



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo:

Modelización y mejora de máquina rebordeadora de
barriles industriales

*Modeling and improvement of an industrial barrel flanger
machine*

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 – 2021



RESUMEN

Por la antigüedad de una máquina rebordeadora de topes de barriles industriales metálicos de diseño propio de la COOPERATIVA RENOVADORA DE ENVASES INDUSTRIALES 6584, RL ubicada en Venezuela, no existen planos actualizados y detallados de los componentes y medidas de esta máquina. A partir de los datos ofrecidos por la cooperativa y bajo previa autorización, se hace un despiece de la máquina y se toman medidas precisas de la misma. En este proyecto se estudian las acciones y esfuerzos que se generan y sufren los componentes de esta durante el ciclo normal de trabajo. Con los datos obtenidos se hace un modelizado con el programa SolidEdge desde el cual se calculan los coeficientes de seguridad y las tensiones sufridas en diferentes zonas de la estructura de la rebordeadora de topes de barriles industriales metálicos.

Se plantea una automatización del proceso, de esta manera mejorar la calidad del trabajo y producir un incremento de la producción.

Se aportan costes y amortización del proyecto a petición de la empresa.

PALABRAS CLAVE: SolidEdge, rebordeadora, modelizado, automatización, costes.

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO 1</u>	
1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.3 METODOLOGÍA	19
<u>CAPÍTULO 2</u>	
2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ACTUAL	21
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO A TRABAJAR EN LA MÁQUINA	23
2.3 ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE ACCIONES	24
2.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	24
2.4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	24
2.4.2 MEDIDAS BÁSICAS	25
2.5 ANÁLISIS Y DESPIECE DE LA MÁQUINA CON LA MEJORA	26
2.6 CÁLCULO DE LAS ACCIONES EXTERNAS DURANTE EL CICLO DE TRABAJO	28
<u>CAPÍTULO 3</u>	
3.1 PIEZAS POR CATÁLOGO A EMPLEAR EN LA MÁQUINA	29
3.2 MOTOR	30
3.2.1 ACOPLÉ DE MOTOR CON LA BASE	30
3.3 RODAMIENTOS EMPLEADOS EN LA MÁQUINA	31
3.3.1 RODAMIENTOS DE BOLAS Y CILÍNDRICOS GIRATORIOS	32
3.3.1.1 RODAMIENTOS EN EJE A	33
3.3.1.2 RODAMIENTOS EN EJE B	34
3.3.1.3 RODAMIENTOS EN EJE C	35
3.3.1.4 OTROS RODAMIENTOS DE BOLAS	35
3.4 CILINDROS NEUMÁTICOS	36
3.4.1 CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE ELEVACIÓN	37
3.4.2 CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE AJUSTE	38
<u>CAPÍTULO 4</u>	
4.1 MODELIZACIÓN DE LAS PIEZAS FABRICADAS	39
4.2 PROCESO DE DISEÑO Y MODELIZADO	40
4.3 VISTAS ISOMÉTRICAS DE LAS PARTES	41
4.3.1 PLATAFORMA GIRATORIA	41
4.3.2 HERRAMIENTA PARA REBORDEADO	41
4.3.3 BASE DE LA PLATAFORMA GIRATORIA	42
4.3.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL	42
4.4 PROCESO DE SIMULACIÓN	43

4.5 RESULTADOS	44
4.5.1 PLATAFORMA GIRATORIA	44
4.5.1.1 REACCIONES	44
4.5.1.2 TENSIONES VON MISES	45
4.5.1.3 FACTOR DE SEGURIDAD	45
4.5.1.4 TRASLACIÓN TOTAL	46
4.5.2 HERRAMIENTA PARA REALIZAR EL REBORDEADO	46
4.5.2.1 REACCIONES	46
4.5.2.2 TENSIONES VON MISES	47
4.5.2.3 FACTOR DE SEGURIDAD	47
4.5.2.4 TRASLACIÓN TOTAL	48
4.5.3 BASE	48
4.5.3.1 REACCIONES	48
4.5.3.2 TENCIONES VON MISES	49
4.5.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD	49
4.5.3.4 TRASLACIÓN TOTAL	50
4.5.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL	50
4.5.4.1 REACCIONES	50
4.5.4.2 TENCIONES DE VON MISES	51
4.5.4.3 FACTOR DE SEGURIDAD	51
4.5.4.4 TRASLACIÓN TOTAL	52
4.6 CONCLUSIONES DE SIMULACIÓN	52
<u>CAPÍTULO 5</u>	
5.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN	53
5.2 PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN	54
5.3 PLANTEAMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO	55
5.4 LISTADO DE PIEZAS Y DESCRIPCIÓN PARA EMPLEAR EN LA AUTOMATIZACIÓN	56
5.5 DIAGRAMA NEUMÁTICO PLANTEADO	57
5.5.1 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN NEUMÁTICA	58
5.5.1.1 CILÍNDROS DE DOBLE EFECTO EN EJE A Y EJE B	58
5.5.1.2 REGULADORES DE CAUDALES DE CIRCUITOS DEL EJE A	58
5.5.1.3 ELECTROVÁLVULAS EN CIRCUITOS A Y B	59
5.5.1.4 UNIDAD DE MANTENIMIENTO	59
5.6 ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA SECUENCIA	60
5.6.1 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INTALACIÓN ELÉCTRICA	61
5.6.1.1 SENSORES MAGNETORRESISTIVO	61

5.6.1.2 DETECORES DE PROXIMIDAD SOEG	61
5.6.1.3 MÓDULO DE INTERFAZ DE RELÉ	62
5.6.1.4 MULTIFUNCIÓN DE RELÉ TEMPORIZADOR 24V DC	62
5.7 PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN	63
5.8 COMPARACIÓN DE COSTE DE PRODUCCIÓN ACTUAL CON EL COSTE DE PRODUCCIÓN PROPUESTO	64
5.9 AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA	65
<u>CONCLUSIÓN</u>	67
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	69

ANEXOS

<u>Anexo A: Cálculo de acciones</u>	71
A.1 Introducción	72
A.2 Análisis de posición	73
A.2.1 Despiece de la Máquina	74
A.3 Cálculo de acciones en piezas fabricadas	75
A.3.1 Eje y herramienta de rebordeado	75
A.3.2 Plataforma giratoria	78
A.3.3 Anclaje del motor	80
A.3.4 Base	81
A.3.5 Ajuste del barril – Herramienta de rebordeado	82
<u>Anexo B: Cálculo de acoples</u>	85
B.1 Introducción	86
B.2 Cálculo del acople del motor con la base	87
<u>Anexo C: Cálculo de rodamientos</u>	89
C.1 Introducción	90
C.2 Cálculo de los rodamientos	91
C.2.1 Rodamientos de bolas y cilíndricos	91
C.2.2 Reacciones eje A	93
C.2.3 Reacciones eje B	96
C.2.4 Reacciones eje C	98
C.2.5 Rodamientos lineales	100
<u>Anexo D: Cilindros Neumáticos</u>	105
D.1 Introducción	106
D.2 Análisis de posición	107
D.3 Cilindro neumático de elevación	108

D.3.1 Cálculos de carga del cilindro de elevación	109
D.4 Cilindro neumático de ajuste	111
D.4.1 Cálculos de carga del cilindro de elevación	112
Anexo E: Propuesta de automatización	113
E.1 Introducción	114
E.2 Planteamiento de funcionamiento	115
E.3 Hipótesis del trabajo	116
E.3.1 Representación gráfica del diagrama GRAFCET	117
E.4 Análisis y despiece del sistema planteado	119
E.4.1 Secuencia de automatización del movimiento	119
E.4.2 Ecuación de los relés y esquemas eléctricos de la secuencia.	120
E.4.3 Listado de piezas y descripción para emplear en la automatización	121
E.4.4 Diagrama neumático planteado	123
E.4.5 Representación de los estados GRAFCET comparado con el diagrama neumático	124
E.4.6 Esquema eléctrico de la secuencia	127
E.4.7 Representación de los estados GRAFCET comparado con el diagrama eléctrico	128

CATÁLOGO	131
-----------------	-----

Descripción	Artículo	Marca	Pag
Soporte de Pie	P16206	FAG	133
Rodamiento de bolas de tipo Serie S	16206	FAG	134
Rodamiento cilíndrico de una hilera	NU1006	FAG	135
Rodamiento con Soporte Serie VRE3A	VRE306A	FAG	136
Rodamiento rígido de bolas de una hilera	6306	FAG	137
Motor eléctrico con reductor	SK 02040 – 90SP/4 TF	NORD	138
Acople motor eje	A-45	GUMMI	139
Rodamiento rígido de bolas de una hilera	6304	FAG	140
Rodamiento Lineal	KGBAO20 – PP – AS	SCHAEFFLER	141
Guía Lineal	TSWW20	SCHAEFFLER	142
Tornillo Hexagonal Rosca completa	DIN 933	GC	143
Tuerca Autoblocante con inserción no metálica	DIN 985	GC	144
Cilindro normalizado de elevación	3656644	FESTO	145
Fijación por brida FNC/CRFNG	174380	FESTO	146
Placa de acoplamiento KSG	32966	FESTO	147
Regulador de caudal Cilindro	193151	FESTO	148

Cilindro articulado de ajuste	557912	FESTO	149
Juego de pernos, pasadores de seguridad y arandelas	573172	FESTO	150
Electroválvula de tipo 5/3 tipo solenoide	577274	FESTO	151
Placa de acople de salida Electroválvula	563395	FESTO	152
Kit de bobina de solenoide y conector 24V DC	8029136	FESTO	153
Paquete de 5 unidades racores en L 1/4 NPT	533297	FESTO	154
Paquete de 10 unidades racores 1/4 NPT	533278	FESTO	155
Paquete de 10 unidades racores G 1/4	186101	FESTO	156
Paquete de 20 unidades silenciadores 1/4 NPT	1206990	FESTO	157
Tubería de conexión 10 mm - 50 metros	551459	FESTO	158
Unidad de mantenimiento	162682	FESTO	159
Paquete de 10 unidades racores en L G3/8	186123	FESTO	160
Paquete de 10 unidades racores G3/8	186102	FESTO	161
Soporte para detectores, sin tope tamaño para M12	538347	FESTO	162
Detector de proximidad SOEG	547909	FESTO	163
Conector detector de proximidad M12x1 acodado tipo zócalo 3 pines	541367	FESTO	165
Sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo de tipo abierto	574334	FESTO	166
Cable de conexión un extremo de zócalo recto M8x1	541333	FESTO	168
Módulo de interfaz de relé 24V DC	93.01.024	FINDER	170
Multifunción de relé temporizador 24V DC	80.01.0.240.0000	FINDER	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista actual de la máquina	21
Figura 1.1. Funcionamiento de la máquina	22
Figura 2. Dimensionado de antes y después del proceso	23
Figura 2.1. Vista del acabado del rebordeado antes y después del proceso	23
Figura 3. Vista en estado de reposo	24
Figura 4. Vista en estado de trabajo	24
Figura 5. Vista explosionada de la máquina	26
Figura 6. Vista en estado de trabajo y puntos de acciones	28
Figura 7. Vista lateral y frontal del motor eléctrico	30
Figura 8. Vista de la unión de los tornillos del motor	30
Figura 9. Ejes con rodamiento de bolas y cilíndricos	32
Figura 10. Vista lateral y frontal de rodamiento del eje A	33
Figura 11. Vista lateral y frontal del rodamiento del eje B	34
Figura 12. Vista lateral y frontal de rodamiento del eje C	35
Figura 13. Vista lateral y frontal de cilindro de elevación	37
Figura 14. Vista lateral y frontal del cilindro de ajuste	38
Figura 15. Vista explosionada isométrica de la máquina	40
Figura 16. Vista isométrica de la plataforma giratoria	41
Figura 17. Vista isométrica de la herramienta para rebordeado	41
Figura 18. Vista isométrica de la base de la plataforma giratoria	42
Figura 19. Vista isométrica de la estructura principal	42
Figura 20. Vista de reacciones de la plataforma giratoria	44
Figura 21. Representación de las tensiones de Von Mises	45
Figura 22. Representación del factor de seguridad	45
Figura 23. Representación de la deformación de la pieza	46
Figura 24. Vista de reacciones de la herramienta de rebordeado	46
Figura 25. Representación de las tensiones de Von Mises	47
Figura 26. Representación del factor de seguridad	47
Figura 27. Representación de la deformación de la pieza	48
Figura 28. Vista de reacciones de la base	48
Figura 29. Representación de las tensiones de Von Mises	49
Figura 30. Representación del factor de seguridad	49
Figura 31. Representación de la deformación de la pieza	50

Figura 32. Vista de reacciones de la estructura principal	50
Figura 33. Vista de reacciones de la estructura principal	51
Figura 34. Representación del factor de seguridad	51
Figura 35. Representación de la deformación de la pieza	52
Figura 36. Vistas de la máquina para la automatización	55
Figura 37. Diagrama neumático	57
Figura 38. Vistas de cilindros A y B	58
Figura 39. Regulador de caudal	58
Figura 40. Electroválvula 5/3 con solenoide	59
Figura 41. Unidad de mantenimiento	59
Figura 42. Diagrama eléctrico	60
Figura 43. Sensores magnetorresistivos	61
Figura 44. Detector de proximidad SOEG	61
Figura 45. Módulo de interfaz de relé	62
Figura 46. Multifunción de relé temporizador 24V DC	62
Figura A.1. Sistema de coordenadas.	72
Figura A.2. Vista en estado de Trabajo	73
Figura A.3. Vista Explosionada de la Máquina	74
Figura A.4. Eje de Rebordeo	75
Figura A.5 Angulo de unión entre herramienta y bidón.	76
Figura A.6. Eje de Rebordeo Plano X-Y	77
Figura A.7. Eje de Rebordeo Plano X-Z	77
Figura A.8 – A.17. Cálculo de acciones	78-
Figura B.1. Vista de la unión de los tornillos del motor	87
Figura B.2. Fuerza Cortante aplicada en cada tornillo.	87
Figura C.1. Ejes con rodamiento de Bolas y Rodamientos	91
Figura C.2. Acciones en Eje A	93
Figura C.3. Acciones Eje B Plano X-Y	96
Figura C.4. Acciones Eje B Plano X-Z	96
Figura C.5. Acciones Eje C	98
Figura C.6. Ejes con rodamientos lineales	100
Figura C.7. Vista de los rodamientos lineales con su número de guías y esfuerzos	101
Figura C.8. Cálculo de cargas lineales	102
Figura D.1. Vista en estado de Trabajo	107
Figura D.2. Vista lateral y frontal de cilindro de elevación	108
Figura D.3. Vista lateral y frontal de cilindro de ajuste	111

Figura E.1. Vistas de la máquina para la automatización	115
Figura E.2. GRAFCET	116
Figura E.3. Secuencia de automatización	119
Figura E.4. Secuencia de automatización con memoria	120
Figura E.5. Diagrama neumático	123
Figura E.6. Diagrama eléctrico	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones básicas	25
Tabla 2. Acciones externas durante el ciclo de trabajo	28
Tabla 3. Listado de piezas, referencias empleadas y cantidad en la máquina	29
Tabla 4. Duración de rodamientos requerida para distintas aplicaciones	31
Tabla 5. Características de rodamientos en eje A	33
Tabla 6. Características de rodamientos en eje B	34
Tabla 7. Características de rodamientos en eje C	35
Tabla 8. Características de cilindro de elevación	37
Tabla 9. Características de cilindro de ajuste.	38
Tabla 10. Propiedades estructurales del material a trabajar (ACERO)	43
Tabla 11. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores	55
Tabla 12. Materiales nuevos a emplear para la propuesta de automatización	57
Tabla 13. Referencias de cilindros ejes A y B	58
Tabla 14. Referencia de regulador de caudal	58
Tabla 15. Referencias de electroválvula	59
Tabla 16. Referencia de unidades de mantenimiento	59
Tabla 17. Referencia de sensores electrorresistivos	61
Tabla 18. Referencia de detector de proximidad SOEG	61
Tabla 19. Referencias de módulo de interfaz de relé	62
Tabla 20. Referencias de multifunción de relé temporizador 24V DC	62
Tabla 21. Materiales que cuenta la empresa en su stock	63
Tabla 22. Coste total de los materiales	63
Tabla 23. Coste total de la mano de obra	63
Tabla 24. Coste total de la instalación de la automatización	63
Tabla 25. Coste y beneficio mensual del proceso actual	64
Tabla 26. Coste y beneficio mensual del proceso con la propuesta	65

Tabla 27. Amortización de la propuesta	65
Tabla C.1. Duración de rodamientos requerida para distintas aplicaciones	90
Tabla C.2. Datos en ejes.	92
Tabla C.3. Características de rodamientos en eje A	93
Tabla C.4. Tabla de seguridad de carga C/P	94
Tabla C.5. Tabla de coeficientes “X” e “Y” de rodamientos de bolas	94
Tabla C.6. Características de rodamientos en eje B	96
Tabla C.7. Tabla de seguridad de carga C/P	97
Tabla C.8. Características de rodamientos en eje C	98
Tabla C.9. Tabla de seguridad de carga C/P	98
Tabla C.10. Datos en ejes	100
Tabla C.11. Factor de carga dinámica debido a la desalineación del eje	102
Tabla C.12. Factor de carga estética debido a la desalineación del eje	102
Tabla D.1. Características de cilindro de elevación	108
Tabla D.2. Tabla de accesorios a instalar en el cilindro de elevación	109
Tabla D.3. Tabla de factor de pandeo	109
Tabla D.4. Características de carga en cilindro de elevación	110
Tabla D.5. Relación fuerza – longitud básica	110
Tabla D.6. Características de cilindro de ajuste	111
Tabla D.7. Tabla de accesorios a instalar en el cilindro de ajuste	112
Tabla D.8. Tabla de factor de pandeo	112
Tabla D.9. Características de carga en cilindro de ajuste	112
Tabla E.1. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores	115
Tabla E.2. Simbología GRAFCET	116
Tabla E.3. Representación gráfica del diagrama GRAFCET	118
Tabla E.4. Comparación de los estados de los sensores y sobre si es necesario aplicar una memoria	119
Tabla E.5. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores	122
Tabla E.6. Representación gráfica de los estados GRAFCET comparado con el Diagrama Neumático	126
Tabla E.7. Representación gráfica de los estados GRAFCET comparado con el Diagrama Eléctrico	130

CAPÍTULO 1.

1.1 INTRODUCCIÓN.

La Cooperativa Renovadora de Envases Industriales 6584, RL ubicada en Venezuela se dedica a la recuperación y reciclaje de Barriles de uso industrial, dentro de su línea de producción se encuentra una máquina que se encarga de realizar los rebordes en la parte superior de los barriles. Esta máquina, por su antigüedad dentro de la empresa, no posee los planos en formato digital y lo que se tienen carecen de información referente a las dimensiones exactas de esta.

El trabajo a realizar en este TFG se divide en dos partes, siendo la primera la realización de un despiece completo y mediciones exactas de la máquina, seguido de un estudio durante su ciclo de trabajo, esto consiste en el cálculo de esfuerzos generados para así poder proseguir al modelizado de la máquina aplicando el programa de SolidEdge. Se plantea sustituir los elementos hidráulicos alimentados manualmente y manuales por sistemas neumáticos, por petición de la empresa, se realiza el cálculo de esfuerzos con la sustitución neumática ya implementada, una vez finalizada la modelización se hará un estudio de comportamiento de tensiones y coeficientes de seguridad en cada una de sus piezas fabricadas. En los puntos de unión y piezas por catálogo se realizan los cálculos necesarios para comprobar si estas piezas se ajustan a los esfuerzos generados y al tiempo de durabilidad requerido por la empresa, todas estas demandas se ajustan a la normativa interna de la renovadora de envases ya que la máquina empleada por la empresa es de fabricación interna. La segunda parte de la propuesta es de diseño y mejora para aumentar la eficacia de la máquina, reducir o eliminar las piezas defectuosas por causa del error humano sustituyendo por sistemas neumáticos, reducir el tiempo de trabajo y mejorar así a las demandas requeridas, para conseguir lo propuesto se plantea la implantación de un proceso de automatización con ello se propone el empleo de sensores de posición, electroválvulas y relés. Una vez planteada la automatización, se estudia los materiales necesarios y equipos a utilizar, coste, tiempo estimado de implementación y personal requerido para la instalación, con ello se obtiene el coste final de la propuesta de mejora y en base a ello, se hará un cálculo de la amortización estimado para un periodo de 12 meses.

1.2 OBJETIVOS.

Objetivos Generales.

- Realización de un despiece completo y mediciones de la máquina.
- Modelización de la máquina rebordeadora.
- Proponer un rediseño de la máquina aplicando mejoras que garanticen una mayor eficacia de funcionamiento.

Objetivos Específicos.

- Realizar toma de medidas exactas de la máquina.
- Sustituir el sistema de elevación hidráulica y el sistema de ajuste manual por equipos neumáticos.
- Estudio, cálculo de cargas y esfuerzos generados durante el ciclo de trabajo.
- Despiece y modelización empleando el programa SolidEdge .
- Cálculo de tensiones y coeficientes de seguridad en las partes fabricadas que surgen durante el proceso.
- Comprobar si las piezas por catálogo empleadas son acordes para la máquina y su demanda (rodamientos, acoples, cilindros).
- Proponer un sistema de automatización.
- Cálculo de coste y amortización de implementación de automatización.

1.3 METODOLOGÍA.

En este TFG se empleará el análisis de cálculos manuales por formulas correspondientes al tipo de proceso y así conseguir el valor específico de las cargas empleadas durante el ciclo de trabajo, para el resto de las acciones se emplean diagramas de esfuerzos con ayuda del programa MEFI.

Una vez obtenidos los valores se hará un estudio de elementos finitos empleando el programa de simulación SolidEdge, con este se verificará si las tensiones, desplazamientos y coeficientes de seguridad cumplen con los requisitos solicitados por la empresa.

Ya comprobado que los diferentes componentes cumplen con lo requerido por la empresa, se planteará una propuesta de mejora que consistirá en una automatización del ciclo de trabajo. Se diseñarán esquemas neumáticos y eléctricos mediante el programa FluidSIM. Seguido de esto se calculará el coste de la mejora y tiempo de amortización. Todo esto se llevará a cabo siguiendo los objetivos propuestos por la empresa.

CAPÍTULO 2.

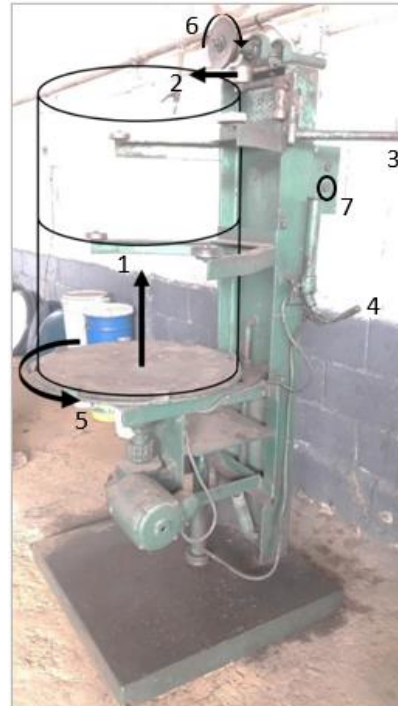
2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ACTUAL.



Figura 1. Vista actual de la máquina.

Figura 1. Máquina Rebordeadora empleada en la línea de recuperación y renovación de barriles.

- Antigüedad: 29 años.
- Función: Realizar rebordes de la parte superior del barril.
- Mecanismos empleados: Hidráulica, Mecánica.
- Número de Operarios necesarios para su uso: 1 operario de GRUPO 2 (según Convenio Colectivo de INDUSTRIA QUÍMICA).
- Horas de trabajo de uso continuo: 8 horas/día.
- Mantenimientos: Fines de semana.



N.º	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.
1	Eje de Elevación hidráulica (EJE A)
2	Eje de ajuste manual (EJE C)
3	Palanca de ajuste manual
4	Palanca de alimentación cilindro hidráulico de elevación
5	Eje de giro del motor
6	Eje de giro herramienta de rebordeado (EJE B)
7	Botón de Marcha (START)

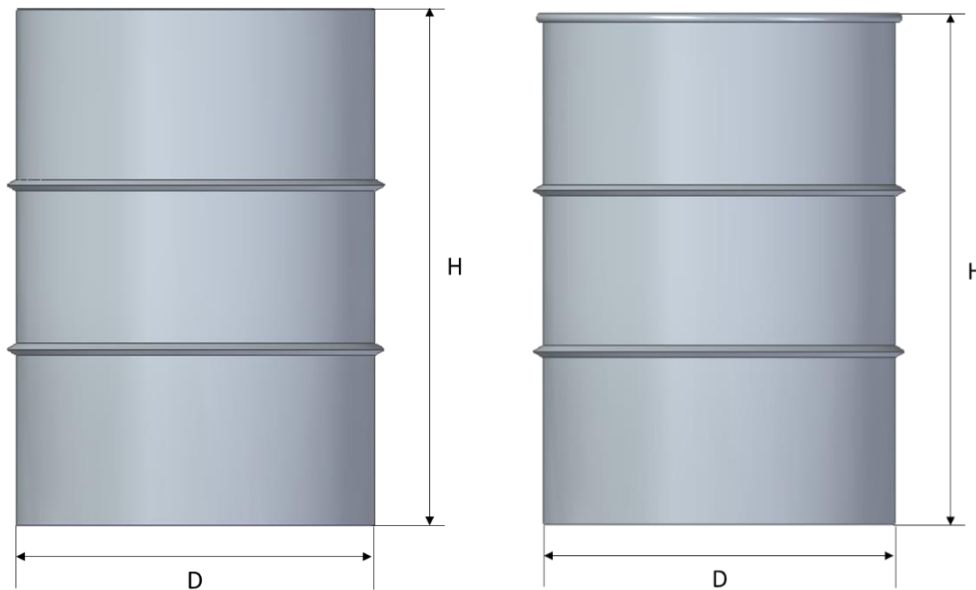
Figura 1.1. Funcionamiento de la máquina.

Figura 1.1. Descripción del funcionamiento de la máquina.

Se compone de una plataforma giratoria alimentada por un motor eléctrico, una vez cargada la pieza y accionado el motor eléctrico, es elevada mediante un cilindro hidráulico manual (EJE A) hasta llegar a la corona donde se da la forma redondeada a la parte superior del barril hasta conseguir el rebordeado deseado, se aplica presión de forma manual mediante un rodillo en la parte superior de barril (EJE C) para garantizar el acople de este con la corona y evitar oscilaciones durante el movimiento, una vez realizado el proceso de rebordeado se libera la presión del sistema hidráulico manual, bajando así la plataforma permitiendo la liberación y posterior retiro del producto, todos estos mecanismos están conectados mediante una estructura y base principal.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO A TRABAJAR EN LA MÁQUINA.

La máquina se emplea para realizar el rebordeado de barriles metálicos de capacidad de 200 litros utilizados mayoritariamente en la industria para el transporte de diferentes sustancias, entre ellas se tienen sustancias peligrosas, inflamables o de riesgo para la salud por lo que asegurar la calidad del producto es prioritario para la empresa.



Dimensiones	H (mm)	D (mm)
Producto antes del proceso	915	585
Acabado final	885	585
Tolerancia	± 5	± 2

Figura 2. Dimensionado de antes y después del proceso.

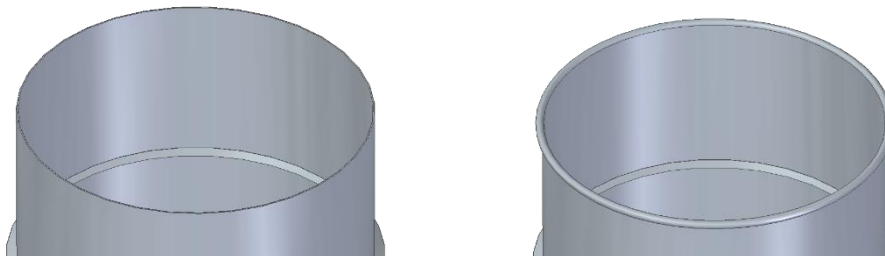


Figura 2.1. Vista del acabado del rebordeado antes y después del proceso.

Se trabaja con una altura y diámetro específico, aunque se tiene cierta tolerancia sobre el proceso, el barril entra con una altura mayor y con el borde liso en la parte superior, el resultado acabado debe ser un rebordeado de 10 mm de diámetro en la parte superior del barril como se muestra en la tabla de la Figuras 2 y 2.1.

2.3 ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE ACCIONES.

Se extraen las dimensiones y especificaciones de las piezas en la máquinas, por petición de la empresa se incluyen las mejoras aplicadas a la máquina, lo que incluye la sustitución del cilindro de elevación hidráulico y el ajustador manual por sistemas de cilindros neumáticos.

Se realizará un análisis de funcionamiento de la máquina durante el periodo de trabajo puesto que es donde se aprecian los esfuerzos de mayor magnitud aplicados a las diferentes partes de esta.

Los cálculos se realizan durante el trabajo de la máquina, de esta forma se consiguen y se modelizan las acciones que generan los esfuerzos más grandes que sufrirán las piezas durante el ciclo de trabajo.

2.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.

En las siguientes figuras se muestran las características y medidas básicas del modelo de máquina para realizar rebordeado de barriles con la instalación de sistemas neumáticos.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.

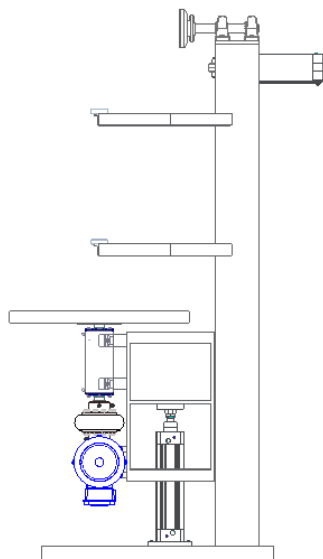


Figura 3. Vista en estado de Reposo.

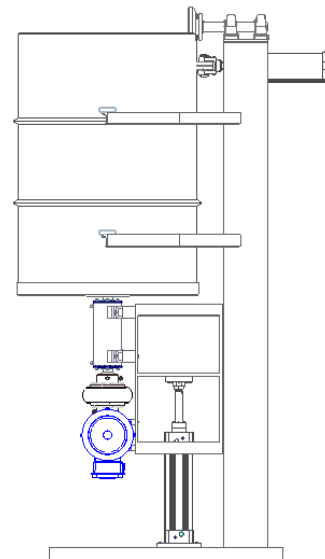


Figura 4. Vista en estado de Trabajo.

2.4.2 MEDIDAS BÁSICAS.

	Unidades	
Modelo de la Máquina		REBORDEADORA DE BARRILES INDUSTRIALES
Altura de Máquina	(mm)	1900
Ancho de Máquina	(mm)	800
Profundidad de Máquina	(mm)	800
Altura de Elevación	(mm)	96
Modelo de Bidón		Bidón abierto con cierre de Ballesta
Volumen	(l)	212
Material		Chapa de Acero
Diámetro Exterior	(mm)	610
Altura Exterior	(mm)	880
Características del Motor		Motor Eléctrico 1,1 kW
Par de Salida	(Nm)	80,2
Velocidad de giro	(rpm)	108

Tabla 1. Dimensiones básicas.

2.5 ANÁLISIS Y DESPIECE DE LA MÁQUINA CON LA MEJORA.

Se estudia durante la posición de trabajo que es donde se generaran los mayores esfuerzos de la máquina.

La Figura 5 muestra el despiece de la máquina con todos los elementos a estudiar.

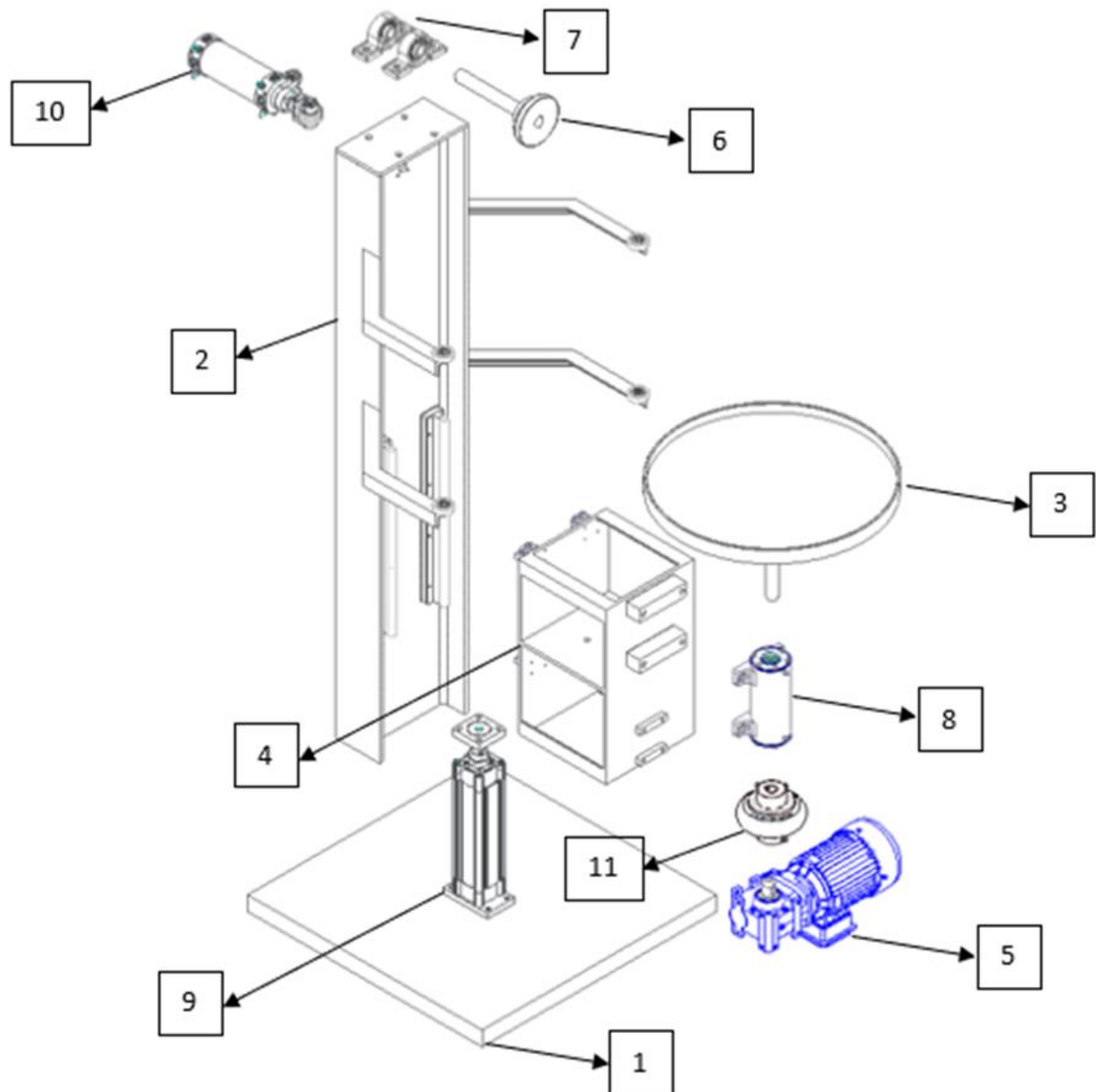


Figura 5. Vista Explosionada de la Máquina

Descripción de la vista explosionada de la máquina.

1. Bancada de la estructura. Plancha metálica que soporta la estructura.
2. Estructura Principal. Se trata de una viga de tipo IPN, en esta se sostienen los componentes de la máquina.
3. Plataforma Giratoria. Se trata de la pieza donde se apoya el barril.
4. Base. Estructura donde se soporta la plataforma giratoria, los rodamientos de esta y el motor que proporciona el par motor y giro, se conecta a la estructura principal mediante rodamientos lineales.
5. Motor. Se trata de un motor eléctrico con reductora, este proporciona la potencia y el par de giro necesario para realizar el trabajo.
6. Herramienta de Rebordeado. Matriz herramienta que realiza el proceso de rebordeado al barril durante el trabajo.
7. Rodamientos para rebordeadora. Juego de Rodamientos de tipo soporte de Pie, estos se emplean para fijar la herramienta rebordeadora a la estructura principal.
8. Rodamientos plataforma giratoria. Rodamiento de tipo VRE, encargado de proporcionar el giro y la estabilidad sin pandeo de la plataforma giratoria.
9. Cilindro de elevación. Se trata de un cilindro neumático el cual realiza el desplazamiento vertical de la base desde su punto inicial hasta el desplazamiento requerido.
10. Cilindro de sujeción y ajuste. Cilindro neumático el cual presiona el barril durante el ciclo de trabajo para así evitar oscilaciones de este.
11. Acople. Acople de tipo Gummi que conecta el eje de la plataforma giratoria con el motor de trabajo.

2.6 CÁLCULO DE LAS ACCIONES EXTERNAS DURANTE EL CICLO DE TRABAJO.

A partir de los cálculos realizados en el Anexo A, se consiguen las acciones y esfuerzos durante un ciclo de trabajo, se marcan los puntos donde se ha calculado las acciones más importantes.

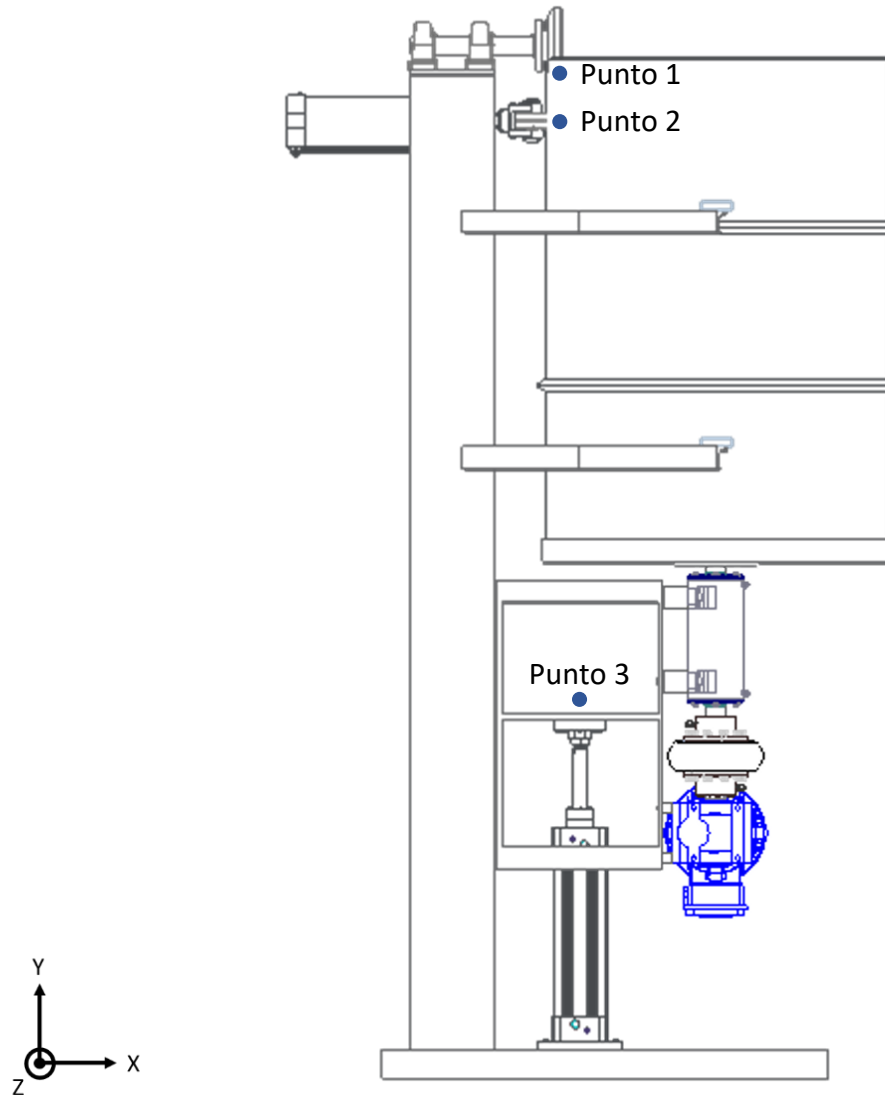


Figura 6. Vista en estado de trabajo y puntos de acciones.

	Eje X	Eje Y	Eje Z
Punto 1	150 N	500 N	270 N
Punto 2	166,88 N	-	-
Punto 3	-	1353,1 N	-

Tabla 2. Acciones externas durante el ciclo de trabajo.

En este primer Anexo además del cálculo de las acciones anteriormente marcadas, se han realizado otros cálculos empleados en los Anexos siguientes.

CAPÍTULO 3.

3.1 PIEZAS POR CATÁLOGO A EMPLEAR EN LA MÁQUINA.

La máquina para el rebordeado de barriles cuenta con una serie de piezas las cuales se encuentran por catálogo, estas piezas son las que se muestran en la siguiente tabla.

N.º	NOMBRE	MARCA	MODELO	ARTÍCULO	CANT	PAG
1	Soporte de Pie - Rodamiento de bolas de tipo Serie S	FAG	Soporte de Pie	P16206	2	133
2	Rodamiento cilíndrico de una hilera	FAG	Rodillo de una hilera	NU1006	2	135
3	Rodamiento con Soporte	FAG	Serie VR3A	VRE306A	1	136
4	Motor eléctrico con reductor	NORD	SK 02040 – 90SP/4 TF		1	138
5	Acople motor eje	GUMMI	2 cubos normales	A-45	1	139
6	Rodamiento rígido de bolas	FAG	Bolas de una hilera	6304	4	140
7	Rodamiento Lineal	SCHAEFFLER	KGBAO20 – PP – AS		4	141
8	Guía Lineal	SCHAEFFLER	TSWW20		2	142
9	Cilindro Neumático	FESTO	DW-80-125-Y-A	557912	1	149
10	Cilindro Neumático	FESTO	DSBC-80-250-D3-PPVA-N3	3656644	1	145

Tabla 3. Listado de piezas, referencias empleadas y cantidad en la máquina.

De las piezas mostradas en la tabla, las piezas 9 y 10 que corresponden a los cilindros de tipo neumático, no se encuentran actualmente instaladas en la máquina, pero por petición de la empresa en concepto de mejora de diseño solicitan que se apliquen al listado de esta.

3.2 MOTOR.

Las prestaciones del motor no son motivo de estudio puesto que no es una de las partes a ser sustituidas, se mantendrá la pieza como tal con sus características originales como se indica en el catálogo (138)

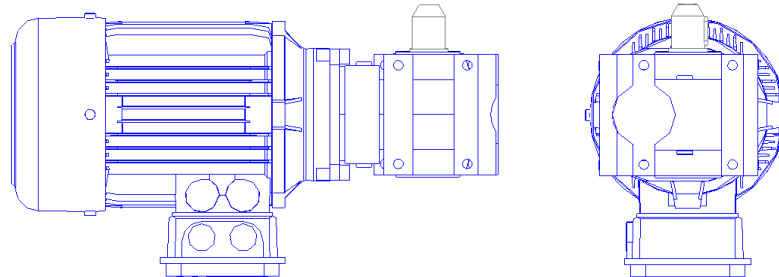


Figura 7. Vista lateral y frontal del motor eléctrico.

3.2.1 ACOPLA DE MOTOR CON LA BASE.

Se trata de una unión mediante 4 juegos de tornillos y tuercas.

Acorde con lo que se muestra en el Anexo B se deben seguir las siguientes especificaciones técnicas en los tornillos empleados para el ajuste del acople, se observa en la Figura 7 la posición de los tornillos para el ajuste con la base.

Características de los tornillos de ajuste catalogo (143).

- Tipo: Tornillo hexagonal de rosca completa.
- Normativa: DIN 933.
- Métrica de tipo: M8.
- Longitud del tornillo: 16 mm.

Características de las tuercas de ajuste catalogo (144).

- Tipo: Tuerca autoblocante con inserción no metálica.
- Normativa: DIN 985.
- Métrica de tipo: M8.

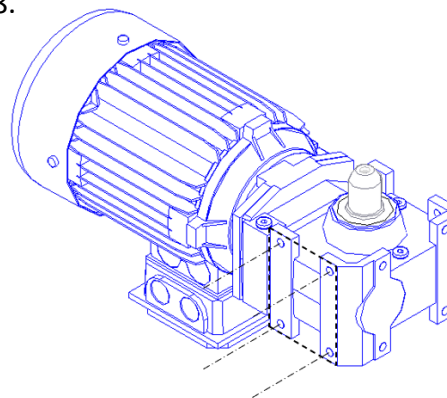


Figura 8. Vista de la unión de los tornillos del motor

3.3 RODAMIENTOS EMPLEADOS EN LA MÁQUINA.

En vista de las cargas ejercidas sobre estos rodamientos durante un ciclo de trabajo, se hace un estudio de los esfuerzos sobre los rodamientos lineales y radiales existentes en la máquina para ver si estos cumplen con las especificaciones requeridas por la empresa.

DURACIÓN APROXIMADA DE RODAMIENTOS	
Tipo de Máquina	Duración en horas
Máquina para 8 horas de servicio diario no totalmente utilizadas: Motores eléctricos estacionarios, engranajes para usos generales, reductores, motores de combustión, machacadoras giratorias, material para maquinaria de construcción, máquinas herramientas de uso medio.	12.000 – 20.000

Tabla 4. Duración de rodamientos requerida para distintas aplicaciones.

Se habla con la empresa, comparando con la Tabla 4 y acorde con las características y funcionamiento de la máquina se concluye que se requiere que los rodamientos tengan una durabilidad de al menos 12.500 horas.

La máquina se emplea unas 40 horas a la semana por lo que la duración estimada de uso de estos en la máquina se debe hacer para unos 312,5 semanas, equivalente a unos 6 años de uso.

Los cálculos referentes a este punto del capítulo se encuentran en el ANEXO C.

