Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte

Departamento de Diseño

Maestría en Diseño y Desarrollo del Producto

Trabajo recepcional

“Diseño de máquinas y herramentales para el desarrollo de productos en industria maquiladora”

Para obtener el grado de Maestro en Diseño y Desarrollo del Producto

Luis Angel Rivera Gallegos

Director: Dr. César Omar Balderrama

Ciudad Juárez, Chihuahua

Octubre 2025

UACJ

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. METODOLOGIA PARA EL DISEÑO 4
3. PROYECTOS REALIZADOS 6
3.1 Hinge forming tool 6
3.2 Rotabin hemming station 10
3.3 Cabinet final assembly station 17
3.4 Blanking die for Flammable storage cabinets 25
3.4.1 Estructura de un troquel simple 26
3.4.2 Estructura de un troquel de formado 28
3.4.3 Diseño y desarrollo del troquel 29
4. CONCLUSIONES 32
GLOSARIO 35
ANEXOS 36

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento refiere a la presentación de diversos proyectos realizados en una empresa durante el curso de la maestría, utilizando las herramientas y conocimientos adquiridos de la misma, y aplicándolos en una empresa líder estadounidense fundada en 1922.

Dicha empresa es distribuidora de productos de diversas compañías reconocidas a nivel global, tales como Grainger, MSC, McMaster, y ULINE. Existe una demanda constante de nuevos productos por parte de las compañías mencionadas con anterioridad, esto genera una necesidad y a su vez una oportunidad del desarrollo de un departamento de diseño de producto. Departamento actualmente instalado en Ciudad Juárez. La empresa estadounidense utiliza en su mayoría prensas hidráulicas automáticas para el desarrollo de los componentes de los diversos productos, aunque también cuenta con equipo CNC (Troqueladoras) para la fabricación de componentes complejos, además del desarrollo de prototipos de ingeniería. Existe un departamento de mantenimiento de maquinaria, dedicado a la reparación e intervención de dicha maquinaria, así como también existe un departamento específico para el mantenimiento de troqueles y moldes llamado “Tool Room”. Hasta finales del 2019 el departamento de Tool Room fue intervenido por personal de nivel gerencial, para un proyecto de ahorro el cual consiste en no solo dar mantenimiento a los troqueles y moldes existentes, si no al diseño y fabricación de estos, además de maquinaria automatizada en el interior de la planta. Con la intención de proveer sus propias herramientas y dar soporte tanto a la planta que se encuentra en Ciudad Juárez, como la planta de Estados Unidos. Toda información divulgada en el presente documento tiene autorización por parte de la empresa.

2. METODOLOGIA PARA EL DISEÑO

La metodología utilizada para el diseño y desarrollo de productos dentro de la empresa donde trabajo es el "Kaizen", una metodología basada en la mejora continua.

Kaizen enfatiza un enfoque holístico que involucra a todos los empleados, desde la alta dirección, hasta los trabajadores de primera línea, fomentando una cultura de responsabilidad colectiva y resolución proactiva de problemas. Su aplicación en los procesos de fabricación ha demostrado un éxito notable, lo que se traduce en un aumento de la productividad, la reducción de residuos y un mejor control de calidad (Okpala et al., 2024).

A continuación, se muestra un esquema del proceso de diseño y desarrollo del producto dentro de la empresa (figura 1).

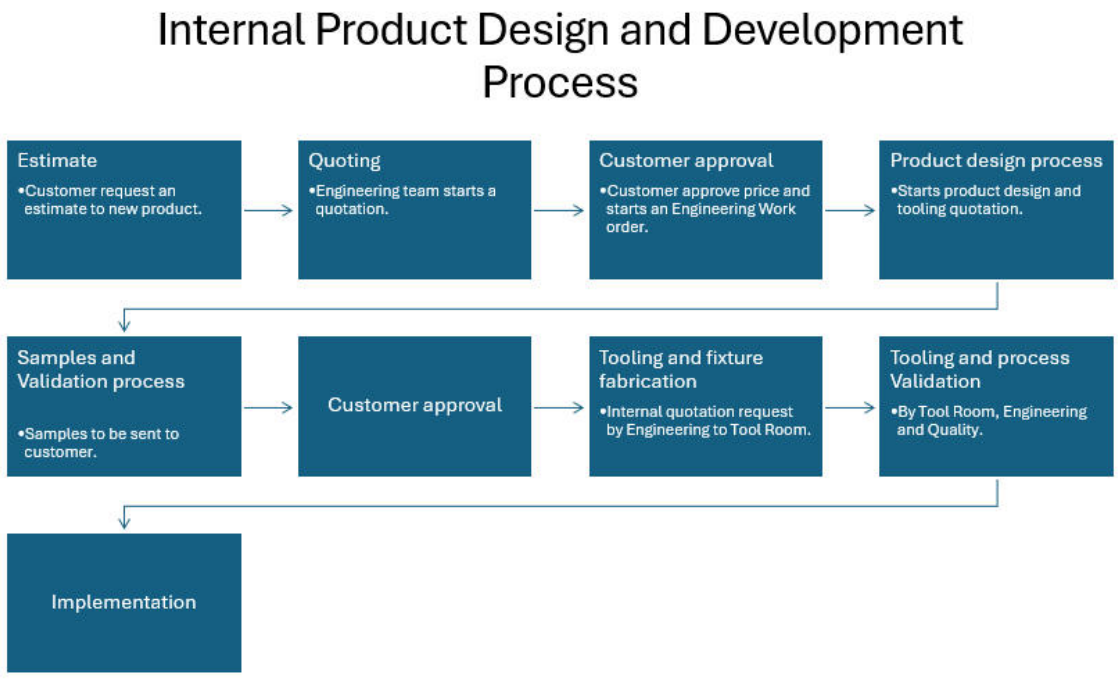


Figura 1. Esquema de proceso interno de diseño y desarrollo del producto

Comienza con una solicitud de un cliente, posteriormente se crea una cotización basada en productos con procesos y componentes similares. Después, se envía la cotización al cliente para su aprobación y se inicia una orden de trabajo de ingeniería para seguir con el siguiente paso el cual es el proceso de diseño de producto. Una vez diseñado el producto se fabrica mediante

distintos procesos que permiten la elaboración del producto sin necesidad de comprar el herramental, como una cortadora láser o una troqueladora CNC. Posteriormente se envían dichas muestras al cliente para su aprobación, una vez aprobadas inicia la cotización interna de la fabricación del herramental necesario para producir en masa. Una vez fabricados los herramentales y fixturas necesarias se procede a la validación de todo el proceso y a la implementación de este.

3. PROYECTOS REALIZADOS

A continuación, se muestran a detalle cada uno de los proyectos realizados en la empresa durante el periodo de la maestría. Cada uno de los proyectos presenta una necesidad diferente dentro de ésta, por lo que se le dio una solución de acuerdo con cada necesidad, apoyándonos de los conocimientos adquiridos por dicha maestría.

3.1 Hinge forming tool

El proyecto para preformado y formado final de bisagras del número de parte “H1218-MG” nace a partir de la falta de distribución por parte de proveedores de dicho número de parte. Consiste en unas bisagras que van integradas a una gama diversa de productos. Una bisagra de material acero inoxidable que va remachada durante el proceso de ensamble del producto final. Se intentó cotizar la fabricación de estas de manera local, para evitar la escasez del componente con proveedores cercanos (en México y Estados Unidos). La respuesta que se obtuvo fue, que el diámetro del pin que cumple la función de guía debía tener cierta proporción para que la bisagra cumpliera su función correctamente. De acuerdo con el diseño mecánico y estético de nuestro producto, se requería dicho pin de una medida en específico, la cual no cumplía con las especificaciones y recomendaciones de proveedores como “R-K Press Brake Dies”. El equipo de ingeniería de producto, en conjunto con el departamento de “Tool Room” (mi departamento) desarrollamos un plan para fabricar el herramental para desarrollar dicho componente. El departamento de diseño se encargó de rediseñar y fabricar el “blank” de los componentes mediante una troqueladora CNC y cortadora laser. Una vez obtenido el “blank”, pasó a manos del departamento de Tool Room para el diseño del herramental para el preforme y formado final de la bisagra. Para desarrollar el proceso se estableció la maquinaria en la que el herramental debía de ejecutar su función, una prensa hidráulica, comúnmente llamada “Press brake”.

El primer herramental consiste en el preformado de la bisagra, la lámina de acero inoxidable plana requiere de un preforme para posteriormente rolarlo y concluya su proceso de formado final. Se determinaron dimensiones de altura del herramental de acuerdo con la maquina especificada, y posteriormente se desarrolló una lluvia de ideas para la estructura mecánica del herramental. El resultado final fue el siguiente:

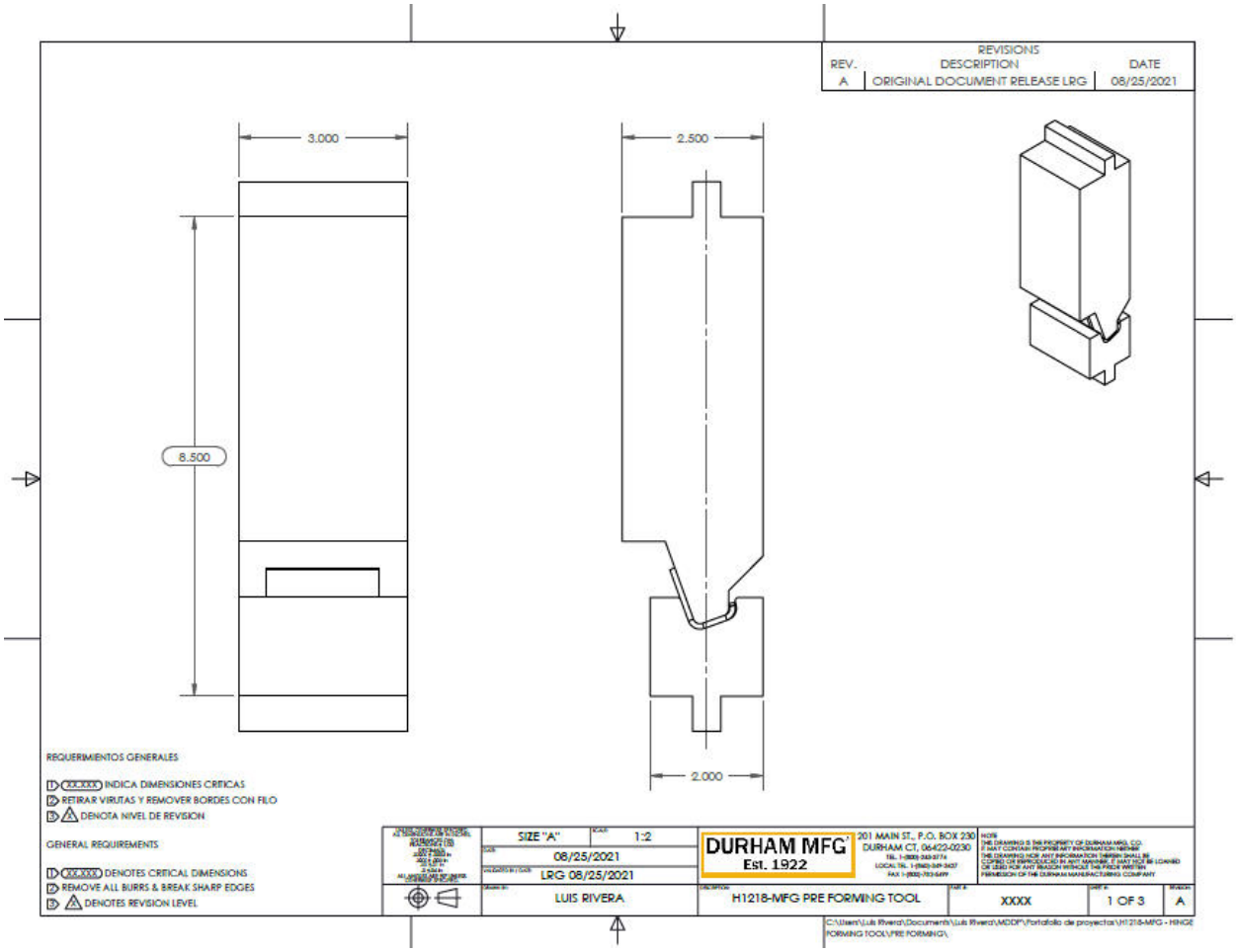


Figura 2. Ensamble general del herramental de preformado.

Como se muestra en la figura 2, podemos observar un concepto final del herramental propuesto para el preformado de la lámina de acero inoxidable plana. Consiste en dos bloques metálicos con una dureza especifica superior al material de acero inoxidable. La lámina debía colocarse en un tope mecánico, el cual es ajustable mediante algunos parámetros introducidos mediante un controlador electrónico proporcionados por la “Press brake”. La intención del herramental era realizar un doblez, aplicando cierto tonelaje (aproximadamente 20 toneladas) para posteriormente realizar un rolado y concluir con el remachado del pin en el interior de la bisagra.

El herramental debía cumplir con dimensiones específicas de acuerdo con las dimensiones de la bisagra, tales como el perímetro y diámetro del pin que estaría en el interior de la bisagra, además del espesor de dicho material, como se muestra en las figuras 3 y 4:

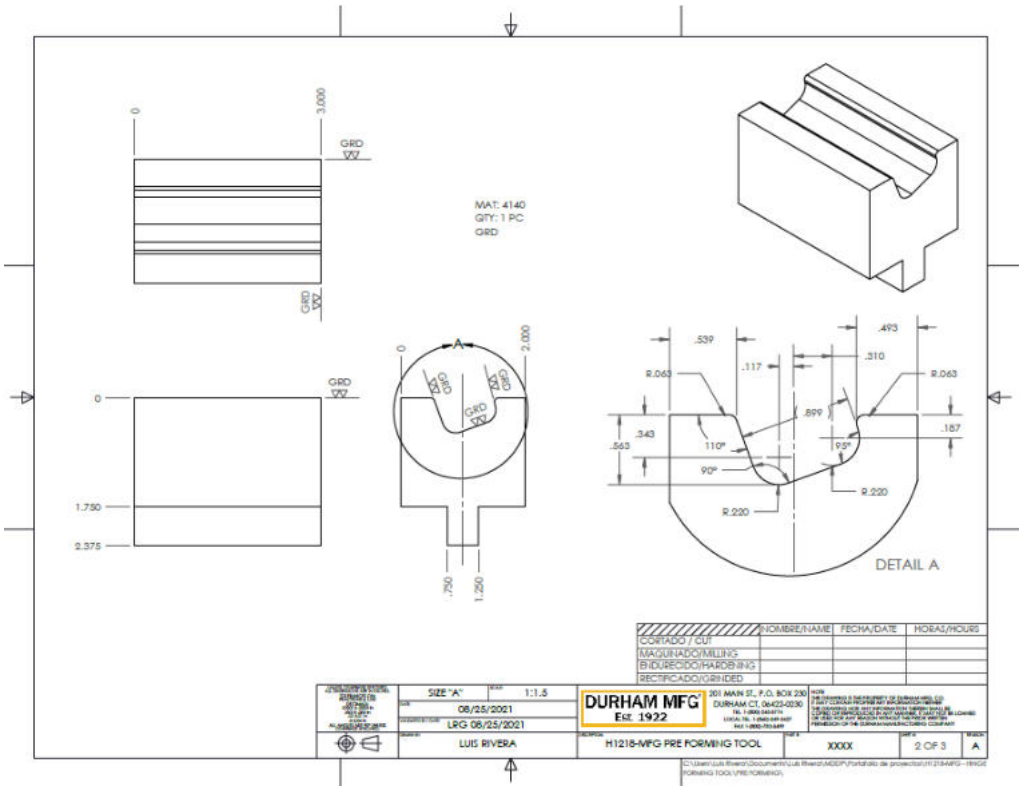


Figura 3. Herramental inferior de preformado

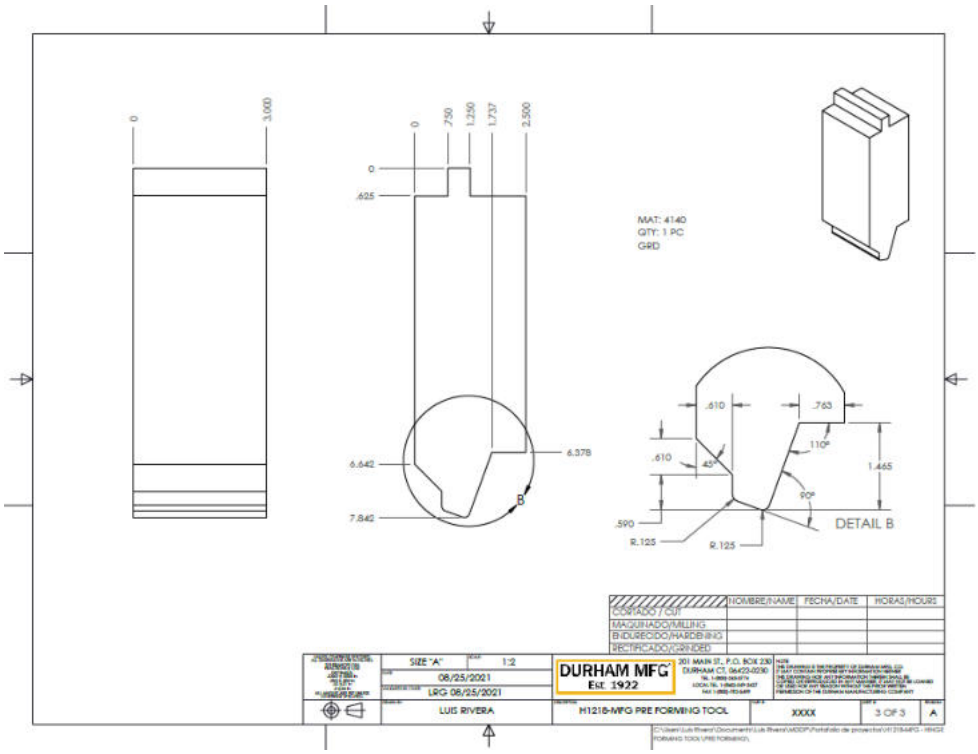


Figura 4. Herramental superior de preformado

Una vez obtenidos los herramentales mediante maquinado y rectificado, se procedió a darle tratamiento térmico a los componentes, esto debido a que el metal debe tener cierta dureza (35-40 Rockwell C) para poder deformar metales más blandos sin sufrir alguna deformación.

A la par de los herramentales mencionados anteriormente, se diseñaron y se fabricaron los herramentales de formado final, que consisten en: una vez que se obtuviera el preforme de la bisagra definido, se terminaba de rolar y se obtenía la forma final, y al mismo tiempo el barril de la bisagra era remachado con insertos en punta, con el fin de evitar que el pin se saliera en algún punto del barril. Como se muestra en la figura 5.

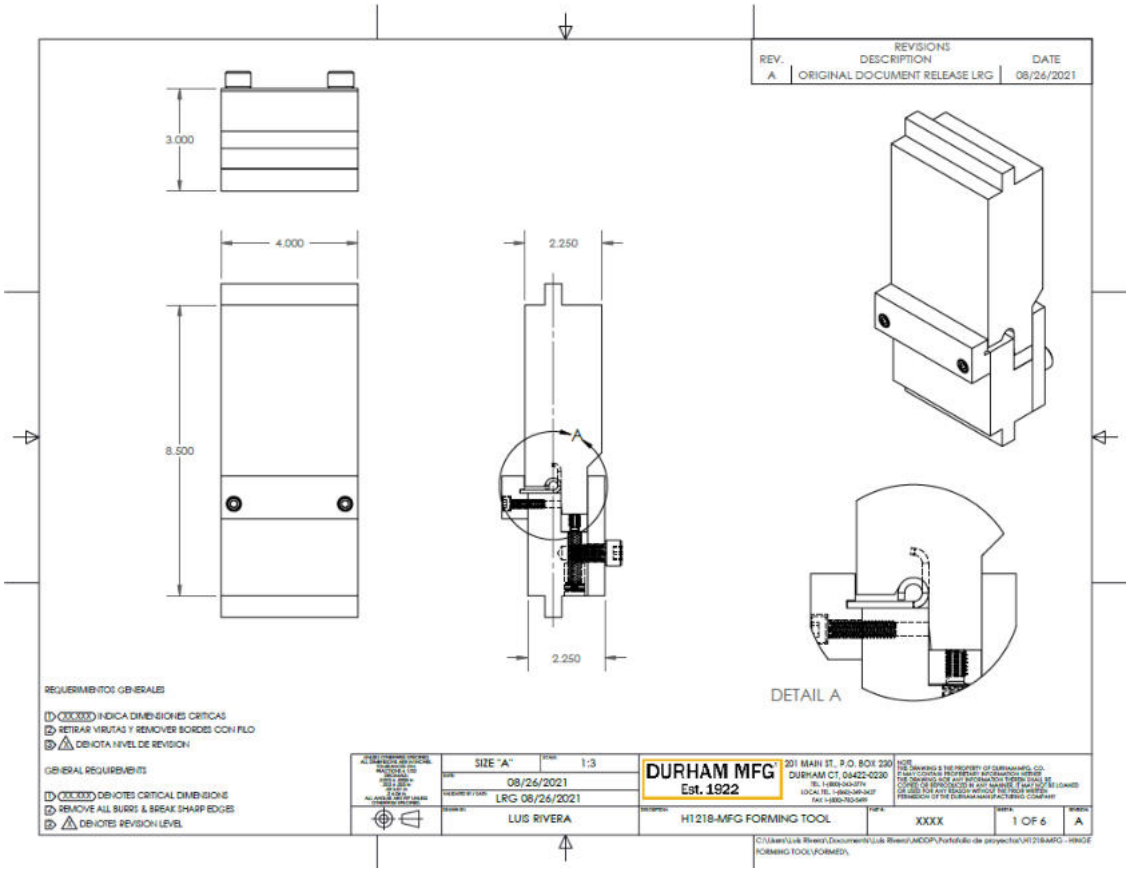


Figura 5. Ensamble general de formado final

Una vez realizados los herramentales de prueba, se realizaron corridas piloto para determinar la condición del funcionamiento de los herramentales. Se obtuvieron muy buenos resultados y posteriormente se fabricaron más herramentales para suplir las necesidades de la empresa. A partir de ese momento, dicho número de parte es fabricado internamente, por lo que hubo una reducción

de costos de producción en la gama de productos que en las que se utiliza dicha bisagra, además de los costos de envío e importación.



Figura 6. Herramentales para corrida piloto

Como conclusión, es importante conocer sobre diversos materiales y sus propiedades mecánicas para poder desarrollar un proyecto como éste, durante la maestría, la materia de "materiales para el diseño de productos" fue pieza fundamental para que dicho proyecto se realizara con éxito. Gracias a las enseñanzas y las herramientas que me proporcionaron, como lo son las bases de datos.

