



Educación
Secretaría de Educación Pública



INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. **23/febrero/2026**
Oficio No. 060/2026

SERGIO REYES ALMENDARIZ
ALUMNO DEL PROGRAMA DE LA
MAESTRÍA EN INGENIERIA ELECTRONICA
PRESENTE

El que suscribe, jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, por este medio me permito comunicar a Usted que se autoriza la impresión de su trabajo de tesis titulado: **"Control de láser de CO2 para el mercado de piezas industriales"**, para que con ello pueda usted continuar con los trámites para la obtención de grado de Maestro en Ingeniería en Electrónica.

Lo anterior de conformidad con el dictamen emitido favorablemente por los integrantes del H. Comité Tutorial, integrado por:

DR. RODOLFO DE JESÚS ESCALANTE GONZÁLEZ
Presidente

DR. JOSÉ VULFRANO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
Secretario

DR. VÍCTOR HUGO COMPEÁN JASSO
Vocal Propietario

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
Con Tecnología y Espíritu una Patria Forjadora

JOSE ISAIAS MARTINEZ CORONA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

Copia. - Expediente

JIMC/acb



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE SAN LUIS POTOSÍ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



2026
año de
Margarita Maza



Tecnológico Nacional de México Campus San Luis Potosí



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

Maestría en Ingeniería en Electrónica

Tesis

“Control de láser de CO2 para marcado de piezas industriales”

Alumno: **Sergio Reyes Almendariz**

Asesores:

Dr. Rodolfo de Jesús Escalante

Dr. José Bulfrano González

Índice de contenido

| | |
|--|----|
| 1- Agradecimientos | 1 |
| 2- Resumen | 1 |
| 3- Introducción | 2 |
| 4. Antecedentes | 3 |
| 4.1 Tipos de láseres utilizados en el campo industrial | 3 |
| 4.1.1 Cómo funcionan los láseres | 3 |
| 4.1.2 Láseres de CO2 | 4 |
| 4.1.3 Láser de estado sólido | 4 |
| 4.1.4 Láser de fibra | 4 |
| 4.1.5 Láser UV | 5 |
| 4.2 Descripción del sistema | 5 |
| 4.2.1 Principio de funcionamiento de un sistema láser barrido vectorial | 5 |
| 4.2.2 La fuente láser | 6 |
| 4.2.3 El cabezal de marcado | 6 |
| 4.2.4 El marcado de la superficie del producto | 6 |
| 4.2.5 La estructura del sistema láser | 7 |
| 4.2.6 Características técnicas | 7 |
| 4.3 Lector de código de barras Cognex 8700 | 8 |
| 4.3.1 Dataman 8700 | 8 |
| 4.3.2 Conectividad | 8 |
| 4.3.3 Conexión del lector de mano a la red | 9 |
| 4.3.4 Configuración de lector DataMan para que se encuentre en la misma subred de la PC | 9 |
| 4.4 Protocolo básico de comunicación “Protocolo ultimate” | 10 |
| 4.4.1 Introducción | 10 |
| 4.4.2 Pasos a seguir para instalar en sistema láser la opción de comunicación mediante TCL script | 10 |
| 4.4.3 Configuración | 13 |
| 4.4.4 Protocolo | 13 |
| 4.5.5 Datos de tipo carácter | 14 |
| 4.5 Software TCS+ | 16 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.5.1 | Introducción..... | 16 |
| 4.5.2 | Pantalla inicial | 16 |
| 4.5.3 | Botón de menú de principal | 17 |
| 4.5.4 | Usuarios..... | 18 |
| 4.5.5 | Panel de trabajo activo | 19 |
| 4.5.6 | Panel de configuración de línea activa..... | 20 |
| 4.5.7 | Trabajo | 21 |
| 4.5.8 | Pantalla administrar trabajos | 22 |
| 4.5.9 | Pantalla editar trabajo actual..... | 23 |
| 4.5.10 | Activar un trabajo | 24 |
| 4.5.11 | Crear un nuevo trabajo..... | 25 |
| 4.6.12 | Actualizar un elemento de texto estático..... | 25 |
| 4.5.13 | Actualizar un elemento de texto variable..... | 27 |
| 4.6 | Software EPLAN 2023..... | 28 |
| 5. | Hipótesis | 29 |
| 6. | Objetivo general..... | 29 |
| 7. | Objetivos específicos | 29 |
| 8. | Justificación..... | 29 |
| 9. | Metodología..... | 30 |
| 7.1 | Concepto general del proyecto | 30 |
| 7.1.1 | Números de parte | 30 |
| 7.1.2 | Número de lote..... | 30 |
| 7.1.3 | Orden de producción..... | 30 |
| 7.1.4 | Operación y secuencia de la máquina | 30 |
| 7.2 | Topología de comunicación empleada | 34 |
| 7.3 | Mapeo de entradas/salidas PLC | 35 |
| 7.4 | Cálculos realizados para el control eléctrico | 37 |
| 7.5 | Lista de materiales | 38 |
| 7.6 | Elaboración de diagramas eléctricos (EPLAN 2023) | 39 |
| 7.7 | Configuración y programación de lector de código de barras | 40 |
| 7.8 | Configuración de sistema láser Videojet..... | 42 |
| 7.9 | Programación de PLC | 44 |
| 7.10 | Realización de pruebas en el área de producción | 45 |

| | |
|------------------------|----|
| 10. Glosario | 46 |
| 11. Conclusión | 48 |
| 12. Bibliografía | 49 |
| 13. Anexos | 50 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Funcionamiento del láser Videojet CO2 empleado en este proyecto | 5 |
| Figura 2. Cabezal del sistema láser. | 6 |
| Figura 3. Forma de marcado de una superficie. | 6 |
| Figura 4. Sistema láser 3140. | 7 |
| Figura 5. Lector de código de barras DM8700. | 8 |
| Figura 6. Conexión entre scanner y computadora. | 9 |
| Figura 7. Pantalla de configuración IP en Dataman Setup Tool. | 9 |
| Figura 8. Pantalla para cargar archivos TCL Script en láser. | 11 |
| Figura 9. Lista de archivos para cargar en láser videojet y permitir comunicación por el puerto Ethernet. | 11 |
| Figura 10. Pasos que seguir para descargar archivos TCL en láser. | 12 |
| Figura 11. Cuadro de diálogo para continuar la carga archivos TCL. | 12 |
| Figura 12. Cuadro de diálogo informando que la extracción de archivos fue exitosa. | 12 |
| Figura 13. Especificaciones del puerto de comunicación en el láser. | 13 |
| Figura 14. Pantalla de inicio. | 16 |
| Figura 15. Partes de pantalla de inicio. | 17 |
| Figura 16. Menú principal. | 17 |
| Figura 17. Partes del menú principal. | 18 |
| Figura 18. Usuarios y contraseñas por defecto en el láser. | 19 |
| Figura 19. Panel de trabajo activo. | 19 |
| Figura 20. Partes del panel de trabajo activo. | 20 |
| Figura 21. Panel de configuración de línea activa. | 20 |
| Figura 22. Partes de la configuración de línea activa. | 21 |
| Figura 23. Opciones del botón de lápiz de trabajo. | 21 |
| Figura 24. Pantalla administrar trabajos. | 22 |
| Figura 25. Partes del menú administrar trabajos. | 22 |
| Figura 26. Pantalla de edición de trabajos. | 23 |
| Figura 27. Partes del menú editar trabajo actual. | 23 |
| Figura 28. Pantalla de activación del trabajo. | 24 |
| Figura 29. Trabajo no activo y activo. | 25 |
| Figura 30. Actualizar elemento de texto estático. | 26 |
| Figura 31. Parámetros del elemento de texto estático. | 26 |
| Figura 32. Actualizar elementos de texto variable. | 27 |
| Figura 33. Parámetros del elemento de texto variable. | 27 |
| Figura 34. Área de grabado en pieza. | 31 |

| | |
|---|----|
| Figura 35. Partes de la celda láser. | 32 |
| Figura 36. Puerta deslizante en posición para colocar nueva pieza. | 32 |
| Figura 37. Puerta deslizante en posición de marcado. | 33 |
| Figura 38. Vista general de celda láser en proceso de ensamble..... | 33 |
| Figura 39. Esquema de comunicación entre PLC y dispositivos periféricos. | 34 |
| Figura 40. Configuración de IP del lector, protocolo de comunicación y cliente de red. | 40 |
| Figura 41. Programación de texto empleada en el lector de código de barras. | 41 |
| Figura 42. Trabajos “Jobs” creados en el sistema laser de CO2. | 42 |
| Figura 43. Configuración de potencia, velocidad de marcado entre otros parámetros..... | 43 |
| Figura 44. Estructura de programación empleada en PLC. | 45 |
| Figura 45. Características técnicas láser videojet. | 51 |
| Figura 46. Partes de los parámetros de un elemento de texto estático. | 56 |
| Figura 47. Partes de los parámetros del elemento de texto variable. | 58 |
| Figura 48. Diagramas eléctricos..... | 61 |
| Figura 49. Configuración de formato de códigos a leer en el lector de código de barras. | 62 |
| Figura 50. Configuración de formato en secuencia de comandos y cadena de salida de no lectura..... | 63 |
| Figura 51. Uso de secuencia de comandos para enviar datos leídos al láser..... | 64 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Entradas embebidas en PLC. | 35 |
| Tabla 2. Entradas externas “Módulo IO”. | 36 |
| Tabla 3. Salidas embebidas en PLC..... | 37 |
| Tabla 4. Lista de materiales utilizados para construcción del gabinete eléctrico. | 39 |
| Tabla 5. Direcciones IP configuradas para cada dispositivo en la red..... | 41 |
| Tabla 6. Tabla de trabajos y elementos creados en el láser. | 43 |

Índice de ecuaciones

| | |
|--|----|
| Ecuación 1. Relación Potencia, Corriente y voltaje..... | 37 |
|--|----|

1- Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor y coasesor de tesis, Dr. Rodolfo de Jesus Escalante y Dr. Jose Vulfrano Gonzalez. Su experiencia, comprensión, paciencia y su disposición para ayudarme ha sido fundamental para la finalización de esta tesis de maestría en Ingeniería Electrónica. Su guía constante y su fe inquebrantable en mis habilidades me han motivado a alcanzar alturas que nunca imaginé. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje.

Me gustaría agradecer al Tecnológico nacional de México campus San Luis Potosí por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional.

Gracias infinitas a mis padres, por su apoyo incondicional. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

2- Resumen

El objetivo de este tema de tesis es integrar una máquina con un láser de CO2 comercial para el marcado de piezas industriales y llevar a cabo su correcta trazabilidad al marcar un numero de parte y lote. Esta máquina deberá cumplir con los estándares de seguridad al integrar componentes electrónicos de seguridad y llevar a cabo una correcta conexión del láser conforme a las recomendaciones del fabricante.

En el cuerpo de este documento se describe a detalle todas las actividades desarrolladas por el estudiante de maestría. Estas actividades fueron: programación de PLC, diseño eléctrico, configuración de un láser de CO2 "Videojet 3140" y configuración de un lector de mano de código de barras COGNEX.

En conclusión, se cumple con el objetivo general de este proyecto de tesis. Se emplearon dispositivos electrónicos comerciales, es decir, estos dispositivos se pueden encontrar actualmente en el mercado por lo que no son obsoletos. Con este proyecto se obtuvo la solución de una necesidad real en la industria y específicamente para la empresa donde actualmente trabaja el estudiante de maestría.

Palabras clave: Laser de CO2, Máquina, trazabilidad.

3- Introducción

El láser de CO₂, menos conocido como láser de dióxido de carbono, pertenece al grupo de los láseres de gas. Junto con los láseres de fibra/Nd:YAG, el láser de CO₂ forma la columna vertebral de la tecnología láser industrial. Puede entregar potencias de salida promedio muy altas. Como los láseres de CO₂ tienen una eficiencia relativamente alta entre los láseres de gas, y son baratos, se utilizan en la metalúrgica industrial, así como para cortar y marcar piezas orgánicas. El láser de CO₂ existe desde 1964 y fue diseñado y desarrollado por Kumar N. Patel en los Laboratorios Bell (Estados Unidos).

Los láseres de CO₂ se utilizan en el rango de potencia de 10 a 400 W para cortar, perforar o grabar materiales orgánicos finos como madera, textiles o plásticos. Se puede lograr una calidad de corte muy alta cortando PMMA (“acrílico”, “plexiglás”): cuando se procesan correctamente, los bordes de corte son tan transparentes como todas las demás superficies de la pieza de trabajo. [1]

En este proyecto de tesis se realizará el control de un láser de CO₂ por medio de un PLC y otros dispositivos de control. El láser se usará como marcador en una línea de producción y se marcarán dos números alfanuméricos en una pieza de plástico “número de lote y serie”. Para este tipo de láseres es necesario llevar a cabo el correcto control que cumpla con todas las medidas de seguridad necesarias para evitar un accidente (Guardas, dispositivos especiales de seguridad “interlocks” y paro de emergencia).

En este documento se explicará de forma más precisa el desarrollo de este proyecto de tesis, el cual tiene como objetivo documentar el desarrollo de un proyecto de aplicación industrial. Así como plantear y aplicar algunos conceptos de la carrera de ingeniería en electrónica a nivel maestría, los cuales se emplearán para llevar a cabo este proyecto.

4. Antecedentes

4.1 Tipos de láseres utilizados en el campo industrial

Los primeros ejemplos de aplicación láser en la industria se remontan a mediados de la década de 1960, y desde entonces, esta tecnología ha experimentado un desarrollo constante, lo que ha llevado a una mejora significativa en el rendimiento y una multiplicación de los tipos de láser disponibles en el mercado.

El uso de láseres permite a las empresas llevar a cabo operaciones de soldadura y marcado extremadamente precisas de manera fácil y rápida, y el enorme potencial de esta tecnología ha llevado al desarrollo de herramientas cada vez más potentes, precisas y adecuadas para tratar diversos tipos de materiales. Mientras que los primeros láseres se usaban principalmente para cortar y soldar componentes metálicos utilizados en la industria mecánica (tradicionalmente en los sectores aeroespacial y automotriz), hoy en día las aplicaciones láser se han multiplicado, abarcando desde el mundo de la joyería hasta los sectores médico y biomédico.

Esto ha sido posible gracias al desarrollo de tipos de láser cada vez más potentes y de alto rendimiento capaces de satisfacer las necesidades de diferentes sectores industriales y de tratar no solo metales, sino también otros materiales, incluyendo plásticos.

4.1.1 Cómo funcionan los láseres

El término "láser" es un acrónimo de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". Por lo tanto, los láseres son capaces de recibir energía del exterior y emitirla en forma de un haz de luz coherente, que puede tener un diámetro extremadamente pequeño y cuya potencia se puede regular y controlar fácilmente. Utilizan un medio activo de láser ubicado dentro de la maquinaria, que recibe energía de una fuente externa; esta energía es luego emitida por el medio activo de láser en forma de radiación, amplificada por la presencia de un sistema de espejos llamado "resonador".

En el mercado están disponibles maquinaria que utilizan diferentes medios activos de láser, siendo los más comunes los láseres CO₂, que utilizan una mezcla de gases como medio, los láseres de estado sólido (los más comunes de los cuales se llaman láseres Nd:YAG), que utilizan entramados cristalinos, y los láseres de fibra, que tienen fibras de vidrio en su interior.

4.1.2 Láseres de CO2

Los láseres de CO2 fueron los primeros en ser aplicados en la industria y utilizan una mezcla de gas compuesta por dióxido de carbono, helio, nitrógeno, xenón e hidrógeno como medio activo del láser, el cual es excitado eléctricamente. En el pasado, este tipo de láser se utilizaba para soldar y marcar metales, pero hoy en día se prefieren tipos de láser que explotan diferentes medios activos, los cuales han demostrado ser mucho más eficientes y requieren menos inversión de energía, para estas aplicaciones. Sin embargo, los láseres de CO2 se utilizan ampliamente para el tratamiento de muchos materiales plásticos (como el plexiglás o el acrílico) y materiales orgánicos (como el cuero, la madera o la tela).

4.1.3 Láser de estado sólido.

Como sugiere su nombre, este tipo de láser utiliza cristales sólidos como medio activo en lugar de mezclas de gases. Los retículos cristalinos del medio activo del láser se dopan con tierras raras especiales. Por ejemplo, el Nd:YAG (el tipo de láser de estado sólido más común) utiliza cristales de granate de itrio y aluminio dopados con neodimio. El cristal se excita mediante lámparas o, más comúnmente, diodos y emite radiación láser con una longitud de onda de 1,064 μm , adecuada para el tratamiento de metales (incluso reflectantes) y algunos tipos de plásticos.

Las soldadoras Elettrolaser utilizan fuentes Nd:YAG, capaces de garantizar un excelente rendimiento con una inversión limitada en materiales consumibles y permiten la soldadura de cualquier tipo de metal de manera sencilla y eficiente.

4.1.4 Láser de fibra.

Los láseres de fibra son una subcategoría de los láseres de estado sólido, ya que utilizan un medio activo sólido que está dopado con fibras de vidrio. Este tipo de láseres se pueden ajustar para obtener diámetros de disparo particularmente reducidos y, por lo tanto, una potencia del rayo amplificada. Por esta razón, los láseres de fibra son especialmente adecuados para todas las aplicaciones que requieren altas potencias, pero también una gran precisión, como en el grabado de metales reflectantes, y es por eso que Elettrolaser ha elegido este tipo de fuente para todos sus marcadores FiberLUX.

4.1.5 Láser UV

Se están desarrollando nuevos tipos de láser en el mercado para satisfacer necesidades cada vez más específicas: este es el caso, por ejemplo, de los láseres UV, que generan rayos láser formados por fotones de alta energía en el espectro ultravioleta.

