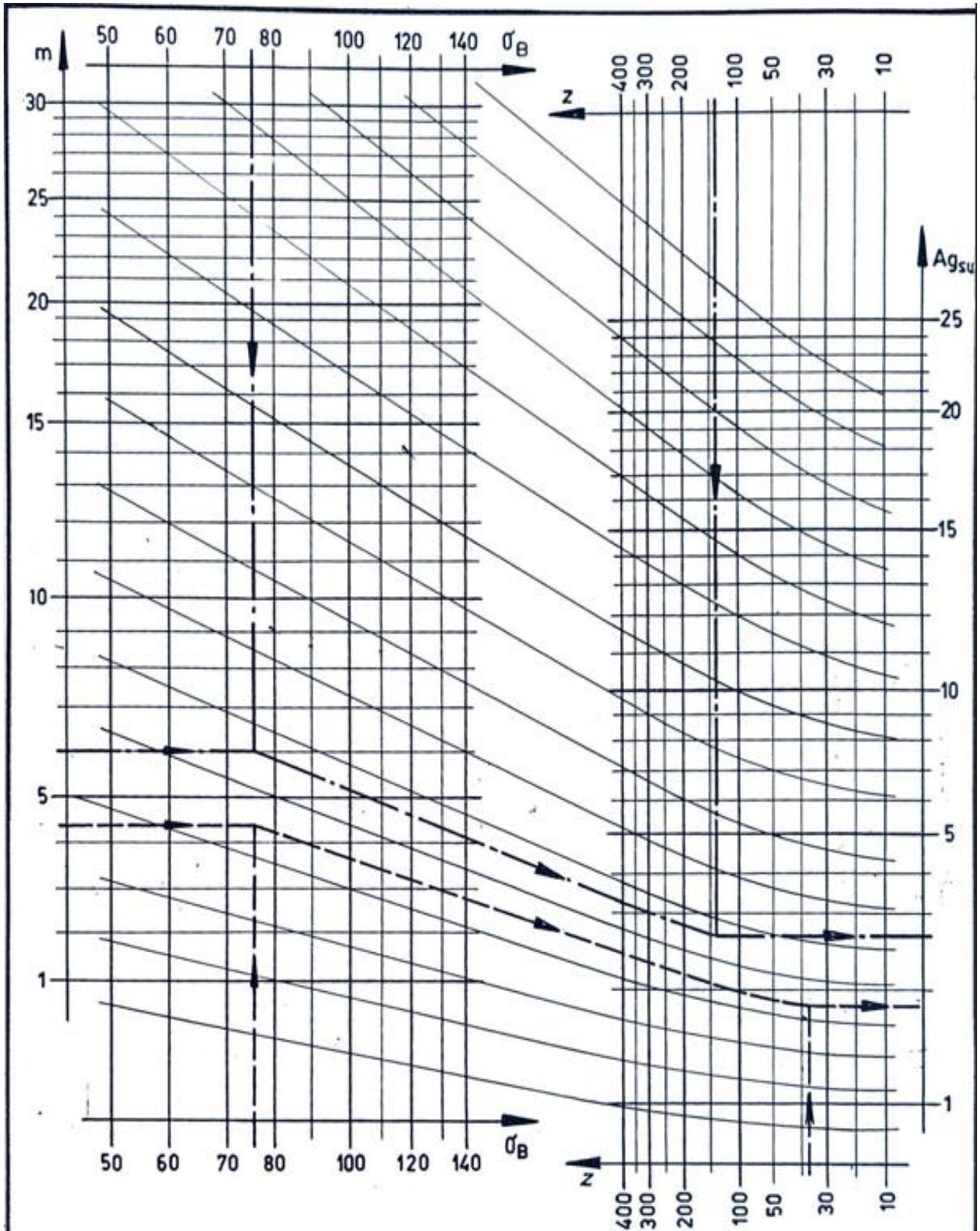
N° total de carreras per div.  
 para el desbaste.

Total des courses du coulisseau par division pour l'ébauchage.

Total Number of strokes per division for roughing

DSH 20  
 SH45, SH75C  
 SH100  
 SH180/300  
 SH350/500

HT 339-1



$\sigma_B$  = Resistencia a tracción  
 $m$  = módulo real (mm)  
 $z$  = Número de dientes  
 $A_{gsu}$  = Número de pasadas  
 Beispiel für: DSH 20, SH45, SH75 C  
 $m=4,4 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=38; A_{gsu}=2$   
 Beispiel für: SH100, SH180/300  
 SH350/500  
 $m=6 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=140; A_{gsu}=3$

$\sigma_B$  = Résistance à la traction (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $m$  = Module réel (mm)  
 $z$  = Nombre de dents  
 $A_{gsu}$  = Nombre de passes  
 Exemple pour: DSH20, SH45, SH75 C  
 $m=4,4 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=38; A_{gsu}=2$   
 Exemple pour: SH100, SH180/300  
 SH350/500  
 $m=6 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=140; A_{gsu}=3$

$\sigma_B$  = Max. tensile strength (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $m$  = Normal module (mm)  
 $z$  = Number of teeth  
 $A_{gsu}$  = Number of cutting passes  
 Example for: DSH20, SH45, SH75 C  
 $m=4,4 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=38; A_{gsu}=2$   
 Example for: SH100, SH180/300  
 SH350/500  
 $m=6 \text{ mm}; \sigma_B=75 \text{ kg/mm}^2; z=140; A_{gsu}=3$