3.3.1 RODAMIENTOS DE BOLAS Y CILÍNDRICOS GIRATORIOS.

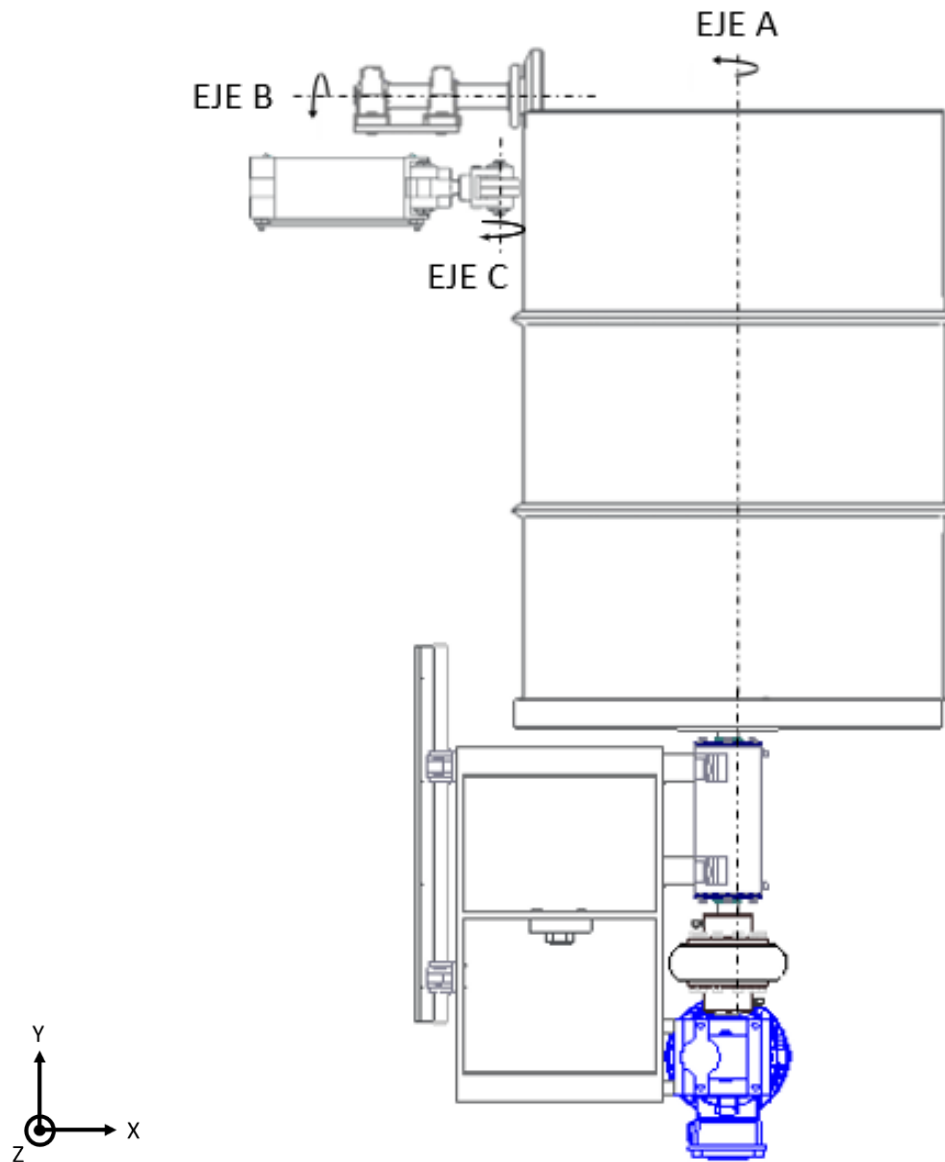


Figura 9. Ejes con rodamiento de Bolas y Cilíndricos.

En la Figura 9 se indican los ejes que poseen rodamientos de bolas y cilíndricos giratorios. El eje A y B son los ejes que cuentan rodamientos de bolas mientras que en el eje C posee rodamientos cilíndricos, siendo el eje A el eje motor, estos se conectan mediante fricción entre el barril, la herramienta rebordeadora y el eje del cilindro de ajuste, se conocen los datos de velocidad de giro y par de motor del eje A, se aplica una relación de transmisión, de la cual el rozamiento es suficiente como para transmitir sin pérdidas por deslizamiento desde el eje motor a los ejes conducidos, al ser el punto de transmisión el barril con la herramienta de rebordeo y el eje del cilindro de ajuste y no haber deslizamiento se tratan como si fuesen engranajes.

3.3.1.1 RODAMIENTOS EN EJE A.

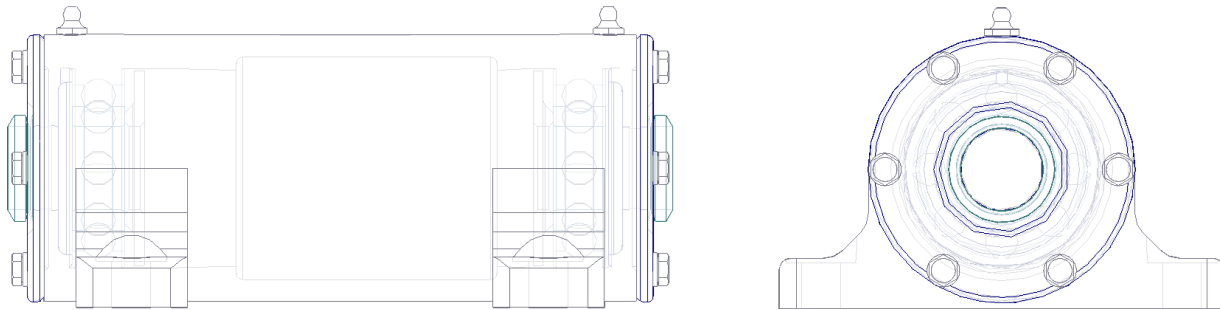


Figura 10. Vista lateral y frontal de Rodamiento del eje A.

Rodamientos seleccionados para el eje A.

Rodamiento FAG Tipo Soporte	Serie VRE3
Modelo	VRE 306A
Modelo de Soporte	VR306A
Cantidad de Rodamientos	2
Modelo de Rodamiento	6306.C3
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	29 KN
Carga Estática (C_0)	16,3 KN
Rodamiento tipo	Rígido de bolas
Unión	4 tornillos M12

Tabla 5. Características de rodamientos en eje A.

3.3.1.2 RODAMIENTOS EN EJE B.

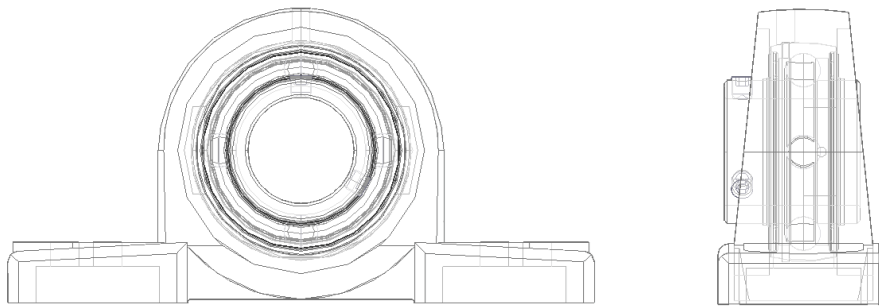


Figura 11. Vista lateral y frontal de Rodamiento del eje B.

Rodamientos seleccionados para el eje B.

Rodamiento FAG Tipo Soporte de Pie	Serie S
Modelo	P16206
Modelo de Soporte	P206
Modelo de Rodamiento	16206
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	19,3 KN
Carga Estática (C_0)	11,2 KN
Rodamiento tipo	Rígido de bolas
Unión	2 tornillos M12

Tabla 6. Características de rodamientos en eje B.

3.3.1.3 RODAMIENTOS EN EJE C.

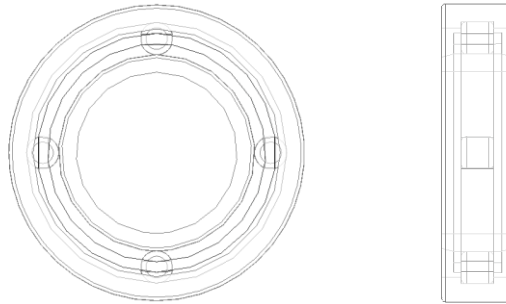


Figura 12. Vista lateral y frontal de Rodamiento del eje C.

Rodamientos seleccionados para el eje C.

Rodamiento FAG Tipo Soporte de Pie	Serie S
Modelo	P16206
Modelo de Soporte	P206
Modelo de Rodamiento	16206
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	19,3 KN
Carga Estática (C_0)	11,2 KN
Rodamiento tipo	Rígido de bolas
Unión	2 tornillos M12

Tabla 7. Características de rodamientos en eje C.

3.3.1.4 OTROS RODAMIENTOS DE BOLAS.

La máquina también cuenta con 4 rodamientos de bola tipo FAG modelo 6304, estos se encuentran en los brazos anti oscilantes de la estructura principal, tienen como propósito permitir el giro del barril y evitando oscilaciones que puedan surgir durante el trabajo, al tratarse de fuerzas con magnitudes tan menores no se consideran para un estudio de cargas.

3.4 CILINDROS NEUMÁTICOS.

Se plantea la sustitución del sistema de elevación hidráulica y el de ajuste manual, una vez calculadas las fuerzas necesarias que deben emplearse en los 2 sistemas, se discute con la empresa y después de plantear diferentes opciones se acuerda que la mejor opción sea instalar cilindros de tipo neumático para la máquina, la empresa cuenta con un stock de cilindros acordes y conexiones de aire a 6 bar.

Los cálculos referentes a este punto del capítulo sobre las cargas que deberán soportar estos cilindros se encuentran en el ANEXO D.

Como uno de los objetivos de este proyecto es implementar una automatización en el ANEXO D también se comentan los componentes necesarios para la automatización de los cilindros, esto será tratado en los siguientes capítulos con mayor profundidad.

3.4.1 CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE ELEVACIÓN.

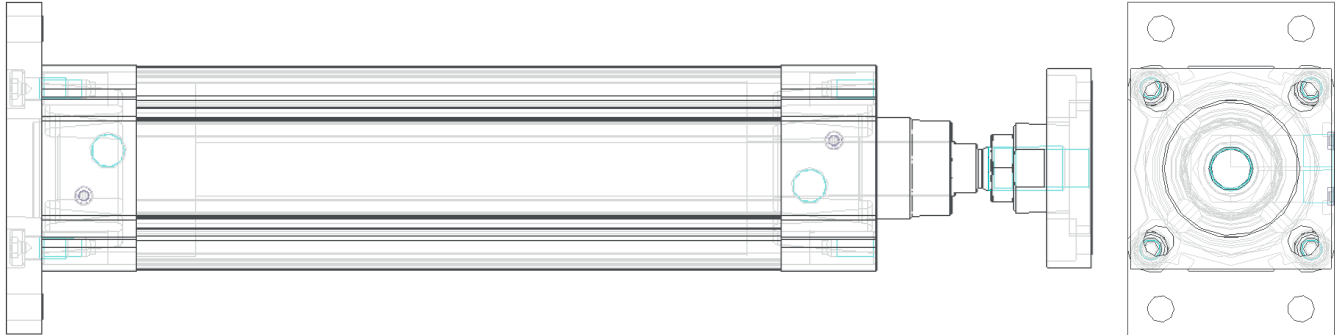


Figura 13. Vista lateral y frontal de cilindro de elevación.

Marca de Cilindro	FESTO
Clase de Cilindro	Cilindro Normalizado
Tipo de Cilindro	DSBC – 80 – 250 – D3 – PPVA- N3
Número de Artículo	3656644
Diámetro del pistón	80 mm
Modo de funcionamiento	Doble efecto
Carrera	250 mm
Capacidad Máxima de Carga de avance a 6 bar	3016 N
Capacidad Máxima de Carga de retroceso a 6 bar	2721 N
Diámetro del vástago	25 mm
Presión de funcionamiento	1-10 bar

Tabla 8. Características de cilindro de elevación.

3.4.2 CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE AJUSTE.

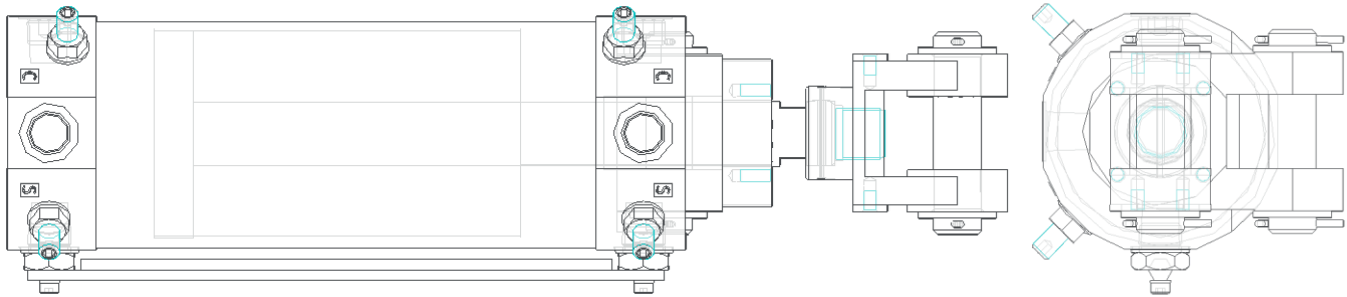


Figura 14. Vista lateral y frontal de cilindro de ajuste.

Marca de cilindro	FESTO
Clase de Cilindro	Cilindros articulados DW
Tipo de Cilindro	DW – 80 – 125 – Y – A
Número de Artículo	557912
Diámetro del pistón	80 mm
Modo de funcionamiento	Doble efecto
Carrera	125 mm
Ancho de la horquilla	28 mm
Capacidad Máxima de Carga de avance a 6 bar	3016 N
Capacidad Máxima de Carga de retroceso a 6 bar	2721 N
Diámetro del vástago	25 mm
Presión de funcionamiento	1-10 bar

Tabla 9. Características de cilindro de ajuste.

CAPÍTULO 4.

4.1 MODELIZACIÓN DE LAS PIEZAS FABRICADAS.

El software CAD SolidEdge es una aplicación de automatización de diseño mecánico que permite realizar diseños y múltiples operaciones, cotas, producir modelos y dibujos detallados.

En este apartado se hará el análisis de las tensiones y desplazamientos que sufren las diferentes piezas fabricadas por separado. Los esfuerzos sufren durante un ciclo de trabajo se han estudiado y calculado anteriormente en el ANEXO A con ayuda de la herramienta SolidEdge Simulation y utilizando la herramienta de simulación con la que se cuenta. Previo al estudio de las tensiones y los desplazamientos de cada uno de estos elementos, se explica en el ANEXO A el cómo actúa las fuerzas sobre estas piezas.

Previo al modelizado se muestra también las acciones y puntos de fijación que se han aplicado en cada punto de las piezas para su mejor visualización.

Para este modelizado se realizará tres diferentes tipos de estudio.

- Limite elástico. Es el esfuerzo requerido para producir deformación plástica muy pequeña del orden de 0,002. En un diagrama de tracción (Tensiones-Deformaciones), el límite elástico divide la gráfica en deformaciones elásticas y deformaciones plásticas o permanentes.
- Criterio de máxima tensión de Von Mises: El criterio de máxima tensión de Von Mises se basa en la teoría de la energía de distorsión máxima.
- Coeficiente de seguridad: El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido.

4.2 PROCESO DE DISEÑO Y MODELIZADO.

La metodología de diseño y modelado ha sido a partir de unos planos suministrados por el fabricante, se realiza el modelo en tres dimensiones.

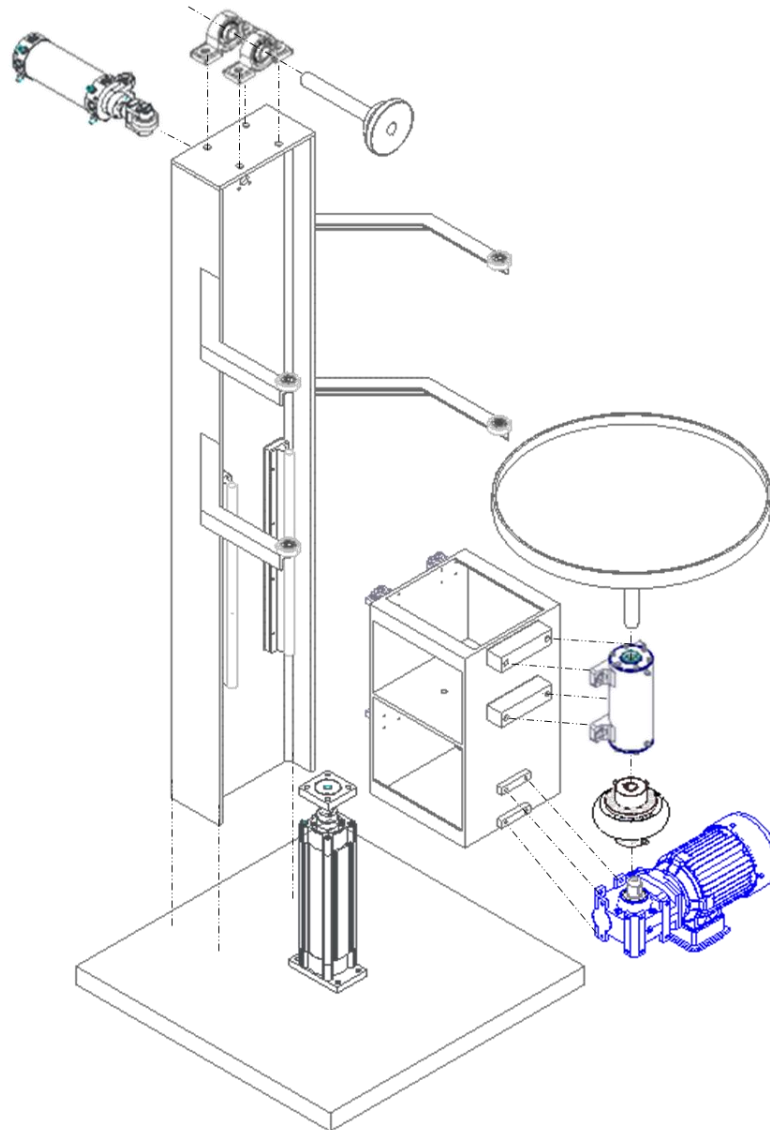


Figura 15. Vista explosionada isométrica de la máquina.

Para este estudio solo se toman los componentes de la máquinas que serán fabricadas para esta y no para las piezas por catálogo de proveedor.

4.3 VISTAS ISOMÉTRICAS DE LAS PARTES

Se muestran las piezas a realizar el estudio sin tener en cuenta las escalas entre estas.

4.3.1 PLATAFORMA GIRATORIA.

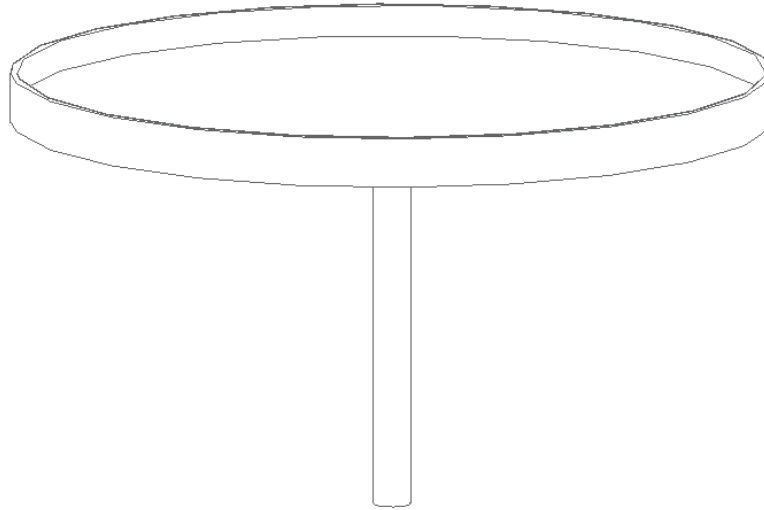


Figura 16. Vista isométrica de la Plataforma giratoria.

4.3.2 HERRAMIENTA PARA REBORDEADO.

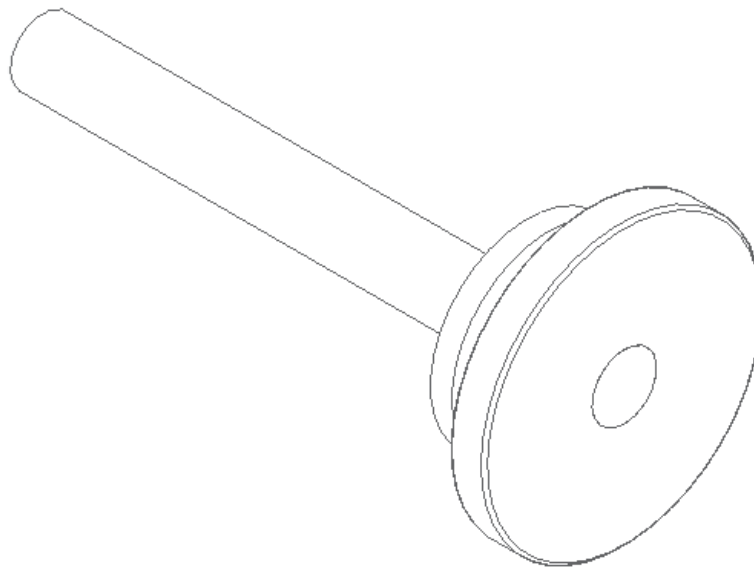


Figura 17. Vista isométrica de la herramienta para rebordeado.

4.3.3 BASE DE LA PLATAFORMA GIRATORIA.

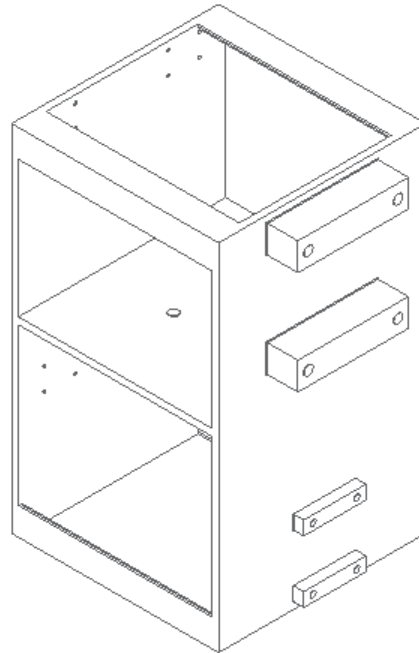


Figura 18. Vista isométrica de la base de la plataforma giratoria.

4.3.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL.

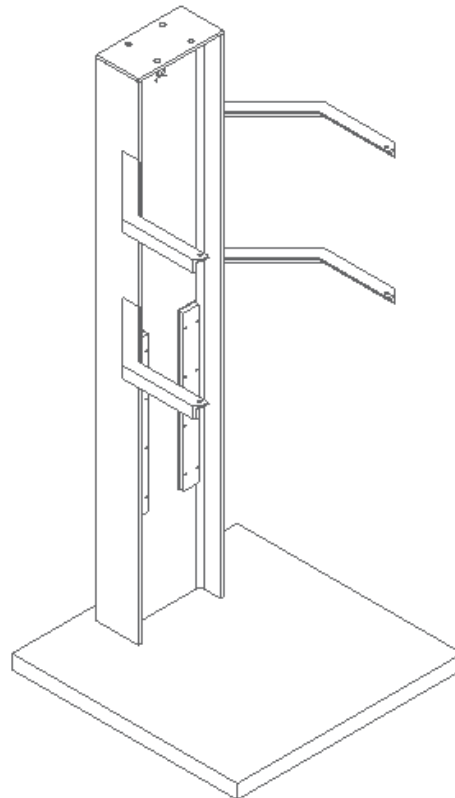


Figura 19. Vista isométrica de la estructura principal.

4.4 PROCESO DE SIMULACIÓN.

En este apartado se va a realizar un análisis estático de las partes principales estudiadas en los cálculos analíticos. Con este análisis se pretenden verificar tanto las tensiones como los desplazamientos y los coeficientes de seguridad que proporciona el software utilizado con los cálculos analíticos de fuerzas que se han realizado en los anexos anteriores.

Todas las estructuras son fabricadas utilizando ACERO ESTRUCTURAL el cual posee las propiedades que se muestran a continuación en la tabla 10.

Propiedad	Valor
Densidad	7833,000 kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	0,0000 /C
Conductividad térmica	0,032 kW/m-C
Calor específico	481,000 J/kg-C
Módulo de elasticidad	199947,953 MPa
Coefficiente de Poisson	0,290
Límite elástico	262,001 MPa
Tensión de rotura	358,527 MPa
% de elongación	0,000

Tabla 10. Propiedades estructurales del material a trabajar (ACERO).

4.5 RESULTADOS.

A continuación, se realiza un análisis de los elementos principales de la máquina.

Se han aplicado los esfuerzos en cada pieza por separado tanto de fuerzas, flexión, compresión o estiramiento y de torsión, luego se calcula las tensiones de Von Mises, los desplazamientos y deformaciones que puede sufrir y el coeficiente de seguridad.

4.5.1 PLATAFORMA GIRATORIA.

4.5.1.1 REACCIONES.

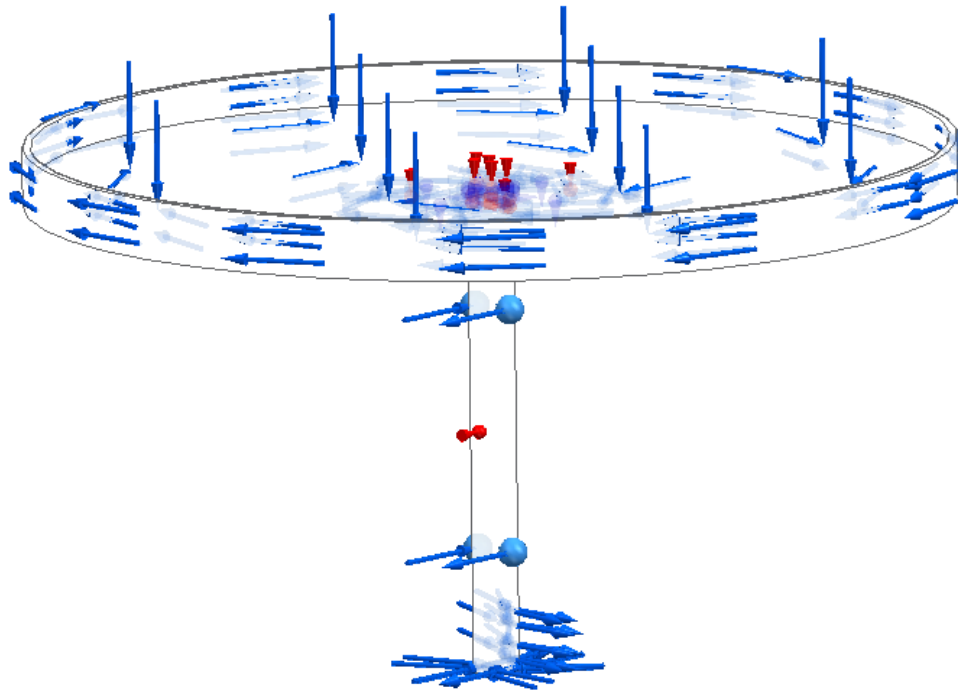


Figura 20. Vista de reacciones de la plataforma giratoria.

Se aplican los esfuerzos y reacciones que aparecen durante el trabajo y se aplican de acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo A sobre la plataforma giratoria.

4.5.1.2 TENSIONES VON MISES.

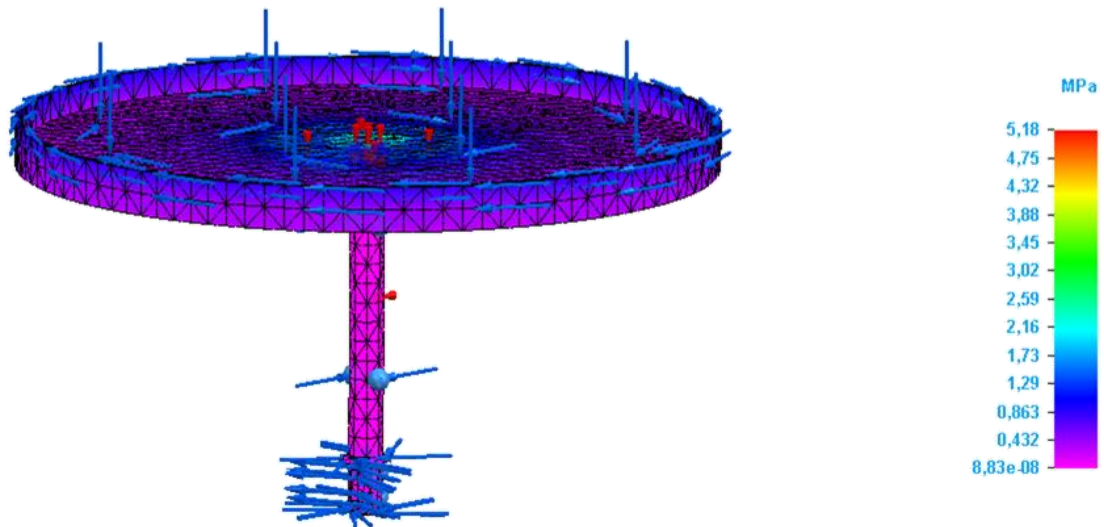


Figura 21. Representación de las tensiones de Von Mises.

Como se observa en la Figura 21, la mayor parte de la estructura, las tensiones oscilan entre 0,432 y 0,863 MPa, la tensión más alta se encuentra entre la unión de la plataforma con el eje de giro y tiene un valor de 5,18 MPa, el valor de tensión admisible máximo es de 262 MPa por lo que se concluye que la pieza está sobredimensionada para el trabajo.

4.5.1.3 FACTOR DE SEGURIDAD.

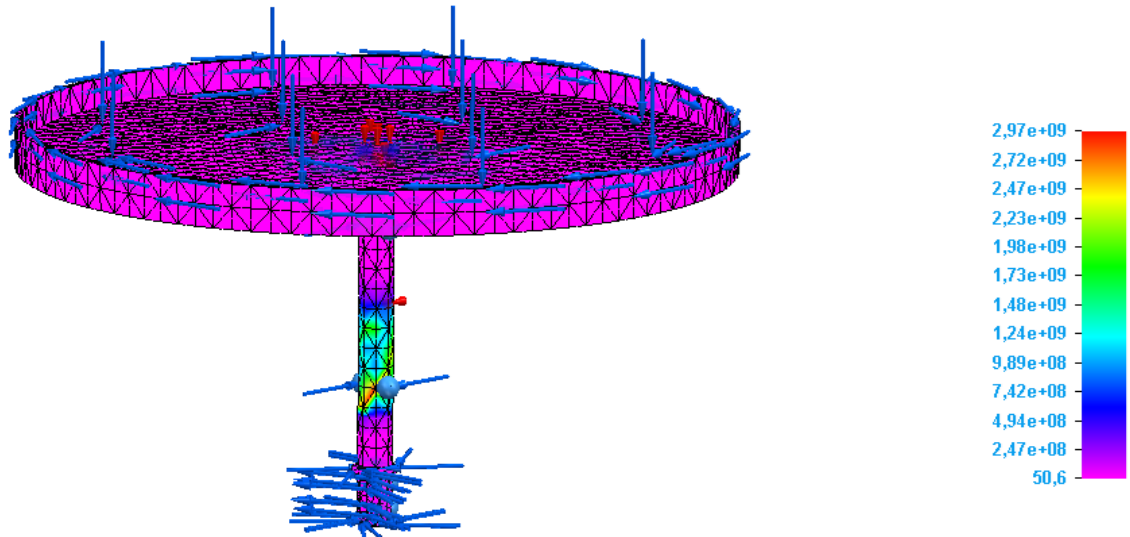


Figura 22. Representación del factor de seguridad.

En la Figura 22 se puede el factor de seguridad menor en el modelizado es de 50,6 por lo tanto al ser el factor de seguridad mínimo requerido mayor o igual 3 se sobrentiende que las cargas pueden ser soportadas con un margen de seguridad muy alto.

4.5.1.4 TRASLACIÓN TOTAL.

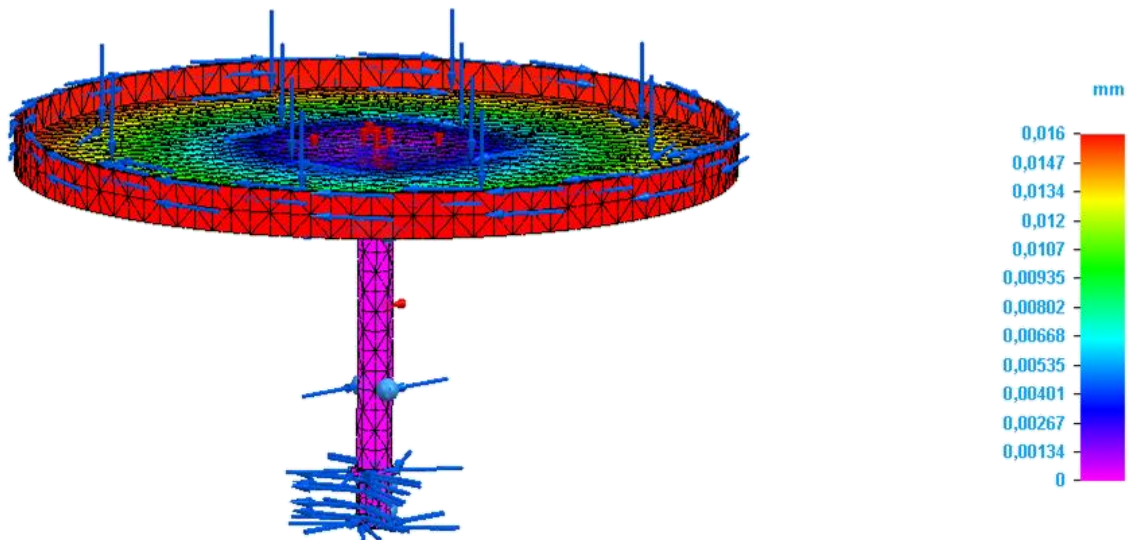


Figura 23. Representación de la deformación de la pieza.

Se observa la Figura 23, el mayor valor de desplazamiento ocurre en la base giratoria y aun así sigue siendo un desplazamiento de 0,016 mm por lo que se concluye que la pieza cumplirá correctamente el trabajo.

4.5.2 HERRAMIENTA PARA REALIZAR EL REBORDEADO.

4.5.2.1 REACCIONES.

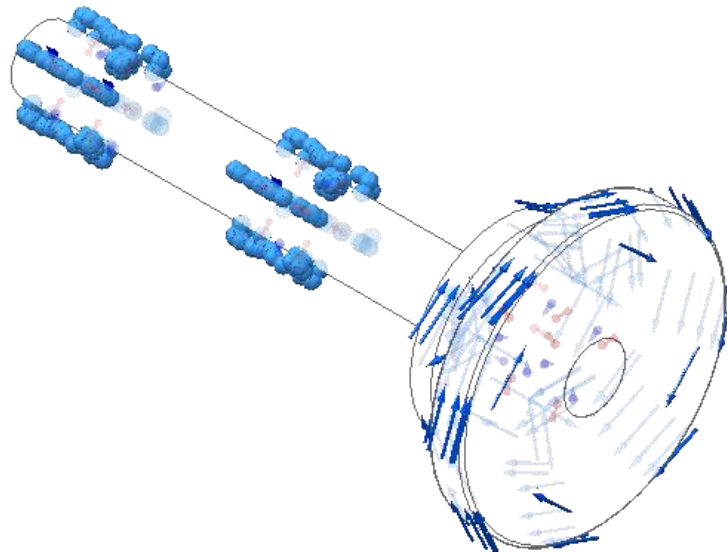


Figura 24. Vista de reacciones de la herramienta de rebordeado.

Se aplican los esfuerzos y reacciones que aparecen durante el trabajo y se aplican de acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo A. Se observa que las reacciones se encuentran en los puntos de apoyo sobre el eje y los esfuerzos están sobre la herramienta de rebordeo giratoria.

4.5.2.2 TENSIONES VON MISES.

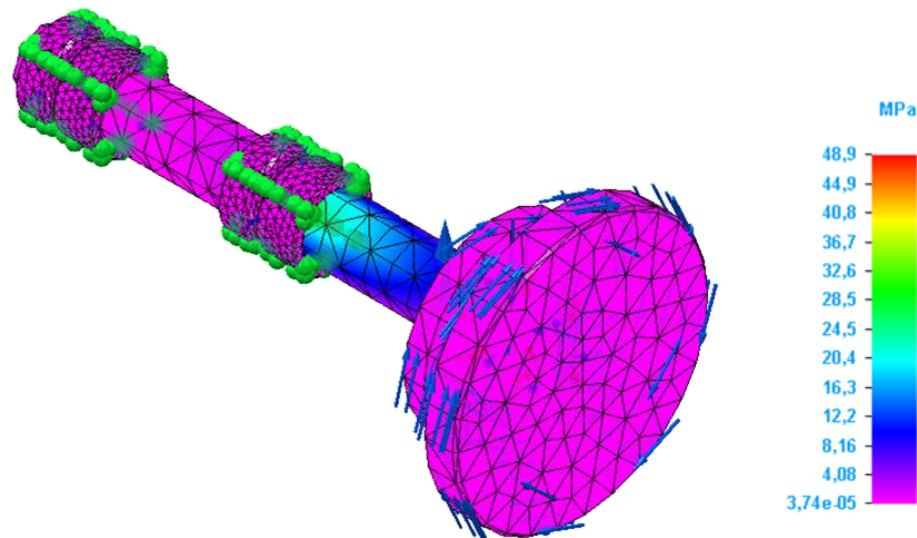


Figura 25. Representación de las tensiones de Von Mises.

Se observa la Figura 25, en la herramienta de rebordeado la tensión es de $3,74e-05$ MPa lo cual es un valor casi nulo, la máxima concentración de tensiones se encuentra en la primera sección del eje próxima a la unión teniendo un valor de 48,9 MPa, el valor de tensión admisible máximo es de 262 MPa por lo que se concluye que la pieza está sobredimensionada para el trabajo.

4.5.2.3 FACTOR DE SEGURIDAD.

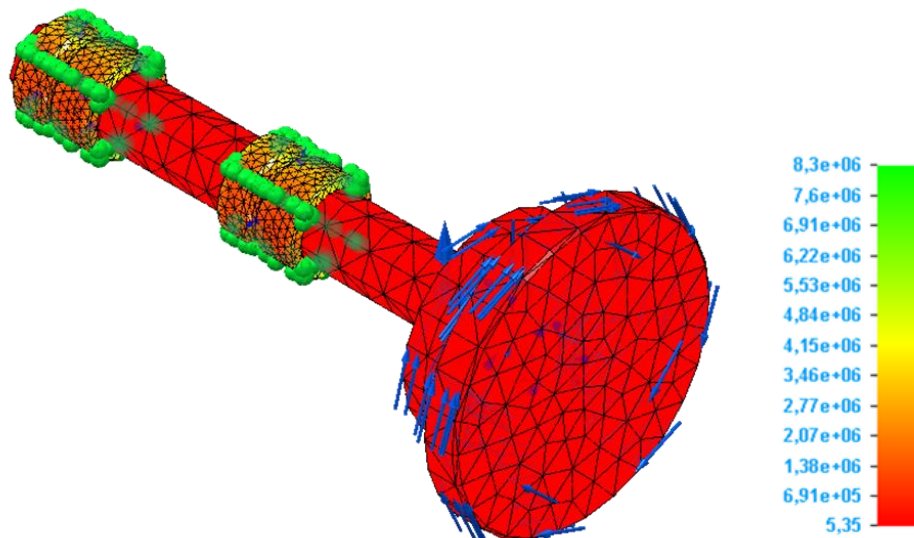


Figura 26. Representación del factor de seguridad.

Se observa la Figura 26, El factor de seguridad en la totalidad de la pieza es de valor 5,35, por lo tanto, al ser el factor de seguridad mínimo requerido sea de al menos 3 se sobrentiende que soportara las cargas.

4.5.2.4 TRASLACIÓN TOTAL.

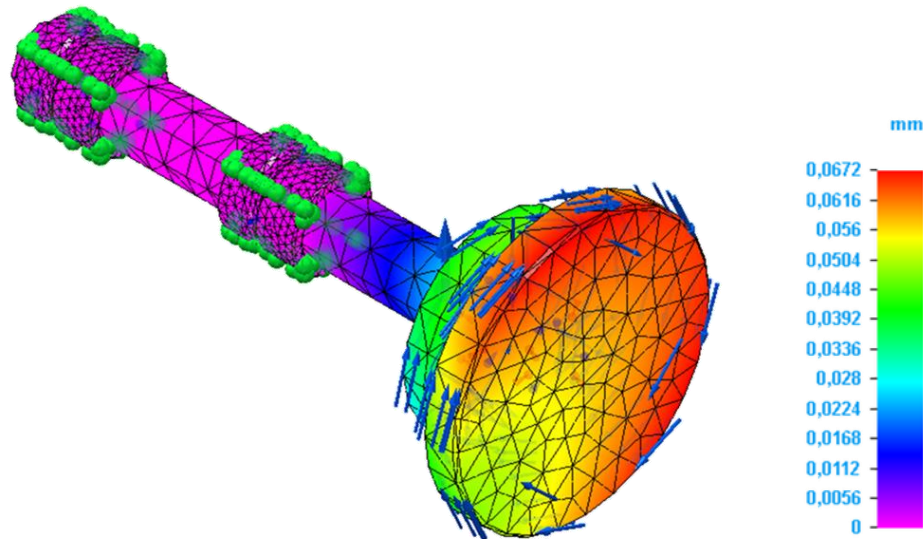


Figura 27. Representación de la deformación de la pieza.

Se observa la Figura 27, la mayor deformación ocurre en la herramienta de rebordeado siendo de 0,07 mm esto valores son casi nulos.

4.5.3 BASE.

4.5.3.1 REACCIONES.

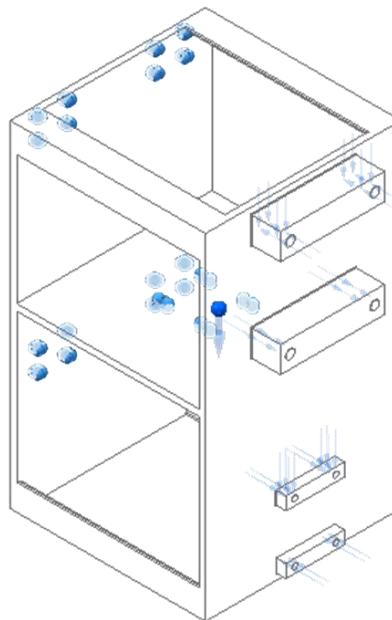


Figura 28. Vista de reacciones de la base.

Se aplican los esfuerzos y reacciones que aparecen durante el trabajo y se aplican de acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo A. Se observa que las reacciones se encuentran en los puntos de apoyo y los esfuerzos están sobre los puntos de anclaje de la plataforma giratoria, motor eléctrico y cilindro de elevación.

4.5.3.2 TENSIONES VON MISES.

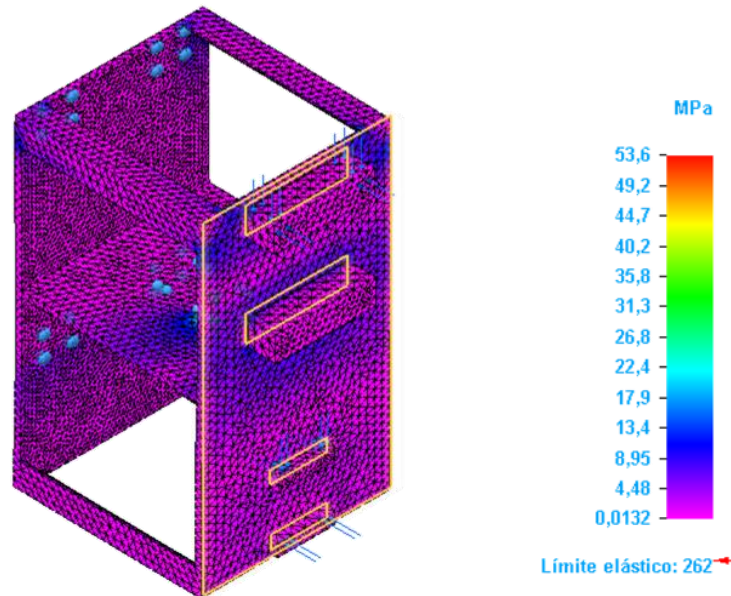


Figura 29. Representación de las tensiones de Von mises.

Se observa la Figura 29, en la base en general la tensión está en su mayoría en 4,48 MPa, la tensión máxima aplicada en la base es de 53,6 MPa, el valor de tensión admisible máximo es de 262 MPa por lo que se concluye que la pieza está sobredimensionada para el trabajo.

4.5.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD.

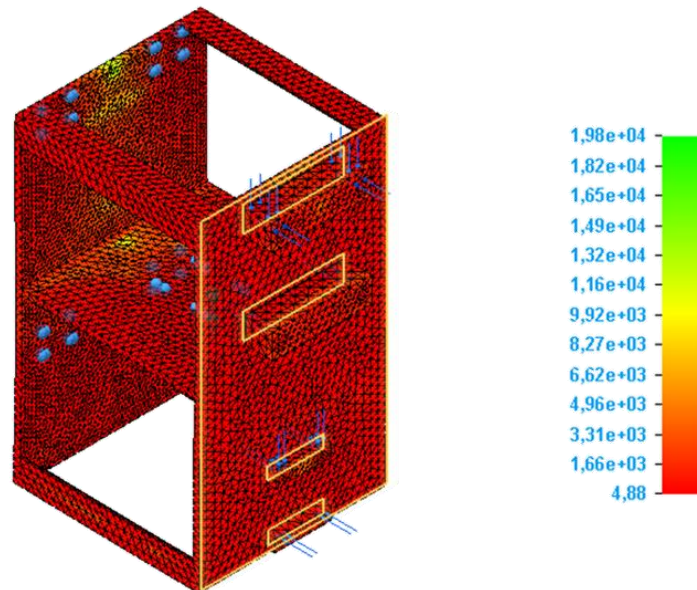


Figura 30. Representación del factor de seguridad.