3.2 Rotabin hemming station

El proyecto para bastillado y troquelado de la línea de productos "Rotabin" surge a partir de la necesidad de reducción de espacios dentro de las instalaciones de la compañía. Dicha empresa en constante desarrollo se vio a la necesidad implementar una redistribución y cambio en el "layout" de las instalaciones y dentro de la redistribución, la eliminación de varias estaciones de trabajo con la finalidad de crear una sola máquina que desarrollara la tarea de cuatro estaciones de trabajo independientes de la siguiente gama de productos.



Figura 7. Producto Rotabin de 58”

La primera estación consta del corte de un “blank” en formato cuadrado, el cual se entrega al operador en una paleta de madera, dicho material es cortado en una maquina con un sistema parecido a un abrelatas, dejándolo con forma de disco. Posteriormente, en la segunda estación se realiza un preforme en toda la orilla del disco, en una maquina roladora. Una vez obtenido el preforme se pasa a la siguiente estación, que consiste en terminar de rolar la orilla del disco y realizar una bastilla para evitar que el usuario final sufra algún daño. La estación final consistía en colocar el disco bastillado dentro de un escantillón, el cual se encontraba junto a una prensa troqueladora, la cual realizaba cortes de manera radial, cinco o diez divisiones, según el modelo que se requería. En esas cuatro estaciones se corrían tres números de parte diferente, y dos de diámetro diferente.

Teniendo en cuenta que el número de parte más grande tiene un diámetro de 58 pulgadas, el espacio para desarrollar los cuatro procesos anteriormente mencionados era considerable, incluyendo el espacio de la prensa troqueladora. De acuerdo con las necesidades mencionadas anteriormente, el departamento de ingeniería (Diseño) y el departamento de Tool Room estuvimos a cargo de desarrollar dicha maquinaria automatizada con cierto presupuesto proporcionado por la empresa. Para mejorar el proceso, por parte del departamento de Diseño, se realizaron unas modificaciones en los diámetros de los discos para poder correrlos en una cortadora laser CNC y que llegaran a la futura estación ya cortados de manera circular. Esto implicó que la estación se

centrara en realizar tres procesos de las cuatro iniciales, el preforme, el formado final y el troquelado de manera radial para las divisiones del disco.

Una vez obtenidos los dibujos validados de los nuevos diámetros y las nuevas aperturas de las divisiones de los discos, se comenzó a trabajar con el diseño de la estación. Como requerimientos de diseño, entonces, teníamos el que realizara los tres procesos mencionados con anterioridad, además de que no debía cubrir un espacio mayor al determinado por los ingenieros encargados de la distribución del "layout" de la empresa. Obteniendo los siguientes resultados conceptuales.

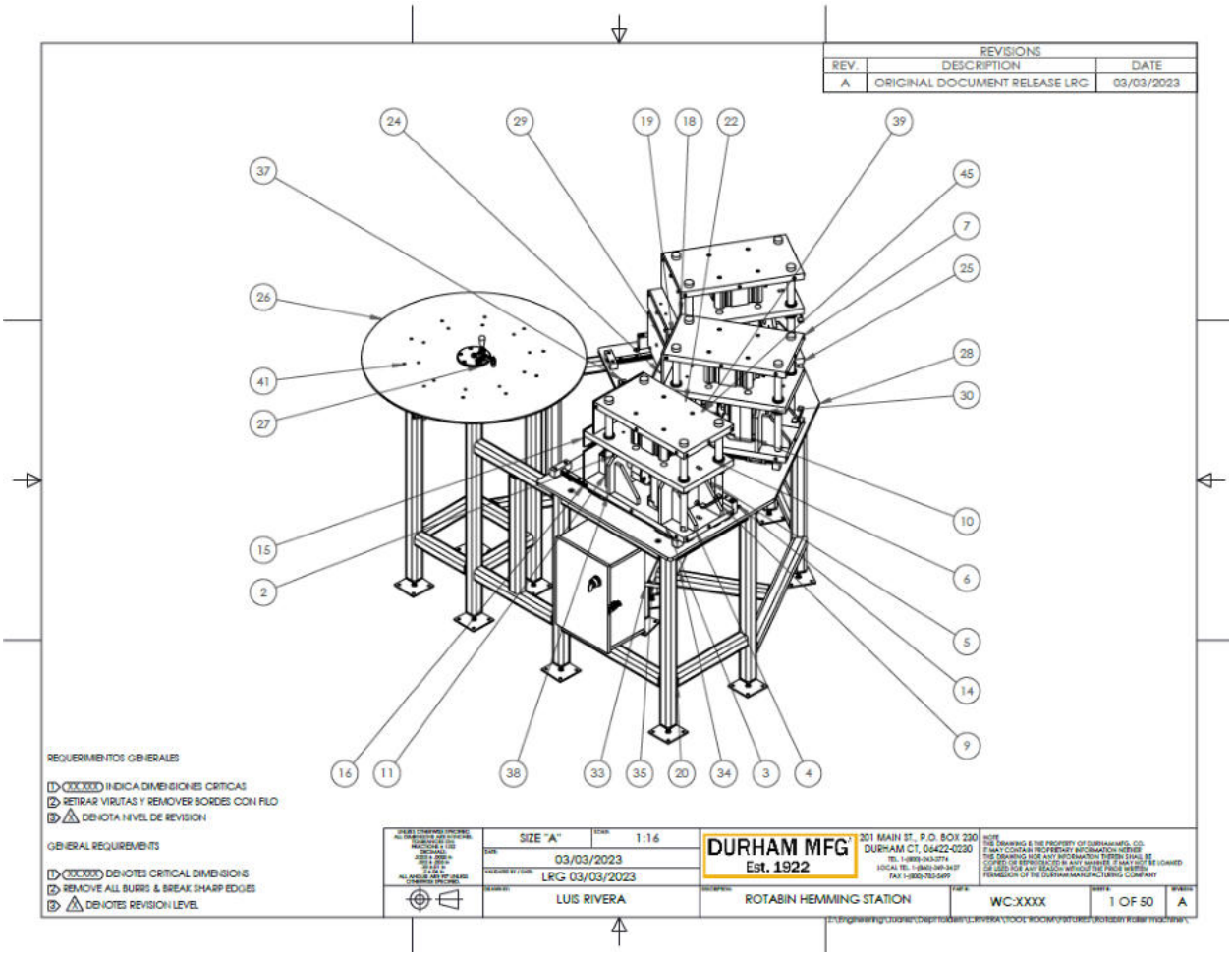


Figura 8. BOM del proyecto de Rotabin

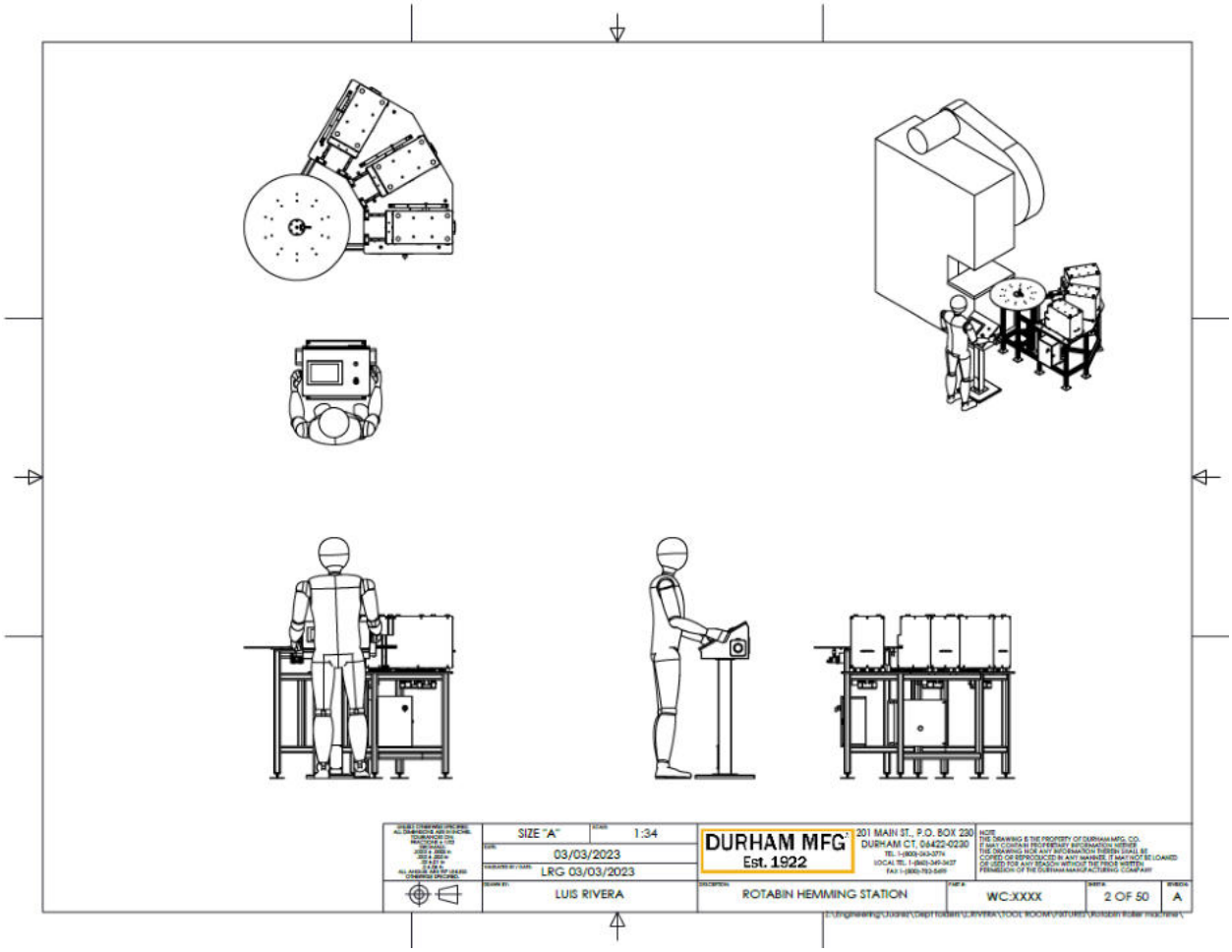


Figura 9. Vista general del proyecto Rotabin

Como se puede observar, la máquina consta de tres estaciones con funciones diferentes una de otra, se hicieron los cálculos necesarios para determinar la fuerza para el preforme de la pieza, así como el rolado, de esa manera se determinaron los cilindros neumáticos de cada una de las estaciones. Además del torque necesario en los motores para poder rotar la pieza sin problema alguno mientras ésta se estuviera rolando. Al centro de la máquina, se colocó un plato giratorio con baleros de carga con ciertas especificaciones para que pudiera rotar sin problema, y los componentes que lo sujetaran no se soltaran con la rotación. Además de tener un cilindro de paro del plato (freno) cuando fuera necesario parar, y al mismo tiempo un sensor inductivo para identificar la posición exacta del plato mediante pines indicadores alrededor de todo el plato (10 pines a 36 grados cada uno). Las tres estaciones tendrían la capacidad de activarse y desactivarse debido a que era necesario colocar la pieza y posteriormente retirarla sin problema alguno cuando

terminara todo el proceso. Y a su vez, las estaciones tendrían la capacidad de reducir su distancia hacia el centro del plato giratorio, debido a que se corren dos diámetros distintos.

Una vez determinada la prensa proporcionada por la empresa para realizar las perforaciones, se determinó la altura de la máquina, así como su volumen total. Y posteriormente se realizaron planos técnicos de fabricación, así como diagramas eléctricos, y la programación del PLC que realizaría la operación, además de rediseñar los troqueles utilizados anteriormente y adaptarlos a la nueva prensa donde se iban a colocar. obteniendo los siguientes resultados.



Figura 10. Estación de trabajo de Rotabin

Como se puede apreciar en la figura 10, la prensa hidráulica forma parte de la estación final, y se tuvo que comunicar mediante el PLC para designarle tiempos y conteos y determinar cuándo se iba a accionar para troquelar las piezas, una vez que estuvieran totalmente bastilladas. Dando como resultado una pieza bastillada y troquelada, lista para su siguiente proceso.

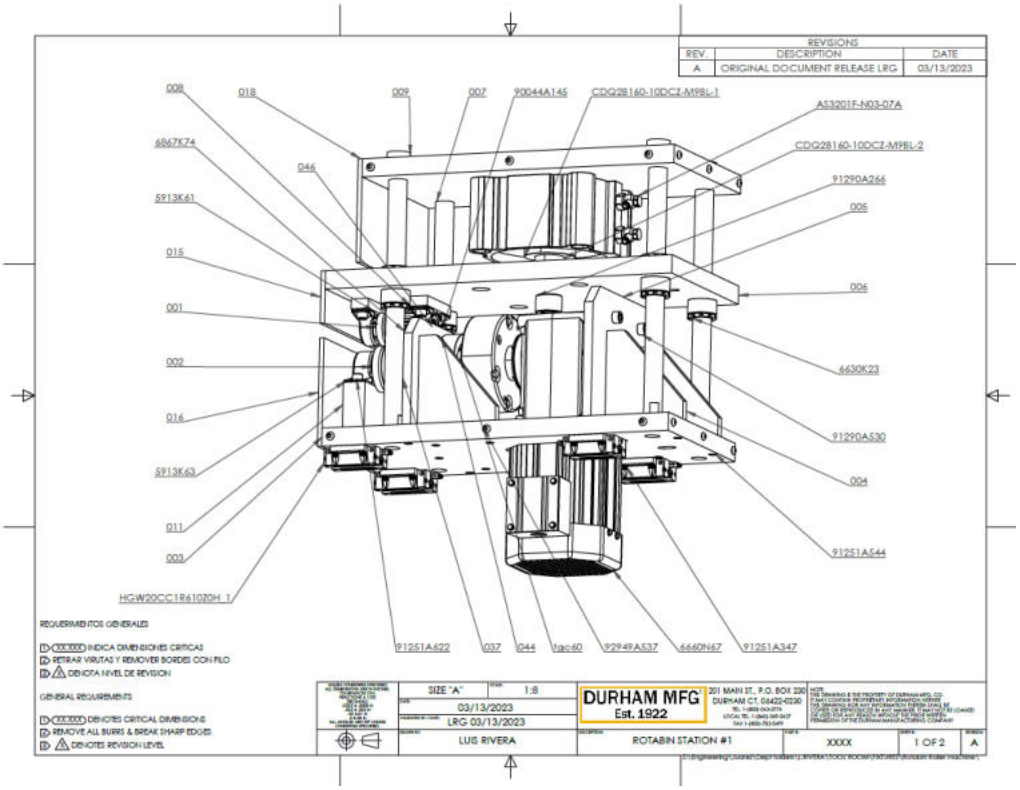


Figura 11. Estación #1

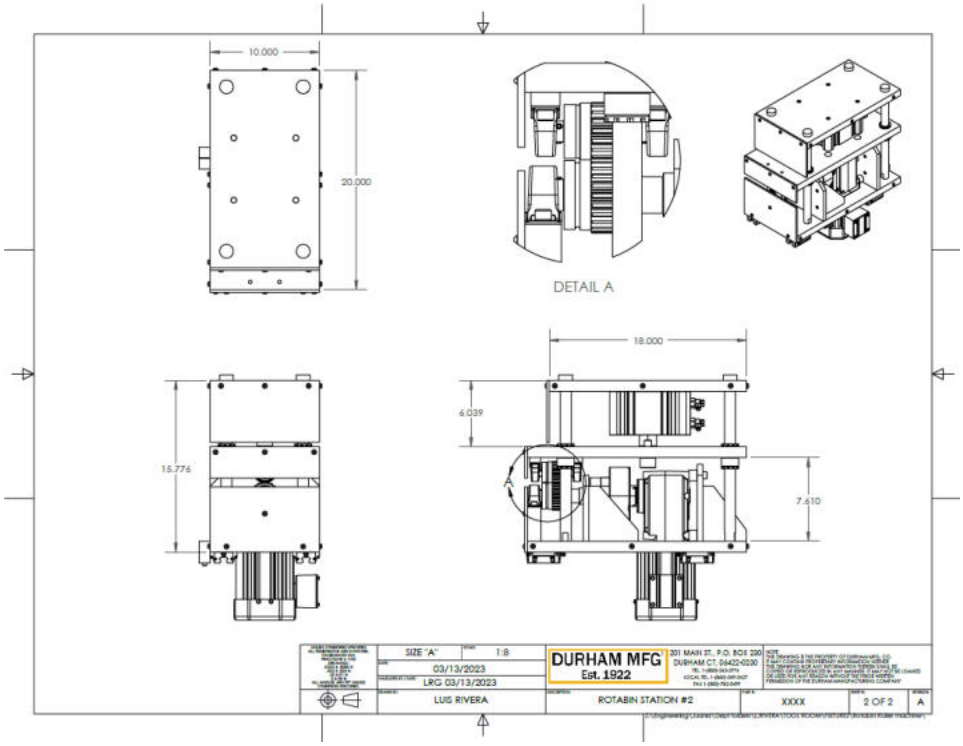


Figura 12. Estación #2

La máquina cuenta con un HMI de 9” touch análogo, con el cual el operador puede seleccionar el número de parte que va a correr mediante botones virtuales, una vez seleccionado el modelo, se tienen que cumplir ciertas condiciones para que la máquina pueda iniciar su ciclo. Como, por ejemplo, la máquina identifica la posición de las estaciones mediante sensores inductivos, que al mismo tiempo son indicadores en la pantalla para que el operador pueda visualizar en que posición se encuentran y a donde se tiene que dirigir para hacer su “set up”. Así como identifica el troquel que está instalado en la prensa mediante una configuración de binarios mediante sensores inductivos. Una vez cumplidas todas las condiciones necesarias para correr determinado número de parte, el operador puede iniciar su ciclo, el cual estará identificado mediante una torreta de luz (figura 9) la cual, indica el estatus actual de la máquina. Dicho programa PLC se encuentra en la sección de anexos del presente documento. La máquina cuenta con todas las medidas de seguridad para poder operarse sin necesidad de estar sosteniendo la pieza, además de contar con tapetes de seguridad y cortinas laser de seguridad, la cual pausan o cancelan la operación (dependiendo del proceso en que se encuentre la máquina) una vez que se cruce el área limitada.

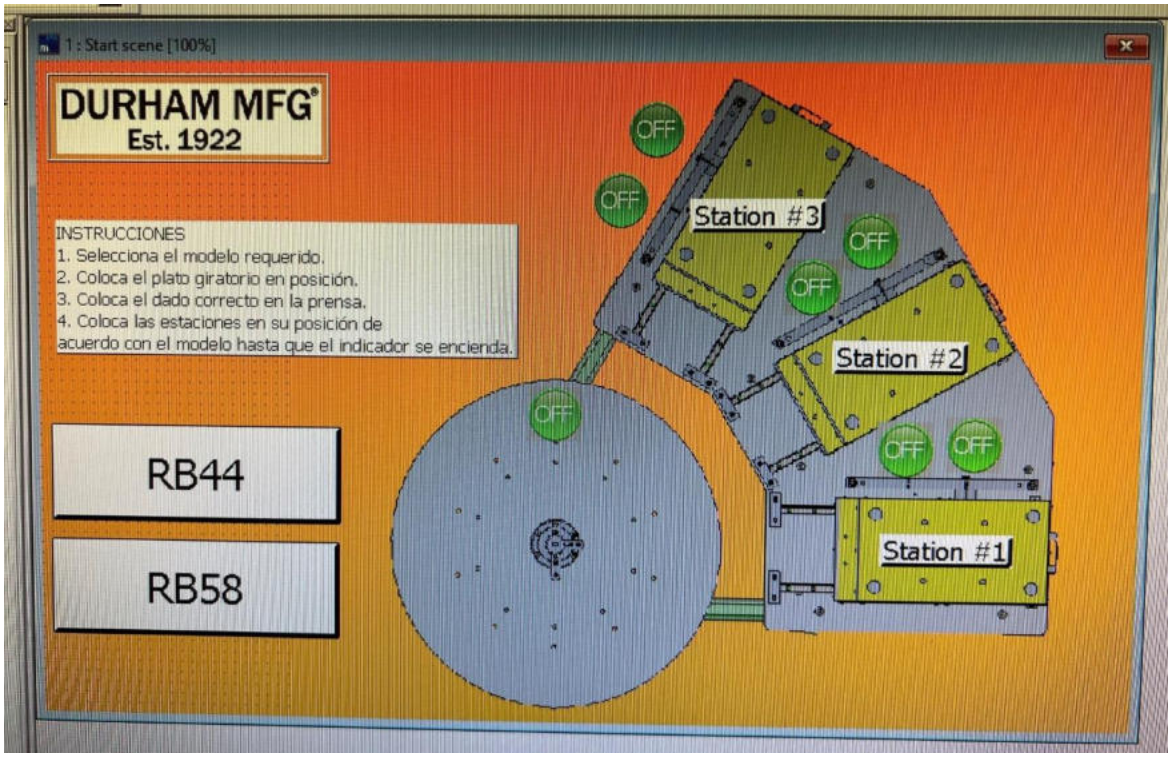


Figura 13. Display del proyecto en fase inicial

En conclusión, durante el desarrollo de dicho proyecto existieron varios puntos críticos a evaluar, entre ellos está la ergonomía, además de la manera en la que el operador iba a interactuar con la máquina, directa, o indirectamente. Por lo que las materias de “ergonomía para el desarrollo de productos” y “diseño de interfaz hombre – máquina” fueron pieza clave para el desarrollo de dicho proyecto.

3.3 Cabinet final assembly station

El proyecto de la máquina de ensamble final de gabinetes nace a partir de la necesidad del aumento en la producción de la familia de gabinetes de trabajo pesado. Después de un análisis en todas las líneas de producción de dicha familia de productos el departamento de ingeniería se percató en los tiempos altos de “setup” al momento de cambiar de numero de parte. El cambiar de un numero de parte a otro implicaba colocar fixturas adicionales, además de estructuras metálicas para realizar el ensamble y el soldado con mayor facilidad para el técnico.



Figura 14. Gabinete de trabajo pesado

Teniendo dicha problemática se abrió un proyecto de mejora por parte de ingeniería, el cual designó al departamento de Tool Room como el encargado del diseño y fabricación de la máquina. Los requerimientos de dicha máquina eran el poder ser ajustable automáticamente de acuerdo con el número de parte seleccionado, y a su vez, una vez que el gabinete estuviera totalmente ensamblado y unido entre sí, que tuviera la capacidad de levantar el gabinete y colocarlo de pie en una paleta de madera, teniendo en cuenta que la operación se hacía de esa forma anteriormente.

