



***Universidad Nacional Autónoma de México***  
***Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón***

Implantación de un nuevo proceso  
para mejorar la calidad y reducir costo  
empleando una maquina de corte por rayo laser.

TESIS  
Que para obtener el titulo de:  
Ingeniero Mecánico Eléctrico  
PRESENTA:  
Jaime Pinzón Anaya

Director de Tesis:  
Ing. Cassiodoro Domínguez Crisanto.



San Juan de Aragón Edo. de México, 2004 -



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CAPITULO I

### Lincoln Electric y su Evolución en México.

1. Lincoln Electric Co. ....	1
1.2 Lincoln Electric Mexicana S.A. de C.V. ....	3
1.3 Configuración de una maquina para soldar. ....	4

## CAPITULO II

### Análisis de Mercado y Justificación del Proyecto.

2. Tres análisis previos fundamentales: producto/servicio, demanda y competencia. ....	6
2.1 Análisis del producto. ....	6
2.2 Análisis de la demanda. ....	6
2.3 Análisis de la competencia. ....	7
2.4 Análisis de costos / beneficio. ....	8
2.4.1 Análisis costo / beneficio. ....	8
2.4.2 Consejos para la construcción / interpretación. ....	9
2.5 Métodos para el análisis costo / beneficio (Time-value of money) ....	9
2.5.1 Punto de equilibrio (breakeven point "BP"). ....	9
2.5.2 Periodo de Devolución (payback period exercise). ....	10
2.5.3 Valor presente neto (net present value (NPV)). ....	10
2.5.4 Tasa interna de retorno (internal rate of return "IRR"). ....	10
2.6 Recolección de datos y análisis de costo / beneficio. ....	10
2.6.1 1er. Paso (recolección de cotización de un proveedor que cuenta con esta tecnología en México). ....	11
2.6.2 2º. Paso (comparativo entre maquila y compra del equipo). ....	12
2.6.3 3er. Paso (análisis de la propuesta de inversión). ....	13

## CAPITULO III

### Descripción del Modelo Laser L2530

3. Concepto de la maquina. ....	14
3.1 Especificaciones técnicas. ....	14
3.2 Dirección axial. ....	15
3.3 Sub-ensambles de la maquina. ....	15
3.4 Unidad de movimiento. ....	17
3.5 Sistema de extracción. ....	17
3.6 Depósitos de carbón y partes pequeñas. ....	18
3.7 Placa de instrumentos. ....	18
3.8 Válvula de presión para gas de corte. ....	19
3.9 Salida del haz laser. ....	20
3.9.1 Funcionamiento del Autofocus y el AutoLas Plus. ....	20
3.10 TLF laser. ....	21
3.11 Cabeza de corte. ....	23
3.12 Sistema de control de altura DIAS III. ....	25
3.13 Cambiador de mesa (opcional). ....	25
3.13.1 Funcionamiento del cambiador de mesas. ....	26
3.13.2 Procedimiento para el cambio de mesa. ....	26
3.14 Dispositivo para rocío de aceite. ....	27
3.14.1 Diseño del dispositivo para rocío de aceite. ....	27
3.15 Diodo de posición para el haz laser (opcional). ....	29
3.15.1 Modo de operación. ....	29
3.16 Mordazas (Clamps opcional). ....	29
3.17 Análisis de la pieza (análisis espectral a través del espesor del material por medio del haz laser). ....	29

## CAPITULO IV

### Proceso de Intalación.

4. Lay – out.....	31
4.1 Accesos.....	31
4.2 Requisitos para el piso o losa.....	31
4.3 Instalación eléctrica.....	32
4.3.1 Alimentación a 230 Volts.....	32
4.3.2 Cable recomendado.....	32
4.3.3 Voltaje estable.....	33
4.3.4 Conexión a tierra.....	33
4.3.5 Protección contra corrientes residuales.....	33
4.3.6 Transformador.....	33
4.3.7 Problemas y soluciones en la línea.....	34
4.3.8 Ruido eléctrico.....	34
4.3.9 Conexión a tierra.....	34
4.3.10 Sistemas wye a tierra.....	34
4.3.11 Utilidad de la tierra.....	34
4.3.12 Aislamiento eléctrico.....	35
4.3.13 Resumen de datos para la instalación eléctrica.....	35
4.4 Instalación para aire comprimido.....	36
4.4.1 Variaciones de presión.....	36
4.4.2 Contaminación.....	36
4.4.3 Contenido de aceite.....	36
4.4.4 Suministro de aire (compresor).....	36
4.4.5 Resumen de datos para la instalación de la línea de aire comprimido.....	37
4.5 Requisitos para la instalación de los gases para el laser.....	37
4.5.1 Conexiones.....	37
4.5.2 Formas de suministro para los gases del laser.....	38
4.5.3 Consumo de gases para el laser.....	38
4.6 Requisitos para la instalación de los gases de corte.....	39
4.6.1 Conexiones para el gas de corte.....	39
4.6.2 Consumo del gas de corte.....	40
4.6.3 Estimado de consumo para el gas de corte.....	40
4.6.4 Presión estándar para el gas de corte.....	41
4.6.5 Presión alta del gas de corte.....	41
4.6.6 Líneas de suministro del gas de corte.....	41
4.6.7 Suministro del gas de corte por medio de VGL, PG o grupos de tanques individuales.....	41
4.6.8 Botes o batería del grupo.....	42
4.6.9 Suministro de gas de corte con un cilindro.....	42
4.7 Llegada de la maquina.....	43
4.8 Herramientas e instrumentos.....	43
4.9 Pasos para la instalación.....	43

## CAPITULO V

### Operación y Funcionamiento.

5. Elementos de control en el panel de operación.....	45
5.1 Panel de control con pantalla a color.....	46
5.2 Controles de la maquina.....	47
5.3 Elementos de control.....	50
5.4 ASCII teclado.....	52
5.5 Floppy disk drive.....	53
5.6 Estructura del ambiente de operación.....	53
5.7 Barra de menú.....	54
5.8 Status de la maquina.....	54
5.9 Línea de mensajes.....	54
5.9.1 Indicación de un error.....	54
5.9.2 Barra softkey.....	55
5.9.3 Area de operación.....	55

5.10 Modos de operación de la maquina.....	55
5.10.1 Modo automático.....	55
5.10.2 Modo MDA.....	56
5.10.3 Modo JOG.....	56
5.10.4 Actividades en áreas de control.....	56
5.10.5 Diagnostics.....	57
5.11 Función production.....	58
5.11.1 Ejes.....	58
5.11.2 Información del programa.....	58
5.11.3 Datos del programa.....	59
5.11.4 Funciones activas.....	60
5.11.5 Softkeys.....	60
5.12 Componentes de la maquina.....	60
5.12.1 Softkeys.....	61
5.13 Fijación de opciones para programas de producción.....	61
5.13.1 Parámetros.....	62
5.13.2 Empleo del offset.....	62
5.13.3 Softkeys.....	62
5.14 Suicheo de elementos para producción.....	63
5.14.1 Operación para cambio de elementos.....	63
5.14.2 Softkeys.....	66

## CAPITULO VI

### Tablas de Tecnología, Parametros y Dimensiones de Operación.

6. Tablas para producción.....	67
6.0.1 Tecnología laser.....	67
6.0.2 Softkeys.....	75
6.1 Ciclos de poder del laser.....	75
6.1.1 Softkeys.....	76
6.2 Manejo de las tablas para lamina.....	76
6.2.1 Softkeys.....	79

## CAPITULO VII

### Programación de la Producción.

7 Manufactura empleando el plan de producción.....	80
7.0.1 Datos del programa.....	80
7.0.1.1 Softkeys.....	81
7.1 Administración de programas "NC" dentro del control "NC".....	81
7.1.1 Softkeys.....	81
7.2 Set-up operación (cambio en elementos).....	82
7.2.1 Softkeys.....	88
7.3 Set-up para el modo JOG.....	88
7.3.1 Opciones.....	89
7.3.2 Softkeys.....	89
7.4 Set-up MDA.....	89
7.4.1 Parámetros.....	90
7.4.2 Softkeys.....	90
7.5 Set-up del haz laser.....	91
7.5.1 Parámetros para el SERVICE MODE "OFF".....	91
7.5.2 Parámetros para el SERVICE MODE "ON".....	92
7.5.2.1 Condiciones del laser.....	93
7.5.3 Softkeys.....	93
7.6 Operación de programado editor "NC".....	94
7.6.1 Softkeys.....	94
7.7 Administrador de programas "NC".....	95
7.7.1 Softkey.....	95
7.8 Administrador de archivos de programación.....	96
7.8.1 Softkeys.....	96
7.9 Salidas de programas del administrador.....	96
7.9.1 Softkeys.....	97

## CAPITULO VIII

### Programa de Mantenimiento Autonomo.

8 Mantenimiento, inicio de backup.....	98
8.0.1 Parámetros.....	98
8.0.2 Softkeys.....	98
8.1 Mantenimiento, inicio de pantalla.....	98
8.1.1 softkeys.....	98
8.2 Mantenimiento, bitácora diaria.....	99
8.2.1 Softkeys.....	100
8.3 Diagnósticos de errores.....	100
8.3.1 Softkeys.....	100
8.4 Diagnostico del I/O.....	100
8.4.1 Softkeys.....	101
8.5 Diagnostico remoto.....	101
8.5.1 Softkeys.....	101
8.6 Diagnostico laser generador "RF".....	102
8.6.1 Softkeys.....	102
8.6.1.1 Prueba de fugas.....	103
8.6.1.1.1 Parámetros.....	103
8.6.1.1.2 Softkeys.....	103
8.7 Diagnostico para la posición básica.....	104
8.8 Notas de seguridad.....	104
8.9 Funcionamiento de ayuda.....	104
8.9.1 Carga del manual de programación.....	105
8.9.2 Carga del manual de operación.....	105

## CAPITULO IX

### Proceso de Inicialización para la operación.

9. Inicialización de la maquina.....	107
9.1 Apagado de la maquina, funcionamiento incorrectos y emergencias.....	108
9.2 Apagado de la maquina.....	108
9.3 Ejecución automática de un programa.....	109
9.4 Parada automática de un programa.....	109
9.5 Cancelación automática de un programa.....	110
9.6 REINICIO DE PROGRAMA.....	110
9.7 Elaboración de un plan de producción.....	110
9.8 Ejecución de un plan de producción.....	111
9.9 Reinicio de un plan de producción después de haber abortado un programa.....	111
9.10 Movimientos de los ejes manualmente.....	112
9.11 Ejes "X" e "Y" libres.....	112
9.12 Eje "Z" libre.....	112
9.13 Funcionamiento del cambiador de mesas.....	113
9.14 Cambio de mesas automático.....	114
9.15 Funcionamiento del laser.....	115
9.16 Encendido del laser.....	115
9.17 Apagado del laser.....	116
9.18 El haz laser encendido.....	116
9.19 El haz laser apagado.....	117
9.20 Abriendo la trampa del haz laser.....	117
9.21 Cerrando la trampa del haz laser.....	117
9.22 Trabajando en el modo de prueba del laser.....	117
9.23 Setting del modo de operación del laser.....	117
9.24 Setting del sub-modo de operación del laser.....	118
9.25 Setting del poder del laser.....	118
9.26 Aplicación de la prueba de fugas.....	118
9.27 Diagnósticos, errores.....	119
9.28 Visualización de entradas y salidas de la maquina.....	119

9.29 Diagnostico remoto por vía de "PC anywhere1" .....	120
9.30 Revisión de la versión del software.....	121
9.31 Cargando de programas de un floppy. ....	121
9.32 Cargado de programas "NC" del disco duro. ....	122
9.33 Descarga de programas "NC" al floppy. ....	122
9.34 Descarga de programas "NC" al disco duro. ....	123
9.35 Descarga de una parte de un programa al floppy.....	123
9.36 Borrado de un programa "NC" del administrador de programas....	124
9.37 Visualización de un texto "NC". ....	125
9.38 Edición de un texto "NC".....	125
9.38.1 Búsqueda de un block en un texto "NC".....	125
9.38.2 Búsqueda y cambio de una función en un texto "NC". ....	125
9.38.3 Búsqueda y cambio de una función en un texto "NC". ....	126
9.38.4 Agregando líneas de texto. ....	126
9.38.5 Copia y pagado de un texto "NC". ....	127
9.38.6 Borrado de un texto "NC" en una posición específica.....	127
9.39 Edición de tablas dentro del texto "NC".....	127
9.40 Usando "Tops 100 lite".....	128
9.41 Inicio y salida de Tops. ....	128
9.41.1 Inicio. ....	128
9.41.2 Salida. ....	129
9.41.3 Cambio a la pantalla de control. ....	129
9.42 Apreciación global de los pasos para programación.....	129
9.43 Actualización de Tops.....	129
9.44 Salvado de datos del cliente. ....	130
9.45 Confirmación de mantenimiento.....	130
9.46 Activación del auto-shutdown (opcional).....	131

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este tema es dar a conocer los pasos que se siguieron para la compra de una máquina de nueva tecnología y poder mejorar un proceso en calidad y costo.

El capitulado del tema se divide en nueve, el capítulo primero nos menciona la trayectoria histórica de Lincoln Electric Mexicana S.A. de C.V. para introducirse en el mercado nacional, así como los volúmenes de producción que marcaron un crecimiento en el mercado nacional e internacional, también se muestran piezas mecánicas de las máquinas de soldar que dieron origen a la compra de nueva tecnología por su diseño que se inclina a la ergonomía.

El capítulo segundo que se llama *Análisis de Mercado y Justificación del Proyecto*, donde se mencionan términos de ingeniería financiera, se muestra la información del estudio que se realizó para tomar la decisión de la compra de un equipo de alta tecnología poco conocida en el D.F.

El capítulo tercero *Concepto de la Máquina*, da a conocer las dimensiones de ésta, así como sus distintos componentes y en forma general la explicación de cada uno de ellos.

El capítulo cuarto *Proceso de Instalación*, en este capítulo se muestra el Lay-out, y requisitos de instalación como son el piso o losa, instalaciones de gases especiales, alimentación eléctrica y aire comprimido, al final de este capítulo se explican las herramientas utilizadas para la fijación y ajuste de la máquina así como una guía general de los pasos que se siguen para su armado.

En el capítulo quinto titulado *Operación* se da a conocer la localización de los tableros y sus componentes así como la acción que ocurre al oprimir cada uno de ellos. De igual forma se explica el contenido de cada menú que es desplegado en la pantalla.

El capítulo seis titulado *Tablas de Tecnología, Parámetros y Dimensiones de Operación*, es la forma en la que se realiza el ajuste de la máquina y parámetros de corte como son velocidades y avances, así como la potencia del rayo laser y diferentes herramientas que hacen que este modelo de máquina sea de las amigables.

El capítulo siete titulado *Control de la Producción*, nos muestra un avance en tecnología, pues en él se explica cómo se puede realizar un programa de producción sin la necesidad de que un operador o gente que este alrededor de la máquina arriesgue su integridad física.

---

Capítulo ocho *Parámetros para Mantenimiento*, una de las cualidades de esta máquina es su mantenimiento autónomo, llamado de esta forma, por las herramientas incluidas en el sistema que permite ir llevándolo a cabo por medio de mensajes enviados por el sistema tanto en partes físicas como del propio sistema.

El último capítulo que es el número nueve titulado *Inicialización de la Máquina para su Operación*, este capítulo explica el procedimiento para el encendido y apagado de la maquina, así como la ejecución de distintas funciones que pueden llegar a presentarse al momento de estar operándola.

## Capítulo I

Lincoln Electric y su Evolución  
en México.

## 1. Lincoln Electric Co.

A continuación se describe el nacimiento de la empresa Lincoln Electric Co. y su evolución en sus productos y beneficios a sus colaboradores.

**1895** John C. Lincoln funda una compañía bajo el nombre de Lincoln Electric con una inversión importante de \$200.00 Dll. El producto: motores eléctricos, de su propio diseño.

**1900-1919** John C. el hermano más joven integra a la compañía a James F. Lincoln como vendedor en el años de 1907. Entretanto, la línea de productos es extendida incluyendo cargadores de baterías para los automóviles eléctricos. En el año de 1909 se fabrica el primer lote de soldadura. En 1911 Lincoln Electric introduce la primera máquina de soldar portátil en el mundo.

En 1914, deseando concentrarse en la investigación científica, John C. vuelve a tomar las riendas de la compañía por encima de James F. Lincoln. James F. introduce el pago por pieza fabricada (destajo). En 1915 Lincoln les otorga un seguro de vida grupal a los empleados.

En 1916 Lincoln Electric Canadá fue incorporada para distribuir sus productos en los Estados Unidos. El siguiente año, Lincoln Electric funda la escuela de soldadura. La escuela ha especializado a más de 100,000 personas desde su creación en 1917.

**1920-1939** En 1922 la fabricación de soldadura supera por primer vez la fabricación de motores eléctricos, volviéndose el primer negocio de la compañía. En 1927, Lincoln presenta el **FLEETWELD 5** que es un electrodo cubierto que produce soldaduras con resistencia a la tensión de 20 a 50 % más alta y 100 % más dúctil; muy superior al de otros fabricantes de electrodos desnudos.

En el año de 1923 Lincoln Electric otorga a los empleados vacaciones pagadas siendo el primero en la nación. Es la primer compañía que otorga al empleado un plan de propiedad accionario comenzando en el año de 1925. Los empleados reciben su primer paga extraordinaria del incentivo anual en 1934. Durante la década de la gran depresión paga al obrero más del doble, por que los electrodos que se vendían \$0.16/lb en el año de 1929 se estaban vendiendo en menos de \$0.06/lb por el año de 1942.

Después de trabajar 12 años para perfeccionar una soldadura dúctil, John Lincoln creó una aleación tan flexible como el acero.

En 1933 es publicado el libro de procedimientos **Procedure Handbook of Arc Welding Design**, a la fecha se encuentra en la 13 edición. Más de dos millones de copias de este libro han sido vendidas. En 1936, James F. Lincoln funda la organización **Arc Welding Foundation** como una organización educativa no lucrativa. Ese mismo año se nombra a William I. como vendedor para recorrer el mundo y como resultado es creada Lincoln Electric Co. Pty. S.A.. en Australia.

**1940-1949** La Segunda Guerra Mundial genero como negocio una expansión dramática a Lincoln Electric. En seguida empieza a reclutar muchos obreros, la mayoría del sexo femenino. La producción de motores fue suspendida para enfocar todos los recursos en apoyo al tiempo de guerra.

**1950-1969** En 1951, construyó una moderna planta en Euclid, Ohio. En 1953 nace Lincoln Electric Francia S.A. En los años 50's surgen más innovaciones como son Jetweld fast-fill electrodos bajos en

hidrógeno, Innershield self-shielded flux-cored electrodos en forma de alambre. En 1959, John C. Lincoln falleció.

En los años 60's, los motores eléctricos vuelven a la línea de productos de la compañía ganando un premio por su innovador diseño. James F. Lincoln falleció en 1965.

**1970-1989** Lincoln Electric entra en una nueva era de dirección profesional, con las promociones de George E. Willis como presidente y William Irrgang como presidente en 1972. En 1977 la planta de Ohio se pone en marcha produciendo consumibles. En los primeros años de los 80's siendo años difíciles, las ventas de Lincoln caen un 40% por efectos combinados de la inflación, la energía cuesta más y existe un retroceso nacional. Aun con esto se garantizó un empleo continuo donde ni un solo empleado fue despedido. En 1986, George E. Willis fue nombrado presidente, el Sr. Willis perseguía un curso de expansión en el extranjero; donde Lincoln Electric obtuvo un interés en controlar el funcionamiento industrial en 16 países.

**1990-1995** En 1992 el Sr. Hastings se vuelve presidente y Frederick W. Mackenbach es promovido a la presidencia. En 1991, es renovada la tecnología de la soldadura y el funcionamiento del centro de entrenamiento. En 1993, durante la reorganización global, Don Hastings y Fred Mackenbach propusieron a los empleados de la compañía conseguir record en nivel de producción y ventas, ellos respondieron posponiendo voluntariamente 614 semanas de vacaciones para satisfacer la demanda de los clientes. Lincoln Electric agregó a su plantilla más de 600 nuevos empleados durante 1994. El 8 de Junio de 1995 celebrando el centenario de la compañía en agradecimiento a John C. Lincoln es abierta una innovadora fábrica de motores, la compañía logra una meta en ventas de un billón de dólares.

**1996** La mesa de directores nombra a Anthony A. Massaro como presidente, el 1 de noviembre el Sr. Massaro es nombrado Presidente y jefe ejecutivo funcionario.

Una multi-millonaria inversión es aceptada por la mesa de directores para la actualización e investigación en soldadura. Las actividades de la expansión incluyen la adquisición de Electronic Welding Systems (EWS) en Italia, una arriesgada unión con China, Yakarta e Indonesia.

En 1997 con Anthony A. Massaro como presidente de la compañía siendo el sexto presidente con 102 años como líderes mundiales en la industria de la soldadura. En la muestra mercantil en el mes de abril de la American Welding Society se introducen muchos productos que son el resultado de un nuevo proceso de desarrollo, Lincoln se compromete a generar un constante crecimiento alrededor del mundo.

**1998** siendo años de expansión se abre una planta para fabricar electrodos en Shanghai, China y adquiere la compañía Uhrhan & Schwill en Alemania que es el principal diseñador de tuberías soldadas para los sistemas de molinos. Además, Lincoln asegura su capacidad de fabricación de alambre de aluminio adquiriendo la compañía canadiense, Indalco, líder global en fabricar alambre de aluminio y varilla. En otros acontecimientos globales, Lincoln Electric asegura un 50% adquiriendo a la compañía As Kaynak, productor turco que es el principal fabricante de consumibles de soldadura y abre un centro de distribución en Johannesburg, Africa del Sur.

En 1998, Lincoln realiza por sexagésima quinta vez consecutiva su paga extraordinaria a los empleados y logra por quinta vez consecutiva su mejor desempeño financiero.

### 1.2 Lincoln Electric Mexicana S.A. de C.V.

En México, la marca Lincoln era distribuida por una empresa llamada ARMCO S.A. de C.V. (Del grupo Aceros Nacionales) como representación comercial únicamente. La necesidad de cubrir fuertemente el mercado mexicano provocó en los accionistas de Lincoln la decisión de establecerse como una empresa sólida que ofreciera a sus compradores calidad y servicio directo.

Para lograr este propósito, es comprada la empresa SIGMA S.A. de C.V., la cual fabricaba máquinas soldadoras. Al mismo tiempo compro el terreno donde se ubicaba ARMCO S.A. de C.V. e inicia operaciones el **2 de marzo de 1988 como una empresa fabricante de electrodo revestido, equipo de oxigas y máquinas de soldar.** Con esta operación comercial, Lincoln se convirtió en el segundo mejor fabricante en su ramo. En 1992, accionistas del Grupo Lanzagorta (dueños de Champion Internacional) reciben una propuesta en la que Lincoln compraba el paquete accionario de esta empresa. La visión de los directivos de Lincoln fue abarcar el 45 % del mercado mexicano e iniciar desde México una estrategia comercial hacia Centro y Sud América.

Lincoln Electric Mexicana es una empresa subsidiaria de The Lincoln Electric Co. La estructura la conforman dos plantas de manufactura situadas en México, D.F. y Torreón, Coahuila; además de 14 sucursales ú oficinas y 40 representantes técnicos respaldados por un equipo de 700 colaboradores. Se garantiza la calidad de los productos, Lincoln Electric Mexicana que cuenta con las siguientes certificaciones: ISO 9001 y QS-9000

En el año 2000 David Leblanck director de Lincoln Electric empuja al personal de ingeniería para obtener la fabricación de un modelo de máquina llamado Power Mig 200, con la cual se obtendría un crecimiento dentro del mercado de América del Centro, Sud América y los Estados Unidos. Al mismo tiempo se estaba desarrollando un modelo de máquina diseñado en México para uso casero llamada Hobby weld.

Para poder ganar la fabricación de los dos modelos fue necesario pensar en las carencias y deficiencias que existían dentro de la planta, en todos los departamentos, puesto que los volúmenes que se pretendían fabricar eran muy atractivos pero con la maquinaria y sistemas actuales de logística resultaría un fracaso.

Los volúmenes que se pretendían fabricar se muestran en la siguiente tabla1.

Modelo	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	
Power Mig 200	500	700	700	700	800	900	1000	1000	1000	1000	1000	
Hobby Weld	1000	1000	2000	2000	2000	4000	4000	4000	8000	8000	8000	

Tabla 1.

### 1.3 Configuración de una máquina para soldar.

La evolución en el diseño de máquinas para soldar crea la necesidad de adquirir nuevas tecnologías, con las cuales se pueda obtener diseños ergonómicos y modernos.

Las nuevas tecnologías facilitan los procesos de manufactura, sin ellos sería muy complicado y costoso fabricar piezas como las que a continuación se muestran Fig. 1 y 1.1.

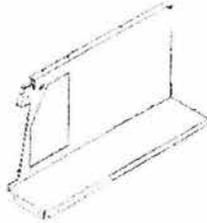


Fig. 1 Bastidor

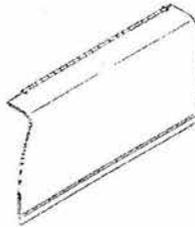


Fig. 1.1 Puerta izquierda.

Las dos piezas arriba mostradas son parte de una máquina para soldar por medio de micro alambre. Este tipo de máquinas no hubiera sido posible fabricarlas en Lincoln Electric Mexicana S.A de C.V. sin la adquisición de nueva tecnología, como lo es una máquina cortadora por medio de rayo laser. En la figura 1.2 se muestra un dibujo explosionado de la maquina para soldar que dio origen a un nuevo proyecto.

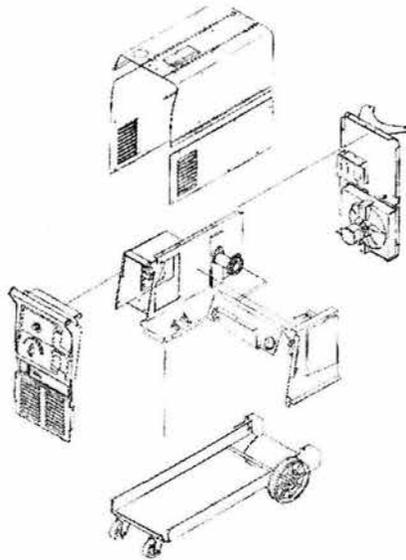


Fig. 1.2 Dibujo explosionado de una maquina  
Para soldar MIG.

## Capítulo II

Análisis de Mercado y  
Justificación del Proyecto.

---

## **2. TRES ANÁLISIS PREVIOS FUNDAMENTALES: PRODUCTO/SERVICIO, DEMANDA Y COMPETENCIA.**

### **2.1 Análisis del producto.**

Al inicio se tenía una idea general de lo que la empresa pretendía ofrecer en el mercado. En esta fase se definió bien todas las características del producto.

Este análisis trata temas tales como:

- Definición del producto.
- Características técnicas.
- Necesidades que cubre.
- Ventajas comparativas.
- Presentación, imagen, embalaje, etc.
- Costo unitario.
- Evolución futura del producto.

Con este análisis se determinó las ventajas comparativas del producto con respecto a otro similar o igual que ya existe en el mercado. Entendiendo por ventaja comparativa cualquier característica de un producto o servicio que lo diferencia, mejora o hace más atractivo con respecto a otros productos de las empresas competidoras.

Algunas de ellas son: nuevas prestaciones del producto, menor costo, mayor calidad, mejor presentación, trato más especializado a los clientes, mayor capacidad de adaptación por parte de la empresa a los cambios, etc.

A su vez se hizo un balance de lo que se denominan puntos fuertes y puntos débiles de la empresa. Capacidad para explotar oportunidades que se presentan y amenazas a superar para desarrollar todo el potencial de la compañía.

Los puntos fuertes se identifican normalmente con las mismas ventajas competitivas, estos pueden ser: tecnología empleada, características del producto, estructura financiera de la empresa, la promoción y publicidad empleadas, costos, equipo humano con el que se cuenta y una buena gestión.

Una vez que el producto está en la calle se solicita un seguimiento sobre su comportamiento entre la clientela y sobre las modificaciones que realice la competencia, si es necesario, modificar los aspectos del producto que se estimen convenientes.

Otro aspecto relacionado con el propio producto que se pretende ofertar y en estricta vinculación con determinados aspectos del marketing es el Ciclo de vida del producto (CVP).

### **2.2 Análisis de la demanda.**

En el análisis de la demanda se identificó a la clientela potencial y cuáles son sus características (productos y giro).

En primer lugar, y antes de analizarlo, fue segmentado el mercado, dividiéndolo en sectores (nichos) de clientela potencial, en la que se concentro todo el esfuerzo para sacar de ellos el mayor número posible de datos.

¿Qué información se pretendía obtener realizando el análisis de la demanda/mercado? Sencillamente si lo que en un futuro va a ofrecer la empresa satisface algún tipo de necesidad. La demanda no es más que el reflejo del deseo que tiene el mercado (la clientela) de satisfacer esa necesidad concreta.

Se considero información procedente del mercado. Por ejemplo: que cantidad de demanda existe, en que puntos está localizada y si existe una empresa que ya satisface esa demanda.

Sé tenía que conocer el comportamiento consumista, que es el conjunto de acciones que lleva a cabo una persona o una organización desde que tiene una necesidad hasta el momento que efectúa la compra y usa posteriormente el producto. Las causas que motivan la compra de productos más comunes son:

La tecnología, calidad, presentación, precio, imagen y tamaño, publicidad que realiza y servicio postventa etc.

Finalmente, se analizaron los datos e interpretaron los resultados obtenidos.

En cualquier caso, este tipo de estudios se debe de realizar cada cierto tiempo para chequear el estado de demanda, sobre todo para determinar el grado de satisfacción de la clientela y sus nuevas expectativas y necesidades.

### **2.3 Análisis de la competencia.**

Íntimamente ligados el análisis de demanda y competencia de otras empresas que ofertan en el mercado productos iguales o similares. En este análisis sé determinaron aspectos clave tales como:

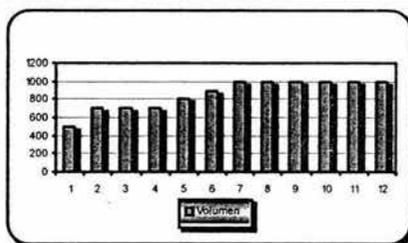
- Identificación de la competencia actual y su potencial.
- Producto o servicio que ofrecen y características principales.
- Mercado en el que opera y demanda que satisface.
- Precios y créditos que facilita.
- Canales de distribución utilizados.
- Promociones y métodos publicitarios de captación de clientela.
- Tamaño de su empresa y tecnología que emplea.

También se analizaron los puntos fuertes y débiles de esas empresas de la competencia, con los mismos términos establecidos se realizo un análisis de la empresa.

Estos análisis son muy importantes para ver si verdaderamente existen las ventajas comparativas con respecto a la competencia de nuestro producto. En un mercado no es posible desenvolverse sin conocer el mayor número posible de datos de las empresas con las que se compiten.

Es posible que la idea original del proyecto, el producto que se pretende lanzar, no cuente con ningún tipo de competencia o esta no esté presente en el mercado. En ese caso no será necesario este análisis pero hay que tener en cuenta que la aparición de la competencia se producirá tarde o temprano.

Ya terminados todos estos estudios la información enviada y vista en una gráfica es la siguiente:



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volumen	500	700	700	700	800	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000

**Figura 2.0**

En la figura 2.0 solo se aprecia el volumen considerado para un año, el volumen para los próximos cuatro años es de 1200 máquinas.