Se observa la Figura 30, El factor de seguridad en la totalidad de la pieza es de valor 4,88, por lo tanto, al ser el factor de seguridad mínimo requerido sea de al menos 3 se sobrentiende que soportara las cargas.

4.5.3.4 TRASLACION TOTAL.

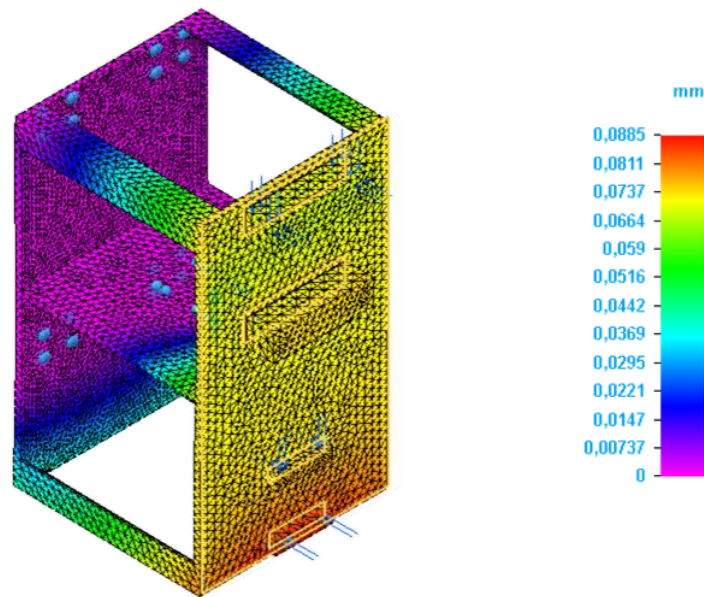


Figura 31. Representación de la deformación de la pieza.

Se observa la Figura 31, la mayor deformación ocurre en base de donde se encuentra el anclaje inferior del motor eléctrico siendo de 0,09 mm siendo estos valores son casi nulos.

4.5.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL.

4.5.4.1 REACCIONES.

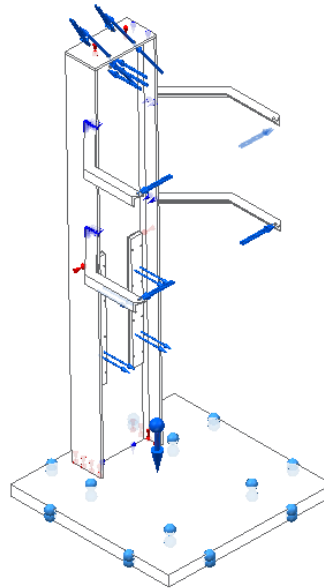


Figura 32. Vista de reacciones de la estructura principal.

Se aplican los esfuerzos y reacciones que aparecen durante el trabajo y se aplican de acuerdo con los cálculos realizados en el Anexo A. Se observa que las reacciones se encuentran en los puntos de apoyo y los esfuerzos están sobre los puntos de anclaje de la plataforma de herramiento de rebordado, base de plataforma giratoria y cilindro de elevación.

4.5.4.2 TENSIONES VON MISES.

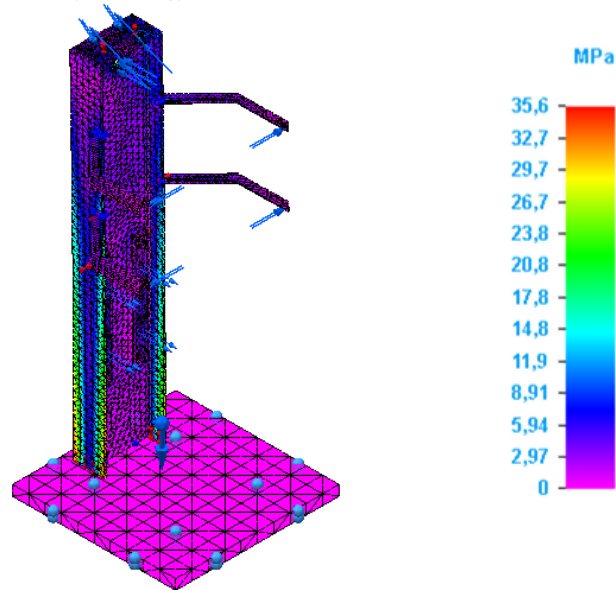


Figura 33. Vista de reacciones de la estructura principal.

Se observa la Figura 33, en la base la tensión es nula, el pilar donde se sostiene la máquina es donde se encuentra la mayor tensión que llega hasta los 35,6 MPa, el valor de tensión admisible máximo es de 262 MPa por lo que se concluye que la pieza está sobredimensionada para el trabajo.

4.5.4.3 FACTOR DE SEGURIDAD.

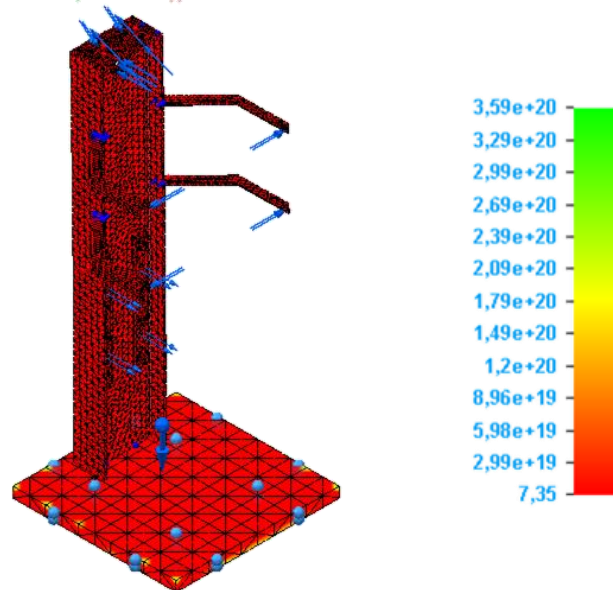


Figura 34. Representación del factor de seguridad.

Se observa la Figura 34, El factor de seguridad en la totalidad de la pieza es de valor 7,35, por lo tanto, al ser el factor de seguridad mínimo requerido sea de al menos 3 se sobrentiende que soportara las cargas.

4.5.4.4 TRASLACION TOTAL.

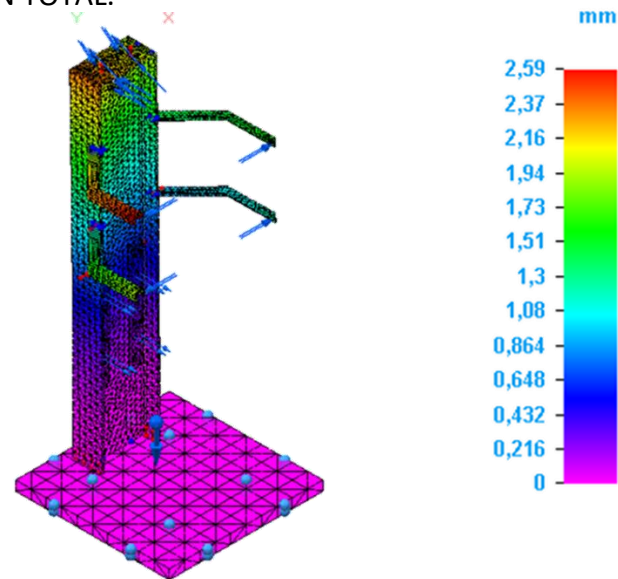


Figura 35. Representación de la deformación de la pieza.

Se observa la Figura 35, la mayor deformación ocurre en donde se encuentra en la parte superior del pilar de la estructura que es donde se conecta a la herramienta de rebordeo siendo de casi unos 2,6 mm durante el trabajo, se considera que estos valores son admisibles y aceptables.

4.6 CONCLUSIONES DE SIMULACIÓN.

En este capítulo se puede decir que las partes estudiadas de la máquina mediante una modelización se encuentran sobredimensionadas para el trabajo a la que son sometidas, esto no afectaría con el trabajo que se realiza sobre los barriles incluso garantiza un mayor factor de seguridad y que la maquina no sufrirá ninguna deformación que pueda afectar con el acabado final del producto.

Las partes que se recomienda sustituir son las piezas que componen la plataforma giratoria (Figura 16) cuyo máxima tensión que soporta es de valor 5,18 MPa y con un factor de seguridad 50,6 y la base (Figura 18) cuyo máxima tensión que soporta es de valor 53,6 MPa y con un factor de seguridad 4,88 por partes que tengan un menor espesor, también se podría plantear un estudio donde mediante simulación se eliminaría material de las piezas mediante apertura de canales y agujeros hasta llegar a valores aceptables para la empresa.

Esta propuesta sobre la plataforma de giro y la base se plantea debido a que al reducir sus cargas se podría sustituir el sistema de elevación que poseen por otro que soporte un menor valor de cargas y por lo tanto sea más económico, para las demás partes solo si se plantea construir otra máquina que trabaje sobre el mismo producto.

CAPÍTULO 5.

5.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN.

En este capítulo se presenta una propuesta para instalar un proceso de automatización en la máquina, se considera una propuesta de mejora puesto que se obtendrían múltiples beneficios al funcionamiento de la máquina. Para esta propuesta, por la simplicidad de las acciones a realizar, se considera que la automatización más adecuada sería mediante la instalación de relés, sensores y electroválvulas.

En este apartado se hablará de la propuesta y objetivos de la automatización, análisis realizados en el Anexo E que consisten en el diseño, secuencia, partes, diagrama de la instalación eléctrica y neumática, además se indicaran los principales componentes propuestos para la automatización.

Además, se realiza el cálculo del coste de partes, mano de obra, beneficio económico y amortización de esta mejora.

5.2 PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN.

La máquina actual comentada anteriormente en el punto 1.3 del CAPÍTULO 1 presenta las siguientes características:

- El cilindro de elevación (eje A) se trata de un cilindro hidráulico de accionamiento manual.
- El sistema de ajuste (eje B) se trata de una palanca con un rodillo que funciona de manera manual.
- El tiempo de trabajo no es constante y suele variar entre los 2 y 3 minutos por barril.
- La máquina solo la puede utilizar un operario especializado, actualmente es manejada por un operario cuyo contrato según convenio es de GRUPO 2 (según Convenio Colectivo de INDUSTRIA QUÍMICA).
- La máquina tiene un nivel de scrap de alrededor de un 26% si es trabajada por cualquier operario, con el operario especializado este se reduce a un 7%.
- La máquina tiene un uso de 8 horas diarias durante 5 días a la semana por lo que se trabajan unas 800 piezas a la semana.

La propuesta de automatización tiene como propósito cumplir con los siguientes principales objetivos:

- Establecer un proceso de trabajo, calidad y resultado del producto constante.
- Reducir el tiempo de trabajo y establecer una constante en 95 segundos por ciclo.
- Eliminar el factor de uso manual en el trabajo y buscar reducir el scrap al 0% o 1%.
- Diseñar una propuesta de mecanismo que permita que la máquina pueda ser utilizada por cualquier operario y mantener la misma efectividad, la propuesta consiste en que esta sea manejada por un operario cuyo contrato según convenio sea de GRUPO 1 (según Convenio Colectivo de INDUSTRIA QUÍMICA).
- Eliminar cualquier acción manual durante el ciclo de trabajo, esto consiste en sustituir el sistema de ajuste (eje B) por un cilindro automatizado, lo mismo para el cilindro de elevación (eje A).
- La máquina tendrá un uso igual de 8 horas diarias durante 5 días a la semana por lo que con la propuesta de mejora se trabajarían unas 1300 piezas a la semana.
- La máquina tiene como objetivo emplearse 40 horas semanales de forma continua, los mantenimientos preventivos se realizarán los fines de semana.

5.3 PLANTEAMIENTO DE FUNCIONAMIENTO.

En las siguientes figuras se muestra el funcionamiento principal de la Máquina planteada para realizar rebordeado de barriles. Se indica donde se encuentran los ejes que se moverán durante el ciclo de trabajo, el nombre que se les asigna, además se agrega la posición aproximada para la instalación de los sensores de posición tanto en el eje A como en el eje B.

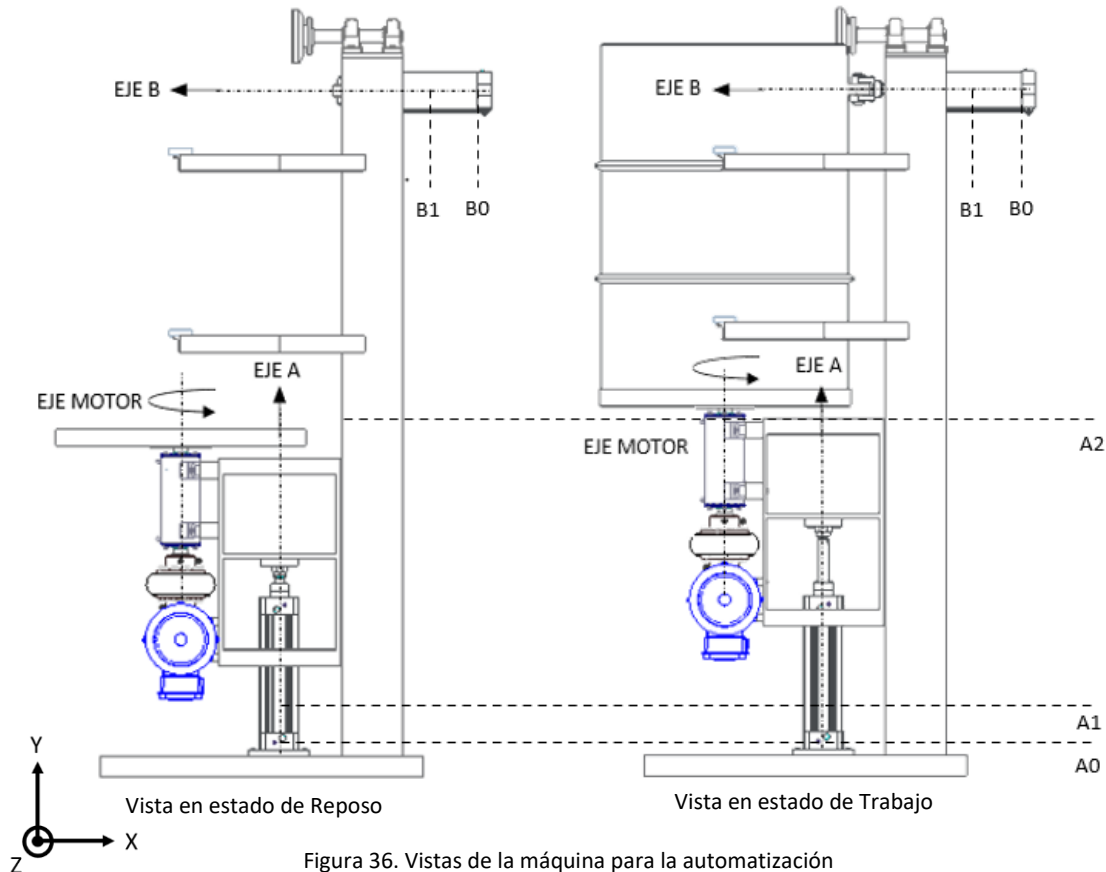


Figura 36. Vistas de la máquina para la automatización

MODULO DE LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS SENSORES Y TIPOS DE SENSORES EMPLEADOS			
Sensores	X (mm)	Y (mm)	TIPO DE SENSOR A EMPLEAR
A0	0	0	Sensor de proximidad para ranura en T
A1	0	60	Sensor de proximidad para ranura en T
A2	0	100	Detector de proximidad SOEG
B0	0	0	Sensor de proximidad para ranura en T
B1	80	0	Sensor de proximidad para ranura en T

Tabla 11. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores

Se indican los principales componentes a para la instalación neumática y eléctrica en el siguiente apartado.

5.4 LISTADO DE PIEZAS Y DESCRIPCIÓN PARA EMPLEAR EN LA AUTOMATIZACIÓN.

Se crea una tabla para los materiales nuevos a emplear y los precios de cada uno para la propuesta de automatización.

	Nº	Descripción	Artículo	Marca	Cant.	Coste unitario	Coste total	Pag
Neumática	1	Cilindro normalizado de elevación eje A	3656644	FESTO	1	311,7 €	311,70 €	
	2	Fijación por brida FNC/CRFNG	174380	FESTO	1	38,38 €	38,38 €	
	3	Placa de acoplamiento KSG	32966	FESTO	1	81,92 €	81,92 €	
	4	Regulador de caudal Cilindro A	193151	FESTO	2	24,01 €	48,02 €	
	5	Cilindro articulado de ajuste eje B	557912	FESTO	1	245,27 €	245,27 €	
	6	Juego de pernos, pasadores de seguridad y arandelas	573172	FESTO	1	15,83 €	15,83 €	
	7	Rodamiento cilíndrico de una hilera	NU1006	FAG	2	54,91 €	109,82 €	
	8	Electroválvula de tipo 5/3 tipo solenoide	577274	FESTO	2	153,51 €	307,02 €	
	9	Placa de acople de salida Electroválvula	563395	FESTO	2	188,86 €	377,72 €	
	10	Kit de bobina de solenoide y conector 24V DC	8029136	FESTO	4	36,1 €	144,40 €	
	11	Paquete de 5 unidades racores en L 1/4 NPT	533297	FESTO	1	21,6 €	21,60 €	
	12	Paquete de 10 unidades racores 1/4 NPT	533278	FESTO	1	24,5 €	24,50 €	
	13	Paquete de 10 unidades racores G 1/4	186101	FESTO	1	35,7 €	35,70 €	
	14	Paquete de 20 unidades silenciadores 1/4 NPT	1206990	FESTO	1	73,4 €	73,40 €	
	15	Tubería de conexión 10 mm - 50 metros	551459	FESTO	1	55,93 €	55,93 €	
	16	Unidad de mantenimiento	162682	FESTO	1	85,3 €	85,30 €	
	17	Paquete de 10 unidades racores en L G3/8	186123	FESTO	1	63,5 €	63,50 €	

	18	Paquete de 10 unidades racores G3/8	186102	FESTO	1	39,4 €	39,40 €	
Eléctrico	19	Soporte para detectores, sin tope tamaño para M12	538347	FESTO	1	12,03 €	12,03 €	
	20	Detector de proximidad SOEG	547909	FESTO	1	109,9 €	109,9 €	
	21	Conector detector de proximidad M12x1 acodado tipo zócalo 3 pines	541367	FESTO	1	11,14 €	11,14 €	
	22	Sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo de tipo abierto	574334	FESTO	4	33,34 €	133,36 €	
	23	Cable de conexión un extremo de zócalo recto M8x1	541333	FESTO	4	8,76 €	35,04 €	
	24	Módulo de interfaz de relé 24V DC	93.01.024	FINDER	13	16,9 €	219,70 €	
	25	Multifunción de relé temporizador 24V DC	80.01.0.2 40.0000	FINDER	1	69,61 €	69,61 €	
	26	Cable H07Z1-K 100M 1,5 mm ²	H07Z1-K	LEXMAN	1	18,99 €	18,99 €	
COSTE TOTAL DE LOS MATERIALES							2.377,48 €	

Tabla 12. Materiales nuevos a emplear para la propuesta de automatización

5.5 DIAGRAMA NEUMÁTICO PLANTEADO.

Se realiza el mediante el programa FluidSIM al igual que su simulación, se muestran los principales componentes del sistema como cilindros, reguladores de caudal, unidad de mantenimiento y electroválvulas.

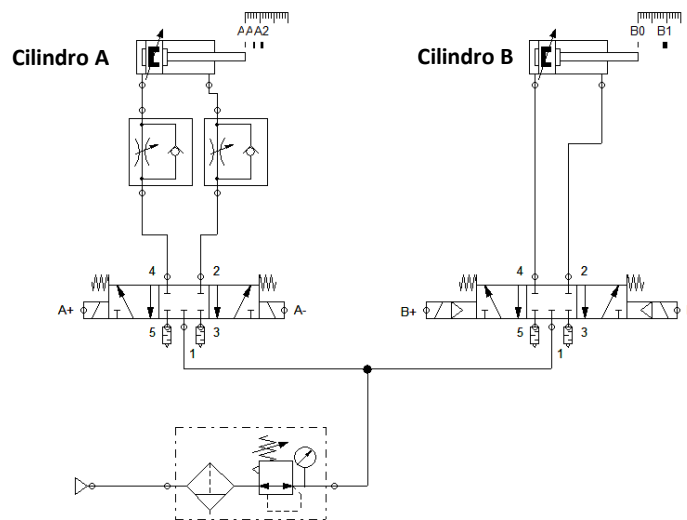


Figura 37. Diagrama neumático

5.5.1 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN NEUMÁTICA.

5.5.1.1 CILINDROS DE DOBLE EFECTO EN EJE A Y EJE B.

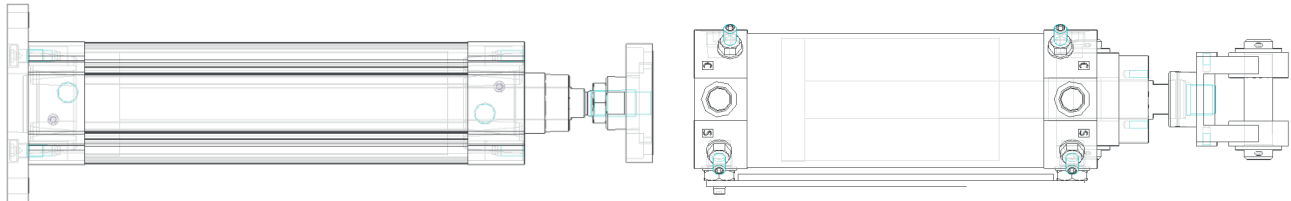


Figura 38. Vistas de cilindros A y B

CILINDRO DOBLE EFECTO A (Catalogo 145)	
Marca de Cilindro	FESTO
Tipo de Cilindro	DSBC – 80 – 250 – D3 – PPVA- N3
Número de Artículo	3656644
Modo de funcionamiento	Doble efecto
CILINDRO DOBLE EFECTO B (Catalogo 149)	
Marca de cilindro	FESTO
Clase de Cilindro	Cilindros articulados DW
Tipo de Cilindro	DW – 80 – 125 – Y – A
Número de Artículo	557912

Tabla 13. Referencias de cilindros ejes A y B

5.5.1.2 REGULADORES DE CAUDAL EN EL CIRCUITO DEL EJE A.

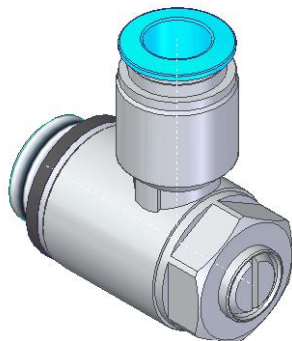


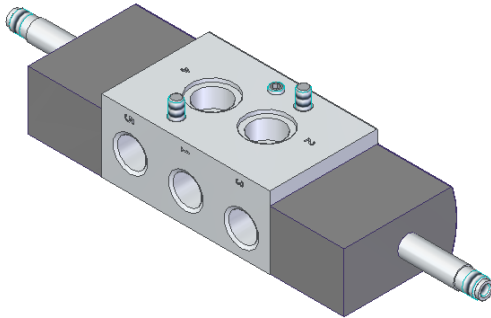
Figura 39. Regulador de caudal

Se instalan solo en el cilindro A, con esto se busca regular la velocidad de subida puesto que, para el proceso de trabajo, se necesita que el cilindro A se desplace a una velocidad de subida constante de 1 mm/seg aproximado. El eje B no los necesita puesto que en este cilindro solo se requiere que se despliegue y retraiga de forma rápida

CILINDRO DOBLE EFECTO A (Catalogo 148)	
Marca	FESTO
Tipo	GRLA-3/8-QS-10-D
Número de Artículo	193151

Tabla 14. Referencias de regulador de caudal

5.5.1.3 ELECTROVÁLVULAS EN CIRCUITOS A Y B.



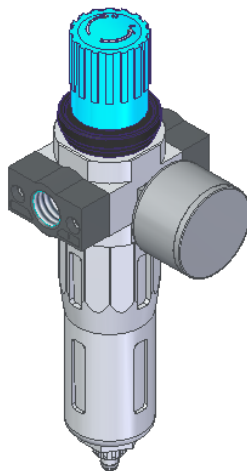
Se trata de electroválvulas de tipo 5 vías 3 posiciones, esto le permitirá al circuito detenerse en cualquier punto del cilindro, funciona mediante solenoides lo que significa que necesita un impulso eléctrico para activarse alguno de sus lados.

Figura 40. Electroválvula 5/3 con solenoide

ELECTROVÁLVULAS (Catalogo 151)	
Marca	FESTO
Tipo	VSNC-F-P53C-MD-N14-FN
Número de Artículo	577274

Tabla 15. Referencias de Electroválvula

5.5.1.4 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.



Con esta unidad de mantenimiento se mantiene seco el aire de entrada al circuito y libre de impurezas, además permite regular y controlar la presión de entrada.

Figura 41. Unidad de mantenimiento

UNIDAD DE MANTENIMIENTO (Catalogo 159)	
Marca	FESTO
Tipo	LFR-3/8-D-MINI
Número de Artículo	162682

Tabla 16. Referencias de Unidad de mantenimiento

5.6 ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA SECUENCIA.

Se realiza el mediante el programa FluidSIM al igual que su simulación, para establecer el esquema eléctrico del sistema se emplearán las ecuaciones realizadas en el Anexo E.

Se añade como ejemplo el cálculo de la ecuación para el Eje A.

- Cilindro Eje A (Electroválvula monoestable de centro cerrado de tipo 5x3).

$$\circ A+ \rightarrow K_1 \rightarrow (a_0 \cdot START + K_1 + b1) \cdot (\bar{a}_1 + K_x) \cdot \bar{a}_2$$

$$\circ A- \rightarrow K_4 \rightarrow (b_0 \cdot \bar{K}_x + K_4) \cdot \bar{a}_0$$

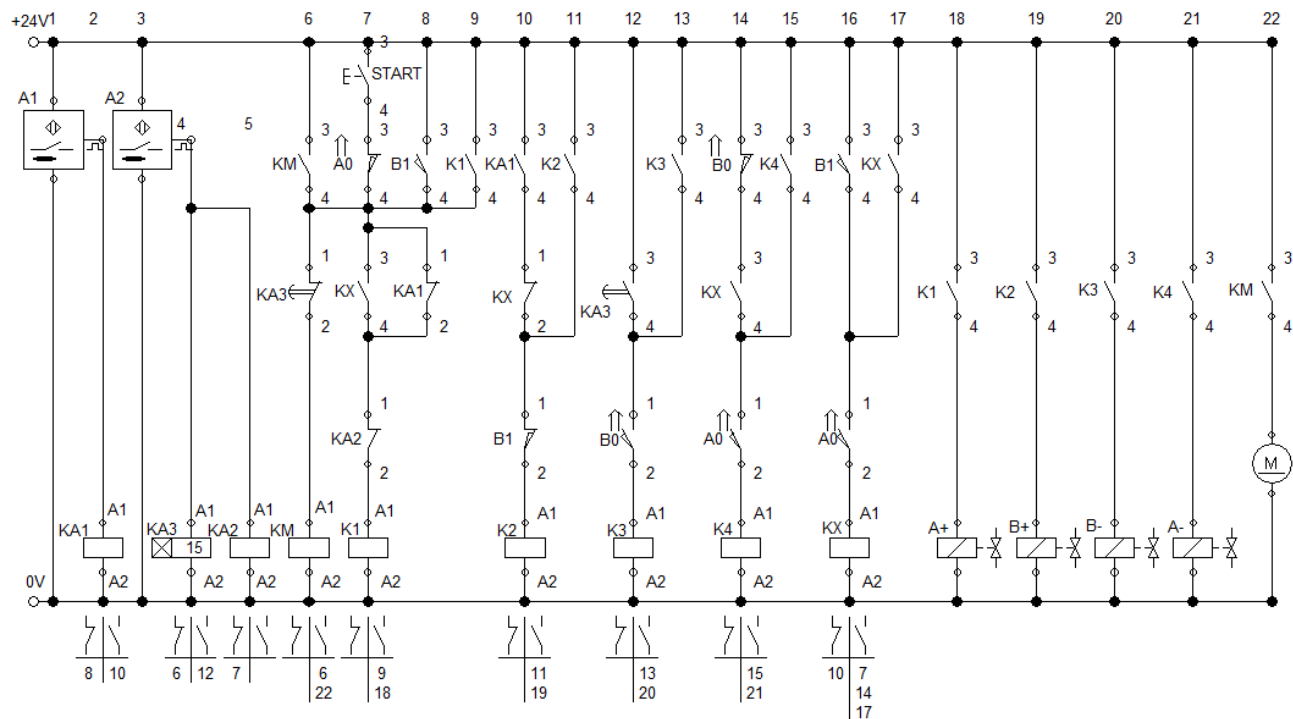


Figura 42. Diagrama eléctrico

5.6.1 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

5.6.1.1 SENSORES MAGNETORRESISTIVOS.



Figura 43. Sensores Magnetorresistivos

Este tipo de sensor es un PNP que se emplea en los puntos A0 y A1 del cilindro del eje A y en los puntos B0 y B1 del cilindro del eje B, es un sensor de proximidad para ranura en T por lo que se acopla directamente sobre el cilindro en la posición que se desea que este indique una a través del embolo.

SENSORES MAGNETORRESISTIVO. (Catalogo 166)	
Marca	FESTO
Tipo	SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D
Número de Artículo	574334

Tabla 17. Referencias de sensores magnetorresistivos

5.6.1.2 DETECTOR DE PROXIMIDAD SOEG.



Figura 44. Detector de proximidad SOEG

Este tipo de sensor es de proximidad de tipo inductivo PNP, se emplea en el punto A2, no va acoplado al cilindro por lo que necesita un soporte para sujetarlo, se emplea el soporte marca FESTO Nº 541367 para instalarlo en la máquina.

DETECTOR DE PROXIMIDAD SOEG. (Catalogo 163)	
Marca	FESTO
Tipo	SOEG-RT-M12PS-S-2L
Número de Artículo	547909

Tabla 18. Referencias de Detector de proximidad SOEG

5.6.1.3 MÓDULO DE INTERFAZ DE RELÉ.



Figura 45. Módulo de interfaz de relé

Se emplean relés en todos los sensores, funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente.

MÓDULO DE INTERFAZ DE RELÉ. (Catalogo 170)	
Marca	FINDER
Tipo	38.51.7.024.0050
Número de Artículo	93.01.024

Tabla 19. Referencias de módulo de interfaz de relé

5.6.1.4 MULTIFUNCIÓN DE RELÉ TEMPORIZADOR 24V DC.



Figura 46. Multifunción de relé temporizador 24V DC

Este relé además de funcionar como interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente, tiene la opción de aplicar un retraso en el accionamiento de señal y este puede ser ajustado al tiempo deseado se coloca en el punto A2 con un retraso de 15 segundos.

MULTIFUNCIÓN DE RELÉ TEMPORIZADOR 24V DC. (Catalogo 171)	
Marca	FINDER
Tipo	80.01.0.240.0000
Número de Artículo	80.01.0.240.0000

Tabla 20. Referencias de Multifunción de relé temporizador 24V DC

5.7 PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN.

Se calcula el coste de la implementación de la automatización, este presupuesto consiste en partes requeridas y mano de obra requerida para la instalación.

La empresa cuenta con los siguientes componentes en su stock

Descripción	Artículo	Marca	Cant.	Coste unitario
Cilindro normalizado de elevación eje A	3656644	FESTO	1	311,7 €
Cilindro articulado de ajuste eje B	557912	FESTO	1	245,27 €
Unidad de mantenimiento	162682	FESTO	1	85,3 €
Paquete de 10 unidades racores G3/8	186102	FESTO	1	39,4 €

Tabla 21. Materiales que cuenta la empresa en su stock

Aun así, por petición de la empresa se añade el valor de estos componentes al precio de la instalación de la automatización.

COSTE TOTAL DE LOS MATERIALES	2.377,48 €
--------------------------------------	-------------------

Tabla 22. Coste total de los materiales.

Personal necesario para la instalación y diseño de la automatización

Tipo de personal necesario	Coste de hora de trabajo	Horas empleadas	Total
Ingeniero mecánico	55 €	80 horas	4.400 €
Técnico mecánico	35 €	32 horas	1.120 €
COSTE TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5.520 €

Tabla 23. Coste total de la mano de obra.

Cálculo final de coste para la instalación de la automatización.

ANÁLISIS DE LOS COSTES DE LA INSTALACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN	COSTES
COSTE TOTAL DE LOS MATERIALES	2.377,48 €
COSTE TOTAL DE LA MANO DE OBRA	5.520 €
COSTE TOTAL DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN	8.130,96 €

Tabla 24. Coste total de la instalación de la automatización.

5.8 COMPARACIÓN DE COSTE DE PRODUCCIÓN ACTUAL CON EL COSTE DE PRODUCCIÓN PROPUESTO.

Se habla con la empresa y por política de privacidad solo dan un estimado de sus costes del proceso, scrap y beneficios económico sobre la pieza.

PRODUCCIÓN ACTUAL	
	Balance
Beneficio agregado del proceso a la pieza	+10 €
Producción mensual	3.200 piezas
Coste de proceso por pieza	-6 €
Porcentaje de Scrap	7%
Coste de Scrap	-7 €
Grupo de Operario autorizado para el uso de la máquina	GRUPO 2
Coste Operario mensual	-1.430 €
	Balance de coste
Beneficio agregado del proceso mensual	+32.000 €
Coste total mensual de producción	-19.200 €
Coste de Scrap	-1.568 €
Coste Operario mensual	-1.430 €
Beneficio del proceso neto mensual	+10.002 €

Tabla 25. Coste y beneficio mensual del proceso actual.

Se calcula el beneficio con la propuesta de implementación de automatización.

PRODUCCIÓN CON LA PROPUESTA	
	Balance
Beneficio agregado del proceso por pieza	+10 €
Producción mensual	5.200 piezas
Coste de proceso por pieza	-6 €
Porcentaje de Scrap	1%
Coste de Scrap	-7 €
Grupo de Operario autorizado para el uso de la máquina	GRUPO 1
Coste Operario mensual	-1.336 €

	Balance de coste
Beneficio agregado del proceso mensual	+52.000 €
Coste total mensual de producción	-31.200 €
Coste de Scrap	-364 €
Coste Operario mensual	-1.336 €
Beneficio del proceso neto mensual	+19.100 €

Tabla 26. Coste y beneficio mensual del proceso con la propuesta

Conclusión. Con la propuesta se conseguiría aumentar la producción un 62% al mes en la misma cantidad de horas que en la producción actual, con un aumento del beneficio neto de 9.098 € mensual y una reducción hasta casi la nulidad del scrap en este proceso.

5.9 AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA.

Por petición de la empresa se calcula la amortización para 12 meses.

$$\text{Coste de mejora} = 8.130,96 \text{ €} \quad \text{Beneficio mensual neto} = 19.100 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo de amortización} = 12 \text{ meses}$$

$$\text{Amortización} = \frac{8.130,96 \text{ €}}{12 \text{ meses}} = 677,58 \text{ €/mes}$$

Mes	Pendiente a Amortizar	Amortización mensual	Beneficio	Beneficio residual neto
0	8.130,96 €	-	-	-
1	7.453,38 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
2	6.775,80 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
3	6.098,22 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
4	5.420,64 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
5	4.743,06 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
6	4.065,48 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
7	3.387,90 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
8	2.710,32 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
9	2.032,74 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
10	1.355,16 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
11	677,58 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €
12	0,00 €	677,58 €	19.100 €	18.408,32 €

Tabla 27. Amortización de la propuesta.

CONCLUSIÓN

En este apartado comentaremos los resultados que hemos obtenido a lo largo del proyecto.

Este proyecto se dividió en dos procesos, el primero fue un estudio de la máquina que consistió en el despiece de la máquina, hacer las mediciones exactas de sus dimensiones y posterior realización de sus respectivos planos (los cuales por motivo de privacidad interna no han podido ser anexados a este proyecto), una vez modelizado las partes se hizo un estudio de cargas y de esfuerzos mediante cálculos manuales con la ayuda del programa de cargas MEFI para luego estudiar las tensiones y cargas que ocurrían en las diferentes partes. A partir de estos estudios y simulaciones realizados por el programa SolidEdge, se puede deducir que la máquina se encuentra sobredimensionada para el esfuerzo realizado en sus ciclos normales de trabajo, lo que a su vez cumple con los requerimientos de la empresa y además ofrece un mayor margen de seguridad, pero no resulta beneficioso en caso de que se planteara realizar otra máquina para su mismo uso, se ha propuesto también como en el capítulo 4 la sustitución de las partes que componen la base y plataforma giratoria de la máquina por partes que tengan un menor espesor o que estén hechas de otro material que sea más ligero y pueda cumplir con las características de seguridad requeridas debido a que al reducir sus cargas se podría sustituir el sistema de elevación que poseen por otro que soporte un menor valor de cargas y por lo tanto sea más económico.

Para la segunda parte una vez finalizada la primera parte y garantizando que la máquina soportaba las cargas de trabajo, se realizó en base a una propuesta mejora planteada a la empresa, esta mejora consistió primero en la sustitución de su sistema de elevación hidráulico de alimentación manual y su sistema de ajuste manual por cilindros neumáticos y segundo en la automatización del ciclo de trabajo con el objetivo de aumentar la producción y reducir el nivel de piezas rechazadas por calidad, se analizó los procesos realizados durante el ciclo de trabajo y mediante simulaciones neumáticas y eléctricas usando el programa FluidSIM se diseñó un sistema que cumplía con los requisitos para el ciclo de trabajo. Ya con todos los datos obtenidos en los distintos capítulos y anexos de este proyecto, se realizó un estudio de costes en el cual se deduce que la inversión requerida para realizar las mejoras a la máquina es considerablemente elevada, por otra parte, estas mejoras terminarían siendo altamente rentables con un aumento de hasta el 62% a nivel de producción. Una vez finalizado el estudio de costes se realiza un estudio de amortización, donde se observa que instalación de la propuesta puede ser amortizada dentro de un plazo de 12 meses.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. P. Canalís Martínez, J. Abad Blasco - Cálculo de elementos de máquinas. Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza, 2019.
- 2. Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas / Mikell P. Groover. Revisado en diciembre del 2020
- 3. www.landefeld.com. Visitada en junio del 2021
- 4. www.festo.com. Visitado en enero del 2021
- 5. www.es.rs-online.com. Visitado en mayo del 2021
- 6. www.traceparts.com. Visitado en enero del 2021
- 7. www.medias.schaeffler.de/en. Visitado en enero del 2021
- 8. www.nord.com. Visitado en enero del 2021



ANEXO A: CÁLCULOS DE ACCIONES

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 – 2021

A.1 INTRODUCCIÓN.

En el presente anexo se van a exponer los cálculos analíticos realizados sobre la máquina rebordeadora de barriles. Mediante los diagramas de sólido libre de cada una de las piezas principales se obtendrán las acciones a los esfuerzos que están sometidos cada uno de los componentes de la máquina.

El material empleado en todos los cálculos es el acero estructural E-350, además se ha tomado un valor de coeficiente de seguridad de al menos 3 valores para el dimensionamiento de todas las piezas.

En cuanto a las unidades empleadas se empleará el sistema internacional en el que las fuerzas se expresarán en Newton [N], las longitudes en milímetro [mm] y por lo tanto las tensiones se expresarán en mega pascales [MPa].

En todos los diagramas de sólido libre el sistema de coordenadas será como la Figura A.1.

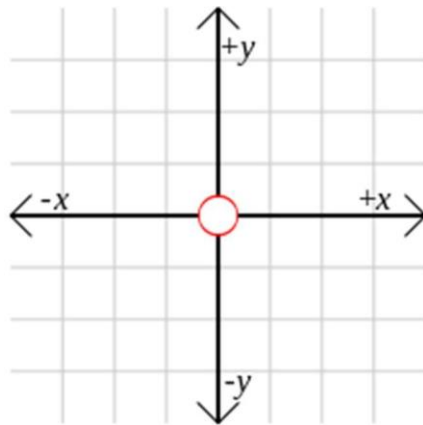


Figura A.1. Sistema de coordenadas.

A.2 ANÁLISIS DE POSICIÓN.

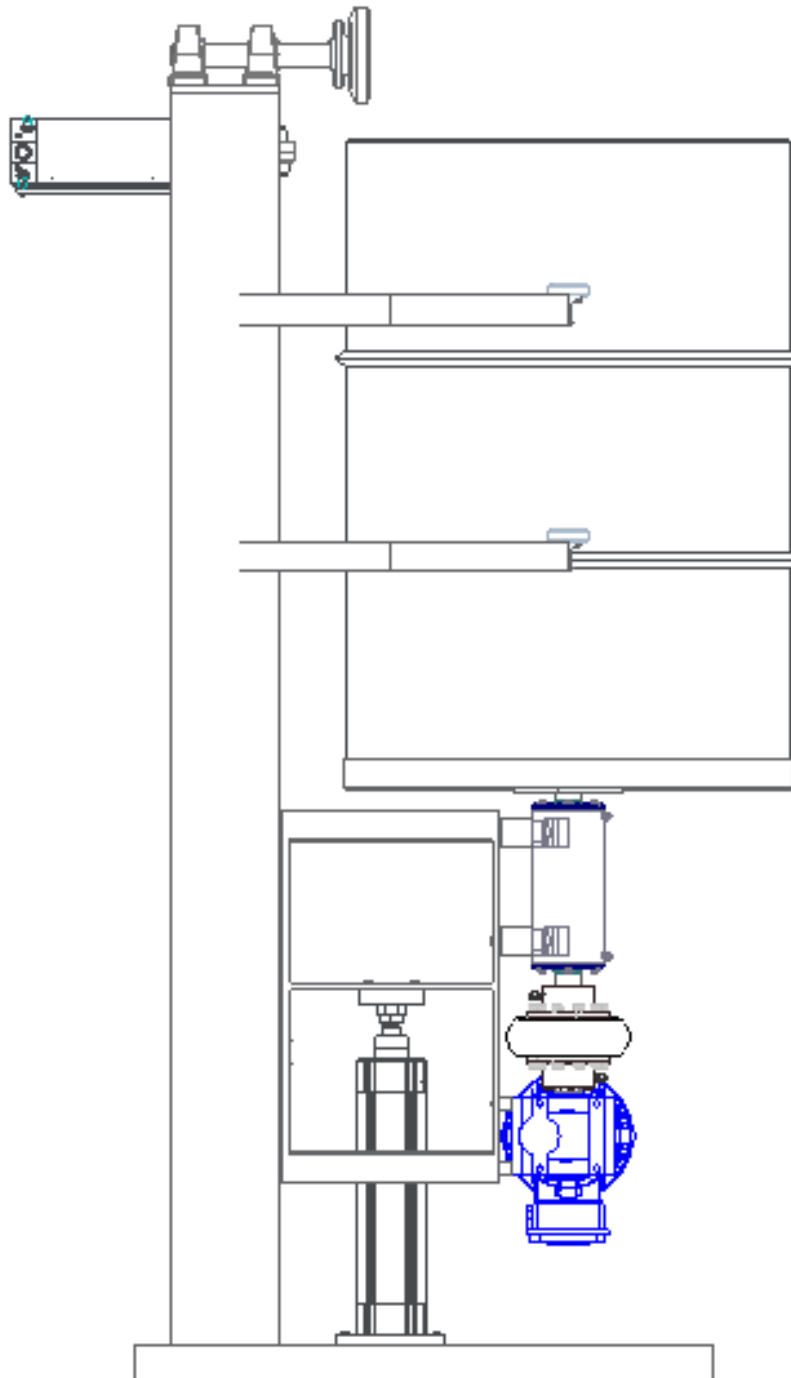


Figura A.2. Vista en estado de Trabajo.

Se observa la Figura A.2 y se procede a analizar las acciones que generan los esfuerzos durante el ciclo de trabajo, para esto se realiza un despiece de la maquinaria, el cual queda como se muestra a continuación.

A.2.1 DESPIECE DE LA MÁQUINA.

La Figura A.3 muestra el despiece de la máquina con los todos los elementos a estudiar, en este anexo se estudian las acciones las piezas fabricadas correspondientes a las partes 6, en conjunto 3, 8 y 11, las partes 5, 4 y 10 y no se consideran las piezas de catálogo.