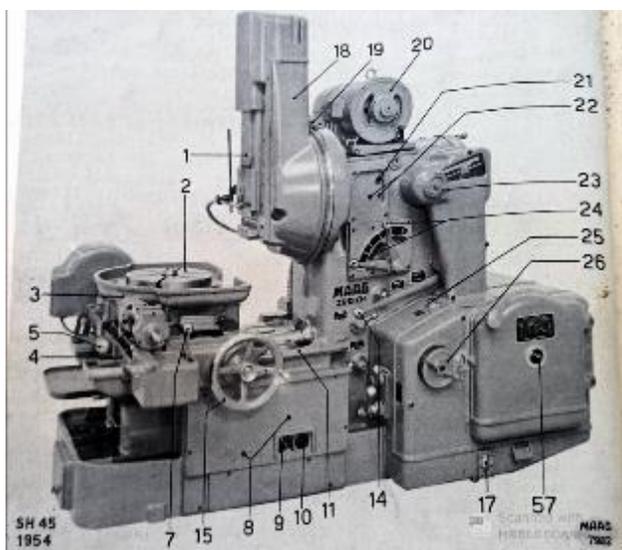
/ Número de cortes para el desbaste  
 Nombre de passes pour l'ébauchage  
 Number of cutting passes for roughing

DSH20  
 SH45, SH75 C  
 SH100  
 SH180/300  
 SH350/500  
**HT 335-1**

## ANEXO B: MODO DE OPERAR COMPONENTES

### Modo de Operar

La siguiente descripción tiene como finalidad la enseñanza del manejo óptimo del equipo al operarlo. (Ver figura 2-3)



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-1 Principio de funcionamiento SH-45

1. Corredera con porta-herramienta
2. Mesa circular con cono de centrar. Peso max de la pieza con su dispositivo de sujeción: Aprox 400 kg para la máquina SH-45.
3. Carro de generación
4. Carro inferior: El cual da la profundidad de cepillado.
5. Palanca para bloquear el carro inferior durante el cepillado:
  - Empujar hacia abajo: Para bloquear el carro inferior.
  - Empujar hacia arriba: Para desbloquear el carro inferior.

(Es importante desbloquear antes de desplazar el carro inferior)

7. Palanca que manda el sentido del movimiento de generación de la mesa circular: según la posición de la palanca, el carro de generación anda a la izquierda o la derecha. La posición en el centro significa la parada del movimiento de generación.

8. Botón para poner de nuevo en marcha los contactores.

(Motor principal y motor de la bomba)

9. Interruptor para bloquear (interruptor principal): Pone en marcha automáticamente el motor de la bomba.

10. Toma de corriente para lampara a mano 36V.

11. Escala graduada del armazón: para la regulación de la profundidad de cepillado deseada.

14. Palanca de embrague principal: Para el embrague y el desembrague del acoplo.

- Para la puesta en marcha de la corredera: tirar hacia abajo

- Para parar la corredera: tirar hacia abajo

Durante el movimiento de retroceso de la mesa la palanca queda bloqueada.

15. Volante a mano para la regulación de la profundidad de cepillado.

(Regulación fina por medio del tambor nonio del volante).

17. Mira del nivel de aceite (Para el aceite de engrase).

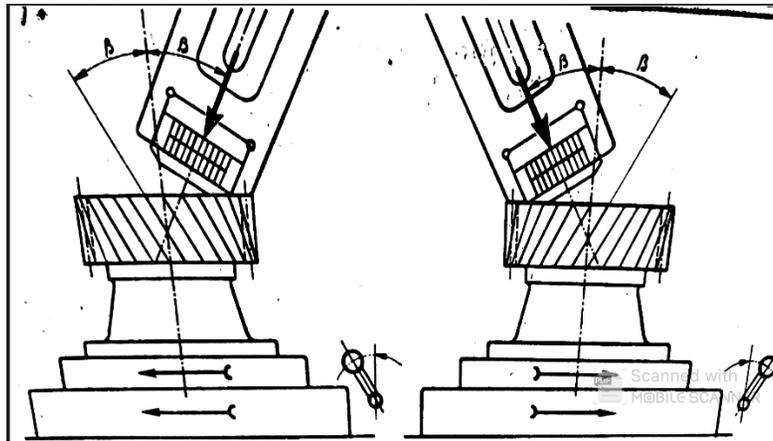
El aceite de engrase debe escogerse según las prescripciones sobre la placa sujeta a la máquina.

18. Cabezal orientable.

Regulable según el ángulo de hélice ( $\beta$ ).

19. Extremidad cuadrada del tornillo sin fin para la regulación del cabezal orientable.

Para los dientes helicoidales con inclinación a la derecha se debe girar el cabezal orientable a la izquierda (visto desde adelante) y para los dientes helicoidales con inclinación a la izquierda se gira el cabezal orientable a la derecha. (Ver figura 2-4)



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-2 Sentido de generación para dientes helicoidales al proceder por “cepillado bajando”.

20. Motor principal.

(accionamiento del acoplo principal del autómeta por medio de correas trapezoidales).

21. Lampara-testigo.

Queda encendida tanto como el interruptor principal 9 este encendido.

22. Botón empujador de puesta en marcha y parada del motor principal.

El motor principal puede arrancar solamente si el motor de la bomba de engrase está funcionando (interruptor de bloquear 9)

23. Manubrio de regulación del avance.

Para seleccionar el número de golpes de la herramienta por diente (Regulación posible durante la marcha).

24. Palanca para la regulación de la velocidad de corte.

Número de carreras de la corredera por minuto (regulación posible solamente si la máquina está parada).

