 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-07-18

# **PUESTA A PUNTO Y MEJORAMIENTO DE TORNO CNC**

Javier Andrés Sarrazola Colorado

Programa Académico

Ingeniería Mecatrónica

Director(es) del trabajo de grado

Daniel Sanín Villa

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**18 de julio de 2018**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

Con el fin de aumentar la producción y sacar el máximo provecho a un torno de producción cnc, esta práctica tiene como objetivo analizar los elementos iniciales de la máquina y de esta manera se parte en un desarrollo de mejoramiento a través de los diferentes mecanismos y funciones de las que está equipada, ya que cuenta con sistemas eléctricos, de control, mecánicos, neumáticos e hidráulicos, lo cual la hace muy útil para el aprendizaje mecatrónico e interactuar en diferentes entornos que actúan en sinergia por medio de controles programados variables, para hacer de esta una maquina multifuncional en la transformación de productos metálicos.

Teniendo en cuenta que es la primer maquina con este tipo de control que adquiere la empresa se empieza por mirar que los detalles de fabricante, que estén acordes para el tipo de trabajo que requiere la empresa, además de verificar los implementos requeridos por la maquina como solubles para refrigerante, aceites hidráulicos, herramientas e insertos de corte.

En el transcurso de la práctica se encuentran soluciones, propuestas y eventos, muchos favorables y otros con inconvenientes pero que en la marcha se les han dado solución, dando así un resultado positivo en los procedimientos aplicados.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

---

Ha sido un gusto poder llegar a trabajar en Mecánica Alpo, es una empresa en donde se siente más un ambiente familiar que laboral, la cooperación y la ayuda de todas las personas que trabajan en ella me llena de satisfacción y el aprendizaje adquirido en esta empresa es gratificante porque para mí el crecimiento personal va primero que el académico o intelectual y eso es algo de lo que me llevo en esta empresa.

A Lila Posada por ser más que un excelente jefe, es un apoyo incondicional y trabajar de la mano con ella ha sido una experiencia grandiosa por conocer una persona que lo entrega todo y ante todo un ejemplo de liderazgo. Sabia es la persona que conoce el poder de la palabra y ella la maneja a la perfección.

A mi familia que estuvieron presentes durante este proceso y quienes desde el principio me apoyaron y fueron mi principal motivación para alcanzar este logro, tengo mucho por agradecerles y más por creer en mí.

A mis compañeros de estudio que desde que iniciamos este proceso estuvimos juntos compartiendo experiencias y conocimiento, valoro el esfuerzo que hizo cada uno mientras trabajamos juntos y quedo con la satisfacción de haber conocido personas excepcionales.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## ACRÓNIMOS

---

CNC: Control numérico computarizado

RPM: Revoluciones por minuto

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	8
3. METODOLOGÍA.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	29
REFERENCIAS .....	31
APÉNDICE.....	32

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. INTRODUCCIÓN

---

La Mecatrónica no tiene un foque definido ya que interviene con muchos tipos de sistemas y elementos convirtiendo cualquier tipo de trabajo manual en automático con los procesos adecuados, con el fin de facilitar y agilizar los ciclos de trabajos aumentando de igual manera su calidad. En la medida que avanza la tecnología igual lo hace la industria, lo que obliga a las empresas a tener visión y a generar un cambio en sus procesos y llevarlos una paso más adelante apoyándose en nuevas tecnologías que les permita cumplir con la demanda de producción que genera el incremento masivo de nuevos productos que exige el mercado para seguir a flote y a la par con el avance tecnológico.

Mecánica Alpo Ltda. Es una empresa del sector metalmecánico, ubicada en el municipio de caldas Antioquia. Su enfoque de producción es en la reposición de partes para la resortería y frenos de carrocería pesada. En su planta de producción cuenta con máquinas herramientas para la transformación de material entre los cuáles se tiene tornos convencionales, roscadoras por laminación, dobladoras hidráulica, corte de ejes calibrados, soldadura eléctrica, calentamiento por inducción y torno CNC.

Para una empresa es de suma importancia aprovechar al máximo sus recursos y ya que su principal recurso es la producción, se trata de incluir nuevas tecnologías que favorezcan a la productividad de la empresa. Adquirir una nueva herramienta de trabajo implica una investigación exhaustiva para definir qué beneficios traerá para la compañía una nueva máquina con tecnología más avanzada, todo nace de acuerdo a la necesidad y en vista de que la producción para un nuevo proyecto no da a vasto con los instrumentos con los que se cuentan en el momento, se toma la decisión de hacer una inversión para comprar maquinaria que favorezca a una producción más rápida donde se pueda cumplir con las solicitudes del cliente y romper mercado con una nueva línea de producción.

El trabajo para esta práctica se hará en específico para un torno de producción CNC, ya que es la única maquina en la empresa con este control, teniendo en cuenta las funciones principales y los mecanismos con los que está equipado esta máquina herramienta, la finalidad es acondicionarla y dejarla en el punto de producción de acuerdo a la necesidad requerida por la empresa.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

**Objetivo general:**

Analizar los procesos de la planta de producción y de acuerdo a las herramientas y maquinaria con la que se cuenta, plantear reformas, acondicionamiento y mejoras que permitan agilizar los procesos de manufactura en la misma medida de reducir los costos en mano de obra.

**Objetivos específicos:**

- Realizar un marco teórico sobre máquinas y herramientas CNC que sirvan para la documentación y puesta punto del equipo CNC de la empresa.
- Verificar que el torno CNC este en las mejores condiciones y puesto a punto según la necesidad requerida, teniendo en cuenta algunos parámetros y elementos esenciales para el buen funcionamiento de la máquina.
- Adquirir conocimientos suficientes para cumplir con las metas propuestas aportando todo el conocimiento que se obtuvo durante el estudio de la ingeniería.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2. MARCO TEÓRICO

---

Un ingeniero mecatrónico es la persona que en el estudio de varias disciplinas (mecánica, electrónica, sistemas de control y diseño) puede interactuar con la combinación de estas áreas y generar así lo que hoy se conoce como automatización y robótica, lo cual abre un sinfín de posibilidades para interactuar en diferentes campos de acción donde se requiera un trabajo específico ya sea para mejorar un proceso o facilitar un trabajo en el que la mano de obra humana no este apta para realizarlo.

