

**INFORME TÉCNICO PRÁCTICA EMPRESARIAL  
ENSAMBLE Y CONSTRUCCION DE LA PRENSA SERVOCONTROLADA PARA  
EL ENSAMBLE DE ANILLOS ABS EN DANA TRANSEJES COLOMBIA**

**DIEGO ARMANDO DURAN GIL**

[Dduran5@unab.edu.co](mailto:Dduran5@unab.edu.co)

**JUAN PAWLO SIERRA ARIAS**

[Jsierra7@unab.edu.co](mailto:Jsierra7@unab.edu.co)

**Trabajo de grado para optar por  
el titulo de Ingeniero Mecatronico**

**Director del proyecto**

**ING. EDUARDO CALDERON PORRAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**



TRANSEJES COLOMBIA



### Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, Mayo de 2010

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INFORME TECNICO PRÁCTICA ESMPRESARIAL DANA	
TRANSEJES COLOMBIA	15
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVOS	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
MARCO TEORICO	19
ESTADO DEL ARTE DE LA EMPRESA	19
HISTORIA	19
FILOSOFIA	20
GENERALIDADES	21
RESUMEN DE RESULTADOS	21
SINOPSIS (ABSTRACT) DE RESULTADOS	23
METOLOGIA PARA EL DESARROLO DEL PROYECTO	25
DESCRIPCION DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS	32
ENSAMBLE DE CONSTRUCCION Y DEL SISTEMA MECANICO, NEUMATICO, ELECTRICO Y DE CONTROL DE PRESNSA SERVO CONTROLADA PARA EL ENSABLE DE ANILLO ABS	33
1. INTRODUCCIÓN	34
2. ANTECEDENTES	35
2.1 PROCESO MANUAL DEL ENSAMBLE DE ANILLOS ABS DESCRPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE	35
2.2 ANILLOS ABS	37
2.3 PRENSA GKN BRASIL	38
3. DESCRIPCIÓN Y PARTES DE EKES HOMEKINETICOS	40

3.1	DESCRIPCIÓN DEL ANILLO ABS	42
3.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SENSADO	43
4.	SISTEMA MECANICO	45
4.1	ESTRUCTURA PRINCIPAL	46
4.2	SISTEMAS Y COMPONENTE INSTALADOS	47
4.2.1	Tecnología movimiento lineal REXROTH	47
4.2.1.1	Patín para movimiento lineal	48
4.2.1.2	Riel para movimiento lineal	51
4.2.2	sistema de entrada	54
4.2.2.1	Moto reductor de engranajes	55
4.2.3	Sistema alimentador anillos ABS	57
4.2.3.1	Mesa divisora electromecánica Fibrotor	58
4.2.4	Sistema de accionamiento	59
4.2.4.1	Tornillo a bolas	60
4.2.5	Sistema de ensamble	64
4.2.6	Sistema Husillo-Servo	65
4.2.6.1	Husillo Thompson Tollo Movotrak	66
4.2.6.2	Servomotor sincrónico Siemens 1FK7	70
4.2.6.3	Órganos de transmisión	71
4.2.7	Sistema de localización	73
4.2.8	Sistema de extracción	74
4.2.9	Sistema de salida	75
4.3	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA MECANICO	76
5.	SISTEMA NEUMATICO	77
	SISTEMA DE ENTRADA FILTRO Y REGULACIÓN DE	
5.1	AIRE	78
5.2	VALVULA CORREDORA	79
5.3	UNIDAD DE FILTRO REGULADOR	80
5.4	MODULO DE DERIVACIÓN	82
5.5	TERMINAL DE VALVULA	83
5.6	CONECTOR MULTIPOLO	85
5.7	ACTUALIZADORES NEUMATICOS	88

5.7.1	Actuador lineal	88
5.7.2	Actuador sistema alimentador	88
5.7.3	Actuador sistema extracción	89
5.7.4	Actuador sistema de localización	90
5.7.5	Pinza neumática	90
5.7.6	Actuador sistema de entrada	91
5.8	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA NEUMATICO	92
6.	SISTEMA ELECTRICO	93
6.1	ALIMENTACION Y PROTECCION PRINCIPAL	96
6.2	MODOS DE SEGURIDAD	101
6.3	ACONDICIONADOR DE SEÑALES	103
6.3.1	Filtro de línea	103
6.3.2	Reactor lineal	106
6.3.3	Dispositivo amplificador y de aislamiento de señal	108
6.3.4	Acondicionador y convertidor SMC-20	109
6.3.5	Interfaz Drive-CLIQ	110
6.4	CONECTORES ENTRANTES (LEGRAND)	111
7.	SISTEMA DE CONTROL	112
7.1	PLC SIMOTION D425	115
7.2	SMART LINE MODULE (SINAMICS S120)	123
7.3	SINGLE MOTOR MODULE (SINAMICS S120)	125
7.4.1	Fuente de almacenamiento SITOP	130
7.4.1.1	ET - 200S	131
7.4.1.2	IM153-1	132
7.5	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA ELECTRICO DE CONTROL Y DE COMUNICACIÓN DE DATOS	132
8.	INSTRUMENTACION (SENSORES)	135
8.1	SENSOR DE CELDA DE CARGA	136
8.2	SENSORES FOTOELECTRICOS OSICONCEPT OSIRIS XUB	137

8.3	SENSOR DE PRESION TELEMECANIQUE	140
8.4	SENSOR DE POSICION (ROTATIVO: ENCONDER)	141
	SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y TRANSMISION DE	
9.	DATOS	144
10.	CONCLUSIONES	146
11.	RECOMENDACIONES	150
12.	BIBLIOGRAFIA	151

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Metodología para el desarrollo del proyecto	25
Figura 2. Ensamble actual anillo ABS	35
Figura 3. Proceso de ensamble de anillo ABS	36
Figura 4. Descripción del procedimiento de ensamble	38
Figura 5. Prensa GKN Brasil	39
Figura 6. Sistema de transmisión	40
Figura 7. Sistema de suspensión y transmisión de vehículos	41
Figura 8. Componentes eje homocinético	42
Figura 9. Anillo ABS	42
Figura 10. Sistema de frenos ABS	43
Figura 11. Sistema de censado	44
Figura 12. Señal de censado	44
Figura 13. Prensa de ensamble ABS	45
Figura 14. Sistemas de la máquina	46
Figura 15. Estructura principal	47
Figura 16. Tecnología móvil Rexroth	48
Figura 17. Patín para movimiento lineal	48
Figura 18. Tipos de patines y cargas	49
Figura 19. Dimensiones del patín de deslizamiento y	50

	riel	
Figura 20.	Riel Bosch Rexroth	52
Figura 21.	Sistema de entrada	55
Figura 22.	Motorreductor siemens	55
Figura 23.	Sistema alimentador de anillos ABS	57
Figura 24.	Mesa divisora electro magnética	58
Figura 25.	Mecanismo Fibrotor	59
Figura 26.	Sistema de accionamiento	60
Figura 27.	Tornillo a bolas	60
Figura 28.	Componentes del tornillo a bolas	61
Figura 29.	Sistema de ensamble	64
Figura 30.	Sistema de Husillo	65
Figura 31.	Montaje Husillo Thompson tolo	66
Figura 32.	Conexión de la carga y de motor	67
Figura 33.	Instalación de sensores	67
Figura 34.	Lubricación Husillo	70
Figura 35.	Servomotor Siemens	70
Figura 36.	Poleas motriz e inducido	71
Figura 37.	Trasmisión	73
Figura 38.	Sistema de localización	74
Figura 39.	Sistema de extracción	75
Figura 40.	Sistema de salida	75
Figura 41.	Esquema general neumático	77
Figura 42.	Tablero neumático	78
Figura 43.	Filtro y regulación de aire	79

Figura 44.	Válvula corredora seccional	79
Figura 45.	Filtro regulador seccional	80
Figura 46.	Accesorios filtro regulador	81
Figura 47.	Modulo de derivación	82
Figura 48.	Esquema y descripción de accesorios MD	83
Figura 49.	Terminal de válvulas CPV 14-GE-MP-8	84
Figura 50.	Conector multipolo	86
Figura 51.	Festo DGP-50-260-PPv-A-B-GK	88
Figura 52.	Actuador sistema alimentador	89
Figura 53.	Actuador sistema extracción	89
Figura 54.	Actuador sistema de localización	90
Figura 55.	Pinza neumática	90
Figura 56.	Actuador sistema de entrada	91
Figura 57.	Diseño de sistema eléctrico	93
Figura 58.	Seccionador de entrada	97
Figura 59.	Etapas de transformación	98
Figura 60.	Interruptor magnetotermico	99
Figura 61.	Breakers de protección	100
Figura 62.	Portafusible y contactor tripotar	100
Figura 63.	Módulos de seguridad	103
Figura 64.	Filtro de línea	103
Figura 65.	Etapas de filtrado	104
Figura 66.	Conexión filtro en línea	106
Figura 67.	Reactor lineal	107
Figura 68.	Dispositivo amplificador Phoenix Contac	108

Figura 69.	Convertor SMC-20	110
Figura 70.	Interfaz DRIVE - CLIQ	111
Figura 71.	Conectores Legrand	111
Figura 72.	Sistema de control	112
Figura 73.	Descripción del sistema de control	113
Figura 74.	Dispositivos del sistema Sinamics S120	115
Figura 75.	Unidad de control central	116
Figura 76.	Identificación de los módulos de control	117
Figura 77.	Interacción Simotion-Sinamics	118
Figura 78.	Componentes Sinamics	119
Figura 79.	Comunicación de Simotion D425	120
Figura 80.	Ubicación de la CompactFlash Card	122
Figura 81.	Modo de conexión drivers de control	124
Figura 82.	Circulación del aire	125
Figura 83.	Dispositivos de recolección y alimentación de datos	126
Figura 84.	Borneras de alimentación principal	128
Figura 85.	Borneras Siwarex, I/O análogas I/O digitales	129
Figura 86.	Periferia descentralizada ET - 200S	132
Figura 87.	Periferia descentralizada IM153-1	132
Figura 88.	Plano 1	134
Figura 89.	Esquema dispositivo SMART LINE MODULE	135
Figura 90.	Instrumentación del proceso	135

Figura 91.	Esquema de conexión de celda de carga	136
Figura 92.	Circuito interno fototransistor	139
Figura 93.	Respuesta en frecuencia	140
Figura 94.	Sistema de comunicación y transmisión de datos	144
Figura 95.	Sistema de comunicación profibus	145

## INDICE DE TABLAS.

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Resultados de la practica	28
Tabla 2. Actividades realizadas	30
Tabla 3. Tolerancias	50
Tabla 4. Número de partes patín	51
Tabla 5. Longitudes estándar de riel	52
Tabla 6. Selección de Motorreductor	56
Dimensiones del tornillo BOSCH REXROTH	
Tabla 7. 25*5R*3-4	62
Tabla 8. Características de carga y velocidad	63
Tabla 9. Descripción de accesorios	81
Tabla 10. Conexión de terminales	87
Tabla 11. Calibre AWG	95
Tabla 12. Parámetros de selección filtro línea	105
Tabla 13. Especificaciones técnicas filtro línea	105
Tabla 14. Parámetros de selección reactor lineal	107
Tabla 15. especificaciones técnicas reactor lineal	108
Tabla 16. Interfaces de Simotion D425	121
Tabla 17. Interfaces que no tiene Simotion D425	121
Tabla 18. Bloque del terminal X1 del SML (5KW-10KW)	123
Tabla 19. Terminal X21: Smart Line Module	123
Tabla 20. Terminal X22: Smart Line Module	124
Tabla 21. Características técnicas fuente SITOP	130

Tabla 22. Diseño y construcción de planos	133
Tabla 23. características generales	137
Tabla 24. Datos técnicos del Encoder	142
Tabla 25. Pines de conexión del Encoder	142

## INFORME TÉCNICO PRÁCTICA EMPRESARIAL DANA TRANSEJES COLOMBIA

Datos generales de la empresa.

**Nombre:** DANA TRANSEJES COLOMBIA

**Dirección:** Calle 32 # 15 – 23 Zona Industrial Km.7 Rincón de Girón

**Teléfono:** 6468288 extensión 1356

**Función:** DANA TRANSEJES COLOMBIA es una filial de DANA CORPORATION, líder mundial en ingeniería, manufactura y distribución de productos y sistemas para los mercados automotriz e industrial.

Está dedicada principalmente a la producción de ejes diferenciales, cardanes y sistemas modulares. Garantiza, a través de su asociación con GKN, el soporte tecnológico para la fabricación de ejes homocinéticos.

**Área de Trabajo:** Departamento de Mejoramiento Continuo, Zona de Automatización.

**Gerente:** Ing. Esp. Sergio Alvarez.  
[Sergio.alvarez@dana.com](mailto:Sergio.alvarez@dana.com)



**Jefes Inmediatos:** Ing. Omar Gómez Landazabal  
Ingeniero de diseño mecánico  
[Omar.gomez@dana.com](mailto:Omar.gomez@dana.com)

Ing. Luis Miguel Caro  
Ingeniero de control  
[Luis.caro@dana.com](mailto:Luis.caro@dana.com)

**Incentivos Laborales:** La empresa ha dispuesto de un contrato de aprendizaje para nuestra vinculación como trabajadores para el soporte de la Zona de Mejoramiento Continuo en el área de Automatización con un contrato laboral a término fijo por un periodo de seis meses (enero 4 de 2009 – julio 5 del año 2010) con una remuneración mensual de un salario mínimo legal vigente.

**Horario de Trabajo:** lunes a viernes de 8:00 A.M a 5:30 P.M.

## JUSTIFICACIÓN

¿Por qué de la práctica?

Al realizar la práctica empresarial se adquiere experiencia y se complementan los conocimientos teóricos prácticos adquiridos durante el transcurso de la carrera, por lo que se considera que esta opción de aprendizaje cumple un papel importante en el desarrollo formativo de todo profesional, preparando al estudiante para iniciar una exitosa vida laboral.

¿Para que la práctica en la empresa?

La práctica se realizó para brindar soporte en el área de mejoramiento continuo y automatización de DANA Transejes, apoyando la ejecución de diferentes proyectos, los cuales incluyen actividades de diseño, ensamble, programación y puesta a punto o pruebas de las diferentes máquinas.

¿Cómo se desarrollan las prácticas en esa empresa?

La compañía constantemente recibe practicantes de diferentes carreras, cada practicante firma un contrato de trabajo por determinado tiempo, generalmente son 6 meses. Para este caso la práctica se desarrollo en la planta de la compañía, específicamente en el área de automatización, en la que se desarrollan gran cantidad de proyectos los cuales están dirigidos y ejecutados por un grupo de trabajo conformado por un ingeniero mecánico, un ingeniero eléctrico y dos ingenieros mecatrónicos, brindando soporte en todo lo necesario para sacarlos adelante.



## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Realizar el ensamble y construcción del sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y realizar las correcciones y mejoras al sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.
- Elaborar un informe técnico y la respectiva documentación de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.
- Realizar un acompañamiento para la puesta en marcha de la prensa servocontrolada para el ensamble de juntas fijas de ejes homocinéticos.
- Desarrollar y documentar practicas en los bancos de pruebas neumático y de control del laboratorio del área de mejoramiento continuo y automatización de la empresa DANA Transejes Colombia.

## MARCO TEÓRICO

### ESTADO DEL ARTE DE LA EMPRESA

#### HISTORIA

DANA TRANSEJES COLOMBIA es una empresa que fue fundada el 28 de abril de 1972. Localizada en la Zona Industrial de Girón - Bucaramanga, cuenta además con operaciones en la ciudad de Bogotá, atendiendo de igual forma los mercados de equipo original (ensambladoras), reposición y exportaciones, con la participación de la casa matriz DANA CORPORATION como su principal accionista quien suministra la tecnología de ejes diferenciales y ejes cardánicos. A continuación se reseñan algunos sucesos relevantes para el desarrollo de la organización en el ámbito nacional. [1]

- 1974: Se iniciaron operaciones de ensamblado de ejes diferenciales.
- 1975-1978: Se inició el proceso de mecanizado con el montaje de las líneas de tubos y semiejes.
- 1979-1981: Se iniciaron operaciones de las líneas de yugos de acople.
- 1981: Instalación de líneas de ejes cardánicos
- 1983-1984: Se inició la venta de ejes homocinéticos Mazda
- 1986: Puesta en marcha de la línea de mecanizado de juntas fijas
- 1988: se realizaron cambios en el sistema de producción en línea dedicada al nuevo concepto de producción en celdas.
- 1989: Se realizó el lanzamiento del " Plan excelencia".
- 1990: Se compro la planta Medellín - pistones.



- 1992: Se adquieren líneas de mecanizado denominado GI para la producción de junta móvil de ejes homocinéticos.
- 1995: Transejes se asocia con la multinacional GKN líder en el mercado de ejes homocinéticos.
- 1997: Se cerró la planta de Ibagué y se inicia el proceso de certificación QS -9000.
- 1998: Transejes recibe la certificación QS-9000 y traslada la manufactura de cascos, yugos, tubos y semiejes a Danaven, Venezuela.
- 2000: Transejes cuenta desde entonces con un gran socio, GKN de Inglaterra que suministra "Know How" para la manufactura y ensamble de los ejes homocinéticos, generando 154 empleos directos aproximadamente.

## FILOSOFIA

Para la organización DANA TRANSEJES COLOMBIA, **calidad total es la** satisfacción de todas las necesidades y expectativas de nuestros clientes, entendiéndose por estas todas aquellas organizaciones y personas con quienes interactuamos en nuestra vida cotidiana, dentro y fuera de nuestra organización, o que son afectadas de una u otra forma por el producto de nuestro actuar.

Nuestra empresa tiene como punto central de su actividad el hombre y la elevación de su calidad humana, quien es finalmente ejecutor de aquello que queremos o hacemos. [1]

## GENERALIDADES

Para poder llevar a cabo este proyecto es necesario contar una serie de conocimientos teóricos para poder cumplir con los objetivos planteados.

- Automatización industrial.
- Instrumentación y control de procesos.
- Neumática.
- Electrónica de potencia
- Solid Works.
- Diseño de maquinas.
- Calibración y metrología.
- Selección de rodamientos.
- Selección de tornillería.

## RESUMEN DE RESULTADOS

Durante el transcurso del primer semestre académico se logro alcanzar el objetivo principal de la práctica empresarial en un 100%, el cual era realizar el ensamble y construcción del sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa de ensamble de anillos ABS. Para poder llegar a un feliz término fue necesario diseñar desde el principio del semestre un cronograma de actividades en donde se plantearan cada una de las tareas a llevar a cabo. La planificación se realizo teniendo en cuenta las diferentes sistemas que se deberían montarse.



Durante el ensamble y construcción del sistema mecánico fue necesario evaluar y comparar cada una de las piezas con los planos existentes de estas. Esta revisión es necesaria ya que en muchas ocasiones existen errores en la fabricación de las piezas mecánicas. A demás de este error se presentaron una gran cantidad de inconvenientes como por ejemplo fallas en los planos mecánicos, retraso en la entrega de piezas por parte de algunos proveedores, selección incorrecta de dispositivos mecánicos, fallas en planos eléctricos y corrección de los mismos.

Es importante tener en cuenta que a pensar de las dificultades presentadas anteriormente, el cronograma de actividades no se encontraba muy afectado, en cuanto a tiempo, ya que dentro de lo planeado se encontraba la idea de la puesta en marcha de la máquina para el 10 de mayo del 2010. Desafortunadamente esto no se pudo llevar a cabo debido a que la gerencia del área de automatización industrial determino que la prioridad en cuanto a la entrega de proyectos la tenía la prensa de ensamble de junta fija.

Este proyecto estaba en un 80% de su terminación y debía haberse entregado a la línea de producción hace 8 meses, por tal motivo fue necesario que todo el personal del área de automatización y mejoramiento continuo, dedicara todo su tiempo y esfuerzo a la terminación de este proyecto. Por tal motivo fue necesario realizar un acompañamiento para la puesta en marcha de esta prensa brindando un soporte en lo referente al montaje de los dispositivos de seguridad, solución de errores en el sistema eléctrico, mecánico y neumático. A demás de esto se corrigieron los planos eléctricos. Con esta y otra documentación se pudo entregar la prensa de ensamble de junta fija al área de producción y al área de mantenimiento.



Durante el desarrollo de estos dos proyectos, se ha venido trabajando en el informe técnico y la respectiva documentación de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS. A la fecha de hoy ya se logro realizar este informe. Al mismo tiempo se culmino los planos mecánicos, eléctricos y neumáticos. Toda la documentación tiene un alcance del 95%.

En este momento se tiene como objetivo desarrollar las prácticas neumáticas para el banco de pruebas que se encuentra en el área de automatización, teniendo en cuenta los elementos que se encuentran en este banco y las diferentes aplicaciones que van a tener elementos neumáticos en los diferentes proyectos que se están realizando.

### **SINOPSIS (ABSTRACT) DE RESULTADOS**

Through the first academic semester, the main goal of the business practice could be achieved in a 100%, which it was to make the assembly and construction of a mechanical, pneumatic, electric and control system of the assembly for ABS brakes. For getting into a good end, it was necessary to design from the beginning of the semester a schedule of activities, in which were set each of the task that had to be made. The planning was made by taking into account all the different systems that had to be built.

In the assembly part and construction of the mechanical system it was necessary to evaluate and compare every piece with all the planes of them. This check is important because in several occasions there are mistakes in the manufacture of the mechanical pieces. Besides, of this mistake, it was faced others kinds of errors, such as, defects in the mechanical planes, delays in the delivery of the pieces by



some suppliers, bad selection of the mechanical devices, mistakes in the electric planes and its own corrections.

It is important to take into account that although the difficulties faced, the schedule activities were not very affected, in time; because in the plan there was the goal that the machine had to be working by 10<sup>th</sup> of may of 2010. unfortunately, that goal could not be achieve because of in the direction of the industrial automation department was determinate that the priority in the delivery of projects was the assembly of the "junta fija"

This Project was in a 80% of its end and had to be presented to the production line 8 mounths ago, for that reason, it was necessary that all the personal of the automation department and the improvement department, put all their time and effort in the culmination of this project. In fact, for this priority, it was necessary to help with the implementation of this press, by giving support in the installation of the security devices; and by giving solution with errors in the electrical, pneumatic and mechanical system. Besides, there had to be made a correction with the electrical planes. With this and other documents, it could be achieved the assembly of the "junta fija" into the area of production and maintenance.

In the development of this two projects, it has been working in the technical inform and the respective documents of the servocontrol press for the assembly of ABS rings. Up to date, it has been achieved this report, and at the same time it's finished all the mechanical, electric and pneumatic planes. In fact, all the documents has reached the 95%.

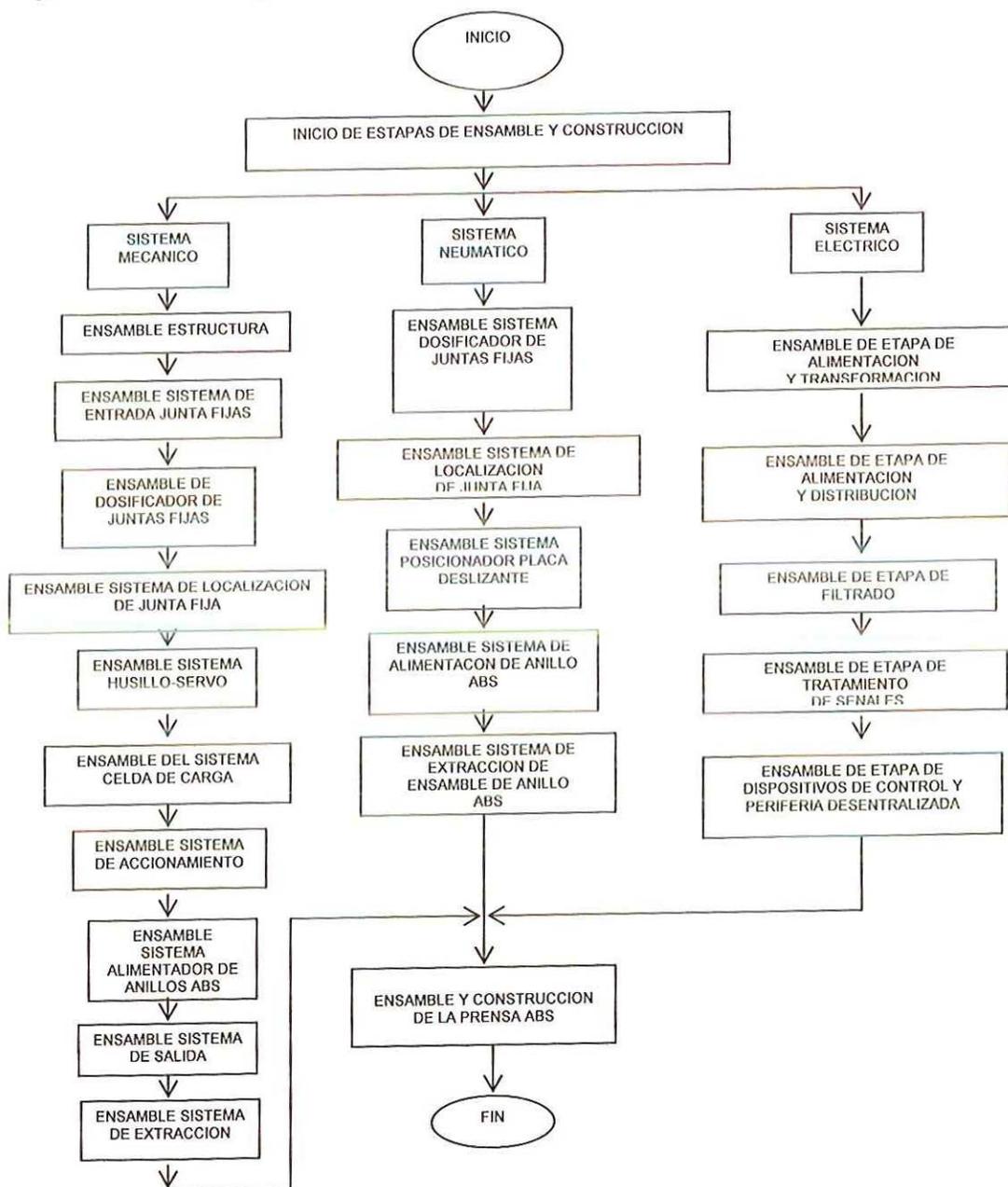


In this moment the goal is to develop the pneumatic practices for the prove bank that is in the automation area, taking into account the elements that are placed there, and the different applications that are going to have the pneumatic elements in the projects that are going to be implemented.

## METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación en la figura 1 se presenta un diagrama con la metodología que se uso para llevar a cabo el proyecto.

Figura 1. Metodología para el desarrollo del proyecto.



Fuente: los autores

CUADRO NO. 1 (Resultados de la práctica)

Tabla 1. Resultados de la práctica

OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE	OBSERVACIONES
Realizar el ensamble y construcción del sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.	Culminar el ensamble mecánico, eléctrico, neumático y de control de la prensa servocontrolada de ensamble de anillos ABS, para la llegada del experto en programación proveniente de Siemens México.	Se realizó el ensamble del sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa ABS; con un alcance del 85%.	Fotos prensa ABS  Planos mecánicos, eléctricos y neumáticos.  Vídeo de los diferentes sistemas funcionando en modo manual.	Anexo II Anexo III Del CD	Serán entregadas en forma digital (CD)
Elaborar un informe técnico y la respectiva documentación de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.	Culminar el informe de ingeniería de la prensa ABS, con información correspondiente a la descripción de cada aspecto de la máquina. Planos eléctricos, mecánicos y neumáticos.	Se culminó los planos mecánicos, eléctricos y neumáticos. Toda la documentación tiene un alcance del 100%.	Informe, planos mecánicos, eléctricos y neumáticos.	Anexo II Del CD	Se hará entrega del informe impreso y los planos en formato digital.

Fuente: los autores

Tabla 2. Continuación resultados de la práctica

OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE	OBSERVACIONES
Realizar un acompañamiento para la puesta en marcha de la prensa servocontrolada para el ensamble de juntas fijas de ejes homocinéticos.	Completar el ensamble de la prensa junta fija y brindar apoyo al programador en los inconvenientes o imprevistos que se pueden presentar por componentes mecánicos neumáticos y eléctricos.	Se brindo soporte en lo referente al montaje de los dispositivos de seguridad, solución de errores mecánicos, neumáticos y de conexiones eléctricas. Además se han corregido los planos eléctricos para la entrega de la documentación al área de mantenimiento y producción. Se realizo una preproducción de 100 ensambles.	Planos eléctricos.  Fotos de la maquina con un alcance 100%.  Video de la maquina funcionando en pruebas para entrega a producción.	Anexo V Del CD	Se entregarán planos eléctricos de la prensa junta fija.  Estarán anexos en el CD.
Desarrollar y documentar practicas en los bancos de pruebas neumático del laboratorio del área de mejoramiento continuo y automatización de la empresa DANA Transejes Colombia.	Realizar la descripción de prácticas neumáticas en banco de pruebas del laboratorio de automatización.	Se tienen la descripción y planos neumáticos y eléctricos de las practicas.	Documentos y videos del montaje.	Anexo IV Del CD	descripción del proceso

Fuente: los autores

**CUADRO No. 2 (De las actividades realizadas)**

Tabla 3. Actividades realizadas

ACTIVIDADES (comprometidas contractualmente)	COMPROMISO ADQUIRIDO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
Ensamble en solid Works y documentación digital de piezas mecánicas y componentes necesarios para la prensa servocontrolada de anillos ABS.	100%	Se hizo un documento recopilando la información de las piezas además del ensamble total de la maquina para la evaluación y ubicación de nuevos elementos como tableros, unidad de mantenimiento, sensores y canalización.	Anexo VI CD
Ensamble y construcción del sistema mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS.	100%	Se construyo satisfactoriamente el 85% la prensa de anillos ABS y se probaron manualmente cada uno de sus sistemas.	Anexo III CD
Elaboración de los planos eléctricos para prensa servocontrolada de anillos ABS.	100%	Se elaboraron los planos eléctricos para la prensa de ensamble de anillos ABS.	Anexo II CD
Corrección y documentación de planos eléctricos para prensa servocontrolada de juntas fijas.	100%	Se logro corregir y diseñar nuevos planos eléctricos de la prensa junta fija para realizar la entrega de la maquina a producción y mantenimiento.	Anexo V CD
Montaje del nuevo tablero de mando de prensa de ensamble de junta fijas.	100%	Se desmonto el tablero de mando existente y se ensamble el nuevo tablero, realizando nuevamente todo el cableado.	Anexo V Del CD
Montaje de la cortina de seguridad de prensa de juntas fijas.	100%	Se monto la cortina de seguridad con su respectivo cableado, dejándola en funcionamiento.	Anexo V CD
Montaje de los pulsadores de inicio de ciclo de prensa de ensamble de juntas fijas.	100%	Se realizo el montaje de los pulsadores de inicio de ciclo garantizando una buena postura del operario.	Anexo V CD

Fuente: los autores

Tabla 4. Continuación actividades realizadas

ACTIVIDADES ( <i>comprometidas contractualmente</i> )	COMPROMISO ADQUIRIDO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
Ajuste mecánico y pruebas de la prensa juntas fijas.	100%	Se realizó el acompañamiento para solucionar inconvenientes mecánicos presentados en la prensa.	Anexo V CD
Calibración y pruebas de ensamble mecánico de prensa de juntas fijas	100%	Se realizaron pruebas de ensamble satisfactoriamente.	Anexo V CD
Reconocimiento y verificación de componentes hidráulicos de la fresadora de tres estaciones.	100%	Se realizó la verificación de los componentes hidráulicos comparando con los planos existentes. En espera de plan de acción.	Anexo X CD
Reconocimiento y verificación de componentes eléctricos de la fresadora de tres estaciones.	100%	Se realizó la verificación de los componentes.	Anexo X CD
Verificar y realizar las conexiones para el encendido del horno de carburizado.	50%	Se logró encender el horno de carburizado satisfactoriamente.	Anexo X CD
Organizar y ubicar los materiales que se utilizarán para los próximos proyectos que llevarán a cabo por área de mejoramiento continuo y automatización	100%	Se logró organizar y ubicar los materiales en su respectivo lugar de almacenamiento.	Anexo X CD
Presentación del proyecto de la prensa de ensamble de anillos ABS ante profesores y egresados de la facultad de ingeniería mecatrónica de la UNAB.	100%	Se realizó la presentación del proyecto de la prensa de ensamble de anillos ABS.	Anexo X CD

Fuente: los autores



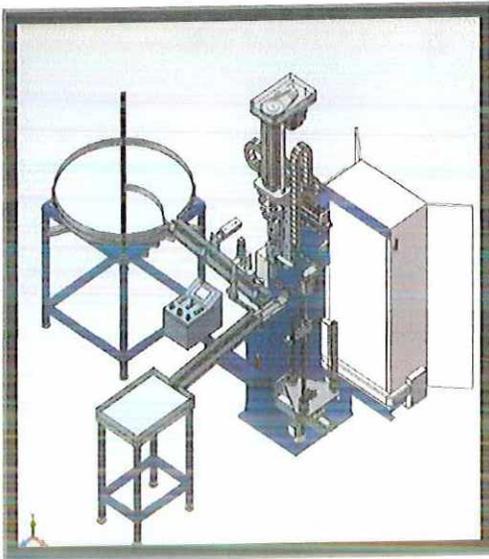
## DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS

Actualmente la empresa esta a la vanguardia en tecnología, maquinaria y procesos, este es un aspecto que la ha llevado a ser líder en su mercado. Al llevar a cabo el diseño, ensamble y adecuación de la prensa servo controlada de ensamble de anillos ABS, la empresa estará garantizando una producción más efectiva y eficiente.