Para dicho proyecto, al igual que los proyectos anteriormente mencionados, se realizaron una serie de cálculos para determinar la fuerza del cilindro hidráulico para levantar el gabinete junto con toda la estructura que lo mantuviera. Además de los diámetros y calibres de cada estructura, así como la capacidad de carga de cada rodamiento lineal, buje, y chumaceras. Además de un análisis de todos los números de parte que se corren en un total de cinco líneas de producción de dicha familia. Dando un total de más de 300 números de parte y configuraciones diferentes.

Una vez obtenidas todas las variantes de tamaños, diámetros, calibres, componentes electrónicos, neumáticos, hidráulicos, se realizó una propuesta conceptual, como se muestra a continuación.



Figura 15. Vista general de la máquina de ensamble final



Figura 16. Vista posterior de la máquina de ensamble final

Como se puede observar en las figuras 15 y 16, la máquina presenta una estructura robusta debido al peso de los gabinetes, así como una dimensión considerable, presenta piezas móviles y rotativas, de manera que puede ajustar su ancho, y al mismo tiempo puede ajustar la profundidad. Presenta componentes electrónicos como límites de carrera, sensores inductivos de posicionamiento, dichos sensores interpretan el voltaje como una dimensión y de esa forma puedes asignarle un valor a cierta dimensión, la precisión de dichos sensores es de 2 micras. Cuenta con 3 motores de torque específico para accionar los tornillos “acme” y generar un movimiento lineal mediante rodamientos lineales de una capacidad de carga alta. Cuenta con un cilindro hidráulico y una unidad de poder hidráulica para poder levantar la estructura móvil una vez que el gabinete este completamente ensamblado y unido mediante soldadura.

Una vez autorizado y validado el diseño conceptual, se procedió a realizar los planos técnicos para su fabricación y ensamble.

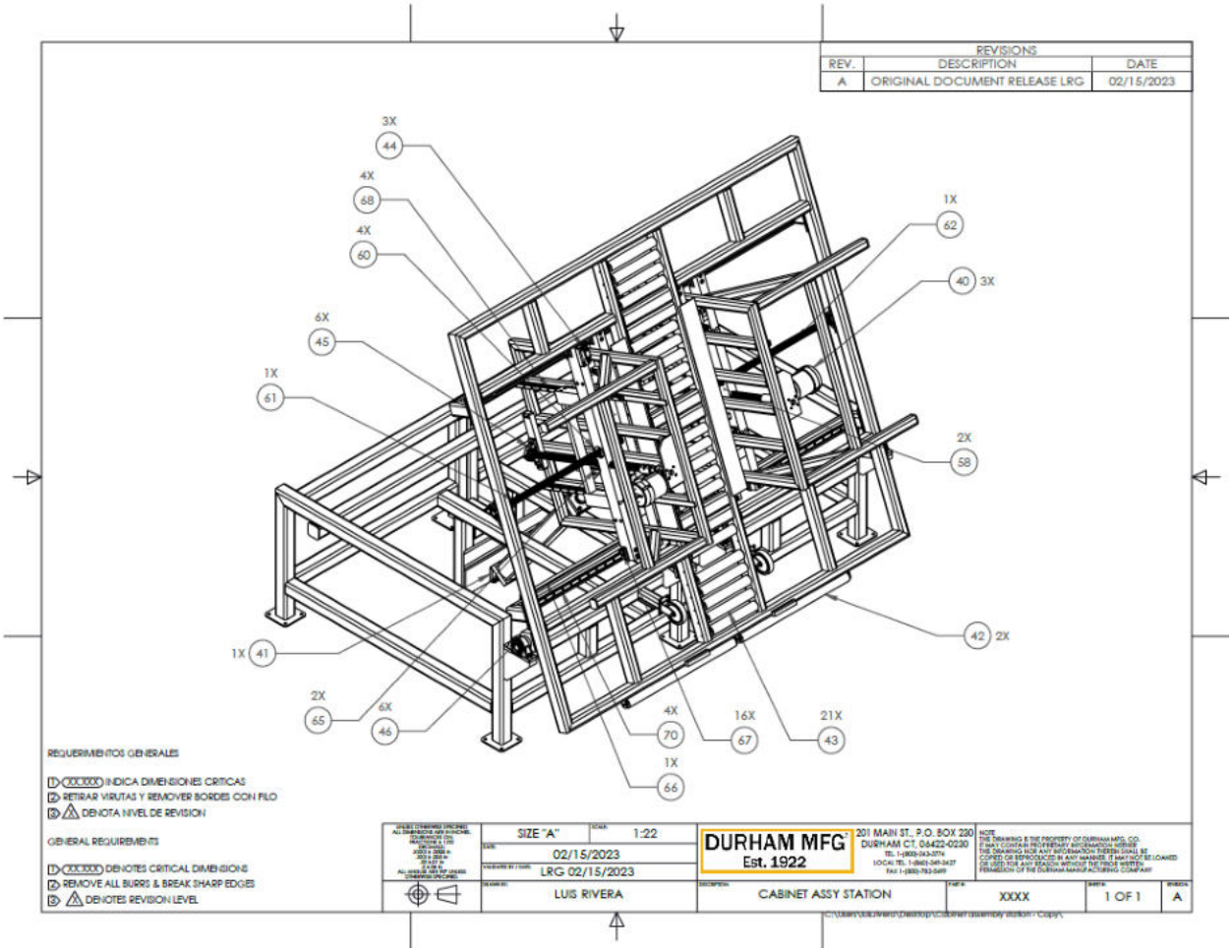


Figura 17. BOM de máquina de ensamble final

A su vez, se trabajó con la programación del PLC para que realizara las tareas designadas, y a su vez con el diseño de la pantalla del HMI, el cual tendría que ser amigable para el técnico, de manera que se le facilitara el seleccionar el ancho y la profundidad del gabinete, así como los botones mecánicos para levantar y retraer la plataforma móvil con toda la seguridad. Obteniendo el siguiente resultado.



Figura 18. HMI y consola de máquina automatizada de gabinetes

Como se observa en la figura 18, la consola presenta una pantalla touch de 9” con botones digitales, los cuales están designados para seleccionar el ancho y la profundidad del gabinete, cuenta con un switch de seguridad, el cual cuenta con tres condiciones, modo “setup”, modo apagado, y modo “run”, en modo “setup” pueden realizar los ajustes de dimensiones del gabinete según el número de parte que se vaya a correr, posteriormente hay que presionar el botón de “setup confirm” para confirmar la selección. En modo “run”, la máquina tiene la capacidad de levantar la plataforma con los botones del lado derecho de la consola (up y down) según el técnico operador lo requiera. Además de contar con su paro de emergencia por seguridad.

Una vez finalizados la fabricación y el ensamble de la máquina, se procedió a la validación en la línea primera de cinco líneas de producción. Resultando un éxito, los tiempos de “set up” se habían reducido en un 90%, los ajustes automáticos no tardaron más de minuto y medio y fue una operación que podía predecir el operador una vez que le llegaran todos los componentes del gabinete que se iba a ensamblar en el momento.



Figura 19. Validación de máquina de ensamble final de gabinetes



Figura 20. Vista detalle de ensamble de máquina

Después de los resultados positivos que se obtuvieron de la validación de la primera línea de producción, se autorizó la fabricación de las cuatro máquinas restantes, las cuales obtuvieron pequeñas propuestas de mejora, pero nada que comprometiera el diseño original. Obteniendo como resultado cinco líneas de producción con su estación final de ajuste automático. Anteriormente se corrían ciertas familias de gabinetes en ciertas líneas de producción en específico, con



Figura 21. Vista posterior de máquina de ensamble final de la familia de gabinetes

En conclusión, al igual que el proyecto de Rotabin, nuevamente se presentó un diseño de interfaz con hombre – maquina, en el cual se evaluaron aspectos importantes, desde la programación del PLC para su correcto funcionamiento, como el diseño de la interfaz con la que el técnico operador iba a interactuar para desempeñar su tarea de manera óptima. Al igual que hubo un análisis profundo sobre propiedades de los materiales utilizados, debido a que muchos componentes se sometían a varios esfuerzos, cortantes, tensión, compresión, etc.

3.4 Blanking die for Flammable storage cabinets

El presente proyecto nace a partir de la necesidad de liberar carga de trabajo a las máquinas troqueladoras CNC que se encuentran dentro de la empresa, dentro de dicha carga de trabajo, se encuentra una familia de productos llamada “Flammable storage cabinets”, la cual está certificada por la empresa FM. Dichos gabinetes tienen la capacidad de contener materiales inflamables a una temperatura segura durante un tiempo determinado, esto con la intención de evitar la propagación en caso de un incendio. Como se muestra en la figura 22.



Figura 22. Gabinete para contenido inflamable de 30 galones

La solución propuesta por parte del departamento de Mejora continua para balancear las líneas de producción de las troqueladoras CNC, fue el diseño y fabricación de un grupo de troqueles que generaran diferentes números de parte, y pudieran ser configurados de diferente manera para suplir la producción demandada. Mediante la metodología de Pareto, se designaron los números de parte que era necesario correr en cada uno de los troqueles.

Para el mejor entendimiento de dicho proyecto, a continuación, se muestra información acerca de la composición de un troquel, sus elementos y su principal función.

3.4.1 Estructura de un troquel simple

El diseño de troqueles, una gran división de la ingeniería de herramientas es un tema complejo y fascinante. Es una de las áreas más exigentes del campo general del diseño de herramientas. La palabra "dado" es muy general y sería bueno definir su significado como se usará en este texto. Se utiliza de dos formas distintas. Cuando se emplea en un sentido general, significa una herramienta de prensa completa con todos los componentes tomados juntos. Cuando se usa de una manera más limitada, se refiere al componente que se mecaniza para recibir la pieza en bruto, a diferencia del componente llamado "punzón", que es su miembro opuesto. La distinción se aclarará a medida que avancemos con el estudio (Vukota et al., 2005).

El corte y la perforación son procesos de corte de metales en los que el material de hoja entrante se corta a la forma deseada. En el blanking, la pieza de material que se quita es el producto, mientras que, en el piercing, el material que se quita es la chatarra, mientras que la parte restante de la tira es el producto. El corte o la perforación se utilizan en casi todas las operaciones de formación de láminas. El tamaño de los orificios perforados puede variar de menos de 1 a 100 mm (0,05 a 4,0 pulg.) o más (T. Altan and A.E. Tekkaya, 2012).

Para complementar lo anterior, en el idioma inglés, en específico de los Estados Unidos de América, la palabra “die” tiene varios significados, dependiendo del contexto en el que se encuentre, puede referirse al troquel completo, o a una matriz de corte en específico. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante conocer la estructura de un troquel simple, para ello se encuentra la figura 22.

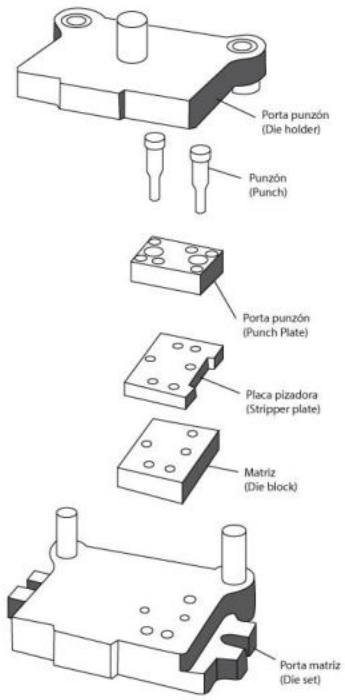


Figura 23. Estructura de un troquel simple

Como se muestra en la figura 23, un troquel típico está compuesto por el “die set” o un set de troquel, el cual se puede fabricar en dimensiones específicas según la necesidad de la prensa. Se encuentran en diferentes presentaciones, sus variantes son la dimensión general, cantidad de postes, tipo de buje, y altura de trabajo. Son la estructura principal del troquel y sobre éste se ensamblan sus componentes, comúnmente en la parte superior el punzón, y en la parte inferior la matriz.

A continuación, una breve descripción sobre el punzón según Vukota (2005). Suele ser redondo y contiene un hombro para mantenerlo fijo en la placa de perforación. Cuando un punzón penetra en la lámina, el material se adhiere con mucha fuerza a su alrededor. Se debe proporcionar una forma de pelar o quitar este material alrededor de los punzones. El medio empleado para eliminar dicho material se denomina "pisador".

Según Vukota (2005), El porta punzón es un bloque de acero para maquinaria cuya función es mantener la cabeza de los punzones contra el "die holder", regularmente lo sostienen cuatro tornillos de cabeza hexagonal y son utilizados dos pernos guía para su correcta alineación.

El bloque de matriz está hecho de acero para herramientas endurecido en el que se han mecanizado agujeros, antes del endurecimiento, en la estación de perforación y también en la estación de corte. Estos son del mismo tamaño y forma que los agujeros en blanco y el contorno (Vukota et al., 2005).

3.4.2 Estructura de un troquel de formado

El diseño y fabricación de herramientas son factores esenciales que determinan el desempeño de los procesos de deformación. La clave para un procesamiento de deformaciones exitoso es el diseño de herramientas, que se basaba, hasta hace poco, en la experiencia. Sin embargo, para diseñar y fabricar herramientas de conformado hoy en día, utilizamos "prototipos virtuales", como ingeniería asistida por computadora y fabricación asistida por computadora mediante simulación numérica (Altan & Tekkaya, 2012).

La productividad y fiabilidad de los equipos utilizados en la formación de láminas también son factores muy importantes para determinar la aplicación práctica de un proceso dado. La tasa de carrera de la prensa de formación determina la tasa de producción. El uso de sensores para la supervisión y el control de procesos ayuda a mejorar y mantener la calidad de las piezas (Altan & Tekkaya, 2012).

El doblado, el rebordeado y el bastillado se utilizan ampliamente en la fabricación de chapas metálicas donde las piezas requieren perfiles doblados simples o complejos. La flexión se define generalmente como la formación de una hoja o placa para producir piezas en ángulo o perfiles de hoja (Kim et al., 2012).

Después de la flexión, se produce una recuperación elástica y pueden producirse tensiones residuales. Si el radio de curvatura es demasiado pequeño, la tensión de tracción excesiva en la superficie exterior puede causar fracturas. Una hoja se dobla por un momento impuesto, por estirar sobre una forma cilíndrica o por una combinación de movimiento y tensión. En la práctica, se pueden obtener fácilmente ángulos de flexión de hasta 90 °.

3.4.3 Diseño y desarrollo del troquel

Una vez determinados los números de parte, se procedió al análisis de dimensiones parte por parte, para la identificación de dimensiones equivalentes entre números de parte, y ver la composición y la estructura del troquel, así como la determinación del tamaño del "die set". Durante dicho proceso hubo algunas discrepancias mínimas en algunas dimensiones que pudieron ser corregidas sin afectar el funcionamiento de los números de parte.

Después de dicho análisis, se llegó a la conclusión que se requerían fabricar alrededor de 7 troqueles de diferentes partes, puertas, laterales, superiores e inferiores, internos y externos, y en cada uno de esos grupos, habría subgrupos de diferentes tamaños, para cada uno de los diferentes tamaños de la familia de productos. Dicho proyecto sigue activo, y se lleva un total de 6 troqueles diseñados y fabricados.

A continuación, se muestra un proyecto de los anteriormente mencionados, dicho troquel es para los números de parte "FS-DR-RI", según el método Pareto, dicho troquel tendría que correr cuatro números de parte diferentes para poder reducir en un 80% la carga de trabajo de las troqueladoras CNC. Una vez obtenidos los requerimientos de diseño, se comenzó con el diseño conceptual del troquel.

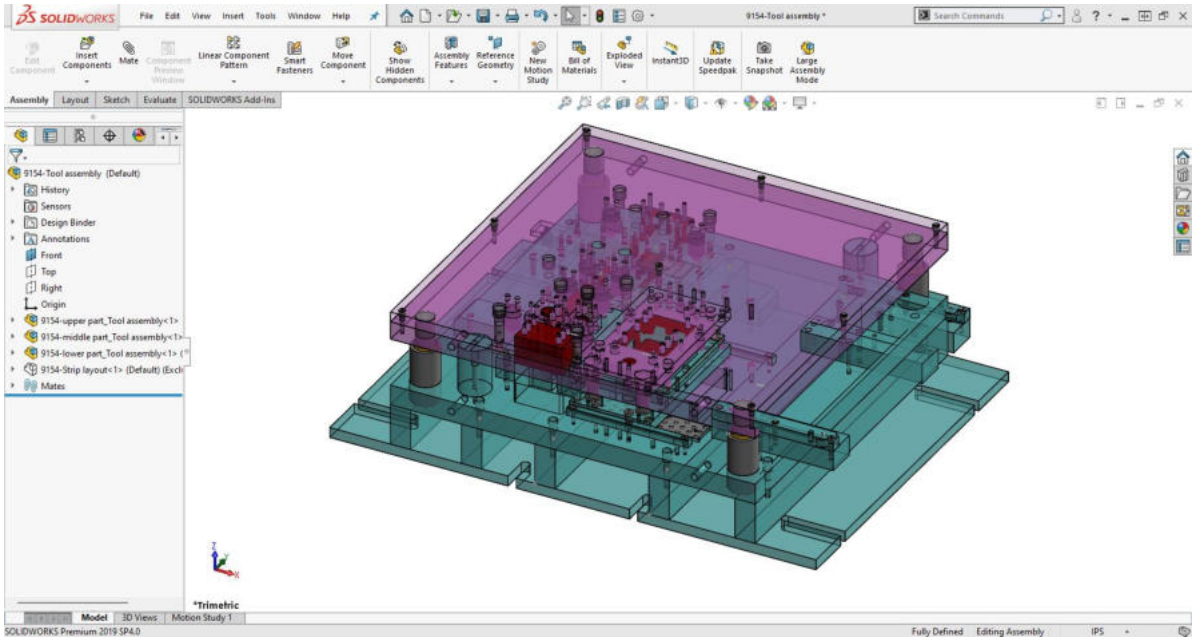


Figura 24. Dibujo asistido por computadora del troquel

Posteriormente, se realizaron varias juntas para analizar la manera en la que se hacían las configuraciones internas del troquel para correr los distintos números de parte, así como las dimensiones y el cálculo del tonelaje necesario para el correcto funcionamiento de éste. Una vez identificada la prensa hidráulica en la que se correría el troquel de acuerdo con el tonelaje obtenido, se prosiguió a fabricar los planos técnicos para su fabricación.

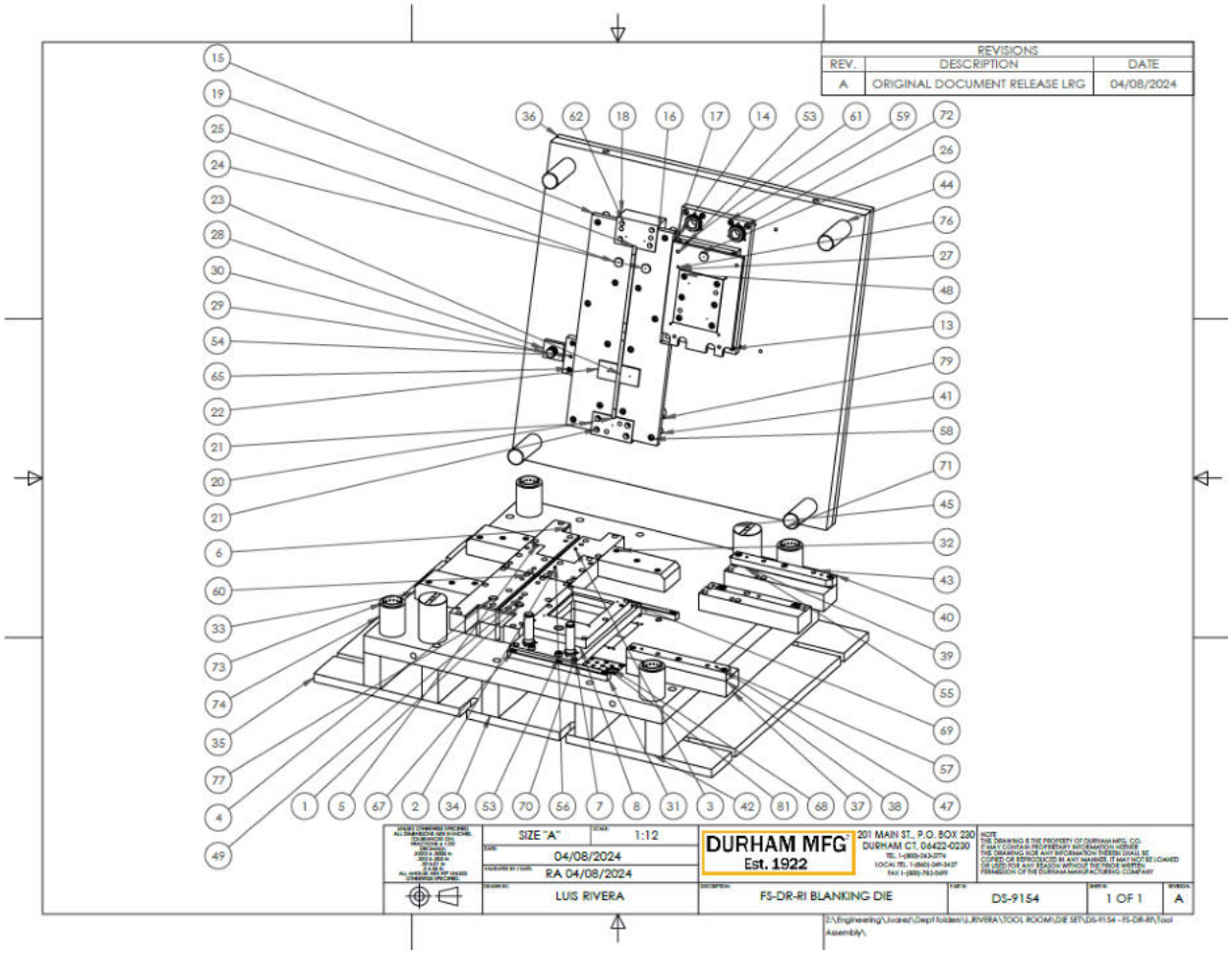


Figura 25. BOM del troquel

Una vez obtenidos los planos de fabricación, se prosiguió a la fabricación de cada uno de los componentes, dentro de la composición de dicho troquel, existen diferentes tipos de materiales utilizados, algunos materiales requieren de cierta dureza, dicha dureza se logra sometiendo ciertos metales (como A2, D2, M2, 4140 y M4) a un tratamiento térmico, el cual pasa por un proceso de templado, y después el recocido, dejando el material con propiedades mecánicas capaces de

utilizarse como herramienta de corte. El troquel contiene un troquel mas pequeño como inserto, con un tonelaje necesario aproximado a las 20 toneladas. Dicho inserto tiene la capacidad de ajustar su dirección de izquierda a derecha según el modelo a correr. Debido al peso de éste, el troquel en la parte inferior cuenta con placas con balines a manera de rieles para facilitar su movimiento. Además del inserto, el troquel tiene la capacidad de activar y desactivar ponches rectangulares mediante una barra activadora, y por la parte inferior del troquel, es necesario cambiar de matrices para correr un modelo mas ancho o menos, según sea el caso. El tonelaje mínimo necesario para este proyecto es de 120 toneladas aproximadamente, y debido a sus dimensiones generales, se colocó en una prensa con una capacidad de 265 toneladas.