#### **2.4 Análisis de costos / beneficio.**

Teniendo como establecido que un proyecto es el proceso de búsqueda y hallazgo de una solución inteligente al planteamiento de un problema, con la intención de resolver una de muchas necesidades humanas, es indispensable entender que tal acción se toma sobre la base de una decisión que justifique la aplicabilidad del proyecto, y dado que la limitación de los recursos disponibles obliga a que sean destinados conforme a su mejor aprovechamiento.

Tal aplicabilidad o viabilidad del proyecto (económico y/o social) obedece a estimar las ventajas y desventajas de asignar recursos a su realización, asegurando así la mayor productividad de los recursos.

A continuación se menciona la definición para entender el análisis de costo beneficio.

##### **2.4.1 Análisis costo / beneficio.**

Es el colocar cifras en dólares para diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo se estima el impacto financiero acumulado de lo que se quiere lograr.

Se utiliza el análisis Costo / Beneficio para comparar los costos y beneficios de las diferentes decisiones. Un análisis de Costo / Beneficio por sí solo puede no ser una guía clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que se deben tomar en cuenta, Ej. La seguridad, obligaciones legales y satisfacción del cliente.

##### **¿Cómo se utiliza?**

El análisis de Costo / Beneficio involucra 6 pasos:

1. Llevar a cabo una lluvia de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de las decisiones.

2. Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos, como la mano de obra, son exactos mientras que otros deben ser estimados.
3. Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios en dólares para cada decisión.
5. Poner las cifras de los costos y beneficios totales en forma de relación donde los beneficios son el numerador y los costos el denominador.
6. Comparar la relación beneficio-costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros es aquella con la relación más alta beneficio-costos.

#### 2.4.2 Consejos para la construcción / interpretación.

- Aunque es deseable que los beneficios sean más grandes que los costos, no existe una respuesta única de cual es la relación ideal de beneficio a costo.
- Como se indicó anteriormente, los beneficios tales como las responsabilidades legales y la seguridad pueden ser beneficios escondidos que no son evidentes en el análisis original.

#### 2.5 Métodos para el análisis costo / beneficio (Time-value of money)

Diferentes métodos pueden ser utilizados para calcular la relación Costo / beneficio. Los métodos más sofisticados consideran el Tiempo-Valor del dinero como parte del análisis Costo / beneficio. El tiempo – valor del dinero, también conocido como factor de descuento, es simplemente un método utilizado para convertir “IRR” el Valor Futuro del dinero en Valor Presente (dólares futuros dólares presentes). Se basa sobre la premisa de que el dólar de hoy tiene más valor que un dólar en unos años en el futuro debido a los intereses o a la ganancia que se pueda obtener. Incluir el tiempo – valor del dinero, puede ser crucial para la salud financiera de una organización ya que los esfuerzos por mejorar pueden requerir de compromisos de capital por un periodo de tiempo prolongado.

Los métodos comunes para el Análisis de Costo / beneficio incluyen:

- Punto de Equilibrio (Breakeven Point)
- Periodo de Devolución (PayBack Period)
- Valor presente Neto (Net Present Value)
- Tasa Interna de Retorno (Internal Rate of Return)

##### 2.5.1 Punto de equilibrio (breakeven point “BP”).

Observar el punto de equilibrio para realizar un esfuerzo por mejorar es una de las formas más sencillas de hacer el análisis de Costo / beneficio. El punto de equilibrio es el tiempo que tomaría para que el total de los ingresos incrementados y/o la reducción de gastos sea igual al costo total. Sin embargo, no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, su fórmula es la siguiente:

$$PE = (\text{Costo} + \text{Total de ingresos incrementados y/o reducción de gastos}) \times 12 \text{ (meses)}$$

**2.5.2 Período de Devolución (payback period exercise).**

El periodo de devolución es el periodo requerido para recuperar el monto inicial de una inversión de capital. Este método calcula la cantidad de tiempo que se tomaría para lograr un flujo de caja positivo igual a la inversión total. Toma en cuenta beneficios, tales como el valor asegurado. Este método indica esencialmente la liquidez del esfuerzo por mejorar un proceso en vez de su rentabilidad. Al igual que el análisis del punto de equilibrio, el del periodo de devolución no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, su fórmula es la siguiente:

$$\text{Periodo de Devolución} = \frac{\text{Costo} - \text{Valor asegurado} + \text{total de ingresos incrementados y/o reducción de gastos}}{\text{Ingreso neto}} \times 12 \text{ (meses)}$$

**2.5.3 Valor presente neto (net present value (NPV)).**

El "NPV" representa el Valor Presente (PV) de los flujos salientes de caja menos la cantidad de la inversión inicial (i)

$$\text{Simplemente NPV} = \text{PV} - I$$

El Valor Presente del flujo de caja futuro es calculado utilizando el costo del capital como un factor de descuento. El propósito del factor de descuento es convertir el "IRR" en un valor futuro del dinero en valor presente (dólares futuros a dólares presentes) y se expresa como  $1 + \text{tasa de interés (i)}$ .

La tasa de interés es el factor de descuento expresado en porcentaje siendo este variable y se calcula de la siguiente forma:

$$(1 + \text{factor de descuento})$$

El "PV" es calculado con la siguiente formula:

$$\text{PV} = \frac{\text{ingresos} + \text{valor asegurado}}{(1 + \text{factor de descuento})^t}$$

**2.5.4 Tasa interna de retorno (internal rate of return "IRR").**

La tasa interna de retorno es la tasa de interés que hace la ecuación de la inversión inicial (I) con el valor presente (PV) de los futuros flujos de caja entrantes. Esto es, a la tasa interna de retorno,  $I = \text{PV}$  o  $\text{NPV} = 0$

Cuando se calcula la "IRR", el "NPV" se fija a cero y se resuelve para un interés (i).

**2.6 Recolección de datos y análisis de costo / beneficio.**

Hasta el momento sólo hemos mencionado la palabra producto, en esta etapa conoceremos de que producto estamos hablando, nuestra compañía se dedica a la fabricación de máquinas para soldar por medio de electrodo revestido y micro-alambre.

Su capital de origen americano y corporativo Cleveland, vio la necesidad de trasladar la fabricación de componentes y ensamble de una máquina para soldar por medio de micro-alambre a las instalaciones de

México D.F., su objetivo principal era el observar la capacidad para la implantación de una línea de ensamble nueva y todo lo que su alrededor se necesitaba:

- Fabricación de herramientas (troqueles, dados para dobles, dispositivos para ensamble etc.
- Logística de materiales de importación y nacionales.
- Procesos adicionales (casetas de soldadura, área de pintura etc.
- Maquinaria e instalaciones.

De esta forma surgió el comprar una máquina de alta tecnología, para poder entregar la calidad y el servicio que el cliente solicita.

Después de observar y analizar la maquinaria, se tomó la decisión de adquirir una máquina cortadora de metal por medio de rayo laser.

### 2.6.1 1er. Paso (recolección de cotización de un proveedor que cuenta con esta tecnología en México).

Después de buscar un proveedor que estuviera cercano a las instalaciones de la empresa, por cuestiones de costo y por que el proceso en ese tiempo no era muy común por lo costoso de la máquina, encontramos a **BUHLER** una empresa localizada en Toluca Edo. De México de capital francés.

Se les planteó el volumen de piezas requeridas y sin ningún problema aceptaron hacer negocio. La entrega de información técnica necesaria, como son el tipo de lámina requerido para las piezas (lámina negra de primera clase), calibre de lámina para cada pieza (espesor), forma de empaque, y sobre todo un punto muy importante el tiempo de entrega y costo de cada pieza. Estos se muestran en la figura 2.1:

COSTOS POR PIEZA (MAQUILA)								
Item	Codigo	Calibre lamina	Cantidad de piezas	Costo por pieza (\$)	Costo total (\$)	Peso de la pieza Kg.	Costo x Kg mat. Prima (\$)	Costo del corte (\$)
1	L10967	16	1000	117.86	117,860.00	6.059	6.00	81.506
2	G37177	16	1000	90.36	90,360.00	4.064	6.00	65.976
3	L10985	16	1000	34.70	34,700.00	1.088	6.00	28.172
4	L11406	16	1000	37.98	37,980.00	1.814	6.00	27.096
5	M19224	12	2000	19.64	39,280.00	6.605	6.00	16.011
6	L10971	16	1000	52.38	52,380.00	5.189	6.00	21.246
7	L10983	16	1000	41.90	41,900.00	1.930	6.00	30.320
8	G3531	16	1000	133.57	133,570.00	4.064	6.00	109.188
9	L11409	16	1000	52.38	52,380.00	2.610	6.00	36.720
10	G3579	16	1000	44.52	44,520.00	0.871	6.00	39.295
11	L10970	16	1000	70.71	70,710.00	6.059	6.00	34.356
12	L10986	12	1000	61.69	61,690.00	4.572	6.00	34.258
13	L11407	12	1000	154.66	154,660.00	12.700	6.00	78.460
14	M19223	16	1000	39.93	39,930.00	1.200	6.00	32.730
15	L10969	16	1000	28.81	28,810.00	2.140	6.00	15.970
16	M19300	16	1000	24.38	24,380.00	3.990	6.00	0.440
17	M17640	12	1000	26.76	26,760.00	1.322	6.00	18.828
<b>TOTAL</b>				<b>18,000.00</b>	<b>1,032,233.00</b>	<b>1,051,870.00</b>	<b>60.28</b>	<b>670.570</b>

RESUMEN	
Costo total por maquila x una maquina (con material)	1,051.87
Costo total por maquila x 1000 maquinas (con material)	1,051,870.00
Costo total por maquila x una maquina (sin material)	670.57
Costo total por maquila x 1000 maquinas (sin material)	670,570.00

Figura 2.1

De esta tabla se desprenden datos sumamente importantes, los cuales condujeron al éxito del proyecto, que era la adquisición de la máquina, entre ellos destacan:

1. Volúmenes requeridos de cada pieza de un total de 17 piezas diferentes. (columna 4)
2. El costo por pieza obtenido por un maquilador. (columna 5)

- El costo del corte, se dice así por que el costo del proveedor era incluyendo la materia prima, este dato fue necesario para realizar un comparativo. El cálculo se obtuvo de una manera muy sencilla y a continuación se menciona. (columna 9)

Costo del corte = costo por pieza – (costo mat. Prima por kilogramo)x(peso de la pieza)

- Y al final de la tabla un resumen de los totales.

### 2.6.2 2°. Paso (comparativo entre maquila y compra del equipo).

Con los datos obtenidos en la figura 2.1 se genero la siguiente información (Figura 2.2):

RELACION DE COMPARATIVO DE INVERSIÓN DE EQUIPO PARA POWER MIG 200		
OPCIÓN 1		
Laser TRUMPF CO2 TLF 1800 turbo L2530		
Precio de lista	397,440.00Usd.	
Equipo accesorios	23,000.00Usd.	
Costo estimado instalación	40,000.00Usd.	
Total	460,440.00Usd.	1
Operaciones	Corte por laser	
Proceso	Terminado de pieza a un 70% antes de pintura	
COSTO ACTUAL DE LA MAQUILA DEL CORTE POR LASER		
Volumen estimado de	1,000.00Maq/mes	
Costo maquila por maquina	67.05Usd.	
Costo total por 1000 Maq/mes	67,050.00Usd.	2
COSTO DE OPERACIONES DE MÁQUINA LASER		
Mo (mano de obra)	5.24 Usd/Hr	
Gastos variables		
CO2 (Borrón de carbono)	0.003Usd/Hr	
He (Helio)	0.146Usd/Hr	
N2 (Nitrógeno)	0.024Usd/Hr	
O2 (Oxígeno)	1.315Usd/Hr	
Aire 90 Psi @ 26 FL3/min (Aire comprimido)	0.475Usd/Hr	
Energía eléctrica 40 Kw/hr	4.063Usd/Hr	
Consumibles	6.972Usd/Hr	
Otros gastos variables	2.300Usd/Hr	
Total de costo (horas)	20.562Usd/Hr	3
Horas estimadas para corte laser	0.483Hr/maq	4
Costo del corte (\$/maq)	9.931Usd/maq	5 = 4x3
Volumen estimado de	1,000.00maq/mes	
Costo total por 100 Maq/mes	9,931.45Usd.	6
Diferencia maquila Vs. Mano de obra LEM	57,118.55Usd/1000 maq	7 = 6-2
Diferencia maquila Vs. Mano de obra LEM	57.12	8
Retorno reinversión (sin intereses)	8,459.00Producción requerida para depreciar	
Volumen estimado de	1,000.00Maq/mes	
Retorno inversión en años	8.46 meses	

Figura 2.2

En este comparativo se pueden observar los siguientes datos:

- Total de la inversión.
- Costo de maquila.
- Costo de mano de obra adquiriendo la máquina.
- Horas estimadas para el corte adquiriendo la máquina.
- Costo del corte adquiriendo la máquina.
- Costo total por el volumen requerido de máquinas de soldar.
- Diferencia del costo de maquila (volumen total).
- Diferencia del costo de maquila (por máquina).
- Retorno de la inversión en volumen de máquinas.
- Retorno de la inversión en meses.

## 2.6.3 3er. Paso (análisis de la propuesta de inversión).

En figura 2.3 se observan los datos siguientes:

Maquina cortadora laser													Años				
Análisis de propuesta de inversion													2	3	4	5	
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Maquina																	
Unidades	500	700	700	700	800	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	12,000	12,000	12,000	12,000
Cost. Por unidad	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	84,38
Cost. Por mesajete	31,515	48,935	48,935	48,935	53,640	62,345	67,050	67,050	67,050	67,050	67,050	67,050	67,050	804,600	804,600	804,600	773,328
Maquina laser																	
Inversion	562,289																
Cost. De oper a unidad	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Cost. Laser	5000	7000	7000	7000	8000	9000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	120,000	120,000	120,000	120,000
Incremento Cash flow laser	562,289	38,825	39,835	39,835	39,835	45,440	51,345	57,050	57,050	57,050	57,050	57,050	57,050	652,320	652,320	652,320	652,320
Cash flow acumulativo	562,289	523,764	493,829	453,804	413,959	368,319	316,974	259,924	202,874	145,824	88,774	31,724	-25,328	649,839	1,302,259	1,954,579	2,606,899
PV periodo cash flow	562,289	26,922	37,333	36,979	36,628	41,463	46,203	50,849	50,367	49,888	49,415	48,946	48,481	524,700	470,583	422,047	378,518
NPV año 0	562,289																
NPV año 1	523,474																
VPV año 2-5	1,795,648																
NPV Proyecto @ 5 año	1,787,037																
IRR	11.7%																
Factor de descuento	11.5%																

Inversion	
Maquina laser	397,440
Accesorios	30,000
La Transporte	5,445
Impuestos importacion	12,983
Honorarios de agente	2,000
Transporte	3,300
Capacitacion	10,000
Instalacion	40,000
PC & software	10,000
Contingencias	51,117
Total inversion	562,289

Figura 2.3

1. Unidades requeridas (volumen de máquinas)
2. Costo unitario por máquina, este valor fue obtenido en las tablas anteriores.
3. Costo de la maquila dependiendo del volumen requerido por mes.
4. Inversión total de la máquina.
5. Costo unitario de operación de la máquina.
6. Costo del corte, utilizando el costo unitario de operación con el volumen requerido por mes.
7. Incremento del cash flow.
8. Acumulativo del cash flow.
9. Los cálculos del PV, NPV, IRR y el factor de descuento, del como se obtuvieron estos valores es explicados al inicio de este capítulo.

## Capítulo III

Descripción del Modelo  
Laser TC L 2530.

### 3. Concepto de la máquina.

La máquina TC L2530 es un sistema laser para corte CNC, fue diseñado para trabajar con piezas planas, el haz del láser es guiado por un sistema de espejos hasta la cabeza del láser que es la herramienta. Los espejos y la cabeza se localizan en los ensambles de la máquina. Esta provista por una regulación de altura que es capaz de mantener una distancia constante entre la punta de la cabeza y la pieza que se está trabajando.

La máquina puede ser equipada con un sistema de cambiador de mesas que es optativo, este sistema automático realiza los intercambios de acuerdo con la pieza de trabajo que se está terminando con la mesa que tiene una pieza no terminada. Las mesas pueden cargarse y descargarse mientras la maquina está en marcha, esto reduce el tiempo en que la máquina está fuera de servicio, el sistema se puede complementar con un dispositivo de carga que es opcional.

#### 3.1 Especificaciones técnicas.

TC L 2530			
Peso total	Sin cambiador de paleta	6400 Kg.	
	Con cambiador de paleta	8200 Kg.	
Rango de trabajo	Sobre el eje X	2500 mm	
	Sobre el eje Y	1250 mm	
	Sobre el eje Z	115 mm	
Rango de rebase.	Sobre el eje X	-16 / + 88	
	Sobre el eje Y	-16 / + 64	
	Sobre el eje Z	-2 / +16	
Max. Rango de carrera.	Sobre el eje X	2588 mm	
	Sobre el eje Y	1305 mm	
	Sobre el eje Z	118 mm	
		Con cambiador de paleta.	Sin cambiador de paleta
Dimensiones	Largo.	aprox. 6500 mm	aprox. 6500 mm
	Ancho.	aprox. 2400 mm	aprox. 4800 mm
	Altura	aprox. 2000 mm	aprox. 2000 mm

TC L 2530		
Control	SINUMERIK 840D TRUMPF CNC	
Terminales elec.	Para TLF 1800t	55 KVA
Fusibles (400 Volts)	Para TLF 1800t	80 A
Consumo de aire comprimido	33 m <sup>3</sup> /hr. = 550 Lts/min.	
Controles	tre ejes X, Y,Z	Servo motores AC 3 fases (libres de mantenimiento)
Velocidad	Velocidad de posicionamiento máxima.	
	Ejes paralelos.	60 m/min
	Simultaneos	85 m/min
Presición	Por programación	0.01 mm
	Presición de posicionamiento	± 0.1 mm
	Repetitibilidad	± 0.03 mm
Poder max. En modo CW	TLF 1800t	1800 Watts.
Max. Espesor de material.	TLF 1800t	12 mm

### 3.2 Dirección axial.

La máquina tiene 3 ejes, como se muestra en la figura 3.1.

El eje X tiene movimiento horizontal sobre la cabeza de corte.

El eje Y tiene movimiento horizontal sobre la cabeza de corte.

El eje Z tiene movimiento vertical sobre la cabeza de corte.

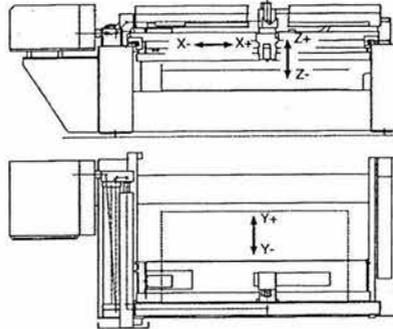


Fig. 3.1

### 3.3 Sub-ensambles de la máquina.

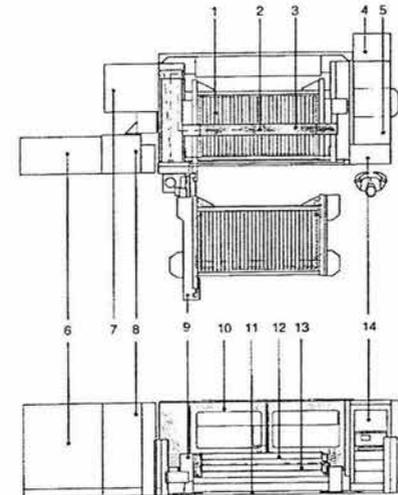


Fig. 3.2

1 Soporte para la pieza de trabajo.

2 Cabeza de corte.

3 Unidad de movimiento.

4 Generador RF.

5 Gabinete de switch.

6 Unidad de enfriamiento.

7 TLF laser.

8 Unidad de succión.

9 Cambiador de mesas.

10 Puertas.

11 Depósito pz. pequeñas.

12 Mesa "A"

13 Mesa "B"

14 Panel de control.

En la tabla siguiente se mencionan las partes que componen la maquina haciendo referencia a la fig. 3.2:

Item	Función
1 Soportes para la pieza de trabajo (mesas)	Soportar la placa de lámina y piezas son de acero inoxidable.
2 Cabeza de corte	y suministra el gas de corte.
3 Unidad de movimiento	A través de flecha y piñón traslada al eje "X" e "Y"
4 Generador RF	Su función excitar a los gases para el laser.
5 Gabinete de switch	Almacena la unidad de control CNC, circuitos lógicos, suministros de energía eléctrica etc.
6 Unidad de enfriamiento.	Se encarga del enfriamiento del laser y sus espejos.
7 TLF laser 1800 t	Genera el haz laser.
8 Sistema de extracción	Se encarga de extraer del sistema los humos y partículas generadas por el corte.
9 Cambio de mesa	Sistema que permite el cambio de mesa mientras la máquina esta en proceso.
10 puerta de seguridad.	Resguarda el área de trabajo de la máquina.
11 Deposito de rebaba y polvo.	Depósitos que se pueden quitar para la limpieza de rebaba y chatarra.
12 Mesa A	Paleta que permite la carga y descarga con la máquina en marcha.
13 Mesa B	Paleta que permite la carga y descarga con la máquina en marcha.
14 Panel de control y control del laser	Central del operador.

### 3.4 Unidad de movimiento.

La unidad de movimiento es un soporte de material ligero y soldado. En esta unidad se deslizan los ejes X e Y con el eje Z integrado que es donde esta montada la cabeza de corte, estos ejes hacen su recorrido sobre guías y son impulsados con servo motores de tres fases con un sistema de flecha y piñón.

La maquina TC L2530 es un sistema de corte por láser y trabaja bajo el principio de "lentes ópticos en movimiento", en conjunto con la unidad del láser mientras la pieza de trabajo permanece estacionaria, lo que hace que el proceso sea veloz y exacto en el maquinado.

El rango de movimiento de trabajo está limitado por medio de sensores que detienen el movimiento cuando hay alguna emergencia. (fig. 3.3)

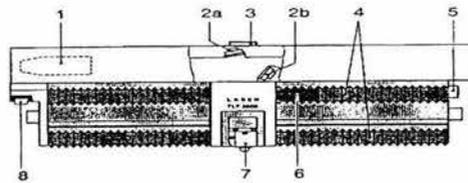
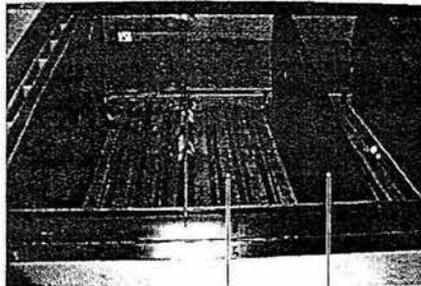


Fig. 3.3

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1 Motor de control eje "Y"   | 5 Guías eje "Y".           |
| 2a Espejo deflector.         | 6 Motor de control eje "Z" |
| 2b AutoLas Plus.             | 7 Cabeza de corte.         |
| 3 Motor de control eje "X".  | 8 Guías eje "Y"            |
| 4 Protecciones de guías "X". |                            |

### 3.5 Sistema de extracción.

El sistema de extracción consiste en seis compartimientos localizados dentro del chasis de la máquina, cada compartimiento se activa cuando el control posiciona la cabeza sobre uno de ellos, entonces el aire es dirigido al extractor de polvo a través de un sistema de conductos. Solamente opera cuando se está cortando, también funciona en el caso de que se traslapen dos compartimientos, pero la fuerza de la succión se concentra en una sola cámara asegurando una evacuación óptima de humos y partículas. (fig. 3.4)



- 1 Hoja vibratoria.  
2 Mamparas.

Fig. 3.4

### 3.6 Depósitos de carbón y partes pequeñas.

La máquina tiene depósitos para carbón producido por el corte, estos mismos se utilizan para recolectar piezas pequeñas. La instalación consiste de los siguientes componentes:

Un sistema neumático hace vibrar una hoja de lámina por debajo de los compartimentos de extracción y por encima de los depósitos de carbón y partes pequeñas. Su función incluye el conducir al carbón y piezas pequeñas a los recipientes que después pueden ser vaciados. (fig. 3.5)

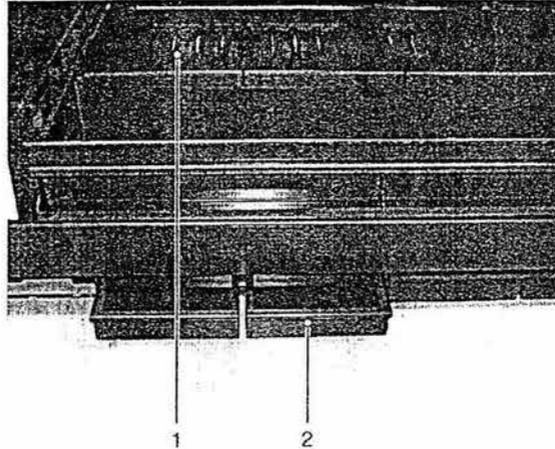


Fig. 3.5

- 1 Hoja vibratoria.
- 2 Depósitos.

### 3.7 Placa de instrumentos.

A esta placa llega el suministro de los gases y está localizada debajo de la unidad laser fig. 3.6.

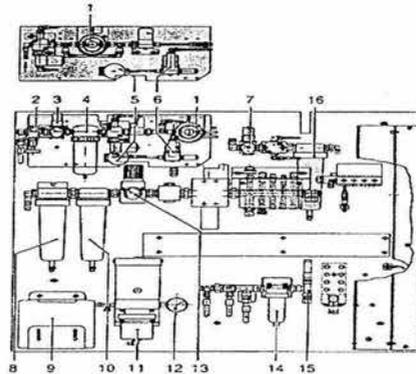


Fig. 3.6

1 Regulador fino p/ presión.	8 Filtro para aire comprimido.
2 Válvula reguladora para alta presión N <sub>2</sub>	9 Contenedor para condensación.
3 Válvula reguladora para presión media.	10 Filtro para aire comprimido.
4 Filtro p/ nitrógeno.	11 Contenedor de grasa principal.
5 Censor de presión.	12 Medidor de presión para grasa.
6 3/2 válvula direccional.	13 Válvula reguladora presión.
7 Válvula reguladora para cabeza de corte.	14 Filtro para gas (O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> )
	15 Válvula de seguridad.
	16 Filtro de carbón activado.

A continuación se mencionan los sistemas que dependen de esta placa de instrumentos:

Elementos.	Función
Cabeza de corte laser	Enfriado de la boquilla, suministro de gas de corte (oxígeno o nitrógeno) retirar el carbón generado por el corte en los barrenos.
Deslizamiento del eje Z	Comprobación de que la cabeza de corte está en su lugar.
Láminas de extracción	Abre y cierra las láminas para la extracción de humos y partículas.
Seguro de la mesa	Realiza el movimiento del seguro de la mesa en el interior de la máquina.
Centro de lubricación.	Conecta el sistema de spray de lubricación y la bomba de lubricación.
Dispositivo de rocío de aceite	Envía pulsos de aire para el rocío de aceite.
Sistema de extracción.	Conexiones de suministro
Balancín de las puertas de seguridad	Abre y cierra el movimiento del balancín de las puertas de seguridad.

### 3.8 Válvula de presión para gas de corte.

La válvula que regula la presión de corte (válvula proporcional) se localiza en una placa cubierta por una tapadera en el lado derecho, al lado del control del eje "Y", ésta permite regular la presión del gas de corte en incrementos de 0.125 bar. o de 0.3 y máximo 20 bar.

Para el nitrógeno la presión de suministro es de aproximadamente 27 bar. y de 15 bar. para el oxígeno.

Por otra parte, el ajuste de presión es  $\pm 20\%$  por medio de un potenciómetro en el panel de control, esto se puede realizar durante el proceso de corte.

En la pantalla integrada en el panel de control se puede ver la presión actual con una exactitud de  $\pm 1$  bar., el tipo de gas no influye para su regulación pero es importante que se cumpla con la pureza requerida.

### 3.9 Salida del haz laser.

El haz laser esta completamente encapsulado en su recorrido entre el resonador y la cabeza de corte, así la radiación del láser no es liberada al exterior, y tampoco puede humear durante el proceso de corte ni infiltrarse al guideway (riel-guia).

Después de salir del resonador, el haz láser invisible viaja primero sobre los elementos ópticos en el lado izquierdo de la máquina, como vista desde el frente.

En esta zona es direccionado tres veces el haz laser y es explicado a continuación:

1. A lo largo de este campo sucede una fragmentación del haz laser volviéndolo más fino.
2. Se optimiza la geometría del haz (diámetro y cambio de enfoque) a lo largo del telescopio, esto se realiza por medio del espejo de salida con un espejo cóncavo (ver la figura 3.7)
3. Cambio de fase.

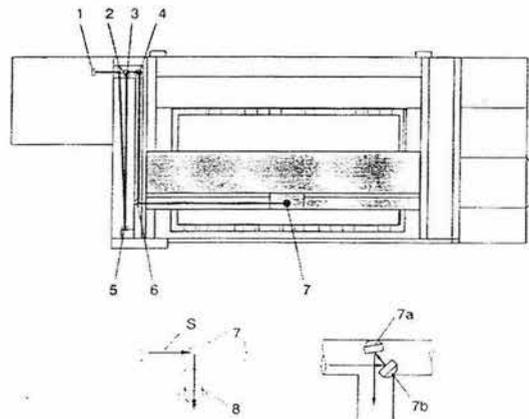


Fig. 3.7

- |                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Espejo de salida.     | 6 Espejo deflector Y/X.       |
| 2 Espejo deflector X/Y. | 7 Espejo deflector X/Z.       |
| 3 Espejo deflector Y/X. | 7ª Espejo deflector y         |
| 4 Cambio de fase.       | 7b Espejo de Autofocus y      |
| 5 Espejo cóncavo.       | AutoLas Plus.                 |
|                         | 8 Lentes ópticos de la cabeza |
|                         | de corte.                     |

#### 3.9.1 Funcionamiento del Autofocus y el AutoLas Plus.

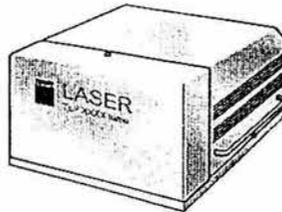
La máquina TC L2530 puede equiparse con el Autofocus y como opción el AutoLas Plus. La ventaja del AutoLas Plus es que es un dispositivo que sirve para enfocar el rayo laser de forma automática. El componente central es un espejo denominado Autofocus, la superficie es precisamente enmohecida por la presión del refrigerante.

Las dos funciones siguientes son proporcionadas por el AutoLas Plus:

1. Adaptación automática del enfoque para el tipo de material y espesor.
2. Compensaciones en cambios de enfoque por duraciones del haz que estén encima del rango de funcionamiento.

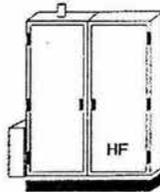
### 3.10 TLF laser.

Para que opere el laser los componentes siguientes deben ser instalados:



Resonador montado sobre una placa.

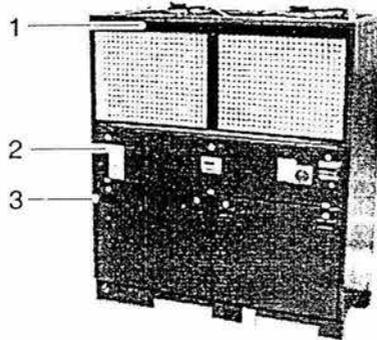
La generación del láser se logra por la combinando de la mezcla de gases láser y la entrada de energía eléctrica.



Gabinete con controles para la turbina radial.

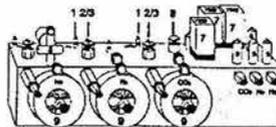
El gabinete que contiene los sistemas de control para la turbina radial.

El generador RF genera alta-frecuencia, esta energía es necesaria para que opere el láser, pone a punto la impedancia entre el generador y el resonador, para esto hay una red que es adaptada en el resonador. Esta red sólo es instalada una vez, su funcionamiento inicial es por el fabricante.