25. Botón de puesta en marcha y de parada del dispositivo del contador.

26. Contador

Detiene la máquina automáticamente después de una vuelta completa de la pieza. Con el botón 25 se pone en marcha la máquina otra vez.

57. Extremidad cuadrada del árbol de mando del autómeta.

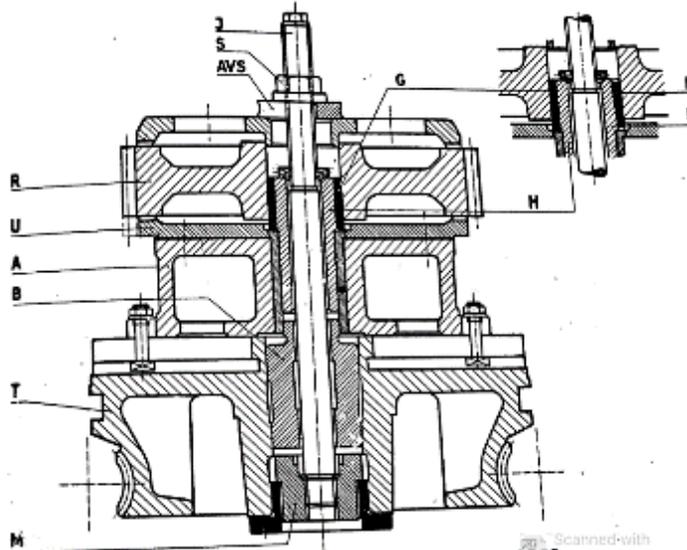
Para los elementos de servicio ulteriores de la máquina.

### La sujeción de la pieza

Para permitir la correcta sujeción de la pieza a tallar sobre la máquina, conviene poner cuidado en cuanto a la forma y al desbaste previo.

Cuando un conjunto de dientes tiene que ser ejecutado con una muy grande precisión, es preciso consagrar el mayor cuidado posible al dispositivo de sujeción.

Se caracteriza principalmente por la separación de los órganos de centrar y la sujeción de la pieza por cepillar.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-3 Dispositivo de sujeción normal.

#### Puesta en marcha de la rotación de la mesa

##### Sin utilizar disco de mando:

1. Se monta una lira de engranajes de división para un pequeño número de dientes.
2. Se coloca la palanca que manda el sentido de generación 7 sobre el cero.
3. Se corre la mesa circular lejos de la herramienta para que esta no alcance a toparse sobre la pieza.
4. Se embraga el avance poniendo la palanca 62 del interior hacia el exterior.
5. Se embraga la palanca de mando 61 del exterior al interior.
6. Se desembraga el dispositivo contador.
7. Se pone el motor principal en marcha.
8. Se hace andar la corredera porta herramienta tirando la palanca de embrague 14.

Al momento que el indicador 113 pasa la marca 112, el movimiento de división se pone en marcha. Es preciso fijarse en eso y en seguida:

9. Se desembraga la palanca de mando 61, esta palanca puede accionarse solamente en un corto plazo de la división. Durante todo lo que dura la división, la palanca queda bloqueada. La corredera queda ahora detenida y solo el árbol de mando de la mesa circular queda girando.

10. Se desembrega la palanca que manda el sentido de generación 7 del lado que corresponda el sentido de rotación deseado de la mesa circular.

Utilizando disco de mando:

1. Se procede de los puntos del 1 al 7 del orden de las operaciones mencionados anteriormente.
2. En seguida se hace andar la corredera y se espera hasta que el movimiento de división funciona.

Empujando hacia abajo la palanca de embrague 14 durante el movimiento de división, la corredera puede ser después de que se termine el movimiento de división.

3. Poner el disco de mando en posición 1.
4. Colocar las levas A y B (leva A sobre cifra 1 y leva B sobre cifra 2)
5. Poner en marcha la corredera (cerrando la tapa del disco de mando) y esperar hasta que el movimiento de división empieza.
6. Desembragar la palanca de mando 61 durante el movimiento de división, es decir al momento que el rodillo 109 se encuentra entre las levas A y B.
7. Colocar la palanca de mando en el sentido de generación 7 en la posición que corresponde al sentido de rotación deseado.
8. Embragar el movimiento rápido desplazando la palanca 59 sobre la posición “pájaro”.

Importante: No se debe nunca embragar la rotación de la mesa por la palanca que manda el sentido de generación 7 antes de desenganchar el movimiento rápido girando la palanca 59 sobre la posición “caracol”.

No se debe olvidar de poner de nuevo en su lugar las ruedas de recambio para módulo, después de que se termine la rotación de la mesa circular.

Herramientas y Dispositivos Especiales

- A. Contra punta: Dispositivo utilizado para el montaje de piezas largas como piñones-arboles, cigüeñales o árbol de leva o arboles estriados, entre otros.
- B. Plato de sujeción y soporte de rueda
- C. Dispositivo para cepillar las cremalleras
- D. Dispositivo para cepillar dientes interiores
  1. Dispositivo JV: Sirve para cepillar dientes interiores rectos y las cremalleras mediante el método de generación.
  2. HJV: Sirve para cepillar los dientes interiores y las cremalleras rectas de dientes rectos o helicoidales.
- E. Herramientas Especiales

### 1. Herramienta corta

#### Ventajas:

- Se evitan herramientas de largo anormal
- El espacio libre para la entrada y salida de la herramienta (ancho de ranura) puede reducirse sensiblemente.