Las longitudes de onda de los rayos láser UV son mucho más cortas que las de otros tipos de láseres, lo que los hace especialmente adecuados para el tratamiento de cualquier tipo de material, incluso el más frágil y delicado, operando en áreas extremadamente pequeñas con puntos de acción reducidos. El rayo láser UV, además, una vez dirigido al objeto a marcar, modifica la estructura del material actuando a nivel molecular, sin producir calentamiento de las zonas circundantes, otra característica que hace que estos láseres sean especialmente adecuados para su uso en contextos en los que se requiere la máxima precisión. [2]

4.2 Descripción del sistema

4.2.1 Principio de funcionamiento de un sistema láser barrido vectorial

Cuando trabaja en los modos continuo y por impulsos, el láser (2) genera un haz láser invisible de diámetro pequeño. Para poder focalizar mejor el haz láser, se ensancha primero con ayuda de un telescopio (3). El haz láser ensanchado llega al cabezal de marcado (4), donde incide sobre dos espejos móviles, que lo desvían para trazar las líneas de la plantilla seleccionada. Las líneas están subdivididas en vectores (coordenadas X e Y). Esta yuxtaposición de los vectores forma el marcado sobre la superficie del producto. El haz láser se mueve «escribiendo» por la superficie del producto. Del cálculo de los vectores y del accionamiento del láser se encarga la placa de control de la unidad de alimentación (1). Antes de que el haz láser desviado incida sobre superficie del producto (7), la lente focalizadora (5) lo focaliza. El marcado se produce generalmente en el foco (6) del haz láser. (Ver **Figura 1**)

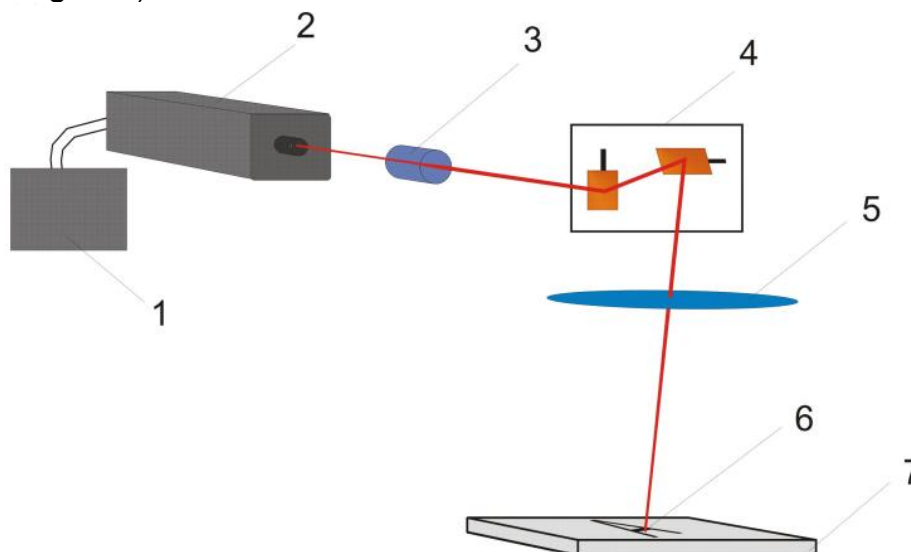


Figura 1. Funcionamiento del láser Videojet CO2 empleado en este proyecto.

4.2.2 La fuente láser

Como fuente del láser se utiliza un tubo láser sellado y lleno de gas CO₂. Contiene electrodos que hacen vibrar las moléculas de CO₂ mediante una tensión de alta frecuencia (tensión de AF), lo que provoca que se emita la radiación láser.

4.2.3 El cabezal de marcado

En el cabezal de marcado hay dos espejos de desviación que desvían el haz láser en dirección X y en dirección Y según la plantilla abierta.

Las direcciones X e Y fijas del sistema de coordenadas del láser para el campo de marcado se obtienen de la disposición del cabezal de marcado. En caso de rotación o desplazamiento del cabezal de marcado, se gira o desplaza también el campo de marcado. La

Figura 2 representa la fijación de las direcciones X e Y:

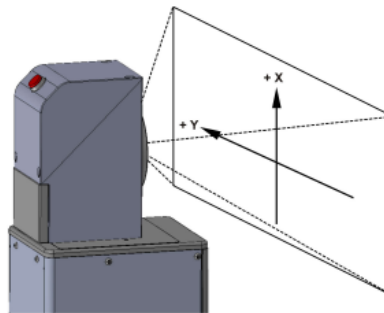


Figura 2. Cabezal del sistema láser.

4.2.4 El marcado de la superficie del producto

La superficie del producto se marca por la acción de una radiación láser intensa sobre el material del producto. El haz del láser se concentra en la superficie del material, calentando la capa superior del producto. De esta manera, por ejemplo, se evapora una capa de color o se hace cambiar el color del material. Los caracteres y símbolos que se desean marcar en el producto se descomponen en paralelogramos de vectores (1). Estos paralelogramos se descomponen a su vez en vectores. Al saltar (2) de un paralelogramo de vectores al siguiente, se apaga el haz láser para no marcar el material. (Ver **Figura 3**)

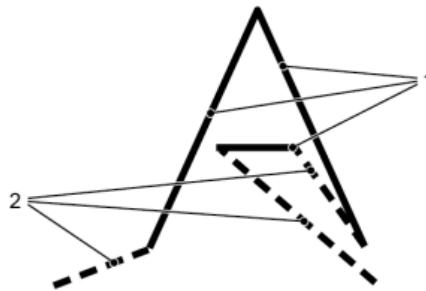


Figura 3. Forma de marcado de una superficie.

4.2.5 La estructura del sistema láser

El sistema láser está formado por la unidad de alimentación (1) y la unidad de marcado. La unidad de marcado se compone del cabezal láser (2) y el cabezal de marcado (3). (Ver **Figura 4**)

La unidad de alimentación se controla a través de:

- El software Smart Graph en el PC
- El software TCS+ en la TU430/TU440 (pantalla táctil)
- El controlador láser CLARiTY
- El software TCS+ en un terminal con navegador

Entre el cabezal láser y el de marcado puede colocarse, de manera opcional, una unidad de desvío.

VideoJet 3140

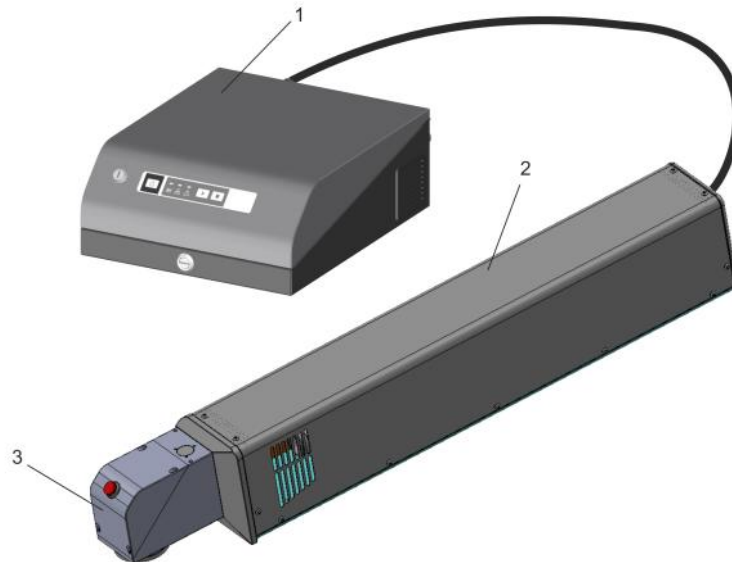


Figura 4. Sistema láser 3140.

4.2.6 Características técnicas

Para las características técnicas ver **Figura 45** en la sección de anexos.

Ver manual de usuario para más referencias de operación del láser empleado en este proyecto "Videojet 3140". Este manual de usuario se puede observar y descargar de la liga colocada en la referencia **[4]**.

4.3 Lector de código de barras Cognex 8700

4.3.1 Dataman 8700

El DataMan modelo 8700DX cuenta con los últimos algoritmos de decodificación patentados, tecnología de HDR, lente líquido de alta velocidad y un procesador multinúcleo para leer códigos en menos de 150 milésimas de segundos. La iluminación integrada difusa, polarizada y directa permite una formación de imágenes superior para leer códigos de impresión por puntos, grabado con láser y basados en etiquetas en superficies desafiantes (brillantes, cilíndricas, oscuras) sin hot spots. (Ver **Figura 5**)



Figura 5. Lector de código de barras DM8700.

4.3.2 Conectividad

Protocolos industriales integrales permiten que DataMan 8700 se conecte sin inconvenientes a PLC y redes. DataMan 8700 admite varias opciones de comunicación, incluidas opciones con cable e inalámbricas:

- **WiFi:** haga itinerante cualquier instalación y llegue a cualquier código en un entorno seguro conectando un lector DataMan 8700 a un enrutador inalámbrico para lograr la máxima movilidad.
- **Conexión directa con Bluetooth:** empareje su lector con un teléfono, PC o tablet para revisar y completar códigos en un dispositivo inteligente.
- **Conexión Bluetooth con estación base inteligente:** la estación base inteligente tiene la capacidad de comunicarse con un PLC o PC a través de Ethernet con protocolos industriales, en serie RS-232 o USB.
- **Con cable:** comunicación continua con un dispositivo con USB, RS-232 y Ethernet con protocolos industriales. [5]

4.3.3 Conexión del lector de mano a la red

Si estás usando una conexión Ethernet con tu lector de mano DataMan, alimenta tu lector mediante la alimentación ethernet (PoE) y conecta el cable ethernet PoE a la red.

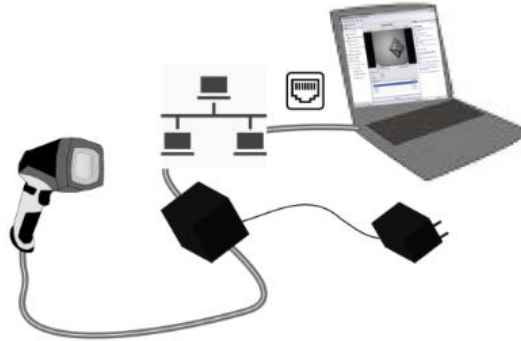


Figura 6. Conexión entre scanner y computadora.

4.3.4 Configuración de lector DataMan para que se encuentre en la misma subred de la PC

En la herramienta de comunicaciones del software DataMan Setup Tool, luego en la pestaña Ethernet, dar click en el botón “Copy PC Network Settings”. Elegir la red que requieres usar y la configuración será copiada en la ventana “Use IP Address”. Un cuadro de diálogo con advertencia en la esquina superior derecha te recordará que debes reiniciar el dispositivo para que los cambios tengan efecto.

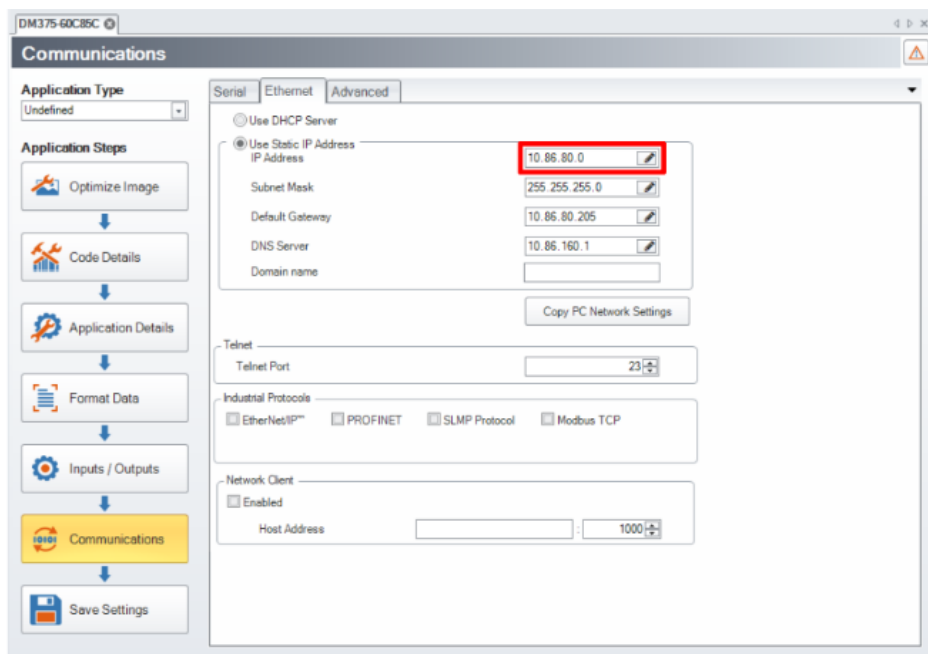


Figura 7. Pantalla de configuración IP en Dataman Setup Tool.

Para forzar una configuración de red en tu DataMan, seleccionar “Use Static IP Address” e introducir una dirección IP y máscara de subred que esté en la misma subred a la PC. asegurarse que esta dirección IP no está en uso por otro dispositivo. (Por ejemplo, prueba de comunicación con Ping). Por ejemplo:

- Dirección IP: 169.254.135.200
- Mascara de subred: 255.255.0.0

Tu dispositivo DataMan está configurado a una configuración específica de red, y se reiniciará automáticamente. Después de que la dirección haya sido aplicada, tu dispositivo DataMan aparecerá en el nodo de red. Esto puede tardar más de 60 segundos. Si el dispositivo no aparece después de 1 o 2 minutos, presionar el botón de refrescar en la página de conexión del software DataMan Setup Tool. Esto forzará al software a buscar los dispositivos DataMan conectados a la PC o conectados a la misma red. [6]

4.4 Protocolo básico de comunicación “Protocolo ultimate”

4.4.1 Introducción

El básico TCL Script provee una interfaz de comunicación para las funciones más comunes.

4.4.2 Pasos a seguir para instalar en sistema láser la opción de comunicación mediante TCL script

1. Requerimientos: láser con versión de software mínima CMark 4.5 sin MMC/memoria SD
2. Descarga y activa el TCL script; abrir la página de interfaz usando el internet explorer 192.168.0.1:8080 (debe ser la dirección por defecto o si se le asigna otra IP). Navegar a “TCL Scripts” (Other-> TCL Scripts). Es recomendable usar internet explorer pero Google Chrome, Firefox y microsoft edge también pueden trabajar correctamente.



Figura 8. Pantalla para cargar archivos TCL Script en láser.

3. Seleccionar el TCL "archivo Zip" y descárgalo al láser. Asegurarse que los archivos en el archivo Zip tengan la misma estructura siguiente:

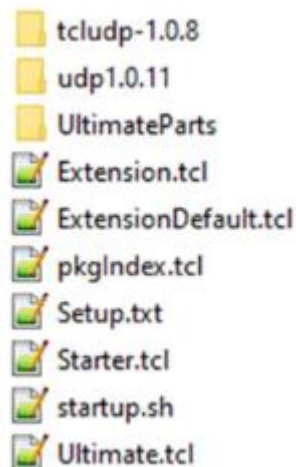


Figura 9. Lista de archivos para cargar en láser videojet y permitir comunicación por el puerto Ethernet.

La cantidad de carpetas y archivos tcl pueden variar de script a script. Para ser descargados presionar en "Extract". (El interruptor de llave debe estar abierto)

| File | Size (bytes) | |
|---------------------------------------|--------------|--|
| TCL Ultimate 1-67.zip | 24863 | <input type="button" value="Extract"/> <input type="button" value="Delete"/> |

Figura 10. Pasos que seguir para descargar archivos TCL en láser.

El siguiente texto aparecerá, click en “OK”

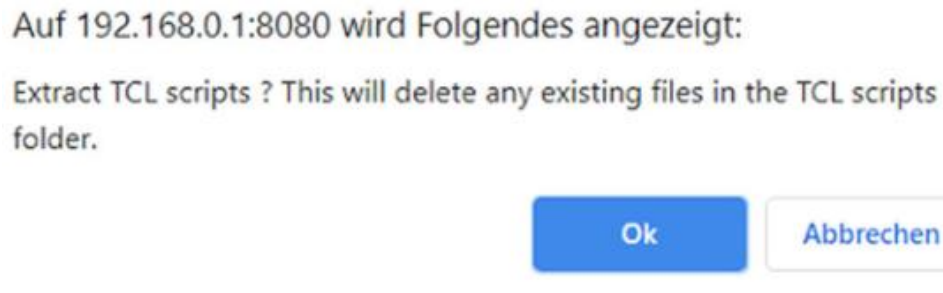


Figura 11. Cuadro de diálogo para continuar la carga archivos TCL.

Si el proceso va bien, el siguiente mensaje aparecerá. Tiempo de reiniciar el láser.

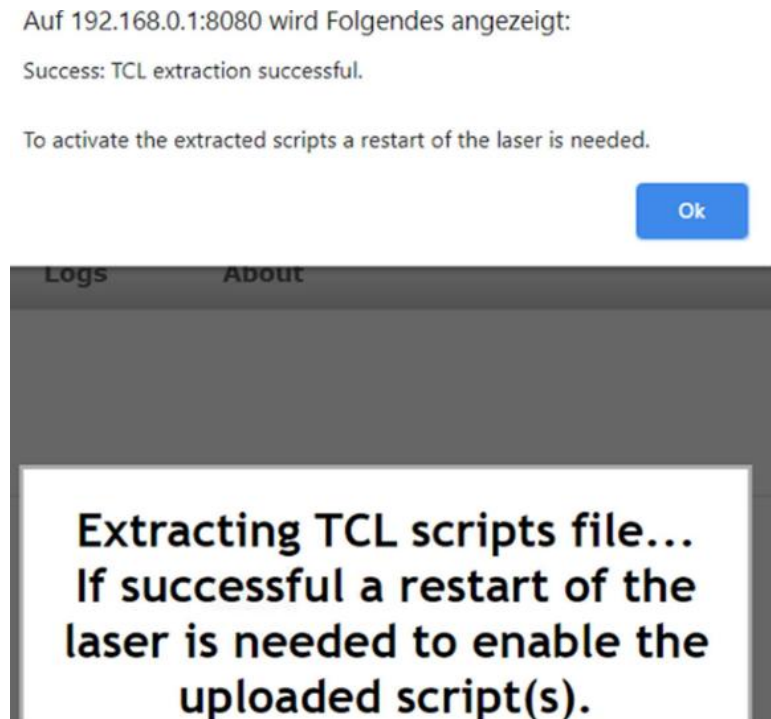


Figura 12. Cuadro de diálogo informando que la extracción de archivos fue exitosa.

4.4.3 Configuración

Abrir el archivo "Setup.txt" con algún editor de archivos, ejemplo Bloc de notas. Configurar la interface de acuerdo a los valores mostrados a continuación:

```

1 active:1
2 interface:tcp
3 tcpListenPort:20001
4 ttyMode:9600,n,8,1
5 ttyHandshake:none
6 receiveDelimiter:;
7 sendDelimiter:;
8 debugPort:20002
9 debugLevel:1
10 asyncport:20003
11 pushstatechange:1
12 pushtemplatechange:1
13 pushmarkingcounterchange:1
14 pushproductcounterchange:1
15 pushmarkresult:1
16 cleanupCommunication:1

```

Figura 13. Especificaciones del puerto de comunicación en el láser.