Fabricar con eficiencia y efectividad trae una serie de beneficios como: disminución de costos, calidad de componentes y resultados rápidos. Por lo tanto es necesario llevar a cabo un proceso de automatización utilizando equipos técnicos y procedimientos donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos brindando un entorno seguro sin afectar la producción, generando exactitud y repetitividad en los subprocesos y **garantizando la trazabilidad de los productos ensamblados.**



**ENSAMBLE Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO,  
NEUMÁTICO, ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE PRENSA  
SERVOCONTROLADA PARA EL ENSAMBLE DE ANILLOS ABS.**





## 1 INTRODUCCION

Hoy en día las empresas manufactureras buscan involucrarse y estar a la vanguardia en tecnologías, técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas industriales de forma autónoma. Para dar solución a los problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto a nivel de producción como en planta.

Estos problemas son tomados en cuenta por la Automatización Industrial. Es por esta razón que DANA Transejes cuenta con una zona exclusiva para la realización de proyectos, como la Prensa de Ensamble de Anillos ABS con la cual se piensa dar solución y mejorar la calidad del proceso de ensamble realizado actualmente de forma manual.

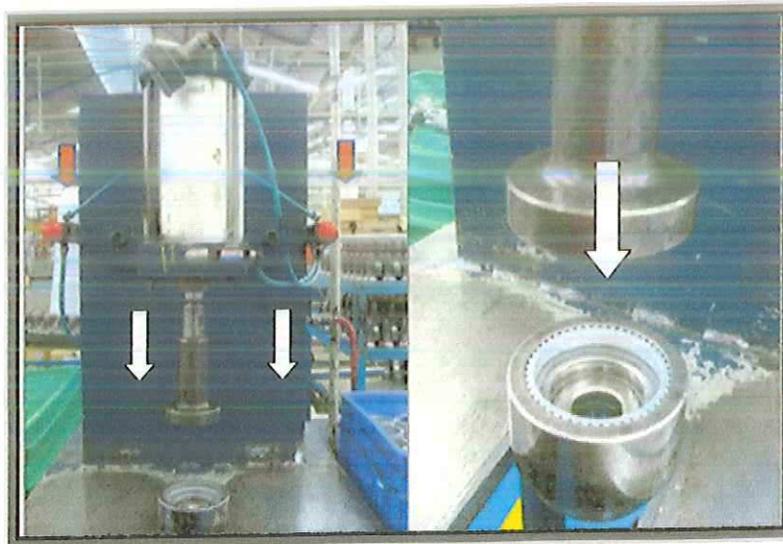
La construcción y puesta en marcha la prensa de anillos ABS, brinda a la empresa mayor competitividad en el mercado, pues se está mejorando la calidad y la producción de los ejes homocinéticos a un costo reducido y mas importante con mano de obra colombiana especializada que podrá brindar solución a problemas posteriores en menor tiempo.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 PROCESO MANUAL DEL ENSABLE DE ANILLOS ABS

El proceso de ensamble de anillos ABS se realizaba con un operario que manejaba un actuador neumático, activado por 2 pulsadores (Ver figura 2). Este sistema cuenta con una unidad de mantenimiento y un indicador de presión (manómetro). El actuador neumático se encargaba de hacer presión sobre la junta fija apoyada sobre el dispositivo de acople, dentro del cual se encontraba ubicado el anillo ABS. La presión ejercida por el actuador debe ser lo suficiente para ensamblar el anillo en la junta fija.

Figura 1. Ensamble actual Anillo ABS

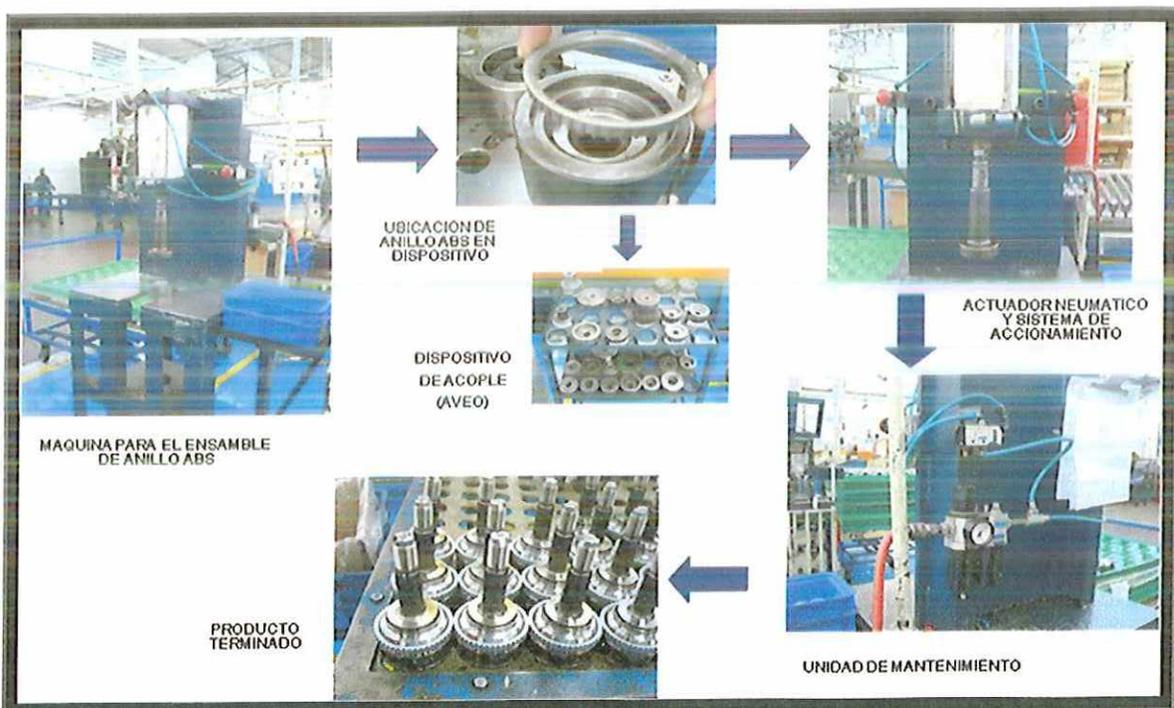


Fuente: los autores

Para el ensamble de anillos ABS a la junta fija es necesario un dispositivo de acople que se requiere de diferentes dimensiones (diámetro) ya que por el modelo y marca de carro, las especificaciones técnicas del anillo y junta fija variaran.

El operario cuenta con anillos ABS en la parte derecha (caja azul) de la maquina. Para el suministro de juntas fijas, es necesario que el operario se desplace 1 metro, en donde se encuentran estos dispositivos sobre una mesa. Es importante tener en cuenta que mientras el operario se desplaza a conseguir las juntas fijas para seguir con el proceso de ensamble, existe un desperdicio de tiempo el cual se verá reflejado en la cantidad de piezas producidas en el respectivo turno. A continuación en la figura 3 se observa el proceso que realiza un operario para llevar a cabo la labor.

Figura 3. Proceso de ensamble de anillos ABS



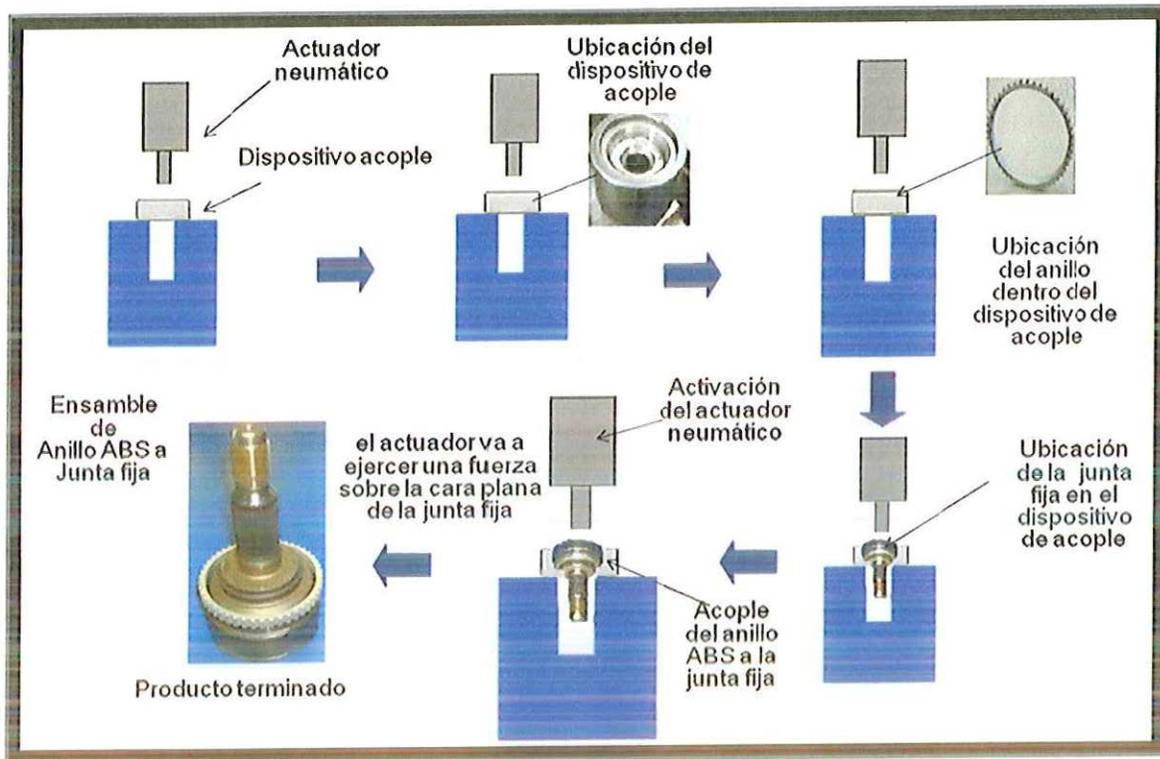
Fuente: los autores

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE ANILLOS ABS**

El proceso para el ensamble de anillos ABS era llevado a cabo siguiendo una serie de pasos como se observa en la figura 4, los cuales son:

1. Ubicación de dispositivo de acople. Este dispositivo es seleccionado, dependiendo del modelo y marca del vehículo. Cada junta fija tiene su dispositivo de acople correspondiente.
2. Ubicación del anillo ABS en el dispositivo de acople.
3. Inserción de la junta fija en el anillo ABS que se encuentra dentro del dispositivo de acople.
4. Activación de actuador neumático. El operario lo hace oprimiendo los dos pulsadores que se encuentran en frente de su puesto de trabajo.
5. Retirar y ubicar el producto terminado en la respectiva bandeja de transporte.

Figura 4. Descripción del procedimiento de ensamble.



Fuente: los autores

### 2.3 PRENSA GKN BRASIL

Esta prensa fue implementada en la planta de producción de DANA Brasil, para ensamblar anillos por medio de un sistema hidráulico, el cual aplica la fuerza requerida según especificaciones del producto. Su nivel de control no es tan moderno y preciso, pero se estableció una base de diseño para cada una de las partes mecánicas de la prensa servocontrolada de anillos ABS. En la figura 5 se puede observar esta prensa.



Figura 5. Prensa GKN Brasil

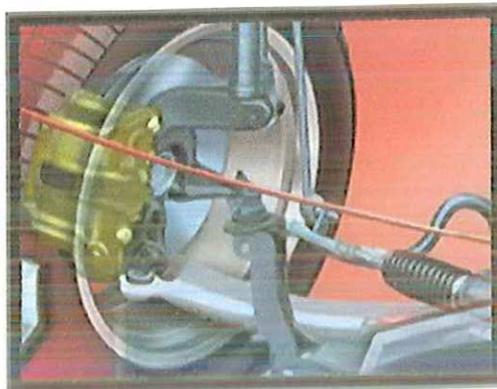


Fuente: DANA Brasil

### 3 DESCRIPCIÓN Y PARTES DEL EJES HOMOCINETICOS

Los ejes homocinéticos transmiten la fuerza y el movimiento del motor a las ruedas del carro, de una forma constante, siendo de importancia para el sistema de tracción delantera como se puede observar en la figura 6.

Figura 2. Sistema de transmisión



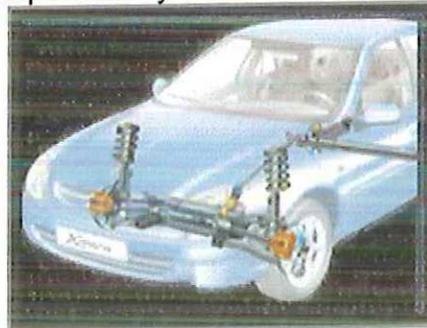
Fuente: DANA Transejes

El significado de la palabra homocinética es: velocidad constante, es decir, el trabajo de los ejes homocinéticos es transmitir la fuerza y el movimiento del motor a las ruedas de forma constante, permitiendo los movimientos de la suspensión y la dirección.

“La transmisión se hace constantemente sin importar que haya cambios en la orientación de la rueda para poder cruzar en las curvas. Normalmente van ubicadas en la parte delantera del auto y siempre van en pareja, es decir, una a la rueda derecha y otra a la rueda izquierda. Los ejes homocinéticos actúan cuando el vehículo gira, al caer en un bache o golpear sobre el pavimento, ya que las condiciones de giro de los ejes se alteran, y cada

rueda se mueve de manera independiente. Al desplazarse hacia arriba y hacia abajo, los movimientos de la suspensión también obligan a las juntas y a los ejes a alargarse o comprimirse, moviéndolos hacia adentro o hacia afuera de acuerdo a los desniveles del terreno”<sup>1</sup>. (Ver figura 7)

Figura 3. Sistema de suspensión y transmisión de vehículos.



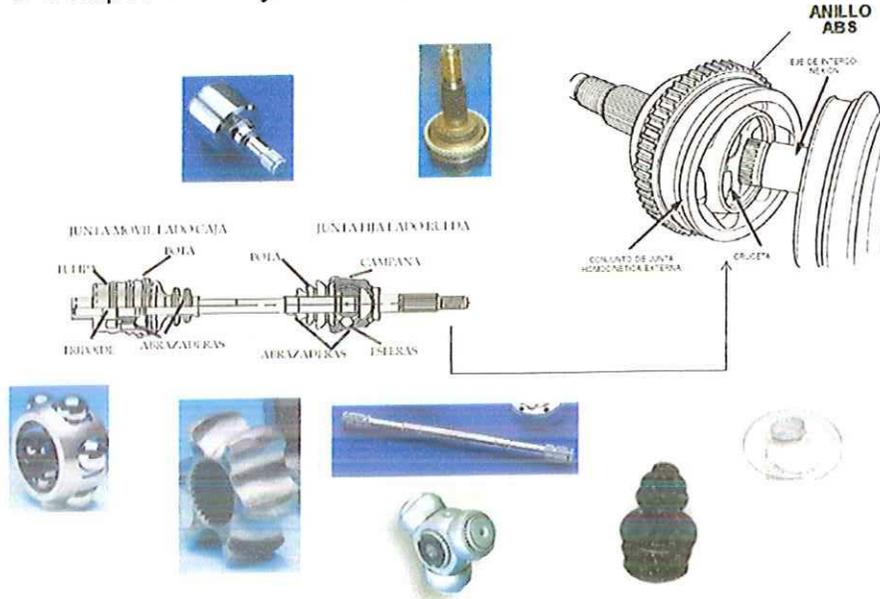
Fuente: DANA Trasejes

En la figura 8 se observa detalladamente las partes que componen un eje homocinético, el cual está compuesto por campana, bota, trípode, abrazaderas y tulipa.

---

<sup>1</sup> Línea de mecanizado de trípodas. DANA Trasejes Colombia. Bucaramanga. 2007. 500p.

Figura 4. Componentes eje homocinético.



Fuente: DANA Trasejes

### 3.1 DESCRIPCION DEL ANILLO ABS

El anillo ABS es un anillo metálico que gira a la misma velocidad que la rueda, debido a que esta acoplada a la junta fija como se aprecia en la figura 9.

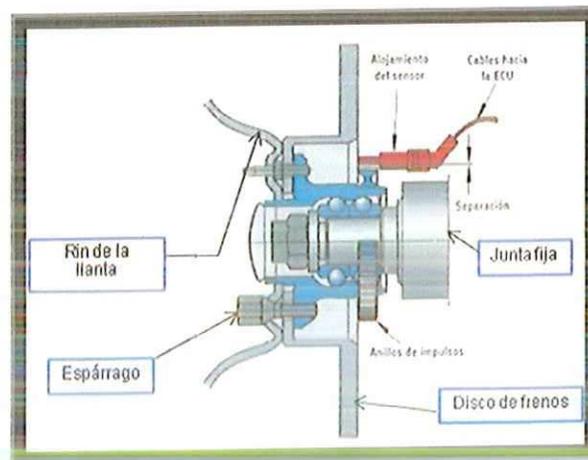
Figura 5. Anillo ABS



Fuente: DANA Trasejes

El anillo produce una señal sinusoidal a medida que los dientes o las aperturas del anillo de impulsos pasan delante del sensor, lo que genera cambios en el campo magnético. El cambio tiene lugar a medida que los dientes metálicos y las aperturas del anillo de impulsos van pasando por el sensor. En la figura 10 se observa en qué lugar se encuentra ubicada la junta fija, el anillo ABS y donde se encuentra alojado el sistema de sensado.

Figura 6. Sistema de frenos ABS

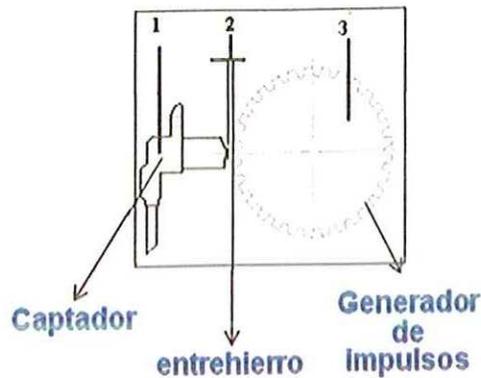


Fuente: [http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+\(Albert+Mart%C3%AD+Parera\).pdf](http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+(Albert+Mart%C3%AD+Parera).pdf)

### 3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE SENSADO

Los detectores de rueda, también llamados captadores de rueda miden la velocidad instantánea en cada rueda. El conjunto está compuesto por el captador (1) y un generador de impulsos o rueda fónica (3) fijado sobre un órgano giratorio (junta fija). Para obtener una señal correcta, conviene mantener un entrehierro (2) entre el captador y el generador de impulsos. El captador va unido al calculador mediante cableado (Ver figura 11).

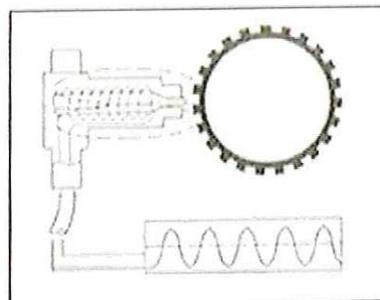
Figura 11. Sistema de sensado.



Fuente: [http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+\(Albert+Mart%C3%AD+Parera\).pdf](http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+(Albert+Mart%C3%AD+Parera).pdf)

El captador funciona según el principio de la inducción; en la cabeza del captador se encuentran dos imanes permanentes y una bobina. El flujo magnético es modificado por el paso de los dientes del generador de impulsos. La variación del campo magnético que atraviesa la bobina genera una tensión alternativa casi sinusoidal cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda. La amplitud de la tensión en el captador es función de la distancia (entre-hierro) entre diente y captador y de la frecuencia.

Figura 7. Señal de sensado.

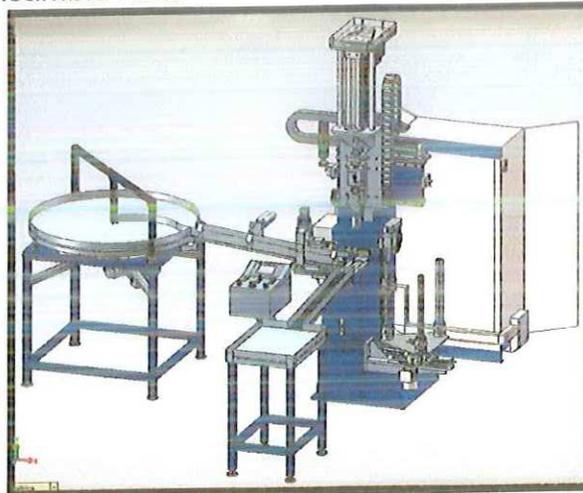


Fuente: [http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+\(Albert+Mart%C3%AD+Parera\).pdf](http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+(Albert+Mart%C3%AD+Parera).pdf)

## 4 SISTEMA MECANICO

En la figura 13 se observa la prensa de ensamble de anillos ABS, la cual esta compuesta por 8 sistemas los cuales tienen su función específica dentro del proceso de ensamble del anillo a la junta fija. Cada uno de ellos está diseñado rigurosamente para garantizar, velocidad, fuerza, precisión, alineación y desplazamientos libres, demostrando la eficiencia del proceso y por ende la calidad del producto. Esta máquina brinda alto grado de seguridad a quien opera esperando eliminar los accidentes comunes en una maquina de estas características.

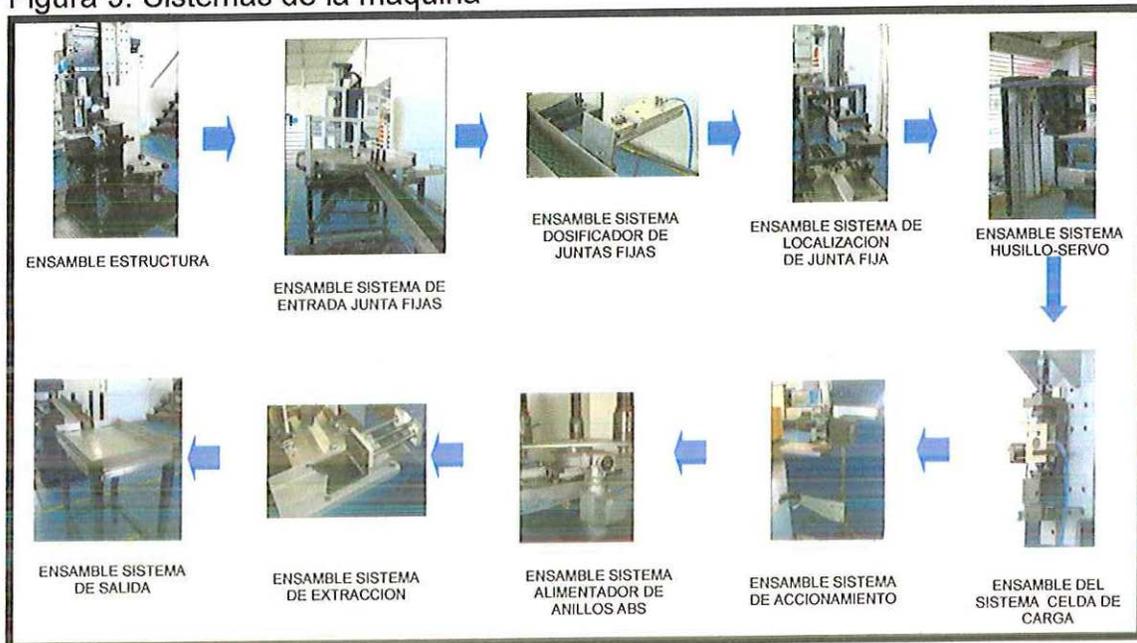
Figura 8. Prensa de ensamble ABS



Fuente: los autores

A continuación en la figura 14 se hace una breve explicación de cada uno de los sistemas para entender su participación dentro del proceso de ensamble de estos componentes.

Figura 9. Sistemas de la maquina

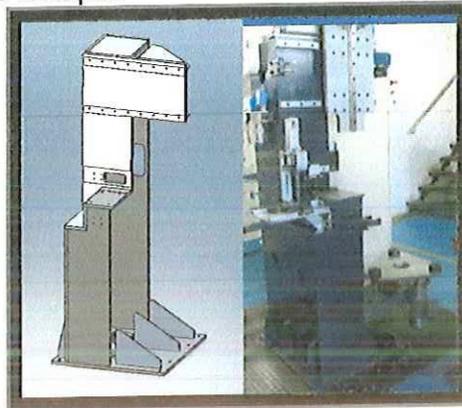


Fuente: los autores

#### 4.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL

Esta estructura es la parte central de la máquina sobre la cual se hizo el ensamble de los demás componentes, está fabricada en un material SAE1020 acero de mayor fortaleza y menos fácil de conformar y adecuado para elementos de maquinaria por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica. Esta estructura tiene una altura de 1860mm una profundidad de 700mm y un ancho de 700mm, como se muestra en la figura 15.

Figura 10. Estructura Principal



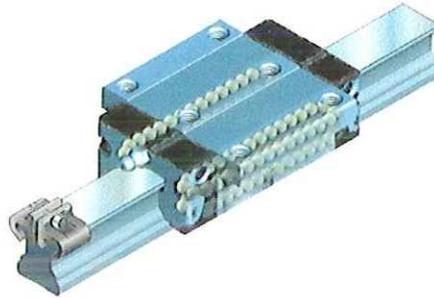
Fuente: los autores

## 4.2 SISTEMAS Y COMPONENTES INSTALADOS

Los sistemas y componentes instalados se muestran a continuación tales como tecnología movimiento lineal REXROTH, sistema de entrada, sistema alimentador de anillos ABS, sistema de accionamiento, sistema de ensamble, sistema de husillo-servo, sistema de localización, sistema de extracción y sistema de salida describiendo su funcionalidad dentro del proceso.

**4.2.1 Tecnología movimiento lineal REXROTH.** Rexroth fabrica sus guías y los bloques de deslizamiento o patín de alta precisión. Existe gran variedad de este tipo de sistemas, como por ejemplo: versión en acero, versión estándar, versión para altas velocidades, en la figura 16 se presenta uno de estos sistemas.

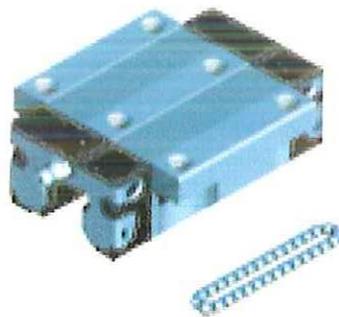
Figura 11. Tecnología móvil Rexroth.



Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

**4.2.1.1 Patín para movimiento lineal.** Los patines poseen dos pistas de rodadura con esferas de acero como se muestra en la figura 17. Gracias a ello se obtiene y garantiza una larga duración, excelente velocidades, además soporta grandes cargas así como también un buen funcionamiento en ambientes sucios.

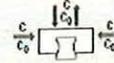
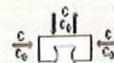
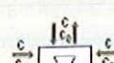
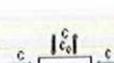
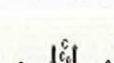
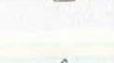
Figura 17. Patín para movimiento lineal.



Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

En la figura 18 se presenta la información general de los tipos de carga que soporta el bloque de deslizamiento.

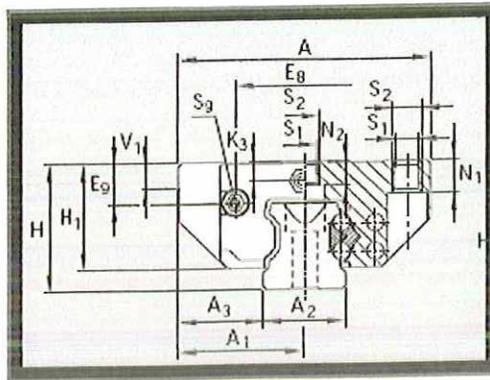
Figura 18. Tipos de patines y cargas

Standard Runner Blocks, Steel Version		Page
	Standard Width 1651-	24 
	Standard Width long 1653-	28 
	Standard Width short 1655-	32 
	Slimline 1622-	34 
	Slimline, long 1623-	38 
	Slimline, short 1626-	42 
	Slimline, high 1621-	44 
	Slimline, high, long 1624-	48 

Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

Una vez seleccionado el tipo y dirección de la carga, se dispone a determinar que tan preciso se desea el sistema, para poder seleccionar la clase de patín y así definir el riel a utilizar (Ver figura 19).

Figura 19. Dimensiones del patín de deslizamiento y riel.



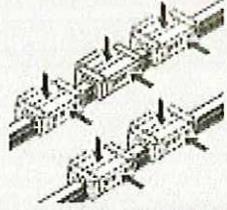
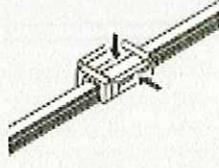
Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

Para todos los sistemas de movimiento lineal de la maquina se seleccionó un bloque de deslizamiento clase N (Ver tabla 3)

Tabla 3. Tolerancias

Accuracy classes	Tolerances* dimensions H and A <sub>3</sub> (µm)		Max. difference in dimension H and A <sub>3</sub> on one guide rail ΔH, ΔA <sub>3</sub> (µm)
	H	A <sub>3</sub>	
UP	± 5	± 5	3
SP	± 10	± 7	5
P	± 20	± 10	7
H	± 40	± 20	15
N	± 100	± 40	30

<p>Measured at middle of runner block:</p>		<p>For different runner blocks at same position on rail</p>
	<p>For any runner block/rail combination at any position on rail</p>	

Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

Teniendo en cuenta la tolerancia que brinda, si es adecuada y esta en el rango permisible, y el area a abarcar; se selecciona el tamaño del patín. (Ver tabla 4)

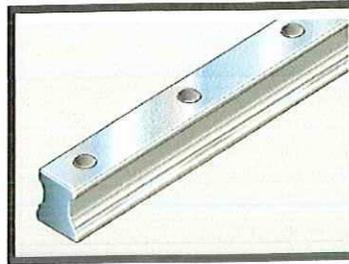
Tabla 4. Número de parte patín.

Size	Accuracy class	Part numbers for runner blocks for preload class			
		up to approx. 10 µm clearance	Preload 0.02 C	Preload 0.08 C	Preload 0.13 C
15	UP	1651-110-20	1651-120-20	1651-130-20	
	SP	1651-111-20	1651-121-20	1651-131-20	
	P	1651-112-20	1651-122-20	1651-132-20	
	H	1651-193-20	1651-113-20	1651-123-20	
20	UP	1651-114-20	1651-124-20		
	SP	1651-819-20	1651-820-20	1651-830-20	
	P	1651-811-20	1651-821-20	1651-831-20	
	H	1651-812-20	1651-822-20	1651-832-20	
25	UP	1651-893-20	1651-813-20	1651-823-20	
	SP	1651-894-20	1651-814-20	1651-824-20	
	P	1651-210-20	1651-220-20	1651-230-20	
	H	1651-211-20	1651-221-20	1651-231-20	
30	UP	1651-212-20	1651-222-20	1651-232-20	
	SP	1651-293-20	1651-213-20	1651-223-20	
	P	1651-294-20	1651-214-20	1651-224-20	
	H	1651-719-20	1651-720-20	1651-730-20	
35	UP	1651-711-20	1651-721-20	1651-731-20	
	SP	1651-712-20	1651-722-20	1651-732-20	
	P	1651-793-20	1651-713-20	1651-723-20	
	H	1651-794-20	1651-714-20	1651-724-20	
45*	UP	1651-319-20	1651-320-20	1651-330-20	
	SP	1651-311-20	1651-321-20	1651-331-20	
	P	1651-312-20	1651-322-20	1651-332-20	
	H	1651-393-20	1651-313-20	1651-323-20	
45*	UP	1651-394-20	1651-314-20	1651-324-20	
	SP	1651-419-20	1651-420-20	1651-430-20	
	P	1651-411-20	1651-421-20	1651-431-20	
	H	1651-412-20	1651-422-20	1651-432-20	
45*	UP	1651-493-20	1651-413-20	1651-423-20	
	SP	1651-494-20	1651-414-20	1651-424-20	
	P	1653-194-20	1653-114-20		
	H	1653-819-20	1653-810-20	1653-820-20	1653-830-20
20	UP	1653-811-20	1653-821-20	1653-831-20	
	SP	1653-812-20	1653-822-20	1653-832-20	
	P	1653-893-20	1653-813-20	1653-823-20	
	H	1653-894-20	1653-814-20	1653-824-20	
25	UP	1653-219-20	1653-220-20	1653-230-20	
	SP	1653-211-20	1653-221-20	1653-231-20	
	P	1653-212-20	1653-222-20	1653-232-20	
	H	1653-293-20	1653-213-20	1653-223-20	
30	UP	1653-294-20	1653-214-20	1653-224-20	
	SP	1653-719-20	1653-720-20	1653-730-20	
	P	1653-711-20	1653-721-20	1653-731-20	
	H	1653-793-20	1653-713-20	1653-723-20	
35	UP	1653-794-20	1653-714-20	1653-724-20	
	SP	1653-319-20	1653-320-20	1653-330-20	
	P	1653-311-20	1653-321-20	1653-331-20	
	H	1653-312-20	1653-322-20	1653-332-20	
45*	UP	1653-393-20	1653-313-20	1653-323-20	
	SP	1653-394-20	1653-314-20	1653-324-20	
	P	1653-419-20	1653-420-20	1653-430-20	
	H	1653-411-20	1653-421-20	1653-431-20	
45*	UP	1653-412-20	1653-422-20	1653-432-20	
	SP	1653-493-20	1653-413-20	1653-423-20	
	P	1653-494-20	1653-414-20	1653-424-20	
	H				

Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

**4.2.1.2 Riel para movimiento lineal.** El riel Rexroth (Ver figura 20) es el encargado de dar movimientos lineales suaves y de gran velocidad a diversos sistemas en la máquina, además de garantizar alineación y retención, brinda una operación libre de mantenimiento a largo plazo.