### 2.1 Torno CNC HEADMAN HCL400, control GSK.

Un torno es una máquina herramienta para mecanizados por arranque de viruta, utilizado normalmente para cortes, desbaste y perforaciones de material. Su principio de funcionamiento consiste en una copa giratoria de donde se sujeta el material de trabajo, un carro longitudinal y otro transversal con guías soportadas llamadas bancada. Con el material en movimiento en RPM (revoluciones por minuto), se hace la aproximación de la herramienta al material según el trabajo a realizar, ya sea con buriles, pastillas de corte o brocas.

Un torno CNC (control numérico computarizado), tiene la misma función, simplemente que las funciones se hacen automáticas por medio de un control interno en la máquina donde se programan los movimientos de los motores por medio de lenguaje NC (control numérico), el que incluye funciones G (generales) y M (misceláneos), hay varios tipos de controles según la marca de la máquina el control que utiliza GSK se puede ver en la figura 3. Por medio de coordenadas y con letras específicas que denotan una función, se programan los movimientos para que la máquina realice un trabajo de precisión y que en una máquina convencional se tardaría horas en hacer ya que facilita movimientos como interpolaciones lineales, curvas y perforaciones, en la figura 1 se puede apreciar el torno CNC.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Todo esto se cumple gracias al conjunto de mecanismos con los que cuenta la máquina que incluyen usillo y contrapunta hidráulica que permite abrir y cerrar las mordazas de sujeción por medio de comandos manuales y programados, las especificaciones de la máquina se pueden observar en la figura 2. Un motor con variador de velocidad con alcance de hasta 2500 RPM con giros en sentido horario y anti horario. Dos servomotores acoplados al eje transversal y longitudinal que permiten manipular de forma manual y automática los movimientos de cada uno de los ejes de manera precisa con avances de hasta 15000 mm/min.

Figura 1: Torno cnc

HCL400 17" x 28"



Fuente: (Tecnomaquinaria, 2018)

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 2: Características de la maquina

<b>Tipo de bancada</b>	Flat bed guías lineales
<b>Volteo sobre la bancada</b>	440mm
<b>Máx. Longitud de la pieza de trabajo</b>	640mm
<b>Máx. Volteo sobre el carro transversal</b>	200mm
<b>Paso de barra</b>	65mm
<b>Velocidad del husillo</b>	2500 rpm
<b>Motor principal</b>	7.5 kw
<b>Carrera X/Z</b>	240/800mm
<b>Avance rápido X/Z</b>	10/15mpm
<b>Torque X/Z</b>	7/10 Nm
<b>Tipo de torreta</b>	Eléctrica
<b>Torreta</b>	4 posiciones
<b>Tamaño de la herramienta</b>	25X25mm
<b>Contrapunto</b>	Morse 4
<b>Dimensiones de la máquina</b>	2700x1420x1730mm
<b>Peso neto</b>	2150kg

(Tecnomaquinaria, 2018)

Figura 3 : características del control

**Características del Control CNC GSK-980TDc**

- Puerto USB
- Puerto RS-232
- Conversión mm/pulgadas
- Jog Automático
- Códigos G y M
- Roscas de todo tipo

**Incluye:**

- Torreta de 4 posiciones
- Chuck 8"
- Contrapunto
- Lampara de trabajo
- Kit de nivelación
- Manual de operación.

(Tecnomaquinaria, 2018)

## 2.2 Refrigerante semisintetico S-500

Descripción general:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El s-500 de Hangtefer's es el aceite soluble que para la empresa ha sido el mejor producto refrigerante con el que se ha trabajado, los resultados que representa en su aplicación es más de lo esperado, gracias a su fórmula bioestable da un mayor rendimiento, como se puede ver en las figuras 4 y 5. Aumenta la vida útil en el colector de aceite y tiene un efecto limpiador y antioxidante que permite su reciclado para uso continuo. Su composición no afecta a la hora de ser manipulado al operador ni a la maquina lo cual garantiza seguridad en su manejo ya que no es toxico ni corrosivo.

Los refrigerantes tienen como función evitar el calentamiento del material y la herramienta, garantizando así un buen acabado en la pieza de trabajo y garantizar la durabilidad de la herramienta.

Aplicación:

El S-500 tiene una formula combinada de alto contenido de aceite mineral y aditivos detergentes y de presión extrema, lo que garantiza el cuidado de la herramienta la calidad en la terminación entre cortes para todos los procedimientos de trabajo efectuados en la máquina y para cualquier tipo de herramienta, garantizando perfecto control en el material.

Según la recomendación en la ficha técnica del producto "Resulta apropiado para intensivas y difíciles operaciones de torneado y acabado en todos los materiales, especialmente de los siguientes grupos: acero inoxidable, aleaciones de níquel, titanio, aluminio y acero duro. El S-500 no mancha ni es corrosivo y por lo tanto resulta compatible con la mayoría de los materiales".

(HANSTEFER'S Metalworking Lubricants, 2008)

Figura 4: soluble S-500

<b>Operación</b>	<b>Concentración</b>
Trabajo general	5% - 10%
Pulido	4% - 6%
Troquelado	5% - 15%
Moldeado	10% - 15%

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fuente: ficha técnica del producto

Figura 5: características del S-500

<b>CARACTERÍSTICAS S-500</b>				
Forma	Líquido	<b>Tabla De la Dilusión De la Concentración</b>		
Color	Verde			
Olor	Suave			
Gravedad específica	0.96			
Viscosidad: SUS @100°F	<b>288</b>	<b>%</b>	<b>Cociente</b>	<b>Refractómetro</b>
cSt @ 40°C	<b>62</b>	20%	1:5	20
Punto de inflamación, COC, °F/ °C	340 /170	15%	1:7	15
Punto de ignición, COC, °F/°C	345 /173	10%	1:10	10
Punto de fluidez, °F/°C	<0 / -18	7.5%	1:13	7.5
Solubilidad en agua	100%	5%	1:20	5
Punto de ebullición, °F/°C	289 / 143	4%	1:25	4
Presión de vapor, mm Hg @ 25°	<0.01	3%	1:33	3
pH @ 10%	9.1	2.5%	1:40	2.5
		2%	1:50	2
		1%	1:100	1