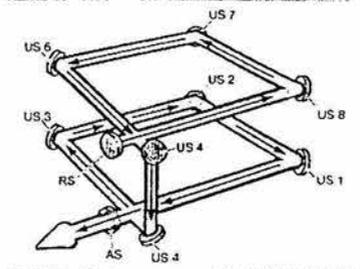
Unidad refrigerante.

La unidad refrigerante estabiliza la temperatura del sistema. Esta no es fabricada por TRUMPF, la descripción técnica de la unidad puede encontrarse en la documentación proporcionada por el fabricante.



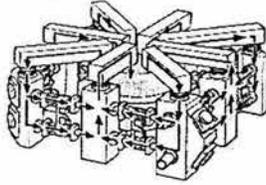
Suministro de gas.

Los gases láser que son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y el helio ( $\text{He}$ ) son alimentados al resonador por medio de tanques separados y son mezclados en este dispositivo.



Ruta de descarga, circulación de gas.

La ruta de descarga es dividida en dos niveles y desviada por los espejos (US1 y US8). El espejo posterior (RS) refleja el haz del láser. El espejo de la salida (AS) semi-reflejante, refleja parte del haz láser. El resto del haz láser pasa por el espejo de salida y está listo para trabajar los materiales.



Circulación de gas.

El suministro de la mezcla de gas fluye radialmente a través del ventilador de la turbina hacia los bloques de las esquinas.

Se efectúa el retorno del flujo de gas calentado por el proceso láser a través de los bloques centrales en el ventilador de la turbina radial.

Especificaciones.

TLF laser		1800 turbo
Longitud de onda	( $\mu\text{m}$ )	10.6
Max. Poder garantizado	(W)	1800
Ajuste continuo.	(W)	90-1800
Constancia en el poder	(%)	$\pm 2$
Diametro del haz	(mm)	15
Angulo de divergencia (angulo medio)	(mrad)	1
Pulso de frecuencia.		100 Hz - 100 KHz
Ancho de pulso.		10 $\mu\text{s}$ - CW

### 3.11 Cabeza de corte.

La cabeza de corte láser es un componente central del sistema, consiste de una parte superior y una inferior, en la parte superior hay un tubo que adapta el lente óptico y a los tornillos de ensamble. Los componentes esenciales de la parte inferior son la boquilla de corte y el sistema de regulación de altura.

La lente (ZnSe) refracta los rayos paralelos del láser y los hace estrechos al enfoque, en donde el haz logra su más grande densidad de energía. Dependiendo del tipo de lente que es usado la longitud focal puede ser de 5 plg. o 7.5 plg.

Para obtener resultados de corte óptimos, el enfoque debe ponerse en un punto definido relativamente a la superficie de la pieza de trabajo. La lente es enfriada por un flujo de gas de corte este fluye en forma coaxial y entra en la cavidad por debajo de la lente.

Para cortar, el haz y el gas de corte se dirigen hacia la pieza de trabajo por medio de la boquilla de corte que es enfriada con aire comprimido purificado.

El sistema del sensor de regulación de altura se localiza en la cabeza de corte, es protegida por una placa. Se tiene un sistema llamado DIAS III es capas de regular la altura manteniendo un alejamiento constante entre la boquilla y la hoja a cortar.

La cabeza de corte se sujeta al eje "Z" que es controlado por un motor por medio de una banda dentada.

En la figura 3.8 se muestran las partes principales de la cabeza de corte:

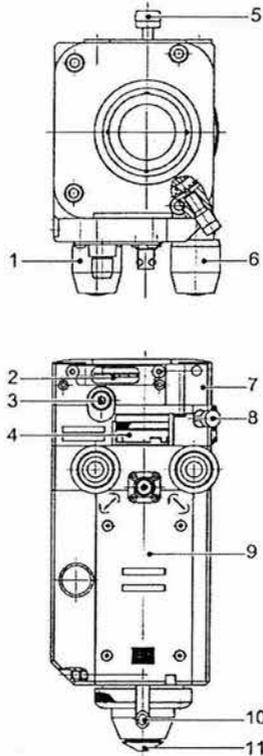


Fig. 3.8

- |                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1 Tornillo de ajuste con escala.   | 7 Sección superior.             |
| 2 Escala de "Z" graduación 1 mm.   | 8 Ajuste de seguridad.          |
| 3 Tornillo de ajuste para enfoque. | 9 Sección inferior.             |
| 4 Ajuste de "Z" con escala.        | 10 Tubo de para salida de Aire. |
| 5 Seguro.                          | 11 Boquilla.                    |
| 6 Tornillo de ajuste con escala.   |                                 |

### 3.12 Sistema de control de altura DIAS III.

La máquina TC L2530 está provista (normalmente) con el sistema de control de altura automático (DIAS III). El sistema determina la distancia entre la boquilla de corte y la hoja, por medio de la capacitancia formada por la boquilla y superficie de la hoja. Además, se previene una colisión entre la cabeza de corte y la pieza de trabajo.

El sistema de control completo se ve en la figura 3.9 y se compone de:

1. Sistema DIAS III en la computadora de la máquina
2. Un oscilador en la cabeza de corte.
3. Un amplificador en el control del eje "Z".

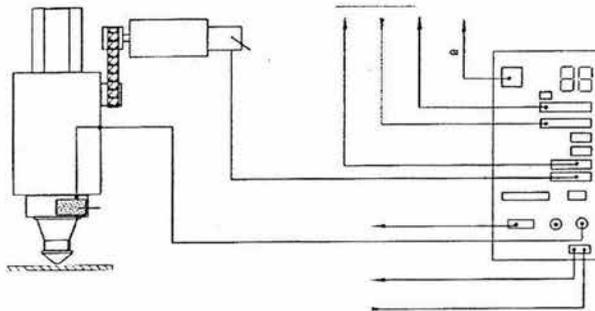


Fig. 3.9 Construcción básica del control de distancia.

### 3.13 Cambiador de mesa (opcional).

El equipo que realiza el cambio de mesa permite la carga y descarga de las mesas en paralelo al proceso de corte de una pieza en la hoja de lámina. Este cambio se realiza aproximadamente en 35 segundos.

A continuación se menciona la descripción de los componentes más importantes del cambiador de mesas.

Posición Descripción	Función.
1 Unidad hidráulica.	Suministro hidráulico a las cuatro piernas.
2 División de flujo.	Asegura el funcionamiento sincronizado de los cilindros hidráulicos en el caso de cangas excéntricas.
3 Caja terminal.	Suministra la energía eléctrica al cambiador.
4 Guía de mesas.	Las mesas son guiadas por una guía de forma trapezoidal.
5 Guía riel 2 piezas.	Es la leva que se engancha a la cadena que da el movimiento a las mesas.
6 Cilindro hidráulico.	Realizan el movimiento de levantamiento de la mesa.
7 Marco.	Es el marco con las guías de las paletas A + B, el cambiador de mesas es sostenido por cuatro piernas y este es asegurado con cuatro tornillos.
8 Laminas de apoyo.	Estos soportes para el material de trabajo pueden ser de: Acero al carbón. Acero inoxidable.
9 Transportador de mesa.	Transportador de mesas con cadena, moviendo las paletas por medio de rodillos.
10 mesas (A, B)	Se encargan de mover el material de trabajo.

### 3.13.1 Funcionamiento del cambiador de mesas

Las siguientes condiciones del cambiador de mesas pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

- Switch-on: una de las mesas esta en el cambiador mientras que la otra esta en posición del punto de referencia de la máquina. Siendo posibles dos condiciones (ver esquema e + f de la figura 3.10)
- Posición de origen: son seis posiciones de origen diferentes, una de estas se establece cuando las mesas están localizadas en la unidad de levantamiento y tienen una posición definida y sólo en ese caso puede ser operada de forma automática (ver esquema a – f de la figura 3.10)
- Switch-off: el switch principal debe estar en off, existe una recomendación, que una de las mesas debe estar dentro de la maquina (ver esquema a, d, e, f de la figura 3.10)

**Nota: debe ponerse atención en que una de las mesas, la que se encuentra en el cambiador debe ser bajada antes de apagar la maquina.**

### 3.13.2 Procedimiento para el cambio de mesa.

Todo el procedimiento se inicia con el posicionamiento del esquema "a" en la figura 3.10

- La mesa "A" entra en el cambiador (posición "b")
- El cambiador levanta la mesa "B" (posición "c")
- La mesa "B" entra en la máquina (posición "d")
- El cambiador se mueve a la posición inferior de carga, y la posición superior en descargada (posición "e")
- Se confirma la recepción de la mesa, esto se realiza en el panel de control.
- El cambiador acepta el intercambio (posición "d")

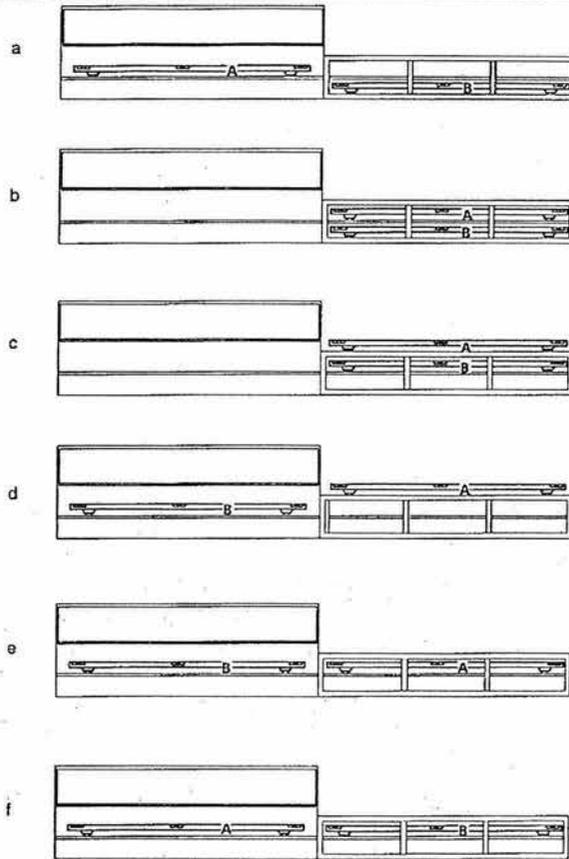


Fig. 3.10 Posibles posiciones de las mesas y el cambiador.

### 3.14 Dispositivo para rocío de aceite.

La máquina TC L2530 puede ser equipada con un dispositivo para rocío de aceite. Es usado para evitar la adherencia de la escoria al penetrar un material. Una película fina de aceite es rociada en el área de la penetración de un barreno.

La adherencia de la escoria es reducida substancialmente por esta película de aceite y la mayoría de la escoria producida es retirada por la corriente de aire.

#### 3.14.1 Diseño del dispositivo para rocío de aceite.

A continuación se mencionan los componentes importantes del dispositivo para rocío de aceite mostrados en la fig. 3.11:

Componente	Función.
1 Unidad de rocío baja presión.	Es usado aire comprimido para generar un vacío que provoca un flujo de aceite en la manguera
2 Regulador de presión.	Ajuste de la presión de operación.
3 Calibrador de presión.	En el medidor se puede observar la presión del rocío de aceite. (la presión requerida es de un rango 1 bar. a 4 bar.)
Manguera de suministro. (no visto en la figura)	La manguera de plástico suministra aceite y aire a la manguera articulada y finalmente a la boquilla.

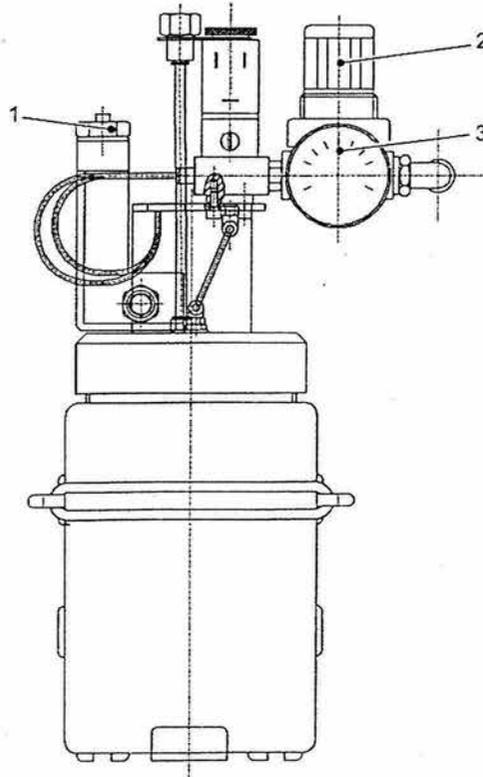


Fig. 3.11 Dispositivo para rocío de aceite.

### 3.15 Diodo de posición para el haz láser (opcional).

El diodo de posición para el haz láser está directamente montado en la cabeza de corte. Genera un punto de luz color rojo (diámetro aproximado 3 mm) que puede ser visto fácilmente en la hoja de metal. Normalmente, el diodo del láser permanece encendido hasta que un programa se inicia.

#### 3.15.1 Modo de operación.

La cabeza de corte junto con el diodo de posicionamiento se mueve manualmente a la posición deseada, esta posición puede observarse exactamente por el punto rojo. Una vez que la posición se ha alcanzado, los ejes "X" e "Y" la aceptan oprimiendo un botón, el sistema de control toma esta posición como el punto cero, automáticamente desplazando la cabeza de corte.

### 3.16 Mordazas (Clamps opcional).

Durante el proceso, las piezas que se están trabajando se fijan con mordazas a la mesa de trabajo, se usan dos mordazas que se encuentran ensamblados en el marco.

Existen condiciones para usar el dispositivo de sujeción:

- Con material muy delgado que es muy ligero y puede moverse durante el corte, esto suele suceder cuando se corta acero inoxidable, donde se requiere utilizar alta presión.
- Para piezas pequeñas que quedan entre los espacios de los soportes de las mesas.
- Cuando se están procesando productos semi-terminados, o en alguna posición en particular.
- Con hojas de lámina que están ligeramente onduladas.

### 3.17 Análisis de la pieza (análisis espectral a través del espesor del material por medio del haz láser)

El haz del láser se considera como una multi-herramienta. Su potencia es apropiada para poder cortar un rango de materiales de metal en forma de lámina delgados o gruesos, y geometrías de piezas complejas que se pueden fabricar. El sistema de programación (Tops 100), proporciona apoyo adicional por que tiene una base de datos de diferentes tipos de materiales.

Se llevan a cabo tareas de corte, marcado de piezas para su identificación y materiales con cubierta de plástico.

Estas son algunas características adicionales del haz láser:

1. **Sprintlas:** Es el aumento de velocidad en el proceso perfeccionando el corte en materiales delgados.
2. **Twinline:** También se llama corte de líneas comunes, este modo trabaja en conjunto con el sistema de programación Tops 100 y ayuda a reducir el recorrido de corte, sólo se puede aplicar en piezas de geometría rectangular o cuadrada.

- 
3. **PPS (sistema de plasma):** Es un censor que ayuda a regular el proceso de corte en un material grueso, este proceso es opcional, tiene un costo extra por su instalación en la máquina y solamente si el cliente lo cree conveniente se adquiere.
  4. **Microweld:** Son puntos de soldado y sirven para adherir la pieza a la hoja de lámina en materiales delgados e inclusive gruesos, su aplicación puede ser para piezas de geometría pequeña.
  5. **Maquinado de esquinas:** Se pueden realizar vértices en forma de radio, chaflanes y a estas mismas se puede dar la opción de enfriamiento, que es una opción de la máquina cuando son muy pequeños y son seleccionados dependiendo de la condición del material.
  6. **Hi-Las:** Alta presión del oxígeno en el corte que nos da el beneficio de bordes libres de rebabas en aceros al carbón, acero inoxidable y aleaciones de aluminio.
  7. **Contourlas:** Permite procesar materiales de espesores grandes como los que se utilizan para cajas de seguridad, donde se tiene que garantizar dimensiones específicas tanto en cortes lineales como en barrenos de dimensiones pequeñas.

## Capítulo IV

Proceso de Instalación.

#### 4. Lay – out.

Se recopiló la información para su instalación, se revisó el manual de pre-instalación para comenzar a trabajar y tener todo listo.

A continuación se muestra en la fig. 4.1 el lay-out realizado:

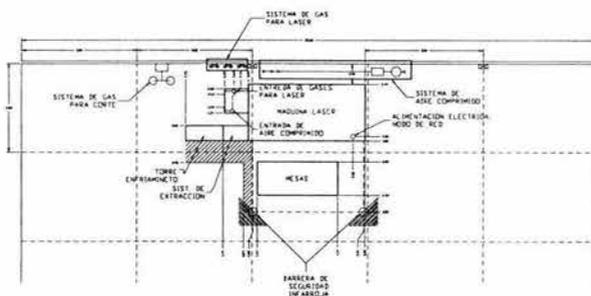


Fig. 4.1

En este lay-out se aprecian los distintos sistemas que se instalaron, y la forma en que sería colocada la máquina (toda la máquina se integra por módulos).

El primer paso fue trazar en el área sobre el piso las dimensiones de la máquina, las dimensiones de ésta son 25 mts. X 7.66 mts., para asegurar que cuando ésta estuviera en la planta el personal que realizara la maniobra la colocara en el lugar exacto.

#### 4.1 Accesos.

El espacio es muy importante, debe haber acceso adecuado a los armarios que contienen componentes eléctricos de la máquina para el mantenimiento normal y de servicio. El área de la máquina debe estar libre de obstáculos que representen riesgos al personal.

#### 4.2 Requisitos para el piso o losa.

La losa debe ser homogénea para proporcionar un apoyo adecuado y mantener la unidad alineada. Si la losa es nueva debe estar pareja con el piso adyacente entre 6 mm (1/4 plg.), además, la losa debe aislarse con un relleno premoldeado de 1/2 plg. (mínimo).

La dimensión de la losa es de 10 pies X 17 pies. El cambiador de las mesas, armarios eléctricos y otros equipos no necesita estar en la misma losa que la máquina, pero si deben montarse sólidamente.

El cimiento de la losa consiste en grava, teniendo un espesor de 12 pulgadas y comprimida 95 % para la colocación de la losa. La losa debe tener un espesor mínimo de 5 plg., reforzada en el centro con varilla del # 5 y separadas una de otra 12 plg. Como se muestra en la figura 4.2.

El concreto que se utiliza debe tener las características siguientes:

- Una resistencia de 4000 psi.

b) Una proporción de agua/cemento de 0.5 (1 de agua/2 de cemento).

El concreto debe ser de secado lento y cubierto con papel o polietileno para no dejar escapar el vapor y curar un mínimo de 14 días, la losa debe estar lista 56 días antes, para poder colocar la máquina.

Máquinas que causen vibración no pueden estar cerca del sistema laser.

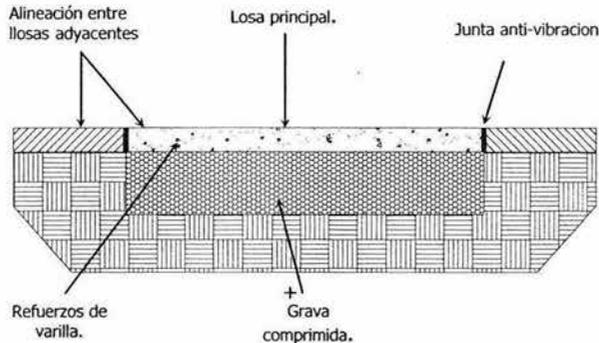


Fig. 4.2

#### 4.3 Instalación eléctrica.

El voltaje requerido por la máquina es de 460 volts, 3 fases.

Maquina.	Total KVA	Total Amp.	Amp. 125 %	alambre 90° C	Req. Fusibles
TLF 1800 turbo laser	55	70	87	4	90

##### 4.3.1 Alimentación a 230 Volts.

La máquina laser L2530 esta diseñada para trabajar a 460 volts, si en el piso sólo se cuenta con alimentación a 230 volts es necesario instalar un transformador entre la alimentación de la planta y la máquina.

##### 4.3.2 Cable recomendado.

El cable recomendado es del numero cuatro se requiere para la alimentación L1, L2, L3 y la tierra. El tipo de cable es de cobre THHN o equivalente (2000 Volts capacidad máxima) con una resistencia a la temperatura de 90 °C (194 °F). El cable debe estar bajo las siguientes normas:

National Electrical Code:

NEC tabla 310-16

NEC articulo 670-4 (a)

NEC tabla 310-13

NEC articulo 240-6

---

La máquina no debe conectarse a una línea que suministre energía a equipos para soldar, lo más recomendable es que se tienda una línea directa del tablero principal de distribución.

#### 4.3.3 Voltaje estable.

La máxima interrupción de voltaje permitida por el control es de 10 milisegundos, donde el voltaje nominal es el voltaje de la línea. La máxima interrupción de voltaje permitida por el control es de 3 milisegundos donde el voltaje nominal es mayor de 5% por debajo del voltaje de la línea. La máxima fluctuación permisible de voltaje para el control y todos los motores no pueden exceder  $\pm 5\%$  del voltaje indicado.

La línea de suministro eléctrico debe ser puesta cerca de la máquina. Y la conexión final debe ser realizada por un técnico eléctrico calificado bajo la dirección de TRUMPF.

#### 4.3.4 Conexión a tierra.

El conectar a tierra la máquina es muy importante como seguridad para el personal, así como para minimizar el ruido eléctrico. La máquina se debe conectar a tierra con un conductor de acuerdo con la NEC Artículo 250 - 23. El conectar la máquina a una tubería de metal no es correcto. El sistema de distribución eléctrico debe conectarse a tierra de acuerdo con la NEC artículo 250 parte H.

#### 4.3.5 Protección contra corrientes residuales.

Se puede colocar un dispositivo de protección contra corrientes residuales y sólo dispositivos del tipo "B" se autorizan. Ver la norma EN 50178 punto 5.2.11.2 (VDE 0160, edición Abril 1998). Cuando emplea un circuito con corriente residual breaker, la corriente de fuga de la máquina es más grande que la corriente residual fija, entonces la máquina y la línea deben estar separadas por medio de un transformador aislado. Vea la norma EN 50178 punto 5.2.11.1 (VDE 0160)

#### 4.3.6 Transformador.

Las siguientes observaciones deben ser provistas si la máquina tiene un transformador aislado:

- El cableado y fijación del transformador son por parte del cliente.
- El cliente debe determinar donde se colocara el transformador.
- Las dimensiones del transformador deben ser las siguientes:  
Longitud: 1050 mm  
Ancho: 750 mm  
Altura: 1400 mm
- El transformador aislado debe instalarse de manera que guarde un claro de 800 mm de acuerdo con la norma IEC (1100 mm en acuerdo con NEC).

#### 4.3.7 Problemas y soluciones en la línea.

Líneas que suministran energía a más de una máquina son una fuente principal de ruido eléctrico que afecta a los sistemas CNC y controles electrónicos digitales. Este ruido eléctrico, sobre todo de máquinas para soldar, puede causar que el sistema de control electrónico funcione incorrectamente, y pueda perder datos o almacenarlos incorrectamente o también perder sincronización en los controles de los ejes, motores y encoders.

#### 4.3.8 Ruido eléctrico.

Los pasos para eliminar el ruido eléctrico en la línea de energía son los siguientes:

- 1.- Instalar una línea separada para la máquina.
- 2.- Si la única fuente de línea disponible es del tipo de delta sin tierra, instale una delta a un transformador de estrella conectando la tierra al neutro, esto elimina el ruido y regula el voltaje de entrada al control.

#### 4.3.9 Conexión a tierra.

El conectar a tierra delimita las bajas-impedancia, esto es cuando la conexión se realiza a una parrilla metálica de tierra propiamente diseñada y esta se localiza dentro del suelo. La conexión apropiada a tierra en equipos CNC son requeridos por dos razones:

- 1.- Para prevenir riesgos al personal.
- 2.- Minimizar los efectos de ruido eléctrico en el sistema de control.

Un sistema de electrodo conectado a tierra debe instalarse en acuerdo al Código Eléctrico Nacional, artículo 250, parte H. Este tipo de sistema de tierra proporcionará estabilidad a las bajas-impedancia, además de que minimiza los efectos de ruido en el sistema de control.

Consiste en un tubo o placa enterrada en el piso y debe instalarse lo más cerca como sea posible al equipo según el Código Eléctrico Nacional, artículo 250 – 83.

#### 4.3.10 Sistemas wye a tierra.

Las líneas delta sin tierra, meten demasiado ruido al sistema generan voltajes altos y transitorios. Por estas razones se recomienda el sistema "wye" este tipo de sistemas se pueden ver en la NEC, artículo 450-5.

Una conexión de "wye" es donde se conectan las tres fases a extremos similares formando un punto común que es el neutro y a menudo este se conecta a tierra.

#### 4.3.11 Utilidad de la tierra.

Con regularidad la tierra que es utilizada se conecta a un tubo de agua o de gas, también se llega a utilizar como tierra la estructura de metal de los edificios, generalmente la tierra es para seguridad, esta forma no es adecuada para minimizar los efectos del ruido eléctrico, por que normalmente, se conectan

otros equipos a la misma tierra. Lo que en realidad sucede es que esta tierra lleva el ruido eléctrico causando un gradiente en el voltaje, debido a su impedancia inherente.

El voltaje en un equipo de una máquina herramienta CNC esta en función del ruido eléctrico y debido a este voltaje transitorio se crean variaciones de voltaje o cambios. Estas variaciones pueden afectar la lógica de los programas y causar mal funcionamiento en los controles.

#### 4.3.12 Aislamiento eléctrico.

Deben ser protegidos eficazmente circuitos lógicos que son sensibles al ruido eléctrico. Es sumamente importante unir los aislamientos eléctricos en los tableros, los conductos y otros componentes de la máquina que se conectan a tierra; el ruido eléctrico puede ser transmitido por inducción y radiación, emana de muchas fuentes como líneas que suministran energía a otras máquinas o arcos eléctricos generados en maquinaria adyacente, puede dañar la memoria del control, ordenes de programas o interferir con los datos de la máquina.

#### 4.3.13 Resumen de datos para la instalación eléctrica.

En las tablas se indica los datos que fueron utilizados para la instalación de la línea de energía eléctrica.

##### Voltaje.

Voltaje nominal	Frecuencia.
400 V $\pm$ 10 %	50 Hz. $\pm$ 1 %
460 V $\pm$ 10% / - 5 %	60 Hz $\pm$ 1 %

##### Cables.

Linea electrica	Cable		
	Cable	Seccion	Cable de tierra
Bajo la norma DIN EN 60204-1 / 4.3.1	Cuatro polos de cobre L1,L2,L3 PE	Bajo la norma VDE 0100 articulo 430 (IEC 364-4-47)	Bajo la norma VDE 0100 articulo 540 (IEC 364-5-54)

##### Conexión de cargas fusibles de protección y frecuencia.

Cargas de la maquina	TLF 1800t
Carga total, con la de la unidad de refrigeración. (KVA)	55
Protección de fusibles. (A) (400 V, 50 Hz o 460 V, 60 Hz)	80
Máxima interrupción permitida en el voltaje nominal.(ms)	10

#### 4.4 Instalación para aire comprimido.

Los valores requeridos para la instalación de suministro de aire comprimido son:

1. Presión Max/Min 6 - 7 bar. (90 - 105 psi)
2. Dimensiones de la tubería para la línea:  
Máquina 12 mm i.d. (0.5 plg i.d.) mínimo.  
Descarga 19 mm i.d. (.75 plg i.d) mínimo.
3. Consumo \* Nm<sup>3</sup> (35 cfm)

\* Un volumen alto se necesita sólo momentáneamente, pero el suministro de aire debe estar bajo la especificación para asegurar un funcionamiento apropiado.

##### 4.4.1 Variaciones de presión.

El volumen y presión se requiere que sea constante, si las variaciones exceden los niveles recomendados se ve afectado el funcionamiento de la máquina.

El aire comprimido debe ir libre de humedad, un condensador o secador de aire se recomienda por que reduce la temperatura del aire en un rango de 2 - 5 °C (35 - 40 °F), este secador de aire debe ser el indicado para la presión y flujo del aire específica.

##### 4.4.2 Contaminación.

El aire comprimido debe ir libre de polvo y otras partículas, debe ser filtrado de toda partícula de 0.01 mm (0.0004") o mayor a 10 micras, esto debe ser antes de la conexión a la máquina.

##### 4.4.3 Contenido de aceite.

El suministro de aire comprimido debe estar libre de todas las gotas de aceite y niebla, la máquina esta equipa con aceite que sirve sólo para protegerla, siendo cantidades moderadas. Si el aire comprimido contiene aceite se recomienda instalar un filtro adicional como prioridad.

**Nota: Los cilindros neumáticos del cambiador de mesas automáticamente efectúan la lubricación requerida. Esto se realiza a través de una unidad separada. Aire lubricado no debe ser alimentado a la máquina.**

##### 4.4.4 Suministro de aire (compresor).

Un compresor de aire es conveniente para mantener el suministro al sistema si el actual no es adecuado, y se debe considerar como crítico.

Debido a la posibilidad de condensación en la tubería, la distancia máxima del compresor a la máquina no debe exceder 50 metros.

Si la concentración de vapor es de solventes o aerosoles en el aire comprimido se tendrá un acabado de corte malo y daños a componentes ópticos.

#### 4.4.5 Resumen de datos para la instalación de la línea de aire comprimido

##### Conexión.

Presión	7 - 14 bar
Diámetro nominal para las líneas de suministro.(maquina)	1/2 " (DN)
Longitud de la línea.	Max. 50 m. Para evitar condensación en la línea
Diámetro de la línea de suministro.	Min. 1" (26 mm)
Longitud de la línea de suministro a la maquina.	Max. 5 m
Consumo requerido ver la norma ISO 1217 o DIN 1945	TLF 1800t 33 Nm <sup>3</sup> /h

##### Requisitos del aire comprimido.

Características	Requisitos	Calidad	Recomendado
Libre de condensacion.	Enfriado a + 7 °C (presion para el punto de rocío)	5	Secador
Libre de polvo.	Max. Tamaño de partícula 15 µm Max. Densidad de partícula 8 mg/Nm <sup>3</sup>	4	Filtro antes del sistema
Libre de aceite	Max. Contenido de aceite	4	Compresor tipo tornillo.

#### 4.5 Requisitos para la instalación de los gases para el laser.

Se requiere abastecimiento individual de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y helio (He) que son para la generación del haz laser. Los gases laser se combinan en el mezclador de gas, que se encuentra en el generador de alta frecuencia, la pureza de estos gases es crítica para un apropiado funcionamiento y fiabilidad, en la siguiente tabla 4.1 se menciona la calidad y pureza.

Gas laser	Grado	Pureza
Helio	4.6	99.996%
Dioxido de carbono	4.5	99.995%
Notrogeno	5	99.999%

Tabla 4.1

##### 4.5.1 Conexiones.

Los tanques que contienen los gases que se utilizan para el haz laser deben ser conectados a reguladores de dos fases, deben operar dentro de un rango de 0 - 14 bar (0-200 psi). Los componentes internos de los reguladores deben ser de acero inoxidable. Se recomienda reguladores fabricados por la compañía CONCOA el modelo que puede ser utilizado es el 412-4331, o su equivalente.

Los reguladores necesitan ser instalados apropiadamente a la conexión de los tanques de suministro, se necesita una válvula manual para abrir y cerrar el paso del gas, esto se recomienda para prevenir contaminación en las líneas cuando los tanques tengan que ser cambiados.

Todas las líneas de suministro de gas deben estar limpias y se debe considerar como si su uso fuera para oxígeno. Sus conexiones a la línea de suministro deben ser soldadas con plata (el material flux no debe ser usado), no se deben utilizar soldaduras de aleación plomo-estaño, ni limpiarse con solventes, estos dejan residuos, tampoco se debe utilizar lubricantes para conectar mangueras a tuberías. La tubería utilizada debe ser flexible y de un diámetro mínimo 6 mm i.d. debe ser de teflón, PTFE o polietileno, PE, y este tipo de manguera es fabricado por **Knorr** su número de parte es 1510-8/6-1/4".