Figura 26. Corrida piloto del troquel

Como se muestra en la figura 26, una vez terminado el troquel en su proceso de ensamble se realizó una junta con departamento de planeación e ingeniería, para determinar tiempos para la corrida piloto del troquel. Una vez obtenido el tiempo, el departamento de ingeniería junto con los

ingenieros de Tool room realizan un proceso interno de validación, el cual consiste en corridas piloto de todos los números de parte, en donde se miden estándares de producción, se validan dimensiones de las piezas terminadas, así como las condiciones de corte. Además de validar programas de alimentación de los servos, la altura optima y la velocidad (RPM's) a la que la prensa puede correr sin afectar su correcto funcionamiento. Finalmente, validado el troquel, se hacen los cambios de ingeniería necesarios para mover todas las ordenes de ese producto, de las troqueladoras CNC a las "coil lines" correspondientes.

4. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de los proyectos presentados en este documento, y algunos otros que no pudieron ser divulgados, se aplicaron conocimientos obtenidos durante el curso de la Maestría en Diseño y Desarrollo de Producto, la aplicación de alguna metodología adquirida en la clase de "Diseño Concurrente", el método Kano, de Taguchi, de Pareto, TRIZ, una vez analizado el planteamiento del problema de cada uno de los proyectos. Así como también la selección correcta de los materiales a la hora de realizar un diseño mecánico en este caso en específico, en donde se puede poner en riesgo la salud de una persona si no se hacen bien los cálculos y los estudios pertinentes. Además de la conciencia al momento de realizar un diseño, la viabilidad de los materiales a utilizar, así como la durabilidad de éstos, y cual va a ser su proceso después de su vida útil dentro de la empresa.

El saber como presentar boceto a nivel computadora a partir de un boceto a mano, una idea inicial, o generado mediante algún método creativo obtenido por la materia de "Conceptualización y Creatividad". El utilizar las perspectivas y las vistas correctas para proyectar las ideas planteadas a personas sin conocimiento de diseño, pero con la autoridad de darte por respuesta un "si" o un "no" a tu propuesta.

Gracias a las propuestas presentadas, la empresa autorizó la compra de una maquina de prototipado rápido, una impresora 3D por deposición de filamento (FDM), en la cual pudimos generar algunas ideas tangibles y explicar mejor el uso y las funciones de nuestras propuestas. Así como poner a prueba la resistencia de ciertos materiales, y la fabricación de fixturas para ciertas operaciones mediante impresión 3D. Se pudo aportar cierta información acerca del tema, gracias a la materia de "Prototipado Rápido".

Considero los conocimientos adquiridos durante la maestría de gran importancia, ya que gracias a todo lo adquirido pude desempeñarme de manera correcta dentro de la empresa, además de generar un beneficio para la empresa, y a su vez para todos los empleados, de la misma forma un beneficio propio. Agradezco a todos y cada uno de los maestros por la aportación individual.

BIBLIOGRAFÍA

Altan, T., & Tekkaya, A. E. (2012). Classification and Description of Sheet Metal Forming Operations. *Sheet Material Forming - Fundamentals*, 5–25.

Kim, H., Chatti, S., & Kardes, N. (2012). Bending, Flanging, and Hemming. *Sheet Metal Forming. Processes and Applications*, 19–33. https://books.google.com.tr/books?id=s6Xw2CcXElEC

Okpala, C., Nwamekwe, C. O., & Ezeanyim, O. C. (2024). The Implementation of Kaizen Principles in Manufacturing Processes: A Pathway to Continuous Improvement. *International Journal of Engineering Inventions*, *13*(7), 116–124. https://hal.science/hal-04669397%0Ahttps://hal.science/hal-04669397/document

T. Altan and A.E. Tekkaya. (2012). Sheet Metal Forming—Processes and Applications. *ASM International*, *1908*(January), 1–17.

Vukota, B., Paquin, J. R., & Crowley, R. E. (2005). *Die design fundamentals*.

GLOSARIO

- **Tool Room:** Departamento dentro de una empresa encargado de dar soporte mediante maquinaria, herramienta especializada y de precisión. Dicho soporte consta de dar mantenimiento a herramentales, maquinaria, tales como troqueles y moldes.
- **Blank:** Se le denomina “blank”, a una pieza salida de un proceso de troquelado, generalmente metálica. Que posteriormente se somete a procesos de formado para llegar a un producto final.
- **Press Brake:** Maquina utilizada para instalar herramientas de formado (en ocasiones personalizadas) que transforma láminas (generalmente metálicas) en formas y ángulos específicos de acuerdo con el requerimiento del plano técnico.
- **Layout:** Distribución óptima de un conjunto de elementos dentro de una empresa, tales como maquinaria, personal, estaciones de trabajo, y todo lo que se considere necesario para lograr objetivos específicos como la productividad, la calidad y la seguridad.
- **Set up:** Serie de pasos sistemáticos para lograr una configuración específica en un herramental, una maquina o un proceso, sustentada mediante una instrucción de trabajo.
- **Die o Dado:** Conjunto de matrices, punzones y otros componentes metálicos para fabricar uno o más componentes (generalmente metálicos) específicos de acuerdo con los requerimientos establecidos por varios departamentos, entre ellos calidad.
- **Punzón:** Herramienta utilizada para perforar una lámina metálica, generalmente ubicada en la parte superior de un dado. En conjunto con una matriz se pueden realizar perforaciones de diferentes formas según los requerimientos.
- **Coil line:** Conjunto de máquinas distribuidas de manera lineal capaces de producir diversos tipos de componentes (generalmente metálicos) para satisfacer la demanda de una orden de trabajo. Iniciando con el desenrollado, posteriormente un enderezador, después tenemos un alimentador y para finalizar una prensa troqueladora (hidráulica o mecánica) en donde se instalan los dados.