Fuente: ficha técnica del producto

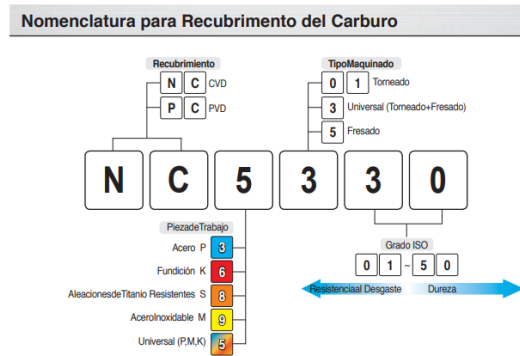
### 2.3 Herramienta

Garantizar un buen rendimiento y que los mecanizados queden con un acabado de calidad, requiere de una buena selección de las herramientas, para mejorar y reducir los tiempos de mecanizados se debe tener en cuenta el tipo de herramienta con la que se va a trabajar en lo cual se debe determinar la forma de la pastilla de corte, el material en el que está hecho, la vida útil que puede tener y las revoluciones y avances a la que se puede trabajar, en las figuras 6 y 7 y en la tabla 8 se puede observar la composición del material del que están hechos los insertos korloy. En las máquinas de control CNC normalmente las herramientas tiene una vida útil, quiere decir que es muy escasa la herramienta que se pueda re afilar para este tipo de máquinas, ya que se tienen unos parámetros estandarizados de medida que generalmente no se modifican, es por eso que los insertos son cambiables y de único uso, de ahí la importancia de saber el grado de dureza y la composición de la herramienta como se muestra en la figura 9 y 10. La ventaja es que gracias a la composición y el material del que están hechas las herramientas tiene una

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

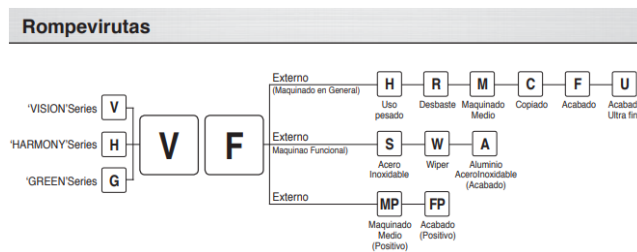
durabilidad aceptable para el trabajo que requiere la empresa. Todos los procesos de corte tienen mecanizados diferentes por lo cual no se pueden hacer con el mismo inserto, depende de la forma del corte y la forma en que la herramienta entra a cortar el material.

Figura 6: Nomenclatura para recubrimiento



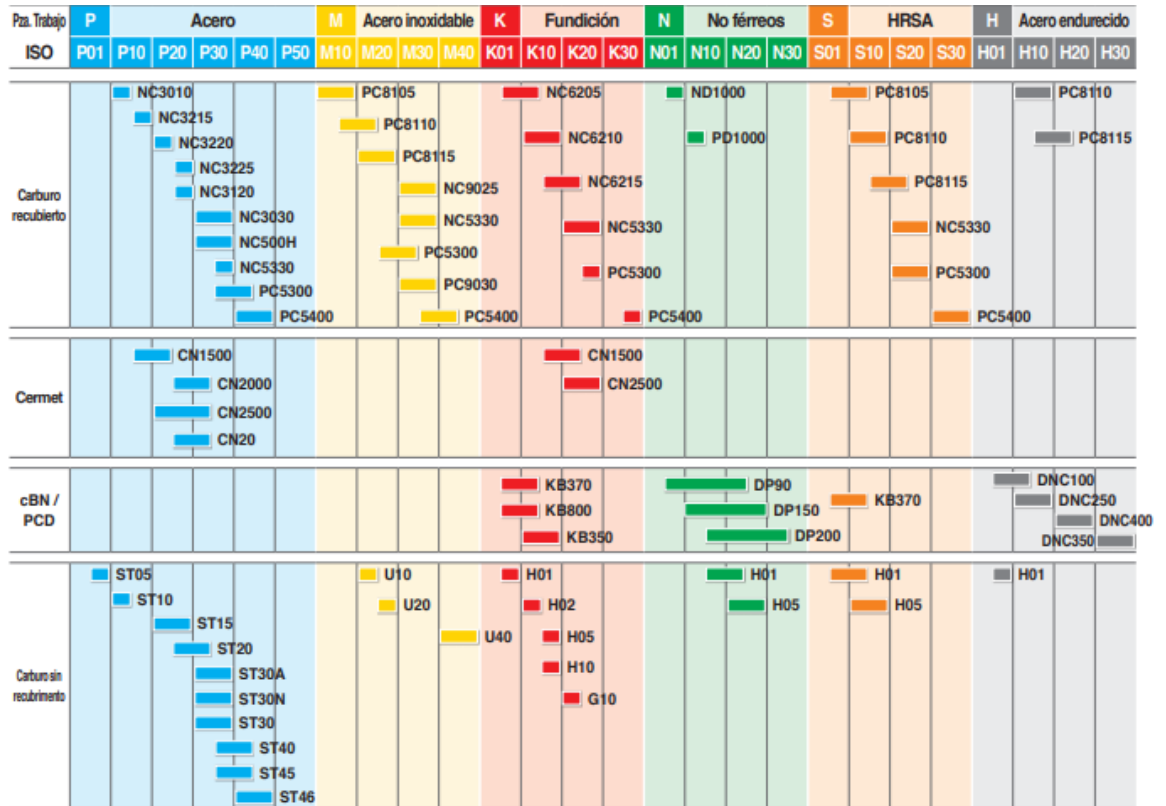
(Korloy, 2017)

Figura 7: Rompe virutas



(Korloy, 2017)

Figura 8: Tipos de grados de dureza en la herramienta de torneado



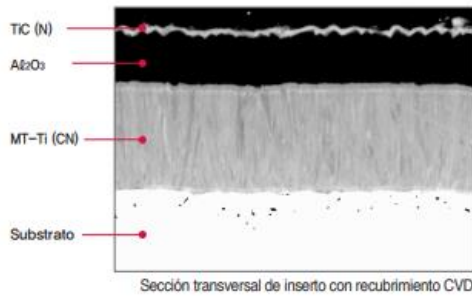
(Korloy, 2017)

Algunas de las especificaciones del recubrimiento CVD

- “La nueva tecnología de recubrimiento otorga una estructura cristalina especial consiguiendo una tenacidad superior”.
- “El múltiple recubrimiento de los grados en KORLOY proporciona una mayor resistencia al desgaste”.