#### Inconveniente:

- El tiempo de cepillado aumenta a consecuencia del aumento del camino de generación para el cepillado de un diente.

### 2. Herramienta de 1 diente

#### Ventajas:

- Se evitan las herramientas de largo anormal.
- El ancho de rueda max. admitido puede aumentarse considerablemente.
- El ancho de ranura necesario para la entrada y la salida de la herramienta puede estar sensiblemente reducido.

#### Inconvenientes:

- El tiempo de cepillado aumenta en proporción.

### 3. Herramienta de dientes oblicuos

#### Regulación de la maquina

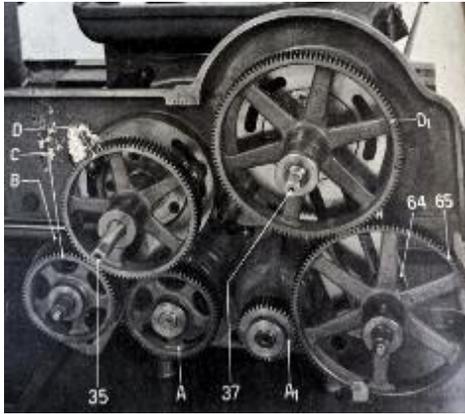
Para cada trabajo se debe entregar al operario una tarjeta de trabajo que indica, además de las características de la pieza por tallar, todos los datos necesarios para la regulación de la máquina.

#### Ruedas de recambio:

La máquina esta provista de dos liras de ruedas de recambio, una de estas manda el árbol del tornillo sin fin 37 accionando la mesa circular.

Estas son las ruedas de recambio para la división (número de dientes).

El cálculo, la selección y el montaje de estas últimas están evidenciadas en los cuadros HT-320-1 y HT-321-, estos cuadros son válidos para los dientes rectos y helicoidales.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-4 Ruedas de recambio.

### Herramienta cremallera:

Tiene la forma de cremallera recta, el paso y el ángulo de presión están rectificadas con la mayor precisión.

Todas las herramientas llevan, sobre su cara inferior la indicación del tipo del módulo y de los ángulos de presión.

### Herramienta para desbastar:

Sirve para cavar espacios entre los dientes y simultáneamente cepillar el fondo del hueco entre los dientes.

### Herramienta para terminar:

Sirve para terminar los flancos de dientes sin tocar el fondo del diente.

### Herramienta rectificadora:

Sirve para la terminación de los dientes cuyos flancos tienen que ser rectificadas después.

A cada herramienta corresponde un suple, también en forma de cremallera, este suple está designado por la letra "U", seguida del número de la herramienta correspondiente y sirve de apoyo a los dientes de la herramienta. Se adapta a todas las herramientas que llevan el mismo número, es decir a los ángulos de presión de 15° o de 20°.

Nunca se debe montar una herramienta sin su suple correspondiente para soportar los dientes de la herramienta.

Para el montaje de la herramienta, esta debe sobresalir lo menos posible de la cara frontal del porta-herramienta, los dientes del suple deben sostener en todas partes los dientes de la herramienta y deben estar un poco atrás en relación con los dientes de la herramienta.

La herramienta y el suple deben encontrarse en el centro del porta-herramienta para que el centrado de las dos cuñas sea sistemático, cuando se cepillan ciertos dientes helicoidales, puede ser necesario montar la herramienta de un lado, en este caso puede ser preciso montar una cuña del otro lado cuyo espesor corresponda exactamente al espesor total de la herramienta y de su suple.

Desarrollo de las operaciones:

1. Hacer retroceder los 3 topes de regulación 97 (girando las extremidades cuadradas 70 por medio de la llave de tubo pos. SH45-1130)
2. Introducir la herramienta con su suple en la mordaza del porta-herramienta y apretar ligeramente.
3. Colocar calibre
4. Avanzara la herramienta hasta el tope 93 girando las extremidades cuadradas 70 por medio de la llave de tubo 94.

Cuidar en que todas las cimas de los dientes de la herramienta se apoyen sobre la placa 93.

5. Enderezar el suple según los contornos de la herramienta.
6. Apretar fuertemente el tornillo 69 (que actúa sobre las dos cuñas de apriete) por medio de la llave de tubo pos. SH-150-1133.
7. Sacar el calibre de regulación.

Herramientas necesarias:

- Calibre de regulación
- Masa de plomo
- Llave de tubo, abertura 10mm pos. SH45-1130
- Llave de tubo, abertura 14mm pos. SH150-1133

Regulación de la cabeza orientable al ángulo de hélice:



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-5 Regulación del ángulo de hélice.

Para los dientes rectos, la guía de la corredera es exactamente paralela al eje de rotación de la mesa circular. El indicador de la escala circular 75 se encuentra sobre 0.

Para los dientes helicoidales, se da al cabezal orientable 18 la inclinación y el sentido del ángulo de hélice de la rueda por tallar. Para esto se afloja ligeramente los 4 tornillos de sujeción 74 y se gira el cabezal orientable 18 en el sentido deseado por medio de la extremidad cuadrada 19.

El ángulo deseado puede leerse sobre la escala circular 75 con una precisión de 10 segundos. Se utiliza un lente para esta lectura. Después de la regulación se aprieta de nuevo fuertemente los 4 tornillos y se verifica una vez más la lectura del ángulo.