ANEXOS

Rotabin roller machine

Programmer: Luis Rivera & Mario Monroy

03/13/2023

Data Name : Memory Capacity
Memory Capacity

[Memory Capacity]
8000

[Program Capacity]
8000 Steps

[Comments Capacity]
0 Block 0 Points

[File Register Capacity]
0 Block 0 Points

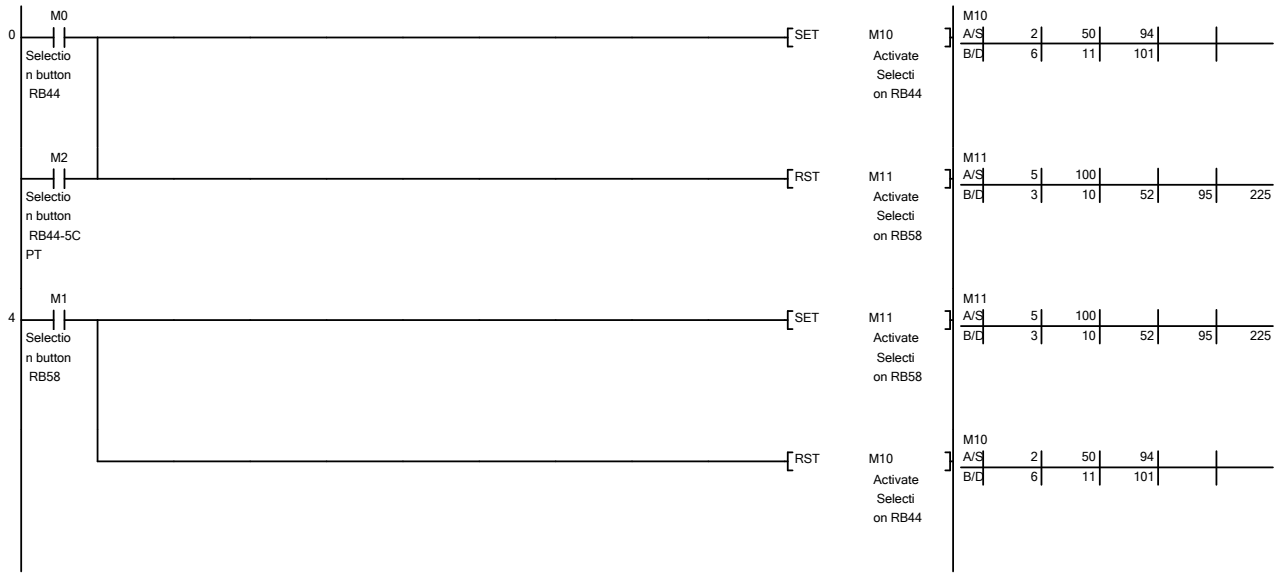
[Positioning]
0 Block

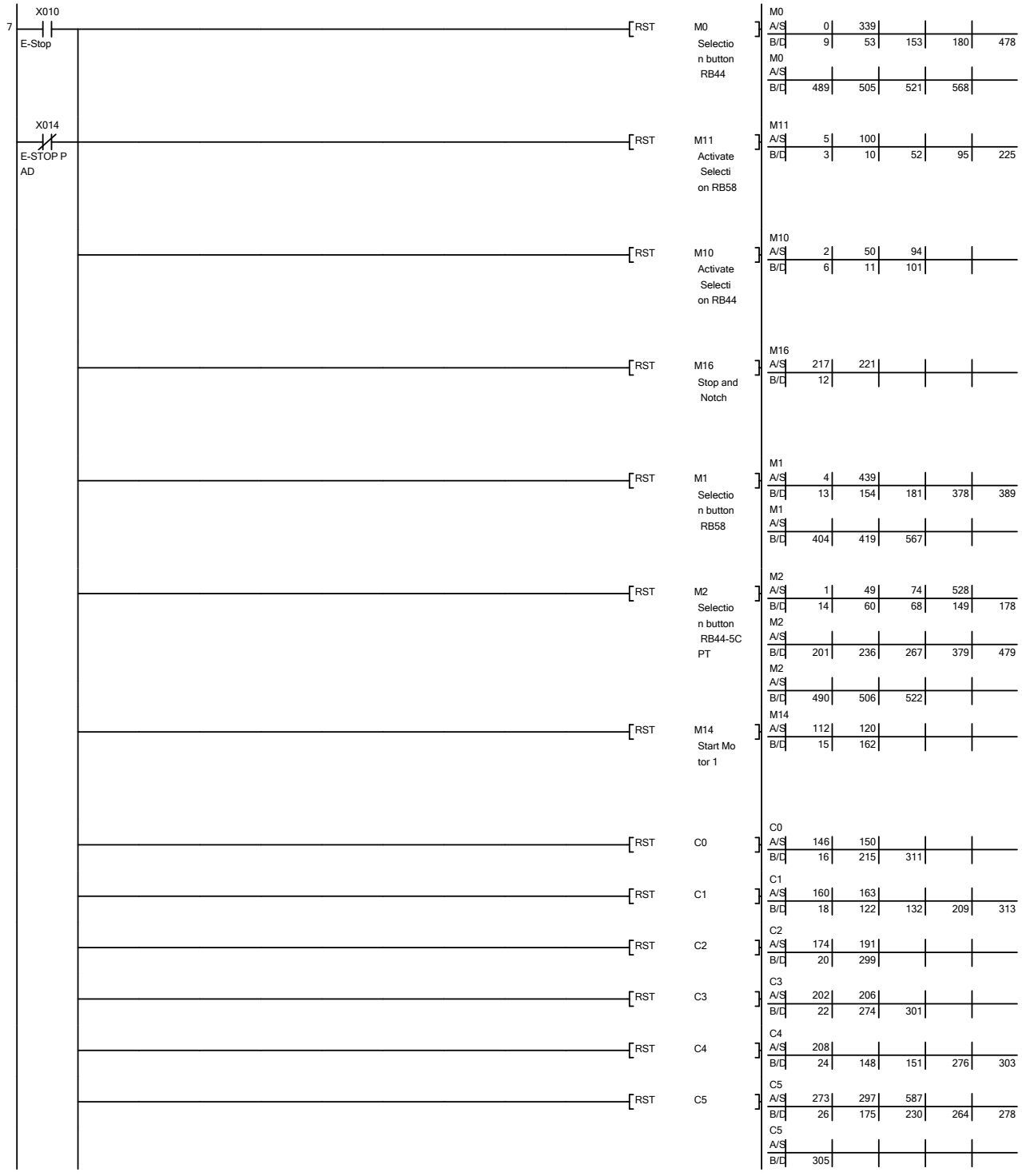
PLC System

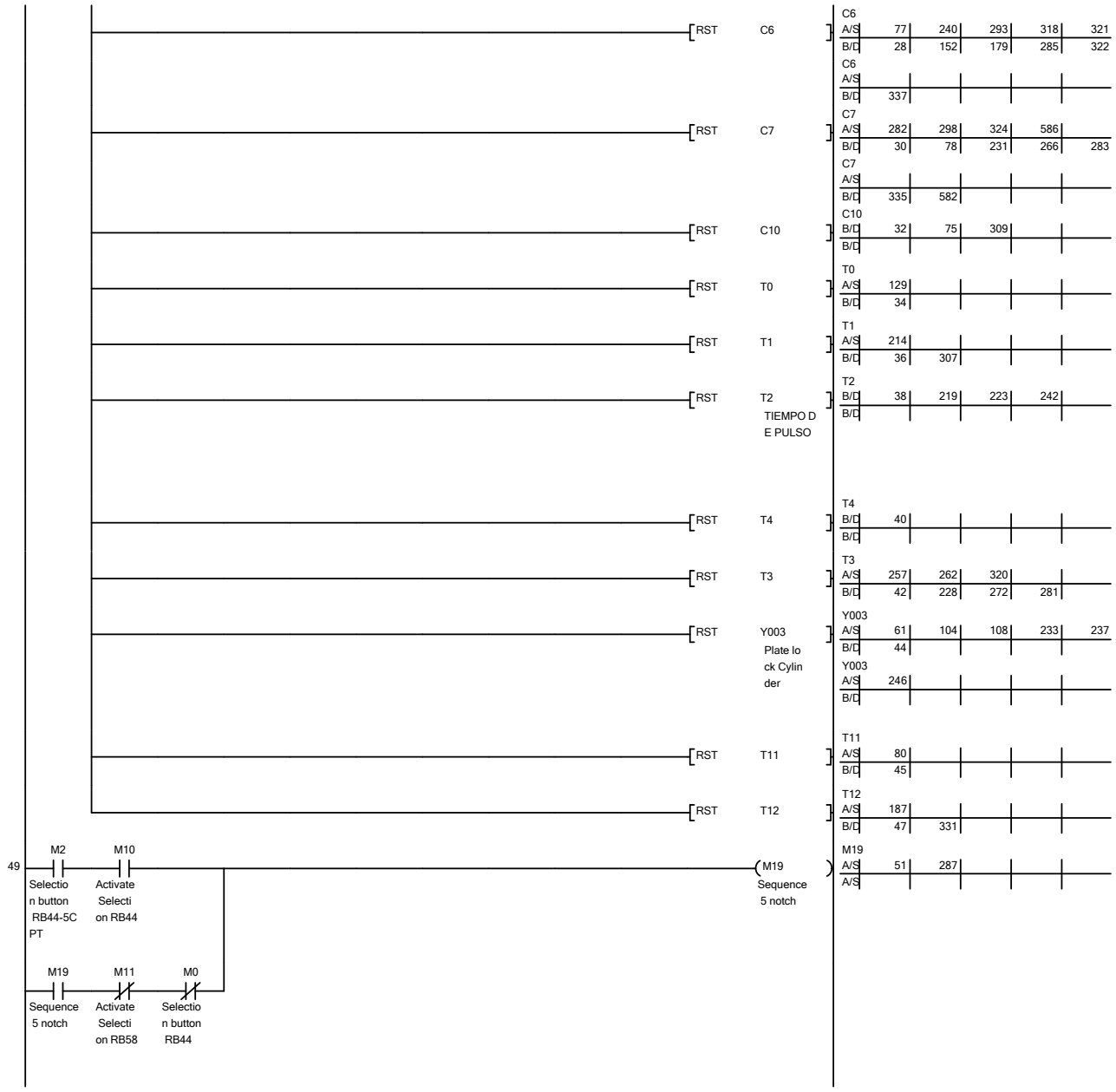
[Battery Mode]
OFF

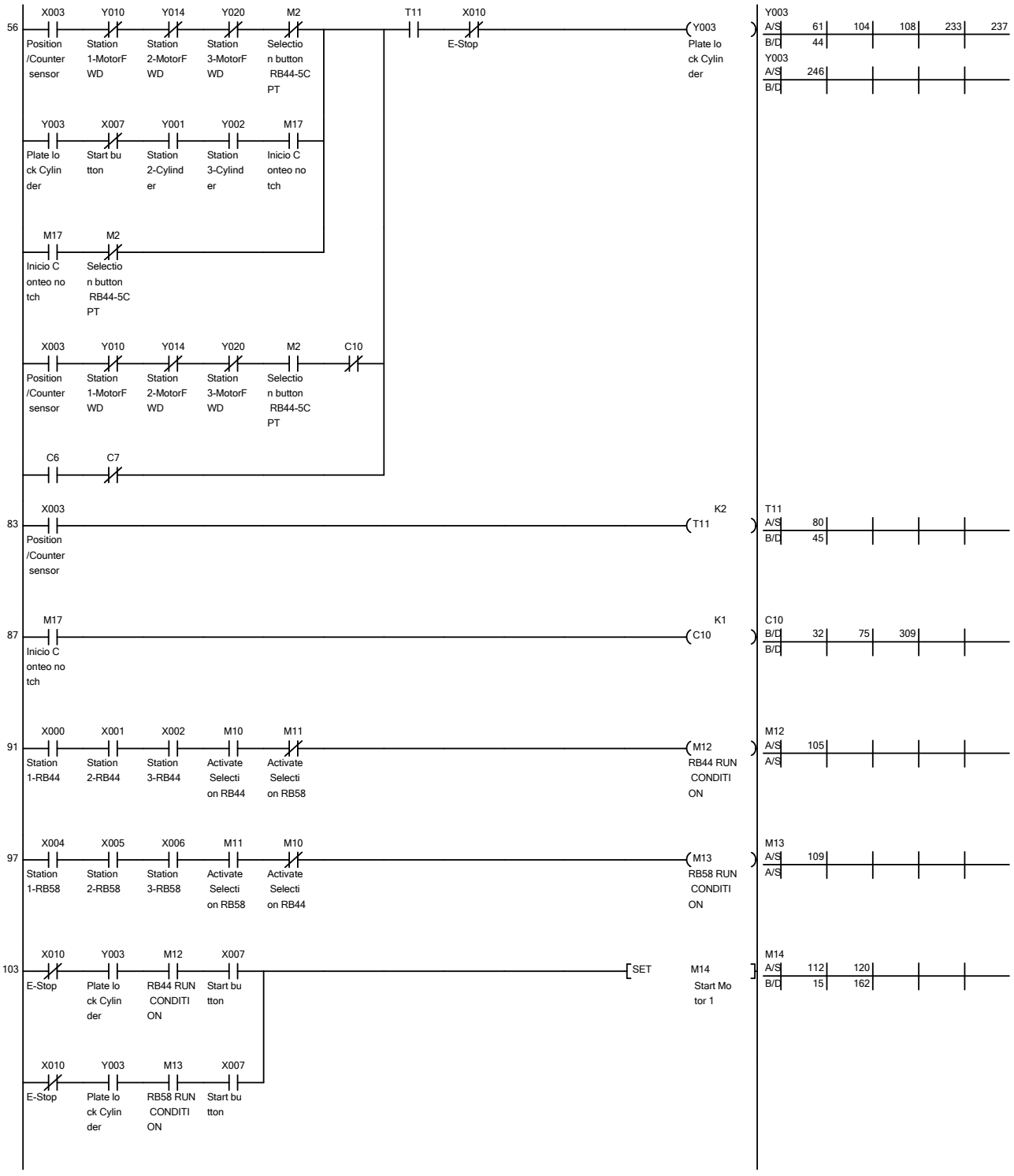
[MODEM Initialized]
None

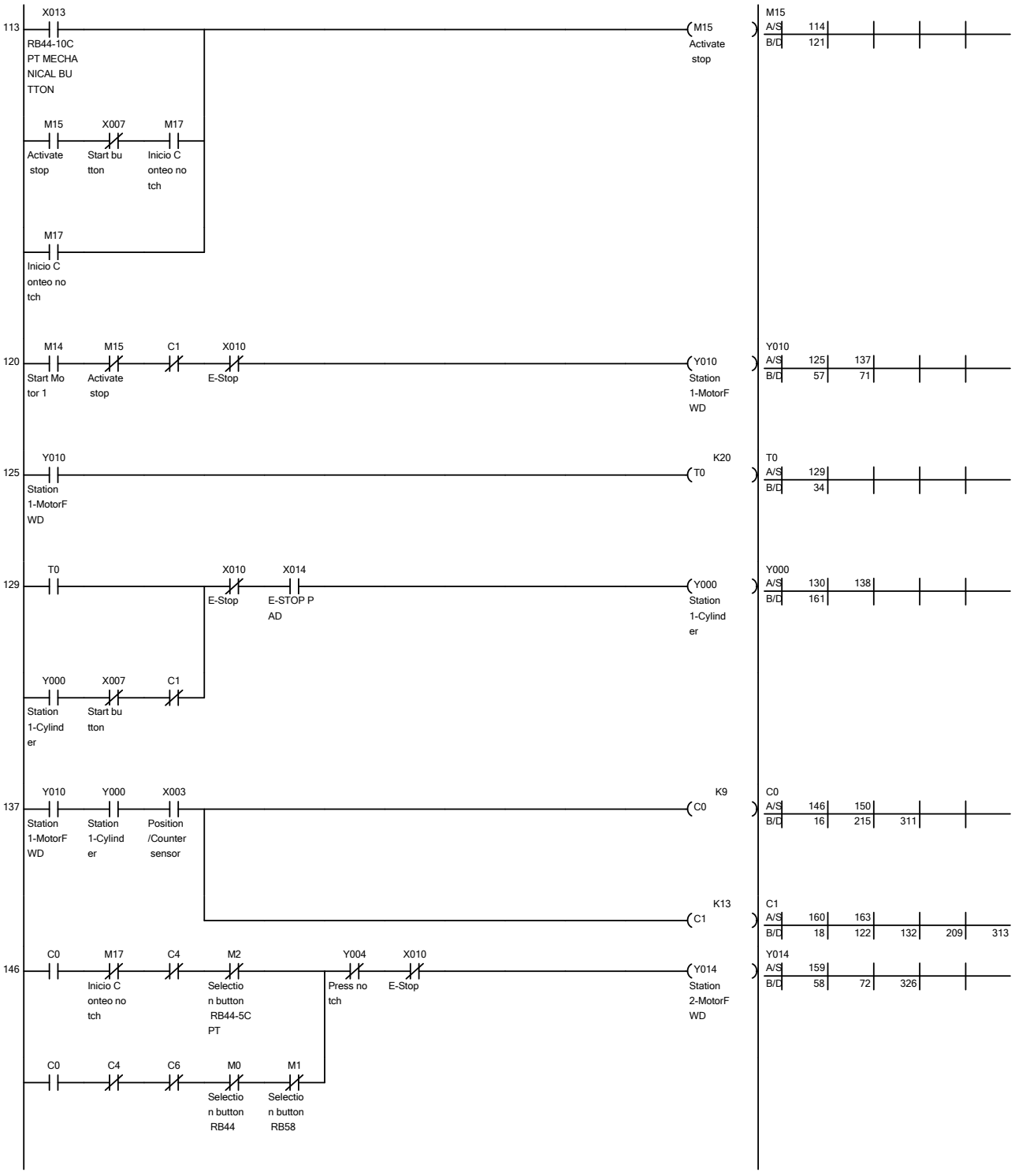
[RUN Terminal Input]
None

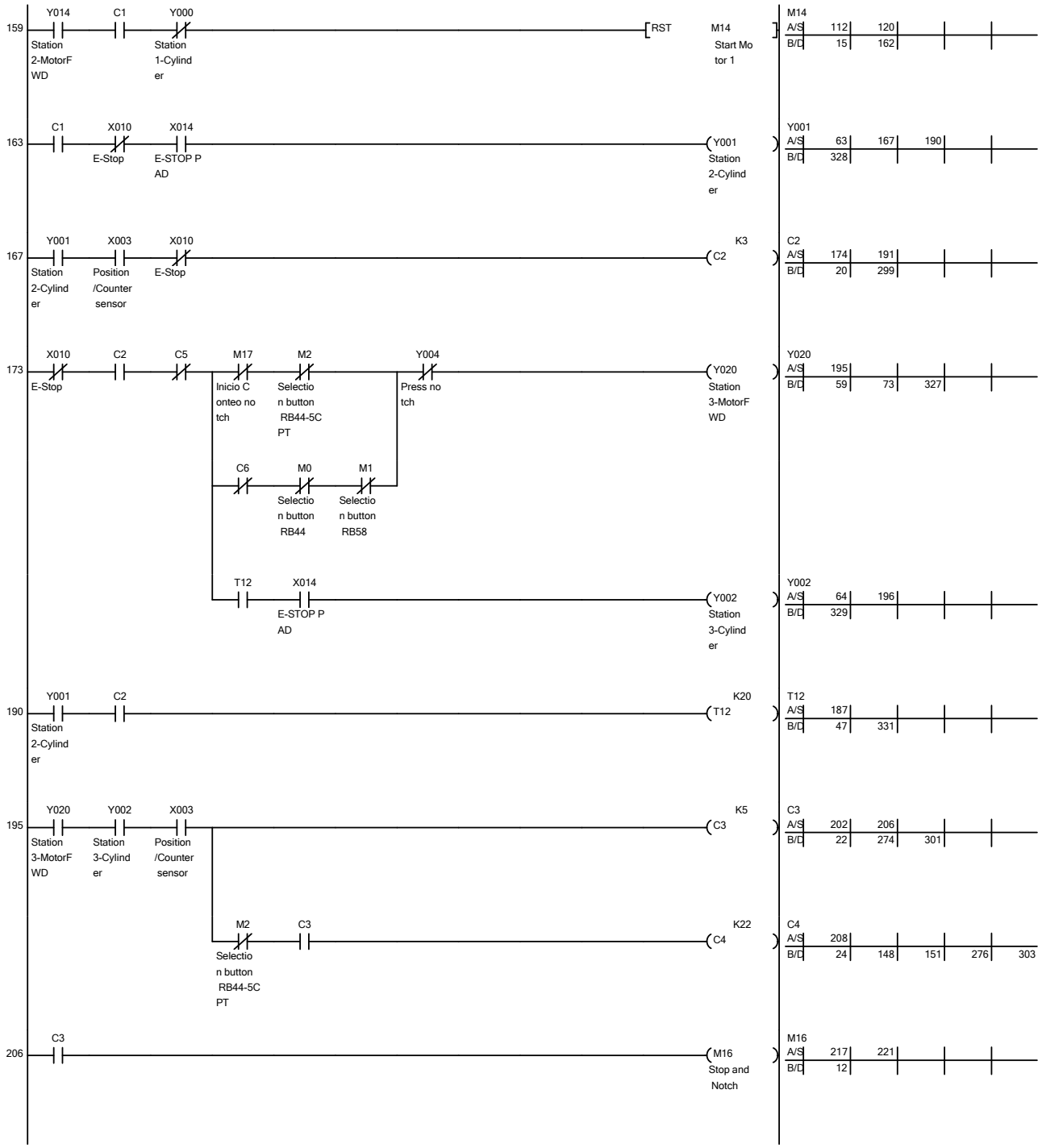

0
M0
Selectio
n button
RB44
SET
M10
Activate
Selecti
on RB44
M10
A/S 2 50 94
B/D 6 11 101
M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
RST
M11
Activate
Selecti
on RB58
M11
A/S 5 100
B/D 3 10 52 95 225
4
M1
Selectio
n button
RB58
SET
M11
Activate
Selecti
on RB58
M11
A/S 5 100
B/D 3 10 52 95 225
RST
M10
Activate
Selecti
on RB44
M10
A/S 2 50 94
B/D 6 11 101

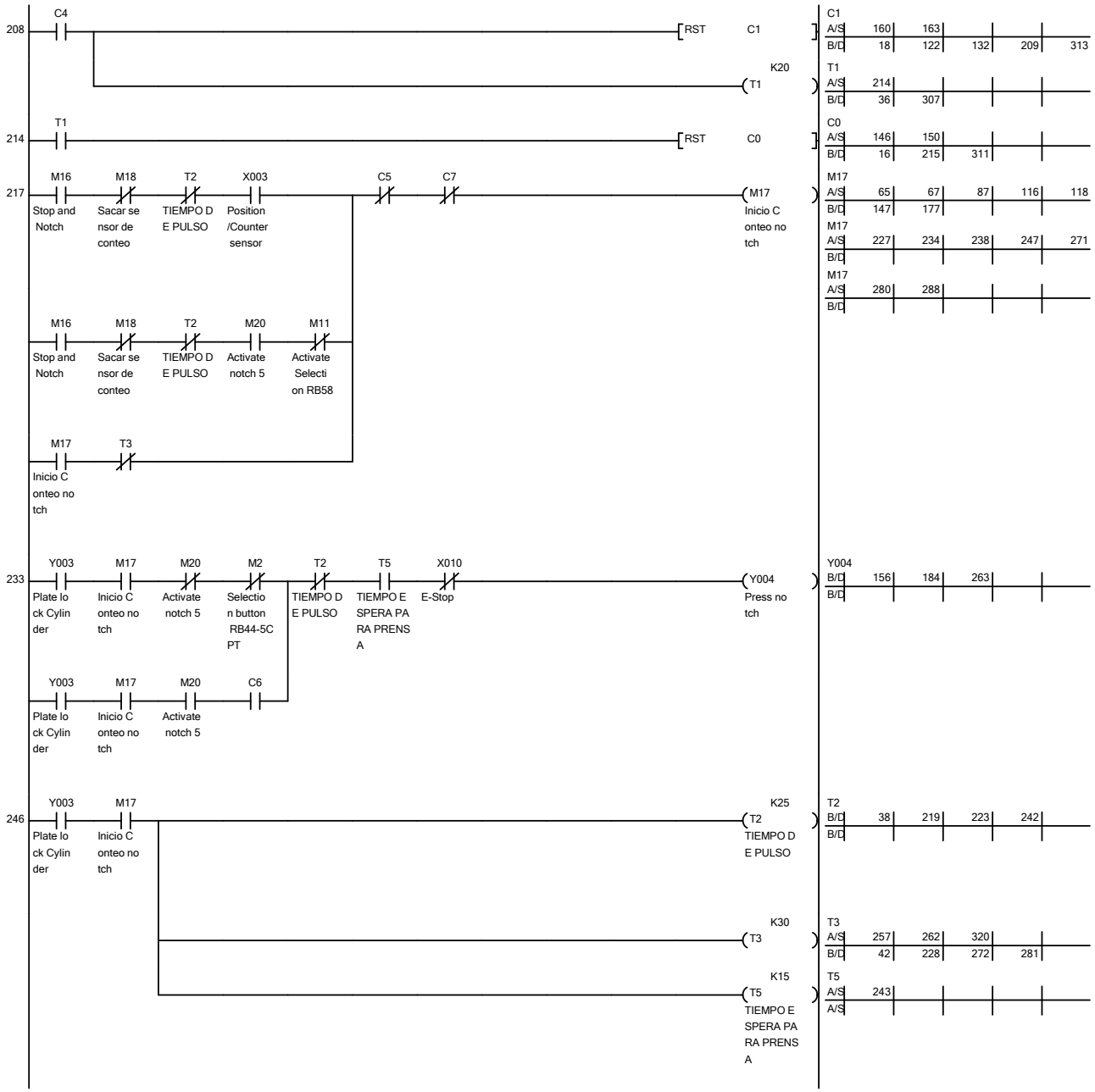

7
X010
E-Stop
X014
E-STOP P
AD
RST
M0
Selectio
n button
RB44
M0
A/S 0 339
B/D 9 53 153 180 478
M0
A/S
B/D 489 505 521 568
RST
M11
Activate
Selecti
on RB58
M11
A/S 5 100
B/D 3 10 52 95 225
RST
M10
Activate
Selecti
on RB44
M10
A/S 2 50 94
B/D 6 11 101
RST
M16
Stop and
Notch
M16
A/S 217 221
B/D 12
RST
M1
Selectio
n button
RB58
M1
A/S 4 439
B/D 13 154 181 378 389
M1
A/S
B/D 404 419 567
RST
M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
M2
A/S 1 49 74 528
B/D 14 60 68 149 178
M2
A/S
B/D 201 236 267 379 479
M2
A/S
B/D 490 506 522
RST
M14
Start Mo
tor 1
M14
A/S 112 120
B/D 15 162
RST
C0
C0
A/S 146 150
B/D 16 215 311
RST
C1
C1
A/S 160 163
B/D 18 122 132 209 313
RST
C2
C2
A/S 174 191
B/D 20 299
RST
C3
C3
A/S 202 206
B/D 22 274 301
RST
C4
C4
A/S 208
B/D 24 148 151 276 303
RST
C5
C5
A/S 273 297 587
B/D 26 175 230 264 278
C5
A/S
B/D 305

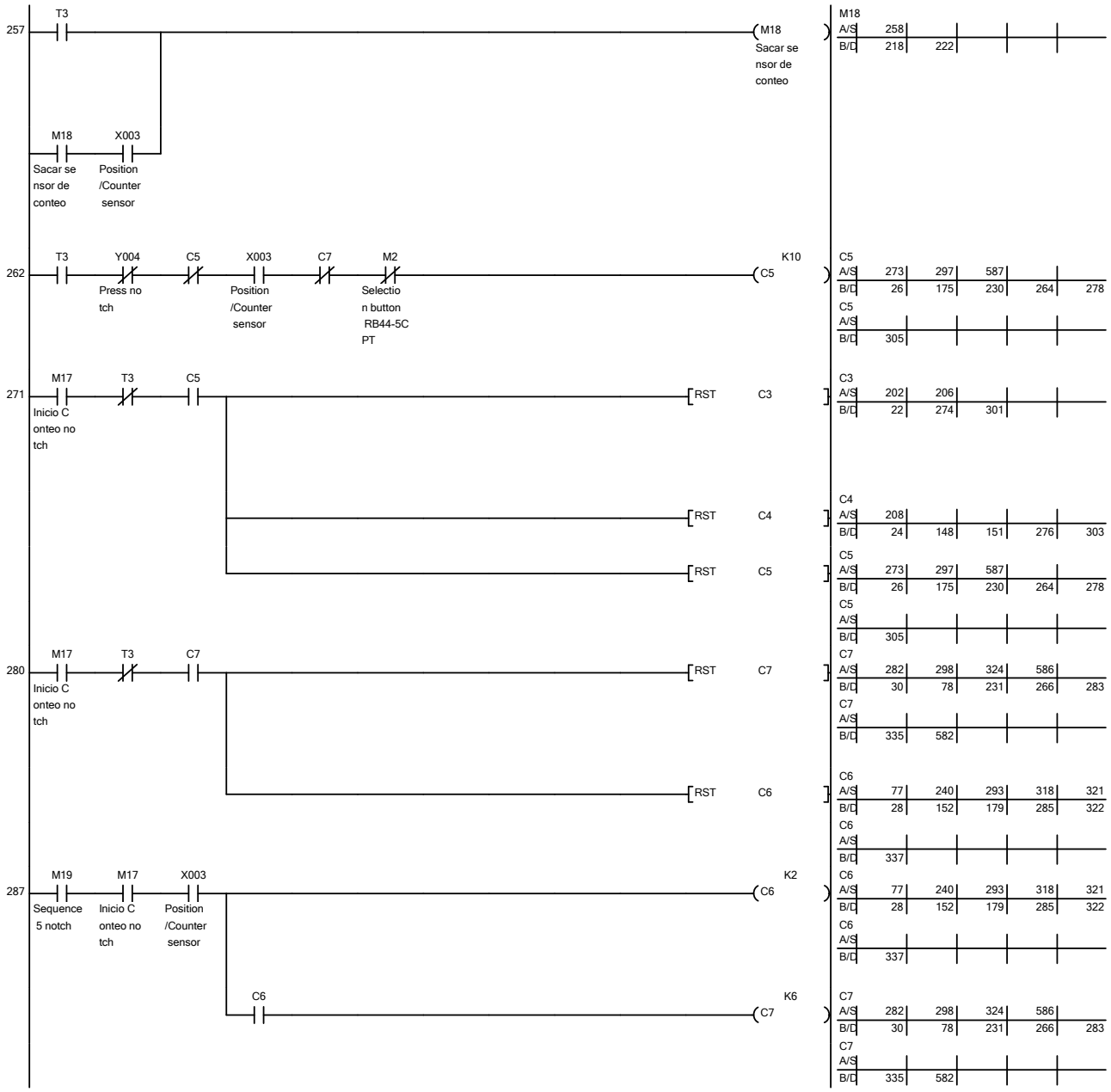

RST C6
RST C7
RST C10
RST T0
RST T1
RST T2
TIEMPO D E PULSO
RST T4
RST T3
RST Y003
Plate lo ck Cylin der
RST T11
RST T12
49
M2
Selectio n button RB44-5C PT
M10
Activate Selecti on RB44
M19
Sequence 5 notch
M11
Activate Selecti on RB58
M0
Selectio n button RB44
M19
Sequence 5 notch
C6 A/S 77 240 293 318 321 B/D 28 152 179 285 322
C6 A/S B/D 337
C7 A/S 282 298 324 586 B/D 30 78 231 266 283
C7 A/S B/D 335 582
C10 B/D 32 75 309 B/D
T0 A/S 129 B/D 34
T1 A/S 214 B/D 36 307
T2 B/D 38 219 223 242 B/D
T4 B/D 40 B/D
T3 A/S 257 262 320 B/D 42 228 272 281
Y003 A/S 61 104 108 233 237 B/D 44
Y003 A/S 246 B/D
T11 A/S 80 B/D 45
T12 A/S 187 B/D 47 331
M19 A/S 51 287 A/S

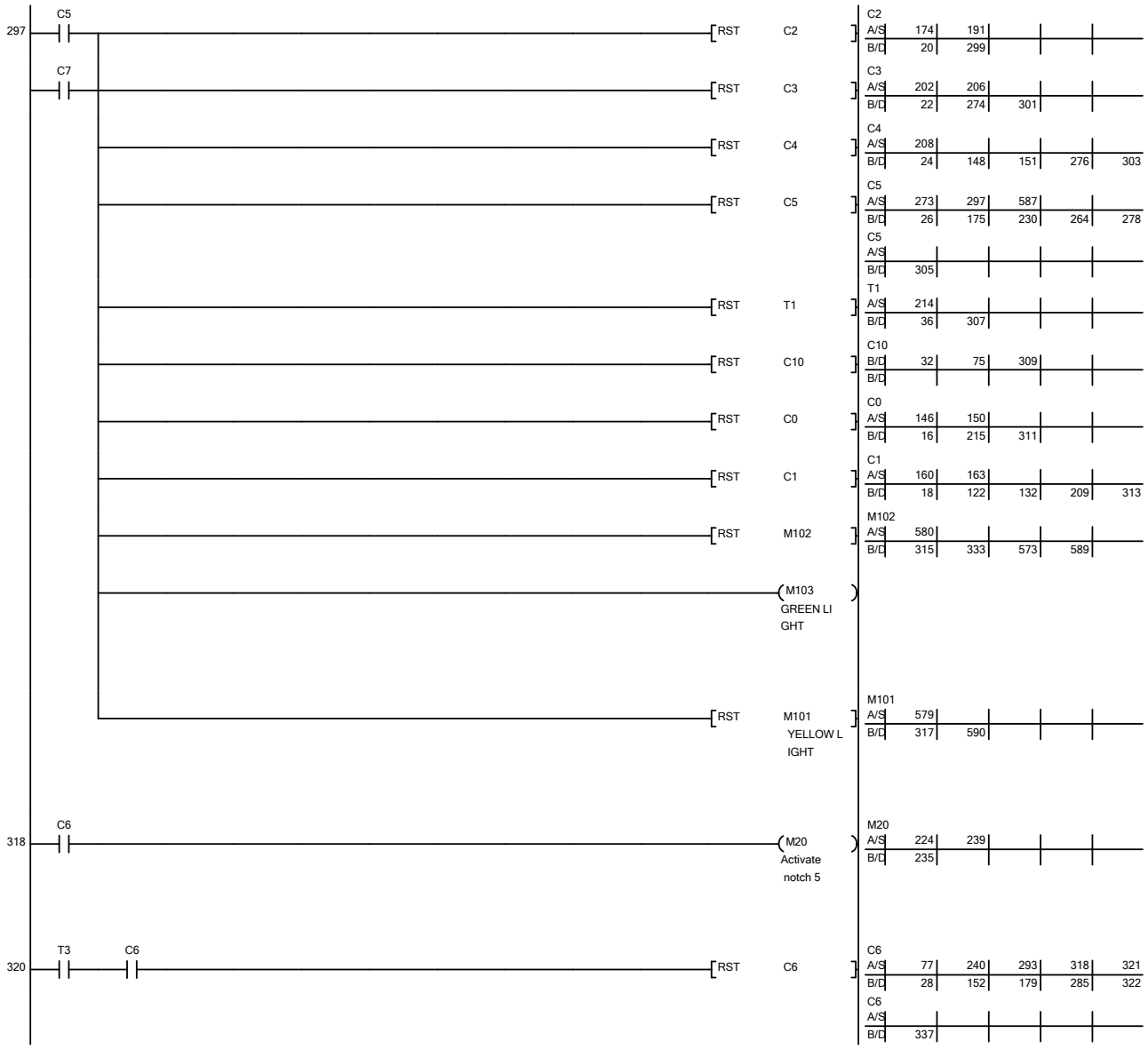

56
X003 Position /Counter sensor
Y010 Station 1-MotorFWD
Y014 Station 2-MotorFWD
Y020 Station 3-MotorFWD
M2 Selection button RB44-5CPT
T11
X010 E-Stop
Y003 Plate lock Cylinder
Y003 Plate lock Cylinder
X007 Start button
Y001 Station 2-Cylinder
Y002 Station 3-Cylinder
M17 Inicio Conteo notch
M17 Inicio Conteo notch
M2 Selection button RB44-5CPT
C10
C6
C7
83
K2
T11
87
K1
C10
91
X000 Station 1-RB44
X001 Station 2-RB44
X002 Station 3-RB44
M10 Activate Selection RB44
M11 Activate Selection RB58
M12 RB44 RUN CONDITION
97
X004 Station 1-RB58
X005 Station 2-RB58
X006 Station 3-RB58
M11 Activate Selection RB58
M10 Activate Selection RB44
M13 RB58 RUN CONDITION
103
M12 RB44 RUN CONDITION
X007 Start button
SET
M14 Start Motor 1
Y003 A/S 61 104 108 233 237 B/D 44
Y003 A/S 246 B/D
T11 A/S 80 B/D 45
C10 B/D 32 75 309 B/D
M12 A/S 105 A/S
M13 A/S 109 A/S
M14 A/S 112 120 B/D 15 162

