



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

HABILITACIÓN Y MEJORA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA:
EMMANUEL ROMERO IZTETZI

NOMBRE DEL ASESOR:
ING. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ



APIZACO, TLAX., MAYO 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Metal-Mecánica

Apizaco, Tlaxcala, 15/abril/2024.

Oficio No. MM/302/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	EMMANUEL ROMERO IZTETZI
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	17370776
Nombre del Proyecto:	HABILITACIÓN Y MEJORA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. METAL MECÁNICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
SECRETARIO DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE TULAHUETLA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **03/mayo/2024**
No. OFICIO: DEP-CT/480/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

EMMANUEL ROMERO IZTETZI
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 17370776
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"HABILITACIÓN Y MEJORA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024

**Felipe Carrillo
PUERTO**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios ...

Por escucharme, iluminarme y nunca abandonarme.

A la vida ...

Por permitirme disfrutarla.

A mis padres ...

Por su esfuerzo, amor, cariño, enseñanza y muchas cosas más.

A mi perseverancia ...

Por nunca rendirme.

A las personas que me han acompañado en esta etapa de mi vida...

Gracias

ÍNDICE

RESUMEN	10
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	12
1.1 INTRODUCCIÓN	12
1.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	13
1.2.1 VISIÓN	14
1.2.2 MISIÓN	14
1.2.3 CÓDIGO DE ÉTICA.....	15
1.2.4 FILOSOFÍA EMPRESARIAL	15
1.2.5 PRODUCTOS	15
1.2.6 NORMAS DE CALIDAD	15
1.3 PUESTO Y ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	16
1.4 PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS	17
1.5 OBJETIVOS	18
1.6 DELIMITACIÓN.....	18
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	19
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 MANTENIMIENTO	20
2.1.1 FUNCIÓN Y OBJETIVO DE MANTENIMIENTO	20
2.1.2 MANTENIMIENTO MECÁNICO DE MÁQUINAS.....	21
2.1.3 FALLO MECÁNICO.....	21
2.1.3.1 TIPOS DE FALLOS MECÁNICOS.....	22
2.1.3.2 TIPOS DE FALLO SEGÚN LA PROBABILIDAD ASOCIADA LA EDAD DE LA MÁQUINA ..	23
2.1.4 CLASES O TIPOS DE MANTENIMIENTOS	24
2.1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	24
2.1.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25
2.1.4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	25
2.2 LAMINADO	26
2.2.1 PROCESOS DE LAMINACIÓN.....	27
2.2.1.1 LAMINADO EN FRÍO	27
2.2.2 ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL Y ESFUERZOS RESIDUALES	28
2.2.3 MOLINOS LAMINADORES.....	29

2.2.3.1 MOLINO LAMINADOR DE DOS RODILLOS	29
2.3 ASERRADO	30
2.3.1 TRISCADO DE LOS DIENTES EN UNA SIERRA	31
2.3.2 TIPOS DE SIERRAS.....	32
2.3.2.1 EL CORTE CON SEGUETA.....	33
2.3.2.2 EL ASERRADO CON CINTA.....	33
2.3.2.3 LA SIERRA CIRCULAR	33
2.4 NEUMÁTICA.....	34
2.4.1 APLICACIONES	34
2.4.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	35
2.4.3 CONFIGURACIÓN DE LAS REDES DE AIRE COMPRIMIDO	35
2.4.4 CONDUCCIONES	35
2.4.4.1 CONDUCTOS SEGÚN SU FUNCIÓN	36
2.4.4.2 DIÁMETROS	36
2.4.4.3 MATERIALES.....	36
2.4.5 CONECTORES.....	37
2.4.6 GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	38
2.4.6.1 CALIDAD DEL AIRE COMPRIMIDO	38
2.4.6.2 ALIMENTACIÓN DIRECTA DE LOS DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS.....	39
2.4.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS	39
2.4.7.1 ACTUADORES LINEALES.....	39
2.4.7.2 ACTUADORES ROTATIVOS.....	40
2.4.8 SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO	40
2.4.8.1 VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	40
2.4.8.1.1 TIPO	41
2.4.8.1.2 PRINCIPIO DE DISEÑO	41
2.4.8.1.3 TIPO DE MANDO	42
2.4.8.1.4 FUNCIÓN	42
2.5 SOLDADURA O UNIÓN.....	42
2.5.1 PROCESO Y CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA POR FUSIÓN	43
2.5.2 SOLDADURA CON ARCO DE METAL PROTEGIDO	44
2.5.3 ELECTRODOS	45
2.5.4 PROTECCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO	46

2.6 PROCESOS DE CORTE CON ENERGÍA TÉRMICA	47
2.6.1 PROCESOS DE CORTE CON OXÍGENO Y GAS COMBUSTIBLE	48
2.7 AUTOMATISMO.....	49
2.7.1 LÓGICA CABLEADA	49
2.7.2 TABLERO O GABINETE	49
2.7.2.1 TABLERO GENERAL	50
2.7.2.2 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES	50
2.7.2.3 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN O DERIVADOS	50
2.7.3 COMPONENTES Y ESTRUCTURA DEL TABLERO ELÉCTRICO.....	50
2.7.3.1 INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	51
2.7.3.2 FUSIBLES.....	51
2.7.3.3 CONTACTOR.....	51
2.7.3.4 CONTACTORES AUXILIARES O DE MANDO	52
2.7.3.5 RELÉS	52
2.7.3.6 RELÉ TÉRMICO O GUARDAMOTOR.....	52
2.7.3.7 ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN	52
2.7.3.8 PERFILES	55
2.7.3.9 PLACAS	55
2.7.3.10 REGLETERO	56
2.7.3.11 CANALETAS	56
2.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	57
2.8.1 OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	57
2.8.2 CLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	57
2.8.2.1 NIVEL DE VOLTAJE.....	57
2.8.2.2 LUGAR DE INSTALACIÓN	58
2.8.2.3 TIPO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	58
2.8.3 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	59
2.8.3.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	59
2.8.3.2 TUBOS CONDUIT METÁLICOS:	59
2.8.3.3 CHAROLAS PARA CABLES.....	60
2.8.3.4 CONDULETS	60
CAPÍTULO 3 DESARROLLO	61
3.1 CONSTITUCIÓN Y FORMA DE OPERACIÓN DE MÁQUINA ROLADORA.....	61

3.2 PROPUESTA DE SEMI AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA ROLADORA	62
3.3 ENTRADA DE MÁQUINA ROLADORA.....	62
3.3.1 CORTE Y SEPARACIÓN DE BANCADA.....	62
3.3.2 REUBICACIÓN DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	64
3.3.3 COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE BANCADA	68
3.3.4 MANTENIMIENTO A PISTONES NEUMÁTICOS	68
3.3.5 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO	70
3.3.5.1 PISTÓN DE LEVANTAMIENTO	71
3.3.5.1.1 CONTROL NEUMÁTICO	72
3.3.5.1.2 CONTROL ELÉCTRICO.....	74
3.3.5.2 PISTÓN EMPUJE.....	75
3.3.5.2.1 CONTROL NEUMÁTICO	77
3.3.5.2.2 CONTROL ELÉCTRICO.....	79
3.4 SALIDA DE MÁQUINA ROLADORA.....	82
3.4.1 DESCARGA DE BARRAS	82
3.4.1.1 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA	82
3.4.1.2 MECANISMO DE COMPUERTA.....	83
3.4.1.3 MANTENIMIENTO A PISTONES NEUMÁTICOS Y REALIZACIÓN DE BASES	84
3.4.1.4 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO.....	85
3.4.1.4.1 COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE PISTONES.....	87
3.4.1.4.2 CONTROL NEUMÁTICO	88
3.4.1.4.3 CONTROL ELÉCTRICO.....	90
3.4.1.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	91
3.4.1.5.1 ALIMENTACIÓN PARA TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO “D”	93
3.4.1.6 MECANISMO DE ACCIONAMIENTO	94
3.4.2 TOPES PARA BARRAS.....	96
3.4.2.1 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO.....	96
3.4.2.1.1 COLOCACIÓN DE PISTONES	98
3.4.2.1.2 CONTROL NEUMÁTICO	99
3.4.2.1.3 CONTROL ELÉCTRICO.....	101
3.4.2.2 INSTALACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO	102
3.4.2.3 REUBICACIÓN DE MEDIALUNA.....	102
3.5 HABILITACIÓN DE CIERRA CINTA.....	103

3.5.1 INSPECCIÓN GENERAL	103
3.5.2 DESMONTAJE Y MANTENIMIENTO DE CIERRA CINTA.....	104
3.5.2.2 MECANISMO DE VELOCIDAD VARIABLE	105
3.5.2.3 MECANISMO DE CONTRAPESO	106
3.5.2.4 MESA DE TRABAJO	107
3.5.2.5 CAJA DE ENGRANES.....	108
3.5.2.6 CONTROL ELÉCTRICO.....	109
3.5.3 MANTENIMIENTO INTERNO Y EXTERNO	110
3.5.4 ARMADO DE CIERRA CINTA.....	111
3.5.5 MANTENIMIENTO A MECANISMO DE POLEAS	111
3.5.6. TABLERO DE ALIMENTACIÓN	112
3.5.6.1 DISEÑO DE CIRCUITO.....	112
3.5.6.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES	113
3.5.6.3 MONTAJE DE TABLERO DE ALIMENTACIÓN	113
3.5.7. TABLERO DE FUERZA Y CONTROL.....	115
3.5.7.1 DISEÑO Y SIMULACIÓN DE CIRCUITO DE CONTROL Y FUERZA.....	115
3.5.7.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES	118
3.5.7.3 MONTAJE DE TABLERO DE FUERZA Y CONTROL	119
CAPÍTULO 4 RESULTADOS	121
CONCLUSIONES	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXOS	130
ANEXO 1A.....	130
ANEXO 2A	131
ANEXO 3A.....	132
ANEXO 1B	133
ANEXO 2B	134
ANEXO 1C	135

RESUMEN

En la actualidad, Simec international S.A. de C.V. como cualquier otra empresa busca mejorar y optimizar sus procesos productivos para reducir costos de producción, con la finalidad de lograr resultados y cumplir con sus objetivos. Para llevar a cabo la realización de este proyecto nos apoyaremos en dos de los ocho pilares del mantenimiento productivo total. Rey (1996). Cuyo objetivo es maximizar la disponibilidad de las máquinas, incrementar y optimizar la producción.

- a) Mejora Focalizada. Ejecutar la eliminación de pérdidas grandes ocurridas a lo largo del proceso productivo, eliminar fallas que los equipos principales y auxiliares puedan presentar.
- b) Mantenimiento para la calidad. Actividades de prevención que permiten aumentar la confiabilidad del proceso, mejorando el control de los recursos y disminuyendo eventualidades como un cambio en las propiedades o características del producto.

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar el proceso de mejora de una máquina roladora y habilitación de una sierra cinta. Para lograr la implementación de la metodología TPM, se requiere que toda la organización se comprometa a cumplirlo, por ello nos enfocaremos en los principios anteriormente mencionados apoyados del mantenimiento modificativo, el cual engloba un conjunto diverso de intervenciones encaminadas a lograr una mayor fiabilidad y mantenibilidad de los activos empresariales, así como para modificar sus características operacionales modificando de esta forma el proceso de producción con el fin de incrementar la disponibilidad, fiabilidad, optimizar recursos y mayor rendimiento.

En la máquina roladora se mejorará el proceso de pulido y enderezado de barras de acero teniendo como prioridad modificar la entrada y salida de dicha máquina, para brindar confort y

seguridad al operar, logrando de esta forma optimizar dicho proceso. Con la habilitación de la sierra cinta se ayudará al área de mantenimiento en las actividades de reconstrucción o rehabilitación de piezas de la maquinaria de producción averiada mecánicamente.

Mostrando finalmente los resultados obtenidos con las mejoras realizadas en la máquina roladora y logrando de esta forma cumplir con los objetivos del proyecto y del mantenimiento productivo total al compartir algo en común, maximizar la disponibilidad de las máquinas, incrementar y optimizar la producción.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Simec International S.A. de C.V. (en conjunto con sus subsidiarias “Simec” o la “Compañía”) es una sociedad (sociedad anónima bursátil de capital variable) constituida según las leyes de los Estados Unidos Mexicanos, siendo productor, procesador y distribuidor diversificado de aceros especiales y perfiles estructurales, llevando a cabo operaciones de producción y venta en México, los Estados Unidos y Canadá.

Los productos fabricados de acero especial se utilizan para una amplia gama de aplicaciones de alta ingeniería y como materia prima en la fabricación de productos destinados a los consumidores finales, así como los perfiles estructurales de acero se utilizan principalmente en el mercado de la construcción no residencial y otras aplicaciones en la industria de la construcción.

El presente proyecto con sede en planta Apizaco, Tlaxcala en el departamento de acabado en frío constituido por maquinaria de gran tamaño con el fin de llevar a cabo procesos de enderezado, torneado y rolado de barras. Siendo el rolado en la mayoría de la materia prima, el último proceso de la línea de producción, por ello la importancia de este proceso debido a que es el encargado de brindar el acabado superficial y propiedades mecánicas requeridas por el consumidor.

Por tal motivo, la mejora de la máquina roladora y habilitación de la sierra cinta para la reconstrucción o mantenimiento de elementos máquina de los equipos de producción por el continuo uso y cargas generadas en los diferentes procesos del departamento de acabado en frío.

1.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

A lo largo de más de 70 años, Industrias CH, S.A.B. de C.V. ha desempeñado un papel clave en el proceso de industrialización del país. ICH es una empresa mexicana productora y procesadora de acero con un crecimiento constante en los últimos años. Actualmente es la principal productora de aceros especiales en Norteamérica, y de perfiles comerciales y perfiles estructurales en México.

En 2001 ICH adquiere el 82.5% de las acciones de Grupo Simec, S.A. de C.V., que cuenta con plantas fundidoras de acero ubicadas en Guadalajara, Jalisco, y Mexicali, Baja California, ambas dedicadas a fabricar perfiles estructurales, aceros especiales, perfiles comerciales y varilla.

Simec (ahora S.A.B. de C.V.) es la principal subsidiaria de ICH y representó el 91% de las ventas netas del grupo en 2010. En 2004, Simec adquiere los activos en México de Grupo Sidenor: dos plantas ubicadas en Apizaco, Tlaxcala, y Cholula, Puebla, dedicadas a la fabricación de aceros especiales, perfiles comerciales y varillas. Con esta operación, se incrementaron en forma significativa la capacidad instalada y las ventas, y consolidó su posición líder como fabricante de aceros especiales en México.

En 2005, Simec adquiere Republic Engineered Products Inc. Actualmente Republic Steel, empresa líder en el mercado de aceros especiales de Estados Unidos y propietaria de siete plantas en EUA. En 2008, Simec adquiere la Corporación Aceros DM, S.A. de C.V. y ciertas afiliadas (Grupo San), empresa productora de aceros largos y uno de los productores de varilla corrugada más importantes de la República Mexicana, ubicado en San Luis Potosí. Con ello, ICH y Simec se posicionan como el segundo productor de varilla dentro del país y como el principal productor mexicano de acero.

En 2011, Simec invierte en la construcción de una nueva planta en Brasil; convirtiéndose en la primera empresa mexicana con presencia en dicho país sudamericano. En 2015, Simec realiza una

inversión para una nueva planta de acería y laminación en el estado de Tlaxcala para ampliar la producción de aceros especiales con nuevas dimensiones. (la planta inició operaciones en junio de 2018). En 2017, Simec expande su planta de aceros D.M. con un molino de mayor capacidad, aumentando de 480,000 a 580, 000 toneladas anuales. En 2018 Simec adquiere dos plantas en Itauna y Cariacica en Brasil; sumando tres plantas en el país sudamericano y aumentando de 530,000 toneladas a 1,100,000 toneladas anuales; convirtiéndose en el 3° mayor productor de productos de acero largos y alambrón, en el país sudamericano.

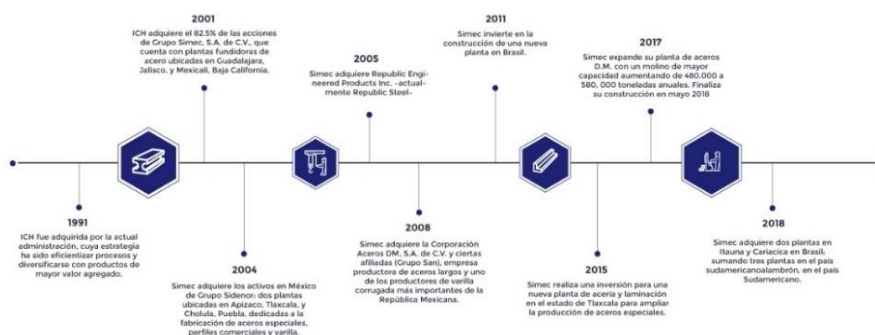


Figura 1.1 Línea del tiempo sobre la historia de SIMEC. Grupo SIMEC,

(<https://gsimec.com.mx/historia.php>).

1.2.1 VISIÓN

Superar las expectativas de calidad de los clientes sobre productos y servicios con una presencia competitiva, a través del respeto real a las personas, nuestros acuerdos, leyes y medio ambiente.

1.2.2 MISIÓN

Lograr credibilidad con el cliente a través de la calidad de nuestros productos y servicios, desarrollando un crecimiento sólido y continuo, con respecto a nuestros valores, en un entorno de confianza, trabajo y orden.

1.2.3 CÓDIGO DE ÉTICA

Grupo Simec S.A.B de C.V., fabrica aceros especiales y se enfoca en garantizar las expectativas y la satisfacción de nuestros clientes, cumpliendo con las legislaciones y requisitos acordados, así como promover en todos los niveles de la organización la mejora continua, los objetivos de calidad y la prevención de defectos y desperdicios.

1.2.4 FILOSOFÍA EMPRESARIAL

Fuerte orientación para reducir costos y gastos a través de la mejora operativa continua; tener las personas como base para el crecimiento; el cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales y el desarrollo de nuevos negocios.

1.2.5 PRODUCTOS

Fabricamos una amplia gama de productos de acero especial con valor agregado, acero alargado y perfiles estructurales de tamaño mediano. En nuestras plantas ubicadas en México fabricamos vigas, canales, ángulos comerciales y estructurales, barras roladas en caliente (redondas, cuadradas y hexagonales), soleras, varillas y barras con acabados en frío.

1.2.6 NORMAS DE CALIDAD

Las normas de calidad de los productos SIMEC están presentes en la línea de perfiles y varillas. Estos se producen estrictamente de acuerdo con las normas internacionales ASTM y SAE.

ACERO ESTRUCTURAL

Normas	Principales características	Límite de salida (MPa)	Límite de resistencia (MPa)	Estiramiento Lo = 200 mm (%)
A36	Acero estructural al carbono resistencia mecánica media	Min. 250	400 a 550	Min. 20
A572 nivel 50	Aceros estructurales microaleados de alta resistencia	Min. 345	Min. 450	Min. 18

A572 nivel 60	Aceros estructurales microaleados de alta resistencia	Min. 415	Min. 520	Min. 16
A588	Acero estructural microaleado con alta resistencia mecánica y mayor resistencia a la corrosión atmosférica	Min. 345	Min.485	Min. 18

Tabla 1.1 Aceros estructurales fabricados en SIMEC. Información adquirida de Grupo SIMEC,

(<https://gsimec.com.mx/historia.php>).

ACERO SAE

Normas	Propiedades principales	Carbono (%)	Manganeso (%)	Fósforo (%)	Azufre (%)
SAE 1020	Acero bajo en carbono de propósito general	0.18 – 0.23	0.30 – 0.60	Max. 0.040	Max. 0.050
SAE 1045	Acero medio bajo en carbono	0.43 – 0.50	0.60 – 0.90	Max. 0.040	Max. 0.050

Tabla 1.2 Aceros especiales fabricados en SIMEC. Información adquirida de Grupo SIMEC,

(<https://gsimec.com.mx/historia.php>).

1.3 PUESTO Y ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

El departamento de acabado en frío planta Apizaco, Tlaxcala. Trabaja con barras de acero especial de perfil circular en diversos diámetros según las especificaciones del cliente, de esto dependerá el proceso o procesos empleados para la reducción de su diámetro, los procesos empleados para la obtención del producto final son el enderezado, desbastado o torneado y pulido. También se emplea el proceso de estirado para alambrón en diversas medidas.

El proceso comienza por el enderezado de barras que presenten deformidades, al pasar las barras por los rodillos cóncavos se eliminan maracas o golpes y son enderezadas, obteniendo un producto listo para el proceso de torneado reduciendo el diámetro de las barras a las especificaciones del cliente, debido a este proceso las barras presentan nuevamente deformidades que son eliminadas con el proceso de pulido para obtener un producto final con un acabado superficial y propiedades mecánicas que el proceso de acabado en frío brinda. Para el transporte de

toda la materia prima se emplean grúas tipo puente para el cambio de proceso, desembarque y embarque, por lo tanto, cabe resaltar la importancia del funcionamiento de estas y de la maquinaria de producción para así tener un proceso continuo.

Por lo tanto, el puesto a desempeñar y actividades a realizar estarán dirigidas a mantenimiento mecánico y eléctrico en el departamento de acabado en frío, las actividades abarcan desde capacitación y aprendizaje de diversas actividades fundamentales para el área de mantenimiento, apoyo en mantenimientos preventivos y correctivos de la maquinaria de producción así como el estudio del funcionamiento y operación de las mismas, y en conjunto de estas actividades y a los nuevos conocimientos adquiridos el desarrollo del proyecto pactado.

1.4 PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS

- Mejora de máquina roladora para la entrada y salida de barras de acero para brindar confort al operador y facilitar el proceso de rolado.
- Desarrollar sistema de descarga para barras en el canal de salida de máquina roladora, evitando el traslado consecutivo del operador, del canal de entrada al canal de salida cada vez que se tenga que trabajar una barra.
- Habilitación de sierra cinta para apoyo en área de mantenimiento para la preparación de piezas en bruto, para posteriormente poder someter a operaciones de formado, maquinado y/o soldadura.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 GENERAL

Mejorar la máquina roladora en el proceso de entrada y salida de material, brindando confort y seguridad al operador, optimizando la producción en el terminado de barras de acero en el departamento de acabado en frío y habilitación de sierra para apoyo en el área de mantenimiento.

1.5.2 ESPECÍFICOS

- Mejorar el sistema de entrada y salida (descarga) de barras de acero en máquina roladora, conservando la misma o mejor calidad en el acabado superficial de las barras.
- Brindar confort y salvaguardar la integridad del operador de la roladora, optimizando la producción en el terminado de barras de acero.
- Mejorar la preparación de las piezas en bruto, facilitando la fabricación de piezas para la maquinaria de producción debido a fallas mecánicas en piezas de estas.
- Desarrollar la capacidad de diseñar, elaborar, modificar instalaciones tanto eléctricas como neumáticas para la máquina herramienta o maquinaria que así lo requiera.

1.6 DELIMITACIÓN

Simec international S.A. de C.V. con domicilio en: Carretera Federal México-Texcoco-Veracruz km 123 Col. San Cosme Xaloztoc CP 90460 se conforma de 2 plantas: Acería y Laminación. Delimitando el proyecto en el área de mantenimiento del departamento de acabado en frío perteneciente a la planta de laminación. Con el objetivo de habilitar una sierra cinta para el departamento de mantenimiento y la mejora de una roladora de barras, enfocándose en la entrada y salida de esta para optimizar el proceso de rolado de barras.

1.7 JUSTIFICACIÓN

Debido a que el proceso de rolado es una parte fundamental en el acabado en frío de barras de acero especial, surge la necesidad de identificar las posibles modificaciones y mejoras que se puedan implementar a esta máquina. A pesar de ser maquinaria con cierto grado de automatización en la producción actual, esta demanda considerablemente la intervención de actividades manuales del operador en ciertos pasos del proceso.

En la parte de la entrada el operador debe arrastrar y en ocasiones cargar las barras hasta la posición de los rodillos de la roladora poniendo en riesgo su integridad, en la salida el operador debe trasladarse a este punto para empujar las barras y así poder introducir la siguiente barra haciendo que el proceso demore más tiempo debido al tiempo de traslado y espera del operador.

Actualmente, la producción de rolado de barras de acero especial para los distintos diámetros trabajados es de 31 Toneladas. por día, en una jornada de 8 hrs. Por lo tanto, con las mejoras que planeamos implementar se busca salvaguardar la integridad y facilitar el trabajo al operador, optimizando la producción en el terminado de barras de acero.

Por otro lado, la demanda del uso de la maquinaria del departamento de acabado en frío provoca fallas mecánicas en algunas piezas de la maquinaria de producción, por tal motivo se requiere del mantenimiento o reconstrucción de estas, representando tiempos muertos y/o afectación a otra línea de producción. Por ello la habilitación de la sierra cinta, ya que en el taller de mantenimiento no se cuenta con una máquina herramienta adecuada para la preparación de piezas en bruto o para otras actividades que requieran una operación de aserrado, lo cual retrasa las operaciones de formado, maquinado y/o soldadura.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios.

El papel de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyen como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos (Alberto M. 2009). Llevando a cabo actividades destinadas a conservar equipos e instalaciones en funcionamiento el mayor tiempo posible.