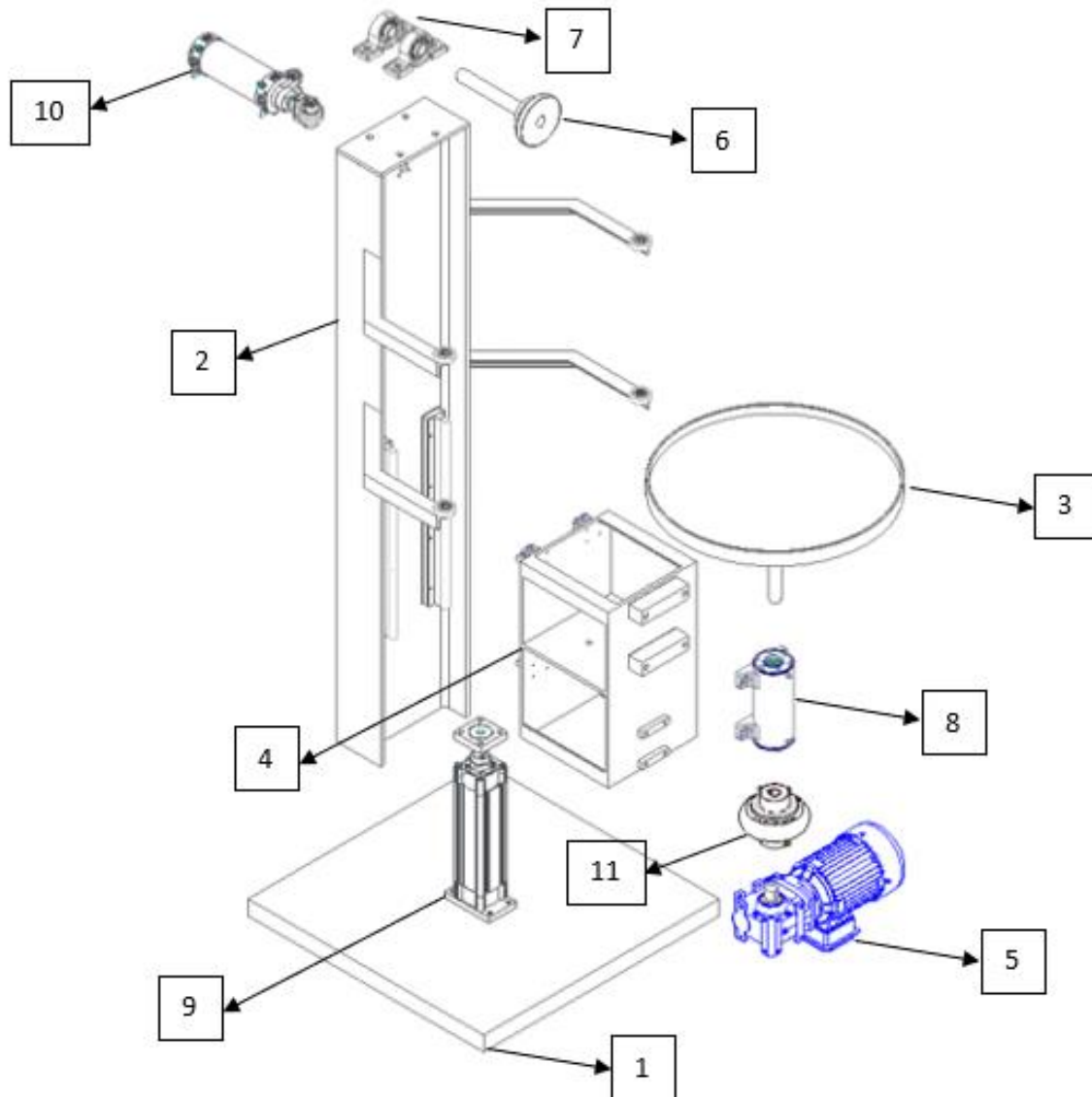


Figura A.3. Vista Explosionada de la Máquina.

Piezas	Partes por analizar	Piezas	Partes por analizar
6	Eje y herramienta de rebordeado	4	Base
3, 8 y 11	Plataforma giratoria	10	Ajuste de barril
5	Anclaje del motor		

A.3 CÁLCULO DE ACCIONES EN PIEZAS FABRICADAS.

A.3.1 EJE Y HERRAMIENTA DE REBORDEADO.

Siguiendo con las fórmulas correspondientes se calcula la fuerza necesaria para el rebordeado del material.

Datos del material de los barriles en los que se realiza el rebordeo:

- Plancha de Espesor: 1 mm.
- Material: Acero DC01 – EN1031.
- Tensión de rotura: 410 MPa.
- Tensión de elasticidad: 265 MPa.

Cálculo de las fuerzas sobre el eje de Rebordeado Figura A.4.

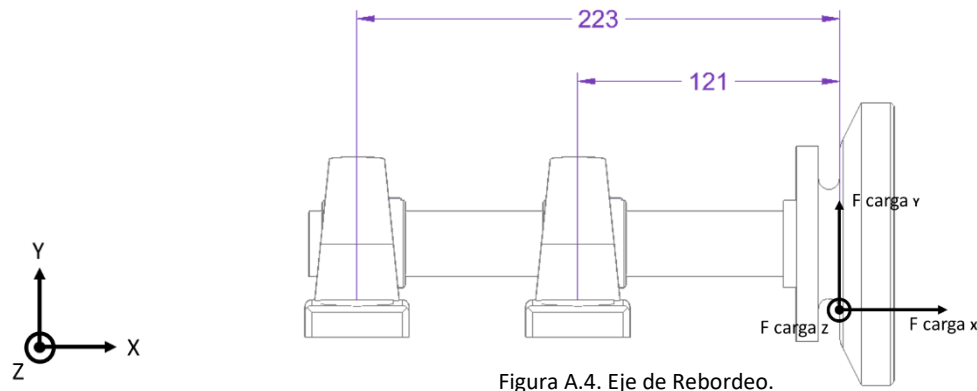


Figura A.4. Eje de Rebordeado.

- Fuerza de carga eje Y. (F_y)

Se emplean las fórmulas de cálculo de rebordeado del libro *Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas* / Mikell P. Groover.

Siendo las variables:

$R_i = b =$ Radio interno de pieza rebordeada

$M =$ Momento de fuerza de rebordeo

$T = e =$ Espesor de plancha de Acero a trabajar

$n =$ Constante entre 1,6 – 1,8 (se elige 1,8)

$\sigma_{out} =$ Tensión de rotura

$D_{ext} =$ Diametro externo de pieza rebordeada

Se plantean las fórmulas:

$$F_y = \frac{M}{R_i + 0,5 * T}$$

$$R_i = \frac{10 - 2}{2} = 4 \text{ mm}$$

$$M = n * \sigma_{out} * \frac{b * T^2}{4}$$

$$R_i = \frac{D_{ext} - 2 * e}{2}$$

$$M = (1,8) * (410 \text{ MPa}) * \frac{(4 \text{ mm}) * (1 \text{ mm})^2}{4} = 738 \text{ Nmm}$$

$$F_y = \frac{738 \text{ Nmm}}{(4 \text{ mm}) + 0,5 * (1 \text{ mm})} = 164 \text{ N} \approx 16 \text{ Kg}$$

Se trabaja con un coeficiente de seguridad mayor o igual a 3 por lo tanto se triplica la fuerza a aplicar y se estudia sus acciones posteriores.

Por lo tanto: $F_{y_carga} = 500 \text{ N}$

Para el cálculo de las fuerzas en las coordenadas X y Z se observa la Figura A.5 y se resuelven como si se tratase de un juego de engranes de tipo cónico recto.

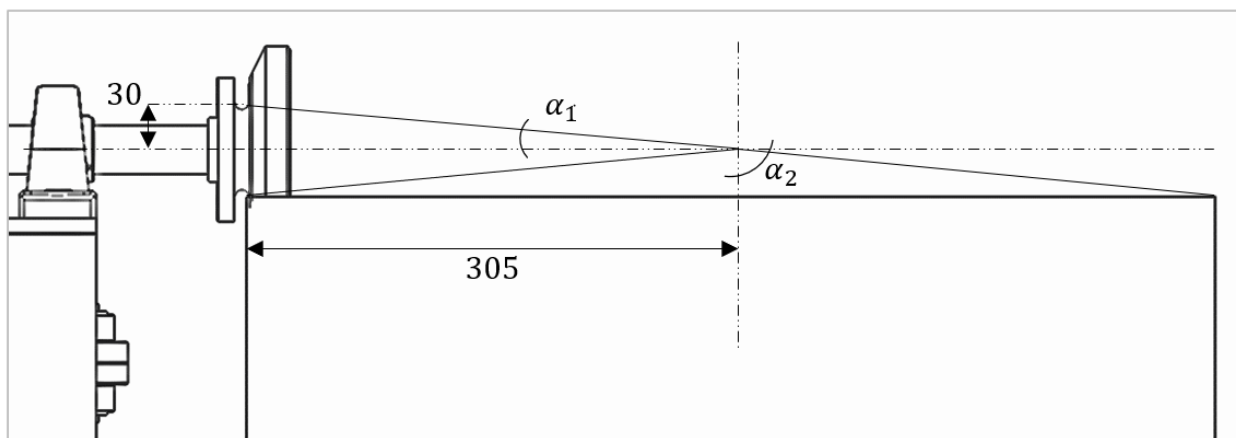


Figura A.5 Angulo de unión entre herramienta y bidón.

Siendo:

$$\alpha_1 = 5,62^\circ \quad \alpha_2 = 84,38^\circ$$

- Fuerza de carga eje Z. (F_{z_carga})

Para el cálculo de esta fuerza se deben tener en cuenta el dato del momento motor que proporciona el giro.

$$M_z = 80,2 \text{ Nm} \approx 82000 \text{ Nmm} \rightarrow \text{Momento motor de giro.}$$

$$F_{z_carga} = \frac{M_z}{R_{ext_bidón}} = \frac{80200 \text{ Nmm}}{305 \text{ mm}} = 262,95 \text{ N}$$

$$F_{z_carga} \cong 270 \text{ N}$$

- Fuerza de carga eje X. (F_{x_carga})

$$F_{x_carga} = F_{z_carga} * \tan \alpha * \sin \alpha_1$$

Se desconoce el valor del ángulo de presión (α), por lo que se despeja de la siguiente fórmula:

$$F_{y_carga} = F_{z_carga} * \tan \alpha * \cos \alpha_1 = 270 * \tan \alpha * \cos(5,62^\circ) = 500$$

$$\alpha = 61,74^\circ$$

$$F_{x_carga} = F_{z_carga} * \tan \alpha * \sin \alpha_1 = 500 * \tan(61,74^\circ) * \sin(5,62^\circ)$$

$$F_{x_carga} = 49,1 \text{ N} \approx 50 \text{ N}$$

Se trabaja con un coeficiente de seguridad de al menos 3 por lo tanto se triplica la fuerza a aplicar y se estudia sus acciones posteriores.

Por lo tanto: $F_{x_carga} = 150 \text{ N}$

Cálculo de acciones:

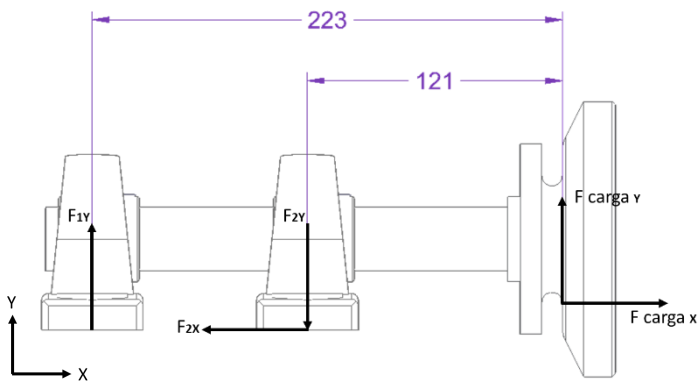


Figura A.6. Eje de Rebordeo Plano X-Y

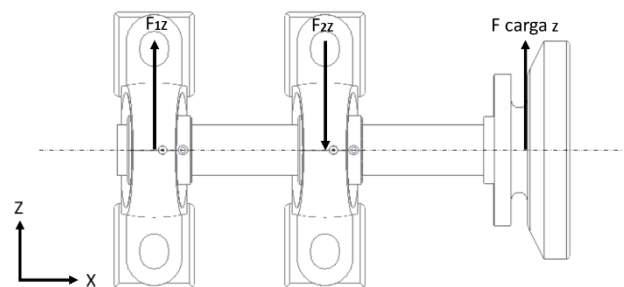


Figura A.7. Eje de Rebordeo Plano X-Z

Una vez obtenida las fuerzas aplicadas en los diferentes ejes vistas en las Figuras A.6 y A.7 se utiliza el programa **MEFI** para el cálculo de acciones.

Figura A.8. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Y.

$$F_{1_x} = 0 \text{ N} \quad F_{1_y} = 583,33 \text{ N} \quad F_{2_x} = -150 \text{ N} \quad F_{2_y} = -1083,33 \text{ N}$$

- Acciones

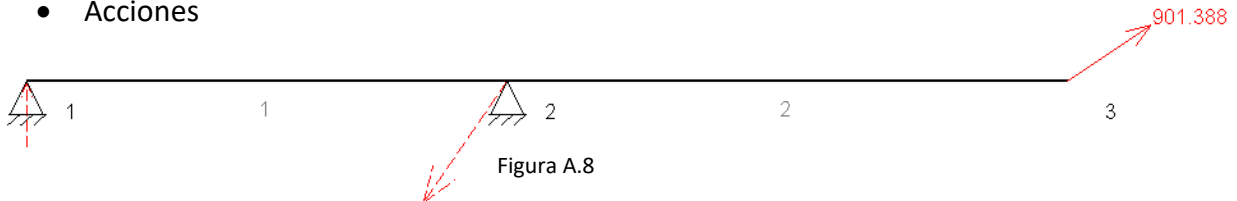
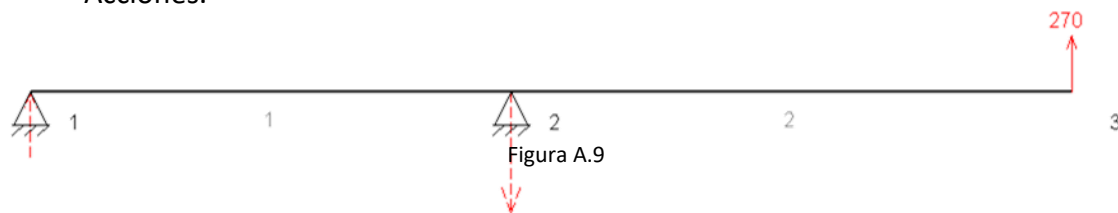


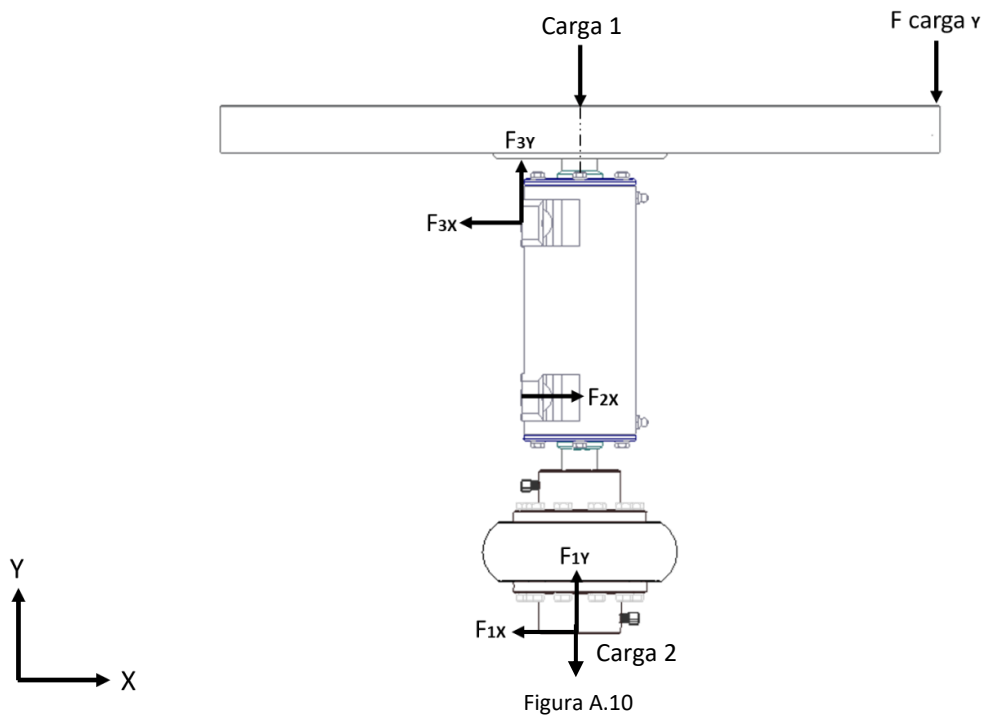
Figura A.9. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Z.

$$F_{1_z} = 315 \text{ N} \quad F_{2_z} = -585 \text{ N}$$

- Acciones.



A.3.2 PLATAFORMA GIRATORIA.



Para el cálculo de estas acciones se toma también el peso a elevar el cual es un barril de acero, aparte de los esfuerzos el peso de los componentes que conforman la plataforma se toman en consideración. (Pesos a considerar en Kg).

- Base = 36,3 Kg = 363 N.
- Conector Base – Eje = 1,3 Kg = 13 N.
- Eje = 1,81 Kg = 18,1 N.
- Peso del Barril = 19,5 Kg = 195 N.
- Acople Gummi = 2,4 Kg = 24 N.
- Peso del Motor = 24 Kg = 240 N.
- Carga 1 = 363 + 13 + 18,1 + 195
- Carga 1 = 589,1 N
- Carga 2 = 24 + 240
- Carga 2 = 264 N

Observando la Figura A.10 Los pesos que consisten en la base, conector Base-Eje, eje y peso del barril se aplican en la base de la plataforma como carga puntual (Carga 1), el acople Gummi y el motor se aplican como carga puntual en el punto 1 (Carga 2).

Programa **MEFI** para el cálculo de acciones.

Figura A.11. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Y.

$$F_{1_x} = -135,6 \text{ N}$$

$$F_{1_y} = 264 \text{ N}$$

$$F_{2_x} = 1355,6 \text{ N}$$

$$F_{2_y} = 0 \text{ N}$$

$$F_{3_x} = -1220 \text{ N}$$

$$F_{3_y} = 1089,1 \text{ N}$$

- Acciones

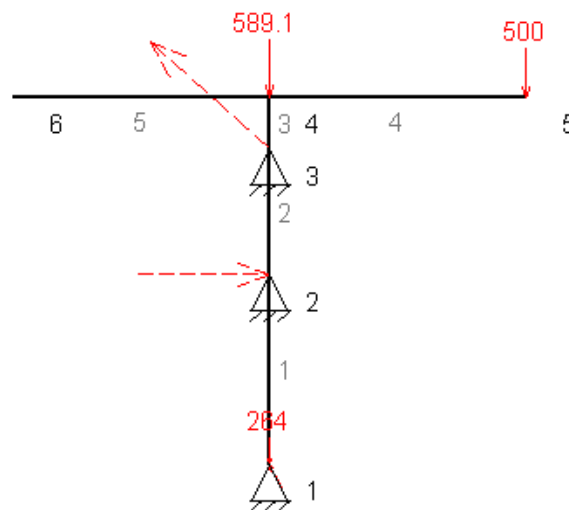


Figura A.11

A.3.3 ANCLAJE DEL MOTOR.

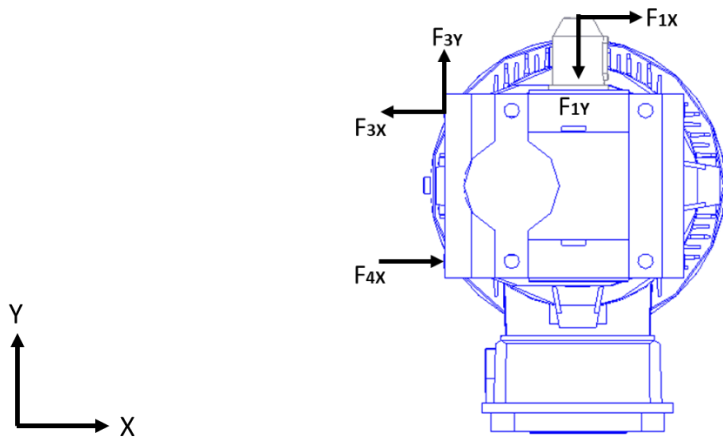


Figura A:12

Se observa en la Figura A.12 las fuerzas en el punto 1 son conocidas del cálculo de la plataforma de giro, se calcula las acciones en los puntos 3 y 4.

Programa **MEFI** para el cálculo de acciones.

Figura A.13. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Y.

$$F_{1_x} = 135,6 \text{ N}$$

$$F_{3_x} = -416,5 \text{ N}$$

$$F_{4_x} = 280,9 \text{ N}$$

$$F_{1_y} = -264 \text{ N}$$

$$F_{3_y} = 264 \text{ N}$$

$$F_{4_y} = 0$$

- Acciones

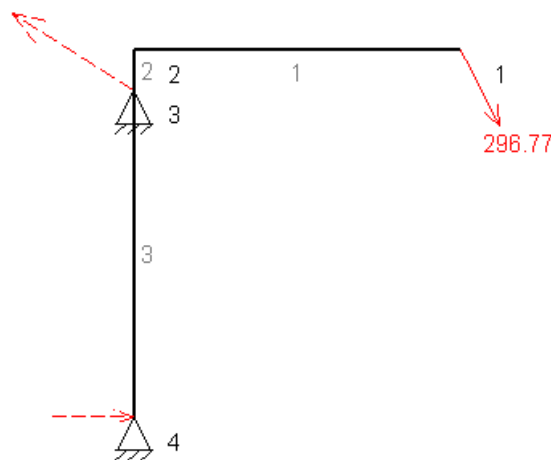


Figura A.13

A.3.4 BASE.

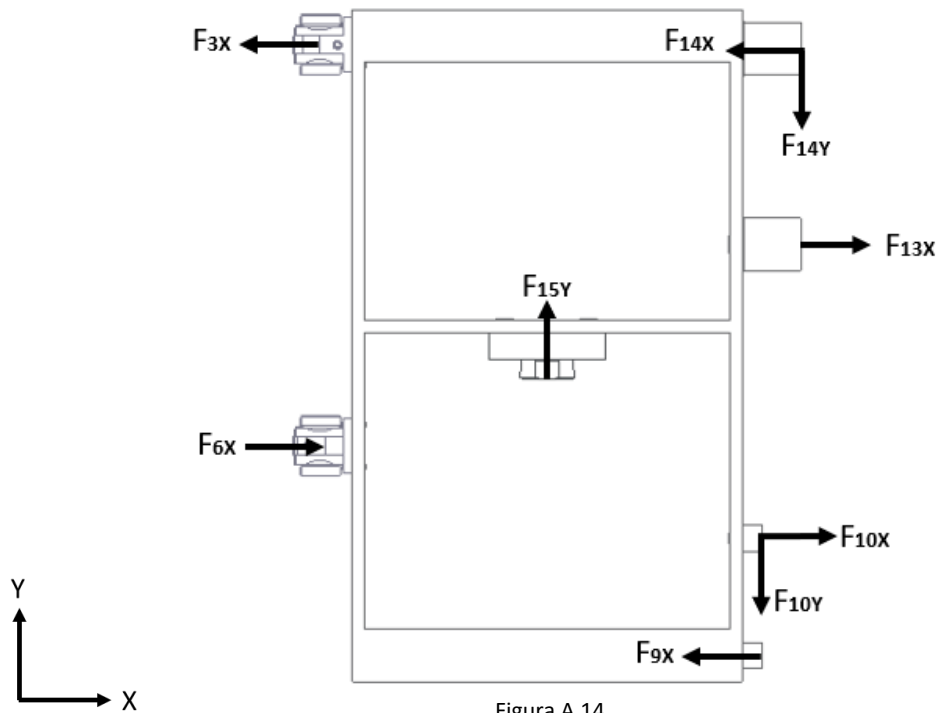


Figura A.14

Se toman las acciones representadas en la Figura A.14 obtenidas en los apartados anteriores de este anexo, estos esfuerzos conocidos pertenecen a los puntos 9, 10, 13 y 14.

Programa **MEFI** para el cálculo de acciones.

Figura A.15. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Y.

$$\begin{array}{llll}
 F_{14_x} = -1220 \text{ N} & F_{13_x} = 1355,6 \text{ N} & F_{10_x} = 416,5 \text{ N} & F_{9_x} = -280,9 \text{ N} \\
 F_{14_y} = -1089,1 \text{ N} & F_{13_y} = 0 & F_{10_y} = -264 \text{ N} & F_{9_y} = 0 \\
 F_{15_x} = 0 & F_{6_x} = 55,64 \text{ N} & F_{3_x} = -326,84 \text{ N} & \\
 F_{15_y} = 1353,1 \text{ N} & F_{6_y} = 0 & F_{3_y} = 0 &
 \end{array}$$

- Acciones

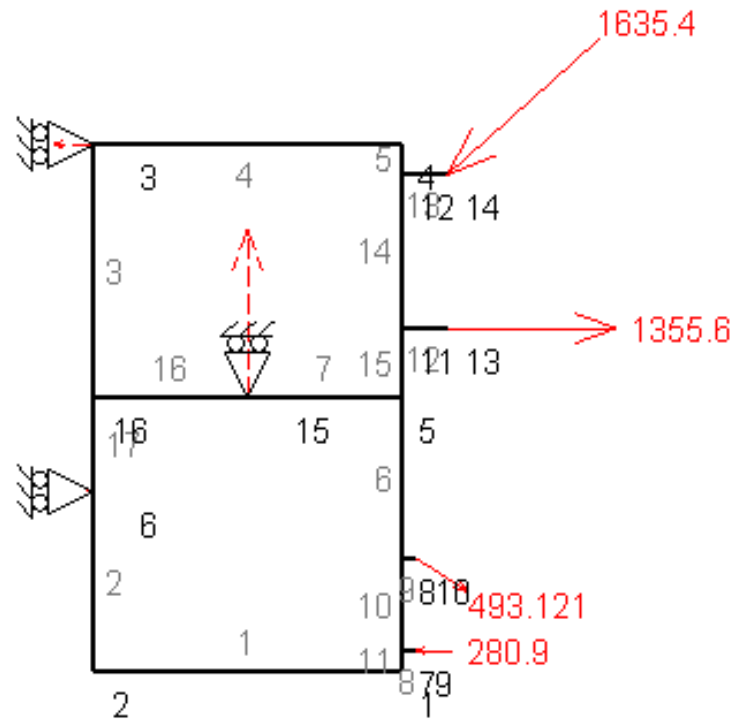


Figura A.15

A.3.5 AJUSTE DEL BARRIL – HERRAMIENTA DE REBORDEADO.

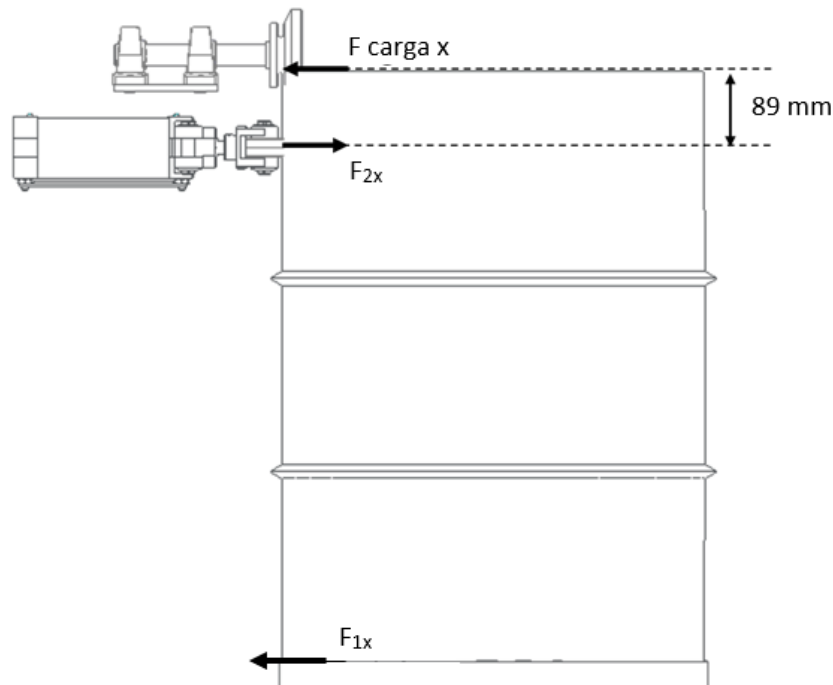


Figura A.16

Se calcula la fuerza de carga aplicada en el eje X y se observa en la dirección que se encuentran estas (Figura A.16).

Programa **MEFI** para el cálculo de acciones.

Figura A.17. Diagrama de Esfuerzos Plano X – Y.

$$F_{carga_x} = -150 \text{ N} \quad F_{2_x} = 166,88 \text{ N} \quad F_{1_x} = -16,88 \text{ N}$$

- Acciones

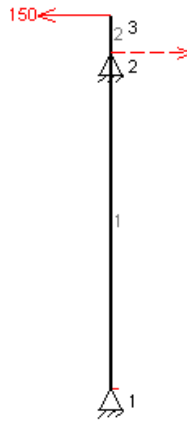


Figura A.17



ANEXO B: CÁLCULO DE ACOPLÉS

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 - 2021

B.1 INTRODUCCIÓN.

En este anexo se procede a calcular si los esfuerzos sobre los acoples que unen al motor con la base de la estructura se encuentran dentro de los parámetros aceptables, siempre y cuando se cumplan las especificaciones requeridas por el fabricante.

Este acople consiste en tornillos los cuales están fabricados con acero de tipo E-350.

B.2 CÁLCULO DEL ACOUPLE DEL MOTOR CON LA BASE

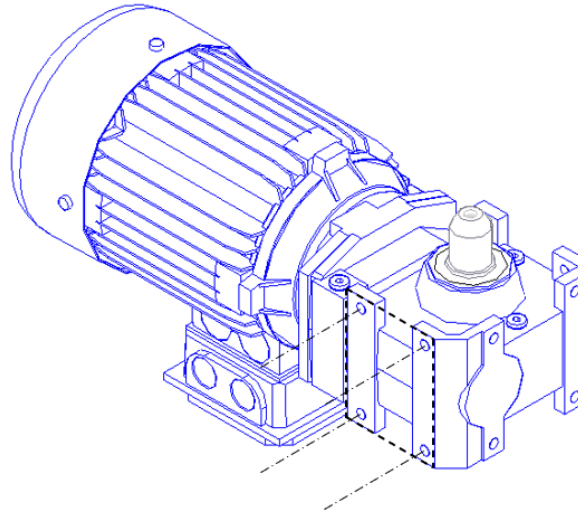


Figura B.1. Vista de la unión de los tornillos del motor.

Se trata de una unión mediante 4 juegos de tornillos y tuercas.

Especificaciones técnicas de los tornillos empleados.

- Dimensiones: M8.
- Paso de rosca: 1,25 mm.
- Diámetro de la métrica (d): 8 mm.
- Constante de Rigidez (C): 0,2.

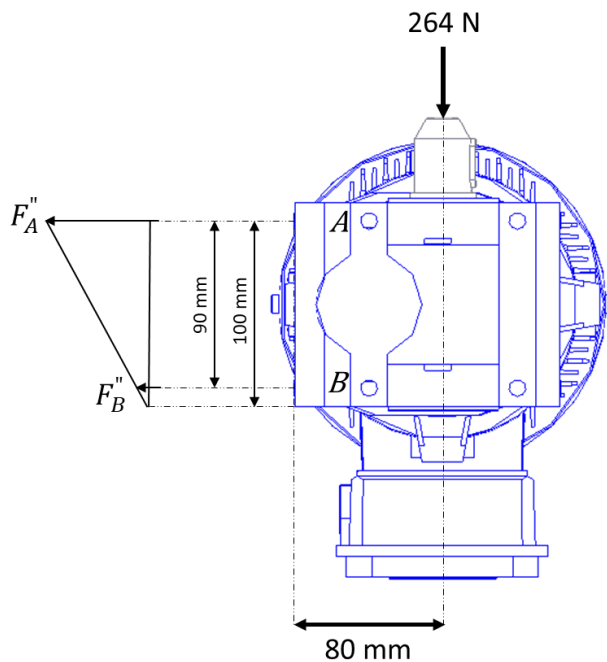


Figura B.2. Fuerza Cortante aplicada en cada tornillo.

$M \rightarrow$ Momento

$$M = F * d = (264 \text{ N}) * (80 \text{ mm})$$

$$M = 21120 \text{ Nmm}$$

$A_r \rightarrow$ Área resistente del tornillo

$$A_r = \pi * \left(\frac{d - 0,9381 * p}{2} \right)^2$$

$$A_r = \pi * \left(\frac{8 - 0,9381 * (1,25)}{2} \right)^2$$

$$A_r = 36,61 \text{ mm}^2$$

Figura B.2. Fuerza Cortante aplicada en cada tornillo.

$$F'_i = \frac{F}{n} \rightarrow \text{siendo } n = n^{\circ} \text{ tornillos}$$

Cálculo de Fuerzas de tracción.

$$\frac{F_A''}{100} = \frac{F_B''}{10} \quad (n_A * F_A'' * r_A) + (n_B * F_B'' * r_B) = M$$

Dos ecuaciones y 2 incógnitas, despejamos y conseguimos los valores de Fuerza en punto A y B

$$\frac{F_A''}{100} = \frac{F_B''}{10} \quad (2 * F_A'' * 100) + (2 * F_B'' * 10) = 21120 \text{ N}$$

$$F_A'' = 104,55 \text{ N} \quad F_B'' = 10,45 \text{ N}$$

Se elige el punto **A** como punto de estudio al ser donde existe la mayor fuerza exterior del tornillo.

$$F_{Total,A} = F_i + C * F_A'' \quad \sigma_f = 350 \text{ MPa} \rightarrow \text{Tensión de Elasticidad}$$

Al ser una unión reutilizable, siendo F_i la fuerza de precarga: $F_i = 0,75 * F_{lim}$

F_{lim} es la fuerza limite: $F_{lim} = A_r * \sigma_f = (36,61 \text{ mm}^2) * (350 \text{ MPa}) = 12813,5 \text{ N}$

$F_i = 0,75 * F_{lim} = 0,75 * (12813,5 \text{ N}) = 9610,13 \text{ N}$

$F_{Total,A} = F_i + C * F_A'' = (9610,13 \text{ N}) + 0,2 * (104,55 \text{ N}) = 9631,03 \text{ N}$

Cálculo de tensión Cortante.

$$\tau_A = \frac{F'_A}{A_r} = \frac{66 \text{ N}}{36,61 \text{ mm}^2} = 1,8027 \text{ MPa}$$

Cálculo de tensión Admisible.

$$\sigma_A = \frac{F_{Total,A}}{A_r} = \frac{9631,03 \text{ N}}{36,61 \text{ mm}^2} = 263,07 \text{ MPa}$$

Cálculo de tensión Máxima.

$$\tau_{max,A} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{2}\right)^2 + \tau_A^2} = \sqrt{\left(\frac{263,07 \text{ MPa}}{2}\right)^2 + (1,8027 \text{ MPa})^2} = 131,54 \text{ MPa}$$

Cálculo de coeficiente de seguridad.

$$C_{sf} = \frac{\sigma_f}{2 * \tau_{max}} = \frac{350 \text{ MPa}}{2 * 131,54 \text{ MPa}} = 1,33$$



ANEXO C: CÁLCULO DE RODAMIENTOS

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 - 2021

C.1 INTRODUCCIÓN.

En este anexo se procede al cálculo de los esfuerzos sobre los rodamientos lineales y radiales para poder analizar si se encuentran dentro de los parámetros aceptables, siempre y cuando se cumplan las especificaciones requeridas por el fabricante.

En la máquina se encuentra un conjunto de distintos tipos de rodamientos, estos varían en modelos, tamaños y funcionamiento. Se realizan los cálculos necesarios para calcular si estos cumplen con las especificaciones requeridas.

DURACIÓN APROXIMADA DE RODAMIENTOS	
Tipo de Máquina	Duración en horas
Máquina para 8 horas de servicio diario no totalmente utilizadas: Motores eléctricos estacionarios, engranajes para usos generales, reductores, motores de combustión, machacadoras giratorias, material para maquinaria de construcción, máquinas herramientas de uso medio.	12.000 – 20.000

Tabla C.1. Duración de rodamientos requerida para distintas aplicaciones.

Se habla con la empresa y comparando con la tabla de duración aproximada de rodamientos acorde con las características y funcionamiento de la maquina se concluye que requiere que los rodamientos tengan una durabilidad de al menos 12.500 horas.

C.2 CÁLCULO DE LOS RODAMIENTOS.

C.2.1 RODAMIENTOS DE BOLAS Y CILÍNDRICOS.

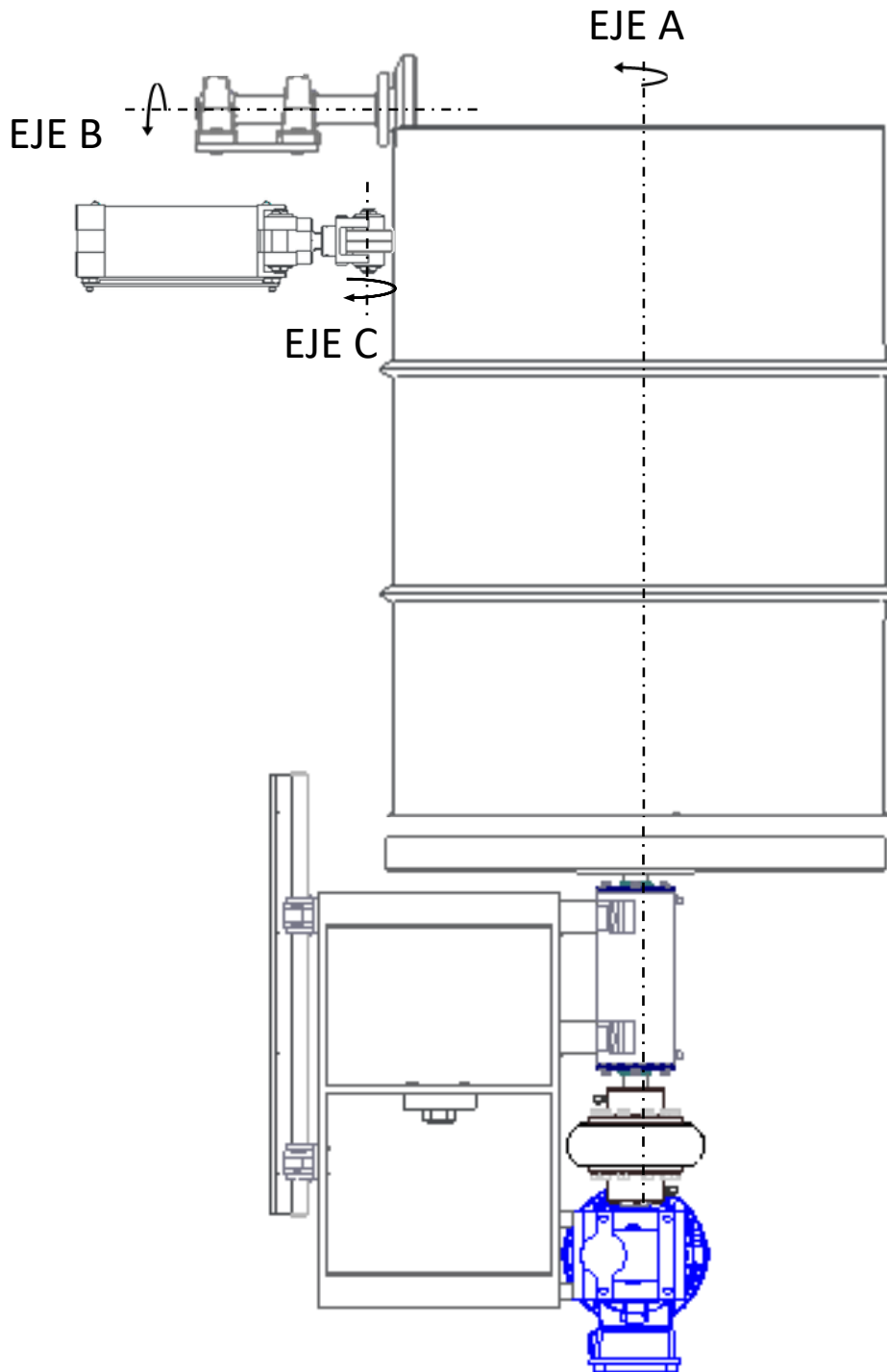


Figura C.1. Ejes con rodamiento de Bolas y Rodamientos.

En la Figura C.1 se indican los ejes que tienen rodamientos cilíndricos y de bolas giratorios.

Datos :

- Horas de duración: 12.500 horas.

	Unidades	Eje A / Eje motor	Eje B	Eje C
Velocidad de giro (n)	rpm	108		
Par de Giro (M)	Nm	80,2		
Diámetro de Transmisiones de movimiento (D)	mm	610	50	55
Diámetro de eje	mm	30	30	30

Los datos del eje A son conocidos puesto que son los datos del motor mientras que los cuadros en rojo representan las incógnitas a resolver.

Relación de transmisión de engranajes. $i_{A_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{D_B}{D_A} = \frac{M_B}{M_A}$ $i_{A_C} = \frac{n_A}{n_C} = \frac{D_C}{D_A} = \frac{M_C}{M_A}$

$$i_{A_B} = \frac{D_B}{D_A} = \frac{50 \text{ mm}}{610 \text{ mm}} = 0,082$$

$$i_{A_C} = \frac{D_C}{D_A} = \frac{55 \text{ mm}}{610 \text{ mm}} = 0,09$$

$$M_B = 0,082 * M_A = 6,58 \text{ Nm}$$

$$M_C = 0,09 * M_A = 7,22 \text{ Nm}$$

$$n_B = \frac{n_A}{0,082} = \frac{108 \text{ rpm}}{0,082} = 1317,07 \text{ rpm}$$

$$n_C = \frac{n_A}{0,09} = \frac{108 \text{ rpm}}{0,09} = 1200 \text{ rpm}$$

	Unidades	Eje A / Eje motor	Eje B	Eje C
Velocidad de giro (n)	rpm	108	1317,07	1200
Par de Giro (M)	Nm	80,2	6,58	7,22
Diámetro de Transmisiones de movimiento (D)	mm	610	50	55
Diámetro de eje	mm	30	30	30

Tabla C.2. Datos en ejes.

C.2.2 REACCIONES EJE A.

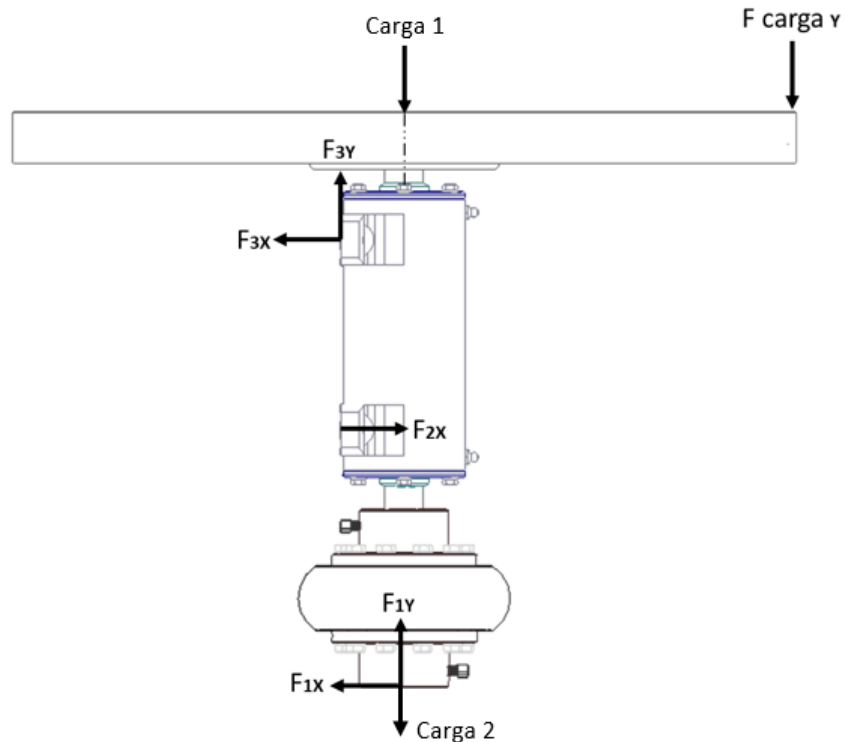


Figura C.2. Acciones en Eje A

Rodamientos seleccionados para el eje A.

Rodamiento FAG Tipo Soporte	Serie VRE3
Modelo	VRE 306A
Modelo de Soporte	VR306A
Cantidad de Rodamientos	2
Modelo de Rodamiento	6306.C3
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	29 KN
Carga Estática (C_0)	16,3 KN
Rodamiento tipo	Rígido de bolas
Unión	4 tornillos M12

Tabla C.3. Características de rodamientos en eje A

En la Figura C.2 se observa que los 2 rodamientos que actúan en el eje son sometidos a los esfuerzos en los puntos 2 y 3 (estos esfuerzos ya se han calculado en el Anexo A).

$$F_{2,x} = 1355,6 \text{ N} \quad F_{3,x} = -1220 \text{ N}$$

$$F_{2,y} = 0 \quad F_{3,y} = 1089,1 \text{ N}$$

Duración en horas	Revoluciones por minuto			
	40	63	100	125
L_h	40	63	100	125
12500	3,11	3,63	4,23	4,56

Tabla C.4. Tabla de seguridad de carga C/P.

Coeficientes X / Y						
Tipos de rodamientos	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	
	X	Y	X	Y		
Rodamientos rígidos de bolas	1	0	0,56			
Series EL, R, 160, 60, 62, 63, 64						
$\frac{F_a}{C_0} = 0,025$					2	0,22
= 0,04					1,8	0,24
= 0,07					1,6	0,27
= 0,13					1,4	0,31
= 0,25					1,2	0,37
= 0,5		1	0,44			

Tabla C.5. Tabla de coeficientes "X" e "Y" de rodamientos de bolas.

Se toman la duración en horas de la Tabla C.4 que es 12.500 horas y se realiza interpolación para obtener valor de C/P a 108 rpm.

$$\frac{C}{P} \rightarrow \frac{108 - 100}{125 - 100} = \frac{x - 4,23}{4,56 - 4,23} \rightarrow \frac{C}{P} = 4,33 \rightarrow \text{siendo "C" la Carga dinámica.}$$

Luego se aplica la fórmula para cálculos de Carga en rodamientos:

$$P = X * Fr + Y * Fa$$

Cuyas variables de la formula son:

$P =$ Carga equivalente.

$X =$ Coeficiente radial del rodamiento.

$Fr =$ Carga radial constante.

$Y =$ Coeficiente axial del rodamiento.

$Fa =$ Carga axial constante.

Rodamiento Punto 2.

$$F_{2,x} = Fr_2 = 1355,6 \text{ N}$$

$$F_{2,y} = Fa_2 = 0$$

Al ser una carga puramente radial en el punto 2 la carga equivalente (P_2) será igual a la carga radial constante (Fr_2), luego se compara con las cargas dinámicas y estáticas del fabricante, si estas son mayores que las calculadas el rodamiento es adecuado para el trabajo.

$$P_2 = Fr_2 = 1355,6 \text{ N}$$

$$C_{2din} = 4,33 * 1355,6 \text{ N} = 5869,75 \text{ N} < 29000 \text{ N} \rightarrow OK.$$

$$C_{20} = 1355,6 \text{ N} < 16300 \text{ N} \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 2.

Rodamiento Punto 3.

$$F_{3,x} = Fr = 1220 \text{ N}$$

$$F_{3,y} = Fa = 1089,1 \text{ N}$$

Al haber cargas tanto en radial como axial sobre el rodamiento se emplea los coeficientes de la Tabla C.5.