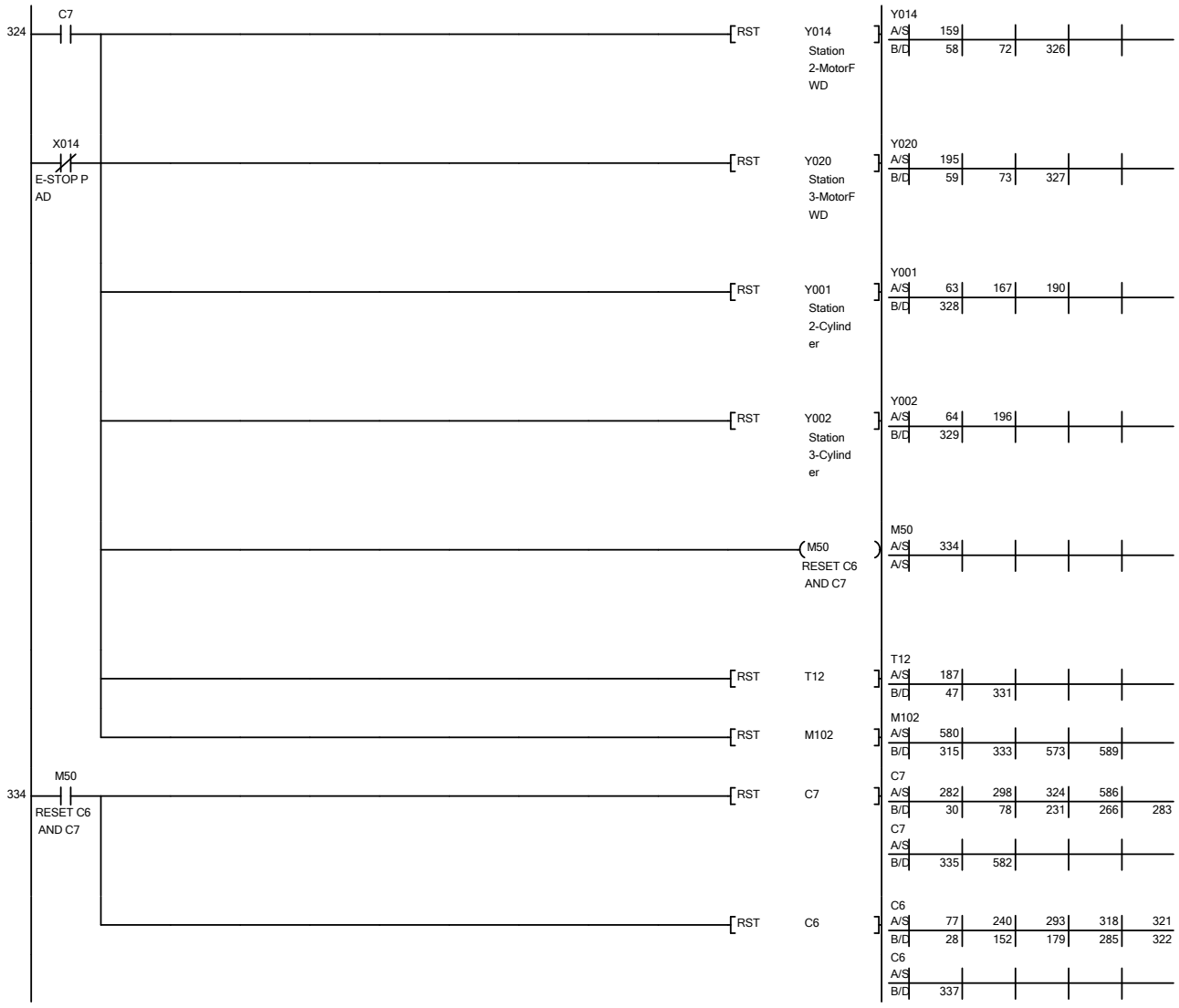

113
X013
RB44-10C PT MECHA NICAL BU TTON
M15
Activate stop
M15
Activate stop
X007
Start bu tton
M17
Inicio C onteo no tch
M17
Inicio C onteo no tch
M15
Activate stop
114
121
120
M14
Start Mo tor 1
M15
Activate stop
C1
X010
E-Stop
Y010
Station 1-MotorF WD
Y010
125
137
57
71
125
Y010
Station 1-MotorF WD
K20
T0
T0
129
34
129
T0
X010
E-Stop
X014
E-STOP P AD
Y000
Station 1-Cylind er
Y000
130
138
161
Y000
Station 1-Cylind er
X007
Start bu tton
C1
137
Y010
Station 1-MotorF WD
Y000
Station 1-Cylind er
X003
Position /Counter sensor
K9
C0
C0
146
150
16
215
311
K13
C1
C1
160
163
18
122
132
209
313
146
C0
M17
Inicio C onteo no tch
C4
M2
Selectio n button RB44-5C PT
Y004
Press no tch
X010
E-Stop
Y014
Station 2-MotorF WD
Y014
159
58
72
326
C0
C4
C6
M0
Selectio n button RB44
M1
Selectio n button RB58

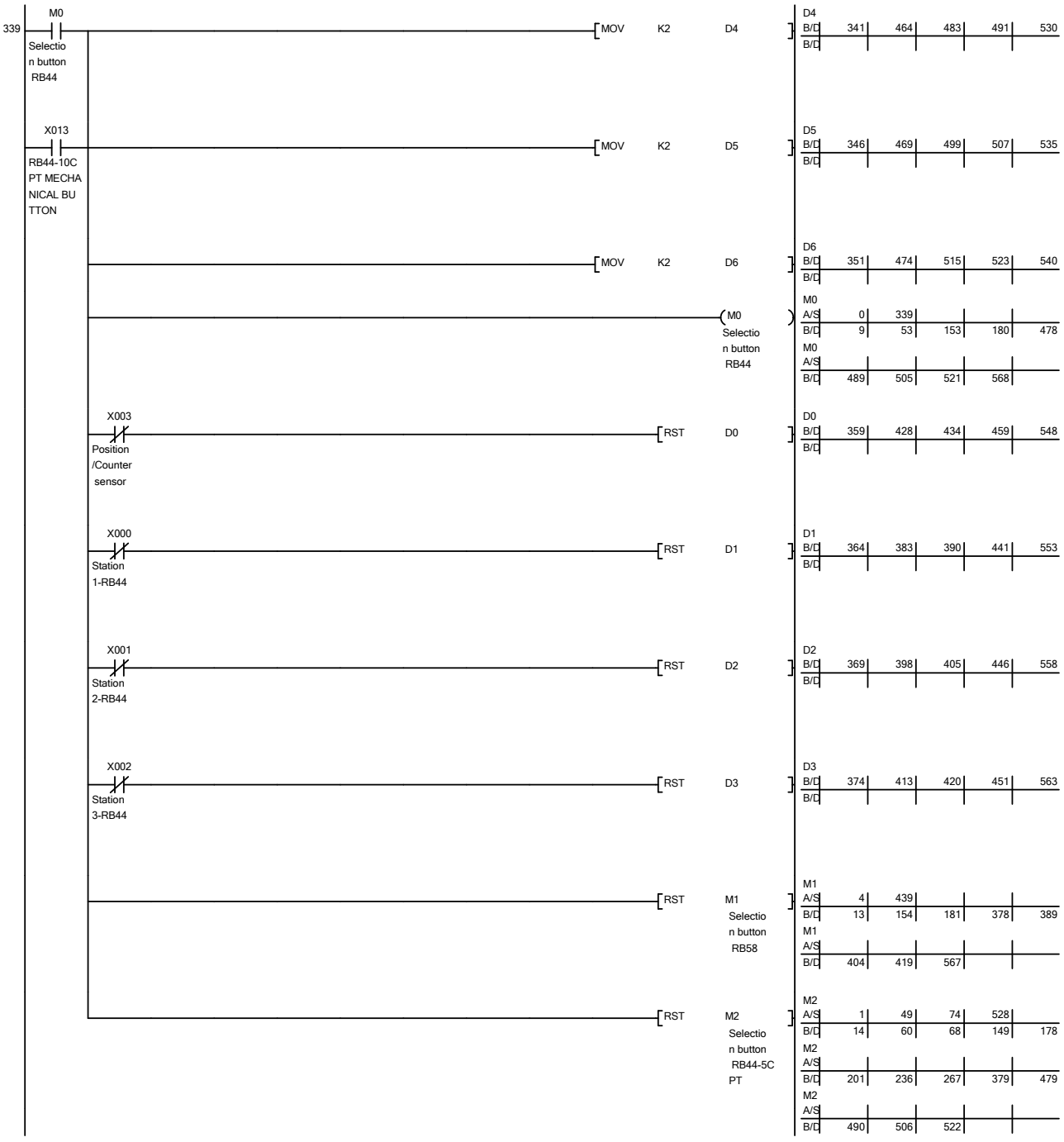

159
Y014
Station 2-MotorFWD
C1
Y000
Station 1-Cylinder
RST
M14
Start Motor 1
M14 A/S 112 120 B/D 15 162
163
C1
X010
E-Stop
X014
E-STOP PAD
Y001
Station 2-Cylinder
Y001 A/S 63 167 190 B/D 328
167
Y001
Station 2-Cylinder
X003
Position /Counter sensor
X010
E-Stop
K3
C2
C2 A/S 174 191 B/D 20 299
173
X010
E-Stop
C2
C5
M17
Inicio Conteo notch
M2
Selection button RB44-5CPT
Y004
Press notch
Y020
Station 3-MotorFWD
Y020 A/S 195 B/D 59 73 327
C6
M0
Selection button RB44
M1
Selection button RB58
T12
X014
E-STOP PAD
Y002
Station 3-Cylinder
Y002 A/S 64 196 B/D 329
190
Y001
Station 2-Cylinder
C2
K20
T12
T12 A/S 187 B/D 47 331
195
Y020
Station 3-MotorFWD
Y002
Station 3-Cylinder
X003
Position /Counter sensor
K5
C3
C3 A/S 202 206 B/D 22 274 301
M2
Selection button RB44-5CPT
C3
K22
C4
C4 A/S 208 B/D 24 148 151 276 303
206
C3
M16
Stop and Notch
M16 A/S 217 221 B/D 12

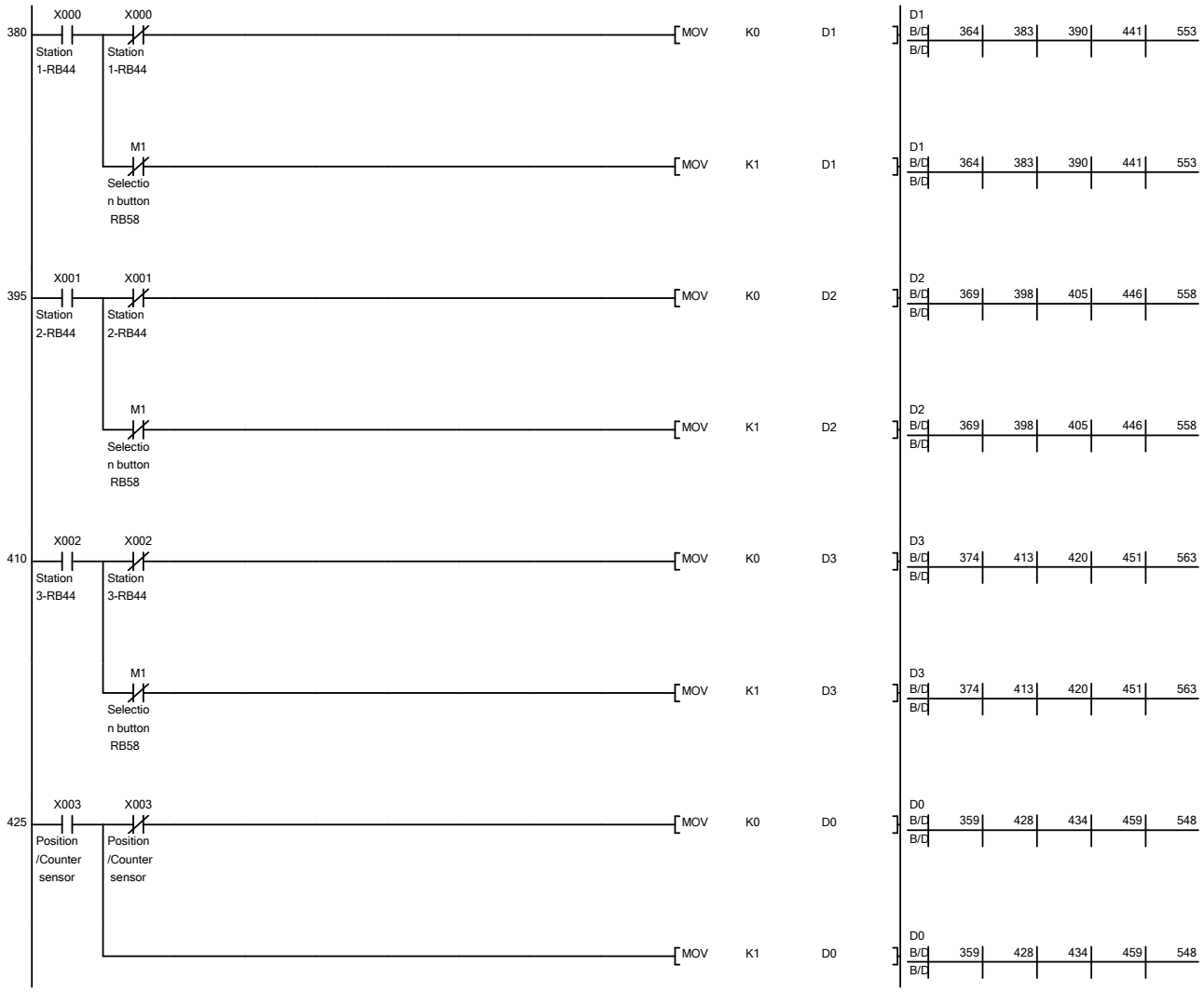

208
C4
RST
C1
K20
T1
214
T1
RST
C0
217
M16
Stop and Notch
M18
Sacar se nsor de conteo
T2
TIEMPO D E PULSO
X003
Position /Counter sensor
C5
C7
M17
Inicio C onteo no tch
M16
Stop and Notch
M18
Sacar se nsor de conteo
T2
TIEMPO D E PULSO
M20
Activate notch 5
M11
Activate Selecti on RB58
M17
Inicio C onteo no tch
T3
233
Y003
Plate lo ck Cylin der
M17
Inicio C onteo no tch
M20
Activate notch 5
M2
Selectio n button RB44-5C PT
T2
TIEMPO D E PULSO
T5
TIEMPO E SPERA PA RA PRENS A
X010
E-Stop
Y004
Press no tch
Y003
Plate lo ck Cylin der
M17
Inicio C onteo no tch
M20
Activate notch 5
C6
246
Y003
Plate lo ck Cylin der
M17
Inicio C onteo no tch
K25
T2
TIEMPO D E PULSO
K30
T3
K15
T5
TIEMPO E SPERA PA RA PRENS A
C1
A/S 160 163
B/D 18 122 132 209 313
T1
A/S 214
B/D 36 307
C0
A/S 146 150
B/D 16 215 311
M17
A/S 65 67 87 116 118
B/D 147 177
M17
A/S 227 234 238 247 271
B/D
M17
A/S 280 288
B/D
Y004
B/D 156 184 263
B/D
T2
B/D 38 219 223 242
B/D
T3
A/S 257 262 320
B/D 42 228 272 281
T5
A/S 243
A/S

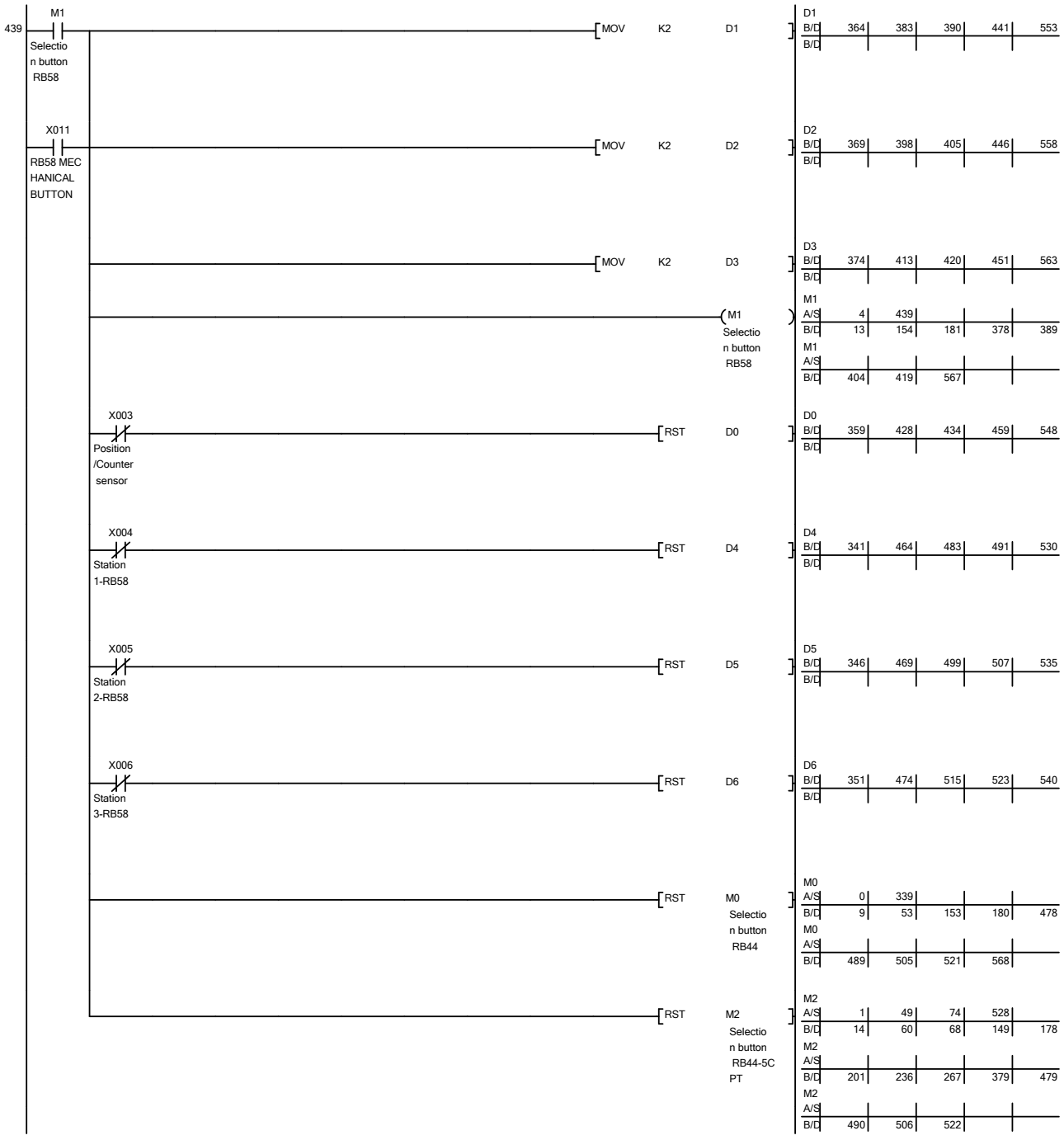

257
T3
M18
Sacar se nsor de conteo
M18
Sacar se nsor de conteo
X003
Position /Counter sensor
262
T3
Y004
Press no tch
C5
X003
Position /Counter sensor
C7
M2
Selectio n button RB44-5C PT
K10
C5
271
M17
Inicio C onteo no tch
T3
C5
RST
C3
RST
C4
RST
C5
280
M17
Inicio C onteo no tch
T3
C7
RST
C7
RST
C6
287
M19
Sequence 5 notch
M17
Inicio C onteo no tch
X003
Position /Counter sensor
K2
C6
C6
K6
C7
A/S
B/D
258 218 222
273 297 587 26 175 230 264 278
305
202 206 22 274 301
208 24 148 151 276 303
282 298 324 586 30 78 231 266 283
335 582
77 240 293 318 321 28 152 179 285 322
337

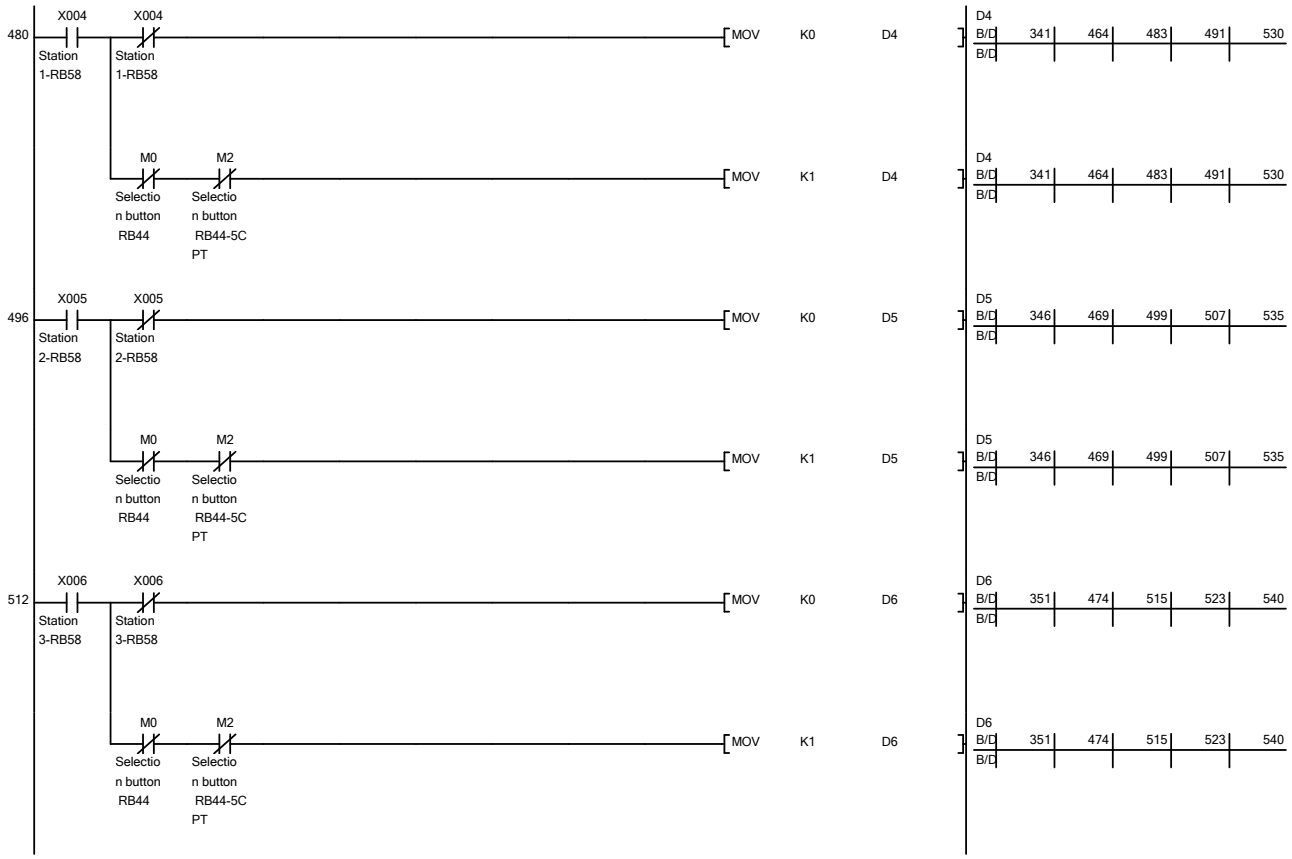

297
C5
RST C2
C7
RST C3
RST C4
RST C5
RST T1
RST C10
RST C0
RST C1
RST M102
M103 GREEN LIGHT
RST M101 YELLOW LIGHT
318
C6
M20 Activate notch 5
320
T3
C6
RST C6
C2 A/S 174 191 B/D 20 299
C3 A/S 202 206 B/D 22 274 301
C4 A/S 208 B/D 24 148 151 276 303
C5 A/S 273 297 587 B/D 26 175 230 264 278
C5 A/S B/D 305
T1 A/S 214 B/D 36 307
C10 B/D 32 75 309 B/D
C0 A/S 146 150 B/D 16 215 311
C1 A/S 160 163 B/D 18 122 132 209 313
M102 A/S 580 B/D 315 333 573 589
M101 A/S 579 B/D 317 590
M20 A/S 224 239 B/D 235
C6 A/S 77 240 293 318 321 B/D 28 152 179 285 322
C6 A/S B/D 337