Esta serie de actividades incluyen toda una combinación de conocimiento, experiencia, habilidad y trabajo en equipo, junto con las otras dependencias de la organización, para que exista una buena labor administrativa y operativa, cumpliendo así con los indicadores de desempeño o de gestión que cada organización aplica y para que sus metas se alcancen (Félix A. 2021).

2.1.1 FUNCIÓN Y OBJETIVO DE MANTENIMIENTO

Según Albert Ramond y Asociados (Estados Unidos de América), la función principal de mantenimiento es maximizar la disponibilidad que se requiere para la producción de bienes y servicios, al preservar el valor de las instalaciones. Para minimizar el deterioro de los equipos, lo cual se debe lograr con el menor costo posible y a largo plazo (Newbrough y otros, 1982).

El objetivo de mantenimiento es: “conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad

para el personal que lo utiliza y lo mantiene y con una mínima degradación del medio ambiente. Al conseguir todos estos puntos se está ante una buena gestión integral de mantenimiento” (Navarro y otros, 1997).

2.1.2 MANTENIMIENTO MECÁNICO DE MÁQUINAS

Consecuentemente, se ha generado la necesidad de profesionales destinados a la cada vez más especializada tarea de conservación (mantenimiento) de los modernos equipos industriales. De acuerdo con el grado de complejidad actual de las máquinas y de una forma general, el ingeniero de mantenimiento mecánico debe poseer conocimientos extensivos en tres áreas fundamentales: maquinaria, funcionamiento físico e instrumentación. Los conocimientos sobre maquinaria hacen referencia al diseño y construcción de máquinas, procedimientos de reparación de las mismas y tipologías de funcionamiento. Los conocimientos de funcionamiento físico incluyen campos técnicos tales como estática, dinámica, cinemática, mecánica de materiales, dinámica de fluidos, transferencia de calor, física, matemáticas, etc. Finalmente, los conocimientos de instrumentación están vinculados a los sistemas de medición electrónicos requeridos para documentar y comprender el funcionamiento de la máquina (Francisco T. 2006).

2.1.3 FALLO MECÁNICO

Se entiende por fallo de una máquina cualquier cambio en la misma que impida que ésta realice la función para la que fue diseñada. Dentro de esta definición cabe un gran número de diferentes tipologías de fallo, clasificadas según la causa que lo generó: fallo mecánico, fallo eléctrico, fallo en la instrumentación de medida, fallo en los dispositivos de control, etc. Las causas de fallo de una máquina son también numerosas y muy diversas. No suelen ser las mismas cuando el fallo se produce en el inicio de la vida útil de la máquina que cuando se produce al final (Francisco T. 2006).

2.1.3.1 TIPOS DE FALLOS MECÁNICOS

Se entiende por fallo mecánico cualquier cambio en el tamaño, forma o propiedades del material de una estructura, máquina o parte de una máquina que impide que ésta pueda realizar la función para la que fue diseñada. Sin embargo, en la práctica, dentro del concepto de fallo mecánico suelen incluirse otros tipos de fallos causados por el fallo de sistemas vinculados al funcionamiento mecánico, tales como sistemas de lubricación, sistemas hidráulicos, etc. Teniendo esto en cuenta, todo fallo mecánico está incluido en una de las dos grandes categorías (Francisco T. 2006):

- Fallo estructural: Aparece por el cambio de tamaño, forma o propiedades mecánicas de una o varias partes de la máquina. El deterioro puede producirse a nivel superficial o en puntos no superficiales.
 - Fallo superficial.
 - Fallo no superficial.
 - Fallo por deformación excesiva.
- Fallo funcional. Aparece por el disfuncionamiento de alguno de los sistemas que evitan el fallo estructural o por algún tipo de sobrecarga. Así, los fallos funcionales (asociados al fallo mecánico) más comunes son:
 - Fallo en el sistema de lubricación.
 - Fallo en los sistemas hidráulico o neumático.
 - Fallo por sobrecarga térmica.
 - Fallo por sobrecarga.

2.1.3.2 TIPOS DE FALLO SEGÚN LA PROBABILIDAD ASOCIADA LA EDAD DE LA MÁQUINA

En función de la probabilidad de que aparezcan fallos y de la dependencia de esta probabilidad del momento a lo largo de la vida útil de la máquina, los fallos pueden clasificarse en:

- Fallos infantiles. Suelen ser debidos a defectos en la fabricación de alguna de las piezas o a un incorrecto montaje. La probabilidad de aparición de estos fallos decrece con el tiempo, por lo que son más probables al inicio de la vida útil de la máquina o durante el período de rodaje inicial.
- Fallos producidos por el desgaste y envejecimiento. Estos fallos pueden tener varios orígenes. Algunos de ellos pueden estar vinculados a errores durante la fabricación que dan lugar a un crecimiento progresivo del defecto. Otros pueden deberse a variaciones en las propiedades del material por motivos químicos o térmicos. En otros casos su origen puede ser un inadecuado diseño mecánico o un cambio en las características de las piezas o un incorrecto montaje. Finalmente, estos fallos pueden deberse también a un inadecuado o inexistente mantenimiento. Los fallos de este tipo tienen una probabilidad de aparición creciente exponencialmente con el tiempo, ya que suelen tener un carácter acumulativo.
- Fallos aleatorios. Los fallos aleatorios pueden tener orígenes diversos y se producen por azar, por lo que su probabilidad de aparición se mantiene constante durante toda la vida de la máquina. La **Figura 2.1** representa de forma cualitativa la curva de probabilidad de aparición de cada uno de estos tipos de fallo (infantil, envejecimiento y aleatorio) frente al tiempo de vida de la máquina. A esta última curva se le llama habitualmente, por su forma, curva de bañera. Así, los fallos pueden clasificarse según la probabilidad asociada a la edad de la máquina (Francisco T. 2006).

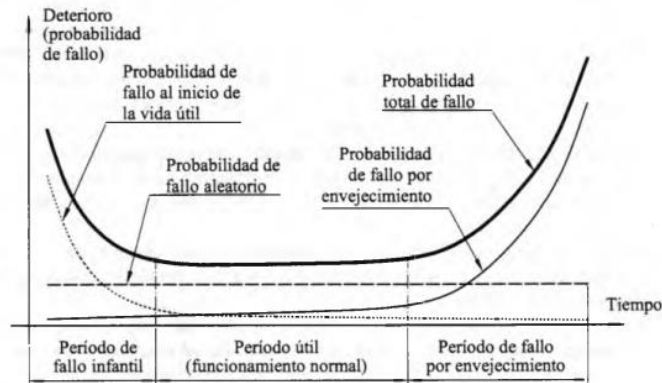


Figura 2.1 Curva bañera para clasificación de fallos en función de la edad de la máquina.

Mantenimiento mecánico de máquinas (p. 23), por Francisco T. Sánchez Marín (2006).

2.1.4 CLASES O TIPOS DE MANTENIMIENTOS

Las clases o tipos de mantenimiento más comunes que se utilizan en la mayoría de las empresas a nivel regional, nacional y mundial, son el mantenimiento correctivo, el preventivo y el predictivo.

2.1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo se aplica cuando la máquina deja de operar, porque se presenta la falla o avería y su objetivo es poner en marcha su funcionamiento, afectando lo menos posible la productividad; existen empresas donde sus estrategias de mantenimiento son enfocadas al correctivo, ya que no tienen los conocimientos, herramientas, personal calificado, presupuestos asignados, y tecnologías modernas para aplicar otros tipos de mantenimiento. Se pueden encontrar dos tipos de mantenimiento correctivo:

- El mantenimiento correctivo no programado: se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.

- El mantenimiento correctivo programado o planificado: se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla.

2.1.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos. Los objetivos más relevantes del mantenimiento preventivo pueden ser:

- Disponibilidad: puede definirse como la probabilidad de que una máquina sea capaz de trabajar cada vez que se le requiera.
- Confiabilidad: es la probabilidad de que la máquina esté operando en todo el momento que necesite el usuario.
- Incrementar: al máximo la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas o equipos llevando a cabo un mantenimiento planeado.

2.1.4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

En el mantenimiento predictivo se tiene en cuenta la medición, el seguimiento y el monitoreo de parámetros y las circunstancias de operación de un equipo-máquina o una instalación. A tal producto, se precisa y se gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todas aquellas variables que se contemplan relevantes de medir y gestionar. El mantenimiento predictivo también se puede considerar como una técnica para presagiar el punto futuro de falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse,

con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se disminuye y el tiempo de vida del componente se prolonga. Consta de una serie de pruebas de carácter no destructivo, Se les nombra técnicas predictivas. La meta es prever el fallo desastroso de un componente, pieza, máquina o equipo y, por tanto, anticiparse a este, es así como estas técnicas de mantenimiento predictivo ofrecen una ventaja adicional: Estas aplicaciones predictivas más comunes en instalaciones industriales son las siguientes (Felix A. 2021):

- El análisis de vibraciones mecánicas
- Aplicación de termografías.
- Uso de boroscopias (inspecciones visuales).
- El análisis de aceites.
- Los análisis de ultrasonidos.
- El análisis de humos de combustión.
- El control de espesores en equipos estáticos.
- El análisis por medio de luz ultravioleta.

2.2 LAMINADO

El laminado es un proceso de deformación en el cual el espesor del material de trabajo se reduce mediante fuerzas de compresión ejercidas por dos rodillos opuestos. Los rodillos giran para jalar el material del trabajo y simultáneamente apretarlo entre ellos. La mayoría de los procesos de laminado involucran una alta inversión de capital, requieren piezas de equipo pesado llamadas molinos laminadores. El alto costo de inversión requiere que los molinos se usen para producción en grandes cantidades de artículos estándar, como láminas y placas. La mayoría del laminado se realiza en caliente debido a la gran cantidad de deformación requerida. Los metales laminados en caliente están generalmente libres de esfuerzos residuales y sus propiedades son isotrópicas (Mikell

P. 2007). El laminado posterior de las placas y láminas o perfiles trabajados en caliente se realiza frecuentemente por laminado en frío.

2.2.1 PROCESOS DE LAMINACIÓN

Estos se clasifican de acuerdo con la temperatura a la que se desarrolla la operación de conformado por laminación, por lo que se tienen dos tipos de laminación: laminado en caliente y el laminado en frío.

2.2.1.1 LAMINADO EN FRÍO

El trabajo en frío, también conocido como formado en frío, es el formado de metal que se realiza a temperatura ambiente o ligeramente arriba. Las ventajas significativas del formado en frío comparado con el trabajo en caliente son:

- Proporcionar mejor precisión, lo que significa tolerancias más estrechas,
- Mejorar el acabado de la superficie,
- El endurecimiento por deformación aumenta la resistencia y la dureza de la pieza,
- El flujo de granos durante la deformación brinda la oportunidad de obtener propiedades direccionales convenientes en el producto resultante y
- Al no requerir calentamiento del trabajo, se ahorran costos de horno y combustible y se logran mayores velocidades de producción.

Debido a esta combinación de ventajas, se han creado muchos procedimientos de formado en frío para operaciones importantes de producción en masa. Estos procedimientos proporcionan tolerancias estrechas y buenas superficies, minimizan la cantidad de maquinado y permiten que estos procedimientos se clasifiquen como procesos de forma neta o casi neta. Hay ciertas desventajas o limitaciones asociadas con las operaciones de formado en frío (Mikell P. 2007):

- Se requiere mayores potencia y fuerzas para desempeñar las operaciones.

- Se debe tener cuidado para asegurar que las superficies de la pieza de trabajo inicial están libres de incrustaciones y suciedad.
- La ductilidad y el endurecimiento por deformación del metal de trabajo limitan la cantidad de formado que se puede hacer sobre la pieza.

2.2.2 ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL Y ESFUERZOS RESIDUALES

Con frecuencia, durante la deformación plástica que se logra cuando se trabaja en frío o en caliente, se produce una microestructura que consiste en granos que se alargan en dirección del esfuerzo aplicado (**Figura 2.2**). Una pequeña parte del esfuerzo aplicado se almacena en forma de esfuerzos residuales dentro de la estructura como una intrincada red de dislocaciones. A medida que aumenta la extensión del trabajo en frío, aumenta el nivel de la energía interna total del material (Antonio C. 2007).

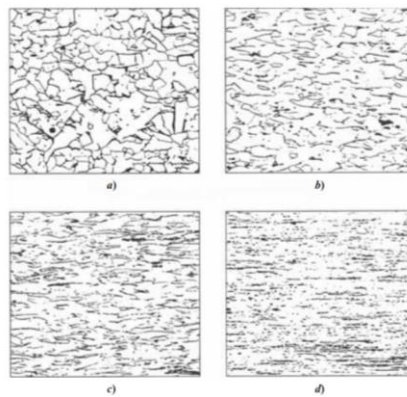


Figura 2.2 Estructura granular fibrosa de un acero al bajo carbono producida por el trabajo en frío:

a) 10% de trabajo en frío, b) 30% de trabajo en frío, c) 60 % de trabajo en frío y d) 90% de trabajo en frío. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. 3 a edición. D. Askeland (1998).

2.2.3 MOLINOS LAMINADORES

Existen varias configuraciones de molinos de laminación que manejan una variedad de aplicaciones y problemas técnicos en los procesos de laminación. Con base a la disposición de los rodillos en los molinos de laminación, estos se pueden clasificar en (**Figura 2.3**):

- Laminador dúo: Dos cilindros
- Laminador trío: Tres cilindros
- Laminador cuatro: Dos cilindros de trabajo y dos cilindros de apoyo
- Laminador en conjunto o en racimo: Séxtuplo de doce rodillos y Sendzimir de veinte cilindros

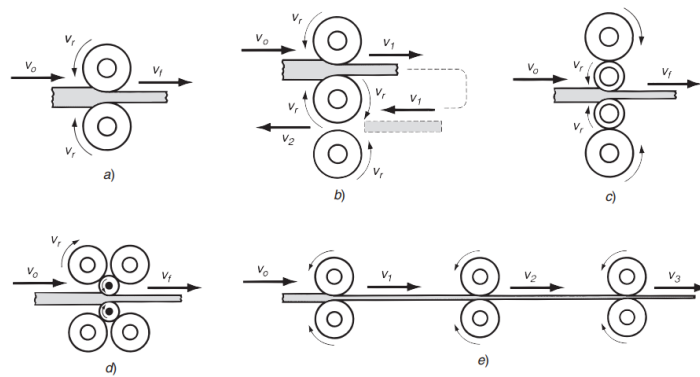


Figura 2.3 Configuraciones de molinos laminadores: a) dos rodillos, b) tres rodillos, c) cuatro rodillos, d) molino en conjunto, e) molino de rodillos en tándem. Tipos de laminadoras por Jorge Anaya (<https://es.scribd.com/doc/250755496/Tipos-de-Laminadoras>)

2.2.3.1 MOLINO LAMINADOR DE DOS RODILLOS

El molino de laminación básico consiste en dos rodillos opuestos y se denomina molino de laminación de dos rodillos. Los rodillos en estos molinos tienen diámetros que van de 0.6 a 1.4 m (2.0 a 4.5 ft). La configuración de rodillos puede ser reversible o no reversible.

- En el molino no reversible los rodillos giran siempre en la misma dirección y el trabajo siempre pasa a través del mismo lado.
- El molino reversible permite la rotación de los rodillos en ambas direcciones, de manera que el trabajo puede pasar a través de cualquier dirección. Esto permite una serie de reducciones que se hacen a través del mismo juego de rodillos, pasando simplemente el trabajo varias veces desde direcciones opuestas.

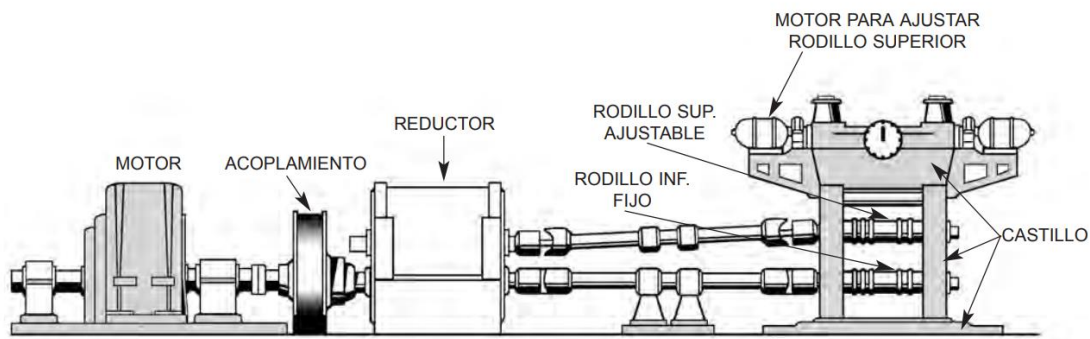


Figura 2.4 Molino laminador de dos rodillos. Laminación, rollado y trefilado de metales (p. 8).

Ulrich Schaper

Un laminador diseñado para laminar barras se conoce como laminador de barras o laminador comercial (**Figura 2.4**). La mayoría de los laminadores de barras de producción están equipados con guías para introducir la palanquilla en las ranuras y repetidores para invertir la dirección de la barra y hacerla retroceder a través de la siguiente pasada de laminación. Los molinos de este tipo son generalmente de dos o tres alturas (George E. 1988).

2.3 ASERRADO

El aserrado es una operación de corte común y antigua que se remonta al año 1000 a.C., en el que la herramienta de corte es una hoja de dientes pequeños (sierra). Cada diente remueve una pequeña cantidad de material con cada recorrido de la sierra. Este proceso se puede utilizar para

todos los materiales metálicos y no metálicos y tiene la capacidad de producir diversas formas (Figura 2.5) A estas operaciones se les llama frecuentemente operaciones de separación. El aserrado es un proceso eficiente de remoción volumétrica y puede producir formas casi netas a partir de materias primas. La anchura de corte (ranura) en el aserrado suele ser angosta, por lo que el proceso desperdicia poco material (Serope K. 2008). El aserrado es un proceso importante de manufactura, ya que muchas fábricas requieren de operaciones de corte en algunos puntos de su secuencia de manufactura (Mikell P. 2007).

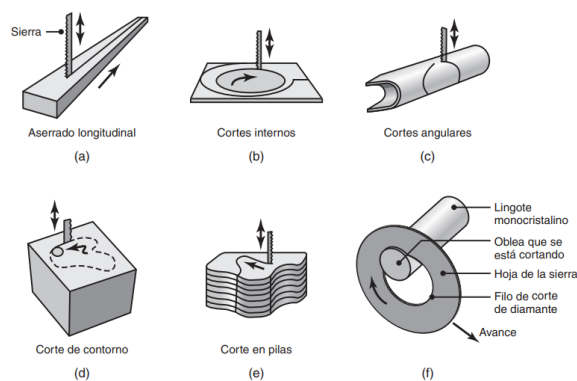


Figura 2.5 Tipos de operaciones realizadas con sierra. Manufactura, Ingeniería y tecnología (2008, p. 746). Serope Kalpakjian.

2.3.1 TRISCADO DE LOS DIENTES EN UNA SIERRA

El triscado es importante, ya que proporciona una ranura suficientemente ancha para que la hoja se mueva en forma libre dentro de la pieza de trabajo sin pegarse y sin excesiva resistencia a la fricción, reduciendo así el calor generado. El triscado de los dientes también permite que la hoja cuente con una trayectoria precisa, siguiendo el modelo a cortar sin desviarse (Figura 2.6). Por lo menos dos o tres dientes deben estar siempre en contacto con la pieza de trabajo para evitar que se enganchen.

Cuanto más delgado sea el material, los dientes de la sierra deberán ser más finos y mayor su número por unidad de longitud de la sierra. Por lo general, se utilizan fluidos de corte para mejorar la calidad de corte y la vida útil de la sierra (Serope K. 2008).

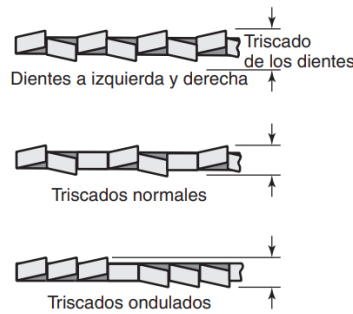


Figura 2.6 Tipos de triscado de los dientes de una sierra, alternados para proporcionar una holgura a la sierra con el objetivo de que estos no se atoren. Manufactura, Ingeniería y tecnología (2008, p. 746). Serope Kalpakjian.

2.3.2 TIPOS DE SIERRAS

En la mayoría de las operaciones de aserrado el trabajo se mantiene estático y la hoja de la sierra se mueve respecto a él. Hay tres tipos básicos de aserrado, como se muestra en la **Figura 2.7**, de acuerdo con el tipo de movimiento de la sierra: a) con segueta, b) con sierra de cinta y c) con sierra circular (Mikell P. 2007).

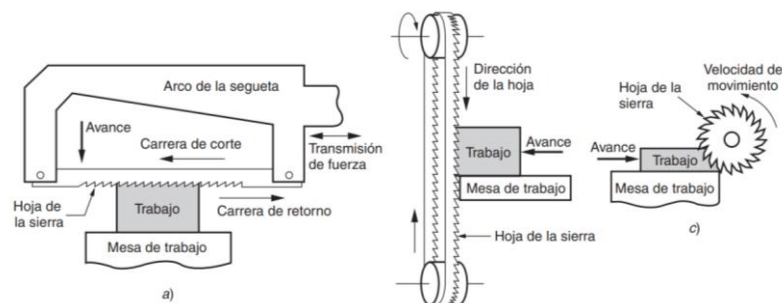


Figura 2.7 Tipos básicos de aserrado de acuerdo con el movimiento de la sierra. Fundamentos de manufactura moderna (2007, p. 535). Mikell P. Groover.

2.3.2.1 EL CORTE CON SEGUETA

involucra un movimiento lineal de vaivén de la segueta contra el trabajo. Este método de aserrado se usa frecuentemente en operaciones de tronzado. El corte se realiza solamente en la carrera hacia delante de la segueta. Debido a esta acción de corte intermitente, el corte con segueta es por naturaleza menos eficiente que los otros métodos de aserrado, ya que los otros dos son continuos. Una segueta es una herramienta delgada y recta, con dientes cortantes en uno de sus bordes.

2.3.2.2 EL ASERRADO CON CINTA

Implica un movimiento lineal continuo que utiliza una sierra de cinta hecha en forma de banda flexible sin fin con dientes en uno de sus bordes. La máquina aserradora es una sierra de cinta, que tiene un mecanismo de transmisión con poleas para mover y guiar continuamente la sierra de cinta delante del trabajo. Las sierras de cinta se clasifican en verticales u horizontales.

Las sierras de cintas verticales se usan para cortar trozos y realizar otras operaciones, como el contorneado y el ranurado. Las máquinas verticales de sierra de cinta pueden operarse, ya sea manualmente por un operador que guía y hace avanzar el trabajo manualmente sobre la sierra de cinta, o automáticamente. Las sierras de cinta horizontales se usan normalmente en operaciones de corte como alternativas del corte con segueta mecanizada.

2.3.2.3 LA SIERRA CIRCULAR

Usa una sierra circular giratoria para suministrar el movimiento continuo de la herramienta frente al trabajo. El corte con sierra circular se usa frecuentemente para cortar barras largas, tubos y formas similares a una longitud específica. La acción de corte es similar a una operación de fresado de ranuras, excepto porque la sierra circular es más delgada y contiene más dientes que una fresa

ranuradora. Las máquinas de sierra circular tienen husillos motorizados que hacen girar la sierra y un mecanismo de avance que conduce la sierra giratoria dentro del trabajo (Mikell P. 2007).

2.4 NEUMÁTICA

La neumática es la tecnología que utiliza aire comprimido como medio transmisor de energía, y engloba el conjunto de técnicas para su transmisión, control y regulación de dispositivos mediante aire comprimido. Cuando se habla de neumática nos estamos refiriendo a la tecnología que utiliza el aire comprimido como medio transmisor de energía. La energía, generada en un emplazamiento lejano, es transmitida a través de una línea y utilizada localmente por actuadores, motores y otros elementos de trabajo, para realizar una determinada función última o facilitar el desempeño de una función a otro ingenio mecánico (Salvador H. 2003). La neumática representa un papel importante, principalmente porque es un sistema de transmisión de energía muy flexible y se puede utilizar en prácticamente cualquier industria.

2.4.1 APLICACIONES

La automatización de los procesos productivos es, hoy día, una necesidad en las industrias modernas que pretenden ser competitivas. La neumática ayuda a estas empresas a aumentar su flexibilidad y el ritmo de producción gracias a las características del aire comprimido como medio transmisor y la adaptabilidad que permiten sus componentes. Los actuadores neumáticos se utilizan eficientemente en aplicaciones industriales donde es preciso el control continuo de una magnitud, así como en procesos discontinuos de manipulado y automatización. Los límites de utilización de un sistema de control o conducción con aire comprimido pueden cifrarse en términos de los parámetros significativos, entre los cuales se encuentran, por ejemplo, el nivel de esfuerzos a realizar, la precisión de posicionado, el tiempo de ciclo alcanzable o el control fino de la velocidad y la regularidad del movimiento (Salvador H. 2003).

2.4.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El proceso del aire comprimido en una instalación se completa cuando los elementos finales se emplean para llevar a cabo un trabajo. Todo inicia con la producción de aire comprimido por medio de los compresores, cómo los refrigeradores, filtros y secadores lo preparan antes de la distribución. Una red de distribución de aire comprimido conduce hacia la alimentación de los elementos finales o máquinas consumidoras. Por ello es importante conocer las propiedades de los materiales y elementos de conexión que se utilizan con más frecuencia (Salvador H. 2003).