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{1089,1 \text{ N}}{1220 \text{ N}} = 0,89 > e = 0,27$$

Se compara con el valor "e" de la Tabla C.4, se hace para saber si es mayor o menor y con ello se elige los valores de los coeficientes X e Y.

$$\frac{F_a}{F_r} = 0,89 > e = 0,27$$

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{1089,1 \text{ N}}{16300 \text{ N}} \cong 0,07 \left\{ \begin{array}{l} X = 0,56 \\ Y = 1,6 \end{array} \right.$$

$$P_3 = X_3 * Fr_3 + Y_3 * Fa_3$$

$$P_3 = 0,56 * (1220 \text{ N}) + 1,6 * (1089,1 \text{ N}) = 2425,76 \text{ N}$$

$$C_{3din} = 4,33 * 2425,76 \text{ N} = 10503,54 \text{ N} < 29000 \text{ N} \rightarrow OK.$$

$$C_{30} = 2425,76 \text{ N} < 16300 \text{ N} \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 3.

C.2.3 REACCIONES EJE B.

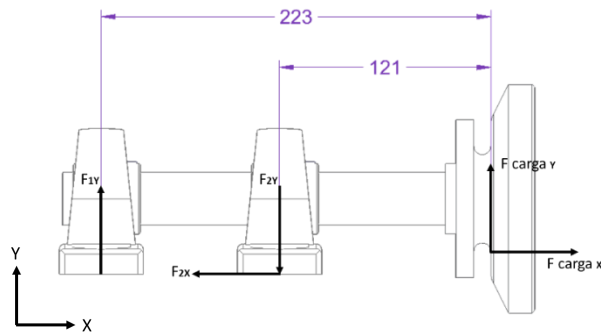


Figura C.3. Acciones Eje B Plano X-Y

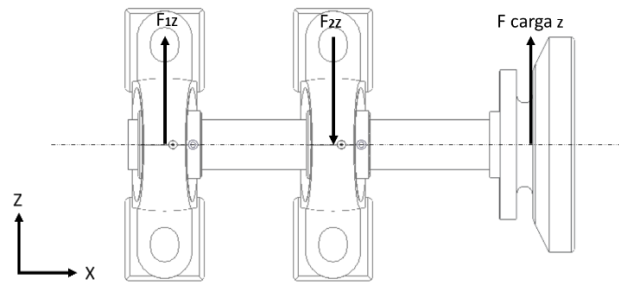


Figura C.4. Acciones Eje B Plano X-Z

Rodamientos seleccionados para el eje B

Rodamiento FAG Tipo Soporte de Pie	Serie S
Modelo	P16206
Modelo de Soporte	P206
Modelo de Rodamiento	16206
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	19,3 KN
Carga Estática (C_0)	11,2 KN
Rodamiento tipo	Rígido de bolas
Unión	2 tornillos M12

Tabla C.6. Características de rodamientos en eje B

Diagrama de esfuerzos Figuras C.3 y C.4.

$$\begin{aligned}
 F_{1,x} &= 0 & F_{2,x} &= -150 \text{ N} \\
 F_{1,y} &= 583,33 \text{ N} & F_{2,y} &= -1083,33 \text{ N} \\
 F_{1,z} &= 315 \text{ N} & F_{2,z} &= -585 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Cálculo de Cargas Radiales: $F = \sqrt{F_y^2 + F_z^2}$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \sqrt{F_{1,y}^2 + F_{1,z}^2} & F_2 &= \sqrt{F_{2,y}^2 + F_{2,z}^2} \\
 F_1 &= \sqrt{(583,33)^2 + (315)^2} & F_2 &= \sqrt{(-1083,3)^2 + (-585)^2} \\
 F_1 &= 662,92 \text{ N} & F_2 &= 1231,16 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Duración en horas	Revoluciones por minuto			
L_h	800	1000	1250	1600
12500	8,43	9,11	9,83	10,6

Tabla C.7. Tabla de seguridad de carga C/P.

Se toman de la Tabla C.7. La duración en horas que es 12.500 horas y se realiza interpolación para obtener valor de C/P a 1317,07 rpm.

$$\frac{C}{P} \rightarrow \frac{1317,07 - 1250}{1600 - 1250} = \frac{x - 9,83}{10,6 - 9,83} \rightarrow \frac{C}{P} = 9,97 \rightarrow \text{siendo "C" la Carga dinámica}$$

Se aplica la fórmula para cálculos de Carga:

$$P = X * Fr + Y * Fa$$

Rodamiento Punto 1.

$$F_{1_x} = Fr_1 = 662,92 N$$

$$F_{1_y} = Fa_1 = 0$$

Al ser una carga puramente radial en el punto 1 la carga equivalente (P_1) será igual a la carga radial constante (Fr_1), luego se compara con las cargas dinámicas y estáticas del fabricante, si estas son mayores que las calculadas el rodamiento es adecuado para el trabajo.

$$P_1 = Fr_1 = 662,92 N$$

$$C_{1_{din}} = 9,97 * 662,92 N = 6615,94 N < 19300 N \rightarrow OK.$$

$$C_{1_0} = 662,92 N < 11200 N \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 1.

Rodamiento Punto 2.

$$F_{2_x} = Fr = 1231,16 N$$

$$F_{2_y} = Fa = 150 N$$

Al haber cargas tanto en radial como axial sobre el rodamiento se emplea los coeficientes de la Tabla C.5.

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{150 N}{1231,16 N} = 0,12$$

Se compara con el valor "e" de la Tabla C.4, se hace para saber si es mayor o menor y con ello se elige los valores de los coeficientes X e Y.

$$\frac{F_a}{Fr} = 0,12 < e = 0,27$$

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{150 \text{ N}}{11200 \text{ N}} = 0,01 \quad \left\{ \begin{array}{l} X = 1 \\ Y = 0 \end{array} \right.$$

$$P_2 = X_2 * Fr_2 + Y_2 * Fa_2$$

$$P_2 = (1) * (1321,16 \text{ N}) + (0) * (150 \text{ N}) = 1321,16 \text{ N}$$

$$C_{2din} = 9,97 * 1321,16 \text{ N} = 13171,96 \text{ N} < 19300 \text{ N} \rightarrow OK.$$

$$C_{2_0} = 1231,16 \text{ N} < 11200 \text{ N} \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 2.

C.2.4 REACCIONES EJE C.

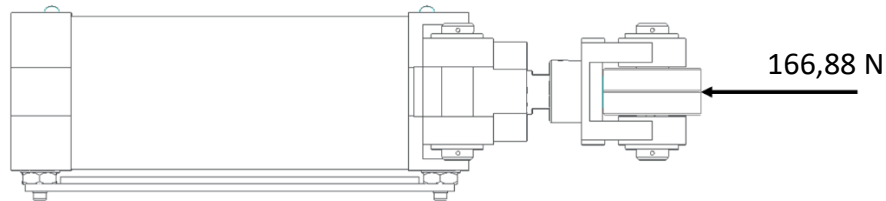


Figura C.5. Acciones Eje C

Rodamientos seleccionados para el eje:

Rodamiento FAG Tipo	Rodillo Cilíndrico de una hilera
Modelo de Rodamiento	NU1006
Cantidad de rodamientos	2
Diámetro de eje	30 mm
Carga Dinámica (C_{din})	16,6 KN
Carga Estática (C_0)	16 KN
Rodamiento tipo	Rodillos Cilíndricos.

Tabla C.8. Características de rodamientos en eje C

Diagrama de esfuerzos Figura C.5. $F_x = 166,88 \text{ N}$

Duración en horas	Revoluciones por minuto		
L_h	800	1000	1250
12500	6,81	7,30	7,82

Tabla C.9. Tabla de seguridad de carga C/P.

Se toman la duración en horas de la Tabla C.9. Que es 12.500 horas y se realiza interpolación para obtener valor de C/P a 1200 rpm.

$$\frac{C}{P} \rightarrow \frac{1200 - 1000}{1250 - 1000} = \frac{x - 7,3}{7,82 - 7,3} \rightarrow \frac{C}{P} = 7,72 \rightarrow \text{siendo "C" la Carga dinámica}$$

Se aplica la fórmula para cálculos de Carga:

$$P = X * Fr + Y * Fa$$

$$Fr = 166,88 N$$

$$Fa = 0$$

Al ser una carga puramente radial la carga equivalente (P_C) será igual a la carga radial constante (Fr).

$$P_C = Fr = 166,88 N$$

$$C_{C_{din}} = 7,72 * 166,88 N = 1288,31 N < 16600 N \rightarrow OK.$$

$$C_{C_0} = 166,88 N < 16000 N \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas en el eje C.

Otros rodamientos de bolas.

La máquina también cuenta con 4 rodamientos de bola tipo FAG modelo 6304, estos se encuentran en los brazos anti oscilantes de la estructura principal, tienen como propósito permitir el giro del barril y evitando oscilaciones que puedan surgir durante el trabajo, al tratarse de fuerzas con magnitudes tan menores no se consideran para un estudio de cargas.

C.2.5 RODAMIENTOS LINEALES.

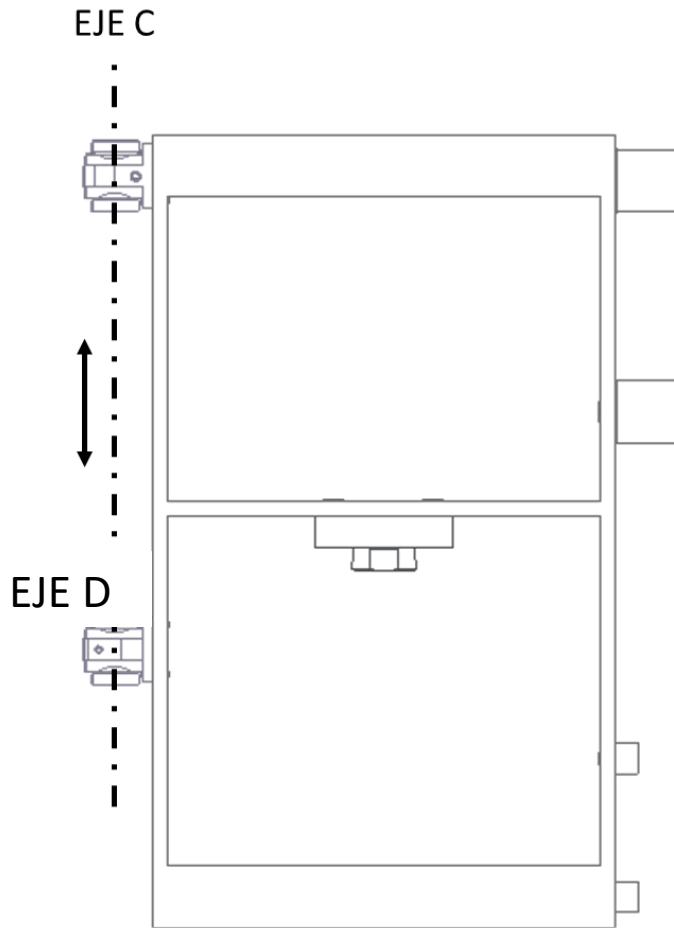


Figura C.6. Ejes con rodamientos lineales.

La Figura C.6 está compuesta por 2 ejes y 4 rodamientos lineales que se desplaza hacia arriba o abajo dependiendo de la etapa de trabajo, se colocan 2 ejes para así asegurar que la estructura solo pueda permitir una dirección y un plano de movimiento.

Datos :

- Horas de duración: 12.500 horas.

	Unidades	Ejes C
Velocidad de subida	mm/seg	1
Diámetro de guías lineales	mm	20
Diámetro de Rodamientos lineales	mm	20
Desalineación (φ)	min	3

Tabla C.10. Datos en ejes.

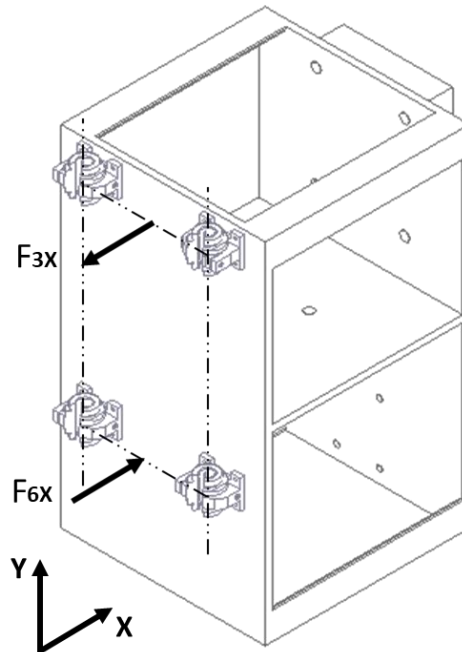


Figura C.7. Vista de los rodamientos lineales con su número de guías y esfuerzos.

Rodamientos y guías seleccionados:

- Rodamiento y guía de tipo lineal SCHAEFFLER
- Modelo de Rodamiento KGBAO20-PP-AS
- Modelo de Guía TSWW20
- Carga Dinámica = 1600 N
- Carga Estática = 1280 N
- Unión mediante 4 tornillos M4

Diagrama de Esfuerzos.

$$F_{3,x} = -326,84 \text{ N} \quad F_{6,x} = 55,64 \text{ N}$$

$$F_{3,y} = 0 \quad F_{6,y} = 0$$

Se deben dividir las fuerzas ejercidas al haber dos ejes de apoyo por el número (2) de guías lineales, luego se toman las magnitudes de los valores de las fuerzas.

$$Fx_3'' = 163,42 \text{ N} \rightarrow Fr_3 = 163,42 \text{ N}$$

$$Fx_6'' = -27,82 \text{ N} \rightarrow Fr_6 = 27,82 \text{ N}$$

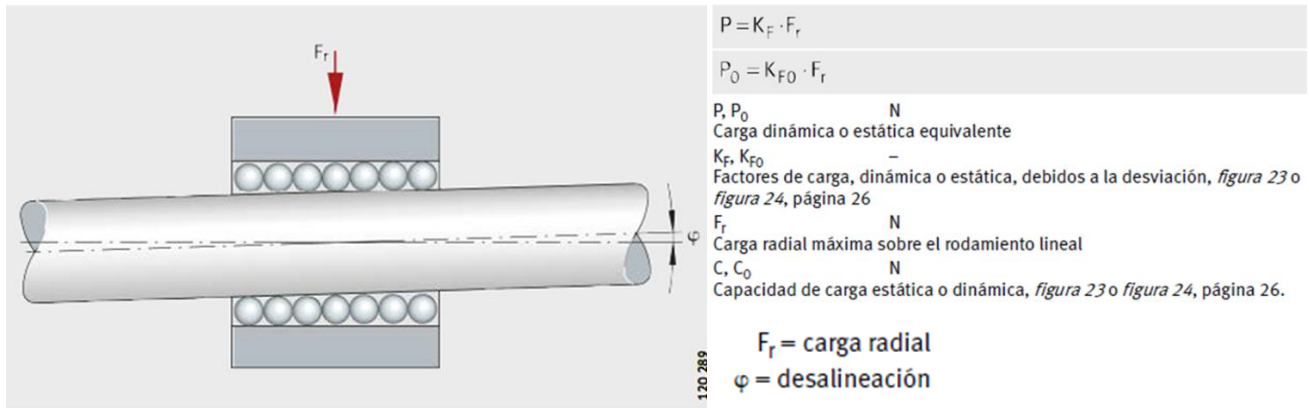
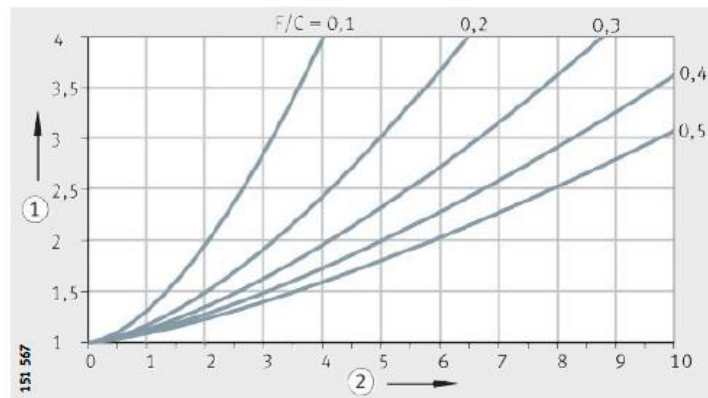


Figura C.8. Cálculo de cargas lineales.

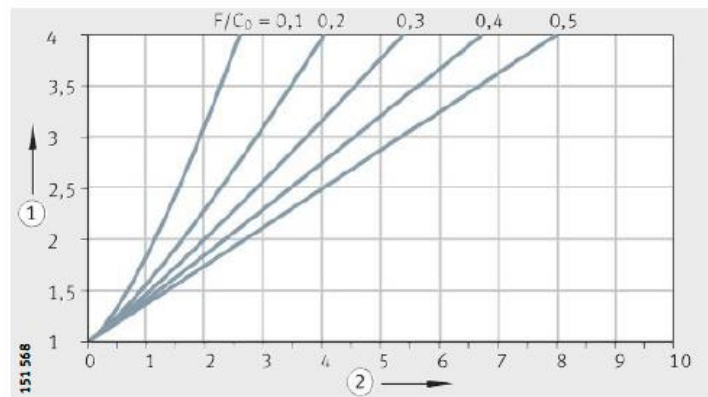
- ① Factor de carga dinámica K_F
- ② Desalineación φ en minutos de ángulo

Tabla C.11.
Factor de carga dinámica
debido a la desalineación del eje



- ① Factor de carga estática K_{F0}
- ② Desalineación φ en minutos de ángulo

Tabla C.12.
Factor de carga estática
debido a la desalineación del eje



Rodamiento lineal punto 3.

Se emplean las ecuaciones de la Figura C.11.

$$P_3 = K_F * Fr_3$$

$$P_{3,0} = K_{F,0} * Fr_3$$

$$\frac{P_3}{C} = \frac{163,42 \text{ N}}{1600 \text{ N}} = 0,102$$

Se busca en la Tabla C.8 y se consigue el valor del factor de carga dinámica.

$$K_F = 2,8$$

$$P_3 = 2,8 * 163,42 \text{ N} = 457,58 \text{ N} < 1600 \text{ N} \rightarrow OK.$$

$$\frac{P_{3_0}}{C_0} = \frac{163,42 \text{ N}}{1600 \text{ N}} = 0,102$$

Se busca en la Tabla C.12. y se consigue el valor del factor de carga estática.

$$K_{F_0} = 4$$

$$P_{3_0} = 4 * 163,42 \text{ N} = 653,68 \text{ N} < 1280 \text{ N} \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 3.

Rodamiento lineal punto 6.

$$\frac{P_6}{C} = \frac{27,82 \text{ N}}{1600 \text{ N}} = 0,017$$

Se busca en la Tabla C.11. y se consigue el valor del factor de carga dinámica.

$$K_F = 4$$

$$P_4 = 4 * 27,82 \text{ N} = 111,28 \text{ N} < 1600 \text{ N} \rightarrow OK.$$

$$\frac{P_{4_0}}{C_0} = \frac{27,82 \text{ N}}{1600 \text{ N}} = 0,021$$

Se busca en la Tabla C.12. y se consigue el valor del factor de carga estática.

$$K_{F_0} = 4$$

$$P_{3_0} = 4 * 27,82 \text{ N} = 111,28 \text{ N} < 1280 \text{ N} \rightarrow OK.$$

Conclusión: El rodamiento elegido es adecuado y soporta las cargas del punto 6.



ANEXO D: CILINDROS NEUMÁTICOS

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 - 2021

D.1 INTRODUCCIÓN.

Los cilindros neumáticos transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerza prensora. Posee un émbolo o pistón que al introducirse el aire comprimido se desliza dentro de la camisa en forma lineal.

Este tipo de cilindros son utilizados para:

- Dispositivos de corte y prensado en la fabricación de piezas.
- Dispositivos de sujeción, de corte, de plegado y de prensado.
- Accionamiento de dosificadores de grapas en manipulados de papel y cartón.
- Expulsión de piezas en diferentes tipos de industria
- Cilindro Neumático de Ajuste.

D.2 ANÁLISIS DE POSICIÓN.

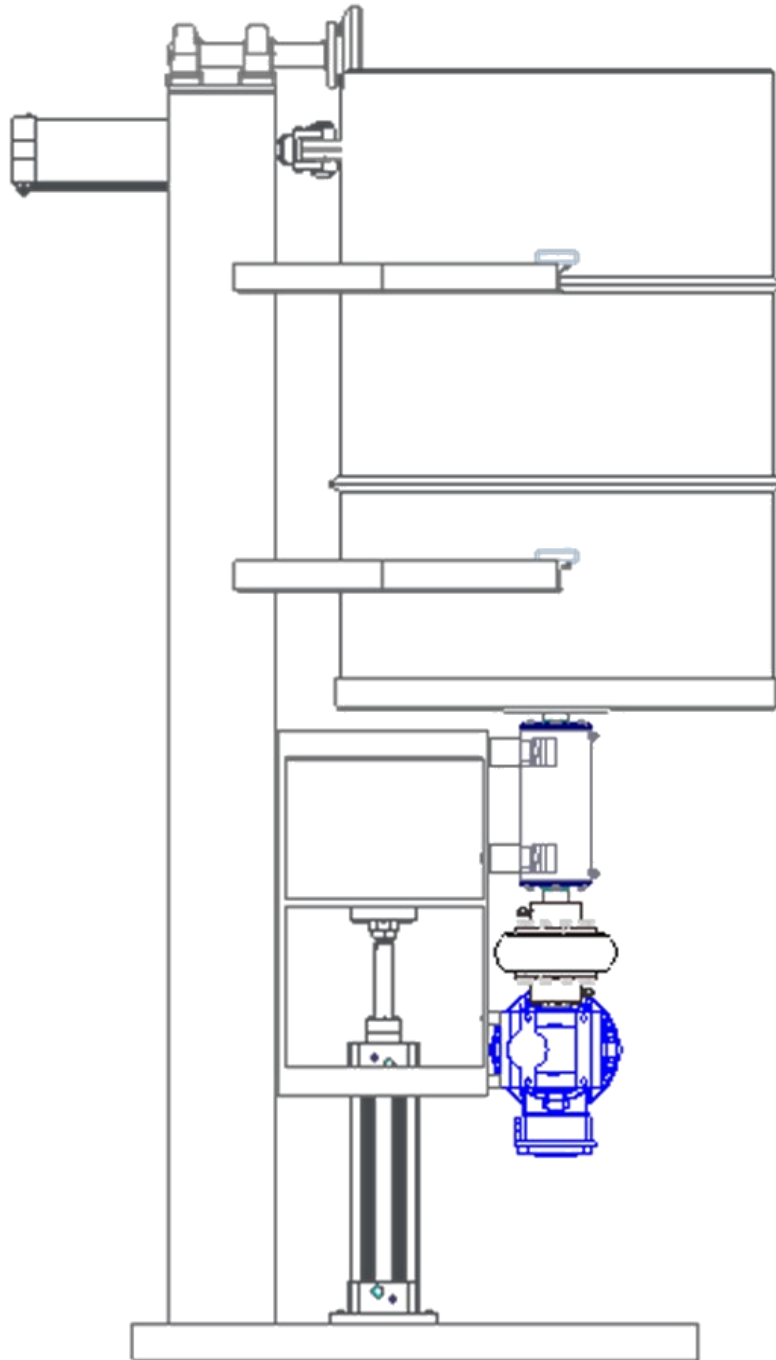


Figura D.1. Vista en estado de Trabajo

Se observa a la Figura D.1 en esta se puede observar que la maquina posee dos cilindros, se realiza el despiece para realizar estudio y descripción, quedando de la siguiente forma:

D.3 CILINDRO DE NEUMÁTICO DE ELEVACIÓN.

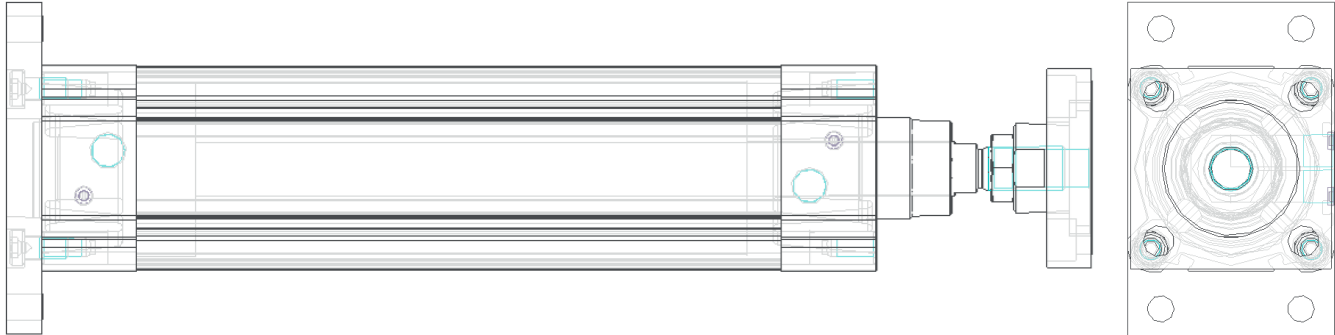


Figura D.2. Vista lateral y frontal de cilindro de elevación

Marca de Cilindro	FESTO
Clase de Cilindro	Cilindro Normalizado
Tipo de Cilindro	DSBC – 80 – 250 – D3 – PPVA- N3
Número de Artículo	3656644
Diámetro del pistón	80 mm
Modo de funcionamiento	Doble efecto
Carrera	250 mm
Capacidad Máxima de Carga de avance a 6 bar	3016 N
Capacidad Máxima de Carga de retroceso a 6 bar	2721 N
Diámetro del vástago	25 mm
Presión de funcionamiento	1-10 bar

Tabla D.1. Características de cilindro de elevación

A este cilindro se le agrega además los siguientes accesorios FESTO.

- (1). Fijación por brida FNC/CRFNG, N° de artículo 174380, consiste en una placa ubicada en la base del cilindro y este se acopla y fija con la bancada de la máquina mediante 4 tornillos M12, de tipo básico.
- (2). Placa de acoplamiento KSG, N° de artículo 32966, consiste en una brida ubicada en el final del vástago del cilindro y este se acopla y fija con la pieza base de la máquina mediante 4 tornillos M14.
- (3). Equipo para la instalación de la automatización en el cilindro.

- (3.1). Detector de proximidad SOEG, inductivo de tamaño M12 de tipo de montaje sin enrasar, salida PNP y conector de tipo clavija Nº de referencia 547909.
- (3.2). Cables de conexión M12x1, conector acodado tipo zócalo 3 pines, Nº de referencia 541367.
- (3.3). Soporte para detectores, sin tope tamaño para M12 Nº de referencia 538347.
- (3.4) Sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo de tipo abierto y salida con conector M8x1, 3 pines, salida PNP Nº de referencia 574334.
- (3.5). Cable de conexión un extremo de zócalo recto M8x1, 3 pines y el otro extremo cable trifilar de extremo abierto Nº de referencia 541333.

Nº	Referencia	Código	Cantidad
(1)	174380	FNC-80	1
(2)	32966	KSG-M20x1,5	1
(3.1)	547909	SOEG-RT-M12-PS-S-2L	1
(3.2)	541367	NEBU-M12W5-K-2.5-LE3	1
(3.3)	538347	SIEZ-NB-12	1
(3.4)	574334	SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D	2
(3.5)	541333	NEBU-M8G3-K-2.5-LE3	2

Tabla D.2. Tabla de accesorios a instalar en el cilindro de elevación

D.3.1 CÁLCULOS DE CARGA CILINDRO DE ELEVACIÓN.

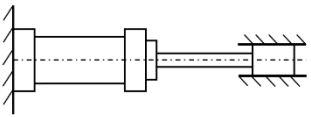
Tipo de fijación del cilindro	Esquema de montaje	Factor de pandeo (β)
	Unión con vástago rígida y guiado Cilindro fijado rigidamente en parte posterior.	1

Tabla D.3. Tabla de factor de pandeo

Características	Unidades	Valor
Carrera máxima del cilindro en la máquina	mm	95
Carga máxima necesaria a elevar en la máquina	N	1353,1
Capacidad Máxima de Carga de avance del cilindro	N	3016
Factor de pandeo por tipo de fijación	β	1

Tabla D.4. Características de carga en cilindro de elevación

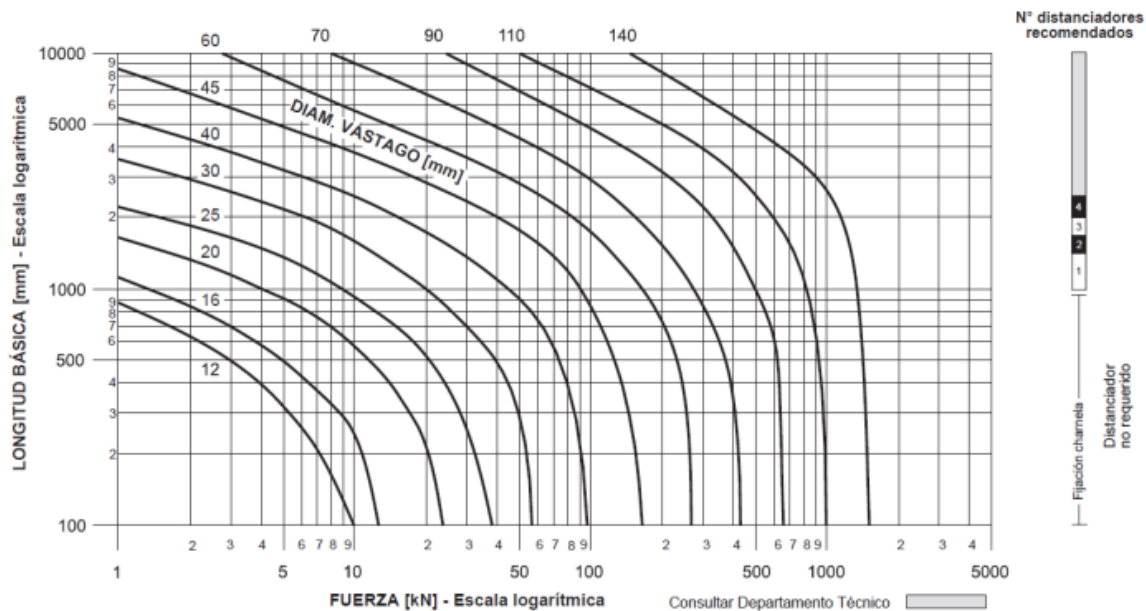


Tabla D.5. Relación fuerza – longitud básica

$$\text{Longitud Básica} = (\text{carrera del cilindro máxima}) * \beta$$

$$\text{Longitud Básica} = (95 \text{ mm}) * (1) = 90 \text{ mm}$$

$$\text{Fuerza (KN)} = 1,35 \text{ KN}$$

Comparación de fuerzas = 3016 N > 1353,1 N → El cilindro soportará las cargas.

Se mide con estos valores el diámetro mínimo necesario del vástago para estas cargas en la Tabla D.5 y se obtiene que necesita 12 mm solamente, el cilindro que se propone tiene un vástago de diámetro 25 mm se concluye que este no sufrirá pandeo y que se puede llegar a concluir que se encuentra sobredimensionado

D.4 CILINDRO DE NEUMÁTICO DE AJUSTE.

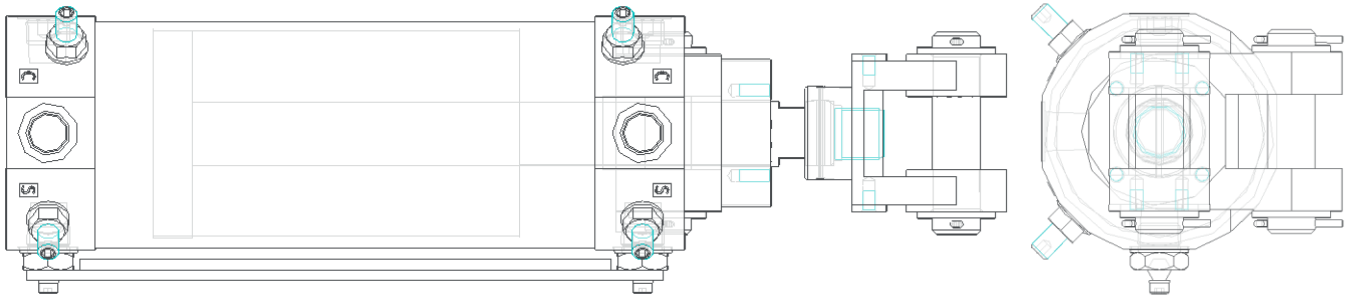


Figura D.3. Vista lateral y frontal de cilindro de ajuste

Marca de cilindro	FESTO
Clase de Cilindro	Cilindros articulados DW
Tipo de Cilindro	DW – 80 – 125 – Y – A
Número de Artículo	557912
Diámetro del pistón	80 mm
Modo de funcionamiento	Doble efecto
Carrera	125 mm
Ancho de la horquilla	28 mm
Capacidad Máxima de Carga de avance a 6 bar	3016 N
Capacidad Máxima de Carga de retroceso a 6 bar	2721 N
Diámetro del vástago	25 mm
Presión de funcionamiento	1-10 bar

Tabla D.6. Características de cilindro de ajuste

A este cilindro se le agrega además los siguientes accesorios.

Este cilindro cuenta con una horquilla al final del vástago de 28 mm de largo en su cara interna.

- (1). Juego de pernos, pasadores de seguridad y arandelas N° de referencia 573172.
- (2). Pasador hueco de 18 mm interno y 30 mm externo.
- (3). Rodamientos tipo FAG modelo NU1006.
- (4). Equipo para la instalación de la automatización en el cilindro.
 - (4.1) Sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo de tipo abierto y salida con conector M8x1, 3 pines, salida PNP N° de referencia 574334.
 - (4.2). Cable de conexión un extremo de zócalo recto M8x1, 3 pines y el otro extremo cable trifilar de extremo abierto N° de referencia 541333.

Nº	Referencia	Código	Cantidad	Marca
(1)	573172	DAMD-F5-S-80	1	FESTO
(2)		Pasador hueco de 18 mm interno y 30 mm externo.	1	
(3)	NU1006	Rodamiento de bolas	2	FAG
(4.1)	574334	SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D	2	FESTO
(4.2)	541333	NEBU-M8G3-K-2.5-LE3	2	FESTO

Tabla D.7. Tabla de accesorios a instalar en el cilindro de ajuste

D.4.1 CÁLCULOS DE CARGA CILINDRO DE ELEVACIÓN.

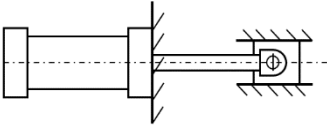
Tipo de fijación del cilindro	Esquema de montaje	Factor de pandeo (β)
	Unión con vástago articulada y guiado Cilindro fijado rígidamente en parte anterior.	0,7

Tabla D.8. Tabla de factor de pandeo

Características	Unidades	Valor
Carrera máxima del cilindro en la máquina	mm	75
Carga máxima necesaria a elevar en la máquina	N	166,88
Capacidad Máxima de Carga de avance del cilindro	N	3016
Factor de pandeo por tipo de fijación	β	0,7

Tabla D.9. Características de carga en cilindro de ajuste

$$\text{Longitud Básica} = (\text{carrera del cilindro máxima}) * \beta$$

$$\text{Longitud Básica} = (75 \text{ mm}) * (0,7) = 52,5 \text{ mm}$$

$$\text{Fuerza (KN)} = 0,166 \text{ KN}$$

$$\text{Comparación de fuerzas} = 3016 \text{ N} > 166,88 \text{ N} \rightarrow \text{El cilindro soportará las cargas.}$$

Se mide con estos valores el diámetro mínimo necesario del vástago para estas cargas y se obtiene que necesita 12 mm solamente, el cilindro que se propone tiene un vástago de diámetro 25 mm se concluye que este no sufrirá pandeo y que se puede llegar a concluir que se encuentra sobredimensionado.



ANEXO E: PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN

Autor

Francisco Gómez Freitez

Directores

Paula Canalís Martínez

Francisco Javier Brosed Dueso

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 - 2021

E.1 INTRODUCCIÓN.

En el presente anexo se realiza el diseño y propuesta del proceso de automatización en la máquina, se considera una propuesta de mejora puesto que se implementa una programación de tiempo de trabajo específico y constante que permitirá reducir el tiempo del proceso, también se reducirá el scrap del proceso en el producto. Para esta propuesta se aplicarán componentes tales como electroválvulas, sensores y relés.

E.2 PLANTEAMIENTO DE FUNCIONAMIENTO.

En las siguientes figuras se muestra el funcionamiento principal de la máquina planteada para realizar rebordeado de barriles. Se indica donde se encuentran los ejes que se moverán durante el ciclo de trabajo, el nombre que se les asigna, además se agrega la posición aproximada para la instalación de los sensores de posición tanto en el eje A como en el eje B.

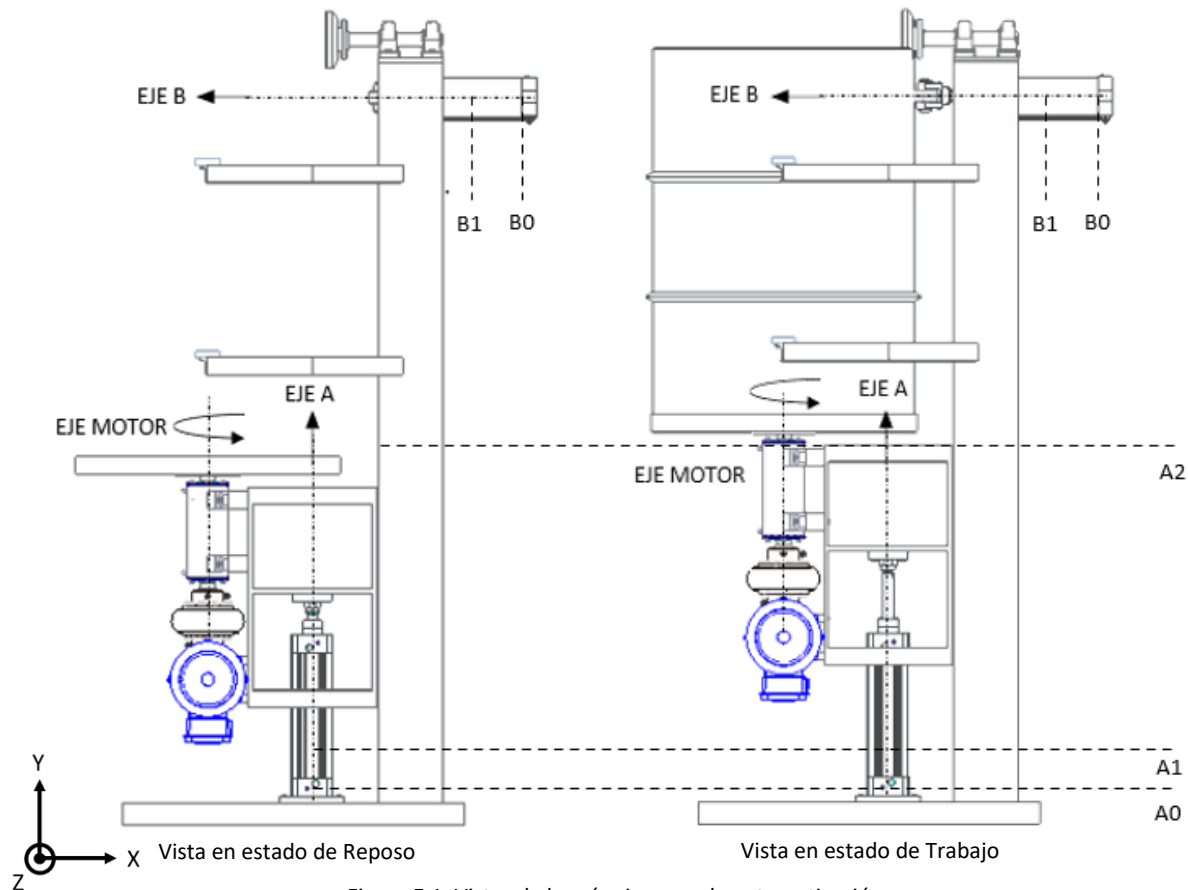


Figura E.1. Vistas de la máquina para la automatización.

MODULO DE LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS SENSORES Y TIPOS DE SENSORES EMPLEADOS			
Sensores	X (mm)	Y (mm)	TIPO DE SENSOR A EMPLEAR
A0	0	0	Sensor de proximidad para ranura en T
A1	0	60	Sensor de proximidad para ranura en T
A2	0	100	Detector de proximidad SOEG
B0	0	0	Sensor de proximidad para ranura en T
B1	80	0	Sensor de proximidad para ranura en T

Tabla E.1. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores.

E.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Se procede a realizar un diagrama de GRAFCET donde se muestra el sistema completo de funcionamiento del proceso que se plantea para la automatización de la máquina, siendo:

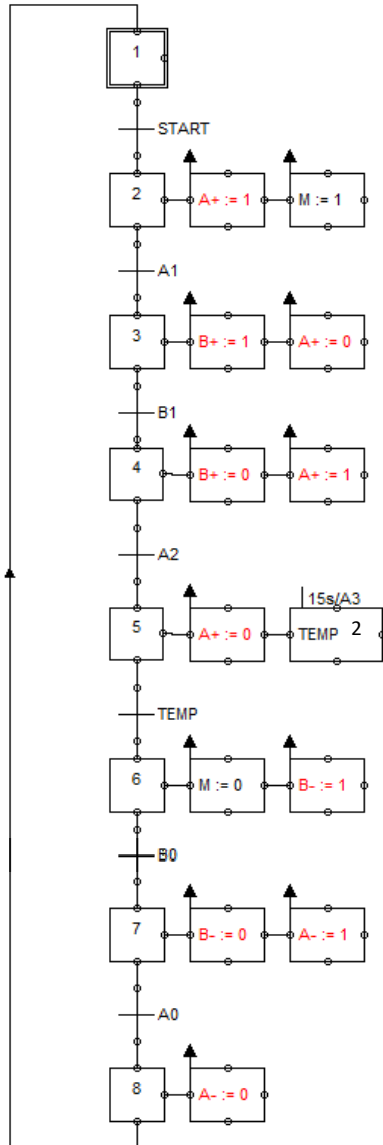


Figura E.2. GRAFCET

Símbolo	Característica	Acción o Transición
START	Botón de Marcha	Transición
A+	Desplegar cilindro Eje A	Acción
M	Movimiento de Motor eléctrico	Acción
A1	Sensor de posición 1 Eje A	Transición
B+	Desplegar cilindro Eje B	Acción
B1	Sensor de posición 1 Eje B	Transición
A2	Sensor de posición 2 Eje A	Transición
B-	Retraer cilindro Eje B	Acción
A-	Retraer cilindro Eje B	Acción
B0	Sensor de posición inicial Eje B	Transición
A0	Sensor de posición inicial Eje A	Transición
TEMP	Sensor de tipo temporizador	Transición

Tabla E.2. Simbología GRAFCET

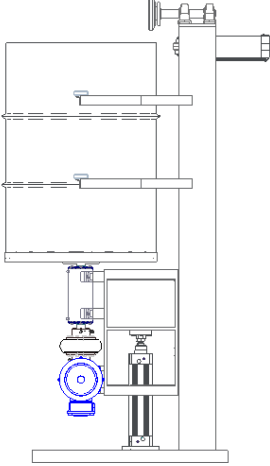
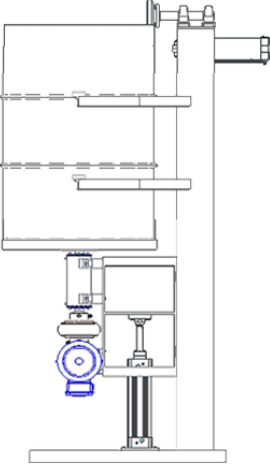
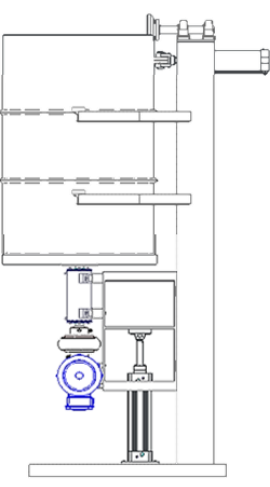
Para las acciones se trabaja con dos estados representados con los números 0 y 1, donde:

- 1. Es el estado que indica que se accione movimiento.
- 0. Es el estado que indica la detención de movimiento.

En el diagrama presentado las acciones (movimientos) corresponden a las figuras de forma cuadrada, mientras que los estados o transiciones (sensores, temporizadores) corresponden a las figuras en forma de cruz.

E.3.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DIAGRAMA GRAFCET.

Se representa el diagrama de acciones paso a paso.