Es muy importante que las líneas de suministro de los gases para el láser estén limpias, los materiales orgánicos como los lubricantes, flux o solventes si viajan hasta el interior del resonador óptico (generador laser) sería contaminado pudiendo causar averías.

#### 4.5.2 Formas de suministro para los gases del laser.

- Se recomiendan grupos de cilindros para un suministro constante.
- El cambio de un un tanque a otro puede ser manual o automático para evitar que sea interrumpido el flujo.
- Las tuberías pueden ser de cobre o de acero inoxidable (la calidad es igual que la utilizada en refrigeración).
- Cuando sean desmontadas las líneas se deben sellar los extremos con el fin de evitar la contaminación.
- La unión de conexiones debe ser soldada con gas inerte, no debe existir suciedad dentro de los tubos.
- Como alternativa pueden ser utilizadas conexiones que sean atornilladas.
- Las tuberías ya instaladas deben ser probadas de fugas antes de ponerse en funcionamiento.
- Las tuberías deben ser vaciadas del posible gas inerte que contengan por soldarlas, por medio de una prueba con nitrógeno. Al realizar este procedimiento la humedad que contengan y restos de gas son eliminadas.
- El responsable que realice esta instalación debe revisar los puntos anteriores.

#### 4.5.3 Consumo de gases para el laser.

Estos datos son considerando la máquina al 100 % de su potencia y son aproximados.

TLF 1800 Turbo laser		
Helio	Dióxido de carbono	Nitrógeno
16.0 Lts/hr. 0.56 ft <sup>3</sup> /hr	2.0 Lts/hr. 0.07 ft <sup>3</sup> /hr	7.0 Lts/hr 0.25 ft <sup>3</sup> /hr

**Características principales de los tanques y líneas.**

	Helio (He)	Dioxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Nitrogeno (N <sub>2</sub> )
Identificación: Color de cilindro. Marca o etiqueta.	Gris RAL 7000 He 4.6	Gris RAL 7000 CO <sub>2</sub> 4.5	Verde RAL 6001 N <sub>2</sub> 5.0
Consumo de gas. (Lts/hrs): TLF 1800t	13	1.0	6
Presion de entrada al mezclador de gas	5 - 7	5 - 7	5 - 7
Líneas de suministro. Ancho nominal (mm) Longitud maxima (mts) Material de la manguera	6 10 PTFE o PE	6 10 PTFE o PE	6 10 PTFE o PE
Valvula.	W21.80 x 1/14* Ver norma DIN 477 No.6	W21.80 x 1/14* Ver norma DIN 477 No.6	W21.80 x 1/14* Ver norma DIN 477 No.10
Especificacion de presion Diseño.	2 fases con mem- brana de acero inoxidable	2 fases con mem- brana de acero inoxidable	2 fases con mem- brana de acero inoxidable
Presion inicial (bar)	200	200	200
reduccion posterior de presion (bar)	0.5 - 6	0.5 - 6	0.5 - 6
Flujo minimo (Nm <sup>3</sup> /hrs)	5	5	5
Valvula de purga	Antes de la entrada	Antes de la entrada	Antes de la entrada

**4.6 Requisitos para la instalación de los gases de corte.**

Debe existir el suministro independiente del gas de corte que llega a la cabeza laser. Se utiliza nitrógeno u oxígeno como gas de corte, la especificación para la pureza no es tan estricta como para los gases del láser, la pureza del gas de corte es importante para mantener la calidad en los bordes.

El grado y pureza de estos gases se mencionan en la tabla siguiente:

Gas de corte	Grado	Pureza
Oxigeno (O <sub>2</sub> )	3.5	99.95%
Nitrogeno (N <sub>2</sub> )	2.5	99.50%

En algunos casos el nitrógeno puede tener una pureza de 4.6 (99.996 %), pero los siguientes valores no pueden ser excedidos:

$$O_2 \leq 100 \text{ ppm}$$

$$H_2O \leq 5 \text{ ppm}$$

$$C_nH_m \leq 1 \text{ ppm}$$

**4.6.1 Conexiones para el gas de corte.**

Se deben instalar tanques para el suministro de gas con reguladores de presión, deben ser para alta presión y con un rango de operación de (0 - 28 bar o 0 - 420 psi.), los reguladores recomendados son de la marca CONCOA el modelo es 4002-5331, o su equivalente, su salida debe tener un diámetro de 3/8-NPT. para el oxígeno.

Los reguladores para el nitrógeno tienen que ser para alta presión y un rango de operación de (0 - 40 bar o 0 - 600 psi.), los reguladores recomendados son de la marca CONCOA el modelo es 402-5331-580 con asiento especial de 3.2 o su equivalente. La válvula de cerrado debe ser 3/8-NPT.

Las mangueras deben resistir una presión de 180 psi. para el oxígeno y de 420 psi. para el nitrógeno, el diámetro interior de la manguera es 3/8 plg., esta medida se requiere por la alta presión del gas de corte.

#### 4.6.2 Consumo del gas de corte.

El consumo de gas de corte varía según la pieza, material y espesor. Los requerimientos de gas real dependen de la velocidad, número de penetraciones y la potencia aplicada del laser, cualquiera de estos factores pueden modificar la calidad del corte en los bordes.

El consumo de gas de corte puede depender de:

1. - Diámetro de la boquilla.
2. - Presión de gas de corte.
- 3.- Duración del corte.

en la tabla 4.2 se proporcionan como guía y solo son aproximadas:

Material		Gas	P (bar)	Voquilla Dia. (mm)	Volumen	
Tipo	Espesor				Litro/h	cfh
CRS	0.062"	O <sup>2</sup>	4	1.0	2.067	73
CRS	0.125"	O <sup>2</sup>	2.5	1.0	1.274	45
CRS	0.250"	O <sup>2</sup>	1.0	1.0	510	18
HRS P&O	0.250"	O <sup>2</sup>	2.2	1.0	1.133	40
HRS P&O	0.375"	O <sup>2</sup>	2.0	1.5	1.841	65
HRS P&O	0.500"	O <sup>2</sup>	0.6	1.5	708	25
304 SS	0.062"	N <sub>2</sub>	12	1.4	13.31	470
304 SS	0.125"	N <sub>2</sub>	14	1.4	22.66	550
304 SS	0.250"	N <sub>2</sub>	16	1.7	26.621	940
T-6 aluminio	0.062"	N <sub>2</sub>	12	1.4	13.31	470
T-6 aluminio	0.125"	N <sub>2</sub>	14	1.4	15.576	550

Tabla 4.2

#### 4.6.3 Estimado de consumo para el gas de corte.

El consumo del gas de corte se puede estimar aproximadamente con la ayuda de un valor estándar. Una estimación se logra por medio de los datos de la máquina.

#### 4.6.4 Presión estándar para el gas de corte.

Normalmente la presión estándar de corte es de 6 bar. se puede utilizar oxígeno o nitrógeno. La presión estándar para cortar con oxígeno es  $P_{max.} = 6$  bar., presión de flujo de 8 bar., consumo de  $10 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ .

#### 4.6.5 Presión alta del gas de corte.

La presión de corte alta es una opción para procesar acero inoxidable y aleaciones de aluminio. La presión alta de corte con  $\text{O}_2$  es  $P_{max.} = 12$  bar., presión de flujo de 15 bar. el consumo de  $20 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ ., los datos del  $\text{N}_2$  son los siguientes  $P_{max.} = 20$  bar., la presión de flujo 27 bar. el consumo de  $55 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ .

#### 4.6.6 Líneas de suministro del gas de corte.

Estos puntos se deben tomar en cuenta para la línea de suministro del gas de corte:

1. La instalación de las líneas de suministro son proporcionadas por el usuario.
2. La tubería debe ser utilizada para conectar los tanques de gas al panel central de conexiones de la maquina (Tabla 4.3)

**Nota: la temperatura del gas no debe exceder los 50 °C.**

3. Las tuberías deben estar libres de aceite y grasa, su calidad deber ser igual que las utilizadas para refrigeración.
4. Los tubos de acero inoxidable no son esenciales.
5. Los extremos de las tuberías deben ser selladas en el caso de que estas sean transportadas o almacenadas con el fin de prevenir que se contaminen.

Ancho nominal (mm)	Aplicación
15 x 1	De la toma de la maquina reduzca el diametro de conexión 10 x 1 para el $\text{N}_2$ y para el oxígeno $\text{O}_2$ 8 x 1 antes de la maquina
12 x 1	arriba de 10 bar; preferentemente para el $\text{O}_2$
18 x 1 22 x 1.5	mas de 10 bar; preferentemente para el $\text{N}_2$ alta presión. para tuberías del sistema laser
28 x 1.5	para tuberías del sistema laser

Tabla 4.3

#### 4.6.7 Suministro del gas de corte por medio de VGL, PG o grupos de tanques individuales.

El suministro del gas de corte con reguladores de presión para cilindros individuales o para grupos es de los métodos más sencillos y económicos, pero se debe considerar que si el consumo es alto habrá mayor movimiento de los tanques. Este método no es recomendado cuando es utilizado como gas de corte el gas nitrógeno.

**4.6.8 Botes o batería del grupo.**

Para un funcionamiento constante con cilindros o baterías de cilindros se requieren dispositivos de cambio manuales o automáticos, la instalación de ambos son casi idénticas, deben ser instaladas a poca distancia de la máquina. Las baterías de cilindros son de 12 tanques que equivalen que dar una presión de 120 m<sup>3</sup>.

En la tabla 4.4 siguientes se muestran algunos valores de presión y volumen que se deben tener en cuenta para la instalación de los tanques.

	O <sub>2</sub> estándar	O <sub>2</sub> alta presión	N <sub>2</sub> alta presión
Presión en el tablero de instrumentos (bar)	8	15	27
Max. Presión del gas de corte (bar)	6	12	20
Flujo de volumen.(Nm <sup>3</sup> /h)	10	20	55
Diametro de boquilla (mm)	1.7	1.7	2.3

Figura 4.4

**4.6.9 Suministro de gas de corte con un cilindro.**

El uso de un solo tanque es recomendado cuando el consumo no excede los 200 Nm<sup>3</sup>/semanales, para mayor seguridad es recomendable consultar a proveedores de gases como pueden ser el grupo AGA o PRAXAIR.

	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> alta presión
<b>Reguladores depresión de dos etapas</b>		
Presión inicial (bar)	0 - 200	0 - 200
Presión secundaria valvula entrada (bar)	2 - 20	3 - 30
Flujo (Nm <sup>3</sup> /hr)	30	60
Otros requerimientos	libre de aceite y grasa	libre de aceite y grasa

En la tabla 4.5 muestra valores de presión de un tanque que deben ser tomadas en cuenta en el caso de instalar un solo tanque.

	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> alta presión	N <sub>2</sub>
<b>Tanque:</b>			
Presión nominal (bar)	18	36	36
Presión max. (bar)	14	16	30

Tabla 4.5

---

#### 4.7 Llegada de la máquina.

Se proporciona el servicio y equipo necesario para el manejo del equipo, que incluye descarga del transporte, instalación de la máquina y todos sus componentes. El servicio de ingenieros de TRUMPF sólo supervisa al personal que realiza la maniobra de descarga el personal de TRUMPF no está autorizado a realizar maniobras de descarga, sólo pueden proporcionar información sobre los pesos y puntos de equilibrio de los componentes.

Todas las instalaciones como son la de aire comprimido, energía eléctrica e instalaciones de gas deben estar listas en el sitio donde se instalará la máquina, las conexiones de los sistemas se realizan después de que la máquina es armada y alineada.

Los ingenieros de TRUMPF deben dirigir y coordinar la instalación, conexión del aire comprimido, energía eléctrica y líneas de gas. Estas instalaciones la realiza personal interno e inclusive el desconectar del tablero principal de energía eléctrica la línea que alimenta a la máquina.

Para la instalación de la máquina se requiere perforar el suelo para anclarla con tornillos, las anclas son aseguradas con cemento epoxico, las perforaciones se requieren en puntos exactos y la dimensión es de 50 mm (2 plg.) de diámetro.

#### 4.8 Herramientas e instrumentos.

TRUMPF suministra las herramientas e instrumentos que se requieren para el armado, alineación y pruebas de la máquina. Estos artículos llegan junto con la máquina. Algunos de estos artículos son:

1. Brocas rectas perfectamente afiladas.
2. Escuadras de precisión.
3. Niveles de precisión.
4. Indicadores de disco.

Un registro de la instalación y medidas de alineación se realiza, una copia de este permanece con el cliente. Para en un futuro verificar estos datos si se requieren.

#### 4.9 Pasos para la instalación.

Los pasos para la instalación son considerados como una guía general y no son específicos. Si la máquina requiere ser reubicada el servicio de ingenieros de TRUMPF debe realizar la reinstalación. Los pasos son los siguientes:

1. Se determina la localización de la máquina.
2. Al determinar la ubicación se localizan los 3 puntos de suspensión.
3. Se deben colocar todos los componentes en una ubicación apropiada, verificando espacios en los componentes donde se requiere abrir puertas
4. Nivelación de la máquina, utilizando los puntos de suspensión.
5. Una vez nivelada se agregan los soportes adicionales en su armadura, localizados en la parte trasera, al frente y en medio de la máquina.

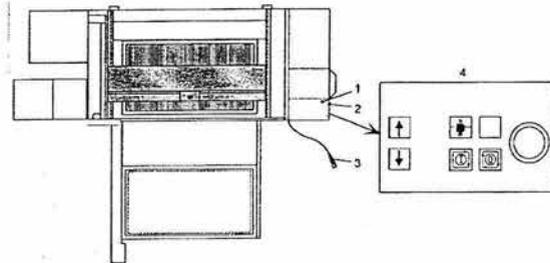
- 
6. Se emplean indicadores de disco para ajustar los apoyos de la armadura, el indicador de disco no se debe desviar mas de 0.01 mm. o 0.0004 plg.
  7. Se instalan los armarios de control.
  8. Se instala la energía eléctrica y cables.
  9. Se conectan las líneas de agua.
  10. Se conectan las líneas de gas.
  11. Se llenan los depósitos de agua de la unidad de refrigeración.
  12. Se revisan los depósitos de lubricantes.
  13. Se energiza el sistema.
  14. Se prueba la unidad de control.
  15. Se alinea el rayo laser, en cuatro de las esquinas de la mesa.
  16. El rayo laser debe ser centrado en el cabezal y enfocar el lente.

Cubriendo estos pasos los ingenieros de TRUMPF deben realizar el chequeo de todos los componentes de la maquina.

## Capítulo V

Operación y Funcionamiento.

5. Elementos de control en el panel de operación.

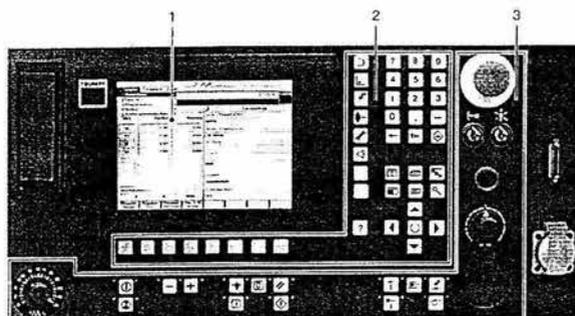


- 1 Interruptor principal.
- 2 Confirmación de barrera de luz (seguridad)
- 3 Interruptor del disparador del haz.
- 4 Consola adicional para operar el cambio de mesas.

Elemento de control	Explicación	Requerimientos.
 MAIN SWITCH	Se controla el suministro de energía eléctrica	Ninguno
 BEAM TRIGGER SWITCH	Botón que activa el haz laser manualmente	Laser en servicio.
 ACKNOWLEDGE LIGHT BARRIER	Activa la barrera de luz de seguridad cuando la maquina esta en funcionamiento	Ninguno
 EMERGENCY STOP	Activando este interruptor todo el movimiento de la maquina es detenido. La trampa del haz se cierra y el haz se apaga. A excepción de la alimentación de 24 volts Cuando los ejes de referencia están perdidos Un programa iniciado se debe reiniciar.	Ninguno.

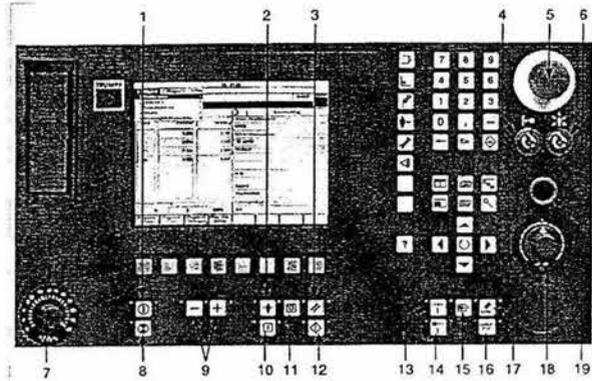
Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 FEED HOLD	Ninguno	Al activar este botón se detienen todos los movimientos de la máquina. Los puntos de referencia son retenidos. La cabeza de corte regresa a su posición original. El haz laser se apaga. Si el botón esta parpadeando es que está activado.
 START	Barrera de luz para seguridad activada	Se inicia un cambio de mesa automático.
 LIGHT BARRIER INTERRUPTED	Ninguno	La luz del botón esta parpadeando indicando que la barrera de luz para seguridad esta interrumpida.
 TWO - HAND PLUS	Ninguno.	Es ocupado para realizar movimientos manuales del cambiador de mesa. Realiza movimiento en una dirección positiva. Este botón tiene que ser oprimido al mismo tiempo que el botón TWO-HAND CONFIRMATION.
 TWO - HAND MINUS	Ninguno.	Es ocupado para realizar movimientos manuales del cambiador de mesa. Realiza movimiento en una dirección negativa. Este botón tiene que ser oprimido al mismo tiempo que el botón TWO-HAND CONFIRMATION.

### 5.1 Panel de control con pantalla a color.



- 1 Pantalla a color.
- 2 Componentes de control.
- 3 Controles de la maquina.

5.2 Controles de la máquina.



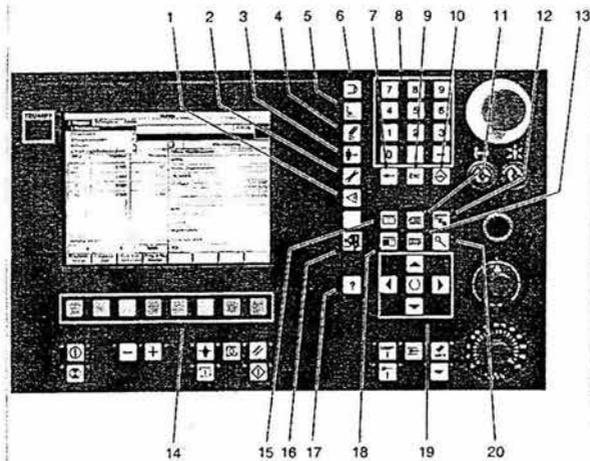
- |  |   |
|--|---|
| 1 Encendido y apagado de la máquina.   | 10 Inicio                                   |
| 2 Activación de barreras de seguridad. | 11 Avance.                                  |
| 3 Reset.                               | 12 Inicio de programa.                      |
| 4 Llave para switch beam lock.         | 13 Laser on/off                             |
| 5 Paro de emergencia.                  | 14 Trampa on/off                            |
| 6 Llave para switch service mode.      | 15 Trampa abierta o cerrada.                |
| 7 Potenciómetro de velocidad.          | 16 Prueba.                                  |
| 8 Indicador Posición inicial.          | 17 Laser reset                              |
| 9 Movimientos manuales.                | 18 Potenciómetro p/presión del gas de corte |
|  | 19 Confirmación del dos manos.              |

Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 MACHINE ON/OFF	Los controles están listos. EMERGENCY STOP no esta activado	La maquina se enciende o apaga con este botón El suministro de energía es activado, monito rea los suministros de aire comprimido, ejes y aceite. Esta activo cuando el botón esta iluminado MACHINE ON es cancelado por: EMERGENCY STOP: provocado por colisión errores que activan el EMERGENCY STOP cuando el boton esta destellando.
 JOG KEYS	EMERGENCY STOP no debe estar activado FEED STOP debe estar activado	Con ellos los ejes NC son movidos en positiva o negativa según se requiera
 FEED HOLD	Ninguno	Al activar este botón se detienen todos los movimientos de la maquina. Los puntos de referencia son retenidos, la cabeza de corte regresa a su posición original. El haz de laser se apaga. Si el botón esta parpadeando es que esta activado.
 RESET	Ninguno	RESET interrumpe el funcionamiento del control y lo restablece a condiciones predefinidas. Los mensajes de error son anulados un programa puede ser interrumpido. La posición inicial puede ser anulada con el RESET Los puntos de referencia son retenidos.

Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 APPROACH INITIAL POSITION	El switch de la maquina debe estar en ON El FEED STOP activado.	Los ejes son referenciados a su posición inicial de la maquina * Las puertas deben estar cerradas. * Se referencia el eje "Z" * Se referencia los ejes "X" y "Y" Este botón se ilumina cuando la posición inicial se ha alcanzado. El botón destella cuando las posiciones iniciales no se han alcanzado.
 START	Barrera de luz para seguridad activada	El FEED STOP es reconocido con este botón
 LASER ON/OFF	Ninguno	Con ciclos automáticos es interrumpido la función de este botón esto se puede observar por que el botón esta destellando, si el laser esta listo el botón se ilumina.
 BEAM TRAP OPEN/CLOSE	Modo de servicio activo El haz láser debe estar apagado.	Cuando se activa el botón la contraventana se abre o cierra. El botón se ilumina cuando la trampa del haz se abre.
 RESET LASER	Ninguna.	El botón destella si existe un error en el control del laser. Cuando es reconocido el error se oprime el botón y vuelve la ejecución normal.
 BEAM ON/OFF	Modo de servicio activo La trampa del haz debe estar cerrada. La trampa del haz inactiva.	Este botón actúa cuando el haz laser se enciende o apaga. El botón se ilumina cuando el haz se enciende.
 LASER TEST	No debe estar en funcionamiento el FEED HOLD	Cuando este botón esta en funcionamiento el haz laser y el gas de corte se apagan. Este botón se ilumina cuando esta en funcionamiento.
 PROGRAM START	Se aproxima a la posición de inicio. El FEED STOP no debe estar activado. Debe ser seleccionado un programa.	Cuando el botón es oprimido empieza a correr un programa que se halla seleccionado

Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 CUTTING GAS PRESSURE POTENTIOMETER	Ninguno.	La presión del gas de corte puede ser cambiada por $\pm 20\%$ empleando este potenciómetro.
 FEED POTENTIOMETER	Ninguno.	Este potenciómetro se usa para regular la velocidad de posicionamiento del eje "X" y "Y" con un rango de 0 - 120 % En movimientos pequeños se puede regular 0 - 15 m/min. En movimiento automático con movimientos simultáneos se puede regular 0 - 85 m/min En la pantalla se puede observar la velocidad respectiva en porcentaje o en m/min.
 E - STOP	Ninguno.	Activado este interruptor todo el movimiento de la maquina es detenido. La trampa del haz se cierra y el haz se apaga a excepción de la alimentación de 24 volts Los puntos de referencia se pierden Un programa iniciado se debe reiniciar.
 SERVICE MODE KEY SWITCH	Ninguno.	El MODE SERVICE se activa girando la el interruptor de llave, lo que provoca que la trampa del haz laser se cierre. Los ejes ya no se pueden mover.
 BEAM DISABLE KEY SWITCH	Ninguna.	El circuito de seguridad es interrumpido al activar esta función. El haz laser no puede ser encendido por el interruptor de impulso, por el sistema o el usuario.
 TWO - HAND CONFIRMATION	Ninguna.	Este botón debe ser accionado simultáneamente con TWO-WAND. Los movimientos de ambos botones deben mantenerse oprimidos simultáneamente hasta que sea completado el movimiento.

5.3 Elementos de control.



- 1 Diagnostico.
- 2 Mantenimiento.
- 3 Herramientas (no utilizado)
- 4 Programación.
- 5 Fijación de parámetros.
- 6 Producción.
- 7 Retroceso.
- 8 Conjunto de numeros.
- 9 Escape.
- 10 Introducir.

- 11 Pagina adelante.
- 12 Desplazamiento en menú rapido.
- 13 Pagina atrás.
- 14 Softkeys.
- 15 Visualización de menú.
- 16 Salir del menú de ventana.
- 17 Ayuda.
- 18 Visualización
- 19 Movimientos del cursor.
- 20 Ampliar o disminuir.

Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 PRODUCCIÓN		El sistema de control debe estar en operación Solo pueden ser seleccionados alternada- para su funcionamiento PRODUCTION Y SET-UP PROGRAMMING y MAINTENANCE pueden ser seleccionados al mismo tiempo. DIAGNOSTICS puede seleccionado en cualquier momento. Todos estos botones se iluminan al ser seleccionados.
 SET-UP		
 PROGRAMMING	Ninguno.	
 MAINTENANCE		
 DIAGNOSTICS		
 QUIT WINDOWS	Ninguno.	Este botón al ser accionado automáticamente termina el funcionamiento del sistema. Este botón debe ser empleado cada vez que la maquina es apagada, esto debe cum- plirse para evitar errores en el sistema al encender de nueva la maquina.
 BACKSPACE	El cursor se encue- tra en campo de entrada de datos.	Este botón mueve el cursor a través de un carácter a la izquierda. El carácter a la izquierda es anulado al oprimir este botón.
 FOCUS	Ninguno.	Cuando es activado este botón la acción que se tendrá Serra el paso de una pantalla a otra. Esta función nos ayuda a introducir datos.
 ENTER.	Ninguno.	Este botón es para confirmación como pueden ser: 1.- Entrada de datos. 2.- Después de haber seleccionado un pro- grama de una lista. 3.- Después de haber seleccionado una lista de un menú.
 FOCUS MENU	Ninguno.	Este botón nos sirve para trasladarnos a los menús que se encuentran en la parte superior de la pantalla. Se selecciona un menú y se oprime enter.
 PAGE UP/DOWN	El texto debe tener varias paginas Una barra de despla- zamiento esta en el lado derecho de la pantalla.	Estos botones nos permiten el trasladarnos a través de las paginas como si fueran hojas sueltas.

Elemento de control	Requerimientos.	Explicación
 FAS	Ninguno.	Con este botón el último menú desplegado lo realiza sin necesidad de ir paso a paso.
 ZOOM		Este botón no tiene ninguna asignación.
 TOGGLE	El botón FOCUS debe estar activado	Se debe abrir un campo en la pantalla para abrirlo con este botón. Se debe observar que el cursor esté dentro de un campo de ingreso de datos. Con este mismo botón se cierra el campo donde se ingresaron datos.
 CURSOR-keys	El cursor debe estar dentro de la pantalla	Con estos botones el cursor puede ser movido en forma horizontal y vertical. Dentro de un grupo de datos se puede mover el cursor elemento por elemento.
 HELP	Ninguno	Con este botón se puede mostrar en la pantalla información sobre algún tema que se encuentre en la pantalla.
 SOFTKEY	Ninguno.	El funcionamiento de estos botones depende del modo de trabajo, los 8 botones tienen funciones variables que se encuentran en el borde de la pantalla.

#### 5.4 ASCII teclado.

El ASCII teclado se localiza en un cajón corredizo debajo del panel de control del operador, este se divide en caracteres codificados y teclas especiales.

Todos los caracteres ASCII requeridos entran en el sistema de control vía teclado. Una apreciación global de la asignación de las teclas especiales más importantes se mencionan a continuación:



**F1** con esta tecla se llaman las instrucciones de operación.

**F2 a F9** estas teclas tienen la función del SOFTKEYS que tienen distintas aplicaciones, esto según la pantalla que se esté utilizando.

**F10** con esta tecla podemos activar el menú que corresponde al FOCUS-MENU que se encuentra en el panel de control.

**F11** esta tecla activa el botón que corresponde al FOCUS este también es localizado en el panel de control.

**BACKSPACE** realiza los movimientos de retroceso del cursor dentro de un campo para la entrada de datos, realiza el movimiento hacia el lado izquierdo borrando ese carácter.

**TAB-KEY** con esta tecla se realizan movimientos de traslado sobre campos para la entrada de datos, menús etc. Esta tecla también corresponde al botón FOCUS localizado en el panel de control.

**CAPS LOCK** la función de esta tecla es activar el cambio de mayúsculas a minúsculas.

**ENTER** con esta tecla se confirman los datos ingresados a un campo en el sistema.

**SHIFT** con esta tecla se activan funciones secundarias de las teclas, de esta tecla se encuentran dos en el teclado, una en cada extremo.

**INSERT** esta tecla nos ayuda a copiar y pegar una sección de texto marcada.

**DELETE** presionando esta tecla es borrada alguna selección que se halla realizado siendo irrevocable.

**HOME** esta tecla nos envía al inicio de una línea de texto.

**END** esta tecla nos envía al fin de una línea de texto.

**PAGE UP/PAGE DOWN** la función de esta tecla nos sirve para compaginar hacia adelante o hacia atrás.

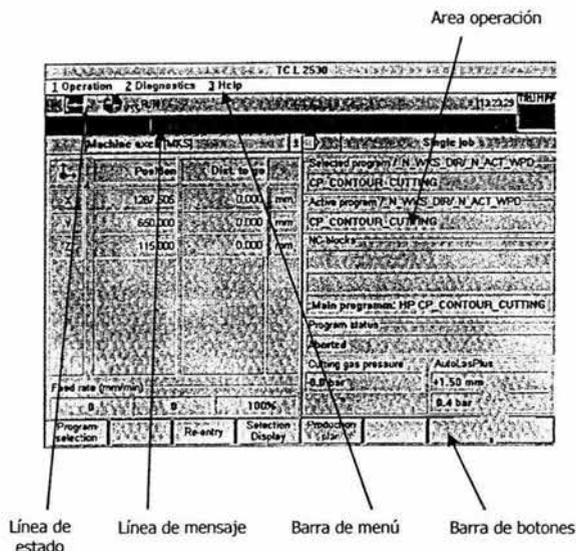
**CURSORS keys** con estas teclas se le da movimiento al curso en dirección horizontal y vertical dentro de la pantalla.

**NUM LOCK** se activa el teclado numérico del lado derecho del teclado.

### 5.5 Floppy disk drive.

Si se desean transferir datos de entrada y salida al sistema se pueden realizar por este medio, la unidad esta integrada en el panel de control de la máquina.

### 5.6 Estructura del ambiente de operación.



### 5.7 Barra de menú.

Los despliegues en la barra de menú son bloques de color blanco con opciones disponibles que pueden ser seleccionadas, a esta barra se puede tener acceso con la tecla FOCUS-MENU, una opción se selecciona con los botones CURSORS-KEYS, al seleccionar la opción deseada tiene que ser confirmada con la tecla ENTER.

### 5.8 Status de la máquina.

Se representan los diferentes estados de la máquina con símbolos y abreviaciones debajo de la barra de menú, se despliegan instantáneamente dando las condiciones de la ella y del sistema de control.

A continuación se muestran estos símbolos:

	El laser esta listo para operar		Lectura de datos activa.
	Malfuncionamiento.		Alimentación de datos activa.
	Laser beam off trampa del haz cerrada		Lectura y alimentación de datos activa.
	Laser beam off trampa del haz abierta	JOG	La maquina se esta moviendo por medio de movimiento manuales
	Laser beam on trampa del haz cerrada	AUTO	La maquina esta trabajando en modo automático.
	Laser beam on trampa del haz abierta	MDA	La maquina esta en el modo MDA Datos manuales automáticos.
	Laser beam off Bloqueo del haz activada		El sistema de control esta ejecutando un ciclo.
	Modo de servicio para el laser		Procesando datos.
	Referencia de ejes activa		Reset.
	Referencia de ejes inactiva		

### 5.9 Línea de mensajes.

La línea de mensaje es de color negro se divide en tres áreas y se utiliza para desplegar errores y mensajes.