2.4.3 CONFIGURACIÓN DE LAS REDES DE AIRE COMPRIMIDO

Existen varias configuraciones para una red de aire comprimido (José J. 2000):

- Red abierta. Se constituye por una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y las de servicio
- Red Cerrada. En esta configuración la línea principal constituye un anillo. Sin embargo, con ella se facilitan las labores de mantenimiento de manera importante, puesto que ciertas partes de ella pueden ser aisladas sin afectar la producción.
- Red Interconectada. Esta configuración es igual a la cerrada, pero con la implementación de bypass entre las líneas principales. Este sistema presenta un excelente desempeño frente al mantenimiento, pero requiere la inversión inicial más alta.

2.4.4 CONDUCCIONES

Las conducciones de aire comprimido quedan definidas por su diámetro interior o exterior y por el material de que están hechas, el cual les confiere las propiedades de resistencia mecánica y térmica, de maleabilidad y conformado necesarias (Salvador H. 2003).

2.4.4.1 CONDUCTOS SEGÚN SU FUNCIÓN

- Tubería principal es la que sale del compresor, y canaliza la totalidad del caudal de aire. Deben tener el mayor diámetro posible, para evitar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la red con su consecuente aumento de caudal.
- Tubería secundaria Las tuberías secundarias toman el aire de la tubería principal, ramificándose por las zonas de trabajo, de las cuales salen las tuberías de servicio.
- Tubería de servicio son las que surten en sí a los equipos neumáticos. En sus extremos tienen conectores rápidos y sobre ellas se ubican las unidades de mantenimiento (José J. 2000).

2.4.4.2 DIÁMETROS

Los tamaños de tubo suelen identificarse por su diámetro exterior. Así se facilita su identificación y el conexionado con los racores y las válvulas. En el ámbito métrico, los diámetros son: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 22, 28, etc., todos en milímetros. En el ámbito de pulgadas: 1/8, 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, etc., en pulgadas. En los cálculos de pérdidas de presión debe usarse el diámetro interno del tubo y no el externo (Salvador H. 2003).

2.4.4.3 MATERIALES

La presión y la temperatura máximas de trabajo son los factores primordiales que debemos tener en cuenta para la selección del material de las conducciones de aire comprimido. No obstante, deben considerarse también otros condicionantes como la rapidez de instalación, la facilidad de uso, su vida útil o el coste global. Al elegir el material, deben contemplarse las cuestiones siguientes:

Material	Ventajas	Desventajas
Hierro negro	• Costo moderado. • Disponible en varios tamaños.	• Instalación dispendiosa. • Se oxida y presenta fugas. • La aspereza interior ocasiona sedimentación.

Hierro galvanizado	• Materiales de costo moderado. • Disponible en varios tamaños. • En ocasiones anticorrosivo.	• Instalación dispendiosa. • Se oxida en las uniones y presenta fugas. • Aspereza interior ocasiona sedimentación y caída de presión. • Solo la superficie externa suele estar protegida.
Cobre	• No se oxida. • Buena calidad del aire. • Uniformidad en la superficie interior reduciendo la caída de presión.	• Debe soldarse muy bien para evitar fugas. • Susceptible a ciclos térmicos. • Su instalación exige uso de soplete.
Aluminio	• No se oxidan. • Buena calidad de aire. • Uniformidad de la superficie interior reduce la caída de la presión	• Instalación dispendiosa. • Materiales costosos.
Material sintético	• Tiene flexibilidad. • Permite su corte a medida y la conexión rápida mediante enchufes y conductos metálicos.	• Están más limitadas en presión y temperatura

Tabla 2.1 Materiales empleados para conductos neumáticos, presentando sus ventajas y

desventajas de cada uno de ellos. Tomado de Instalaciones neumáticas (2003, p. 54). Salvador A.

2.4.5 CONECTORES

Los conectores facilitan la conexión de los diferentes elementos neumáticos entre sí, sean estos conductos, válvulas o actuadores. Los elementos de interconexión se utilizan para conectar entre sí válvulas y tubos, y para el empalme, prolongación o derivación de conductos. Son accesorios necesarios para transportar el aire comprimido, y deben cumplir con unos mínimos requisitos (Salvador H. 2003):

- Tener dimensiones reducidas y mínima pérdida de presión.
- Ser de conexión rápida y estanca.
- Resistir las vibraciones y los esfuerzos mecánicos.

2.4.6 GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Por generación de aire comprimido entendemos el proceso de elevación de presión del aire atmosférico en la sección de entrada del sistema neumático. El componente característico de la sección de entrada de un sistema de transmisión de energía (STE) neumático es el compresor. El objetivo de un compresor es aumentar la presión del aire atmosférico mediante la transformación de la energía proporcionada por una fuente exterior (Salvador H. 2003).

El aire, como se sabe, es un gas casi perfecto, caracterizado esencialmente por su fluidez, compresibilidad y elasticidad. La fluidez permite a sus partículas no ofrecer resistencia apenas al deslizamiento; la compresibilidad hace que una determinada cantidad de gas pueda reducir su volumen si este se encuentra en un recinto herméticamente cerrado; la elasticidad permite que al comprimirlo en ese mismo recinto, ejerza sobre sus paredes una determinada presión, normal a la superficie en contacto (Antonio S. 2009).

2.4.6.1 CALIDAD DEL AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido, por el hecho de comprimirse, comprime también todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedad, hidrocarburos, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor, tales como polvo de abrasión por desgaste, aceites y aerosoles y los residuos y depósitos de la red de tuberías.

Estas impurezas pueden crear partículas más grandes, por lo que dan origen muchas veces a averías y pueden conducir a la destrucción de los elementos neumáticos. Es vital eliminarlas en los procesos de producción de aire comprimido (Antonio C. 2007). La Norma Internacional Estándar ISO 8573-1 establece las características de calidad del aire comprimido para uso general.

2.4.6.2 ALIMENTACIÓN DIRECTA DE LOS DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS

Una vez generado el aire comprimido en el compresor y secadores, debe ser preparado para que alimente en óptimas condiciones a los dispositivos neumáticos. La unidad de alimentación está compuesta por un filtro, un regulador de presión y un lubricante del aire. El aire debe ser filtrado para que las partículas remanentes que no han sido eliminadas o generadas en el depósito acumulador, el filtro secador y el separador de agua no ejerzan una acción de abrasión sobre los elementos neumáticos. Además, los dispositivos neumáticos deben alimentarse con el aire comprimido a una presión determinada independientemente de los consumos variables de la instalación, misión que realiza el regulador de presión. Por otro lado, las partes móviles de los sistemas neumáticos necesitan lubricación, función realizada por el lubricante (Antonio C. 2007).

2.4.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS

El término actuadores neumáticos se utiliza en aquellos componentes mecánicos destinados a transformar la energía neumática de presión y caudal en trabajo mecánico en la etapa de salida de un sistema de transmisión de energía (STE) neumático. Los actuadores neumáticos son componentes capaces de proporcionar potencia y movimiento a sistemas automatizados, máquinas y procesos. Los actuadores neumáticos se clasifican según la forma como se obtenga el trabajo.

2.4.7.1 ACTUADORES LINEALES

La potencia mecánica que desarrollan se define como el producto de la fuerza por la velocidad lineal. La fuerza que ejerce un cilindro se controla por medio de reguladores de presión y está limitada por el diámetro del cilindro y la presión de trabajo. A más diámetro o presión se consiguen fuerzas mayores, a expensas de un mayor consumo de aire comprimido. Un cilindro neumático es un componente sencillo, de bajo coste, fácil de instalar e ideal para producir movimientos lineales, estos cilindros pueden ser:

- Cilindro de simple efecto
- Cilindro de doble efecto
- Cilindros especiales
- Complementos de los actuadores lineales

2.4.7.2 ACTUADORES ROTATIVOS

Los actuadores rotativos se dividen en actuadores de giro y motores. En los actuadores de giro, el movimiento se restringe a ángulos inferiores a una vuelta. En los motores neumáticos, el movimiento de rotación es continuo, sin límite de vueltas (Salvador H. 2003).

- Actuadores de giro.
- Motores neumáticos.

2.4.8 SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

Para regular el arranque, parada y el sentido, así como la presión o el caudal del aire de los cilindros neumáticos, existen varios sistemas de accionamiento de las válvulas: manual, mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático. Los sistemas más utilizados son las válvulas distribuidoras (Antonio C. 2007).

2.4.8.1 VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

Las válvulas distribuidoras dirigen el aire comprimido hacia varias vías en el arranque, la parada y el cambio del sentido del movimiento del pistón dentro del cilindro. En la simbología de estas válvulas DIN-ISO 1219 (Internacional Standard Organization) y CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), se utiliza la siguiente nomenclatura (Antonio C. 2007):

ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Conexión del aire comprimido (alimentación)
A, B, C	2, 4, 6	Tuberías o vías de trabajo con letras mayúsculas
R, S, T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X, Y, Z	12, 14, 16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Tabla 2.2 Identificación de los orificios (vías) de las válvulas bajo la norma DIN-ISO 1219.

Neumática e Hidráulica (2007, p. 52). Antonio Creus.

Las válvulas distribuidoras se catalogan según diferentes categorías, que incluyen el tipo, el principio de diseño, el tipo de mando, la función.

2.4.8.1.1 TIPO

El tipo, hace referencia al montaje de la válvula. Por ejemplo, una válvula puede conectarse aislada, en subbase, en bloque modular, en línea o en isla de válvulas. El montaje afecta al diseño.

2.4.8.1.2 PRINCIPIO DE DISEÑO

El principio de diseño hace referencia al principio de operación bajo el cual se ha diseñado la válvula. Por ejemplo, las válvulas pueden ser de corredera, de asiento plano, de asiento giratorio, etc. El diseño de cada modelo de válvula puede incluir otras posiciones y número de vías aparte de los indicados.

- Válvula de corredera.
- Válvula de asiento.
- Válvulas sensibles.
- Válvulas de asiento giratorio.

2.4.8.1.3 TIPO DE MANDO

El mando es el mecanismo que acciona la válvula y causa el cambio de estado del sistema.

Los mandos se clasifican en manuales, mecánicos y eléctricos.

- Pulsador.
- Pulsador seta.
- Botón giratorio.
- Pulsador de emergencia.
- Retorno por llave.
- Leva.

2.4.8.1.4 FUNCIÓN

La función es la variedad de posiciones o estados en los que la válvula puede trabajar. Por ejemplo, pueden ser 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 3/3, 4/3, 5/3, etc. El primer número es el número de vías (puertos) principales: entradas, salidas y descargas, sin incluir las líneas dedicadas a señales de pilotaje. El segundo valor es el número de posiciones (estados). Una válvula 3/2 tiene tres vías y dos posiciones: en reposo y actuada. Se dice que la función de una válvula es monoestable cuando tiene una sola posición de reposo estable. En cambio, se dice que es biestable si no tiene una posición de reposo preferencial, de modo que permanece en cualquier posición hasta que se acciona algún mando. Normalmente, la función monoestable se consigue mediante muelles de retorno (Salvador H. 2003).

2.5 SOLDADURA O UNIÓN

La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más piezas mediante la aplicación conveniente de calor y/o presión. Muchos procesos de soldadura se obtienen solamente por calor, sin aplicar presión; otros mediante una

combinación de calor y presión; y otros más, únicamente por presión, sin suministrar calor externo. En algunos procesos de soldadura se agrega un material de relleno para facilitar la fusión (Mikell P. 2007).

2.5.1 PROCESO Y CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA POR FUSIÓN

La soldadura por fusión se define como la fusión y coalescencia de materiales mediante calor. Se pueden usar metales de aporte. Las soldaduras por fusión realizadas sin agregar metales de aporte se denominan soldaduras autógenas (Serope K. 2008). A continuación, se mencionan las zonas afectadas por el proceso de soldadura por fusión (**Figura 2.8**).

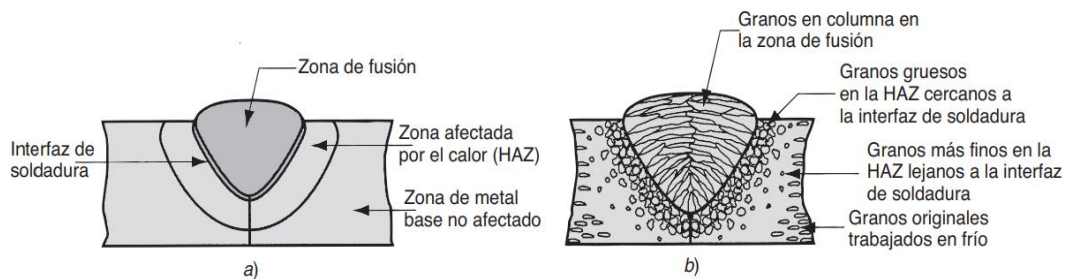


Figura 2.8 Zonas afectadas por proceso de soldadura por fusión. Fundamentos de manufactura moderna (2007, p. 700). Mikell P.

La zona de fusión consiste en una mezcla de metal de aporte y de metal base que se ha fundido por completo. Esta zona se caracteriza por un alto grado de homogeneidad entre los metales componentes que se han fundido durante la soldadura.

La segunda zona en la unión soldada es la interfaz de soldadura, La interfaz consiste en una banda delgada de metal base fundido o parcialmente fundido durante el proceso de fusión (se localiza dentro de los granos), el cual se ha solidificado inmediatamente después, antes de mezclarse con el metal en la zona de fusión.

La tercera zona en la soldadura por fusión típica es la zona afectada por el calor (HAZ, por sus siglas en inglés). En esta zona, el metal ha experimentado temperaturas menores a su punto de fusión, aunque lo suficientemente altas para producir cambios microestructurales en el metal sólido. Por lo general, el efecto sobre las propiedades mecánicas en la zona afectada por el calor es negativo y, con frecuencia, en esta región ocurren fallas en la junta soldada.

Finalmente, se alcanza la zona de metal base no afectada, en la cual no ha ocurrido un cambio metalúrgico. Sin embargo, es probable que el metal base que rodea la HAZ esté en un estado de alto esfuerzo residual, ocasionado por la contracción en la zona de fusión (Mikell P. 2007).

2.5.2 SOLDADURA CON ARCO DE METAL PROTEGIDO

La soldadura con arco de metal protegido (SMAW, por sus siglas en inglés) es un proceso de AW que usa un electrodo consumible y consiste en una varilla de metal de relleno recubierta con materiales químicos que proporcionan un fundente y protección. El metal de relleno usado en la varilla debe ser compatible con el metal que se va a soldar y, por lo tanto, la composición debe ser muy parecida a la del metal base.

Durante la operación, el extremo de metal descubierto de la varilla de soldadura (opuesto a la punta con que se suelda) se sujeta en un soporte de electrodos conectado a la fuente de potencia. El soporte tiene una manija aislada para que lo tome y manipule el soldador. Las corrientes que se usan regularmente en la SMAW varían entre 30 y 300 A a voltajes de 15 a 45 V. La selección de los parámetros de potencia adecuados depende de los metales que se van a soldar, del tipo y longitud del electrodo, así como de la profundidad de penetración de la soldadura requerida.

Por lo general, la soldadura con arco de metal protegido se realiza en forma manual debido a su mayor densidad de potencia. Lo que convierte a la SMAW en el proceso más versátil y de mayor uso entre los procesos de AW (Mikell P. 2007).

2.5.3 ELECTRODOS

Los electrodos que se usan en los procesos de AW se clasifican como consumibles y no consumibles (Mikell P. 2007).

- Los electrodos consumibles proporcionan el metal de relleno en la soldadura con arco. Estos electrodos están disponibles en dos formas principales: varillas y alambres. El problema con las varillas de soldadura consumibles es que deben cambiarse de manera periódica, lo que reduce el tiempo de arco del soldador, el alambre para soldadura consumible tiene la ventaja de que puede alimentarse en forma continua.
- Los electrodos no consumibles están hechos de los cuales resisten la fusión mediante el arco. A pesar de su nombre, un electrodo no consumible se desgasta en forma gradual durante el proceso de soldadura. Para los procesos de AW que utilizan electrodos no consumibles, cualquier metal de relleno usado en la operación debe proporcionarse mediante un alambre separado que se alimenta dentro del pozo soldado.

Los electrodos para procesos de soldadura por arco consumibles ya descritos se clasifican de acuerdo con:

- La resistencia del metal para soldadura depositado.
- La corriente (CA o CD).
- El tipo de recubrimiento.

Los electrodos se identifican con números y letras (**Tabla 2.3**) o mediante un código de colores, en particular si son demasiado pequeños para grabarles su identificación. La American Welding Society (AWS) y el American National Standards Institute (ANSI) publican las especificaciones para los electrodos y metales de aporte (incluyendo tolerancias dimensionales, procedimientos y procesos de control de calidad). Algunas especificaciones

aparecen en las Especificaciones para Materiales Aeroespaciales (AMS, por sus siglas en inglés) editadas por la Society of Automotive Engineers (SAE). Los electrodos se venden por peso y están disponibles en varios tamaños y especificaciones (Serope K. 2008).

Designación de electrodos de acero dulce recubiertos	
El prefijo "E" indica electrodo para soldadura por arco.	
Los primeros dos dígitos de los números de cuatro dígitos y los primeros tres dígitos de los números de cinco dígitos indican resistencia mínima a la tensión:	
E60XX	60,000 psi resistencia mínima a la tensión
E70XX	70,000 psi resistencia mínima a la tensión
E110XX	110,000 psi resistencia mínima a la tensión
El penúltimo dígito indica la posición:	
EXX1X	Todas las posiciones
EXX2X	Posición plana y filetes horizontales
Los últimos dos dígitos juntos indican el tipo de recubrimiento y la corriente a utilizar.	
El sufijo (Ejemplo: EXXXX-A1) indica la aleación aproximada en el depósito de la soldadura:	
—A1	0.5% Mo
—B1	0.5% Cr, 0.5% Mo
—B2	1.25% Cr, 0.5% Mo
—B3	2.25% Cr, 1% Mo
—B4	2% Cr, 0.5% Mo
—B5	0.5% Cr, 1% Mo
—C1	2.5% Ni
—C2	3.25% Ni
—C3	1% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr
—D1 y D2	0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn
—G	0.5% mín. Ni, 0.3% mín. Cr, 0.2% mín. Mo, 0.1% mín. V, 1% mín. Mn (sólo se requiere un elemento)

Tabla 2.3 Designación de electrodos de acero. Manufactura, Ingeniería y tecnología (2008, p. 955).

Serope K.

2.5.4 PROTECCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO

En la soldadura con arco, las altas temperaturas provocan que los metales que se unen reaccionen intensamente al oxígeno, nitrógeno e hidrógeno del aire. Las propiedades mecánicas de la unión soldada pueden degradarse seriamente por estas reacciones. A fin de proteger la operación de soldadura de este resultado no deseado, casi todos los procesos de AW proporcionan algún medio para proteger el arco del aire circundante.

Esto se logra al cubrir la punta del electrodo, el arco y el pozo de soldadura fundida con un manto de gas o fundente o ambos, lo que inhibe la exposición del metal soldado al aire. Por lo general, un fundente está formulado para cumplir con varias funciones adicionales que incluyen (Mikell P. 2007):

- Estabilizar el arco.
- Generar gases que actúen como protectores contra la atmósfera circundante; estos gases son el bióxido de carbono y vapor de agua (así como monóxido de carbono e hidrógeno en cantidades pequeñas).
- Controla la velocidad a la que se funde el electrodo.
- Actúa como fundente para proteger la soldadura contra la formación de óxidos, nitruros y otras inclusiones y para proteger el charco de soldadura fundida (con la escoria resultante).
- Agregar elementos de aleación en la zona de soldadura, a fin de mejorar las propiedades de la unión; entre estos elementos están los desoxidantes, para evitar que la soldadura se vuelva frágil (Serope K. 2008).

2.6 PROCESOS DE CORTE CON ENERGÍA TÉRMICA

Los procesos de remoción de material basados en la energía térmica se caracterizan por temperaturas locales muy altas, con calor suficiente para remover material mediante fusión o vaporización. Debido a las altas temperaturas, estos procesos producen daños físicos y metalúrgicos en la nueva superficie de trabajo. En algunos casos, el acabado resultante es tan deficiente que se requiere un procesamiento posterior para alisar la superficie. Estos procesos son

- Electroerosión, maquinado por descarga eléctrica y corte por descarga eléctrica con alambre.
- Maquinado con haz de electrones.
- Maquinado con haz láser.
- Maquinado con arco de plasma.
- Procesos convencionales de corte térmico (Mikell P. 2007).

2.6.1 PROCESOS DE CORTE CON OXÍGENO Y GAS COMBUSTIBLE

El corte con oxígeno y combustible gaseosos (OFC, por sus siglas en inglés), u oxicorte, se parece a la soldadura con oxígeno y combustible gaseosos, pero en este caso la fuente de calor sirve para retirar una zona delgada de una placa o lámina metálica (**Figura 2.9a**). Este proceso es adecuado en particular para los aceros. Se emplea un soplete o boquilla de corte que se usa en estos procesos está diseñado para proporcionar una mezcla de gas combustible y oxígeno en las cantidades correctas y dirigir una corriente de oxígeno a la región de corte (Mikell P. 2007).

En este proceso, cuanto mayor sea el contenido de carbono en el acero, mayor será la temperatura de precalentamiento requerida. El corte se produce principalmente por la oxidación (quemado) del acero; también ocurre alguna fusión (Serope K. 2008).

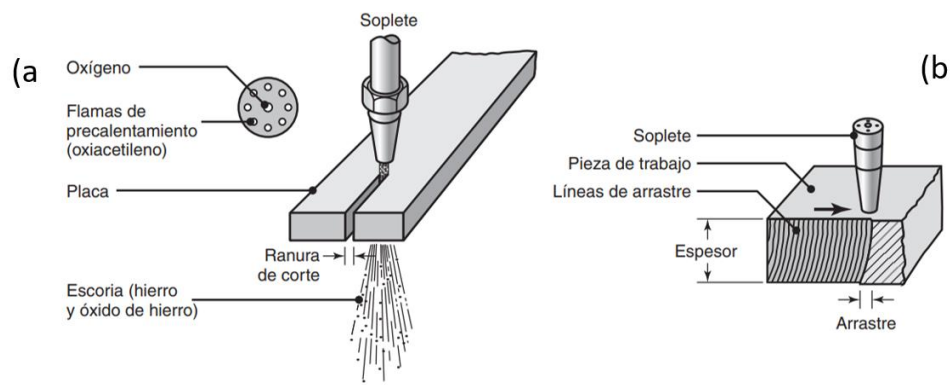


Figura 2.9 Boquilla empleada para el proceso de OFC, diseñada para proporcionar una mezcla de gas combustible y oxígeno. Manufactura, Ingeniería y tecnología (2008, p. 959). Serope K.

La flama deja líneas de arrastre en la superficie cortada (**Figura 2.9b**), que produce una superficie más rugosa que las que se obtienen por procesos como el aserrado, troquelado u otras operaciones con herramientas de corte mecánico.

2.7 AUTOMATISMO

En electricidad, se denomina automatismo al circuito que es capaz de realizar secuencias lógicas sin la intervención del hombre. Los automatismos se utilizan tanto en el sector industrial como en el doméstico, para operaciones tan dispares como arranque y control de maquinaria, gestión de energía, subida y bajada de persianas, riego automático, etc. Dependiendo de la tecnología utilizada, los automatismos pueden ser cableados o programados (Juan Carlos M. 2009).

2.7.1 LÓGICA CABLEADA

La lógica cableada es una técnica de realización de equipos de automatismo en la que el tratamiento de datos se efectúa por medio de contactores auxiliares o relés de automatismo. Estos aparatos también cumplen otras funciones, entre las que cabe mencionar: la selección de los circuitos, la desmultiplicación de los contactos auxiliares de los contactores, interruptores de posición, de interfaz para amplificar señales de control demasiado débiles para suministrar energía a los aparatos de elevado consumo.

El funcionamiento lo define la conexión lógica, mediante cables, entre los diferentes elementos del sistema (Juan Carlos M. 2009). Se emplea en automatismos de reducido tamaño debido a la poca flexibilidad que estos presentan, algunos inconvenientes son:

- Imposibilidad de realización de funciones complejas de control.
- Presentan un gran volumen.
- Poca flexibilidad para modificaciones.

2.7.2 TABLERO O GABINETE

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

2.7.2.1 TABLERO GENERAL

El tablero general es aquél que se coloca inmediatamente después del y que contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de éste se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados.

2.7.2.2 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES

En instalaciones industriales, y en general en aquéllas donde se utilizan varios motores, los arrancadores se agrupan en tableros compactos conocidos como centros de control de motores. Dependiendo del número de arrancadores o circuitos derivados y de la distancia entre ellos y el tablero general, puede ser necesario incluir un interruptor general.

2.7.2.3 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN O DERIVADOS

Cada área de una instalación está normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimenta. Contienen una barra de cobre para el neutro y 1, 2 ó 3 barras conectadas a las fases respectivas (Neago B. 1995).