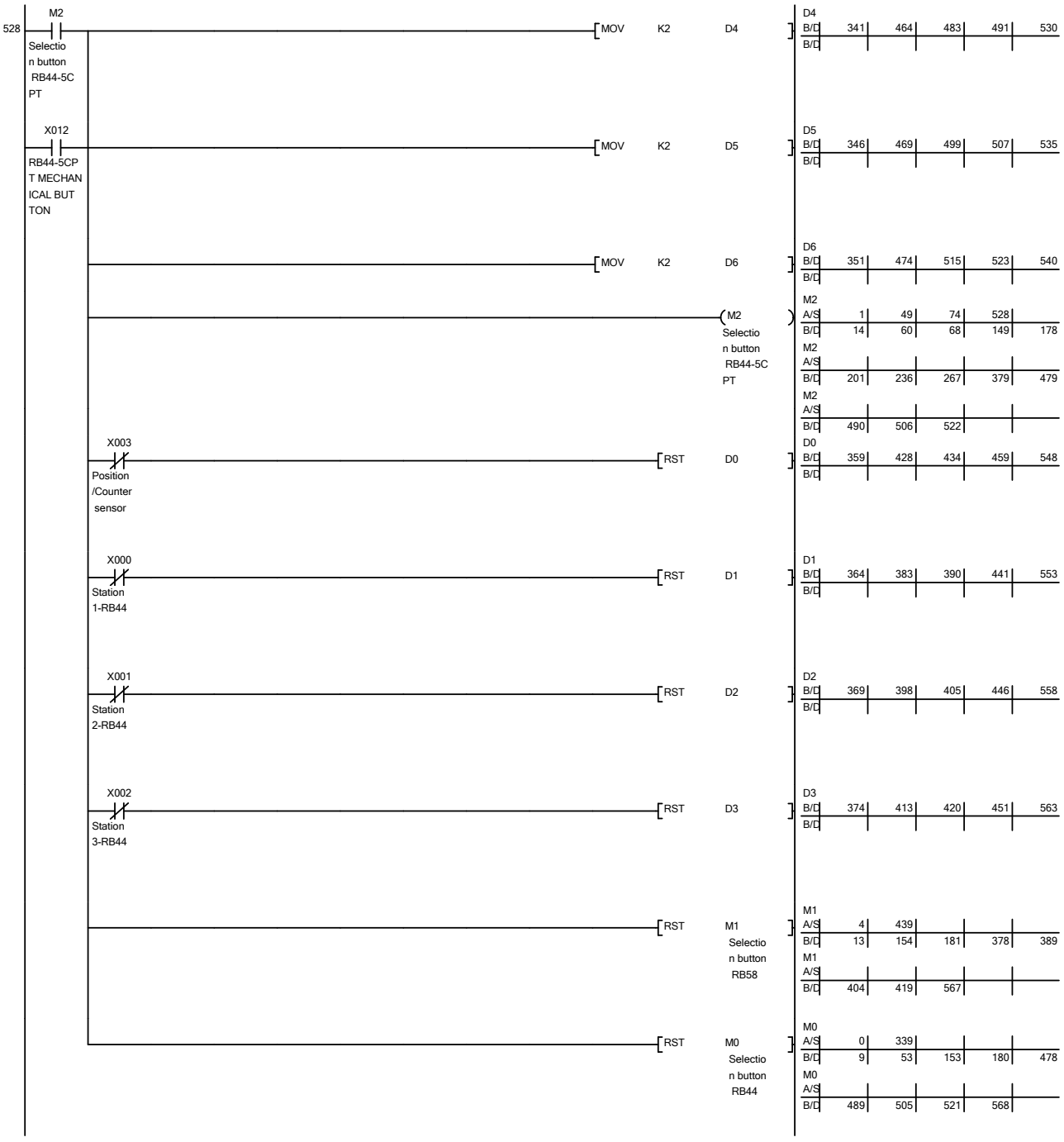

324
C7
X014
E-STOP PAD
334
M50
RESET C6 AND C7
RST
Y014 Station 2-MotorFWD
Y020 Station 3-MotorFWD
Y001 Station 2-Cylinder
Y002 Station 3-Cylinder
M50 RESET C6 AND C7
T12
M102
C7
C6
Y014 A/S 159 B/D 58 72 326
Y020 A/S 195 B/D 59 73 327
Y001 A/S 63 167 190 B/D 328
Y002 A/S 64 196 B/D 329
M50 A/S 334 A/S
T12 A/S 187 B/D 47 331
M102 A/S 580 B/D 315 333 573 589
C7 A/S 282 298 324 586 B/D 30 78 231 266 283
C7 A/S B/D 335 582
C6 A/S 77 240 293 318 321 B/D 28 152 179 285 322
C6 A/S B/D 337

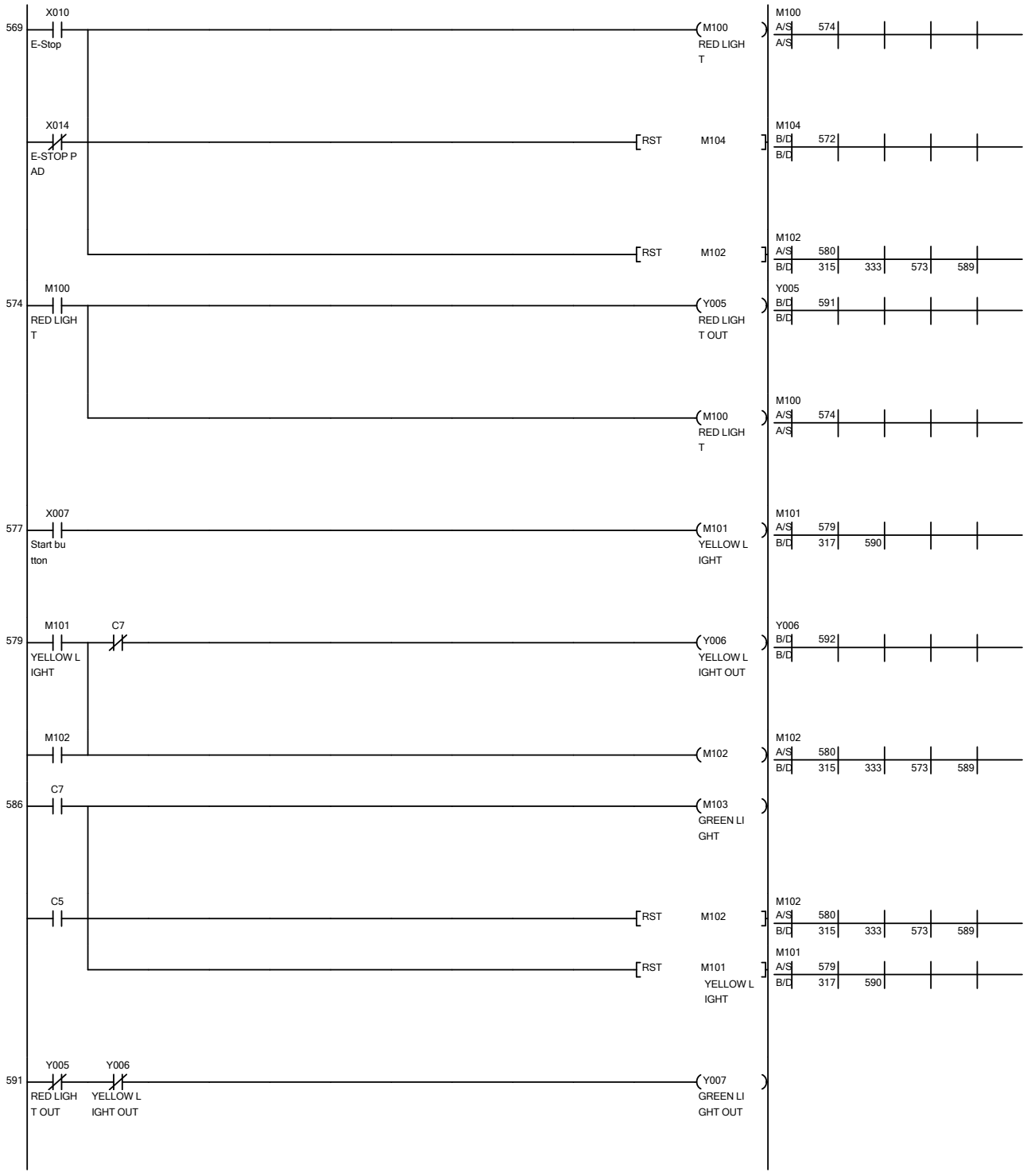

339
M0
Selectio
n button
RB44
X013
RB44-10C
PT MECHA
NICAL BU
TTON
X003
Position
/Counter
sensor
X000
Station
1-RB44
X001
Station
2-RB44
X002
Station
3-RB44
MOV K2 D4
MOV K2 D5
MOV K2 D6
M0
Selectio
n button
RB44
RST D0
RST D1
RST D2
RST D3
RST M1
Selectio
n button
RB58
RST M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
D4 B/D 341 464 483 491 530
B/D
D5 B/D 346 469 499 507 535
B/D
D6 B/D 351 474 515 523 540
B/D
M0 A/S 0 339
B/D 9 53 153 180 478
M0 A/S
B/D 489 505 521 568
D0 B/D 359 428 434 459 548
B/D
D1 B/D 364 383 390 441 553
B/D
D2 B/D 369 398 405 446 558
B/D
D3 B/D 374 413 420 451 563
B/D
M1 A/S 4 439
B/D 13 154 181 378 389
M1 A/S
B/D 404 419 567
M2 A/S 1 49 74 528
B/D 14 60 68 149 178
M2 A/S
B/D 201 236 267 379 479
M2 A/S
B/D 490 506 522

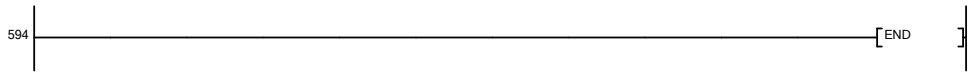

380
X000
Station 1-RB44
X000
Station 1-RB44
MOV K0 D1
M1
Selectio n button RB58
MOV K1 D1
D1 B/D 364 383 390 441 553
395
X001
Station 2-RB44
X001
Station 2-RB44
MOV K0 D2
M1
Selectio n button RB58
MOV K1 D2
D2 B/D 369 398 405 446 558
410
X002
Station 3-RB44
X002
Station 3-RB44
MOV K0 D3
M1
Selectio n button RB58
MOV K1 D3
D3 B/D 374 413 420 451 563
425
X003
Position /Counter sensor
X003
Position /Counter sensor
MOV K0 D0
MOV K1 D0
D0 B/D 359 428 434 459 548


439
M1
Selectio
n button
RB58
X011
RB58 MEC
HANICAL
BUTTON
X003
Position
/Counter
sensor
X004
Station
1-RB58
X005
Station
2-RB58
X006
Station
3-RB58
MOV K2 D1
MOV K2 D2
MOV K2 D3
M1
Selectio
n button
RB58
RST D0
RST D4
RST D5
RST D6
RST M0
Selectio
n button
RB44
RST M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
D1 B/D 364 383 390 441 553 B/D
D2 B/D 369 398 405 446 558 B/D
D3 B/D 374 413 420 451 563 B/D
M1 A/S 4 439 B/D 13 154 181 378 389
M1 A/S B/D 404 419 567
D0 B/D 359 428 434 459 548 B/D
D4 B/D 341 464 483 491 530 B/D
D5 B/D 346 469 499 507 535 B/D
D6 B/D 351 474 515 523 540 B/D
M0 A/S 0 339 B/D 9 53 153 180 478
M0 A/S B/D 489 505 521 568
M2 A/S 1 49 74 528 B/D 14 60 68 149 178
M2 A/S B/D 201 236 267 379 479
M2 A/S B/D 490 506 522


480
X004
Station 1-RB58
X004
Station 1-RB58
M0
Selectio n button RB44
M2
Selectio n button RB44-5C PT
MOV K0 D4
MOV K1 D4
D4
B/D 341 464 483 491 530
B/D
496
X005
Station 2-RB58
X005
Station 2-RB58
M0
Selectio n button RB44
M2
Selectio n button RB44-5C PT
MOV K0 D5
MOV K1 D5
D5
B/D 346 469 499 507 535
B/D
512
X006
Station 3-RB58
X006
Station 3-RB58
M0
Selectio n button RB44
M2
Selectio n button RB44-5C PT
MOV K0 D6
MOV K1 D6
D6
B/D 351 474 515 523 540
B/D


528
M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
X012
RB44-5CP
T MECHAN
ICAL BUT
TON
X003
Position
/Counter
sensor
X000
Station
1-RB44
X001
Station
2-RB44
X002
Station
3-RB44
MOV K2 D4
MOV K2 D5
MOV K2 D6
M2
Selectio
n button
RB44-5C
PT
RST D0
RST D1
RST D2
RST D3
RST M1
Selectio
n button
RB58
RST M0
Selectio
n button
RB44
D4 B/D 341 464 483 491 530
D5 B/D 346 469 499 507 535
D6 B/D 351 474 515 523 540
M2 A/S 1 49 74 528
M2 B/D 14 60 68 149 178
M2 A/S
M2 B/D 201 236 267 379 479
M2 A/S
M2 B/D 490 506 522
D0 B/D 359 428 434 459 548
D1 B/D 364 383 390 441 553
D2 B/D 369 398 405 446 558
D3 B/D 374 413 420 451 563
M1 A/S 4 439
M1 B/D 13 154 181 378 389
M1 A/S
M1 B/D 404 419 567
M0 A/S 0 339
M0 B/D 9 53 153 180 478
M0 A/S
M0 B/D 489 505 521 568


569
X010
E-Stop
M100
RED LIGHT
M100
A/S 574
A/S
X014
E-STOP PAD
RST M104
M104
B/D 572
B/D
RST M102
M102
A/S 580
B/D 315 333 573 589
574
M100
RED LIGHT
Y005
RED LIGHT OUT
Y005
B/D 591
B/D
M100
RED LIGHT
M100
A/S 574
A/S
577
X007
Start button
M101
YELLOW LIGHT
M101
A/S 579
B/D 317 590
579
M101
YELLOW LIGHT
C7
Y006
YELLOW LIGHT OUT
Y006
B/D 592
B/D
M102
M102
M102
A/S 580
B/D 315 333 573 589
586
C7
M103
GREEN LIGHT
C5
RST M102
M102
A/S 580
B/D 315 333 573 589
RST M101
YELLOW LIGHT
M101
A/S 579
B/D 317 590
591
Y005
RED LIGHT OUT
Y006
YELLOW LIGHT OUT
Y007
GREEN LIGHT OUT


594
END

Device Name	Comment
M0	Selection button RB44
M1	Selection button RB58
M2	Selection button RB44-5CPT
M10	Activate Selection RB44
M11	Activate Selection RB58
M12	RB44 RUN CONDITION
M13	RB58 RUN CONDITION
M14	Start Motor 1
M15	Activate stop
M16	Stop and Notch
M17	Inicio Conteo notch
M18	Sacar sensor de conteo
M19	Sequence 5 notch
M20	Activate notch 5
M50	RESET C6 AND C7
M100	RED LIGHT
M101	YELLOW LIGHT
M103	GREEN LIGHT
X000	Station 1-RB44
X001	Station 2-RB44
X002	Station 3-RB44
X003	Position/Counter sensor
X004	Station 1-RB58
X005	Station 2-RB58
X006	Station 3-RB58
X007	Start button
X010	E-Stop
X011	RB58 MECHANICAL BUTTON
X012	RB44-5CPT MECHANICAL BUTTON
X013	RB44-10CPT MECHANICAL BUTTON
X014	E-STOP PAD
Y000	Station 1-Cylinder
Y001	Station 2-Cylinder
Y002	Station 3-Cylinder
Y003	Plate lock Cylinder
Y004	Press notch
Y005	RED LIGHT OUT
Y006	YELLOW LIGHT OUT
Y007	GREEN LIGHT OUT
Y010	Station 1-MotorFWD
Y011	Station 1-MotorREV
Y014	Station 2-MotorFWD
Y015	Station 2-MotorREV
Y020	Station 3-MotorFWD
Y021	Station 3-MotorREV
T2	TIEMPO DE PULSO
T5	TIEMPO ESPERA PARA PRENSA

Position	Device	Setting Value
(84)	T11	K2
(88)	C10	K1
(126)	T0	K20
(140)	C0	K9
(143)	C1	K13
(170)	C2	K3
(192)	T12	K20
(198)	C3	K5
(203)	C4	K22
(211)	T1	K20
(248)	T2	K25
(251)	T3	K30
(254)	T5	K15
(268)	C5	K10
(290)	C6	K2
(294)	C7	K6

Data Name : Device List

Find In:Rotabin hemming station-C6
Find What:Used Device (Contact & Coil)
Print Range:Whole Range

*:in use (times): the number of coil uses

Device	Contact	Coil	Parameter	Comment
M0	*	*(4)		Selection button RB44
M1	*	*(4)		Selection button RB58
M2	*	*(4)		Selection button RB44-5CPT
M10	*	*(3)		Activate Selection RB44
M11	*	*(3)		Activate Selection RB58
M12	*	*(1)		RB44 RUN CONDITION
M13	*	*(1)		RB58 RUN CONDITION
M14	*	*(3)		Start Motor 1
M15	*	*(1)		Activate stop
M16	*	*(2)		Stop and Notch
M17	*	*(1)		Inicio Conteo notch
M18	*	*(1)		Sacar sensor de conteo
M19	*	*(1)		Sequence 5 notch
M20	*	*(1)		Activate notch 5
M50	*	*(1)		RESET C6 AND C7
M100	*	*(2)		RED LIGHT
M101	*	*(3)		YELLOW LIGHT
M102	*	*(5)		
Y000	*	*(1)		Station 1-Cylinder
Y001	*	*(2)		Station 2-Cylinder
Y002	*	*(2)		Station 3-Cylinder
Y003	*	*(2)		Plate lock Cylinder
Y004	*	*(1)		Press notch
Y005	*	*(1)		RED LIGHT OUT
Y006	*	*(1)		YELLOW LIGHT OUT
Y010	*	*(1)		Station 1-MotorFWD
Y014	*	*(2)		Station 2-MotorFWD
Y020	*	*(2)		Station 3-MotorFWD
T0	*	*(2)		
T1	*	*(3)		
T2	*	*(2)		TIEMPO DE PULSO
T3	*	*(2)		
T5	*	*(1)		TIEMPO ESPERA PARA PRENSA
T11	*	*(2)		
T12	*	*(3)		
C0	*	*(4)		
C1	*	*(4)		

Data Name : Device List

Find In:Rotabin hemming station-C6
Find What:Used Device (Contact & Coil)
Print Range:Whole Range

*:in use (times): the number of coil uses

Device	Contact	Coil	Parameter	Comment
C2	*	*(3)		
C3	*	*(4)		
C4	*	*(4)		
C5	*	*(4)		
C6	*	*(5)		
C7	*	*(4)		
C10	*	*(3)		

Data Name : Cross Reference

Device/Label:Y003

Print Range:All

	Device/Label	Instruction	Ladder Symbol	Position	Data Name
	Filtering Condition	Filtering Condition		Filtering Condition	Filtering Condition
	Y003	RST	-[ ]-	Step No.44	MAIN
	Y003	LD	-| |-	Step No.61	MAIN
	Y003	OUT	-( )-	Step No.82	MAIN
	Y003	AND	-| |-	Step No.104	MAIN
	Y003	AND	-| |-	Step No.108	MAIN
	Y003	LD	-| |-	Step No.233	MAIN
	Y003	LD	-| |-	Step No.237	MAIN
	Y003	LD	-| |-	Step No.246	MAIN

[Line Statement List]

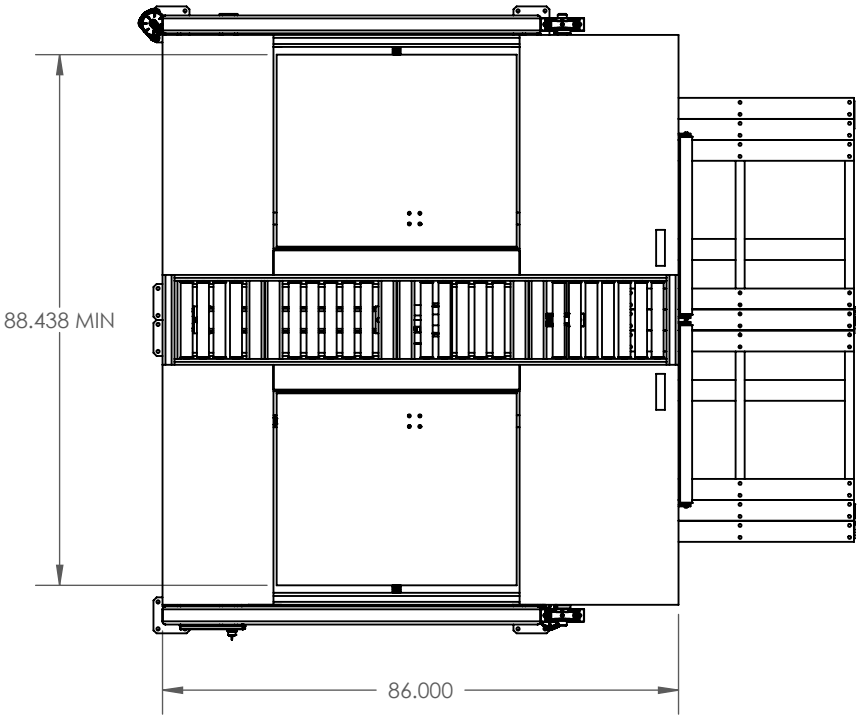
Step	Line Statement
339	BOTONES

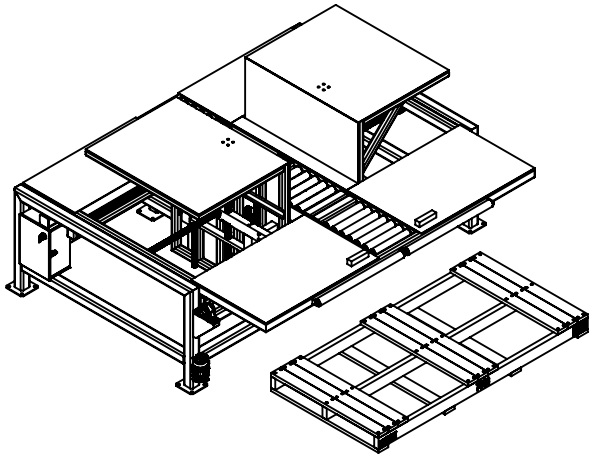
Project Contents List 4/5/2024
Data Name : Project Contents List