4.4.4 Protocolo

Codificación UTF-8

Parámetro delimitador punto y coma (0x3B)

Delimitador final es retorno de carro [CR] y línea de alimentación [LF]

Retorno reconocido [ACK] o no reconocido [NAK]

Comunicación sincronizada - Espera de respuesta en cada comando

TCP/IP

Servidor/Aplicación de cliente

Servidor:Laser

Cliente: Dispositivo de red cliente

Listen port 20001

Event port 20003

4.5.5 Datos de tipo carácter

Comando: Comando;Argumento;<CR><LF>

Resultado: [ACK];ResultCode;Argumento;<CR><LF>

Resultado: [NAK];ResultCode;<CR><LF>

El texto de comando no distingue entre mayúsculas y minúsculas.

Punto y coma puede ser usado como contenido variable usando el carácter barra invertida:

Ejemplo

SetVars;Var1;abc\;;123;<CR><LF> Escribe "abc;123"

4.4.6 Comandos por medio de TCL script para controlar láser Videojet

SetJob;

Selecciona la actual plantilla, lista de plantillas, secuencia de plantillas o plantilla de lotes.

Argumento de comando:

Jobname

Resultado de argumento:

Ninguno

Limitación:

Limitado a lista de plantillas, secuencia de plantillas y lista de lotes entre ellos mismos - sin acceso a miembro de plantilla.

Consejos de sincronización:

Ninguno

Ejemplo:

Envío SetJob;Template1;<CR><LF>

Recibo <ACK>;<0000>;<CR><LF>

Envío SetJob;TemplateList1;<CR><LF>

Recibo <ACK>;<0000>;<CR><LF>

Evento Event;TemplateChanged;<CR><LF> [7]

SetVars

Asignar el valor de la variable dada en la plantilla activa.

Argumentos de comando:

Varname1;Varvalue1;Varname2;Varvalue2; ... ;VarnameX;VarvalueX

Resultado de argumento:

Ninguno

Limitación:

Aplicable para texto externo (Aviso) números seriales

Variables en lista de plantillas, secuencia de plantillas o plantillas de lotes no puede ser direccionada globalmente

Cada variable tiene que tener un nombre diferente.

Consejos de sincronización:

Ninguno

Ejemplo:

Envío SetVars;Var1;abc;Var2;123;Ser1;001;<CR><LF>

Recibo <ACK>;0000;<CR><LF>

4.5 Software TCS+

4.5.1 Introducción

El software TCS+ realiza las siguientes funciones:

- Generar y organizar trabajos y configuraciones de parámetros.
- Ajuste de la configuración de línea
- Transferencia de datos al sistema láser

Por medio del TU430 con el software TCS+, puede generar y editar el contenido de marcado de un trabajo de forma fácil en su dispositivo de pantalla táctil. Sus datos se transmiten al sistema láser a través de la interfaz integrada.

4.5.2 Pantalla inicial

Al iniciar TU430 se establece automáticamente la conexión con el sistema láser y se muestran los paneles del trabajo activo actual (2 y 6), la configuración de línea (5), el estado del sistema (1) y el rendimiento (4).

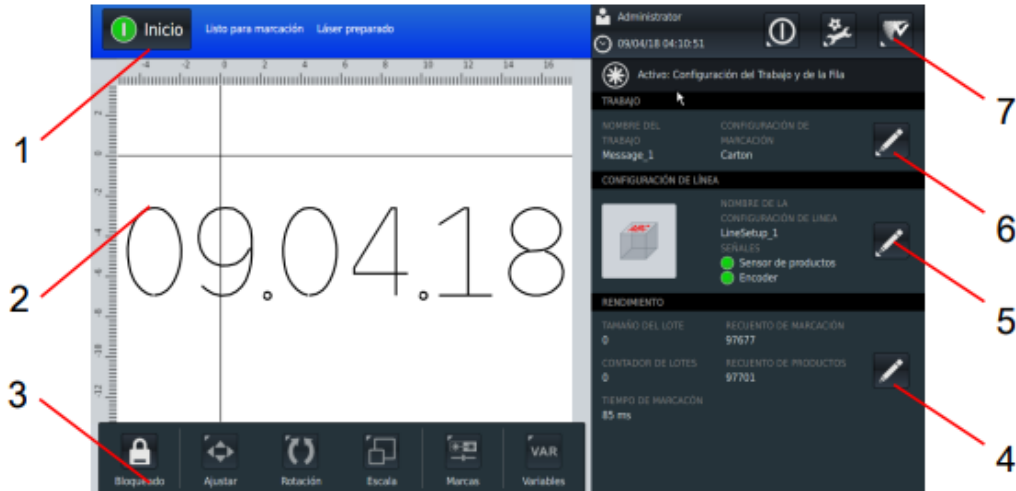


Figura 14. Pantalla de inicio.

La pantalla inicial está dividida en las áreas siguientes:

| Número de cuadro | Área | Función |
|------------------|---|---|
| 1 | Barra de estado | Muestra las señales de fallos, advertencias y estado del sistema. Tiene los botones que sirven para iniciar/detener el proceso de marcado. Muestra los láseres que están conectados a la pantalla táctil. |
| 2 | Área de vista previa | Muestra el contenido del trabajo seleccionado. |
| 3 | Barra de herramientas de edición rápida | Muestra los siguientes botones de la barra de herramientas del programa: <ul style="list-style-type: none"> • Bloquear/desbloquear • Ajustar • Rotación • Escala • Marcación • Variable |
| 4 | RENDIMIENTO | Muestra la información de los diferentes contadores del láser. |

| Número de cuadro | Área | Función |
|------------------|------------------------|--|
| 5 | CONFIGURACIÓN DE LÍNEA | Muestra información de la configuración de línea activa en el láser. |
| 6 | Trabajo | Muestra información del trabajo activo en el láser. |
| 7 | Funciones globales | <p>Visualización del usuario conectado, la fecha y la hora actuales, y tres tipos principales de botones de función:</p> <p>Botón de cierre de sesión: Proporciona acceso a las funciones de cierre de sesión y de cambio de usuario.</p> <p>Botón de menú: Proporciona acceso a todos los menús disponibles en el programa.</p> <p>Botón de logotipo: Proporciona información sobre el sistema láser, la licencia, la versión del programa, la dirección de la empresa y el manual de instrucciones.</p> |

Figura 15. Partes de pantalla de inicio.

4.5.3 Botón de menú de principal

Este botón le permite ver el menú del software TCS+.



Figura 16. Menú principal.

La siguiente tabla describe brevemente las opciones del menú principal:

| Icono | Opción de menú principal | Seleccione esta opción para |
|-------|-----------------------------------|---|
| | Configuración de marcación | Definir la configuración de marcación. Para más información sobre la configuración de marcación, véase Configuración de marcación [p. 129]. |






| Icono | Opción de menú principal | Seleccione esta opción para |
|---|------------------------------------|--|
|  | Administración de archivos | Exportar la base de datos completa o secciones como trabajos, fuentes, logotipos, etc. a una unidad USB o importar secciones o elementos a la base de datos del láser desde una unidad USB. La base de datos se puede transferir entre sistemas láser si están conectados al TU430. Para más información sobre la administración de archivos, véase Administración de archivos [▶ 139]. |
|  | Usuarios | Muestra el usuario que ha iniciado la sesión actualmente. Puede crear nuevos usuarios. El usuario también puede cambiar de una cuenta de usuario (o perfil de usuario) a otra cuenta de usuario (o perfil de usuario). Para más información sobre usuarios, véase Usuarios [▶ 149]. |
|  | Reglas y derechos de acceso | Define los roles y los derechos de acceso de los usuarios. Para más información sobre roles y acceso, véase Roles y derechos de acceso [▶ 163]. |
|  | Configuración del láser | Define la configuración del láser. Se aplica a todos los láseres conectados a Touch Screen. Para más información sobre la configuración del láser, véase Ajustes de la unidad láser [▶ 180]. |
|  | Configuración principal | Define la configuración principal. Para más información sobre la configuración principal, véase Configuración principal [▶ 189]. |

Figura 17. Partes del menú principal.

4.5.4 Usuarios

En la pantalla Usuarios puede agregar nuevos usuarios, asignar roles y cambiar la contraseña de los usuarios. También puede renombrar, duplicar o eliminar un usuario existente.

La siguiente tabla muestra los usuarios predeterminados, sus privilegios y sus contraseñas disponibles en el software TCS+:

| Nombre de usuario | Contraseña | Privilegios |
|-------------------|------------|--|
| Operador | 0000 | El operador tiene privilegios básicos para realizar operaciones como iniciar el láser, detener el láser o cambiar los contadores. El operador no tiene derechos para crear nuevos trabajos. El operador puede realizar ajustes en un trabajo ya creado, como por ejemplo activar un trabajo, cambiar su escala, rotarlo y ajustar la posición vertical y horizontal del trabajo. El operador también puede cambiar el valor de intensidad de un trabajo y puede editar los valores de las variables. |
| Supervisor | 1111 | El supervisor tiene más privilegios que el operador. El supervisor puede realizar todas las tareas que puede realizar un operador. Adicionalmente, el supervisor puede crear, editar y eliminar trabajos. El supervisor puede agregar nuevos usuarios, modificar un usuario existente o eliminar usuarios. El supervisor también puede ajustar la Configuración principal y la Configuración de marcación. |
| Administrador | 2222 | El administrador dispone de privilegios de aplicación, como la creación de nuevos usuarios, modificar usuarios o eliminar usuarios. El administrador asigna los derechos de acceso a los usuarios recién creados y puede restablecer las contraseñas. El administrador también puede agregar, modificar o eliminar roles. |

Figura 18. Usuarios y contraseñas por defecto en el láser.

4.5.5 Panel de trabajo activo

Trabajo define el contenido final que se marca en el producto. La Configuración de las marcas del trabajo proporciona los parámetros de marcación para cada trabajo. Se pueden editar según corresponda para añadir textos, logotipos, números de serie y otros elementos del trabajo.

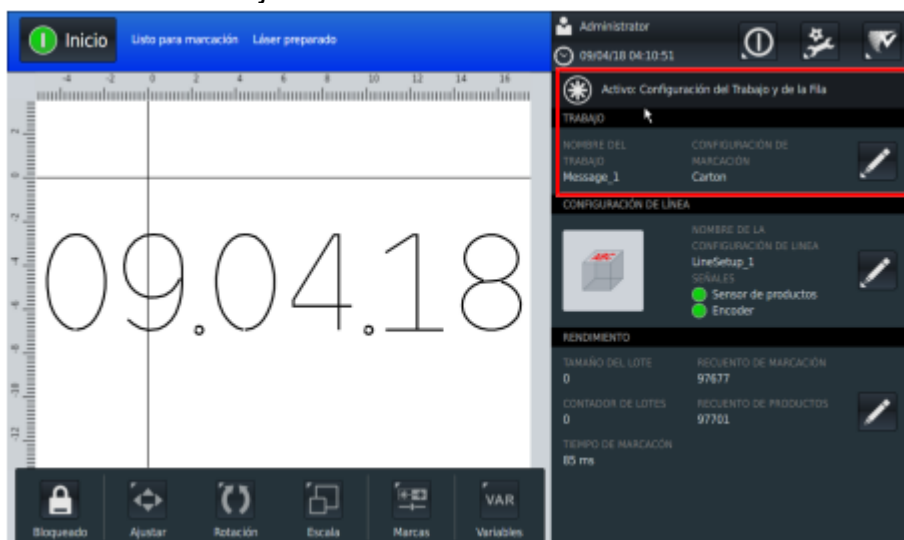


Figura 19. Panel de trabajo activo.

El panel de trabajo activo muestra los siguientes campos:

| Campo | Descripción |
|-----------------------------------|--|
| NOMBRE | Muestra el nombre del trabajo activo. |
| Campo | Descripción |
| CONFIGURACIÓN DE MARCACIÓN | Muestra la configuración de marcación del trabajo activo. Por ejemplo, elementos tales como texto, variable, ID Matrix, logotipo, código de barras y gráficos. |
| Botón de lápiz | El botón de lápiz muestra las acciones que se pueden realizar en un panel de trabajo activo: <ul style="list-style-type: none"> • Editar el trabajo actual • Administrar trabajo • Editar configuración de marcación actual |

Figura 20. Partes del panel de trabajo activo.

4.5.6 Panel de configuración de línea activa

La configuración de línea define los parámetros de la línea de producción, la posición del cabezal de marcación y la detección de producto. Puede agregar una nueva configuración de línea o editar los detalles de la configuración de línea actual.

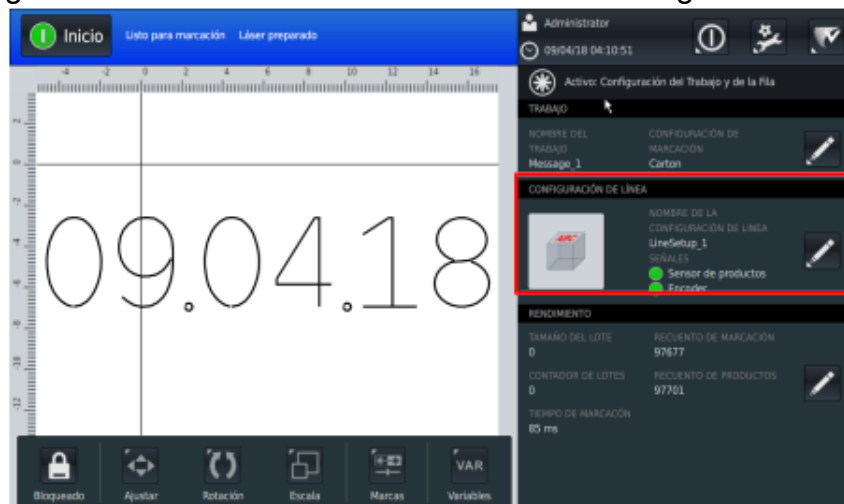


Figura 21. Panel de configuración de línea activa.

El panel de configuración de línea activa muestra los siguientes campos:

| Campo/ icono | Descripción |
|------------------------------|---|
| NOMBRE | Muestra el nombre de la configuración de línea activa. |
| SEÑALES | Muestra el estado de señal de la conexión del encoder o el detector al láser. <ul style="list-style-type: none"> • Sensor de productos: Cambia a verde si hay un sensor conectado al láser. • Encoder: Cambia a verde si hay un encoder conectado al láser. |
| MINIATURA DE PRODUCTO | Muestra la imagen en miniatura del producto para la dirección de la línea y la orientación de trabajo. |
| Campo/ icono | Descripción |
| Botón de lápiz | El botón de lápiz muestra las acciones que se pueden realizar en una configuración de línea activa: <ul style="list-style-type: none"> • Editar la configuración actual de la línea • Administrar la configuración de la línea |

Figura 22. Partes de la configuración de línea activa.

4.5.7 Trabajo

Trabajo define el contenido final que se marca en el producto. Un trabajo consta de los elementos del trabajo y la configuración de marcación. Puede agregar un trabajo y editar los datos del trabajo.

Trabajo dispone de las siguientes opciones:

- Pantalla Editar el trabajo actual.
- Pantalla Editar configuración de marcación actual.
- Pantalla Administrar trabajos.

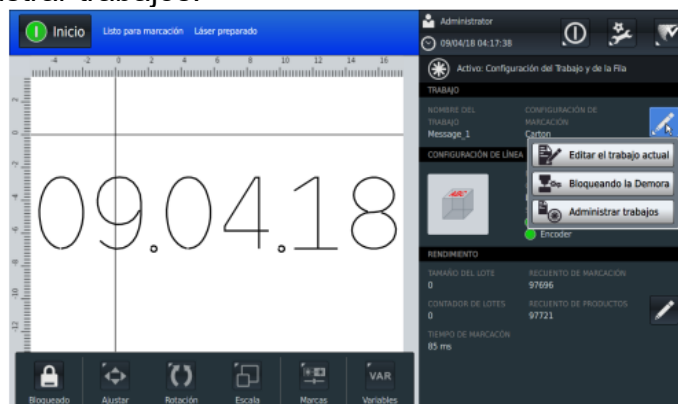


Figura 23. Opciones del botón de lápiz de trabajo.

4.5.8 Pantalla administrar trabajos

La pantalla Administrar trabajos dispone de las siguientes acciones:

- Activar un trabajo.
- Crear un trabajo.
- Editar un trabajo.
- Duplicar un trabajo.
- Renombrar un trabajo.
- Eliminar un trabajo.

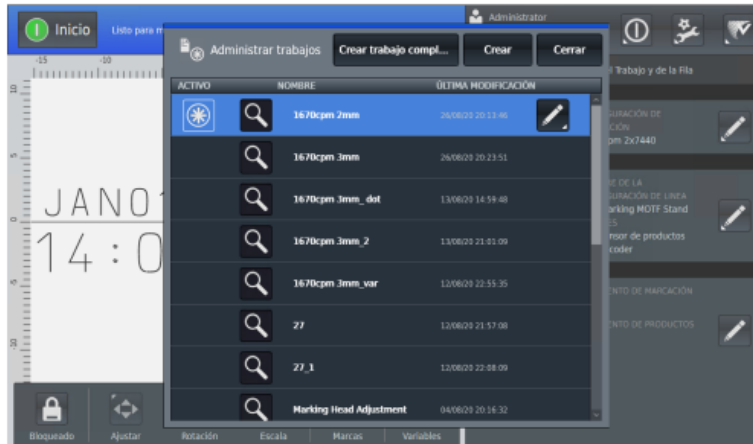


Figura 24. Pantalla administrar trabajos.

La siguiente tabla proporciona información sobre los diferentes campos mostrados en la pantalla Administrar trabajos:

| Campo | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Crear | Para crear un nuevo trabajo. |
| NOMBRE | Muestra el nombre del trabajo junto con un cuadro de vista previa. |
| ACTIVO | Muestra el estado activo del trabajo. |
| FECHA DE ÚLTIMA MODIFICACIÓN | Muestra la fecha de la última modificación del trabajo. |
| Botón de LÁPIZ | El botón de lápiz muestra las acciones que se pueden realizar en la pantalla Administrar trabajos : <ul style="list-style-type: none"> • Editar • Duplicar • Renombrar • Eliminar |
| Cerrar | Cierra la pantalla Administrar trabajos . |

Figura 25. Partes del menú administrar trabajos.