2.7.3 COMPONENTES Y ESTRUCTURA DEL TABLERO ELÉCTRICO

Los tableros son equipos que agrupan distintos dispositivos ya sean de protección, maniobra o comando, estos dispositivos están relacionados a la función de los diferentes tipos de tableros. En su diseño se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones y normativas para el correcto funcionamiento y protección del tablero, así como la de los operadores. algunos de los dispositivos de uso más común son:

2.7.3.1 INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

El interruptor termomagnético es un dispositivo de protección contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos. Provoca la apertura automática del circuito en el que está instalado cuando dichas corrientes tienen lugar. Como indica su nombre, consta de dos métodos de apertura

- Disparador magnético: actúa frente a las corrientes de cortocircuito, y debido a que este tipo de corrientes son muy peligrosas, tiene que proporcionar un corte muy rápido.
- Disparador térmico: actúa frente a las corrientes de sobrecarga y el corte es más lento (Juan Carlos M. 2009).

2.7.3.2 FUSIBLES

Los fusibles son elementos de protección de las instalaciones eléctricas que se conectan en serie con el circuito que tienen que proteger. Se fabrican con un hilo de un material que tiene un punto de fusión más bajo que el del cobre y suelen disponer también una sección inferior a la de los conductores. El objetivo es que, ante cualquier aumento de temperatura debido a una intensidad excesiva, sea el primer punto en calentarse. Si la temperatura es la suficiente, el elemento se funde, interrumpiendo la continuidad del circuito y evitando, por tanto, que la sobreintensidad peligrosa siga circulando y dañe al resto de componentes.

2.7.3.3 CONTACTOR

El contactor es un dispositivo electromagnético, que puede ser controlado a distancia para cerrar o abrir circuitos de potencia. Una de las principales aplicaciones del contactor se realiza en el control de los circuitos de alimentación de todo tipo de motores eléctricos, pero se utiliza para alimentar otros tipos de receptores, como sistemas de resistencias, líneas de luminarias, etc.

2.7.3.4 CONTACTORES AUXILIARES O DE MANDO

Se denominan contactores auxiliares o de mando a aquellos que no disponen de contactos de potencia. Pueden tener el mismo aspecto físico que los contactores de potencia, pero con la diferencia de estar dotados solamente con un conjunto de contactos auxiliares abiertos y/o cerrados. Se utilizan en los circuitos de automatismos para operaciones de maniobra (Juan Carlos M. 2009).

2.7.3.5 RELÉS

También son conocidos como relés industriales. Disponen de un circuito electromagnético y un conjunto de contactos, siendo su funcionamiento idéntico al de un contactor. Los relés suelen tener un tamaño mucho más reducido que el de los contactores.

2.7.3.6 RELÉ TÉRMICO O GUARDAMOTOR

El relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en circuitos de automatismos, destinados al arranque de motores. Con él se protege el motor contra sobrecargas y fallos debidos a la falta de una fase. La parte de fuerza del relé térmico es la encargada de detectar la sobrecarga. Los contactos auxiliares se utilizan para la desconexión del circuito de mando del contactor que gestiona el motor y para señalar el disparo.

2.7.3.7 ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Los contactores y relés son los elementos por excelencia de los automatismos eléctricos cableados, sin embargo, cualquier sistema que se precie llamar automático debe disponer de sensores para captar las señales y receptores sobre los que actuar. Pueden ser de dos tipos: electromecánicos y de estado sólido (también denominados estáticos o electrónicos).

- Interruptores.

Son de accionamiento manual y tienen dos posiciones. El cambio de una a otra se realiza actuando sobre el elemento de mando, que puede ser una palanca, un balancín, una manilla rotativa, etc. Todos los interruptores disponen de un sistema de enclavamiento mecánico, que permite mantenerlos en una posición hasta que se interviene de nuevo sobre el elemento de mando.

- Conmutadores.

Son de accionamiento manual y tienen dos o más posiciones. Permiten redireccionar la señal por diferentes ramas de circuito a través de un borne común.

- Pulsadores.

Son de accionamiento manual. Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él. Sus contactos vuelven a la posición de reposo, mediante un resorte, cuando cesa la acción.

- Interruptores de posición.

También denominados finales de carrera se utilizan para detectar, por contacto físico, el final de recorrido de un elemento móvil de una máquina o dispositivo automático. Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él, volviendo estos a su posición de reposo cuando cesa la acción.

Dependiendo de las necesidades de detección, existen numerosos tipos de cabezas de accionamiento (rondana, palanca, leva, varilla, etc.) intercambiables entre sí para un mismo modelo de final de carrera.

- Otros captadores electromecánicos.

En los circuitos de automatismos industriales se utilizan, según las necesidades, numerosos tipos de captadores o sensores electromecánicos. Unos son de accionamiento manual, como los

interruptores de palanca, de tirador, de pedal, etc., y otros de accionamiento automático debido al cambio de magnitudes físicas, como los presostatos o interruptores de nivel de líquidos por flotador.

- Sensores fotoeléctricos.

Utilizan un rayo de luz (visible o de infrarrojos) como elemento de detección. La barrera luminosa se establece entre una célula emisora y otra receptora. Pueden estar alojadas en una misma base o en bases separadas. Así, los detectores fotoeléctricos se clasifican en los siguientes tipos:

- De barrera.
- Réflex.
- De proximidad.

- Sensores inductivos.

Son detectores de proximidad y detectan exclusivamente objetos de material metálico. Su campo de acción es muy reducido, no superando los 60 mm en los modelos de mayor potencia.

- Sensores capacitivos.

Detectan objetos de cualquier tipo, conductores y no conductores como, por ejemplo: metales, minerales, madera, plástico, vidrio, cartón, cuero, cerámica, fluidos, etc. Su aspecto físico y alcance es similar al de los inductivos.

- Sensores de ultrasonidos.

Detectan objetos de cualquier tipo sin contacto físico. Los detectores de ultrasonidos, también denominados sonar, permiten ajustar manualmente el campo de acción entre una distancia mínima y una máxima. Esto les hace enormemente versátiles para muchas aplicaciones industriales.

- Pilotos y lámparas.

Son dispositivos de señalización luminosa y disponen de un tamaño similar al de los pulsadores. Están diseñados para ser ubicados en puertas de cuadros o en bases de botoneras. Se pueden utilizar de diferentes colores, reservando el rojo para señalización de fallos y alarmas (Juan Carlos M. 2009).

2.7.3.8 PERFILES

El perfil o riel DIN es una pletina doblada que se utiliza para la fijación de elementos en cuadros eléctricos. Se fija en el fondo del armario, o en el chasis. La gama de aparatos que pueden ser situados sobre perfil es muy amplia: La **Figura 2.10** muestra los diferentes tipos de perfiles que se pueden encontrar en el mercado.

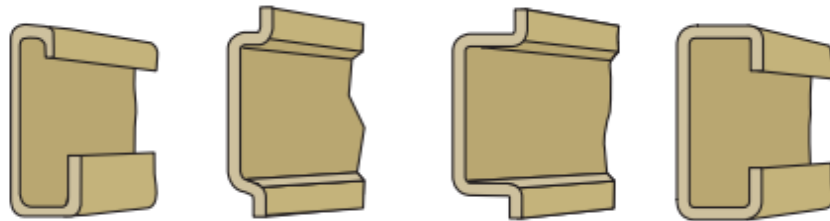


Figura 2.10 Tipos de perfiles de riel DIN. Automatismos industriales (2009, p. 12). Juan Carlos.

2.7.3.9 PLACAS

Las placas son utilizadas como fondo en armarios tipo cofre para alojar elementos de automatismos, tanto cableados como programados. En el mercado existen varios tipos de placas para la fijación de elementos y canalizaciones:

- Placa lisa.
- Placa perforada.

2.7.3.10 REGLETERO

Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornes de conexión. Se fijan en perfiles normalizados con pestañas tipo clip. La conexión de los cables es lateral y su fijación se realiza desde la parte superior con los tornillos de apriete. Su composición se realiza por bloques de bornes unidos lateralmente, separadas por tabiques aislantes que facilitan su identificación (**Figura 2.11**).

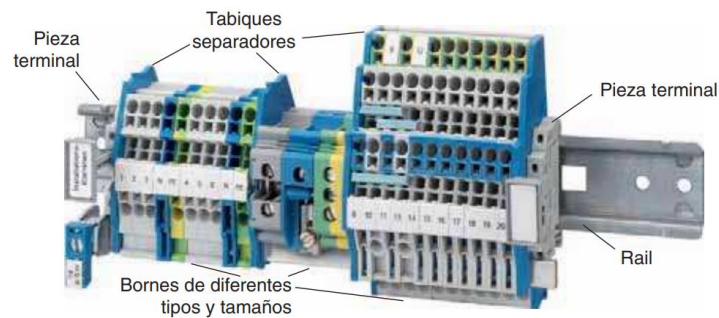


Figura 2.11 Bornes de conexión. Automatismos industriales (2009, p. 16). Juan Carlos.

2.7.3.11 CANALETAS

Se utilizan para fijar los conductores eléctricos que no superen los 10 mm² de sección, por el interior del cuadro, sin elementos auxiliares de sujeción. El reparto de cables, a los diferentes aparatos y regletas (**Figura 2.12**), se hace por las perforaciones realizadas en sus laterales. Con este tipo de canalización, la ampliación o modificación de los cableados resulta sencilla, ya que el acceso al interior, una vez retirada la tapa, se hace en toda su longitud (Juan Carlos M. 2009).

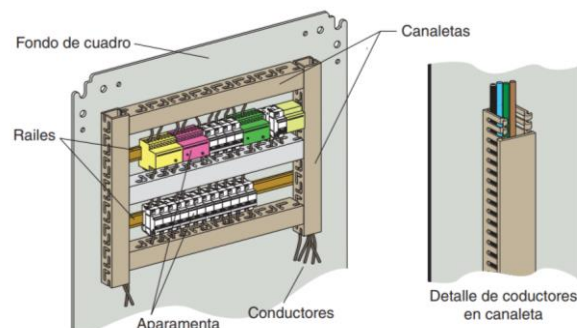


Figura 2.12 Canaleta eléctrica para fijar y repartir cables. Automatismos industriales (2009, p. 21).

Juan Carlos.

2.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes (Neago B. 1995).

2.8.1 OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además, debe ser económica, flexible y de fácil acceso (Neago B. 1995).

2.8.2 CLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas. A continuación, se detallan las relativas al nivel de voltaje y al ambiente del lugar de instalación.

2.8.2.1 NIVEL DE VOLTAJE

- Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 volts.
- Instalación de media tensión. Aunque no existen límites precisos, podría considerarse un rango entre 1000 y 15000 volts; sin embargo, algunos autores incluyen todos los equipos hasta de 34 kV. En media tensión es muy común encontrar instalaciones con motores de más de 200 hp que operan con un voltaje de 4160 V entre fases y 2400 V entre fase y neutro.

- Instalaciones de alta tensión. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente.

2.8.2.2 LUGAR DE INSTALACIÓN

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar donde se ubiquen:

- Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques y sellos) para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.
- Se consideran instalaciones especiales aquéllas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible (Neago B. 1995).

2.8.2.3 TIPO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Por razones que obedecen principalmente al tipo de construcciones en que se realizan, material utilizado en ellas, condiciones ambientales, trabajo a desarrollar en los locales de que se trate y acabado de las mismas; se tienen diferentes tipos de instalaciones eléctricas (Bacerril L. 2005):

- Totalmente visibles.
- Visibles entubadas.
- Temporales.
- Provisionales.
- Parcialmente ocultas.
- Ocultas.
- A prueba de explosión.

2.8.3 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una instalación eléctrica correctamente diseñada emplea normalmente materiales aprobados o certificados por las normas nacionales (o internacionales en algunos casos), estos materiales incluyen varios tipos de canalizaciones (tubos conduit, coples, niples, buses-ducto) cables y conductores, cajas de conexión, dispositivos de protección (fusibles, Interruptores, etcétera).

2.8.3.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los elementos que conducen la corriente eléctrica se denominan conductores eléctricos y deben tener una buena conductividad y cumplir con otros requisitos en cuanto a propiedades mecánicas y eléctricas. Por esta razón, la mayoría de los conductores son de cobre y algunos otros de aluminio, aun cuando existen otros materiales de mejor conductividad, como por ejemplo la plata y el platino, que tienen un costo elevado que hace antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

Por lo general, los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido o como cables, dependiendo la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se elaboran en secciones rectangulares para altas corrientes.

Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número que corresponde a lo que comúnmente se conoce como el calibre, y que normalmente se sigue el sistema americano de designación AWG (American Wire Gage), siendo el más grueso el número 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en Instalaciones eléctricas.

2.8.3.2 TUBOS CONDUIT METÁLICOS:

Los tubos conduit metálicos, dependiendo del tipo usado, se pueden instalar en exteriores o interiores, en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores. Los tubos

conduit rígidos constituyen, de hecho, el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se emplea en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

En los casos de ambientes corrosivos, se debe tener cuidado de especificar los tubos con alguna pintura anticorrosiva, ya que la presentación normal de estos tubos es galvanizada. Los tipos más usados según (Gilberto E. 2004) son:

- De pared gruesa (tipo rígido).
- De pared delgada.
- Tipo metálico flexible (green field).

2.8.3.3 CHAROLAS PARA CABLES

Las charolas o pasos de cable son conjuntos prefabricados en secciones rectas con herrajes que se pueden unir para formar sistemas de canalizaciones. En general se tienen disponibles tres tipos de charolas para cables (Gilberto E. 2004).

- Charola de paso.
- Charola tipo escalera.
- Charolas tipo canal.

2.8.3.4 CONDULETS

Los condulets son básicamente elementos de interconexión, empleados en instalaciones con tubo conduit de tipo visible, estos generalmente se fabrican de aluminio y hierro maleable u otras aleaciones. Principalmente, se emplean para cambios de trayectorias en instalaciones eléctricas.

CAPÍTULO 3 DESARROLLO

3.1 CONSTITUCIÓN Y FORMA DE OPERACIÓN DE MÁQUINA ROLADORA

La máquina roladora o laminador del departamento de acabado en frío está diseñado para laminar barras en diámetros de 3 a 6 in con longitudes de 6 a 9 m, constituida por un laminador (molino) de dos rodillos cóncavos, sistema de potencia, bancadas para descanso de la materia prima tanto en la entrada como en la salida, una guía o canal móvil para la introducción de barras al laminador y un canal fijo en la salida para recibir estas (**Figura 3.1**).

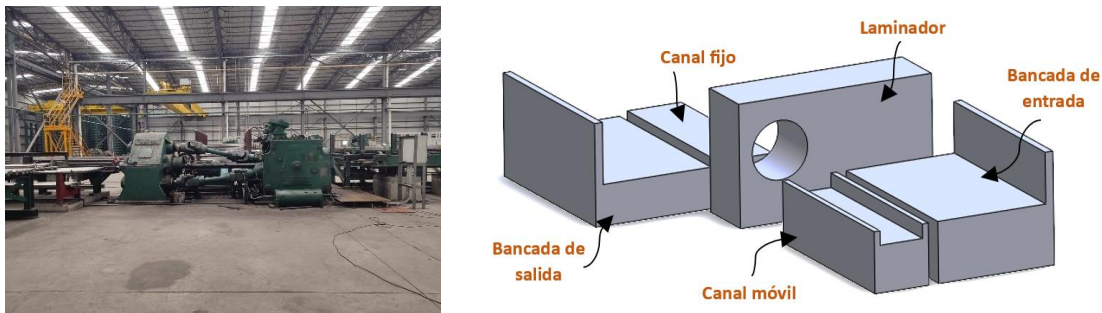


Figura 3.1 Máquina roladora y esquema representativo de constitución.

Las barras son transportadas por grúas tipo puente a la bancada de entrada de la máquina roladora, donde el operador acomoda una barra a la posición más conveniente para después poder tirarla al canal móvil, encargado de transportar la barra para introducirla a los rodillos del laminador, el operador debe arrastrar la barra para terminar de introducirla y en ocasiones cargarla para ser introducida a los rodillos.

Después el operador debe trasladarse al canal de salida y esperar que esta salga del laminador para empujar la barra y ésta descansa en la bancada de salida, haciendo que el proceso demore debido a la espera de la salida de la barra y de igual forma el proceso es discontinuo, ya que el operador debe trasladarse a la entrada para introducir la siguiente barra. Esto hace que el proceso

sea manual (rudimentario) en ciertas partes del proceso y repetitivo para el usuario como se muestra (Figura 3.2).

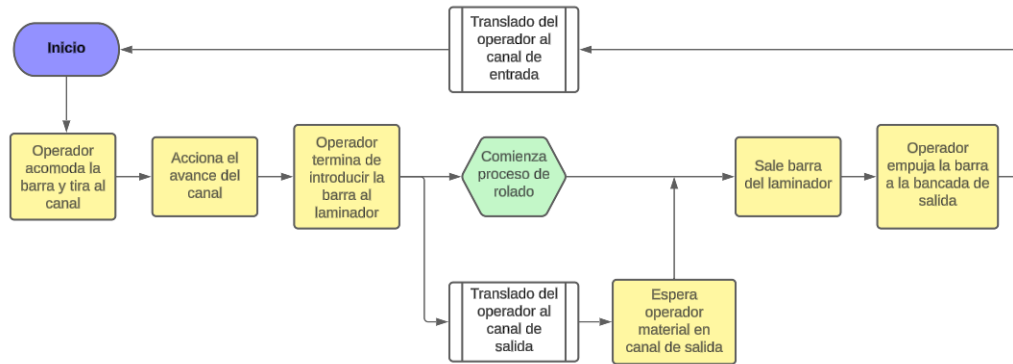


Figura 3.2 Diagrama de flujo del proceso de rolado de barras.

3.2 PROPUESTA DE SEMI AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA ROLADORA

Debido a los inconvenientes que se detectaron en el proceso de rolado de barras, la propuesta de semi automatización consta de dos partes. En la entrada de la máquina roladora se reducirá la altura de la bancada e implementación de control neumático para la introducción de las barras. En la salida se implementará un sistema para la descarga de barras de forma automática con la implementación de control neumático.

3.3 ENTRADA DE MÁQUINA ROLADORA

3.3.1 CORTE Y SEPARACIÓN DE BANCADA

El proceso de oxicorte se utilizó para la remoción de cierta cantidad de material que unía parte de la bancada con la parte fija al suelo, se empleó este proceso, ya que es adecuado en particular para los aceros. El proceso principalmente consiste en calibrar la flama de corte y después de ello ubicar la boquilla del soplete en una orilla del material, una vez este comience a fundirse se libera lentamente el oxígeno para comenzar a mover el soplete y comenzar a realizar el corte en zonas específicas (Figura 3.3) para separar la bancada y ajustarla a la altura adecuada.



Figura 3.3 Corte de bancada en zonas específicas.

Una vez que se cortaron todos los puntos seleccionados. Se utilizó la grúa tipo puente con capacidad de levantamiento de 9 toneladas y eslingas para asegurar la bancada de la forma más conveniente y proceder a separarla (**Figura 3.4**) y continuar cortando el material sobrante de la parte fija al suelo para su ajuste a la altura deseada.



Figura 3.4 Separación de bancada de entrada y la parte fija al suelo.

Con la separación de bancada se procedió a esmerilar las zonas de corte donde se dejaron líneas de arrastre, porosidades y escoria (**Figura 3.5**). Esto se realizó con el fin de tener zonas lisas que no afecten en la recolocación de la bancada para que esta asiente de forma uniforme.



Figura 3.5 Esmerilado de las zonas afectadas por el proceso de oxicorte.

3.3.2 REUBICACIÓN DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se separó la bancada de la parte fija al piso se encontraron dos canalizaciones eléctricas (**Figura 3.6**) que impedían la colocación inmediata de la bancada en el lugar designado (**anexo 1B**), por lo tanto, se tuvo que hacer una planeación según las necesidades del proyecto para la reubicación de estas (**anexo 2B**).



Figura 3.6 Canalizaciones eléctricas ubicadas debajo de la bancada de entrada.

Para poder comenzar con la reubicación de las canalizaciones eléctricas, se procedió a identificar de dónde provenían los cables que cruzaban por dichas canalizaciones. Se identificó que el cableado comunicaba a dos tableros de control interconectados, iniciando por el tablero principal

de control “A” donde se ubica el PLC que se encarga del control de la máquina roladora (**Figura 3.7a**) cruzando por un registro subterráneo (**Figura 3.7c**) para después ser distribuido a un tablero secundario de control “E” (**Figura 3.7b**).



Figura 3.7 Identificación del recorrido del cableado a modificar.

Para proceder a retirar el cableado, antes se realizó un esquema de conexiones del tablero secundario de control “E” (**Figura 3.8**), resaltando las puntas que se vieran afectadas por la reubicación, para proceder a su desconexión y de esta forma retirar el cable.

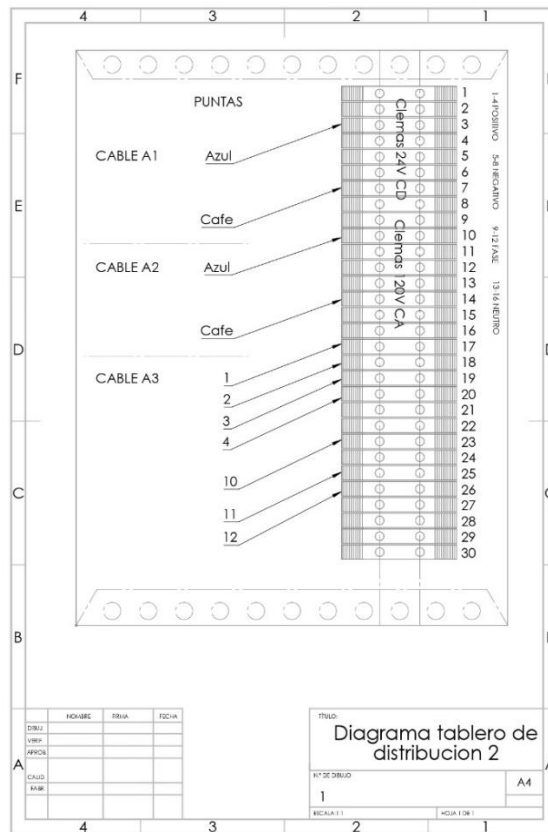


Figura 3.8 Esquema de conexiones del tablero secundario de control.

Comenzamos con la nueva instalación de canalización eléctrica de tipo visible con la preparación del tubo conduit metálico para pared delgada de 1" con tubos cortados a las medidas necesarias y realizando cuerdas para poder unir los condulets para cambio de dirección (**Figura 3.9a**), concluyendo con la fijación de la canalización eléctrica con abrazaderas tipo omega (**Figura 3.9b**).



Figura 3.9 Instalación y reubicación de nueva canalización eléctrica.

Al finalizar la instalación de la canalización eléctrica se introdujeron uno a uno los cables previamente retirados para su reubicación y reconexión de las puntas que se vieron afectadas en el tablero de control secundario “E” (**Figura 3.10a**). Se decidió tender un nuevo cable multipuntas el cual se utilizaría para la conexión de las electroválvulas de ambos pistones, el cable sobrante se recogió y guardó en el registro subterráneo, ya que es su función (**Figura 3.10b**).



Figura 3.10 Tendido del cableado eléctrico previamente retirado a su nueva ubicación.

Los accionamientos de pedal mostrados se reemplazaron debido al mal estado en el que se encontraban (**Figura 3.11a**). Uno de ellos únicamente se conectó sin alterar las conexiones existentes, ya que se encarga del avance y retroceso del canal móvil de entrada. el otro pedal se habilitó para el control del pistón de levantamiento, ya que anteriormente no tenía alguna función (**Figura 3.11b**).



Figura 3.11 Cambio de accionamientos de pedal mostrando el estado en que se encontraban y después de haber sido reemplazados.

3.3.3 COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE BANCADA

Al culminar con la reubicación de las canalizaciones se procedió a realizar la colocación de la bancada al lugar correspondiente, en esta parte del proceso fue complicado introducir la bancada en una sola pieza como se hizo al retirarla, por lo cual se decidió cortarla en tres partes para su colocación (**Figura 3.12a**), con lo cual se procedió a soldar para su fijación a la parte fija al suelo mediante soldadura por arco eléctrico protegido (SMAW) con soldadura E 7018, debido a su mayor densidad de potencia y vertibilidad del proceso (**Figura 3.12b**).



Figura 3.12 Colocación y fijación de bancada de entrada.

3.3.4 MANTENIMIENTO A PISTONES NEUMÁTICOS

Se brindó mantenimiento a los pistones neumáticos para la parte de la entrada debido a que estos se encontraban a la intemperie y no estaban en funcionamiento (**Figura 3.13**). Todo esto comenzó con el desarme de los pistones para verificar el estado de los sellos neumáticos, limpieza general exterior e interior y lubricación.



Figura 3.13 Mantenimiento a pistones neumáticos de entrada.

Debido al mal estado del rodillo con el que contaba el pistón de levantamiento (**Figura 3.14**) se decidió maquinar uno con acero SAE 1045 para tener una mayor resistencia y dureza, para su fabricación únicamente se cortó un tocho de un diámetro de 4" x 11" de largo para su preparación el cual fue enviado al taller de laminación de planta 2 debido a que en el taller de acabado en frío no se cuenta con la máquina adecuada, donde se realizaría un barrenado de extremo a extremo en el centro de la pieza, con un diámetro de 1 9/16" esto para que pasara una flecha con un diámetro de 35 mm, como se muestra en el anexo A1.