Figura 20. Riel Bosch Rexroth



Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

En la tabla 5 se enumeran las longitudes estándar y máxima del riel de movimiento lineal de clase N, que corresponde al patín seleccionado previamente. Junto con el espacio y el número de agujeros para cada longitud.

Tabla 5. Longitudes estándar de riel

Size	Accuracy class	Guide rail		Spacing T (mm)	Recommended rail length							
		one-part	composite		Number of holes $n_h$ / Rail length L (mm)							
					Part number, Rail length L (mm)	Part number, Number of sections, Rail length L (mm)						
15	UP	1605-109-31,...	1605-109-3,...	60	For size 15: max. 50/2090							
	SP	1605-101-31,...	1605-101-3,...									
	P	1605-102-31,...	1605-102-3,...									
	H	1605-103-31,...	1605-103-3,...									
20	N	1605-104-31,...	1605-104-3,...									
	UP	1605-809-31,...	1605-809-3,...			2 / 116	7 / 416	12 / 716	20 / 1196	40 / 2396		
	SP	1605-801-31,...	1605-801-3,...			3 / 116	8 / 416	13 / 716	22 / 1316	50 / 2996		
	P	1605-802-31,...	1605-802-3,...			4 / 236	9 / 536	14 / 836	25 / 1496	60 / 3596		
23	H	1605-803-31,...	1605-803-3,...			5 / 296	10 / 596	16 / 956	30 / 1796	66 / 3996		
	N	1605-804-31,...	1605-804-3,...			6 / 306	11 / 656	18 / 1076	35 / 2096			
	UP	1605-209-31,...	1605-209-3,...									
	SP	1605-201-31,...	1605-201-3,...									
30	P	1605-202-31,...	1605-202-3,...									
	H	1605-203-31,...	1605-203-3,...									
	N	1605-204-31,...	1605-204-3,...									
	UP	1605-709-31,...	1605-709-3,...									
35	SP	1605-701-31,...	1605-701-3,...	80	For size 15: max. 50/2090							
	P	1605-702-31,...	1605-702-3,...			2 / 156	7 / 556	12 / 956	20 / 1596	40 / 3196		
	H	1605-703-31,...	1605-703-3,...			3 / 236	8 / 636	13 / 1036	22 / 1756	50 / 3696		
	N	1605-704-31,...	1605-704-3,...			4 / 316	9 / 716	14 / 1116	25 / 1996			
45	UP	1605-309-31,...	1605-309-3,...									
	SP	1605-301-31,...	1605-301-3,...			5 / 396	10 / 796	16 / 1276	30 / 2396			
	P	1605-302-31,...	1605-302-3,...			6 / 476	11 / 876	18 / 1436	35 / 2796			
	H	1605-303-31,...	1605-303-3,...									
55	N	1605-304-31,...	1605-304-3,...									
	UP	1605-409-31,...	1605-409-3,...			105	For size 15: max. 50/2090					
	SP	1605-401-31,...	1605-401-3,...					2 / 204	7 / 729	12 / 1254	20 / 2094	38 / 3984
	P	1605-402-31,...	1605-402-3,...					3 / 300	8 / 834	13 / 1359	22 / 2304	
H	1605-403-31,...	1605-403-3,...	4 / 414	9 / 939	14 / 1464			25 / 2619				
65	N	1605-404-31,...	1605-404-3,...									
	UP	1605-509-31,...	1605-509-3,...	5 / 519	10 / 1044			16 / 1674	30 / 3144			
	SP	1605-501-31,...	1605-501-3,...	6 / 624	11 / 1149			18 / 1884	35 / 3659			
	P	1605-502-31,...	1605-502-3,...	2 / 234	7 / 834			12 / 1434	20 / 2394			
75	H	1605-503-31,...	1605-503-3,...									
	N	1605-504-31,...	1605-504-3,...	3 / 354	8 / 954			13 / 1554	22 / 2634			
	UP	1605-609-31,...	1605-609-3,...	4 / 474	9 / 1074			14 / 1674	25 / 2994			
	SP	1605-601-31,...	1605-601-3,...	5 / 594	10 / 1194			16 / 1914	30 / 3594			
85	P	1605-602-31,...	1605-602-3,...									
	H	1605-603-31,...	1605-603-3,...	6 / 714	11 / 1314	18 / 2154	33 / 3954					
	N	1605-604-31,...	1605-604-3,...	2 / 294	7 / 1044	12 / 1794	20 / 2994					
	UP	1605-601-31,...	1605-601-3,...	3 / 444	8 / 1194	13 / 1944	22 / 3294					
95	SP	1605-602-31,...	1605-602-3,...									
	P	1605-603-31,...	1605-603-3,...	4 / 594	9 / 1344	14 / 2094	25 / 3744					
	H	1605-603-31,...	1605-603-3,...	5 / 744	10 / 1494	16 / 2394	26 / 3894					
	N	1605-604-31,...	1605-604-3,...	6 / 894	11 / 1644	18 / 2694						

Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

En la prensa se implementan 5 sistemas de movimiento lineal dos de los cuales están ubicados sobre la estructura principal. Uno de ellos es para el sistema de accionamiento cuya referencia es BOSCH-REXROTH-1605-804-31-680 y su patín BOSCH-REXROTH-1653-824-20. Estos están sujetos en la cara lateral de la estructura de forma vertical con 11 tornillos de ajuste Bristol M5x20, la distancia entre tornillos del mismo riel es 60mm. El segundo es para la placa deslizante: referencia BOSCH-REXROTH-1605-304-31-636 y su patín BOSCH-REXROTH-1651-324-20. Estos están sujetos en la cara frontal de la estructura con 8 tornillos de ajuste Bristol M8x45 para cada riel, la distancia entre tornillos del mismo riel es 80mm y la separación de los rieles entre centros es de 302mm. El tercero es para el sistema de ensamble: referencia BOSCH-REXROTH-1605-704-31-500 y su patín BOSCH-REXROTH-1651-724-20. Estos están sujetos en la cara frontal de la placa deslizante con 7 tornillos de ajuste Bristol M8x40, la distancia entre tornillos del mismo riel es 80mm. El cuarto es para el sistema de alimentación de anillos ABS: referencia BOSCH-REXROTH-1605-804-31-360 y su patín BOSCH-REXROTH-1651-814-20. Estos están sujetos en la cara superior del soporte de la mesa con 6 tornillos de ajuste Bristol M6x35 para cada riel, la distancia entre tornillos del mismo riel es de 60mm y la separación de los rieles entre centros es 97mm. El quinto es para el sistema de localización: referencia BOSCH-REXROTH-1605-804-31-340 y su patín BOSCH-REXROTH-1651-814-20. Estos están sujetos en la cara superior de la placa del sistema de localización con 6 tornillos de ajuste Bristol M6x25 para cada riel, la distancia entre tornillos del mismo riel es de 60mm y la separación de los rieles entre centros es 190.60mm.

Para garantizar movimientos suaves y veloces de los patines en los sistemas que están compuesto por dos guías, es indispensable que los rieles estén

totalmente paralelos, es decir que no exista ningún tipo de diferencia en cuanto a ángulos entre sí.

La instalación de los rieles se desarrolló de acuerdo a los siguientes pasos:

- ✓ Se ubican los rieles y se sujetan con sus respectivos tornillos.
- ✓ Se acercan los tornillos de forma paralela, desde los extremos asta el centro para que el riel no se incline.
- ✓ Con implementación del instrumento Angle Master (nivel digital) verificamos paralelismo de los rieles.
- ✓ Ajustamos los tornillos SIN apretar al máximo
- ✓ Con un torquímetro calibrado según la tabla de torques (vea anexo A) debemos ajustar uno a uno los tornillos de los rieles, esto haciéndolo en forma paralela nuevamente.
- ✓ Corroborar si estando ajustados los rieles, existe el paralelismo requerido.

**4.2.2 Sistema de entrada.** Este sistema es una mesa giratoria con cuatro rodamientos distribuidos a 90° sobre la estructura, la base esta rodeada por una guía circular que evita que las juntas se salgan fuera de su perímetro y en la parte central se encuentra una guía cuya función es acumular las juntas fijas permitiendo que se deslicen por la cinta transportadora hasta el dosificador. El cual se encarga de dejar pasar solamente una junta para iniciar el proceso de ensamble.

Este dosificador es una unidad separadora FESTO que esta compuesta por dos émbolos, su funcionamiento es muy simple al entrar el embolo 1, el embolo 2 sale. Esto garantiza que quede en el espacio de los dos una

sola junta fija y se deslice hasta el tope de la cinta transportadora, como se observa en la figura 21.

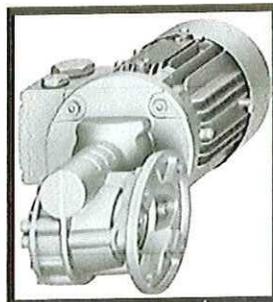
Figura 21. Sistema de Entrada



Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)

**4.2.2.1 Motorreductor de engranajes.** MOTOX ofrece unidades del engranaje tipo gusano que se caracterizan por un alto rendimiento en un espacio muy reducido y una alta relación de transmisión en una solo etapa. Gracias a su diseño compacto, las unidades del engranaje de gusano son una solución ideal cuando el espacio de instalación es muy reducido, ofrece una gama de opciones de montaje debido al alojamiento de la brida y brazo de torsión (Ver figura 22).

Figura 22. Motorreductor Siemens



Fuente: [http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)



El motorreductor cuenta con las siguientes características: torque 224 Nm, potencia 1.8 kW y velocidad de salida 17 - 241 min. Los motorreductores se suministran con las normas IEC IP55, reductores (60529) y motores (IEC 60034-5). Los ejes de salida están disponibles en diferentes versiones y diámetros, como ejes macizos o huecos. Las cajas del engranaje, hecha de fundición a presión de aluminio con buena conductividad térmica, son fuertes y absorber vibraciones. En la tabla 6 se muestran las características del motorreductor.

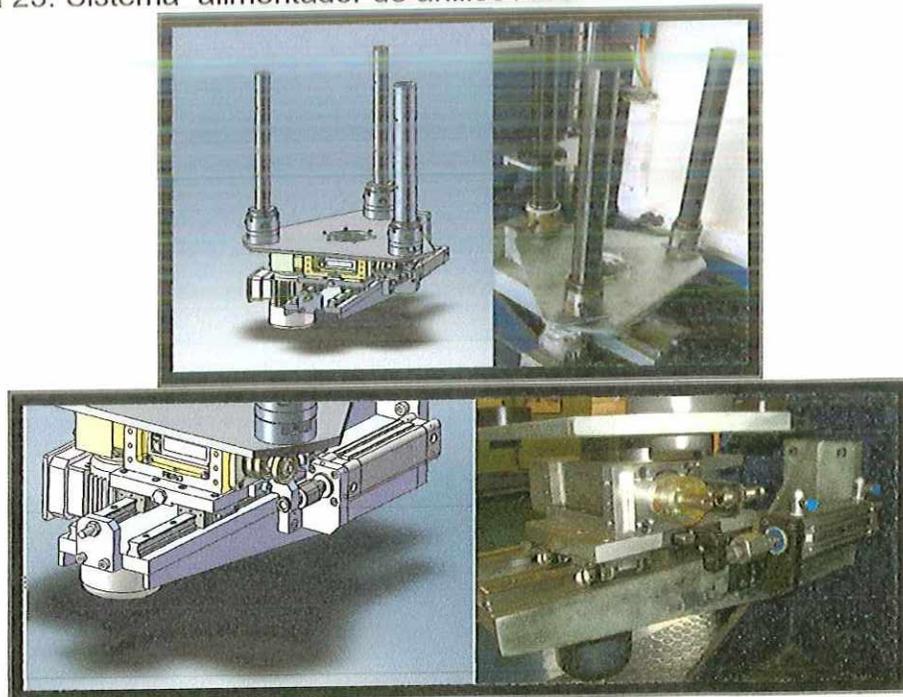
Tabla 6. Selección de motorreductor.

Selection and ordering data																	
Gear unit size	Ratio code	Gear ratio	Lead angle of the worm $\gamma_m$ approx. °	Output speed $n_1=2,800$ rpm					Output speed $n_1=1,400$ rpm					IEC motor size			
				Order No. 15th and 16th position	$i$	$n_2$ rpm	$T_2$ Nm	$P_{IN}$ kW	$\eta$ %	$n_2$ rpm	$T_2$ Nm	$P_{IN}$ kW	$\eta$ %	63	71	80	90
SC36	J1	60	3.5	46	33	0.24	67	23	42	0.16	62	*					
	H1	50	4.0	56	33	0.28	70	28	44	0.20	65	*					
	G1	40	4.5	70	31	0.32	72	35	43	0.23	68	*	*				
	F1	30	5.5	94	31	0.40	76	47	41	0.28	71	*	*				
	E1	25	6.5	112	31	0.47	78	56	41	0.32	74	*	*				
	D1	20	9.5	142	31	0.54	85	71	41	0.37	82	*	*				
	c1	15	11.0	188	30	0.69	87	94	41	0.48	84	*	*				
	B1	10	17.0	262	30	0.97	91	141	40	0.67	88	*	*				
	A1	7	23.0	402	30	1.36	93	201	40	0.93	91	*	*				
	SC50	L1	100	2.0	28	57	0.30	55	14	72	0.22	48	*	*			
K1		80	2.5	34	57	0.35	59	17	80	0.26	54	*	*				
J1		60	3.0	46	57	0.43	64	23	78	0.32	59	*	*				
H1		50	3.5	56	55	0.49	66	28	75	0.35	62	*	*				
G1		40	4.5	70	55	0.58	70	35	74	0.42	65	*	*				
F1		30	5.0	94	53	0.71	73	47	73	0.52	69	*	*	*			
E1		25	6.0	112	53	0.83	75	56	73	0.60	71	*	*	*			
D1		20	8.5	142	53	0.95	83	71	73	0.69	79	*	*	*			
C1		15	10.0	188	53	1.24	85	94	72	0.86	82	*	*	*			
B1		10	15.0	262	53	1.75	90	141	72	1.22	87	*	*	*			
A1	7	21.0	402	53	2.39	93	201	71	1.64	91	*	*	*				
SC63	L1	100	2.5	28	131	0.60	64	14	133	0.36	54	*	*				
	K1	80	3.0	34	131	0.70	67	17	166	0.48	61	*	*				
	J1	60	4.0	46	130	0.87	72	23	164	0.60	66	*	*				

Fuente: DANA Transejes

**4.2.3 Sistema alimentador anillos ABS.** Este sistema provee a la maquina de anillos ABS, los cuales son apilados en cada una de las tres astas acopladas a una base rotativa que tiene un rango de operación de 360° con giros de 120°, el movimiento es realizado por un sistema FIBRO utilizado en posición horizontal, está caracterizado por una estructura mecánica rígida. El dispositivo básico consta de la caja, el plato divisor, los rodamientos, el accionamiento por levas, el motor de accionamiento con engranaje helicoidal y freno de parada. Además de esto el sistema para realizar el giro se tiene que alejar de la cuña de apoyo del carro de elevación de anillos una distancia de 100mm. Para realizar este movimiento se emplea un actuador lineal FESTO que empuja y retrae todo el sistema FIBRO que esta montado sobre cuatro patines BOSCH REXROTH acoplados a dos rieles BOSCH REXROTH que están sobre el soporte de la mesa sujetos por tornillos DIN 912-M8X25X1.25 ( Ver figura 23)

Figura 23. Sistema alimentador de anillos ABS



Fuente: los autores

**4.2.3.1 Mesa divisora electromecánica Fibrotor.** La serie de construcción de mesas divisoras electromecánicas FIBROTOR EM. Está concebida para trabajos que requieran divisiones rápidas con movimientos optimizados. La construcción está caracterizada por una estructura mecánica rígida. (Ver figura 24)

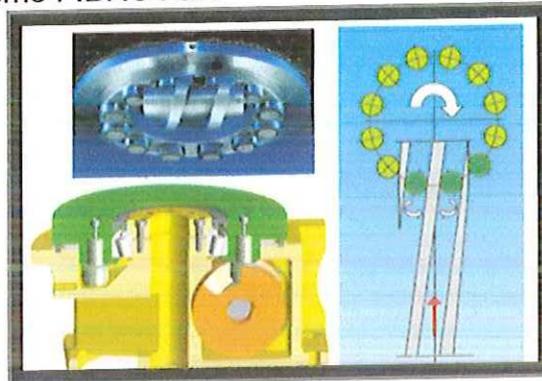
Figura 24. Mesa divisora electromecánica



Fuente: [http://www.fibro.de/standard/\\_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm](http://www.fibro.de/standard/_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm)

El aparato básico consta de la caja, el plato divisor, los rodamientos, el accionamiento por leva, el motor de accionamiento con engranaje helicoidal y freno de parada. El sistema se desea utilizar en posición horizontal para efectuar el giro de los tres vástagos. El motor por medio de un engrane helicoidal transmite el movimiento al accionamiento por leva. Los rodillos mandados por leva están apoyados de forma precargada en ambos lados de esta, transmitiendo al plato divisor el movimiento. En la fase de parada, el plato divisor es mantenido por la leva y los rodillos en una posición exacta sin holgura (Ver figura 25).

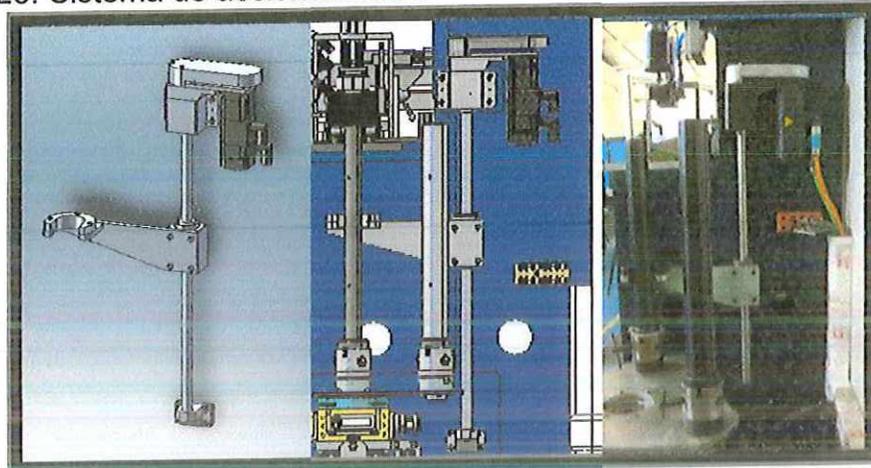
Figura 25. Mecanismo FIBROTOR



Fuente: [http://www.fibro.de/standard/\\_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm](http://www.fibro.de/standard/_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm)

**4.2.4 Sistema de accionamiento.** Este sistema se encarga de subir la columna de anillos que se encuentran alojados en el asta del sistema de alimentación, esta acción se realiza a través de un servomotor SIEMENS que transmite el movimiento a una transmisión por poleas y banda dentada a un tornillo a bolas BOSCH REXROTH, el cual posee varios circuitos de bolas espaciados entre el eje del tornillo y la tuerca que va acoplada al carro de elevación junto con la cuña de apoyo donde reposa el último anillo ABS, como se observa en la figura 26. Al girar el tornillo, las bolas ruedan en unas ranuras helicoidales formadas por la rosca. Cada circuito posee un dispositivo de retorno que mantiene en circulación las bolas, formando un circuito cerrado, este tornillo de alta eficacia ofrece la posibilidad de desplazar cargas transformando el movimiento rotativo en movimiento lineal. Las bolas transmiten la carga con una fricción muy baja, haciendo que aumente la eficacia del tornillo entre un 30% y 90%.

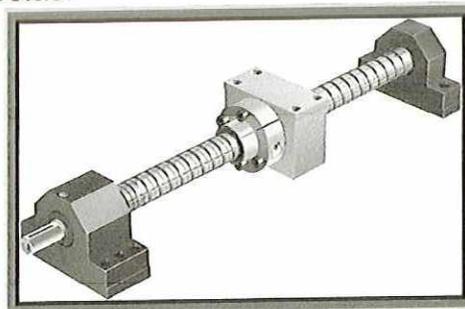
Figura 26. Sistema de accionamiento.



Fuente: los autores

**4.2.4.1 Tornillo a bolas.** Este es un dispositivo mecánico para traducir el movimiento rotatorio a movimiento lineal. Un eje roscado proporciona un camino en espiral para rodamientos de esferas las cuáles pueden empujar cargas con la fricción interna mínima y una alta precisión. Se hacen para cerrar tolerancias y son por lo tanto convenientes para situaciones en las cuales la alta precisión es necesaria. El montaje de la bola actúa como la tuerca mientras que el eje roscado es el tornillo (Ver figura 27).

Figura 27. Tornillo a Bolas.



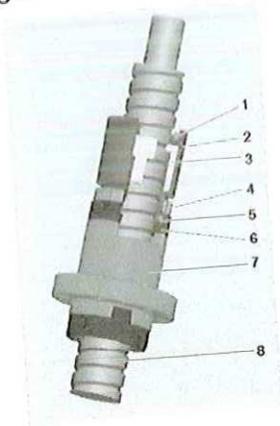
Fuente: [http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL\\_SCREW.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL_SCREW.pdf)

Mientras que reducen la fricción, los tornillos a bolas pueden funcionar con alguna carga, eliminando con eficacia contragolpes entre la rotación y el movimiento lineal. Esta característica es esencial cuando se utilizan en sistemas controlados con los movimientos de alta precisión. Dentro de las ventajas que presenta este sistema se encuentran las siguientes:

- Alta capacidad de carga axial.
- Alta dinámica.
- Alta rigidez.
- Baja fricción.
- Disponible en stock en muchas versiones y tamaños.

En la figura 28 se presenta un esquema donde se destacan cada uno de los componentes del tornillo a bolas.

Figura 28. Componentes del tornillo a bolas.



- 1 Sello
- 2 Cuerpo y tapa (Material: plástico especial)
- 3 Espuma de poro abierto
- 4 Anillo de la tuerca
- 5 Anillo intermedia
- 6 Recirculación de la tapa
- 7 Tuerca
- 8 Husillo

Fuente: [http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL\\_SCREW.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL_SCREW.pdf)

A continuación en la tabla 7 se muestra las dimensiones del tornillo BOSCH REXROTH, donde se especifican los diámetros, pesos y tamaños.

Tabla 7. Dimensiones del tornillo BOSCH REXROTH 25x5Rx3-4

Technical drawings showing dimensions and hole patterns for BB2 and BB1 ball screws. The drawings include side views with dimensions  $D_2$ ,  $D_1$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L$ , and  $L_{10}$ , and end views showing hole patterns with diameters  $d_6 \leq 32$  and  $d_6 \geq 40$ . A note indicates 'Lube port at flange center'. A detail shows a cross-section of the ball screw with diameters  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ , and  $d_6$ .

Size	Dimensions (mm)										Weight			
	$d_1$	$d_2$	$D_1$ g6	$D_2$	Hole pattern	$D_2$	$D_7$	$L$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_{11}$	$S^{11}$	m (kg)
$d_5 \times P \times D_4 - I$														
16 x 5R x 3 - 4	15.0	12.9	28	48	BB2	39	5.5	39	12	10	44.0	26	M6	0.19
16 x 10R x 3 - 3	15.0	12.9	28	48	BB2	39	5.5	45	12	16	44.0	33	M6	0.21
16 x 16R x 3 - 3	15.0	12.9	28	48	BB2	39	5.5	61	12	20	44.0	49	M6	0.28
20 x 5R x 3 - 4	19.0	16.9	36	58	BB2	47	6.6	40	12	10	51.0	28	M6	0.31
20 x 20R x 3.5 - 3	19.0	16.7	36	58	BB2	47	6.6	77	12	25	51.0	65	M6	0.49
25 x 5R x 3 - 4	24.0	21.9	40	62	BB2	51	6.8	45	12	10	55.0	33	M6	0.38
25 x 10R x 3 - 4	24.0	21.9	40	62	BB2	51	6.8	64	12	16	55.0	52	M6	0.47
25 x 25R x 3.5 - 3	24.0	21.4	40	62	BB2	51	6.8	96	12	30	55.0	93	M6	0.63
32 x 5R x 3.5 - 4	31.0	29.4	50	90	BB2	65	9.0	49	13	10	71.0	35	M6	0.62
32 x 10R x 3.969 - 5	31.0	27.9	50	90	BB2	65	9.0	77	13	16	71.0	61	M6	0.84
32 x 20R x 3.969 - 3	31.0	27.9	50	90	BB2	65	9.0	84	13	25	71.0	71	M6	0.90
32 x 32R x 3.969 - 3	31.0	27.9	50	90	BB2	65	9.0	120	13	40	71.0	107	M6	1.21
40 x 5R x 3.5 - 5	39.0	36.4	63	93	EB1	79	9.0	54	15	10	81.5	39	M6x1	1.03
40 x 10R x 6 - 4	39.0	33.8	63	93	EB1	79	9.0	70	15	16	81.5	55	M6x1	1.19
40 x 12R x 6 - 4	39.0	33.8	63	93	EB1	79	9.0	75	15	25	81.5	60	M6x1	1.27
40 x 16R x 6 - 4	39.0	33.8	63	93	EB1	79	9.0	90	15	25	81.5	75	M6x1	1.51
40 x 20R x 6 - 3	39.0	33.8	63	93	EB1	79	9.0	89	15	25	81.5	73	M6x1	1.44
40 x 40R x 6 - 3	39.0	33.8	63	93	EB1	79	9.0	142	15	45	81.5	127	M6x1	2.16
50 x 5R x 3.5 - 5	49.0	46.4	75	110	EB1	93	11.0	54	15	10	97.5	39	M6x1	1.39
50 x 10R x 6 - 6	49.0	43.8	75	110	EB1	93	11.0	90	19	18	97.5	72	M6x1	2.14
50 x 12R x 6 - 6	49.0	43.8	75	110	EB1	93	11.0	106	19	25	97.5	97	M6x1	2.39
50 x 16R x 6 - 6	49.0	43.8	75	110	EB1	93	11.0	128	19	25	97.5	110	M6x1	2.75
50 x 20R x 6.5 - 5	49.0	43.4	75	110	EB1	93	11.0	132	19	25	97.5	114	M6x1	2.73
50 x 40R x 6.5 - 3	49.0	43.4	75	110	EB1	93	11.0	149	19	45	97.5	131	M6x1	3.04
63 x 10R x 6 - 6	61.0	56.8	90	125	EB1	109	11.0	90	22	18	110.0	89	M6x1	2.58
63 x 20R x 6.5 - 5	61.0	56.4	95	135	EB1	115	13.5	132	22	25	117.5	110	M6x1	4.51
63 x 40R x 6.5 - 3	61.0	56.4	95	135	EB1	115	13.5	149	22	45	117.5	127	M6x1	5.04
80 x 10R x 6.5 - 6	79.0	73.3	105	145	EB1	125	13.5	95	22	16	127.5	73	M6x1	3.40
80 x 20R x 12.7 - 6	78.0	67.0	125	165	EB1	145	13.5	170	25	25	147.5	145	M6x1	10.20

Fuente: [http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL\\_SCREW.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL_SCREW.pdf)

Otros factores a tener en cuenta son la carga y la velocidad de los tornillos  
(Ver tabla 8).

Tabla 8. Características de carga y velocidad

Category	Size $d_0 \times P \times D_w - i$	Part number	Load ratings		Linear speed <sup>1)</sup> $v_{max}$ (m/min)
			dyn. C (N)	stat. C <sub>0</sub> (N)	
A	16 x 5R x 3 - 4	R1502 010 65	12300	16100	30
B	16 x 10R x 3 - 3	R1502 040 85	9600	12300	60
B	16 x 16R x 3 - 3	R1502 060 65	9300	12000	96
A	20 x 5R x 3 - 4	R1502 110 85	14300	21500	30
A	20 x 20R x 3.5 - 3	R1502 170 65	13300	18800	120
A	25 x 5R x 3 - 4	R1502 210 85	15900	27200	30
A	25 x 10R x 3 - 4	R1502 240 85	15700	27000	60
A	25 x 25R x 3.5 - 3	R1502 280 65	14700	23300	150
A	32 x 5R x 3.5 - 4	R1502 310 85	21600	40000	23
A	32 x 10R x 3.969 - 5	R1502 340 86	31700	58300	47
A	32 x 20R x 3.969 - 3	R1502 370 65	19700	33700	94
A	32 x 32R x 3.969 - 3	R1502 390 65	19500	34000	150
B	40 x 5R x 3.5 - 5	R1502 410 86	29100	64100	19
B	40 x 10R x 6 - 4	R1502 440 85	50000	86400	38
C	40 x 12R x 6 - 4	R1502 450 65	49900	86200	45
B	40 x 16R x 6 - 4	R1502 460 65	49700	85900	60
A	40 x 20R x 6 - 3	R1502 470 85	37900	62800	75
A	40 x 40R x 6 - 3	R1502 490 65	37000	62300	150
B	50 x 5R x 3.5 - 5	R1502 510 86	32000	81300	15
A	50 x 10R x 6 - 6	R1502 540 86	79700	166500	30
C	50 x 12R x 6 - 6	R1502 550 66	79600	166400	36
B	50 x 16R x 6 - 6	R1502 560 66	79400	166000	48
A	50 x 20R x 6.5 - 5	R1502 570 86	75700	149700	60
B	50 x 40R x 6.5 - 3	R1502 590 65	46500	85900	120
B	63 x 10R x 6 - 6	R1502 640 86	88800	214300	24
B	63 x 20R x 6.5 - 5	R1502 670 86	83900	190300	48
B	63 x 40R x 6.5 - 3	R1502 690 65	53400	114100	95
C	80 x 10R x 6.5 - 6	R1502 740 86	108400	291700	19
B	80 x 20R x 12.7 - 6 <sup>2)</sup>	R1502 770 96	262700	534200	30

Fuente: [http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL\\_SCREW.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL_SCREW.pdf)

$d_0$  = Diámetro nominal

P = Paso por revolución (mm)

(R = mano derecha, L = izquierda)

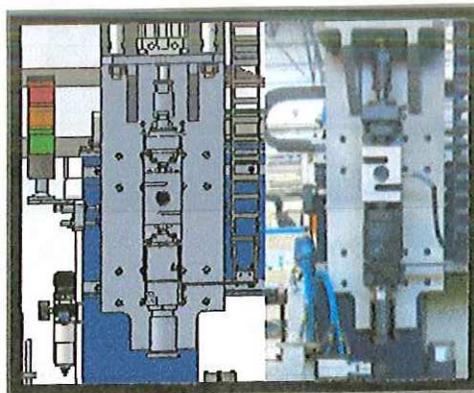
$D_w$  = Diámetro bola

i = Número de pistas

**4.2.5 Sistema de ensamble.** Este sistema realiza el ensamble del anillo ABS con la junta fija, esto se da a través de un imán que sujetan el anillo y lo trasporta desde el sistema de alimentación hasta la zona de ensamble, a través de la palanca deslizante impulsada por un actuador lineal FESTO. En esta palanca se encuentra apoyado el sistema de husillo, de su eje se encuentra roscado un acople que es el encargado de sujetar el soporte donde va ubicada la celda de carga, este soporte va sujeto a través de un sistema de desplazamiento lineal (patín, riel BOSCH REXROTH) que va ubicado en la parte frontal de la palanca deslizante de forme vertical, alineado perfectamente con el centro del eje del husillo.

En la parte inferior del soporte de la celda de carga se encuentra un dispositivo que en uno de sus extremos trae la forma del anillo a ensamblar, y en su interior se sitúan los cuatro imanes. En este dispositivo sobre un resorte de compresión se encuentra un centro punto junto con un resorte cuya función es comprobar y evitar que la junta fija se mueva antes o durante el ensamble con el anillo (Ver figura 29).

Figura 29. Sistema de ensamble

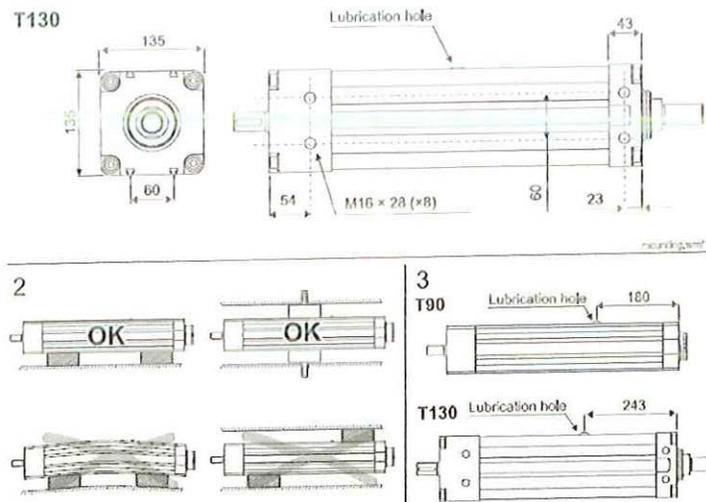


Fuente: los autores.

**4.2.6.1 Husillo Thompson Tollo Movotrak.** Para la instalación de este dispositivo son necesarias ciertas instrucciones de montaje:

- Los actuadores están equipados con ranuras en T a lo largo del perfil y las roscas en la parte delantera y trasera, que pueden ser utilizados para el montaje.
- Sólo montar el actuador a un lado si no se utiliza muelle de montaje. No monte el actuador de forma que el perfil se deforme (Ver figura 31).
- Montar el actuador de forma que el orificio de lubricación sea accesible.