#### 5.9.1 Indicación de un error.

Si un error ocurre, se despliega en el primer campo de la línea de mensajes, la causa fue enviada por un elemento de la máquina que puede ser del NC, PLC o el MMC. En el segundo campo aparece el número del error y en el tercer campo se tiene una descripción breve de lo que ocurrió.

Nota: Únicamente mensajes para el operador deben aparecer en la línea de mensajes, los dos primeros campos permanecen vacíos y el mensaje aparecerá en el tercer campo.

### 5.9.2 Barra softkey.

Son ocho botones de color azul (softkeys) a los que se asignan varias funciones según el grupo de actividad seleccionado, se localiza bajo la pantalla. La asignación de la función se representa en la barra softkey en la parte inferior de la pantalla.

### 5.9.3 Área de operación.

El área de operación se compone de varias ventanas, esto depende de lo que se esté realizando, como pueden ser:

- Campos de entrada de datos que introduce el operador.
- Selección de campos.
- Tablas.

Se despliegan condiciones activas del sistema como son posición de ejes o presión del gas de corte. Se pueden seleccionar campos en forma individual empleando el botón FOCUS o CURSORS-KEY, también pueden ser abiertos campos por medio del botón TOGGLE.

## 5.10 Modos de operación de la máquina.

La máquina puede operar en tres modos diferentes:

1. Automático.
2. MDA.
3. JOGE

Los tres modos de funcionamiento son claros y están separados en cinco actividades del control:

1. PRODUCCIÓN (producción).
2. SET-UP (puesta a punto).
3. PROGRAMMING (programación).
4. MAINTENANCE/STAR-UP (mantenimiento).
5. DIAGNOSTIC (diagnostico).

No es posible seleccionar el modo de operación de la máquina sin utilizar la interfase donde el usuario debe oprimir el botón correspondiente. Las cinco áreas que controlan el funcionamiento del sistema son seleccionadas oprimiendo el botón correspondiente, dentro de estas áreas de funcionamiento la máquina puede estar en modos de operación diferentes, según la función seleccionada por el operador, el modo correspondiente aparece en la línea STATUS LINE por medio de un símbolo.

### 5.10.1 Modo automático.

Definición: Este modo de operación ejecuta totalmente programas de piezas automáticamente.

Para producir la máquina trabaja exclusivamente en el modo automático y despliega un símbolo en la línea STATUS LINE.

Requisito: La máquina sólo se puede poner en modo automático cuando los ejes estén referenciados. Un cambio de mesas en forma automática sólo se puede llevar a cabo cuando las barreras de luz de seguridad han sido activadas.

Si un programa NC será corrido totalmente en modo automático, debe ser cargado del administrador de programas, ya seleccionado se ejecuta con la operación PRODUCCIÓN en modo automático.

### 5.10.2 Modo MDA.

Definición: En el MDA (Manual Data Automatic), un programa puede crearse y puede procesarse bloque-por-bloque, además se pueden introducir movimientos requeridos específicos en forma de bloques individuales por medio del teclado. La entrada de bloques en programas sólo se pueden procesar después de oprimir el botón START.

La máquina únicamente puede operar en modo SET-UP cuando este en funcionamiento MDA (puede seleccionarse en la barra de menú). Este modo de operación despliega un símbolo "MDA" en la línea de STATUS.

Requisitos: Los mismos requisitos previos deben cumplirse para el modo MDA en cuanto al modo AUTOMÁTIC.

### 5.10.3 Modo JOG.

Definición: El modo JOG es para poder manejar manualmente los ejes de la máquina, ésta siempre está en este modo, si no son cumplidos los requisitos previos para el modo AUTOMATIC o MDA, significa que la máquina al estar en este modo indica que todos los demás están en funcionamiento. En el modo JOG lo siguiente puede ser posible:

1. Los ejes pueden ser movidos manualmente.
2. Alguna posición deseada puede ser aproximada con exactitud.

### 5.10.4 Actividades en áreas de control.

Estos cinco rangos de funcionamiento del sistema pueden seleccionarse con los cinco botones que están del lado derecho de la pantalla, el funcionamiento se divide en tres grupos:

Grupo 1:

PRODUCCIÓN (producción)



SET-UP (puesta a punto)



Sólo un funcionamiento puede seleccionarse en forma alternativa, la forma de saber cual está activo, es cuando el botón correspondiente está iluminado, además de que en la pantalla se muestra el modo de funcionamiento activo.

En forma secundaria puede ser seleccionado el grupo 2 y un funcionamiento subalterno se puede seleccionar, como el DIAGNÓSTICS.

Grupo 2:

PROGRAMMING (programación)

MAINTENANCE/START-UP  
(mantenimiento)



El control secundario de estas actividades sólo puede ser alternativamente y semejante al funcionamiento del grupo 1., ambos botones se iluminan y además un botón del grupo 1.

#### 5.10.5 Diagnostics (diagnostico).

El funcionamiento de la operación DIAGNOSTICS no forma parte del control de funcionamiento del sistema. Para éste un menú por separado se abre para ser vista por el usuario.

DIAGNOSTICS



Esta función puede ser seleccionada simultáneamente con las demás funciones arriba mencionadas.

### 5.11 Función production (producción).

Después de que todos los controles se han iniciado, la primer pantalla de entrada es la de PRODUCCIÓN (Fig. 5.0), donde es realizada la selección completa del proceso automático de programas NC, así como su interrupción.



Figura. 5.0

#### 5.11.1 Ejes.

En esta pantalla (fig. 5.0) se observan las designaciones de los ejes de la máquina, en la primer columna del lado izquierdo las posiciones actuales (posiciones reales) de los ejes en el sistema de coordenadas de la máquina en la segunda columna a un lado de ésta se visualiza la posición a donde se moverán o sea el setpoint del programa.

$$\text{Posición de destino} = \text{setpoint} - \text{valor real.}$$

Las unidades en las que se mueven los ejes se visualizan en la cuarta columna, por omisión se presentan en mm., pero si en el programa las dimensiones de la pieza son pulgadas en estas dimensiones se visualizara.

Los valores de avance se visualizan en la parte inferior lado izquierdo de la pantalla, el valor del avance programado aparece en la columna del lado izquierdo, en el campo del centro se observa el valor de avance real y del lado derecho se visualiza el valor del avance que se puede dar por medio del potenciómetro en el panel de control.

#### 5.11.2 Información del programa.

También se visualiza información sobre el programa NC que fue seleccionado, esto es del lado derecho de la pantalla.

Se describen a continuación los campos de esta parte de la pantalla en el idioma en que aparecen en la máquina:

1. **selected program:** Nombre del programa NC seleccionado.
2. **active program:** Es la etiqueta del programa activo, esta puede ser de un subprograma o de un programa principal.
3. **NC blocks:** En este campo se visualizan los bloques de un programa que se están procesando.
4. **Program status:** Se visualiza el estado del programa seleccionado, dependiendo del estado se pueden activar acciones o bloquear procedimientos, presentan tres estados diferentes:
  - **Program status running:** Se visualiza el inicio de un programa, lectura de un bloque y el movimiento de los ejes al setpoint.
  - **Program status aborted:** Se visualiza cuando un programa no ha iniciado o se ha abortado por medio de la tecla RESET.
  - **Program status halted:** Se visualiza cuando el programa fue detenido por programación, o se rebasen los límites o instrucciones de la programación, puede ser una instrucción M00 o M01.
5. **Cutting gas pressure:** Este campo proporciona la información del gas de corte que es empleado en ese momento ( $N_2$  u  $O_2$ ), las unidades presentadas son en (bar.), nos da la facilidad de verificar si el valor de la presión es adecuado.
6. **AutoLas plus:** Se ve la información del valor actual en el que está el AutoLas Plus, basado en la tabla de tecnología sus unidades son (mm), también proporciona la presión del agua de enfriamiento al espejo del AutoLas Plus y se da en unidades de presión (bar).

### 5.11.3 Datos del programa.

En esta pantalla (Fig. 5.1), se describen los datos del programa NC actual en forma tabular como son, el programa principal y los primeros siete subprogramas, el nombre del programa principal aparece en la primera línea, la posición donde se localiza actualmente la máquina se visualiza en la segunda línea además el número de bloque. El setpoint se coloca por medio de un contador que muestra el tiempo total que necesita una pieza para ser ejecutada. También es mostrado en cuanto tiempo una sección de un programa ha sido ejecutado.



Figura 5.1

### 5.11.4 Funciones activas.

La pantalla (Fig. 5.2), muestra una lista del NC y funciones de la máquina que están activas mientras un programa se esta ejecutando. La lista de las funciones sincronizada muestra las funciones del PLC, en la parte posterior se visualizan las instrucciones activas "G" (lenguaje) en forma de comandos y funciones NC.



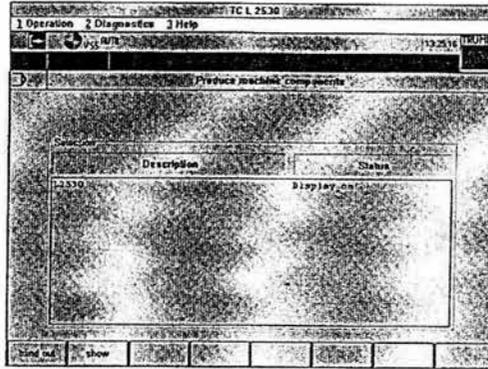


Figura 5.3

### 5.12.1 Softkeys.

A continuación se menciona la descripción de los botones SOFTKEYS localizadas en la parte inferior del panel de control que ya fueron descritos anteriormente:

1. **Disable:** con esta opción se puede visualizar algún componente que se quiera bloquear y esté funcionando normalmente pero se tenga que corregir un defecto mecánico.
2. **Enable:** con esta opción se activa de nuevo el componente desactivado previamente para su funcionamiento normal, esto después de que se halla corregido la falla mecánica.

### 5.13 Fijación de opciones para programas de producción.

Se pueden cambiar opciones para la forma en que se quiera correr un programa, esto aplica cuando la máquina está en modo AUTOMATIC o MDA.(Fig. 5.4)

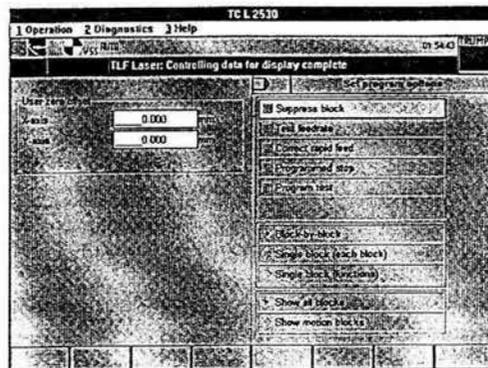


Figura 5.4

### 5.13.1 Parámetros.

Las opciones para un programa se seleccionan con la función FOCUS se desactivan con TOGGLE.

1. **Suppress block:** con esta opción se puede omitir el comienzo de un bloque por medio del símbolo “/”, se puede realizar durante el procesamiento de datos NC.
2. **Test feerate:** los movimientos normalmente tienen una velocidad de alimentación constante, esta prueba realiza cambios en el movimiento por medio de comandos de programación.
3. **Rapid feed correction:** esta función influye sobre la frecuencia de alimentación rápida.
4. **Programmed stop:** esta opción realiza paradas de procesos en bloques de programas donde se escribe un comando M01.
5. **Programmed test:** se visualiza un valor nominal de un movimiento programado de un eje, esto es simulado.
6. **Block-by-block:** es un valor preestablecido, donde todos los bloques de un programa NC se procesan sin parar.
7. **Single block:** al seleccionar esta opción el programa NC se detendrá al final de cada bloque.
8. **Single block (functions):** se selecciona esta función cuando se desea detener el proceso al final de cada bloque, cuando la máquina esta funcionando.
9. **Show all blocks:** todos los bloques de un programa son mostrados incluyendo el bloque actual.

### 5.13.2 Empleo del offset.

Con la ayuda de la herramienta llamada offset que es una compensación y es definida por el usuario, permite compensar el centrado de una pieza, por ejemplo, en las piezas que han sido cortadas con el offset, pueden ser excluidas áreas previamente trabajadas.

Esta compensación se restablece al seleccionar otro programa, después de interrumpir un programa y restablecerlo, la compensación del punto de cero permanece activa.

El ingreso de la posición del offset se lleva a cabo con ambos campos de la entrada, localizados en el lado izquierdo de la pantalla:

- Se introduce la posición del offset del eje “X”.
- Se introduce la posición del offset del eje “Y”.

### 5.13.3 Softkeys.

1. **Cateye:** se presiona el softkeys para ingresar a esta función.
2. **NPV:** para que no se tome en cuenta el punto cero previamente establecido se debe activar esta función.
3. **NPV nozzle:** sirve para introducir coordenadas actuales donde se encuentra la boquilla.
4. **NPV-Laser diode:** esta opción aplica sólo para las máquinas que están equipadas con el diodo laser (previamente explicado), y sirve para introducir coordenadas actuales.

5. **Delete NPV:** se borran las coordenadas del punto cero establecidas con la función NPV, y los valores del cero inicial se restablecerán.

### 5.14 Suicheo de elementos para producción.

Es el cambio en elementos que hace posible el usuario al oprimir un botón.

Se puede verificar el cambio en elementos para el TLF láser dependiendo del grupo, pero la ejecución de estas funciones sólo puede ser posible realizarlas en el grupo SETTING.

#### 5.14.1 Operación para cambio de elementos.

El cambio en elementos (su condición) es representado con un símbolo:

1. Dos barras en el símbolo significa que se puede acceder a dos condiciones concretas (caso normal).
2. Si una sola barra se visualiza indica que sólo una condición se puede concretar. Por ejemplo: la cabeza de corte alcanza su posición mas alta que es una condición concreta, si no alcanzo esa posición no es una condición concreta.
3. Si son visualizadas más de dos barras, significa que el cambio se puede realizar en varias fases.

Para realizar este tipo de cambios se debe oprimir el botón FOCUS, cuando se visualiza el elemento que se desea cambiar se oprime ENTER o se debe llevar a cabo oprimiendo TWO-HAND localizado en el panel de control.

A continuación se explican las diferentes condiciones en elementos de cambio.

verde / blanco:

- La condición del interruptor activa es descrita en palabras.



verde / rojo:



- Si el estado se visualiza brevemente, el cambio se está llevando a cabo.
- Si se lleva a cabo el cambio en un elemento y no se tiene éxito, una ventana con un mensaje de alarma describe las condiciones necesarias para llevar a cabo el cambio en este elemento.

blanco / verde:

El cambio se llevo con éxito y la condición del interruptor activo se describe con palabras en el lado izquierdo de la pantalla.



La condición del interruptor en el lado izquierdo de la pantalla describe con palabras no es activo.



verde:

La condición se describe con palabras que es activo.

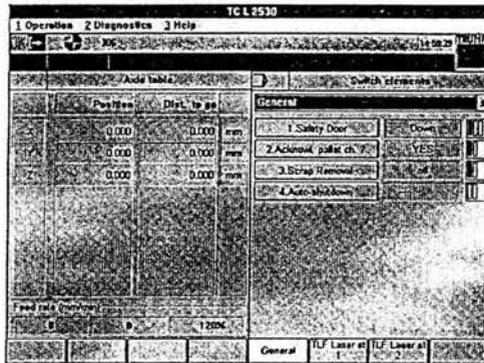


rojo:

La condición del interruptor no puede ser cambiada, una ventana se visualiza con una alarma indicando las condiciones necesarias para lograr el cambio en el elemento.

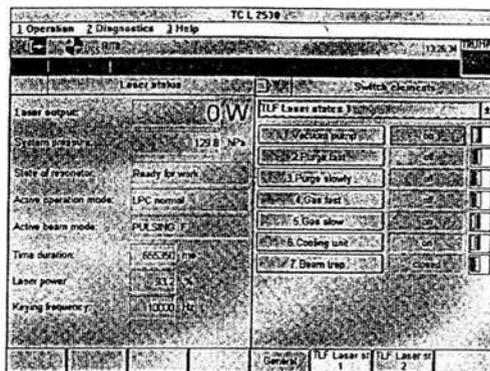


Se describen los cambios de elementos que se pueden realizar en las figuras 5.5, 5.6 y 5.7.



Pantalla general para cambio de elementos.(Fig.5.5)

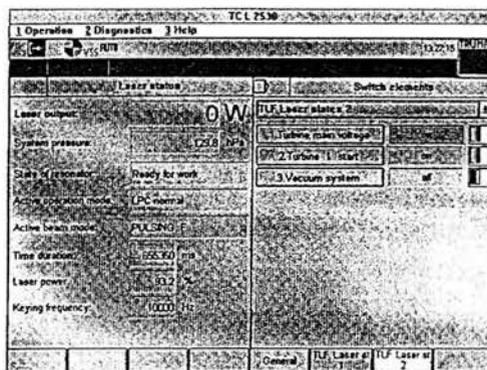
1. **Protective doors:** al accionarlos se pueden abrir o cerrar las puertas y se realiza por medio de los botones TWO – HAND CONFIRMATION y TWO-HAND PLUS o MINUS oprimiéndolos en forma simultánea, hasta que el movimiento se halla completado.
2. **Acknowledge pallet change:** se realiza un cambio de mesa cuando está cargada, el movimiento también se realiza al oprimir el botón START.
3. **Small part disposal:** se activan los depósitos donde cae la escoria generada por el corte o para recoger piezas pequeñas.
4. **Automatic switch-off:** con el cambio en este elemento se pone en automático el apagado del sistema.



Pantalla para cambio en elementos laser

TLF laser states 1 (Fig.5.6)

1. **Vacuum pump:** se usa para el cambio del elemento y determinar el encendido o pagado de la bomba de vacío.
2. **Fast pump out:** permite activar o desactivar el funcionamiento de la bomba.
3. **Slow pump out:** permite activar o desactivar el funcionamiento de esta bomba.
4. **Fast gas feed:** permite activar o desactivar la alimentación del gas.
5. **Slow gas feed:** permite activar o desactivar la alimentación del gas.
6. **Cooling unit:** se activa o desactiva la torre de enfriamiento.
7. **Beam trap:** se activa o desactiva la trampa para el haz laser.



Pantalla para cambio de elementos laser

TLF laser states 2 (Fig. 5.7)

1. **Turbine current:** activa o desactiva la circulación del gas en la turbina.
2. **Turbine 1 start:** activa o desactiva la turbina.
3. **Turbine 2 start:** este elemento sólo esta disponible en TLF laser con un poder < 5000 W.

4. **Open vacuum system:** determina el encendido o apagado de la bomba de vacío.

#### 5.14.2 Softkeys.

1. **General:** se tiene acceso a la lista general de los elementos que se pueden cambiar.
2. **TLF-laser states 1:** verifica las condiciones en las que se encuentran los elementos para el TLF-laser.
3. **TLF-laser states 2:** verifica las condiciones en las que se encuentran los elementos para el TLF-laser.

## Capítulo VI

Tablas de Tecnología, Parámetros  
y Dimensiones de Operación.

## 6. Tablas para producción.

Entre la interfase del usuario con el sistema de control SINUMERIC 840D se transfieren datos tecnológicos al NC nombrándolos tablas de tecnología, las tablas sólo se usan en programas NC para el proceso de una hoja de lámina.

Son una gran ventaja para procesos, ya que no se tienen que cambiar datos y poder llegar a tener errores por que sólo se tienen que cambiar parámetros en la tabla respectiva.

### 6.0.1 Tecnología laser.

Las tablas de tecnología son programas independientes y se guardan en el sistema de control, todos los parámetros necesarios para el corte por laser de una pieza en particular son guardados en las tablas de tecnología. Cuando un texto NC se está ejecutando en la máquina, una tabla de tecnología es llamada. Si los parámetros como son el tipo de corte o el tipo de penetración se quieren modificar después, se puede realizar la edición de los datos.

Los datos que se encuentran en una tabla de tecnología son validos para:

- Un cierto material con espesor de la lámina definido.
- Una longitud focal.
- Un diámetro de boquilla establecido.

Los datos antes mencionados no pueden ser alterados en la tabla de tecnología, se visualiza en campos sombreados en color gris, el ingreso de datos se puede realizar en campos de fondo color blanco.

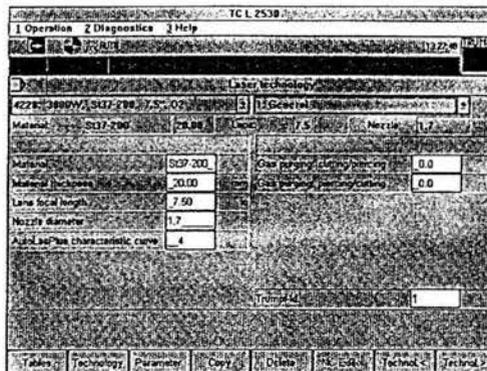


Fig. 6

A continuación se explican los campos de la figura 6, arriba mostrada.

1. **Rated laser power:** es el poder máximo del rayo laser expresado en Watts.
2. **Material:** indica en forma abreviada el tipo de material y el espesor en 1/10 mm. después del guión.
3. **Material thickness:** indicado en mm.

4. **Lens focal length:** indica la longitud focal de la cabeza de corte en pulgadas, existen dos longitudes focales que pueden ser usadas y son de 5 plg. y 7.5 plg.
5. **AutoLas Plus curva característica:** existen varios números de curvas características que controlan al AutoLas Plus y son las siguientes:
  - Curva característica 1: corte a alta presión con una cabeza de corte de 5 plg.
  - Curva característica 2: corte estándar con una cabeza de corte de 5 plg.
  - Curva característica 3: corte a alta presión con una cabeza de corte de 7.5 plg.
  - Curva característica 4: Corte estándar con una cabeza de corte de 7.5 plg.

Estos parámetros son usados en máquinas que estén equipadas con AutoLas Plus.

6. **Nozzle diameter:** que tipo de boquilla.
  - D = boquilla de corte presión normal.
  - HD = boquilla de corte alta presión.
  - Diámetro de la boquilla en mm.
7. **Gas purging piercing/cutting:** en un tiempo de > 0.0 segundos las partes de las máquina son purgadas, esto cuando existe un cambio en el proceso de penetración y corte, la presión del gas es la misma en purga, penetración y corte siendo esta de 5 bar.
8. **TRUMPF identification:** al insertar el número "0" en el campo se pueden revisar los parámetros de las tablas de tecnología tan a menudo como se requiera o también pueden ser borradas. Al insertar el número "1" se realiza el mismo procedimiento que con el número "0", pero la gran diferencia es que el número "1" la distingue por ser la original.

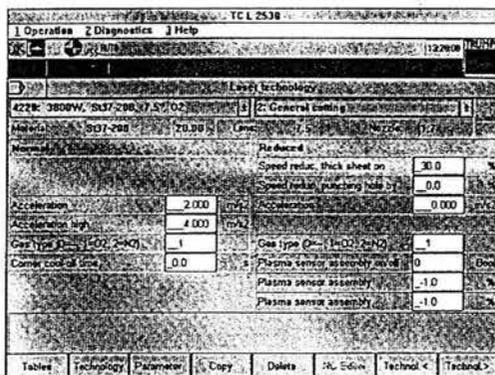


Fig. 6.1

A continuación se explican los campos de la figura 6.1

1. **Manual setting dimension:** el valor que se visualiza es en mm. y se toma de la punta de la boquilla a la posición de enfoque fijándose manualmente. La opción es empleada en máquinas que no están equipadas con el AutoLas Plus.

2. **Acceleration:** es una velocidad que alcanzan los ejes antes de llegar a la velocidad de corte programada, las unidades son  $m/s^2$  y la máxima aceleración alcanzada es de  $2 m/s^2$ .
3. **High acceleration:** la diferencia entre la anteriormente descrita es que ésta alcanza un máximo de  $4 m/s^2$ .
4. **Gas type:** las siguientes nomenclaturas son para diferenciar el uso del gas de corte:
  - 0 = ningún gas.
  - 1 = Oxígeno ( $O_2$ )
  - 2 = Nitrógeno ( $N_2$ )
5. **Corner cool-off time:** esta función no se puede realizar con la versión de software actual.
6. **Speed reduc. Thick sheet:** es un porcentaje en la velocidad de corte para disminuirla cuando se aproxima al material que será cortado.
7. **Plasma sensor system ON/OFF:** indica si el sensor laser esta activo o inactivo, la aplicación del sensor es recomendada para los siguientes espesores de material:
  - Acero blando (corte a alta presión)  $\geq 4$  mm.
  - Acero especial  $\geq 8$  mm.
  - Aluminio  $\geq 6$  mm.
8. **Plasma sensor system threshold 1:** es un valor para iniciar el comienzo del sistema de sensor de plasma y se indica en %, el valor se puede aplicar a los siguientes materiales.
  - Acero blando 115 % al inicio 1
  - Acero especial 100 % al inicio 1
  - Aluminio 90 % al inicio 1
9. **Plasma sensor system threshold 2:** tiene la misma definición que el anterior, pero los valores de porcentaje que se aplican son diferentes:
  - Acero blando 50 % al inicio 1
  - Acero especial 100 % al inicio 1
  - Aluminio 40 % al inicio 1

En las tres siguientes figuras 6.2, 6.3 y 6.4 se explican los parámetros para los tres diferentes tipos de contornos que son:

- Cutting large contour (contorno largo).
- Cutting médium contour (contorno mediano).
- Cutting small contour (contorno chico).

TC L 2538

1 Operation 2 Diagnostics 3 Help

4228: 3800W, S37-200, 7.5°, O2

Material: S37-200 28.88 Lenc: 7.5 Nozzle: 1.7

Normal: Reduced

Kerf	0.50	mm	Laser power	3000	W
cutting dimension AutoLasPlus	1.5	mm	Cutting frequency	10000	Hz
Laser power	3000	W	Cutting speed	0.300	m/min
Cutting frequency	10000	Hz	Nozzle stand off	2.00	mm
Cutting speed	0.300	m/min	Cutting gas pressure	0.8	bar
Nozzle stand off	2.00	mm			
Cutting gas pressure	0.8	bar			

Tables Technology Parameter Copy Other F5 Editor Technol < Technol >

Figura 6.2

TC L 2538

1 Operation 2 Diagnostics 3 Help

4228: 3800W, S37-200, 7.5°, O2

Material: S37-200 28.88 Lenc: 7.5 Nozzle: 1.7

Normal: Reduced

Kerf	0.50	mm	Laser power	-1	W
cutting dimension AutoLasPlus	2.5	mm	Cutting frequency	-1	Hz
Laser power	3000	W	Cutting speed	-1.000	m/min
Cutting frequency	10000	Hz	Nozzle stand off	-1.00	mm
Cutting speed	0.400	m/min	Cutting gas pressure	-1.0	bar
Nozzle stand off	1.00	mm			
Cutting gas pressure	0.8	bar			

Tables Technology Parameter Copy Other F5 Editor Technol < Technol >

Figura 6.3

TC L 2538

1 Operation 2 Diagnostics 3 Help

4228: 3800W, S37-200, 7.5°, O2

Material: S37-200 28.88 Lenc: 7.5 Nozzle: 1.7

Normal: Reduced

Kerf	-1.00	mm	Laser power	-1	W
cutting dimension AutoLasPlus	1.5	mm	Cutting frequency	-1	Hz
Laser power	-1	W	Cutting speed	-1.000	m/min
Cutting frequency	-1	Hz	Nozzle stand off	-1.00	mm
Cutting speed	-1.000	m/min	Cutting gas pressure	-1.0	bar
Nozzle stand off	-1.00	mm			
Cutting gas pressure	-1.0	bar			

Tables Technology Parameter Copy Other F5 Editor Technol < Technol >

Figura 6.4

1. **Positioning value AutoLas Plus:** el valor de la posición se visualiza en (mm) y se toma de la punta de la boquilla a la posición de enfoque. La dimensión es fijada automáticamente por el

AutoLas Plus, y el valor únicamente es usado en máquinas que estén equipadas con AutoLas Plus.

2. **Kerf:** es un valor para el ancho del Kerf y se visualiza en (mm), esta función entra en operación cuando introducimos el comando TC\_LASERCORR\_ON en un programa.
3. **Laser power:** el corte de los contornos programados son procesados con el valor de la potencia del laser, las unidades en que se visualiza son watts.
4. **Gating frequency:** esta indicando la frecuencia del laser sus unidades son Hz.
5. **Cutting speed:** velocidad con la que el contorno programado esta siendo cortado, las unidades son m/min.
6. **Nozzle stand-off:** distancia entre la boquilla de corte y la superficie del material, se expresa en mm.
7. **Cutting gas pressure:** presión del gas en conjunto con el flujo de salida durante el proceso de corte, expresado en bar.

En la figura 6.5 se explican los parámetros para la función "Piercing General".

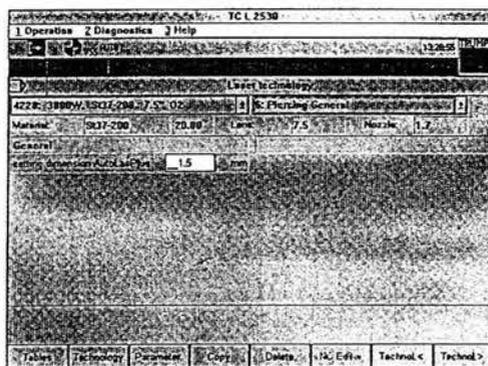


Figura 6.5

1. **Referente dimension Auto Las Plus:** valor de la posición, se visualiza en (mm) y se toma de la punta de la boquilla a la posición de enfoque. La dimensión es fijada automáticamente por el Autolas Plus, el valor únicamente se usa en máquinas que estén equipadas con Autolas Plus.

En la figura 6.6 se explican los parámetros para la función "Piercing".

Normal piercing		Soft piercing	
Piercing time	1.4	Piercing time	-1.0
Ramp cycle no.	19	Ramp cycle no.	-1
Nozzle stand off	8.00 mm	Nozzle stand off	-1.00 mm
Blow out time	5.0	Blow out time	-1.0
Gas type (0=, 1=O <sub>2</sub> , 2=N <sub>2</sub> )	1	Gas type (0=, 1=O <sub>2</sub> , 2=N <sub>2</sub> )	-1
Gas pressure	2.0 bar	Gas pressure	-1.0 bar
Spray oil	200	Spray oil	200
SprintLas piercing time	-1.000		

Figura 6.6

- Piercing time:** rampa del ciclo del proceso y concluye en un tiempo asignado, las unidades son segundos.
- Ramp cycle number:** se visualiza en número de ciclos de la rampa, es el proceso de penetración en el material.
- Nozzle stand-off:** distancia entre la boquilla de corte y la superficie del material, se expresa en mm.
- Blow-out time:** se usa para expulsar la escoria formada al penetrar al inicio de un barreno. La escoria se forma cuando el material a cortar es demasiado grueso y la penetración es difícil.
- Gas type:** las siguientes nomenclaturas son para diferenciar el uso del gas de corte:
  - 0 = ningún gas.
  - 1 = Oxígeno (O<sub>2</sub>)
  - 2 = Nitrógeno (N<sub>2</sub>)
- Cutting gas pressure:** presión del gas programada junto con el flujo de salida durante el proceso, se expresa en (bar).
- Spray oil:** activa o desactiva la unidad de rocío de aceite (optativa). Forma una película de aceite que previene la acumulación de escoria al iniciar la penetración en un barreno.
- Piercing time SprintLas:** si es introducido un valor "> 0" la cabeza de corte se mueve dentro del modo SprintLas levantándose y apagándose se nombra "normal piercing". La cabeza permanece en esta posición durante un tiempo especificado (1 segundo) y de nuevo regresa a su posición.