Figura 3.14 Rodillo de pistón de levantamiento con abolladuras y desgaste.

Una vez barrenado y entregado el tocho procedimos a cortar en tres secciones iguales, cada una de estas secciones se refrentarán para que el largo total entre las 3 piezas fuera de 10", debido a nuestra poca experiencia con el torno, contamos con ayuda del encargado del taller para llevar a cabo la operación de mandrinado para cada uno de los rodillos donde irán montados rodamientos (**Figura 3.15**), basándose en el anexo A2 y concluyendo con su montaje en el pistón de levantamiento en la flecha del anexo A3.



Figura 3.15 Operación de mandrinado para cada uno de los rodillos.

3.3.5 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO

La realización de la tubería neumática de alimentación para las electroválvulas comenzó con el corte a medida de las tuberías a emplear para realizar las cuerdas con tarraja de 3/4" NPT para la conexión de los racores (**Figura 3.16a**), que servirán para interconectar y alimenta de los elementos de la instalación neumática (**Figura 3.16b**).



Figura 3.16 Realización de la tubería neumática y conexión de racores.

Se fijó con abrazaderas tipo omega la tubería neumática de tipo secundario lo más cerca de las válvulas direccionales (**Figura 3.17a**), ya que esta se alimenta del aire de la tubería principal proveniente de la unidad de mantenimiento (**Figura 3.17b**), ramificándose por las zonas de trabajo sirviendo para la alimentación de dos válvulas direccionales 5/2 las cuales controlan el pistón levantamiento y empuje respectivamente.



Figura 3.17 Fijación y conexión de la tubería neumática de tipo secundario a la línea de alimentación.

En las válvulas direccionales se colocaron racores como lo son reducciones de $1/2$ a $3/8$ para la conexión de espigas que permiten la interconexión rápida con manguera neumática, ya que las salidas de conexión de la válvula son de $3/8$ y la conexión de la espiga es de $1/2$. Culminando con su colocación en su base de soporte previamente realizada (**Figura 3.18**).



Figura 3.18 Fijación de válvula direccional a base de soporte con racores conectados.

3.3.5.1 PISTÓN DE LEVANTAMIENTO

Se fabricó una base para pistón de levantamiento de barras al final del canal de entrada, con perfiles en U, barra rectangular con dimensiones considerables, se empleó soldadura E 7018 debido a que los materiales empleados son aceros de bajo y medio carbono con un porcentaje de hasta 0,45% C. Este tipo de soldadura brinda facilidad de uso, alta calidad en la fabricación y montaje de estructuras de acero, así como trabajos de reparación y mantenimiento (**Figura 3.19**).



Figura 3.19 Fabricación de base para pistón de levantamiento de barras al final del canal de entrada.

El pistón de levantamiento se fijó con tornillos y tuercas de 3/8 estándar a la base anteriormente mencionada, esto con el objetivo de poder desmontar el pistón cuando este lo requiera (**Figura 3.20a**), de igual forma se instaló la manguera neumática de 1/2 a 300 Psi a las salidas A y B de la válvula direccional con base a la norma DIN-ISO 1219 y terminando de conectar a las entradas de alimentación del pistón. La manguera se terminó de asegurar con abrazaderas para mayor seguridad (**Figura 3.20b**).



Figura 3.20 Fijación y colocación de manguera neumática del pistón de levantamiento.

3.3.5.1.1 CONTROL NEUMÁTICO

El circuito neumático es alimentado desde una unidad de mantenimiento, suministrando una presión de 100 psi distribuida a una válvula 5/2 monoestable con retorno de muelle con

accionamiento eléctrico, empleando la nomenclatura para válvulas bajo la norma DIN-ISO 1219.
 Para el control de un pistón de doble efecto A (**Figura 3.21**).

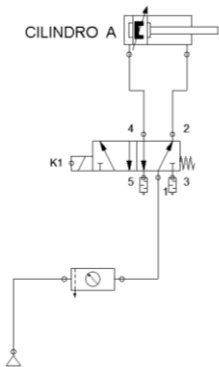


Figura 3.21 Circuito neumático para el control de un pistón doble efecto A.

SIMULACIÓN

En este estado se observa que la alimentación se dirige de la entrada 1 a la salida 2 de la válvula, llenando la cámara de retroceso del pistón y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de avance por la salida 5, de esta forma el vástago del pistón permanece en un estado de reposo (**Figura 3.22**).

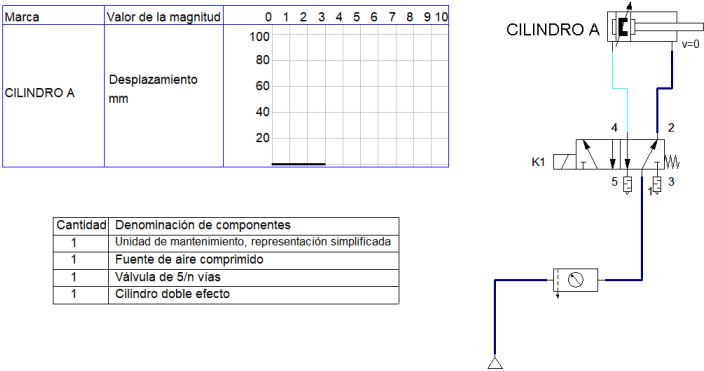


Figura 3.22 Simulación para el control de un pistón doble efecto en estado de reposo.

En la simulación se observa un cambio de estado en la válvula direccional dirigiendo la alimentación de la entrada 1 a la salida 4, llenando la cámara de avance del pistón y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de retroceso, por lo tanto el vástago del pistón se desplaza hacia fuera (**Figura 3.23**).

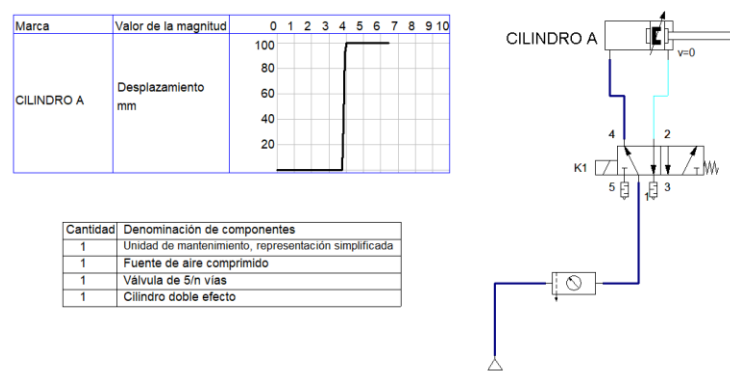


Figura 3.23 Simulación para el control de un pistón doble efecto en estado activo.

3.3.5.1.2 CONTROL ELÉCTRICO

Para el control eléctrico empleamos un interruptor de pedal alimentado a 24 VCD, utilizando el contacto NA para abrir y cerrar el circuito de la bobina y así controlar el cambio de estado de la válvula direccional, el control eléctrico está basado en lógica cableada (**Figura 3.24**).

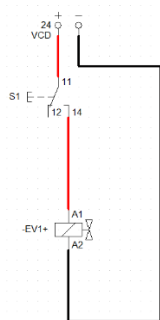


Figura 3.24 Circuito eléctrico para control de electroválvula.

SIMULACIÓN

En el primer estado el circuito se encuentra abierto, ya que el interruptor de pedal aún no se acciona, por lo tanto, el pisto se encuentra en posición de reposo (**Figura 3.25a**), cuando el operador presione el pedal logrará cambiar el estado del pisto a activo (**Figura 3.25b**) y se mantendrá en esa posición debido al enclavamiento mecánico con el que cuenta el interruptor, por lo tanto, ya no fue necesario utilizar algún circuito de enclavamiento para el contacto NA.

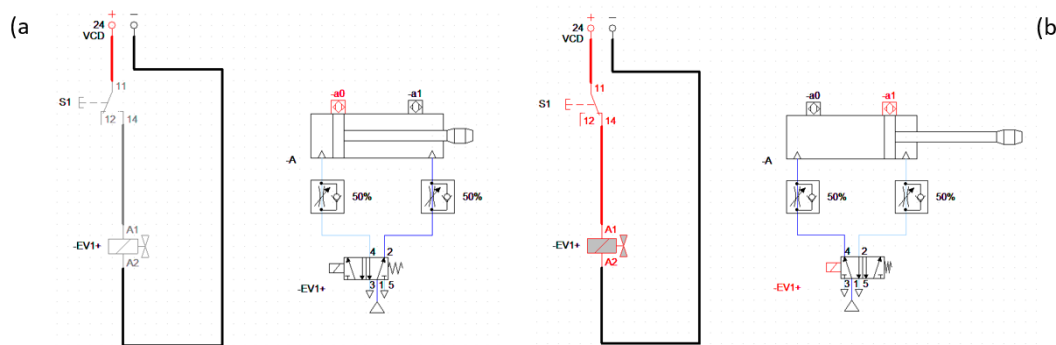


Figura 3.25 Simulación para el control de electroválvula.

3.3.5.2 PISTÓN EMPUJE

La mayoría de las barras que se trabajan tienen una longitud de 6 m y en ocasiones de 9 m por tal motivo, el pistón debía ser montado sobre un soporte móvil que se pudiera mover y fijar dentro del canal de entrada, con el objetivo de empujar las barras según su longitud de la barra.

Debido a las dimensiones de la placa a utilizar como base se empleó oxicorte para su corte, así como barra de acero 1045 para la realización de los pernos de sujeción y un ángulo para la realización de un accesorio para el vástago del pistón, ya que este abarcaría la mayoría del área de canal móvil (**Figura 3.26**), debido a que la barra no cae en un área específica.



Figura 3.26 Fabricación de soporte móvil para el pistón de empuje.

En el canal móvil se realizaron las perforaciones correspondientes con ayuda de oxicorte, las cuales servirán de apoyo para la fijación de la base móvil del pistón. La distancia de los orificios se realizó respecto a la medida de las barras que se trabajan, esto para que puedan ser empujadas a la posición adecuada (**Figura 3.27**).

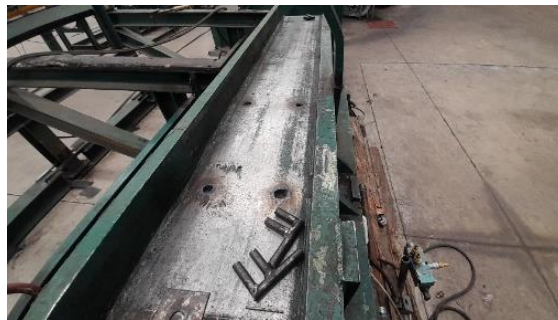


Figura 3.27 Realización de perforaciones para la fijación de la base móvil del pistón de empuje.

Se instaló una válvula direccional 5/2 para el control del pistón de empuje, esta válvula al igual que la anterior se instalaron los racores correspondientes para su alimentación, así como para las salidas de distribución. Se realizaron las conexiones eléctricas de las electroválvulas para que posteriormente en el tablero de control secundario se hicieran los arreglos correspondientes para el control del pistón (**Figura 3.28**).



Figura 3.28 Instalación de válvula direccional 5/2 para el control del pistón.

Se conectaron las salidas de alimentación de la electroválvula con las entradas del pistón con el uso conducciones neumáticas flexibles a una presión de trabajo de hasta 300 psi, ya que el canal de entrada es móvil y no se puede instalar conducciones rígidas, por lo tanto, se requiere de un sistema que permita flexibilidad y el transporte del aire comprimido de forma segura (**Figura 3.29**). Terminando por asegurar las conexiones con abrazaderas.



Figura 3.29 Conexión de conducto neumático flexible para la alimentación del pistón.

3.3.5.2.1 CONTROL NEUMÁTICO

El circuito neumático está conformado por una unidad de mantenimiento que brinda una presión de 100 psi distribuida a una válvula 5/2 monoestable con retorno de muelle con accionamiento eléctrico, empleando la nomenclatura para válvulas bajo la norma DIN-ISO 1219. Para el control de un pistón de doble efecto B (**Figura 3.30**).

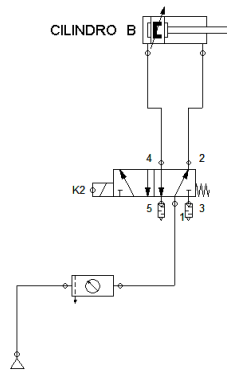


Figura 3.30 Circuito neumático para el control de un pistón doble efecto B, C.

SIMULACIÓN

Al igual que en el circuito anterior, la alimentación se dirige de la entrada 1 a la salida 2 de la válvula, llenando la cámara de retroceso del pistón y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de avance por la salida 5, de esta forma el vástago del pistón permanece en un estado de reposo (**Figura 3.31**).

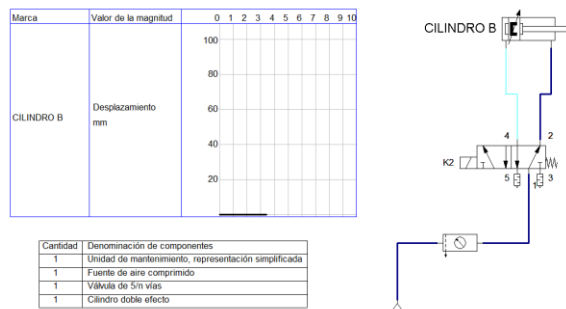


Figura 3.31 Simulación para el control de un pistón doble efecto en estado de reposo.

En el otro estado se observa un cambio de posición en la válvula direccional dirigiendo la alimentación de la entrada 1 a la salida 4, llenando la cámara de avance del pistón y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de retroceso, por lo tanto, el vástago del pistón se desplaza hacia fuera (**Figura 3.32**).

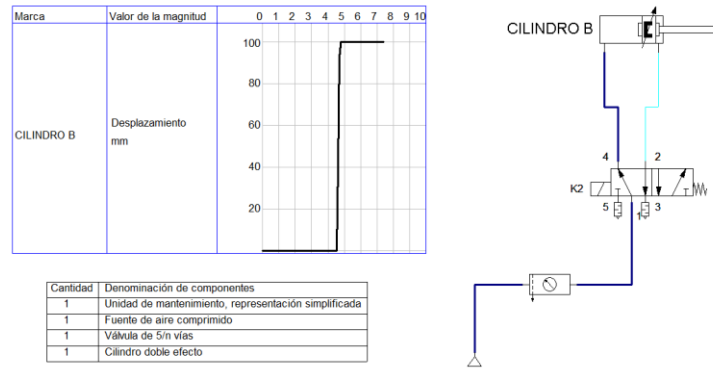


Figura 3.32 Simulación para el control de un pistón doble efecto en estado activo.

3.3.5.2.2 CONTROL ELÉCTRICO

En el control de este pistón, se tomó la decisión de que este se accionara de forma automática para facilitar el proceso al operador al introducir las barras a los rodillos de la máquina roladora. Por lo que se utilizó la señal de un sensor inductivo que limitaba el final del avance del canal móvil de entrada (**Figura 3.33**).



Figura 3.33 Sensor inductivo para indicar el final de carrera de canal de entrada.

Se identificó la señal del sensor en el módulo de entradas del PLC en tablero de control principal (**Figura 3.34**), con esta señal se controlaría el funcionamiento del pistón de empuje cumpliendo la siguiente función: Al llegar el canal móvil de entrada a su límite, el pistón debe activarse, logrando de esta forma que la barra llegue a la posición adecuada.



Figura 3.34 Identificación de señal del sensor de limitación de carrera del canal de entrada.

En el circuito de control se utiliza la señal del sensor inductivo, el cual trabaja a un voltaje de 24 VCD y debido al voltaje de operación de la electroválvula fue necesario conmutar esta señal con un relay donde su bobina fuese controlada a 24 VCD y la señal a conmutar trabajará a 120 VCA. Esto para lograr el control de la electroválvula (**Figura 3.35**).

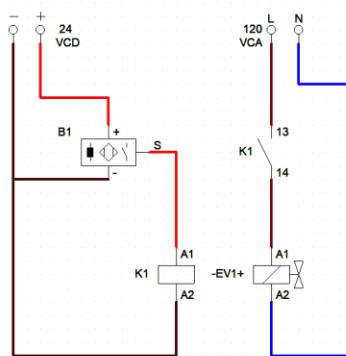


Figura 3.35 Circuito eléctrico para control de electroválvula con sensor inductivo.

SIMULACIÓN

En este estado, el canal móvil de entrada se encuentra en reposo, aún no activa al sensor inductivo, por lo tanto, la electroválvula no se acciona porque el circuito está abierto, y no hay algún cambio de posición, conservando al pistón de empuje en reposo (**Figura 3.36**).

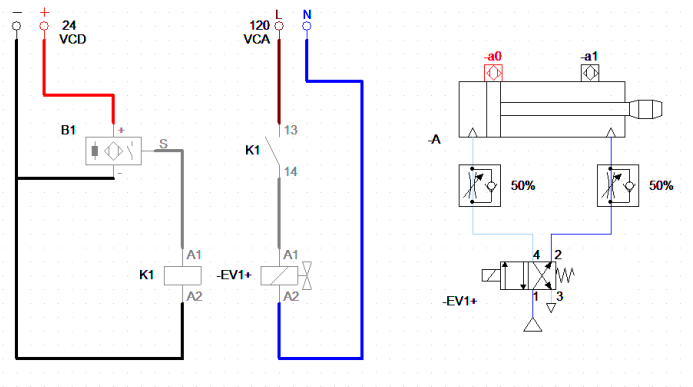


Figura 3.36 Simulación para el control de electroválvula, en estado de reposo.

En este estado el canal móvil de entrada se encuentra al límite de su carrera, por lo cual se está activando al sensor inductivo, permitiendo el cierre del circuito de control, realizado el enclavamiento de la bobina del relay, accionando sus contactos auxiliares que permiten el cierre del circuito de fuerza de la electroválvula permitiendo el avance del pistón para empujar la barra (**Figura 3.37**).

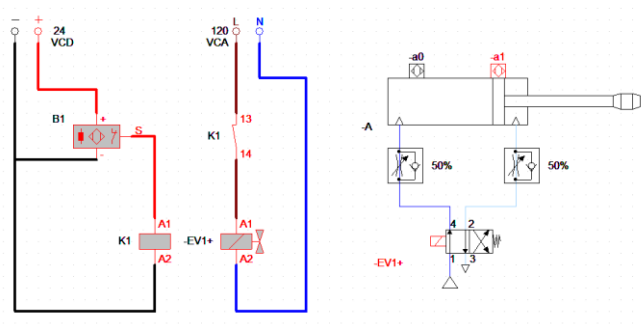


Figura 3.37 Simulación para el control de electroválvula, en estado de reposo.

3.4 SALIDA DE MÁQUINA ROLADORA

3.4.1 DESCARGA DE BARRAS

3.4.1.1 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA

Debido a que en la parte de la salida de la máquina roladora no se contaba con una línea neumática de alimentación, se tuvo que realizar la instalación de una para la alimentación del sistema neumático, como se muestra en el **anexo 1C**, abarcando desde corte y realización de cuerdas a tubos neumáticos de 3/4" cédula 40 con tarraja de 3/4" NPT. Empleando racores para conectar, empalmar, prolongar o derivar conductos necesarios para transportar el aire comprimido, y en cada una de las conexiones se empleó teflón para evitar fugas.

La instalación inició desde un tanque pulmón que permitió la conexión de la red de tipo secundario para la alimentación de los circuitos a implementar (**Figura 3.38a**), después se continuó con el tendido de la tubería por losa fijándola con abrazaderas tipo omega para su seguridad hasta llegar al canal de salida donde se ubicaran las válvulas direccionales (**Figura 3.38b**).

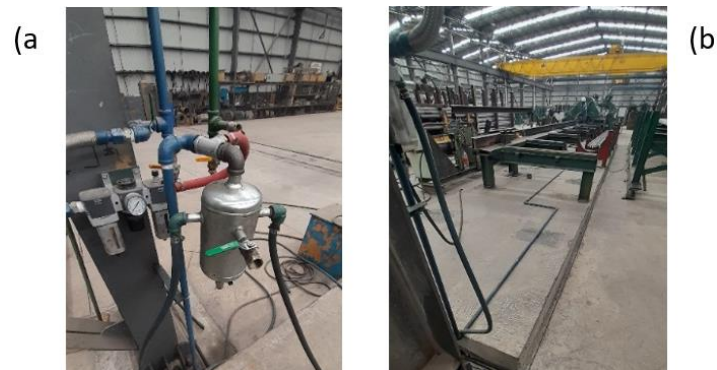


Figura 3.38 Instalación de línea neumática para alimentación de la parte de la salida de la máquina roladora.

3.4.1.2 MECANISMO DE COMPUERTA

Se realizaron dos aberturas en el canal de salida por donde pasarán los vástagos de cada uno de los pistones (**Figura 3.39**), permitiendo empujar y retraer a las compuertas, ya que los pistones de empuje estarán ubicados debajo del canal de salida.



Figura 3.39 Realización de aberturas en el canal de salida.

El mecanismo de compuerta que se empleó para el empuje de barras consta de tres articulaciones o puntos pivote (**Figura 3.40**) necesarios para el funcionamiento del mecanismo, esto para que los elementos se muevan libremente uno con otro sin ninguna restricción. Para realizar este mecanismo se cortaron dos perfiles en C que se emplearon como compuertas para el empuje de barras, soldándole a cada una de estas en el centro una articulación, para poder fijarlas a la horquilla de cada uno de los pistones, permitiendo entre un par cinemático de rotación del punto a.

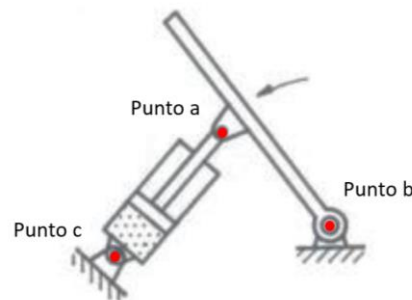


Figura 3.40 Representación gráfica del mecanismo de compuerta a implementar.

Mediante bisagras hechas con varilla y con tubo se realizó el par cinemático del punto b, soldando una parte de la bisagra a la compuerta y otra parte al canal de salida (**Figura 3.41**), la articulación del punto c ya estaba por defecto en los pistones por lo cual no fue necesario realizar alguna modificación.



Figura 3.41 Fijación de compuertas al canal de salida mediante bisagras.

3.4.1.3 MANTENIMIENTO A PISTONES NEUMÁTICOS Y REALIZACIÓN DE BASES

Se brindó mantenimiento únicamente a los pistones que se utilizaron para el mecanismo de compuertas (**Figura 3.42**). Todo esto comenzó con el desarme de los pistones para verificar el estado de los sellos neumáticos, limpieza general exterior e interior y lubricación.



Figura 3.42 Mantenimiento a pistones empleados para el mecanismo de compuerta.

Después se midió la carrera del pistón, ya que fue necesaria esta distancia para obtener la altura de la base de los pistones (**Figura 3.43**) para lograr que al inicio de la carrera del pistón la compuerta se encuentre en una posición horizontal y cuando este se active debe tener un ángulo correspondiente a la carrera final del pistón para tirar la barra, logrando el desplazamiento correcto del pistón.



Figura 3.43 Fabricación de bases para pistones de los mecanismos de compuerta.

3.4.1.4 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO

Se realizaron para esta instalación dos tramos con especificaciones idénticas, por lo tanto, se cortaron pares de tubos neumáticos de 3/4" cédula 40 con las mismas distancias, para proceder a realizar las cuerdas con tarraja de 3/4" NPT para la conexión de los racores que se colocaran en la misma ubicación (**Figura 3.44**), empleados para interconectar y alimenta de los elementos de la instalación neumática.



Figura 3.44 Realización de cuerdas a tubería neumática, cédula 40 y conexión de racores.

Se emplearon los dos tramos de tuberías neumáticas anteriormente realizadas con el fin de realizar un circuito en paralelo para suministro de alimentación de cada una de las entradas de los dos cilindros neumáticos, donde cada tubería estará alimentada por una de las salidas de control de la válvula direccional (2 y 4) y en sus extremos de cada tubería una de las entradas de los pistones, esto para controlar simultáneamente dos pistones con la misma electroválvula (**Figura 3.45**).

Por último, se fijaron al canal de salida los tramos de tubería neumática con abrazaderas de 3/4 tipo omega y pija broca para sujetar y soportar, ya que deben resistir las vibraciones y estas se encuentren colocadas de forma segura como se planeó en el anexo 1C.



Figura 3.45 Fijación de tuberías neumáticas al canal de salida.

Se instaló una válvula direccional 4/2 para el control simultáneo de los pistones de empuje, en esta válvula al igual que en las anteriores se instalaron los racores correspondientes para su alimentación, así como para las salidas de distribución, finalizando con su colocación en el soporte de esta (**Figura 3.46**).



Figura 3.46 Instalación de válvula direccional 4/2 para el control de los pistones.

Para terminar la instalación neumática, se colocó conducto neumático flexible de 1/2 a 300 Psi a las salidas 2 y 4 de la válvula direccional con base en la norma DIN-ISO 1219 y terminando de conectar a las entradas de alimentación del pistón. La manguera se terminó de asegurar con abrazaderas para mayor seguridad (**Figura 3.47**).