(Korloy, 2017)

Figura 9: vista de conformación de los insertos



(Korloy, 2017)

Figura 10: selección de grado de dureza

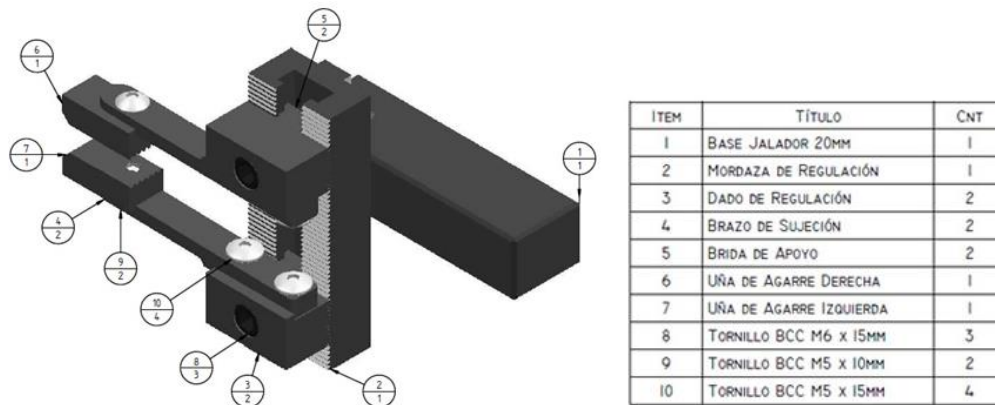
Pza. Trabajo	Tipo de corte	Grado recomendado	Velocidad de corte recomendada (mm/min)	ISO	Rango de aplicación
P	Acero Corte Continuo	NC3010	295 (170 ~ 420)	P05	NC3010
		NC3215	295 (170 ~ 420)	P10	NC3215
		NC3220	260 (150 ~ 370)	P15	NC3220
	Acero Corte interrumpido	NC3225	260 (150 ~ 370)	P20	NC3225
		NC3120	260 (120 ~ 370)	P25	NC3120
		NC3030	205 (120 ~ 290)	P30	NC3030
		NC5330	205 (120 ~ 290)	P35	NC5330
NC500H	205 (120 ~ 290)	P40	NC500H		
M	Acero inoxidable Corte Continuo	NC9025	240 (150 ~ 330)	M20	NC9025
	Acero inoxidable Corte interrumpido			M30	
K	Fundición Corte Continuo	NC6205	315(180 ~ 450)	K01	NC6205
		NC6210	250 (130 ~ 370)	K10	NC6210
	Fundición Corte interrumpido	NC6215	220 (130 ~ 310)	K20	NC6215
		NC5330	190 (110 ~ 270)	K30	NC5330
S	HRSA Corte Continuo	NC5330	40 (20 ~ 60)	S10	NC5330
	HRSA Corte interrumpido			S20	

(Korloy, 2017)

## 2.4 Alimentador de materiales

Un halador es una herramienta que permite la sujeción de los materiales para posicionarlos en el punto donde se inicia el trabajo. Tiene un variador de medidas para ajustarlo de acuerdo al diámetro del material que se va a hilar y normalmente se coloca en una de las posiciones de la torreta de herramientas como es el caso de este tipo de halador que muestra en la figura 11.

Figura 11: Pinza de halador de materiales



(Hemeind Ltda., 2018)

Un alimentador hidráulico se conoce como un cambio rápido de producción, ya que su función es empujar el material a medida que se va cortando el mismo, su funcionamiento está basado en un motor hidráulico que por medio de mangueras lleva el aceite hasta un tubo que tiene un pistón interno, la presión del aceite obliga a que el pistón avance y este es el que empuja el material. (Ver figura 12).

La diferencia del halador y el alimentador es la manera de llevar el material a su posición, ya que mientras que el alimentador lo empuja y lo lleva hasta un tope, el halador lo agarra y lo lleva hasta una posición, además los ejes en acero 1020 que es la materia prima con la que se trabaja, originalmente el fabricante los vende de 6 metros de longitud, el alimentador permite trabajar con ejes de hasta 3 metros por lo que se parte el eje en dos secciones, en cambio con el halador se debe trabajar con ejes de un metro máximo ya que más largo se generan vibraciones peligrosas para la máquina, por lo tanto se deben hacer por lo menos 6 cortes al eje original para trabajarlo con el halador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 12: alimentador hidráulico



Fuente: *(Alibaba, 2018)*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3. METODOLOGÍA

---

En el desarrollo de la práctica se estipularon varias metas y se fueron haciendo mejoras sobre la marcha. Describiremos cada uno de los aspectos mejorados de acuerdo al tipo de parte, función e implemento de la máquina, donde se explica en detalle qué tipo de cambio se hizo, que inconvenientes hubieron, posibles causas, soluciones y resultados. Este documento quedara registrado igualmente para la empresa como documento de seguimiento y un tipo de manual para la maquina donde un operador futuro tenga conocimiento de los procedimientos establecidos y mejorados en la máquina y de igual manera seguir documentando los avances que se puedan hacer a futuro.