En la figura 6.7 se explican los parámetros para la función "Positionin value Autolas Plus".

setting dimension AutoLas Plus	1.5	mm
Vaporizing time	0.4	s
Nozzle stand off	95.00	mm
Laser power	190	W
Gating frequency	10000	Hz
Cutting speed	4.00	m/min
Gas type (1=O2, 2=N2)	1	
Gas pressure	2.0	bar

Figura 6.7

1. **Positioning value AutoLas Plus:** el valor de la posición se visualiza en mm. se toma de la punta de la boquilla a la posición de enfoque. La dimensión es fijada automáticamente por el AutoLas Plus, el valor únicamente es usado en maquinas que estén equipadas con el AutoLas Plus.
2. **Vaporizing time:** indica el tiempo que permanece encendido el rayo laser para calentar la superficie y vaporizar un recubrimiento que protege al material.
3. **Nozzle stand-off:** distancia entre la boquilla de corte y la superficie del material, se expresa en mm.
4. **Laser power:** el corte de los contornos programados son procesados con el valor del poder laser, las unidades en que se visualiza son watts.
5. **Gating frequency:** frecuencia del laser y sus unidades son Hz.
6. **Cutting speed:** velocidad con la que el contorno programado está siendo cortado, las unidades son m/min.
7. **Gas type:** las siguientes nomenclaturas son para diferenciar el uso del gas de corte:
  - 0 = ningún gas.
  - 1 = Oxígeno (O<sub>2</sub>)
  - 2 = Nitrógeno (N<sub>2</sub>)
8. **Gas pressure:** presión del gas programada junto con el flujo de salida durante el proceso, se expresa en (bar).

En las figura 6.8 y 6.9 se explican los parámetros para la función "Marking" y "Center Marking".

The screenshot shows the 'Laser technology' window for a marking operation. The parameters are as follows:

Parameter	Value	Unit
Material	S317-288	20.68
Line	7.5	
Nozzle	1.7	
setting dimension AutoLasPlus	0.0	mm
Nozzle stand off	8.00	mm
Laser power	56	W
Gating frequency	500	Hz
Cutting speed	7.00	m/min
Gas type (0=, 1=O2, 2=Ar)	1	
Gas pressure	4.0	bar

Figura 6.8

The screenshot shows the 'Laser technology' window for a center marking operation. The parameters are as follows:

Parameter	Value	Unit
Material	S317-288	20.68
Line	7.5	
Nozzle	1.7	
setting dimension AutoLasPlus	1.5	mm
Nozzle stand off	7.00	mm
Laser power	56	W
Gating frequency	500	Hz
Cutting speed	0.10	m/min
Gas type (0=, 1=O2, 2=Ar)	1	
Gas pressure	2.0	bar
Piercing time	2.0	s
Pulse cycle time	12	
Nozzle stand off	2.00	mm
Gas type (0=, 1=O2, 2=Ar)	1	
Gas pressure	0.6	bar

Figura 6.9

- Positioning value AutoLas Plus:** el valor de la posición se visualiza en (mm) se toma de la punta de la boquilla a la posición de enfoque. La dimensión es fijada automáticamente por el AutoLas Plus, el valor únicamente es usado en máquinas que estén equipadas con el AutoLas Plus.
- Nozzle stand-off:** distancia entre la boquilla de corte y la superficie del material, se expresa en mm.
- Laser power:** el corte de los contornos programados son procesados con el valor del poder laser, las unidades en que se visualiza son watts.
- Gating frequency:** frecuencia del laser y sus unidades son Hz.
- Cutting speed:** velocidad con la que el contorno programado esta siendo cortado, las unidades son m/min.
- Gas type:** las siguientes nomenclaturas son para diferenciar el uso del gas de corte:
  - 0 = ningún gas.

- 1 = Oxígeno (O<sub>2</sub>)
  - 2 = Nitrógeno (N<sub>2</sub>)
7. **Gas pressure:** presión del gas programada junto con el flujo de salida durante el proceso, se expresa en (bar).

**6.0.2 Softkeys.**

1. **Name:** se obtiene el menú para el nombre, al abrir el menú se posiciona en el campo con la tecla TOGGLE y se selecciona la tabla deseada.
2. **Technology:** al oprimir este botón nos colocamos en el campo del menú que esta en el lado derecho, para seleccionar un grupo de datos de tecnología.
3. **Parameters:** se accede a los campos de entrada y revizar los parámetros, al introducir datos se debe confirmar la acción con la tecla ENTER o TOGGLE, cofirmando la entrada se puede colocar en los demas campos de entrada.
4. **Copy:** guarda una tabla de tecnología bajo un nuevo nombre.
5. **Delete:** permite borrar tablas de tecnología pero sólo las tablas con la identificación "0" pueden ser borradas.
6. **Tchnol < > :** sirven para hojear los diferentes grupos de datos en una tabla de tecnología.

**6.1 Ciclos de poder del laser.**

El sistema de control del poder laser puede recuperar ciclos guardados, el poder del láser es controlado dependiendo de los intervalos de tiempo predeterminados. Hay ciclos individuales que son seleccionados según el ciclo de rampa sobre la tabla de tecnología laser (ver figura 6.10)

Arriba de 99 ciclos pueden prepararse y guardarse en el sistema de control, un ciclo puede formarse por arriba de 6 puntos de apoyo. Hay ciclos que se ejecutan en el programa NC y se llama a las instrucciones cuando está en modo automático o previamente en modo manual. Los parámetros son guardados en tablas y se requieren para la creación tiempos independientes de ciclos de poder láser. Si los parámetros serán modificados después, se logra revisando la entrada de parámetros.

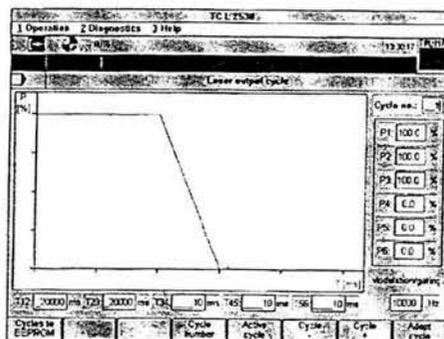


Figura 6.1

1. **Cycle no.:** número bajo el cual el ciclo sera guardado, creado o modificado.
2. **P1 – P6 :** entrada del potencia laser deseado en el punto de apoyo respectivo, el campo que aun no se le ha dado un valor tendra un fondo de color.
3. **Gating frequency:** se introduce el número de programa deseado.
4. **T12, T34, T23, T45, T56:** entrada de la longitud de los intervalos de tiempo.

### 6.1.1 Softkeys.

1. **Cycles in EEPROM:** al oprimir esta función, ciclos apropiados de potencia laser que están en la memoria de trabajo del sistema de control son cargados.
2. **Cycle number:** directamente tenemos acceso al número de ciclo y sus parámetros.
3. **Active cycle:** selecciona el ciclo activo.
4. **Cycle + - :** selecciona el ciclo siguiente o previo de una serie de ciclos.
5. **Adopt cycle:** transfieren los datos del ciclo para guardarlos en el sistema de control.

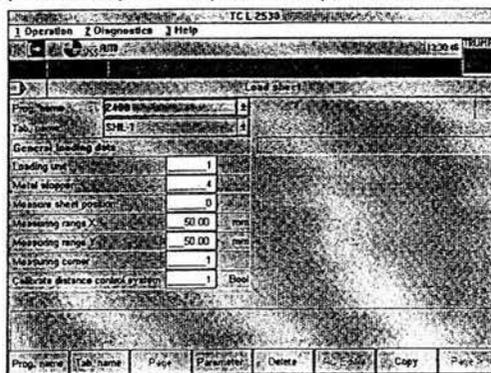
### 6.2 Manejo de las tablas para lámina.

Existen tablas para:

- Modo de carga de la lámina.
- Tecnología de la lámina.

Es un programa específico el cual se transfiere del sistema de programación (junto con el programa NC) y guardado en el control de la máquina en forma de tabla de tecnología. Todos los parámetros necesarios para la ejecución de los ciclos respectivos de la máquina se guarda en estas tablas. Cuando el texto NC se ejecuta en la máquina, una tabla de tecnología es llamada por una tabla de tecnología de instrucciones definida, a estos datos se tiene acceso por el sistema de control, los parámetros pueden ser alterados.

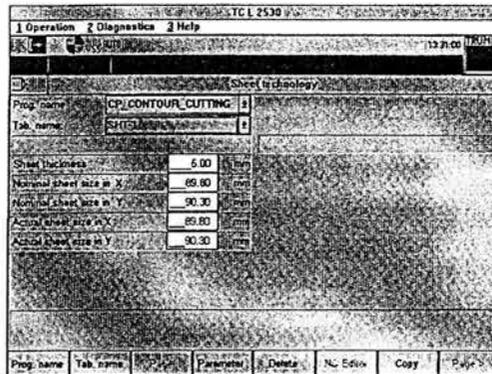
En las figura 6.11, 6.12 y 6.13 se explican los parámetros para la función.



Modo de carga de la lámina (Figura 6.11)

1. **Loading device:** indica de que modo será cargada la máquina (cambiador de mesa).

2. **Sheet striking point:** indica la esquina en que la hoja de lámina será iniciada, frente derecho o posterior derecho,...
3. **Measure sheet position:** indica si la hoja de lámina sera medida por medio del control de abertura.
4. **Measurement range "X":** indica la dimensión del rango de la lámina sobre la dirección de "X".
5. **Measurement range "Y":** indica la dimensión del rango de la dimensión de la lamina sobre la dirección de "Y".
6. **Measuring corner:** indica la esquina en la que será medida la lámina, para llevarse acabo el posicionamiento.
  - Frente derecho.
  - Frente izquierdo.
  - Posterior derecho.
  - Posterior izquierdo.
7. **Calibrate gap control:** indica si el control de abertura sera calibrado.



Tecnología de la lámina (Figura 6.12)

1. **Sheet thickness:** indica el espesor de la lámina a procesar, indicada en (mm). el valor estándar es de 8 mm.
2. **Nominal sheet dimension in "X":** dimensión de la hoja de lámina sobre la dirección "X". El valor estándar es 20.00 mm. (este valor no puede modificarse).
3. **Nominal sheet dimension in "Y":** dimensión de la hoja de lámina sobre la dirección "Y". El valor estándar es 10.00 mm. (este valor no puede modificarse).
4. **Actual sheet dimension in "X":** dimensión real de la hoja de lamina sobre la dirección "X" en mm.
5. **Actual sheet dimension in "Y":** dimensión real de la hoja de lamina sobre la dirección "Y" en mm.

Prog. name	Tab. name	Measuring type	Param. entry via dialog	Distance to sheet height	1st corner	programmated position X	programmated position Y	approximate position X	approximate position Y	edge length X	edge length Y
ncv_default	ncv_default	1	0	100.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ncv_default	ncv_default	1	0	100.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla de dimensiones (Figura 6.13)

El contenido de la tabla de dimensiones de un programa específico es transferido con el texto NC al sistema de control lo aplica el sistema de programación cuando se llaman los ciclos por medio de la instrucción TC\_SHEET MEASURE.

1. **Measuring type:** el número y tipo de contorno es medido y el sensor que se utiliza se selecciona:
  - La dimensión externa de una esquina con el Cateye.
  - Se mide una esquina interior con el Cateye.
  - La dimensión de dos esquinas internas con el Cateye.
  - La dimensión del contorno de un barreno con el Cateye.
  - Se mide dos contornos de barrenos con el Cateye.
  - La dimensión de un contorno de un barreno y la esquina interna con el Cateye.
  - La dimensión externa de una esquina con el sistema de control de distancia.
2. **Param. Entry via dialog :** el dialogo de programación no es respaldado si no es introducido un "0".
3. **Distance of sheet height measurement:** si se introduce la distancia de dos puntos de medición, el sistema de control medirá de nuevo esta distancia, el valor predefinido es 100 mm., se debe reducir si el material esta sumamente desnivelado.
4. **1. Corner:**
  - Programa la posición sobre la dirección de "X".
  - Programa la posición sobre la dirección de "Y".
  - Se aproxima la posición sobre la dirección "X": se especifican contornos internos con una precisión de  $\pm 5$  mm. y contornos exteriores  $\pm 10$  mm.
  - Se aproxima la posición sobre la dirección "Y": se especifican contornos internos con una precisión de  $\pm 5$  mm. y contornos exteriores  $\pm 10$  mm.

- La longitud de bordes en dirección "X": con este parámetro se define la longitud del borde programada sobre la dirección "X". Si el valor es negativo o positivo el movimiento ejecutado será en la dirección que sea introducido este valor. La precisión con que debe especificarse la longitud del borde es de  $\pm 1$  mm.
- La longitud de bordes en dirección "Y": con este parámetro se define la longitud del borde programada sobre la dirección "Y". Si el valor es negativo o positivo el movimiento ejecutado en la dirección que sea introducido el valor. La precisión con que debe especificarse la longitud del borde es de  $\pm 1$  mm.

### 6.2.1 Softkeys.

1. **Prog. Name:** sirve para posicionarse en el menú del mismo nombre, el campo de selección es abierto por medio de la botón TOGGLE y seleccionado el programa NC deseado.
2. **Tab. Name:** seleccionamos el campo para elegir la tabla de tecnología.
3. **Page:** el menú se localiza en la parte superior derecha y se selecciona la información de la pieza o su técnica de trabajo.
4. **Parameters:** se tiene acceso a campos donde se pueden modificar parámetros, se observa del lado derecho en la parte superior un rango de valores para poder introducir datos. El ingreso de los datos debe confirmarse con el botón ENTER, el botón TOGGLE es utilizado para moverse a través de los diferentes campos de entrada.
5. **Delete:** se presiona este botón para borrar una tabla de tecnología existente, la tabla "tco\_default" no puede ser borrada.
6. **Copy:** guarda una tabla bajo un nuevo nombre.
7. **Page:** sirve para desplazarnos entre los grupos de datos.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## Capítulo VII

Programación de la Producción.

## 7 Manufactura empleando el plan de producción.

El plan de producción habilita el proceso de empezar un índice de programas uno después de otro sin tener que empezarlos individualmente. Un ejemplo de la aplicación es el proceso en que las dos mesas se preparan con material bruto y a cada trabajo se le asigna un programa NC.

De esta forma se establece el plan de producción con programas NC en el orden en que serán ejecutados en la máquina. Sólo se puede programar trabajos de láminas con archivos NC.

El menú del plan de producción se despliega en la pantalla (Fig. 7) seleccionándolo con el botón PRODUCTION PLAN.



Figura 7

### 7.0.1 Datos del programa.

1. **Result.:** indica el número en la serie de los trabajos, que es el orden en que serán realizados.
2. **Status:** se visualiza en que condición de la serie se encuentra el trabajo y pueden ser seleccionados diferentes tipos de condiciones siendo las siguientes:
  - **Enable:** el trabajo es liberado para la tabla de herramientación y su ejecución.
  - **Paused:** el trabajo es considerado cuando se genera la tabla de herramientación, pero durante la ejecución del plan de producción.
  - **Blocked:** el trabajo no se considera durante la ejecución del plan de producción ni durante la generación de la tabla de herramientación.
3. **Designation:** cuando se elabora un trabajo cualquier carácter o serie de números puede ser introducido en este campo.
4. **Program name:** indica el nombre de la programación.
5. **Reqd:** indica número de láminas que ya han sido procesadas.
6. **Actual:** indica número actual de láminas que ya han sido procesadas.
7. **Pallets:** valor que no debe ser introducido en el campo.

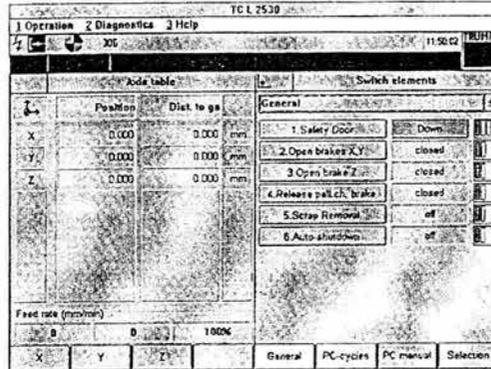


3. **Create sheet job:** incluye un programa NC en el plan de producción.
4. **Production plan:** visualiza el plan de producción actual.
5. **Program all/NC core:** el botón tiene dos funciones al oprimirlo se puede cambiar a cualquier de los dos modos. Uno es la lista completa de los programas disponibles y el segundo sólo los programas NC que ya han sido transferidos.
6. **Program notes:** se utiliza para agregar notas a un cierto programa.
7. **Check program:** verifica si todas las herramientas necesarias son correctas para llevar a cabo el proceso de un programa.

### 7.2 Set-up operación (cambio en elementos).

Los elementos de cambio ofrecen la posibilidad de llevar a cabo funciones en la máquina por el usuario en forma manual, controlando mecanismo al oprimir un botón, sin tener que conocer las funciones del NC correspondiente.

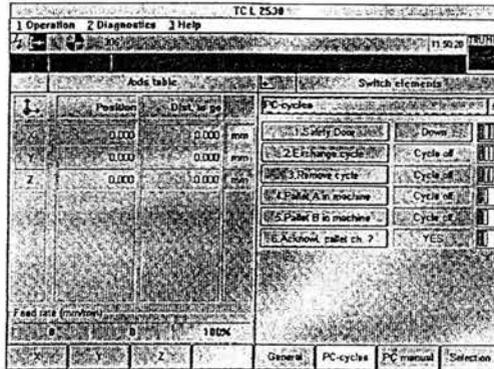
Sólo pueden activarse los elementos de cambio que no representan peligro sobre la memoria del sistema o el ambiente de operación. Por eso la mayoría de los elementos de cambio se realizan en modo automático y no en forma manual. En la figura 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7 y 7.8 se muestran estos elementos de cambio.



General cambio de elementos. (Figura 7.2)

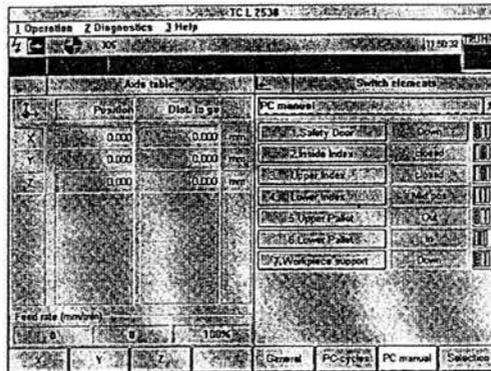
1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, se lleva a cabo este movimiento al oprimir en forma simultanea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
2. **Open X, Y brakes:** permite quitar el freno a la transmisión y desplazar los ejes en forma manual (la función se aplica después de una colisión y el movimiento de los ejes no es posible por medio del botón JOG).
3. **Open Z brake:** permite quitar el freno a la transmisión del eje "Z", se debe tener precaución al activar esta función por que la cabeza de corte descenderá lentamente cuando sea quitado el freno.

4. **Pall. Changerrelase brake:** quita el freno a la transmisión del cambiador de mesas.
5. **Small part dispnsal:** activa o desactiva el recolector para piezas pequeñas.
6. **Automatic switch – off:** activa o desactiva el interruptor.



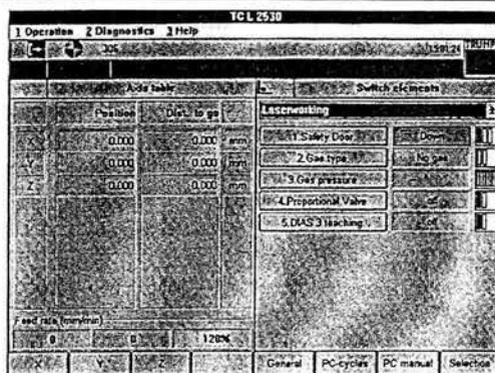
Elementos de cambio PC-cycles. (Figura 7.3)

1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, se lleva a cabo este movimiento al oprimir en forma simultanea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
2. **Pallet exchange:** se utiliza cuando se quiere hacer el intercambio de mesas, una dentro de la máquina y otra en el intercambiador, el movimiento se realiza oprimiendo simultáneamente los botones TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
3. **Both pallets in PaWe:** al usarla las dos mesas se mueven hacia el intercambiador, el movimiento se realiza oprimiendo simultáneamente los botones TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
4. **Pallet A in machine:** se usa si se quiere mover la mesa "A" (mesa superior) dentro de la máquina.
5. **Pallet B in machine:** se usa si se quiere mover la mesa "B" (mesa inferior) dentro de la máquina.
6. **To acknowledge the pallet change:** se debe activar el elemento una vez que el intercambio de las mesas sea completado.



Elementos de cambio Pc-manual. (Figura 7.4)

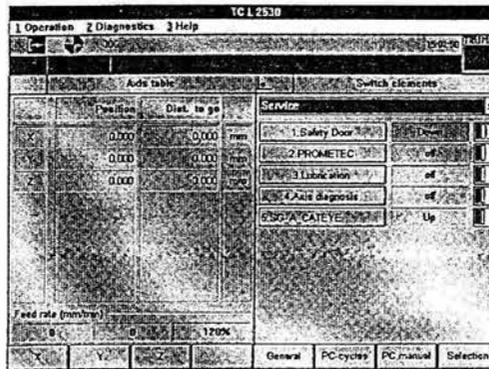
1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, para llevar a cabo el movimiento se deben oprimir en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
2. **Inside index:** se utiliza este elemento cuando el index interior se abre o cierra, para llevar a cabo este movimiento se oprimen en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
3. **Upper index:** este elemento es accionado para abrir o cerrar el index superior del intercambiador, para llevar a cabo este movimiento se oprime en forma simultanea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
4. **Lower index:** este elemento es accionado para abrir o cerrar el index inferior del intercambiador, para llevar a cabo este movimiento se oprime en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
5. **Lower pallet:** se utiliza este elemento cuando quiere moverse la mesa superior al cambiador o dentro de la máquina, para llevar a cabo este movimiento se oprimen en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
6. **Lifting device:** se utiliza para realizar el movimiento de levantamiento del intercambiador.



Elementos de cambio para procesos laser. (Figura 7.5)

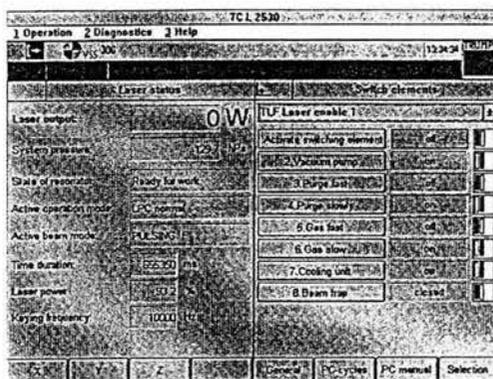
1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, para llevar a cabo este movimiento se oprime en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.

1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, para llevar a cabo este movimiento se oprime en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
2. **Gas Type:** nitrógeno (N<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>) o ningún gas puede ser seleccionados.
3. **Gas pressure:** se eligen seis niveles de presión de gas diferentes: 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 y 16 bar.
4. **Proportional valve:** la válvula se enciende o apaga en la forma como se suministra el gas.
5. **Calibrating DIAS III:** es calibrado el sistema DIAS III (sistema de regulación de altura).



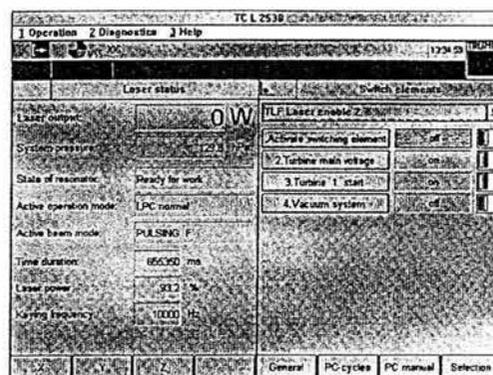
Elementos de cambio para servicio. (Figura 7.6)

1. **Protective doors:** sirve para abrir las puertas que se levantan, para llevar a cabo este movimiento se oprimen en forma simultánea el botón TWO-HAND y TWO-HAND PLUS o MINUS.
2. **Prometec:** es utilizada por PROMETEC y debe ser excluida de su uso, sólo técnicos de servicio usan esta opción.
3. **Lubrication cycle:** se acciona el ciclo de lubricación cuando un programa se ha iniciado.
4. **Axis diagnosis:** sólo puede ser usada al iniciar la máquina y debe ponerse por consiguiente en apagado. La función sólo es usada por técnicos de servicio.
5. **Cateye:** se activa el control si se quiere mover el cilindro de Cateye (opcional) hacia arriba o abajo.



Elementos de cambio TLF laser 1 (Figura 7.7)

1. **Acivate switching elements:** es utilizado el elemento de cambio antes de llevar a acabo un cambio en alguna función. Aquí los elementos de cambio permanecen activos (incluso al cambiar de pantalla) hasta que el elemento de cambio se restablece a "off".
2. **Vacuum pump:** se activa o desactiva la bomba de vacío.
3. **Fast pump out:** se usa para encender o apagar las válvulas de la bomba rápida del resonador.
4. **Slow pump out:** se usa para encender o apagar las válvulas de la bomba lenta del resonador.
5. **Fast gas feed:** se enciende o se apaga las válvulas para el llenado rápido del resonador.
6. **Slow gas feed:** se enciende o se apaga las válvulas para el llenado lento del resonador.
7. **Cooling unit:** se enciende o se apaga la unidad de enfriamiento.
8. **Beam trap:** abrir o cerrar la trampa del haz laser.



Elementos de cambio TLF laser 2 (Figura 7.8)

1. **Acivate switching elements:** es utilizado antes de llevar a acabo un cambio en alguna función. Aquí los elementos de cambio permanecen activos (incluso al cambiar de pantalla) hasta que el elemento de cambio se restablece a "off".
2. **Turbine current:** se activa o desactiva el suministro eléctrico al convertidor de frecuencia del turbo radial fan.
3. **Turbine 1 start:** se activa o desactiva el convertidor de frecuencia del turbo radial fan, y lleva a la activación de la rampa.
  - Después de realizar el cambio a "off" del turbo - radial fan, la turbina necesita un tiempo de frenando de aproximadamente 1 minuto. Durante este tiempo ningún otro elemento de cambio puede ser activado.
4. **Open vacuum system:** la carga de presión debe predominar (1100 hPa) y debe ser bajada antes del inicio del laser y ponerlo en servicio. Hay una válvula para este propósito y se localiza cerca de la bomba de vacío, se abre o cierra al utilizar el elemento de cambio (la válvula sólo puede ser abierta por personal especializado).

#### 7.2.1 Softkeys.

1. **X, Y, Z:** son botones que al seleccionar y cualquiera de los ejes puede ser movido en forma manual por medio de la la tecla JOG. Al seleccionar el botón resalta en color amarillo.
2. **General:** se tiene acceso a la lista general de los elementos de cambio.
3. **Pal change cycles:** se realizan cambios en alguna otra lista de elementos de cambio durante el ciclo de cambio de mesas.
4. **Man. Pallet change:** se realizan cambios manuales en elementos del cambiador de mesas.
5. **Select:** se realizan cambios en la organización de los elementos de cambio.

#### 7.3 Set-up para el modo JOG.

La máquina opera y se realizan las siguientes actividades (Fig. 7.9):

- Los ejes son movidos manualmente.
- Los ejes se aproximan a posiciones exactas.

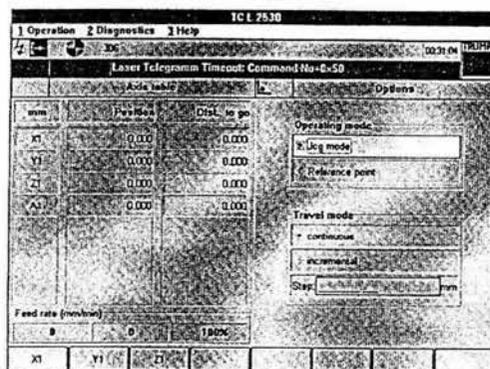


Figura 7.9

### 7.3.1 Opciones.

#### 1. Operation type:

- **Jog mode:** cualquier eje puede ser seleccionado y controlado manualmente por medio de esta función, al seleccionar la opción, el botón resalta en color amarillo. Las posiciones reales actuales son visualizadas en la pantalla.
- **Referencing:** no puede ser activada.

#### 2. Travel mode:

- **Continuous:** se mueve un eje a una posición aproximada.
- **Incremental:** es selecciona una posición aproximada de un eje, adicionalmente una dimensión de paso, la condición de la dimensión de paso es en (mm). moviendo el eje seleccionado.

### 7.3.2 Softkeys.

1. **X, Y, Z:** se pueden seleccionar cualquiera de los ejes y moverlos en forma manual por medio de la tecla JOG. Cuando es seleccionado cualquiera de los ejes el botón resalta en color amarillo.

### 7.4 Set-up MDA

En el modo MDA (datos manuales automático), un programa se crear y procesa bloque-por-bloque. Se introducen movimientos requeridos específicos, en el formato de bloques de programas individuales NC por medio del teclado en el sistema de control. La entrada de bloques de programa se procesan después de oprimir el botón Start soft. (Fig. 7.10)



Figura 7.10

#### 7.4.1 Parámetros.

1. **NC blocks:** en el cuadro de entrada de datos en color blanco se introducen los bloques del programa que se desea ejecutar en el modo semi-automático.
2. **Program status:** la condición del programa seleccionado se despliega en este campo. Dependiendo de la condición del programa, se activan mecanismos o se bloquean procedimientos. Existen tres condiciones que se pueden visualizar:
  - **Program status running:** se visualiza cuando el programa de una pieza se ha iniciado con Program start. El programa que se esta ejecutando se visualiza, como se esta leyendo un bloque emitido y su alimentación, con una constante de alimentación de 0 %, el eje se dirige a la posición de destino "setpoint" y el programa empieza a correr.
  - **Program status aborted:** es cuando un programa ha sido seleccionado pero aun no se a iniciado o cuando un programa que se esta ejecutando se ha oprimido el botón RESET.
  - **Program status halted:** se visualiza cuando un programa fue detenido por el control NC, o alguna instrucción "M00, M01" están incluidas en algún bloque del programa.

#### 7.4.2 Softkeys.

1. **Start:** empieza el proceso automático de los bloques que fueron introducidos por el usuario (el softkey Single Block no debe estar activado).
2. **Single block:** resalta en color amarillo, permite ir avanzando el proceso de un programa bloque por bloque al oprimir continuamente el botón START, teniendo presente la condición del programa.
3. **Delete NC blocks:** son borradas todas las líneas que forman un bloque de programa.

### 7.5 Set-up del haz laser.

El láser es controlado por grupos de datos que son introducidos por el operador. Es esencial que se visualicen todos los parámetros que serán cambiados después de un intervalo breve, garantizando así que el láser operara con todos sus datos la próxima vez que el haz sea encendido.

Hay diferencias funcionales en el SERVICE MODE "OFF" y el SERVICE MODE "ON".

En el "Set-up del haz" y SERVICE MODE "OFF" los menús están en uno de los tres modos de operación para producir (Figuras 7.11 y 7.12): LPC normal, LPC analog, LPC cycles. Con el SERVICE MODE "ON" se seleccionan dos modos operación: ALIGNMENT ON y ALIGNMENT OFF.