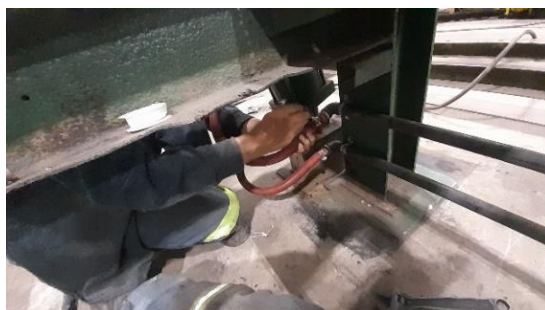


Figura 3.47 Conexión de conducto neumático flexible para la alimentación de los pistones.

3.4.1.4.1 COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE PISTONES

Con ayuda del metro y el nivel se colocaron ambos pistones en las posiciones estimadas, ambos pistones se colocaron a un ángulo de 20° respecto a la posición vertical para después proceder a poner puntos de soldadura para probar su funcionamiento con el accionamiento manual de las electroválvulas. Una vez verificado el correcto y simultáneo desplazamiento, se procedió a soldar la base de la articulación del pistón (**Figura 3.48**).



Figura 3.48 Colocación y fijación de pistones soldando la articulación de la base del pistón.

3.4.1.4.2 CONTROL NEUMÁTICO

El circuito neumático es alimentado desde una unidad de mantenimiento a una presión de 100 psi distribuida a una válvula 4/2 biestable con accionamientos eléctricos, empleando la nomenclatura para válvulas bajo la norma DIN-ISO 1219. Para el control en paralelo de dos pistones de doble efecto (**Figura 3.49**).

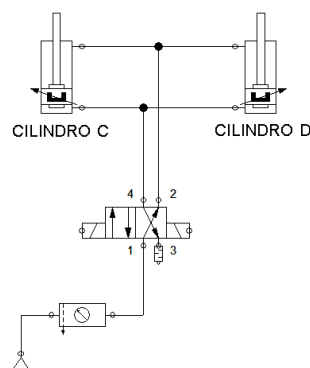


Figura 3.49 Circuito neumático para el control en paralelo de dos pistones doble efecto C y D.

SIMULACIÓN

En este estado se observa que la alimentación se dirige de la entrada 1 a la salida 4 de la válvula 4/2, llenando la cámara de retroceso de ambos pistones y al mismo tiempo liberando el aire

al exterior de la cámara de avance por la salida 5, de esta forma el vástago del los pistones permanece en un estado de reposo, como se logra observar el control de los pitones se realiza con una sola electroválvula por la conexión en paralelo (**Figura 3.50**).

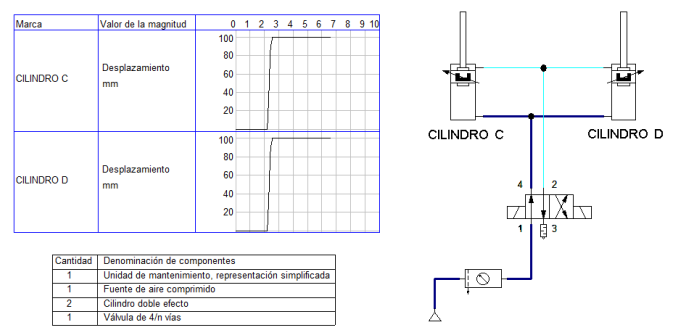


Figura 3.50 Simulación para el control de dos pistones doble efecto conectados en paralelo, en estado de reposo.

En el segundo estado de la simulación se observa un cambio de posición en la válvula direccional dirigiendo la alimentación de la entrada 1 a la salida 2, llenando la cámara de avance de los pistones y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de retroceso por la salida 3, por lo tanto, el vástago de los pistones se desplaza hacia fuera activando el mecanismo de compuerta (**Figura 3.51**).

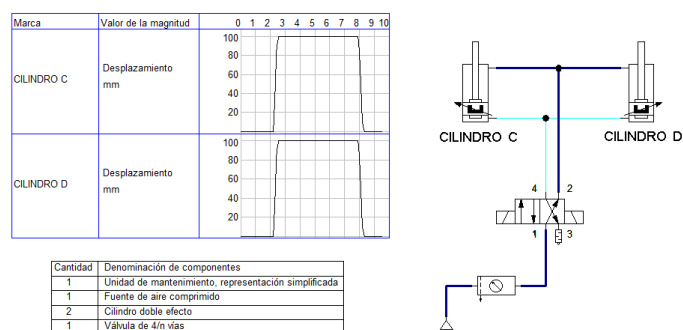


Figura 3.51 Simulación para el control de dos pistones doble efecto conectados en paralelo, en estado activo.

3.4.1.4.3 CONTROL ELÉCTRICO

Para el control eléctrico empleamos un final de carrera alimentado a 120 VCA utilizando el contacto común conectado a la alimentación, cuando este se accione mediante contacto físico alimentará a una de las electroválvulas y la otra la desactive por medio de los contactos NC y NA, controlando el cambio de posición de la válvula direccional biestable, el control eléctrico está basado en lógica cableada (**Figura 3.52**).

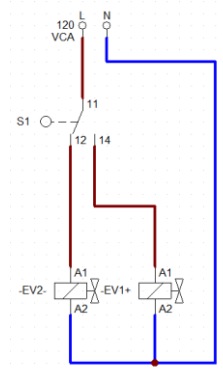


Figura 3.52 Circuito eléctrico para control de electroválvula biestable con interruptor de final de carrera.

SIMULACIÓN

Como se observa en la (**Figura 3.53a**) el final de carrera aún no es accionado, lo cual permite que el circuito del contacto NC se cierre y alimente la ELV2 para que los pistones se encuentren en una posición de reposo, ya que el aire se almacenará en las cámaras de retroceso. El final de carrera cambiará de estado cuando la barra de acero tenga contacto con el mecanismo de accionamiento, por lo tanto, el circuito de la ELV2 se abrirá y el circuito de la ELV1 se cerrará permitiendo el cambio de posición de la electroválvula, logrando de esta forma el avance simultáneo de los pitones (**Figura 3.53b**).

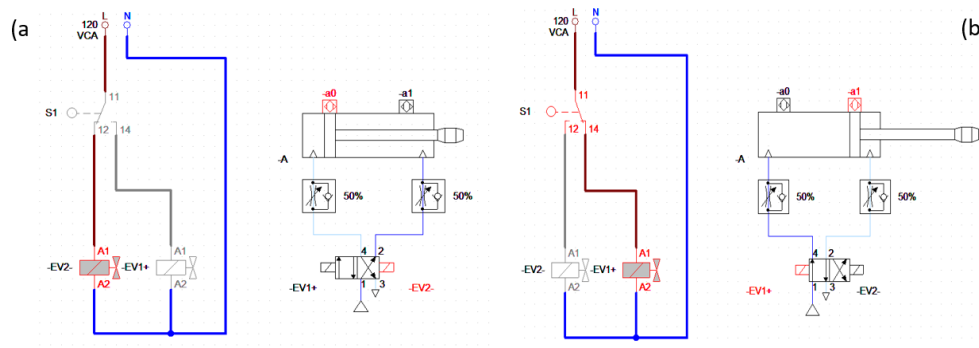


Figura 3.53 Simulación para el control de electroválvula biestable 4/2 en estado activo.

3.4.1.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Basándose en el **anexo 2B** se comenzó con la instalación eléctrica. Se designó primero la ubicación del tablero de control secundario, ya que en este estarían ubicadas las conexiones para el control de las electroválvulas con el fin de lograr una instalación segura, confiable y ordenada. Se realizó un soporte para tablero con solera y ángulos para después fijarla al lugar adecuado (**Figura 3.54**).

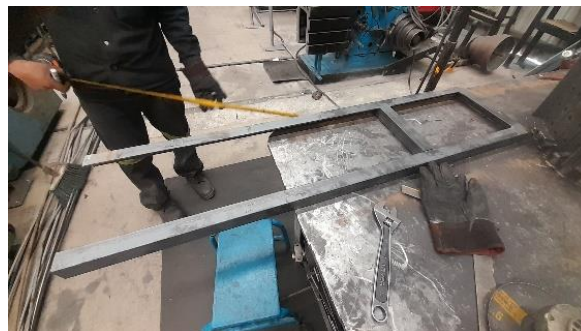


Figura 3.54 Fabricación de soporte para tablero.

Se montó el tablero de control secundario “D” en el soporte, éste tiene dimensiones de 400 mm x 300 mm x 120 mm con un grado de protección IP66 (**Figura 3.55a**) y para el montaje de los elementos del tablero se empleó una platina donde se colocó riel DIN con tornillos y tuercas, para colocar clemas para la conexión de los cables de los elementos de mando y recepción (**Figura 3.55b**).



Figura 3.55 Colocación de tablero de control en la base de soporte e instalación de componentes.

Una vez colocado el tablero se procedió a cortar el tubo conduit de 1" para pared delgada a la medida adecuada para realizar las cuerdas con tarraja de 1" NPT, para proceder a unir los condulets necesarios para su uso como registro y cambio de dirección para llegar al tablero de control secundario "D" (**Figura 3.56**), al finalizar la preparación se comenzó a instalar todas las canalizaciones y condulets para el cambio de dirección, finalizado con la fijación de la instalación con abrazaderas tipo omega de 1".



Figura 3.56 Instalación de canalización eléctrica que intercomunica al tablero secundario de control “D”.

Se comenzó con el tendido del cableado por toda la canalización eléctrica previamente instalada, ya que por esta pasaran los cables de comunicación entre los elementos de mando mecánicos y receptores sobre los que actuar, y de igual forma se utilizara una canalización para que llegue la alimentación eléctrica (120 VCA y 24 VCD) desde el tablero de control secundario “C” (Figura 3.57).



Figura 3.57 Tendido del nuevo cableado eléctrico para el control eléctrico de la salida de la máquina roladora.

3.4.1.5.1 ALIMENTACIÓN PARA TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO “D”

Como en cualquier otro tablero es necesario que se cuente con alimentación eléctrica, para ello se buscó la forma de alimentar el tablero previamente instalado con 120 VCA y 24 VCD para el control de las electroválvulas, la cual fue suministrada desde otro tablero de control secundario “C” el cual únicamente contaba con alimentación a 24 VCD (Figura 3.58).



Figura 3.58 Identificación de tomas de alimentación para voltaje de 24 VCD.

Después se identificó que se podía tomar la alimentación desde un tablero de control secundario “B” (**Figura 3.59a**) por tal motivo fue necesario realizar las conexiones necesarias para alimentar al tablero de conexiones previamente instalado “D” (**Figura 3.59b**).



Figura 3.59 Recorrido para la alimentación del tablero “D”.

3.4.1.6 MECANISMO DE ACCIONAMIENTO

Para el accionamiento se decidió implementar un accionamiento rudimentario, ya que el control se basa en lógica cableada y el material con el que se cuenta es limitado, por lo tanto, se implementó un mecanismo de accionamiento que permitiera el seguimiento de la barra para que el pistón no baje hasta su descarga, así como su regreso a la posición de reposo sea breve, ya que la

barra que va saliendo es impulsada por la otra barra que comienza a entrar a los rodillos (**Figura 3.60**). Y para lograr que el proceso sea continuo se debe lograr lo anteriormente mencionado, ya que el operador estará ubicado únicamente en la entrada introduciendo las barras a los rodillos y con esto el mayor inconveniente es que el accionamiento demora en descargar la barra, ocasionando que la siguiente barra choque con el mecanismo de compuerta.



Figura 3.60 Barra de entrada empujando a la barra previamente introducida.

El mecanismo está conformado por una base para su fijación y desplazamiento al canal de salida, sobre la base están montadas dos chumaceras que sostienen una flecha con una placa soldada para la detección y seguimiento de las barras y en un extremo de la flecha está colocado el accionamiento eléctrico para los pistones, el cual consta de un final de carrera con un accionamiento de leva que mediante contacto físico del recorrido de un elemento móvil permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él, volviendo estos a su posición de reposo cuando cesa la acción. Para que el regreso del accionamiento a la posición de reposo sea breve, se agregaron dos resortes, ya que sin esto demoraba el regreso de los pistones a la posición de reposo (**Figura 3.61**).



Figura 3.61 Mecanismo de accionamiento montado en el canal de salida.

3.4.2 TOPES PARA BARRAS

3.4.2.1 INSTALACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO

Como se muestra en el **anexo 1C** se realizaron dos tramos de tubería neumática con aproximadamente 9 m de distancia con especificaciones idénticas, colocando los racores de tal forma que estos quedaran colocados en la misma ubicación y dirección como anteriormente se había realizado con otros tramos (**Figura 3.62**).



Figura 3.62 Preparación y unión de la tubería neumática para transporte de las salidas de alimentación de la electroválvula a los pitones.

Se emplearon los dos tramos de tuberías neumáticas anteriormente realizadas con el fin de implementar un circuito en paralelo para suministro de alimentación de cada una de las entradas de los tres cilindros neumáticos, donde cada tubería estará alimentada por una de las salidas de

control de la válvula direccional (A y B), esto para controlar simultáneamente los pistones con la misma electroválvula. Por último, se fijaron por debajo de canal de salida los tramos de tubería neumática sobre riel unicanal para cargar y fijarla a este con abrazaderas unicanal de 3/4, se empleó el riel unicanal para levantar la tubería, ya que esta no pudo ir fija al suelo por algunas canalizaciones que lo impedían (**Figura 3.63**).



Figura 3.63 Montaje y fijación de tubería neumática para transporte de las salidas de alimentación de la electroválvula a los pistones.

Se instaló una válvula direccional 5/2 para el control simultáneo de los pistones de tope, instalando los racores correspondientes para su alimentación, así como para las salidas de distribución (**Figura 3.64**). Realizando las conexiones eléctricas de las electroválvulas para que posteriormente en el tablero de control secundario se hagan los arreglos correspondientes para el control de los pistones.



Figura 3.64 Instalación de válvula direccional 5/2 para el control de los pistones para topes.

3.4.2.1.1 COLOCACIÓN DE PISTONES

Se limpiaron las bases de fijación para los pistones, las cuales contaban de una guía para la horquilla, comprobando que esta pasara por la guía de forma satisfactoria, debido a que presentaban pequeñas abolladuras los cuñeros de las horquillas tipo I por lo que fue necesario rectificarlos con una lima para su correcto funcionamiento (**Figura 3.65**).



Figura 3.65 Limpieza y mantenimiento a bases y cuñeros de las horquillas tipo I de los topes

Se procedió a soldar las bases de los pistones al final de la bancada de salida en puntos específicos con soldadura E 7018, ya que los materiales empleados son aceros de bajo y medio carbono, para detener las barras de 6 y 9 m de longitud, verificando que estas quedaran rectas para un buen funcionamiento y libre desplazamiento de los pistones neumáticos (**Figura 3.66**).



Figura 3.66 Colocación y fijación de base de pistones al final de la bancada de salida.

3.4.2.1.2 CONTROL NEUMÁTICO

El circuito neumático es alimentado desde una unidad de mantenimiento a una presión de 100 psi distribuida a una válvula 5/2 biestable con accionamientos eléctricos, empleando la nomenclatura para válvulas bajo la norma DIN-ISO 1219. Para el control en paralelo de tres pistones de doble efecto (**Figura 3.67**).

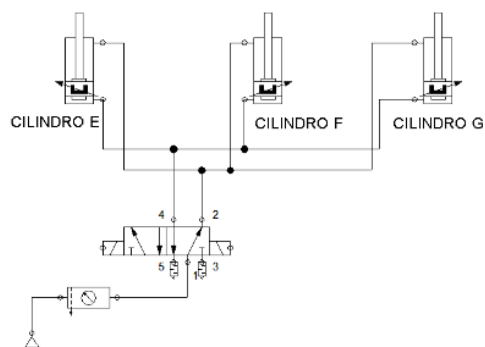


Figura 3.67 Circuito neumático para el control en paralelo de tres pistones doble efecto E, F y G.

SIMULACIÓN

En este estado se observa que la alimentación se dirige de la entrada 1 a la salida 2 de la válvula 5/2, llenando la cámara de retroceso de los tres pistones y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de avance por la salida 5, de esta forma el vástago del los pistones permanece en un estado de reposo, como se logra observar el control de los pitones se realiza con una sola electroválvula por la conexión en paralelo (**Figura 3.68**).

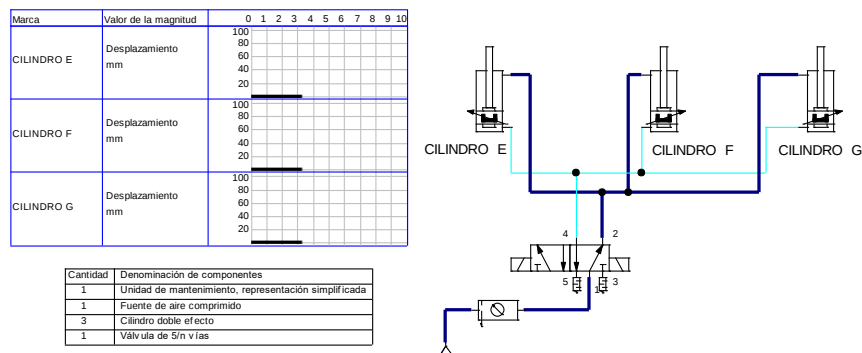


Figura 3.68 Simulación para el control de dos pistones doble efecto conectados en paralelo, en estado de reposo.

En el segundo estado de la simulación se observa un cambio de posición en la válvula direccional dirigiendo la alimentación de la entrada 1 a la salida 4, llenando la cámara de avance de los pistones y al mismo tiempo liberando el aire al exterior de la cámara de retroceso por la salida 1, por lo tanto, el vástago de los pistones se desplaza hacia fuera activando los topes (**Figura 3.69**).

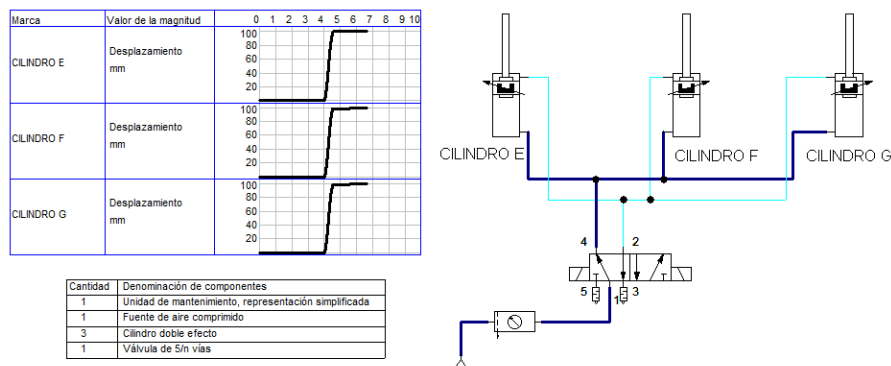


Figura 3.69 Simulación para el control de dos pistones doble efecto conectados en paralelo, en estado activo.

3.4.2.1.3 CONTROL ELÉCTRICO

Para el control eléctrico empleamos un final de carrera alimentado a 120 VCA utilizando el contacto común conectado a la alimentación, cuando este sea accionado por el operador alimentará a una de las electroválvulas y la otra se desactivará por medio de los contactos NC y NA, controlando el cambio de posición de la válvula direccional biestable, el control eléctrico está basado en lógica cableada (**Figura 3.70**).

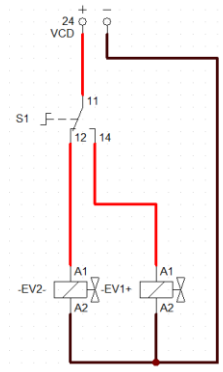


Figura 3.70 Circuito eléctrico para control de electroválvula biestable con interruptor de pedal.

SIMULACIÓN

Como se observa en la (**Figura 3.71a**) el accionamiento de pedal aún no es accionado, lo cual permite que el circuito del contacto NC se cierre y alimente la ELV2 para que los pistones se encuentren en una posición de reposo, ya que el aire se almacenará en las cámaras de retroceso. Una vez el operador presionó el accionamiento de pedal, el circuito de la ELV2 se abrirá y el circuito de la ELV1 se cerrará permitiendo el cambio de posición de la electroválvula, logrando de esta forma el avance simultáneo de los topes y estos se mantendrán activados por el enclavamiento mecánico que tiene el pedal para mantenerlos en esa posición hasta que el operador lo deseé (**Figura 3.71b**).

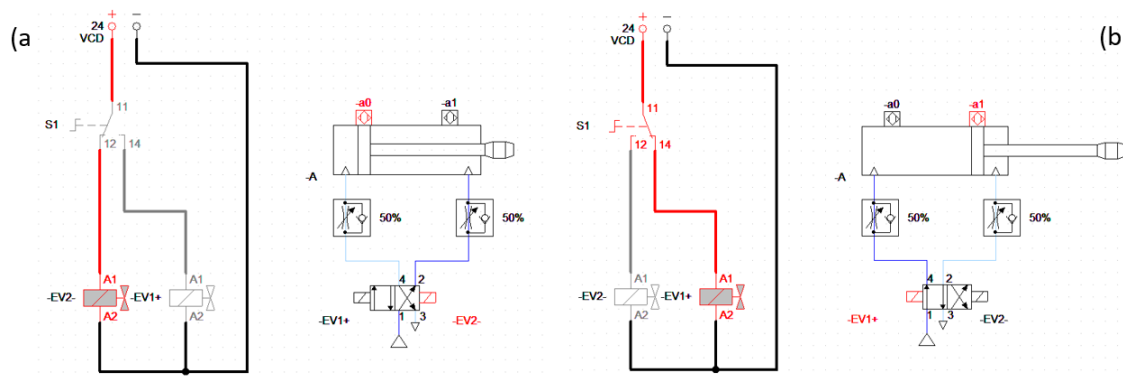


Figura 3.71 Simulación para el control de electroválvula biestable 4/2 en estado activo.

3.4.2.2 INSTALACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO

Para el sistema eléctrico de los pistones de tope se ocupó la misma instalación previamente realizada para la salida de la roladora, ya que el conducto se dirigía al tablero donde se realizarán las conexiones necesarias para el control de estos pistones, para el control de estos pistones se emplearía un accionamiento de pedal para que el operador manipule los pistones cuando se requiera (**Figura 3.72**).



Figura 3.72 Instalación de accionamiento de pedal para el control de los topes.

3.4.2.3 REUBICACIÓN DE MEDIALUNA

La reubicación de la medialuna se realizó con el objetivo de brindar a las barras de 9 m o más el descanso en la base de la media luna, ya que esta se ocupa para el descanso del producto

aceptado y solo cubría una longitud de 6 m (**Figura 3.73a**), en ocasiones por el peso de las barras y su longitud quedan colgadas de un lado y para evitar esto se movió uno de los apoyos de medialuna a una distancia de 9 m (**Figura 3.73b**).

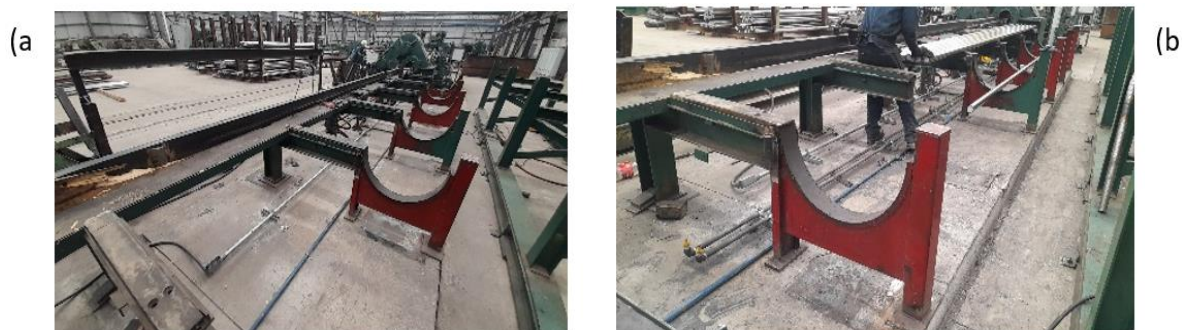


Figura 3.73 Reubicación de medialuna.

3.5 HABILITACIÓN DE CIERRA CINTA

3.5.1 INSPECCIÓN GENERAL

La máquina herramienta para habilitar es una sierra cinta vertical que presenta dañado por el óxido impidiendo el correcto funcionamiento de algunos mecanismos, tierra adherida con grasa en el interior de la máquina, pintura en mal estado, control eléctrico obsoleto, ya que presenta cables y elementos de potencia dañados, al inspeccionar se encontraron elementos de hierro colado en mal estado (**Figura 3.74**).



Figura 3.74 Máquina sierra cinta, estado inicial.

3.5.2 DESMONTAJE Y MANTENIMIENTO DE CIERRA CINTA

3.5.2.1 MOTOR

El motor es el encargado de transmitir la potencia a través de dos poleas como se muestra (**Figura 3.75**), una de ellas está sujeta al eje fijo de un mecanismo de desplazamiento, esto para variar la velocidad respecto a la distancia entre poleas. La segunda polea se encuentra montada a un eje proveniente de la caja de engranajes.



Figura 3.75 Sistema de transmisión de sierra cinta.

Para desmontar el motor, primero se liberó un poco este de la base de sujeción, ya que esto permitió destensar la banda y poder manipularla para liberar la polea de transmisión del motor, se terminó desconectando las conexiones eléctricas para poder liberar totalmente y realizar una limpieza externa al motor para quitar la tierra y grasa que tenía en la carcasa, a la tabla de datos para saber las especificaciones del motor. verificar su funcionamiento y brindar mantenimiento (**Figura 3.76**).