#### 3.1 Puesta a punto

El torno CNC fue comprado a la empresa KRUNTAP S.A quienes se encargaron de la instalación y nivelación de la máquina, acomodándola en el sitio acondicionado y dispuesto para esta. Durante el tiempo de garantía se tuvo el apoyo de la empresa Soluciones integradas de mantenimiento SIM S.A (por sus siglas en español), quienes en la entrega de la maquina fueron los encargados de la inducción y capacitación del manejo general de la máquina y quienes prestaron apoyo para solucionar los inconvenientes que se presentaron durante el tiempo de la garantía. En la capacitación se hizo énfasis exclusivo en el control de la máquina, donde se dejó claro los movimientos de los ejes en modo manual y automático, cambio y posicionamiento de herramientas, puesta en marcha del husillos con el cambios de revoluciones y un ejemplo de un pequeño programa de corte para comprobar el funcionamiento de la programación de la máquina.

Por lo tanto los programas que se hicieron en los módulos de programación fueron por medio de investigación en internet y manuales de la máquina, lo cual resulto muy provechoso y fue unos de los acondicionamientos positivos que se hicieron sobre la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

producción de los nuevos productos con la ayuda de los ciclos de programación anidados donde en un conjunto de bloques se establecen una serie de parámetros que constan de velocidad y avances en la máquina para hacer cortes con medidas de longitud y profundidad, en lo cual ahorra espacio de memoria en el control porque se crean menos líneas de programación, ya que sin el ciclo anidado se tendría que insertar línea a línea cada movimiento, se disminuye el tiempo de programación y se establece un marco general para la programación de referencias de un producto para diferentes medidas de la misma.

### 3.2 Herramientas

La selección de la herramienta fue un proceso que llevo tiempo mientras se seleccionaba un proveedor que cumpliera con los criterios de acuerdo a la necesidad, de costo y producción en lo insertos y porta insertos, que fueran de buena calidad, que dieran buen rendimiento y buen acabado. Además de buscar las herramientas apropiadas para el tipo de trabajo requerido por la empresa. En esta búsqueda y por medio de contactos y recomendaciones se llegó a la empresa de construcción de herramientas, HERRAMIENTAS Y MECANIZADOS S.A, el cual ha sido de mucha ayuda para la fabricación y reparación de los porta insertos, ya que por ser fabricantes no manejan una línea estándar sino que se acomodan a la necesidad que se tenga dependiendo del proceso que se requiera. Los insertos los sigue suministrando KORLOY y de acuerdo a la necesidad de trabajo se manda a fabricar una porta inserto exclusivo a la herramienta deseada, los insertos utilizados se pueden apreciar de la figura 13 a la figura 18...

Para el proceso productivo de la empresa se utilizan básicamente tres herramientas para los cortes y cilindrados de los materiales.

a) Herramienta para cilindrado

Figura 13



(Korloy, 2012)

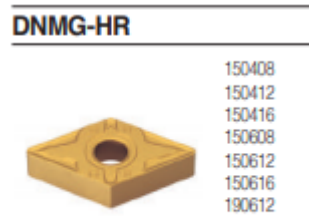
figura 14



(Korloy, 2012)

b) Herramienta de desbaste

Figura 15



(Korloy, 2012)

figura 16



(Korloy, 2012)

c) Herramienta de tronzado o ranurado

Figura 4



(Korloy, 2012)

figura 18



(Korloy, 2012)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Las tres herramientas se seleccionaron y se hizo la solicitud de fabricación del porta inserto de acuerdo al análisis de producción, de manera que se permitiera agilizar el Proceso mediante la adecuación de los programas y utilizando todos los elementos con los que cuenta la maquina actualmente.

### 3.3 Refrigerante soluble

El soluble fue otro tema de selección aunque este fue más crítico que el de la herramienta, como bien se sabe este producto se utiliza para la refrigeración de la pieza de trabajo y la herramienta, lo que se debe tener en cuenta es que no va a tener contacto solo con el material y la herramienta sino con toda la máquina.

En un principio ese detalle no se tuvo en cuenta y pasaron varios sucesos que produjeron algunos inconvenientes respecto a esto, ya que utilizamos 4 tipos de solubles experimentando cual sería el mejor.

- I. La empresa tiene un distribuidor de aceites donde compra los aceites hidráulicos y aceites para lubricación de bancadas y quienes inicialmente fueron los que vendieron el soluble a la empresa. Era un soluble semisintético de muy buena calidad aunque era algo costoso, en el sentido de que su preparación era de 10:1, lo que quiere decir, que en una porción de soluble se combina con 10 porciones iguales de agua. Como la maquina tiene un trabajo constante y el soluble aunque recircula por medio de una bomba, se pierden ciertas cantidades por evaporación y expansión por toda la máquina y por este motivo no dio un buen rendimiento ya que 5 galones duraban poco más de un mes.
- II. Por experimentación y economía se hace el intento con un soluble conocido como taladrina, que es con el que normalmente se trabaja en tornos convencionales, fue de las peores decisiones que se pudieron tomar y que alguien con una maquina CNC y cambio de herramientas automáticas desde este punto de vista no debería hacer, ya que este soluble es netamente mineral, y bajo cualquier tipo de concentración con el agua es inevitable la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

producción de oxidación en las partes de la máquina, y esto fue lo que Provoco un problema de corrosión a la maquina donde se empezó a oxidar la bancada y genero problemas en la torreta de herramientas a causa de la oxidación que provoco en menos de una semana.

- III. Buscando alternativas en vista de este problema se contacta a la empresa WHORT S.A de los que se tenía información de un soluble sintético de buena calidad y supuestamente buen precio, se tuvo un inconveniente inicialmente en la comunicación ya que siempre que en la empresa se piden líquidos se piden por galones y cuando dieron la información se habló de una cantidad de 5, pero no se especificó si eran galones o litros. Cuando llego el pedido la sorpresa fue que como no se especificó la WHORT inicialmente había dado el precio de 5 litros y había enviado los 5 litros. De igual manera se decidió probar con este aceite sintético, con resultados no muy favorables porque la duración del producto fue poca y no logro solucionar el inconveniente de la oxidación de la máquina.
- IV. El problema radico porque inicialmente la empresa que vendió la maquina no dio una recomendación ni tampoco se pidió, de que producto se podría utilizar para este procedimiento, después de estos acontecimientos KRUNTAP hace la recomendación de comprar el soluble S-500 en la empresa L.J CHEMICAL DISTRIBUCIONES, donde se pudieron encontrar las soluciones a todos los problemas que se tenían, principalmente porque era un aceite soluble semisintetico y la preparación es de 25:1, lo cual hace que el soluble rinda mucho más. Además de ser refrigerante su composición tiene una acción limpiadora que no solo evita la oxidación en la maquina sino que a medida que se está utilizando va limpiando las partes que ya estaban oxidadas en la máquina, entonces no solo se controla la oxidación sino que se eliminó completamente y el costo se ajusta perfectamente a la producción de la máquina.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3.4 Halador y alimentador de materiales