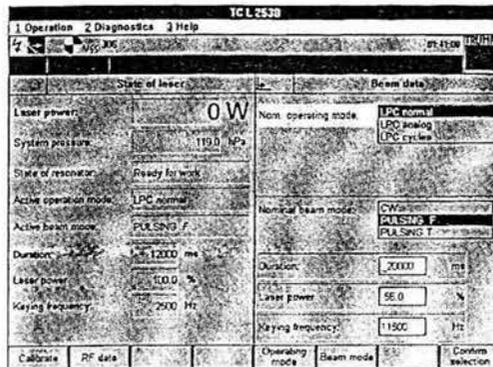


Figura 7.11

#### 7.5.1 Parámetros para el SERVICE MODE "OFF".

1. **Set operating mode:** es seleccionado lo que se requiere para el modo de operación (LPC normal, LPC analog, LPC cycles).
2. **Req. Operating mode:** se selecciona el modo del haz (CW, PULSING F, PULSING T).
3. **Time duration:** Este parámetro no es significativo.
4. **Laser power:**
  - En el modo CW: se introduce un valor de 75 % y 100 %.
  - En el modo PULSING: se introduce un valor de 1 % y 100 %.
5. **Gating frequency:**
  - PULSING F: se introduce un valor de 100 Hz y 10 KHz (redondear a 10 Hz) Opción: el valor más bajo es de 10 Hz.
6. **Pulse length and pause length:**
  - PULSING T: se introduce un valor de 10  $\mu$ s a 9.990  $\mu$ s. La suma de los dos valores debe ser menor a 10 ms.

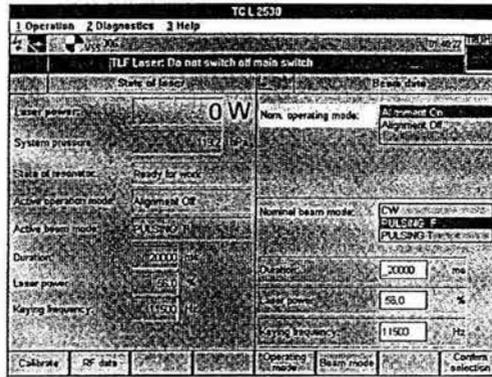


Figura 7.12

### 7.5.2 Parámetros para el SERVICE MODE "ON".

1. **Req. Operating mode:** es seleccionada para activar y desactivar la alineación del rayo laser.
2. **Req. Operating submode:** se puede seleccionar un sub modo (CW, PULSING F, PULSING T), PULSING F es utilizado únicamente para activar la alineación del rayo laser.
3. **Time duration (alineación desactivada):** es introducido el tiempo de duración del haz para ser disparado por medio del disparador manual, el valor no puede ser mayor de 25,000 ms. (25 seg.).
4. **Laser Power (alineación desactivada):**
  - En el modo CW: un valor entre 75 % y 100 %.
  - PULSING F: un valor entre 1 % y 100 %
5. **Gating frequency (alineación desactivada):**
  - PULSING F: se introduce un valor de 100 Hz y 99 KHz.
  - PULSING T: se introduce un valor de 10  $\mu$ s a 9,990  $\mu$ s. La suma de estos dos valores debe ser menor a 10 ms.
6. **Pulse length and pause length (alineación desactivada):**
  - PULSING T: se introduce un valor de 10  $\mu$ s a 9,990  $\mu$ s. La suma de estos dos valores debe ser menor a 10 ms.
7. **Time duration (alineación activada):**
  - es introducido el tiempo de duración del haz para ser disparado por medio del disparador manual, el valor no puede ser mayor a 60,000 ms (600 seg.).
8. **Laser power (alineación activada):**
  - PULSING F: un valor de 1 % a 10 %.
9. **Gating frequency (alineación activada):**
  - introducir un valor de 100 Hz a 99 KHz.

### 7.5.2.1 Condiciones del laser.

1. **Power laser:** la potencia en Watts.
2. **System pressure:** indica la presión actual dentro del resonador en hPa.
3. **Resonator state:**
  - **Start up:** cuando se oprime el botón ON/OFF empieza un ciclo automático para determinar la condición del resonador, el valor se visualiza en el campo.
  - **In operación:** cuando el ciclo automático ha terminado, dentro del resonador ya hay una presión adecuada y la velocidad de giro de la turbina ya ha sido alcanzada. El laser esta listo para funcionar.
  - **Slope down:** cuando se oprime el botón ON/OFF empieza un ciclo automático para determinar la condición del resonador, el valor se visualiza en el campo.
  - **At rest:** después de que el ciclo automático ha terminado, la presión dentro del resonador es de 1100 hPa, entonces el sistema puede ser apagado.
  - **Leak test:** es una función automática de diagnostico para realizar una prueba de fugas en el sistema del resonador.
  - **Elementos de cambio:** la condición del resonador se visualiza cuando los elementos de cambio de TLF-laser 1 y 2 están activados. El laser puede ser operado sólo con los elementos de cambio, si los elementos se dejan fuera de funcionamiento el laser se restablece y regresa a su condición inicial.
  - **Active operation mode:** se visualiza si el laser está listo para entrar en operación. Los modos de funcionamiento con Service mode "off" son: LPC normal, LPC analog y LPC cycles. Y con "Service mode "on" son: ALIGNMENT ON y ALIGNMENT OFF.
  - **Active submode:** activando el submode: CW, PULSING F y PULSING T.
  - **Time duration:** se visualiza la duración de tiempo que permanecerá encendido el laser cuando está en servicio activo, la trampa del haz laser se abre cuando se acciona el interruptor de gatillo manual. Transcurrido el tiempo automáticamente el sistema de control lo apaga.
  - **Laser power:** el poder del laser se visualiza en porcentaje.
  - **Gatin frequency:** introducir la frecuencia del laser y las unidades son (Hz).
  - **Pulse length and pause length:** el parámetro sólo se visualiza cuando el submodo PULSING T está activo. Aquí se expresa cual será el pulso y la longitud de la pausa por medio del menú de datos del haz.
  - **Active cycle:** el parámetro sólo se visualiza cuando el modo LPC cycles esta activo, se indica el ciclo de poder en que el laser opera.

### 7.5.3 Softkeys.

1. **Calibrate:** cambia al menú sub – alterno para calibrar el poder del laser.

2. **RF data:** hace cambios en el menú de diagnostico del RF.
3. **Operation mode:** realiza cambios en el enfoque.
4. **Operation submode:** realiza cambios en el enfoque.
5. **Confirm selection:** se transfieren parámetros que son seleccionados para operar al sistema de control.

## 7.6 Operación de programado editor "NC".

Se revisan y crean programas con el editor NC. El texto debe ser introducido por medio del teclado. Los softkeys se emplean como una ayuda para la edición del texto NC, se puede tener acceso a una guía de programación, en la que se puede consultar sobre alguna función (Fig. 7.13).



Figura 7.13

### 7.6.1 Softkeys.

1. **End.** retrocede a la última pantalla seleccionada.
2. **Save:** guarda cambios en un texto NC.
3. **Cut:** marca un texto o línea de texto para ser borrado y pegarse en otra posición del mismo texto.
4. **Copy:** marca un texto o línea de texto para ser copiada y poderla pegar en otra posición del mismo texto.
5. **Paste:** pega un texto seleccionado proveniente de la aplicación de un COPY o CUT en otra ubicación del texto.
6. **Search/Replace:** busca o reemplaza funciones dentro de un texto NC.
7. **Continue Search/Replace:** es para seguir buscando y reemplazando dentro del texto NC funciones repetidas que se encuentran dentro del programa para sustituir.

### 7.7 Administrador de programas "NC".

Una lista de todos los programas que se han segmentado y guardado en el disco duro se encuentra en el administrador de programa NC (Fig. 7.14). Cuando hay subprogramas (SR) dentro de un programa principal (MP) se visualizan cuando el programa principal correspondiente es seleccionado con la tecla ENTER. Se visualiza en la pantalla la condición, el origen, la fecha de su creación / hora y el tamaño del programa.

Para modificar un programa, se usa el cursor para seleccionarlo y se oprime el botón EDITOR. El texto NC se visualiza en el editor NC para poder editarlo.



Figura 7.14

#### 7.7.1 Softkey.

1. **Search/New main program:** se emplea para la búsqueda de un programa principal en específico. La descripción exacta debe conocerse para ser introducida en el campo. También puede ser empleado para crear un nuevo programa dentro del editor.
2. **Direct/new subroutine:** permite crear un nuevo subprograma con el editor. Aquí la descripción exacta del programa principal debe ser conocida e introducida en el campo. Se debe asignar un nuevo nombre para el subprograma.
3. **Check program:** realizar un chequeo de los parámetros contenidos en el programa para una correcta ejecución.
4. **Program list:** permite ver un listado de los programas principales.
5. **Program notes:** permite generar notas para un programa en específico.
6. **Editor:** es para editar el texto de un programa NC.
7. **Delete MP+SR:** se borran programas principales y subprogramas, al seleccionar un programa principal también son borrados los subprogramas contenidos.
8. **Delete single program:** la diferencia de este comando con el arriba mencionado es que esta permite borrar partes de un programa (programa principal o subprograma).

## 7.8 Administrador de archivos de programación.

Una lista de los archivos en el disco duro se guarda en la siguiente dirección (C:\DH\ToPsmanu.dir) y se visualizan con este menú. Los programas realizados por el sistema de programación son transmitidos al sistema de control de la máquina y guardados en el directorio como archivos completos. Todos los componentes de hardware que son controlados por el sistema como es la unidad de disco flexible (A:) también se ven en el menú.

En el menú se puede realizar lo siguiente:

- Des-fragmentación de archivos completos para la ejecución en la máquina.
- Leer programas principales y subprogramas de archivos externos.
- Salida de programas del administrador de programas.
- Reorganizar el administrador de programas.

### 7.8.1 Softkeys.

1. **Search file:** es para buscar un archivo en específico de la lista. La descripción exacta del programa debe ser conocida y ser introducida en el campo de entrada.
2. **Load master file:** realizar la des-fragmentación de un programa en el sistema de programación formando el programa principal y subprogramas.
3. **Main program from file:** a diferencia del comando anterior este realiza la misma operación, pero aquí el archivo de programa proviene de otra computadora para realiza la transferencia.
4. **Subroutine from file:** transfiere un archivo como subprograma al administrador, el programa principal al que va a ser asociado debe estar disponible en el sistema.
5. **Output program:** da salida a un programa del disco duro como archivo maestro.
6. **Reorganization:** se oprime en el caso de recibir fallos de la transferencia de la base de datos y activa la reorganización junto con su reparación.
7. **Delete file:** función para borrar un archivo de la lista.

### 7.9 Salidas de programas del administrador.

En este menú, se tiene la posibilidad de crear un archivo maestro dejando fuera todas las pantallas relacionadas, programas principales y subprogramas. Pueden ser copiadas partes únicas de programas como archivos al disco duro o unidad de disco (Fig. 7.15).

El menú sólo aparece si al oprimir Output program si la lista es idéntica a la visualizada en el menú de administración de programas. Únicamente la barra del softkeys es diferente.



Figura 7.15

### 7.9.1 Softkeys.

1. **Search program:** busca un programa específico. La descripción exacta del programa debe conocerse para ser introducida en el campo de entrada.
2. **Generate complete file:** reúne programas principales relacionados, subprogramas y programas en un archivo maestro guardándolo en el disco duro.
3. **Copy file:** copia un programa principal o subprograma al disco duro como archivo.
4. **Program list:** visualiza el listado de programas.
5. **Program notes:** se utiliza para agregar notas a un programa.
6. **Delete MP + SR:** borra programas principales con sus subprogramas.
7. **Delete single program:** la diferencia de este comando con el arriba mencionado es borrar partes de un programa (programa principal o subprograma).

## Capítulo VIII

Programa de Mantenimiento Autónomo.

**8 Mantenimiento, inicio de backup.**

La información como es la base de datos de tecnología láser, programas de piezas, etc. pueden salvarse con un backup, en el caso de que la base de datos se dañe o el disco duro este defectuoso. Si esto sucede debe ser remplazado el disco duro por técnicos especializados. (Fig.8.0)

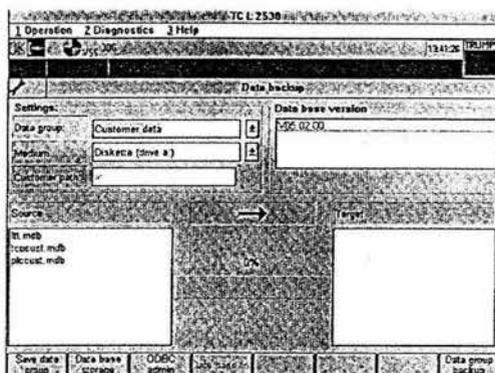


Figura 8.0

**8.0.1 Parámetros.**

1. **Data group:** selecciona la lista deseada.
2. **Médium:** elige el medio utilizado para el almacenamiento (red local, disco duro o diskette).
3. **Customer path:** es introducida la dirección a donde se realizará el almacenamiento, la entrada no debe terminar con el símbolo siguiente (\).
4. **Data base version:** la versión actual de la base de datos es visualizada.

**8.0.2 Softkeys.**

1. **Save file group:** se salvan grupos de datos.
2. **Data base backup:** es para guardar bases de datos que contienen información personalizada. Las bases de datos son reparadas automáticamente y compactadas.
3. **ODBC – admin.:** sólo debe ser usada por técnicos especializados.
4. **Data base link:** sólo debe ser usada por técnicos especializados.
5. **Data group backup:** sólo debe ser usada por técnicos especializados.

**8.1 Mantenimiento, inicio de pantalla.**

El idioma deseado y sistema de unidades (metrico/pulgadas) son seleccionados con este menú (Fig.8.1).

**8.1.1 softkeys.**

1. **Adopt language:** selecciona el idioma en el que serán visualizadas las pantallas.
2. **Modify unit system:** selecciona el sistema de unidades del sistema.

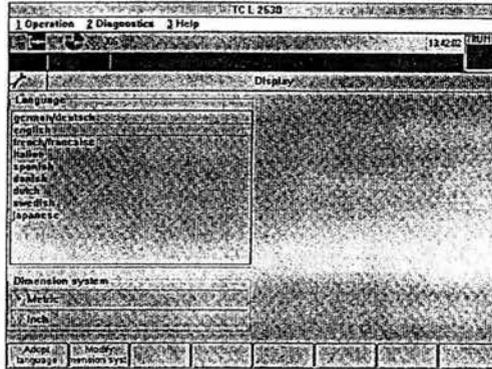


Figura 8.1

### 8.2 Mantenimiento, bitácora diaria.

Para este mantenimiento existe una pantalla que se muestra en la figura 8.2

- El monitoreo de los intervalos de mantenimiento del laser son importantes y se realizan en la bitácora diaria del sistema.
- La condición individual de los puntos de mantenimiento es observada cuando uno de ellos resalta en color amarillo.
- Para moverse a diferentes puntos de mantenimiento dentro de la pantalla se debe realiza con el botón FOCUS.
- Es posible desplazarse entre las páginas individuales con las teclas PAGE UP y PAGE DOWN.
- Mensajes se ven en la pantalla cuando un componente está en espera de mantenimiento, y sucede si el intervalo de tiempo ha expirado.
- Los intervalos de tiempo en que se debe realizar un mantenimiento son visualizados en una columna.
- También son visualizados los intervalos de tiempo que han transcurrido durante la operación.

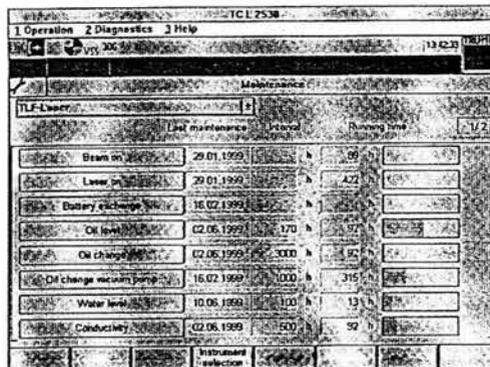


Figura 8.2

### 8.2.1 Softkeys.

1. **Device selection:** se puede seleccionar el punto de mantenimiento de un dispositivo deseado.

### 8.3 Diagnósticos de errores.

El diagnóstico de errores expone una lista de errores y mensajes que se generan al estar trabajando la máquina. Da la posibilidad de ver la causa, el efecto, localización y las medidas que se pueden tomar para remediarlo (Figura 8.3). Las actividades anteriores se llevan a cabo por medio de los softkeys.

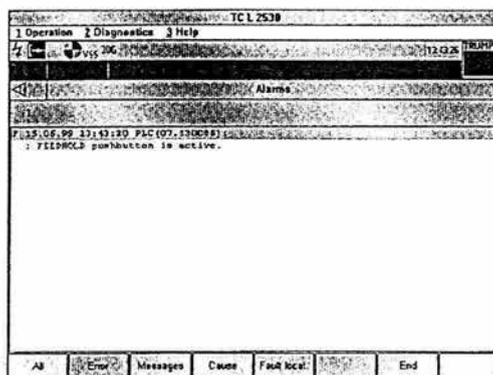


Figura 8.3

#### 8.3.1 Softkeys.

1. **All:** despliega en la pantalla una lista de todos los errores y mensajes.
2. **Error:** despliega en la pantalla una lista de todos los errores.
3. **Messages:** despliega en la pantalla una lista de todos los mensajes.
4. **Cause:** se visualiza la causa y las medidas para remediar el error o el mensaje.
5. **Fault location:** envía la ubicación del error, el efecto y comentarios.
6. **End:** traslada al final de la lista visualizada.
7. **Search:** busca de un código de un error.

### 8.4 Diagnóstico del I/O.

Todas las entradas digitales y salidas básicas de la máquina como son, el láser y los componentes de automatización aparecen en la pantalla. El BIT de las entradas y salidas así como su condición se representa en la tabla. La asignación para la entrada y la designación de la salida se resaltan en color amarillo en la columna derecha (Figura 8.4).

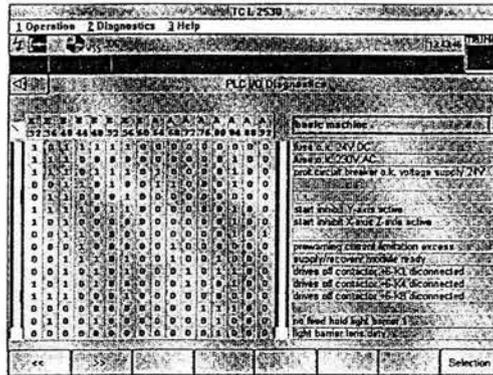


Figura 8.4

### 8.4.1 Softkeys.

1. << >> : se utiliza para cambiarse entre las entradas y salidas.
2. **Selection:** se visualiza una lista de selecciones.

### 8.5 Diagnostico remoto.

Al activar el diagnostico remoto en el sistema de control permite al fabricante de la máquina TRUMPF controlarla vía telefónica, y poder localizar y resolver problemas de funcionamiento que se llegan a presentar (Figura 8.5).

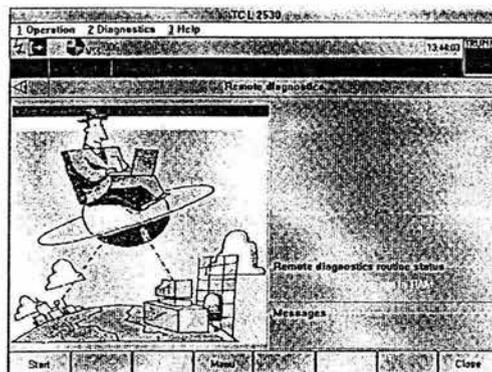


Figura 8.5

### 8.5.1 Softkeys.

1. **Start:** inicia el diagnóstico remoto.
2. **Menu:** son recibidas o enviadas transmisiones escritas por parte de TRUMPF.
3. **End:** finaliza el diagnóstico remoto.

### 8.6 Diagnóstico laser generador "RF".

Se despliegan los valores analógicos del generador "RF" en el lado izquierdo de la pantalla, también se ven los valores activos del control laser en el lado derecho de la pantalla. Los valores del generador "RF" en la parte inferior derecha pueden ser alterados poniendo el modo de servicio activo (Figura 8.6).

- Éstos valorados sólo pueden ser modificados por TRUMPF.

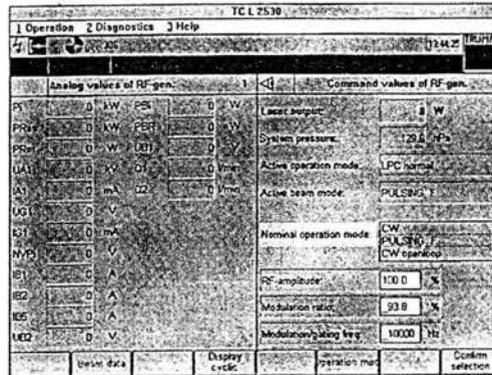


Figura 8.6

#### 8.6.1 Softkeys.

1. **Beam data:** se utiliza para seleccionar y ver los datos del haz laser. Se debe cumplir el requisito de que el modo de servicio debe estar activado.
2. **RF gen +:** selección de otro generador "RF" (generalmente las unidades están sólo provistas con un generador "RF").
3. **Cyclic display:** se pueden visualizar los datos de funcionamiento cíclico del generador "RF" de tiempos cortos. Esto habilita datos de funcionamiento sobre periodos de tiempo más largos.
4. **Operation mode:** realiza el cambio de modo de operación.
5. **Confirm selection:** permite realizar la confirmación de datos introducidos a algún campo de entrada de datos.

## 8.6.1.1 Prueba de fugas.

El menú es para llevar a cabo una prueba de fugas al laser (Figura 8.7).

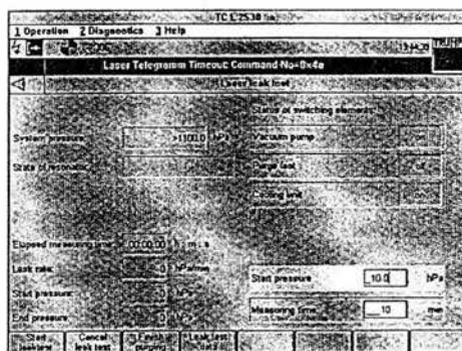


Figura 8.7

## 8.6.1.1.1 Parámetros.

1. **System pressure:** la presión actual es visualizada en este campo en hPa.
2. **Resonator state:** condición actual del resonador ¿es?.
3. **Elapsed measuring time:** tiempo medido que transcurre de la prueba de fugas en (h:min:s).
4. **Leak rate:** índice de fugas en hPa.
5. **Start pressure:** se introduce la presión de arranque deseada para la prueba de fugas (10 hPa).
6. **End pressure:** se ve la presión después del periodo de tiempo transcurrido. Para esto el índice de fuga es calculado (índice de fuga = presión final – presión inicial) en hPa.
7. **Measuring time:** se introduce el tiempo deseado para la prueba de fugas, el tiempo es fijado en 10 min. que es un estándar.
8. **Vacuum pump:** condición de cambio del bombeo de vacío.
9. **Fast pump out:** la condición de este elemento se visualiza.
10. **Cooling unit:** la condición de la unidad de enfriamiento se observa.

## 8.6.1.1.2 Softkeys.

1. **Start leak test:** da inicio la prueba de fugas. Se reduce la presión en el resonador. La prueba de fuga inicia cuando la presión de salida es alcanzada (mensaje en la línea de comandos). La presión en el laser es medida después de que ha pasado la duración especificada (presión final), el índice de fuga es calculado y visualizado (índice de fuga = presión final – presión inicial).
2. **Interrupt leak test:** interrumpe la prueba de fuga. El índice de fuga determinado en este punto es visualizado.
3. **End pump out:** da por terminada la evacuación en el resonador antes de que la presión de entrada se haya alcanzado.
4. **Leak test data:** los datos de la última prueba de fugas se ven en la pantalla.

### 8.7 Diagnostico para la posición básica.

Este menú se visualiza si los componentes del sistema activos están en la posición básica. El símbolo de color amarillo y negro que se visualiza nos está indicando que la referencia está lista (Figura 8.8).

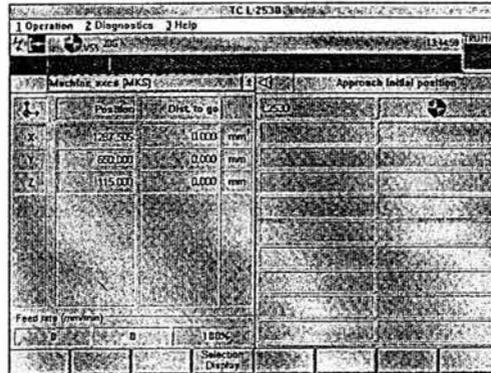


Figura 8.8

### 8.8 Notas de seguridad.

Se oprime el botón FEED HOLD inmediatamente si existe un malfuncionamiento mientras la máquina está corriendo. Si el error no se ha podido eliminar del tablero de control, se debe oprimir EMERGENCY STOP antes de realizar cualquier trabajo sobre la máquina. Sólo el personal operativo puede eliminar el error.

Si el mal funcionamiento a sido remediado la máquina puede ser apagada. Las directrices de seguridad deben observarse en el manual del operador. La máquina sólo debe ser operada por personal especializado.

### 8.9 Funcionamiento de ayuda.

En el control de la máquina están instalados los manuales de funcionamiento y programación, la información sobre algún tema actual puede mostrarse al oprimir un botón.

Los botones listados debajo son necesarios para movimientos sencillos y rápidos en el manejo de los manuales de ayuda de operación y programación.

Todos los términos que aparecen en la pantalla en color azul, contienen información suplementaria sobre el tema.



Pueden ser seleccionadas con el botón FOCUS y oprimiendo ENTER para verse en la pantalla.



Es el botón que permite realizar la confirmación de una selección.



Si la información del tema de ayuda dentro de la ventana no es vista completamente los botones CURSOR ayudan a desplazarse a través de una serie de pantallas.



La función de ayuda puede ser seleccionada por medio del botón FOCUS y los botones de CURSOR.

### 8.9.1 Carga del manual de programación.

Hay dos opciones para cargar la ayuda de programación en el sistema de control.

- Dentro del editor NC



Se posiciona sobre la función de programación de la que se desea obtener ayuda por medio de los botones CURSOR.



Se oprime el botón de HELP.

- Por medio del menú "HELP – programing manual.



Oprimir el botón FOCUS – MENU.



Se selecciona el menú "Help – Programing guide" con los botones CURSOR.



Se oprime el botón ENTER.

### 8.9.2 Carga del manual de operación.

Hay dos opciones para cargar la ayuda de programación en el sistema de control.

- Oprimiendo un botón.



Se oprime el botón HELP.

La información sobre qué se esta llevando a cabo es mostrada.

- Por medio del menú "HELP – operating guide".



Oprimir el botón FOCUS – MENU.



Se selecciona el menú "Help – Operating guide" con los botones CURSOR.



Se oprime el botón ENTER.

Los contenidos de la guía se visualizan.

- Terminación de la función HELP.



Se oprime el botón HELP.

La interfase del usuario con el sistema de control se visualiza nuevamente.

## Capítulo IX

Proceso de Inicialización  
para la Operación.

**9. Inicialización de la máquina.**

A continuación se describen los pasos que se tienen que seguir para el encendido de la máquina.

**Gas supply** El interruptor del abastecimiento del gas debe estar apagado. El gas helio debe ser el último en ser cerrado.

**Air supply** El suministro de aire comprimido debe ser abierto.



El interruptor principal se debe girar a la posición de encendido.

Se debe esperar hasta que el sistema de control cambie a encendido.



Desbloquear el EMERGENCY STOP por medio de un pequeño golpe al interruptor.



Es oprimido el botón LASER ON/OFF para dar inicio al ciclo automático (la luz del botón parpadea).

- La unidad de enfriamiento y la bomba de vacío se activan.
- La presión en el laser disminuye.
- El laser es llenado con gas laser hasta que la presión de operación se alcanza.
- La turbina se activa.

Cuando el laser está listo para su funcionamiento, el botón deja de parpadear y se queda encendido.



Este botón estará parpadeando hasta que sea oprimido.



El botón FEED HOLD se ilumina.



El botón START parpadea.

Confirme el botón FEED HOLD y oprima START.



Los botones de la máquina están parpadeando, al oprimir este botón los demás se iluminarán.



El APPROACHING INITIAL POSITION estará parpadeando cuando se lleve acabo lo siguiente: al activar el cambiador de mesas, al abrir las puertas por que movemos la referencia de los ejes, estos son referenciado en el siguiente orden, primero "Z" seguido por "X" y "Y". Después el botón se vuelve a iluminar.

### 9.1 Apagado de la máquina, funcionamiento incorrectos y emergencias.



Bloque el EMERGENCY STOP por medio de un golpe ligero (todos los movimientos de la máquina se detienen).

### 9.2 Apagado de la máquina.

Se deben cumplir condiciones para llevar a cabo el apagado de la máquina y son:

- Ningún programa debe estar ejecutándose.
- La máquina se encuentra en el modo JOG.



Al oprimir el botón LASER ON/OFF el ciclo automático de apagado se inicia, el botón empieza a parpadear.

- La turbina se apaga lo mismo que el convertidor de frecuencia, la duración es de aproximadamente 1 min.
- El laser esta lleno con gas laser y la presión en el resonador se eleva a 1100 hPa.
- La unidad de enfriamiento y la bomba de vacío se apagan.

El ciclo completo termina después de aproximadamente 3 min. y el botón se apaga



Oprima el botón MACHINE.



Presione EXIT WINDOWS.

Con este botón se da por terminada la interfase entre el usuario y el sistema de control.



Se gira el interruptor principal a "off".

- Air** Cerrar la llave del suministro de aire comprimido.
- Supply**
- Gas** Cerrar el suministro de gases siendo el último el gas supply helio.

### 9.3 Ejecución automática de un programa.

Deben ser cumplidas algunas condiciones para realizar la función, siendo las siguientes:

- La máquina debe estar lista para usarla.
- El laser esta listo para su uso.
- La posición inicial de los ejes de la máquina están listos.
- Un programa debe ser seleccionado del administrador de programas.
- La condición del programa "aborted" se visualiza.
- Las puertas de seguridad están cerradas.



Seleccione "operation – PRODUCTION – Single job"

**Program** Presionar esta función.

#### selection



Seleccionar un programa para ser ejecutado, por medio de los botones CURSOR.

**Select** Al oprimir esta función, se deben revisar y comprobar las condiciones de la cabeza de corte.

**Start** Presionar esta función para que el programa

**program** empiece a ser ejecutado.

### 9.4 Parada automática de un programa.

La máquina puede detenerse para llevar a cabo chequeos y se deben cumplir ciertas condiciones:

- La ejecución de un programa está siendo realizada.

- Presione el botón FEED STOP.



- El botón FEED HOLD se ilumina.
- El movimiento de la máquina se detiene.
- Se puede revisar la inspección de la falla.
- El botón START parpadea.



El botón FEED HOLD se oprime para confirmar que el error ha sido corregido.

La máquina continua trabajando.

**9.5 Cancelación automática de un programa.**

La siguiente serie de pasos debe realizarse si un programa quiere ser cancelado.

- 
  - Presione FEED STOP.
  - El botón FEED HOLD se ilumina.
  - Todo el movimiento de la máquina se detiene.
  - Se presiona el botón RESET. Y se visualiza el símbolo de "aborted".
- 
  - El programa puede ser cargado nuevamente con "Program selection".

**9.6 Reinicio de programa.**

Las condiciones siguientes deben ser cumplidas.

- Un programa fue abortado mientras se estaba ejecutado.
- Se corrigió cualquier error o funcionamiento incorrecto.



Seleccione "Operation – PRODUCTION – Single job".

**Program re-entry** Un campo de dialogo se visualiza con una lista de reinicio de programa y una línea ya marcada se ve. Esta indica la ultima posición cuando el programa fue interrumpido y es la misma que el sistema sugiere para realizar el reinicio del programa.

**Activate re-entry** El siguiente paso es oprimir esta función.

**Start program** Oprima esta función para iniciar de nuevo el programa.

**9.7 Elaboración de un plan de producción.**

Se deben cumplir con los siguientes requisitos.

- El programa debe ser extraído del administrador de programas.



Seleccione "Operation – PRODUCTION – Single job".

**Production** Se presiona esta función.

**plan**

**Create** Se presiona esta función.

**Sheet job**



Se selecciona un programa para introducirlo en el plan de producción por medio de los botones CURSOR.