Figura 31. Montaje Husillo Thompson tolo

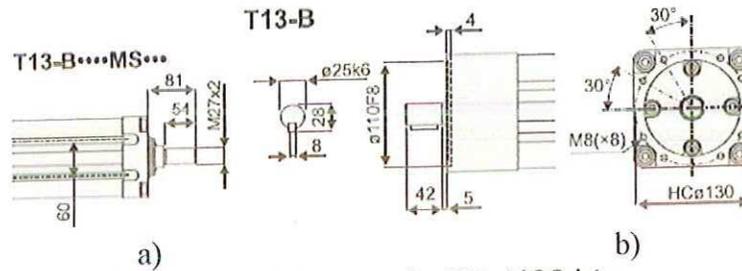


Fuente: [http://www.tollo.com/cd/movotrak\\_t90\\_t130.htm](http://www.tollo.com/cd/movotrak_t90_t130.htm)

Para sujetar y ajustar la carga al husillo viene en el extremo inferior roscado como se ve en la figura 32 parte (a), se tomaron estos datos para realizar el acople husillo-Ensamble. El acople de la polea inducida con el

husillo en la parte superior y la placa polea husillo fueron realizados con los parámetros mostrados en la parte (b) de la figura.

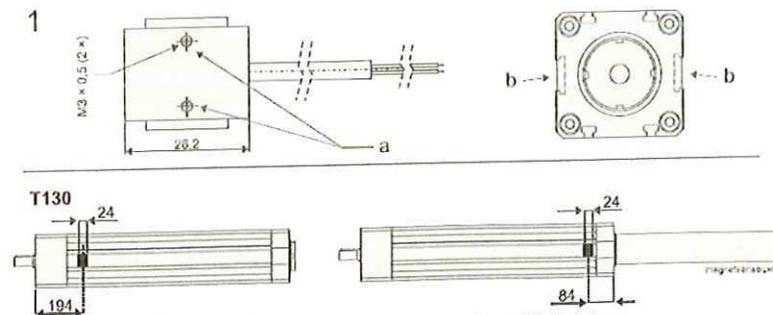
Figura 32. Conexión de la carga y del motor



Fuente: [http://www.tollo.com/cd/movotrak\\_t90\\_t130.htm](http://www.tollo.com/cd/movotrak_t90_t130.htm)

Para la localización de los sensores de protección de colisión es recomendable dejar a una longitud máxima de 194mm en la parte superior y 84mm en la parte inferior del husillo, ver figura 33.

Figura 33. Instalación de sensores



Fuente: [http://www.tollo.com/cd/movotrak\\_t90\\_t130.htm](http://www.tollo.com/cd/movotrak_t90_t130.htm)

- Los sensores pueden ser bloqueados en la posición deseada con la ayuda de los tornillos de bloqueo (a) en la ranuras (b).



- Tenga en cuenta las posiciones del imán cuando esta completamente retraído y completamente extendida la varilla. Tenga en cuenta que la duración del sensor de la señal depende de la velocidad y el ancho del imán (la señal es algo más largo que el imán debido a la propagación del campo magnético). Esto significa que el relé o dispositivo de entrada, que detecta la señal, debe ser capaz de detectar la duración de la señal en cuestión.
- Los imanes potentes se utilizan por razones de seguridad. Esto creará una señal de largo, pero puede dar el efecto que la señal se divide en dos con una interrupción en el medio.

Es necesario contar con un instructivo de mantenimiento para este equipo el cual consta de los siguientes pasos:

- Se puede realizar el servicio y mantenimiento descritos en el manual. Otros servicios debe ser realizadas por personal autorizado.
- Siga los intervalos de servicio. Reemplace inmediatamente las piezas. Utilice sólo partes de la misma marca y tipo original.
- El actuador T130 no posee auto-frenado. Esto significa que la carga y el tubo de extensión se mueve si la conducción o la fuerza se desconectan. Por este motivo hay que verificar que la carga esté asegurada antes que el servicio se inicie.
- Mantenga limpio el actuador. Limpie según las necesidades, sobre todo la varilla. Si el líquido de limpieza es necesario, utilice pequeñas cantidades y velar por que no se introduzca en el actuador. No utilice productos de limpieza fuertes.

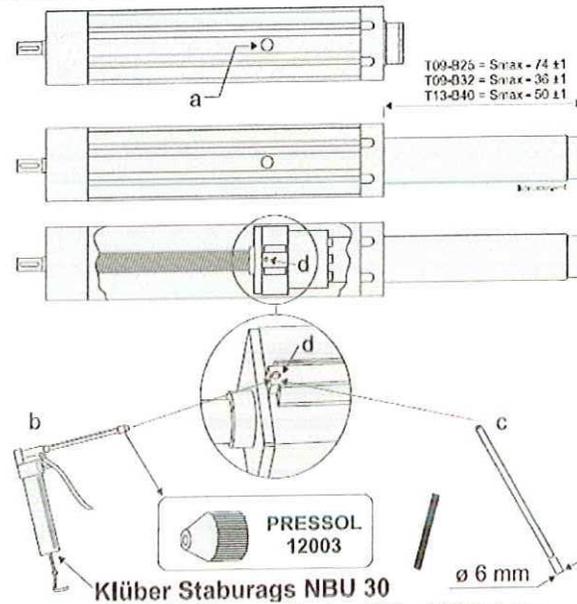


- Nunca mezcle diferentes tipos de aceites y lubricantes.

En la figura 34 se muestran las partes a tener en cuenta para realizarla lubricación del husillo el proveedor, y a continuación se mencionan los pasos a seguir:

- El tornillo de la bola se lubrica cada 600 horas de operación o cada seis meses dependiendo de lo que se de primero.
- Lubricante recomendado es Klüber Staburags NBU 30.
- Retire el tapón de plástico que cubre el orificio de lubricación (a).
- Aplicar 20 ml de lubricante a la tuerca de bola pegando el pezón de la pistola de engrase (b) o un tubo (c), a través de la cual el lubricante se puede aplicar directamente en el orificio de lubricación en el perfil, así entrara en el agujero de lubricación (d), del conjunto de la tuerca de bolas. Si es con tubo se utiliza el diámetro del tubo recomendada 6 mm.
- Volver a poner el tapón de plástico.

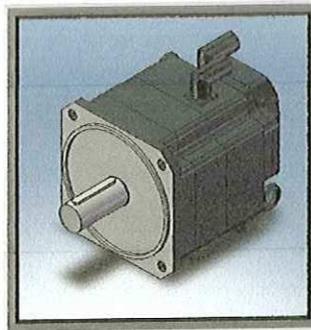
Figura 34. Lubricación Husillo.



Fuente: [http://www.tollo.com/cd/movotrak\\_t90\\_t130.htm](http://www.tollo.com/cd/movotrak_t90_t130.htm)

**4.2.6.2 Servomotor sincrónico SIEMENS 1FK7.** Los motores de la serie 1FK7 son motores sincrónicos activados por un imán permanente para funcionar con **onduladores pulsados según el principio de corriente senoidal**. Los motores están previstos para accionar y posicionar máquina herramienta y de producción, así como robots y equipos de manipulación (Ver Figura 35).

Figura 35. Servomotor Siemens



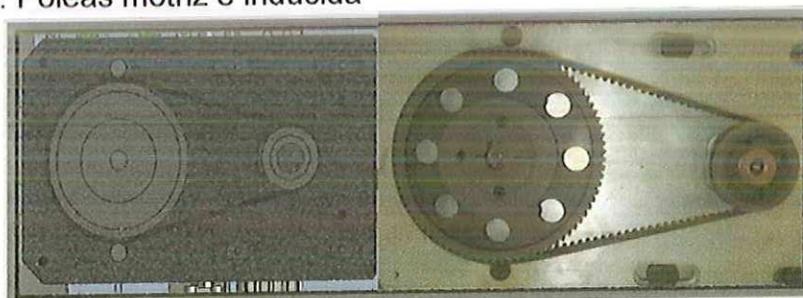
Fuente: [http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1).

El servomotor tienen las siguientes especificaciones:

Par a rotor parado	11.0 Nm
Par motor nominal	7.3 Nm
Corriente en reposo	8.0 A
Corriente nominal	5.6 A
Tensión inducida	263 V
Velocidad de rotación máxima	7200 rev/min
Velocidad de rotación nominal	3000 rev/min
Peso del motor	12 Kg

**4.2.6.3 Órganos de transmisión.** El órgano de transmisión compuesto por las ruedas dentadas inducida y motriz y su correa dentada, ofrecen la oportunidad de transmitir el movimiento del servo motor al sistema husillo (Ver figura 36)

Figura 36. Poleas motriz e inducida



Fuente: los autores

Para la instalación de este dispositivo es de importancia:



- ✓ Asegurar un soporte homogéneo de la fijación por bridas y evitar deformaciones al apretar los tornillos de sujeción. Utilizar tornillos cilíndricos con hexágono interior, clase de resistencia 8.8 como mínimo.
- ✓ En posición vertical con el extremo del eje hacia arriba, asegurar que no pueda entrar liquido en le rodamiento superior.
- ✓ Los cáncamos atornillados se pueden retirar después de la instalación del motor.
- ✓ Mover los órganos de transmisión manualmente. Si se escucharan ruidos de rozamiento debe eliminar su causa o consultar al fabricante.
- ✓ Tener en cuenta el par de apriete de los tornillos de fijación de la brida del motor, este debe ser de 60Nm.

La polea Optibelt Motriz esta ensamblada en el eje del servo motor, tiene un paso de 8 mm con un número de dientes igual a 44 los cuales están distribuidos en un diámetro de 91 mm. Esta polea es fabricada en hierro fundido gris (Ver ANEXO B)

La polea Optibelt Inducida está ensamblada directamente en el eje del tornillo de bolas "conductora" tiene un paso de 8 mm con 112 dientes distribuidos en un diámetro de 260 mm. (Ver ANEXO B)

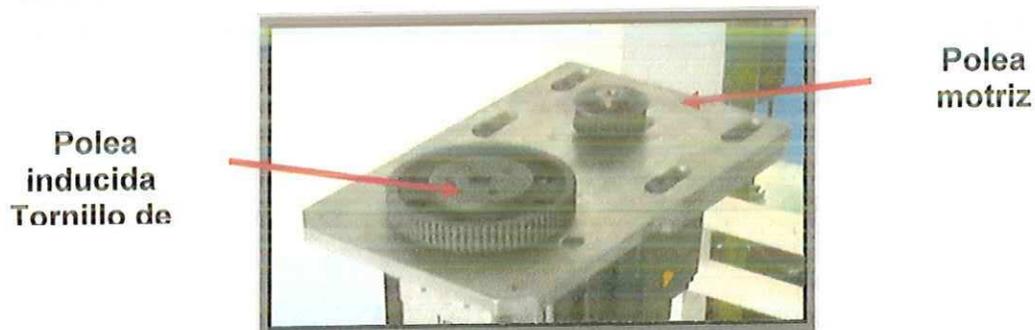
Optibelt Omega desarrollo correas con potencia de alto momento diseñadas especialmente para soportar altas cargas y velocidades. En cuanto a materiales han tenido muchos desarrollos, actualmente se esta usando uno

compuesto de caucho el cual disminuye la fricción y con una resistencia de temperatura de un rango de 30 a 100°C.

La correa Optibelt esta fabricada con 4 capas de materiales los cuales garantizan agarre, resistencia, grandes potencias, altas velocidades y elevadas temperaturas, esta posee una capa interna de un cable tensando el cual se encarga de soportar las altas cargas aplicadas a la transmisión. Además posee una capa de tela y una de caucho especial las cuales brindan estabilidad en cada giro y a su vez brinda suavidad en los movimientos. ( Ver ANEXO C)

En la figura 37 se muestra el montaje de transmisión de la polea.

Figura 37. Trasmisión.

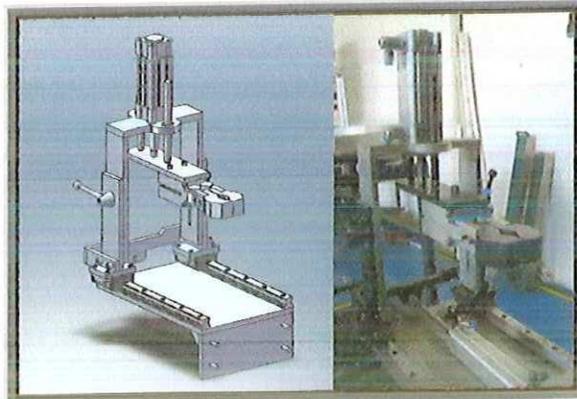


Fuente: los autores.

**4.2.7 Sistema de localización.** Este sistema es el que toma la junta fija del tope de la cinta transportadora del sistema de entrada y la coloca sobre la base apoyo montaje. Este procedimiento es totalmente neumático posee dos cilindros FESTO uno para el avance y el retroceso, el otro para subir y bajar la pinza neumática FESTO. Esta estructura esta acoplada sobre dos

patines BOSCH REXROTH que se deslizan sobre dos rieles BOSCH REXROTH totalmente paralelos y nivelados con respecto a la base apoyo montaje (Ver figura 38).

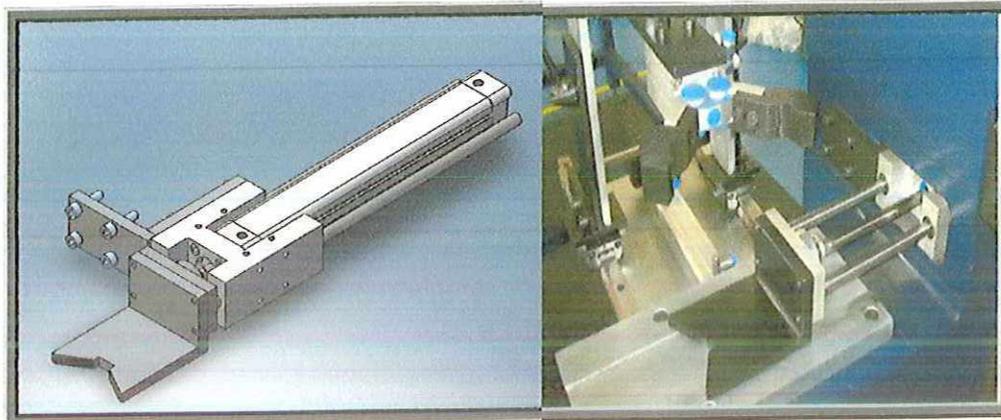
Figura 38. Sistema de localización.



Fuente: los autores

**4.2.8 Sistema de extracción.** Este sistema es muy simple, consta de un actuador neumático FESTO acoplado con una unidad guía FESTO cuya función es permitir que el dispositivo de empuje salga totalmente paralelo y traslade la junta fija ya ensamblada al sistema de salida como se observa en la figura 39.

Figura 39. Sistema de extracción



Fuente: los autores

**4.2.9 Sistema de salida.** En este sistema se almacena el dispositivo final (ensamble junta fija anillo ABS) que es transportado por la cinta asta la mesa que esta echa en un aserró inoxidable 304 en la parte superior y en su estructura inferior con tubo estructural 2"x1/4" el cual se presenta en la figura 40.

Figura 40. Sistema de salida



Fuente: los autores

### 4.3 RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA MECANICO

Durante el proceso de ensamble del sistema mecánico surgieron una serie de inconvenientes debido a los malos acabados del fabricante en los componentes de la máquina, esto obligo a hacer una evaluación y un diagnostico a cada una de las piezas, con el fin de garantizar un ensamble perfecto. Esta evaluación consistía en tomar cada pieza y verificar con el plano correspondiente que problemas presentan , de esta forma determinar si es debido a un mal diseño o si es error del fabricante.

De 178 piezas evaluadas 6 presentaron error por diseño y 22 por fabricación, lo que nos permite identificar que el 16% del total de las piezas presentaban errores como los siguientes:

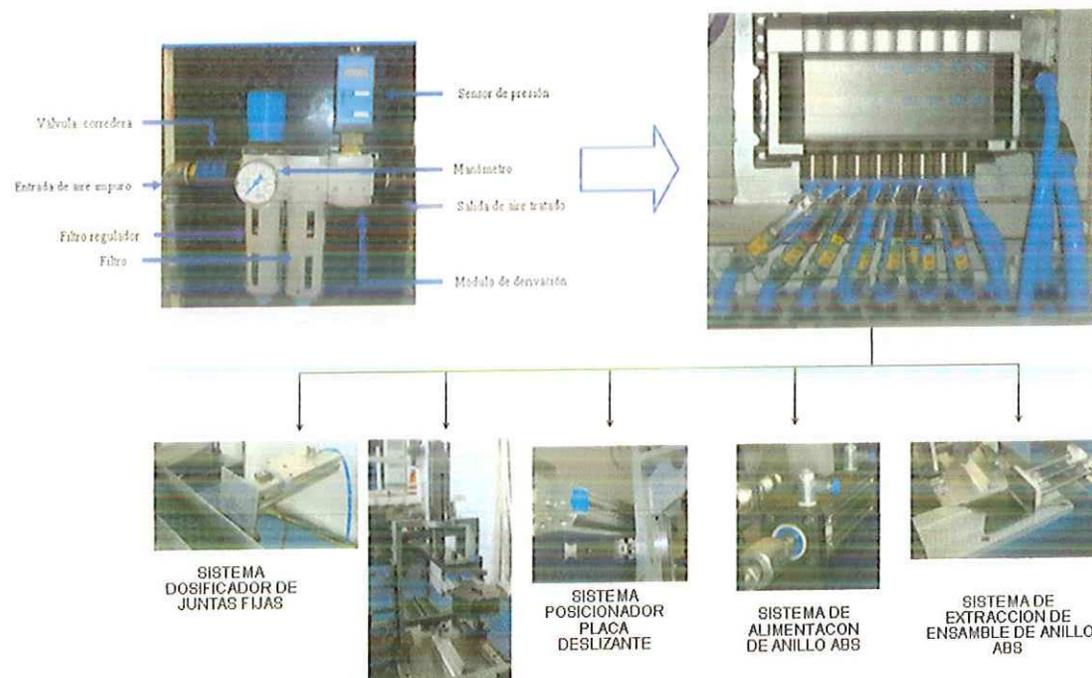
- Las dimensiones no corresponden a las requeridas en los planos mecánicos.
- Los agujeros se encuentran desplazados 1-2mm, haciendo imposible el ajuste de las piezas.
- Los materiales presentan porosidad interna.
- Las roscas tienen una inclinación de  $0.8^\circ$  y generan desnivel considerable en los sistemas.
- Roscado muy mal elaborados estropean los tornillos de ajuste.
- Pandeo de piezas soldadas.
- En el diseño no tuvieron en cuenta elementos de fijación.

Además en el diseño existente no contemplaron componentes como los mostrados en el ANEXO I, por ende fueron elaborados los planos según norma DIM.

## 5 SISTEMA NEUMÁTICO

La prensa de ensamble de anillos ABS requiere para cumplir con los parámetros de producción una serie de sistemas y dispositivos que brinden exactitud y precisión. La mayoría de estos sistemas son accionados o interviene en su parte dinámica un accionamiento neumático generando movimientos suaves y veloces. Asiendo eficiente el proceso de ensamble (Ver figura 41)

Figura 41. Esquema general neumático

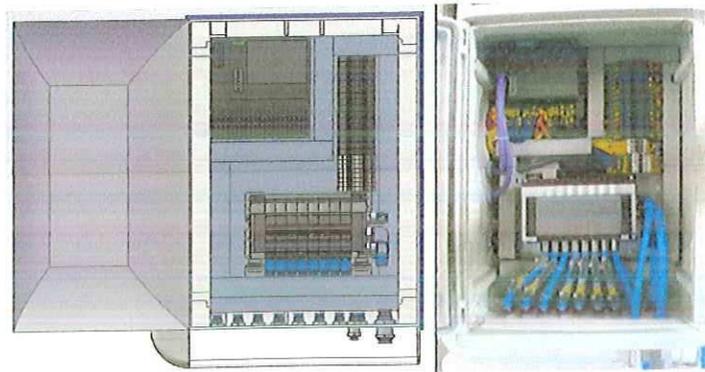


Fuente: los autores

El sistema neumático consta de un sistema de filtro purificador y dosificador de aire. Está comandado por un terminal de 8 válvulas 5/2 las cuales se encargan de realizar la activación de los diferentes actuadores neumáticos. La máquina posee 7 actuadores FESTO los cuales tienen una tarea

específica en cada sistema, estos tienen diferentes dimensiones y fuerzas de empuje y serán descritos en esta sección como se observa en la figura 42.

Figura 42. Tablero neumático



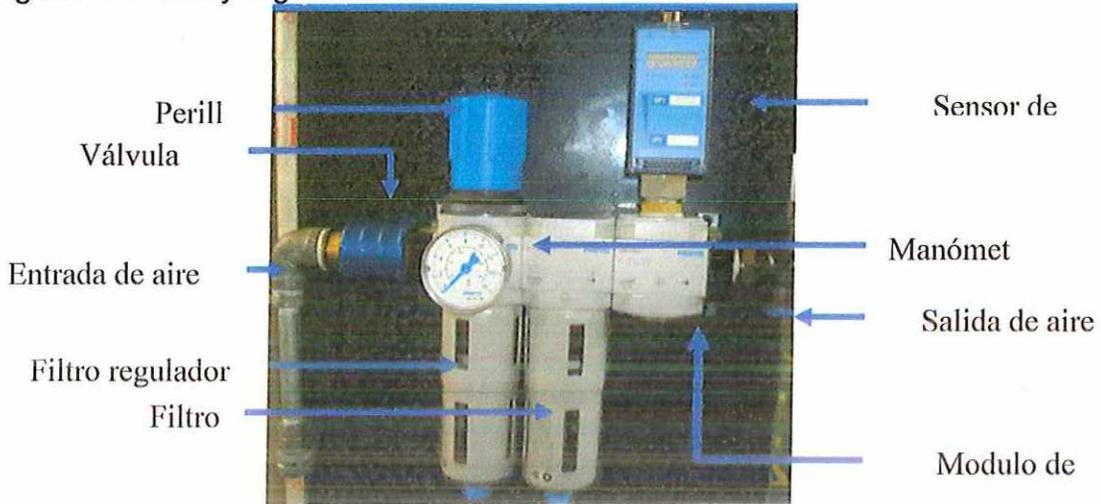
Fuente: los autores

### 5.1 SISTEMA DE ENTRADA, FILTRO Y REGULACIÓN DE AIRE

Este sistema se encarga de filtrar las diferentes impurezas que contiene el aire que va a circular a través del sistema neumático; con el fin de proteger evitando que el sistema neumático se contamine de residuos de agua y diversos componentes que reducen la vida útil y causan daños definitivos a terminales de válvulas y actuadores.

Además se encarga de la regulación de la presión del aire, permitiendo configurar y calibrar la presión del circuito neumático a 90psi para que todos los actuadores realicen sus movimientos con exactitud y velocidad. Para que el operario observe y tenga presente la presión del sistema, el filtro tiene instalado además del manómetro, un sensor telemecanique de presión, el cual informa de forma exacta la presión del sistema en un display; en caso de no estar en la presión de configuración simplemente se girar la perilla hasta alcanzar dicho valor (Ver figura 43).

Figura 43. Filtro y regulación de aire

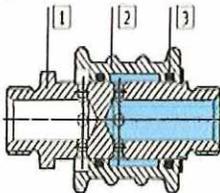


Fuente: los autores

## 5.2 VALVULA CORREDERA

La función de esta válvula es alimentar o descargar el aire que se le suministra al filtro regulador; su accionamiento es simple y consiste en un movimiento de la perilla en el sentido de flujo (derecha), para permitir la circulación de aire hacia el filtro; y un movimiento en contra del sentido de flujo (izquierda) para restringirlo. La válvula corredora funciona como una Válvula de 3/2 vías, apropiada para vacío, es utilizada para alimentar y descargar el aire de equipos de control como se observa en la figura 44.

Figura 44. Válvula corredora seccionada



Válvula de corredora		
1	Parte roscada	Latón niquelado
2	Casquillo deslizante	Aluminio anodizado azul
3	Juntas	Caucho nitrílico

Fuente: Festo, catalogo de neumática

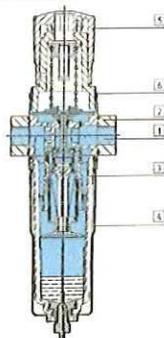
### 5.3 UNIDAD DE FILTRO REGULADOR

Hace parte de la unidad de mantenimiento robusta. Encargada de filtrar impurezas encontradas en el aire de circulación del sistema (Ver figura 45).

El filtro regulador consta de:

- Dos márgenes de regulación de la presión: 0,5 a 12 bar
- Dos conexiones para manómetros para una instalación más versátil
- Cartuchos de 40 µm
- Con purga manual, semiautomática o automática del condensado
- Función de filtración y regulación en una sola unidad para ahorrar espacio
- Gran capacidad de retención de partículas y gran caudal
- Buenas características de regulación con histéresis pequeña
- Aseguramiento de los valores ajustados mediante botón giratorio bloqueable.

Figura45. Filtro regulador seccionado

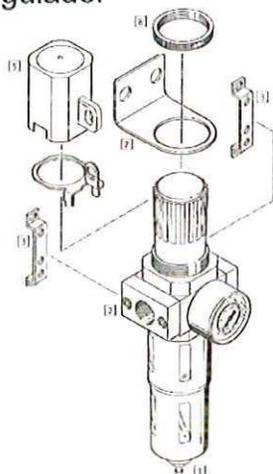


Unidades de filtro y regulador	Micro	Mini/Mini/Maxi
1 Cuerpo	Aleación de aluminio	Función inyectada de zinc
2 Placas base	Aleación de aluminio	Función inyectada de zinc / Aluminio
3 Depósito	Polycarbonato	Polycarbonato
4 Funda metálica de protección	-	Aluminio
5 Botón de regulación	Poliacetal	Poliacetal
6 Tuerca moleteada	Aleación de aluminio	Aluminio
- Juntas	Caucho nitrílico	Caucho nitrílico
Materiales	Ejecuciones sin cobre ni PTFE → Referencias	

Fuente: Festo, catalogo de neumática

El filtro cuenta con elementos de fijación y accesorios que se muestran en la figura 46 y se explican detalladamente en la tabla 9.

Figura 46. Accesorios filtro regulador



Fuente: Festo, catalogo de neumática

Tabla 9. Descripción de accesorios.

Elementos de fijación y accesorios	Descripción resumida	→ Página
[1] Unidad de filtro y regulador LFR/LFRS	MINI: Conexiones G $\frac{1}{8}$ , G $\frac{1}{4}$ , G $\frac{3}{8}$ MIDI: Conexiones G $\frac{1}{4}$ , G $\frac{3}{8}$ , G $\frac{1}{2}$ , G $\frac{3}{4}$ MAXI: Conexiones G $\frac{1}{2}$ , G $\frac{3}{4}$ , G1	3 / 1.2-4
[2] Placas base	Las unidades de filtro y regulador LFR/LFRS se ofrecen con placas de conexión roscadas (incluidas en el suministro)	-
[3] Escuadra de fijación (2 unidades) HFOE	Ejecución: HFOE-D-MINI HFOE-D-MIDI/MAXI (las escuadras de fijación no están incluidas en el suministro)	3 / 1.8-8
[5] Tapa de seguridad del regulador LRVS con tapa de chapa	La tapa de seguridad se monta en el cabezal giratorio del regulador con el fin de evitar que personas no autorizadas modifiquen la presión	3 / 1.8-13
[7] Escuadras de fijación HR-D-...	Esta escuadra de fijación se utiliza para el montaje en la pared (la escuadra no está incluida en el suministro)	3 / 1.8-10
[8] Tuerca moleteada	La tuerca moleteada está incluida en el suministro.	-

Fuente: Festo, catalogo de neumática

#### 5.4 MODULO DE DERIVACIÓN

El modulo de derivación mostrado en la figura 47 cuenta con las siguientes características:

- La válvula antirretorno incorporada evita el retorno de aire lubricado.
- Módulo de derivación para la distribución de aire entre módulos adicionales (regulador de presión, presostato).
- Varias conexiones de aire adicionales para mayor versatilidad.
- Utilizable como derivación intermedia para crear zonas con aire de calidades diferentes.

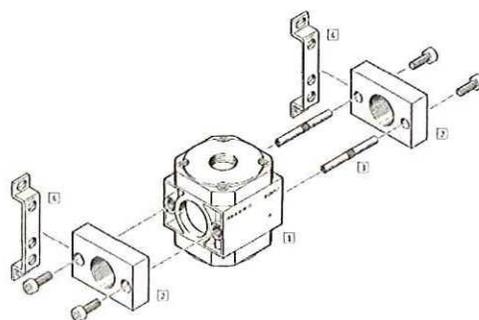
Figura 47. Modulo de derivación



Fuente: Festo, catalogo de neumática

Cuenta con elementos de fijación y accesorios como se puede observar en la figura 48.

Figura 48. Esquema y descripción de accesorios MD



Elementos de fijación y accesorios	Descripción resumida
1 Módulo de derivación FRM	MINI: Conexiones G $\frac{1}{8}$ , G $\frac{1}{4}$ , G $\frac{3}{8}$ MIDI: Conexiones G $\frac{1}{4}$ , G $\frac{3}{8}$ , G $\frac{1}{2}$ , G $\frac{3}{4}$ MAXI: Conexiones G $\frac{1}{2}$ , G $\frac{3}{4}$ , G1
2 Placas base	Con y sin placas base
3 Perno roscado (2 unidades) HSB	Para el montaje de las placas de conexión roscadas
4 Escuadra de fijación (2 unidades) HFOE	Las escuadras de fijación HFOE se utilizan para montar los módulos de derivación en la pared (las escuadras no están incluidas en el suministro)

Fuente: Festo, catalogo de neumática

### 5.5 TERMINAL DE VÁLVULAS

El terminal CPV se distingue por su construcción. Este terminal permite mezclar conductos neumáticos y conexiones eléctricas y puede montarse de diversas formas. Las amplias dimensiones de los canales y los eficientes silenciadores planos permiten un caudal siendo posible conectar cilindros neumáticos de grandes dimensiones. Todas las válvulas son del tipo agrupable y permiten un flujo óptimo y son muy compactas, ahorrando espacio y se reduciendo costos.

El accionamiento auxiliar manual de las válvulas puede adaptarse a diversas formas de utilización. Es sencillo efectuar las modificaciones necesarias para evitar errores de funcionamiento. Es posible utilizar diversos tipos de

accionamiento de las válvulas, empezando por la conexión individual y llegando hasta la conexión de bus ampliable (Ver figura 49).

Figura 49. Terminal de válvulas CPV14-GE-MP-8



Fuente: <http://www.festo.com/ext/es/3821.htm>

El terminal de válvulas tiene las siguientes características:

- Caudal CPV14: 800 l/min
- Ancho de las válvulas CPV14: 14 mm
- Forma cúbica para mayor eficiencia en mínimo espacio y con bajo peso.
- Gran versatilidad mediante diversas funciones neumáticas integradas (variantes de válvulas), diversas zonas de presión, vacuostato y vacío.
- Placas de separación para la creación de zonas de presión.
- Placas de reserva para ampliaciones posteriores.
- Indicación mediante LED.
- Accionamiento auxiliar manual de las válvulas.
- Bajos costos de instalación y de conexión a bus.
- Clase de protección hasta IP65.
- Conexiones versátiles y económicas de dos hasta ocho posiciones de válvulas.

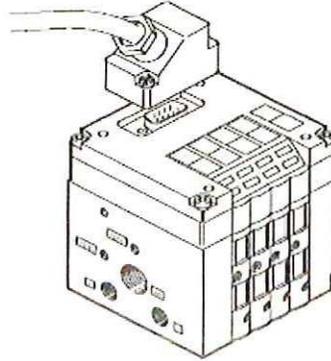
Las válvulas CPV incluyen todos los canales neumáticos de alimentación y de descarga y las conexiones de trabajo. Los canales de alimentación permiten el paso directo del caudal de las válvulas agrupables. De esta manera se obtienen caudales muy elevados. Todas las válvulas son servo pilotadas para aumentar su rendimiento. Las válvulas tienen un sistema de corredera con sistema de hermetización patentado que permite utilizarlas para numerosas aplicaciones y que garantiza su gran duración. El sistema posee un terminal de válvulas óctuplo de las cuales se emplean 7 tipo J.

## **5.6 CONECTOR MULTIPOLO**

La transmisión de señales entre la unidad de mando y el terminal de válvulas se realiza a través de un cable multifilar preconfeccionado. De esta manera resulta mucho más fácil realizar la instalación. La conexión multipolo incluye la reducción de la corriente para las válvulas. Este terminal de válvulas puede dotarse con 16 bobinas (8 válvulas agrupables).