En vista de que el torno CNC es automático, se ve la necesidad de que la alimentación del material no sea manual, para que la producción pueda tener una continuidad y no dependa del trabajo manual de una persona ya que esto puede genera demoras en la producción. De esta manera se implementa un halador de material, normalmente para este proceso se utiliza una especie de pinza que se coloca en una de las posiciones de la torreta de herramientas, pero para esta máquina se decide innovar en un halador diferente donde no se coloca en alguna de las posiciones de la herramienta sino en el carro transversal. Esta posición es estratégica por una razón, ya que la pinza no va a estar en la torreta de herramientas se ahorran dos movimientos, el de retirarse para hacer el cambio de herramientas por seguridad y el cambio de posición de la herramienta en vez de eso en un solo movimiento la pinza se acerca al material lo agarra y lo hala.

El proyecto de la pinza funciona a la perfección, pero por algunos acontecimientos en la compra de la maquina la empresa KRUNTAP gestiona un alimentador de ejes hidráulico para el torno, esta adquisición le da una mejora a la producción de la maquina pues con el halador se debe trabajar con tramos de material de diámetro hasta 2' pero con longitud de menos de un metro debido a la vibración que genera mientras trabaja, en cambio con el alimentador se trabaja con tramos de hasta 3 metros aunque con la limitante de que solo se pueden trabajar con ejes de menos de 1' 5/8 de diámetro. De esta manera se adecuan los programas con materiales desde 1/2' hasta 1' 5/8 para trabajar con tramos de 3 metros con el alimentador y los materiales de 1' 3/4 hasta 2' se trabajan con tramos de menos de 1 metro con el halador.

### 3.5 Inconveniente con la torreta de herramientas

Debido al inconveniente con la selección del soluble se tiene el inconveniente con la torreta de herramientas, efecto de la oxidación. El cambio de herramienta se da por

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Medio de un trabajo mecánico de una corona y el movimiento es generado por un motor eléctrico. Aunque ni con la corona ni con el motor eléctrico se tiene problema, la torreta tiene unos pines de anclaje que son los que fijan la posición de la herramienta, los pines son los que sufren el proceso de oxidación y no permiten el cambio de la herramienta. Por este motivo se debe hacer el desarme completo de la torreta de herramienta para limpiar los pines de anclaje, esto se hace en compañía de la empresa SIM S.A inicialmente que fueron quienes nos acompañan y nos instruyen en los mantenimientos. Este suceso se repitió una vez más por lo que no se hallaba aun la solución del refrigerante, solo que en el desarme ya no se tuvo la necesidad de contar con la SIM S.A, ya con la experiencia obtenida se hizo el trabajo de mantenimiento satisfactoriamente en la misma empresa.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En el procesos se hicieron varias mejoras de las cuales en todas se saca provecho y se cumple el propósito de aumentar el rendimiento de la producción en el torno cnc, sin contar la implementación de nuevas herramientas y recurso en beneficio de la máquina y reducir gastos de compra de insumos a la empresa donde se establece uno de los resultados más satisfactorios, ya que se adquieren productos de más bajo costo que los recomendados inicialmente sin prescindir de ellos ni disminuir su calidad.

Una de las metas más críticas fue el tiempo de producción, hacer que el tiempo se optimizara dependió de la adquisición inicialmente del halador y después del alimentador hidráulico, a los cuales se les ajusto el programa para adecuarlos y que trabajaran conjunto con la máquina, lo que significó positivamente, la reducción en los tiempos de maquinado, reducir la cantidad de cortes del eje completo de 6 metros de la materia prima y de igual manera el desplazamiento de material de la bodega de materia prima al torno cnc.

El problema más grave que hubo sobre la marcha fue con el refrigerante soluble, con este proceso se tuvieron que tomar medidas drásticas para que la maquina no sufriera deterioros, por lo cual la investigación y el cambio de marca del producto resulto ser un tema de discusión en cuanto calidad y precio, por lo que se debía buscar un producto que se ajustara al precio de la producción y que tuviera una calidad apta para la máquina, lo que nos llevó a una investigación y pruebas con diferentes productos de los cuales no se obtuvieron buenos resultados ya que le causaron problemas a la maquina pero al final se puedo encontrar una solución que abarcar las dos situaciones que se tenían, costo-calidad.

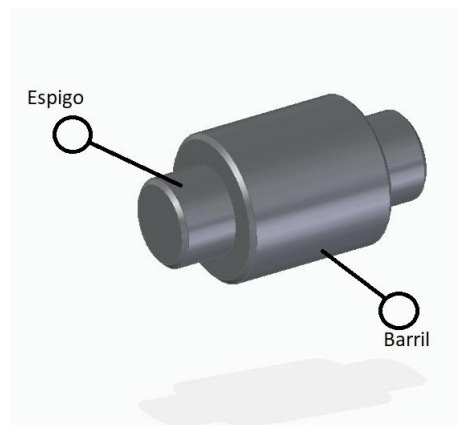
Los inconvenientes que se pudieron presentar con respecto a los mantenimientos de la maquina han sido bastante enriquecedores tanto para el proceso de prácticas como para la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

empresa, ya que gracias a la experiencia obtenida se ha podido aprender de todo lo que se ha hecho y la empresa puede ser más autónoma y no estar dependiente por la necesidad de algún mantenimiento o inconvenientes futuros en los que ya se tiene un poco más de experiencia.

Para hacer una explicación de la diferencia que se tuvo al pasar del trabajo convencional al automatizado en torno CNC, haremos el ejemplo con una rodaja de freno como la que se observa en la figura 19.