4.5.9 Pantalla editar trabajo actual

La pantalla Editar trabajo (editor de trabajos) muestra los elementos del trabajo y la Configuración de las marcas del trabajo que están disponibles en el láser

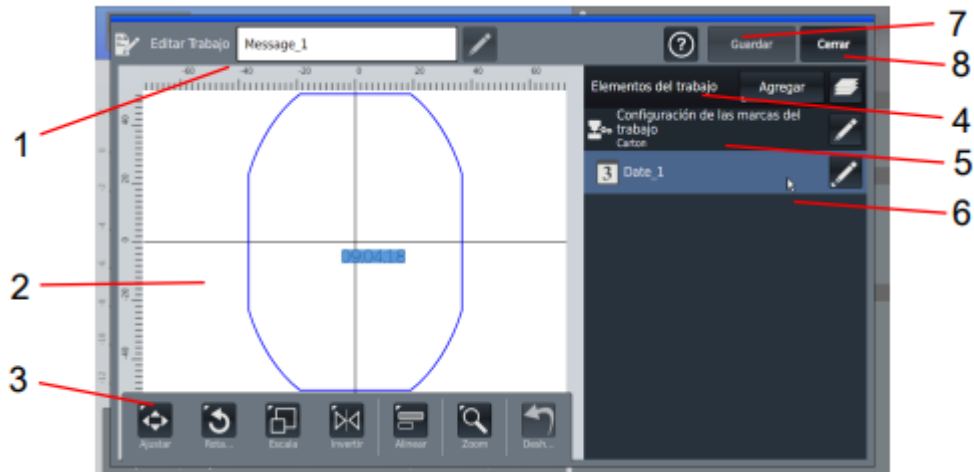


Figura 26. Pantalla de edición de trabajos.

Se mostrarán los siguientes campos:

| Número de cuadro | Nombre | Descripción |
|------------------|---|---|
| 1 | Nombre del trabajo | Muestra el nombre del trabajo actual. |
| 2 | Área de vista previa | Muestra la vista previa del trabajo actual. La línea azul indica el Campo de marcación . Se destacará el elemento seleccionado. |
| 3 | Barra de herramientas de edición rápida | Muestra las funciones de la barra de herramientas de edición rápida para editar el trabajo de marcación actualmente activado. |
| 4 | Elementos del trabajo | Muestra los diferentes elementos de trabajo disponibles, como por ejemplo, texto estático, variables de texto, número de serie, fecha, hora, IDMatrix, logotipo, código de barras y gráficos. Puede modificar estos elementos del trabajo y agregar nuevos elementos de trabajo así como duplicar, editar y eliminar un elemento del trabajo. También puede crear y asignar capas a cada elemento de trabajo. |
| 5 | Configuración de las marcas del trabajo | Configuración de marcación define los parámetros de impresión que se pueden establecer según se requiera. Puede modificar estos parámetros así como agregar una nueva configuración de marcación o duplicar, eliminar o renombrar una configuración de marcación existente. Véase la Configuración de marcación [▶ 129]. |
| 6 | Lista de elementos del trabajo | Muestra todos los elementos de trabajo del trabajo seleccionado. |
| 7 | Guardar | Guarda los cambios realizados en el trabajo. |
| 8 | Cerrar | Cierra la pantalla de editar trabajo. ¡NOTA! Si pulsa el botón Cerrar sin antes guardar, se abrirá un diálogo de confirmación con el siguiente mensaje '¿Desea realmente cerrar este diálogo? Se perderán todos los cambios realizados desde la última vez que se guardó'. Según corresponda, pulse el botón Aceptar o Cancelar. |

Figura 27. Partes del menú editar trabajo actual.

4.5.10 Activar un trabajo

Esta sección supone que ya se ha creado un trabajo.

1. Pulse el botón Lápiz en el panel de Trabajo.

Se abrirá una pantalla con las opciones siguientes:

- Editar el trabajo actual
- Administrar trabajos
- Editar configuración de marcación actual

2. Pulse el botón Administrar trabajos:

Se abrirá la pantalla Administrar trabajos con una lista de nombres de trabajos.

3. Pulse sobre el Trabajo que desee activar.

4. Pulse el botón No activado

Se abrirá un diálogo de confirmación con el siguiente mensaje:

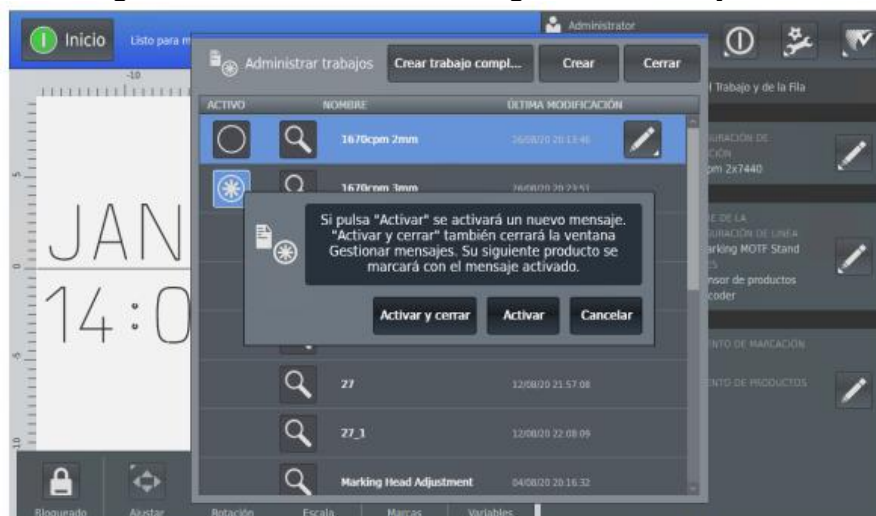


Figura 28. Pantalla de activación del trabajo.

5. Pulse el botón Aceptar para confirmar los cambios o pulse el botón Cancelar si desea activar otro trabajo.

El botón Activado (2) aparecerá junto al nombre en la columna Activo.

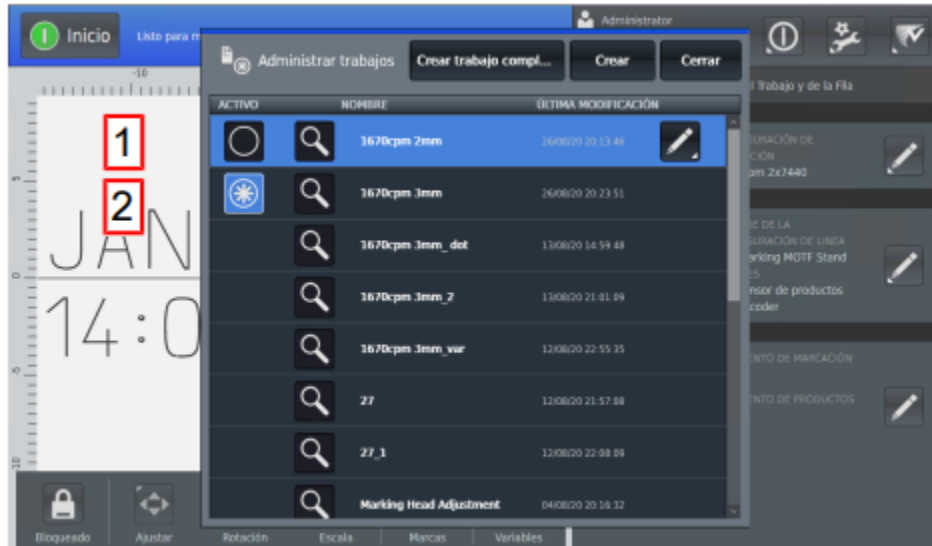


Figura 29. Trabajo no activo y activo.

6. Pulse el botón Cerrar en la pantalla Administrar trabajos para volver a la pantalla Inicio.

Se mostrará el nombre del trabajo seleccionado (debajo de trabajo) en el panel Activo: Configuración del trabajo y de la línea junto a la Configuración de marcación seleccionada (por ejemplo, papel).

4.5.11 Crear un nuevo trabajo

1. Pulse el botón Lápiz en el panel de Trabajo.
 2. Pulse el botón Administrar trabajos. Se abrirá la pantalla Administrar trabajos.
 3. Pulse el botón Crear. Se abrirá un teclado.
 4. Introduzca un nombre para el nuevo trabajo.
 5. Pulse el botón Aceptar para guardar el nuevo trabajo.
- >El nuevo trabajo se agrega en orden alfanumérico a la lista y se muestra la pantalla Editar trabajo.
6. Realice los cambios necesarios en el trabajo.
 7. Pulse el botón Guardar y a continuación el botón Cerrar para guardar los cambios realizados y luego vuelva a la pantalla Inicio

4.6.12 Actualizar un elemento de texto estático.

Esta sección supone que se está utilizando un elemento de trabajo de Texto estático en el trabajo seleccionado y que la pantalla Editar trabajo está abierta.

1. Pulse el elemento de Texto estático que desee actualizar. Se mostrará un botón de lápiz.
2. Pulse el botón Lápiz de texto estático y luego pulse el botón Editar.

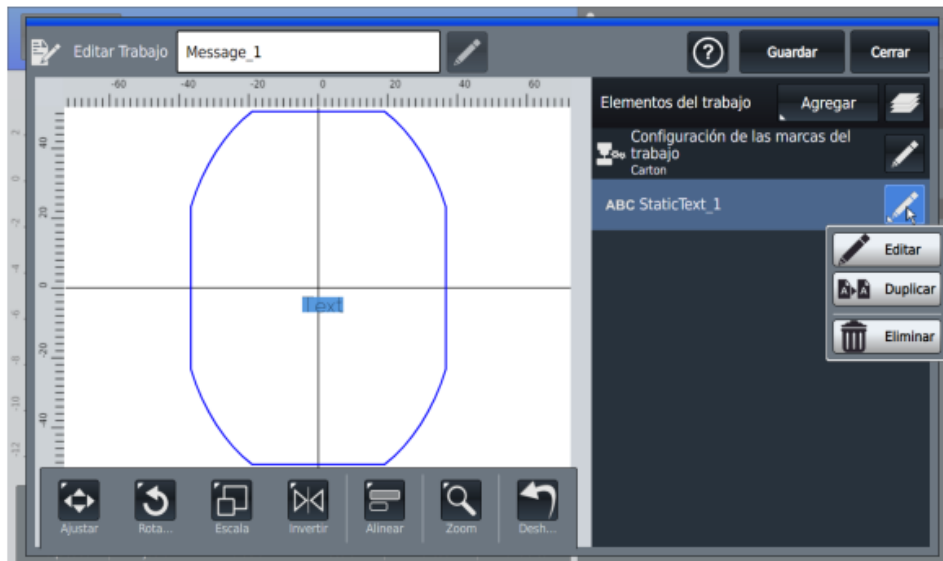


Figura 30. Actualizar elemento de texto estático.

3. Introduzca la información del elemento de trabajo en los campos correspondientes como se indica en la siguiente captura de pantalla.

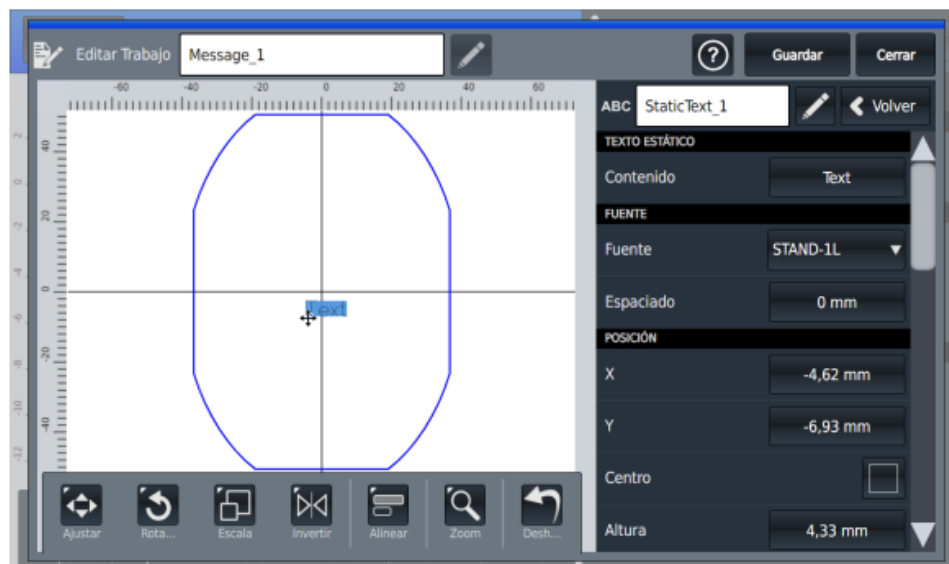


Figura 31. Parámetros del elemento de texto estático.

La siguiente tabla describe los campos del Texto estático:
(Ver Figura 46 en la sección de anexos)

1. Pulse el botón Guardar para guardar los cambios.
2. En caso necesario, pulse el botón Volver para realizar más cambios en la lista de elementos de trabajo.
3. Pulse el botón Cerrar para cerrar la pantalla Editar trabajo y volver a la pantalla Inicio

4.5.13 Actualizar un elemento de texto variable.

Esta sección supone que se está utilizando un elemento de trabajo de Texto variable en el trabajo seleccionado y que la pantalla Editar trabajo está abierta.

1. Pulse el elemento de Texto variable que desee actualizar. Se mostrará un botón de lápiz.
2. Pulse el botón de Lápiz y luego el botón Editar.

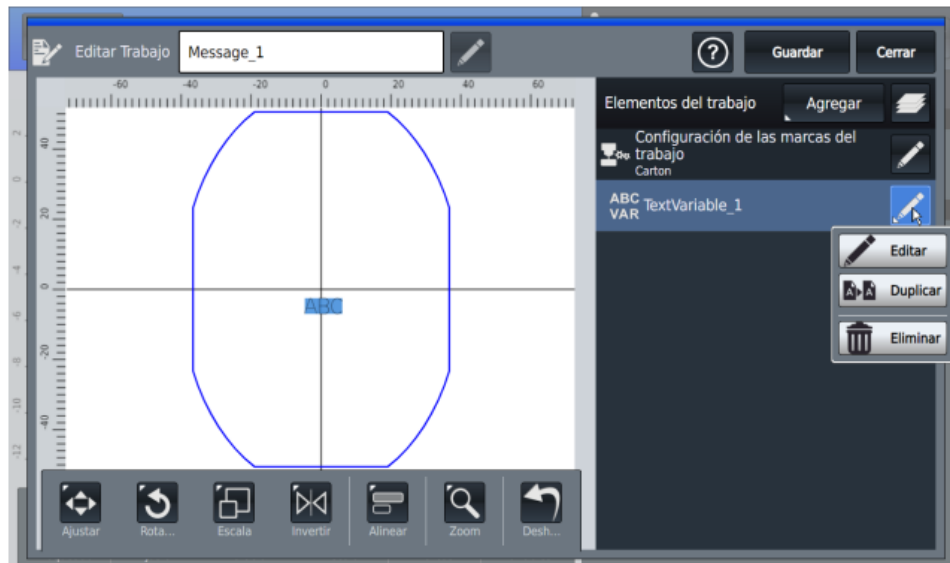


Figura 32. Actualizar elementos de texto variable.

3. Introduzca la información del elemento de trabajo en los campos correspondientes como se indica en la siguiente captura de pantalla.

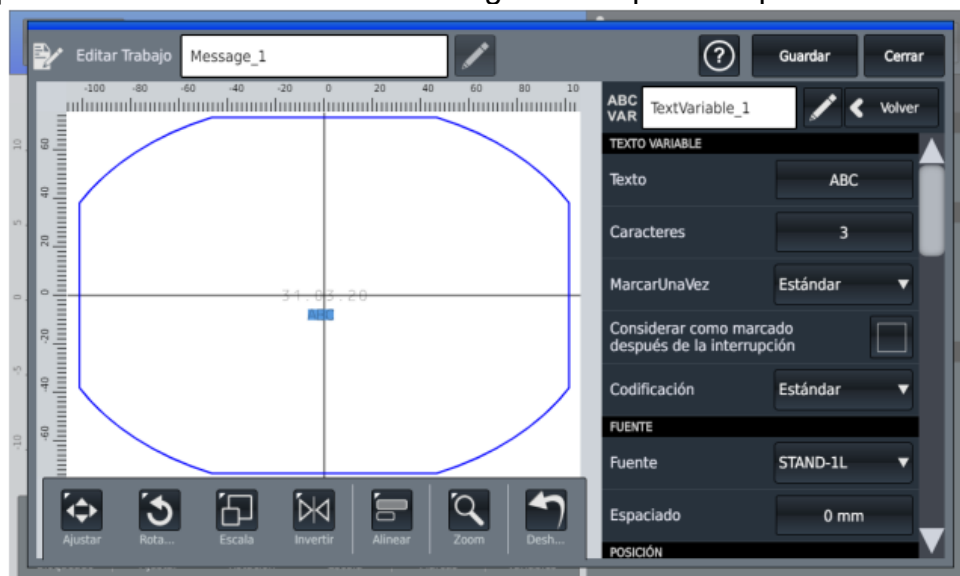


Figura 33. Parámetros del elemento de texto variable.

La siguiente tabla describe los campos:
(Ver Figura 47 en la sección de anexos)

1. Pulse el botón Guardar para guardar los cambios.
2. En caso necesario, pulse el botón Volver para realizar más cambios en la lista de elementos de trabajo.
3. Pulse el botón Cerrar para cerrar la pantalla Editar trabajo y volver a la pantalla Inicio. [8]

4.6 Software EPLAN 2023

Software moderno para ingeniería eléctrica, ingeniería de fluidos, diseño de armarios 3D y mucho más. La Plataforma EPLAN 2023 ofrece software para una amplia gama de disciplinas de ingeniería (y mucho más que el software ECAD tradicional). [3]

El software EPLAN 2023 fue empleado para generar los diagramas eléctricos correspondientes, el layout 3D del gabinete eléctrico y además una sección de números de parte de todos los elementos eléctricos empleados en este proyecto.

Ir a la sección de anexos (**Figura 48**. Diagramas eléctricos.), para observar los diagramas eléctricos realizados para este proyecto. **NOTA:** en la sección de anexos se muestra una pequeña parte de los diagramas eléctricos, debido a las políticas internas de la empresa en donde fue desarrollado el proyecto.

5. Hipótesis

Al finalizar este proyecto, se obtendrá una máquina de marcado láser de CO2 semiautomática. La cual ayudara a realizar el marcado en piezas industriales de dos datos alfanuméricos.

6. Objetivo general

Integrar un equipo láser de CO2 para el grabado de dos números alfanuméricos en piezas industriales. Estos datos alfanuméricos serán extraídos de una orden de producción e introducidos al equipo láser mediante un lector de mano de código de barras.

Procesar una pieza a la vez por cada ciclo en la máquina de marcado laser.

Cumplir con las normativas de seguridad estándar al integrar los elementos de seguridad correspondientes (relevadores de seguridad y conexión de seguridad del láser conforme a las recomendaciones del fabricante).

7. Objetivos específicos

- Diseñar los diagramas eléctricos de un gabinete para el control de un láser de CO2. (Videojet 3140)
- Realizar el cableado de todos los componentes eléctricos o electrónicos a utilizar.
- Elaborar la programación de un PLC para el control del equipo láser.
- Configurar el equipo láser para integrarlo a la red de comunicación del controlador (PLC).
- Realizar tres recetas de programa en el equipo laser para el marcado de tres datos alfanuméricos.
- Configurar un lector de mano de código de barras marca Cognex.