La conexión multipolo permite integrar la parte neumática y la parte eléctrica y, además, establece una conexión entre el armario de distribución y el terminal de válvulas mediante un solo conducto. El conector es SUB-D de 25 polos. El conector permite la obtención de clase de protección IP65 (Ver figura 50)

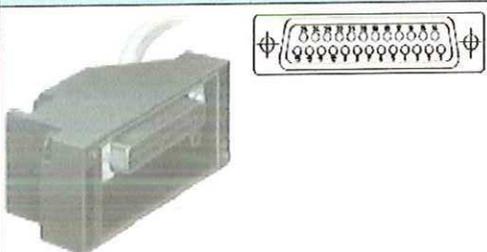
Figura 50. Conector multipolo



Fuente: <http://www.festo.com/ext/es/3821.htm>

Festo ofrece cables confeccionados en fábrica para facilitar el montaje. Las longitudes estándar son de 5 m y de 10 m. Los cables preconfeccionados también están disponibles como accesorio en versión para cadenas de arrastre como se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Conexión de terminales

Ocupación de contactos: cable multipolo preconfeccionado (plano en el sentido de la conexión)				
Vista del conector	Pin	Color del hilo	Válvula 24 VDC	
	Cable con conector Sub-D de 25 polos para terminales de válvulas séxtuplos u óctuplos			
	1	Blanco	1	14
	2	Verde		12
	3	Amarillo	2	14
	4	Gris		12
	5	Rosa	3	14
	6	Azul		12
	7	Rojo	4	14
	8	Violeta		12
	9	Gris y rosa	5	14
	10	Rojo y azul		12
	11	Blanco y verde	6	14
	12	Marrón y verde		12
	13	Blanco y amarillo	7	14
	14	Amarillo y marrón		12
	15	Blanco y gris	8	14
	16	Gris y marrón		12
	17			
	18			
	19			
	20			
	21			
	22			
	23			
	24	Marrón	{0 V} <sup>11</sup>	
25	Negro	{0 V} <sup>11</sup>		

Fuente: <http://www.festo.com/ext/es/3821.htm>

Hay tres tipos de accionamiento auxiliar manual:

- Mediante pulsador con corredera
- Enclavable
- Cubierto

Es posible efectuar posteriormente el cambio del accionamiento manual auxiliar (HHB) de la versión con pulsador a la enclavable o cubierta. (Ver ANEXO VII CD)

## 5.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Existen varios tipos de actuadores neumáticos donde se encuentran los lineales, de sistema alimentador, de sistema de extracción, de sistema de localización, pinza neumática y de sistema de entrada.

**5.7.1 Actuador lineal.** Los accionamientos lineales DGP se distinguen por sus mínimos requerimientos de espacio, excelente dinámica, destacada resistencia a la torsión y buena rigidez. Son adecuados para aplicaciones de manipulación, así como para otras aplicaciones en donde hay cargas pesadas y reducidos espacios de instalación (Ver figura 51)

Su tarea es desplazar horizontalmente la placa de ensamble junto con el sistema usillo y el sistema de ensamble; desde el sistema de alimentación de anillos, hasta la mesa de ensamble. (Ver ANEXO VII CD)

Figura 51. FESTO DGP-50-260-PPV-A-B-GK

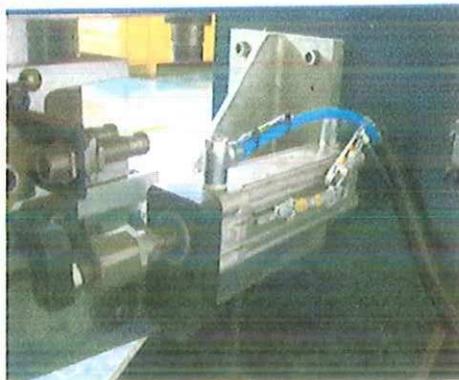


Fuente: los autores

**5.7.2 Actuador sistema alimentador.** Su tarea es desplazar horizontalmente el sistema de alimentación, alejándose del sistema de accionamiento; para poder realizar el giro de la base rotativa y así

cambiar el asta en el momento que a esta se le agoten los anillos ABS, en la figura 52 se puede observar una imagen del actuador (Ver ANEXO VII CD).

Figura 52. Actuador sistema alimentador



Fuente: los autores

**5.7.3 Actuador sistema extracción.** Desplaza la junta fija ensamblada al sistema de salida desde la base de ensamble como se observa en la figura 53. (Ver ANEXO VII CD)

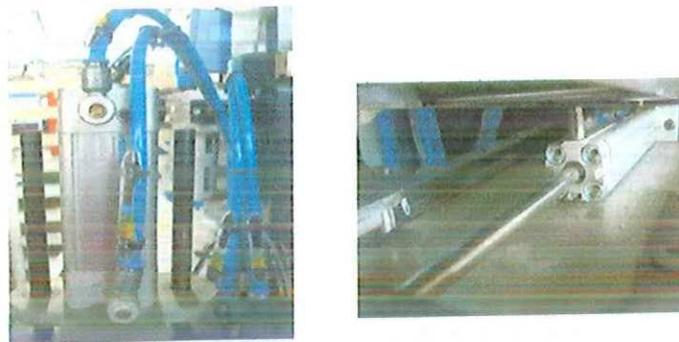
Figura 53. Actuador sistema extracción



Fuente: los autores

**5.7.4 Actuador sistema de localización.** Este actuador cuenta con dos movimientos; el movimiento vertical que desplaza la pinza neumática verticalmente para poder alcanzar la altura de la junta fija ubicada en el tope de la cinta transportadora y el movimiento horizontal que desplaza la pinza neumática horizontalmente para poder llevar la junta fija y ubicarla sobre la base de ensamble tal como se puede ver en la figura 54. (Ver ANEXO VII CD)

Figura 54. Actuador sistema de localización



Fuente: los autores

**5.7.5 Pinza neumática.** Esta pinza toma y sostiene la junta fija para ubicarla sobre la base de ensamble como se presenta en la figura 53. (ANEXO VII CD).

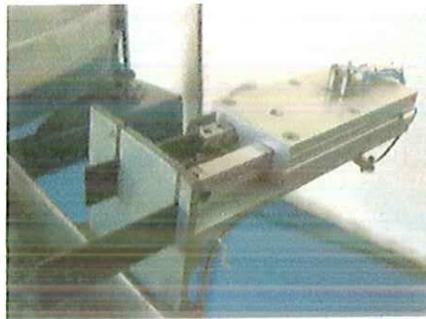
Figura 55. Pinza neumática.



Fuente: los autores

**5.7.6 Actuador sistema de entrada.** Básicamente su tarea es la de dejar pasar una junta fija así el tope de la cinta transportadora reteniendo las demás con uno de sus émbolos (Ver ANEXO VII CD). El actuador sistema de entrada se puede observar en la figura 56.

Figura 56. Actuador sistema de entrada



Fuente: los autores

Los separadores de piezas HPV se utilizan en los procesos de alimentación continuos para aislar piezas. Las piezas procedentes, por ejemplo, de un vibrador o una cinta transportadora, son separadas por el HPV para ser entregadas una a una a la máquina que las procesa. El uso de este equipo trae beneficios como:

- Alta precisión y absorción de fuerzas
- Mecanismo de bloqueo mecánico integrado
- Solución con disposición óptima de los detectores para ahorrar espacio



## 5.8 RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA NEUMÁTICO

En el proceso de ensamble del sistema neumático no se presentó ningún inconveniente significativo, ya que se hizo previamente un diseño en Solid Works que facilitó la distribución dentro del tablero neumático (Ver ANEXO VI CD).

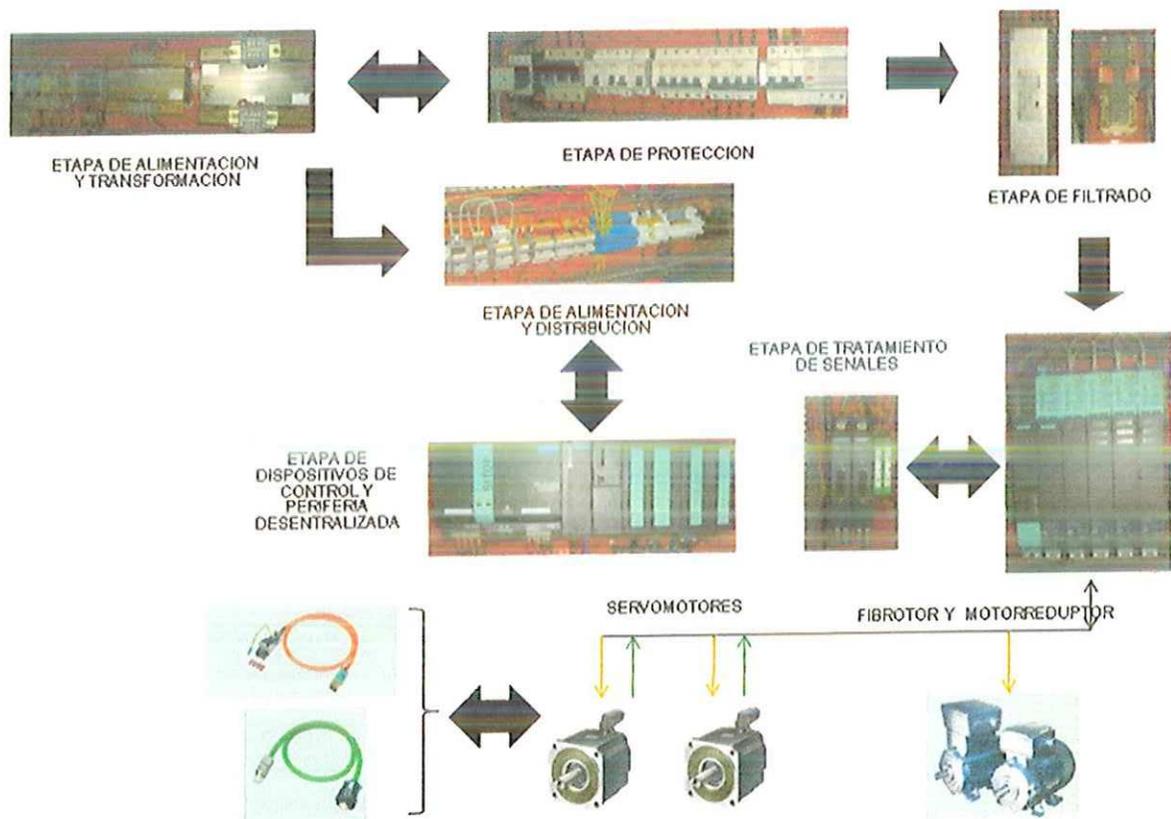
Igualmente se realizó el plano o diagrama neumático con cada uno de sus componentes y su respectiva etiqueta de los ductos de aire, solenoides y sensores para facilitar el proceso de mantenimiento (Ver ANEXO II CD).

Se pudo evidenciar el funcionamiento óptimo de cada actuador para realizar la tarea asignada dentro de cada sistema, obteniendo una etapa de diseño exitosa.

## 6 SISTEMA ELÉCTRICO

A continuación en la figura 57 se presenta un esquema del diseño del sistema eléctrico utilizado para llevar a cabo en proyecto planteado.

Figura 57. Diseño de sistema eléctrico.



Fuente: los autores

El tablero eléctrico es la unidad central del sistema, en este se encuentran los dispositivos de las etapas de alimentación, transformación, potencia, protección, control y refrigeración. Todo este sistema garantiza el buen funcionamiento de la prensa de ensamble de anillos ABS. Cada unos de los

dispositivos que componen el sistema eléctrico y de control generan altas temperaturas que pueden llegar a afectar el rendimiento de los dispositivos, por tal motivo es necesaria una temperatura ambiente constante que favorezca el buen comportamiento del sistema.

La selección de los dispositivos del sistema fue cuidadosamente realizada debido a que se tuvo que tener en cuenta cuales eran las necesidades del proceso. También es importante que los equipos sean de fácil mantenimiento y fácil obtención en el mercado. En el momento de hacer el diseño eléctrico se tiene que tener en cuenta una serie de normas eléctricas (normatividad Retie) y recomendaciones para la conexión y puesta en marcha de cada uno de los dispositivos.

El cable de conexión representa el componente indispensable para el transporte de la energía eléctrica entre las diferentes secciones de la máquina. Resulta inevitable que parte de esta energía se pierda en forma de calor, ya que la resistencia eléctrica de un conductor nunca es nula. El material más indicado para la fabricación de un cable conductor representa un compromiso entre un bajo valor de resistividad y el costo del mismo, siendo el cobre el que ofrece hoy día la mejor solución. La información contenida en esta sección está dada para este tipo de material. A continuación en la tabla 11 se muestran las especificaciones para la selección de cada calibre para cada una de las conexiones (cableado) que se utilizaron en el proyecto.

Tabla 11. Calibre AWG

CALIBRE AWG	RESISTENCIA ( $\Omega$ /100m)	AMPERAJE MAXIMO (TIPO DE CABLE)			DIAMETRO	
		UF	USE, THW, TW, THWM	NM	DIM. (mm)	AREA cm <sup>2</sup>
4/0	0,01669	211	248		13,412	1,4129
3/0	0,02106	178	216		11,921	1,1161
2/0	0,0266	157	189		10,608	0,8839
1/0	0,03346	135	162		9,462	0,7032
2	0,05314	103	124		7,419	0,4322
4	0,08497	76	92		5,874	0,271
6	0,1345	59	70		4,71	0,1742
8	0,2101	43	54		3,268	0,0839
10	0,3339	32	32	30	2,58	0,0523
12	0,5314	22	22	20	2,047	0,0329
14	0,8432	16	16	15	1,621	0,0206

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/7495842/NORMA-AWG>

El rango de calibres para la AWG comienza con el calibre 4/0 (4 ceros), al que corresponde el mayor diámetro. El número de ceros disminuye hasta alcanzar el valor 1/0. A partir de este valor el calibre del cable está asociado a un valor numérico creciente. Es importante recordar que para estos calibres el diámetro del conductor se reduce cuando el valor numérico asignado aumenta. Para esta aplicación el máximo valor numérico que se utilizó fue 20 y el mínimo 4, ya que el proyecto no necesitó valores mayores o menores. Los calibres 4/0 y 3/0 son raramente usados, pues son difíciles de instalar, tienen un elevado peso por unidad de longitud y un costo muy elevado.

La dependencia entre el diámetro y el área del conductor permitió establecer un método de clasificación para los cables. A determinados diámetros se les asignó un número en una escala arbitraria, al que se conoce como el calibre del conductor. Esta escala se la conoce como el AWG (*American Wire*

Se debe destacar la alimentación y protección principal, ya que de estas dependen los demás dispositivos de la prensa de ensamble de anillos ABS. La alimentación y protección se deben elegir dependiendo de la potencia con la que los dispositivos de la máquina trabajan. También es necesario tener en cuenta el calibre, la longitud y la cantidad de cables que se vayan a usar en la conexión de cada uno de los dispositivos. El calibre del cable depende de la cantidad de corriente que se vaya a necesitar en la línea. La longitud de estos influye en la calidad de la señal que se va a obtener al final del tramo, ya que se genera una mayor resistencia.

El seccionador de entrada es el dispositivo que permite arrancar la máquina, sin necesidad de abrir las puertas del armario del tablero eléctrico principal, como se aprecia en la figura 58, este consta de varias partes: el porta fusible principal es de marca telemecanique y de referencia GS1-FD3, acompañado por unos accesorios tales como una maneta para accionamiento externo de referencia GS1 AH220, un alargamiento de eje de control GS1 AE1 y un **enclavamiento de seguridad GS1 AX31**.

Figura 58. Seccionador de entrada.

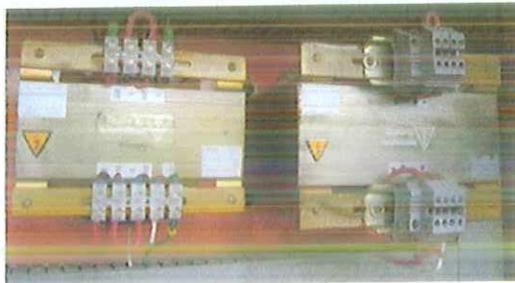


Fuente: los autores

Es importante tener en cuenta la selección de los fusibles para este tipo de dispositivo, ya que es la protección principal con la cual contara el resto del sistema, para este caso se utilizaron Ferraz Shawmut, 25A.

La etapa de transformación consta de dos transformadores marca EL WATTIO de 1000 y 1500 Volt-Ampere con voltaje máximo en el devanado primario de 440v y en el secundario de 220 y 110 volts respectivamente. A continuación en la figura 59 se muestra la etapa de transformación.

Figura 59. Etapa de transformación.

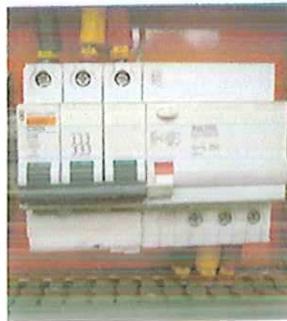


Fuente: los autores

La función principal de los dos transformadores en el sistema es transformar la potencia de 440 a 220 y 110 volts para poder utilizar los diferentes dispositivos electrónicos que se tienen. Un transformador se utilizara principalmente para alimentar el sistema de refrigeración (aire acondicionado) del tablero principal. El segundo transformador se encargara de alimentar los dispositivos restantes como: fuentes de alimentación, dispositivos de control, visualizadores y actuadores.

En la etapa de protecciones se encuentran los seccionadores e interruptores magnéticotermicos. Estos dispositivos de protección se tienen que elegir dependiendo de la cantidad de corriente o consumo que generen cada unos los circuitos o componentes que tenga el tablero eléctrico de la prensa de ensamble de anillos ABS. Es de gran importancia tener en cuenta el calibre del cable que alimentara los circuitos, ya que dependiendo a su grosor soportara más o menos corrientes (Ver figura 60).

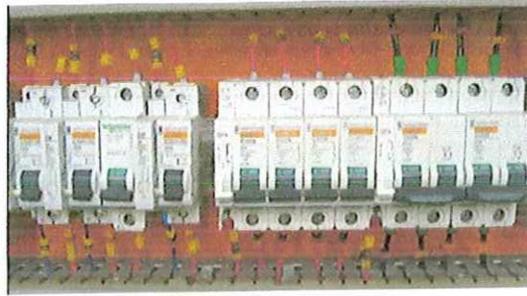
Figura 60. Interruptor magnetotermico.



Fuente: los autores

La etapa de protecciones de la máquina cuenta con protecciones térmicas, protecciones a picos de corriente y sobre voltaje para cada sección individual del tablero, lo cual ayuda a que se pueda evitar que todo el sistema falle a la vez. En la figura 61 se observan breakers con alarmas los cuales garantizan las diferentes protecciones a los dispositivos.

Figura 61. Breakers de protección

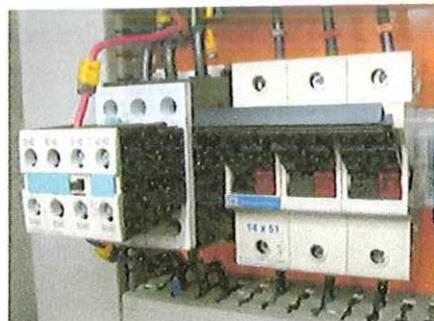


Fuente: los autores

El sistema de alarma por secciones permite poder recolectar información sobre el daño rápidamente y solucionarlo lo antes posible. Esta información llega al modulo de las entradas digitales.

En la figura 62 se encuentra una segunda protección la cual es llevada a cavo principalmente por los fusibles de 20A (portafusibles) que reciben la línea de alimentación trifásica y van a proteger a dispositivos de potencia y control como los son: el Smart Motor Module y los tres Single Motor Module.

Figura 62. Portafusible y contactor tripolar



Fuente: los autores

Junto a el portafusible se encuentra un contactor tripolar SIRIUS 3RT que tiene como función la conexión y desconexión de la alimentación del sistema. Los contactores tripolares en aire para corriente alterna trifásica, se emplean para mandos eléctricos o como aparatos de control remoto, especialmente en los casos en que sea necesaria una elevada frecuencia de operaciones. Para la protección contra sobrecargas, es necesario montar relés de sobrecarga 3RU11 en los contactores 3RT1. Los relés de sobrecarga se han de pedir por separado.

## 6.2 MODULOS DE SEGURIDAD

Para obtener un correcto funcionamiento del proceso fue necesario implementar diferentes tipos de módulos de seguridad externos a los controladores. Principalmente para garantizar que las señales e información que le va a llegar a los controladores realmente sea la correcta y no sean errores de operación. Los módulos de seguridad con los cuales se va a trabajar en el proceso se encargaran principalmente de las señales generadas por los pulsadores de inicio y el botón de paro de emergencia. La principal razón de utilizar estos dispositivos es para garantizar la seguridad del operario y evitar daños en la máquina.

El inicio de ciclo de trabajo de la prensa de ensamble de anillos ABS se da por medio de dos pulsadores los cuales se deben oprimir al mismo tiempo, para poder conseguir esto utilizamos un modulo de seguridad el cual se encarga de recibir la señal de los dos pulsadores en el momento de ser accionados, este dispositivo revisa si fueron accionados al mismo tiempo mediante un temporizador interno y se entrega una señal a la ET 200L.

También se pensó la posibilidad de que el operario mantenga un pulsador oprimido y después de un tiempo determinado oprima el otro para dar el inicio, esta fue la principal razón por la cual se decidió implementar este dispositivo ya que no es el procedimiento adecuado para manipular la máquina.

El modulo de seguridad que se utilizó para trabajar con los pulsadores de inicio de proceso fue el dispositivo XPS-BA de telemecanique. El segundo modulo de seguridad es un relé de enclavamiento para el paro de emergencia, siendo este botón un elemento importante para evitar posibles accidentes, es necesario considera que ocurriría en el momento que este botón falle o sea desactivado por equivocación, por tal motivo se pensó en un relé de enclavamiento de seguridad, para evitar rebotes o dificultades al pulsar este botón. Este relé se quedara activado parando todo proceso de ensamble de la máquina hasta que se pulse el botón de rearme seguido por el botón de marcha general. El modulo de seguridad elegido es el XPS- AF. (Ver ANEXO D).

A continuación en la figura 63 se darán algunas especificaciones de los módulos de seguridad mencionados anteriormente.

Figura 63. Modulos de seguridad

XPS-BA, pulsadores inicio de ciclo



XPS-AF, paro de emergencia



Fuente: los autores

### 6.3 ACONDICIONADOR DE SEÑALES

La prensa de ensamble de anillos ABS cuenta con diferentes tipos de acondicionadores de señales los cuales se describen a continuación.

**6.3.1 Filtro de línea.** Los componentes de potencia de la red protegen los componentes conectados de subidas de tensión transitorias o permanentes y garantizan el cumplimiento de los límites establecidos (Ver figura 64)

Figura 64. Filtro de línea

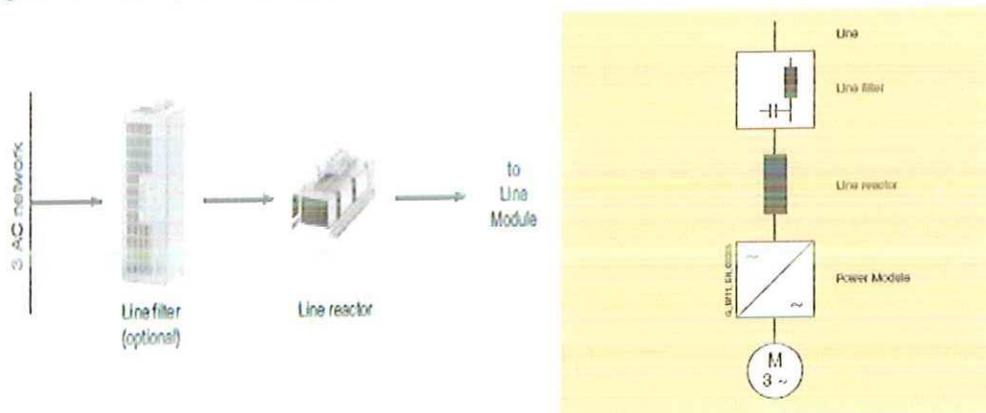


Fuente: los autores

Los filtros de red limitan las perturbaciones conducidas procedentes de los módulos de potencia a los valores límite de la categoría C2 establecidos en la norma de producto EN 61800-3. Junto con una instalación del conjunto conforme a las directivas de compatibilidad electromagnética, en el lugar de instalación deben respetarse los valores límite que establecen los requisitos del primer entorno.

Los filtros de red son aptos para las redes con puesta a tierra (redes TN o TT). (Ver figura 65)

Figura 65. Etapas de filtrado



Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

En la tabla 12 mostrada a continuación se encuentran los parámetros de selección del dispositivo usado y en la tabla 13 las especificaciones técnicas respectivamente.

Tabla 12. Parámetros de selección filtro línea

Rated infeed power of the Smart Line Module	Suitable for Smart Line Module in booksize or booksize compact format	Line filter
kW (HP)		Order No.
<b>Line voltage 380 ... 480 V 3 AC</b>		
5 (5)	6SL3130-6AE15-0AB0 6SL3131-6AE15-0AA0 6SL3136-6AE15-0AA0	6SL3000-0HE15-0AA0
10 (10)	6SL3130-6AE21-0AB0 6SL3131-6AE21-0AA0 6SL3136-6AE21-0AA0	6SL3000-0HE21-0AA0
16 (18)	6SL3130-6TE21-6AA3 6SL3430-6TE21-6AA0	6SL3000-0BE21-6DA0
36 (40)	6SL3130-6TE23-6AA3	6SL3000-0BE23-6DA0

Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

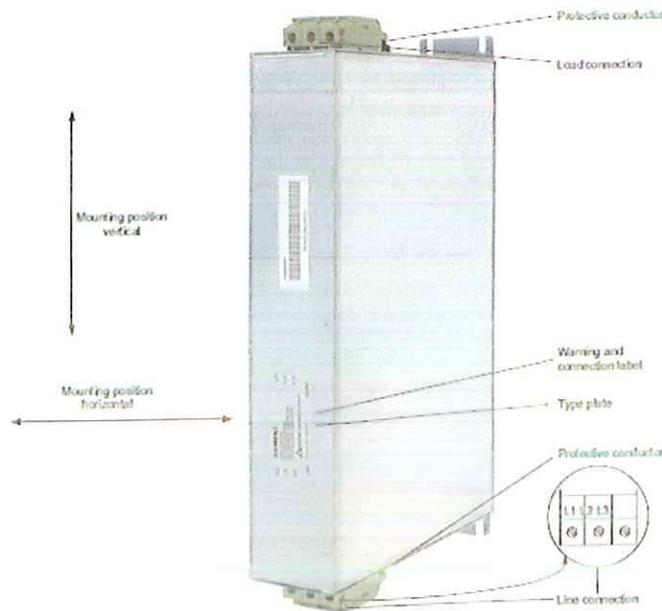
Tabla 13. Especificaciones técnicas filtro línea

Line voltage 380 ... 480 V 3 AC		Line filter			
		6SL3000-0HE15-0AA0	6SL3000-0HE21-0AA0	6SL3000-0BE21-6DA0	6SL3000-0BE23-6DA0
Rated current	A	16	25	36	65
Power loss	W	20	20	6	10
Line/load connection L1, L2, L3 / U, V, W		Screw-type terminals	Screw-type terminals	Screw-type terminals	Screw-type terminals
• Conductor cross-section	mm <sup>2</sup>	10	10	10	35
PE connection		M6 screw stud	M6 screw stud	M6 screw stud	M6 screw stud
Degree of protection		IP20	IP20	IP20	IP20
<b>Dimensions</b>					
• Width	mm (in)	60 (2.36)	60 (2.36)	50 (1.97)	75 (2.95)
• Height	mm (in)	265 (11.22)	295 (11.22)	420 (16.54)	420 (16.54)
• Depth	mm (in)	122 (4.80)	122 (4.80)	226 (8.90)	226 (8.90)
Weight, approx.	kg (lb)	3.8 (8)	5.7 (13)	5.0 (11)	6.5 (14)
Approvals		cURus (File No.: E70122)	cURus (File No.: E70122)	cURus (File No.: E70122)	cURus (File No.: E70122)
Suitable for Smart Line Module in booksize or booksize compact format	Type	6SL3130-6AE15-0AB0 6SL3131-6AE15-0AA0 6SL3136-6AE15-0AA0	6SL3130-6AE21-0AB0 6SL3131-6AE21-0AA0 6SL3136-6AE21-0AA0	6SL3130-6TE21-6AA3 6SL3430-6TE21-6AA0	6SL3130-6TE23-6AA3
• Rated infeed power of the Smart Line Module	kW	5	10	16	36

Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

Los filtros de línea son los filtros en la entrada del convertidor que protegen la red de las cargas armónicas y/o tensiones de interferencia creadas en el convertidor, pueden ser pasivos o de filtro activo, en la figura 66 se presenta una conexión de filtro en línea.

Figura 66. Conexión filtro en línea

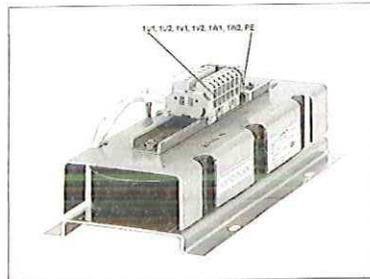


Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

**6.3.2 Reactor lineal.** Este dispositivo limita los efectos de los armónicos de las bajas frecuencias y reducen la carga en los rectificadores de los módulos de potencia. Cuanto mayor sea la potencia nominal de los módulos de potencia, menor es la inductancia requerida de la línea del reactor. Es importante tener en cuenta que para garantizar el correcto funcionamiento de los módulos SMART LINE se debe contar con un reactor lineal específico. El uso de un reactor de línea mal seleccionado puede generar un mal funcionamiento en los módulos e inclusive

daños irreparables en el equipo. En la figura 67 mostrada a continuación se observa una imagen del reactor lineal.

Figura 67. Reactor lineal



Fuente:<http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

En las tabla 14 y 15 mostradas a continuación se encuentran los parámetros de selección del reactor lineal y las especificaciones técnicas respectivamente.

Tabla 14. Parámetros de selección reactor lineal

Rated power of the Smart Line Module	Suitable for Smart Line Module in booksize or booksize compact format	Line reactor
kW (HP)		Order No.
<b>Line voltage 380 ... 480 V 3 AC</b>		
5 (5)	6SL3130-6AE15-0AB0 6SL3131-6AE15-0AA0 6SL3136-6AE15-0AA0	6SL3000-0CE15-0AA0
10 (10)	6SL3130-6AE21-0AB0 6SL3131-6AE21-0AA0 6SL3136-6AE21-0AA0	6SL3000-0CE21-0AA0
16 (18)	6SL3130-6TE21-6AA3 6SL3430-6TE21-6AA0	6SL3000-0CE21-6AA0
36 (40)	6SL3130-6TE23-6AA3	6SL3000-0CE23-6AA0

Fuente:<http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

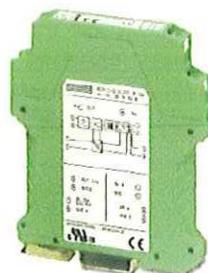
Tabla 15. Especificaciones técnicas reactor lineal

Line voltage 380 ... 480 V 3 AC		Line reactor			
		6SL3000-0CE15-0AA0	6SL3000-0CE21-0AA0	6SL3000-0CE21-6AA0	6SL3000-0CE23-6AA0
Rated current	A	14	28	35	69
Power loss	kW	0.032	0.116	0.11	0.17
Line/load connection 1U1, 1V1, 1W1 / 1U2, 1V2, 1W2		Screw-type terminals			
• Conductor cross-section	mm <sup>2</sup>	4	10	10	16
PE connection		Screw-type terminals			
• Conductor cross-section	mm <sup>2</sup>	4	10	10	16
Degree of protection		IP20			
Dimensions					
• Width	mm (in)	150 (5.91)	177 (6.97)	219 (8.62)	228 (8.98)
• Height	mm (in)	175 (6.89)	166 (7.72)	160 (7.09)	235 (9.25)
• Depth	mm (in)	70 (2.76)	110 (4.33)	144 (5.67)	224 (8.82)
Weight, approx.	kg (lb)	3.7 (8)	7.5 (17)	9.5 (21)	17 (38)
Approvals		cURus			
Suitable for Smart Line Module in booksize or booksize compact format		Type			
		6SL3130-6AE15-0AB0	6SL3130-6AE21-0AB0	6SL3130-6TE21-6AA3	6SL3130-6TE23-6AA3
		6SL3131-6AE15-0AA0	6SL3131-6AE21-0AA0	6SL3130-6TE21-6AA0	
		6SL3138-6AE15-0AA0	6SL3138-6AE21-0AA0		
• Rated infeed power of the Smart Line Module	kW	5	10	16	36

Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

**6.3.3 Dispositivo amplificador y de aislamiento de señal.** El dispositivo amplificador y de aislamiento de señal Phoenix Contact aísla y amplifica las señales analógicas que son enviadas por el sensor de presión Telemecanique. Este tipo de dispositivos trabaja con rangos de señal entre 0 y 20mA, 4 y 20mA y 0 y 10V (Ver figura 68).

Figura 68. Dispositivo amplificador Phoenix Contac.



Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>



Los datos técnicos del dispositivo amplificador son:

Señal de entrada:	4 - 20ma
Señal de entrada max:	50ma
Resistencia de entrada:	50ohm
Señal de salida:	0 - 20ma
Señal de salida max:	15v/30ma
Carga	<500ohm
Gama de trasmisión:	-5 - 105%
Tensión de alimentación:	20..30v DC
Absorción de corriente:	<15ma
Error de trasmisión:	<0,3%
Coefficiente de temperatura:	<0.015%/K
Frecuencia limite:	30Hz
Respuesta gradual:	11ms
Tension de prueba:	1,5k V AC, 50Hz, 1 min
Margen de temperatura:	25 C
Dimensiones:	(12,5x99,114,5)
Sección conductor:	0,2 - 2,5 mm <sup>2</sup>
Longitud a desaislar:	8mm

**6.3.4 Acondicionador y conversor SMC-20.** En la figura 66 se observar el acondicionador de señal SMC-20, el cual va a recibir la información enviada por los encoders de los servomotores. El controlador principal, SIMOTION D425, va a obtener la información para el respectivo control de estos módulos. Tanto el conversor SMC-20 como el SIMOTION D425 van a tener interfaz DRIVE-CLIQ por donde se enviara y recibirá la información. (Ver figura 69)

Figura 69. Conversor SMC-20.