Representación	Estado	Funcionamiento
	1	<p>Posición Inicial.</p> <p>Posición de reposo inicial antes de puesta en marcha, el cilindro A se encuentra en la posición A0 y el cilindro B en la posición B0.</p>
	2	<p>Activación de botón de encendido START.</p> <p>Se activa el botón de encendido (START) y se enciende el Motor eléctrico (M=1) y el cilindro neumático A (A+=1).</p>
	3	<p>Activación de Sensor A1.</p> <p>El tope del bidón sube y al alcanzar A1 activa el cilindro neumático B (B+=1), también se detiene el cilindro neumático A (A+=0).</p>
	4	<p>Activación de Sensor B1.</p> <p>Cuando el cilindro neumático B alcanza a B1 se detiene su desplazamiento (B+=0) y vuelve a desplazarse el cilindro neumático A (A+=1).</p>

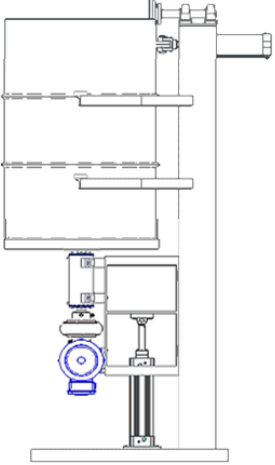
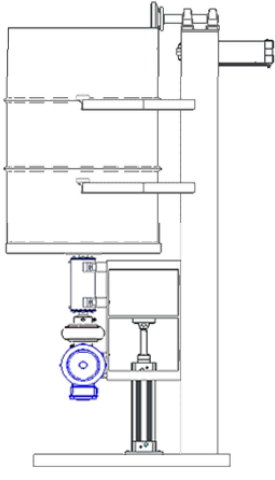
	5	<p>Activación de Sensor A2 y TEMP.</p> <p>Cuando el cilindro neumático A alcanza a A2 se detiene su desplazamiento ($A+=0$), al mismo tiempo se activa un relé de tipo temporizador (TEMP) durante 15 segundos, en ese tiempo se termina de realizar el trabajo de rebordeado en el barril.</p>
	6	<p>Desactivación de TEMP.</p> <p>Pasados los 15 segundos se desactiva el Motor eléctrico ($M=0$) y el cilindro neumático B se retrae ($B- =1$).</p>
	7	<p>Activación de Sensor B0.</p> <p>Al activarse el sensor B0 el cilindro neumático B se detiene ($B- =0$) y el cilindro neumático A se retrae ($A- =1$).</p>
	8	<p>Activación de Sensor A0.</p> <p>Al activarse el sensor A0 el cilindro neumático A se detiene ($A- =0$), se vuelve a la posición inicial.</p>

Tabla E.3. Representación gráfica del diagrama GRAFCET

E.4 ANÁLISIS Y DESPIECE DEL SISTEMA PLANTEADO.

E.4.1 SECUENCIA DE AUTOMATIZACIÓN DEL MOVIMIENTO.

Para el sistema propuesto se plantea automatizar el movimiento de los dos cilindros neumáticos según la secuencia A+, B+, A+, B-, A-, A-. El movimiento del motor (M) también formara parte de la secuencia ya que este emplea los mismos sensores

Se realiza el dibujo de la secuencia del diagrama electroneumático con todos los elementos de estados correspondiente de la secuencia.

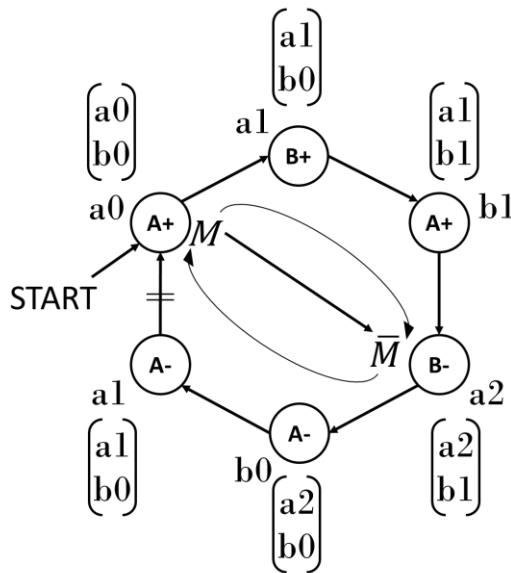


Figura E.3. Secuencia de automatización.

En el diagrama de estados planteado se encuentra la secuencia de trabajo, se marca la primera actividad que tendrá otra actividad previa que es el botón de puesta en marcha y cumpliendo con los sensores en posición correspondiente, es decir, es el estado tras pulsar marcha, también se agrega el sentido del recorrido, la señal que desencadena la siguiente actividad y entre corchetes se coloca las situaciones de sensores, se verifica que no se repita ninguna situación en alguna de las secuencias en este caso si hay una repetición de situaciones por lo que se comprueba si es necesario instalar una memoria.

Se verifica si en la situación de sensores no ocurre ninguna repetición.

	A+	B+	A+	B-	A-	A-	Conteo
a_0	1	0	0	0	0	0	$2^0 = 1$
a_1	0	1	1	0	0	1	$2^1 = 2$
a_2	0	0	0	1	1	0	$2^2 = 4$
b_0	1	1	0	0	1	1	$2^3 = 8$
b_1	0	0	1	1	0	0	$2^4 = 16$
Total	9	10	18	20	12	10	

Tabla E.4. Comparación de los estados de los sensores y sobre si es necesario aplicar una memoria.

Al repetirse el valor en la secuencias B+ y A- se concluye que es necesario aplicar una memoria en el diagrama anteriormente planteado.

Por lo que quedaría de la siguiente forma:

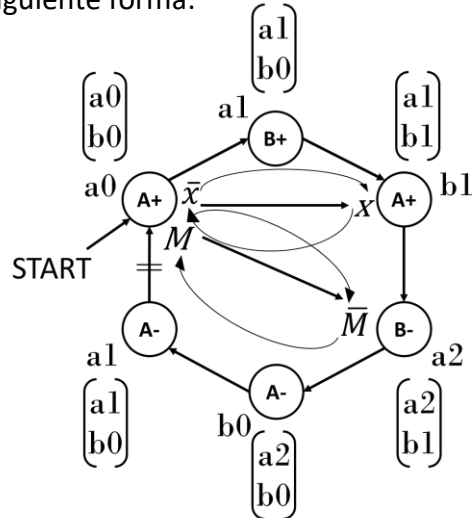


Figura E.4. Secuencia de automatización con memoria.

E.4.2 ECUACIONES DE LOS RELÉS Y ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA SECUENCIA.

Con la situación de los sensores y el tipo de electroválvula a instalar se pueden realizar las ecuaciones necesarias para establecer el esquema eléctrico del sistema, se asigna a la letra "K" como símbolo de relés en la ecuación.

- Cilindro Eje A (Electroválvula monoestable de centro cerrado de tipo 5x3).
 - $A+ \rightarrow K_1 \rightarrow (a_0 \cdot START + K_1 + b1) \cdot (\bar{a}_1 + K_x) \cdot \bar{a}_2$
 - $A- \rightarrow K_4 \rightarrow (b_0 \cdot \bar{K}_x + K_4) \cdot \bar{a}_0$
- Cilindro Eje B (Electroválvula monoestable de centro cerrado de tipo 5x3).
 - $B+ \rightarrow K_2 \rightarrow (a_1 \cdot \bar{K}_x + K_2) \cdot \bar{b}_1$
 - $B- \rightarrow K_3 \rightarrow (a_2 + K_3) \cdot (\bar{b}_0)$
- Memoria X (Se plantea como una válvula monoestable).
 - $X- \rightarrow K_x \rightarrow (b_1 + K_x) \cdot \bar{a}_0$
- Motor eléctrico.
 - $M \rightarrow K_m \rightarrow (a_0 \cdot START + K_m) \cdot \bar{a}_2$

E.4.3 LISTADO DE PIEZAS Y DESCRIPCIÓN PARA EMPLEAR EN LA AUTOMATIZACIÓN.

Se crea una tabla para los materiales nuevos a emplear para la propuesta de automatización.

	Nº	Descripción	Artículo	Marca	Cant.
Neumática	1	Cilindro normalizado de elevación eje A	3656644	FESTO	1
	2	Fijación por brida FNC/CRFNG	174380	FESTO	1
	3	Placa de acoplamiento KSG	32966	FESTO	1
	4	Regulador de caudal Cilindro A	193151	FESTO	2
	5	Cilindro articulado de ajuste eje B	557912	FESTO	1
	6	Juego de pernos, pasadores de seguridad y arandelas	573172	FESTO	1
	7	Rodamiento cilíndrico de una hilera	NU1006	FAG	2
	8	Electroválvula de tipo 5/3 tipo solenoide	577274	FESTO	2
	9	Placa de acople de salida Electroválvula	563395	FESTO	2
	10	Kit de bobina de solenoide y conector 24V DC	8029136	FESTO	4
	11	Paquete de 5 unidades racores en L 1/4 NPT	533297	FESTO	1
	12	Paquete de 10 unidades racores 1/4 NPT	533278	FESTO	1
	13	Paquete de 10 unidades racores G 1/4	186101	FESTO	1
	14	Paquete de 20 unidades silenciadores 1/4 NPT	1206990	FESTO	1
	15	Tubería de conexión 10 mm - 50 metros	551459	FESTO	1
	16	Unidad de mantenimiento	162682	FESTO	1
	17	Paquete de 10 unidades racores en L G3/8	186123	FESTO	1
	18	Paquete de 10 unidades racores G3/8	186102	FESTO	1
Eléctrico	19	Soporte para detectores, sin tope tamaño para M12	538347	FESTO	1
	20	Detector de proximidad SOEG	547909	FESTO	1
	21	Conector detector de proximidad M12x1 acodado tipo zócalo 3 pines	541367	FESTO	1

22	Sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo de tipo abierto	574334	FESTO	4
23	Cable de conexión un extremo de zócalo recto M8x1	541333	FESTO	4
24	Módulo de interfaz de relé 24V DC	93.01.7.024	FINDER	13
25	Multifunción de relé temporizador 24V DC	80.01.0.240. 0000	FINDER	1
26	Cable H07Z1-K 100M 1,5 mm ²	H07Z1-K	LEXMAN	1

Tabla E.5. Módulo de los valores de los desplazamientos de los sensores

E.4.4 DIAGRAMA NEUMÁTICO PLANTEADO.

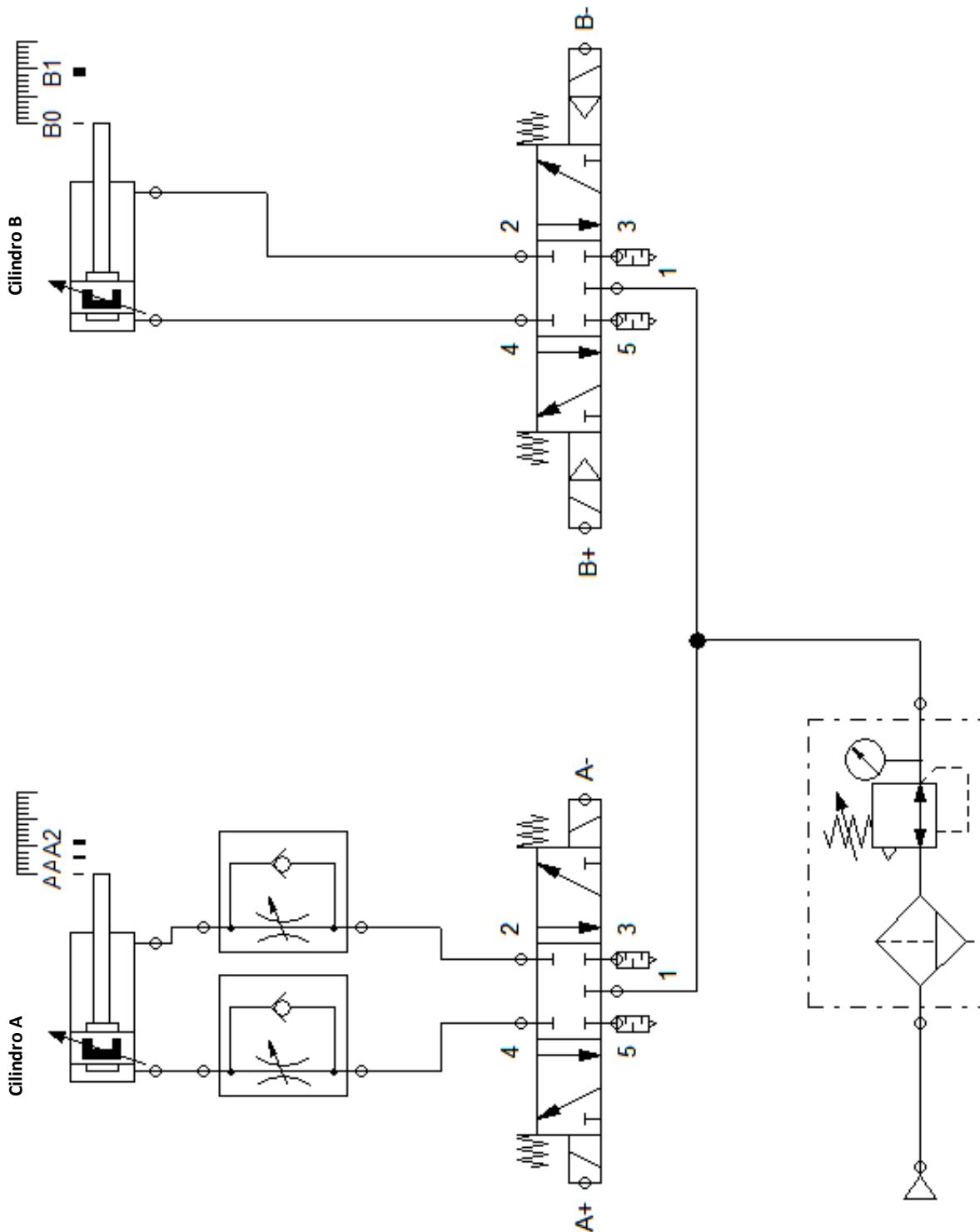
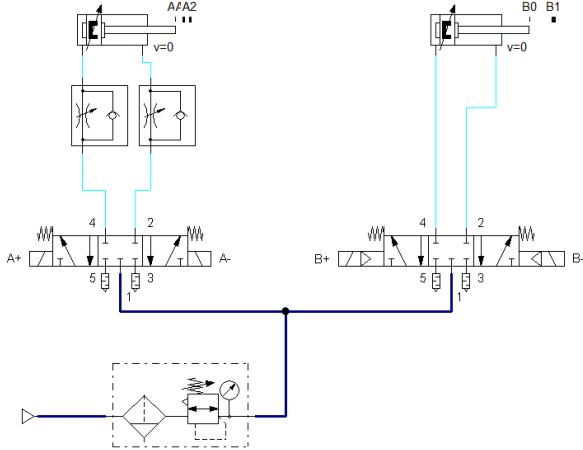
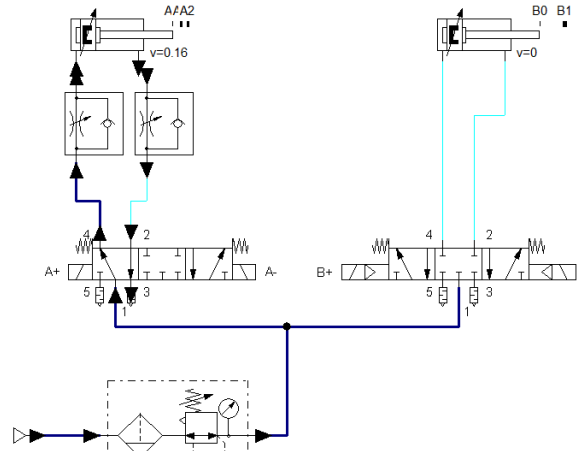
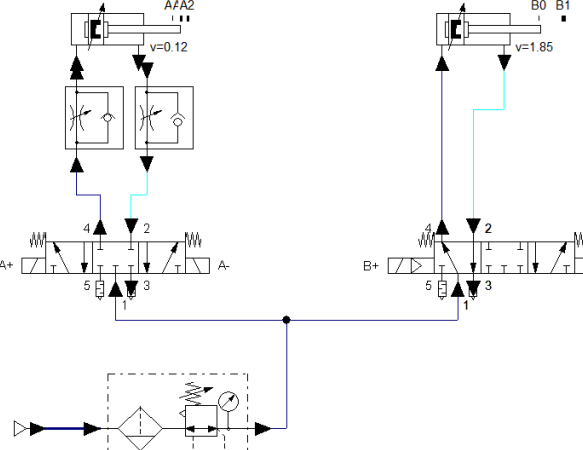
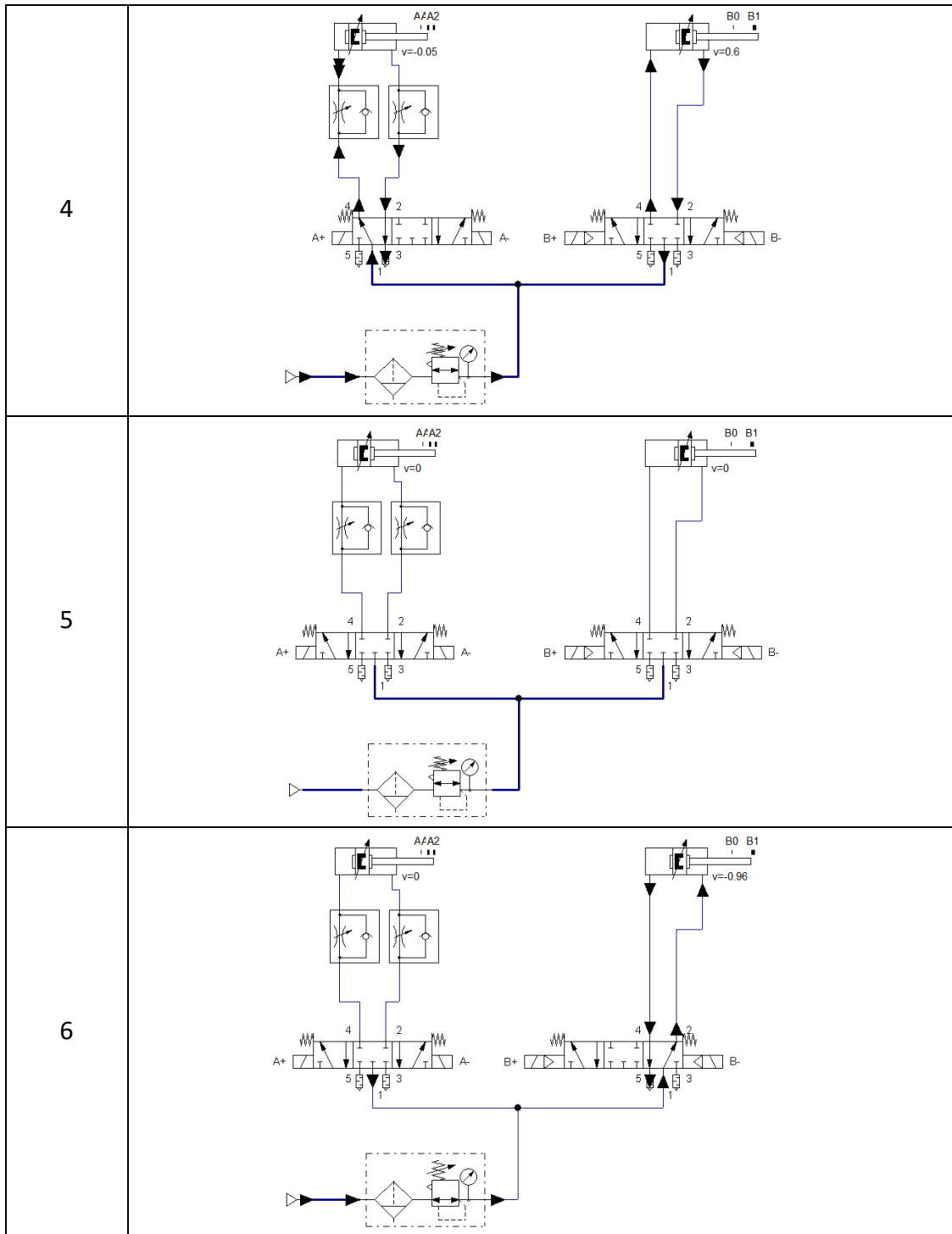


Figura E.5. Diagrama neumático

E.4.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ESTADOS GRAFCET COMPARADO CON EL DIAGRAMA NEUMÁTICO

Se representa los estados paso a paso y como estas se comportan el circuito neumático.

Estados	Representación neumática de los Diagrama de Estados
1	
2	
3	



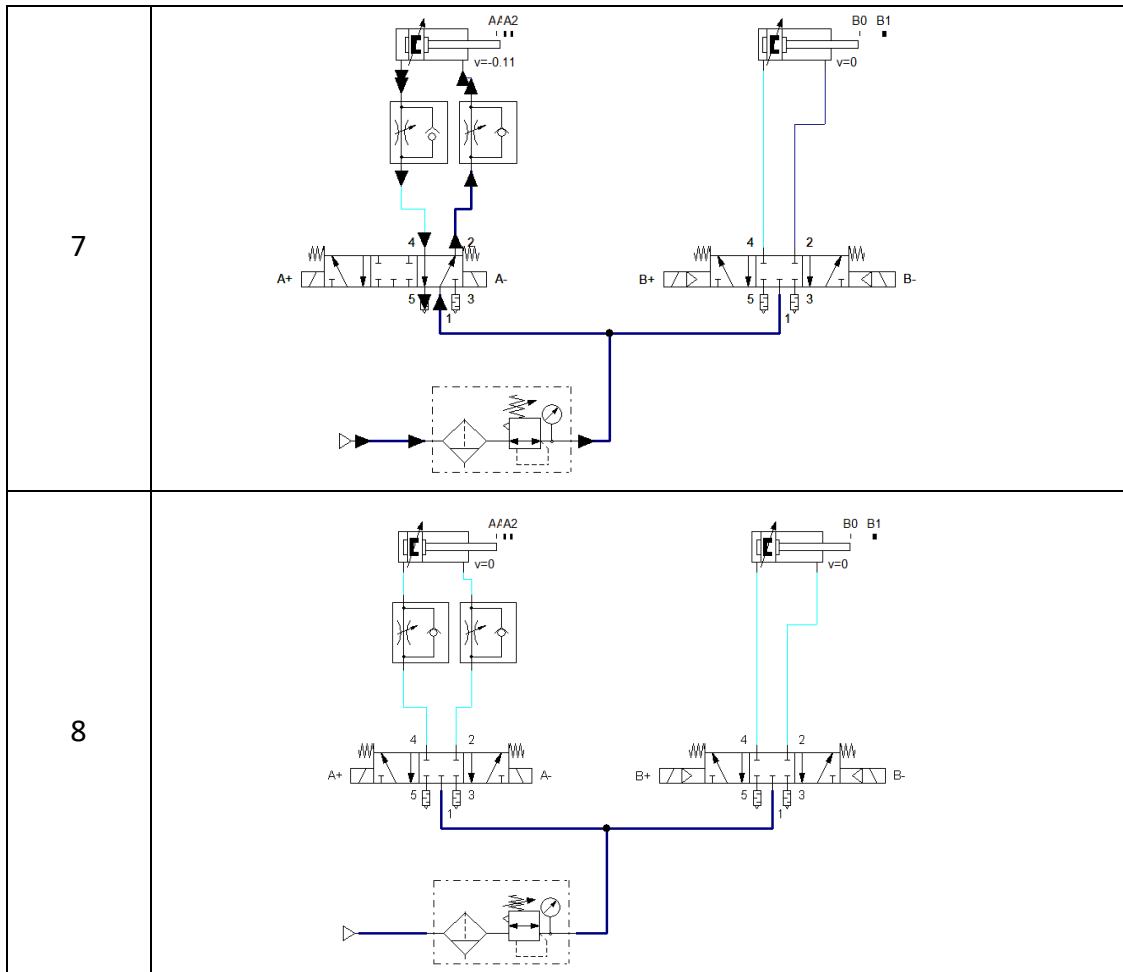


Tabla E.6. Representación gráfica de los estados GRAFCET comparado con el Diagrama Neumático

E.4.6 ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA SECUENCIA.

Se realiza el esquema eléctrico, esto consiste en convertir las anteriores ecuaciones con sus relés correspondientes.

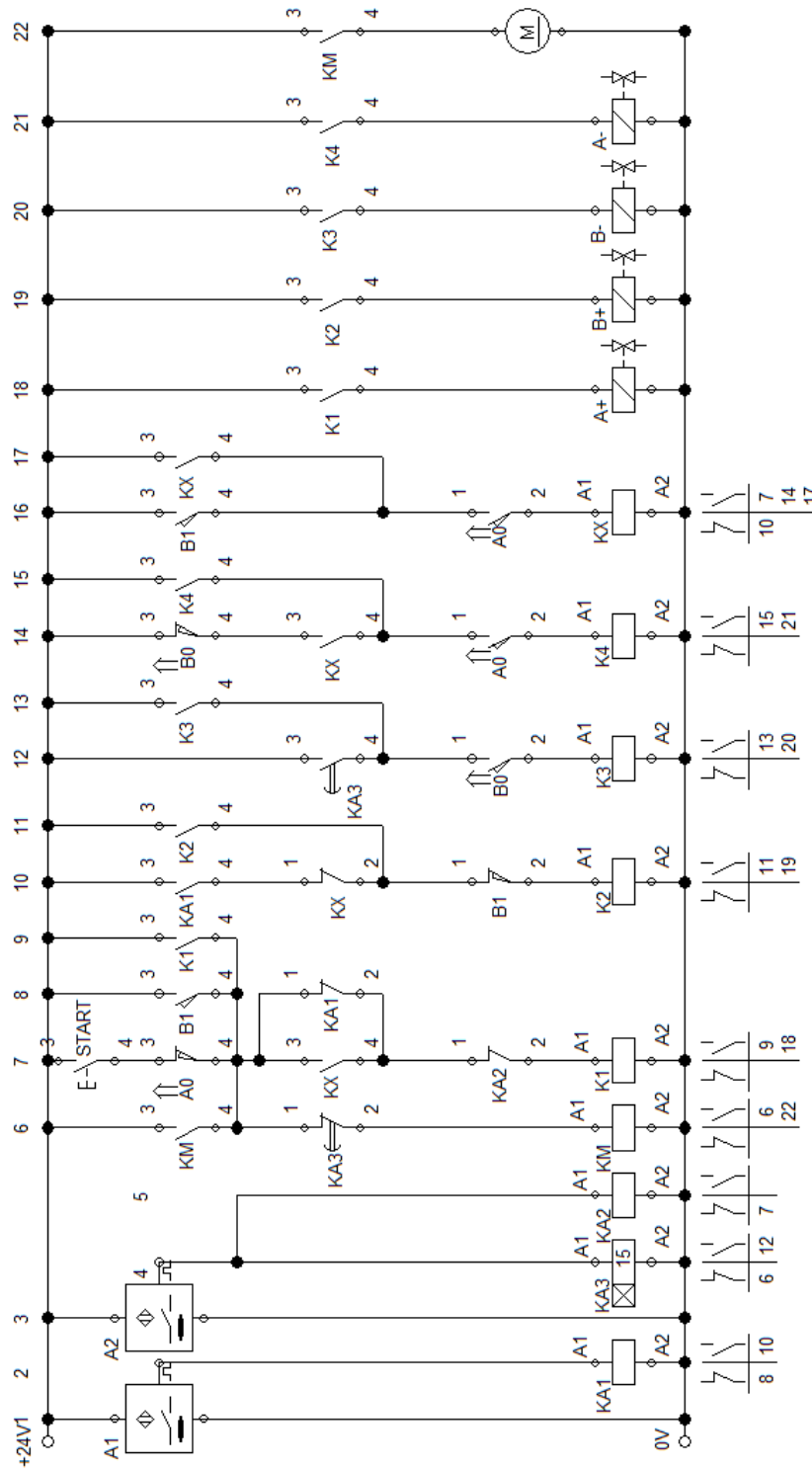
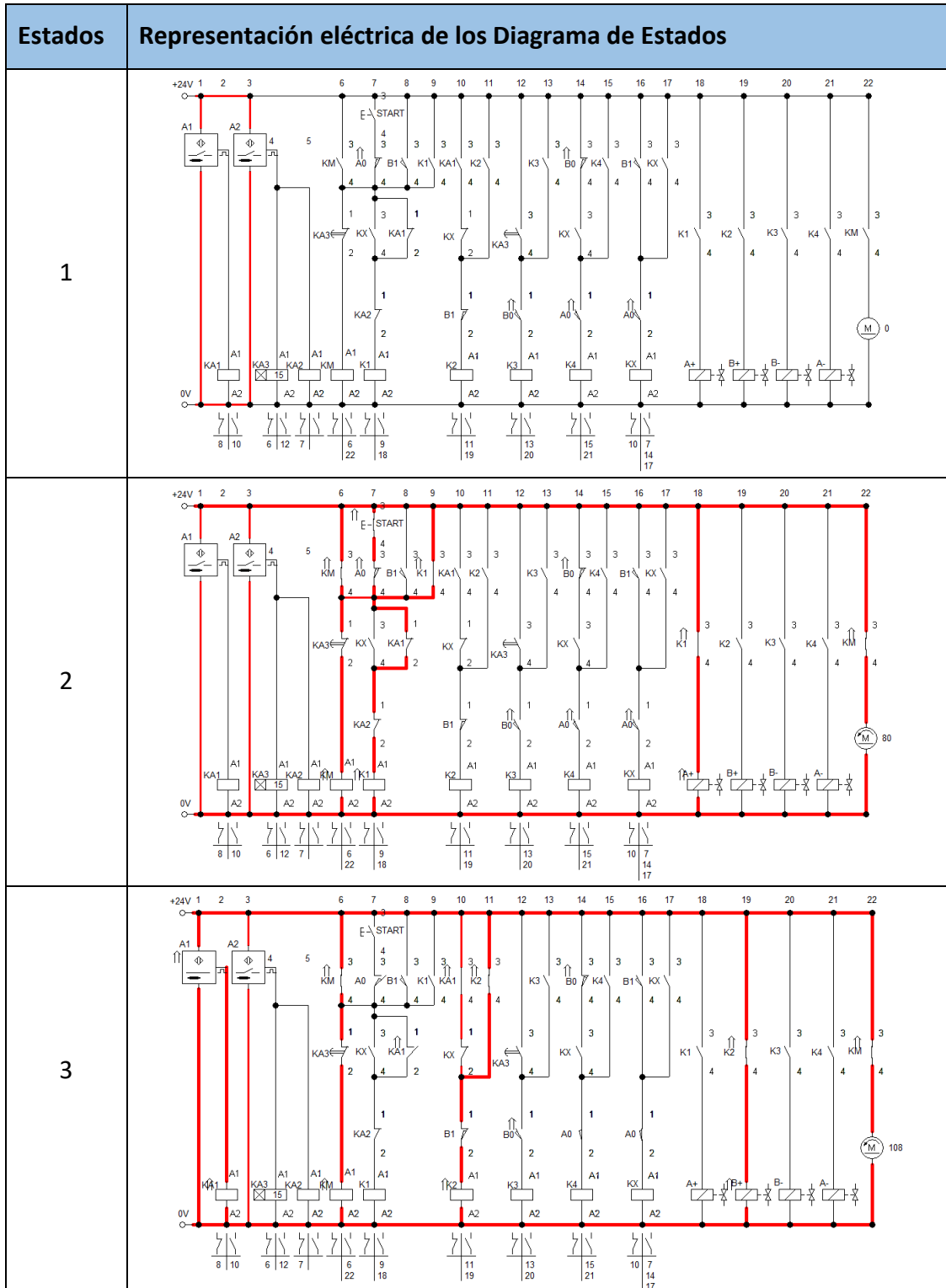
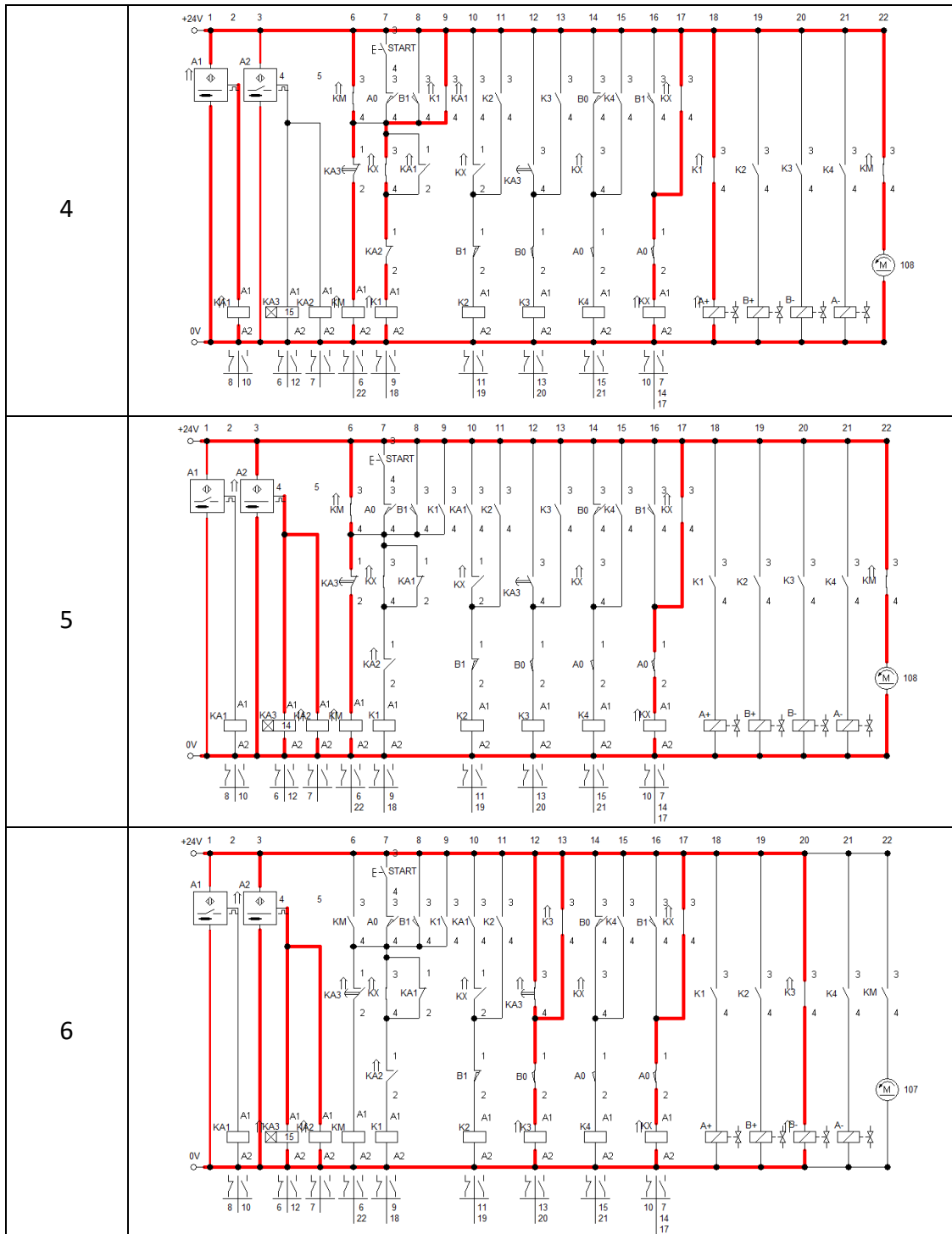


Figura E.6. Diagrama eléctrico.

E.4.7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ESTADOS GRAFCET COMPARADO CON EL DIAGRAMA ELÉCTRICO

Se representa los estados paso a paso y como estas se comportan el circuito eléctrico.





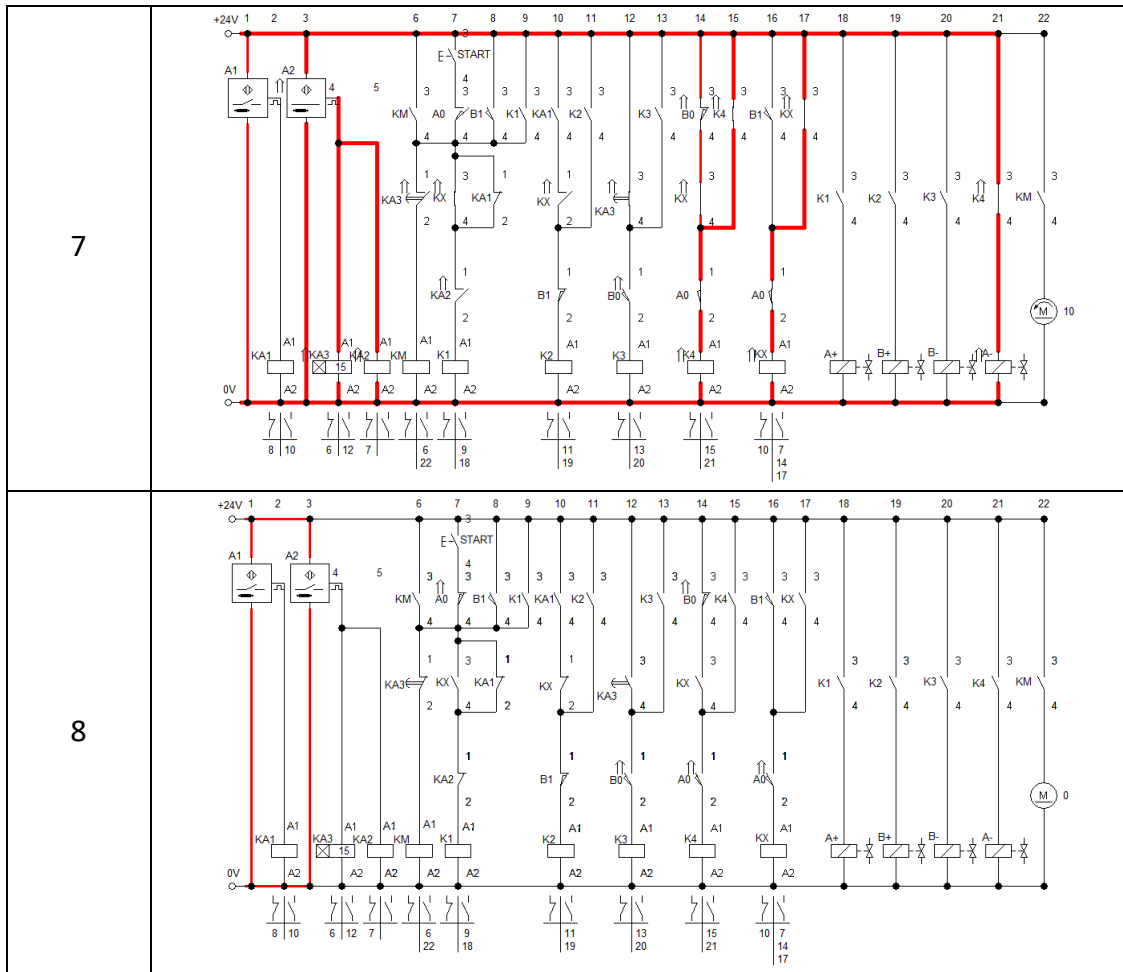


Tabla E.7. Representación gráfica de los estados GRAFCET comparado con el Diagrama Eléctrico.



CATÁLOGOS

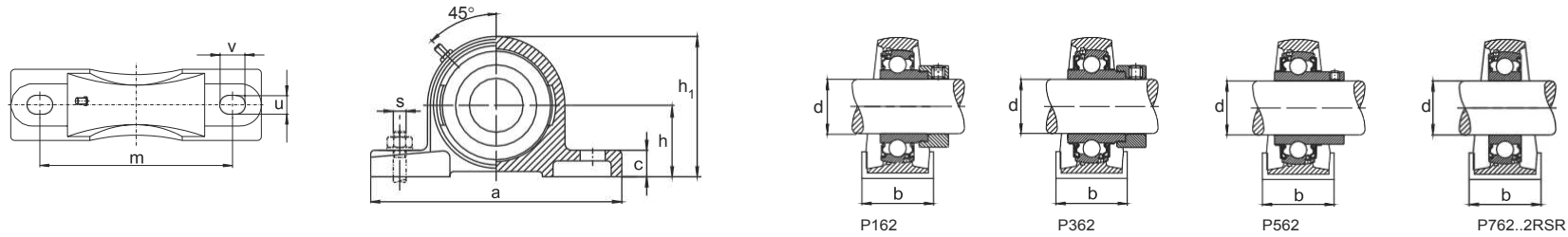
Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

2020 – 2021

Unidades FAG de rodamientos S

Series P162, P362, P562, P762...2RSR

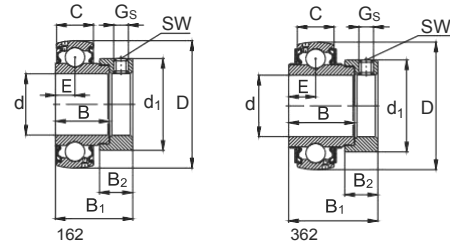
Soporte de pie de fundición gris



Eje	Dimensiones							Tornillos de fijación		Denominación abreviada			Peso ≈ Unidad de rodamiento S		
	d	a	b	c	h	h1	m	u	v	s	Unidad de soporte	Rodamiento con dispositivo de seguridad		Soporte	
mm	in	mm							mm	in	FAG	FAG	FAG	kg	
1	25,4	140	38	15	36,5	71	105	11,5	16	M10	3/8	P16205.100	16205.100	P205	0,917
	25,4	140	38	15	36,5	71	105	11,5	16	M10	3/8	P36205.100	36205.100	P205	0,965
	25,4	140	38	15	36,5	71	105	11,5	16	M10	3/8	P56205.100	56205.100	P205	0,888
1 1/16	26,988	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P16206.101	16206.101	P206	1,33
	26,988	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P36206.101	36206.101	P206	1,46
	26,988	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P56206.101	56206.101	P206	1,35
1 1/8	28,575	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P16206.102	16206.102	P206	1,31
	28,575	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P36206.102	36206.102	P206	1,44
	28,575	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P56206.102	56206.102	P206	1,33
30	30	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P16206	16206	P206	1,3
	30	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P36206	36206	P206	1,42
	30	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P56206	56206	P206	1,31
	30	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P76206.2RSR	76206.2RSR	P206	1,19
1 3/16	30,163	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P16206.103	16206.103	P206	1,3
	30,163	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P36206.103	36206.103	P206	1,42
	30,163	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P56206.103	56206.103	P206	1,31
1 1/4	31,75	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P16206.104	16206.104	P206	1,28
	31,75	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P36206.104	36206.104	P206	1,4
	31,75	165	48	17	42,9	83	121	14	19	M12	1/2	P56206.104	56206.104	P206	1,28
	31,75	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P16207.104	16207.104	P207	1,78
	31,75	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P36207.104	36207.104	P207	1,94
	31,75	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P56207.104	56207.104	P207	1,79
1 5/16	33,338	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P16207.105	16207.105	P207	1,77
	33,338	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P36207.105	36207.105	P207	1,92
	33,338	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P56207.105	56207.105	P207	1,76
1 3/8	34,925	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P16207.106	16207.106	P207	1,75
	34,925	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P36207.106	36207.106	P207	1,89
	34,925	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P56207.106	56207.106	P207	1,73
35	35	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P16207	16207	P207	1,75
	35	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P36207	36207	P207	1,89
	35	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P56207	56207	P207	1,72
	35	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P76207.2RSR	76207.2RSR	P207	1,54
1 7/16	36,513	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P16207.107	16207.107	P207	1,73
	36,513	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P36207.107	36207.107	P207	1,87
	36,513	167	48	18	47,6	93	126	14	19	M12	1/2	P56207.107	56207.107	P207	1,7

Rodamientos FAG tipo S para ejes métricos y en pulgadas

Series 162, 362, 562, 762B.2RSR

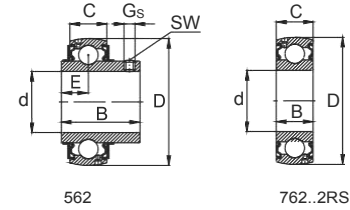


Eje	Dimensiones										Capacidad carga		Denominación abreviada Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Peso ≈	
	d	D	C	B	B ₁	d ₁ max	B ₂	E	G _s	SW	din. C	estát. C ₀			kg
12	12	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/12	0,13	
	1/2	12,7	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.008	0,128
15	15	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/15	0,12	
	5/8	15,875	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.010	0,117
17	17	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203	0,1	
	17	40	12	12							9,5	4,75	76203.2RSR	0,064	
	1 1/16	17,463	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.011	0,091
	3/4	19,05	47	14	21,5	31	33,3	13,5	7,5	M6x0,75	3	12,7	6,55	16204.012	0,154
20	19,05	47	17	34,2	43,7	33,3	13,5	17,1	M6x0,75	3	12,7	6,55	36204.012	0,208	
	19,05	47	17	31				12,7	M6x0,75	3	12,7	6,55	56204.012	0,162	
	20	47	14	21,5	31	33,3	13,5	7,5	M6x0,75	3	12,7	6,55	16204	0,15	
	20	47	17	34,2	43,7	33,3	13,5	17,1	M6x0,75	3	12,7	6,55	36204	0,2	
	20	47	17	31				12,7	M6x0,75	3	12,7	6,55	56204	0,14	
	20	47	14	14							12,7	6,55	76204.2RSR	0,106	
	1 1/16	20,638	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.013	0,246
		20,638	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.013	0,313
20,638		52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.013	0,238	
7/8	22,225	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.014	0,237	
	22,225	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.014	0,298	
	22,225	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.014	0,223	
1 1/16	23,813	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.015	0,228	
	23,813	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.015	0,282	
	23,813	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.015	0,208	
25	25	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205	0,22	
	25	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205	0,27	
	25	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205	0,19	
	25	52	15	15							14	7,8	76205.2RSR	0,128	

Rodamientos FAG tipo S para ejes métricos y en pulgadas

Series 162, 362, 562, 762B.2RSR

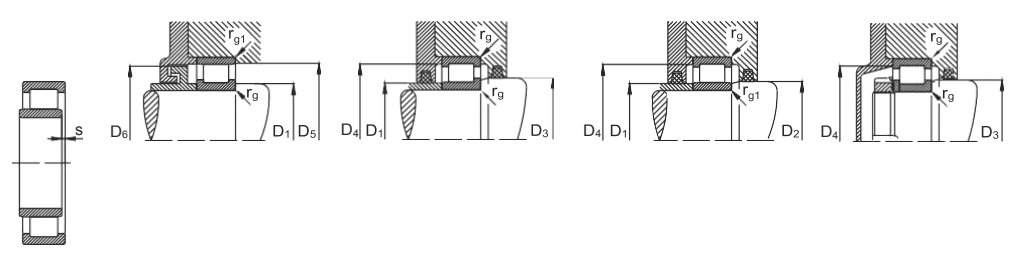
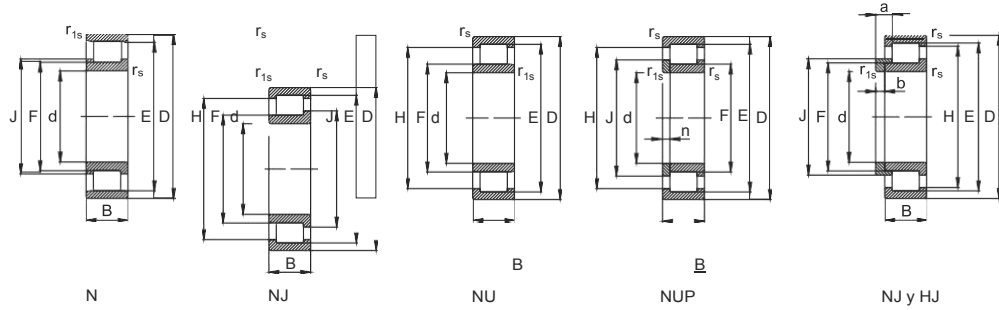
Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si C₀/P₀≥8, ver Pág.41.