8. Justificación

Se tuvieron reclamaciones por parte del cliente debido a producto no funcional. Se investiga al respecto y se determina un subcomponente del producto no funcional (cable de alimentación). El producto se vende a distribuidores y se determina que distribuidor estaba adquiriendo el subcomponente con un proveedor externo. Desde ese momento no existía la trazabilidad para saber si el producto fue hecho por la compañía. Por esta razón se tomó la iniciativa de marcar el subcomponente con un numero de parte y lote.

9. Metodología

7.1 Concepto general del proyecto

Para este proyecto se utilizará un láser de CO2 comercial e integrarlo a una máquina para el grabado semiautomático de piezas industriales. Lo que se pretende grabar será un número de parte y un número de lote sobre una pieza de plástico.

7.1.1 Números de parte

Existen solo 3 números de parte a marcar en las piezas y son los siguientes: **00795B69, 00795B79 y 00795B87**. Estos números de parte estarán presentes en cada orden de producción por medio de un código de barras y serán leídos mediante un lector de mano, el cual enviará esta información de lectura en forma de caracteres al láser de CO2.

7.1.2 Número de lote

El número de lote también será representado en la orden de producción mediante un código de barras. Este dato siempre será diferente y único para cada orden de producción.

7.1.3 Orden de producción

La realización de una orden de producción es un proceso aislado de la máquina que se pretende integrar. Ya que para poner en funcionamiento la máquina solo es necesario tener la orden de producción en mano y leer el número de parte y luego el lote.

7.1.4 Operación y secuencia de la máquina

Una vez tomada la lectura de los datos a grabar de la orden producción (número de parte y lote). Estos datos serán mostrados y reflejados en la pantalla del láser "TCS+".

En la **Figura 34**, se muestra la pieza o subcomponente para ser marcado (cable de alimentación de una bomba de agua sumergible).

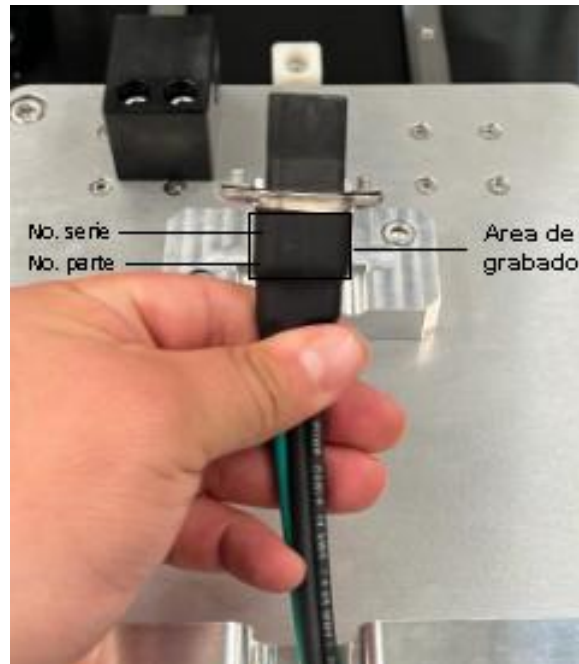


Figura 34. Área de grabado en pieza.

El marcado de piezas por cada orden de producción será de 50, es decir, se llevará un conteo de piezas por cada orden y cuando se cumpla el conteo, el operador tendrá que tomar la lectura de un número de parte y lote para continuar con el proceso de marcado.

Para el marcado de piezas la secuencia sería como sigue:

1. Colocación de pieza en el nido
2. Cerrar la puerta corrediza a tope
3. La puerta se bloqueará en automático por medio del control de un cilindro neumático.
4. Cuando el proceso de marcado sea finalizado el cilindro se retrae automáticamente para desbloquear puerta.
5. Operador debe abrir puerta.
6. Retirar pieza del nido.

Para comenzar otro ciclo de marcado es necesario iniciar en el paso 1 **“colocación de pieza en el nido”**.

La secuencia de marcado antes mencionada se llevará a cabo mediante un PLC allen bradley.

NOTA: en la **Figura 35**, se puede observar los componentes que conforman la celda láser. Esta celda también llevará una guarda de acrílico en todo el perímetro del cabezal láser, esto para fines de seguridad, por lo tanto, solo se podrá ingresar la pieza a marcar mediante una puerta deslizante.



Figura 35. Partes de la celda láser.

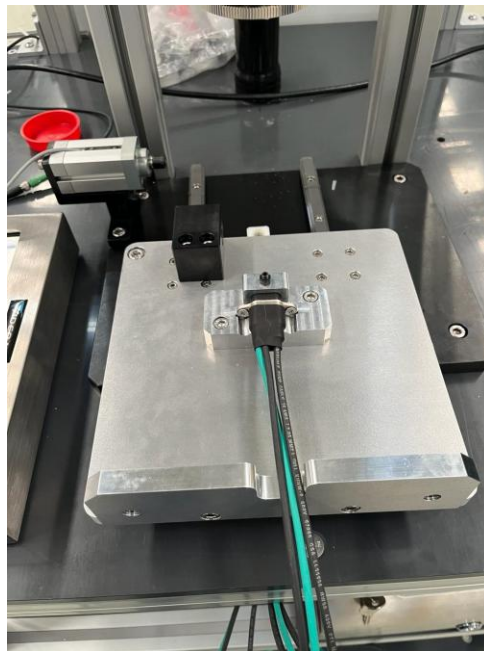


Figura 36. Puerta deslizable en posición para colocar nueva pieza.

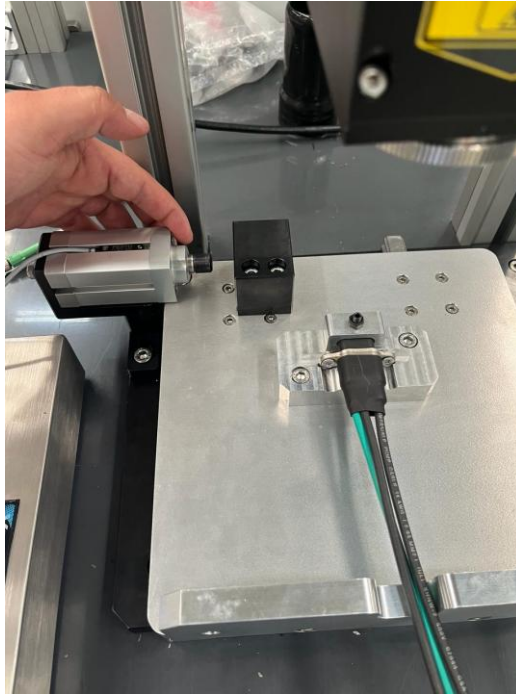


Figura 37. Puerta deslizante en posición de marcado.



Figura 38. Vista general de celda láser en proceso de ensamble.

7.2 Topología de comunicación empleada

Para la conexión entre dispositivos en este proyecto, se emplearon dos topologías: “ethernet/IP” y “punto a punto”. En el siguiente esquema, se puede observar los modos de comunicación entre el PLC y otros dispositivos: (Ver **Figura 39**)

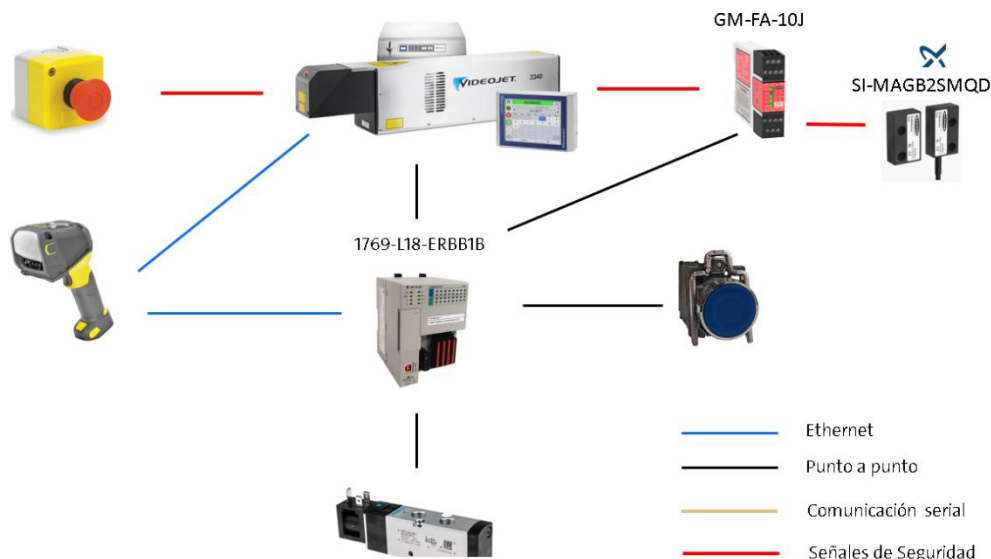


Figura 39. Esquema de comunicación entre PLC y dispositivos periféricos.

Por motivos de seguridad en la **Figura 39**, se puede observar que los elementos de seguridad como paro de emergencia y relevador de seguridad. Son conectados directamente hacia el láser.

Al PLC le llegará una retroalimentación de estado de cada dispositivo de seguridad. La interacción entre el láser y el PLC sería mediante entradas/salidas digitales. Las cuales tienen como objetivo controlar el disparo del láser mediante una salida del PLC, solo si, se cumplen una serie de condiciones. También el PLC recibirá bits de estado del láser.

El lector de mano estará conectado al PLC y Láser por medio del protocolo de comunicación ethernet/IP. Por medio de este tipo de comunicación estará enviando la información de cada código de barras leído en forma de caracteres.

La electroválvula empleada, sería para controlar un cilindro neumático y bloquear la puerta del operador mientras en laser se encuentre en estado de marcación. Sin embargo, si el operador forzara la puerta para abrirla, se tiene un dispositivo de seguridad “interlock” para abrir o cerrar el obturador del láser, de esta forma se evitaría el paso de radiación del láser hacia cualquier dirección.

7.3 Mapeo de entradas/salidas PLC

Se realizó el mapeo de cada entrada/ salida del PLC a utilizar. Esto para llevar el conteo de entradas/salidas a emplear en el proyecto y llevar un registro de uso de cada una de ellas. (Ver **Tabla 1**, **Tabla 2** y **Tabla 3**)

| Entradas embebidas | Descripción |
|--------------------|-------------------------------------|
| I0 | Paro de emergencia OK (desactivado) |
| I1 | Botón Reset |
| I2 | Laser listo |
| I3 | Sistema listo |
| I4 | Listo para marcar |
| I5 | Marcando |
| I6 | Obturador cerrado |
| I7 | Marcación Buena |
| I8 | Marcación Mala |
| I9 | Error |
| I10 | Ack Job selection |
| I11 | Puerta cerrada |
| I12 | Disponible |
| I13 | Disponible |
| I14 | Disponible |
| I15 | Disponible |

Tabla 1. Entradas embebidas en PLC.

| Entradas externas | Descripción |
|-------------------|-------------|
| I0 | Disponible |
| I1 | Disponible |
| I2 | Disponible |
| I3 | Disponible |
| I4 | Disponible |
| I5 | Disponible |
| I6 | Disponible |
| I7 | Disponible |

Tabla 2. Entradas externas “Módulo IO”.

| Salidas embebidas | Descripción |
|-------------------|---------------------------------|
| O0 | Inicio de marcado |
| O1 | Paro de marcado |
| O2 | Selección de trabajo 0 |
| O3 | Selección de trabajo 1 |
| O4 | Selección de trabajo 2 |
| O5 | Selección de trabajo 3 |
| O6 | Job select strobe |
| O7 | Solenoid Y1 (bloqueo de puerta) |
| O8 | Confirmación de error |
| O9 | Luz azul botón de Reset |
| O10 | Disponible |
| O11 | Disponible |
| O12 | Disponible |

| | |
|-----|------------|
| O13 | Disponible |
| O14 | Disponible |
| O15 | Disponible |

Tabla 3. Salidas embebidas en PLC.

7.4 Cálculos realizados para el control eléctrico

Para determinar la capacidad del interruptor contra cortocircuito y proveer la alimentación de 110 VCA a cada dispositivo. Se determinó el consumo de corriente de cada uno según el fabricante como: el controlador del láser, la unidad de succión, la fuente de alimentación de 24V DC y la fuente de alimentación del lector de código de barras.

Controlador de láser:

Consumo de potencia máxima: 0.4 kW

$$I = \frac{P}{V} = \frac{400W}{110V} = 3.63 A$$

Ecuación 1. Relación Potencia, Corriente y voltaje.

Ventilador en gabinete eléctrico:

Consumo de corriente igual a 0.2 A

Unidad de succión:

Carga máxima de 2 A

Fuente de alimentación de 24 VCD:

Consumo de corriente en la entrada: 1.4 A / 110 VCA

Fuente de alimentación de lector de código de barras:

0.8 A consumo de corriente máxima a 120 VAC

Al sumar el consumo de corriente para determinar la capacidad de la pastilla a utilizar sería:

$$3.63 A + 0.2 A + 2A + 1.4 A + 0.8 A = 8.03 A + 15\% \text{ del consumo total}$$

Entonces,

$$8.03 A * (0.15) = 1.20 A$$

Entonces el valor de la pastilla deberá ser:

$$8.03 A + 1.20 A = 9.23 A$$

El valor del interruptor comercial más cercano a 9.23 A, es de **10 A**.

7.5 Lista de materiales

Esta lista fue elaborada en formato excel y se realizó al inicio del proyecto. El objetivo era llevar un registro de cada componente a utilizar y realizar la compra de cada uno para eventualmente ensamblarlos en un gabinete eléctrico.

En la **Tabla 4**, se muestra una lista de los componentes más relevantes:

| Cantidad | Descripción | Número de parte | Marca |
|----------|--|-----------------|--------------------|
| 1 | Gabinete eléctrico 600X800X250 | AX 1058.000 | Rittal |
| 1 | Pastilla monofásica 10 A | A9F74210 | Schneider Electric |
| 1 | Interruptor magnético de seguridad | SI-MAGB2SMQD | Banner |
| 1 | Relevador de seguridad | GM-FA-10J | Banner |
| 1 | Botón hongo rojo; paro de emergencia | 1SFA611523R1001 | ABB |
| 2 | Soporte P/3 blocks (Botonería) | 1SFA611605R1100 | ABB |
| 2 | Bloque de contacto NA | 1SFA611610R1001 | ABB |
| 2 | Bloque de contacto NC | 1SFA611610R1010 | ABB |
| 1 | Botón bajo azul | 1SFA611100R1004 | ABB |
| 1 | LED integrado blanco 24vac/dc | 1SFA611621R1015 | ABB |
| 1 | Switch de comunicación, 5 puertos RJ45 | 2891001 | Phoenix Contact |
| 2 | Porta fusible tipo europeo para riel DIN | 3036369 | Phoenix Contact |
| 1 | Ventilador (ancho 116.5 mm X alto 116.5 mm) | 3237110 | Rittal |
| 1 | Caja de conexión dos barrenos | A22ZB102 | Omron |

| | | | |
|---|---|-----------------------------|-----------------|
| 1 | PLC | 1769-L18-ERBB1B | Allen Bradley |
| 1 | Módulo externo I/O (8 entradas) | 1734-IB8 | Allen Bradley |
| 1 | Base de módulo I/O | 1734-TB | Allen Bradley |
| 1 | Fuente de alimentación 24VCD | TRIO-PS-2G/1AC/24DC/3/C2LPS | Phoenix Contact |
| 1 | DM8700LX corded ethernet handheld kit (lector de mano) | DMR-8700LX-E | Cognex |
| 1 | DM8700 series 5m ethernet cable (cable ethernet a lector de mano) | DMC-HH-ENET-05C | Cognex |
| 1 | PSE PoE Pwr Supply AC-US (Fuente de voltaje de lector de mano) | CPS-AC-POE1A-US | Cognex |
| 1 | Unidad Laser de CO2 | 3140 | Videojet |
| 1 | Unidad de extracción | Xtract Lite | Videojet |

Tabla 4. Lista de materiales utilizados para construcción del gabinete eléctrico.

En la **Tabla 4**, se muestran los componentes más relevantes para este proyecto. Estos componentes fueron seleccionados dependiendo de varias cuestiones como: tiempo de entrega no mayor a tres semanas y función del componente. Para algunos de ellos se tuvo la necesidad de realizar una investigación en el manual del fabricante para estudiar su funcionamiento y conexión eléctrica.

Otros componentes adicionales empleados para este proyecto fueron, por ejemplo, cable 18 AWG, canaleta, riel DIN, clemas, clemas topes, glándulas, cable 10 hilos 20 AWG, etc.

7.6 Elaboración de diagramas eléctricos (EPLAN 2023)

Los diagramas eléctricos fueron elaborados por el software EPLAN 2023, el cual es un software especializado en el desarrollo de este tipo de diagramas a nivel industrial. En la sección de anexos se puede observar una parte de los diagramas desarrollados para este proyecto (Ver **Figura 48**), los cuales tienen como objetivo el documentar como fue que se conectó eléctricamente todos los dispositivos empleados.

7.7 Configuración y programación de lector de código de barras

Se utilizo el programa DataMan setup tool versión **33.3.1** para configurar el lector de código de barras Cognex. Se realizo la configuración de dirección IP, configuración de formatos de códigos de barras, configuración de protocolo de comunicación industrial “Ethernet/IP” y configuración del network client. Este procedimiento de configuración se puede visualizar en la sección: **4. Antecedentes -> 4.3.3 y 4.3.4.**

También tomar como referencia **Figura 40**, en donde se puede observar parte de la configuración empleada.

Ver **Figura 49** y **Figura 50**, en la sección de anexos para visualizar otras configuraciones realizadas.