Fuente: los autores.

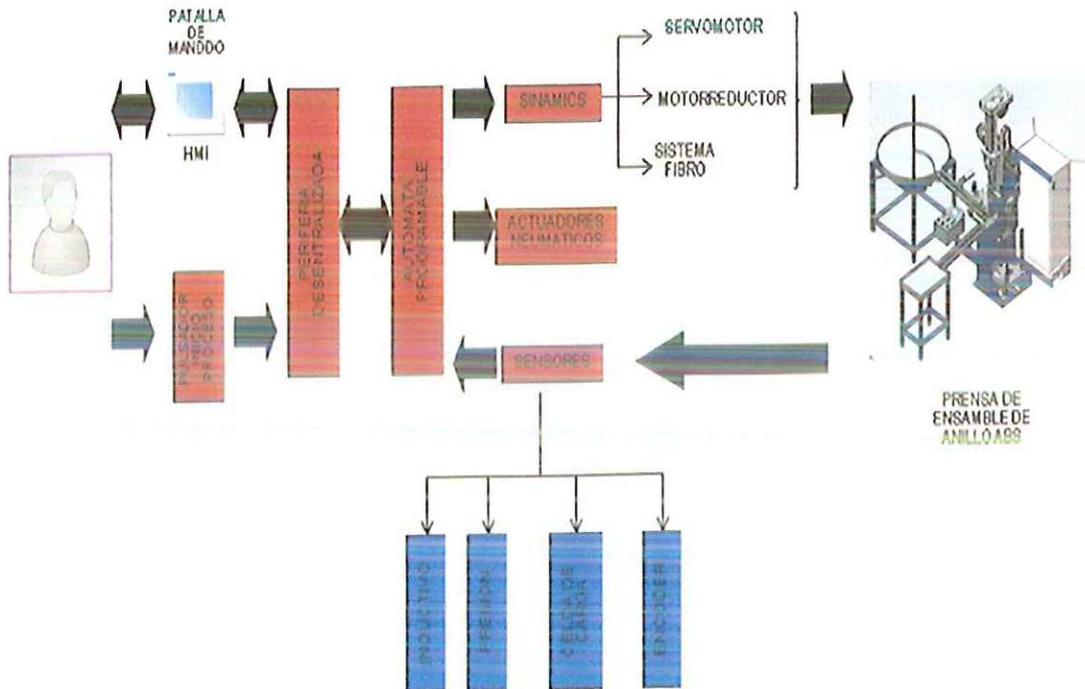
**6.3.5 Interfaz DRIVE-CLIQ.** Es la interfaz digital entre los componentes Sinamics. Los componentes Sinamics S120 incluyen fuentes de alimentación, módulos de línea, unidad de control, módulos de motor y módulos de sensor. Los dispositivos que se encuentran interconectados entre sí a través de la interfaz en serie continua llamada **DRIVE-CLIQ** son: la unidad de control, módulos de motor y módulos de sensor (Ver figura 70). DRIVE CLIQ tiene las siguientes propiedades:

- Independiente de la expansión de los posibles componentes.
- Detección automática de los componentes de la unidad de control.
- Normalización de interfaces para todos los componentes.
- Soporta la operación maestro esclavo.
- Máxima velocidad de datos: 100 Mbits.

## 7 SISTEMA DE CONTROL

En la figura 72 se muestra el diagrama donde se describe el sistema de control de la prensa de ensamble de anillo ABS.

Figura 72. Sistema de control

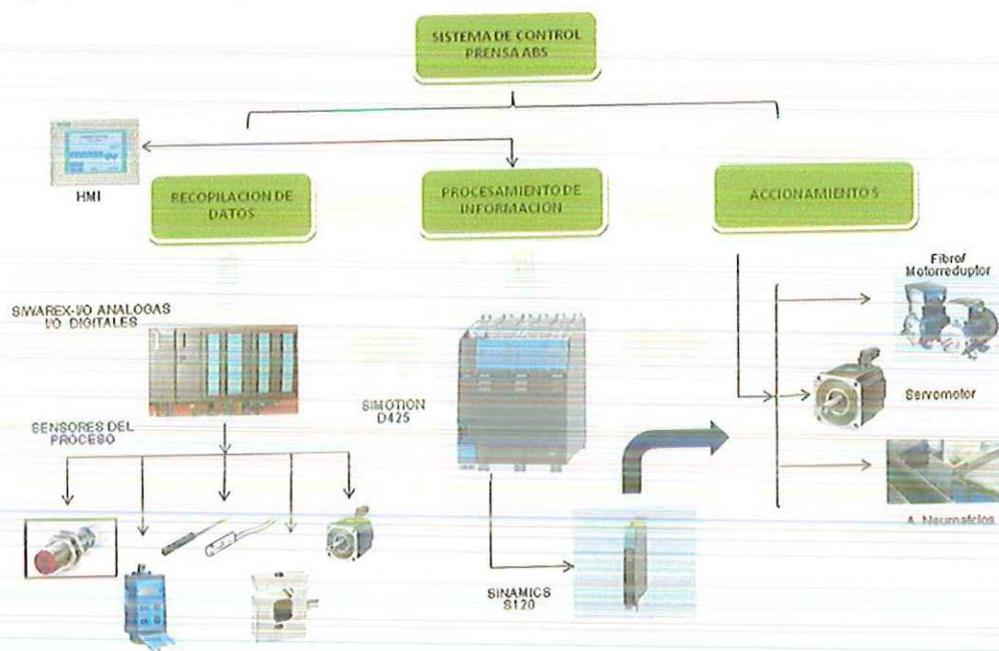


Fuente: los autores

El sistema de control es la parte central del proceso, que se encarga de recopilar información, procesarla y llevar a cabo una respuesta dependiendo del comportamiento de la prensa de ensamble de anillo ABS. Al realizar acciones como recopilación, procesamiento y accionamiento, el sistema de control debe contar con dispositivos con los cuales se puedan llevar a cabo estas tareas. Los dispositivos de control están distribuidos alrededor de toda

la máquina. Una característica de la parte de control de un automatismo es que generalmente éste opera con magnitudes de baja potencia. El sistema de control de un automatismo se compone básicamente de los siguientes dispositivos: unidad de control, instrumentación, preaccionadores y actuadores como se presenta en la figura 73.

Figura 73. Descripción del sistema de control.



Fuente: los autores

El cerebro o parte central de este sistema es el controlador SIMOTION D425, el cual se encuentra ubicado en el tablero eléctrico principal. Este dispositivo se encarga de recibir información procedente de las diferentes periféricas descentralizadas. Las periféricas descentralizadas recopilan la información obtenida por los diferentes sensores ubicados en la máquina. Para la prensa de ensamble de anillos ABS se ubicaron 3 periféricas en 3 puntos diferentes. La primera es una ET-200S, la cual está ubicada en el tablero de mando y va a ser la encargada de recopilar información en cuanto a los diferentes estados



del proceso, es decir para de emergencia, inicio de proceso, modo manual o automático, etc. Esta información se transmitirá vía PROFIBUS.

Otra periferia se encuentra en el tablero neumático, esta se encarga de recopilar la información procedente de los sensores ubicados en cada uno de los actuadores neumáticos. Estos sensores son de proximidad, marca FESTO. La información se transmite vía PROFIBUS hasta el controlador principal SIMOTION D425, y este determina la secuencia de entrada y salida de cada uno de los actuadores.

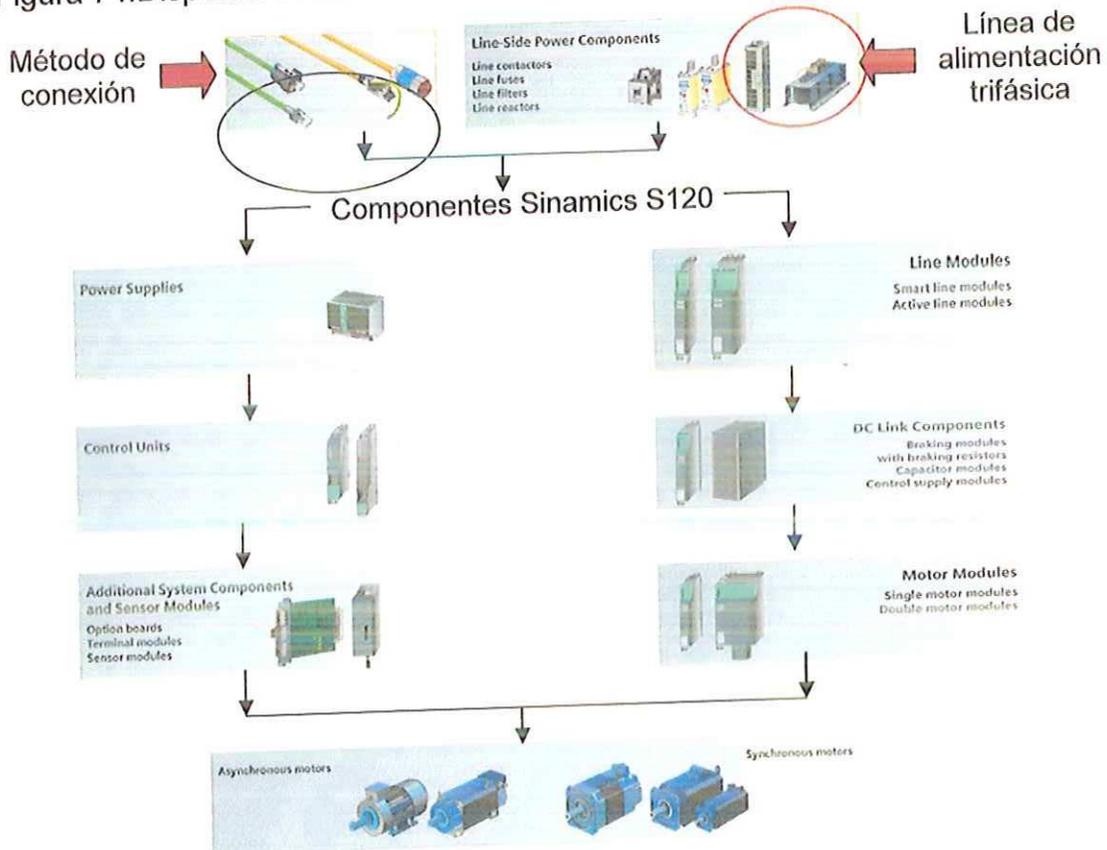
En el tablero principal también se encuentra el modulo IM de SIMATIC encargado de la recopilación de datos de los sensores y control de la periferia. Acoplado a la IM se encuentra un modulo SIWAREX especializado en control de variables físicas ya sean como fuerza, peso o velocidad, lo que hace mucho más fácil la transformación de datos, ya que este nos entrega el valor real directamente en la IM. En este caso únicamente se utilizó el módulo SIWAREX para controlar la fuerza o presión que ejerce sobre el anillo ABS para poder ensamblarlo a la junta fija.

Para la construcción del sistema de control fue necesario tener en cuenta que tipos de dispositivos son necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del proceso de ensamble de anillos ABS y al mismo tiempo evitar así el sobredimensionamiento de los equipo a utilizar.

En el círculo negro podemos observar los dos tipos de cables que se utilizaron tanto para la alimentación como para la obtención de la señal de los encoders de los SERVOMOTORES SIEMENS.

En el círculo rojo se encuentra el filtro y el reactor de línea, estos dos dispositivos garantizaran el correcto funcionamiento de la fuente de potencia SMART LINE MODULE. A continuación se presenta un diagrama del dispositivo de sistema Snamics S120 el cual esta compuesto por el SMART LINE MODULE. (Ver figura 74)

Figura 74. Dispositivos del sistema Sinamics S120.



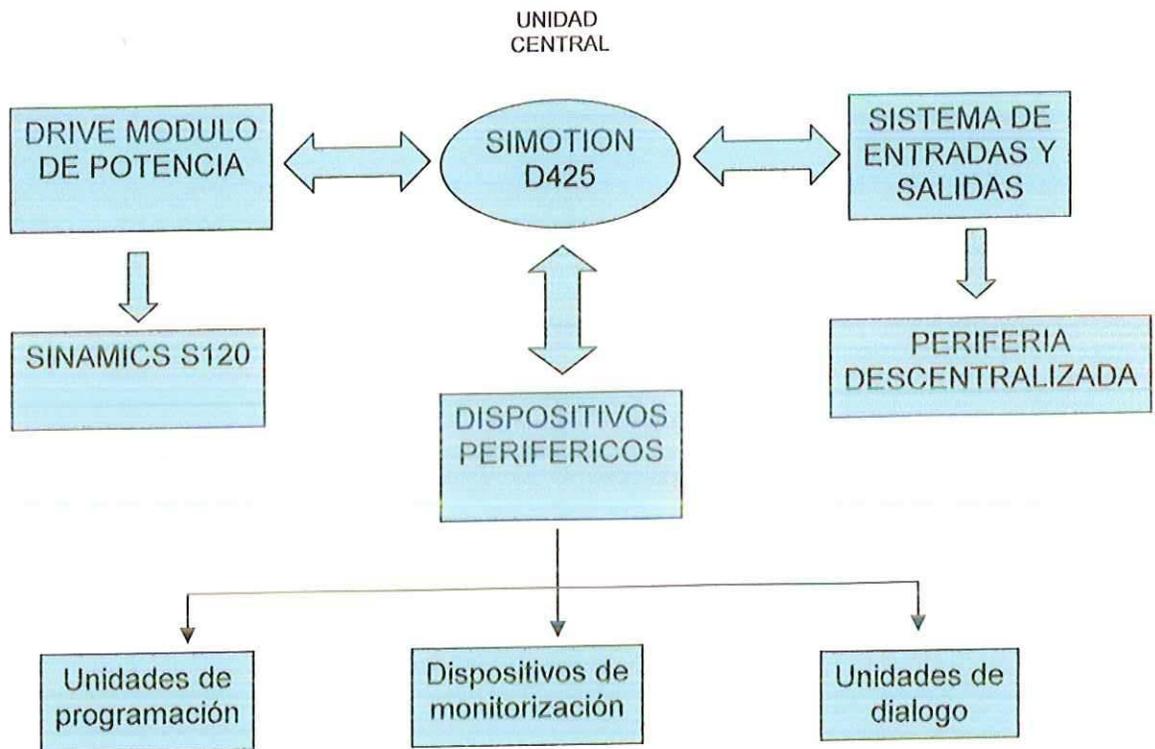
Fuente: los autores

### 7.1 PLC SIMOTION D425

Es el dispositivo encargado de gestionar las señales procedentes del proceso y su entorno, para establecer sobre el primero la secuencia deseada por el diseñador del automatismo.

En el caso de la prensa para el ensamble de anillos ABS, ésta cuenta con un autómatas programable SIMOTION D425 marca SIEMENS, como unidad de control central. En la figura 75 se muestran el funcionamiento del control principal.

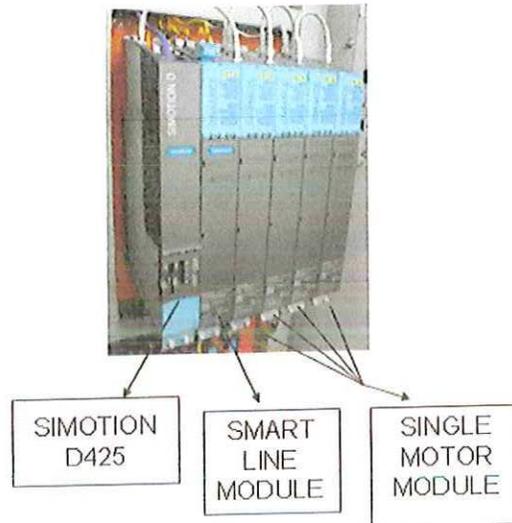
Figura 75. Unidad de control central



Fuente: los autores

Constituida alrededor de un sistema microprocesador con una etapa de potencia, es la encargada de ejecutar el programa de usuario y de ordenar las transferencias de información en el sistema de entradas/salidas. Así mismo, es la encargada de establecer comunicación con los dispositivos periféricos y con otros autómatas (Ver figura 76).

Figura 76. Identificación de los módulos de control



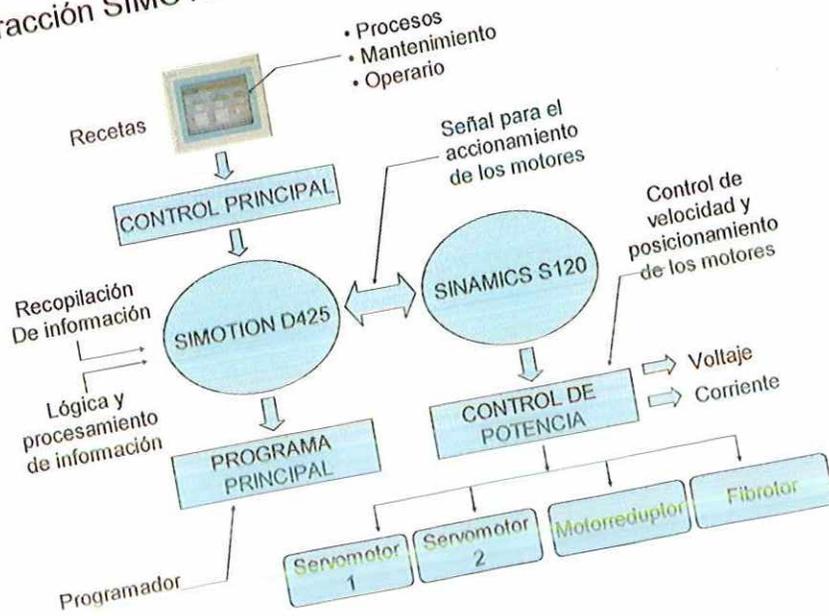
Fuente: los autores

La unidad central que posee el autómatas instalado en la prensa de ensamble de anillos ABS es un Simotion D425. Este se integra directamente a través de un lazo cerrado de control con cuatro drive Sinamics S120 (Single Motor Module) comunicados entre si mediante la interfaz Drive-Cliq. El sistema de control posee 4 dirves (Single Motor Module). Cada uno de estos dispositivos se encarga de controlar un motor. El proceso de ensamble de anillos ABS cuenta con 4 motores, de los cuales 2 son servomotores, 1 es un motorreductor y el último es un sistema fibro.

El drive sinamics S120 cubre un rango amplio de aplicaciones, especialmente utilizado para posicionamiento y control de movimiento. Los rangos de potencia indicados para este caso están entre 1.6Kw hasta 107Kw.

El simotion D425 esta diseñado para controlar hasta 16 ejes, pero en el caso de la prensa de ensamble de anillos ABS únicamente se controlaran 4. Este modulo trabaja en conjunto con el sinamics S120, como se observa en la figura 77.

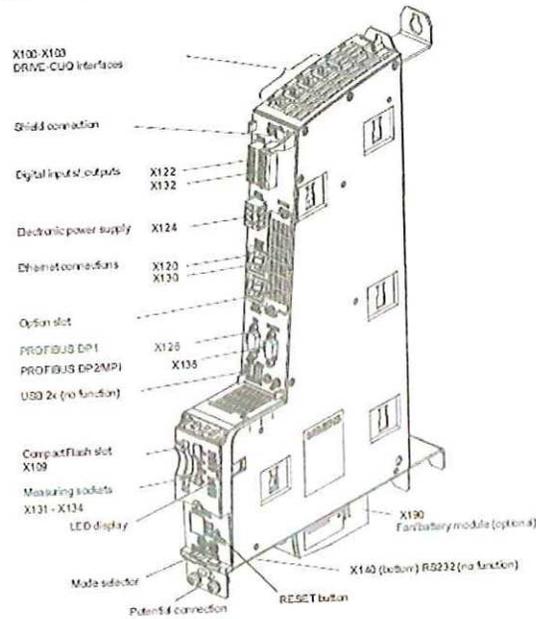
Figura 77. Interacción SIMOTION-SINAMICS.



Fuente: los autores

Los componentes del Sinamics son mostrados en la figura 78 señalando cada una de sus partes.

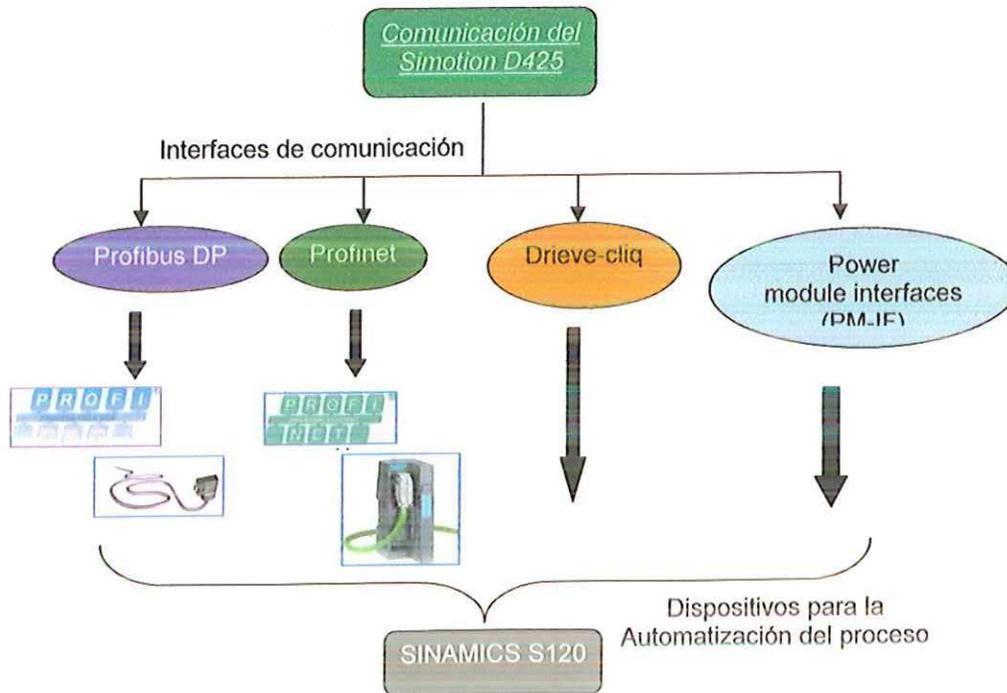
Figura 78. Componentes Sinamics



Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

En la figura anterior se muestra la CPU del autómata SIMOTION D425 en donde se ha señalado los diversos componentes que lleva desde conectores de datos y comunicación, así como también interfaces, diagnóstico etc. (Ver figura 79)

Figura 79. Comunicación del SIMOTION D425.



Fuente: los autores

En la tabla 16 se pueden encontrar las diferentes interfaces, los nombres y tipo de conectores que posee el modulo de control Simotion D425.

Tabla 16. Interfaces del SIMOTION D425

Interface	Name	Connector type
DRIVE CLiQ interface (0)	X100	DRIVE CLiQ plug
DRIVE CLiQ interface (1)	X101	DRIVE CLiQ plug
DRIVE CLiQ interface (2)	X102	DRIVE CLiQ plug
DRIVE CLiQ interface (3)	X103	DRIVE CLiQ plug
DRIVE CLiQ interface (4)	X104 (D445 only)	DRIVE CLiQ plug
DRIVE CLiQ interface (5)	X105 (D445 only)	DRIVE CLiQ plug
Ethernet interface IE1/OP	X120	RJ45 socket
Ethernet interface IE2/NET	X130	RJ45 socket
Digital inputs/outputs	X122, X132	Micro Combicon 2x12-pin
Power supply connector	X124	Combicon 4-pin
PROFIBUS DP1 interface	X126	9-pin Sub-D socket
PROFIBUS DP2/MPI interface	X136	9-pin Sub-D socket
Measuring sockets (T0, T1, T2, and M)	X131 - X134	Sockets on the circuit board
BOP interface	BOP	8-pin
SIMOTION CF plug-in	X109	SIMOTION CF
Fan/battery module interface	X190	Fan/battery module

Fuente:<http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

Es también importante tener en cuenta que tipo de interfaces no pueden ser usadas por el modulo de control D 425, por esta razón en la siguiente tabla 17 se dan algunas especificaciones.

Tabla 17. Interfaces que no tiene el SIMOTION D425

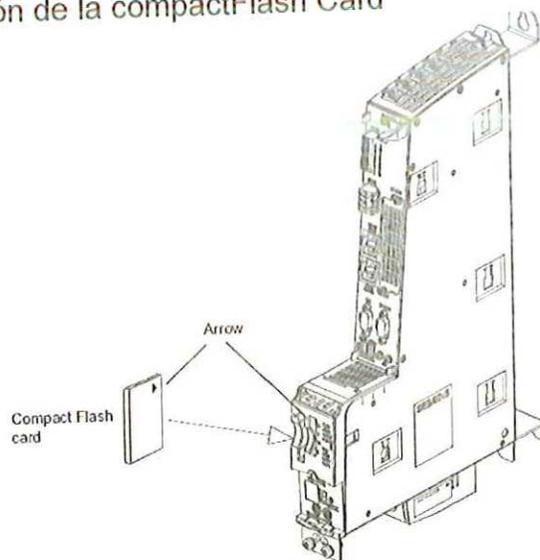
Interface name	Interface	Connector type
1. USB interface	X125	USB socket
2. USB interface	X135	USB socket
RS232 interface	X140	9-pin Sub-D pins

Fuente:<http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

COMPACTFLASH CARD es un componente obligatorio en todos los dispositivos de control debido a que el programa principal es almacenado allí. La tarjeta CompactFlash es también utilizado para almacenar los paquetes de tecnología y datos de usuario (programas, datos de configuración, asignaciones de parámetros).

La unidad central del SIMOTION y el software utilizado para el control de las unidades (firmware SINAMICS) están contenidos en la tarjeta CompactFlash. El diagnóstico del dispositivo (SIMOTION SCOUT) se utiliza para leer y visualizar la información de versión (número de serie, versión, denominación del tipo) de la tarjeta. En la figura 80 se aprecia la ubicación de la tarjeta.

Figura 80. Ubicación de la compactFlash Card



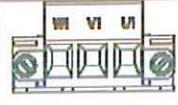
Fuente: <http://qeshmvoltage.com/Tech/drive/AC%20DRIVE/SINAMICS/SINAMICS%20S120.pdf>

## 7.2 SMART LINE MODULE (SINAMICS S120)

Este modulo se encarga de garantizar la alimentación de los módulos de control de potencia que controlan la posición y velocidad de los motores. La línea de alimentación de este dispositivo es trifásica. Esta alimentación pasa en primera instancia por el filtro de línea, luego pasa por el reactor de línea y por ultimo llega al Smart Line Module. (Ver ANEXO F).

En la tabla 18 se observa el bloque del terminal X1 del Smart Line Module, en la tabla 19 el terminal X21 de Smart Line Module y en la tabla 20 el terminal X22: Smart Line Module.

Tabla 18. Bloque del terminal X1 del SLM (5KW-10KW)

	Terminal	Technical specifications
	U1	Supply voltage: 480 V 3AC -10% to 480 V 3AC +10% (-15% < 1 min) at 47 Hz to 63 Hz Max. connectable cross-section: 6 mm <sup>2</sup> Type: Screw terminal 5 (see Connection Methods)
	V1	
	W1	
	PE connection	Threaded hole M5/3 Nm <sup>1</sup>

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

Tabla 19. Terminal X21: Smart Line Module

	Terminal	Name	Technical specifications
	1	DO: Ready	Checkback: smart line module ready The signal switches to high level when the following conditions have been met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronics power supply (X24) OK</li> <li>• DC link is pre-charged</li> <li>• Pulses enabled (X21.3/4)</li> <li>• No overtemperature</li> <li>• No overcurrent switch-off</li> </ul>
	2	DO: Pre Warning	Prewarning threshold overtemperature / I x t When 80% of the maximum temperature of the Smart Line Module is exceeded, a high signal is output.
	3	DI: Enable pulses	Voltage 24 V DC Current consumption: 10 mA Isolated input
	4	DI: Enable pulses ground	
Max. connectable cross-section: 1.5 mm <sup>2</sup> Type: Screw terminal 1 (see Spring-Loaded Terminals/Screw Terminals)			

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

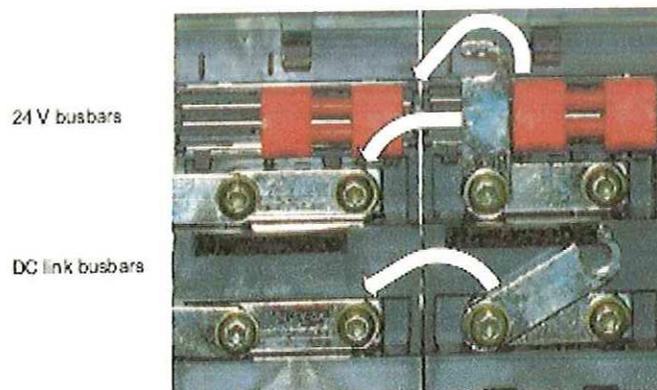
Tabla 20. Terminal X22: Smart Line Module.

	Terminal	Name	Technical specifications
	1	24 V power supply	Electronics power supply for controlling digital inputs X22.2 and 3.
	2	DI: Disable Regeneration	Deactivate feedback No power is supplied back to the network from the DC link. The regenerative energy of the motors may have to be reduced using a combination of the Braking Module and braking resistor.
	3	DI: Reset	Reset faults (positive edge)
	4	Ground	Electronic ground
Max. connectable cross-section: 1.5 mm <sup>2</sup> Type: Screw terminal 1 (see Connection Methods)			

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

La alimentación de los 4 controladores de potencia (SINGLE MOTOR MODULE), se lleva a cabo gracias a los puentes que se realizan desde el SMART LINE MODULE. Ha este dispositivo le llegarán las 3 líneas de alimentación y luego este distribuirá la energía a los demás módulos. (Ver ANEXO E). En la figura 81 se puede observar el modo de conexión entre los drivers de control.

Figura 81. Modo de conexión drivers de control



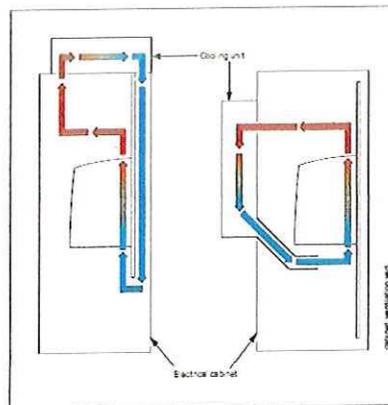
Fuente: [http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1).

### 7.3 SINGLE MOTOR MODULE (SINAMICS S120)

El Single Motor Module es el dispositivo encargado de controlar la potencia de cada uno de los motores que se encuentran en el sistema, esto incluye los dos servomotores, el motorreductor y el fibrotor. La tarea principal es controlar la velocidad y posición de estos, a su vez cuenta con una interfaz de comunicación de datos llamada DriveClick, por la cual se transmitirá la información que proviene del SMC20, que recibe la información de los servomotores para realizar el respectivo control. (Ver ANEXO H).

El equipo debe funcionar con un sistema de refrigeración ya se integrado al dispositivo o de forma externa, se utilizó un dispositivo de refrigeración, el cual garantiza una temperatura constante. Es importante tener en cuenta que el aire de refrigeración debe fluir a través de los componentes verticalmente desde la parte inferior (frío) hasta la superior (calor). De igual forma se debe garantizar que el aire caliente pueda escapar en la parte superior, como se ve en la figura 82. Se debe asegurar un espacio libre para la ventilación de 80mm por encima y por debajo de dispositivo.

Figura 82. Circulación del aire.



Fuente: [http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1)

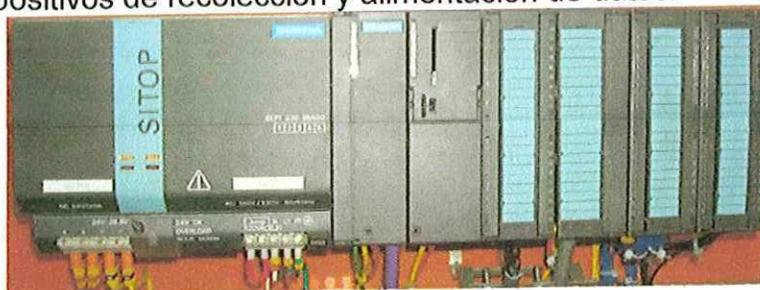
## 7.4 ALIMENTACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS PERIFERICOS

Tanto en construcción de instalaciones como de máquinas, cuando se utilicen controles eléctricos se tiene que disponer de una fuente de alimentación segura y fiable que suministre la energía al proceso. La seguridad funcional de controles eléctricos y, con ella, el funcionamiento confiable de instalaciones automatizadas está vinculada muy estrechamente con la seguridad operativa de la alimentación. Sólo en caso de funcionamiento seguro de ésta, los actuadores y los módulos de entrada y de salida reaccionan a las señales de mando.

Además de requisitos de seguridad, se plantean también exigencias como el rango de tolerancia de la tensión de salida y su ondulación base, además de requisitos especiales de compatibilidad electromagnética (CEM) de la fuente de alimentación (ver figura 83). Los puntos importantes para evitar problemas en el uso son, sobre todo:

- Un consumo pobre en armónicas
- Una reducida emisión de perturbaciones y
- Una inmunidad suficiente contra perturbaciones

Figura 83. Dispositivos de recolección y alimentación de datos.