Eje	Dimensiones										Capacidad carga		Denominación abreviada Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Peso ≈
	d	D	C	B	B ₁	d ₁ max	B ₂	E	G _s	SW	din. C	estát. C ₀		
1	25,4	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.100	0,217
	25,4	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.100	0,265
	25,4	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.100	0,188
1 1/16	26,988	62	16	23,8	35,7	44,5	15,9	9	M8x1	4	19,3	11,2	16206.101	0,325
	26,988	62	19	36,5	48,4	44,5	15,9	18,3	M8x1	4	19,3	11,2	36206.101	0,459
	26,988	62	19	38,1				15,9	M6x0,75	3	19,3	11,2	56206.101	0,352
1 1/8	28,575	62	16	23,8	35,7	44,5	15,9	9	M8x1	4	19,3	11,2	16206.102	0,312
	28,575	62	19	36,5	48,4	44,5	15,9	18,3	M8x1	4	19,3	11,2	36206.102	0,439
	28,575	62	19	38,1				15,9	M6x0,75	3	19,3	11,2	56206.102	0,331
30	30	62	16	23,8	35,7	44,5	15,9	9	M8x1	4	19,3	11,2	16206	0,3
	30	62	19	36,5	48,4	44,5	15,9	18,3	M8x1	4	19,3	11,2	36206	0,42
	30	62	19	38,1				15,9	M6x0,75	3	19,3	11,2	56206	0,31
	30	62	16	16							19,3	11,2	76206.2RSR	0,193
1 3/16	30,163	62	16	23,8	35,7	44,5	15,9	9	M8x1	4	19,3	11,2	16206.103	0,299
	30,163	62	19	36,5	48,4	44,5	15,9	18,3	M8x1	4	19,3	11,2	36206.103	0,418
	30,163	62	19	38,1				15,9	M6x0,75	3	19,3	11,2	56206.103	0,308
1 1/4	31,75	62	16	23,8	35,7	44,5	15,9	9	M8x1	4	19,3	11,2	16206.104	0,284
	31,75	62	19	36,5	48,4	44,5	15,9	18,3	M8x1	4	19,3	11,2	36206.104	0,396
	31,75	62	19	38,1				15,9	M6x0,75	3	19,3	11,2	56206.104	0,284
	31,75	72	17	25,4	38,9	55,6	17,5	9,5	M8x1	4	25,5	15,3	16207.104	0,534
1 5/16	31,75	72	20	37,6	51,1	55,6	17,5	18,8	M8x1	4	25,5	15,3	36207.104	0,69
	31,75	72	20	42,9				17,5	M8x1	4	25,5	15,3	56207.104	0,539
	33,338	72	17	25,4	38,9	55,6	17,5	9,5	M8x1	4	25,5	15,3	16207.105	0,518
1 3/8	33,338	72	20	37,6	51,1	55,6	17,5	18,8	M8x1	4	25,5	15,3	36207.105	0,666
	33,338	72	20	42,9				17,5	M8x1	4	25,5	15,3	56207.105	0,512
	34,925	72	17	25,4	38,9	55,6	17,5	9,5	M8x1	4	25,5	15,3	16207.106	0,501
35	34,925	72	20	37,6	51,1	55,6	17,5	18,8	M8x1	4	25,5	15,3	36207.106	0,641
	34,925	72	20	42,9				17,5	M8x1	4	25,5	15,3	56207.106	0,483
	35	72	17	25,4	38,9	55,6	17,5	9,5	M8x1	4	25,5	15,3	16207	0,5
1 7/16	35	72	20	37,6	51,1	55,6	17,5	18,8	M8x1	4	25,5	15,3	36207	0,64
	35	72	20	42,9				17,5	M8x1	4	25,5	15,3	56207	0,47
	35	72	17	17							25,5	15,3	76207.2RSR	0,288
	36,513	72	17	25,4	38,9	55,6	17,5	9,5	M8x1	4	25,5	15,3	16207.107	0,483
1 1/2	36,513	72	20	37,6	51,1	55,6	17,5	18,8	M8x1	4	25,5	15,3	36207.107	0,615
	36,513	72	20	42,9				17,5	M8x1	4	25,5	15,3	56207.107	0,453

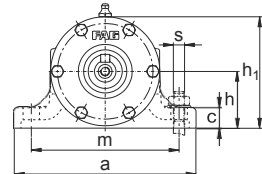
Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si $C_0/P_0 \geq 8$, ver Pág.41.

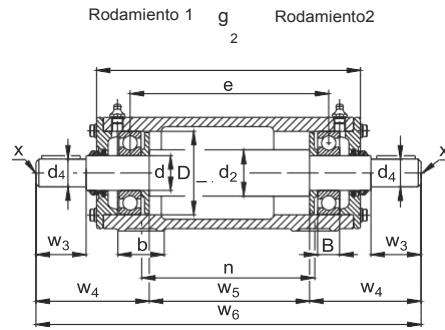


Eje	Dimensiones													Peso ≈ Rodamiento kg	Anillo angular	Capacidad carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada	Medidas auxiliares									
	d	D	B	r _s min	r _{1s} min	E	F	H	J	n	a	b	s ₁			Capacidad din. C	estát. C ₀				Rodamiento FAG	Anillo angular FAG	D ₁ min	D ₁ max	D ₂ min	D ₂ max	D ₃ min	D ₃ max	D ₄ min	D ₄ max
25	25	62	24	1,1	1,1	54	34	50,6	38,1		8	4	1,9	0,356	0,027	57	56	12000	10000	NJ2305E.TVP2	HJ2305E	32	33	37	40	55			1	1
	25	62	24	1,1	1,1	54	34	50,6					1,9	0,349		57	56	12000	10000	NU2305E.TVP2		32	33	37	40	55			1	1
	25	62	24	1,1	1,1	54	34	50,6	38,1		4			0,363		57	56	12000	10000	NUP2305E.TVP2		32	33	37	40	55			1	1
30	30	55	13	1	0,6	48,5	36,5	46,1					2,4	0,129		16,6	16	24000	13000	NU1006		33	35	38	40	50			1	0,6
	30	62	16	1	0,6	55,5	37,5						1,4	0,205		39	37,5	12000	11000	N206E.TVP2		34	37	40	44	56	57	54	1	0,6
	30	62	16	1	0,6	55,5	37,5	52,5	41,3		7	4	1,5	0,213	0,025	39	37,5	12000	11000	NJ206E.TVP2	HJ206E	34	37	40	44	56			1	0,6
	30	62	16	1	0,6	55,5	37,5	52,5					1,5	0,208		39	37,5	12000	11000	NU206E.TVP2		34	37	40	44	56			1	0,6
	30	62	16	1	0,6	55,5	37,5	52,5	41,1	3				0,219		39	37,5	12000	11000	NUP206E.TVP2		34	37	40	44	56			1	0,6
	30	62	20	1	0,6	55,5	37,5	52,5	41,3		7,5	4	1,6	0,261	0,026	49	50	12000	9500	NJ2206E.TVP2	HJ2206E	34	37	40	44	56			1	0,6
	30	62	20	1	0,6	55,5	37,5	52,5					1,6	0,255		49	50	12000	9500	NU2206E.TVP2		34	37	40	44	56			1	0,6
	30	62	20	1	0,6	55,5	37,5	52,5	41,3	3,5				0,268		49	50	12000	9500	NUP2206E.TVP2		34	37	40	44	56			1	0,6
	30	72	19	1,1	1,1	62,5	40,5		45				0,6	0,366		51	48	10000	11000	N306E.TVP2		37	40	44	48	65	64	61	1	1
	30	72	19	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2	45		8,5	5	1,2	0,376	0,042	51	48	10000	11000	NJ306E.TVP2	HJ306E	37	40	44	48	65			1	1
	30	72	19	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2					1,2	0,368		51	48	10000	11000	NU306E.TVP2		37	40	44	48	65			1	1
	30	72	19	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2	45	3,5				0,385		51	48	10000	11000	NUP306E.TVP2		37	40	44	48	65			1	1
	30	72	27	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2	45		9,5	5	2,2	0,54	0,043	73,5	75	10000	8500	NJ2306E.TVP2	HJ2306E	37	40	44	48	65			1	1
	30	72	27	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2					2,2	0,529		73,5	75	10000	8500	NU2306E.TVP2		37	40	44	48	65			1	1
	30	72	27	1,1	1,1	62,5	40,5	59,2	45	4,5				0,551		73,5	75	10000	8500	NUP2306E.TVP2		37	40	44	48	65			1	1
35	35	62	14	1	0,6	55	42	52,4					2,6	0,181		24,5	26	20000	11000	NU1007M1		38	41	44	45	57			1	0,6
	35	72	17	1,1	0,6	64	44		48				0,7	0,301		50	50	10000	9500	N207E.TVP2		39	43	46	50	65	65	63	1	0,6
	35	72	17	1,1	0,6	64	44	61	48		7	4	0,7	0,309	0,034	50	50	10000	9500	NJ207E.TVP2	HJ207E	39	43	46	50	65			1	0,6
	35	72	17	1,1	0,6	64	44	61					0,7	0,303		50	50	10000	9500	NU207E.TVP2		39	43	46	50	65			1	0,6
	35	72	17	1,1	0,6	64	44	61	48	3				0,317		50	50	10000	9500	NUP207E.TVP2		39	43	46	50	65			1	0,6
	35	72	23	1,1	0,6	64	44	61	48		8,5	4	2,2	0,416	0,035	62	65,5	10000	8500	NJ2207E.TVP2	HJ2207E	39	43	46	50	65			1	0,6
	35	72	23	1,1	0,6	64	44	61					2,2	0,406		62	65,5	10000	8500	NU2207E.TVP2		39	43	46	50	65			1	0,6
	35	72	23	1,1	0,6	64	44	61	48	4,5				0,427		62	65,5	10000	8500	NUP2207E.TVP2		39	43	46	50	65			1	0,6
	35	80	21	1,5	1,1	70,2	46,2		51				0,6	0,486		64	63	9000	9500	N307E.TVP2		42	45	48	53	71	71	69	1,5	1
	35	80	21	1,5	1,1	70,2	46,2	66,6	51		9,5	6	0,6	0,496	0,06	64	63	9000	9500	NJ307E.TVP2	HJ307E	42	45	48	53	71			1,5	1
	35	80	21	1,5	1,1	70,2	46,2	66,6					0,6	0,486		64	63	9000	9500	NU307E.TVP2		42	45	48	53	71			1,5	1
	35	80	21	1,5	1,1	70,2	46,2	66,6	51	3,5				0,506		64	63	9000	9500	NUP307E.TVP2		42	45	48	53	71			1,5	1
	35	80	31	1,5	1,1	70,2	46,2	66,6	51		11	6	2,1	0,736	0,064	91,5	98	9000	8000	NJ2307E.TVP2	HJ2307E	42	45	48	53	71			1,5	1
	35	80	31	1,5	1,1	70,2	46,2	66,6					3	0,723		91,5	98	9000	8000	NU2307E.TVP2		42	45	48	53	71			1,5	1
	35	80	31	1,5	1,5	70,2	46,2	66,6	51	5				0,751		91,5	98	9000	8000	NUP2307E.TVP2		42	45	48	53	71			1,5	1
40	40	68	15	1	0,6	61	47	58,2					2,7	0,23		29	32	19000	10000	NU1008M1		43	46	49	51	63			1	0,6
	40	80	18	1,1	1,1	71,5	49,5		54				1	0,358		53	53	9000	9000	N208E.TVP2		47	49	52	56	73	73	70	1	1
	40	80	18	1,1	1,1	71,5	49,5	68,3	54		8,5	5	1	0,389	0,05	53	53	9000	9000	NJ208E.TVP2	HJ208E	47	49	52	56	73			1	1
	40	80	18	1,1	1,1	71,5	49,5	68,3					1	0,379		53	53	9000	9000	NU208E.TVP2		47	49	52	56	73			1	1
	40	80	18	1,1	1,1	71,5	49,5	68,3	54,1	3,5				0,399		53	53	9000	9000	NUP208E.TVP2		47	49	52	56	73			1	1

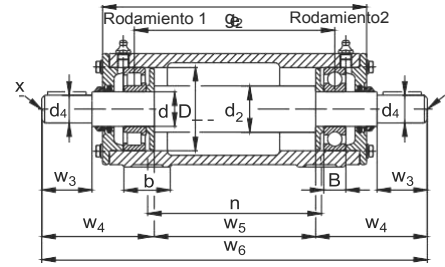
no partidos · Serie VRE3
para rodamientos con agujero cilíndrico



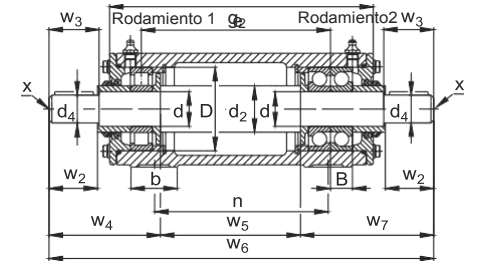
ver pág. 658 y 659 para las secciones de los diseños D, E, F



VRE3...A



VRE3...B

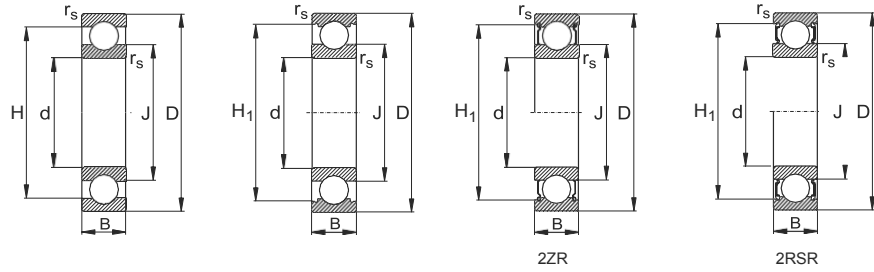


VRE3...C

Eje	Dimensiones														Unidad de rodamiento	Rodamiento 1	Rodamiento 2	Soporte	Eje completo	Peso							
	D	B	d ₂	d ₄	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	e	g ₂	b	n*)						m	a	c	h	h ₁	s	FAG	FAG
d	mm														mm					FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	kg		
25	62	17	35	19		40	90,5	117	298		148	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305A	6305.C3	6305.C3	VR305A	VRW305A	5	7
	62	17	35	19		40	90,5	117	298		149	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305B	NJ305E.TVP2	6305.C3	VR305A	VRW305A	5	7
	62	17	35	19	40	42	90	101	298	107	140,5	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305C	NU305E.TVP2.C3	2 x 7305B.TVP.UA	VR305C	VRW305C	5,2	7,4
	62	17	35	19	40	42	90	118	298		149	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305D	NU305E.TVP2.C3	6305.C3	VR305D	VRW305D	5,2	7,2
	62	17	35	19	40	42	90	101	298	107	132	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305E	NU305E.TVP2.C3	NU305E.TVP2.C3	VR305E	VRW305C	5,2	7,5
		62	17	35	19		40	91,25	116,25	298	90,5	147,25	198	35	135	120	155	16	45	87	M12	VRE305F	6305.C3	6305.C3	VR305F	VRW305F	5
30	72	19	40	24		50	102,5	140	345		173	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306A	6306.C3	6306.C3	VR306A	VRW306A	5,8	9
	72	19	40	24		50	102,5	140	345		174	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306B	NJ306E.TVP2	6306.C3	VR306A	VRW306A	5,8	9
	72	19	40	24	50	52	104	122	349	123	164,5	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306C	NU306E.TVP2.C3	2 x 7306B.TVP.UA	VR306C	VRW306C	6	9,4
	72	19	40	24	50	52	104	141	349		174	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306D	NU306E.TVP2.C3	6306.C3	VR306D	VRW306D	6	9,2
	72	19	40	24	50	52	104	122	349	123	155	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306E	NU306E.TVP2.C3	NU306E.TVP2.C3	VR306E	VRW306C	6	9,4
		72	19	40	24		50	103,25	139,25	345	102,5	172,25	225	40	150	130	160	18	50	98	M12	VRE306F	6306.C3	6306.C3	VR306F	VRW306F	5,8
35	80	21	45	28		60	117,5	160	395		197	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307A	6307.C3	6307.C3	VR307A	VRW307A	8,5	13
	80	21	45	28		60	117,5	160	395		198	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307B	NJ307E.TVP2	6307.C3	VR307A	VRW307A	8,5	13
	80	21	45	28	60	62	119	140	399	140	187,5	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307C	NU307E.TVP2.C3	2 x 7307B.TVP.UA	VR307C	VRW307C	8,8	13,6
	80	21	45	28	60	62	119	161	399		198	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307D	NU307E.TVP2.C3	6307.C3	VR307D	VRW307D	8,8	13,3
	80	21	45	28	60	62	119	140	399	140	177	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307E	NU307E.TVP2.C3	NU307E.TVP2.C3	VR307E	VRW307C	8,8	13,6
		80	21	45	28		60	118,5	159	395	117,5	196	255	45	175	150	190	18	60	113	M12	VRE307F	6307.C3	6307.C3	VR307F	VRW307F	8,5
40	90	23	50	32		80	143,5	214	501		257	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308A	6308.C3	6308.C3	VR308A	VRW308A	10,9	18
	90	23	50	32		80	143,5	214	501		258	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308B	NJ308E.TVP2	6308.C3	VR308A	VRW308A	10,9	18
	90	23	50	32	80	82	143	192	501	166	246,5	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308C	NU308E.TVP2.C3	2 x 7308B.TVP.UA	VR308C	VRW308C	11,7	19,1
	90	23	50	32	80	82	143	215	501		258	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308D	NU308E.TVP2.C3	6308.C3	VR308D	VRW308D	11,7	18,8
	90	23	50	32	80	82	143	192	501	166	235	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308E	NU308E.TVP2.C3	NU308E.TVP2.C3	VR308E	VRW308C	11,7	19,2
		90	23	50	32		80	144,5	213	501	143,5	256	317	52	225	150	190	20	60	118	M12	VRE308F	6308.C3	6308.C3	VR308F	VRW308F	10,9
45	100	25	55	38		80	145,5	236	527		281	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309A	6309.C3	6309.C3	VR309A	VRW309A	14,9	24,3
	100	25	55	38		80	145,5	236	527		282	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309B	NJ309E.TVP2	6309.C3	VR309A	VRW309A	14,9	24,4
	100	25	55	38	80	82	145	212	527	170	269,5	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309C	NU309E.TVP2.C3	2 x 7309B.TVP.UA	VR309C	VRW309C	15,3	25,3
	100	25	55	38	80	82	145	237	527		282	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309D	NU309E.TVP2.C3	6309.C3	VR309D	VRW309D	15,3	24,8
	100	25	55	38	80	82	145	212	527	170	257	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309E	NU309E.TVP2.C3	NU309E.TVP2.C3	VR309E	VRW309C	15,3	25,3
		100	25	55	38		80	146,5	235	527	145,5	280	343	52	250	170	210	22	70	135	M12	VRE309F	6309.C3	6309.C3	VR309F	VRW309F	14,9
50	110	27	60	42		110	179,5	266	625		313	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310A	6310.C3	6310.C3	VR310A	VRW310A	17,3	30,3
	110	27	60	42		110	179,5	266	625		314	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310B	NJ310E.TVP2	6310.C3	VR310A	VRW310A	17,3	30,3
	110	27	60	42	110	112	179	240	625	206	300,5	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310C	NU310E.TVP2.C3	2 x 7310B.TVP.UA	VR310C	VRW310C	17,9	31,7
	110	27	60	42	110	112	179	267	625		314	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310D	NU310E.TVP2.C3	6310.C3	VR310D	VRW310D	17,9	30,9
	110	27	60	42	110	112	179	240	625	206	287	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310E	NU310E.TVP2.C3	NU310E.TVP2.C3	VR310E	VRW310C	17,9	31,8
		110	27	60	42		110	180,5	265	625	179,5	312	381	60	275	170	210	25	70	138	M12	VRE310F	6310.C3	6310.C3	VR310F	VRW310F	17,3

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si $C_0/P_0 \geq 8$, ver Pág.41.



Eje	Dimensiones							Peso ≈ kg	Capacidad de carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG	Medidas auxiliares			
	d mm	D	B	r _s min	H ≈	H ₁ ≈	J ≈		dyn. C	stat. C ₀				D ₁ mm	D ₃ max	r _g max	
30	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,195	19,3	11,2	14000	14000	6206	35,6	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,205	19,3	11,2	14000	14000	S6206.W203B	35,6	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,201	19,3	11,2	11000	14000	6206.2ZR	35,6	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,201	19,3	11,2	7500		6206.2RSR	35,6	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,211	19,3	11,2	7500		S6206.2RSR.W203B	35,6	56,4	1	
	30	62	20	1	52,1	54,9	40	0,245	19,3	11,2	7500		62206.2RSR	35,6	56,4	1	
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,355	29	16,3	24000	13000	6306	37	65	1	
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,355	29	16,3	24000	13000	S6306.W203B	37	65	1	
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,363	29	16,3	9500	13000	6306.2ZR	37	65	1	
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,365	29	16,3	6300		6306.2RSR	37	65	1	
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,365	29	16,3	6300		S6306.2RSR.W203B	37	65	1	
	30	72	27	1,1	59,6	61,6	44,6	0,499	29	16,3	6300		62306.2RSR	37	65	1	
	30	90	23	1,5	70,1		50,1	0,76	42,5	23,2	19000	12000	6406	41	79	1,5	
	35	35	62	9	0,3	53,5	54,8	43,7	0,105	12,2	8,8	14000	10000	16007	37	60	0,3
		35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	16	10,2	28000	13000	6007	39,6	57,4	1
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	16	10,2	28000	13000	S6007.W203B	39,6	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	11000	13000	6007.2ZR	39,6	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	7500		6007.2RSR	39,6	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	7500		S6007.2RSR.W203B	39,6	57,4	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,291	25,5	15,3	24000	12000	6207	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,285	25,5	15,3	24000	12000	S6207.W203B	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,299	25,5	15,3	9500	12000	6207.2ZR	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,301	25,5	15,3	6300		6207.2RSR	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,303	25,5	15,3	6300		S6207.2RSR.W203B	42	65	1	
35		72	23	1,1	60,7	63,3	47,2	0,393	25,5	15,3	6300		62207.2RSR	42	65	1	
35		80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,471	33,5	19	20000	12000	6307	44	71	1,5	
35		80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,471	33,5	19	20000	12000	S6307.W203B	44	71	1,5	
35		80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,481	33,5	19	8500	12000	6307.2ZR	44	71	1,5	
35		80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,483	33,5	19	5600		6307.2RSR	44	71	1,5	
35		80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,483	33,5	19	5600		S6307.2RSR.W203B	44	71	1,5	
35		80	31	1,5	65,5	67,6	49,3	0,687	33,5	19	5600		62307.2RSR	44	71	1,5	
35	100	25	1,5	83,3	85,6	62	0,971	53	31,5	16000	11000	6407	46	89	1,5		
40	40	68	9	0,3	59,3		49,4	0,12	13,2	10,2	13000	9000	16008	42	66	0,3	
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,194	16,6	11,6	26000	12000	6008	44,6	63,4	1	
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,196	16,6	11,6	26000	12000	S6008.W203B	44,6	63,4	1	
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,2	16,6	11,6	10000	12000	6008.2ZR	44,6	63,4	1	
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,202	16,6	11,6	6700		6008.2RSR	44,6	63,4	1	

NORD MOTORREDUCTORES S.A., P.I. Can Carner, Carrer Montsià 31-37
08211 Castellar del Vallès

myNORD - Guest ES

Ficha de datos técnicos

Número Fecha	A766CQ.0 26.07.2020
Correo electrónico	spain@nord.com

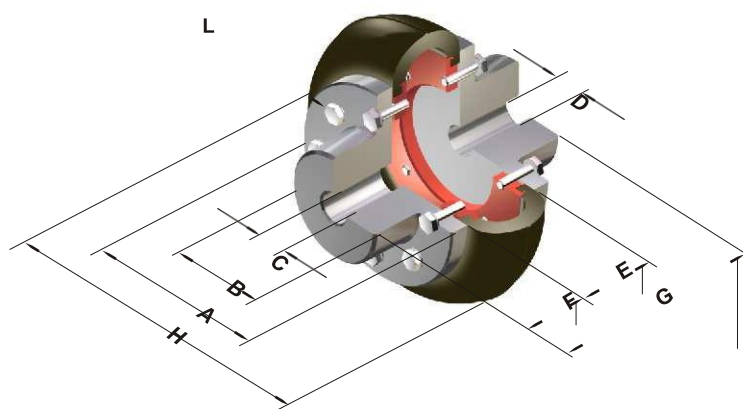
Pos.	Descripción	Material	Cantidad
1	Motorreductor de sinfín con prerreducción helicoidal SK 02040 - 90SP/4 TF		1
	Nombre del producto	Sinfín UNICASE	
	Velocidad de entrada	1430 1/min	
	Funcionamiento del motor	Conexión directa a red	
	Relación de reducción	13.27	
	Velocidad de salida	108 1/min	
	Factor de servicio	0,9	
	Par de salida	80,2 Nm	
	Fuerza radial máx.	2,1 kN	
	Fuerza axial máx.	3 kN	
	Potencia	1,1 kW	
	Tensión	230/400 V	
	Frecuencia	50 Hz	
	Clase de Rendimiento	IE3 Eficiencia premiun	
	Corriente 1	4,12 A	
	Corriente 2	2,38 A	
	Coseno	0,78	
	Servicio del motor	S1 - Continuo	
	Índice de protección	Protección IP 55	
	Aislamiento	F	
	Posición de montaje	M6	
	Tipo de carcasa	Fijación por patas	
	Lado del eje de salida	Lado B	
	Del eje de salida	Eje macizo	
	Medida del eje de salida	20X40 mm	
	Material del eje de salida	Estándar	
	Teniendo Diseño	Rodamientos estándar	
	Refrigeración	Ventilador estándar	
	Posición de las cajas de bornes	1	
	Entrada de cables	I	
	Prensa estopas	Sin	
	Opción de motor	Sondas térmicas	
	Tipo de lubricante	Sin lubricante	
	Cantidad de lubricante	0,500 l	
	Tratamiento de superficies sellado	Sin conversión de sellado de la superficie	
	Tipo de pintura	Básico (F 2): Para instalación en interiores (estándar)	
	Color	RAL 5010 Azul	
	Peso	24,0 kg	
	Fecha de entrega requerida	a confirmar	

Entidad Bancaria
SANTANDER, S.A.
BANKINTER, S.A.
CAIXABANK, S.A.
DEUTSCHE BANK, S.A.E.

C.C.C:
0030-2532-10-0000724271
0128-7615-61-0500002124
2100-0695-65-0200112840
0019-0020-97-4010029694

IBAN
ES33 0030 2532 1000 0072 4271
ES93 0128 7615 6105 0000 2124
ES21 2100 0695 6502 0011 2840
ES24 0019 0020 9740 1002 9694

Con 2 cubos normales (fig. 1)



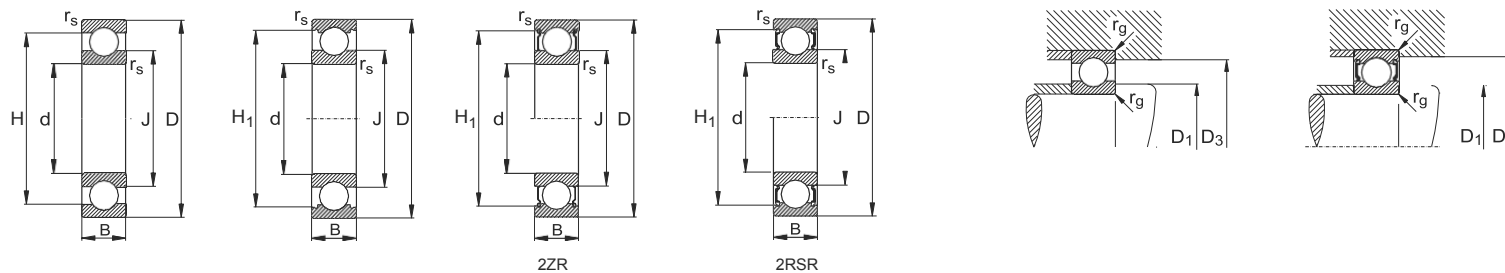
- A - Ø Brida Cubo
- B - Ø Cuello Cubo
- C - Ø Máx. aleasaje
- D - Ø Agujero piloto
- E - Ancho centro
- F - Ancho cubo
- G - Long. total
- H - Ø Centro
- L - Tipo tornillo

Tabla III

ACOPLE CON CUBO NORMAL													BULONES	
MODELO	Torq. Nom. Nm	Angulo Torsión (°)	(1) Peso (Kg.)	Gd2 (Kg m2)	A	B	C Máx	D Min	E	F	G	H	Nr.	L- Cab. hex.
A-20	38	2°	1.05	0.0017	74	36	20	10	30	25	80	95	12	1/4 x 3/4
A-25	56	5°	1.09	0.0018	74	36	23	10	30	25	80	95	12	1/4 x 3/4
A-30	82	2°	2.40	0.0094	96	49	30	10	40	35	110	127	16	5/16 x 7/8
A-35	113	4°	2.65	0.0098	96	49	32	10	40	35	110	127	16	5/16 x 7/8
A-45	250	3°	5.00	0.0382	127	70	40	15	50	45	140	167	20	5/16 x 1
A-50	420	6°	5.32	0.0402	127	70	46	15	50	45	140	167	20	5/16 x 1
A-60	620	5°	12.50	0.1065	169	100	55	25	65	60	185	224	24	3/8 x 1 1/4
A-70	1170	9°	13.30	0.1593	169	100	65	25	65	60	185	224	24	3/8 x 1 1/4
A-80	1550	5°	24.90	0.594	218	116	75	30	90	80	250	302	20	1/2 x 1 3/4
A-90	2170	6°	26.00	0.639	218	116	85	30	90	80	250	302	20	1/2 x 1 3/4
A-95	2380	4°	34.90	0.912	235	138	90	40	90	80	250	330	24	1/2 x 1 3/4
A-105	3130	8°	44.00	0.982	235	138	100	40	90	80	250	330	24	1/2 x 1 3/4
A-120/120	4940	5°	86.00	3.80	297	195	120	45	120	130	380	403	20	5/8 x 2 1/4
A-140/140	8500	9°	94.00	3.82	297	195	140	45	120	130	380	403	20	5/8 x 2 1/4
A-155/155	9750	6°	126.00	5.76	350	220	155	50	140	150	440	470	14	5/8 x 2 1/4
A-165/165	12200	10°	135.00	5.85	350	220	165	50	140	150	440	470	14	5/8 x 2 1/4
A-170/70			170.20	12.22		150	70	30		80	345			
A-170/130	14630	7°	211.80	13.75	436	236	130	70	185	130	445	550	24	3/4 x 2 3/4
A-170/170			242.80	17.65		276	170	120		180	545			
A-200/90			192.60	13.30		186	90	40		100	385			
A-200/140	25190	11°	202.40	13.75	436	200	140	70	185	130	445	550	24	3/4 x 2 3/4
A-200/200			276.80	19.20		276	200	120		180	545			
A-240/150			364.70	51.50		225	150	100		160	556			
A-240/200	43060	4°	447.40	55.35	535	290	200	100	236	180	596	740	60	3/4 x 3 1/2
A-240/240			633.60	84.50		390	240	100		275	786			
A-300/150			370.00	50.70		225	150	110		160	556			
A-300/200			450.00	54.50		290	200	100		200	636			
A-300/250	86120	10°	640.00	69.40	535	350	250	100	236	275	786	740	60	3/4 x 3 1/2
A-300/300			695.00	83.70		390	300	100		275	786			
A-350/200			1049.00	453.20		290	200	120		200	735			
A-350/250	118750	6°	1211.00	466.40	820	350	250	120	335	275	885	1130		
A-350/350			2237.00	691.00		600	350	120		375	1085			
A-400/250	168750	10°	1219.00	459.20	820	350	250	120	335	275	885	1130		

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si $C_0/P_0 \geq 8$, ver Pág.41.



Eje	Dimensiones							Peso ≈ kg	Capacidad de carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG	Medidas auxiliares			
	d	D	B	rs min	H ≈	H1 ≈	J ≈		dyn. C	stat. C ₀				D ₁ min mm	D ₃ max	r _g max	
	mm								kN								
20	20	47	14	1	38,4	41	28,8	0,105	12,7	6,55	18000	19000	6204	25,6	41,4	1	
	20	47	14	1	38,4	41	28,8	0,105	12,7	6,55	18000	19000	S6204.W203B	25,6	41,4	1	
	20	47	14	1	38,4	41	28,8	0,109	12,7	6,55	15000	19000	6204.2ZR	25,6	41,4	1	
	20	47	14	1	38,4	41	28,8	0,109	12,7	6,55	10000		6204.2RSR	25,6	41,4	1	
	20	47	14	1	38,4	41	28,8	0,108	12,7	6,55	10000		S6204.2RSR.W203B	25,6	41,4	1	
	20	47	18	1	38,4	41	28,8	0,139	12,7	6,55	10000		62204.2RSR	25,6	41,4	1	
	20	52	15	1,1	41,9	44,4	30,3	0,151	16	7,8	34000	18000	6304	27	45	1	
	20	52	15	1,1	41,9	44,4	30,3	0,153	16	7,8	34000	18000	S6304.W203B	27	45	1	
	20	52	15	1,1	41,9	44,4	30,3	0,155	16	7,8	14000	18000	6304.2ZR	27	45	1	
	20	52	15	1,1	41,9	44,4	30,3	0,155	16	7,8	9500		6304.2RSR	27	45	1	
	20	52	21	1,1	42,1	44,4	30,3	0,209	16	7,8	9500		62304.2RSR	27	45	1	
	20	72	19	1,1	55		37	0,415	30,5	15	26000	15000	6404	29	63	1	
	25	25	47	8	0,3	39,7	41,1	32,2	0,055	7,2	4,65	19000	14000	16005	27	45	0,3
		25	47	12	0,6	40,2	42,5	32	0,08	10	5,85	36000	17000	6005	28,2	43,8	0,6
		25	47	12	0,6	40,2	42,5	32	0,082	10	5,85	36000	17000	S6005.W203B	28,2	43,8	0,6
25		47	12	0,6	40,2	42,5	32	0,083	10	5,85	15000	17000	6005.2ZR	28,2	43,8	0,6	
25		47	12	0,6	40,2	42,5	32	0,084	10	5,85	10000		6005.2RSR	28,2	43,8	0,6	
25		47	12	0,6	40,2	42,5	32	0,083	10	5,85	10000		S6005.2RSR.W203B	28,2	43,8	0,6	
25		52	15	1	43,6	45,4	33,5	0,128	14	7,8	17000	17000	6205	30,6	46,4	1	
25		52	15	1	43,6	45,4	33,5	0,128	14	7,8	17000	17000	S6205.W203B	30,6	46,4	1	
25		52	15	1	43,6	45,4	33,5	0,132	14	7,8	14000	17000	6205.2ZR	30,6	46,4	1	
25		52	15	1	43,6	45,4	33,5	0,132	14	7,8	9000		6205.2RSR	30,6	46,4	1	
25		52	15	1	43,6	45,4	33,5	0,132	14	7,8	9000		S6205.2RSR.W203B	30,6	46,4	1	
25		52	18	1	43,6	45,4	33,5	0,156	14	7,8	9000		62205.2RSR	30,6	46,4	1	
25		62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,234	22,4	11,4	28000	15000	6305	32	55	1	
25		62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,237	22,4	11,4	28000	15000	S6305.W203B	32	55	1	
25		62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,24	22,4	11,4	11000	15000	6305.2ZR	32	55	1	
25		62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,242	22,4	11,4	7500		6305.2RSR	32	55	1	
25		62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,245	22,4	11,4	7500		S6305.2RSR.W203B	32	55	1	
25		62	24	1,1	50,2	52,5	36,4	0,272	22,4	11,4	7500		62305.2RSR	32	55	1	
25		80	21	1,5	63,1		45,4	0,56	36	19,3	22000	14000	6405	36	69	1,5	
30		30	55	9	0,3	47,5	48,8	37,7	0,082	11,2	7,35	16000	12000	16006	32	53	0,3
		30	55	13	1	47,2	49,2	38,3	0,122	12,7	8	32000	15000	6006	34,6	50,4	1
	30	55	13	1	47,2	49,2	38,3	0,109	12,7	8	32000	15000	S6006.W203B	34,6	50,4	1	
	30	55	13	1	47,2	49,2	38,3	0,125	12,7	8	13000	15000	6006.2ZR	34,6	50,4	1	
	30	55	13	1	47,2	49,2	38,3	0,125	12,7	8	8500		6006.2RSR	34,6	50,4	1	

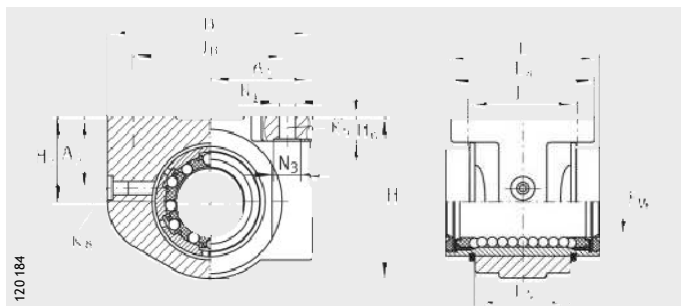
Serie maciza

Unidades de rodadura lineal a bolas

Cerradas, cortadas o con segmento abierto

Obturadas

Lubricadas, reengrasables



KGBA...-PP-AS

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencia			Peso m ≈g	Dimensiones			Medidas de montaje					
				F _W	B	L	H	J _B	A ₅	B ₂ ⁴⁾	L ₄	
				Tolerancias ⁷⁾		h12						
KGBA12-PP-AS	-	-	80	12	+0,008 0	42	32	34	32±0,15	21±0,01	-	32
-	KGBAS12-PP-AS	-						30,5			7,7	
-	-	KGBAO12-PP-AS	70									
KGBA16-PP-AS	-	-	120	16	+0,009 -0,001	50	36	41	40±0,15	25±0,01	-	35
-	KGBAS16-PP-AS	-						37			10,1	
-	-	KGBAO16-PP-AS	100									
KGBA20-PP-AS	-	-	200	20	+0,009 -0,001	60	45	47,5	45±0,15	30±0,01	-	42
-	KGBAS20-PP-AS	-						44,5			10	
-	-	KGBAO20-PP-AS	170									
KGBA25-PP-AS	-	-	410	25	+0,011 -0,001	74	58	60	60±0,2	37±0,01	-	54
-	KGBAS25-PP-AS	-						56			12,5	
-	-	KGBAO25-PP-AS	350									
KGBA30-PP-AS	-	-	610	30	+0,011 -0,001	84	68	67	68±0,2	42±0,01	-	60
-	KGBAS30-PP-AS	-						63,5			13,6	
-	-	KGBAO30-PP-AS	530									
KGBA40-PP-AS	-	-	1 200	40	+0,013 -0,002	108	80	87	86±0,2	54±0,015	-	78
-	KGBAS40-PP-AS	-						82,5			18,2	
-	-	KGBAO40-PP-AS	1 070									
KGBA50-PP-AS	-	-	1 880	50	+0,013 -0,002	130	100	98	108±0,2	65±0,015	-	70
-	KGBAS50-PP-AS	-						93			22,7	
-	-	KGBAO50-PP-AS	1 650									

1) Ejecución y medidas, ver página 31.

2) Las capacidades de carga son válidas sólo para ejes templados (670 HV + 165 HV) y rectificadas.

3) Capacidades de carga en la dirección principal de la carga.

4) Medida B₂ sobre el diámetro F_W.

5) Para tornillos de fijación ISO 4762-8.8.

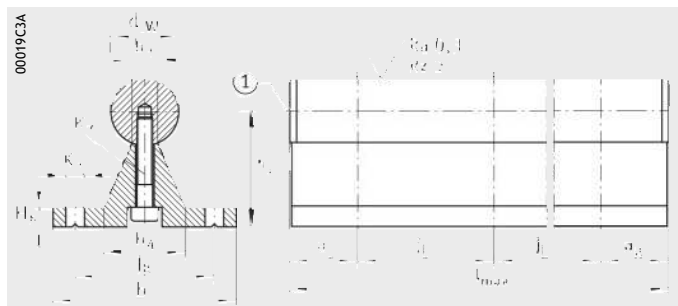
Asegurar los tornillos, especialmente si pueden producirse pérdidas de precarga.

6) Respetar los momentos de apriete máximos.

7) Las tolerancias son válidas para KGBA...-PP-AS.

8) © Dirección principal de la carga

Carriles-soporte



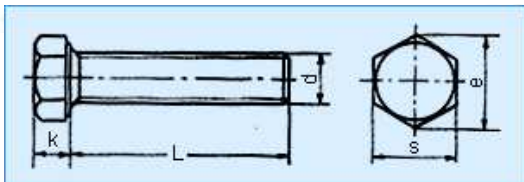
TSWW

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencia	Peso m ≈g/m	Dimensiones				Medidas de montaje								
		d _{LW} h ₆	b	h ₄ ¹⁾ ±0,02	l _{máx} ²⁾ ±3	b ₃	b ₄	j _B	j _L	a _L /a _R ³⁾ min. max.		H ₈	K ₃ ⁴⁾	K ₇ ISO 4762
TSWW12	1 670	12	40	22	6 000	5	17	29	120	20	114	5	4,5	M4×18
TSWW16	3 150	16	54	32	6 000	6,8	24,7	41	150	20	143	6	5,5	M5×25
TSWW20	4 030	20	54	34,02	6 000	7,8	24,7	41	150	20	143	6	5,5	M5×25
TSWW25	5 900	25	65	39,66	6 000	9,3	30,3	51	150	20	142	6	6,6	M6×30
TSWW30	7 580	30	65	42,19	6 000	9,3	30,3	51	150	20	142	6	6,6	M6×30
TSWW40	14 250	40	85	60	6 000	16,3	46	65	150	20	139	10	9	M10×45
TSWW50	19 750	50	85	65,06	6 000	16,3	46	65	150	20	139	10	9	M10×45

© En caso dado, el eje puede sobresalir del cuerpo soporte aprox. 3 mm por cada extremo.

- 1) Respecto al diámetro nominal del eje, medido una vez montado.
- 2) Longitud máxima para carriles-soporte de un solo tramo; para carriles-soporte más largos ver página 133. Los cuerpos soporte están formados por varios tramos, dependiendo de su longitud.
- 3) Las medidas a_L y a_R dependen de la longitud del carril-soporte, para el cálculo ver página 135.
- 4) Para tornillos de fijación ISO 4762 o ISO 4017 (TSWW12, DIN 7984). Es preciso asegurar los tornillos, especialmente si es posible que se produzcan pérdidas de precarga.

**TORNILLOS Y PERNOS****TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA****DIN 933**

GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

mm

Rosca	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	
Paso	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5	
k	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7	
e	Grado A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	35.98	45.2	50.85
	Grado B	-	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.2	50.85
S	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	
L	8-40	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	25-80	30-100	30-100	40-100	50-100	50-100	60-100	70-100	

TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA**DIN 558**

GRADO DE RESISTENCIA
8.8

mm

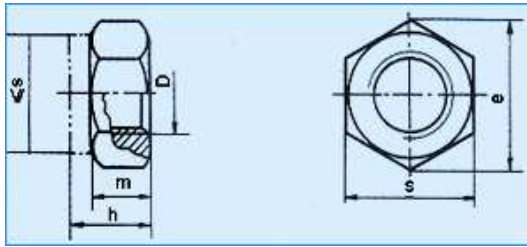
Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4
k	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5
e	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79
S	8	10	13	17	19	24	30	36	46	55
L	10-40	12-50	16-65	16-80	20-100	25-100	30-100	35-100	40-100	50-100

TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA**ISO 4017**

GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

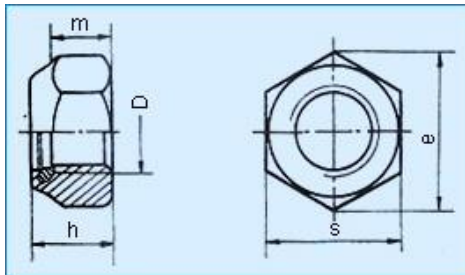
mm

Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4	
k	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5	
e	Grado A	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	33.53	39.98	-	-
	Grado B	-	-	-	-	-	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79
S	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	
L	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	30-100	40-100	50-100	70-100	80-100	

TUERCA AUTOBLOCANTE METÁLICA
DIN 980


mm

Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5
h	5.1	6	8	10	12	14	16	18	20
e	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	29.56	32.95
s	8	10	13	17	19	22	24	27	30

TUERCA AUTOBLOCANTE CON INSERCIÓN NO METÁLICA
DIN 985


mm

Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5
h	5	6	8	10	12	14	16	18.5	20
m	3.2	4	5.5	6.5	8	9.5	10.5	13	14
e	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	29.56	32.95
s	8	10	13	17	19	22	24	27	30

TUERCA LARGA
DIN 6334


Rosca	M6	M8	M10	M12	M16
-------	----	----	-----	-----	-----

standards-based cylinder DSBC-80-250-D3-PPVA-N3

Part number: 3656644

FESTO

With adjustable cushioning at both ends.