Figura 3.76 Mantenimiento a motor eléctrico.

3.5.2.2 MECANISMO DE VELOCIDAD VARIABLE

Se encarga de variar la velocidad por medio del desplazamiento de una polea sujeta al eje de la **Figura 3.77**, ya que con esto varía la distancia entre poleas y de esta forma, se logra variar la velocidad de cinta de corte. Se desmontó el mecanismo y se limpió con disolvente eléctrico y de igual forma se limpió el mecanismo del volante de velocidad variable para que este realice el desplazamiento correcto del eje de la polea.



Figura 3.77 Mecanismo de velocidad variable.

3.5.2.3 MECANISMO DE CONTRAPESO

El mecanismo de contrapeso se encarga de proporcionar la fuerza necesaria al elemento de arrastre para guiar y mover el material a cortar hacia la cinta. Su funcionamiento consta de un pedal que levanta el contrapeso y de esta forma se puede manipular el elemento de arrastre a la posición deseada y colocar el material a cortar.

Para que el elemento de arrastre avece se libera lentamente el pedal para que el contrapeso haga fuerza tanto para avanzar y empujar la pieza a cortar, una manivela se encarga desplazar el contrapeso más cerca o lejos del pedal para que se genere mayor o menor fuerza en el elemento de arrastre.



Figura 3.78 Limpieza del mecanismo de contrapeso.

El desmontar este mecanismo fue relativamente fácil. Únicamente se desarmó para realizar una limpieza con solvente dieléctrico para remover fácilmente la grasa acumulada y de esta forma el mecanismo se moviera libremente (**Figura 3.78**). Lo importante fue entender su funcionamiento, ya que este se encontraba relativamente desunido en partes del mecanismo y al probar este se movía la mesa de trabajo, pensando inicialmente que era para el movimiento de la mesa de trabajo.

3.5.2.4 MESA DE TRABAJO

Se desmontó la mesa de trabajo para que nos permitirá trabajar y quitar algunos elementos que está impediendo. De igual forma se brindó mantenimiento y limpieza, ya que esta se encontraba en malas condiciones e inmóvil por el óxido. Para poder retirarla, se quitaron todos los tornillos que la sujetaban para que después, con la ayuda de la grúa está se retirara (**Figura 3.79**).



Figura 3.79 Mesa de trabajo desmontada.

Como se mencionó al inicio al hacer la inspección se detectaron piezas fracturadas, que al momento de desmontar la mesa de trabajo se detectó que pertenecían a ella y formaban parte del mecanismo para el movimiento de la mesa de trabajo. Por tal motivo se tuvieron que soldar cada una de estas (**Figura 3.80**), para comenzar con el proceso de soldadura se siguieron las recomendaciones para soldadura de piezas de hierro colado (Héctor O. 2013), ya que se presentan problemas fundamentales en comparación con otros materiales, como los son, el surgimiento de grietas, la relación de las propiedades mecánicas respecto a las temperaturas de soldadura, la formación localizada de cementita o escoria, la formación de poros en la zona fundida por mencionar algunos.

Primero se identificó si es necesario el precalentamiento local o total de las piezas a soldar. Debido al tamaño de estas, se aplicó un precalentamiento total en ambas piezas de cada una de ellas, ya que existirá la libre dilatación. El precalentamiento debe ser pequeño logrando una temperatura de aproximadamente 60 °C, soldando en posición plana y con la menor cantidad posible de calor en la pieza con el objetivo de disminuir al máximo la magnitud de las tensiones, empleando electrodos de pequeño diámetro para realizar cordones con una longitud corta de forma recta y depositarse en forma alterna (salteada).



Figura 3.80 Soldadura de piezas dañadas de hierro colado.

3.5.2.5 CAJA DE ENGRANES

Para poder desmontar la caja de engranajes fue necesario quitar la mayoría de los demás mecanismos independientes a la caja de engranajes, ya que estos no permitían el acceso para poder trabajar, la caja de engranajes cuenta con un mecanismo para un cambio de velocidad (embrague) el cual puede ser manipulado por una palanca externa (**Figura 3.81**).



Figura 3.81 Mecanismo para un cambio de velocidad de la caja de engranajes.

Antes de desmontar la caja de engranes se purgó el aceite que tenía en su interior y fue desechado al área de residuos peligrosos. El aceite regado en el interior de la sierra cinta provenía de la caja de engranajes debido a una fuga presente en la purga, por lo tanto, se rectificó la cuerda con un machuelo 5/16" NC recto y se cambió el tapón, ya que este estaba dañado de las cuerdas. Una vez purgada, se abrió la caja de engranajes para verificar su estado y realizar una limpieza con solvente dieléctrico. Los tapones de los rodamientos se limpiaron y se agregó sellador térmico para evitar cualquier fuga de aceite (**Figura 3.82**).



Figura 3.82 Mantenimiento de caja de engranajes.

3.5.2.6 CONTROL ELÉCTRICO

Debido al mal estado de la máquina no se pudo rescatar el cableado y algunos elementos del control eléctrico de la sierra cinta (**Figura 3.83**), por lo tanto, se decidió diseñar un nuevo control para el funcionamiento de esta. Y se procedió a desinstalar todo el control eléctrico original de la sierra cinta.



Figura 3.83 Caja de fusibles obsoleta y en mal estado por el óxido y suciedad adherida.

3.5.3 MANTENIMIENTO INTERNO Y EXTERNO

Ya que la sierra cinta se encontraba desarmada y vacía, se realizó este mantenimiento, abarcando desde la limpieza interna de la sierra cinta, ya que está en su interior se encontraba oxidada con aceite y tierra adherida a ella, así como en sus componentes, para esto se empleó solvente dieléctrico formulado para la limpieza y remoción de aceite, grasa y suciedad. Lo cual facilitó esta actividad. Para la parte externa se votó toda la pintura vieja, ya que esta estaba corroída por el sol y en partes fue esmerilado con un disco flap para retirar el óxido sin afectar la superficie de la carcasa para después proceder a pintarla en su totalidad (**Figura 3.84**).



Figura 3.84 Limpieza interna y raspado de pintura corroída.

3.5.4 ARMADO DE CIERRA CINTA

Para armar la sierra cinta se siguió el orden con el que se fueron desmontando cada uno de los mecanismos de la sierra cinta, instalando uno a uno hasta lograr el ensamble total de la sierra cinta (**Figura 3.85**). Para esto ya se tenía una lista de cómo se fue desarmando cada uno de los mecanismos, así como las pequeñas observaciones a la hora de desmontar cada uno de los mecanismos.



Figura 3.85 Instalación de cada uno de los mecanismos de la sierra cinta.

3.5.5 MANTENIMIENTO A MECANISMO DE POLEAS

El mecanismo se encontraba en malas condiciones, ya que las poleas no tenían un buen funcionamiento debido a la suciedad en los baleros de cada una de ellas, por lo cual se remojaron en solvente dieléctrico para que estas tuvieran nuevamente movilidad. se engrasaron y volvieron a colocar en cada una de las cubiertas con la colocación del cable de acero que pasa por todas las poleas (**Figura 3.86a**). Finalizando con la aplicación de pintura al mecanismo (**Figura 3.86b**).



Figura 3.86 Mantenimiento al mecanismo de poleas, mostrando el antes y el después.

3.5.6. TABLERO DE ALIMENTACIÓN

3.5.6.1 DISEÑO DE CIRCUITO

El tablero de alimentación está constituido por un disyuntor para la protección contra sobrecargas y 3 grupos de clemas puenteadas para cada una de las líneas de alimentación (L1, L2 y L3). Con el fin de proporcionar puntos de conexión para alimentación de algún circuito o equipo adicional que trabaje a un voltaje de 220 VCA (**Figura 3.87**).

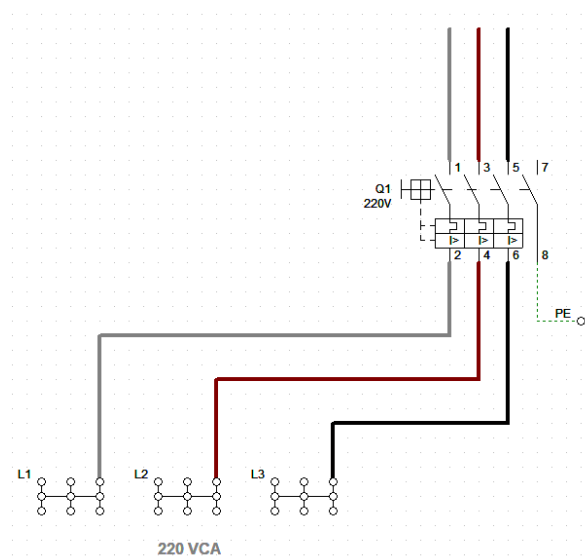


Figura 3.87 Diagrama del circuito del tablero de alimentación.

3.5.6.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Partimos del tablero de alimentación y después con los elementos que lo integran, el cual servirá para alojamiento de elementos de protección y distribución, logrando una instalación segura, confiable y ordenada.

- Gabinete:
 - Marca: Schneider Electric
 - Dimensiones: 600 x 800 x 300 mm
 - Grado de protección IP: IP66

En él se encontrarán ubicados en una platina elementos de protección para una tensión de 220 VAC, clemas para distribución con capacidad máxima de 600 VAC para la tensión de 220 VAC y cable calibre con capacidad de 600 VCA.

- Disyuntor o interruptor termomagnético
 - Marca: Square D
 - Voltaje: 600 VCA – 220 VCA
 - Amperaje: 200 A
- Clemas
 - Marca: Weidmuller
 - Voltaje: 1000 VCA.

3.5.6.3 MONTAJE DE TABLERO DE ALIMENTACIÓN

Debido a que dentro del taller de mantenimiento no se contaba con tablero de distribución a 220 VCA se tuvo que realizar uno que brindará dicho voltaje para la alimentación de la sierra cinta. Se comenzó con la limpieza y aplicación de pintura para evitar la corrosión del soporte donde se montó el tablero de alimentación (**Figura 3.88**).



Figura 3.88 Mantenimiento a soporte del tablero de alimentación.

Se fijó el soporte en el lugar designado para luego proceder a asegurar el tablero vacío a este (**Figura 3.89a**), ya que se montaron en la platina del tablero los elementos seleccionados, distribuyéndolos y fijándolos de la forma más adecuada para hacer accesible la conexión de circuitos o equipos para su alimentación, por último, se colocó la platina dentro del tablero para proceder a realizar el cableado correspondiente. Las ventajas que presenta usar una platina son el montar los elementos que conforman el tablero fuera de él. De esta forma se facilita el montaje y parte del cableado, además permite distribuir los elementos de forma libre (**Figura 3.89b**).



Figura 3.89 Instalación del tablero de alimentación.

3.5.7. TABLERO DE FUERZA Y CONTROL

3.5.7.1 DISEÑO Y SIMULACIÓN DE CIRCUITO DE CONTROL Y FUERZA

El diseño del tablero de fuerza y control se basará en un circuito de arranque – paro para el control de un motor trifásico a 220 VCA. El circuito de fuerza estará constituido por un disyuntor para protección del circuito en general ubicado en el tablero de alimentación, donde las líneas (L1, L2, L3) se distribuirán al contactor que será controlado a distancia por el circuito de control para cerrar o abrir el de potencia y un guardamotor para proteger el motor contra sobrecargas y fallos debidos a la falta de una fase.

El circuito de control estará alimentado por una fase de la línea trifásica y protegido por una pastilla termomagnética a 120 VCA, dicho circuito contará con tres lámparas indicadoras para que el usuario observe los diferentes estados de funcionamiento de la sierra cinta, a continuación, se muestra el diagrama del circuito de fuerza y control (**Figura 3.90**).

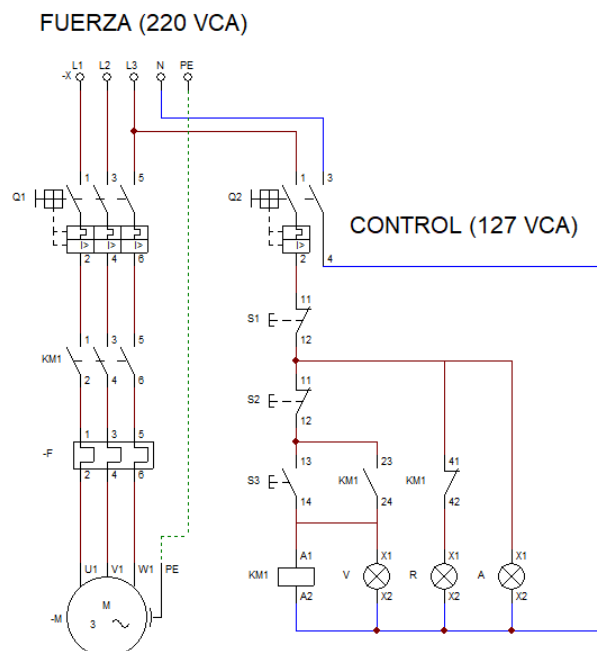


Figura 3.90 Diagrama del circuito de fuerza y control.

SIMULACIÓN

Se observa que la alimentación está únicamente en los elementos de protección, el circuito de control cuenta con un botón de paro de emergencia el cual tendrá dos funciones, una para accionar el paro de emergencia cuando se requiera y la segunda para evitar el accionamiento accidental de la sierra cinta (**Figura 3.91**).

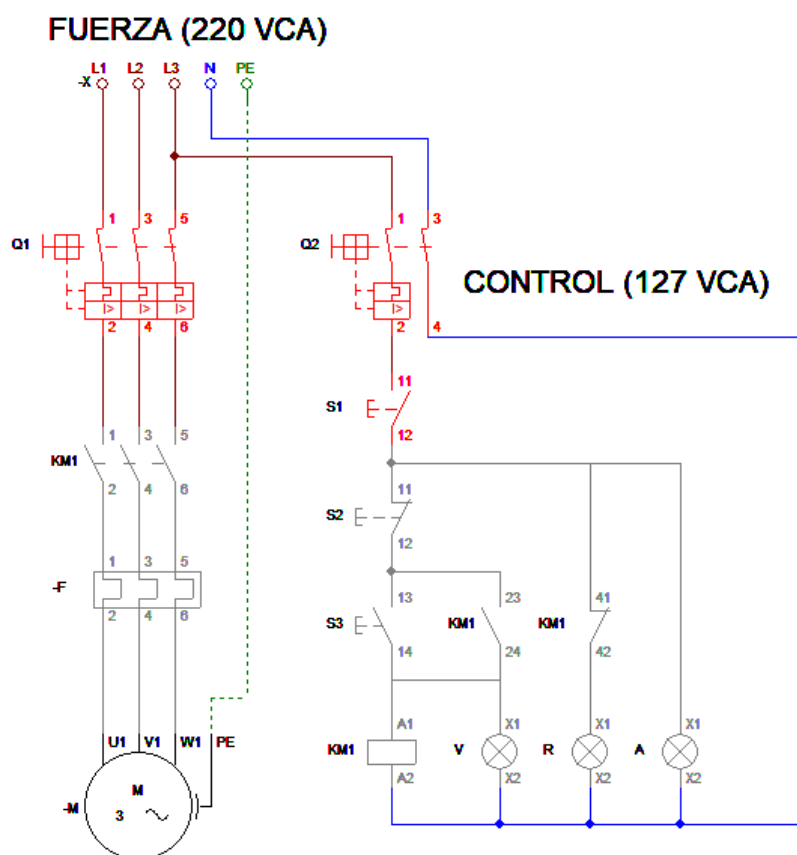


Figura 3.91 Paro de emergencia activado.

Cuando el usuario requiera hacer uso de la sierra cinta, primero tendrá que desactivar el paro de emergencia y se puede observar que se activan dos luces indicadoras. La luz roja indica que la máquina está inactiva y la luz amarilla indica que el circuito de control está energizado (**Figura 3.92**).

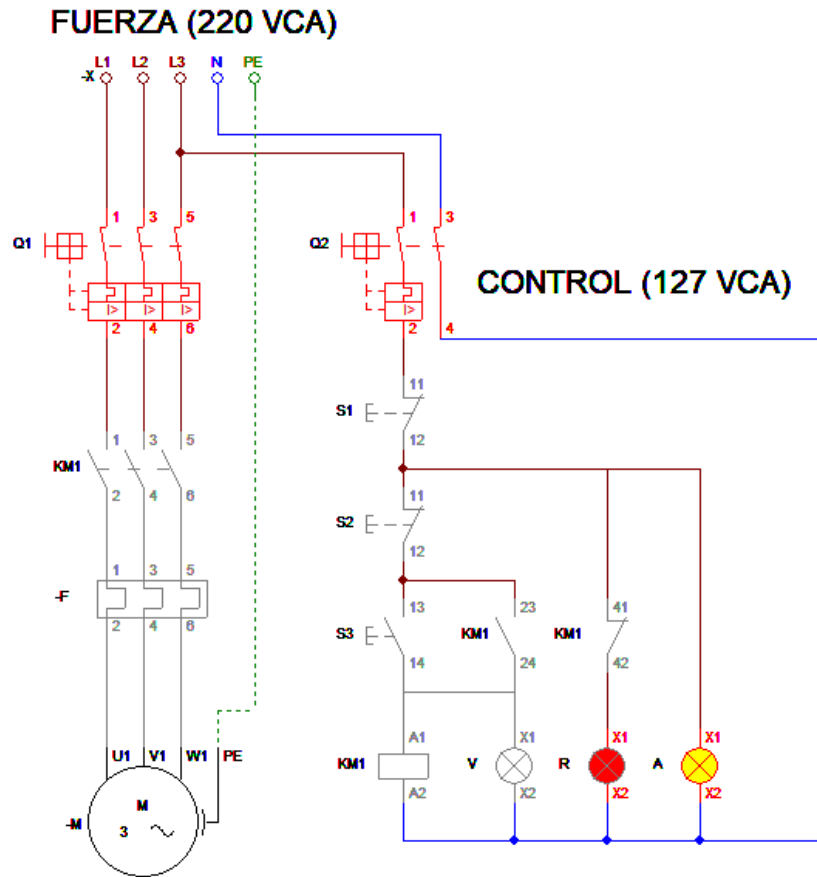


Figura 3.92 Paro de motor eléctrico a 220 VCA.

La sierra cinta se acciona al pulsar el botón NA, de esta forma se energiza la bobina del contactor, permitiendo el cierre del circuito de fuerza y el accionamiento de sus contactos auxiliares para realizar el enclavamiento de este (**Figura 3.93**). De esta forma el motor está funcionando. El motor hasta que se pulse cualquiera de los botones NC regresando a cualquiera de los estados de los circuitos anteriores según el botón que se pulse.

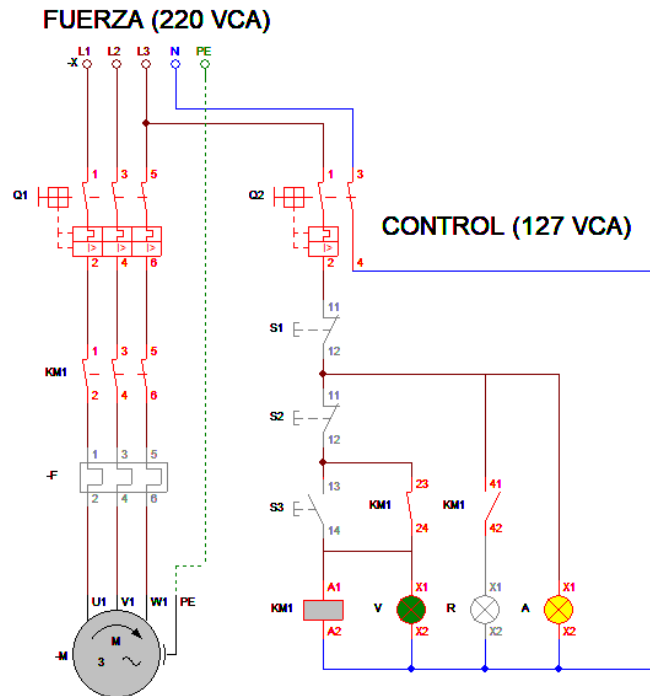


Figura 3.93 Arranque de motor eléctrico a 220 VCA.

3.5.7.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Para la selección del contactor para el cepillo horizontal tenemos un motor de 1.5 HP con una corriente nominal de 2.2A, trabajando a una tensión de 440VAC a 60Hz. Con estos datos se determinó un contactor de las siguientes características.

- Contactor
 - Marca: SIEMENS
 - Tensión máxima de trabajo: 600VCA
 - Corriente máxima: 20A
 - Potencia de trabajo a 220 VCA: 3HP
 - Tensión de trabajo de la bobina: 127 VCA
- Guardamotor
 - Marca: SIEMENS

- Tensión de trabajo: 220 VCA
- Potencia de trabajo: 1.5 HP
- Rango de corriente ajustable: 1.5 - 2.5A
- Curva de disparo: Clase 10 (33A)
- Botoneras
 - Para el accionamiento en el tablero de control se seleccionaron botones de 110 VCA debido a que el control eléctrico se realiza con este voltaje
- Indicadores.
 - Se seleccionaron indicadores al igual que los pulsadores, su tensión de trabajo es de 110 VCA.

3.5.7.3 MONTAJE DE TABLERO DE FUERZA Y CONTROL

Para este tablero primero se realizaron los orificios donde se ubicaron los botes y lámparas indicadoras con ayuda de una broca. Después de ello, se fijó el tablero a la parte trasera de la sierra cinta (**Figura 3.94a**). Para el montaje de los elementos que integrarían este tablero, se utilizó una platina donde se ubicaron de forma que se permitiera una fácil manipulación para la realización de las conexiones.

Al designar la ubicación y distribución de los elementos, se procedió a fijar cada uno de ellos con ayuda de riel din y canaleta para el recorrido del cableado y se viera de forma ordenada (**Figura 3.94b**). Se procedió a montar la platina al tablero para su fijación terminando con las conexiones eléctricas correspondientes basándose en el circuito de fuerza y control (**Figura 3.90**).



Figura 3.94 Instalación y montaje del tablero de fuerza y control.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la realización del proyecto se enfocan principalmente en el cambio y optimización en el proceso de rolado en acabado en frío de barras, presentando los siguientes resultados. Brindo mayor confort y seguridad al operador al llevar a cabo dicho proceso, mostrando la forma en la que se realizaba anteriormente el proceso con respecto a las modificaciones realizadas.

- Colocación de barras en el canal de entrada.
 - Antes: El operador realizaba un mayor esfuerzo físico al momento de colocar la barra en el canal de entrada (**Figura 4.1a**), ya que debía arrastrarla lo más cerca de los rodillos para después empujarla al canal de entrada (**Figura 4.1b**).



Figura 4.1 Proceso de colocación de barras en el canal de entrada.

- Ahora: El operador únicamente tira la barra en el canal de entrada sin acomodarla (**Figura 4.2**).



Figura 4.2 Modificación del proceso de colocación de barras en el canal de entrada.

- Entrada de barras a los rodillos.
 - Antes: El operador terminaba de introducir la barra a los rodillos de la máquina roladora de forma manual (**Figura 4.3**).



Figura 4.3 Operador introduciendo barras a los rodillos de la máquina roladora de forma manual.

- Ahora: El operador acciona el pistón de levantamiento y este permanece activo, después el operador acerca el canal de entrada lo más cerca posible de los rodillos y como anteriormente se realizaba el operador termina de introducir la barra, en cambio, el arrastre de la barra se facilita por los rodillos del pistón de levantamiento (**Figura 4.4**).



Figura 4.4 Modificación del proceso en la entrada de barras a los rodillos.

Los inconvenientes que se presentaron en esta parte del proceso fue el pistón de empuje de barras, ya que este no funcionó de la forma esperada por cómo se accionaba, no por el funcionamiento (**Figura 4.5**), en cambio, con los rodillos del pistón de levantamiento el arrastrar la barra se facilitó de forma considerable.



Figura 4.5 Pistón de empuje en funcionamiento.

- Descarga de barras a la bancada de salida.
 - Antes: Para la descarga de barras, el operador al haber introducido una barra se debía trasladar al canal de salida para esperar y empujar la barra (**Figura 4.6**).



Figura 4.6 Descarga de barras de forma manual.

- Ahora: Con la implementación del mecanismo de descarga se tuvo un cambio considerable, ya que el operador permanece y suministra de forma continua el material en la parte de la entrada y en la parte de la salida se encarga el mecanismo de descarga (**Figura 4.7**). De esta forma se ahorra el tiempo de espera y traslado del operador como anteriormente lo realizaba.



Figura 4.7 Descarga de barras de forma automática.

- Colocación y retiró de topes
 - Antes: El operador colocaba y retiraba los topes de forma manual (**Figura 4.8**), lo cual en cierto punto podría representar un riesgo a la integridad del operador.



Figura 4.8 Colocación y retiro de topes de forma manual.

- Ahora: El operador acciona y desactiva el control de los pistones cuando el lo requiere y sólo debe empujar las barras para que estas descansen en la bancada de media luna (**Figura 4.9**).



Figura 4.9 Accionamiento de topes de material.