Fuente: los autores

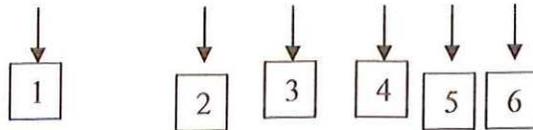
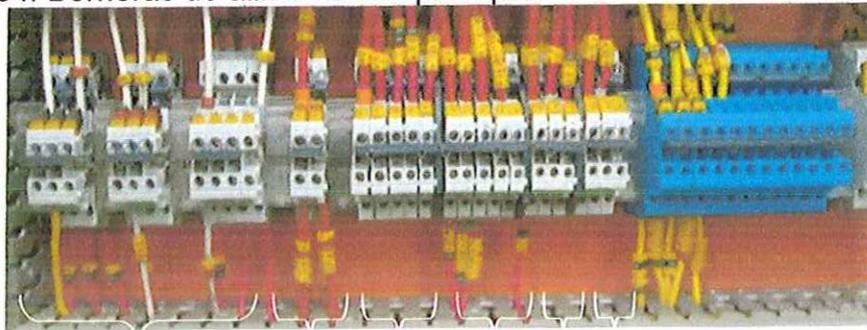


La fuente de poder SITOP garantiza la alimentación para cada uno de los módulos de recopilación de datos periféricos. Los módulos son: módulo Siwarex, módulo de entrada y salidas analógicas, módulo de entradas digitales y módulo de salidas digitales.

En la sección número 1, se encuentran la alimentación principal la cual proviene de los dos transformadores, es decir 110V y los 220V. Los 110V van a ser utilizados para la alimentación del sistema en general y los 220V van a ser utilizados específicamente para la alimentación del sistema de refrigeración. En la sección 2 se encuentran dos borneras que distribuirán la alimentación que proviene de la fuente de poder SITOP.

En las secciones 3, 4, 5 y 6 se encuentran las alimentaciones de 24V las cuales van a alimentar el tablero eléctrico, el tablero neumático, el tablero de mando, las entradas digitales, los sensores, los dispositivos de control, alarmas, etc. Por tal motivo se decidió dividir las alimentaciones en etiquetas llamadas: +E, +V, +S, +EV. Cada una de estas etiquetas tiene una protección diferente, puesto que cada sección diferente necesita una cantidad de potencia específica y así se protegen las otras áreas en caso de que una falle (Ver figura 84)

Figura 84. Borneras de alimentación principal



Fuente: los autores

A continuación se dará una explicación breve de cada una de las etiquetas:

+E: Alimentación entradas digitales centra y periferia.

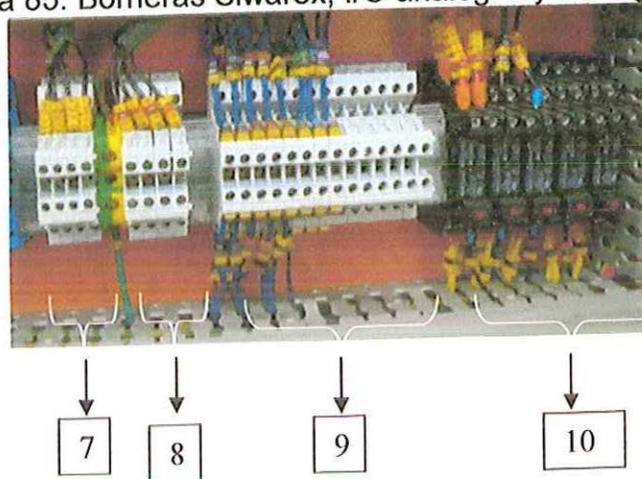
+V: Alimentación dispositivos generales.

+S: Alimentación salidas digitales y análogas.

+EV: Alimentación dispositivos de control periféricos.

En la figura 85 se muestran las borneras Siwax y seguido del diagrama se hace una explicación de cada una.

Figura 85. Borneras Siwarex, I/O análogas y I/O digitales.



Fuente: los autores

En la sección 7 se encuentran el bloque de borneras del modulo SIWAREX, en estas borneras se conecta la celda de carga la cual va hacer el sensado de la fuerza aplicado por la maquina al proceso, es decir la fuerza que se le aplicara al anillo ABS al momento de ensamblarlo a la junta fija. Sin embargo también se tiene una señal análoga generada desde el modulo de salidas análogas del PLC conectada al módulo SIWAREX utilizada para hacer una calibración rápida del sistema en caso de que se necesite.

Después de las borneras del modulo SIWAREX, continua las entradas y salidas análogas del sistema. En este se encuentran conectados el transductor de presión y la salida al modulo SIWAREX.

En la sección 9 se encuentran las entradas digitales las cuales van desde la entrada 0.0 hasta la entrada 3.0. En estas entradas van conectadas las alarmas por corto-circuito, alarma del sistema de refrigeración y señales de sensores magnéticos.

Se debe tener en cuenta que cada sección de borneras tiene una bornera de tierra física para evitar daños por sobre-voltaje.

#### 7.4.1 Fuente de almacenamiento SITOP

En la tabla 21 se muestran las características técnicas de la fuente de alimentación, especificando entrada y salida.

Tabla 21. Características técnicas fuente SITOP

Fuente de alimentación, tipo	50 A
Referencia	6EP1 336-3BA00
Entrada	mono o bifásica AC
Tensión nominal $U_{s, nom}$	120/230 V AC ajuste por puente de hilo integrado
Rango de tensión	88 a 132/176 a 264 V
Resistencia a sobretensiones	$2,3 \times U_{s, nom}$ , 1,3 ms
Puenteo de fallos de red con $I_{s, nom}$	> 20 ms con $U_s = 230$ V
Frecuencia nominal de red; rango	50/60 Hz; 47 a 63 Hz
Intensidad nominal $I_{s, nom}$	7,7/3,6 A
Limitación de intensidad de conexión (+25 °C)	< 60 A
$P_i$	< 0,9 A <sup>2</sup> s
Fusible de entrada incorporado	sí
Magnetotérmico (IEC 598) recomendado en la línea de alimentación	10 A carato, C (en conexión bifásica; magnetotérmico acoplado en 2 polos) o guardamotor 3RV1421-...
Salida	tensión continua estabilizada y aislada galvanicamente
Tensión nominal $U_s, nom$	24 V DC
Tolerancia total	± 3 %
• Compensación estática de red	aprox. 0,1 %
• Compensación estática de carga	aprox. 0,1 %
Ondulación residual (frec. conmut.: aprox. 60 kHz)	< 100 mV <sub>pp</sub> (tip. 30 mV <sub>pp</sub> )
Spikes (ancho de banda: 20 MHz)	< 200 mV <sub>pp</sub> (tip. 60 mV <sub>pp</sub> )
Rango de ajuste	24 a 28,8 V (max. 480 W)
Indicador de funcionamiento	LED verde para 24 V D.C.
Comportamiento en conexión/desconexión	Rebase transitorio de $U_s$ en aprox. 3 %
Retardo de arranque/subida de tensión	< 0,1 s / < 50 ms
Intensidad nominal $I_s, nom$	20 A
Rango de intensidad	0 a 20 A
• hasta +15 °C	0 a 20 A
• hasta +60 °C	0 a 20 A
UI din. en caso de	Intensidad constante, aprox. 23 A
• arranque contra cortocircuito	tip. 60 A durante 25 ms
• cortocircuito en funcionamiento	sí, 2 fuentes (característica conmutable)
Possibilidad de conexión en paralelo para incrementar la potencia	

Fuente: [http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1)

Todas las unidades o estaciones de E/S distribuidas de la gama SIMATIC ET 200 pueden conectarse a PROFIBUS DP; y algunas, como ET 200S, pueden conectarse a PROFINET. Se utilizan para conectar variados dispositivos de campo al sistema de control industrial, tales como accionamientos,

interruptores, sensores, pulsadores, indicadores luminosos, posicionadores de válvula.

SIMATIC ET 200 ofrece una completa gama de productos para satisfacer las necesidades de cualquier aplicación: ET 200M con diseño multicanal, ET 200S para E/S con granularidad de bit y módulos de función, ET 200iSP para aplicaciones en atmósferas explosivas, ET 200pro para alto grado de protección IP65/67 y ET 200eco con diseño económico y protección IP65.

Los módulos están diseñados para mantenimiento rápido a fin de reducir al mínimo los costos del operador. La potente función de diagnóstico del sistema proporciona información de búsqueda de averías a distintos niveles en función de los módulos utilizados:

- A nivel del estación de E/S, incluida la comunicación a través de bus;
- A nivel de módulo;
- A nivel de canal para el circuito del sensor.

Esto significa que las averías se detectan inmediatamente y pueden resolverse con facilidad, lo que permite reducir los costos de servicio técnico y mantenimiento.

#### **7.4.1.1 ET-200S**

En la figura 86 se muestra un dispositivo que se encarga de recopilar información y enviarla a través de la red Profibus al controlador principal.

Figura 86. Periferia descentralizada ET-200S

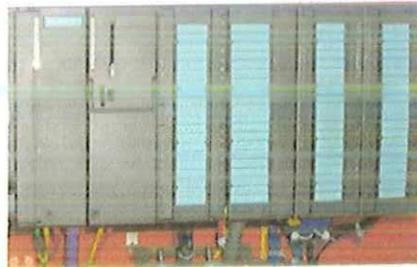


Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

#### 7.4.1.2 IM153-1

El modulo Siwarex, modulos de entradas y salidas análogas y el modulo de entradas y salidas digitales se pueden observar en la figura 87.

Figura 87. Periferia descentralizada IM153-1.



Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

### 7.5 RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA ELECTRICO, DE CONTROL Y DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Se realizo el diseño y construcción de los planos eléctricos con un 100% de cobertura. Para la prensa de ensamble de anillo ABS se diseñaron 52 planos, donde se incluyen las conexiones de cada uno de los dispositivos de transformación, protección, control y comunicación de datos. (Ver tabla22)

Tabla 22. Diseño y construcción de planos

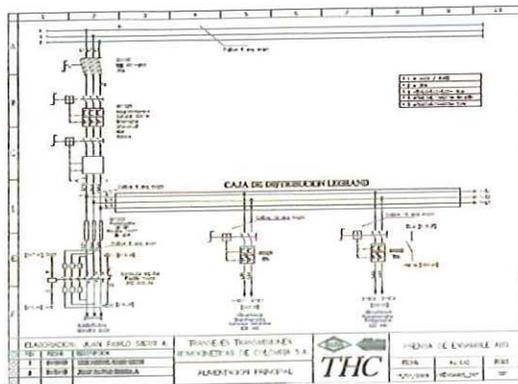
<b>DISEÑO Y CONTRUCCION DE LOS PLANOS ELECTRICOS DE LA PRENSA DE ENSAMBLE DE ANILLOS ABS</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Número del Plano</b>	<b>Alcance</b>
Sistema eléctrico	Alimentación y protección principal	Transformadores	2	100%
		Breakers con alarmas	2	100%
		portafusibles	1	100%
	Modulo de seguridad	pulsador inicio de ciclo	35	100%
		paro de emergencia	36	100%
	Acondicionador de señales	Filtro de línea	4	100%
		Reactor de línea	4	100%
		Dispositivo amplificador y de aislamiento	20	100%
		Acondicionador y conversor SMC-20	6	100%
		Interfaz Drive-Cliq	10	100%
		Conectores entrantes	44	100%
	Sistema de control	Controlador principal	PLC Simotion D425	11
Modulo de potencia		Smart Line Module	4	100%
Drive		Single Motor Module	5	100%
Recopilación de datos		Periferia descentralizada	18	100%
Fuente de alimentación		Fuente SITOP	3	100%
HMI		Pantalla touch	27	100%
sensores del proceso	<b>Ensamble de anillo ABS</b>	<b>Celda de carga</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>
	Presencia de junta fija	Sensor fotoeléctrico	16	100%
	Presión del sistema neumático	Sensor de presión	20	100%
	Sistema posicionador	sensor de posición de pieza	5	100%
Comunicación de datos (Profibus)	Armario principal	Controlador Simotion D425	52	100%
		Modulo IM153-1	52	100%
	Armario neumático	ET 200S-SC	52	100%
	Armario de mando	ET 200S-SC	52	100%
	Pantalla	Pantalla Touch	52	100%

Fuente: los autores

El diseño y construcción de los planos se realizo teniendo en cuenta lo establecido por el Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI). En la norma se encuentra consensuada la simbología que satisface una gran cantidad de aplicaciones industriales, donde los símbolos y designación

permiten tener herramientas de diseño, identificar dispositivos, siendo un medio específico para comunicar conceptos, hechos, instrucciones y conocimientos. Para la elaboración de los planos se conto con la norma ANSI 14 15 (norma de diagramas eléctricos) y con la norma ANSI 32.2 y 32.9 (normas de símbolos eléctricos). En la figura 88 se observa el plano número 1 de la maquina, en donde se encuentran los diferentes dispositivos eléctricos y sus respectivos esquemas de conexión.

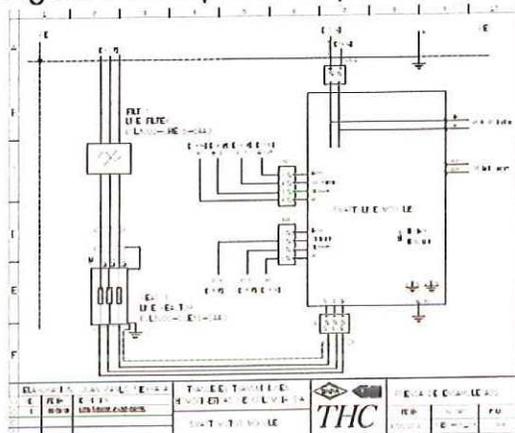
Figura 88. Plano 1



Fuente: los autores

Existen ciertos dispositivos que no estaban estipulados dentro de la norma, por tal motivo se tubo en cuenta los esquemas de conexión que el proveedor presenta para cada uno de los dispositivos. En la figura 89 se muestra el esquema del dispositivo SMART LINE MODULE de Siemens y la respectiva acometida eléctrica que se utilizó.

Figura 89. Esquema dispositivo SMART LINE MODULE

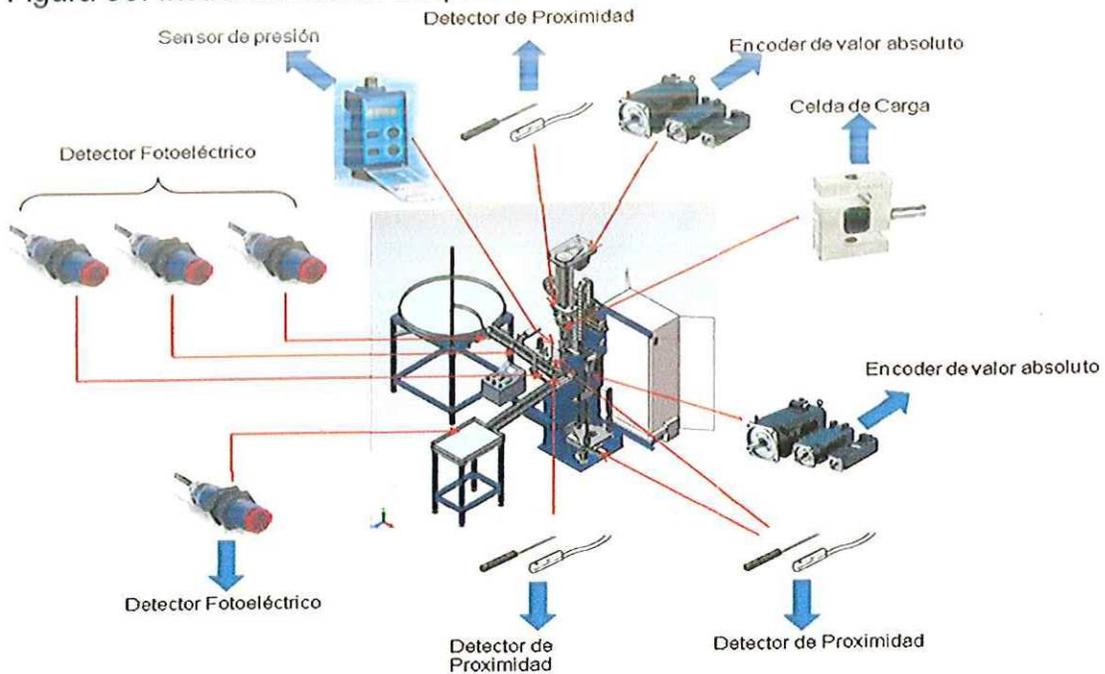


Fuente: los autores

## 8 INSTRUMENTACION (SENSORES)

En la figura 90 se observan los sensores implementados en la prensa de ensamble de anillos ABS.

Figura 90. Instrumentación del proceso.



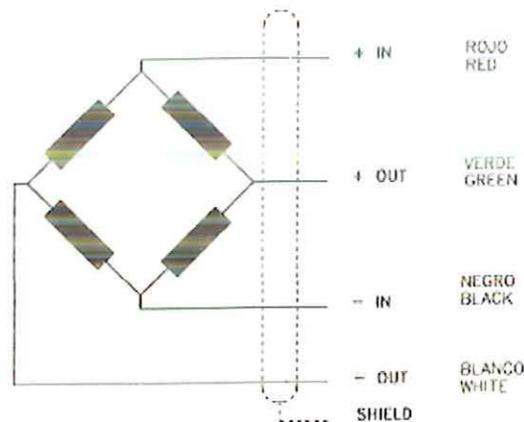
Fuente: los autores

### 8.1 SENSOR DE CELDA DE CARGA

La celda de carga es el sensor utilizado para saber la cantidad de fuerza exacta que nos esta proporcionando el tornillo de bolas, ya que con esta medida podemos controlar la presión que se va ejercer sobre el anillos ABS al momento de ensamblarlo a la junta fija.

La celda de carga está compuesta de cuatro galgas extensiométricas las cuales son las encargadas de recibir la compresión y la tracción que ejerce el tornillo de bolas. Estas galgas están montadas en forma de puente de Wheatstone, y están distribuidas en toda el área de la celda de carga tal como se muestra en la figura 91.

Figura 91. Esquema de conexión de celda de carga.



Fuente: [www.caipe.com](http://www.caipe.com)

En el momento de detectar una compresión o una tracción su circuito acondicionador de señal interno actúa, haciendo una diferencia de voltajes y enviando esta señal al controlador para que de acuerdo a esa información actúe.

La celda de carga modo Z (tracción y compresión) posee tamaño compacto, construcción muy robusta, es cuidadosamente balanceada y mantiene buen rechazo de cargas excéntricas o laterales, en condiciones adversas de operación. En la tabla 23 se encuentran las características generales de la celda de carga.

Tabla 23. Características generales.

Capacidad de Nominal - kg	250, 500, 1.000, 2.000, 5.000
Material	Aço Cr/Ni/Mo Níquel químico / Aço inox
Sensibilidad de mv/v	2 +/- 0,1%
Error combinado - % salida nominal	< 0,03
Creep de capacidad de nominal - % salida nominal	20 min: < 0,03 8 hs: < 0,05
Cero inicial - % salida nominal	+/- 1
Temperatura de trabajo útil - °C	- 5 a + 60
Temperatura de trabajo compensada - °C	0 a + 50
Error excentricidad de conformidad OIML	> 5000 divisiones
Efecto de la temperatura- ppm/°C de la salida nominal	En cero: <30 En la calibración: <10
Máx. sobrecarga s/ alteraciones - % cap. nominal	150
Sobrecarga de ruptura - % cap. nominal	300
Excitación VCC o VCA	máxima: 15 recomendada: 10
Resistencia eléctrica entrada - ohms	400 +/- 10
Resistencia eléctrica salida - ohms	350 +/- 1
Resistencia de aislación (50 VCC máx.) - megaohms	> 5.000
Deflexión máxima - mm a cap. nominal	< 0,3
Grado de protección (IEC 529)	IP67

Fuente: [www.caipe.com](http://www.caipe.com)

## 8.2 sensores FOTOELECTRICOS OSICONCEPT OSIRIS XUB

Los sensores fotoeléctricos OSIRIS XUB de telemecanique se encuentran ubicados en 4 puntos estratégicos para la detección de la junta fija. En primer sensor OSIRIS se encuentra ubicado en la rampa de acceso de la junta fija.



Se encuentra ubicado aquí ya que nos va a permitir tener un control sobre la cantidad de junta fijas que se encuentra sobre la mesa rotativa. El segundo sensor OSIRIS se encuentra en la parte intermedia en la rampa de acceso. Este sensor se encargara de informar la presencia o no de la junta fija para que el dispositivo dosificador permita el paso de la pieza a ensamblar. El tercer sensor OSIRIS se encuentra ubicado en el tope final. Este sensor indicara la presencia de la junta fija, para que posteriormente el sistema de localización o gripper, toma la pieza y la ubica, para ensamblar el anillo ABS.

El cuarto sensor OSIRIS se encuentra en la mesa de salida. Este se encuentra ubicado aquí, para controlar la cantidad de ensambles y de esta forma evitar que la mesa se llene y pueda afectar el desempeño del proceso.

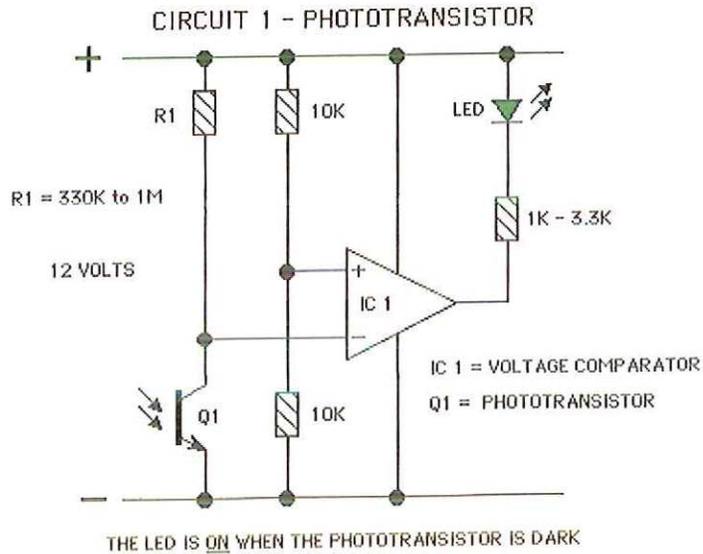
Este sensor funciona emitiendo un rayo infrarrojo el cual es reflejado mediante un accesorio similar a un espejo, si el rayo emitido es detectado de regreso, significa que no hay presencia de ningún objeto; de haber algún material u objeto el rayo emitido será obstruido por dicho objeto y este nunca será recibido.

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo eléctrico que responde a los cambios en la intensidad de la luz. Este requiere un emisor (quien genera luz) y un receptor (el cual ve la luz desde el emisor)

En la figura 92 que se muestra a continuación se observa el circuito interno del fototransmisor.

Figura 92. Circuito interno fototransistor

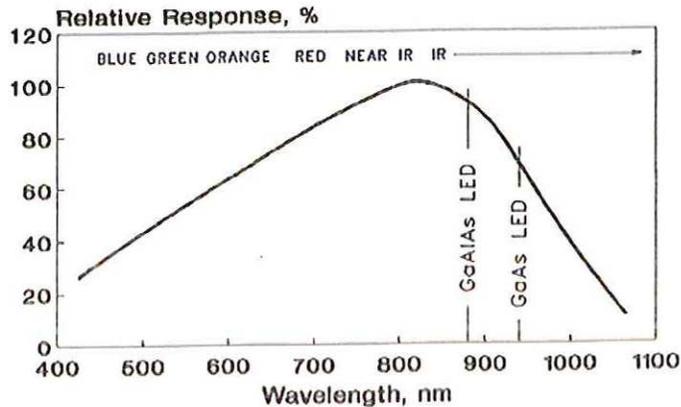
**BASIC PHOTOTRANSISTOR - DETECTOR CIRCUIT**  
 ©ROB PAISLEY 2005      Basic Photo Detector Trans 05



Fuente: [www.telemecanique.com](http://www.telemecanique.com)

La salida del fototransistor es dependiente de la longitud de onda de la luz incidente. Estos dispositivos responden a la luz en un rango de longitudes de onda cercano a UV, pasando por el rango visible y el infrarrojo cercano. El pico de respuesta espectral está en el infrarrojo cercano en aproximadamente 840nm. (Ver figura 93)

Figura 93. Respuesta en frecuencia.



Fuente: [www.telemecanique.com](http://www.telemecanique.com)

### 8.3 SENSOR DE PRESION TELEMECANIQUE

Los detectores universales XML-F son presóstatos de intervalo regulable para controlar 2 umbrales equipados con una salida estática (configurable NPN o PNP, de apertura NC o cierre NA), y con una salida analógica 4 - 20 mA ó 0 - 10 V. Disponen de la función de diagnóstico manual. Este dispositivo nos ayudara a controlar la presión de la línea de aire, y en dado caso de que esta no esté funcionando correctamente se enviara una señal al controlador principal que detendrá el sistema.

Los detectores de presión electrónicos tipo XML-F se caracterizan por su célula de medida de presión de cerámica. Se utilizan para controlar la presión de aceites hidráulicos, agua dulce, agua de mar, aire y fluidos corrosivos hasta 600 bares.

El usuario puede, gracias a los tres menús disponibles:

- Configurar (menú "PROG") las distintas funciones de los aparatos (y además realizar las operaciones descritas en el menú "USER" más adelante),

- Realizar (menú "USER") las operaciones de diagnóstico y, para los presostatos, las operaciones de ajuste de los parámetros de consigna de presión,
- Leer (menú "READ") toda la información de configuración y de los ajustes de los menús "PROG" y "USER".

#### **8.4 SENSOR DE POSICION. (ROTATIVO: ENCODER)**

La prensa de ensamble de anillos ABS posee dos servomotores Siemens, cada uno de estos motores posee un encoder. El servomotor principal se encuentra ubicado en la parte superior de la máquina ya que va estar acoplado mediante una correa dentada asíncrona al tornillo a bolas encargado de recoger y ensamblar en anillo ABS a la junta fija. Es necesario conocer tanto la posición como la velocidad de este dispositivo para poder realizar de forma correcta el ensamble del dispositivo.

El segundo servomotor también esta acoplado a un tornillo a bolas mediante una correa dentada. La función de este servomotor es recoger los anillos ABS para que posterior mente sean tomados por un imán que se encuentra acoplado al tornillo a bolas del primer servomotor.

Respecto a los encoders incrementales, los encoders absolutos muestran importantes diferencias desde el punto de vista funcional. Mientras en los encoders incrementales la posición esta determinada por el cómputo del número de impulsos con respecto a la marca cero, en los encoders absolutos la posición queda determinada mediante la lectura del código de salida, el cual es único para cada una de las posiciones dentro de la vuelta. Por consiguiente los encoders absolutos no pierden la posición real cuando se corta la alimentación (incluso en casos de desplazamientos), hasta un nuevo

encendido (gracias a una codificación directa en el disco), la posición esta actualizada y disponible sin tener que efectuar, como en el caso de los incrementales la búsqueda del punto cero. En la tabla 24 se observan los datos técnicos correspondientes al sensor de posición y en la tabla 25 los pines de conexión respectivamente.

Tabla 24. Datos técnicos del Encoder

Properties	Absolute encoders EnDat (A-2048)
Mech. limiting speed	12000 RPM
Operating voltage	5 V ± 5 %
Power consumption	max. 300 mA
Resolution, incremental (periods per revolution)	2048
Absolute resolution (coded revolutions)	4096
Incremental signals	1 V <sub>pp</sub>
Serial absolute position interface	EnDat
Angular error	± 40°

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

Tabla 25. Pines de conexión del Encoder.

PIN No.	Description of the signals	When viewing the plug-in side (pins)
	Connector size 1 for 1FK702□ to 1FK710□	
1	A	
2	A*	
3	data	
4	not connected	
5	clock	
6	not connected	
7	M encoder	
8	+1R1	
9	-1R2	
10	P encoder	
11	B	
12	B*	
13	data*	
14	clock*	
15	0 V sense	
16	5 V sense	
17	not connected	

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic->

Los detectores de proximidad de Festo han sido concebidos especialmente para funcionar de modo óptimo en combinación con los actuadores de Festo. Estos detectores se montan directamente en el actuador o utilizando conjuntos de elementos de fijación. Para funcionar, los detectores utilizan un imán permanente montado en el actuador del embolo.

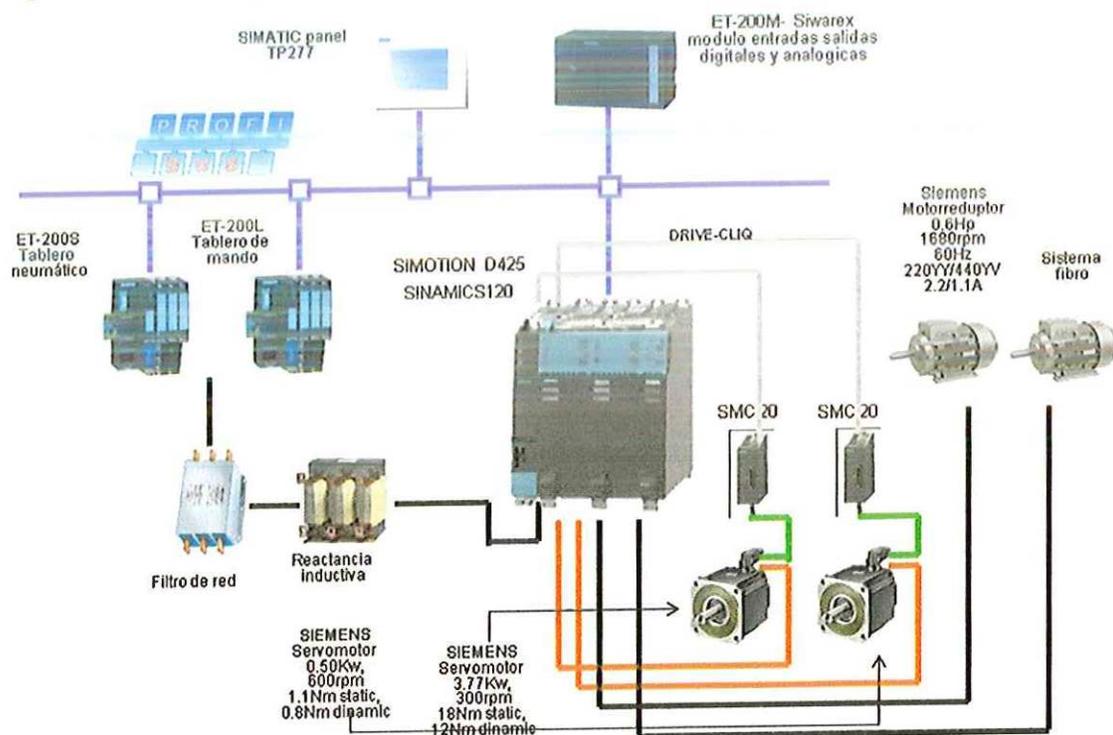
El detector de posiciones se ajusta mecánicamente en el actuador y se fija en la posición deseada. Una vez que el émbolo del actuador alcanza nuevamente esa posición, cambia el estado de la señal de conmutación.

- Con cable o conector tipo clavija
- Contacto normalmente abierto
- 24 V DC
- Conexión lateral o axial
- El estado de conmutación se indica mediante diodo luminoso.
- La ranura está integrada en el actuador o en el conjunto de elementos de fijación
- Diseño pequeño y compacto
- Montaje y puesta en funcionamiento sencillo
- Montaje de detectores a ras en la ranura
- Montaje directo o con conjunto de elementos de fijación

## 9 SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS

La prensa de ensamble de anillos ABS cuenta con un sistema de comunicación y transmisión de datos. Este sistema posee una serie de dispositivos que van desde un controlador principal hasta dos periferias descentralizadas y una pantalla touch (HMI). Todos estos dispositivos son de control pero cada uno cumple una tarea específica. Este proceso posee dispositivos maestros y otros esclavos. La comunicación entre estos dispositivos es muy importante, puesto que cada dispositivo de control tiene una acción local en la maquina, y se necesitan transmitir datos precisos y rápidos al siguiente controlador (Ver figura 94).

Figura 94. Sistema de comunicación y transmisión de datos.

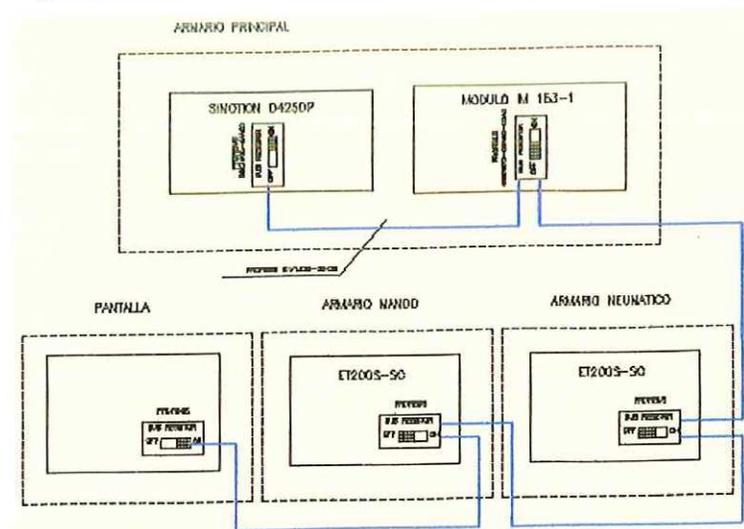


Fuente: los autores

Existen diferentes formas de hacer esta comunicación de datos, una de las más utilizadas en la industria es el PROFIBUS para este tipo de aplicaciones puesto que reduce cableado y para las distancias que vamos a necesitar, es suficiente con este estándar de comunicación, sin embargo se tuvieron en cuenta otros estándares para la comunicación en el proyecto, tales como PROFINET Y ETHERNET.