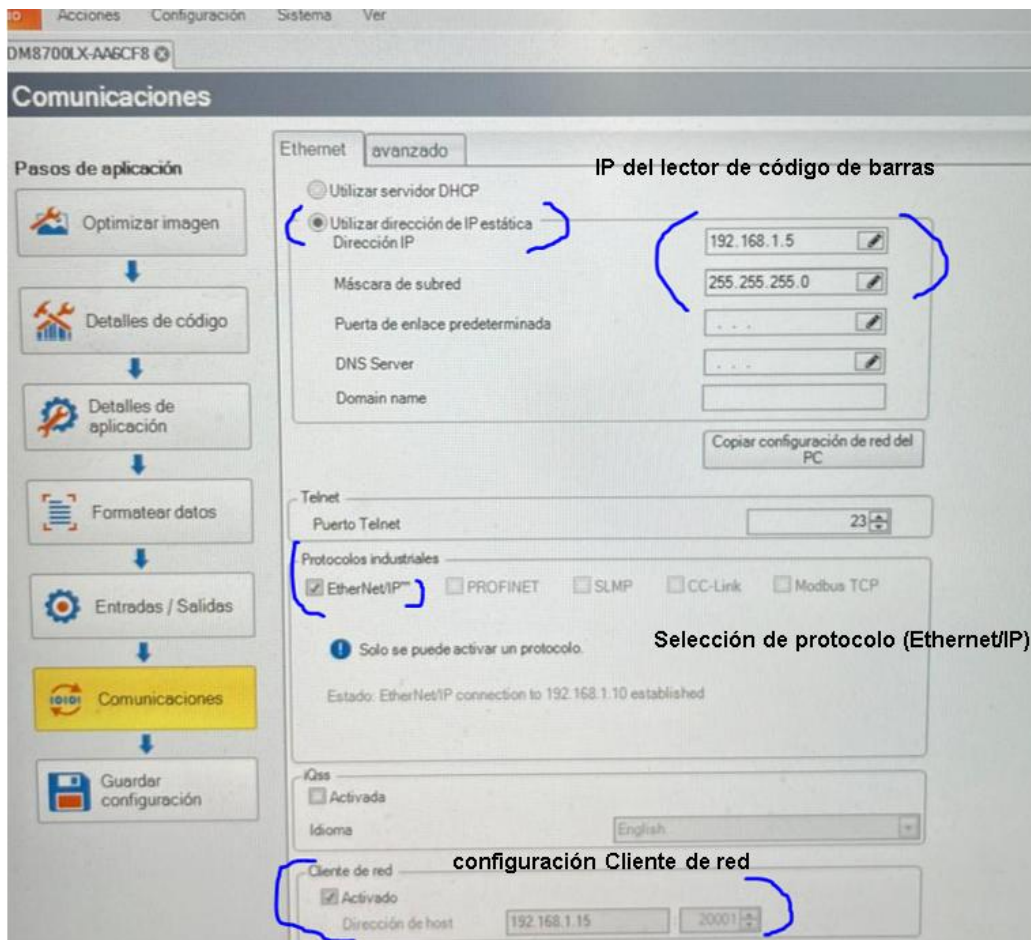


Figura 40. Configuración de IP del lector, protocolo de comunicación y cliente de red.

La habilitación y configuración de la network client, es para indicar el puerto de comunicación entre servidor y cliente, en este caso el cliente sería el láser Videojet. Entonces, en dirección del receptor “Host Address” se configura la dirección IP del láser y el puerto 20001, este puerto es el que utilizara el láser para recibir datos. (Ver sección **4. Antecedentes->4.4.3 y 4.4.4**)

Para este caso la dirección IP asignada al lector de código de barras es: 192.168.1.5. En la **Tabla 5**, se puede observar las direcciones IP configuradas para cada dispositivo de este proyecto.

| Dirección IP | Dispositivo (Descripción) |
|--------------|-----------------------------------|
| 192.168.1.5 | Lector de código de barras Cognex |
| 192.168.1.10 | PLC "1769-L18ER-BB1B" |
| 192.168.1.15 | Laser Videojet 3140 |

Tabla 5. Direcciones IP configuradas para cada dispositivo en la red.

Para él envío de datos hacia el láser, se empleó el uso de secuencia de comandos en el lector (esta programación es en base texto). También este tipo de programación tiene como base estructuras de programación de java script. Por medio de esta programación se envían los datos leídos por el lector de mano y una serie de caracteres para él envío de comandos hacia el láser. Estos comandos del láser se utilizan para asignar a las variables creadas en el láser los valores leídos del lector de código de barras. (Ver **Figura 50** y **Figura 51**)

En la **Figura 41**, se muestra una parte de la programación de texto empleada en el lector de código de barras.

```
// Default script for data formatting
function onResult (decodeResults, readerProperties, output)
{
    var count=0;
    if (decodeResults[0].decoded)
    {
        output.content = decodeResults[0].content;
        if (decodeResults[0].content == "00795B69")
        {
            output.NetworkClient = "SetJob;Partnumber0;\r\n";
        } else if (decodeResults[0].content == "00795B79")
        {
            output.NetworkClient = "SetJob;Partnumber1;\r\n";
        } else if (decodeResults[0].content == "00795B87")
        {
            output.NetworkClient = "SetJob;Partnumber2;\r\n";
        } else{
            output.NetworkClient = "SetVars;TextVariable;" + decodeResults[0].content + ";\r\n";
        }
    }
}
```

Figura 41. Programación de texto empleada en el lector de código de barras.

En la **Figura 41**, se emplea una estructura de programación “ELSE IF”. En cada “IF/else iF” se realiza una comparación. Esto es, si el dato leído por el lector de mano es alguno de los tres números de parte existentes, se envía un comando “SetJob” al láser para seleccionar el trabajo donde se encuentra este número leído por el lector de mano. Si el dato leído es diferente a los tres números de parte existentes (00795B69, 00795B79 y 00795B87), se ejecuta el ultimo código (output.NetworkClient = "SetVars;TextVariable" + decodeResults[0].content + ";\r\n");, en donde se envía un comando “SetVars” por medio de una cadena de caracteres y con el dato leído por el lector “decodeResults[0].content”. El valor del dato leído por el lector se le asignara por medio del comando “SetVars” a la variable “TextVariable”, esta variable debe ser creada en el láser con el mismo nombre y corresponde al **número de lote** a grabar. (Ver sección **4. Antecedentes->4.4.6**)

Los comandos del láser: “SetVars” y “SetJob”, son comandos que entiende el láser para el cambio de trabajos creados y para establecer un valor a las variables dinámicas creadas en el láser.

7.8 Configuración de sistema láser Videojet

Para que el sistema láser de alguna forma entendiera o procesara de manera correcta los comandos “SetJob” y “SetVars” enviados por el lector de mano, se realizaron una serie de pasos para la descarga de archivos en el láser según las recomendaciones del fabricante. (Ver sección de antecedentes “4.4.2”)

Los archivos descargados en el láser fueron proveídos por el fabricante Videojet.

El comando “SetJob”, se emplea para la selección trabajos (Jobs) en el sistema laser. Se crearon tres “Jobs” en el láser para este proyecto, con el siguiente nombre:

1. Partnumber0
2. Partnumber1
3. Partnumber2

En la **Figura 42**, se puede observar los trabajos creados en el láser “Jobs”.

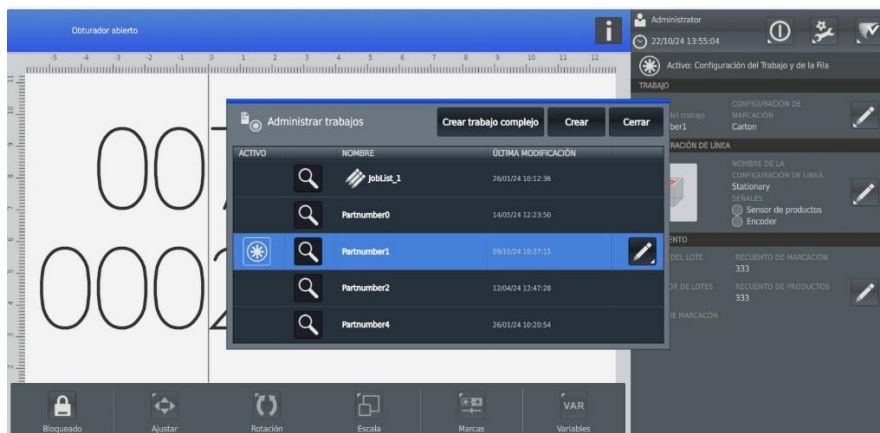


Figura 42. Trabajos “Jobs” creados en el sistema laser de CO2.

En cada trabajo creado “Job”, se generó un elemento de texto fijo con cada número de parte (00795B69, 00795B79 y 00795B87). En los tres trabajos, se creó un elemento de texto variable con el mismo nombre “TextVariable”. De esta forma cuando el lector lee uno de los tres números de parte envía el comando “SetJob” para mandar llamar el trabajo con el elemento de texto fijo correspondiente al número de parte leído. Cuando el operador lee por medio del lector de mano otro dato que no sea igual a uno de los tres números de parte, se envía el comando “SetVars” para asignarle el valor leído al elemento de texto variable del “Job” actualmente activo.

En la **Tabla 6**, se puede observar el nombre de cada “Job” creado en el láser y los elementos creados dentro de cada uno:

| Nombre del trabajo “Job” | Elemento de texto fijo | Elemento de texto variable |
|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| Partnumber0 | “00795B69” | TextVariable |
| Partnumber1 | “00795B79” | TextVariable |
| Partnumber2 | “00795B87” | TextVariable |

Tabla 6. Tabla de trabajos y elementos creados en el láser.

En la **Figura 43**, se puede observar la configuración de marcación en el láser empleada en este proyecto. Solamente se cambiaron dos parámetros que son: velocidad de marcación y Energía (potencia de marcado). Todos los demás parámetros se dejan configurados de fábrica.

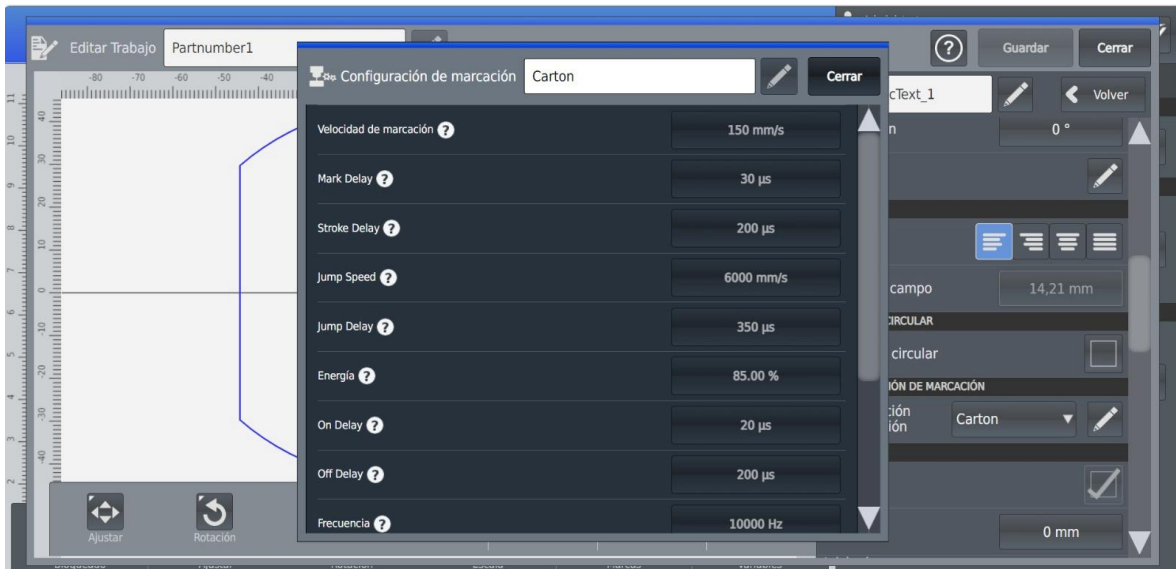


Figura 43. Configuración de potencia, velocidad de marcado entre otros parámetros.

7.9 Programación de PLC

El PLC fue programado en “Ladder”, este tipo de programación es muy común en la industria.

El primer paso fue comunicar PLC con el lector Cognex, por medio del protocolo ethernet/IP. Para esto se descargó el AOP “**Add On Profile**” del lector en la página oficial de Cognex.

La instalación del AOP, facilita la comunicación entre PLC y lector de mano. Ya que al dar de alta un módulo ethernet en el PLC solo es necesario asignar la IP, en este caso del lector de mano. (ver **Tabla 5**)

Una vez entablada la comunicación entre PLC y lector de mano. Se prosiguió con generación de la lógica de programación para el control del láser y algunos dispositivos periféricos. Se toma como referencia la estructura de la compañía estándar para organizar cada parte de la programación.

En la **Figura 44**, se puede observar cómo fue estructurada la programación del PLC. El “MainProgram” es un bucle infinito y siempre se estará ejecutando de manera cíclica.

MainProgram→MainRoutine: se manda llamar cada rutina generada en este caso: Scanner, Videojet_Control, Valve_Control y Light_Indicator.

En el “MainPrograma” se lleva a cabo una secuencia para activar o desactivar según sea el caso, por ejemplo, una electroválvula o tomar la lectura del lector. Tomar como referencia la secuencia de la máquina en la sección **7.1 Concepto general del proyecto→7.1.4 Operación y secuencia de la máquina.**

NOTA: toda la programación y comentarios en el PLC fue escrita en inglés.

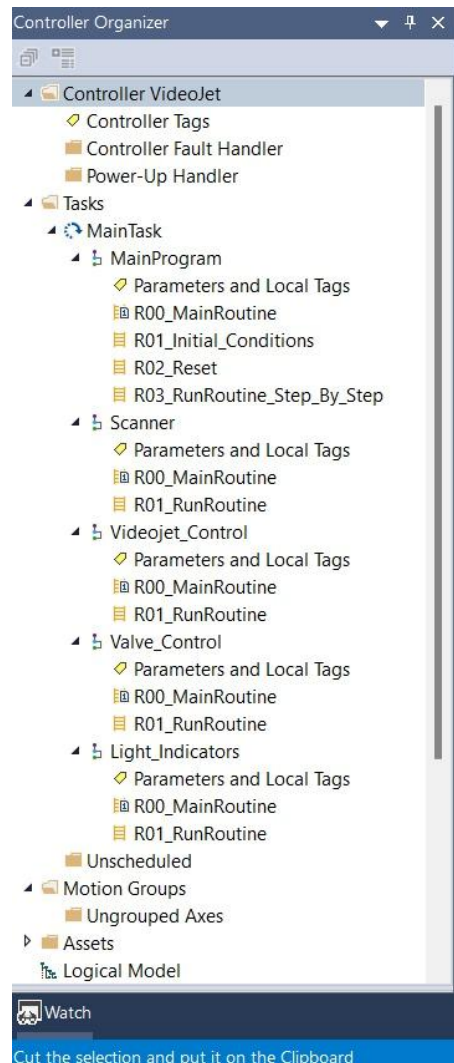


Figura 44. Estructura de programación empleada en PLC.

7.10 Realización de pruebas en el área de producción

Se realizaron las pruebas correspondientes en planta para comprobar el correcto funcionamiento de la máquina integrada. Se capacita personal de operación y se realiza el marcado de las primeras piezas en el área de producción.

En el enlace de esta sección, se podrá observar un video correspondiente a las primeras piezas marcadas en el área de producción.

[Primeros ciclos en producción.mp4](#)

10. Glosario

Topología de comunicación: es como se organizan los elementos de una red de comunicaciones.

Trazabilidad: la trazabilidad de un producto se puede definir como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación, así como la distribución de un determinado producto, con la finalidad de contar con un registro de datos de cada una de dichas etapas.

Ethernet/IP: ethernet industrial protocol; es el estándar de red de comunicación capaz de manejar grandes cantidades de datos a velocidades de 10 Mbps o 100 Mbps, y hasta 1500 bytes por paquete. En la industria es especialmente popular para aplicaciones de control.

Corriente eléctrica: se llama corriente eléctrica al flujo de carga eléctrica a través de un conductor, debido al desplazamiento de electrones que orbitan en el núcleo de los átomos que componen al conductor.

Voltaje: es la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados. También llamado diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica, es el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos.

Potencia eléctrica: parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumidor por unidad de tiempo.

PLC: Programable Logic Controller; Controlador lógico programable, se emplea mucho en la industria para llevar a cabo el control de actuadores en base a la lectura de estado de los elementos periféricos como: sensores, sistemas de visión, etc. En la actualidad estos controladores tienen una gran amplia de aplicaciones y en cada maquina o proceso se encuentran presentes.

Dirección IP: dirección única que identifica a un dispositivo en internet o en una red local. IP significa "Internet Protocol", es el conjunto de reglas que rigen el formato de los datos enviados a través de internet o red local.

Fuente de alimentación: dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial en corriente continua o directa.

Corriente continua o directa: se denomina corriente continua (CC) o corriente directa (DC) a un tipo de corriente eléctrica, esto es, al flujo de una carga eléctrica a través de un conductor, debido al desplazamiento de cantidad determinada de electrones a lo largo de su estructura molecular. En el caso de la corriente continua, dicho flujo de electrones se caracteriza por tener siempre un mismo sentido de circulación.

Corriente alterna: se caracteriza por una variación regular y cíclica de su magnitud y sentido en el tiempo.

11. Conclusión

Se ha cumplido con los objetivos planteados en este proyecto de tesis y aunque que podrían existir o no algunos puntos de mejora, es un hecho que se satisface la justificación planteada y que de alguna forma ya sea directa o indirectamente, el estudiante ha aplicado algunos de los conocimientos adquiridos durante la maestría en ingeniería electrónica.

Cabe mencionar que, aunque no se ha desarrollado nueva tecnología, si se ha desarrollado una máquina capaz de solucionar una necesidad real en la industria y específicamente en la compañía donde trabaja el estudiante de maestría. También se emplearon componentes electrónicos comerciales actuales, es decir, se encuentran actualmente en el mercado por lo que no son obsoletos.

Este proyecto es de trazabilidad ya que con los datos marcados en el subcomponente será más fácil y rápido determinar el lugar, fecha y hora de producción del componente y de esta forma hace más sencillo el proceso de investigación causa raíz de alguna reclamación por parte del cliente.

12. Bibliografía

- [1] J. Bazán, «Prueba la versión Beta de la Plataforma EPLAN 2023,» 21 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://es.eplan.blog/prueba-la-version-beta-de-la-eplan-2023>.
- [2] «(elettrolaser) Láser CO2, estado sólido, fibra, UV: estos son los tipos de láseres utilizados en el campo industrial,» [En línea]. Available: <https://www.elettrolaser.com/es/blog/l%C3%A1ser-co2-estado-s%C3%B3lido-fibra-uv-estos-son-los-tipos-de-l%C3%A1seres-utilizados-en-el-campo-industrial>.
- [3] «(Trotec laser), Láseres de CO2: funcionalidad y áreas de aplicación,» [En línea]. Available: <https://www.troteclaser.com/es-mx/ayuda-y-asistencia/centro-de-ayuda/laser-de-co2>.
- [4] Videojet, *Videojet 3140/3340/3640 "Manual de usuario compartido por fabricante"*.
- [5] Cognex, «Lector portátil de códigos de barras DataMan serie 8700,» [En línea]. Available: <https://www.cognex.com/es-mx/products/barcode-readers/handheld-barcode-scanners/dataman-8700-series>.
- [6] Cognex, *Communications and programming (Manual de fabricante)*.
- [7] Videojet, *Specification Ultimate V1.7 Videojet "Manual compartido por fabricante"*.
- [8] Videojet, *TCS + Software "Manual compartido por fabricante"*.