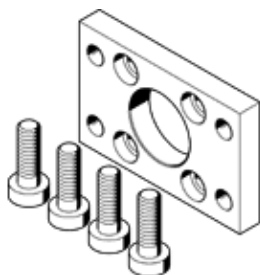
Data sheet

Feature	Value
Stroke	250 mm
Piston diameter	80 mm
Piston rod thread	M20x1,5
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Assembly position	Any
Conforms to standard	ISO 15552
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Profile barrel
Position detection	For proximity sensor
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	0.4 ... 12 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Ambient temperature	-20 ... 80 °C
Impact energy in end positions	1.8 J
Cushioning length	31 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	2,721 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	3,016 N
Moving mass with 0 mm stroke	810 g
Additional weight per 10 mm stroke	92 g
Basic weight for 0 mm stroke	2,660 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	39 g
Mounting type	with internal (female) thread with accessories Optional
Pneumatic connection	G3/8
Materials note	Conforms to RoHS
Material cover	Die-cast aluminium, coated
Material piston seal	TPE-U(PU)
Material piston	Wrought Aluminium alloy
Material piston rod	High alloy steel
Material piston rod wiper seal	TPE-U(PU)
Buffer seal material	TPE-U(PU)
Cushion piston material	POM
Material cylinder barrel	Smooth-anodised wrought aluminium alloy
Material nut	steel, galvanized
Material bearing	POM
Material of flange screw	steel, galvanized

flange mounting FNC-80

Part number: 174380
★ Core product range

FESTO



Data sheet

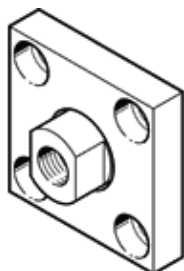
Feature	Value
Size	80
Conforms to standard	ISO 15552 (previously also VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	-40 ... 150 °C
Product weight	1,495 g
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS
Material mounting	Steel Galvanised
Material screws	Steel Galvanised

coupling piece KSG-M20X1,5

Part number: 32966

FESTO

For compensating radial deviation.



Data sheet

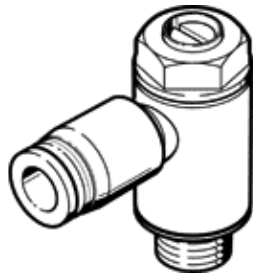
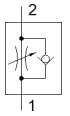
Feature	Value
Size	M20x1,5
Assembly position	Any
Threaded connection	Female thread M20x1.5
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	-40 ... 150 °C
Product weight	1,143 g
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS
Material mounting	Steel Galvanised
Material thread piece	Steel Galvanised

one-way flow control valve GRLA-3/8-QS-10-D

Part number: 193151

★ Core product range

FESTO



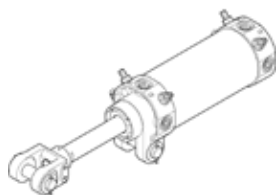
Data sheet

Feature	Value
Valve function	One-way flow control function for exhaust air
Pneumatic connection, port 1	QS-10
Pneumatic connection, port 2	G3/8
Adjusting element	Slotted head screw
Mounting type	Threaded
Standard nominal flow rate in flow control direction	900 l/min
Standard nominal flow rate in non-return direction	540 ... 975 l/min
Ambient temperature	-10 ... 60 °C
Maritime classification	see certificate
Assembly position	Any
Operating pressure complete temperature range	0.2 ... 10 bar
Standard flow rate in direction of flow control: 6 -> 0 bar	1,400 l/min
Standard flow rate in blocked direction: 6 -> 0 bar	1160 ... 1620 l/min
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Medium temperature	-10 ... 60 °C
Nominal tightening torque	10 Nm
Tolerance for nominal tightening torque	± 10 %
Product weight	60 g
Material of threaded plug	Wrought Aluminium alloy
Materials note	Conforms to RoHS
Material seals	NBR
Material release ring	POM
Material adjusting screw	Brass
Material swivel fitting	Zinc die-casting Chromed

hinge cylinder DW-80-125-Y-A

Part number: 557912

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Stroke	125 mm
Piston diameter	80 mm
Piston rod thread	M20x1,5
Distance of rod clevis to swivel mounting	28 mm
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Assembly position	Any
Design structure	Piston Piston rod with rod clevis Swivel mounting on bearing cap Cylinder barrel
Speed regulation	Integrated flow control valves on both sides
Position detection	For proximity sensor
Piston-rod end	Male thread with rod clevis
Operating pressure	1 ... 10 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	0 - No corrosion stress
Ambient temperature	-10 ... 60 °C
Impact energy in end positions	1.8 J
Cushioning length	30 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	2,721 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	3,016 N
Moving mass with 0 mm stroke	1,651 g
Additional weight per 10 mm stroke	65 g
Basic weight for 0 mm stroke	4,185 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	39 g
alternative connections	See product drawing
Mounting type	With swivel mounting on bearing cap with accessories
Pneumatic connection	Rc3/8
Material rod clevis	Cast steel Heat-treatment steel
Materials note	Conforms to RoHS
Material wiper seal	Bronze
Material cover	Aluminium die cast Anodised
Material seals	NBR
Material piston rod	Heat-treatment steel hard-chromium plated
Material cylinder barrel	Wrought Aluminium alloy Anodised

mounting kit
DAMD-F5-S-80

Part number: 573172



Data sheet

Feature	Value
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Product weight	361.5 g
Materials note	Conforms to RoHS
Material mounting	Steel Galvanised

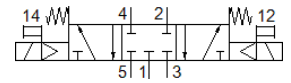
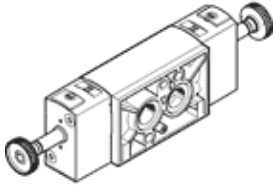
solenoid valve

VSNC-F-P53C-MD-N14-FN

Part number: 577274

FESTO

NAMUR valve 1/4", mid-position closed, FN armature system.



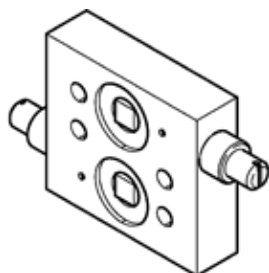
Data sheet

Feature	Value
Valve function	5/3 closed
Type of actuation	electrical
Width	32 mm
Standard nominal flow rate	1,250 l/min
Operating pressure	3 ... 8 bar
Design structure	Piston slide
Type of reset	mechanical spring
Certificate issuing department	DNVGL-TAA000011J
Exhaust-air function	throttleable
Sealing principle	soft
Assembly position	Any
Conforms to standard	VDI/VDE 3845 (NAMUR)
Manual override	detenting Pushing
Type of piloting	Piloted
Pilot air supply	Internal
Flow direction	non reversible
Overlap	Positive overlap
Signal status display	with accessories
b value	0.4
C value	5.2 l/sbar
Switching time off	103 ms
Switching time on	23 ms
Switching time reversal	55 ms
Duty cycle	100 %
Characteristic coil data	See solenoid coil, to be ordered separately
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Medium temperature	-20 ... 60 °C
Ambient temperature	-20 ... 60 °C
Product weight	450 g
Mounting type	with through hole
Scavenging orifice connection	Non-ducted
Pneumatic connection, port 1	1/4 NPT
Pneumatic connection, port 2	NAMUR port pattern
Pneumatic connection, port 3	1/4 NPT
Pneumatic connection, port 4	NAMUR port pattern
Pneumatic connection, port 5	1/4 NPT
Materials note	Conforms to RoHS
Material seals	NBR
Material housing	Wrought Aluminium alloy
Material screws	High alloy steel, non-corrosive

flow control plate VABF-S7-F1B1P2-F

Part number: 563395

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Assembly position	Any
Pilot air supply	external Internal
Operating pressure	0 ... 12 bar
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:-:-]
Corrosion resistance classification CRC	4 - Very high corrosion stress
Protection class	IP65
Mounting type	with through hole
Pilot air port 12	G1/4
Pneumatic connection, port 1	G1/4
Pneumatic connection, port 2	Flange 1/4 NAMUR port pattern
Pneumatic connection, port 3	G1/4
Materials note	Contains PWIS substances Conforms to RoHS
Material of connecting plate	Aluminium (Ematal coated)
Material seals	NBR

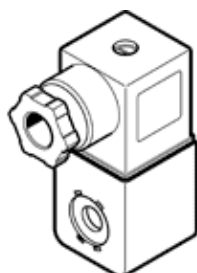
solenoid coil

VACN-N-A1-1-EX2-N

Part number: 8029136

FESTO

for armature system FN, connection pattern type A, to EN 175 301, 24 V DC, non-sparking.



Data sheet

Feature	Value
Type of actuation	electrical
Assembly position	Any
Duty cycle	100 %
Insulation class	F
Enamelled wire insulation class	H
Characteristic coil data	24 V DC: 2.1 W
Permissible voltage fluctuation	+/- 10 %
Maritime classification	see certificate
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive explosion protection (ATEX)
Certificate issuing department	DNVGL-TAA000011J
ATEX category Gas	II 3G
ATEX category Dust	II 3D
Explosion ignition protection type Gas	Ex nA IIC T5/T4 X Gc
Explosion ignition protection type Dust	Ex tc IIIC T95°C/T105°C X Dc
Explosion-proof ambient temperature	-20°C ≤ Ta ≤ +60°C
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Protection class	IP65
Ambient temperature	-20 ... 60 °C
Product weight	95 g
Electrical connection	Plug pattern type A to EN 175301-803 Per DIN EN 175301-803
Mounting type	With knurled nut
Materials note	Conforms to RoHS
Material housing	Plastic Steel
Material electrical contact	Brass
Material winding	Copper

push-in L-fitting QBL-1/4-3/8-U

Part number: 533297

FESTO

360° orientable, male thread with external hexagon.



Data sheet

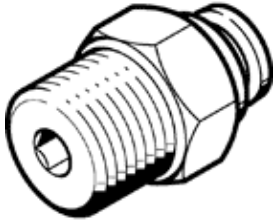
Feature	Value
Size	Standard
Nominal size	0.315 "
Type of seal on screw-in stud	coating
Assembly position	Any
Design structure	Push/pull principle
Operating pressure complete temperature range	-13.8 ... 145 Psi
Temperature dependent operating pressure	-13.8 ... 145 Psi
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:-:-]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	32 ... 140 °F
Max. tightening torque	8.851 ft-lbf
Product weight	0.995 oz
Pneumatic connection, port 1	Male thread 1/4 NPT
Pneumatic connection, port 2	for tubing, 3/8" outside diameter
Colour of release ring	Grey
Materials note	Contains PWIS substances Conforms to RoHS
Material housing	Nickel-plated brass PBT
Material of threaded seal	PTFE
Material release ring	POM
Material of tubing seal	NBR
Material of tube retaining claw	High alloy steel, non-corrosive

push-in fitting QB-1/4-3/8-U

Part number: 533278

FESTO

male thread with external hexagon.



Data sheet

Feature	Value
Size	Standard
Nominal size	0.252 "
Type of seal on screw-in stud	coating
Assembly position	Any
Design structure	Push/pull principle
Operating pressure complete temperature range	-13.8 ... 145 Psi
Temperature dependent operating pressure	-13.8 ... 145 Psi
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7::-]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	32 ... 140 °F
Max. tightening torque	8.851 ft-lbf
Product weight	0.896 oz
Pneumatic connection, port 1	Male thread NPT1/4-18
Pneumatic connection, port 2	for tubing, 3/8" outside diameter
Colour of release ring	Grey
Materials note	Contains PWIS substances Conforms to RoHS
Material housing	Nickel-plated brass
Material of threaded seal	PTFE
Material release ring	POM
Material of tubing seal	NBR
Material of tube retaining claw	High alloy steel, non-corrosive

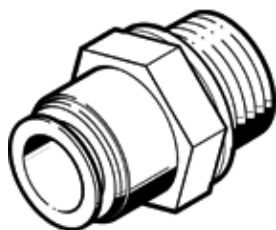
push-in fitting QS-G1/4-10

Part number: 186101

★ Core product range

male thread with external hexagon.

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Size	Standard
Nominal size	8.5 mm
Type of seal on screw-in stud	Sealing ring
Assembly position	Any
Container size	10
Design structure	Push/pull principle
Operating pressure complete temperature range	-0.95 ... 6 bar
Temperature dependent operating pressure	-0.95 ... 14 bar
Maritime classification	see certificate
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:::] Water as per manufacturer's declaration at www.festo.com
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	-10 ... 80 °C
Nominal tightening torque	9 Nm
Tolerance for nominal tightening torque	± 20 %
Product weight	21 g
Pneumatic connection, port 1	Male thread G1/4
Pneumatic connection, port 2	For tubing outside diameter 10 mm
Colour of release ring	blue
Materials note	Conforms to RoHS
Material housing	Brass Nickel plated
Material release ring	POM
Material of tubing seal	NBR
Material of tube retaining claw	High alloy steel, non-corrosive

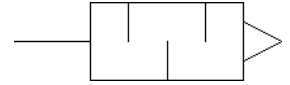
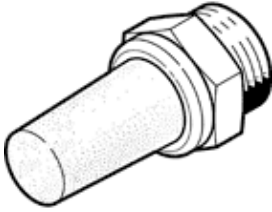
silencer

AMTE-M-LH-N14

Part number: 1206990

FESTO

Suitable for reducing noise at the exhaust ports of pneumatic systems.



Data sheet

Feature	Value
Assembly position	Any
Container size	20
Operating pressure	0 ... 10 bar
Flow rate to atmosphere	3,080 l/min
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:-:-]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Sound pressure level	82 dB(A)
Ambient temperature	-40 ... 80 °C
Product weight	17 g
Pneumatic connection	1/4 NPT
Material of silencer insert	Bronze
Material of threaded plug	Brass
Materials note	Conforms to RoHS

plastic tubing PEN-10X1,5-BL

Part number: 551459

FESTO

standard O.D tubing, for QS plug connectors, polyethylene (not approved for use in the food industry).



Data sheet

Feature	Value
Outside diameter	10 mm
Bending radius relevant for flow rate	40 mm
Inside diameter	7 mm
Min. bending radius	23.5 mm
Tubing characteristics	Suitable for energy chains in applications with high cycle rates
Tubing test conditions	Suitable for energy chains: > 5 million cycles to FN 942021
Temperature dependent operating pressure	-0.95 ... 10 bar
Authorisation	TÜV
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7::-:] Water as per manufacturer's declaration at www.festo.com
Ambient temperature	-30 ... 60 °C
Product weight according to length	0.03766 kg/m
Pneumatic connection	For push-in connector outside diameter 10 mm
Colour	blue
Shore hardness	D 52 +/-3
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS
Material tubing	PE

filter regulator LFR-3/8-D-MINI

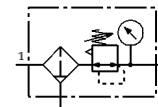
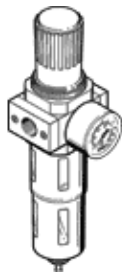
Part number: 162682

Classic - do not use for new projects

FESTO

With metal bowl guard and pressure gauge. With manual condensate drain.

Modern alternatives can be found by entering the first four characters of the type code in the search field.



Data sheet

Feature	Value
Size	Mini
Series	D
Actuator lock	Rotary knob with lock
Assembly position	Vertical +/- 5°
Grade of filtration	40 µm
Condensate drain	manual rotary
Design structure	Filter regulator with pressure gauge
Max. condensate volume	22 cm ³
Bowl guard	Metal bowl guard
Pressure gauge	with pressure gauge
Operating pressure	1 ... 16 bar
Pressure regulation range	0.5 ... 12 bar
Max. pressure hysteresis	0.2 bar
Standard nominal flow rate	1,600 l/min
Maritime classification	see certificate
Operating medium	Compressed air to ISO 8573-1:2010 [:-9:-] Inert gases
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Storage temperature	-10 ... 60 °C
Air purity class at output	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:8:4] Inert gases
Medium temperature	-10 ... 60 °C
Ambient temperature	-10 ... 60 °C
Product weight	460 g
Mounting type	Line installation with accessories Optional
Pneumatic connection, port 1	G3/8
Pneumatic connection, port 2	G3/8
Materials note	Conforms to RoHS
Material housing	Zinc die-casting
Material bowl	PC

push-in L-fitting QSL-G3/8-10

Part number: 186123

★ Core product range

360° orientable, male thread with external hexagon.

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Size	Standard
Nominal size	8.3 mm
Type of seal on screw-in stud	Sealing ring
Assembly position	Any
Container size	10
Design structure	Push/pull principle
Operating pressure complete temperature range	-0.95 ... 6 bar
Temperature dependent operating pressure	-0.95 ... 14 bar
Maritime classification	see certificate
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:--:] Water as per manufacturer's declaration at www.festo.com
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	-10 ... 80 °C
Nominal tightening torque	15.5 Nm
Tolerance for nominal tightening torque	± 20 %
Product weight	33 g
Pneumatic connection, port 1	Male thread G3/8
Pneumatic connection, port 2	For tubing outside diameter 10 mm
Colour of release ring	blue
Materials note	Conforms to RoHS
Material housing	PBT
Material release ring	POM
Material of tubing seal	NBR
Material of tube retaining claw	High alloy steel, non-corrosive

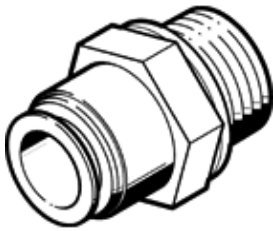
push-in fitting QS-G3/8-10

Part number: 186102

★ Core product range

male thread with external hexagon.

FESTO



Data sheet

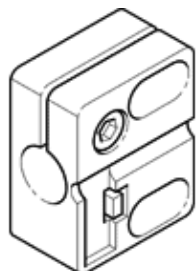
Feature	Value
Size	Standard
Nominal size	9 mm
Type of seal on screw-in stud	Sealing ring
Assembly position	Any
Container size	10
Design structure	Push/pull principle
Operating pressure complete temperature range	-0.95 ... 6 bar
Temperature dependent operating pressure	-0.95 ... 14 bar
Maritime classification	see certificate
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:::] Water as per manufacturer's declaration at www.festo.com
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible
Corrosion resistance classification CRC	1 - Low corrosion stress
Ambient temperature	-10 ... 80 °C
Nominal tightening torque	15.5 Nm
Tolerance for nominal tightening torque	± 20 %
Product weight	22 g
Pneumatic connection, port 1	Male thread G3/8
Pneumatic connection, port 2	For tubing outside diameter 10 mm
Colour of release ring	blue
Materials note	Conforms to RoHS
Material housing	Brass Nickel plated
Material release ring	POM
Material of tubing seal	NBR
Material of tube retaining claw	High alloy steel, non-corrosive

sensor bracket SIEZ-NB-12

Part number: 538347

FESTO

For sensors, non-flush mounting



Data sheet

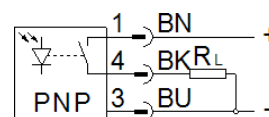
Feature	Value
Materials note	Free of copper and PTFE
Ambient temperature	-25 ... 80 °C
Size	M12
Mounting type	with through hole
Product weight	20 g
Material housing	PA-reinforced
Corrosion resistance classification CRC	0 - No corrosion stress

diffuse sensor SOEG-RT-M12-PS-S-2L

Part number: 547909

FESTO

Round design



Data sheet

Feature	Value
Design	Round
Conforms to standard	EN 60947-5-2
Authorisation	RCM Mark c UL us - Listed (OL)
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive for EMC
Materials note	Free of copper and PTFE Contains PWIS substances
Measured variable	Position
Measuring principle	Optoelectronic
Measurement method	Diffuse reflection sensor
Type of light	Red
Working range	70 ... 300 mm
Ambient temperature	-25 ... 55 °C
Switch output	PNP
Switching element function	Light switching
Hysteresis	≤ 30 mm
Max. switching frequency	1,000 Hz
Max. output current	200 mA
Voltage drop	2 V
Short circuit strength	Pulsing
Operating voltage range DC	10 ... 36 V
Residual ripple	20 %
Idle current	15 mA
Polarity protected	for all electrical connections
Electrical connection	3-pin M12x1 Plug
Size	M12
Mounting type	with lock nut
Tightening torque	10 Nm
Assembly position	Any
Product weight	20 g
Material housing	Brass Chromed-plated
Operating status display	Yellow LED
Operating reserve display	Green LED
Setting options	Potentiometer
Setting range lower limit	70 mm
Upper limit of adjustment range	300 mm
Ambient temperature with flexible cable installation	-5 ... 55 °C
Protection class	IP65 IP67
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress

Feature	Value
	Halogen-free Free of phosphoric acid ester
Degree of contamination	3
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Material cable sheath	TPE-U(PUR)
Cable sheath colour	Grey
Material housing	TPE-U(PUR)
Housing colour	Black
Material screw-type lock	Nickel-plated brass
Material seals	NBR
Material electrical contact	Gold-plated copper alloy
Material insulation	PP

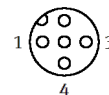
connecting cable

NEBU-M12W5-K-2.5-LE3

Part number: 541367

FESTO

for proximity sensors, position transmitter, pressure switch, flow sensors, visual and inductive sensors.



Data sheet

Feature	Value
Conforms to standard	Core colours and connection numbers to EN 60947-5-2 EN 61076-2-101
Cable identification	with 2x label holders
Product weight	70 g
Electrical connection 1, function	Field device side
Electrical connection 1, design	Round
Electrical connection 1, connection type	Plug socket
Electrical connection 1, cable outlet	Angled
Electrical connection 1, connection technology	M12x1, A-coded in accordance with EN 61076-2-101
Electrical connection 1, number of pins/wires	5
Electrical connection 1, occupied pins/wires	3
Electrical connection 1, type of mounting	Screw lock
Electrical connection 2, function	Controller side
Electrical connection 2, connection type	Cable
Electrical connection 2, connection technology	Open end
Electrical connection 2, number of pins/wires	3
Electrical connection 2, occupied pins/wires	3
Operating voltage range DC	0 ... 250 V
Operating voltage range AC	0 ... 250 V
Acceptable current load at 40°C	4 A
Surge strength	2.5 kV
Cable length	2.5 m
Cable attribute	Standard
Test conditions of cable	Bending strength according to Festo standard Test conditions on request Chain link trunking: 5 million cycles, bending radius 75 mm
Bending radius, fixed cable installation	12 mm
Bending radius, flexible cable installation	39 mm
Cable diameter	3.8 mm
Cable diameter tolerance	± 0,1 mm
Cable structure	3x0,25
Nominal conductor cross-section	0.25 mm ²
Protection class	IP65 IP68 IP69K
Note on degree of protection	in assembled condition
Special characteristics	Oil resistant
Ambient temperature	-25 ... 70 °C
Ambient temperature with flexible cable installation	-5 ... 70 °C
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive low-voltage devices in accordance with EU RoHS directive
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS

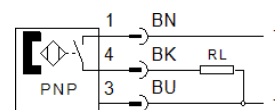
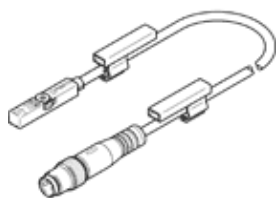
proximity sensor SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D

Part number: 574334

★ Core product range

Magnetic, contactless, for T-slot.

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Design	for T-slot
Based on the standard	EN 60947-5-2
Authorisation	RCM Mark c UL us - Listed (OL)
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive for EMC in accordance with EU RoHS directive
KC mark	KC-EMV
Special characteristics	Oil resistant
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS Halogen-free
Measured variable	Position
Measuring principle	Magneto-resistive
Ambient temperature	-40 ... 85 °C
Repetition accuracy	0.2 mm
Switch output	PNP
Switching element function	Normally open contact
Switch-on time	≤ 1.3 ms
Switch-off time	≤ 1.4 ms
Max. switching frequency	180 Hz
Max. output current	100 mA
Max. output current in mounting kits	100 mA
Max. contact rating DC	2.8 W
Max. switching capacity DC in mounting kits	2.8 W
Voltage drop	< 1.5 V
Short circuit strength	Yes
Overload withstand capability	Available
Nominal operating voltage DC	24 V
Operating voltage range DC	5 ... 30 V
Polarity protected	for all electrical connections
Electrical connection 1, connection type	Cable with plug
Electrical connection 1, connection technology	M8x1, A-coded to EN 61076-2-104
Electrical connection 1, number of pins/wires	3
Electrical connection 1, type of mounting	Screw lock
Connector exit direction	axial
Test conditions of cable	Bending strength according to Festo standard Test conditions on request Chain link trunking: 5 million cycles, bending radius 28 mm Torsion resistance: > 300,000 cycles, ±270°/0.1 m
Cable length	0.3 m
Cable attribute	Energy chain + robot
Cable sheath colour	Grey
Material cable sheath	TPE-U(PUR)
Mounting type	Tightened

Feature	Value
	Insertable in slot from above
Max. tightening torque	0.6 Nm
Assembly position	Any
Product weight	8.9 g
Housing colour	Black
Material housing	Nickel-plated brass PA-reinforced High alloy steel, non-corrosive
Operating status display	Yellow LED
Operating reserve display	LED orange
Ambient temperature with flexible cable installation	-20 ... 85 °C
Protection class	IP65 IP68 IP69K

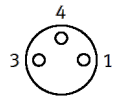
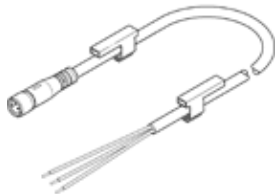
connecting cable NEBU-M8G3-K-2.5-LE3

Part number: 541333

★ Core product range

for proximity sensors, position transmitter, pressure switch, flow sensors, visual and inductive sensors.

FESTO



Data sheet

Feature	Value
Conforms to standard	Core colours and connection numbers to EN 60947-5-2 EN 61076-2-104
Cable identification	with 2x label holders
Product weight	64 g
Electrical connection 1, function	Field device side
Electrical connection 1, design	Round
Electrical connection 1, connection type	Plug socket
Electrical connection 1, cable outlet	Straight
Electrical connection 1, connection technology	M8x1, A-coded to EN 61076-2-104
Electrical connection 1, number of pins/wires	3
Electrical connection 1, occupied pins/wires	3
Electrical connection 1, type of mounting	Screw lock
Electrical connection 2, function	Controller side
Electrical connection 2, connection type	Cable
Electrical connection 2, connection technology	Open end
Electrical connection 2, number of pins/wires	3
Electrical connection 2, occupied pins/wires	3
Operating voltage range DC	0 ... 60 V
Operating voltage range AC	0 ... 60 V
Acceptable current load at 40°C	3 A
Surge strength	1.5 kV
Cable length	2.5 m
Cable attribute	Standard
Test conditions of cable	Bending strength according to Festo standard Test conditions on request Chain link trunking: 5 million cycles, bending radius 75 mm
Bending radius, fixed cable installation	12 mm
Bending radius, flexible cable installation	39 mm
Cable diameter	3.8 mm
Cable diameter tolerance	± 0,1 mm
Cable structure	3x0,25
Nominal conductor cross-section	0.25 mm ²
Protection class	IP65 IP68 IP69K
Note on degree of protection	in assembled condition
Special characteristics	Oil resistant
Ambient temperature	-25 ... 70 °C
Ambient temperature with flexible cable installation	-5 ... 70 °C
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive low-voltage devices in accordance with EU RoHS directive
Materials note	Free of copper and PTFE Conforms to RoHS

Feature	Value
	Halogen-free Free of phosphoric acid ester
Degree of contamination	3
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Material cable sheath	TPE-U(PUR)
Cable sheath colour	Grey
Material housing	TPE-U(PUR)
Housing colour	Black
Material screw-type lock	Nickel-plated brass
Material seals	NBR
Material electrical contact	Gold-plated copper alloy
Material insulation	PP

1 Pole - 6 A electromechanical relay interface modules, 6.2 mm wide.

Ideal interface for PLC and electronic systems

- Sensitive DC coil or AC/DC coil versions
- Integral coil indication and protection circuit
- Instant ejection of relay using plastic retaining clip
- UL Listing (certain relay/socket combinations)
- 35 mm rail (EN 60715) mounting

38.51/38.51.3
Screw terminal

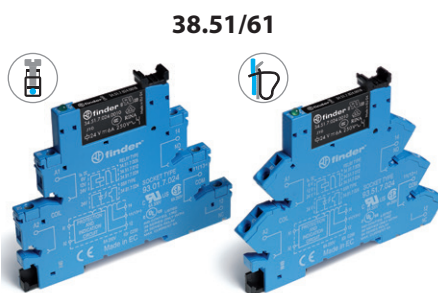
38.61/38.61.3
Screwless terminal



* Special version for max ambient temperature +70 °C.

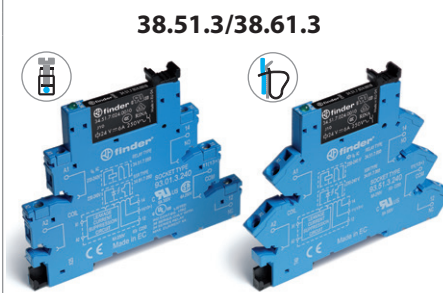
** Maximum ambient temperature limitations apply in the case of adjacent mounting of modules, where the coil is energised with a duty cycle of $\geq 50\%$ or where the ON time exceeds 1 hour:
+55 °C: applies to groups limited to 2 adjacent modules and where each group is separated by an air gap ≥ 6.2 mm.
+30 °C: applies to a group of more than 2 adjacent modules.

For outline drawing see page 13



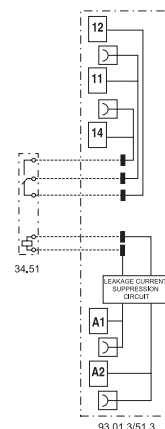
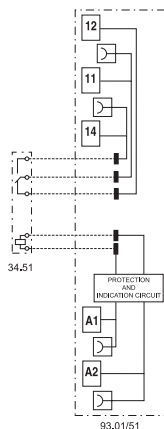
38.51/61

- 1 pole electromechanical relay
- Screw terminal and screwless terminal
- 35 mm rail (EN 60715) mounting



38.51.3/38.61.3

- Leakage current suppression
- 1 pole electromechanical relay
- Screw terminal and screwless terminal
- 35 mm rail (EN 60715) mounting



Contact specification

Contact configuration		1 CO (SPDT)	1 CO (SPDT)
Rated current/ Maximum peak current	A	6/10	6/10
Rated voltage/ Maximum switching voltage	V AC	250/400	250/400
Rated load AC1	VA	1500	1500
Rated load AC15 (230 V AC)	VA	300	300
Single phase motor rating (230 V AC)	kW	0.185	0.185
Breaking capacity DC1: 30/110/220 V	A	6/0.2/0.12	6/0.2/0.12
Minimum switching load	mW (V/mA)	500 (12/10)	500 (12/10)
Standard contact material		AgNi	AgNi

Coil specification

Nominal voltage (U_N)	V AC/DC	12 - 24 - 48 - 60 - (110...125) - (220...240)**	(110...125)	—
	V AC	(230...240)*	—	(230...240)
	V DC	6 - 12 - 24 - 48 - 60 (non polarized)	—	—
Rated power AC/DC	VA (50 Hz)/W	See page 9	1/1	0.5/—
Operating range	AC/DC	(0.8...1.1) U_N	(94...138)V	—
	AC	(184...264)V	—	(184...264)V
	DC	(0.8...1.2) U_N	—	—
Holding voltage	AC/DC	0.6 U_N / 0.6 U_N	0.6 U_N / 0.6 U_N	
Must drop-out voltage	AC/DC	0.1 U_N / 0.05 U_N	44 V	72 V

Technical data

Mechanical life AC/DC	cycles	10 · 10 ⁶	10 · 10 ⁶
Electrical life at rated load AC1	cycles	60 · 10 ³	60 · 10 ³
Operate/release time	ms	5/6	5/6
Insulation between coil and contacts (1.2/50 μ s)	kV	6 (8 mm)	6 (8 mm)
Dielectric strength between open contacts	V AC	1000	1000
Ambient temperature range ($U_N \leq 60$ V / > 60 V)	°C	-40...+70 / -40...+55	- / -40...+55
Protection category		IP 20	IP 20

Approvals relay (according to type)



Multi-function and mono-function timer range

80.01 - Multi-function & multi-voltage

80.11 - On-delay, multi-voltage

- 17.5 mm wide
- Six time scales from 0.1 s to 24 h
- High input/output isolation
- 35 mm rail (EN 60715) mount
- "Blade + cross" - both flat blade and cross head screw drivers can be used to adjust the range and function selectors, the timing trimmer, and to disengage the rail mounting clip
- New multi-voltage versions with "PWM clever" technology

80.01 / 80.11
Screw terminal



FOR UL RATINGS SEE:

"General technical information" page V

For outline drawing see page 9

Contact specification

Contact configuration		1 CO (SPDT)	1 CO (SPDT)
Rated current/Maximum peak current	A	16/30	16/30
Rated voltage/ Maximum switching voltage	V AC	250/400	250/400
Rated load AC1	VA	4000	4000
Rated load AC15 (230 V AC)	VA	750	750
Single phase motor rating (230 V AC)	kW	0.55	0.55
Breaking capacity DC1: 30/110/220 V	A	16/0.3/0.12	16/0.3/0.12
Minimum switching load	mW (V/mA)	500 (10/5)	500 (10/5)
Standard contact material		AgNi	AgNi

Supply specification

Nominal voltage (U _N)	V AC (50/60 Hz)	12...240	24...240
	V DC	12...240	24...240
Rated power AC/DC	VA (50 Hz)/W	< 1.8/< 1	< 1.8/< 1
Operating range	V AC	10.8...265	16.8...265
	V DC	10.8...265	16.8...265

Technical data

Specified time range		(0.1...2)s, (1...20)s, (0.1...2)min, (1...20)min, (0.1...2)h, (1...24)h	
Repeatability	%	± 1	± 1
Recovery time	ms	100	100
Minimum control impulse	ms	50	—
Setting accuracy-full range	%	± 5	± 5
Electrical life at rated load in AC1	cycles	50 · 10 ³	50 · 10 ³
Ambient temperature range	°C	-10...+50	-10...+50
Protection category		IP 20	IP 20

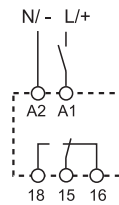
Approvals (according to type)

80.01

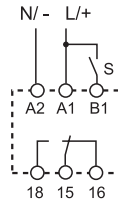


- Multi-voltage
- Multi-function

- AI:** On-delay
DI: Interval
SW: Symmetrical flasher (starting pulse on)
BE: Off-delay with control signal
CE: On- and off-delay with control signal
DE: Interval with control signal on



Wiring diagram
(without control signal)



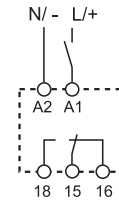
Wiring diagram
(with control signal)

80.11



- Multi-voltage
- Mono-function

- AI:** On-delay



Wiring diagram
(without control signal)

Ordering information

Example: 80 series, modular timers, 1 CO (SPDT) - 16 A, supply rated at (12...240)V AC/DC.

8 0 . 0 1 . 0 . 2 4 0 . 0 0 0 0

Series

Type

- 0 = Multi-function (AI, DI, SW, BE, CE, DE)
- 1 = On-delay (AI)
- 2 = Interval (DI)
- 4 = Off-delay with control signal (BE)
- 5 = Multi-function (AI, DI, SW, BE, CE, DE)
- 6 = Power off-delay (True off-delay) (BI)
- 7 = Multi-function with solid state output (AI, DI, SW, BE, CE, DE)
- 8 = Star-delta (SD)
- 9 = Asymmetrical flasher (LI, LE)

Versions

- 0 = Standard
- P = Push-in (only for 80.51)

Supply voltage

- 240 = (12...240)V AC/DC (80.01, 80.91)
- 240 = (24...240)V AC/DC (80.11, 80.21, 80.41, 80.51, 80.71, 80.82)
- 240 = (24...240)V AC, (24...220)V DC (80.61)

Supply version

- 0 = AC (50/60 Hz)/DC

No. of poles

- 1 = 1 CO (SPDT)
- 1 = 1 NO (SPST-NO), type 80.71 only
- 2 = 2 NO (DPST-NO), type 80.82 only

Technical data

Insulation

			80.01/11/21/41/51/82/91	80.61	80.71
Dielectric strength	between input and output circuit	V AC	4000	2500	2500
	between open contacts	V AC	1000	1000	—
Insulation (1.2/50 μs) between input and output		kV	6	4	4

EMC specifications

Type of test		Reference standard	80.01/11/21/41/61/71/91	80.51/82
Electrostatic discharge	contact discharge	EN 61000-4-2	4 kV	4 kV
	air discharge	EN 61000-4-2	8 kV	8 kV
Radio-frequency electromagnetic field (80 ÷ 1000 MHz)		EN 61000-4-3	10 V/m	10 V/m
Fast transients (burst) (5-50 ns, 5 kHz) on Supply terminals		EN 61000-4-4	4 kV	4 kV
Surges (1.2/50 μs) on Supply terminals	common mode	EN 61000-4-5	4 kV	4 kV
	differential mode	EN 61000-4-5	4 kV	4 kV
	common mode	EN 61000-4-5	4 kV	4 kV
	differential mode	EN 61000-4-5	4 kV	4 kV
Radio-frequency common mode (0.15 ÷ 80 MHz) on Supply terminals		EN 61000-4-6	10 V	10 V
Radiated and conducted emission		EN 55022	class B	class A

Other data

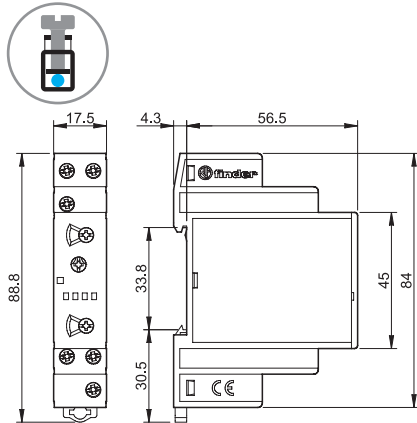
Current absorption on signal control (B1)			< 1 mA
Power lost to the environment	without contact current	W	1.4
	with rated current	W	3.2

Terminals

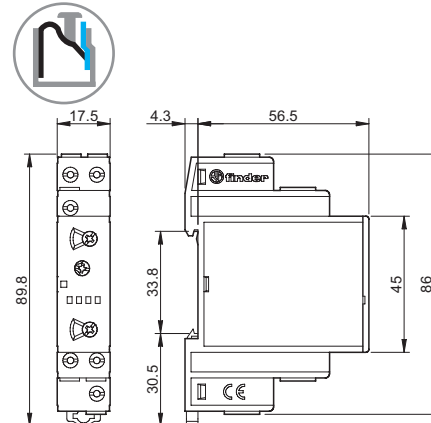
			Screw terminals	Push-in terminals
Wire strip length		mm	10	10
Screw torque		Nm	0.8	—
Min. wire size			solid cable	solid cable
		mm ²	0.5	0.75
		AWG	20	18
Max. wire size			solid cable	solid cable
		mm ²	1 x 6 / 2 x 4	1 x 1.5 / 2 x 1.5
		AWG	1 x 10 / 2 x 12	1 x 16 / 2 x 16
Min. wire size			stranded cable	stranded cable
		mm ²	0.5	0.75
		AWG	20	18
Max. wire size			stranded cable	stranded cable
		mm ²	1 x 4 / 2 x 2.5	1 x 2.5 / 2 x 2.5
		AWG	1 x 12 / 2 x 14	1 x 14 / 2 x 14

Outline drawings

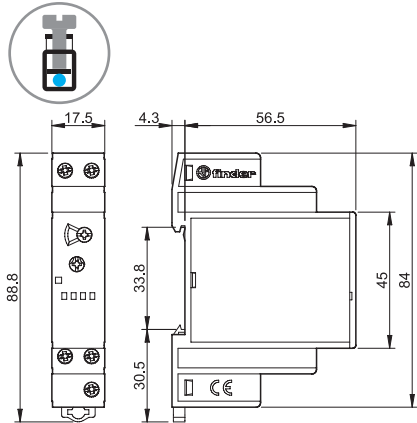
Types 80.01/80.51
Screw terminal



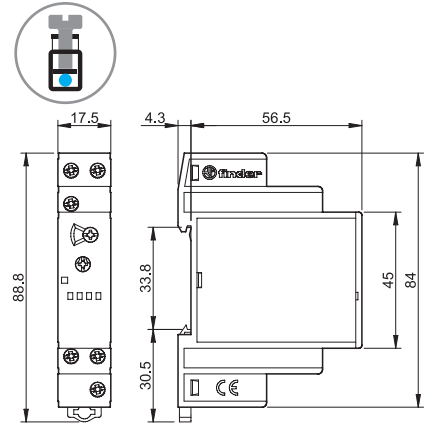
Type 80.51
Push-in terminal



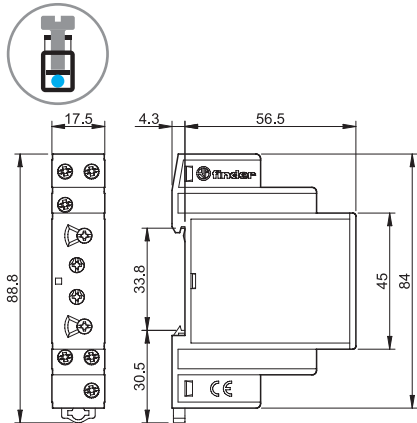
Types 80.11/80.21/80.61
Screw terminal



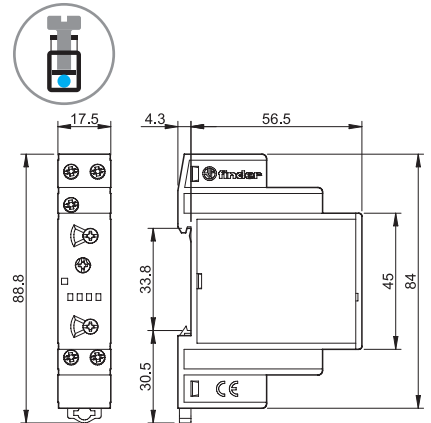
Type 80.41
Screw terminal



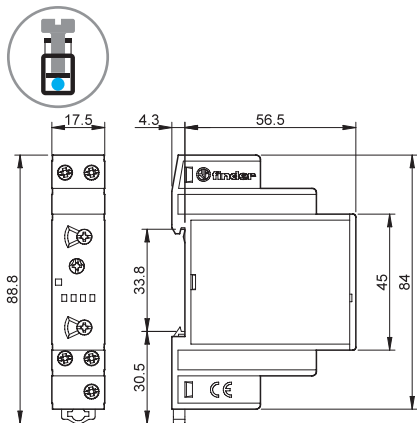
Type 80.91
Screw terminal



Type 80.71
Screw terminal



Type 80.82
Screw terminal



XI-2018, www.findernet.com

H

Functions

U = Supply voltage

S = Signal switch

= Output contact

LED*	Supply voltage	NO output contact	Contacts	
			Open	Closed
	OFF	Open	15 - 18	15 - 16
	ON	Open	15 - 18	15 - 16
	ON	Open (Timing in Progress)	15 - 18	15 - 16
	ON	Closed	15 - 16	15 - 18

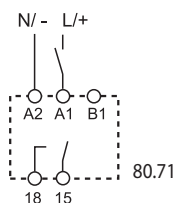
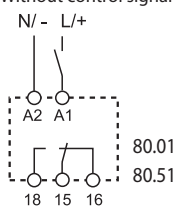
* The LED on type 80.61 is illuminated only when the supply voltage is applied to the timer; during the timing period the LED is not illuminated.

Without control signal = Start via contact in supply line (A1).

With control signal = Start via contact into control terminal (B1).

Wiring diagram

Without control signal

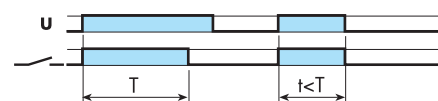


Type
80.01
80.51
80.71



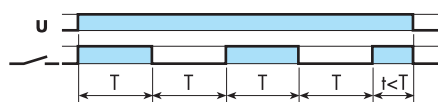
(AI) On-delay.

Apply power to timer. Output contacts transfer after preset time has elapsed. Reset occurs when power is removed.



(DI) Interval.

Apply power to timer. Output contacts transfer immediately. After the preset time has elapsed, contacts reset.

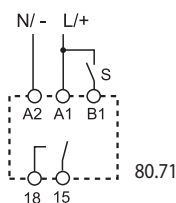
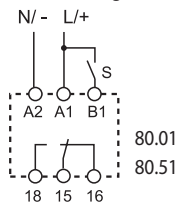


(SW) Symmetrical flasher (starting pulse on).

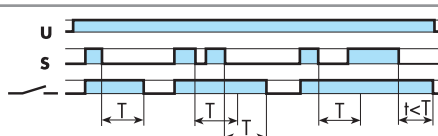
Apply power to timer. Output contacts transfer immediately and cycle between ON and OFF for as long as power is applied. The ratio is 1:1 (time on = time off).

H

With control signal

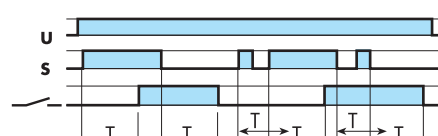


80.01
80.51
80.71



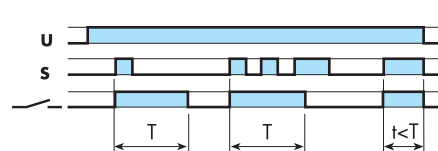
(BE) Off-delay with control signal.

Power is permanently applied to the timer. The output contacts transfer immediately on closure of the Signal Switch (S). Opening the Signal Switch initiates the preset delay, after which time the output contacts transfer.



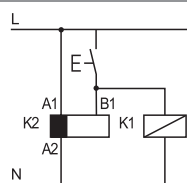
(CE) On- and off-delay with control signal.

Power is permanently applied to the timer. Closing the Signal Switch (S) initiates the preset delay, after which time the output contacts transfer. Opening the Signal switch initiates the same preset delay, after which time the output contacts reset.



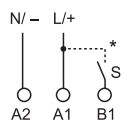
(DE) Interval with control signal on.

Power is permanently applied to the timer. On momentary or maintained closure of Signal Switch (S), the output contacts transfer, and remain so for the duration of the preset delay, after which they reset.

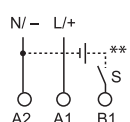


NOTE: The function must be set before energising the timer.

• Possible to control an external load, such as another relay coil or timer, connected to the control signal terminal B1.



* With DC supply, positive polarity has to be connected to B1 terminal (according to EN 60204-1).



** A voltage other than the supply voltage can be applied to the command Start (B1), example:

A1 - A2 = 230 V AC
B1 - A2 = 12 V DC