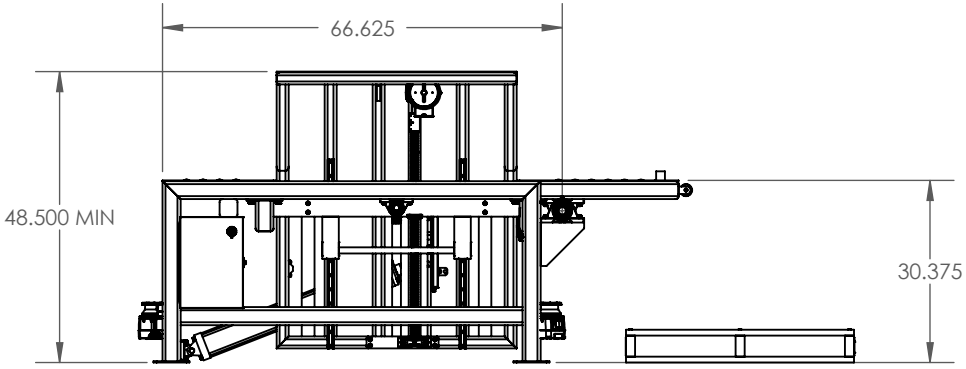
Workspace Name :
Project Name : Rotabin hemming station-C6
Title :

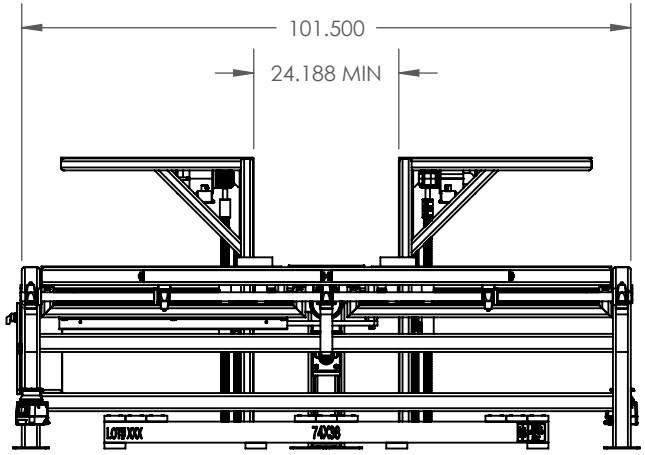
Data Name	Last Change	Title
Parameter	7/4/2023 8:47:18 AM	
PLC Parameter	7/4/2023 8:47:18 AM	
Global Device Comment	4/5/2024 7:55:02 AM	
Program Setting		
Execution Program		
MAIN	8/8/2023 1:45:36 PM	
MAIN	4/5/2024 2:07:23 PM	
POU		
Program	8/8/2023 1:45:36 PM	
MAIN	4/5/2024 2:07:23 PM	
Local Device Comment		
Device Memory	7/4/2023 8:47:18 AM	
MAIN	7/4/2023 8:47:18 AM	

REVISIONS		
REV.	DESCRIPTION	DATE
A	ORIGINAL DOCUMENT RELEASE LRG	05/16/2023









REQUERIMIENTOS GENERALES

1. (XX.XXX) INDICA DIMENSIONES CRITICAS
2. RETIRAR VIRUTAS Y REMOVER BORDES CON FILO
3. (X) DENOTA NIVEL DE REVISION

GENERAL REQUIREMENTS

1. (XX.XXX) DENOTES CRITICAL DIMENSIONS
2. REMOVE ALL BURRS & BREAK SHARP EDGES
3. (X) DENOTES REVISION LEVEL

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
TOLERANCES ON:
FRACTIONS ± 1/32
DECIMALS:
.XXXX ± .0005 in
.XXX ± .005 in
.XX ±.01 in
.X ±.06 in
ALL ANGLES ARE 90° UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

SIZE "A" | SCALE: 1:32

DATE: 05/16/2023

VALIDATED BY / DATE: LRG 05/16/2023

DRAWN BY: LUIS RIVERA

DURHAM MFG
Est. 1922
201 MAIN ST., P.O. BOX 230
DURHAM CT, 06422-0230
TEL. 1-(800)-243-3774
LOCAL TEL. 1-(860)-349-3427
FAX 1-(800)-782-5499

NOTE
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DURHAM MFG. CO.
IT MAY CONTAIN PROPRIETARY INFORMATION NEITHER
THIS DRAWING NOR ANY INFORMATION THEREIN SHALL BE
COPIED OR REPRODUCED IN ANY MANNER. IT MAY NOT BE LOANED
OR USED FOR ANY REASON WITHOUT THE PRIOR WRITTEN
PERMISSION OF THE DURHAM MANUFACTURING COMPANY

DESCRIPTION: FINAL CABINET ASSEMBLY STATION

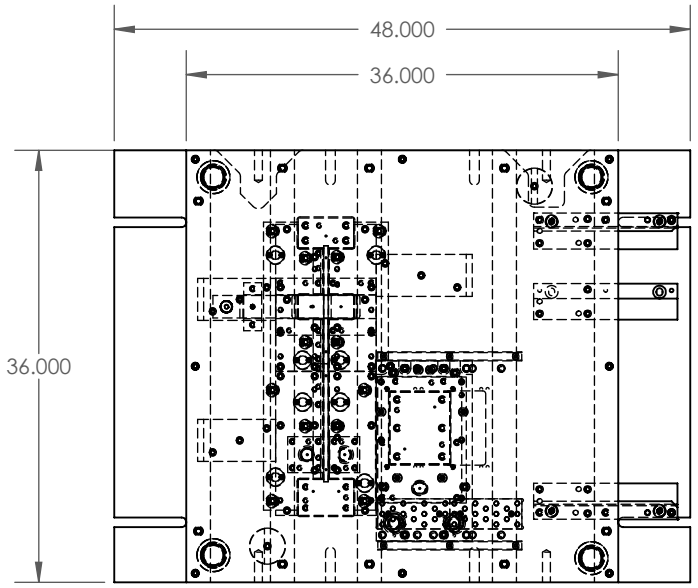
PART #: TXXXX

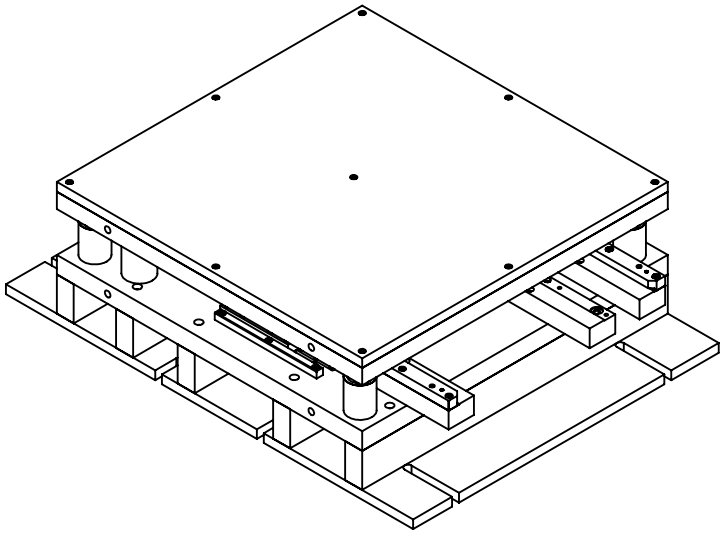
SHEET #: 1 OF 1

REVISION: A

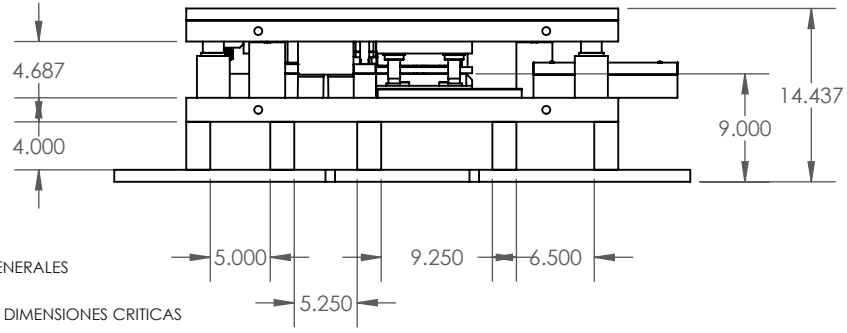
C:\Users\luis.rivera\Desktop\Cabinet assembly station\

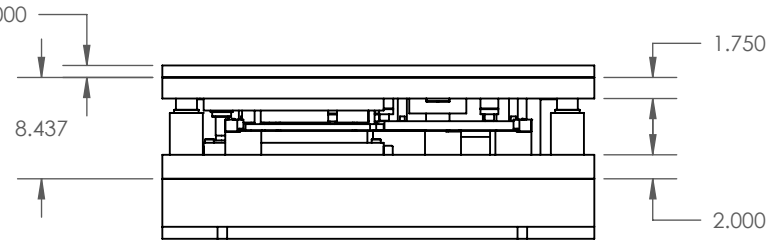
REVISIONS		
REV.	DESCRIPTION	DATE
A	ORIGINAL DOCUMENT RELEASE LRG	04/09/2024











REQUERIMIENTOS GENERALES

1> (XX.XXX) INDICA DIMENSIONES CRITICAS
2> RETIRAR VIRUTAS Y REMOVER BORDES CON FILO
3> X DENOTA NIVEL DE REVISION

GENERAL REQUIREMENTS

1> (XX.XXX) DENOTES CRITICAL DIMENSIONS
2> REMOVE ALL BURRS & BREAK SHARP EDGES
3> X DENOTES REVISION LEVEL

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
TOLERANCES ON:
FRACTIONS ± 1/32
DECIMALS:
.XXXX ± .0005 in
.XXX ± .005 in
.XX ±.01 in
.X ±.06 in
ALL ANGLES ARE 90° UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

SIZE "A"	SCALE:	1:16
DATE:	04/09/2024	
VALIDATED BY / DATE:	RA 04/09/2024	
DRAWN BY:	LUIS RIVERA	

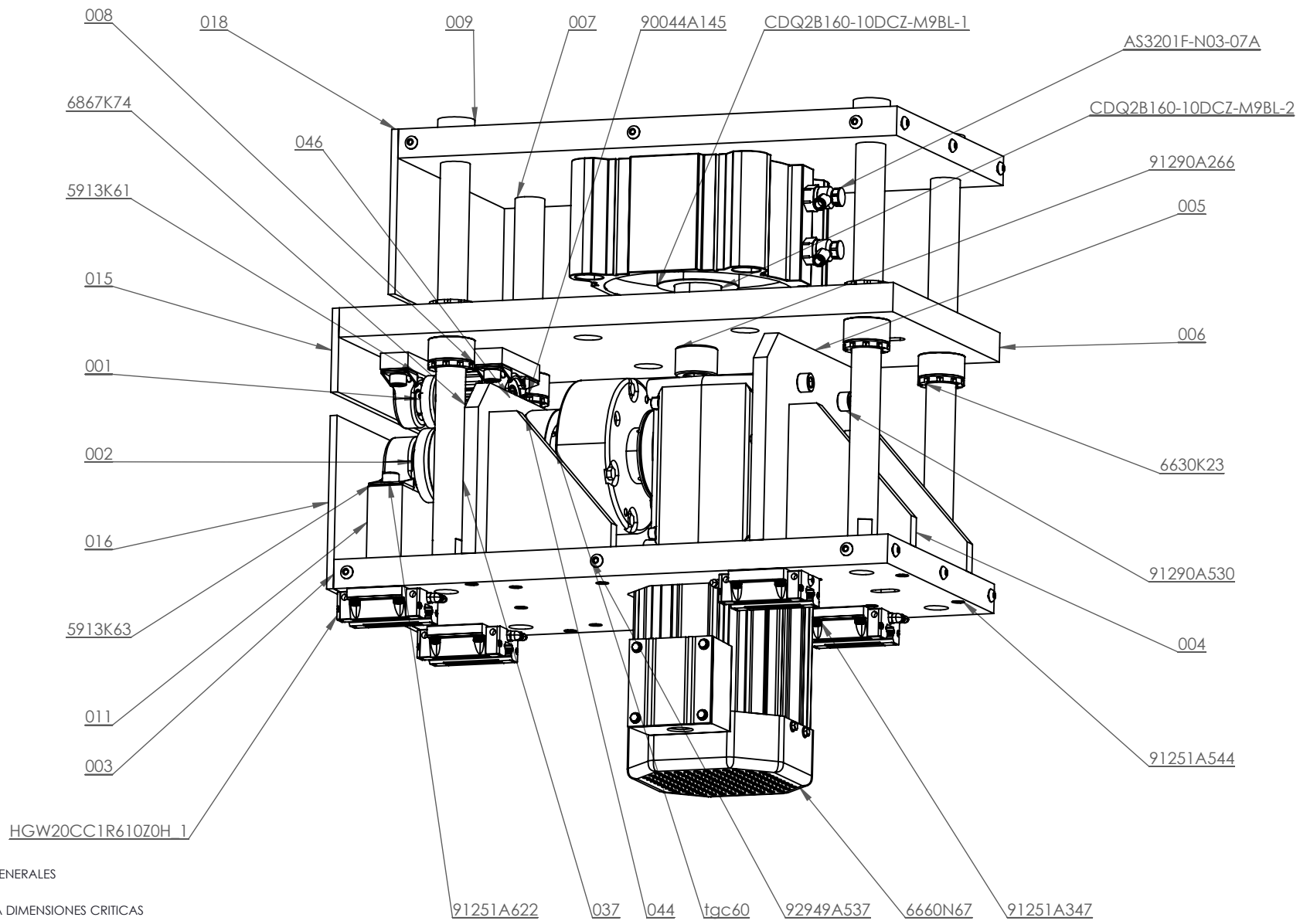
DURHAM MFG
Est. 1922
201 MAIN ST., P.O. BOX 230
DURHAM CT, 06422-0230
TEL. 1-(800)-243-3774
LOCAL TEL. 1-(860)-349-3427
FAX 1-(800)-782-5499

NOTE
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DURHAM MFG. CO.
IT MAY CONTAIN PROPRIETARY INFORMATION NEITHER
THIS DRAWING NOR ANY INFORMATION THEREIN SHALL BE
COPIED OR REPRODUCED IN ANY MANNER. IT MAY NOT BE LOANED
OR USED FOR ANY REASON WITHOUT THE PRIOR WRITTEN
PERMISSION OF THE DURHAM MANUFACTURING COMPANY

DESCRIPTION:	PART #:	SHEET #:	REVISION:
FS-DR-RI BLANKING DIE	DS-9154	1 OF 1	A

Z:\Engineering\Juarez\Dept folders\L.RIVERA\TOOL ROOM\DIE SET\DS-9154 - FS-DR-RI\Tool Assembly\

REVISIONS		
REV.	DESCRIPTION	DATE
A	ORIGINAL DOCUMENT RELEASE LRG	03/13/2023



REQUERIMIENTOS GENERALES

1. (XX.XXX) INDICA DIMENSIONES CRITICAS
2. RETIRAR VIRUTAS Y REMOVER BORDES CON FILO
3. (X) DENOTA NIVEL DE REVISION

GENERAL REQUIREMENTS

1. (XX.XXX) DENOTES CRITICAL DIMENSIONS
2. REMOVE ALL BURRS & BREAK SHARP EDGES
3. (X) DENOTES REVISION LEVEL

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
TOLERANCES ON:
FRACTIONS ± 1/32
DECIMALS:
.XXXX ± .0005 in
.XXX ± .005 in
.XX ±.01 in
.X ±.06 in
ALL ANGLES ARE 90° UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

SIZE "A" | SCALE: 1:8

DATE: 03/13/2023

VALIDATED BY / DATE: LRG 03/13/2023

DRAWN BY: LUIS RIVERA

DURHAM MFG Est. 1922

201 MAIN ST., P.O. BOX 230
DURHAM CT, 06422-0230
TEL. 1-(800)-243-3774
LOCAL TEL. 1-(860)-349-3427
FAX 1-(800)-782-5499

NOTE
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DURHAM MFG. CO.
IT MAY CONTAIN PROPRIETARY INFORMATION NEITHER
THIS DRAWING NOR ANY INFORMATION THEREIN SHALL BE
COPIED OR REPRODUCED IN ANY MANNER. IT MAY NOT BE LOANED
OR USED FOR ANY REASON WITHOUT THE PRIOR WRITTEN
PERMISSION OF THE DURHAM MANUFACTURING COMPANY

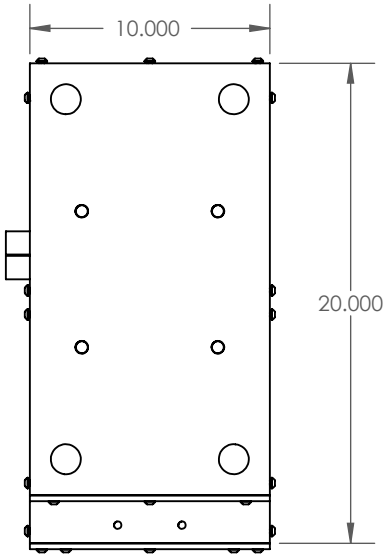
DESCRIPTION: ROTABIN STATION #1

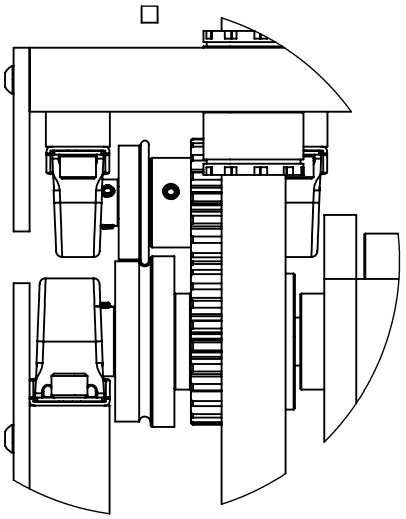
PART #: XXXX

SHEET #: 1 OF 2

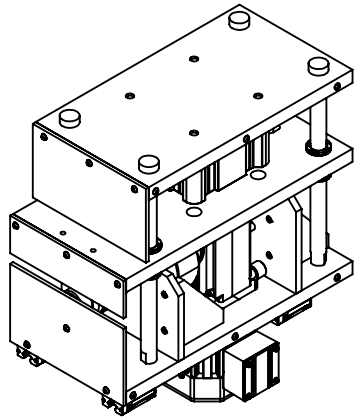
REVISION: A

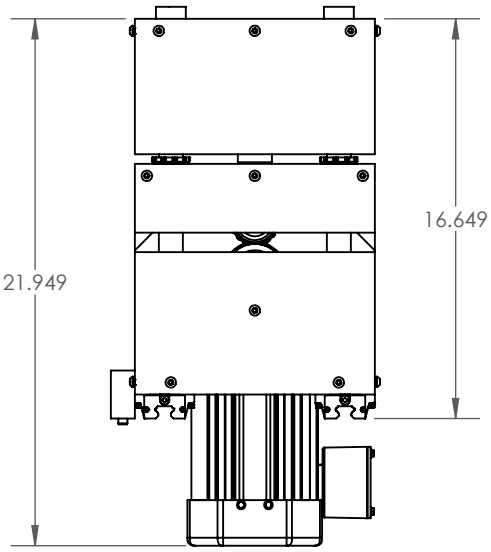
Z:\Engineering\Juarez\Dept folders\L.RIVERA\TOOL ROOM\FIXTURES\Rotabin Roller machine\

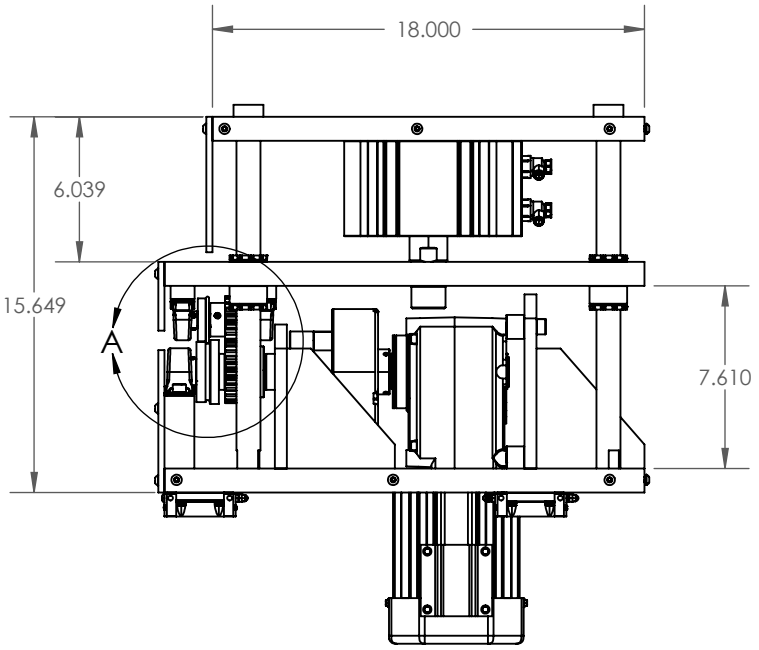




DETAIL A







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES. TOLERANCES ON: FRACTIONS ± 1/32 DECIMALS: .XXXX ± .0005 in .XXX ± .005 in .XX ±.01 in .X ±.06 in ALL ANGLES ARE 90° UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.	SIZE "A"	SCALE: 1:8	DURHAM MFG Est. 1922	201 MAIN ST., P.O. BOX 230 DURHAM CT, 06422-0230 TEL. 1-(800)-243-3774 LOCAL TEL. 1-(860)-349-3427 FAX 1-(800)-782-5499	NOTE THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DURHAM MFG. CO. IT MAY CONTAIN PROPRIETARY INFORMATION NEITHER THIS DRAWING NOR ANY INFORMATION THEREIN SHALL BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY MANNER. IT MAY NOT BE LOANED OR USED FOR ANY REASON WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF THE DURHAM MANUFACTURING COMPANY
	DATE: 03/13/2023				
	VALIDATED BY / DATE: LRG 03/13/2023				
	DRAWN BY: LUIS RIVERA		DESCRIPTION: ROTABIN STATION #1	PART #: XXXX	SHEET #: 2 OF 2 / REVISION: A

Z:\Engineering\Juarez\Dept folders\L.RIVERA\TOOL ROOM\FIXTURES\Rotabin Roller machine\