Figura 19



Fuente: Diseño propio

Como se puede observar la rodaja tiene dos espigos y un barril, en cada esquina tiene un chaflán para evitar las aristas cortantes. El material calibrado normalmente se compra de aproximadamente 6 metros, por lo cual de cada eje salen 98 rodajas, para este ejemplo tomaremos un eje de 1' ½ in que es material promedio con el que se trabaja este producto, explicado en las tablas comparativas 1 y 2. En la tabla 1 podemos observar las medidas de la rodaja.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 1: medidas de la rodaja

RODAJAS	NOMBRE	BARRIL	∅ DEL ESPIGO	LARGO DEL ESPIGO	LARGO TOTAL
	<b>BARRIL ANCHO</b>	<b>34mm</b>	<b>19mm</b>	<b>12,3mm</b>	<b>58,6mm</b>

Tabla 2: Tabla comparativa en los procesos.

PROCESO / MAQUINA	Convencional	CNC
<b>Transporte de material</b>	El transporte del depósito de materia prima a la sierra de corte es el mismo para el proceso en CNC y convencional, pero de la sierra a cada una de las maquinas es diferente ya que en el torno convencional se debe llevar cada pieza de 61mm	Mientras que para el CNC se llevan tramos de 3m.
<b>corte</b>	Los cortes para el torno convencional se hacen de 61mm cada uno, quiere decir que en un eje de 6m se deben hacer 98 cortes.	Mientras que para el cnc con ayuda del alimentador solo se hacen dos cortes de 3m.
<b>refrentado</b>	El corte en la sierra de un sesgo muy disparejo por lo cual se debe refrentar las dos caras del material	En el CNC solo se refrenta el primer corte ya que los demás quedan con el corte perfecto con la herramienta de tronzado.
<b>espigo</b>	El espigo de la rodaja debe quedar de 19mm lleva un chaflán, en el torno convencional se debe cambiar la herramienta para hacer el espigo y para hacer el chaflán	En el CNC él es espigo y el chaflán se hace en un solo procedimiento con la misma herramienta.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<b>Corte de la pieza.</b>	En el torno convencional no se hace corte de pieza porque no hay una herramienta disponible, por eso se lleva de la medida exacta desde la sierra	En el CNC se hace el corte con el tronizador y queda con un corte parejo.
<b>Alimentación</b>	En el convencional es manual pieza por pieza	En el CNC automático, en serie.

Tabla 3: Tiempos de maquinado y corte

Proceso	Convencional	CNC	Resultado 1	Resultado 2
Transporte de material	3 min c/u	3 min c/u	$3 \times 98 = 294$	$3 \times 2 = 6$
Corte	4 min c/u	58 seg c/u	$4 \times 98 = 392$	$0,89 \times 98 = 93$
Refrentado	1 min c/u	10 seg	$1 \times 2 \times 98 = 196$	$0.3 \times 2 \times 98 = 58,8$
Espigo	4 min c/u	1.5 min c/u	$4 \times 2 \times 98 = 784$	$1,5 \times 2 \times 98 = 294$
Corte de la pieza	N/A	30 seg	N/A	$0,5 \times 98 = 49$
Alimentación	7 min	10 seg	$7 \times 98 = 686$	$0,16 \times 98 = 15,68$
			2352 min	516,48 min
			39,2 horas	8,6 horas

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

La práctica profesional se culmina con éxito rotundo para ambas partes donde se aprende de un proceso en el que se pudo aplicar muchos de los conocimientos obtenidos académicamente, afortunadamente se da la oportunidad para poner todo este conocimiento en práctica y poder cumplir con los requerimientos y las metas propuestas por la empresa desde la parte productiva hasta el mantenimiento.

Las mejoras hechas en el torno CNC quedan soportadas por el cambio tan significativo en la producción que se tuvo en la máquina, ya que debido a este nuevo proceso según la tabla 8 de tiempos de mecanizado lo que en torno convencional se hacía en poco menos de una semana laboral ahora se puede hacer en un solo turno de trabajo de 8 horas.

Se deja un registro donde se especifican los procesos, cambios, mejoras y programas donde queda plasmado todo el trabajo realizado durante la práctica como soporte

La principal y más importante recomendación que podría dar de acuerdo al trabajo realizado, es capacitar a más personas de la empresa para manejar el torno CNC, esto por varios motivos.

- Entre más personas puedan manejar la máquina, se tiene menos probabilidades de que se pare la producción por falta de operarios
- La empresa va en crecimiento constante, esta es la primera máquina que tienen con este control, quiere decir que más adelante van a poder tener otras más y el personal va a estar más familiarizados con ellas.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- El conocimiento crece cuando se comparte.

Además de esto es bueno implementar un plan de mantenimiento productivo, donde se programen los paros de las máquinas para hacer un mantenimiento ya sea correctivo o preventivo, establecerlo de esta manera genera una producción más efectiva ya que si el

Paro está programado se puede contar con el tiempo que se va a dejar de producir sin afectar las solicitudes de los clientes.

El hecho de que se hallan hecho muchas mejoras no quiere decir que todo este hecho, este tipo de maquinaria permite interactuar de muchas maneras dependiendo del proceso que se haga, con un poco de imaginación el CNC puede ser una herramienta para sacar cualquier proyecto adelante, por eso es muy importante documentar todo lo que se hace y que no se pierda el avance aportado en la empresa.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