#### Herramientas necesarias

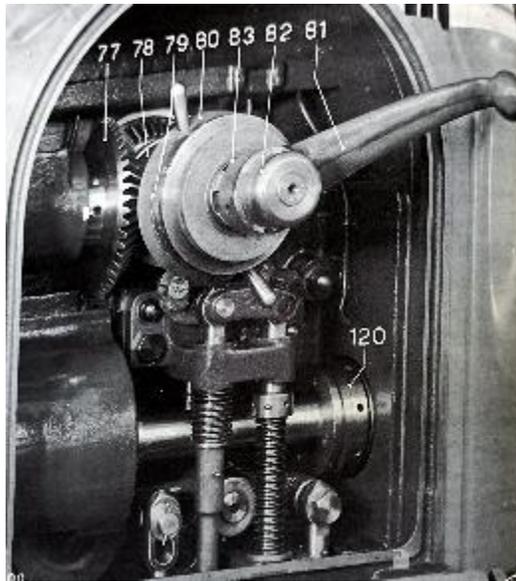
- Llave de horquilla, abertura 32mm.
- Llave de tubo, abertura 14mm.

#### Regulación de la carrera:

Para este equipo en cuestión el largo de la carrera es variable y regulable de manera continua de 0 mm hasta el valor máximo de 145mm. Ver el cuadro HT-361-1 (ANEXO B).

Para los dientes rectos, el largo de la carrera está determinado por el ancho de la rueda por cepillar y el camino necesario para la entrada y la salida de la herramienta.

Para los dientes helicoidales, el largo de la carrera depende del ángulo de hélice, la altura del diente y del diámetro de la rueda por cepillar.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-6 Elementos de servicio para regulación de la carrera.

Para la regulación de la carrera se procede de la siguiente manera:

Primero se asegura uno que la mesa circular con la rueda montada no se encuentra debajo de la herramienta para no arriesgar de topar dicha mesa al momento de la regulación.

Se regula la corredera en el medio de su carrera (para facilitar la regulación), luego se aumenta o se disminuye la carrera de la siguiente manera:

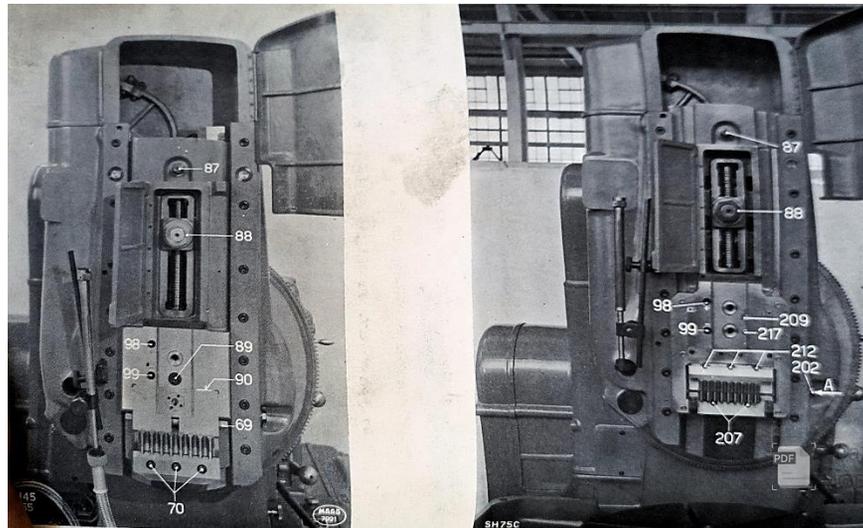
1. Abrir la tapa trasera de la máquina.
2. Desbloquear la fijación de la corredera tirando el manubrio 81, partiendo de su posición central hacia el exterior, engancharla en el acoplo 82 y girar en sentido inverso a las agujas del reloj.
3. Para variar la carrera empujar el manubrio hacia el interior y engancharlo en el acoplo 83.

Para aumentar la carrera: Girar en el sentido de las agujas del reloj.

Para disminuir la carrera: Girar en el sentido contrario de las agujas del reloj.

4. Para bloquear la carrera: Enganchar el manubrio de nuevo en el acople 82 y girar en el sentido de las agujas del reloj.
5. Se empuja el manubrio de nuevo en su posición central.

Regulación de la altura de la carrera:



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-7 Elementos de servicio para regulación de la altura de la carrera.

1. Traer la corredera al punto muerto superior (la herramienta siendo montada).
2. Aflojar la tuerca 83.
3. Regular la corredera en altura girando la extremidad cuadrada 87 hacia arriba o hacia abajo por medio de la llave de tubo hasta que la arista cortante de la herramienta se encuentra aprox, 8 a 12mm encima del borde superior de la mesa.
4. Apretar de nuevo la tuerca de bloquear 88.

#### Herramientas necesarias:

- Llave hexagonal, abertura 50mm.
- Llave de tubo cuadrada abertura 17mm.

#### Selección de velocidad de corte

La velocidad de corte por usar para cepillar una rueda depende de la dureza del material, del ancho de la rueda y la profundidad del diente. El cuadro HT347-1 (Anexo A) da las indicaciones sobre la velocidad de corte por seleccionar.

#### Parada automática de la corredera

La parada automática de la corredera varía según los cambios de regulación siguientes:

- Cambio del ángulo del cabezal orientable.
- Cambio de velocidad de corte (es decir el número de velocidad).
- Cambio importante del largo de la carrera.

#### Porta herramienta

- Para aflojar: Introducir la llave especial en la perforación inferior 98 (marcada “-“) girándola en sentido de las agujas del reloj.
- Para apretar: Introducir llave especial en la perforación superior 99 (marcada “+”) girándola en sentido de las agujas del reloj.