13. Anexos

| | Unidad | Videojet 3140 | Videojet 3340 | Videojet 3640 |
|-----------------------------------|--------|--|------------------|------------------|
| Tipo de láser | | Láser de CO ₂ sellado | | |
| Excitación | | RF | | |
| Longitud de onda | µm | | | |
| • Estándar | | 10,6 | 10,6 | 10,6 |
| • Opcional | | 9,3 | 9,3 o 10,2 | 9,3 o 10,2 |
| Categoría de láser | | 4 | | |
| Modos de funcionamiento del láser | | <ul style="list-style-type: none"> Continuo (cw) casi continuo 50 Hz hasta | | |
| | | 20 kHz | 25 kHz | 160 kHz |
| Potencia típica del láser | W | 10 | 30 | 60 |
| Consumo de potencia máx. | kW | 0,4 | 0,7 | 1,15 |
| Fusible de entrada | A | 2 x T8A | | - |
| Tensión de alimentación | V CA | de 100 a 240 (gama autom.); monofásica | | |
| Frecuencia de red | Hz | 50 / 60 | | |
| Temperatura ambiente | °C | 5 - 40 (típica, depende de las condiciones) | | |
| Humedad ambiente relativa | % | 10 - 90, sin condensación | | |
| Dimensiones | mm | An x Pr x Al | An x Pr x Al | An x Pr x Al |
| • Unidad de alimentación | | 335 x 400 x 147 | 335 x 400 x 147 | 335 x 400 x 147 |
| • Cabezal láser | | 112 x 721 x 136 | 145 x 650 x 185 | 145 x 750 x 185 |
| • SHC 60E | | 74 x 130 x 94 | 74 x 130 x 94 | 74 x 130 x 94 |
| • SHC 100E/SHC 120C | | 96,5 x 176 x 116 | 96,5 x 176 x 116 | 96,5 x 176 x 116 |
| • SHC 150C | | - | 105 x 185 x 125 | 105 x 185 x 125 |
| Peso (típico) | kg | | | |
| • Unidad de alimentación | | 11,5 | 11,5 | 13 |
| • Cabezal láser (IP65) | | 13 (14) | 19,1 (20) | 26,5 (27) |
| • SHC 60E | | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| • SHC 100E/SHC 120C | | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| • SHC 150C | | - | 3,6 | 3,6 |
| Categoría de protección | | IP54 (opcionalmente IP65) | | |
| • Unidad de alimentación | | IP54 (opcionalmente IP65) | | |
| • Unidad de marcado | | IP54 (opcionalmente IP65) | | |
| Velocidad de marcado ^a | mm/s | 1 - 30.000 | | |
| Velocidad de la línea | m/s | 0 - 10 | | |
| Caracteres/segundo ^a | | 2.000 | | 2.100 |

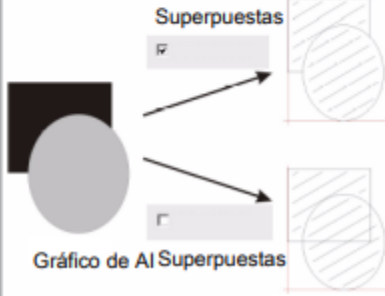
| | | |
|---|----|--|
| Distancia focal | mm | |
| Lente focalizadora | | 64; 95; 127; 190; 254 63,5 ^b ; 85 ^b ; 100; 150; 200; 300; 351; 400 100; 150; 200; 300; 351; 400; 500; 600 |
| Diámetro de enfoque (mín.) | µm | 70 (depende de la lente instalada) |
| Anchura de línea | | depende del material y de los parámetros del láser |
| Conjuntos de caracteres | | admite todas las fuentes estándar (caracteres especiales bajo petición) |
| Tipo de refrigeración | | refrigeración por aire integrada |
| Distancia máxima entre unidad de marcado - unidad de alimentación | m | 3, 5 o 10 (otras bajo petición) |
| Radio mín. de flexión del cable de alimentación | mm | 150 |
| Puertos | | Puertos de red, puertos E/S |
| Operación/control | | <ul style="list-style-type: none"> • PC compatible con Windows, con el software Smart Graph en Windows • Pantalla táctil TU430/TU440 • Controlador láser CLARITY • Terminal con navegador, con el software TCS+ en Windows |
| Opción: Láser piloto | | |
| Categoría de láser | | 2 |
| Potencia del láser | mW | < 1 |
| Longitud de onda | nm | 630 - 670 |

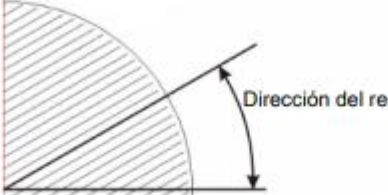

Figura 45. Características técnicas láser videojet.

| Campo | Descripción |
|--|---|
| TEXTO ESTÁTICO: Las variables del elemento de texto estático | |
| Contenido | El contenido (por ejemplo, texto) que debe marcarse en el elemento de trabajo. Al hacer clic en el campo se abre un teclado. Si necesita más caracteres de los que están disponibles en el teclado, seleccione Mapa de caracteres . Dependiendo de la fuente, hay disponibles caracteres especiales. |
| Fuente | La fuente del contenido del elemento de texto. |
| Tamaño de fuente | Cuando agregue un elemento al campo, el tamaño de fuente se calculará según los ajustes de altura/margen del campo. |
| Espaciado | Puede establecer el espaciado entre los caracteres del elemento de texto. El valor por defecto es 0. |
| POSICIÓN: La posición del elemento dentro del Campo de marcado | |
| X | Define la posición X del elemento. |

| Campo | Descripción |
|----------------------------|--|
| Y | Define la posición Y del elemento. |
| Centro | Seleccione esta casilla de verificación para alinear el elemento centrado en el punto central de las coordenadas X e Y. |
| Altura | La altura del elemento. ¡NOTA! Véase 'Mantener proporción' a continuación (en esta tabla). |
| Ancho | La anchura del elemento. ¡NOTA! En la pantalla Configuración principal se puede modificar la unidad de medida que se mostrará. Véase Configuración principal [▶ 189]. |
| Mantener proporción | <p>Seleccione esta casilla de verificación si desea mantener la relación de aspecto del elemento cuando se cambie la altura o la anchura. Esta opción no está disponible para códigos de barras o IDMatrix.</p> <p>¡NOTA! Si selecciona esta casilla de verificación se bloqueará el icono de escala.</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>abrir</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>bloqueado</p> </div> </div> <p>Véase Orientación a continuación para ver las limitaciones de mantener proporción.</p> |
| Orientación | <p>Puede establecer la orientación del elemento dentro del campo. El valor por defecto es 0°.</p> <p>Si ha seleccionado una orientación de 0°, 90°, 180° o 270° se podrá seleccionar el botón Mantener proporción. Si se introduce otra orientación, por ejemplo 15°, el botón Mantener proporción no estará disponible.</p> |

| Campo | Descripción |
|----------------|--|
| Anclaje | <p>El punto de anclaje define qué posición del elemento se ha de utilizar como punto de referencia cuando cambia el tamaño del objeto debido al contenido variable.</p> <p>¡AVISO! El punto de anclaje predeterminado de un elemento se encuentra abajo a la izquierda.</p> <p>Puede cambiar el punto de anclaje tocando el Lápiz de anclaje. Seleccione la posición solicitada para el nuevo punto de anclaje a partir de la matriz 3x3 mostrada.</p>  <p>Pulse el botón Guardar para guardar los cambios y el botón Cerrar para volver a los campos de elemento de trabajo.</p> <p>Si pulsa el botón Cerrar sin guardar, aparecerá el siguiente cuadro de diálogo.</p>  <p>Pulse el botón Sí para guardar los cambios y volver a los campos de elemento de trabajo. Pulse el botón No para volver a los campos de elemento de trabajo sin guardar los cambios. Pulse el botón Cancelar para volver al cuadro de diálogo Selección de anclaje.</p> <p>La opción Anclaje solo está disponible para los elementos de trabajo Texto estático, Texto variable e IDMatrix.</p> |

| Campo | Descripción |
|--|--|
| ALINEACIÓN: Puede establecer la alineación del elemento de texto a la izquierda, derecha, centro o justificada. El elemento se alinearán según el Ancho del campo establecido. | |
| Tipo | Izquierda: Alinea el elemento a la izquierda del ancho del campo. Derecha: Alinea el elemento a la derecha del ancho del campo. Centro: Alinea el elemento en el centro del ancho del campo. Bloque: Cambia el tamaño del elemento para que encaje en todo el ancho del campo. ¡NOTA! De forma predeterminada, el elemento se alinea a la izquierda. |
| Ancho del campo | El elemento se alinearán según el Ancho del campo establecido. Puede establecer el ancho del campo con un teclado. |
| MARCADO CIRCULAR: Marcando esta casilla de verificación, se puede hacer que el texto siga un radio curvado (anillo) en lugar de una línea recta. | |
| Radio | Define el radio del anillo al que se transferirá el texto. |
| Ángulo de inicio | Define el ángulo de inicio para el texto a trazar sobre el anillo. |
| Ángulo final | Define el ángulo final para el texto a trazar sobre el anillo. |
| Inscripción | Seleccione si el texto debe aparecer por dentro o fuera del anillo. |
| Centrar X | Define la posición del centro (X) del anillo. |
| Centrar Y | Define la posición del centro (Y) del anillo. |
| CONFIGURACIÓN DE MARCADO | La configuración de marcado del elemento de trabajo. Puede establecer la calidad del marcado respecto a la velocidad de marcado. Para más información sobre la configuración de marcado, véase Configuración de marcación [p. 129]. |
| RELLENO: El relleno del elemento de trabajo. | |
| Contornos | Seleccione esta casilla de verificación para mostrar los contornos de marcado de los elementos. |
| Líneas superpuestas | Seleccione esta casilla de verificación si no desea mostrar los contornos de marcado del gráfico subyacente.  <p>Gráfico de AI Superpuestas</p> |
| Relleno | Seleccione esta casilla de verificación si desea especificar los parámetros de relleno. |

| Campo | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| <p>Dirección del relleno</p> | <p>Define el ángulo del relleno. Si establece el valor 0°, el relleno se realizará horizontalmente de izquierda a derecha.</p> <p>Para introducir un valor pulse el campo de dirección del Relleno.</p>  |
| <p>Distancia del borde</p> | <p>El valor define la distancia al borde del elemento, esta área no se llenará.</p> <p>Para introducir un valor para la distancia del borde, pulse el campo de entrada de distancia del Borde.</p>  |

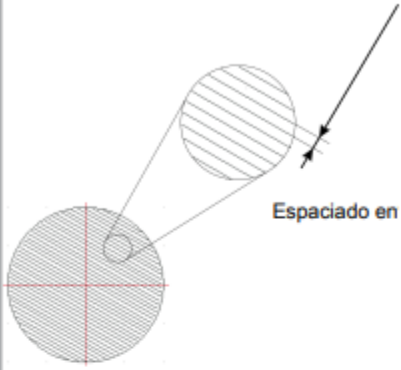
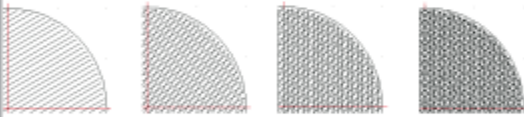
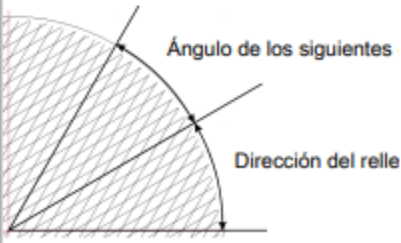
| Campo | Descripción |
|-------------------------------|---|
| Espaciado entre líneas | <p>Este valor define la distancia entre las líneas individuales del relleno.</p> <p>Para introducir un valor para el espaciado entre líneas pulse el campo de entrada de Espaciado entre líneas.</p>  |
| Rellenos múltiples | <p>Este valor define el número de ciclos de relleno que se realizarán.</p> <p>Para introducir un valor, pulse sobre el campo de entrada Rellenos múltiples.</p>  <p>Número de ciclos de relleno Número de ciclos de relleno Número de ciclos de relleno Número de ciclos de relleno</p> |
| Cambio de ángulo | <p>Este valor define el cambio de ángulo del siguiente ciclo de relleno.</p> <p>Para introducir un valor, pulse sobre el campo de entrada Cambio de ángulo de los siguientes ciclos.</p>  <p>El valor por defecto es 45°.</p> |
| CAPA | <p>Capas disponibles que se pueden asignar al elemento de trabajo.</p> <p>Para más información sobre las capas, véase Uso de capas [p. 110].</p> |

Figura 46. Partes de los parámetros de un elemento de texto estático.

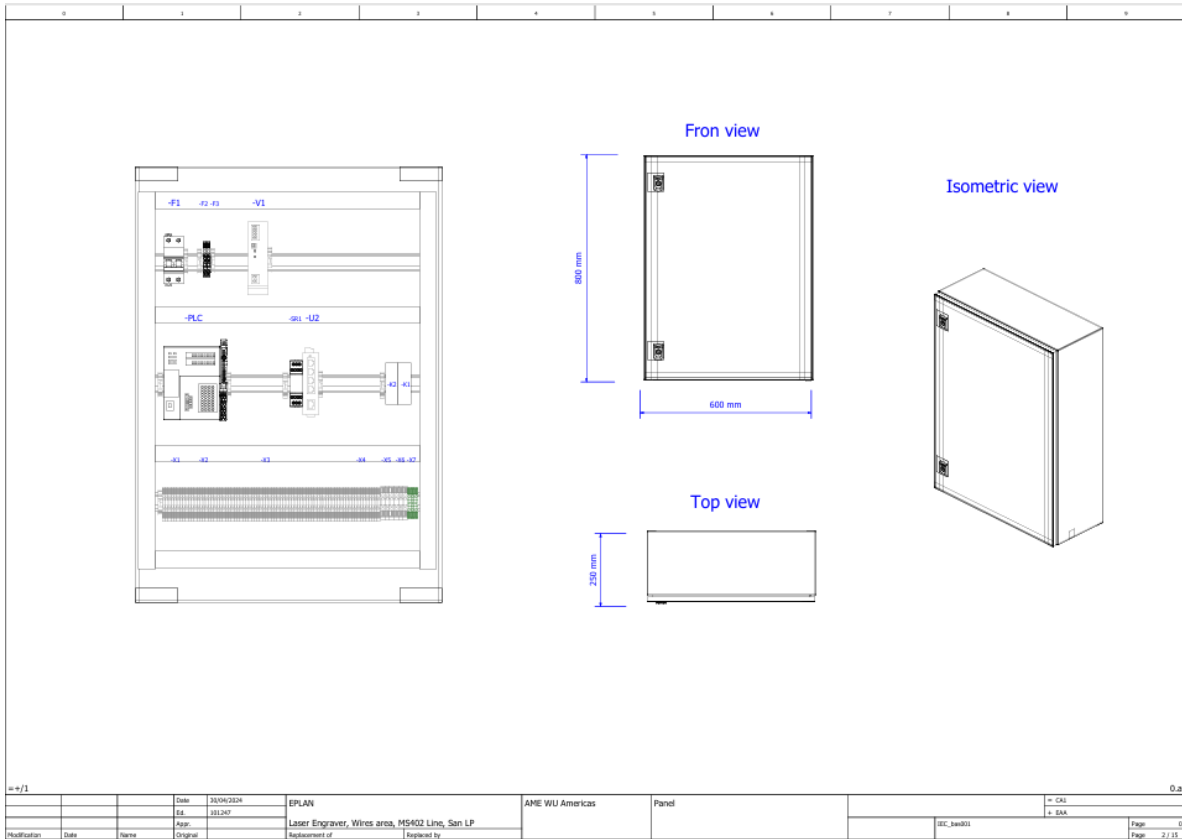
| Campo | Descripción |
|--|---|
| TEXTO VARIABLE: Las variables del elemento de texto variable. | |
| Texto | El contenido de la variable de texto. Al hacer clic en el campo se abre un teclado. Si necesita más caracteres de los que están disponibles en el teclado, seleccione Mapa de caracteres . Dependiendo de la fuente, hay disponibles caracteres especiales. |
| Caracteres | La longitud máxima de caracteres del texto variable. ¡NOTA! El número cambiará según los caracteres introducidos en el campo de texto. Puede introducir un número mayor si necesita espacio para más caracteres en el campo de texto. |
| Codificación | El texto variable dispone de los siguientes tipos de codificación: Estándar: La variable está codificada en formato UTF-8. Binario: La variable está codificada en binario. Si selecciona este formato de codificación, sólo se podrán utilizar los caracteres de 0 a 9 y de A a F en el campo de entrada. ¡NOTA! En el caso de que se haya definido la codificación Estándar y se haya introducido un número impar de caracteres, el número de caracteres se establecerá automáticamente en un número par de caracteres, que difieren de los anteriormente mencionados, se eliminarán si la codificación se cambia a Binario. Si se ha seleccionado la codificación Binaria y se ha introducido un número impar de caracteres, aparecerá un mensaje de error indicando que las variables binarias requieren un número par de caracteres. Si se ha establecido la codificación binaria y se ha aumentado o reducido el número de caracteres mediante las teclas de flecha, esto tendrá lugar en pasos de dos. |
| Marcar una vez | El comportamiento del texto variable estará determinado si no se ponen a disposición nuevos contenidos de datos durante la marcación. Hay tres opciones disponibles: <ul style="list-style-type: none"> • Estándar: El contenido del texto variable se marca de forma predeterminada. • Marcar una vez (advertencia): El contenido del texto variable se marca una vez. Durante el proceso de marcación, se crea una advertencia que contiene los contenidos actuales de la variable. Sin embargo, no se detiene el proceso de marcación. • Marcar una vez (error): El contenido del texto variable se marca una vez. Durante el proceso de marcación se crea un estado de error. El proceso de marcación se detiene. |
| Considerar como marcado después de la interrupción | Opción para configurar el campo Marcar una vez . Marque la casilla si desea considerar el contenido de la variable como marcado cuando la marcación está interrumpida. Si la casilla no está marcada, dependerá del progreso interno si el contenido variable se considera como marcado o no. |
| FUENTE | Las variables de fuente del elemento de texto variable. Para más información sobre fuentes, véase la 'fuente' en la Actualizar un elemento de texto estático [► 60]. |

| Campo | Descripción |
|-----------------------------------|--|
| POSICIÓN | La posición del elemento dentro del campo de marcación. Para más información sobre la posición, véase Actualizar un elemento de texto estático [► 60] en la 'POSICIÓN:'. |
| ALINEACIÓN | Puede establecer la alineación del elemento de texto a la izquierda, derecha, centro o justificada. El elemento se alinearán según el Ancho del campo establecido. Para más información sobre alineación, véase Actualizar un elemento de texto estático [► 60] en la 'ALINEACIÓN:'. |
| MARCACIÓN CIRCULAR | Puede hacer que el texto siga un radio curvado (anillo) en lugar de una línea recta. Para obtener más información sobre la marcación circular, véase Actualizar un elemento de texto estático [► 60]. |
| CONFIGURACIÓN DE MARCACIÓN | La configuración de marcación del elemento de trabajo. Puede establecer la calidad de la marcación respecto a la velocidad de marcación. Para más información sobre la configuración de marcación, véase Configuración de marcación [► 129]. |
| RELLENO | Seleccione el relleno del elemento de trabajo. También puede modificar los datos del relleno. Para más información sobre el relleno, véase Actualizar un elemento de texto estático [► 60] 'RELLENO:'. |
| CAPA | Capas disponibles que se pueden asignar al elemento de trabajo. Para más información sobre las capas, véase Uso de capas [► 110]. |