- Alibaba. (13 de 03 de 2018). Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/professional-cnc-lathe-hydraulic-bar-feeder-60408751009.html>
- CNC, P. (29 de 04 de 2018). *Programacion cnc*. Obtenido de <https://www.programacioncnc.es/instruccion-g71-codigo-a-ciclo-de-desbastado-longitudinal/>
- CNC, P. (29 de 04 de 2018). *Programacion CNC*. Obtenido de <https://www.programacioncnc.es/g75-ciclo-fijo-desbaste-frontal-ciclo-fijo-ranurado/>
- Famatools. (s.f.). *Famatools*. Obtenido de <http://www.famatools.com/torneado/torneado/portainsertos>
- HANSTEFER'S Metalworking Lubricants. (15 de 04 de 2008). COOLANT S-500.
- Hemeind Ltda. (12 de 03 de 2018). *Hemeind* . Obtenido de <https://www.hemeind.com/paginas/sistemas-halador-barras.html>
- Herratec. (s.f.). *Tienda Herratec*. Obtenido de <http://www.tienda.herratec.com.co/porta-inserto/453-porta-inserto-spb-226.html>
- <http://www.tecnomaquinaria.com/productos.php?cat=40&mod=216>. (12 de 03 de 2018). *tecnomaquinaria*. Obtenido de <http://www.tecnomaquinaria.com/productos.php?cat=40&mod=216>
- Korloy. (20 de 09 de 2012). Obtenido de [http://www.korloy.com/newkorloy/eng/file/2013/KORLOY\\_CUTTING\\_TOOLS\\_2013\(Spanish\).pdf](http://www.korloy.com/newkorloy/eng/file/2013/KORLOY_CUTTING_TOOLS_2013(Spanish).pdf)
- Korloy. (30 de 03 de 2017). *www.korloy.com*. Obtenido de [http://www.korloy.com/newkorloy/ger/file/2017/2017%20Digest\(ES\).pdf](http://www.korloy.com/newkorloy/ger/file/2017/2017%20Digest(ES).pdf)
- Metal-kovis. (s.f.). *Metal-kovis*. Obtenido de <https://metal-kovis.hr/webshop/price/4630/turning-tool-mgehl-2020-3>

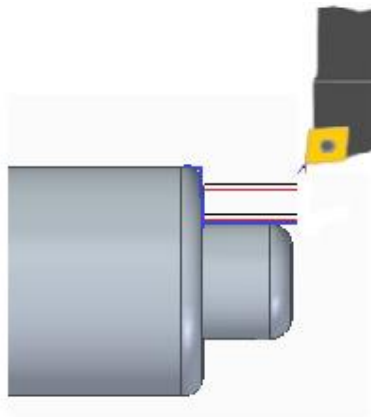
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## APÉNDICE

---

### Programas de rodaja de freno

Figura 20: Ciclo de cilindrado G71



- U: es la profundidad de pasada en X.
- R: es la retirada de la herramienta.
- P y Q: son los bloques de inicio y final del perfil respectivamente.
- U: es el exceso de material en X.
- W: es el exceso de material en Z.
- F: es el avance para el mecanizado.
- S: las revoluciones por minuto del cabezal.
- T: el número de herramienta que se encargará del desbaste del perfil.

Fuente: (CNC, Programacion CNC, 2018)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 21: Programa de cilindrado

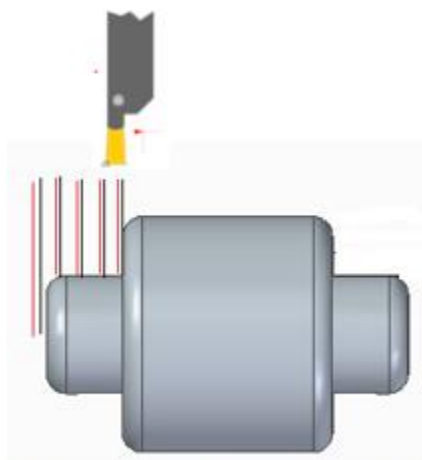
```

1 (RODAJA 1'1/2 BARRIL ANCHO EN SERIE)
2 G21
3 G54 G98
4 G0 Z50 M8
5 G97 S1100 M3
6 T0101
7 G0 X41 Z0
8 G1 Z-1 F80
9 X36
10 G0 Z2
11 X38
12 G71 U2 R1
13 G71 P2 Q4 U0 W-2 F170
14 N2 G0 X17
15 G1 Z0.1
16 X19 Z-2
17 Z-11.6
18 X36
19 N4 X39 Z-14
20 G0 X100 Z100

```

Fuente: Diseño propio

Figura 22: Ciclo de ranurado G75



R: Valor de retrocesc.  
X: Coordenada en *cotas absolutas* del punto final. Si utilizamos *coordenadas incrementales* se utiliza U en vez de X.  
Z: Coordenada en *cotas absolutas* del punto final. Si utilizamos *coordenadas incrementales* se utiliza W en vez de Z.  
P: Este valor refleja lo que va a profundizar la herramienta en cada pasada. Se expresa en micras.  
Q: Es el destase de desplazamiento de la herramienta una vez ha realizado un ranurado. Es decir si la herramienta de ranurar hace 4 mm de ancho y la ranura a

mecanizar es de 7 mm, este valor de Q debería ser de 3000. En el vídeo creo que se puede entender mejor.

Fuente: (CNC, Programacion cnc, 2018)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 23: Programa de ranurado

```

21
22 (CICLO DE TRONZADO)
23 G50 S700
24 G96 S500 M3
25 T0303
26 G0 X40 Z-51
27 G75 R1
28 G75 X18.8 Z-62.7 P9999999 Q29000 F70
29 (PRIMER CHAFLAN)
30 G0 X40
31 Z-49
32 G1 X38
33 X36 Z-51 F30
34 G1 X18.7 F130
35 Z-62.7 F50
36 X17.5
37 G0 X19.5
38 Z-59.7
39 G1 X17.5 Z-62.7 F30
40 X19 F70
41 G1 X-1 F70
42 G0 X100 M9
43 Z100
44 M5
45 G4 P2000
46 M13
47 T0606
48 G0 X0 Z0
49 M30
50

```

Fuente: Diseño propio

De la figura 20 a la figura 23, se puede observar el paso para hacer una rodaja de freno, los programas están divididos en los dos procesos que llevan y en cada uno utiliza una herramienta diferente, en las figuras muestran lo que son los ciclos anidados que son los que permiten por medio de una función hacer cortes repetitivos con solo 2 líneas de indicación en G71 para cilindrar y en G75 para tronzar. Si no fuera por este programa se tendría que programar línea a línea cada movimiento y lo que en este programa se hizo en solo 49 líneas, de otra manera se podrían tener por lo menos 150 líneas de programación.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_



---



---

FIRMA ASESOR \_\_\_\_\_



FECHA ENTREGA: 19 / 07 / 2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_\_\_      ACEPTADO \_\_\_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_