Herramientas necesarias:

- Llave especial pos. SH45-1135
- Destornillador
- Llave con espiga, abertura 18mm

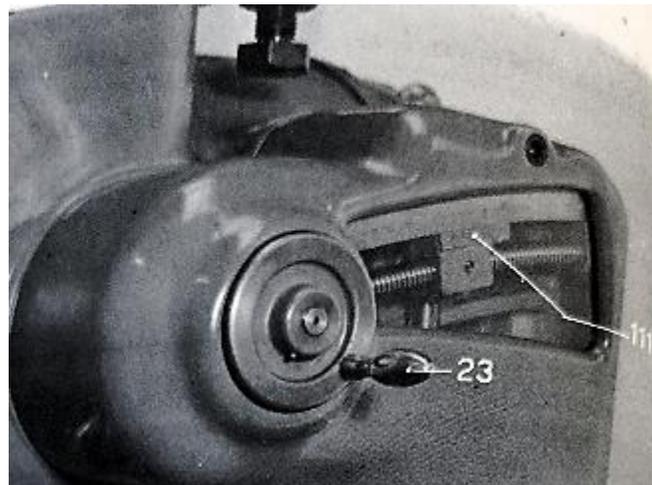
Generación:

Normalmente la máquina cepilla un paso durante un ciclo de trabajo, es decir entre dos movimientos, este ciclo de trabajo corresponde a una revolución completa.

El avance:

En un ciclo completo de trabajo, la pieza por cepillar avanza de una o más divisiones en total. A cada movimiento de subida de la corredera, la pieza avanza de una fracción de este avance total. A cada avance parcial corresponde a una carrera de la corredera. El número de avances parciales está regulado entre 9 y 80 golpes de herramienta por paso y determina la sección de la viruta.

El avance y la velocidad de corte determinan el rendimiento de la máquina.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-8 Balancín para la regulación del avance (número de golpes de la herramienta por diente).

Retroceso rápido

La máquina está provista de un dispositivo de retroceso rápido de la mesa de trabajo que entra en función cuando se usa el disco de mando, invirtiendo la palanca 59 de izquierda a derecha (posición marcada por un pájaro) se embraga el retroceso rápido el cual está en seguida mandado automáticamente por el disco de mando.

El retroceso rápido puede utilizarse solamente en combinación con el uso del disco de mando.

### El engrase

La máquina esta provista de un sistema de engrase automático central para la circulación del aceite de engrase y de refrigeración que trae el aceite en las partes importante de lubricar.

Es recomendable utilizar exclusivamente la calidad del aceite prescrita en la hoja de instrucción para el engrase o un aceite que posea características similares.

## **LUBRICACIÓN Y SERVICIOS DE LA MÁQUINA**

56. Mira para la circulación del aceite de engrase (armazón).

58. Palanca para la regulación del chorro del aceite de refrigeración:

- Posición a la izquierda: Abierto
- Posición a la derecha: Cerrado

59. Palanca de embrague y del desembrague del movimiento rápido.

(Para el movimiento de retorno de la mesa; es posible solamente utilizando del disco de mando)

60. Botón para el engrase rápido:

Para el engrase rápido de la máquina después de una parada prolongada (por ej. Durante la noche) presionar el botón hasta que el aceite aparezca en todas las miras.

61. Palanca de mando:

Se utiliza cuando se centra la pieza.

62. Palanca de avance:

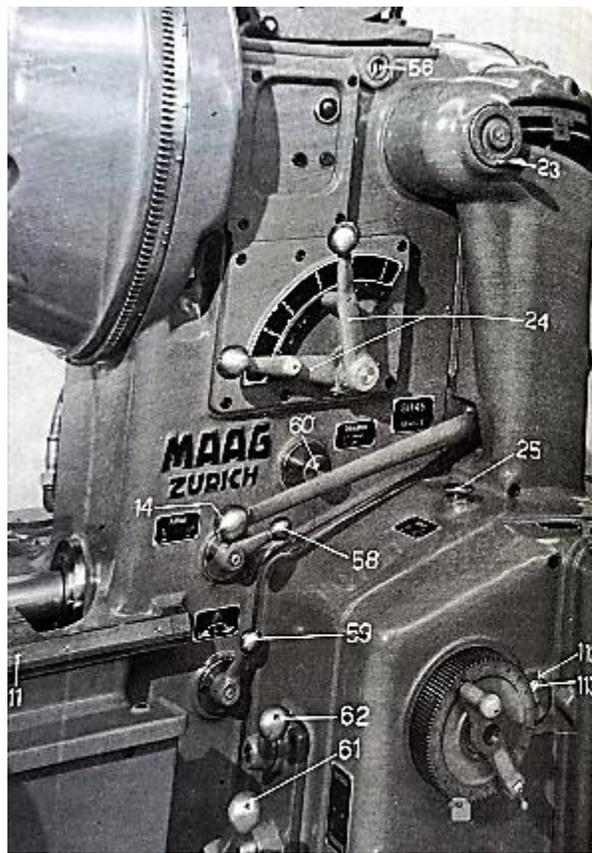
Poniendo esta palanca a la izquierda, se para cualquier movimiento del autómeta, la mesa circular queda parda.

112. Indicador:

Señala el fin del ciclo de trabajo.

113. Marca sobre el disco indicador:

Está acoplado directamente con el tambor del autómeta que ejecuta una revolución completa durante el ciclo de trabajo y sirve para saber el estado de avance del ciclo de trabajo.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-9 Elementos de servicio posteriores de la máquina.