Figura 47. Partes de los parámetros del elemento de texto variable.

| Parts list | | | | | | F01_001 |
|-----------------|----------|-------------|-------------|--------------------|---------------------------|---------|
| Device tag | Quantity | Designation | Type number | Supplier | Part number | |
| +CAI+EA0-F1 | 1 | | | SCHNEIDER ELECTRIC | ABF74210 | |
| +CAI+EA0-F2 | 1 | | | PHOENIX CONTACT | ST 4-HES2 | |
| +CAI+EA0-F3 | 1 | | | Phoenix Contact | ST 4-HES2 | |
| +CAI+EA0-G01 | 1 | | | ALLEN BRADLEY | 1734-IBB | |
| +CAI+EA0-G1 | 1 | | | OMRON | C200SD24C | |
| +CAI+EA0-G2 | 1 | | | OMRON | C200SD24C | |
| +CAI+EA0-F02 | 1 | | | RECTO | SNE-S-LED-24 | |
| +CAI+EA0-PLC | 2 | | | ALLEN BRADLEY | 1769-11A-B001B | |
| +CAI+EA0-G3 | 1 | | | Eaton | PL-320-0508 | |
| +CAI+EA0-G01 | 1 | | | SIEMENS | 6ES7 311-1CG03-0AB0 | |
| +CAI+EA0-G1 | 2 | | | ABB | A222B102 | |
| +CAI+EA0-G1-F01 | 1 | | | ABB | 1SF761110R1115 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761110R1114 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761105R1130 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 2 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 2 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 2 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-G1-S2 | 1 | | | ABB | 1SF761105R1131 | |
| +CAI+EA0-ET | 1 | | | PHOENIX CONTACT | TRB-PS-32/24C/40C/2/C/PLS | |

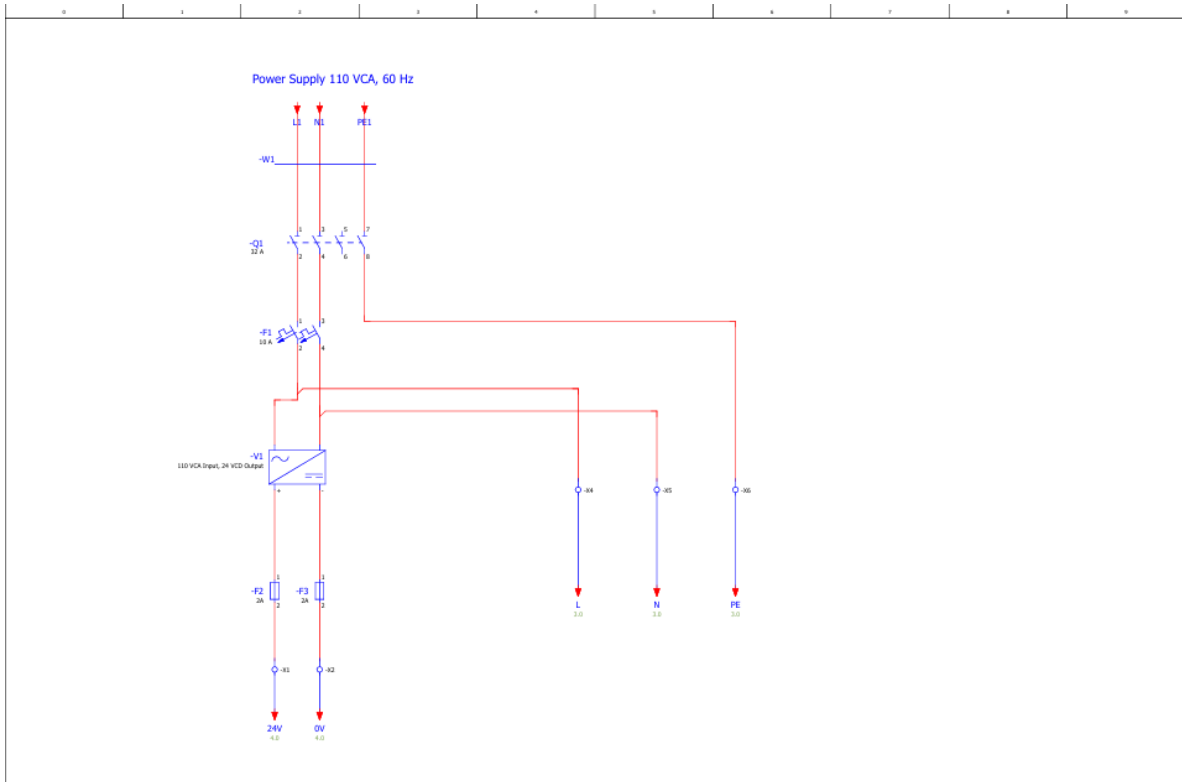
| | | | | | | | | | |
|---------------|------|-------|------------|--|-----------------|---|------------|------|------------|
| | | Date | 22/02/2024 | EPLAN | ANE WU Americas | Parts list - SI-MAGE23M00 - TRB-PS-32/24C/40C/2/C/PLS | | | =CAI+EA0/0 |
| | | Ed. | 01/240 | | | | | | |
| | | Appr. | | Laser Engraver, Wires area, M5402 Line, San LP | | | | | |
| Modifications | Date | Name | Original | Replacement of | Replaced by | | Doc. 04001 | Page | 1 |
| | | | | | | | | Page | 1 / 15 |



| UK | Abbreviation | Main power | Control circuit |
|--------------|--------------|------------|------------------------------|
| Green/Yellow | GNYE | PE | |
| Black | BK | Phase | |
| Brown | BN | Phase 1) | |
| Blue | BU | neutral | |
| Blue | BU | | DC |
| White | WH | | |
| Red | RD | | AC |
| Grey | GY | | |
| Violet | VT | | |
| Pink | PK | | |
| Turquoise | TQ | | |
| Green | GN | | |
| Yellow | YE | | |
| Orange | OG | | External supplied circuit 2) |

1) Conductor that is supplied after cut off with the main disconnecter
 2) External supplied control circuit

| | | | | | | | |
|--------------|------------|--|-----------------|----------------|-------------|-------|------------|
| 0 | | | | 1 | | | |
| Date | 23/10/2024 | EPLAN | AME WU Americas | Color Codes | | = CAI | |
| Ed. | 01/202 | | | | | + BAA | |
| Appr. | | Laser Engraver, Wires area, MS402 Line, San LP | | | | | Page: 0/3 |
| Modification | Date | Name | Original | Replacement of | Replaced by | | Page: 3/15 |



| | | | | | | |
|------------------|------|--|----------|-----------------|--------------|------------|
| Date: 22/02/2024 | | EPLAN | | AME WU Americas | Power Supply | = CUI |
| Ed: 101247 | | Laser Engraver, Wires area, MS402 Line, San LP | | | | + SAA |
| Modification | Date | Name | Original | Replacement of | Replaced by | Page: 2 |
| 0 | | 1 | | 2 | | Page: 5/15 |



| | | | | | | |
|------------------|------|--|----------|-----------------|------------------|------------|
| Date: 22/02/2024 | | EPLAN | | AME WU Americas | Ethernet Network | = CUI |
| Ed: 101247 | | Laser Engraver, Wires area, MS402 Line, San LP | | | | + SAA |
| Modification | Date | Name | Original | Replacement of | Replaced by | Page: 4 |
| | | | | | | Page: 7/15 |

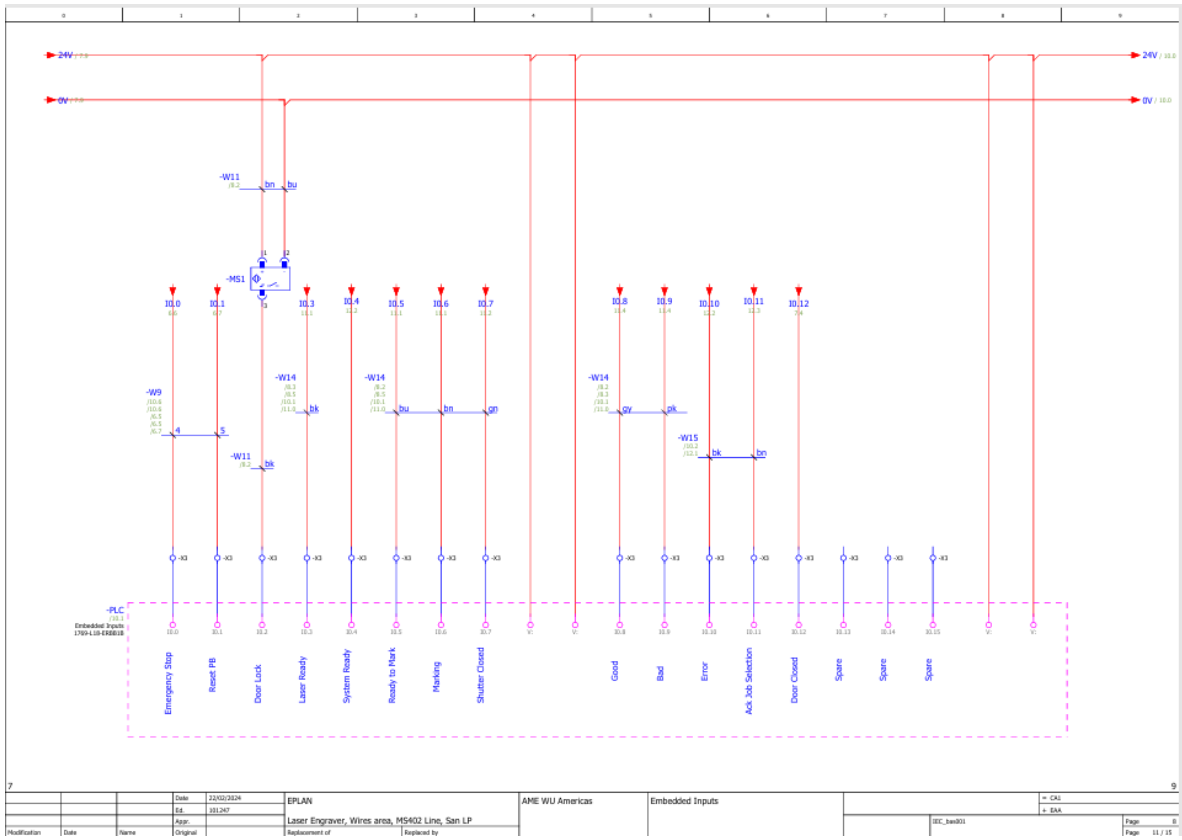


Figura 48. Diagramas eléctricos.

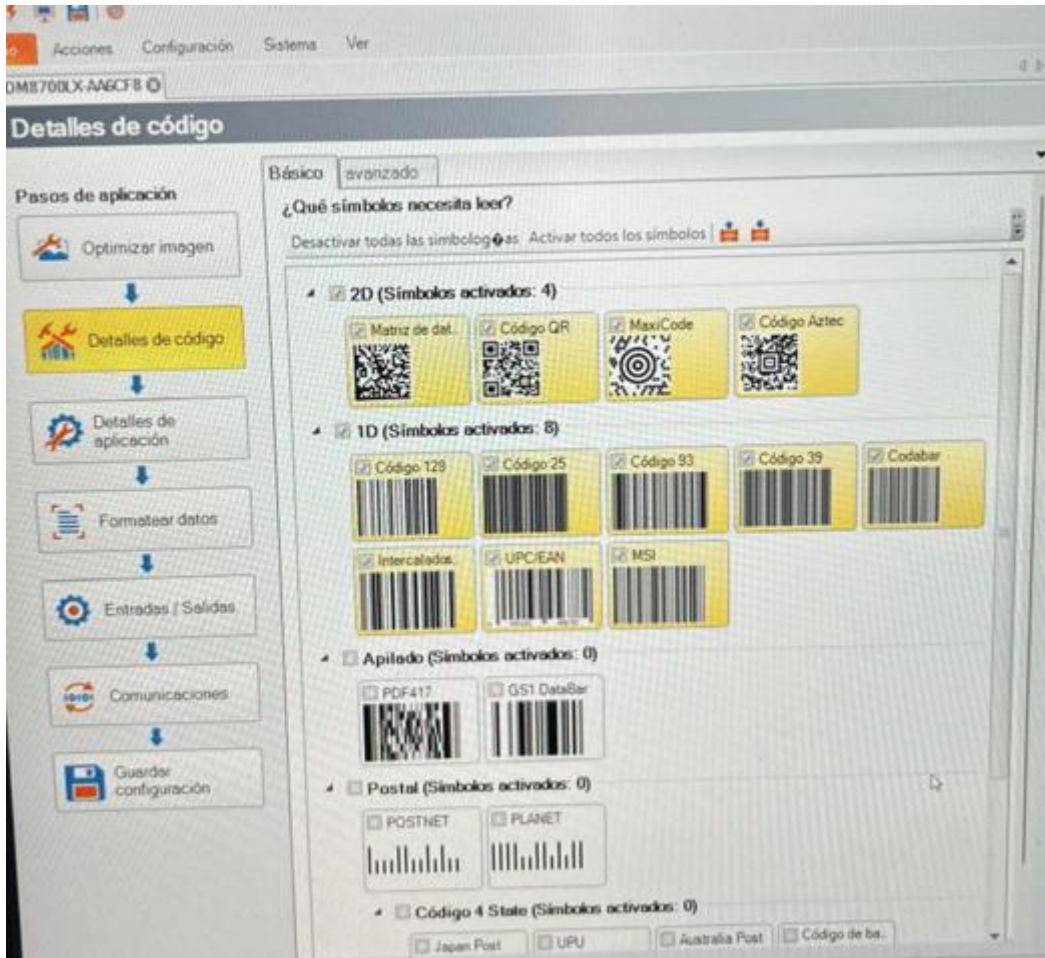


Figura 49. Configuración de formato de códigos a leer en el lector de código de barras.

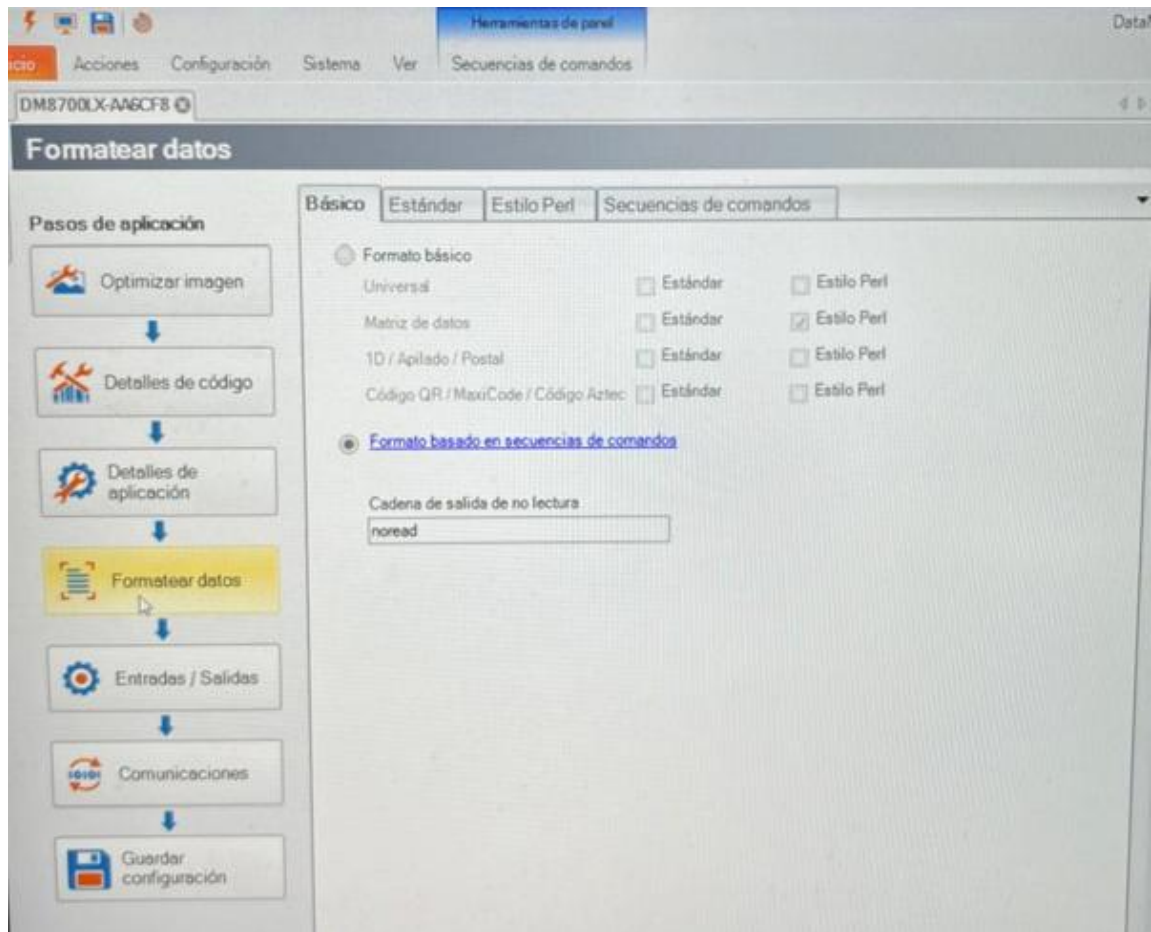


Figura 50. Configuración de formato en secuencia de comandos y cadena de salida de no lectura.