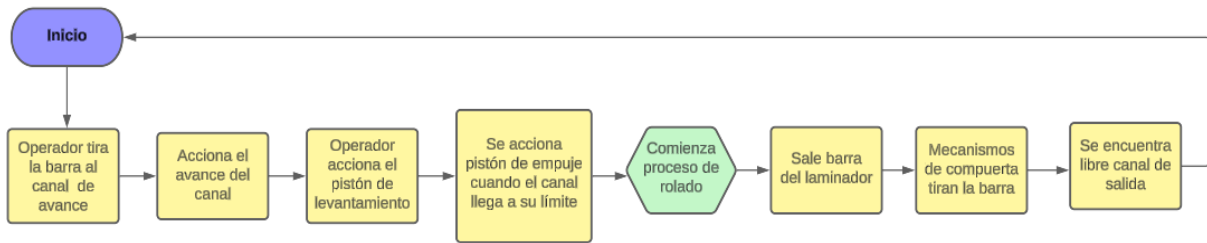
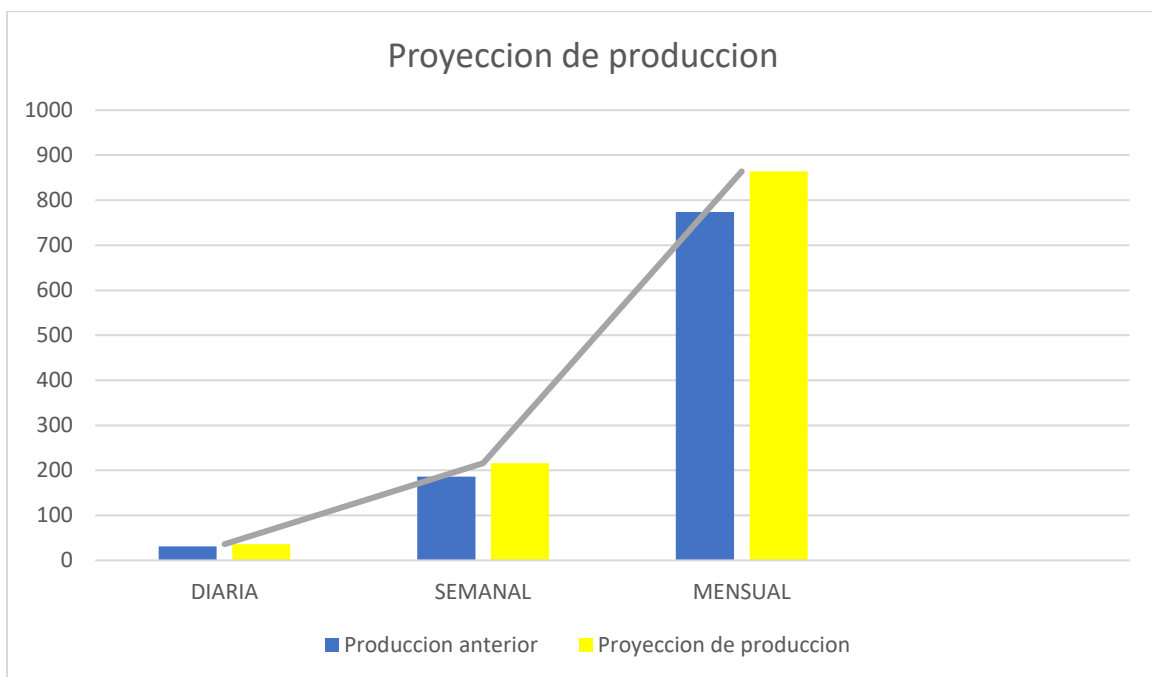


Figura 4.10 Diagrama de flujo de la modificación del proceso de rolado, con base en las modificaciones realizadas.

Se redujo el tiempo de producción de rolado de barras, ya que anteriormente en una jornada de 8 hrs. El operador tenía una producción de 31 toneladas diarias y con las modificaciones realizadas se tiene la misma producción, pero en un menor tiempo dependiendo de la producción del torno, ya que este abastece de materia prima a la roladora. Logrando aproximadamente una reducción de 1.5 hrs. es decir que actualmente se tendría una producción de 35-36 toneladas diarias. En la siguiente gráfica se muestra una proyección de un mes de producción (**Gráfica 4.1**).



Gráfica 4.1 Proyección de un mes de producción

CONCLUSIONES

El realizar este proyecto tendrá un resultado positivo en mi formación como futuro Ing. Mecatrónico con el conocimiento teórico-práctico adquirido, así como nuevas habilidades y aptitudes para enfrentar nuevos retos en el ámbito laboral.

Este tipo de proyectos desde mi punto de vista son muy enriquecedores, ya que el mantenimiento es un área que exige una serie de actividades, conocimiento, experiencia, habilidad, que se fueron fortaleciendo con el desarrollo de este proyecto, abarcando desde actividades y habilidades en el mantenimiento general, desarrollo de instalaciones eléctricas y neumáticas, control eléctrico y neumático, enfrentando así cada uno de los retos presentados en su desarrollo. Así como el logro de los objetivos planteados para la optimización del proceso de rolado.

BIBLIOGRAFÍA

Francisco T. Sánchez Marín, Antonio Pérez González, Joaquín L. Sancho Bru, Pablo J. Rodríguez

Cervantes (2006). Mantenimiento mecánico de máquinas.

Alberto Mora Gutiérrez (2009). Mantenimiento, planeación, ejecución y control.

Félix Antonio Pérez Rondón (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento

industrial, obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid (2008). Manufactura, Ingeniería Y tecnología.

Mikell P. Groover (2007). Fundamentos de manufactura moderna.

George E. Dieter (1988) Mechanical metallurgy.

Antonio Creus Solé (2007) Neumática e Hidráulica.

Salvador de las Heras Jiménez (2003) Instalaciones neumáticas.

Antonio Serrano San Nicolas (2009) Neumática práctica.

José Javier Paredes (2000) de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero.

Juan Carlos Martín, María Pilar García (2009) Automatismos industriales.

Neagu Bratu Serbán, Eduardo Campero Littlewood (1995) Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño.

Bacerril L. Diego Onésimo (2005) Instalaciones eléctricas prácticas.

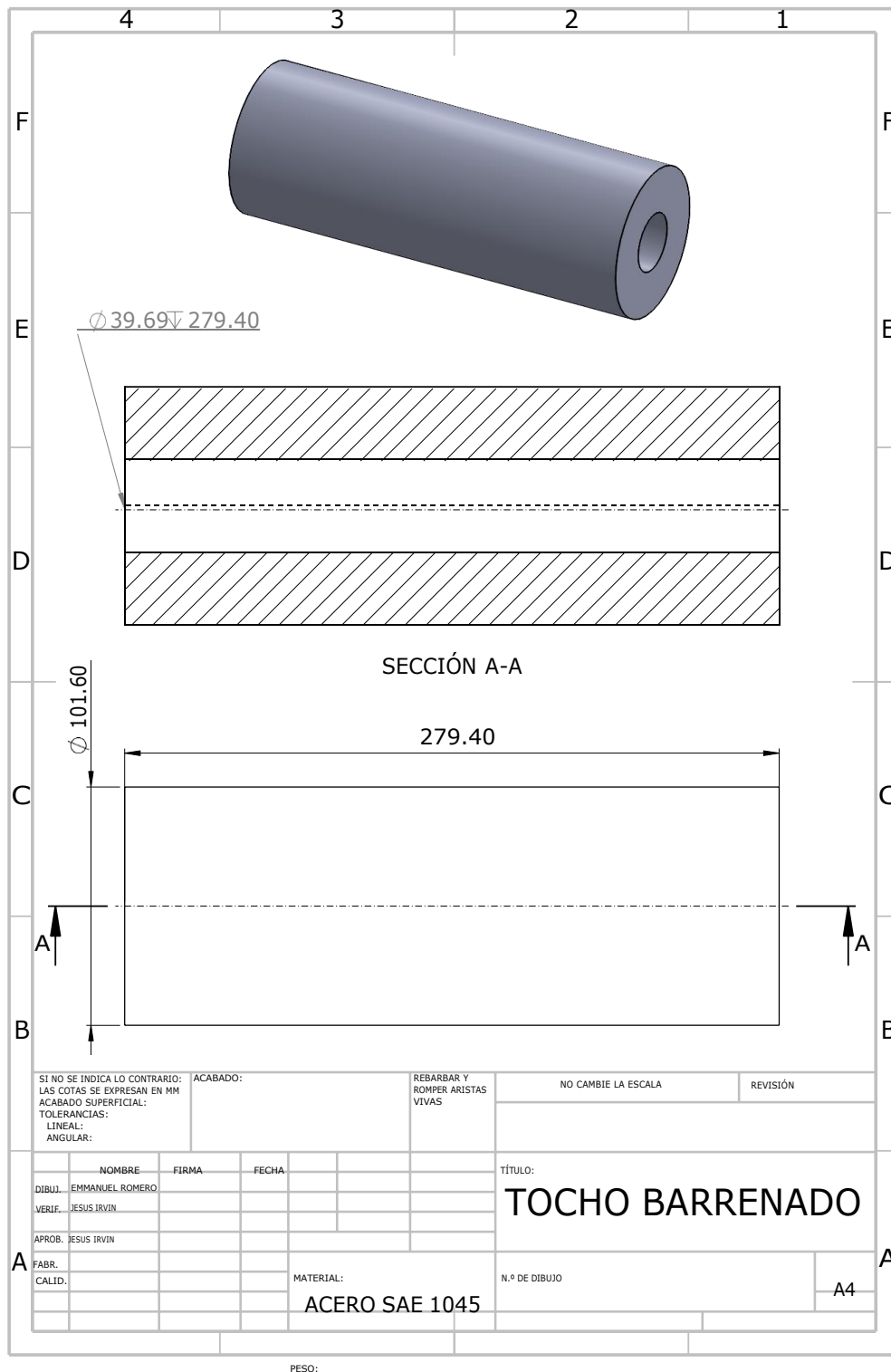
Giberto Enríquez Harper (2018) Abc de las instalaciones eléctricas industriales.

Giberto Enríquez Harper (2004) Manual práctico de instalaciones eléctricas.

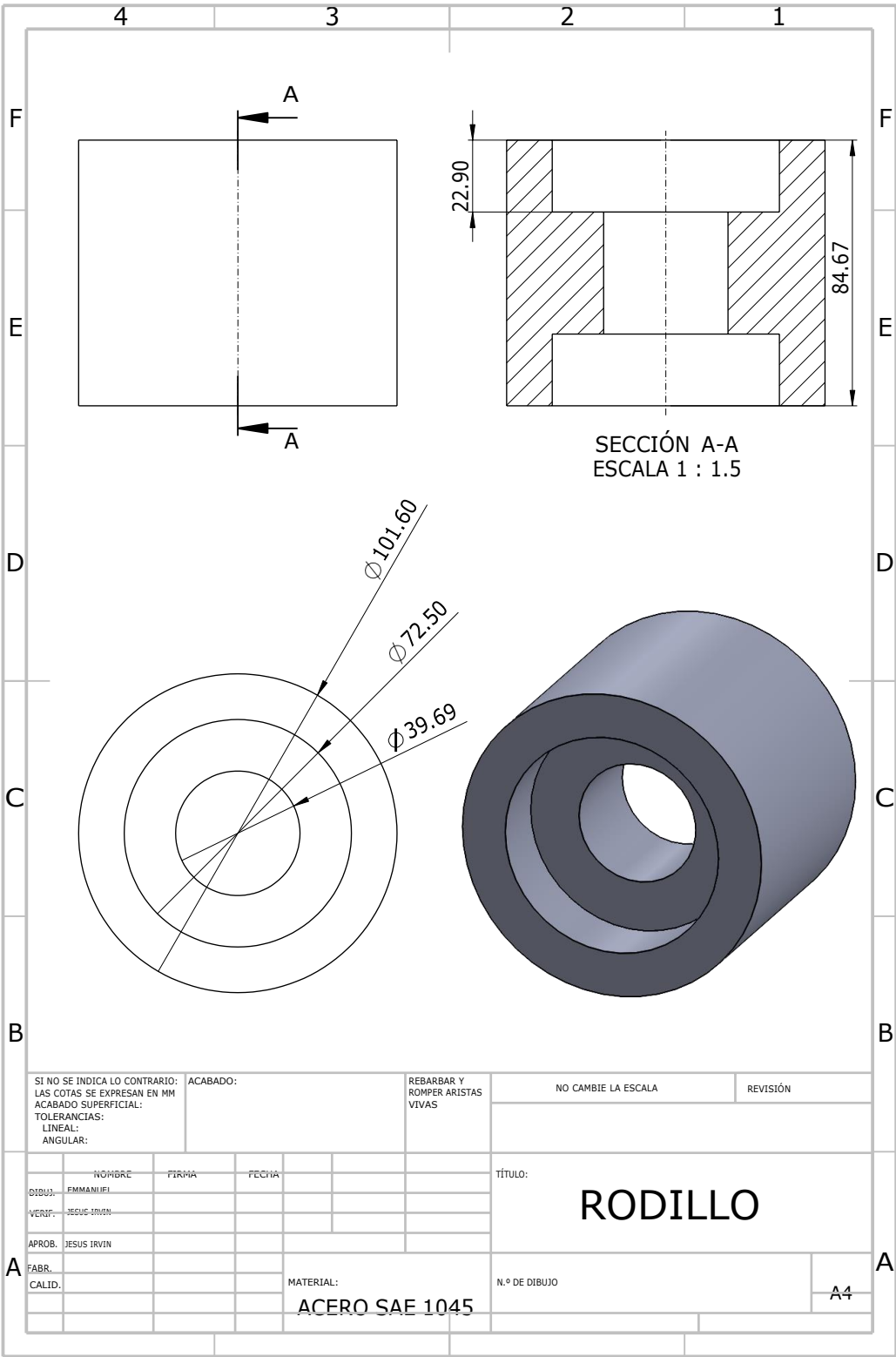
Dr. C. Osmundo Héctor Rodríguez (2013) Soldadura de hierros fundidos. Recomendaciones tecnológicas.

ANEXOS

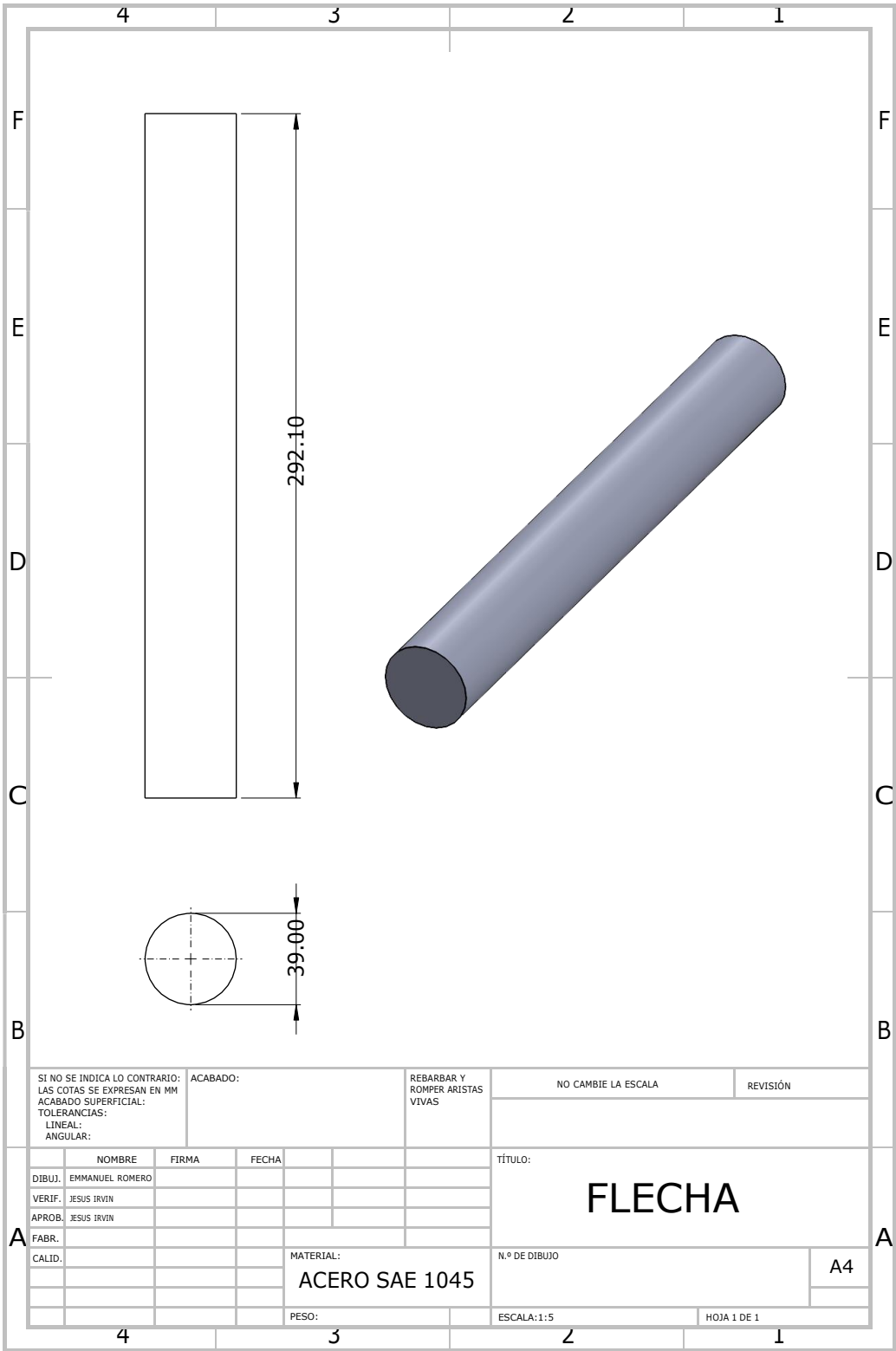
ANEXO 1A



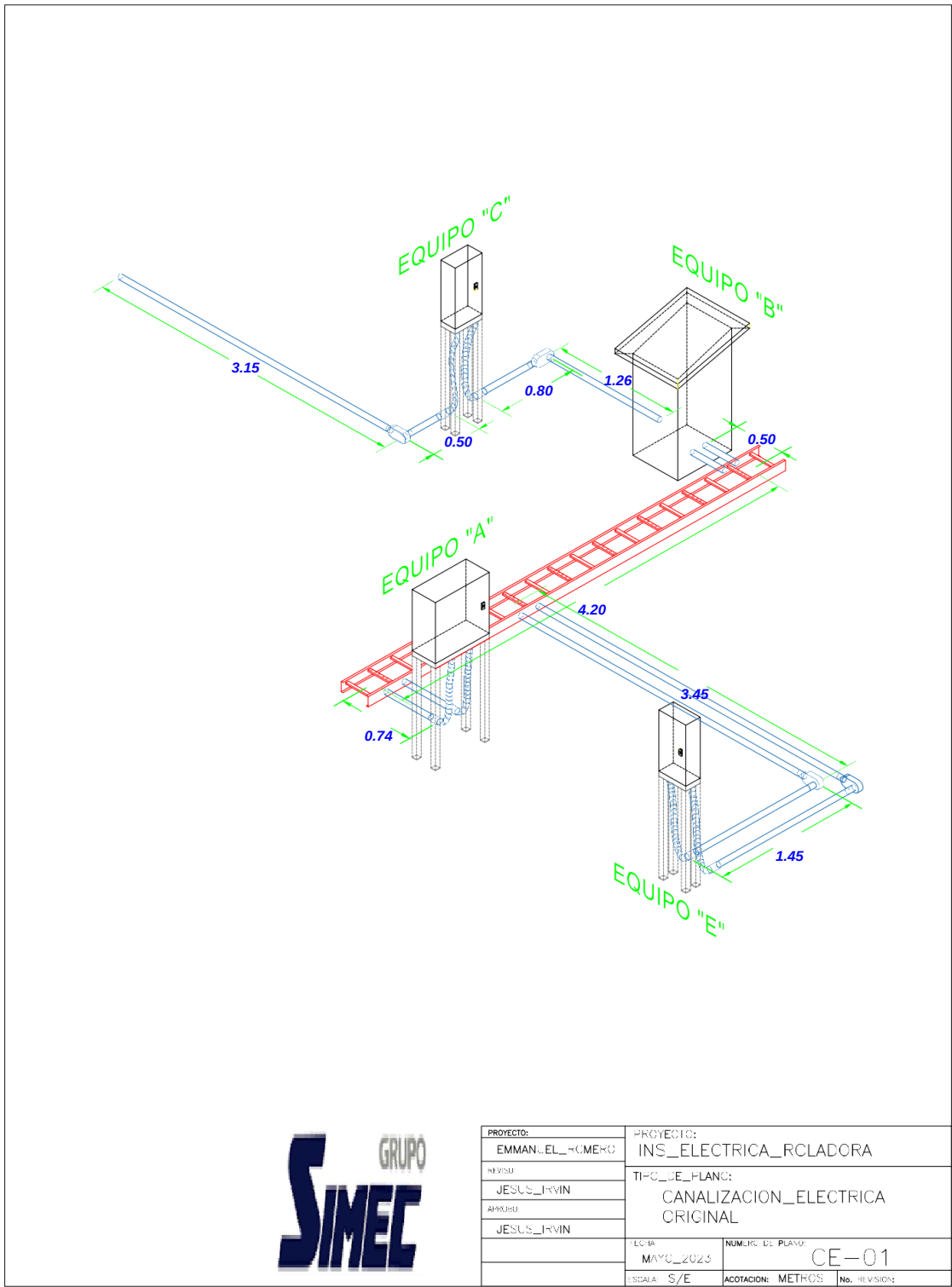
ANEXO 2A



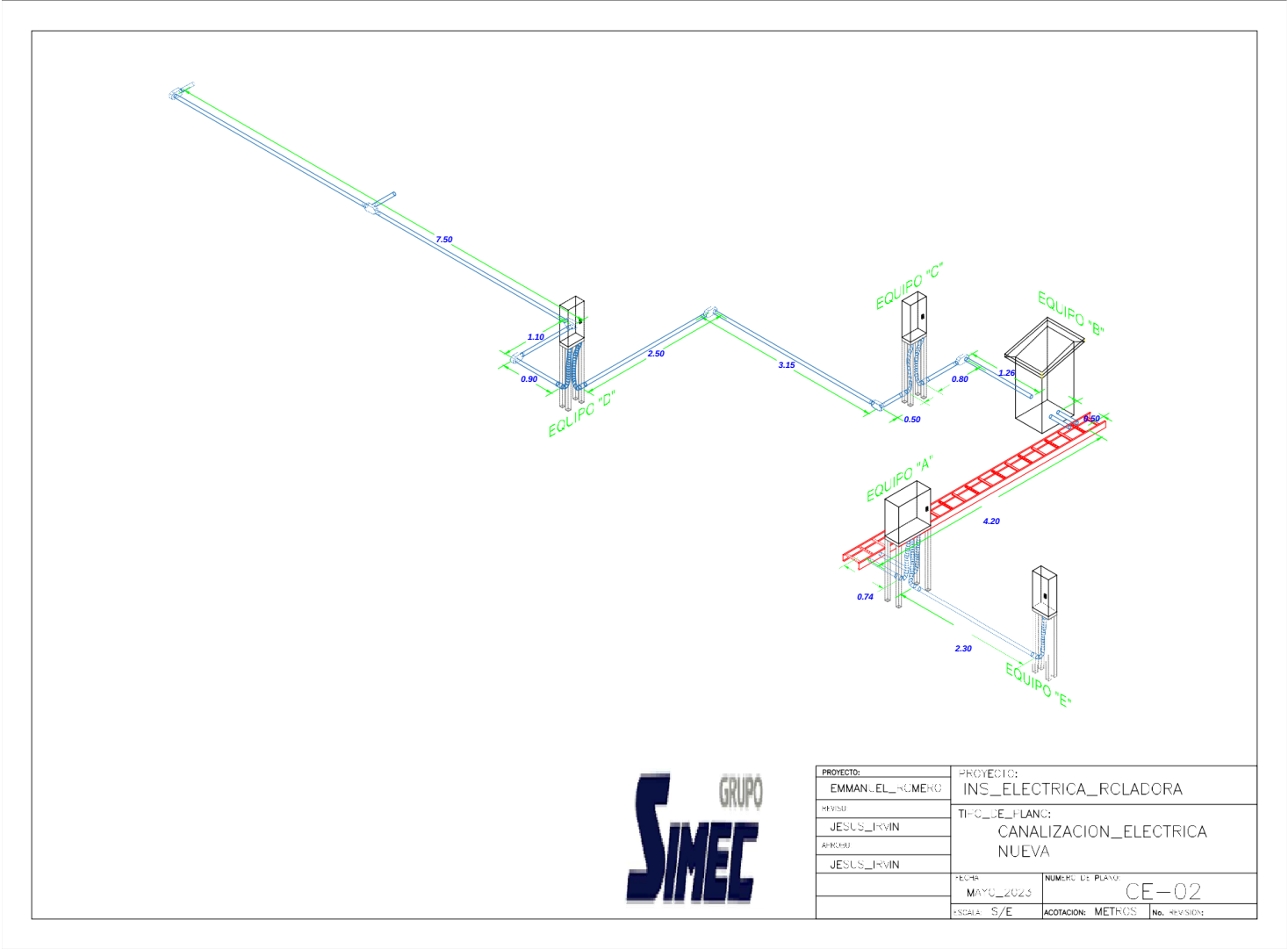
ANEXO 3A



ANEXO 1B



ANEXO 2B



ANEXO 1C