**Create** Se debe oprimir esta función para dar entrada al

**Sheet job** trabajo que se quiere realizar. Un mensaje de que el trabajo ha sido introducido aparece en la línea de mensajes. Se oprime esta tecla cuantas veces sea necesario hasta que se halla completado el plan de producción.

**Production** Al oprimir esta función todos los trabajos se

**Plan.** visualizan en el orden que fueron introducidos.

### 9.8 Ejecución de un plan de producción.

Se deben cumplir las siguientes condiciones.

- La máquina y el laser están listos para su funcionamiento.
- La posición inicial de la máquina está lista.
- El plan de producción está elaborado.
- La condición apropiada para cada trabajo es fijada en el plan de producción.



Seleccionar "Operation – PRODUCTION – Single job".

**Production** Oprima esta función.

**plan**

**Prepare** Un mensaje aparece si es necesario el cambio de

**production** boquilla.

**Start/Stop** La ejecución del plan de producción es iniciada.

**production**

### 9.9 Reinicio de un plan de producción después de haber abortado un programa.

Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- Un programa ha sido abortado.



Seleccione "Operation – PRODUCTION – Single job".

**Production plan** La ejecución del plan de producción se pone en inactivo, esto se realiza en el menú.

**Start/Stop production** La ejecución del siguiente programa se inicia.

### 9.10 Movimientos de los ejes manualmente.

Los requisitos a cumplir son los siguientes:

- El botón de la función FEED STOP no debe estar activa.
- La posición de la máquina está lista.
- Ningún programa se está ejecutando.
- La alimentación del potenciómetro debe ser > 0%.



Seleccione "SETUP – Jog mode". El modo JOG es una forma de movimiento continuo.

**X,Y,Z** Con estos botones se elige el eje que se desea mover.



Con estos dos botones se mueven los ejes en sentido positivo o negativo según se requiera.

### 9.11 Ejes "X" e "Y" libres.

Los requisitos para esta actividad son los siguientes.

- El botón EMERGENCY STOP no debe estar activo.



Seleccionar la siguiente operación "SET-UP" esto en los elementos de cambio generales.



Es seleccionado el elemento de cambio para el eje "X" o "Y".



Oprima TOGGLE.

### 9.12 Eje "Z" libre.

Los requisitos son los siguientes:

- El botón EMERGENCY STOP no debe estar activo.



Seleccionar la siguiente operación "SET-UP" esto en los elementos de cambio generales.



Es seleccionado el elemento de cambio para el eje "Z".



Oprima TOGGLE.

### 9.13 Funcionamiento del cambiador de mesas.

Por razones de seguridad, todos los pasos para la operación del cambiador de mesas deben llevarse a cabo con el TWO-HAND.

La situación actual se describe:

- La mesa "A" (mesa superior) en el cambiador.
- La mesa "B" (mesa inferior) en la maquina.
- El cambiador de mesas debe estar levantado.



Seleccione "SET-UP" – Manual pallet change switching elements.



Seleccione el switch "protective door".



Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Las puertas se abren.



Seleccione el switch "Lifting device".



Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
El cambiador de mesas se mueve hacia arriba.



Cambie el "Internal index".



Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Al oprimir estos botones el "Internal index se abre.



Seleccione "Lower pallet".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
La mesa "B" se mueve hacia el cambiador.



Seleccione el switch "Lower index".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Se cierra el "Lower index" asegurando la mesa "B".



Seleccione el switch "Lifting device".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
El cambiador de mesas se mueve hacia abajo.



Seleccione el switch "Upper index".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Se abre el "index" que asegura la mesa "A".



Seleccione el switch "Upper pallet".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
La mesa "A" se mueve hacia adentro de la maquina.



Seleccione "Internal index".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Se cierra el "Internal index" para asegurar la mesa "A"



Seleccione el switch "protective door".

 Se deben oprimir los dos botones simultáneamente.  
Se cierran las puertas.

#### 9.14 Cambio de mesas automático.

Si un cambio de mesas automático será llevado a cabo, los siguientes pasos de operación deben llevarse a cabo por separado en el tablero de operaciones. Y se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El programa que ejecuta los pasos debe estar activo.
- Ninguna persona debe estar dentro del área de peligro de la máquina.



El botón LIGHT BARRIER debe estar parpadeando.



Debe ser pisado el ACKNOWLEDGE LIGHT BARRIER.



El botón START debe estar parpadeando, y en esta condición oprimirlo, automáticamente un cambio de mesas se lleva a cabo.

### 9.15 Funcionamiento del laser.

Todos los pasos para la operación que deben ser llevados a cabo por el operador, se hacen durante el funcionamiento normal del láser.

Los settings tienen que ser realizados en el modo de servicio del láser y solamente pueden ser llevados a cabo por personal de servicio especializado.

### 9.16 Encendido del laser.

**Laser gas supply** Deben ser abiertas las válvulas de suministro de los gases laser (nitrógeno, dióxido de carbón y por último el helio).



Se gira el interruptor principal a la posición "ON" y se debe esperar hasta que el sistema de control esté listo para su funcionamiento.



Al oprimir LASER ON/OFF los siguientes ciclos automáticos se inicia (el botón parpadea):

- La unidad de enfriamiento y la bomba de vacío se encienden.
- La presión en el laser empieza a reducir.
- El laser se llena con gas laser hasta que la presión de operación se alcanza.
- La turbina se activa.
- Cuando la velocidad de la turbina es alcanzada el laser esta listo para su funcionamiento y el botón LASER ON/OFF deja de parpadear y permanece iluminado.

**9.17 Apagado del laser.**

Se debe oprimir el botón LASER ON/OFF para que se inicien los ciclos automáticos (el botón parpadea):

- Los interruptores de la turbina y el convertidor de frecuencia se apagan, la duración es aproximadamente de 1 min.
- El laser esta lleno de gas laser y la presión en el resonador se eleva a 1100 hPa.
- La unidad de enfriamiento y la bomba de vacío se apagan.
- Los ciclos se completan después de aproximadamente de 2.5 – 3.5 min.



Se debe esperar a que se visualice una presión de 1100 hPa. para poder girar el interruptor principal a la posición "OFF".

**Laser gas supply** Se cierran las válvulas del suministro de gas laser en el siguiente orden: nitrógeno, dióxido de carbón y el último el helio.

**9.18 El haz laser encendido.**

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El laser debe estar listo para su funcionamiento.
- El botón de llave SERVICE-MODE debe estar en posición "ON".
- El botón de llave BEAM-BLOCK debe estar en posición de "OFF".
- La trampa del haz laser debe estar cerrada.



Al oprimir el botón BEAM ON/OFF éste se ilumina cuando el haz se enciende.

Con la ayuda del interruptor de gatillo, el haz puede ser encendido mientras la contraventana de la puerta está abierta y el botón de llave SERVICE-MODE está en posición "ON". La duración máxima que la trampa del haz laser puede ser abierta es de 25 seg. (con excepción: ALIGMENT ON). El haz se apaga en cuanto el interruptor de gatillo se suelta.

### 9.19 El haz laser apagado.



Se debe oprimir el botón BEAM ON/OFF.

### 9.20 Abriendo la trampa del haz laser.

Los siguientes requisitos se deben cumplir:

- El botón de llave SERVICE-MODE debe estar en la posición "ON".
- El haz laser debe estar apagado.



Se oprime el botón OPEN/CLOSE SHUTTER, el botón se ilumina cuando la trampa del haz esta abierta.

### 9.21 Cerrando la trampa del haz laser.



Se debe oprimir el botón OPEN/CLOSE SHUTTER, el botón deja de iluminarse.

### 9.22 Trabajando en el modo de prueba del laser.

Hay dos posibles aplicaciones para trabajar en el modo de prueba:

- La secuencia de un programa puede simularse sin ser encendido el haz laser ni el gas de corte.
- En la interrupción de un programa, después una nueva selección de un programa, la posición de la interrupción puede ser aproximada con esta opción, se desactiva la opción y el proceso continua.



Se presiona el botón LASER TEST, se ilumina cuando la opción esta activa.



Oprimir el botón FEED STOP.



Se presiona de nuevo el botón LASER TEST, deja de iluminarse.

### 9.23 Setting del modo de operación del laser.

Los siguientes requisitos se deben cumplir:

- El botón de llave SERVICE MODE debe estar en la posición "ON".



Se seleccionan las siguientes funciones "SET-UP – Beam set-up"

**Operating mode** Presionando OPERATING MODE SOFTKEY. La selección del modo de operación del laser resalta en color azul.

#### 9.24 Setting del sub-modo de operación del laser.

Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El botón de llave SERVICE MODE debe estar en la posición "ON".



Se seleccionan las siguientes funciones "SET-UP – Beam set-up"

Oprimir OPERATING SUBMODE SOFTKEY. La selección del

**Operating submode** sub-modo de funcionamiento del laser depende de la selección de operación del mode. Esta selección se resalta en color azul.

#### 9.25 Setting del poder del laser.

Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El botón de llave SERVICE MODE debe estar en la posición "ON".
- El modo del laser "CW" o PULSING F deben estar seleccionados.



Se seleccionan las siguientes funciones " SET-UP – Beam set-up".



Seleccionar "Laser power" este campo se visualiza con el botón FOCUS.



Se introduce el valor de potencia del laser deseado por medio del teclado. Si este valor es incorrecto el sistema no lo acepta enviando un mensaje de error visualizado en la línea de mensajes.

#### 9.26 Aplicación de la prueba de fugas.

Los siguientes requisitos deben ser cumplidos.

- El laser debe estar apagado.
- El estado del resonador en reposo.



Se seleccionan las siguientes funciones "DIAGNOSTICS – Laser – Leak test".



Seleccionar el campo visualizado "Initial pressure" con el botón FOCUS.



Introducir el valor de "Initial pressure" por medio del teclado.



Seleccione el campo visualizado "measuring time" con el botón FOCUS.



Introducir el valor de "Initial pressure" por medio del teclado.

El "measuring time" es fijado en 10 min. como un estándar.

- Start** Se oprime "Start leak test". Se espera hasta que
- leak** aparezca el mensaje "TLF laser leak test", que indica
- test** que la prueba ha terminado.

### 9.27 Diagnósticos, errores.

Esta función ofrece examinar la causa, efecto y situación de errores indicados por mensajes durante el funcionamiento de la máquina. Además se exponen medidas para la corrección del error.



Se seleccionan "DIAGNOSTICS – Error diagnostics"

Una lista de todos los mensajes de error se visualizan.



Por medio de estos botones se puede seleccionar el mensaje de error que se quiere investigar más a fondo.

- Fault location** Se oprime "Fault location"
- En la pantalla se muestra la localización del error y medidas para su corrección por medio de comentarios.
- Cause** Oprimir el botón "Cause".
- El texto para la causa y efecto del error se muestran.

### 9.28 Visualización de entradas y salidas de la máquina.



Se debe seleccionar la siguiente función "DIAGNOSTICS – I/O Diagnostics".

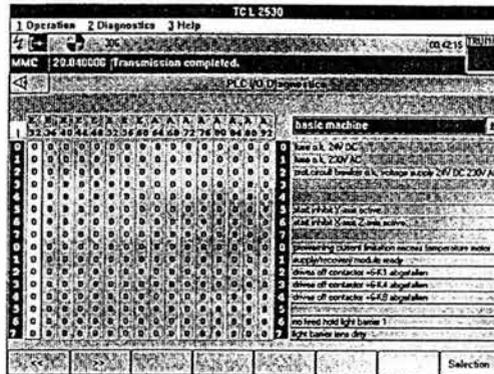


Figura 9.1

En el campo del lado derecho de la pantalla se selecciona la opción "basic machine". Todas las entradas y salidas aparecen en la pantalla (Figura 9.1), a continuación se menciona un ejemplo de esto. Ejemplo: se desea verificar el 2º BIT de entrada "E33" es correcto:

- <<>> Se deben oprimir estos botones hasta que la barra de color verde se posicione en la columna "E33".
- Se pueden observar 8 bits de la entrada "E32" en forma vertical y 8 bits de la entrada "E33" debajo de estos.
- El 2º BIT de la entrada "E33" es fijo (1 = high).

### 9.29 Diagnostico remoto por vía de "PC anywhere1"

Se debe cumplir los siguientes requisitos.

- Conexión para un modem (teléfono).
- MODEM
- El software "teleservice anywhere1".

Al activar las funciones del diagnostico remoto en el sistema de control de la máquina se les permite a los ingenieros de TRUMPF operar el control por vía telefónica para localizar y posiblemente resolver problemas. El diagnostico remoto se activa en el sitio donde se encuentra la máquina por vía del sistema de control.



Se seleccionan las siguientes funciones "DIAGNOSTICS – remote diagnostics".

La posición de inicio del software teleservice se visualiza.

**Start** Al oprimir esta tecla los siguientes procesos se ejecutan automáticamente.

- El técnico de TRUMPF marca un número telefónico asignado a la máquina.
- El logging y el password son reconocidos.
- La máquina da por terminada la conexión con el modem.
- La máquina genera una llamada a TRUMPF por medio del modem.
- El modem se enlaza con TRUMPF y el cliente está de nuevo activo.

**Menu** Se oprime este botón para:

- Poder recibir y enviar mensajes escritos de los técnicos.
- Dar por terminada la conexión.

### 9.30 Revisión de la versión del software.



Se selecciona "DIAGNOSTICS – service – MMC – versión".

La versión actual del software se visualiza.



Se selecciona "DIAGNOSTICS – Service – NC core/PLC versión".

Se visualizan las versiones del software del NC y PLC.

### 9.31 Carga de programas desde un floppy.

Un programa NC se encuentra como archivo maestro en un disco de 3.5 plg.; antes de que pueda ser ejecutado en la máquina, debe ser dividido y colocado en el administrador de programas.



Se selecciona "PROGRAMMING – File management".



Se selecciona la columna donde está la unidad de disco con la ayuda del botón FOCUS.



Seleccionar la unidad de disco "A" con los botones del CURSOR.



Oprimir ENTER.

El contenido del disco es leído y visualizado.



Seleccionar el programa requerido con los botones del CURSOR.

**Load master file** Se oprime Load master file. El archivo maestro se descarga como programa maestro, subprogramas y tablas son salvados en el administrador de programas

**9.32 Cargado de programas "NC" del disco duro.**

El programa deseado se localiza como archivo maestro en el disco duro en el siguiente directorio C:\DH\TOPSMANU.DIR; antes de que pueda ser ejecutado en la máquina, debe ser dividido y cargado en el administrador de programas.



Se selecciona las siguientes operaciones "PROGRAMMING – File management".



Es seleccionada la columna donde está la unidad de disco con la ayuda del botón FOCUS.



Se selecciona la unidad de disco "C:\DH\TOPSMANU.DIR" con los botones del CURSOR.



Oprimir ENTER.  
El contenido del disco es leído y visualizado.



Es seleccionado el programa requerido con los botones del CURSOR.

**Load master file** Oprimir Load master file. El archivo maestro se descarga como programa maestro, subprogramas y tablas son salvados en el administrador de programas del sistema.

**9.33 Descarga de programas "NC" al floppy.**

Un programa NC deseado dividido en programa principal, subprogramas y tablas se encuentra en el administrador de programas y debe ser salvado como archivo maestro a un disco de 3.5".



Se selecciona "PROGRAMMING – File management".

---

<b>Output program</b>	Se presiona Output program.  Se selecciona el programa requerido con las teclas de CURSOR. Insertar el disco de 3.5" en la unidad.
<b>Load master file</b>	Se oprime Load master file. Introducir la ruta "A:\Programmname."
<b>Ok</b>	Oprimir "Ok" El archivo completo con todos los programas principales, subprogramas y tablas se generan salvándose en el disco con la terminación ".lst".

### 9.34 Descarga de programas "NC" al disco duro.

Un programa NC deseado, dividido en programa principal, subprogramas y tablas, es salvado como archivo maestro al disco duro en la siguiente dirección "C:\DH\TOPSMANU.DIR".



Se selecciona el programa deseado con los botones del CURSOR.

<b>Load</b>	Oprimir "Load master file".
<b>Master file</b>	Introducir la ruta "C:\TOPSMANU.DIR\Program name.lst"
<b>OK</b>	Oprimir "OK". El archivo maestro se genera con todos sus programas principales, subprogramas y tablas, y es guardado con la terminación ".lst", en el disco duro.

### 9.35 Descarga de una parte de un programa al floppy.

Se desea salvar una parte de un programa (principal o subprograma) a un disco de 3.5".



Se selecciona "PROGRAMMNG – File management".

**Output** Oprimir Output program.

**program**



Seleccionar la sección del programa que se requiere (programa principal o subprograma), por medio de los botones CURSOR.

Insertar el disco de 3.5" en la unidad.

**Copy** Oprimir el botón Copy file.

**File** Introducir la ruta A:\Programmaneme

**OK** Oprimir "OK".

La parte seleccionada del programa se salva en el disco de 3.5"

### 9.36 Borrado de un programa "NC" del administrador de programas.

Un programa NC es guardado en el administrador de programas del sistema de control y se quiere borrar con todas sus secciones y entradas de tablas.



Se selecciona "PROGRAMMING - NC program management".



Seleccionar el programa requerido con los botones del CURSOR.

**Delete** Oprimir Delete MP+SR

**MP+SR**

**OK** Oprima "OK".

El programa NC se borra con todas sus secciones de programa y entradas de tablas del administrador de programas del sistema de control.

Si el programa NC también fue guardado en el administrador de archivos, debe ser borrado por separado.



Se selecciona "PROGRAMMING - File management"



Seleccionar el programa con los botones del CURSOR.

**Delete** Presione Delete file.

**File**

- OK** Oprima "OK".  
El archivo maestro se borra del administrador de archivos del sistema de control.

### 9.37 Visualización de un texto "NC".

El texto de un programa NC (programa principal o subprograma) se puede visualizar en el editor NC. Para lo cual el cumplir con los siguientes requisitos es necesario.

- El programa se divide en programa principal, subprogramas y entradas de tablas en el administrador de programas del sistema de control.



Se selecciona "PROGRAMMING - NC program management"



Seleccionar un programa con las flechas de CURSOR.

**Editor** Oprimir EDITOR.

Si algunas partes de programas (programas principales y subprogramas) existen, entonces el programa debe seleccionarse de la lista.

Oprimir EDITOR.

El texto del programa seleccionado se visualiza en el NC-editor.

### 9.38 Edición de un texto "NC".

#### 9.38.1 Búsqueda de un block en un texto "NC".

Se desea encontrar un bloque que tiene el siguiente número N100 dentro del programa NC. Para esto se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC se visualiza en el editor.

**Search/** Oprima Search/Replace.

**replace** Introducir en el campo de entrada "N100".

**OK** Oprima "OK".

En color rojo aparecen los textos encontrados con "N100"

#### 9.38.2 Búsqueda y cambio de una función en un texto "NC".

La función "G90" es buscada dentro de un texto NC. Se debe cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC se visualiza en el editor.

- Search/** Oprima Search/Replace.
- Replace** Introduzca en el campo de entrada "G90".
- OK** Oprima "OK".
- Marcados en color rojo se muestran las funciones encontradas en el texto NC.
- Si en el texto que aparecía no se encontró ninguna función "G90", se puede seguir oprimiendo este botón para seguir buscando en otro texto.

### 9.38.3 Búsqueda y cambio de una función en un texto "NC".

Se está buscando la función "G00" y se desea reemplazarla con la función "G01". Para esto se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC se visualiza en el editor.

- Search/** Oprimir Search/replace.
- Replace** Introducir en el campo de entrada la función "G00".
- OK** Oprimir "OK".
- Marcados en color rojo se ven las funciones "G00" encontradas en el texto NC.
- Search/** Presionar Search/Replace.
- Replace** Presionar Replace.
- Replace** El botón se ilumina en color Amarillo.
- Introducir en el campo de entrada la función "G01".
- OK** Oprimir "OK".
- La función "G00" es sustituida por la función "G01".

### 9.38.4 Agregando líneas de texto.

Una línea de texto adicional será agregada en el texto NC. Los siguientes requisitos se deben cumplir.

- El texto se visualiza en el editor NC.



Posicionar el cursor al inicio del bloque antes de la línea de texto que se desea agregar.



Presione ENTER.

La línea de texto es agregada.

**9.38.5 Copia y pagado de un texto "NC".**

Se desea copiar varias líneas e insertarlas en otra parte del texto NC. Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC se visualiza en el editor.



Es posicionado el cursor al inicio del bloque donde se quiere empezar a marcar.



**SHIFT +**

Mantener la tecla SHIFT oprimida y las teclas del cursor para marcar el texto que se desea copiar.

El texto se muestra en color rojo.

**Copy** Oprimir la tecla Copy.



Posicionar el cursor al inicio del bloque, antes del texto donde será agregado el texto a copiar.

**Paste** Oprima el botón Paste.

El texto copiado es insertado.

**9.38.6 Borrado de un texto "NC" en una posición específica.**

Un bloque, palabra o carácter serán borrados en un texto NC. Para esto se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC se visualiza en el editor.



Posicionar el cursor al inicio del texto que se quiere borrar.



**Shift +**

Mantener oprimida la tecla SHIFT y con las teclas del cursor se selecciona el texto a copiar. El texto aparece en color rojo.

**Cut** Oprima Cut.

El texto se borra, pero puede ser insertado en cualquier posición dentro del texto NC.

**9.39 Edición de tablas dentro del texto "NC".**

Si la programación de funcionamiento de la máquina o datos de tecnología son modificados después en el texto NC, las modificaciones tienen lugar en la mayoría de los casos en parámetros de las tablas de tecnología.

- Carga de lámina (TC\_SHEET\_LOAD).
- Tecnología de la lámina (TC\_SHEET\_TECH).
- Tecnología laser (TC\_LASER\_ON).

Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- El texto NC es visualizado en el editor.



Posicionar el cursor delante de la tabla correspondiente.



Oprimir la tecla TOGGLE.

La tabla es visualiza.

**Parameters** Oprimir Parameters.

Son editados los parámetros requeridos.

**NC-Editor** Oprimir NC-editor.

Son salvados los cambios en la tabla de tecnología

y transmitidos al NC.

#### 9.40 Usando "Tops 100 lite"

Tops 100 lite es una tecnología orientada a la programación del sistema laser. La versión del Tops 100 lite se encuentra instalada en el sistema de la máquina. Se puede adquirir la versión para una computadora de escritorio.

<b>Tops</b>	Soporte.	Technology. Oriented. Programming. System.
-------------	----------	---

La programación con Tops es llevada a cabo con tiempo productivo paralelo. Por ejemplo, mientras la máquina procesa una lámina es usado Tops 100 lite para generar el programa NC del resto de la lámina.

Tops 100 lite tiene un diseño modular, es el mismo que tiene la versión para una computadora de escritorio, se incluye: DARWIN, TECHNOLOGY Y FILE MANAGEMENT.

El funcionamiento de Tops 100 lite se explica claramente en el manual instalado en el sistema de control. Puede ser llamado por medio de la combinación de las teclas <Alt> + <F1>.

#### 9.41 Inicio y salida de Tops.

##### 9.41.1 Inicio.

Tops 100 lite se inicia cuando es pulsado el botón TOPS, la imagen de inicio aparece en la pantalla, la pantalla de inicio es "PRODUCTION – Single job", el sistema de programación está listo en cuanto la imagen de inicio aparece en la pantalla.

Para retroceder a la pantalla de control se pulsa el botón BOF.

**9.41.2 Salida.**

Se puede salir Tops seleccionando la función "END" en la pantalla de inicio, la ventana cierra y la pantalla de control aparece.

**9.41.3 Cambio a la pantalla de control.**

Para cambiar de Tops a la pantalla de control sin abandonar Tops, se pulsa el botón de la función BOF, esta función se encuentra en el módulo TECHNOLOGY y DRAWING, así como en la pantalla de inicio de Tops.

**9.42 Apreciación global de los pasos para programación.**

Con Tops 100 lite sólo se necesita unos pasos en el dibujo, que tiene que ser de una sola pieza para poder terminar un programa NC. Estos son los pasos a seguir.

1. Crear un dibujo de la pieza. En el módulo DARWIN se pueden crear dibujos de piezas, el dibujo en su forma geométrica debe ser única (sólo el contorno). Ésta es la base para los demás pasos de trabajo.

El módulo de TECHNOLOGY es el centro del sistema de programación. El programa NC se crea de la manera siguiente:

2. Se selecciona una sola pieza.
3. Determinar las dimensiones de la lámina.
4. El número de piezas que serán producidas, así como el material y las dimensiones de la hoja de lámina tienen que ser determinadas.
5. Seleccionar la tabla de tecnología laser y sus reglas.
6. Definir el proceso de la hoja de lámina.
7. Tops define el proceso automático de la lámina. Por ejemplo: los tamaños de contornos, se verifican la distancia entre piezas iguales o diferentes, la sucesión y definición del proceso y perfecciona los recorridos.
8. Se simula el proceso en la pantalla.
9. Se puede simular el proceso en la hoja paso a paso viéndolo en la pantalla. De esta forma el proceso definido por Tops puede ser verificado a detalle y modificarse si es necesario.
10. Generación de un programa NC.
11. Tops genera automáticamente el programa NC. Para realizar esto se accede a los módulos que están guardados en el banco de datos de Tops, donde se crea un plan sobre la base de la información.
12. Se salva el programa NC en un directorio.

**9.43 Actualización de Tops.**

Hay dos maneras posibles de actualizar Tops 100 lite:

- Re-instalándolo.

- Cambiado el banco de datos.

Esta opción está disponible en Tops 100 versiones 3.1 que se instalan en una computadora. La base de datos completa simplemente puede copiarse hacia el disco a la computadora. Se sobrescribe la base de datos de Tops 100 lite en su sistema de control con este disco.

El procedimiento es el mismo para ambos casos:

1. Se inserta el primer disco en la unidad.
2. Es seleccionado el botón TOPS, y se visualiza el siguiente menú "MAINTENANCE/START – UP, Load software, Software – Update, Tops".

#### 9.44 Salvado de datos del cliente.

Es recomendado salvar los datos del sistema en intervalos regulares. Después de la modificación de las tablas de tecnología del láser.



Se selecciona "MAINTENANCE/START – UP – Backup".

- Seleccionar como medio "main drive"
- Introducir la ruta, no debe llevar backslash (\) al

final de la ruta.

**Database** Se presiona Data base backup.

**backup** Se salvan todas las bases de datos donde se encuentran datos personalizados.

#### 9.45 Confirmación de mantenimiento.

Si un mensaje aparece en el sistema de control que indica que un trabajo de mantenimiento debe llevarse a cabo, el mensaje debe reconocerse después de que el trabajo de mantenimiento se ha llevado a cabo.



Es seleccionado "MAINTENANCE/START – UP – Logbook maintenance"



Seleccionar el punto de mantenimiento con la ayuda del botón FOCUS.



Oprimir ENTER.

El trabajo de mantenimiento ya realizado es reconocido por el sistema.

**9.46 Activación del auto-shutdown (opcional).**

La máquina puede ser cerrada por medio del auto-shutdown después de que un programa ha sido ejecutado y sucede en los siguientes casos:

- La máquina permanece 5 minutos sin corte después de que un trabajo se ha terminado.
- No a habido movimientos de los ejes en 10 minutos.

Se deben cumplir los siguientes requisitos.

- La máquina viene equipada con esta opción.



Se selecciona "SET-UP – Switching elements general".



Seleccionar el elemento de cambio "Auto-shutdown".



Oprima TOGGLE, el elemento de cambio se pone en posición "ON", sobre la barra de mensajes aparece un mensaje de "activo",

---

## CONCLUSIONES

La idea principal para mostrar el desarrollo de un proyecto es dar a conocer los pasos que se fueron siguiendo de la forma más real, esto siempre enfocado al beneficio de la empresa que al final se convierte para todos los que forman parte de ella.

El encontrar la forma de ganar un proyecto es revisar capacidades de fabricación actuales (maquinaria, mano de obra, etc.), con el fin de lograr la calidad solicitada por el cliente y de esta forma poder abrir nuevos mercados.

Una revisión de los procesos y maquinaria más calidad da por resultado una necesidad generada por el cliente, ahora se debe buscar como cubrirla, teniendo muy claro que los objetivos principales son el aprendizaje acelerado y un bajo costo.

Los sistemas CNC actuales son muy amigables, por que manejan como sistema operativo Windows de Microsoft, los obreros especializados y los que desean aprender lo realizan con mayor velocidad pues ya están familiarizados con el sistema por la forma de vida actual.

Inclusive la simbología que emplean los diferentes fabricantes de maquinaria ya se esta estandarizando.

La introducción en los sistemas de módulos para su mantenimiento conduce a preservar por más tiempo la maquinaria, puesto que aun existen empresas de todos los tamaños que no tienen elaborado un programa de mantenimiento.

La selección del personal obrero para el manejo de una máquina con un proceso del cual poco se conoce en el D.F. no fue un obstáculo, por que las bases son conocimientos en máquinas herramientas CNC, lo único nuevo era el proceso.

En base a los puntos arriba mencionados fue por lo cual que se tomo la decisión de adquirir la máquina cortadora por medio de rayo laser marca TRUMPF.

### Beneficios y Anécdotas.

El haber sido el líder de este proyecto fue un nuevo reto, como es normal siempre hay cosas que fluyen sin ningún problema pero otras que no funcionan y siempre necesitan un poco mas de presión para su realización.

---

El "objetivo" que cruzo por mi mente cuando inicio el proyecto, es que el área nueva bautizada con el nombre de "área laser", no necesitara de un supervisor, si no que los mismos trabajadores fueran capaces de controlar su proceso, información, comunicación y mantener en buenas condiciones "su máquina".

Existieron varios pasos para llegar a esto, lo primero fue el inducir en el pensamiento de los trabajadores un interés para desarrollar su aprendizaje y les serviría en el presente y futuro, lo primero que se me ocurrió es el "¿con que?" voy a hacer que ellos no vean su trabajo como una carga de 1000 ton. que tienen que llevar por 8 horas y recordé que en el año de 1994 ya cuando estaba por terminar la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica en la E.N.E.P. (Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón) se dio un cambio en el programa de estudios donde era incluida una nueva materia "Diseño y Manufactura por Computadora" impartida por el ingeniero Cuitláhuac Osornio Correa, para esto por mi mente cruzo la pregunta ¿de que tratará esta materia? pues era la primera vez que se impartía y no había a quien preguntar, la forma en que yo recibí en mi cabeza el interesarme y encontrar lo maravilloso que este mundo del diseño y manufactura por computadora (CAD/CAM) fue el haber recibido todas las herramientas como es material de consulta e inclusive el software para instalarlo donde yo pudiera practicar e interesarme más por estos temas. Así que hice lo mismo les proporcione y abrí las puertas de acceso a toda la información posible para inquietar su curiosidad.

Con esto surgieron beneficios para ambas partes, intereses de la compañía como son la recuperación de la inversión y conservación del equipo, para los trabajadores ampliar su nivel de conocimientos elevar sus ingresos económicos por el sistema de pago de la empresa que es a destajo, por que en sus mentes quedo muy bien entendido que conservando la máquina en las mejores condiciones y cuidando su mantenimiento se evitarían el parar la maquina por una descompostura, lo cual causaría que su ingreso diario no fuera el mismo.

El beneficio que obtuve del proyecto es que logre mi objetivo que en el "área laser" cada obrero supiera ser líder, que disminuí el periodo de recuperación de capital de un año a cuatro meses, y todo lo atribuyo a la entrega y compromiso de cada una de las personas que participaron alrededor del proyecto.

---

## BIBLIOGRAFIA.

.- Pre -instalation Part 1, Part 2 (required utilities)

TP-279.9-P1, September 1999

Edit. TRUMPF

.- Operator's manual TCL2530

Edit. TRUMPF 03/2000

[www.lincolnelectric.com.mx](http://www.lincolnelectric.com.mx)

[www.unamosapuntos.com](http://www.unamosapuntos.com)