## **PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA**

Cepillado – desbaste

Principio tangencial

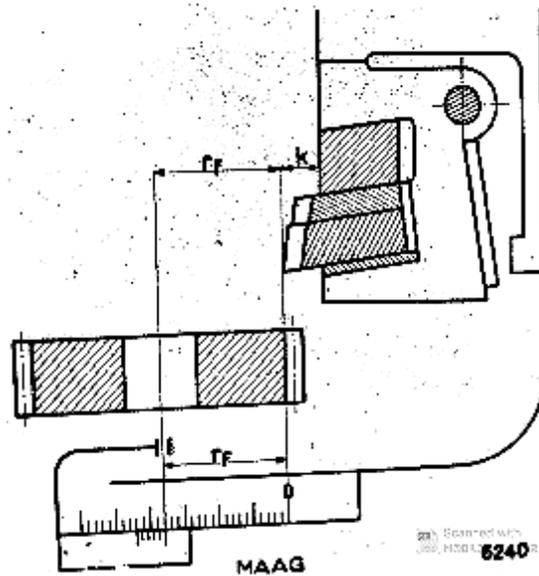
Sentido de la generación:

- Para dientes rectos se puede iniciar de derecha a izquierda indiferentemente.
- Para dientes helicoidales, el sentido de generación está determinado por el sentido de hélice de los dientes.

Al utilizar el procedimiento de “tallado bajando” los dientes con hélice a la derecha serán generados de izquierda a derecha y los dientes con hélice a la izquierda serán generados de derecha a izquierda.

Regulación de la profundidad de cepillado:

- La medición del radio del círculo de pie está en la carta de trabajo, esta designada por  $R_f$  en mm.  $R_f - x = \dots \text{mm}$



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-10 Regulación de la profundidad de cepillado y lectura sobre escala de armazón.



Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-11 Elemento de servicio para el avance de la tabla.

Este valor será regulado sobre la escala 11 del armazón (Figura 2-8) con una precisión de 0,02mm, se gira el tambor graduado 53 sobre cero y se bloquea por medio del botón 54.

### Cepillado- desbaste

Sin utilizar disco de mando:

- El disco de mando primero será puesto sobre la posición “cero”.
- Hay que asegurarse que la herramienta no toque en ninguna parte.

- Se embraga la corredera tirando la palanca de embrague 14.
- Se invierte la palanca 7, en el sentido de generación deseado.

La pieza avanza progresivamente hacia la herramienta.

- Luego que la herramienta empieza a cortar, se hace correr el aceite de refrigeración invirtiendo la palanca 58.
- Se embraga el retroceso rápido invirtiendo la palanca 59 sobre la posición “pájaro” (solamente en el caso de utilizar disco de mando)
- Se observa el trazo indicado 113, luego que se acerca algunos milímetros de la marca 112, se desembraga la palanca de mando 61.

Utilizando disco de mando:

La utilización del disco de mando permite trabajar el método de arriba, con otros métodos de trabajo.

#### La división:

El movimiento de división está mandado automáticamente por el autómeta e incluye los siguientes movimientos:

- Parada del movimiento de la corredera.
- Separación de la unión entre los movimientos del tornillo móvil y del árbol del tornillo sin fin.
- Movimiento del retroceso del carro de generación del valor de un paso, o de varios pasos completos.
- Restablecimiento de la unión entre el tornillo módulo y del árbol del tornillo sin fin.
- Puesta en marcha delante de todos los órganos de mando para ponerlos de nuevo bajo la tensión de trabajo.
- Puesta en marcha de nuevo del movimiento de la corredera.

#### El contador:

Tiene como función parar la máquina después de una revolución completa de la pieza en trabajo.

El contorno del disco dentado 26 tiene una escala circular numerada de 1 a 100, se utiliza para ruedas dentadas con número de dientes inferiores a 100.

Para los números de dientes de 100 y 200 o 200 y 300, se gira la palanca con el trinquete de parada 115 de una o de dos vueltas complementarias en sentido inverso a las agujas del reloj.

Los centenares están indicados sobre el dedo del trinquete 115 (trazo que concuerda con el borde del disco) mientras que las decenas y las unidades serán leídas sobre el disco mismo.

Ejemplo:  $Z=125$ , entonces se gira la palanca con el trinquete partiendo del cero, de una revolución completa y además hasta la cifra 25 y se engancha el dedo, entonces la maquina se parará automáticamente después de  $125^\circ$  huecos de dientes.

En caso de utilizar el disco de mando para cepillar varios dientes por ciclo de trabajo, es conveniente regular el contador por el número de ciclos.

Embrague del medidor: Se gira el botón 25 hasta que se levante por sí mismo, nunca se debe manipular durante la división.

Desembrague del medidor: Se desembraga presionando el botón 25 hacia el fondo y en seguida se gira ligeramente a la derecha para que quede enganchado en esta posición.

Cambio de las piezas:

Salida tangencial de la pieza (sin uso del disco de mando) en caso de que la máquina haya sido parada por el contador:

- Se desembraga el contador invirtiendo el botón 25, lo que pone en marcha la corredera después de que termine el movimiento de división, durante este movimiento se desembraga la palanca 61, cuando el carro ha salido bastante, se pone la palanca de sentido de generación 7 en posición 0 y se embraga de nuevo la palanca 61, se impide que la corredera se ponga en marcha de nuevo, accionando la palanca de embrague 14.

La máquina ahora está lista para iniciar otra pieza.