Es importante tener en cuenta que no todos los dispositivos utilizados en el proyecto tenían un conector capaz de comprender el protocolo de Ethernet, por lo cual no se vio necesario utilizar este tipo de comunicación. Al igual se analizó el sistema de comunicación Profinet y se decidió que este no era el más conveniente puesto que el costo de este cable es más elevado comparado con el de profibus. En la siguiente figura se encuentra la red Profibus del sistema, la cual comunica cada uno de los dispositivos de control del proceso (Ver figura 95).

Figura 95. Sistema de comunicación profibus.



Fuente: los autores



## 10 CONCLUSIONES

- Se realizó el ensamble y construcción del sistema mecánico se obtuvo un alcance del 85% del objetivo. La prensa de ensamble de anillos ABS estaba compuesta de 178 piezas de las cuales 28 fueron modificadas debido a la existencia de errores en los componentes. De un 100% del total de las piezas se modificó el 15.9%, en donde el 3.4% fueron modificaciones a planos ya existentes y el 12.5% fueron errores en la fabricación de estos, por tal motivo fue necesaria su inmediata devolución.
- Se realizó el ensamble y construcción del sistema neumático en su totalidad. En el proceso de ensamble del sistema no se presentó ningún inconveniente significativo, ya que se hizo previamente un diseño en Solid Works que facilitó la distribución de los dispositivos dentro del tablero neumático.
- Se realizó el ensamble y construcción del sistema eléctrico, de control y de comunicación de datos de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS, se obtuvo un 100% del alcance del objetivo. Para obtener este resultado fue necesario contar con la respectiva información de cada uno de los componentes, seguidamente se diseñó y construyó los planos eléctricos.



- Se elaboró un informe técnico y la respectiva documentación de la prensa servocontrolada para el ensamble de anillos ABS, dando como resultado un alcance del 100% del objetivo planteado.
- Se diseñó y construyó en su totalidad 52 planos eléctricos de la prensa de ensamble de anillos ABS, obteniendo como resultado un alcance del 100%. Para la elaboración de los planos se tuvo en cuenta lo establecido por el Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI), específicamente la norma ANSI 1415 (norma de diagramas eléctricos) y la norma ANSI 32.2 y 32.9 (normas de símbolos eléctricos).
- Se realizó un acompañamiento para la puesta en marcha de la prensa servocontrolada para el ensamble de juntas fijas de ejes homocinéticos, brindando soporte en lo referente al montaje de los dispositivos de seguridad, solución de errores mecánicos, neumáticos y de conexiones eléctricas.
- Se realizaron 198 ensambles con el área de producción para garantizar el buen funcionamiento de la máquina. De los 198 ensambles únicamente presentó problema 3 de estos, debido a fallas externas en los componentes. Gracias a estos resultados el área de producción dio su aprobación para la entrada de esta máquina a la línea de ensamble. La aprobación se dio gracias a que se presentó un error menor al 2% del total de piezas ensambladas.



- Se desarrolló y documentó dos prácticas en los bancos de pruebas, con el objetivo de evaluar los conocimientos en neumática del personal aspirante a cargos del área.
- El montaje de los sistemas mecánicos de la prensa de anillos ABS, presentó un retraso debido a errores de fabricación en las piezas ya que las dimensiones y terminaciones realizadas en los componentes no cumplían con lo establecido en los planos.
- El montaje del tablero neumático se realizó satisfactoriamente, gracias al previo diseño en solid Works con cada uno de los componentes, facilitando la distribución de los mismos dentro de este tablero.
- Se ajustó manualmente el flujo de aire para cada uno de los actuadores neumáticos FESTO, con el fin de ajustar la velocidad de salida y entrada para eliminar movimientos bruscos de los sistemas de la maquina.
- Al seleccionar la correa dentada se verificó en solid Works el ensamble del sistema de transmisión. Esto se hizo para verificar que las dimensiones eran las adecuadas.
- Al realizar el nuevo diseño del tablero de mando se pudo hacer una simulación de los materiales para observar deformaciones con ayuda cosmosworks, para validar y seleccionar la mejor opción ahorrando tiempo y dinero.



- Para la prensa de ensamble anillos ABS se implementaron varios sistemas de seguridad que garantizan el correcto funcionamiento de la maquina y previenen un daño grave causado por la faya de un componente eléctrico o mecánico.
- La práctica empresarial se obtuvo una valiosa experiencia en el campo laboral y humano. Durante este proceso de aprendizaje se adquirieron conocimientos en desarrollo de proyectos, implementación de tecnologías para la automatización de procesos industriales, búsqueda y manejo de la información, selección de dispositivos a implementar y experiencia en el manejo de herramientas ingenieriles como Autocad y SolidWorks.



## 11 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la lubricación de cada uno de los sistemas mecánicos (husillos, patines) para prolongar el tiempo de vida previniendo posibles daños por desgaste.
- En el momento de desarrollar un proyecto es necesario que dentro del cronograma de actividades exista un tiempo asignado a los problemas inesperados, puesto que a veces ocurren problemas ajenos a los realizadores del proyecto tales como: Retraso en la entrega de materiales, existencia de materiales defectuosos o retraso por parte de los contratistas.



## 12 BIBLIOGRAFÍA

- [1.] DANA TRANSEJES COLOMBIA. retrofit torno mavor.  
[Bucaramanga], 2007. 500p. Línea de mecanizado de trípodes.
- [2.] Frenos ABS. Albert Martí Parera. MARCOMBO. Barcelona, 1993. .  
Disponibile en Web: [http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+\(Albert+Mart%C3%AD+Parera\).pdf](http://semanatematica.wikispaces.com/file/view/Frenos+ABS+(Albert+Mart%C3%AD+Parera).pdf)
- [3.] Optibelt, ZRS optibelt ZRS V-G grooved pulleys for taper bushes and cylindrical holes [en línea]. Polea motriz e inducida [Sabadell, España], Rois de Corella, 2006. Disponible en Web:  
<http://www.optibelt.com/index.php?id=454&L=25>
- [4.] Thomson, Movotrak T90 and T130 [en línea]. Linear actuators [Kristianstad, Suiza], 2009. Disponible en Web: <  
[http://www.tollo.com/cd/movotrak\\_t90\\_t130.htm](http://www.tollo.com/cd/movotrak_t90_t130.htm)>
- [5.] Festo, catalogo unidad mantenimiento [en línea]. Unidades de mantenimiento MS [Bogotá, Colombia], 2008. Disponible en Web:  
[http://www.festo.com/INetDomino/coorp\\_sites/es/d0677e5a1637625cc1256d900030847d.htm](http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/d0677e5a1637625cc1256d900030847d.htm)
- [6.] Festo, catalogo válvulas [en línea]. Válvulas CPV14 [Bogotá, Colombia], 2008. Disponible en Web: <  
<http://www.festo.com/ext/es/3821.htm>>
- [7.] Festo, catalogo de neumatica [Digital]. Catalogo productos festo [Esslingen, Berkheim]. Version programa 10./ 2004.



- [8.] Rexroth bosch group, Ball Rail Systems, Rexroth Linear Motion Technology [en línea]. tob peoit, [Ucrania], 2004 Disponible en Web:  
<[http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en\\_2202\\_2004\\_06\\_ball\\_rail.pdf](http://refit.com.ua/files/u1/bosch/r310en_2202_2004_06_ball_rail.pdf)>
- [9.] FIBROTOR Mesa divisora electromecánica [en línea]. [Alemania], 2010. Disponible en Web:  
[http://www.fibro.de/standard/\\_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm](http://www.fibro.de/standard/_fibrotor/deutsch/spanisch/tor02.htm)
- [10.] Rexroth bosch group, Precision Ball Screw Assemblies Linear Motion and Assembly Technologies [USA], 2009 Disponible en Web:  
[http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL\\_SCREW.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/BALL_SCREW.pdf)
- [11.] Torque de servicio para pernos milimétricos, Comper, Compañía Pernos del Peru .SRL, [Peru], 2007 Disponible en Web:  
<<http://www.compersrl.com/tabla3.html>>
- [12.] Siemens, equipment manual 07/2007 edition [en línea]. Sinamics S120 AC drive [Munich, Alemania] Wittelsbacherplatz 2, 2009. Disponible en Web:  
[http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1). Febrero 29 del 2010.
- [13.] Telemecanique, catalogo porta fusible [en línea]. Protection components [northamptonshire, Reino unido], Corby, 2006. Disponible en Web:  
<<http://docseurope.electrocomponents.com/webdocs/0b83/0900766b80b83261.pdf>>. Febrero 29 del 2010.



- [14.] Transdutec, Célula de carga de compresión [en línea]. Datos técnicos [Barcelona, España], 2009. Disponible en Web: <http://www.transdutec.com/CP-2.htm>. Marzo 8 del 2010.
- [15.] Telemecanique, sensor de proximidad [en línea]. Sensor fibra óptica [munich, Alemania] Wittelsbacherplatz 2, 2009. Disponible en Web: <http://www.schneiderelectric.com.co/modulos/downloads/archivos/CO/t elemecanique.pdf>>. Marzo 18 del 2010.
- [16.] Siemens, equipment manual 07/2007 edition [en línea]. Sinamics S120 AC drive [Munich, Alemania] Wittelsbacherplatz 2, 2009. Disponible en Web: [http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS\\_0707\\_E/IH1.pdf?p=1](http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINAMICS_0707_E/IH1.pdf?p=1). Marzo 23 del 2010.
- [17.] Telemecanique, operating principle [en línea]. Safety relay for monitoring EMERGENCY STOP circuits [munich, alemania] Wittelsbacherplatz 2, 2009. Disponible en Web: <<http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/00bd/0900766b800bd1a6.pdf>> f> Marzo 26 del 2010.
- [18.] Norma AWG para conductores eléctricos. Instalación eléctrica de red cableada. Sena. 2008. 3p. Disponible en Web: <<http://www.scribd.com/doc/7495842/NORMA-AWG>>
- [19.] Manual electrotécnico. Telesquemario telemecanique. Tecnologías de control industrial. Disponible en Web: <<http://www.telemecanique.com>>. 1999.



- [20.] Sensores para la automatización de la producción. Simatic sensors. Catalogo FS 10.2007. Catalogo de sensores siemens. Disponible en Web: <<http://www.siemens.com>>. 2007.
- [21.] Especificaciones de las celdas de carga. Caipe automatización. Manua de tecnologías de control industrial. Disponible en Web: <<http://www.caipe.com>>. 2005.



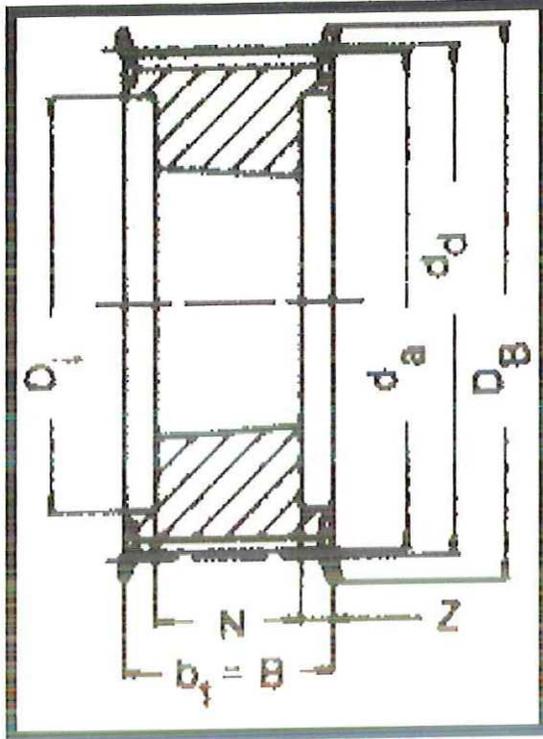
## ANEXO A

### TORQUE DE SERVICIO PARA PERNOS MILIMÉTRICOS Libras – Metro

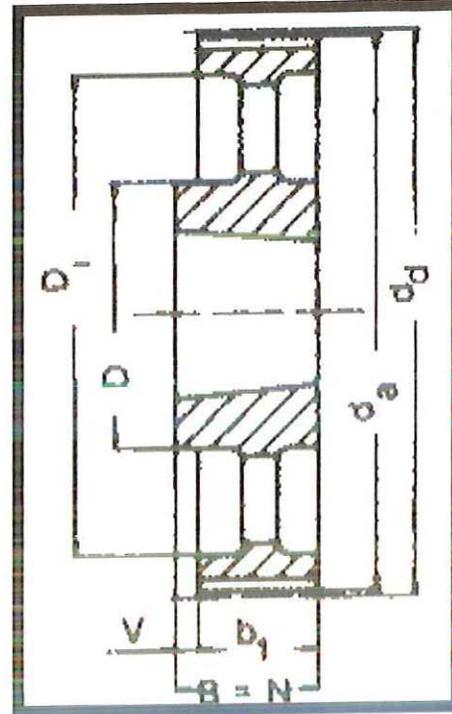
Diámetro nominal	Paso de la rosca	Clase de Resistencia					
		5.8		8.8		9.8	
5	0,8	2.0	2.6	3.0	3.8	4.2	5.7
6	1	3.4	4.4	5.0	6.7	7.3	9.9
7	1	5.4	7.4	8.1	11.0	12.0	16.2
8	1	9.0	11.8	13.3	17.7	19.2	25.8
8	1,25	8.1	11.0	11.8	16.2	17.0	23.6
10	1	17.7	24.4	26.6	36.0	39.1	53.0
10	1,25	17.0	22.9	25.1	34.7	37.0	50.0
10	1,5	15.5	21.4	23.6	32.5	34.7	48.0
12	1,25	30.2	4.3	45.0	62.0	66.4	90.8
12	1,5	28.8	38.4	43.5	59.0	63.5	86.3
12	1,75	26.6	37.0	41.0	56.0	30.0	82.0
14	1,5	48.0	65.0	71.6	97.4	105.0	143.0
14	2	43.5	59.0	66.0	89.0	96.7	131.0
16	1,5	73.0	99.6	110.0	150.0	162.0	220.0
16	2	67.2	92.0	102.0	139.5	151.0	205.0
18	1,5	106.3	146.0	11161.0	219.0	236.2	321.7
18	2,5	93.0	128.0	141.0	192.6	207.4	283.0
20	1,5	148.4	203.0	224.4	306.0	329.0	449.0
20	2,5	133.0	181.0	200.0	273.0	295.0	401.0
22	1,5	202.0	275.0	304.0	415.0	446.0	610.0
22	2,5	183.0	249.0	275.0	376.0	404.0	552.0
24	2	251.0	342.0	379.0	517.0	556.0	758.0
24	3	229.0	311.0	345.0	470.0	506.0	691.0
27	3	339.0	462.0	511.0	697.0	751.0	1023.0

ANEXO B.

ESPECIFICACIONES POLEA OPTIBELT



CONDUCTORA

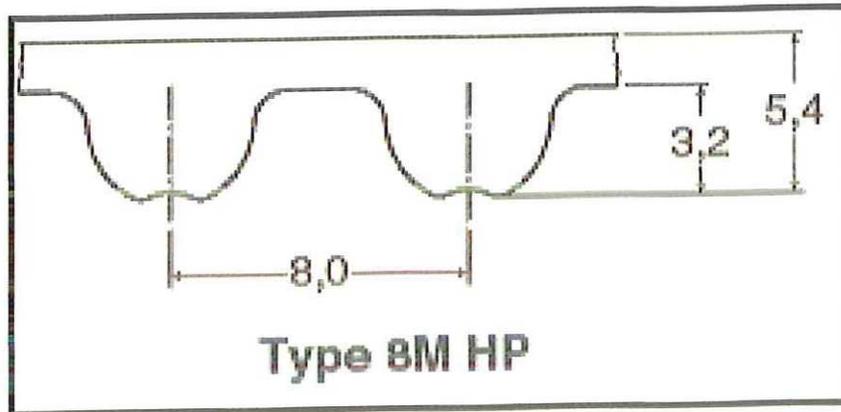


CONDUCTIDA

PERFIL 8M - PASO 8mm (ANCHO DE CORREA 30MM)

Denominación	No. de dientes	Vers.	material	$d_d$ (mm)	$d_a$ (mm)	$D_2$ (mm)	$b_1$ (mm)	B (mm)	N (mm)	V (mm)	Z (mm)	D (mm)	$D_1$ (mm)	casquillo conico	peso casquillo Kg
TB 44-8M-30	44	4F	GG	112,05	110,67	119,0	38	38	32	—	3	—	91	2012	1,33
TB 48-8M-30	48	4F	GG	122,23	120,86	127,0	38	38	32	—	3	—	95	2012	1,78
TB 56-8M-30	56	4F	GG	142,60	141,23	148,0	38	38	32	—	3	—	117	2012	3,76
TB 64-8M-30	64	8F	GG	162,97	161,60	168,0	38	45	45	7	—	125	—	2517	4,20
TB 72-8M-30	72	8WF	GG	183,35	181,97	192,0	38	45	45	7	—	125	158	2517	4,30
TB 80-8M-30	80	8W	GG	203,72	202,35	—	38	45	45	7	—	125	180	2517	4,60
TB 90-8M-30	90	8A	GG	229,18	227,81	—	38	45	45	7	—	125	204	2517	5,00
TB 112-8M-30	112	8A	GG	285,21	283,83	—	38	45	45	7	—	125	260	2517	6,20
TB 144-8M-30	144	8A	GG	366,69	365,32	—	38	45	45	7	—	125	341	2517	9,00

**ANEXO C.  
ESPECIFICACIONES CORREA OPTIBELT**

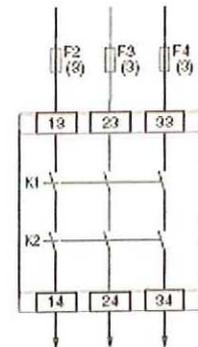
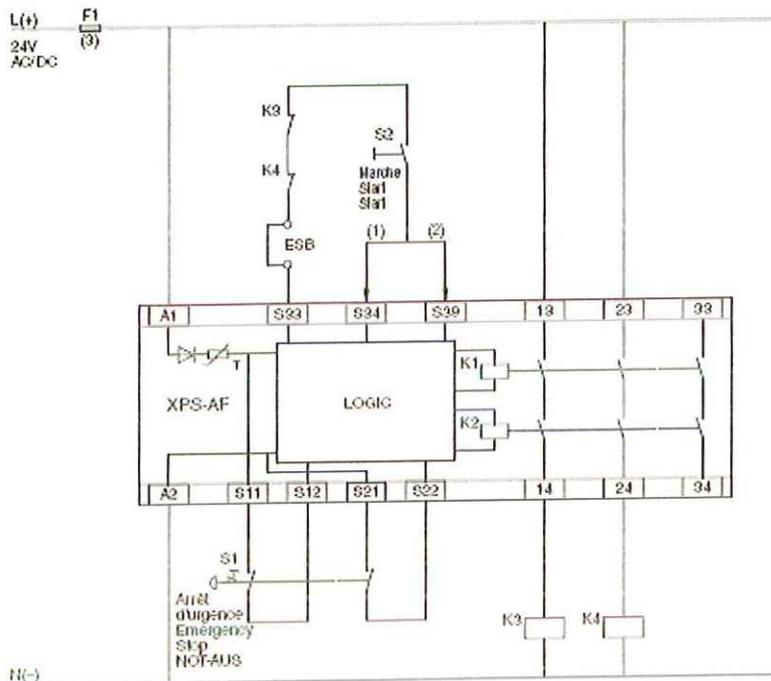


**CORREA DENTADA OPTIBELT**

<b>TIPO 8M - PASO 8 mm</b>		
<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>NUMERO DE DIENTES</b>
1160 8M HP	1160,00	145
1184 8M HP	1184,00	148
1200 8M HP	1200,00	150
1216 8M HP	1216,00	152
1224 8M HP	1224,00	153

### ANEXO D.

## ESQUEMA DE CONEXION DE MODULO DE SEGURIDAD XPS-AF



(3) =  
 Voir caractéristiques techniques pour  
 la calibre maximal des fusibles.  
 See Technical Data for maximum fuse sizes.  
 Siehe Technische Daten für max. Sicherung.

ESB =  
 Conditions externes de démarrage  
 External start conditions  
 Externe Start Bedingungen

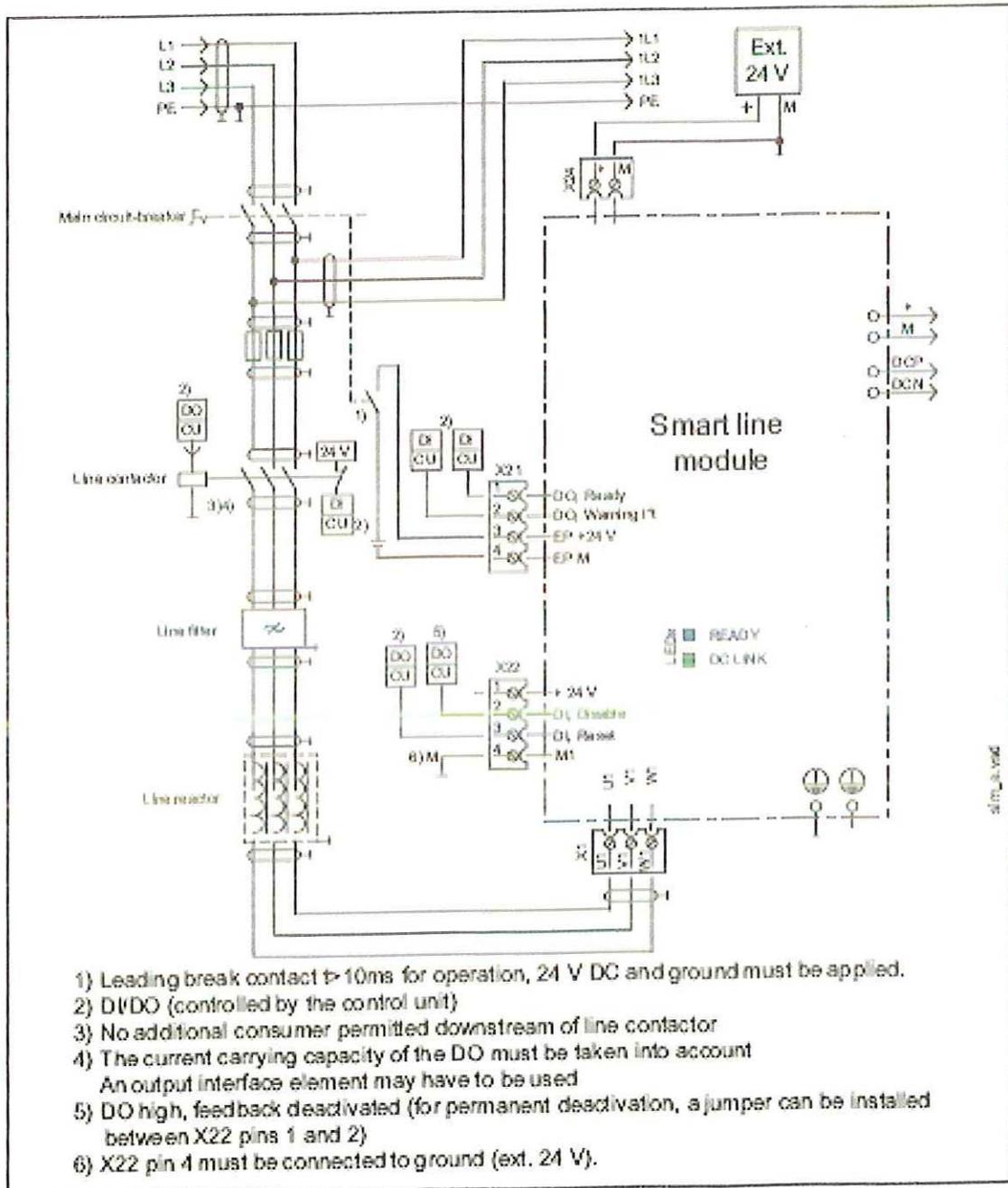
(1) =  
 Avec surveillance du bouton de démarrage  
 With monitoring of the start button  
 Mit Startasterüberwachung

(2) =  
 Sans surveillance du bouton de démarrage  
 Without monitoring of the start button  
 Ohne Startasterüberwachung

3 sorties de sécurité, fibres de potentiel  
 3 floating safety outputs  
 3 potentialfreie SicherheitAusgänge

### ANEXO E.

## ESQUEMA DE CONEXIONES DEL SMART MOTOR MODULE

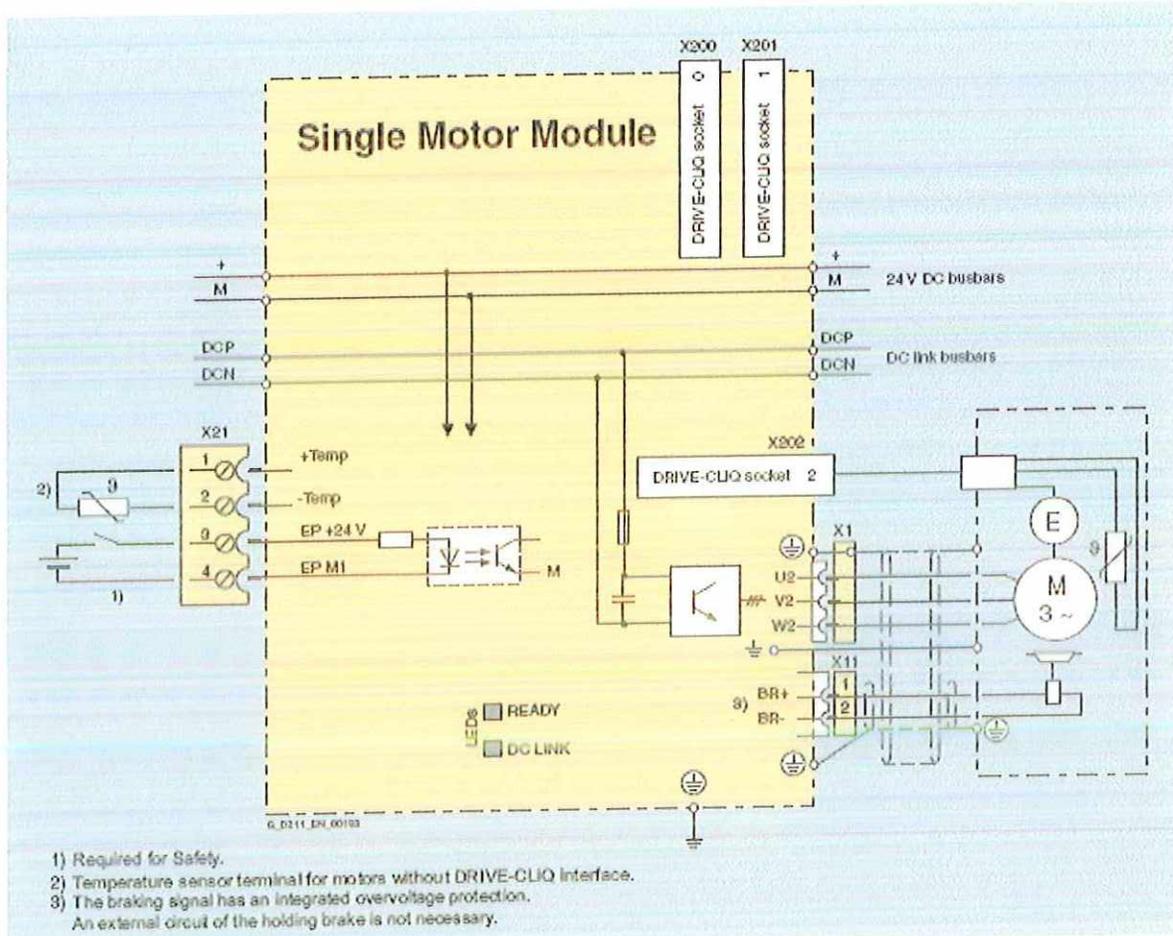


**ANEXO F.**
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SMART LINE MODULE**

Internal air cooling	6SL3130-	6AE15-0AAx	6AE21-0AAx
Rated power	kW	5	10
Supply:			
Rated power (S1) <sup>1</sup>	kW (P <sub>n</sub> )	5	10
S6 infeed			
Power rating (S6-40%) <sup>1</sup>	kW (P <sub>s6</sub> )	6.5	13
Peak infeed power rating <sup>1</sup>	kW (P <sub>max</sub> )	10	20
Regenerative feedback:			
Continuous feedback power rating	kW	5	10
Peak feedback power rating	kW	10	20
Connection voltages:			
Line voltage	V <sub>Ac</sub>	3AC 380 -10% to 3AC 480 +10% (-15% < 1 min)	
Line frequency	Hz	47 to 63	
Electronics power supply	V <sub>Dc</sub>	24 (20.4 - 28.8)	
DC link voltage	V <sub>Dc</sub>	510 - 750	
Overvoltage trip threshold	V <sub>Dc</sub>	820 ± 2%	
Undervoltage trip threshold	V <sub>Dc</sub>	360 ± 2%	
Supply currents:			
at 380 V <sub>Ac</sub>	A <sub>Ac</sub>	12	24
at 480 V <sub>Ac</sub> /528 V <sub>Ac</sub>	A <sub>Ac</sub>	9.3/8.5	18/16.5
at 480 V; S6-40%	A <sub>Ac</sub>	12	24
Peak current (at 400 V <sub>Ac</sub> /480 V <sub>Ac</sub> )	A <sub>Ac</sub>	22/16.5	44/37
Output currents at 600 V <sub>Dc</sub> :			
Rated current	A <sub>Dc</sub>	8.3	16.6
at S6-40%	A <sub>Dc</sub>	11	22
Peak current	A <sub>Dc</sub>	16.6	33.2
26 V DC busbar DC link busbar	A <sub>Dc</sub>	100	100
26 V DC busbar current carrying capacity	A <sub>Dc</sub>	20	20
Electronics current consumption	A <sub>Dc</sub>	1.0	1.3
Power loss <sup>2</sup>	W	89	170
Max. ambient temperature without derating	°C	40	40
Max. ambient temperature with derating	°C	55	55
DC link capacitance	µF	220	330
Charging limit	µF	6000	6000
Power factor	cos φ	1	1
Efficiency	η	0.98	0.98
Cooling method		Internal fan	Internal fan
Sound pressure level	dB(A)	<60	<60
Cooling air requirement	m <sup>3</sup> /h	29.6	29.6
Rated voltage for rated data 3 AC 380 V			
Weight	kg	4.68	4.78

### ANEXO G

## ESQUEMA DE CONEXIONES DEL SINGLE MOTOR MODULE





## ANEXO H

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SINGLE MOTOR MODULE

Electrical data	
DC link voltage (up to 2000 m (6562 ft) above sea level)	510 ... 720 V DC (line voltage 380 ... 480 V 3 AC) <sup>1)</sup>
Output frequency	0 ... 650 Hz <sup>2)</sup>
• Control type Servo	0 ... 300 Hz <sup>2)</sup>
• Control type Vector	0 ... 600 Hz <sup>2)</sup>
• Control type V/f	
Electronics power supply	24 V DC -15 %/+20 %
Ambient conditions	
Type of cooling	The devices are designed so that <ul style="list-style-type: none"> <li>- internal air cooling (power units with forced air cooling through a built-in fan) or</li> <li>- cold plate cooling is possible.</li> </ul>
Permissible ambient and coolant temperature (air) during operation for line-side components, Line Modules and Motor Modules	0 ... 40 °C (32 ... 104 °F) without derating, > 40 ... 55 °C (104 ... 131 °F), see derating characteristics
Site altitude	Up to 1000 m (3281 ft) above sea level without derating, > 1000 ... 4000 m (3281 ... 13124 ft) above sea level see derating characteristics
Certificates	
Conformity	CE (low-voltage and EMC Directives)
Approvals	cULus
Safety Integrated	Safety Integrity Level 2 (SIL 2) to IEC 61508, control category 3 to EN 954-1 For further information, see the Safety Integrated section

## ANEXO I REPORTE PIEZAS DEFECTUOSAS Y ELABORADAS

Planos existentes		Piezas defectuosas		
Sistema	Total de piezas	Nº plano	Por plano	Por fabricante
estructura	12	5		x
		7	x	
		9	x	
		8	x	
accionamiento	13	20		x
		23		x
		29		x
		31		x
		61		x
ensamble	28	63		x
		65		x
		67		x
		74	x	
		80	x	
		86		x
		89		x
		44		x
alimentador	23	96		x
husillo - servo	6	98		x
		100		x
extracción	7			
localización	20	112		x
		120		x
		123		x
		125	x	
		126		x
		132		x
entrada	55	164	x	
		181		x
		182		x
		189	x	
salida	14			
<b>total</b>	<b>178</b>		<b>6</b>	<b>22</b>
	100%		3.4%	12.5%

Planos elaborados		
Descripción	Nombre plano	Nº Plano
Tope junta fija	Eje tope	1
	Buje tope	2
Imanes METALMAG	5x4	1
	10x5	2
Soporte sensores	Presencia junta fija	1
	Presencia anillo	2
Soporte baliza	Soporte baliza	1
Tablero de mando	Tapa	4
	Tapa lateral	5
	Soporte componentes	6
	Soporte caja	7
	Soporte a estructura	8
	Brazo inclinado	9
Caja	10	
Soporte tablero neumático	Soporte	1
Soporte tablero eléctrico	Base	3
	Soporte base	4
	Soporte superior	5



TRANSEJES COLOMBIA



**ANEXO II. (CD)**  
**PLANOS MECANICOS, NEUMATICOS Y ELECTRICOS**