Cuando se utiliza el disco de mando, la salida tangencial se hará automáticamente)

En caso de que la máquina no utiliza el contador:

- Al inicio del movimiento de división, después del cepillado del último diente, se invierte la palanca 61, el carro de generación retrocede, cuando el camino de retroceso es suficiente, se coloca la palanca de generación 7 sobre su posición 0 y se embraga de nuevo la palanca de mando 61. Se impide que la corredera se ponga en marcha, apoyándose sobre la palanca de embrague 14 durante el movimiento de división.

Para iniciar el trabajo de la pieza siguiente:

- Cuando la mesa ha sido desplazada de la manera explicada arriba, impidiendo la corredera ponerse en marcha, se puede poner de nuevo la máquina en marcha tirando la palanca 14 y se puede empezar a trabajar la siguiente pieza.

Si se ha tallado con uso del disco de mando y del contador, la puesta en marcha de la pieza siguiente se efectuará sencillamente invirtiendo el botón 25.

## Cepillado – terminación

### Regulación de la máquina:

Estas regulaciones quedan en parte las mismas que para el desbaste, es decir que se deben comprobados o modificados de la siguiente manera:

### El dispositivo de sujeción de la pieza:

En la mayoría de los casos, el dispositivo queda el mismo, pero tendría que ser comprobado en cuanto a concentricidad.

### Ruedas de recambio:

Estas no cambian

### La herramienta:

La herramienta de desbastar debe ser reemplazada por una herramienta de terminar o de rectificar.

### Angulo de hélice:

Este no cambia

### La carrera de la corredera:

El largo de la carrera queda sin cambio, pero el lugar de la carrera debe ajustarse cuando se usan herramientas de afilado nuevo cuyo espesor es diferente.

### Velocidad de corte:

Será determinada según el cuadro HT347-1.

### Parada automática de la corredera y sincronización del avance:

A consecuencia del cambio de velocidad de corte (es decir número de golpes de herramienta por minuto) será necesario una nueva regulación del buje de levas de parada.

### Porta herramienta:

En general no es necesario regular de nuevo el disco positivo a fricción y la salida de la herramienta.

### La generación:

Para los trabajos más precisos como la terminación, no se debe utilizar el disco de mando, excepto en los casos de uso de una herramienta con un solo diente.

### El avance:

Según el grado de precisión requerido, se efectúan 2 cortes o un solo corte de terminación. El número de golpes debe efectuarse según el cuadro HT-49.

### Montaje de la pieza por cepillar:

En la mayoría de los casos, el dispositivo de sujeción queda el mismo que el dispositivo utilizado para el desbaste, el montaje, es decir, el centrado y la fijación quedan sin cambio. Es importante que el centrado sea muy preciso y que la sujeción evite cualquier deformación de la pieza.

### Preparación de la máquina:

Se embraga la palanca 7 y se deja la corredera hacer algunas carreras para que todos los juegos de los órganos de mando sean compensados. En seguida se para la corredera durante su carrera baja apoyándose sobre la palanca 14. El porta-herramienta debe estar en posición elevada y las cimas cortantes de la herramienta debe encontrarse 10mm debajo del borde superior del diente.

### Centrado de la pieza por cepillar:

Las piezas que, por razón de su poco peso, pueden girar sobre su dispositivo de sujeción sin correr el riesgo de descentrarse, serán ajustados a mano los huecos de los dientes. Para esto, se avanza el carro progresivamente hacia la herramienta hasta un enganche sin juego entre la pieza y la herramienta.

Durante esta regulación hay que cuidar en que el porta-herramienta este en posición levantada, es decir que la herramienta este en posición de trabajo y no en posición de retroceso. Se aprieta con moderación la pieza y se la hace retroceder algunas décimas de milímetros.

Las piezas más pesadas y los suples cepillados serán ajustados en la herramienta girando la mesa circular al mismo tiempo que se le hace avanzar con cuidado en dirección de la herramienta.

## Cepillado terminación

Se deja a la corredera hacer algunas carreras sin sacar virutas.

Para el caso de esta máquina, la cota teórica de la regulación de la profundidad de corte, está dada por el radio del círculo del pie “r”, esta cota será leída sobre la graduación 11 del armazón.

La cota práctica de la pueta en su lugar de la mesa está siempre un poco más baja que la cota teórica y depende del entre-eje prescrito y del juego deseado entre los flancos de dientes con la rueda junta.

La cota “M” sobre varios dientes, designada también por “espacio sobre varios dientes” está determinado por el cálculo o por comparación con una rueda-patrón.

Cuando un número de dientes suficientes para determinar la cota de un cepillado, se procede a la medición del espacio y se adelanta la mesa de la distancia correspondiente.

$$\text{Regulación en profundidad : } a' = \frac{d}{2 \sin \xi_H}$$

donde  $d$  = diferencia entre el espacio medido y el espacio prescrito (  $Mx$  medido menos  $Mx$  prescrito )  
 $\xi_H$  = ángulo de presión de la herramienta

1º ejemplo :  $Mx$  medido = 158,26 mm  
 $Mx$  prescrito 158,14 mm  
diferencia  $d$  = 0,12 mm  
=====

ángulo de presión de la herramienta : 20º

Regulación en profundidad :  $a' = \frac{d}{2 \sin 20^\circ} = \frac{0,12}{2 \cdot 0,342} = \underline{\underline{0,175 \text{ mm}}}$   
(practicamente 1,5 · d)

Fuente: Manual MAAG.

Figura 0-12 Cálculo para regulación de profundidad.